

Projektovanie budov vo svete udržateľných miest

BUDOVY NA BÝVANIE

2020

VRANAYOVÁ | KOVÁČ | KOŠIČANOVÁ | VILČEKOVÁ | SEDLÁKOVÁ
KAPALO | BURÁK | KOVÁČOVÁ | KRÍDLOVÁ BURDOVÁ | MIŇOVÁ
VRANAY | NAGY | MARKOVIČ | KUŠNÍR



Projektovanie budov vo svete udržateľných miest

BUDOVY NA BÝVANIE

2020

POĎAKOVANIE

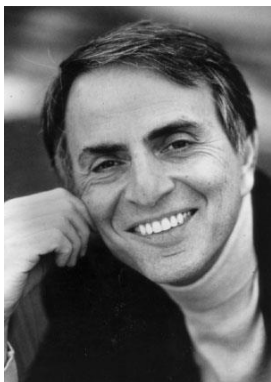
Veľké poďakovanie patrí všetkým členom projektovému tímu,
ktorých prístup a odborné poznatky umožnili vytvoriť túto učebnicu.

Projektovanie budov
vo svete udržateľných miest

BUDOVY NA BÝVANIE

ISBN 978-80-553-3873-6

HLBOKÁ MYŠLIENKA



Look again at that dot. That's here. That's home. That's us. On it everyone you love, everyone you know, everyone you ever heard of, every human being who ever was, lived out their lives. The aggregate of our joy and suffering, thousands of confident religions, ideologies, and economic doctrines, every hunter and forager, every hero and coward, every creator and destroyer of civilization, ever king and peasant, every young couple in love, every mother and father, hopeful child, inventor and explorer, every teacher of morals, every corrupt politician, every "superstar," every "supreme leader," every saint and sinner in the history of our species lived there—on a mote of dust suspended in a sunbeam. The Earth is a very small stage in a vast cosmic arena. Think of the rivers of blood spilled by all those generals and emperors so that, in glory and triumph, they could become momentary masters of a fraction of a dot. Think of the endless visited by the inhabitants of one corner of this pixel the scarcely distinguishable inhabitants of some other corner, how frequent their misunderstandings, how eager they are to kill one another, how fervent their hatreds. Our posturings, our imagined self-importance, the delusion that we have some privileged position in the Universe, are challenged by this point of pale light. Our planet is a lonely speck in the great enveloping cosmic dark. In our obscurity, in all this vastness, there is no hint that help will come from elsewhere to save us from ourselves. The Earth is the only world known so far to harbor life. There is nowhere else, at least in the near future, to which our species could migrate. Visit, yes. Settle, not yet. Like it or not, for the moment the Earth is where we make our stand. It has been said that astronomy is a humbling and character-building experience. There is perhaps no better demonstration of the folly of human conceits than this distant image of our tiny world. To me, it underscores our responsibility to deal more kindly with one another, and to preserve and cherish the pale blue dot, the only home we've ever known.

Originálny citát z knihy | Pale Blue Dot, Carl SAGAN, 1997

Tu je. To je náš domov. To sme my. Tu žijú všetci, ktorých milujete, všetci, ktorých poznáte, všetci, o ktorých ste počuli, každá ľudská bytosť, ktorá kedy existovala, tí všetci na nej žili. Radosť i utrpenie, tisíce náboženstiev, ideológií a ekonomických doktrín, lovci a stopári, hrdinovia i zbabelci, tvoritelia i ničitelia civilizácií, králi i roľníci, každý zamilovaný pár, každá matka a otec, každé narodené dieťa, všetci vynálezci a objavitelia, každý moralista, každý skorumpovaný politik, každá hviezda showbiznisu, každý vodca, každý svätý i každý hriešnik, tí všetci tu žili, na zrnku prachu zaliatom slnečnými lúčmi. Zem je len maličké pódium v divadle nazývanom vesmír. Pomyslíte na všetku tú preliatu krv mocou chamtivých generálov a cisárov, ktorí sa na chvíľu stali absolútnymi vládcami tejto prachovej smietky. Zamyslíte sa nad krutosťami, ktoré páchali a páchajú obyvatelia jednej strany tohto mikropixelu na obyvateľoch druhej sotva rozpoznateľnej strany. Spomeňte si ako často vznikajú nedorozumenia, ako horlivo sa navzájom zabíjajú, aká silná je nenávisť jedného proti druhému. Naše postoje, naša zdanlivá vlastná dôležitosť, naša dezilúzia, že máme akési výsadné právo v rámci celého vesmíru, to všetko sa zdá byť malicherné v tieni tejto svetlo modrej bodky niekde v dialke. Naša planéta je osamotenou smietkou v nekonečnej temnote vesmíru. Naša vlastná smiešnosť v kontraste s nekonečnosťou vesmíru nie je dôvodom toho, že by nám mal niekto priletieť na pomoc, aby nás zachránil pre nami samotnými. Zem je zatiaľ jediným známym svetom, kde existuje život. Neexistuje miesto, aspoň nateraz v blízkej budúcnosti, kam by sme sa mohli presťahovať. Navštíviť, áno. Usídlit' sa, ešte nie. Či už chcete alebo nie, Zem je momentálne našim jediným možným domovom.

V mojich očiach to len vyzdvihuje našu zodpovednosť k tomu, aby sme si viac vážili jeden druhého a s láskou sa starali o túto našu svetlo modrú bodku, jediný domov, ktorý sme kedy mali.

Preklad citátu z knihy | Pale Blue Dot, Carl SAGAN, 1997



OBSAH

PREDSLOV	8
PROJEKTOVÝ TÍM	10
ÚVOD TRVALO UDRŽATELNÉ MESTO	14
0 KLIMATICKÉ ZMENY A POLITIKA EÚ	28
1 ZELENÁ ARCHITEKTÚRA	52
2 SYSTÉMY HVAC	110
3 KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA	192
4 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ	254
5 VYUŽÍVANIE DAŽDOVEJ VODY	352
6 VYUŽÍVANIE OBNOVITELNÝCH ZDROJOV ENERGIE	412
7 BUDOVOY NA BÝVANIE prípadové štúdie	490



PREDSLOV



Cieľom nášho tímu v rámci projektu KEGA pod názvom:

PROJEKTOVANIE BUDOV VO SVETE UDRŽATEĽNÝCH MIEST

je prispieť k tvorbe takýchto miest a to z pohľadu samotného návrhu resp. obnovy budovy alebo komplexu budov v rámci miest. Táto učebnica má byť akousi cestovnou mapou alebo manuálom k tomu, ako projektovať budovy, ktoré budú spĺňať štandardy trvalo udržateľných miest. V prvom rade má učebnica priviesť čitateľa k novým myšlienkam, k inému pohľadu na život v budovách resp. na život v mestách alebo v jeho častiach. Uvedomiť si úzku spojitosť so životným prostredím a s jeho ochranou, so zachovaním biodiverzity. Ľudia trávia v priemere až 90% svojho života práve v budovách. Úvodná časť je venovaná krátkej charakteristike trvalo udržateľného mesta, doplnená príkladom takého mesta v Dubaji. Dôvody vedúce k vytváraniu tzv. trvalo udržateľných miest sú obsiahnuté v kapitole, ktorá hovorí o klimatických zmenách vo svete a o politike Európskej únie do budúcnosti s cieľom zastaviť negatívny dopad ľudskej aktivity na tieto klimatické zmeny. Učebnica približuje vízie a ciele európskych stratégií pre sociálnu, environmentálnu a ekonomickú udržateľnosť Európskeho kontinentu. Ďalej nasledujú kapitoly, ktoré sú tematicky zamerané na zelenú architektúru budov, návrh systémov HVAC, na kvalitu vnútorného prostredia v budovách, v súčasnosti veľmi aktuálnu energetickú hospodárnosť budov, potom na možnosti využívania dažďovej vody v budovách resp. možnosti recyklácie odpadových vôd z budov a takisto na možnosti využívania obnoviteľných zdrojov energie. V závere učebnice nájde čitateľ odkaz na webovú stránku projektu s prípadovými štúdiami.



PROJEKTOVÝ TÍM



prof. Ing. Zuzana VRANAYOVÁ, CSc. | vedúca projektu

riešiteľka pre oblasť: Využívanie dažďovej vody

Ústav pozemného stavitel'stva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4211 | email: zuzana.vranayova@tuke.sk



Ing. Martin KOVÁČ, PhD. | zástupca vedúcej projektu

riešiteľ pre oblasť: Energetická hospodárnosť

Ústav pozemného stavitel'stva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4238 | email: martin.kovac@tuke.sk



doc. Ing. Danica KOŠIČANOVÁ, PhD.

riešiteľka pre oblasť: Systémy HVAC

Ústav pozemného stavitel'stva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4264 | email: danica.kosicanova@tuke.sk



doc. Ing. Silvia VILČEKOVÁ, PhD.

riešiteľka pre oblasť: Kvalita vnútorného prostredia

Ústav environmentálneho inžinierstva | Oddelenie environmentálneho inžinierstva

tel. č.: 055/602 4260 | email: silvia.vilcekova@tuke.sk



doc. Ing. Anna Sedláková, PhD.

riešiteľka pre oblasť: Energetická hospodárnosť

Ústav pozemného stavitel'stva | Oddelenie konštrukcií pozemných stavieb

tel. č.: 055/602 4165 | email: anna.sedlakova@tuke.sk



doc. Ing. Peter KAPALO, PhD.

riešiteľ pre oblasť: Systémy HVAC

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie technických zariadení budov
tel. č.: 055/602 4271 | email: peter.kapalo@tuke.sk



Ing. arch. Dušan BURÁK, PhD.

riešiteľ pre oblasť: Zelená architektúra

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie konštrukcií pozemných stavieb
tel. č.: 055/602 4221 | email: burak@atriumstudio.sk



Ing. Katarína KOVÁČOVÁ, PhD.

riešiteľka pre oblasť: Energetická hospodárnosť

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie technických zariadení budov
tel. č.: 055/602 4238 | email: katkakovacova.mail@gmail.com



Ing. Eva KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, PhD.

riešiteľka pre oblasť: Kvalita vnútorného prostredia

Ústav environmentálneho inžinierstva | Oddelenie environmentálneho inžinierstva
tel. č.: 055/602 4125 | email: eva.kridlova.burdova@tuke.sk



Ing. arch. Zuzana MIŇOVÁ, PhD.

riešiteľka pre oblasť: Zelená architektúra

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie konštrukcií pozemných stavieb
tel. č.: 055/602 4231 | email: zuzana.minova.tuke@gmail.com



Ing. František VRANAY, PhD.

riešiteľ pre oblasť: Využívanie obnoviteľných zdrojov energie

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4110 | email: frantisek.vranay@tuke.sk



Ing. Richard NAGY, PhD.

riešiteľ pre oblasť: Systémy HVAC

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4263 | email: richard.nagy@tuke.sk



Ing. Gabriel MARKOVIČ, PhD.

riešiteľ pre oblasť: Využívanie dažďovej vody

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4227 | email: gabriel.markovic@tuke.sk



Ing. Marek KUŠNÍR, PhD.

riešiteľ pre oblasť: Využívanie obnoviteľných zdrojov energie

Ústav pozemného staviteľstva | Oddelenie technických zariadení budov

tel. č.: 055/602 4226 | email: marek.kusnir@tuke.sk



ÚVOD | TRVALO UDRŽATELNÉ MESTO

D. Burák | M. Kováč

ÚVOD

TRVALO UDRŽATEĽNÉ MESTO

Nepretržitá interakcia medzi človekom a prostredím, prírodou a civilizáciou, minulosťou a budúcnosťou vedie k permanentnému pretváraniu hmotného prostredia tak, aby čo najlepšie spĺňalo komplexné potreby spoločnosti, aby nebrzdilo jej vývoj, ale naopak, aby stimulovalo spoločenskú iniciatívu.

Vývoj spoločnosti si teda vynucuje zmenu prostredia, v ktorom sa životný proces uskutočňuje. Najvýraznejšie sa interakcia spoločnosti a prostredia prejavuje v sídlach, v prostredí najkoncentrovanejšej spoločenskej aktivity. Mestá boli a sú výrazom a súčasne i ohniskom takmer všetkého, čo ľudská spoločnosť vytvorila. Súčasne boli a mnoho razy aj sú prejavom jej nedostatkov – sociálna nerovnosť, kvalita životného prostredia, egoizmus a pod.

Mesto predstavuje komplikovaný a komplexný systém, ktorý do veľkej miery závisí od vonkajších zdrojov. Do miest sa dovážajú vstupy (napr. suroviny, energia a potraviny), ktoré sa potom premenia na výstupy do prostredia (napr. emisie do ovzdušia a vody, odpad). Keď sa teda zamýšľame nad udržateľnosťou mestských systémov, je potrebné poukázať na vzájomnú závislosť a prepojenie medzi mestom, mestským prostredím a prostredím okolitej krajiny, a zároveň vnímať rozvoj mesta vo vzťahu ku globálnym problémom a výzvam ľudstva.

Najvýznamnejšou zložkou, ktorá má zásadný vplyv na život ľudí patrí priestorové usporiadanie miest - vybavenie a rozmiestnenie jednotlivých zariadení nutných k uspokojovaniu základných potrieb, ako sú byty, stavby občianskeho vybavenia, dopravné zariadenia, výrobné objekty, kultúrne zariadenia, pracoviská, športové zariadenia a zeleň. V týchto umelo vytvorených štruktúrach človek strávi väčšinu svojho života.

Ideálne mesto – trvalo udržateľné mesto

Jedná sa o predstavu ideálne naplánovaného sídla podľa racionálnych, estetických, funkčných a ideových predstáv. Je to večná téma – aj v období čínskych dynastií, v traktátoch Indie, v eposoch Sumerov, ale aj v starých kultúrach Afriky a Ameriky. Uvažuje o ňom Platón, Aristoteles, Vitruvius a píše o ňom Biblia – Nový Jeruzalem i Korán – rajská záhrada. Dnes je veľmi vážnym faktorom jeho vývoja zmena klímy a potreba adaptácie na jej nepriaznivé dôsledky. Je nevyhnutné aby sa premietala do nasledovných opatrení:

- Opatrenia voči častejším intenzívnejším vlnám horúčav:
 - zabezpečiť zvyšovanie podielu vegetácie a vodných prvkov v sídlach, osobitne v centre mesta a zastavanom území,
 - zabezpečiť a podporovať zamedzovanie prílišného prehrievania stavieb (napríklad vhodnou orientáciou stavby k svetovým stranám, dostatočnou tepelnou izoláciou, tienením transparentných výplní otvorov),
 - zabezpečiť a podporovať aby boli dopravné a energetické technológie, materiály a infraštruktúra prispôsobené meniacim sa klimatickým podmienkam,
 - vytvárať a podporovať vhodnú mikroklimu pre chodcov a cyklistov v meste,
 - zabezpečiť prispôsobenie výberu drevín pre výsadbu v sídlach meniacim sa klimatickým podmienkam,
 - vytvárať komplexný systém plôch zelene v sídle v prepojení do kontaktných hraníc sídla a do príľahlej krajiny

- Opatrenia voči častejšiemu výskytu silného vetra a víchric:
 - zabezpečiť udržiavanie dobrého stavu, statickej a ekologickej stability stromovej vegetácie,
 - zabezpečiť a podporovať implementáciu opatrení proti veternej erózii, napríklad výsadbou vetrolamov, živých plotov, aplikáciou prenosných brán.
- Opatrenia voči častejšiemu výskytu sucha:
 - podporovať a zabezpečiť opätovné využívanie dažďovej a odpadovej vody
- Opatrenia voči častejšiemu výskytu intenzívnych zrážok:
 - zabezpečiť a podporovať zvýšenie retenčnej kapacity územia pomocou hydrotechnických opatrení, navrhnutých ohľaduplne k životnému prostrediu,
 - zabezpečiť a podporovať zvýšenie infiltračnej kapacity územia diverzifikovaním štruktúry krajinej pokrývky s výrazným zastúpením vsakovacích prvkov v extraviláne a minimalizovaním podielu nepriepustných povrchov a vytvárania nových nepriepustných plôch na urbanizovaných pôdach v intraviláne mesta,
 - zabezpečiť a podporovať zvyšovanie podielu vegetácie pre zadržiavanie a infiltráciu dažďových vôd v meste, osobitne v zastavanom území a jeho centre,
 - zabezpečiť budovanie a udržiavanie siete lesných ciest s účinnou protipovodňovou ochranou,
 - usmernenie, resp. zvýšenie odtoku pomocou drobných hydrotechnických opatrení,
 - zabezpečiť a podporovať opatrenia proti vodnej erózii, zosuvom pôdy.

Obr. 1 Zelené strechy v Rotterdame



Obr. 2 Paríž v roku 2050 – vízia zeleného mosta



Obr. 3 Bioretencia dažďovej vody vo verejnom priestore (vľavo), Príklad zosúladenia biokoridoru v urbanizovanom prostredí (vpravo)



Obr. 4 Dažďová záhrada v parčíku



Trvalo udržateľné mesto v Dubaji

Priklad trvalo udržateľného mesta pre približne 2 500 obyvateľov v Dubaji, ktoré bolo otvorené v roku 2016, v sebe kombinuje tri aspekty trvalej udržateľnosti a to sociálnu, environmentálnu a ekonomickú udržateľnosť. V prípade sociálnej udržateľnosti je mesto vybavené službami v oblasti poskytovania zdravotnej starostlivosti, disponuje škôlkou a školou. Škola využíva inovatívne metódy pri výukovom procese, praktické cvičenia a to všetko s ohľadom na trvalú udržateľnosť. Mesto organizuje rôzne spoločné aktivity pre obyvateľov mesta v oblasti vzdelávania alebo v oblasti chovu zvierat, pestovania a samozrejme aj v oblasti oddychu. Súčasťou komplexu je cyklistický chodník v dĺžke 4 km, mestský bazén a 4 detské ihriská.

Obr. 5 Trvalo udržateľné mesto v Dubaji



Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae>

V oblasti environmentálnej udržateľnosti si mesto zabezpečuje výrobu elektrickej energie vďaka solárnym panelom inštalovaným na strechách rodinných domov a taktiež nad parkoviskami. Verejné osvetlenie mesta a interiérové osvetlenie v budovách využíva LED technológiu s približne 10 % spotrebou energie v porovnaní s konvenčnými systémami. Samotné verejné osvetlenie je napájané z fotovoltaických panelov, inštalovaných nad parkoviskami. Pri návrhu budov sa využili pasívne a aktívne stratégie s cieľom minimalizovať spotrebu energie na chladenie alebo na prípravu teplej vody. Tými pasívnymi prvkami sa má na mysli použitie kvalitných stavebných materiálov s dobrými tepelno technickými vlastnosťami, v prípade presklených plôch sa jedná o zvýšenú mieru reflexie slnečných lúčov, čím sa minimalizuje tepelná záťaž vnútorných priestorov domu. Samozrejme do pasívnej stratégie patrí aj samotný dizajn, architektúra budovy, orientácia voči svetovým stranám, orientácia veľkých presklených plôch, alebo použitie pasívnych tieniacich prvkov (pergoly a podobne). V neposlednom rade je to aj použitý svetlý povrch na budovách, ktorý maximalizuje odrazivosť slnečného žiarenia a teda minimalizuje jeho absorpciu. Medzi aktívne stratégie návrhu budov s takmer nulovou potrebou energie patria použité solárne panely a klimatizačné systémy VRF s vysokou mierou

hospodárnosti, resp. s minimálnou spotrebou elektrickej energie, ktorá je teda dodávaná zo solárnych panelov mesta. Dubaj je veľmi horúce mesto. Priemerná teplota od júna do septembra je nad 35 °C. Systém chladenia domov je tak bežne v prevádzke od marca do novembra. Všetok odpad produkovaný domácnosťami je separovaný. Na uliciach sa nachádzajú odpadkové nádoby na papier, plast, sklo, kov, kartón a organický odpad. Odpadová voda z domov je rozdelená na tzv. čiernu a sivú vodu, pričom sivá voda je odvádzaná do miestnej biologickej čistiarne, ktorú tvoria rôzne druhy rastlín. Prečistená voda sa následne opätovne používa na zavlažovanie mestskej zelene. Súčasťou mesta je 11 skleníkov v tvare kopule, kde sa pestuje zelenina a ovocie.

Obr. 6 Situácia trvalo udržateľného mesta v Dubaji



- Poznámka:
- 1 – nárazníková zóna
 - 2 – parkovisko s fotovoltaickými panelmi
 - 3 – obytná zóna s rodinnými domami (klaster)
 - 4 – mestský park a „farma“
 - 5 – hlavné námestie mesta so službami a apartmánmi

Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/>

Nárazníková zóna

Okrajová zóna mesta v šírke 30 m pôsobí ako nárazníková zóna pred hlukom a nečistotami z okolitých komunikácií. Tvorí ju približne 2 500 stromov vysokých až 10 metrov, ktoré sú rovnomerne rozptýlené po obvode územia v 3 líniách. Súčasťou tohto pásu je cyklistický chodník a bežecký chodník vyrobený z recyklovaných pneumatík.

Parkovisko s fotovoltaickými panelmi

Každý rodinný dom (vila) v meste má k dispozícii 2 parkovacie miesta, ktoré sú prekryté solárnymi panelmi. Tieto solárne panely produkujú elektrickú energiu, ktorá je dodávaná do verejného osvetlenia, do nabíjacích staníc pre automobily a do lokálnych fariem v rámci mesta. Celkovo je nainštalovaných 40 000 fotovoltaických panelov. Prebytky vyrobenej elektrickej energie sú odvádzané do verejnej siete, z ktorej je v prípade potreby elektrická energia dodávaná späť do mesta.

Obr. 7 Parkovisko s prestrešením pomocou fotovoltaických panelov

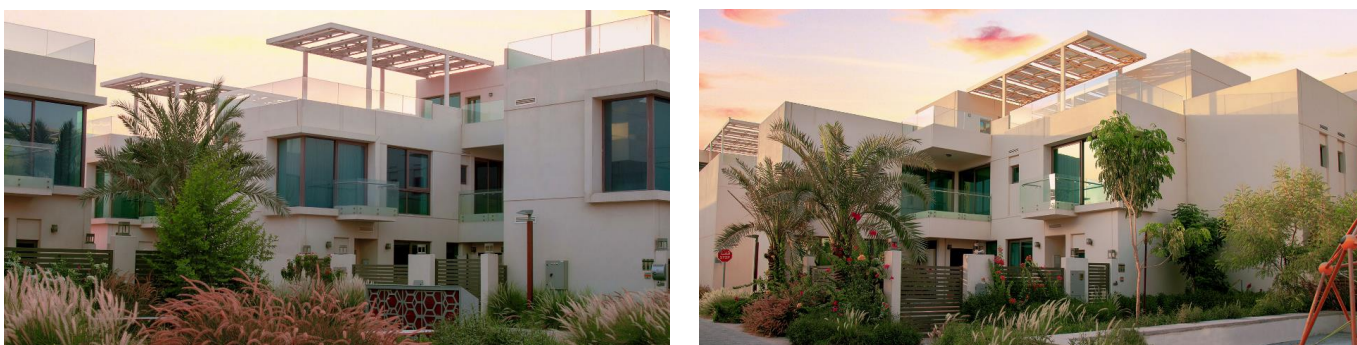


Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/inside-the-city/>

Obytná zóna s rodinnými domami (klaster)

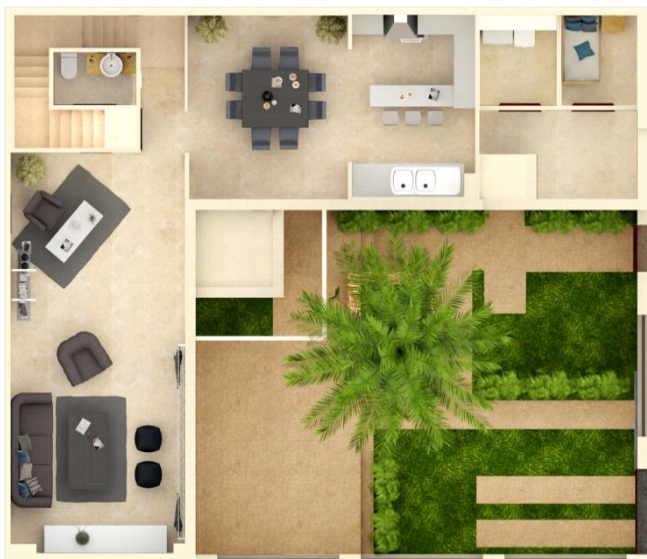
V meste je vytvorených 5 obytných zón, označovaných ako klaster, pričom spolu sa jedná o 500 rodinných domov (víl), ktoré sú komunikáciami napojené na mestské hospodárstvo. Okrem toho je k dispozícii 89 bytov na prenájom. Tieto klaster, ako ich nazývajú sú zónami, kde sa automobily po uliciach nepohybujú. Šírka ulíc je 6 m. Obyvatelia sa tak dostanú do svojich obydli z miestneho parkoviska pešo alebo používajú bezplatné elektrické golfové vozítka (buginy), ktoré sú prístupné na základe ID karty každého obyvateľa. Pohyb alebo hra detí na ulici je tak bezpečnejšia. Vzdialenosť domov od parkoviska sa pohybuje v rozmedzí 10 až 85 metrov.

Obr. 8 Architektúra rodinných domov v trvalo udržateľnom meste



Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/sales-center-fh-tsc-villas/>

Obr. 9 Dispozičné usporiadanie domu (vila) v trvalo udržateľnom meste v Dubaji



1. NP



2. NP



3. NP (strecha)

Poznámka: Budova má 2 nadzemné podlažia s využiteľnou (pochôdznou) plochou strechou. Na 1. podlaží sa nachádza denná časť domu vrátane kuchyne s jedálňou, obývacia izba a hygienické priestory. Prístup na 2. nadzemné podlažie (nočná časť) je riešený vertikálnou komunikáciou, ktorú tvorí trojramenné schodisko. Na plochej streche sú umiestnené teplovodné solárne kolektory na prípravu teplej vody, jednotka VRF, ktorá zabezpečuje chladenie budovy. Súčasťou plochej strechy sú tieniace konštrukcie (pergoly), na ktorých sú inštalované fotovoltaické panely na výrobu elektrickej energie.

Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/3brcourtyardvilla/>

Obr. 10 Výstavba rodinných domov v počiatočnej fáze projektu



Poznámka: Pohľad na strechy časti vybudovaných rodinných domov v trvalo udržateľnom meste v Dubaji. Ich celkový počet je 500 v rámci tzv. 5 klastrov. Na strechách sú inštalované fotovoltaické panely na výrobu elektrickej energie, ďalej vonkajšie jednotky VRF systémov pre HVAC a takisto teplovodné solárne kolektory pre prípravu teplej vody.

Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/2016/07/11/the-sustainable-city-officially-adopts-clean-energy-production-with-the-approval-of-the-dubai-electricity-and-water-authority/>

Obr. 11 Pohľad do ulice a mestského parku s fontánami



Zdroj: <https://propsearch.ae/dubai/the-sustainable-city>

Obr. 12 Mestská plaváreň



Zdroj: <https://propsearch.ae/dubai/the-sustainable-city>

Mestský park a „farma“

Pozdĺž mesta resp. jeho stredovou líniou sa tiahne centrálny park, ktorý tvorí akúsi pomyselnú chrbticu trvalo udržateľného mesta. Jeho súčasťou je 11 skleníkov v tvare kopule (biodomy), v ktorých sa pestujú rôzne druhy ovocia, zeleniny a bylín.

Obr. 13 Biodomy

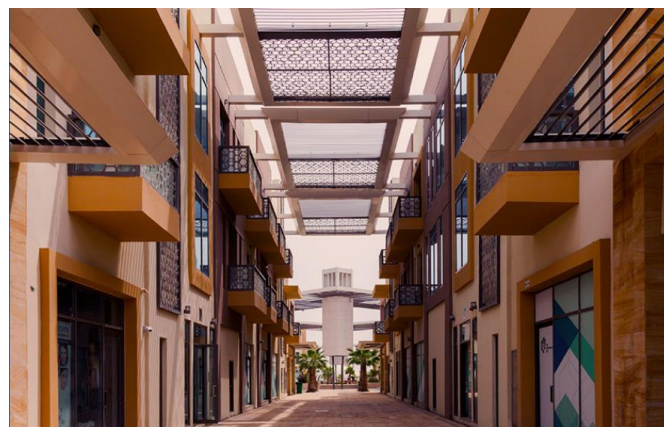


Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/inside-the-city/>
<https://newatlas.com/beyond-oil-dubai-sustainable-city/57441/>

Hlavné námestie mesta so službami a apartmánmi

Pri hlavnom vstupe do mesta sa nachádza mestské námestie s plochou okolo 15 000 m², ktoré má zmiešané využitie. Jedná sa o nízko podlažnú zástavbu s obchodmi, kaviarňami, kancelárskymi priestormi a 89 apartmánmi na prenájom. Cieľom poskytovaných služieb je v maximálnej miere pokryť požiadavky obyvateľov mesta.

Obr. 14 Komplex budov okolo mestského námestia



Zdroj: <https://www.thesustainablecity.ae/the-sustainable-plaza/>
<https://www.thesustainablecity.ae/inside-the-city/>

Z príkladu trvalo udržateľného mesta v Dubaji jasne vyplýva, že pokiaľ chceme budovať nové alebo obnovovať existujúce mestá resp. ich časti v duchu trvalej udržateľnosti, bude potreba začleniť do prípravného procesu ľudí z rôznych oblastí. Teda nielen odborníkov z technickej a energetickej infraštruktúry, ale aj z oblastí ako je sociológia alebo poľnohospodárstvo, krajinná architektúra a podobne.

Zoznam obrázkov

- Obr. 1 Zelené strechy v Rotterdame
- Obr. 2 Paríž v roku 2050 – vízia zeleného mosta
- Obr. 3 Bioretencia dažďovej vody vo verejnom priestore (vľavo), Príklad zosúladenia biokoridoru v urbanizovanom prostredí
- Obr. 4 Dažďová záhrada v parčíku
- Obr. 5 Trvalo udržateľné mesto v Dubaji
- Obr. 6 Situácia trvalo udržateľného mesta v Dubaji
- Obr. 7 Parkovisko s prestrešením pomocou fotovoltických panelov
- Obr. 8 Architektúra rodinných domov v trvalo udržateľnom meste
- Obr. 9 Dispozičné usporiadanie domu (vila) v trvalo udržateľnom meste v Dubaii
- Obr. 10 Výstavba rodinných domov v počiatočných štádiách projektu
- Obr. 11 Pohľad do ulice a mestského parku s fontánami
- Obr. 12 Mestská plaváreň
- Obr. 13 Biodomy
- Obr. 14 Komplex budov okolo mestského námestia

Zoznam literatúry

<https://www.thesustainablecity.ae>

<https://www.thesustainablecity.ae/inside-the-city/>

<https://www.thesustainablecity.ae/sales-center-fh-tsc-villas/>

<https://www.thesustainablecity.ae/3brcourtyardvilla/>

<https://www.thesustainablecity.ae/2016/07/11/the-sustainable-city-officially-adopts-clean-energy-production-with-the-approval-of-the-dubai-electricity-and-water-authority/>

<https://propsearch.ae/dubai/the-sustainable-city>

<https://newatlas.com/beyond-oil-dubai-sustainable-city/57441/>

<https://www.thesustainablecity.ae/the-sustainable-plaza/>



KLIMATICKÉ ZMENY A POLITIKA EÚ

M. Kováč | K. Kováčová

0

KLIMATICKÉ ZMENY A POLITIKA EÚ

Podľa posledných výpočtov je naša planéta Zem stará približne 4,5 miliardy rokov. V našej solárnej sústave je jedinou známou planétou, na ktorej prekypuje život a to vďaka dostatočnému množstvu kyslíka a vody. Zemská atmosféra zohráva pritom veľmi dôležitú úlohu. Je to veľmi tenká vrstva plynov, predovšetkým dusíka 78 % a kyslíka 21 %, ale aj vodnej pary, argónu, oxidu uhličitého a ďalších plynov. Zemská atmosféra pozostáva zo 6 vrstiev a je hrubá približne 100 km. Každý, kto prekročí túto hranicu označovanú ako Kármánova línia, sa technicky stáva astronautom. Zemská atmosféra chráni našu planétu pred účinkami dopadajúceho slnečného žiarenia a udržiava stabilnú teplotu, vhodnú pre život. Spodná vrstva zemskej atmosféry sa nazýva troposféra, ktorá je neustále v pohybe a vďaka nej máme zmeny v počasí. Vzduch sa ohrieva od zemskeho povrchu, na ktorý dopadajú slnečné lúče, a stúpa nahor a expanduje do troposféry, kde sa ochladzuje. Vzduch sa tak stáva ťažším a klesá smerom nadol k zemskému povrchu, kde sa opätovne ohrieva a tento cyklus sa neustále opakuje. Nad vrstvou troposféry sa nachádza stratosféra, ktorá obsahuje ozónovú vrstvu. Ozón pomáha zabraňovať prenikaniu škodlivého ultrafialového žiarenia na zemský povrch. Chráni tak život na Zemi pred jeho poškodením alebo možnou mutáciou. Nad vrstvou stratosféry sa nachádzajú ešte mezosféra, termosféra, exosféra a ionosféra. Prítomnosť oxidu uhličitého a ostatných plynov v atmosfére, absorbujúcich tepelné žiarenie je veľmi dôležitá pre udržanie teploty vhodnej pre život. Bez nich by bola Zem pravdepodobne príliš studená pre život. Na druhej strane ani ich enormný nárast v zemskej atmosfére nie je priaznivý. Spôsobuje tzv. globálne otepľovanie, ktoré so sebou prináša klimatické zmeny, akými sú vzostup oceánov a morí, zvyšovanie kyslosti oceánov, výskyt extrémneho počasia a podobne.

Obr. 0.1 Planéta Zem



Poznámka: Fotografia urobila posádka misie Apollo 11 dňa 20. júla 1969

Zdroj: <https://www.businessinsider.com/best-photos-earth-moon-from-deep-space-2017-3>

Európska únia vyjadrila koncom roka 2016 svoj súhlas s ratifikáciou Parížskej dohody o zmene klímy z konca roka 2015. Výsledkom dohovoru bolo, že priemerná globálna teplota nesmie presiahnuť 2 °C, pričom sa má vyvinúť maximálne úsilie o jej udržanie do 1,5 °C. Krajiny ako Čína, USA alebo India nakoniec od Parížskeho dohovoru odstúpili, napriek ich počiatočnému súhlasnému stanovisku. Tieto krajiny sa v tom čase spoločne podieľali približne 52 % na emisiách skleníkových plynov. Európska 28-mička v tom čase produkovala približne 12 % celosvetových emisií skleníkových plynov.

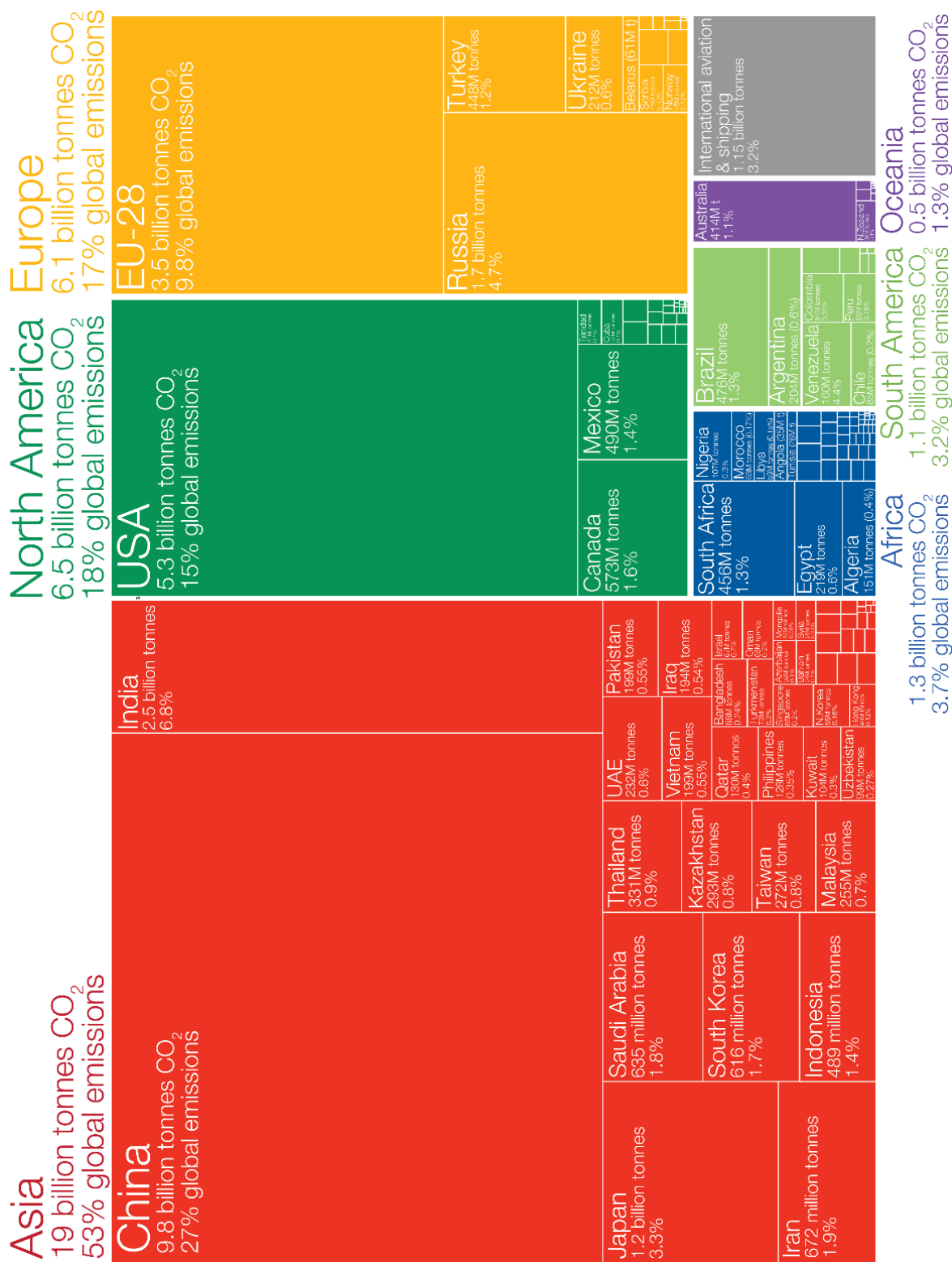
Obr. 0.2 Ratifikácia Parížske dohody 4. októbra 2016



Zdroj: <https://scroll.in/latest/818250/european-union-approves-ratification-of-paris-climate-change-agreement>

Už v roku 2007 predstavila Európska únia svoju stratégiu Európa 2020 na boj s klimatickými zmenami. V roku 2014 ju nasledoval klimatický a energetický rámec 2030, ktorého súčasťou sa v decembri 2019 stal Európsky ekologický dohovor alebo Green Deal. Jeho cieľom je, aby sa Európska únia stala uhlíkovo neutrálnou do roku 2050. Kroky Európskej únie sú plne v súlade so závermi Parížskej dohody a v súlade s cieľmi OSN na dosiahnutie trvalo udržateľného rozvoja. Green Deal je odpoveďou prezidentky Európskej komisie Ursuly von der Leyenovej na to, čo nazývajú existenčným problémom klimatickej núdze. Bude si to vyžadovať dramatické zmeny vo využívaní energie, v poľnohospodárstve, v bývaní, v doprave a v ďalších oblastiach. V rámci krátkodobých cieľov, t.j. do roku 2030 budeme musieť znížiť emisie skleníkových plynov minimálne o 50-55 % v porovnaní s úrovňou z roku 1990. Ešte donedávna to bolo číslo na úrovni 40 %. Green deal má za úlohu riešiť aj ekonomicko hospodársku situáciu v EU, finančne podporovať rozvoj a použitie technológií s nulovou uhlíkovou stopou, podporovať elektromobilitu, výstavbu nabíjajúcich staníc, zastaviť používanie pesticídov, podporiť ekologické poľnohospodárstvo a podobne. Green deal bol spustený Európskou komisiou v decembri 2019 a predstavuje iba začiatok tejto náročnej cesty. Bude potreba začať tvoriť a prijímať zákony pre realizáciu týchto cieľov.

Obr. 0.3 Podiel krajín na celosvetových emisiách CO₂ v roku 2017

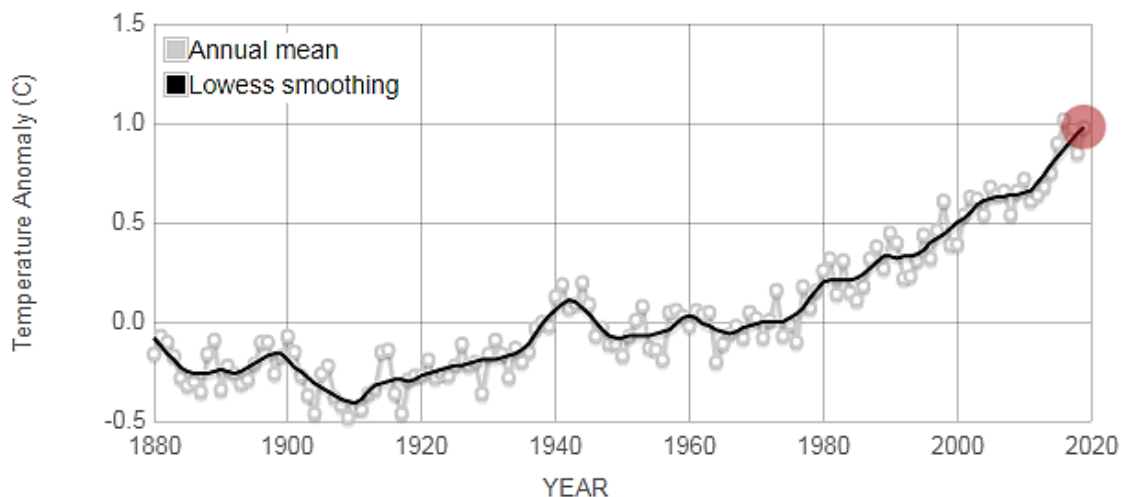


Zdroj: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions#annual-co2-emissions>

4.1 Klimatické zmeny

Zemská klíma sa menila počas celej svojej minulosti. Za obdobie posledných 650 000 rokov sa vystriedalo 7 dôb ľadových, pričom približne pred 11 700 rokmi sa skončila posledná z nich a začala sa písať nová kapitola zemskej klímy. V súčasnosti sme svedkami jej zmien, ktoré sú sprevádzané vzostupom globálnej teploty, zvyšovaním teploty oceánov, zmenšovaním sa ľadovcov, vzostupom hladín oceánov a morí, častejším výskytom extrémneho počasia a prekysľovaním vody v oceánoch.

Obr. 0.4 Teplotné zmeny v zemskej atmosfére

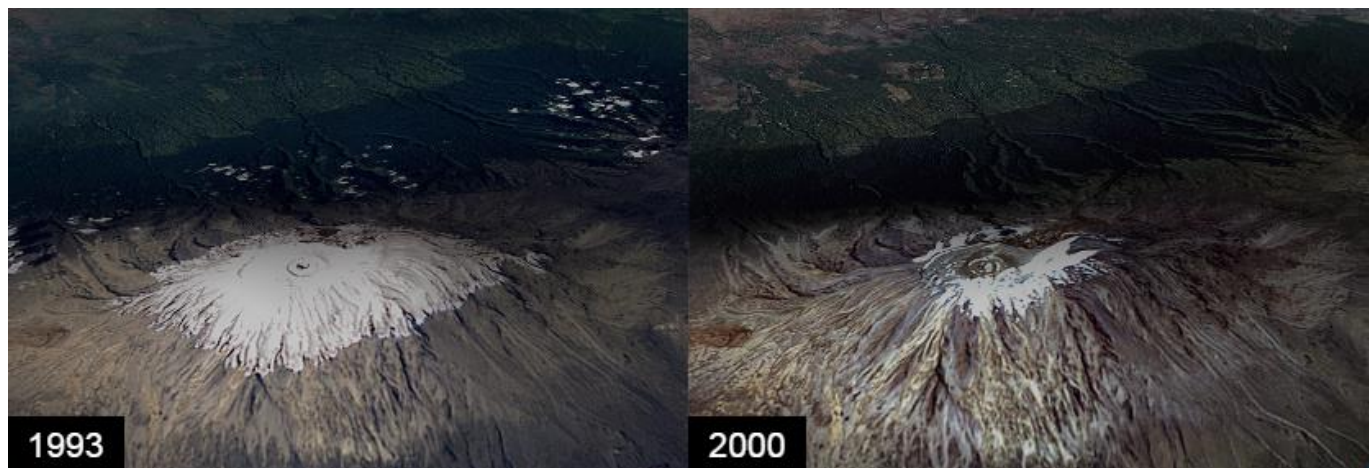


Zdroj: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

Existujú viditeľné zmeny v klíme a tieto potvrdzujú aj niekoľko rokov trvajúce merania. Priemerná teplota našej planéty vzrástla o 0,9 °C od konca 19. storočia. Slnecné žiarenie prešľahuje zemskou atmosférou a dopadá na zemský povrch. Časť tohto žiarenia sa odrazí späť do vesmíru, časť energie je absorbovaná zemským povrchom a vyžarovaná späť ako tepelné žiarenie. Väčšinu z neho zachytia plyny v zemskej atmosfére a to predovšetkým oxid uhličitý, metán, oxid dusný a vodná para. To spôsobuje vzostup teploty zemskej atmosféry a tomuto javu sa hovorí skleníkový efekt. Analogicky plyny, ktoré tento efekt spôsobujú sa označujú skleníkovými plynmi. Prítomnosť skleníkových plynov v zemskej atmosfére je úplne prirodzená, avšak ľudská aktivita a spaľovanie fosílnych palív neúmerne a rýchlo zvyšuje ich koncentráciu, čo má za následok zvyšovanie teploty. Niektoré regióny tak budú suchšie, iné budú vystavené častejším a intenzívnejším zrážkam, bude a už aj v súčasnosti dochádza k rozsiahlemu topeniu vysokohorských ľadovcov, k zmenšovaniu zamrznutých častí ako Grónsko alebo Antarktída. Môžeme očakávať zvyšovanie hladín oceánov a morí.

Podľa najnovšej predikcie WMO (World meteorological organization) zverejnenej v júly 2020, bude v nasledujúcich 5 rokoch priemerná celosvetová teplota každý rok vyššia o 1 °C oproti teplotám z predindustriálneho obdobia. WMO predpokladá s 20 % pravdepodobnosťou, že minimálne jeden rok z nadchádzajúcich piatich (2020 – 2024) bude teplejší o min. 1,5 °C.

Obr. 0.5 Miznutie ľadovca na vrchole hory Kilimanjaro

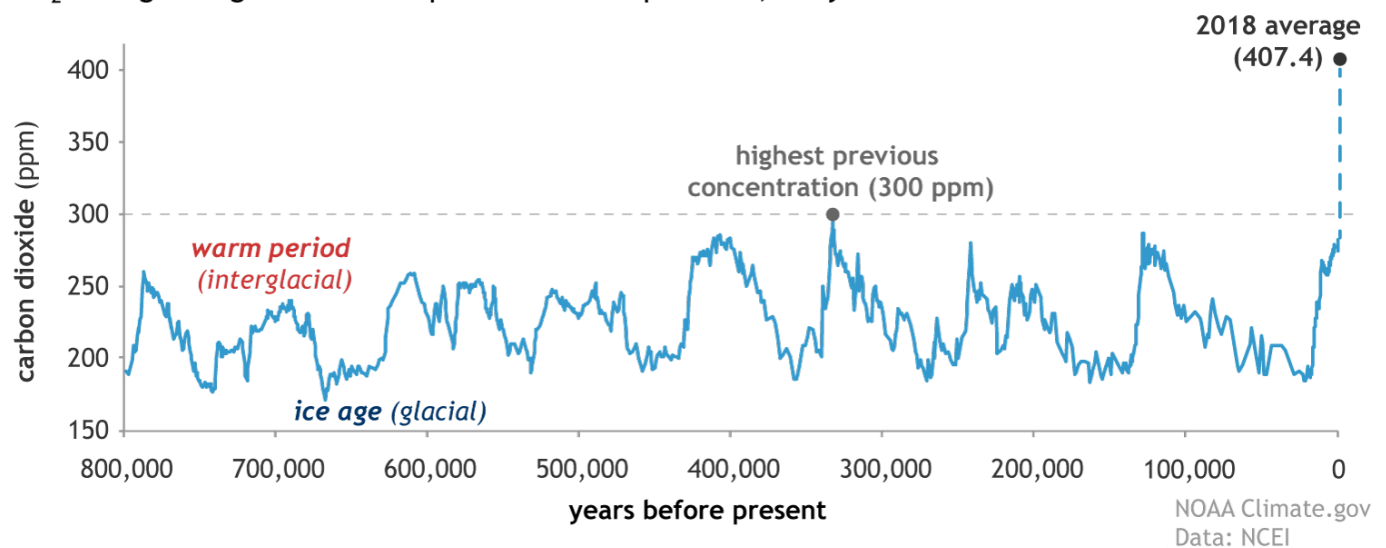


Zdroj: <https://climate.nasa.gov/interactives/global-ice-viewer/#/1/16>

Podľa správy IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), na ktorej pod záštitou Spojených národov pracovala skupina 1 300 nezávislých vedcov z celého sveta, existuje viac ako 95 % pravdepodobnosť, že ľudská aktivita za posledných 50 rokov spôsobuje vzostup globálnej teploty. Za posledných 150 rokov vzrástla koncentrácia atmosférického oxidu uhličitého z 280 ppm na viac ako 400 ppm.

Obr. 0.6 Úroveň oxidu uhličitého v zemskej atmosfére v minulosti a dnes

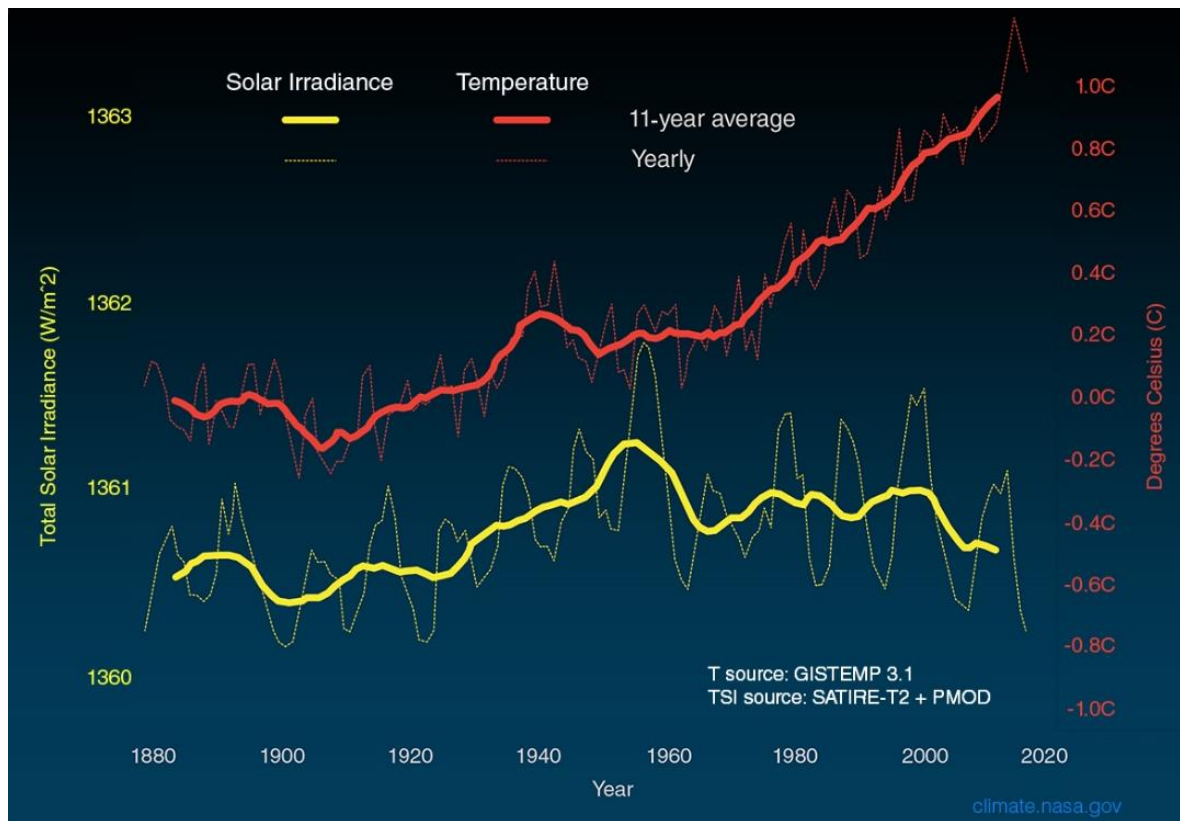
CO₂ during ice ages and warm periods for the past 800,000 years



Zdroj: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

Zmeny v aktivite slnka nemožno považovať za príčinu klimatických zmien na našej planéte. Merania ukázali, že k zvyšovaniu teploty zemskej atmosféry dochádza v jej spodných vrstvách, kde sa práve kumulujú skleníkové plyny. Naopak horné vrstvy atmosféry sú chladnejšie. Ani klimatické modely, ktoré počítajú so slnečným žiarením nevykazujú také zmeny v klíme ako v prípade, keď sa do výpočtov zahrnie stúpajúca koncentrácia skleníkových plynov.

Obr. 0.7 Vzostup globálnej teploty v porovnaní s intenzitou slnečného žiarenia dopadajúceho na zemský povrch

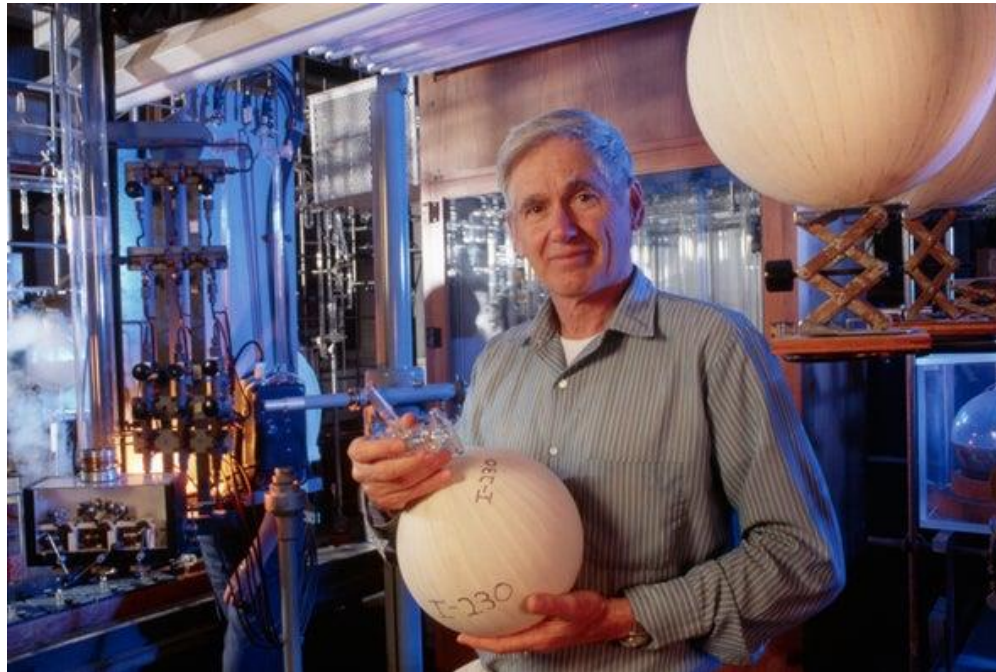


Zdroj: <https://climate.nasa.gov/causes/>

4.1.1 Príbeh oxidu uhličitého

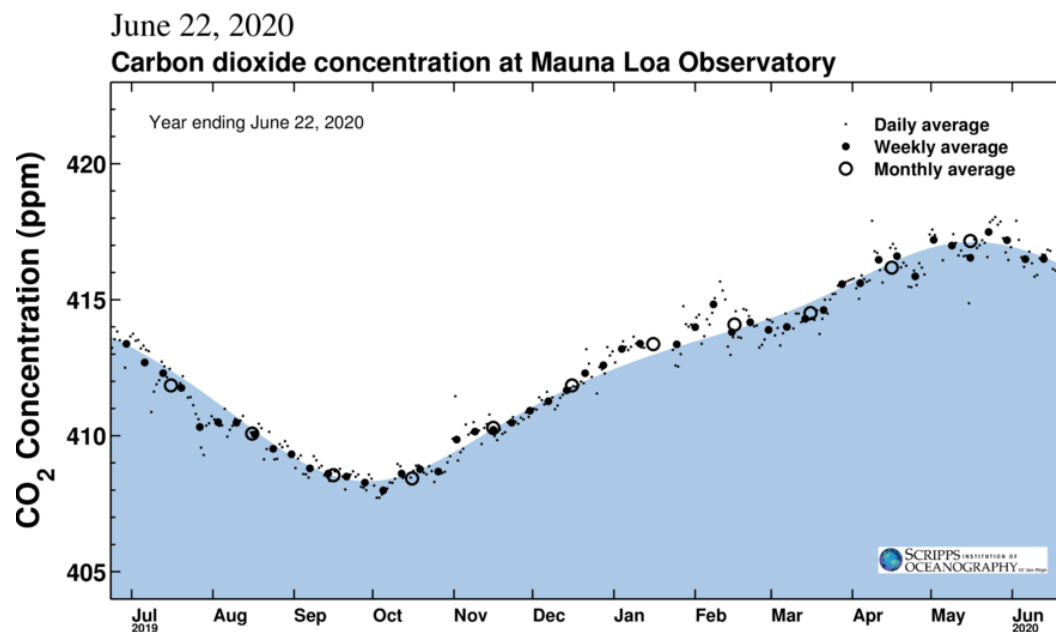
Oxid uhličitý je skleníkový plyn, ktorý sa vytvára prirodzenou cestou, ale aj každodennou ľudskou činnosťou, predovšetkým vzniká pri spaľovaní fosílnych palív. V prvej polovici 20. storočia sa predpokladalo, že nárast koncentrácie atmosférického oxidu uhličitého môže byť spôsobený práve spaľovaním fosílnych palív. V tej dobe však bolo k dispozícii veľmi málo meraní, ktoré by tento predpoklad potvrdili alebo vyvrátili. Až do roku 1953, kedy sa objavil muž menom Charles David (Dave) Keeling. Po ukončení štúdia na vysokej škole začal pracovať na pozícii postdoktoranda na Caltechu v Pasadene, v štáte Kalifornia pod vedením profesora Harrisona Browna. Jeho výskum zahrňoval aj návrh zariadenia na meranie oxidu uhličitého extrahovaného zo vzduchu. Jeho merania sa v roku 1956 dostali do pozornosti Harryho Wexlera z Amerického úradu pre počasie a Rogera Revelleho zo Scrippsovho oceánografického inštitútu. Obidve organizácie v tom období pripravovali celosvetový program na meranie atmosférického oxidu uhličitého. Jedným z vytipovaných lokalít bol aj vulkán Mauna Loa na Havaji, ktorý sa nachádza uprostred Tichého oceánu, kde úroveň CO₂ nie je ovplyvnená lokálnymi zdrojmi znečistenia a ani okolitou vegetáciou. Prvé merania započal Dave v roku 1958 a na základe meraní zistil, že najvyšší mesačný priemer úrovne CO₂ sa každoročne objavuje v máji, tesne pred začiatkom vegetačného obdobia na severnej pologuli. Odbúravanie oxidu uhličitého prebieha až do druhej polovice jesene. Od konca jesene, cez zimné obdobie a jar opätovne dochádza k vzostupu úrovne oxidu uhličitého v zemskej atmosfére. Túto pravidelne sa opakujúcu ročnú zmenu nazval procesom dýchania našej planéty a všeobecne tento jav dostal pomenovanie Keeling Curve (Keelingova krivka). To bolo jeho prvé zistenie. Druhým zistením bolo, že z roka na rok dochádza ku kontinuálnemu vzostupu atmosférického oxidu uhličitého, a že tento trend súvisí s rastúcim priemyslom, so spaľovaním fosílnych palív a so zmenou využívania pôdy.

Obr. 0.8 Charles David Keeling



Zdroj: <https://blogs.scientificamerican.com/observations/encounters-with-the-keeling-curve/>

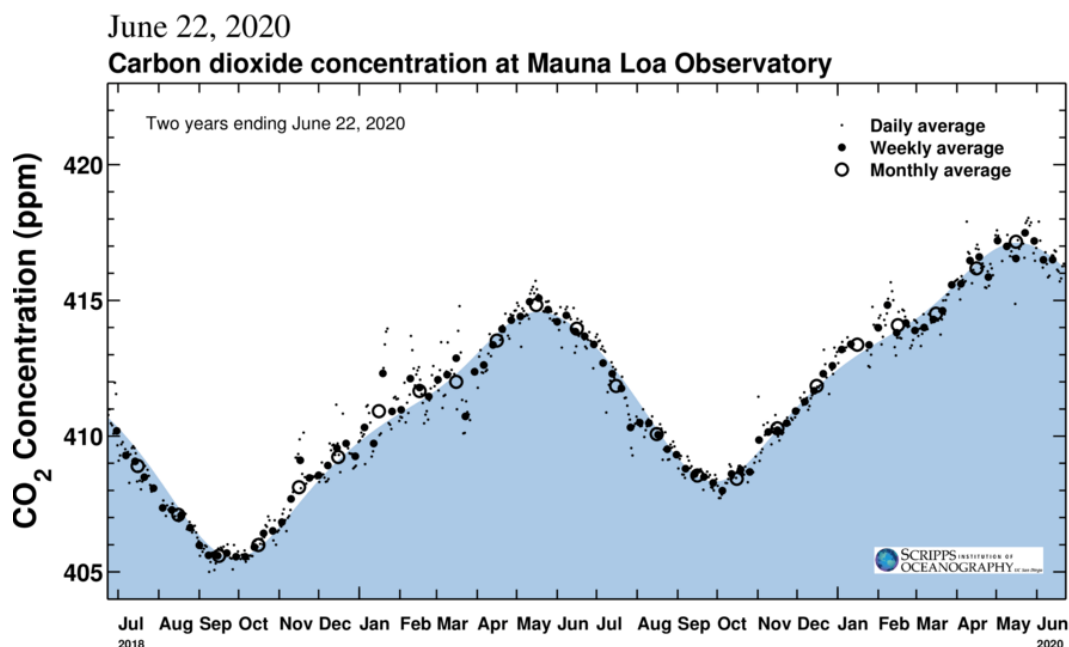
Obr. 0.9 Ročný vývoj emisií CO₂ od júla 2019 do júna 2020



Poznámka: Záznam z meraní jasne potvrdzuje prvé zistenia Davida Keelinga z roku 1958. Úroveň CO₂ stúpa od októbra do mája, kedy sa začína vegetačné obdobie na severnej pologuli, čím dochádza k odbúraniu atmosférického oxidu uhličitého

Zdroj: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

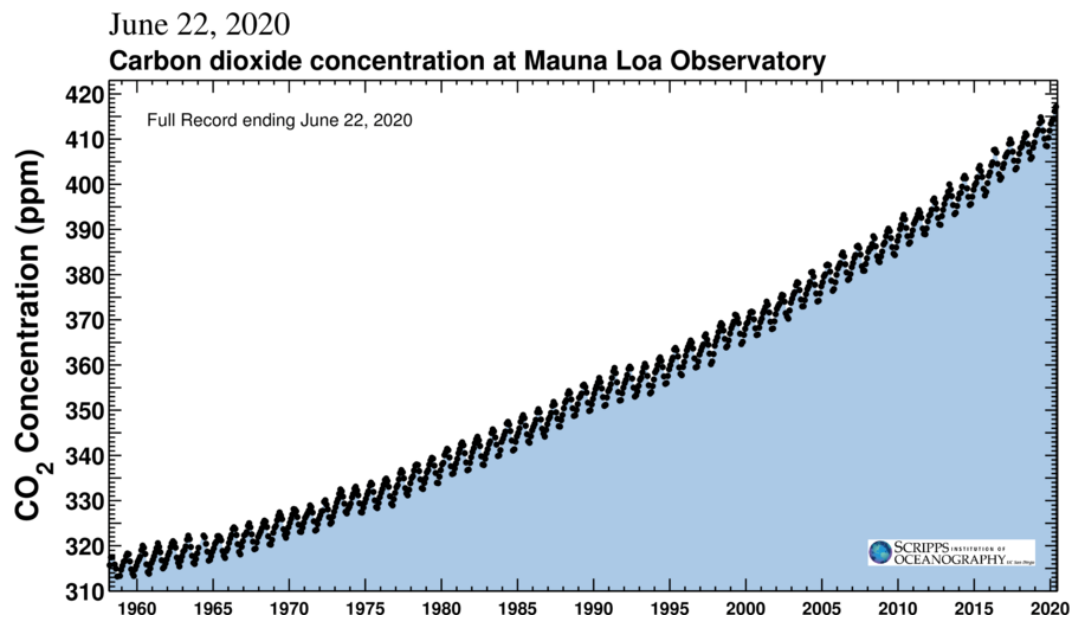
Obr. 0.10 Dvojročný vývoj emisií CO₂ od júla 2018 do júna 2020



Poznámka: Záznam z meraní jasne potvrdzuje druhé zistenia Davida Keelinga zo začiatkov experimentálneho merania na Mauna Loa, pri ktorom sa zistilo, že z roka na rok stúpa celková koncentrácia atmosférického oxidu uhličitého

Zdroj: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

Obr. 0.11 Vývoj emisií CO₂ od začiatku merania v roku 1958



Poznámka: Pravidelné ročné kolísanie koncentrácie CO₂ v kontraste s kontinuálnym rastom oxidu uhličitého v zemskej atmosfére

Zdroj: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

Merania CO₂ na Mauna Loa sa prepojili so zisteniami o úrovni oxidu uhličitého z doby pred 400 000 rokmi a to na základe analýzy jadrových vrstiev z polárnych ľadovcov (Grónsko, Antarktída). Merania prezradili, že úroveň oxidu uhličitého sa počas dôb ľadových pohybovala na úrovni 200 ppm, pričom v medziobdobiach koncentrácia stúpala na úroveň 280 ppm. Veľké množstvo oxidu uhličitého má za následok zvyšovanie priemernej teploty zemskej atmosféry. Mnohí vedci sa zhodujú, že tento vzostup by nemal byť väčší ako 2 °C v porovnaní s priemernou teplotou zemskej atmosféry z pred industriálneho obdobia z roku 1800. Predikčné modely sa neustále zlepšujú a podľa posledných odhadov sa predpokladá, že priemerná teplota zemskej atmosféry sa udrží pod touto hranicou, ak sa podarí udržať úroveň oxidu uhličitého pod hodnotou 430-450 ppm.

4.1.2 Pandémia COVID-19 verzus vývoj emisií CO₂ vo svete

Merania emisií CO₂, ktoré kontinuálne prebiehajú od roku 1958 na ostrove Mauna Loa na Havaji majú neustále rastúci trend. Žiadne udalosti z histórie ako bol rozpad Sovietskeho zväzu na konci 80. rokov alebo svetová ekonomická kríza v roku 2008 nespôsobili zmenu trendu vo vývoji celosvetových emisií CO₂. A nie je tomu inak ani v prípade celosvetovej pandémie, vyvolanej koronavírusom SARS-CoV-2, ktorý spôsobuje infekčné ochorenie COVID-19. Vyplýva to z výsledkov meraní, ktoré na ostrove Mauna Loa realizujú vedci spoločne s Ralphom Keelingom (Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego). Aj napriek tomu, že život v mnohých krajinách na určitú dobu zastal, že došlo k zníženiu spotreby fosílnych palív, Ralph Keeling naznačuje, že toto zníženie by muselo byť na úrovni aspoň 10 % v celosvetovom meradle a muselo by trvať aspoň jeden rok, aby sa jeho dopady prejavili na vývoji celosvetových emisií CO₂. Čína patrí medzi najväčších producentov emisií CO₂ a hoci sa ich tvorba od vypuknutia nákazy znížila o 25 %, predstavuje to iba 6 % pokles na celosvetových emisiách. História ukázala, že úroveň oxidu uhličitého rýchlo stúpa paralelne s oživujúcou sa ekonomikou. Preto je dôležité kontinuálne znižovať spotrebu fosílnych palív, znižovať spotrebu energie v každom možnom sektore (priemysel, budovy, doprava, poľnohospodárstvo) a zvyšovať podiel obnoviteľných zdrojov energie. Len táto dlhodobá cesta môže zmeniť súčasnú trajektóriu úrovne oxidu uhličitého v zemskej atmosfére.

Obr. 0.12 Geochemik Ralph Keeling



Zdroj: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/2020/03/11/what-does-it-take-for-the-coronavirus-or-other-major-economic-events-to-affect-global-carbon-dioxide-readings/>

4.2 Politika EÚ



V roku 2007 predstavila Európska únia v boji proti klimatickým zmenám 3 hlavné ciele do roku 2020:

- ▶ 20 % zníženie emisií skleníkových plynov oproti roku 1990,
- ▶ 20 % podiel obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie,
- ▶ 20 % zlepšenie energetickej efektívnosti.

Tieto požiadavky sa stali míľnikmi stratégie Európa 2020 orientovanej na inteligentný, udržateľný a inkluzívny rast. Táto

stratégia sa dostala do povedomia aj pod označením „ciele 20-20-20“. V roku 2014 prijala Európska rada nový klimatický a energetický rámec 2030, v ktorom zakotvila nové kľúčové ciele pre rok 2030:

- ▶ min. 40 % zníženie emisií skleníkových plynov oproti roku 1990,
- ▶ min. 27 % podiel obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie,
- ▶ min. 27 % zlepšenie energetickej efektívnosti.

Avšak v roku 2018 boli dva ciele z tohto rámca pre rok 2030 upravené a to nasledovne:

- ▶ min. 40 % zníženie emisií skleníkových plynov oproti roku 1990,
- ▶ min. 32 % podiel obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie,
- ▶ min. 32,5 % zlepšenie energetickej efektívnosti.

Európsky ekologický dohovor alebo „Green Deal“ je súčasťou rámca 2030 a je ďalšou odpoveďou Európskej únie na prebiehajúce jasne viditeľné klimatické zmeny. Je nástrojom, ktorý má za cieľ komplexne pristupovať k riešeniu dekarbonizácie energetického sektora EÚ, rozsiahlej renovácii existujúcich budov a zredukovať tak ich spotrebu energie, ktorá v súčasnosti predstavuje približne 40 %. Jeho úlohou je podporiť inovácie v priemysle orientované na ekologické hospodárstvo. V súčasnosti využíva Európsky priemysel len približne 12 % recyklovaných materiálov. A ďalším dôležitým sektorom je doprava so zámerom zavádzať lacnejšie a zdravšie formy súkromnej a verejnej dopravy. Emisie z dopravy predstavujú až 25 % z celkového množstva. Predsedníčka Európskej komisie Ursula von der Leyenová uviedla:

„Európsky ekologický dohovor je našou novou stratégiou pre rast, ktorý nám viac dáva, než berie. Ukazuje nám, ako zmeniť náš spôsob života, práce, výroby a spotreby tak, aby sme žili zdravšie a aby boli naše podniky inovatívnejšie. My všetci môžeme byť súčasťou transformácie a my všetci môžeme ťažiť z týchto príležitostí. Ak začneme konať ako prvý a rýchlo, naše hospodárstvo by mohlo zaujať prvenstvo na celosvetovej scéne. Sme odhodlaní uspieť v záujme našej planéty a života na nej – za európske dedičstvo, za biodiverzitu, za naše lesy a moria. Keď ukážeme zvyšku sveta, ako si zachovať udržateľnosť a konkurencieschopnosť, môžeme presvedčiť ostatné krajiny, aby nás nasledovali.“

Týmto jasne vyjadriła postoj EÚ k danej problematike a pripomenula, že ak nezačneme s napĺňaním cieľov predstavených v tomto ekologickom dohovore, bude nás to v budúcnosti stáť omnoho viac, ale to najhlavnejšie je, že naše deti budú svedkami rozsiahlych následkov ako:

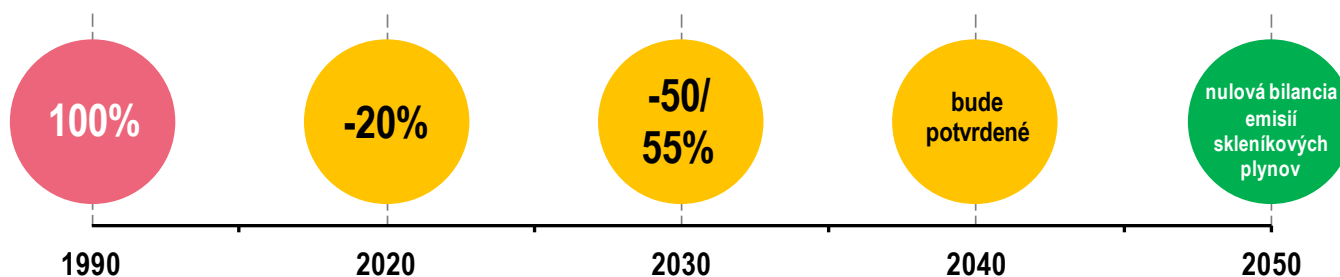
- ▲ 400 000 predčasných úmrtí za rok v dôsledku znečistenia ovzdušia v súčasnosti,
- ▲ 90 000 úmrtí ročne v dôsledku vln horúčav,
- ▲ 40 % menej dostupnej vody v južných regiónoch Európskej únie,
- ▲ 2,2 milióna ľudí vystavených záplavám v pobrežných oblastiach každý rok,
- ▲ Počet ľudí, ktorým hrozí, že budú nútení opustiť svoje domovy z dôvodu riečnych záplav, by sa mohol na celosvetovej úrovni zvýšiť na 50 miliónov ročne,
- ▲ Zmena klímy by mohla viesť k 20 % nárastu ceny potravín v roku 2050.

Súčasne Európska komisia jasne uviedla výhody pre občanov Európy, ktoré plynú z napĺňania samotného európskeho ekologického dohovoru a tými sú:

- ▲ Čistejší vzduch, voda a pôda,
- ▲ Čistejšia energia,
- ▲ Opätovne použiteľné alebo recyklovateľné obaly, menej odpadu,
- ▲ Zdravšie potraviny,
- ▲ Menej pesticídov, antibiotík a hnojív,
- ▲ Viac výrobkov šetrných k životnému prostrediu v našich obchodoch,
- ▲ Lepšie zdravie pre súčasné a budúce generácie,
- ▲ Viac nabíjacích staníc pre elektromobily,
- ▲ Lepšie alternatívy verejnej dopravy,
- ▲ **Renovované obydlia, školy a nemocnice.**

Aby bolo možné dosiahnuť ciele vyplývajúce z Európskeho ekologického dohovoru, prijala Európska komisia mechanizmus spravodlivej transformácie, ktorý bude poskytovať cieleňú podporu regiónom a odvetviám, ktoré najviac postihne prechod na ekologické hospodárstvo. Pomôže riešiť sociálne a hospodárske dôsledky transformácie, pričom sa bude orientovať na regióny, priemyselné odvetvia a pracovníkov, ktorí budú čeliť najväčším výzvam. Európska komisia predstavila jednoznačný časový plán o postupnom znižovaní skleníkových plynov až do roku 2050, kedy by sa Európska únia mala stať klimaticky neutrálnou.

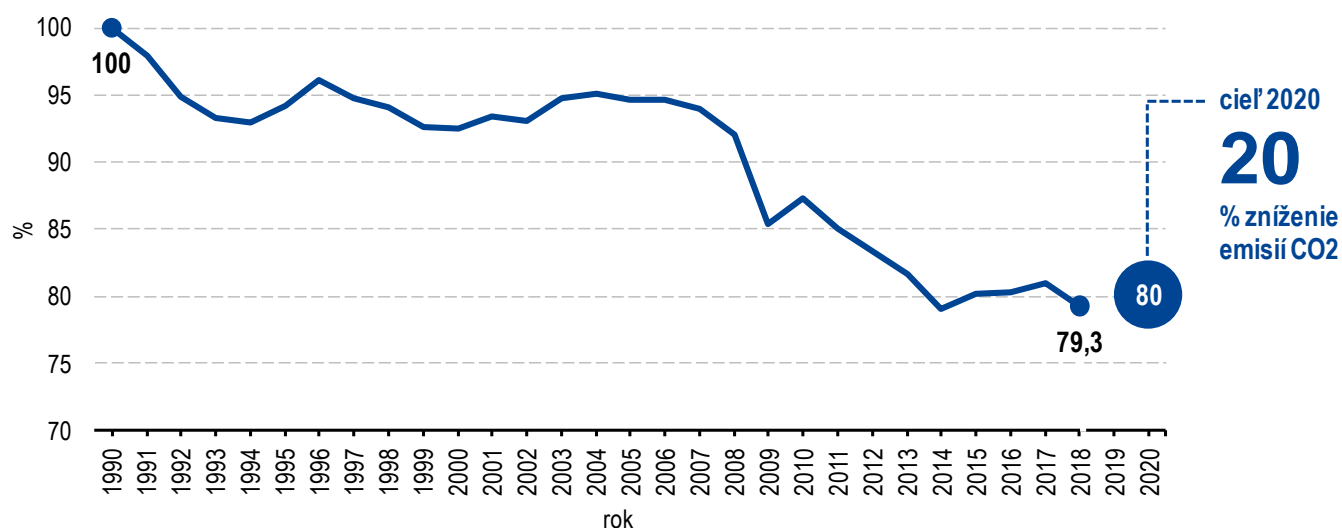
Obr. 0.13 Časový plán znižovania emisií skleníkových plynov podľa ekologického dohovoru



Zdroj: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/fs_19_6723

Vývoj emisií skleníkových plynov v EÚ zaznamenal medzi rok 1990 a 1994 pokles približne 7 %, čo bolo spôsobené štrukturálnymi zmenami v ekonomike, modernizáciou priemyselného sektora a prechodom z uhlia na zemný plyn. V nasledujúcich rokoch sa množstvo emisií kontinuálne udržiavalo približne na rovnakej úrovni. Až do roku 2008, kedy sa dôsledky ekonomickej krízy jasne prejavili na množstve produkovaných skleníkových plynov. Kríza so sebou priniesla útlm priemyselnej produkcie, zníženie spotreby energie a tak došlo k poklesu emisií približne o 7,5 %. V nasledujúcich rokoch sa postupne zvyšoval podiel využívania obnoviteľných zdrojov energie, znižovala sa spotreba energie v jednotlivých sektoroch, čím sa emisie skleníkových plynov dostali v roku 2014 pod 80 % úroveň. Nasledoval ekonomický rast, zvýšila sa intenzita cestnej dopravy a množstvo emisií produkovaného v EÚ mierne vzrástlo. Podľa posledných štatistík z roku 2018 bola koncentrácia emisií nižšia o 20,7 % v porovnaní s rokom 1990. Tento údaj je platný pre Európsku úniu s 27 členskými krajinami, potom čo v januári 2020 Spojené kráľovstvo prestalo byť jej členom. Tieto čísla naznačujú, že emisie v roku 2020 by mohli byť nižšie o min. 20 % oproti spomínanému roku 1990. Klimatický a energetický rámec 2030 z roku 2014 požadoval 40 % zníženie emisií skleníkových plynov do roku 2030, avšak súčasný Ekologický dohovor túto hranicu reviduje a požaduje zníženie skleníkových emisií o 50-55 % oproti roku 1990, ak sa chce Európska únia v roku 2050 stať kontinentom s nulovými emisiami skleníkových plynov.

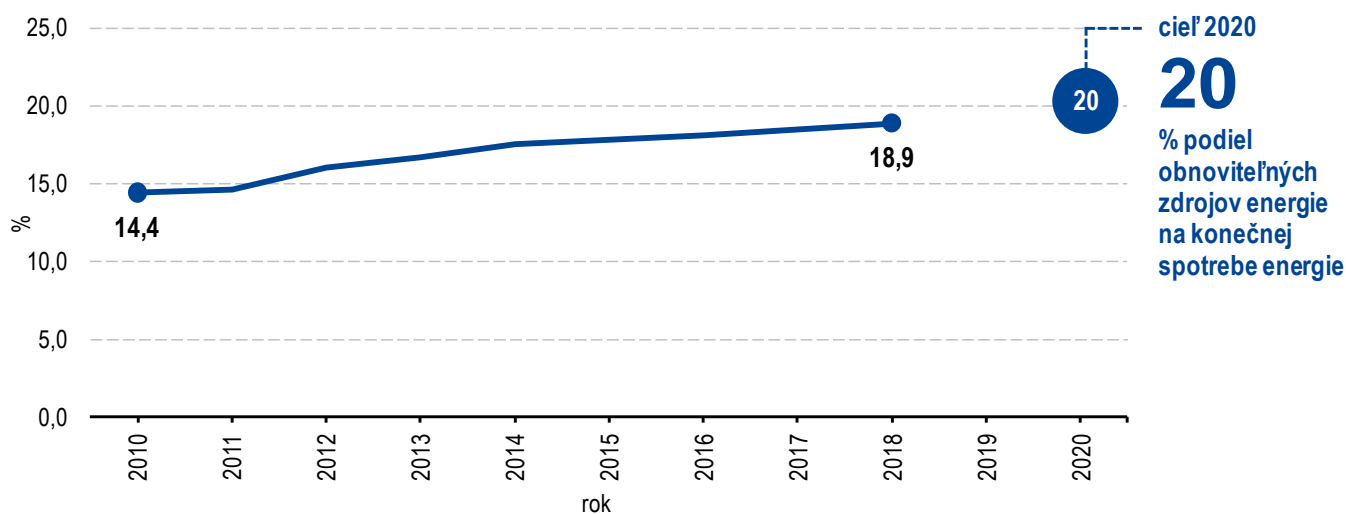
Obr. 0.14 Celkový vývoj emisií skleníkových plynov (ekvivalent CO₂) oproti roku 1990 v Európskej únii (27 členov od roku 2020)



Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_13_10&language=en

Prínosom pre zníženie emisií skleníkových plynov je vyššia miera využívania obnoviteľných zdrojov energie. Zabezpečiť podiel obnoviteľných zdrojov energie vo výške 20 % do roku 2020 na konečnej spotrebe energie v Európskej únii sa pravdepodobne podarí naplniť vzhľadom na fakt, že podľa posledných údajov štatistického úradu Európskej komisie dosiahla EÚ v roku 2018 celkový podiel obnoviteľných zdrojov energie 18,9 %. Tento údaj je platný pre Európsku úniu s 27 členskými krajinami, potom čo v januári 2020 Spojené kráľovstvo prestalo byť jej členom. Slovenská republika má stanovený cieľ podielu obnoviteľných zdrojov energie na úrovni 14 % do roku 2020. Podľa štatistického úradu využívala Slovenská republika v roku 2018 obnoviteľné zdroje energie na úrovni 11,9%. Napriek týmto pozitívnym ukazovateľom, súčasný trend podielu obnoviteľných zdrojov energie v EÚ nevytvára do budúcnosti predpoklad k tomu, aby Európska únia v roku 2030 mala min. 32 % podiel obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie. V súčasnosti rastie podiel obnoviteľných zdrojov energie každým rokom len o 0,7 percentuálneho bodu. Pre dosiahnutie stanoveného cieľa v roku 2030, kedy by mal podiel obnoviteľných zdrojov energie predstavovať 32 % na konečnej spotrebe energie, bude potrebné zvýšiť tento rast o minimálne 1,1 percentuálneho bodu každý rok.

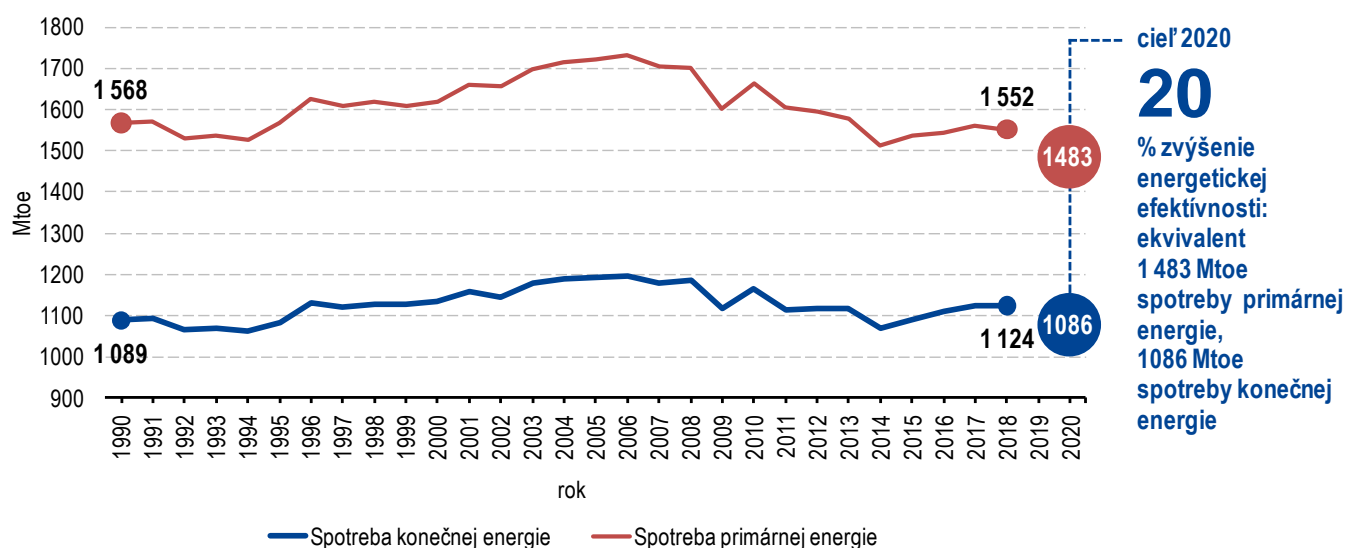
Obr. 0:15 Celkový vývoj podielu obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie v Európskej únii (27 členov od roku 2020)



Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_31&plugin=1

Poskytovať rovnaké služby alebo produkty s použitím menšieho množstva energie je ten najlepší spôsob ako znížiť emisie skleníkových plynov. Tretím cieľom EÚ je teda zníženie spotreby energie o 20 % do roku 2020, čo predstavuje zníženie spotreby primárnej energie na úroveň 1 483 miliónov ton ekvivalentu ropy (ďalej len Mtoe) a zníženie spotreby konečnej energie na hodnotu 1 086 Mtoe. Podľa posledných štatistických údajov bola spotreba primárnej energie v EÚ v roku 2018 na hodnote 1 552 Mtoe a spotreba konečnej energie na úrovni 1 124 Mtoe. Graf spotreby primárnej resp. konečnej energie zobrazuje údaje pre 28-člennú Európsku úniu (vrátane Spojeného kráľovstva) s definovanými cieľovými hodnotami v roku 2020. Je to z toho dôvodu, že tieto cieľové hodnoty spotreby energie boli stanovené pre 28 členských štátov EÚ. Podobne boli prognózované aj údaje na rok 2030 pre 28 člennú Európsku úniu, kedy spotreba primárnej energie by nemala presiahnuť 1 273 Mtoe a spotreba konečnej energie nemala byť vyššia ako 956 Mtoe. Tieto údaje boli revidované a upravené pre zostavu EÚ, ktorú tvorí 27 členských štátov, kedy by spotreba primárnej energie nemala presiahnuť 1 128 Mtoe a spotreba konečnej energie hodnotu 846 Mtoe. Klimatický a energetický rámec 2030 z roku 2014 požadoval zlepšenie energetickej efektívnosti o min. 27 % do roku 2030, avšak od roku 2018 sa táto požiadavka zvýšila a je požadované zníženie spotreby energie o min. 32,5 % do roku 2030.

Obr. 0.16 Celkový vývoj primárnej a konečnej spotreby energie oproti roku 1990 v Európskej únii (28 členov, 2013-2020)



Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_33&plugin=1
https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_34&plugin=1

Členské štáty Európskej únie majú za úlohu každých 10 rokov pripraviť a podať Európskej komisii svoj národný energetický a klimatický plán s jasne definovanou schémou, ako budú naplňovať ciele o znižovaní emisií skleníkových plynov, o zvyšovaní podielu obnoviteľných zdrojov energie a o zlepšovaní energetickej efektívnosti k míľnikom 2030, 2040 a 2050. Prvú takúto stratégiu na roky 2021 - 2030 museli členské štáty podať do 1. januára 2020. Slovenská republika si svoju úlohu splnila. Ďalšia stratégia na roky 2031 - 2040 sa bude odovzdávať Európskej komisii k dátumu 1. január 2029.

V celosvetovom kontexte zohráva v súčasnosti už končiaca stratégia „Európa 2020“ významnú úlohu. Jasne vykresľuje Európu ako kontinent, ktorý je na správnej ceste k tzv. trvalo udržateľnej budúcnosti, k trvalo udržateľnej Európe. Prijatím klimatického a energetického rámca 2030 v roku 2014 predstavila Európska únia nové ciele pre rok 2030, ktoré sú akousi cestovnou mapou pre dosiahnutie klimaticky neutrálneho kontinentu v budúcnosti. V septembri 2015 prijali svetoví lídri na summite spojených národov dokument „Transformácia nášho sveta: Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj“, ktorý obsahuje 17 cieľov trvalo udržateľného rozvoja (SDGs – sustainable development goals). Tento dokument nie je právne záväzný, ale je akousi cestovnou mapou pre krajiny a ich politiky, pre prípravu strategických plánov smerujúcich k naplneniu cieľov trvalo udržateľného rozvoja a ako reakcia na hrozby, ktorým dnes ľudstvo čelí. Európska komisia v reakcii na Agendu 2030, prijala v roku 2016 ďalšie kroky pre udržateľnú budúcu Európu, a aby bola schopná vyhodnocovať ciele Agendy 2030 v kontexte Európskej únie, rozhodla sa od roku 2017 publikovať raz ročne monitorovaciu správu pod názvom „Monitorovacia správa o naplňaní cieľov trvalo udržateľného rozvoja v kontexte Európskej únie“. V poradí už štvrtá správa vydaná v roku 2020 hodnotí prvýkrát aj jednotlivé členské štáty EÚ z hľadiska naplňania cieľov udržateľného rozvoja. V roku 2018 zvýšila Európska únia svoje požiadavky, čo sa týka podielu obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie a to na úroveň min. 32%. A stanovila novú požiadavku na zlepšenie energetickej efektívnosti, ktorá by mala byť na úrovni min. 32,5 %. Na konci roka 2019 bol predstavený Európsky ekologický dohovor (Green deal), ktorý si vytýčil za cieľ klimaticky neutrálnu Európu v roku 2050. Ciele dohody budú právne zakotvené prostredníctvom Európskeho právneho predpisu v oblasti klímy, ktorý bol predstavený v marci 2020.

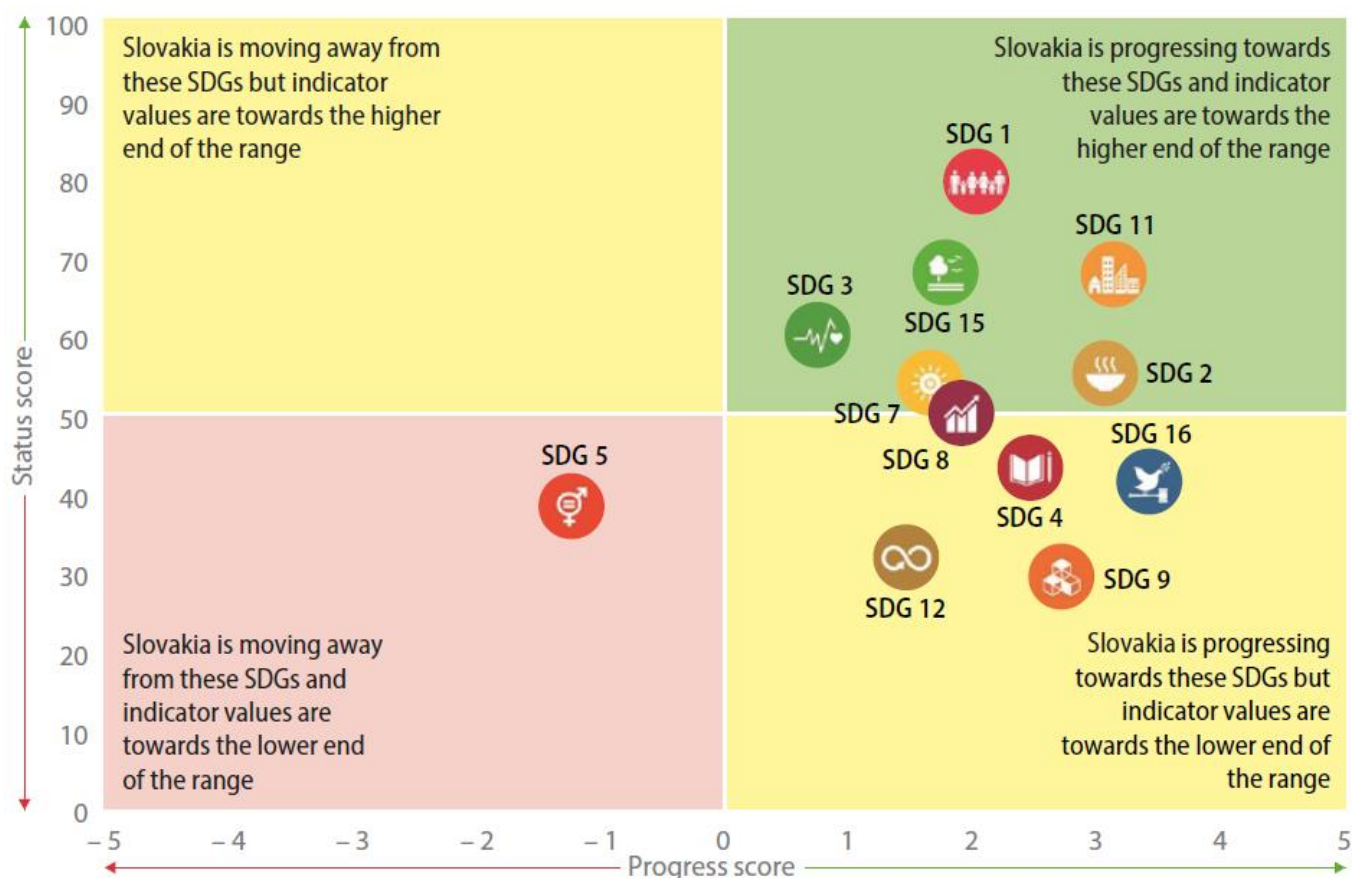
Obr. 0.17 17 cieľov trvalo udržateľného rozvoja v rámci Agendy 2030



Poznámka: V rámci každoročnej monitorovacej správy, Európska komisia od roku 2017 hodnotí jednotlivé ciele trvalo udržateľného rozvoja v kontexte Európskej únie. Napr. pre cieľ „11 – Udržateľné mestá a spoločnosti“ hodnotí kvalitu života obyvateľov miest, do akej miery sú vystavení okolitému hluku, prachovým časticiam, aká je úroveň bezpečnosti obyvateľov Európskych miest, čo sa týka zločinov, násillia alebo vandalizmu. V týchto oblastiach EÚ kontinuálne napreduje. Podobne je to aj s úrovňou separovania odpadov. Ľudia si uvedomujú význam separácie. V prípade cieľa „7 – Cenovo dostupná a čistá energia“ sa hodnotí spotreba primárnej a konečnej energie v EÚ. V posledných rokoch 2014 až 2017 bol zaznamenaný mierny nárast obidvoch ukazovateľov, avšak údaje zo štatistického úradu pre rok 2018 hovoria o miernom poklese spotreby primárnej a konečnej energie. Využívanie obnoviteľných zdrojov energie má pomalý, ale rastúci trend.

Zdroj: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-02-20-202>

Obr. 0.18 Hodnotenie Slovenskej republiky z hľadiska naplňovania cieľov trvalej udržateľnosti



Poznámka: SDG 1: Ukončiť chudobu všade a vo všetkých jej formách.
 SDG 2: Ukončiť hlad, dosiahnuť potravinovú bezpečnosť a lepšiu výživu a podporovať udržateľné poľnohospodárstvo.
 SDG 3: Zabezpečiť zdravý život a podporovať blahobyt pre všetkých a v každom veku.
 SDG 4: Zabezpečiť inkluzívne, spravodlivé a kvalitné vzdelávanie a podporovať celoživotné vzdelávacie príležitosti pre všetkých.
 SDG 5: Dosiahnuť rodovú rovnosť a posilniť postavenie všetkých žien a dievčat.
 SDG 7: Zabezpečiť prístup k cenovo dostupným, spoľahlivým a udržateľným moderným zdrojom energie pre všetkých.
 SDG 8: Podporovať trvalý, inkluzívny a udržateľný ekonomický rast, plnú a produktívnu zamestnanosť a riadnu prácu pre všetkých.
 SDG 9: Vybudovať pevnú infraštruktúru, podporovať inkluzívnu a udržateľnú industrializáciu a posilniť inovácie.
 SDG 11: Premeniť mestá a ľudské obydľia na inkluzívne, bezpečné, odolné a udržateľné.
 SDG 12: Zabezpečiť udržateľnú spotrebu a výrobné schémy.
 SDG 15: Chrániť, obnovovať a podporovať udržateľné využívanie pozemných ekosystémov, udržateľne riadiť lesné hospodárstvo, bojovať proti znehodnocovaniu pôdy a zastaviť stratu biodiverzity.
 SDG 16: Podporovať mierovú inkluzívnu spoločnosť v prospech udržateľného rozvoja. Poskytnúť prístup k spravodlivosti pre všetkých a budovať efektívne, transparentné a inkluzívne inštitúcie na všetkých úrovniach.

Zdroj: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-02-20-202>

Tab. 0.1 Vývoj emisií skleníkových plynů (ekvivalent CO₂) v % oproti roku 1990 (index 1990 = 100%) v členských státech EÚ

	1990	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CIEĽ 2020
Európska únia 27 členských štátov (od roku 2020)	100	85,1	83,4	81,7	79	80,2	80,3	81	79,3	80
Európska únia (28 členských štátov) (2013-2020)	100	83,4	82,3	80,6	77,6	78,3	77,9	78,4	76,8	80
Belgicko	100	85,8	83,6	83,5	79,8	82,8	82	82,1	82,7	
Bulharsko	100	64,9	59,9	54,8	57,7	60,9	58,5	60,9	57,2	
Česká republika	100	70,3	68,1	65,5	64,4	65,1	66,1	65,6	64,8	
Dánsko	100	83,8	77,5	79,9	74,4	70,7	73,7	70,7	70,7	
Nemecko	100	74,7	75,3	76,7	73,5	73,8	74,2	73,2	70,4	
Estónsko	100	52,5	49,9	54,5	52,5	45,2	49	52,3	50	
Írsko	100	104,8	105,2	105,4	105,3	109,6	113,3	113,3	113,6	
Grécko	100	111,8	108,4	99,4	96,5	93	89,7	93,6	90,8	
Španielsko	100	126,4	123,8	114,9	115,8	119,8	116,5	121,5	119,7	
Francúzsko	100	89,8	89,8	90	84,4	85,3	85,4	86,4	83,1	
Chorvátsko	100	86,6	81	76,7	74,3	75,6	76,2	78,7	75,2	
Taliansko	100	98,1	94,4	87,6	83,7	86,3	85,8	85,1	84,4	
Cyprus	100	156,7	147,7	135,7	141,6	142	151	155,8	153,8	
Lotyšsko	100	44,6	44	43,8	43,3	43,4	43,6	43,9	46	
Litva	100	44,7	44,6	42,1	42	42,6	42,8	43,2	42,6	
Luxembursko	100	100,8	98	94	91,2	88,7	88	90,9	94,2	
Maďarsko	100	67,7	63,6	60,6	61,3	65	65,5	68,3	67,8	
Malta	100	119,4	126,7	115,9	118	94,2	83,8	93,5	96,1	
Holandsko	100	93	91	91	87,7	91,6	91,6	90,8	88,6	
Rakúsko	100	106,4	102,8	103,3	98,7	101,6	103,1	106,2	102,7	
Poľsko	100	86,9	85,4	84,6	82	82,7	84,6	87,7	87,4	
Portugalsko	100	116,8	113,7	110,7	110,8	118	115,3	123,8	118,9	
Rumunsko	100	52	50,7	46,8	47	47,1	46,3	47,4	46,8	
Slovinsko	100	105,2	102,2	98,5	89,2	90,2	94,7	93,5	94,4	
Slovenská republika	100	62,3	58,9	58,4	55,6	57	57,7	59,3	59,2	
Fínsko	100	96,8	89,1	89,8	84	79,1	83,2	79,6	81,4	
Švédsko	100	86,1	82	79,8	77,4	77,1	77	76,5	75,3	
Veľká Británia	100	73,7	75,6	74	69	66,9	63,8	62,7	61,6	
Island	100	129,1	129,7	131,3	133,7	138,6	143,6	151,5	155,8	
Lichtenštajnsko	100	94,8	98,9	101,8	87,8	87	82,6	85,2	79,6	
Nórsko	100	107,5	106,8	106,8	106,9	107,5	105,7	103,7	103,2	
Švajčiarsko	100	96,6	99,3	100,8	93,9	93,4	94,3	93,1	91	
Turecko	100	197,6	206,9	203,7	213	220	231,2	243,2	242,4	

Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_13_10&language=en

Tab. 0.2 Podiel obnoviteľných zdrojov energie v % na konečnej spotrebe energie v členských štátoch EÚ

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CIEĽ 2020
Európska únia										
27 členských štátov										
(od roku 2020)	14,4	14,6	16,1	16,7	17,5	17,8	18,0	18,5	18,9	20
Európska únia (28 členských štátov) (2013-2020)	13,2	13,4	14,7	15,4	16,2	16,7	17,0	17,5	18,0	20
Belgicko	5,6	6,3	7,2	7,5	8,0	8,0	8,7	9,1	9,4	13
Bulharsko	13,9	14,2	15,8	18,9	18,1	18,3	18,8	18,7	20,5	16
Česká republika	10,5	10,9	12,8	13,9	15,1	15,1	14,9	14,8	15,2	13
Dánsko	21,9	23,4	25,5	27,2	29,3	30,8	31,8	34,7	35,7	30
Nemecko	11,7	12,5	13,6	13,8	14,4	14,9	14,9	15,5	16,5	18
Estónsko	24,6	25,3	25,5	25,3	26,1	28,2	28,7	29,1	30,0	25
Írsko	5,7	6,6	7,1	7,6	8,6	9,1	9,3	10,6	11,1	16
Grécko	10,1	11,2	13,7	15,3	15,7	15,7	15,4	17,0	18,0	18
Španielsko	13,8	13,2	14,3	15,3	16,1	16,2	17,4	17,6	17,5	20
Francúzsko	12,7	11,0	13,4	14,0	14,6	15,0	15,7	16,0	16,6	23
Chorvátsko	25,1	25,4	26,8	28,0	27,8	29,0	28,3	27,3	28,0	20
Taliansko	13,0	12,9	15,4	16,7	17,1	17,5	17,4	18,3	17,8	17
Cyprus	6,2	6,3	7,1	8,5	9,2	9,9	9,9	10,5	13,9	13
Lotyšsko	30,4	33,5	35,7	37,0	38,6	37,5	37,1	39,0	40,3	40
Litva	19,6	19,9	21,4	22,7	23,6	25,8	25,6	26,0	24,4	23
Luxembursko	2,9	2,9	3,1	3,5	4,5	5,1	5,4	6,3	9,1	11
Maďarsko	12,7	14,0	15,5	16,2	14,6	14,5	14,3	13,5	12,5	13
Malta	1,0	1,9	2,9	3,8	4,7	5,1	6,2	7,3	8,0	10
Holandsko	3,9	4,5	4,7	4,7	5,4	5,7	5,8	6,5	7,4	14
Rakúsko	31,2	31,6	32,7	32,8	33,7	33,5	33,4	33,1	33,4	34
Poľsko	9,3	10,3	10,9	11,4	11,5	11,7	11,3	11,0	11,3	15
Portugalsko	24,2	24,6	24,6	25,7	29,5	30,5	30,9	30,6	30,3	31
Rumunsko	22,8	21,2	22,8	23,9	24,8	24,8	25,0	24,5	23,9	24
Slovinsko	20,4	20,3	20,8	22,4	21,5	21,9	21,3	21,1	21,1	25
Slovenská republika	9,1	10,3	10,5	10,1	11,7	12,9	12,0	11,5	11,9	14
Fínsko	32,4	32,8	34,4	36,7	38,8	39,3	39,0	40,9	41,2	38
Švédsko	47,0	48,2	50,2	50,8	51,9	53,0	53,4	54,2	54,6	49
Veľká Británia	3,8	4,3	4,4	5,5	6,7	8,3	9,0	9,7	11,0	15
Island	70,3	71,5	72,4	71,7	70,5	70,3	70,2	70,7	72,2	64
Lichtenštajnsko	61,5	64,7	65,6	66,7	69,2	69,2	70,2	71,6	72,8	67,5

Zdroj: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea>

Tab. 0.3 Spotreba konečnej energie v Mtoe v členských štátoch EÚ

	1990	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020
Európska únia 27 členských štátov (od roku 2020)	952,13	982,04	979,95	978,54	937,47	957,43	976,3	989,3	989,46	
Európska únia 28 členských štátov (2013-2020)	1088,5	1114,21	1115,71	1115,45	1067,58	1090,09	1110,02	1122,93	1124	1086
Belgicko	31,72	35,02	35,07	36,57	34,26	35,93	36,43	36,1	36,33	32,5
Bulharsko	16,19	9,25	9,22	8,78	8,99	9,49	9,65	9,89	9,91	8,6
Česká republika	32,6	24,46	24,41	24,21	23,58	24,2	24,82	25,5	25,32	25,3
Dánsko	13,46	14,8	14,29	14,12	13,66	14,21	14,63	14,84	14,96	14,4
Nemecko	229,54	211,74	215,81	221,01	209,98	212,75	216,87	218,62	215,37	194,3
Estónsko	5,45	2,85	2,9	2,9	2,83	2,79	2,84	2,87	2,96	2,8
Írsko	7,34	10,95	10,67	10,79	10,83	11,21	11,6	11,72	12,27	11,7
Grécko	14,7	18,9	17,03	15,34	15,58	16,56	16,76	16,75	15,95	18,4
Španielsko	57,29	86,48	82,83	80,73	79,19	80,35	82,23	84,56	86,84	80,1
Francúzsko	136,26	147,65	152,06	154,7	144,25	147,43	149,32	148,47	146,61	131,4
Chorvátsko	6,49	6,96	6,66	6,57	6,24	6,59	6,64	6,92	6,85	7
Taliansko	107,83	123,18	121,82	118,55	113,31	116,22	115,92	115,19	116,47	124
Cyprus	1,1	1,92	1,77	1,62	1,62	1,67	1,77	1,87	1,86	1,8
Lotyšsko	6,42	3,87	4,03	3,86	3,89	3,79	3,82	4,01	4,18	4,5
Litva	9,67	4,78	4,9	4,78	4,88	4,86	5,1	5,34	5,55	4,3
Luxembursko	3,29	4,29	4,17	4,12	4	3,99	4,04	4,18	4,35	4,2
Maďarsko	19,54	17,49	16,47	16,58	16,22	17,4	17,83	18,52	18,54	14,4
Malta	0,34	0,49	0,51	0,53	0,55	0,58	0,58	0,62	0,66	0,5
Holandsko	45,81	51,68	51,82	51,92	47,61	49,11	49,78	50,3	50,27	52,2
Rakúsko	19,34	27,21	27,21	27,95	26,82	27,51	28,12	28,61	27,91	25,1
Poľsko	59,79	64,67	64,43	63,25	61,55	62,3	66,6	70,97	71,93	71,6
Portugalsko	11,93	17,31	16,03	15,85	15,77	16,01	16,2	16,57	16,91	17,4
Rumunsko	44,28	22,7	22,76	21,8	21,69	21,85	22,24	23,21	23,53	30,3
Slovinsko	3,73	5,02	4,9	4,8	4,59	4,69	4,88	4,95	4,98	5,1
Slovenská republika	15,2	10,77	10,34	10,59	9,96	10,06	10,4	11,13	11,11	9
Fínsko	21,67	25,03	25,18	24,68	24,52	24,21	25,18	25,27	25,84	26,7
Švédsko	31,15	32,56	32,65	31,93	31,12	31,67	32,05	32,31	32	30,3
Veľká Británia	136,37	132,16	135,76	136,91	130,12	132,66	133,72	133,63	134,67	129,2
Island	1,41	2,66	2,75	2,87	2,93	3,07	3,29	3,35	3,62	
Nórsko	16,12	18,89	19,18	19,04	18,48	18,71	18,91	18,81	19,02	
Turecko	39,11	79,37	82,98	82,12	86,06	93,09	96,41	107,13	101,73	

Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_34&plugin=1

Tab. 0.4 Spotreba primárnej energie v Mtoe v členských štátoch EÚ

	1990	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CIEĽ 2020
Európska únia 27 členských štátov (od roku 2020)	1366,89	1413,67	1398,2	1385,77	1331,63	1354,5	1365,93	1385,53	1375,66	
Európska únia 28 členských štátov (2013-2020)	1568,03	1603,76	1593,34	1577,4	1512,35	1537,61	1544,93	1562,4	1552	1483
Belgicko	45,63	50,52	47,78	49,34	45,7	46,06	49,18	49,09	46,84	43,7
Bulharsko	26,77	18,57	17,84	16,51	17,27	17,96	17,68	18,34	18,36	16,9
Česká republika	48,21	41,03	40,59	40,94	39,16	39,74	40,04	40,35	40,39	39,6
Dánsko	17,64	18,52	17,82	17,84	16,93	16,92	17,57	17,85	17,96	17,4
Nemecko	332,63	297,8	301,12	308,29	293,6	295,93	297,63	298,12	291,75	276,6
Estónsko	9,35	5,6	5,42	5,98	5,7	5,33	5,9	5,65	6,17	6,5
Írsko	9,64	13,53	13,7	13,08	13,24	13,92	14,61	14,39	14,54	13,9
Grécko	21,53	26,55	26,39	23,28	23,14	23,23	22,9	23,12	22,42	24,7
Španielsko	82,56	122,98	123,41	116,06	114,2	118,6	119,29	125,79	124,63	119,8
Francúzsko	213,04	249,19	249,15	250,37	239,77	244,4	240,11	239,15	238,91	219,9
Chorvátsko	8,93	8,65	8,18	8	7,6	7,96	8,05	8,33	8,18	11,15
Taliano	137,71	162	156,56	152,05	142,66	149,12	147,97	148,95	147,24	158
Cyprus	1,59	2,65	2,5	2,18	2,22	2,28	2,43	2,53	2,55	2,2
Lotyšsko	7,87	4,28	4,44	4,36	4,36	4,27	4,29	4,47	4,69	5,4
Litva	15,34	5,91	5,98	5,8	5,75	5,79	6,04	6,16	6,33	6,5
Luxembursko	3,49	4,53	4,42	4,3	4,19	4,14	4,15	4,29	4,46	4,5
Maďarsko	27,4	24,39	23,13	22,41	21,99	23,3	23,74	24,5	24,49	24,1
Malta	0,76	0,93	0,97	0,87	0,88	0,75	0,71	0,81	0,82	0,7
Holandsko	58,5	67,05	66,75	66,21	62,32	63,74	64,77	65,08	64,71	60,7
Rakúsko	23,7	31,97	31,64	32,11	30,8	31,62	31,9	32,81	31,8	31,5
Poľsko	99,13	96,55	93,1	93,53	89,49	90,06	94,83	99,16	101,06	96,4
Portugalsko	15,12	22	21,04	21,03	20,68	21,64	21,76	22,82	22,64	22,5
Rumunsko	62,36	33,55	33,26	30,41	30,05	30,73	30,62	32,37	32,48	43
Slovinsko	5,72	7,08	6,81	6,63	6,37	6,32	6,54	6,73	6,67	7,3
Slovenská republika	19,66	15,97	15,59	15,69	14,83	15,22	15,37	16,15	15,79	16,4
Fínsko	27,2	34,25	33,02	32,04	32,7	31,15	32,43	32,09	32,99	35,9
Švédsko	45,41	47,62	47,59	46,44	46,03	44,32	45,41	46,45	46,78	43,4
Veľká Británia	201,15	190,09	195,15	191,63	180,72	183,11	179,01	176,87	176,27	177,6
Island	2,32	5,92	5,79	6,05	6,05	5,8	5,59	5,98	6,53	
Nórsko	19,02	26,27	26,57	30,78	26,47	27	26,07	27,3	25,94	
Turecko	49,2	106,65	110,59	106,68	116,64	125,32	131,52	145,48	139,5	

Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_33&plugin=1

Zoznam tabuliek

- Tab. 0.1 Vývoj emisií skleníkových plynov (ekvivalent CO₂) v % oproti roku 1990 (index 1990 = 100%) v členských štátoch EÚ
- Tab. 0.2 Podiel obnoviteľných zdrojov energie v % na konečnej spotrebe energie v členských štátoch EÚ
- Tab. 0.3 Spotreba konečnej energie v Mtoe v členských štátoch EÚ
- Tab. 0.4 Spotreba primárnej energie v Mtoe v členských štátoch EÚ

Zoznam obrázkov

- Obr. 0.1 Planéta Zem
- Obr. 0.2 Ratifikácia Parížskej dohody 4. októbra 2016
- Obr. 0.3 Podiel krajín na celosvetových emisiách CO₂
- Obr. 0.4 Teplotné zmeny v zemskej atmosfére
- Obr. 0.5 Miznutie ľadovca na vrchole hory Kilimanjaro
- Obr. 0.6 Úroveň oxidu uhličitého v zemskej atmosfére v minulosti a dnes
- Obr. 0.7 Vzostup globálnej teploty v porovnaní s intenzitou slnečného žiarenia dopadajúceho na zemský povrch
- Obr. 0.8 Charles David Keeling
- Obr. 0.9 Ročný vývoj emisií CO₂ od júla 2019 do júna 2020
- Obr. 0.10 Dvojročný vývoj emisií CO₂ od júla 2018 do júna 2020
- Obr. 0.11 Vývoj emisií CO₂ od začiatku merania v roku 1958
- Obr. 0.12 Geochemik Ralph Keeling
- Obr. 0.13 Časový plán znižovania emisií skleníkových plynov podľa ekologického dohovoru
- Obr. 0.14 Celkový vývoj emisií skleníkových plynov (ekvivalent CO₂) oproti roku 1990 v Európskej únii (27 členov od roku 2020)
- Obr. 0.15 Celkový vývoj podielu obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie v Európskej únii (27 členov od roku 2020)
- Obr. 0.16 Celkový vývoj primárnej a konečnej spotreby energie oproti roku 1990 v Európskej únii (28 členov, 2013-2020)
- Obr. 0.17 17 cieľov trvalo udržateľného rozvoja v rámci Agendy 2030
- Obr. 0.18 Hodnotenie Slovenskej republiky z hľadiska naplňovania cieľov trvalej udržateľnosti

Zoznam literatúry

- <https://www.businessinsider.com/best-photos-earth-moon-from-deep-space-2017-3>
- <https://scroll.in/latest/818250/european-union-approves-ratification-of-paris-climate-change-agreement>
- <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions#annual-co2-emissions>
- <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- <https://public.wmo.int/en/media/press-release/new-climate-predictions-assess-global-temperatures-coming-five-years>
- <https://climate.nasa.gov/interactives/global-ice-viewer/#/1/16>
- <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>
- <https://climate.nasa.gov/causes/>
- <https://blogs.scientificamerican.com/observations/encounters-with-the-keeling-curve/>
- <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>
- <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/2020/03/11/what-does-it-take-for-the-coronavirus-or-other-major-economic-events-to-affect-global-carbon-dioxide-readings/>
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/ip_19_6691
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/fs_19_6715
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/fs_19_6717
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/fs_19_6723
- https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_13_10&language=en

https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_31&plugin=1
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32019D0504>
https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_33&plugin=1
https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_34&plugin=1
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-02-20-202>
https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_13_10&language=en
https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea>



ZELENÁ ARCHITEKTÚRA

Z. Miňová | D. Burák

1 | ZELENÁ ARCHITEKTÚRA

Koniec zmeny klímy musí začať v mestách. 75 % obyvateľov Európy si za miesto na bývanie vybralo mesto. Do roku 2050 to bude takmer 90 %. Za predpokladu zvyšujúcej sa hustoty mestských celkov, ako vieme dosiahnuť maximalizovanie prísunu čerstvého vzduchu a dostatok zelených plôch v zastavaných územiach? Mestá rastú rapídne rýchlo, posilňujú sa účinky tepelných ostrovov zaplombovaním priestorov, odstraňovaním prírodných biotopov a vytváraním skladov tepla. Ľudia ako jediní užívatelia planéty prišli na to, ako prírodné systémy Zeme ovplyvňovať, ale aj dokonca ničiť. Princíp tzv. zelenej výstavby je odpoveďou na mnohé otázky. Otázkou však ostáva, čo je zelená výstavba. Navrhovanie zdravých miest, vnášanie prírody, zelene a vody do urbánnych celkov, prekryvanie striech budov zeminou, integrovanie divočiny, výstavba zelených striech a stien, zadržiavanie a recyklovanie vody?

Ak má urbánne prostredie problém, musí byť vyriešený urbánnym prostredím. Znižovanie efektov zmeny klímy znamená ukončenie vojny proti prírode. Moderné celky bojujú naraz s rôznymi fenoménmi: teplo, sucho, znečistený vzduch, voda, doprava, hluk, choroby, kriminalita, bývanie, potraviny..., ktoré sa prejavujú zníženým množstvom zrážok, rastúcim suchom, intenzívnejšími nárazovými dažďami, rizikom záplav a horúčav. Stratégiou je napodobňovanie ekosystému. Základný kameň udržateľnosti a navrhovania ekologických budov. Vytvorené prostredie musí napodobňovať a rešpektovať prirodzené prostredie, recyklovať, využívať energiu zo Slnka, zvyšovať energetickú účinnosť, dosiahnuť rovnováhu biotických a abiotických zložiek v systéme. Abiotické a biotické jednotky, ktoré vytvárajú ekosystém pracujú spolu ako celok. Tento koncept znamená, že nami vytvorené, postavené prostredie musí byť navrhnuté analogicky. Architektúra musí byť vložená do prírody. To vedie k používaniu čoraz väčšieho množstva zelených materiálov, komponentov, ktoré sa opätovne používajú, recyklujú, a ktoré možno opätovne integrovať do ekosystému. Musíme imitovať prírodu.

Mestá potrebujú zelenú a modrú infraštruktúru tam, kde ľudia žijú a pracujú – všade v budovách i mestách.

Kapitola Zelená architektúra predstavuje projekty zo súčasnej architektonickej scény dotýkajúce sa týchto problematík. **Bosco Verticale** je udržateľná obytná budova, projekt metropolitného zalesňovania, ktorý prispieva k obnove životného prostredia a mestskej biodiverzity bez rozširovania územia mesta. Pri návrhu **Zafaraniyeh Garden Complex** bolo východiskovým bodom vloženie hmoty do prostredia, rešpektovať umiestnenie stromov na stavenisku, vyhnúť sa výrubu. **Social Housing** prezentuje zásadné riešenie pre prístup slnečného žiarenia do budovy. Základná rovina **City Life** je formovaná do atraktívneho a pozoruhodného topografického zážitku, ktorý nielen spája priestory ale 2 000 nových stromov zaručuje biodiverzitu a konzistenciu s existujúcimi odrodami. Inšpirácia pre **Iceberg** pochádzala z mimoriadnej lokality s nádherným výhľadom na záliv. Úlohou teda bolo maximalizovať výhľady a slnečné svetlo pre každý byt. Projekt **VM** využívajú nájomcovia udržateľného plánovania, pomáhajú so solárnou orientáciou budovy, čo umožňuje efektívny solárny zisk pre vykurovanie, priečne vetranie a chladenie. Systém ťažkej konštrukcie tiež pomáha minimalizovať tepelné straty.

V súvislosti s urbanistickou tvorbou môžeme zeleň považovať za funkčný podsystem sídelného útvaru, ktorý pôsobí hlavne vo dvoch rovinách funkčného uplatnenia:

- vo funkcii biologicko - hygienického uplatnenia,
- vo funkcii priestorovotvornej.

Biologicko – hygienické účinky

- zlepšenie hygienických pomerov prostredia, stavu ovzdušia, pôdy a vodného režimu
- antibakteriálne pôsobenie
- posilnenie pôsobenia prírodných prvkov v urbanizovanom prostredí
- redukcia klimatických extrémov prostredia
- ochrana vody a pôdy
- redukcia účinkov vetra

Priestorovotvorné účinky

- podiel zelene pri formovaní rôznych kategórií prostredia podľa nárokov a požiadaviek spoločnosti (prostredie obytné, rekreačné, výrobné,...)
- priaznivé ovplyvňovanie spoločenských kontaktov
- výchovné pôsobenie zelene (vzťah k prírode, estetické cítenie)
- uplatnenie zelene ako hmotného prvku v priestore pri jeho komplexnom formovaní
- uplatnenie zelene v polohe kompozície a estetizácie prostredia, vrátane symbiózy s výtvarným dielom
- ochrana pred nežiaducimi javmi v prostredí (exhalácie, prašnosť, hluk, žiarenie, zápachy, ..)
- optická izolácia nežiaducich útvarov v prostredí
- protierózne opatrenia
- ochranné pásy pobrežnej zelene pri vodných plochách a tokoch

Urbanisticko-architektonické pôsobenie zelene je úzko späté s výtvarnými hodnotami prostredia. Zeleň tvorí svojimi organickými tvarmi pôsobivý kontrast s geometricky modelovanými hmotami objektov. Významným faktorom je aj farebná premena a premena tvarov, tak ako aj rast v čase. Nutné je zdôrazniť význam jej integrovaného komplexného pôsobenia na kvalitu životného prostredia a harmonický rozvoj človeka a spoločnosti.

Princípy tvorby sústav mestskej zelene

Urbanistické i architektonické riešenie zelene v sídelnom útvere znamená predovšetkým vytvoriť koncept pre harmonické spolupôsobenie náročne komponovaných parkových, sadových a záhradných objektov v urbanistickej štruktúre sídelného útvaru. Zásadu pre zvládnutie tejto úlohy môžeme formulovať v nasledovných princípoch :

- Východiskovým materiálom pre nový koncept je dôkladné poznanie súčasného stavu prírodných prvkov sídelného útvaru. Žiada sa vykonať celý rad prieskumov od stanovenie dendrologickej hodnoty prvkov až po analýzu kompozičných princípov v jestvujúcich parkových objektoch. Najmä pre centrálné priestory sídelných útvarov platí, že asanovať je potrebné dreviny, ktoré:
 - porušujú priestorovú kompozíciu a vizuálne väzby,
 - sú v štádiu biologického odumierania, a
 - ich biologická podstata je v rozpore s podmienkami lokality.

Naopak, je potrebné zachovať prvky, ktoré majú priestorotvornú schopnosť a sú v dobrej biologickej kondícii.

- Koncept nového riešenia je potrebné založiť na princípe harmonického pôsobenia urbanistickej štruktúry, prírodných objektov a prvkov v duchu súčasných trendov parkovej a krajinárskej tvorby. Zeleň vo všetkých jej rozmanitých prejavoch je potrebné považovať za rovnocennú súčasť hmotovo-priestorovej štruktúry sídelného útvaru, kde sa v kompozícii uplatňujú všetky jej vlastnosti, teda :
 - tvar objektu,
 - textúra povrchu (napr. trávnik, olistenie drevín a pod.),
 - farebnosť (vrátane zmien počas ročných období),
 - proporčnosť (relatívna a absolútna),
 - kontrastnosť (hmotová, štruktúrna, farebná).
- Vnímanie zelene v prostredí prebieha v polohe troch etáží: bylinnej, krovinej a stromovej. Vzájomná konfigurácia hmotovo - priestorových zoskupení zelene vo všetkých troch etážach umožňuje utváranie neopakovateľných súborov. Formovanie objektov zelene možno založiť na dvoch zásadných kompozičných princípoch:
 - viazaná slohová (historizujúca) úprava, nadväzujúca na princípy francúzskeho klasicistického parku - je vhodná ako súčasť úprav parteru v bezprostrednej väzbe na dominantné objekty historického jadra palácového charakteru, a
 - voľná parková úprava, nadväzujúca na krajinárske princípy anglického parku, ktorá využíva prirodzené organické tvary prírodných prvkov.
- Zeleň v centrálnych priestoroch sídelného útvaru (vrátane historického jadra) nemá mať dominantné pôsobenie, ktoré by bolo v rozpore s kultúrno-historickými hodnotami priestorov a spoločenskými požiadavkami na ich využívanie (zhromažďovanie, konanie epizodických podujatí rôzneho charakteru - kultúrnych, trhových, športových a pod.).
- Zeleň v sídelných útvaroch má mať zreteľnú funkčnú diferenciaciu so stanovením funkčných priorít a aktivít, teda preferovaných činností v tom - ktorom priestore.
- Okrem trvalej zelene možno v sídelnom útvaru (v závislosti od pôsobenia klimatických podmienok) použiť i zeleň mobilnú, ktorá sa v priestore uplatňuje len v určitom časovom období roka alebo v určitom časovo ohraničenom období prechodných úprav niektorého mestského priestoru.

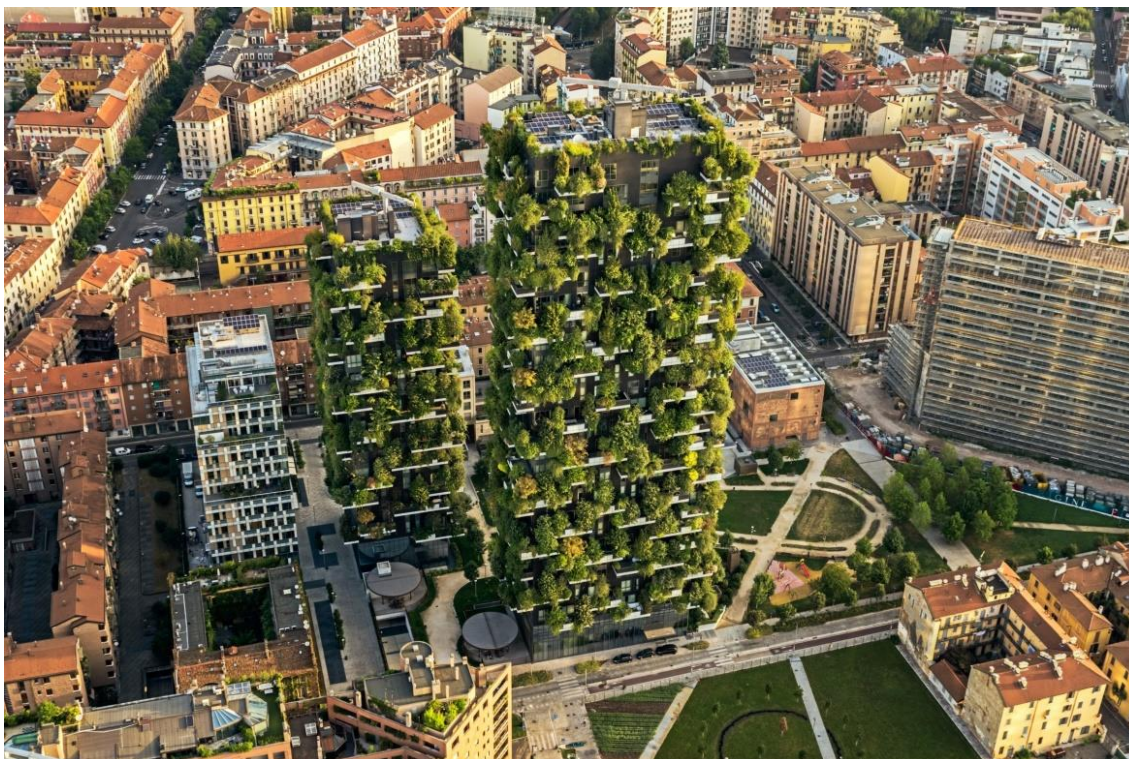
1.1 Bosco Verticale

Typ stavby: Bytový dom
Autor stavby: Stefano Boeri, Gianandrea Barreca a Giovanni La Varra
Miesto stavby: Miláno, Taliansko
Rok výstavby: 2009 -2014

Zelené budovy hlavne mrakodrapy sú architektonickým trendom posledných rokov. Architekti či projektanti súťažia o to, kto navrhne úspornejší mrakodrap s najnižšou spotrebou vody či produkciou CO₂ (oxid uhličitý). Základnou charakteristikou zelenej architektúry je ohľaduplnosť k životnému prostrediu.

Jednou z najpríťažlivejších zelených stavieb posledného obdobia je Bosco Verticale (Obr. 1.1), ktorá sa pýši v centre Milána, v štvrti Isola Di Milano.

Obr. 1.1 Pohľad na budovu



Zdroj: <https://archello.com/project/bosco-verticale#stories>

Talianske Miláno má povest' spoločensko - kultúrnej metropoly, ale nie práve najkrajšou stránkou mesta je jeho znečistenie. A hoci história, dizajn, móda tu na vás dýchajú z každúčkého metra štvorcového, smog sa stáva čoraz citlivejším nedostatkom. Trojica architektov sa rozhodla riešiť túto situáciu prostredníctvom nového typu výstavby. Zahustené mesto a menšie rozmery pozemkov neposkytovali veľa možností ako aplikovať zeleň, tak sa rozhodli pre inú variantu, a to navrstviť ju do výšky, vďaka čomu vznikol koncept Bosco Verticale - v preklade znamená vertikálny les. Táto jedinečná stavba prináša symbiózu prírody architektúry a environmentálnej udržateľnosti.

Projekt pozostáva z dvoch rezidenčných veží vysokých 80 a 122 metrov s 19 a 27 podlažiami, v ktorých sa nachádza 113 apartmánov. Z architektonického hľadiska ide o koncept, v ktorom sa namiesto tradičných materiálov používajú prvky vegetácie. Tie zakrývajú hlavné konštrukčné prvky vonkajšieho plášťa obidvoch budov a vytvárajú spolu plochu, ktorú možno porovnať s výmerou 20 hektárov skutočného lesa. Vegetačná zložka zahŕňa 480 veľkých a stredných stromov, 300 malých stromov s výškou od troch do deviatich metrov, 11 000 trvaliek a krycích rastlín a 5 000 kríkov. Smrekovce, čerešne, jablone, olivovníky, buky a mnohé iné. Na každom balkóne rastú desiatky rastlín či stromov, ktoré sú rozmiestnené podľa toho, ako sú odolné voči vetru a podľa toho, či majú radšej svetlo alebo vlhkosť.

Samotná budova je sebestačná, pretože využíva obnoviteľné zdroje energie zo solárnych panelov a filtrovanej odpadovej vody na udržanie životnosti budov. Tieto systémy ekologických technológií znižujú celkový odpad a uhlíkovú stopu veží. Návrh bol testovaný v aerodynamickom tuneli, aby sa zabezpečilo, že sa stromy nezvrhnú pred nárazmi vetra. Technický tím konzultoval s botanikmi a záhradníkmi, aby sa zabezpečilo, že konštrukcia unesie zaťaženie rastlín.

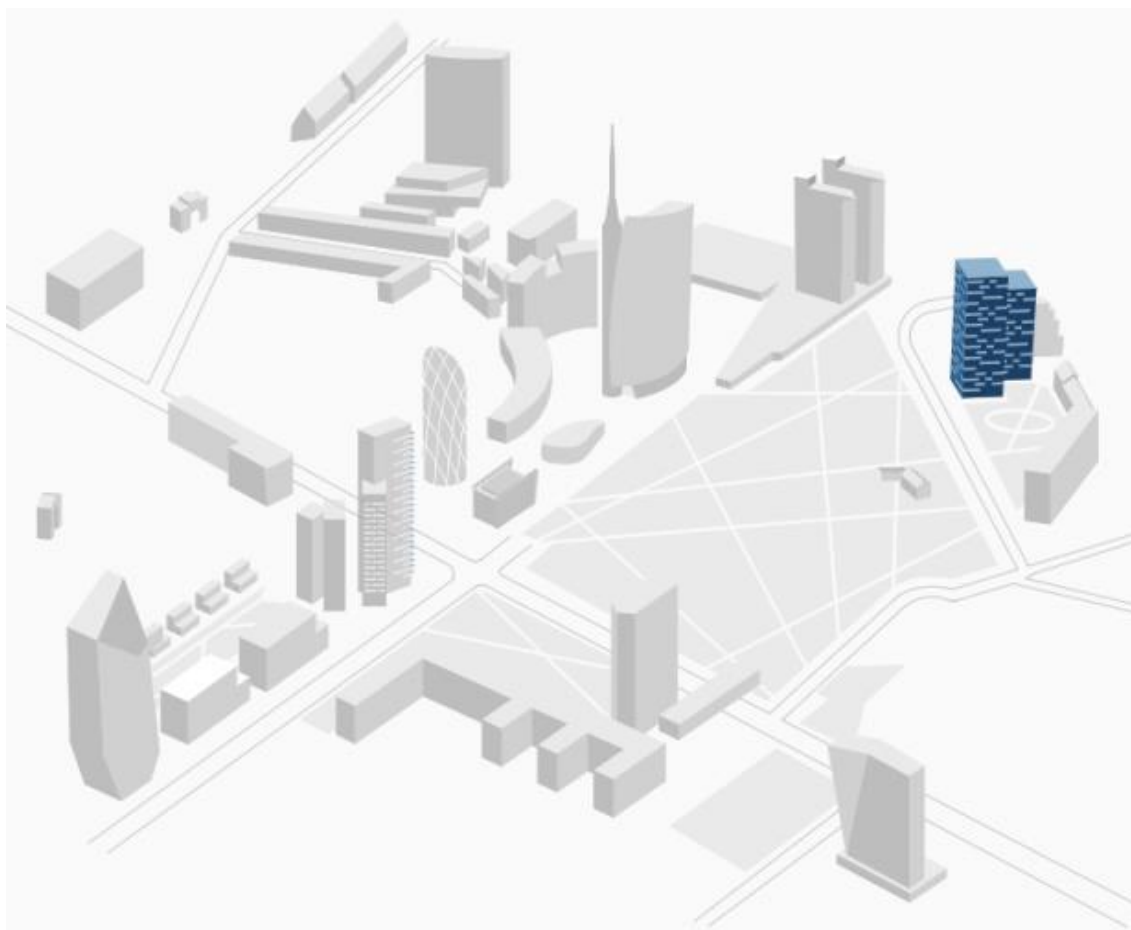
1.1.1 Lokalita

Komplex sa nachádza medzi ulicami Via Gaetano de Castillia a Via Federico Confalonieri, neďaleko stanice Milano Porta Garibaldi. Bosco Verticale sa nachádza vo vnútri milánskeho obchodného centra, veľmi hustého zoskupenia mrakodrapov, ktoré okrem iného zahŕňa vežu Unicredit, palác Lombardy, mrakodrap Pirelli, vežu Solaria a niekoľko ďalších.

Obr. 1.2 Situácia objektu 2D



Zdroj: <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti/564e7d02e58ece4d730003a9-bosco-verticale-stefano-boeri-architetti-site-plan>



Zdroj: <http://www.residenzeportanuova.com/it/residenze/bosco-verticale>

1.1.2 Konštrukcia

Budovy sú vyrobené zo železobetónovej konštrukcie so železobetónovými doskami o hrúbke 280 mm. Fasády sú pokryté tmavosivým porcelánovým kamenivom. Zaujímavou črtou fasády sú bohaté výčnelky balkónov, ktoré dodávajú budove dynamiku. Celková podlahová plocha je 40 000 m².

1.1.3 Vykurovanie

Vykurovanie je uskutočňované pomocou geotermálnych tepelných čerpadiel.

1.1.4 Inžinierstvo stromov

Zatiaľ čo všetky stredné a veľké stromy majú bezpečnostné lanko zabraňujúce pádu stromu v prípade zlomenia kmeňa, najväčšie stromy v tých miestach, ktoré sú najviac vystavené vetru majú bezpečnostnú oceľovú klieťku, ktorá zadržiava koreňový systém a bráni jeho prevráteniu počas veľkých veterných smrští.

Vegetácia bola vysadená do betónových nádrží s rôznymi veľkosťami v závislosti od typu: stromy sú vysadené do rastúceho substrátu s hrúbkou jedného metra, zatiaľ čo kríky s veľkosťou cca 50 centimetrov. Všetky nádrže sú vyrobené z betónu a sú ošetrené asfaltovou vodotesnou vrstvou a ochranným povlakom schopným účinne obmedziť zakorenenie.

Obr. 1.4 Osadenie stromov



Zdroj: <https://www.arup.com/projects/bosco-verticale>

Obr. 1.5 Osadenie stromov

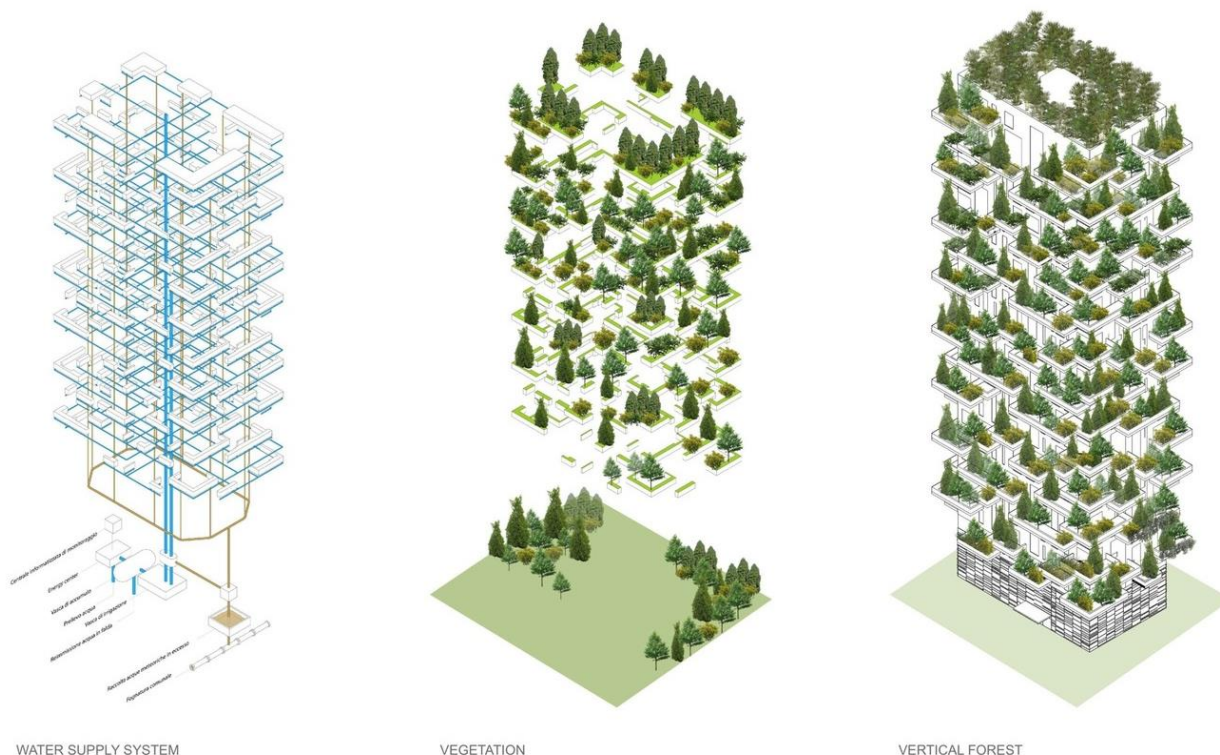


Zdroj: <https://www.arup.com/projects/bosco-verticale>

1.1.5 Údržba vegetácie

Zavlažovanie rastlín sa uskutočňuje prostredníctvom zložitého centralizovaného systému. Na druhej strane údržbu „uľahčujú“ žeriavy viditeľné na vrchole veží, ktoré používajú pracovníci na zásah do vegetácie zvonka. Z tohto hľadiska vyplýva, že údržba nie je zverená jednotlivým nájomcom.

Obr. 1.6 Zavlažovací systém



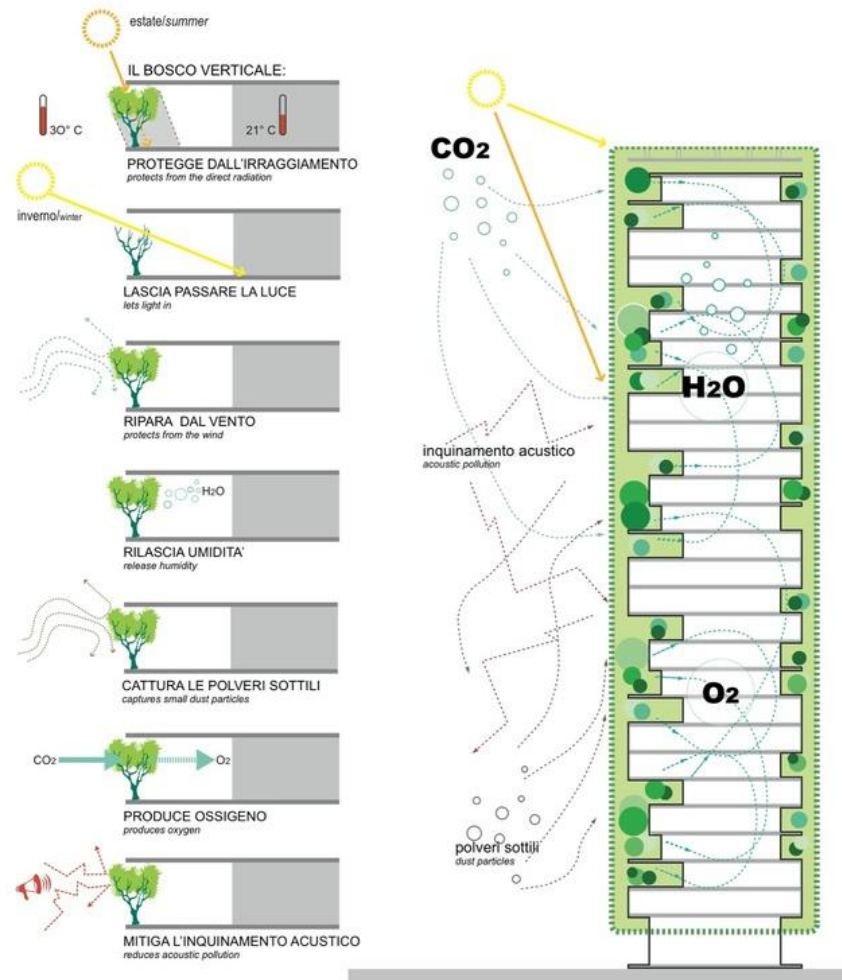
Poznámka: Podzemná voda sa používa na polievanie zelene.

Zdroj: <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti/564e7c88e58ece4d730003a5-bosco-verticale-stefano-boeri-architetti-detail>

1.1.6 Estetika a účel

Svetový trend v zelených porastoch na stenách budov nemá len estetický a ekologický význam. Porast na priečeliach budov má vplyv na odrážanie tepla. Tepelná priepustnosť takýchto fasád klesá v zime o pätinu, v lete o polovicu. Zeleň tak pomáha, aby sa budovy v lete neprehrievali a v zime výrazne neochladzovali. Znižujú sa tým náklady na ich vykurovanie počas chladných mesiacov roka či náklady na klimatizáciu v horúcich mesiacoch. Zelené steny tlmia hluk. Čím je na fasáde viac zelene, tým väčší je efekt tlmenia hluku.

Čím viac zelene sa nachádza na fasádach či strechách budov, tým menej skleníkových plynov. Vertikálne záhrady, teda zelený porast na fasádach obytných a administratívnych budov, sú netradičným prvkom moderného architektonického dizajnu. Kvety a rastliny vypestované na stenách budov skrášľujú ulice veľkých miest a sú ekologickým filtrom.



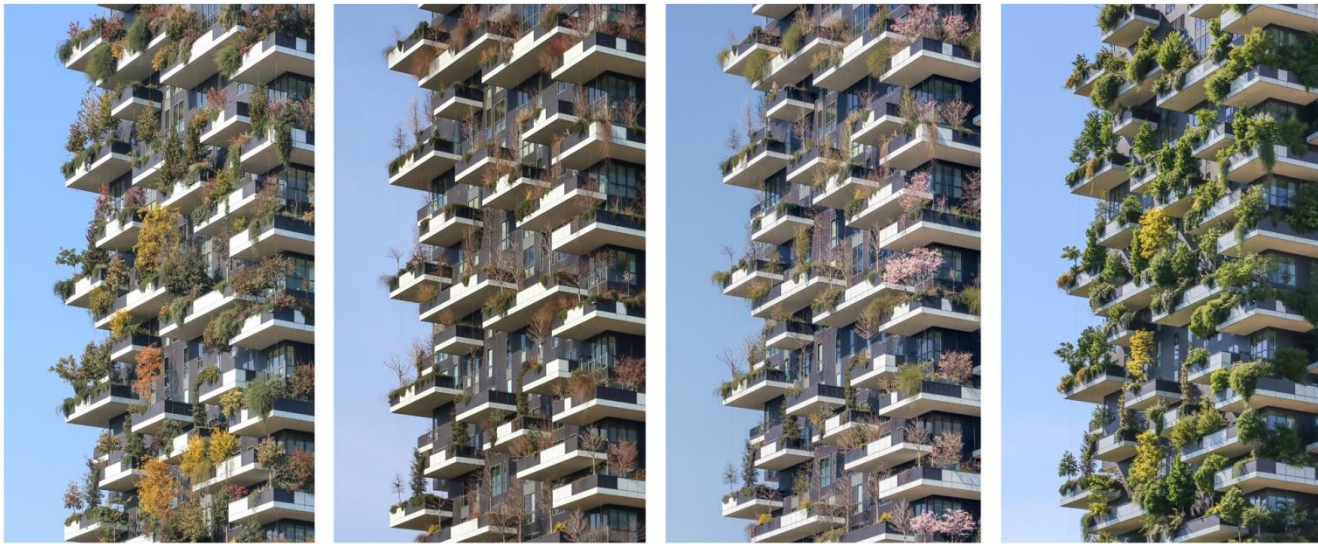
Poznámka: Na obrázku môžeme vidieť ako nás zeleň chráni pred hlukom, slnečným žiarením a poveternostným podmienkami.

Zdroj: [https://images.adsttc.com/media/images/564e/7c97/e58e/ce8c/4200/03ae/slideshow/detail_\(2\).jpg?1447984271](https://images.adsttc.com/media/images/564e/7c97/e58e/ce8c/4200/03ae/slideshow/detail_(2).jpg?1447984271)

1.1.7 Fasáda

Vertikálny les zvyšuje biodiverzitu mesta – pomáha sformovať mestský ekosystém, v ktorom dokážu rôzne typy rastlín a drevín vytvárať samostatné prostredie, ale zároveň fungovať v rámci mestského spoločenstva. Na fasádach budov sa zakrátko zahniezdilo až 1 600 rôznych druhov vtákov a motýľov, pričom ich populácia môže ďalej rásť a poslúžiť tak na opätovné osídlenie urbanistických častí faunou a flórou. Stromčeky a kvetiny boli vypestované v špeciálnej škôlke, aby si už vopred zvykli na budúce výškové podmienky. Estetickým prínosom takéhoto biologicko-architektonického riešenia je fasáda, ktorá sa v priebehu ročných období mení a stáva sa tak výrazným variabilným prvkom mesta. Druhy drevín, ktoré po sebe striedajú ročné obdobia, obnovujú nielen svoje farby, ale aj farbu celej architektúry. Všeobecne platí, že na južnú stranu veží Vertikálneho lesa sa umiestnili zelené druhy, veľmi farebné a hlučné. Na severe a západe sa nachádzajú odizolované rastliny s jesennými odtieňmi, zatiaľ čo na východe prevažujú jemné, svieže, jarné odtiene.

Obr. 1.8 Premenlivosť fasády



Zdroj: <https://www.arup.com/-/media/arup/images/projects/b/bosco-verticale/bosco-verticale-2000x11254.jpg?h=1125&w=2000&sh=83B82BAC48AF0C963CCD23321731203E>

Obr. 1.9 Rozmanitosť farieb zelene počas ročných období

Názov závodu	Obrázok	Jeseň	Zimné	Jar	Leto	Názov závodu	Obrázok	Jeseň	Zimné	Jar	Leto
Západná, severná a východná fasáda						Južná a západná fasáda					
Dub Holm <i>Quercus ilex</i>		●	●	●	●	Dub Holm <i>Quercus ilex</i>		●	●	●	●
Koelreuteria <i>Koelreuteria paniculata</i>		●		●	●	Plesni <i>dub Quercus pubescens</i>		●		●	●
Divoká hruška <i>Pyrus pyraeaster</i>		●		○	●	Manna <i>ash Fraxinus omus</i>		●		○	●
Jahodový strom <i>Arbutus unedo</i>		●	●	○	●	Jahodový strom <i>Arbutus unedo</i>		●	●	○	●
Havrania hruška <i>Amelanchier lamarckii</i>		●	●	○	●	Metla horákov na drevené uhlie <i>Cytisus scoparius</i>		●	●	●	●
Hloh <i>Crataegus monogyna</i>		●		○	●	Ceanoto Ceanothus <i>spp</i>		●	●	●	●
Hypericum calicino <i>Hypericum calycinum</i>		●		●	●	Modré <i>plumbago Ceratostigma plumbaginoides</i>		●		●	●

Zdroj: https://it.wikipedia.org/wiki/Bosco_Verticale

1.2 Faraniyeh Garden Complex

Typ stavby: Bytový dom
Autor stavby: Mehran Khoshroo - Olgooco
Miesto stavby: Teherán, Irán
Rok výstavby: 2009-2016

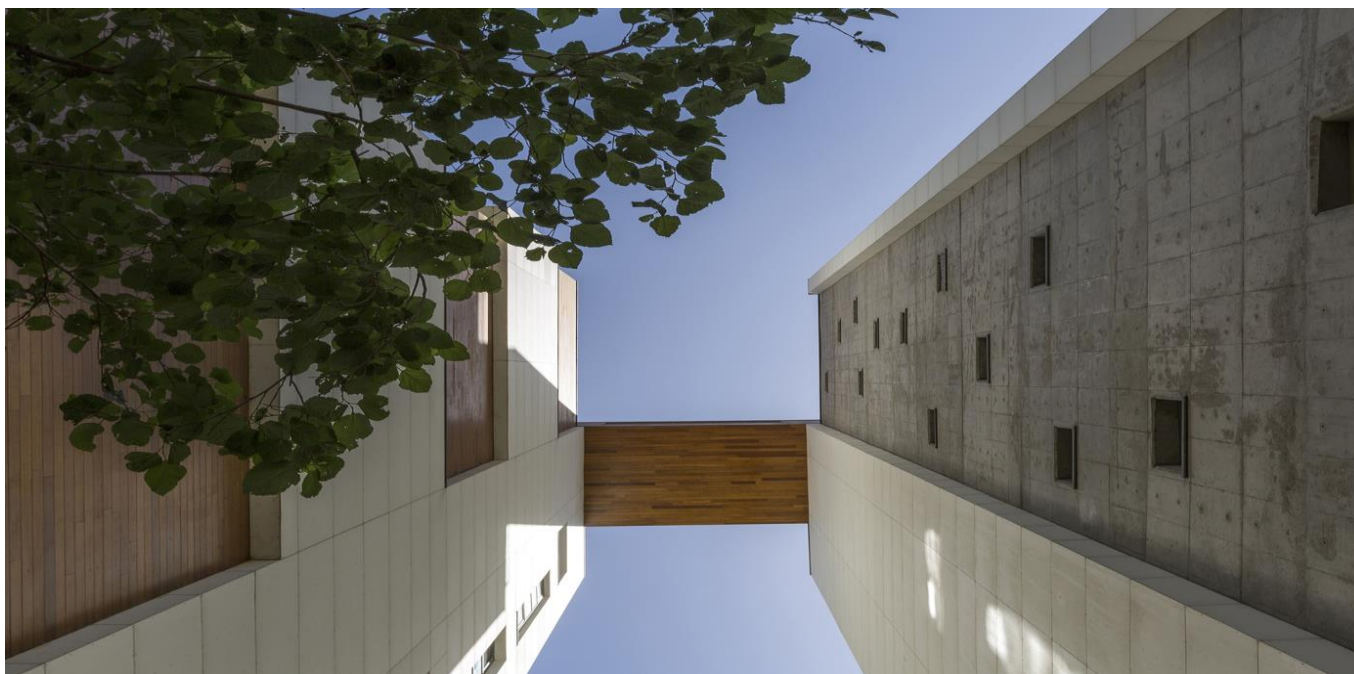
So slovom „udržateľný“ sa dnes stretáme v každodennom živote. Pre vytvorenie udržateľnej architektúry je potrebné brať do úvahy viaceré faktory.

V ideálnom stave ekologická konštrukcia optimalizuje energetickú účinnosť, obmedzuje spotrebu vody, maximálne využíva recyklované, recyklovateľné a netoxické materiály. Taktiež vytvára čo najmenej odpadu počas procesu výstavby a následného užívania. Vyhovuje požiadavkám klientov a zároveň nepoškodzuje ostatných ani životné prostredie, ale je harmonicky vložená na miesto, kde je vytváraná.

Nielen v štúdiu publikovanej na University of Leeds sa spomína, že mestské záhrady, lesy a parky znižujú depresiu a sú nesmierne cenné pre ochranu životného prostredia. Preto každý krok zo strany architektov a konštruktérov, vedúci k rešpektovaniu a vytváraniu zelených plôch, je vítaný.

Pri návrhu bytového domu Zafaraniyeh Garden Complex bolo východiskovým bodom práve harmonické vloženie hmoty do prostredia. Cieľom bolo rešpektovať umiestnenie stromov na stavenisku a vyhnúť sa výrubu.

Obr. 1.10 Pohľad na nebeský most – terasa objektu



Zdroj: <https://architectures.jidipi.com/a182314/zaferaniye-garden-complex/>

Bytový komplex sa skladá z viac ako 25 rôznych typov bytov, vrátane veľkých rodinných apartmánov a dvojúrovňových bytov s rozlohou od 220 do 750 metrov štvorcových. Každý z nich sa líši od ostatných, či už ide o veľkosť, balkón a usporiadanie. Najmenej 65 % z obvodu bytu je nasmerovaných do okolia, čo vytvára príjemné možnosti na výhľad.

Obr. 1.11 Pohľad na budovu



Poznámka: Pohľad na budovu, ktorý dokazuje zachovanie stromov na stavenisku.

Zdroj: <https://architectures.jidipi.com/a182314/zaferaniye-garden-complex/>

1.2.1 Architekt stavby

Mehran Khoshroo, zakladateľ architektonickej kancelárie Olgooco, je absolventom Shahid Beheshti University, jednej z najprestížnejších v Iráne. Svoju pracovnú kariéru začal po absolvovaní štúdia architektúry v roku 2005 založením vlastnej architektonickej kancelárie, ktorá sa zúčastňovala rôznych architektonických súťažiach.

Dá sa povedať, že najcharakteristickejším aspektom Mehranovej práce je jeho schopnosť pracovať v rôznych oblastiach a jeho zručnosť navrhovať budovy na rôzne účely. Z tohto dôvodu je pocenený mnohými cenami vo svojej domovine i mimo nej.

Vo svojom životopise má aj tento obrovský rezidenčný komplex, ktorý sa ukázal ako vrcholný úspech v rezidenčných dizajnoch veľkého rozsahu. Komplex Zaferagniyeh je rozsiahly komplex nachádzajúci sa v severných častiach Teheránu. Tento projekt bol dokončený v roku 2016.

Obr. 1.12 Mehran Khosroo - architekt



Zdroj: <http://www.caoi.ir/en/firm/1030-olgoo-architecture-office.html>

1.2.2 Lokalita

Teherán ako najväčšie a hlavné mesto Iránu je centrom, kde sa nachádzajú viaceré univerzity, múzeá a pamätihodnosti, a rôzne domáce a zahraničné inštitúcie.

V južnej časti mesta dominujú historické štvrte s pamiatkami, pričom v severnej časti sa nachádzajú moderné architektonické diela. Toto delenie vytvára zaujímavý kontrast medzi históriou a moderným svetom.

Mesto leží v severnej časti krajiny, na okraji Iránskej náhornej plošiny, v nadmorskej výške od 1 160 do 1 800 m n. m. Vysoká nadmorská výška Teheránu spôsobuje veľký teplotný rozdiel a pokiaľ priemerná januárová teplota je okolo 3 °C, júlová je až 29 °C.

Zrážkovo je najchudobnejší september, kedy priemerne naprší len 0,9 mm, viac zrážok spadne od decembra do marca, kedy mesačné úhrny presahujú 30 mm.

V roku 2010 tu žilo viac ako 9,1 milióna obyvateľov.

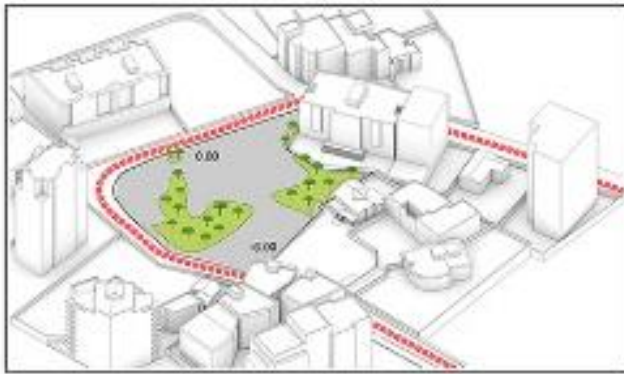


Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

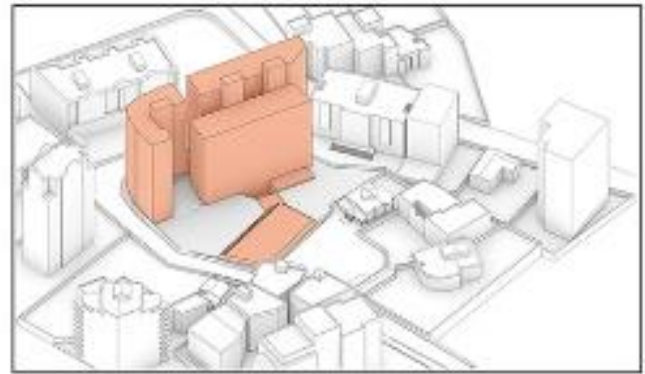
1.2.3 Hmota

Nielen kvôli dodržaniu miestnych predpisov bolo potrebné vyhnúť sa výrubu stromov na stavenisku. Autor diela týmto krokom zároveň naznačuje, aké dôležité je dbať pri návrhu hmoty ohľad na prírodu a okolie. Tento krok si určite zaslúži obdiv.

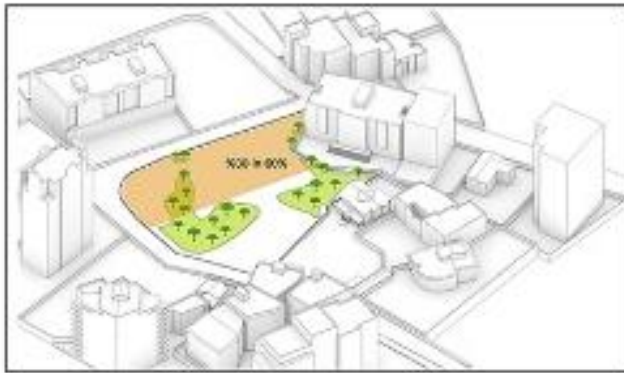
Návrh hmoty mal svoj vlastný vývoj. Najskôr sa vyznačila plocha, ktorú je potrebné ochrániť a plocha, ktorú je možné stavebne využiť. V ďalšom kroku sa pracovalo so stavebne využiteľnou plochou, kde sa vopred rátalo s podzemnými podlažiami a následne boli na zemi vysunuté dve jednotlivé hmoty. Výraznou črtou nadzemnej časti hmoty sú výstupy balkónov, ktoré dodávajú budove dynamiku. Konceptia rastlinných boxov reprezentuje integrovanie mestského života a prírody.



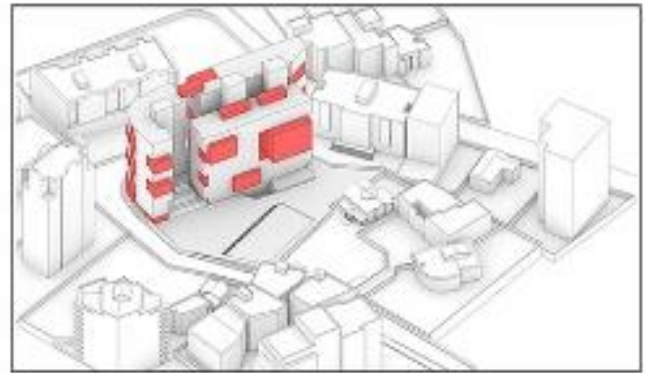
ACCESS AND LANDSCAPE



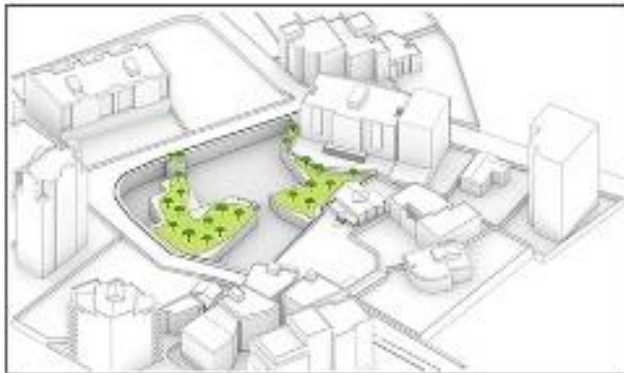
PRIMITIVE MASS



OCCUPATION



EXTRUSION

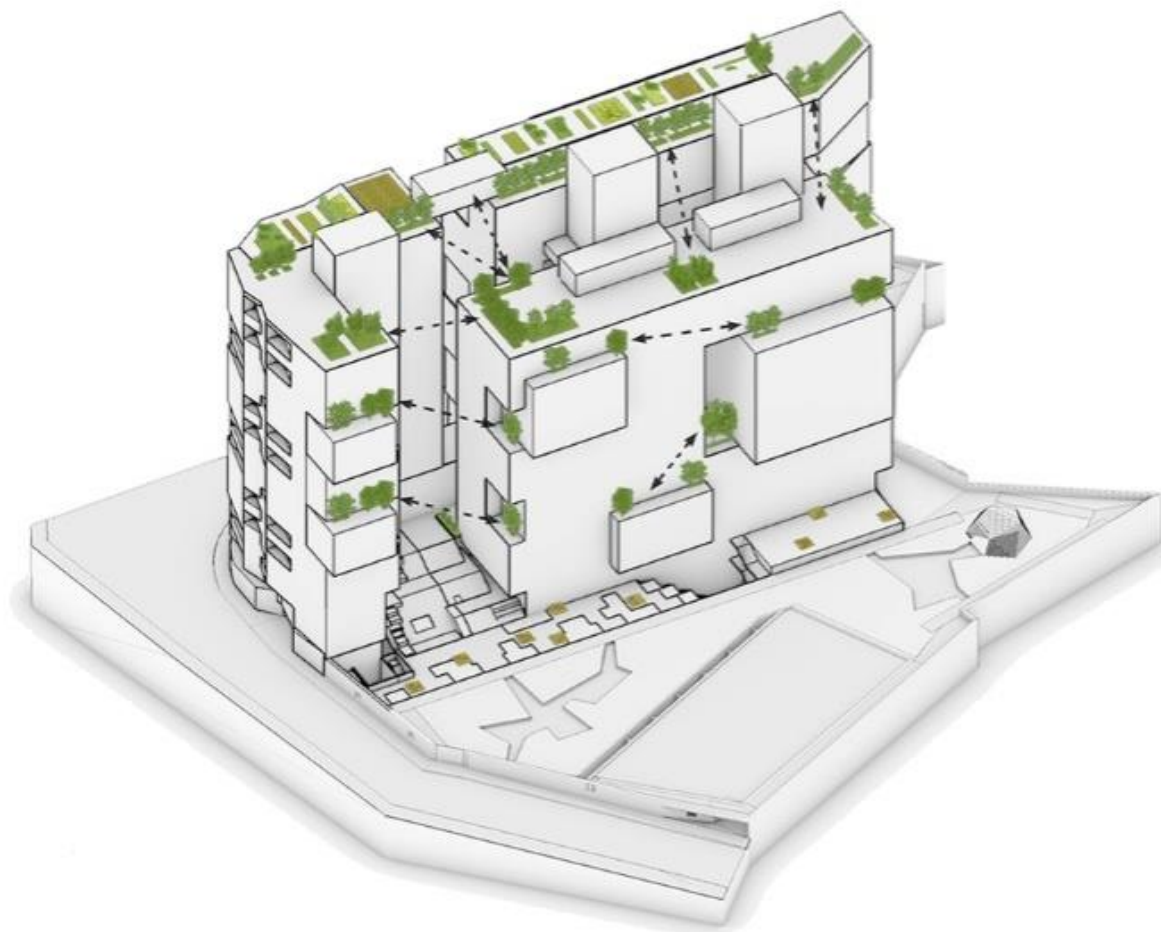
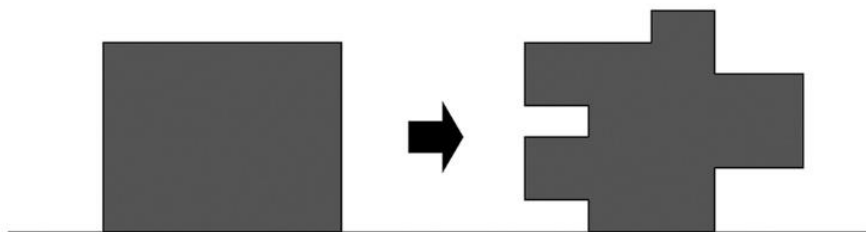


EXCAVATION



OUTDOOR LIVING

Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>



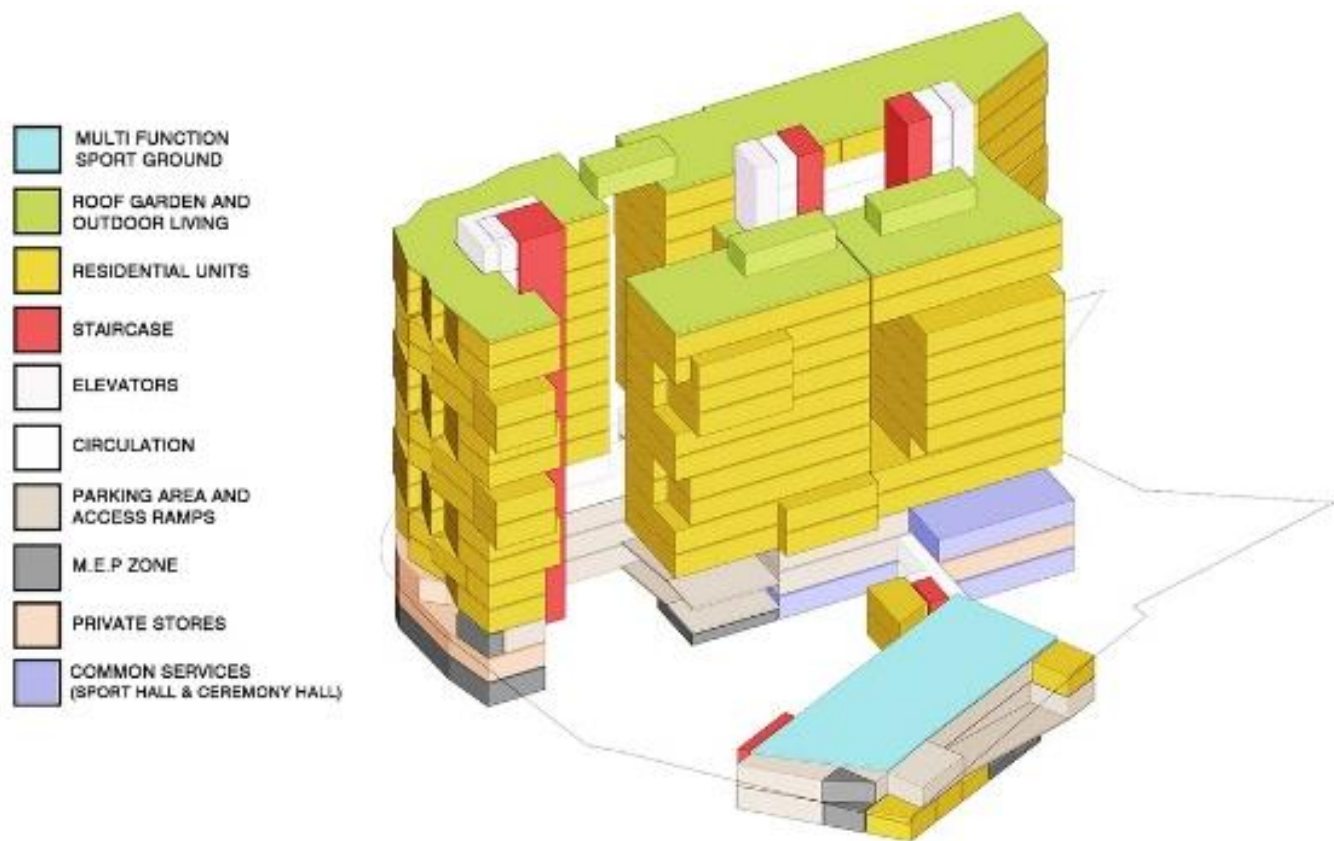
Poznámka: Samotné členenie budovy vytvorilo priestor pre balkóny, terasy a napomáha tieneniu počas letných mesiacov.

Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

1.2.4 Konštrukcia

Konštrukcia je tvorená železobetónovými stĺpmi, prievlakmi a doskami. Fasádu tvorí prevetrávaný systém z vlákno-cementových dosiek v bielom a drevenom prevedení. Komplex Zaferaniyeh je komplex súkromného bývania so 64 bytovými jednotkami s celkovou rozlohou 38 000 m², ktoré sú rozdelené na 12 podlažiach, a ktoré sú navzájom prepojené vertikálnymi spojeniami (výtahy a schodiská).

Obr. 1.16 Schéma prevádzky budovy



Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

Garáže, centrum technického zabezpečenia budovy, športové miestnosti a maloobchody sú situované v 3 podzemných podlažiach.

Strešná záhrada s rozlohou 2 000 metrov štvorcových vrátane nebeského mosta ako altánku, zeleninovej záhrady a zhromažďovacieho miesta je tu pre ľudí spolu s krásnym výhľadom a dostatkom súkromia (vonkajšie bývanie).

1.2.5 Fasáda – súkromie

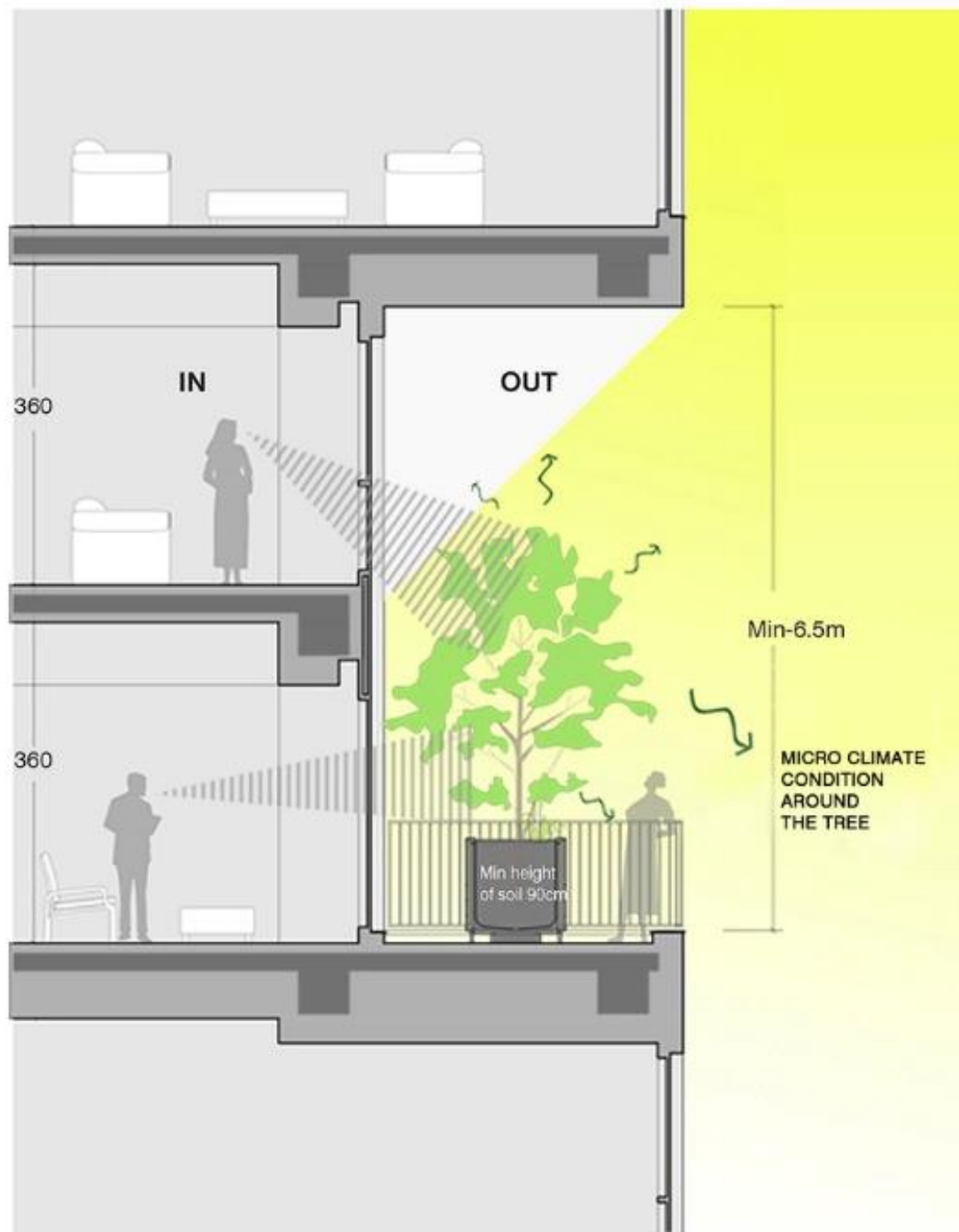
Betónové konštrukcie, drevené prvky na rastliny, vlákno-cementové panely sú jedny zo základných materiálov, ktoré sú použité na fasáde. No najdôležitejším materiálom je zelený prvok, teda stromy, kríky a rastliny, ktoré rastú spolu s celým projektom a dodávajú fasáde dynamickú črtu spolu s balkónmi.



Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

Zároveň rastliny vytvárajú prirodzenú vizuálnu bariéru. Mať strom vedľa fasády vytvára nové vertikálne susedstvo; pretože starostlivosť o rastliny v spodných poschodiach poskytuje vertikálne súkromie a zelený výhľad pre horné poschodie. Poskytovanie súkromia pomocou vždy zelených listov a automatického zavlažovacieho systému zaisťuje trvalý výhľad z bytov aj na mesto v reakcii na znečistené ovzdušie v Teheráne.

Obr. 1.18 Rez konštrukciou –vertikálne susedstvo



Poznámka: Strom ako bariéra vizuálneho kontaktu, odkaz na prírodu a tvorca mikroklimy.

Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

Pohľadový betón pokrýva mnoho vnútorných a vonkajších povrchov a znížil náklady na projekt. Modulárny rytmus okien s dvojnásobnou výškou je obklopený objemom, aby sa zmenšila mierka stavby.



Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

1.2.6 Opätovné využitie vody

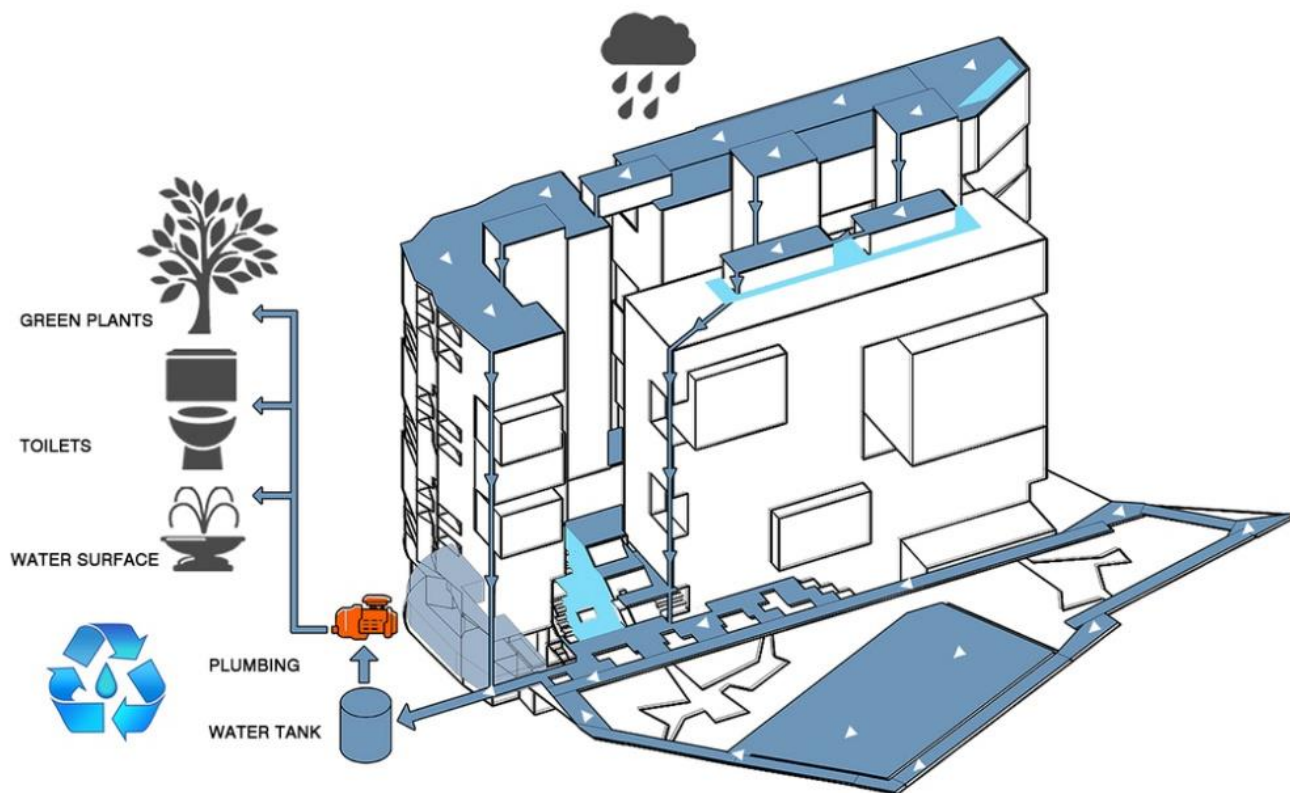
Zásoby vody sú vo svete obmedzené, mení sa podnebie a poveternostné podmienky, populácia sa sťahuje a rastie. Ak nezmeníme naše vzorce používania vody, milióny by mohli zostať bez adekvátnej pitnej vody. Opätovné použitie pitnej vody na mieste pomáha riešiť a zmierniť účinky týchto problémov skôr, ako sa stanú krízami.

Vodné systémy na mieste zhromažďujú pitnú vodu, ktorá môže zahŕňať odpadové vody, dažďové vody a ďalšie, a upravovať ju. Potom ju možno znovu použiť v budove napríklad na zavlažovanie, splachovanie toalety a chladenie. Použitím alternatívnych zdrojov vody na tieto účely sa zníži plytvanie pitnou vodou. V skutočnosti môže opätovné použitie vody tvoriť 50 až 95 % vody použitej v obytných alebo komerčných budovách.

V Teheráne satelitné merania preukázali, že v meste a jeho okolí zemský povrch nebezpečne sadá (pri letisku 5 cm a v okolí 22 - 25 cm ročne). Je to spôsobené veľkou spotrebou podzemnej vody.

Architekti sa rozhodli reagovať aj na túto problematiku takým spôsobom, že vytvorili záchytné žľaby na terase objektu a na jednotlivých balkónoch. Následne pomocou potrubného systému sivej vody umožnili používať opätovne vodu na zavlažovanie stromov, splachovanie a prevádzku fontán.

Obr. 1.20 Schéma recyklácie vody



Zdroj: <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>

1.3 Social Housing

Typ stavby: Budova sociálneho bývania
Autor stavby: Vous Êtes Ici Architectes
Miesto stavby: Paríž, Francúzsko
Rok výstavby: 2014

Projekt od ateliéru Vous Êtes Ici Architectes – Social Housing v latinskej štvrti Paríža bol navrhnutý ako riešenie sociálneho bývania s cieľom zahustiť srdce mestského bloku pridaním 11 bytov, pri ktorom sa bude dbať na súčasnú možnosť prístupu slnečného žiarenia pre detské ihrisko a škôlku situovaných za samotnou budovou. Architekti navrhli tvar budovy za účelom vytvoriť príjemné prostredie v súvislosti s mestskými nariadeniami, ktoré stanovujú dve rôzne výšky budov na danom pozemku.

Výsledkom je návrh, ktorý pozostáva z dvoch nepravidelných krídel prepojených schodiskom, ktoré vedie rozdielnymi úrovňami. Tvar budovy je teda zásadným riešením pre prístup slnečného žiarenia.

Obr. 1.21 Budova Social housing – Vous Êtes Ici Architectes



Zdroj <https://www.frameweb.com/article/social-housing-by-vous-etes-ici-architectes>

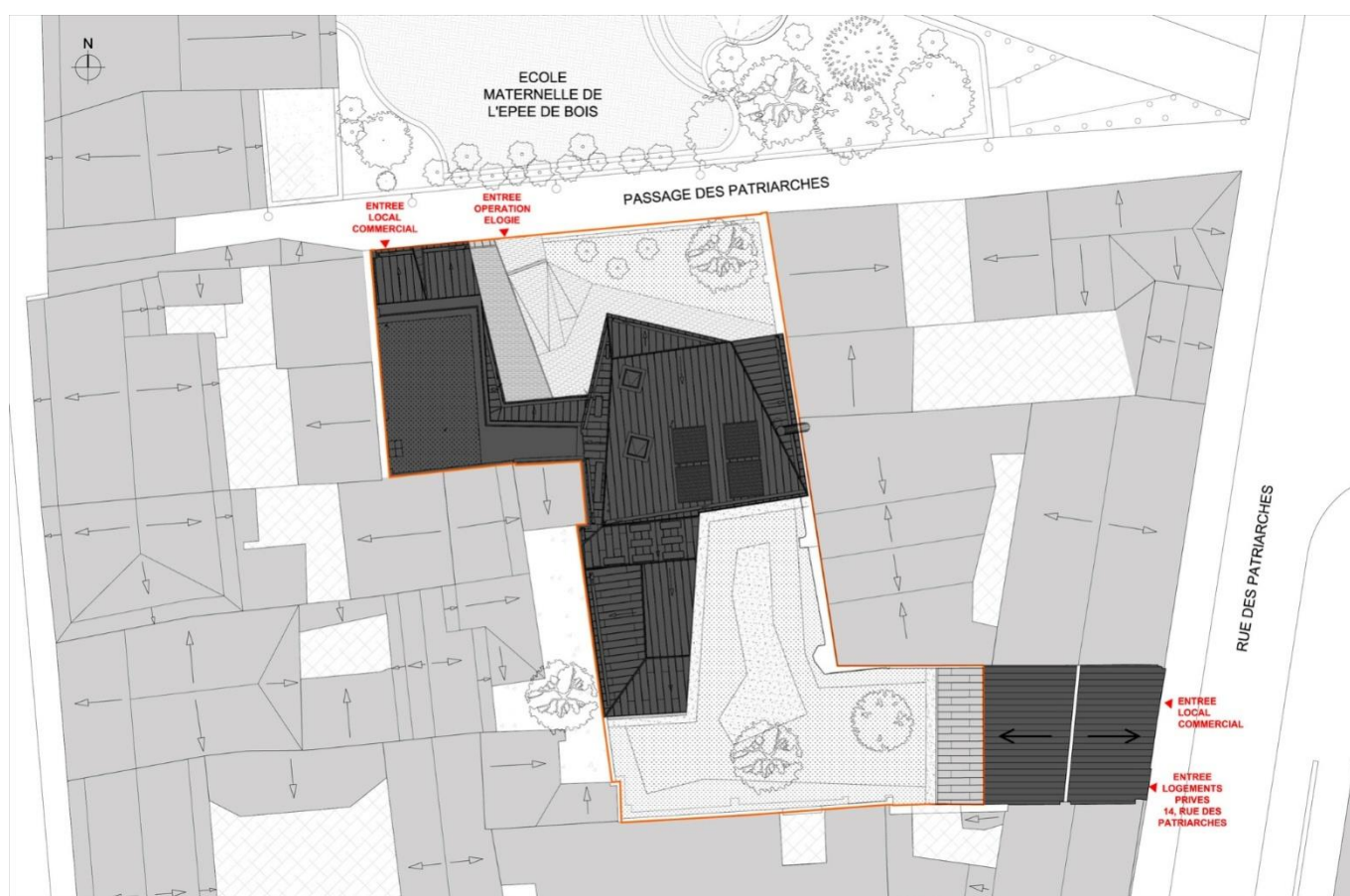
1.3.1 Lokalita a urbanizmus priestoru

Projekt Social Housing od Vous Êtes Ici Architectes je situovaný v jednej z najstarších a najživších štvrtí Paríža – Latinskej štvrti na ulici Rue Mouffetard. Štvrť je známa veľkou hustotou menších stavieb, množstvom malých obchodov, reštaurácií a barov. Táto ulica je turisticky veľmi atraktívna aj v noci.

Daný priestor je veľmi členitý s hustou zástavbou, rôznym tvarom budov a ich striech. Cieľom ateliéru bolo v prehustenom priestore mestského bloku navrhnuť typ sociálneho bývania, ktorý nenaruší urbanizmus daného preplneného priestoru štvrte.

Na sever od Social Housing je situovaná materská škôlka s detským ihriskom, kde je rovnako umiestený jeden z dvoch vstupov k budove. Druhý vstup sa nachádza na východnej strane pozemku. Zelené plochy v parku vznikli riešením za budovou a na pomedzí materskej škôlky a Social Housing.

Obr. 1.22 Situácia projektu Social Housing



Zdroj: https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3aaec07a809fab000056-social-housing-vous-etes-ici-architectes-floor-plan?next_project=no

1.3.2 Vzhľad a architektúra budovy

Voľba ateliéru žiarivej oranžovej pre okenné rámy a ostatné spoločné priestory Social Housing má pôvod v spojení s materskou škôlkou, kde miestne deti počas workshopu vyjadrili súhlas zvoleným farbám fasády a spoločných priestorov z pohľadu materskej škôlky.

Zatiaľ čo niektoré steny budovy sú pokryté drevenými doskami, iné sú pokryté vopred zvetraným zinkom. Na úrovni terénu sú tiež steny z tmavého muriva, ktoré vymedzujú vstupy.

Jednou zo zaujímavých nezrovnalostí je starý múr na opačnej strane budovy. Architekti toto riešenie obhájili slovami, že táto stena je „archeologický artefakt“, a nemožno meniť jej vizuálnu stránku. Ďalšou miestnou nezrovnalosťou je starý múr, ktorý bol zakomponovaný do budovy. Je to jedna z mnohých záhad typických pre staré mestské oblasti v Paríži.

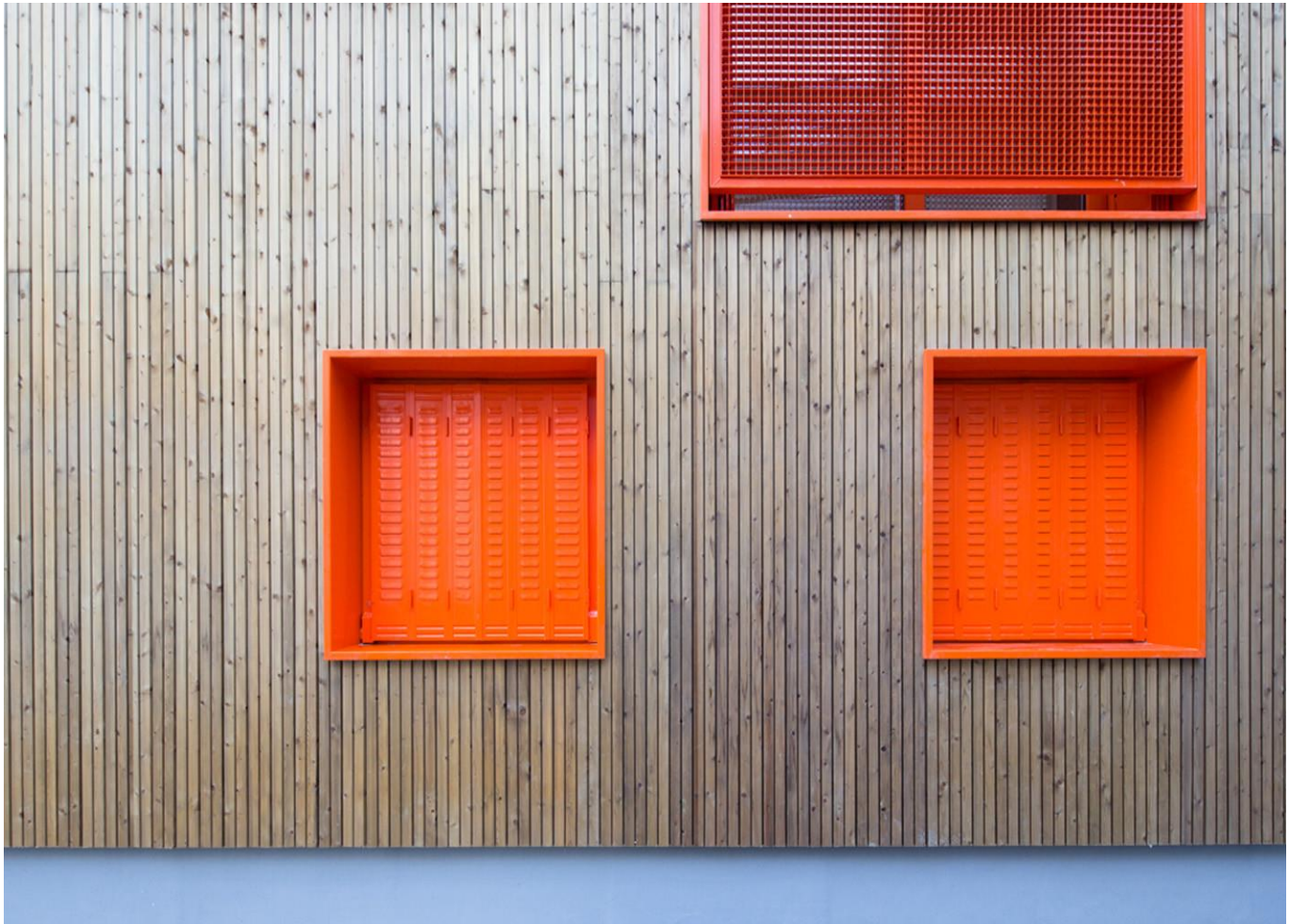
Obr. 1.23 Pohľad na budovu zo strany materskej škôlky



Poznámka: Primárnym cieľom bolo umožnenie vstupu slnečného svetla pre detské ihrisko a materskú školu za SocialHousing.

Zdroj: https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3aaec07a809fab000056-social-housing-vous-etes-ici-architectes-floor-plan?next_project=no

Obr. 1.24 Fasáda



Poznámka: Kontrastné riešenie drevenej fasády so žiarivo oranžovou farbou okien.

Zdroj: https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3a73c07a809fab000054-social-housing-vous-etes-ici-architectes-photo?next_project=no

1.3.3 Konštrukčné a architektonické riešenie

Budova je riešená ako šesťpodlažná s vytvorením jedenástich jednotiek sociálneho bývania. Pozemok bol pred zastavaním Social Housing obývaný nízkopodlažným skladom.

Konštrukcia je jedinečný objem, ktorý pôsobí ako vydlabaný. Priehlbiny vytvárajú určitý priebeh. Konštrukčným riešením vznikajú zaujímavé priestory, v ktorých sú navrhnuté rôzne typológie a dispozície pre jednotlivé byty.

Primárna betónová konštrukcia podporuje drevené rámové steny fasád. Kapotáž je z vyzretého zinku a dreveného skeletu. Grafické logá, zdobiace dvere, slúžia k nasmerovaniu obyvateľov do skladov bicyklov a smetných košov.

Obr. 1.25 Pôvodný nízkopodlažný sklad



Zdroj: https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3ab2c07a80d9e3000065-social-housing-vous-etes-ici-architectes-photo?next_project=no

Obr. 1.26 Social housing



Zdroj: https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3aaec07a809fab000056-social-housing-vous-etes-ici-architectes-floor-plan?next_project=no

Obr. 1.27 Vnútorne priestory – dispozícia bytu



Poznámka: Priebeh dutín bytu vytvára jedinečný typologický priestor bytov.

Zdroj: https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3afdc07a8091a0000083-social-housing-vous-etes-ici-architectes-photo?next_project=no

Obr. 1.28 Vnútorne priestory – grafické značenia



Poznámka: Značenia vo farbách budovy určujú obyvateľom využitie daného priestoru.

Zdroj: https://static.dezeen.com/uploads/2014/04/Paris-Housing-by-Vous-Etes-Ici_dezeen_15.jpg

1.3.4 Ekológia a kvalita životného prostredia

Ekológia a potreba dbať na zlepšenie zdravia životného prostredia a človeka je jedným zo základných cieľov súčasnej architektúry.

Budova je kompaktná, drevená konštrukcia je dobre izolovaná. So solárnymi panelmi je budova závislá len na slnečnej energii. Oknami s dvojitým zasklením, vysadenou zelenou terasou a lodžiami s južnou expozíciou budova plnohodnotne spĺňa a rešpektuje požiadavky parížskeho klimatického plánu znižovať ekologický dopad na budovy. Budova sa plne sústreďuje na efektívne riešenie problému životného prostredia.

Obr. 1.29 Lodžie riešené na južnú stranu



Poznámka: Toto riešenie dovoľuje jednotlivým apartmánom vytážiť najväčšie množstvo slnečného tepla počas dňa.

Zdroj: https://static.dezeen.com/uploads/2014/04/Paris-Housing-by-Vous-Etes-lci_dezeen_11.jpg

1.4 City Life Miláno

Typ stavby: Bytový komerčný a biznis komplex
Autor stavby: Zaha Hadid, Arata Isozaki, Daniel Libeskind
Miesto stavby: Miláno, Taliansko
Rok výstavby: 2013

City Life je obytná, komerčná a obchodná štvrť, ktorá sa nachádza kúsok od starého centra mesta Miláno v Taliansku. Jej rozloha je 36,6 hektára a samotný projekt navrhli slávni architekti ako Zaha Hadid, Arata Isozaki a Daniel Libeskind.

Obr. 1.30 Komplex City Life dnes



Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/CityLife_%28Milan%29_-_artist%27s_impression_2.jpg

City Life je nový projekt mestskej prestavby v historickej milánskej štvrti „Fiera Campionaria“, ktorý vznikol po presune výstavniska do nového uzla „Fiera Milano“ v Rho-Però. Projekt je pre mesto veľkou ekonomickou príležitosťou a ponúka prácu viac ako tisíc ľuďom, stal sa domovom významných talianskych a medzinárodných spoločností, a zároveň špekulatívnou výhodou pre trh luxusných nehnuteľností.

Presun Fiera di Milano - obrovského komplexu veľtržných pavilónov na okraj mesta v roku 2005 uvoľnil 90-akrový trakt s transformačným potenciálom, vzdialený len 3 kilometre od slávneho dómu, čo prinieslo mestu úžitok odstránením dopravných problémov spôsobených veľkými uďalosťami a uvoľnením veľmi hodnotnej oblasti. Medzinárodné výberové konanie na prestavbu starej oblasti Fiera, zamerané na vytvorenie bezprecedentnej úrovne prepojenia s okolitým mestským kontextom, bolo ukončené v roku 2004. Projekt City Life zvíťazil v súťaži kvôli vysokej úrovni architektonickej a environmentálnej kvality, ktorý ponúkol. 20 výstavných hál s celkovým objemom asi 250 0000 m³ bolo zbúraných a v rokoch 2007 a 2008 boli predmetom sanácie. Vynaložilo sa starostlivé úsilie na ochranu a obnovu zásob stromov v tejto oblasti, z ktorých bolo 120 zachránených a premiestnených do verejných parkov nad Milánom.

Pred desiatimi rokmi získali dve veľké poisťovacie spoločnosti, Generali a Allianz (ktoré založili developerskú spoločnosť nazývanú tiež City Life), právo na rozvoj stránky v súťaži, a to čiastočne vďaka územnému plánu newyorského štúdia Daniela Libeskinda, londýnskej Zahy Hadid architekta a tokijskej spoločnosti Arata Isozaki & Associates. Tento plán premenil väčšinu územia na zakrivené pásy trávnik, ktoré sa striedajú s lesom (42 akrov verejného), so skupinami obchodných a obytných štruktúr plávajúcich ako „súostrovia“ uprostred zelene, ako to nedávno uviedol Daniel Libeskind.

Obr. 1.31 Areál Fieradi Milano



Zdroj: https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/104/1963_veduta.jpg

Oblasť City Life je veľmi veľká, má asi 255 000 metrov štvorcových a bola predmetom medzinárodného výberového konania, ktoré sa konalo v roku 2004. Po udelení ceny konzorciom vznikla spoločnosť City Life, ktorú teraz ovláda skupina Generali a vlastní Allianz. Tento komplex zahŕňa tri mrakodrapy, ktoré boli navrhnuté slávnymi architektmi: Zaha Hadid, Arata Isozaki a Daniel Libeskind, ako aj rôzne zariadenia všeobecného záujmu, a to verejný park, rezidencie, terciárny sektor a obchod.

Vežu „Il Dritto“ (rovná) navrhol architekt Isozaki. „Lo Storto“ (krivá) navrhla Zaha Hadid, jej súčasťou je aj nákupné centrum, ktoré by malo byť najväčšou obchodnou štvrťou v Európe. Posledná veža, „The Curvedone“ (zakrivená), bude hotová do konca roku 2020.



Zdroj: <https://i.pinimg.com/originals/db/f4/a7/dbf4a7bdff62727b631532841e989d54.jpg>

Najvyšším z mrakodrapov je Torre Isozaki, známy aj ako Il Dritto (rovný). Bol postavený v rokoch 2012 - 2015 podľa plánov japonského architekta Aratumi Isozakiho, podľa ktorého je aj pomenovaná. S výškou 207 metrov je druhou najvyššou budovou mesta. V budove sa nachádza 50 poschodí. Vrchol antény sa nachádza 247 metrov nad úrovňou ulice. Druhým najvyšším je mrakodrap Torre Hadid, známy aj ako Lo Storto (skrútený), ktorý bol navrhnutý iracko-britskou architektkou Zahou Hadid. Výstavba budovy sa začala v roku 2014 a mala by byť dokončená v roku 2016. Jej plánovaná výška je 175 metrov. V budove je 44 poschodí. Najnižšou z nich je budova Torre Libeskind, známa aj ako Il Curvo (zakrivený) od poľsko-amerického architekta Daniela Libeskinda. Začiatok výstavby bol naplánovaný na rok 2015 a dokončená mala byť v roku 2017. Jej výška je 160 metrov. V budove je 34 poschodí.

Absolútnym protagonistom tohto projektu je drevo a v skutočnosti práve aj vďaka tejto svojej charakteristike získal projekt cenu „Leed Platinum“, ktorá je ocenením udržateľných architektúr. Správa taktiež výslovne požiadala projektantov, aby do popredia postavili chodcov a umiestnili cesty a parkovacie miesta do podzemia. Táto mestská voľba tak umožnila založiť centrálné námestie vymedzené vežami a sériu trás, ktoré sa k nemu zbiehajú a vymedzujú obytné časti. Urbanistický plán má tendenciu predlžovať osi susediace s oblasťou, centralizovať tok na strednom póle, ktorý priťahuje všetky energie z rôznych smerov mesta a exploduje do rôznorodých aktivít. Celý blok City Life je peším blokom a je jedným z najväčších v Európe. Je to príklad futuristického systému podzemnej dopravy a parkovania, ktorý je v Taliansku jedinečný. Verejný park City Life je prvý park, ktorý sa v centre mesta realizuje od začiatku 19. storočia, a je tretím v centre mesta po parku Sempione a záhradách Porta Venezia.

Tento projekt celkovo zahŕňa výstavbu troch mrakodrapov s vyhradenými priestormi pre kancelárie, obchody, reštaurácie a služby. Luxusná rezidenčná oblasť pokrýva asi 164 000 m² a obsahuje asi 1 300 bytov (pre zhruba 4 500 ľudí). Okrem toho je viac než 50 % dostupnej plochy, 170 000 m², venovanej zeleným plochám. K dispozícii je tiež

podzemné parkovacie miesto pre zhruba 7 000 vozidiel. V nadväznosti na existujúcu sieť verejnej dopravy je oblasť City Life obsluhovaná novým rozšírením linky metra 5 s vyhradenou stanicou v centre Piazza Tre Torri. City Life je taktiež najväčšia oblasť bez automobilov v Miláne a jedna z najväčších v Európe. Autá sa môžu dostať do garáží a na parkoviská pozdĺž inovatívneho systému podzemných komunikácií. Oblasť križuje chodník pre chodcov z východu na západ. Od rezidencií do centra štvrť vedú široké cesty, kde nájdete obchody, bary a reštaurácie s výhľadom na park.

Obr. 1.33 Urbanistický plán CityLife

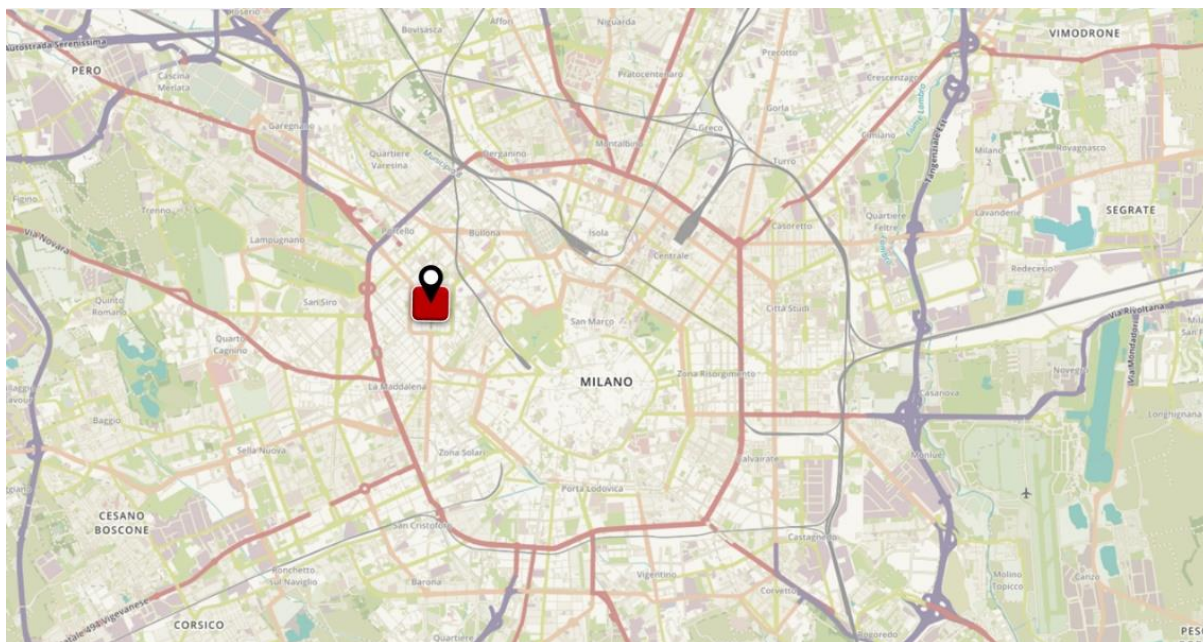


Zdroj: https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/102/Immagine.jpg

1.4.1 Lokalita

Komplex sa nachádza v jednej z najprestížnejších obytných štvrtí západného Milána (Fiera Campionaria), vo vzdialenosti zhruba 2,5 km od dómu. Je to historická a vysoko prestížna oblasť, ktorá je zároveň dobre obsluhovaná verejnou dopravou a tiež s ľahkým prístupom k diaľničnej sieti.

Obr. 1.34 Umiestnenie komplexu



Zdroj: https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/277/Mappa.png

1.4.2 Rezidencie

V City Life komplexe sa nachádzajú dve osobité rezidencie navrhnuté architektmi Zahou Hadid a Danielom Libeskindom. Súborny týchto dvoch architektov zdieľajú základnú DNA, a preto hrajú urbanisticky dobre. Hlboko modelované fasády a vrstvenie materiálov tvoria bohato štruktúrovanú uličnú stenu na južnom konci lokality, kde najkratšie budovy (päť a šesťposchodové) čelia nízko-podlažnej rezidenčnej štvrti. Byty na trinástom a štrnástom poschodí smerujú do interiéru budovy, kde sú dostatočne veľké na to, aby zapadli do kancelárskych veží.

Rezidencie na ulici Via Spinola, ktoré sa nachádzajú v juhozápadnej časti oblasti City Life, navrhol Daniel Libeskind. Rezidencie pozostávajú z piatich budov, ktoré ponúkajú širokú škálu možností, od jednodôžkových apartmánov až po strešné podkrovné domy s dvojitou výškou. Rezidencie na ulici Via Spinola sa nachádzajú v štýlovej štvrti Fiera Milano medzi námestím Piazza Giulio Cesare a Piazza Amendola. Z jednej strany majú výhľad na nový verejný park s panoramatickým výhľadom na Alpy a centrum mesta. Daniel Libeskind navrhol obytné súostrovie tak, aby čo najlepšie vyhovovalo potrebám moderného bývania: dizajn nanovo interpretuje klasický model obytného nádvorcia a vytvára kruhový vzor. Striedanie fasádnych materiálov a vertikálna orientácia vyrovnaní dáva budovám sochársky efekt. Systém balkónov vytvára pre každý byt vonkajšie priestory rôznych hĺbok.

Po obvode sú súkromné záhrady a prístupové cesty k budovám. Uprostred prírodnej krajiny s príjemnými oddychovými zónami je nádvorie postavené na kruhovom kopci, ktorý klesá postupne smerom k podzemnej ceste.



Zdroj: https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/54/044_CityLife_17_09_16.jpg

Rezidencie na ulici Via Senofonte, ktoré sa nachádzajú v juhovýchodnej časti oblasti City Life, navrhla Zaha Hadid. Pozostávajú zo siedmich budov, ktoré ponúkajú širokú škálu možností, od jednolôžkových apartmánov až po strešné podkrovné domy s dvojitou výškou. K rezidenciám na ulici Via Senofonte sa vstupuje cez priestrané lobby s výraznými architektonickými prvkami, ako sú veľké okná s výhľadom na park. Detaily a rafinovanosť dizajnu dávajú vchodom vysokú úroveň prestíže. Nábytok, ktorý navrhla Zaha Hadid, je harmonicky integrovaný do priestorov svojimi mäkkými a zahalujúcimi líniami. Rezidencie poskytujú svojim obyvateľom každodenný zážitok z veľkej krásy, plynulosti a ľahkosti. Rezidencie na ulici Via Senofonte sledujú vlnitý priebeh striech a balkónov a vytvárajú veľmi dynamický a elegantný efekt, ktorý odráža krajinu nižšie. Záhrady nadväzujú na plynulé línie budov a sú posúvané spevnenými cestami a trávnatými plochami s miernymi priehlbami, ktoré vytvárajú príjemné oddychové zóny. Nádvorcia ponúkajú tiché a bezpečné prostredie s úžasným výhľadom na mesto a park.

Fasádne materiály, vlákno-betónové panely a panely z prírodného dreva, zdôrazňujú objemový pohyb komplexu a zároveň dodávajú interiéru obytného dvora súkromnú a domácu kvalitu. Interiéry sa otvárajú na rozsiahle terasy. Všetky apartmány majú konštrukčné a technologické riešenia, ktoré je možné ľahko prispôsobiť individuálnym potrebám. Každý z domov sa líši od ostatných, pokiaľ ide o veľkosť, expozíciu a usporiadanie: od dvojizbových cez veľké rodinné byty a dvojpodlažné podkrovné domy.



Zdroj: https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/54/044_CityLife_17_09_16.jpg

1.4.3 City Life Park

Má rozlohu asi 170 000 m² a zahŕňa cyklistické a pešie chodníky. Ukončuje tiež skupinu parkov na severozápade Milána, Parco Sempione a park obchodnej štvrte Porta Nuova. Dizajn krajiny odráža rozmanitosť lombardského prostredia a znovu vytvára výškové rozdiely medzi horami a rovinou, čo sú dva najvýraznejšie rysy regiónu. 1 500 nových stromov poskytuje kontinuitu s rozmanitosťou a biodiverzitou oblasti. Je to obrovský zelený priestor, kde sa môžete prechádzať, hrať a znovu sa spojiť s prírodou.

Je tvorený radom ostrovov súkromného priestoru a väčších verejných pozemkov vymedzených sieťou zákrutových trás. Park zdobí veľká paleta 2 500 stromov. S cieľom tlmieť súkromné záhrady a obohatiť scénoграфию pri prechádzaní parkom sú navrhnuté zemné modulácie. Tieto sú zadržované malými opornými stenami, ktoré vytvárajú možnosti sedenia. Zachytávanie vody sa vykonáva priepustným materiálom cesty a zhromažďuje sa v strednej vodnej oblasti.

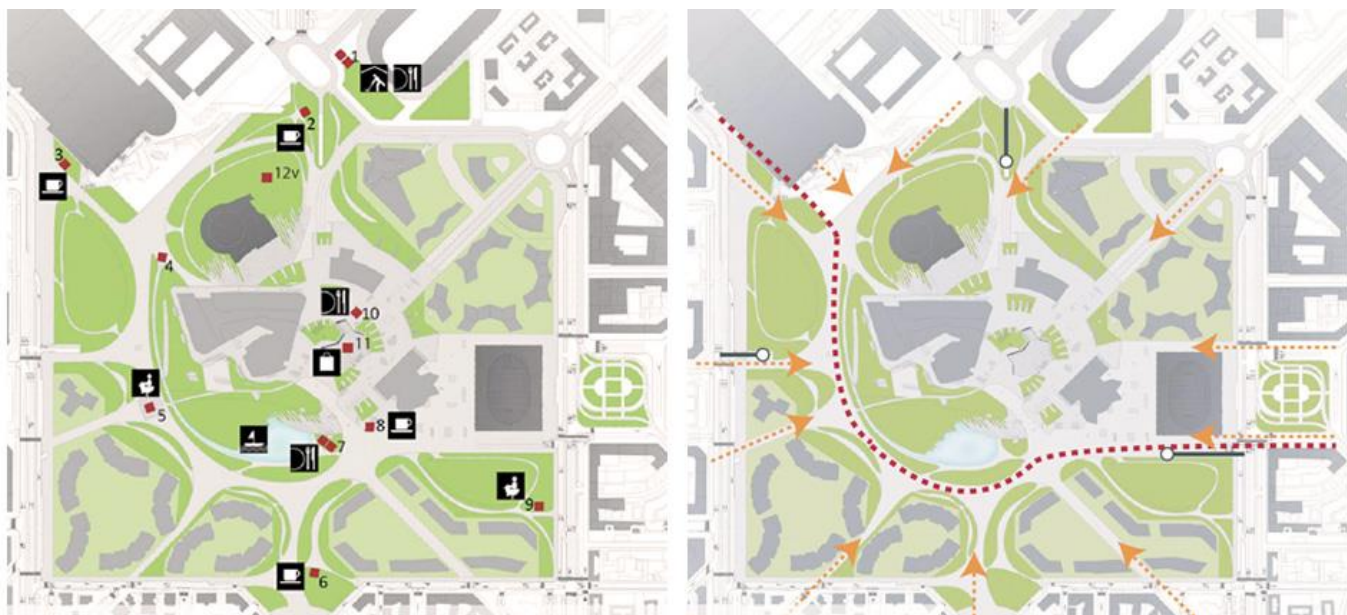
Každý prvok prispieva k realizácii tohto nového ekologicky udržateľného parku 21. storočia a umiestňuje City Life do centra mesta a jeho okolia. Základná rovina je formovaná do atraktívneho a pozoruhodného topografického zážitku, ktorý nielen spája jednotlivé priestory, ale aj rámuje oblasti parku a vytvára priestory s jedinečnými postavami a rozmanitými výhľadmi. Návrh je podporený uvažovanými voľbami rastlín a radom priestorových mierok, programov a atmosféry. 2 000 nových stromov zaručuje biodiverzitu a konzistenciu s existujúcimi odrodami.

Obr. 1.37 City Life park vodná oblasť



Zdroj: <http://www.girot.ch/wp-content/uploads/2012/11/City-Life-Milan-01.jpg>

Obr. 1.38 City Life park vstupy



Zdroj: <http://www.girot.ch/wp-content/uploads/2012/11/City-Life-Milan-04.jpg>

1.5 The Iceberg

Typ stavby: Rezidenčný apartmánový komplex
Autor stavby: CEBRA, JDS, Louis PaillardArchitects, SeARCH
Miesto stavby: Aarhus, Dánsko
Rok výstavby: 2008–2013

Architektúra 21. storočia nemá presne udané formy. Architekti, ktorí tvoria v tomto štýle využívajú rôzne štýly, od postmodernizmu a high-tech architektúry, až po koncepčné a výrazné štýly, miestami pripomínajúce sochárstvo. Všetky tieto štýly spolu zdieľajú postup práce stavby, kde sa používa moderná technológia a moderné stavebné materiály, ako napr. „trubicová štruktúra“, ktorá umožňuje budovám aby boli silnejšie, vyššie a ľahšie ako tie, ktoré boli postavené v 20. storočí. Používa sa taktiež aj technika spracovania a vytvárania stavby v 3-dimenzionálnom počítačovom programe, ktorá urýchľuje a spresňuje náčrt stavby a následný presun k jej realizácii.

Väčšina týchto stavieb má za účel byť čo najviac zaregistrovatelná pre ľudské oko a čo najviac ohromiť. Najviac preferované materiály sú sklo, mramor, drevo, tehla, kov a hliník. Charakteristické pre tieto budovy sú okrúhle alebo aj štvorcové tvary, výsledkom je zväčšenie priestoru a zaujímavý dizajn.

Jednou z takýchto stavieb je aj Iceberg v Dánskom meste Aarhus.

Obr. 1.39 Pohľad na budovu



Zdroj <https://www.archdaily.com/483415/the-iceberg-cebra-jds-search-louis-paillard-architects/5317fe57c07a802c270000c9-the-iceberg-cebra-jds-search-louis-paillard-architects-photo>

Keď začujeme slovo „ľadovec“ na myseľ sa prvýkrát objaví Titanic. Tieto nebezpečnejšie, ale krásne ľadovce, ktoré vidíme na obrázku sa nezúčastnili žiadnych výrazných incidentov. Dizajnéri však dúfajú, že napravia toto nedorozumenie. Architekt Julien de Smedt a CEBRA v spolupráci s Louisom Paillardom a SeArch zrealizovali svoj sen a v roku 2013 sa im podarilo postaviť skutočnú ľadovcovú budovu. Táto architektonická budova je postavená v Aarhuse, druhom najväčšom meste Dánska.

Inšpirácia pre Iceberg pochádzala predovšetkým z mimoriadnej polohy lokality s nádherným výhľadom na záliv Aarhus. Zdanlivo jednoduchou úlohou teda bolo maximalizovať výhľady a slnečné svetlo pre každý byt a súčasne rešpektovať vnútrozemský mestský kontext.

1.5.1 Architektúra

Budova obsahuje viac ako 200 bytov, kancelárií, ako aj veľké množstvo obchodov, spoločenských, kultúrnych a zábavných centier. Iceberg prispieva k transformácii bývalého kontajnerového prístavu v Aarhuse na živú novú štvrť, ktorá je domovom pre 7 000 obyvateľov a poskytuje 12 000 pracovných miest. Výnimočnosť budovy spočíva v tom, že jej tvar zahŕňa „pahorky“ aj „žľaby“. A to nielen pre krásu, ale aj pre zabezpečenie potrebného prirodzeného osvetlenia interiéru. V noci tak budova vďaka takým neobvyklým uhlovým tvarom vyzerá fantasticky.

Obr. 1.40 Architektúra budovy



Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Isbjerg#/media/File:Isbjerg_2_2014-09-23.jpg

Ľadovec je vyskladaný ako štyri krídla v tvare písmena L, kde sa medzi nimi otvárajú pouličné priestory smerom k vode. S cieľom získať optimálne podmienky denného svetla a výhľad na záliv pre čo najväčší počet apartmánov je objem budovy prerušený „zubatými“ líniami. Strechy sa dvíhajú a padajú do vrcholov a dolín, ktoré vytvárajú vizuálne

pasáže naprieč jednotlivými zväzkami - ako plávajúce ľadové kry, ktoré neustále lámu pohľad človeka. Výhľad si tak môžu vychutnať aj obyvatelia zadného krídla. Princíp rozdelenia každej budovy na vrcholy a údolia prispieva k prispôsobeniu mierky budov okoliu a vnútorným priestorom. Namiesto toho, aby bol komplex považovaný za blok obracajúci sa dovnútra, bol vnímaný ako otvorená štruktúra, ktorá vytvára viac architektonickej príťažlivosti.

Obr. 1.41 Model budovy

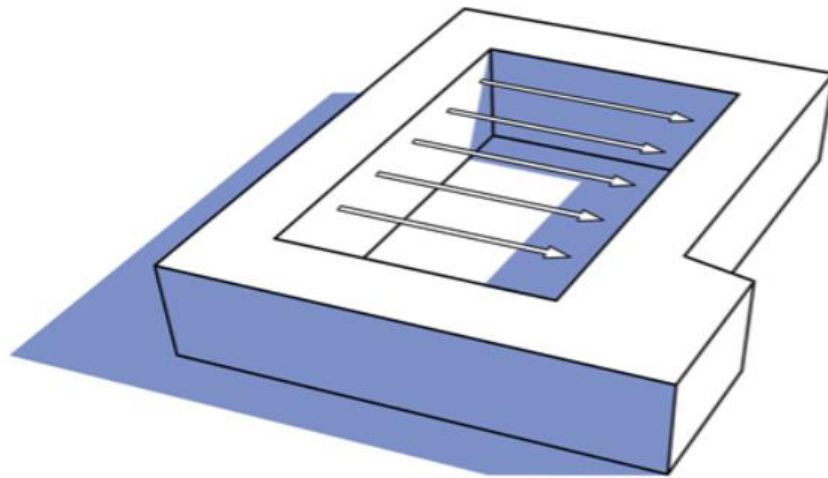


Zdroj: https://images.adsttc.com/media/images/5317/ffd6/c07a/8068/8c00/00bc/slideshow/Model_02.jpg?1394081723

Rôzne objemy budov umožňujú v komplexe usporiadať širokú škálu rôznych typov bytov - od dvojpodlažných „mestských domov“ a cenovo dostupných menších apartmánov až po exkluzívne strešné domy vo vrchole ľadovca. Rozmanitosť rezidií s rôznymi balkónmi, tvarmi a zameraním, ako aj kombinácia bytov obývaných vlastníckmi a prenajatých bytov, majú za cieľ vytvorenie sociálne rozmanitého mestského prostredia, ktoré vytvára živú miestnu komunitu. Z komplexu budov sa namiesto obyčajnej série bývania stáva štvrť blokov.

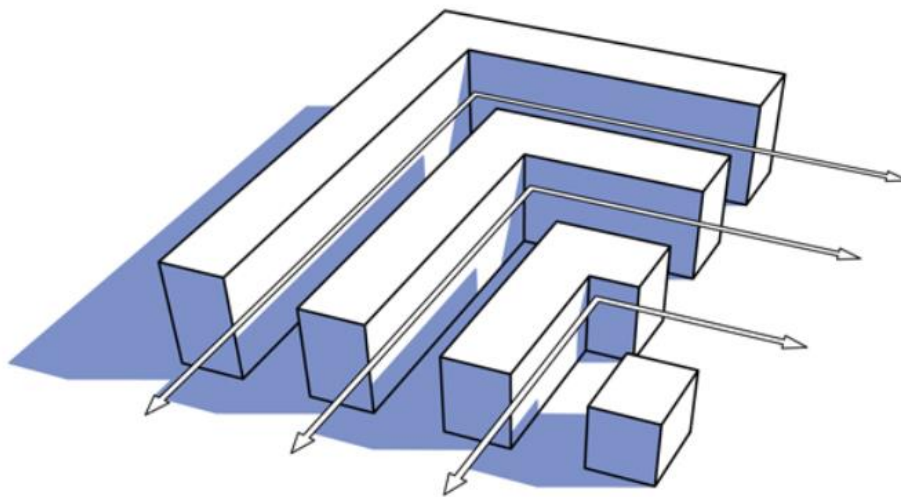
Budovy sú vysoké až desať poschodí, ale líšia sa výškou, pričom najnižšia budova je najbližšie k nábrežiu a najvyššia ďalej dozadu. Komplex je tvarovo aj farebne navrhnutý a modelovaný podľa vznášajúcich sa ľadovcov v severnom Atlantiku. Budovy sú rozdelené na samostatné celky a krížom krážom rozdelené na menšie celky so strmými krivými strechami, aby všetci obyvatelia mali ideálny výhľad na more. Budovy vizuálne vykazujú ostré trojuholníkové hrany a pohyblivé nepravidelné fasády.

Obr. 1.42 Formovanie tvaru budovy



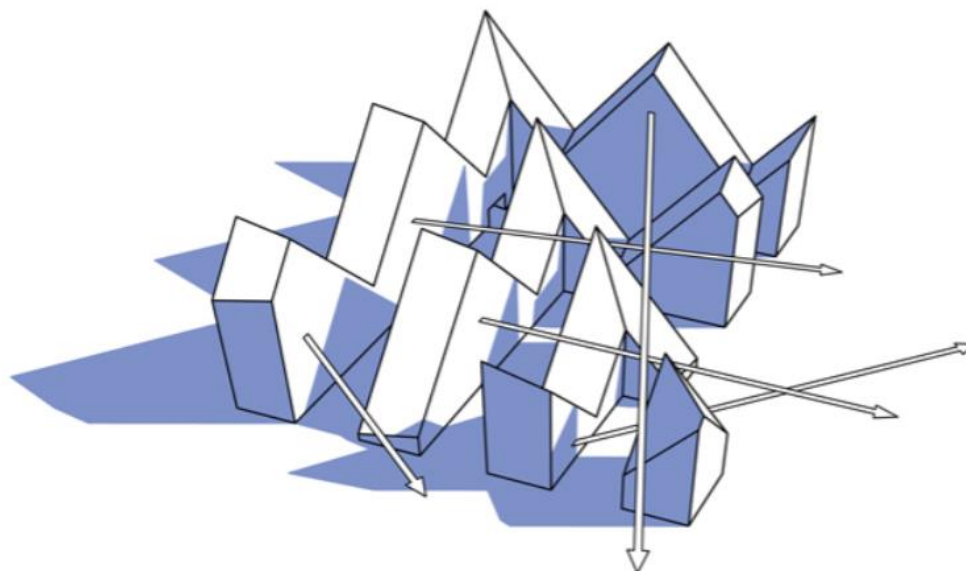
Zdroj: <https://cebraarchitecture.dk/project/the-iceberg/iceberg-dwellings#lg=1&slide=26>

Obr. 1.43 Formovanie tvaru budovy



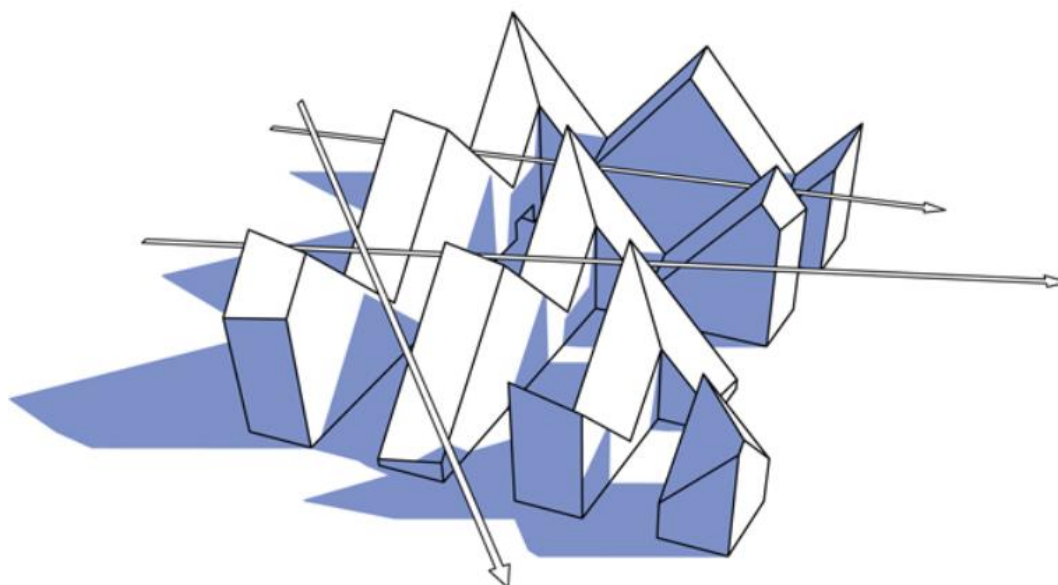
Zdroj: <https://cebraarchitecture.dk/project/the-iceberg/iceberg-dwellings#lg=1&slide=26>

Obr. 1.44 Formovanie tvaru budovy



Zdroj: <https://cebraarchitecture.dk/project/the-iceberg/iceberg-dwellings#lg=1&slide=26>

Obr. 1.45 Formovanie tvaru budovy



Zdroj: <https://cebraarchitecture.dk/project/the-iceberg/iceberg-dwellings#lg=1&slide=26>

1.5.2 Lokalita

V strede východného pobrežia Dánska sa na brehu rovnomennej zátoky v Kattegatskom mori nachádza Aarhus, druhé najväčšie mesto krajiny, ktoré je domovom pre 270 tisíc obyvateľov.

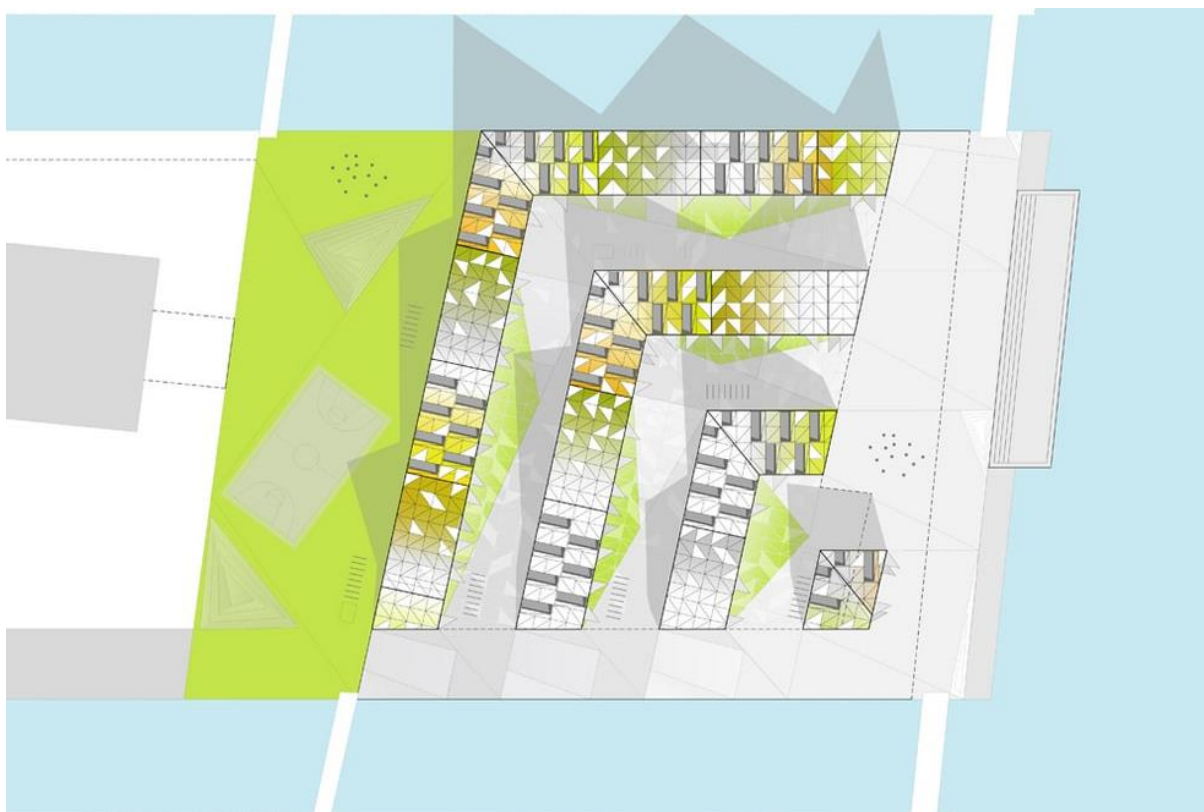
Pobrežie mesta je lemované peknými piesočnými plážami a v okolitých zalesnených kopcoch sa nachádza hned' dvojica verejných morských kúpeľov. Aarhus je oblasťou zaslúbenou priaznivcom aktívneho trávenia voľného času, ktorým nahráva jeho celoročná mierna klíma. Oblúbené sú vodné športy, ale aj pešia turistika alebo cyklistika - trebárs na 19 kilometrov dlhej cestičke Brabrandstien, lemujúcej jazero Brabrand.

Dominantou mesta je krásna gotická katedrála, ktorej história siaha až do 13. storočia. So svojimi 93, respektíve 96 metrami, je najdlhším a najvyšším kostolom v Dánsku s nádhernými freskami zo 14. - 16. storočia. Jednou z najväčších atrakcií Aarhusu je Staré mesto Den Gamle By. Múzeum pod holým nebom z roku 1914 je najstarším svojho druhu na svete a návštevníci si tu môžu prezrieť cez 75 budov z 20 rôznych miest naprieč Dánskom. Sú medzi nimi škola, divadlo, pošta alebo obchod z doby od roku 1550 do konca 19. storočia.

Ned'aleko odtiaľ stoja pekné tropické a subtropické skleníky botanických záhrad z roku 1875 s exotickými stromami a rastlinami aj expozíciou venovanou pôvodnej dánskej flóre. V peknom parku je zasadená tiež funkcionalistická mestská radnica so 60 metrovou vežou z roku 1941.

Komplex sa nachádza na vynikajúcom mieste na okraji najvzdialenejšieho prístavu v novej štvrti Aarhusu „De Bynære Havnearealer“. Rovnako ako mnoho iných priečelí priemyselných prístavov, aj bývalý kontajnerový prístav v Aarhusu sa mení na novú dynamickú štvrť.

Obr. 1.46 Situácia objektu 2D



Zdroj: <https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=35>



Zdroj: <https://static.designboom.com/wp-content/uploads/2012/12/isbjerget18.jpg>

1.5.3 Konštrukcia a fasáda

Budovy sú pokryté bielym terazzom a majú balkóny z modrého skla, pokryté jednou, dvoma alebo tromi vrstvami fólie prepúšťajúcej svetlo. Balkóny majú stupňovitú šikmú orientáciu a smerom nahor sa postupne menia z tmavej na svetlomodrú.

Strechy sú snehovo biele a bez viditeľných žľabov alebo previsov. Namiesto toho, budova disponuje dlhými a neprerušenými hliníkovými strechami, ktoré vytvárajú homogénne biele povrchy. Povrch je veľmi odolný voči poveternostným vplyvom a dokonca má schopnosť čistiť vzduch tak, ako to robia stromy.

Fasády pozostávajú zo 685 rôznych betónových prvkov, ktoré sú dokončené tak, aby dosiahli špeciálny lesk a zároveň zodpovedali prostrediu vody a obrazom lesklého ľadovca.

Okná majú netradičný trojuholníkový tvar, ktorý dokonale ladí s tvarom budovy a pripomína tak kopec malých ľadovcov.

Obr. 1.48 Pohľad na farebnosť a orientáciu balkónov



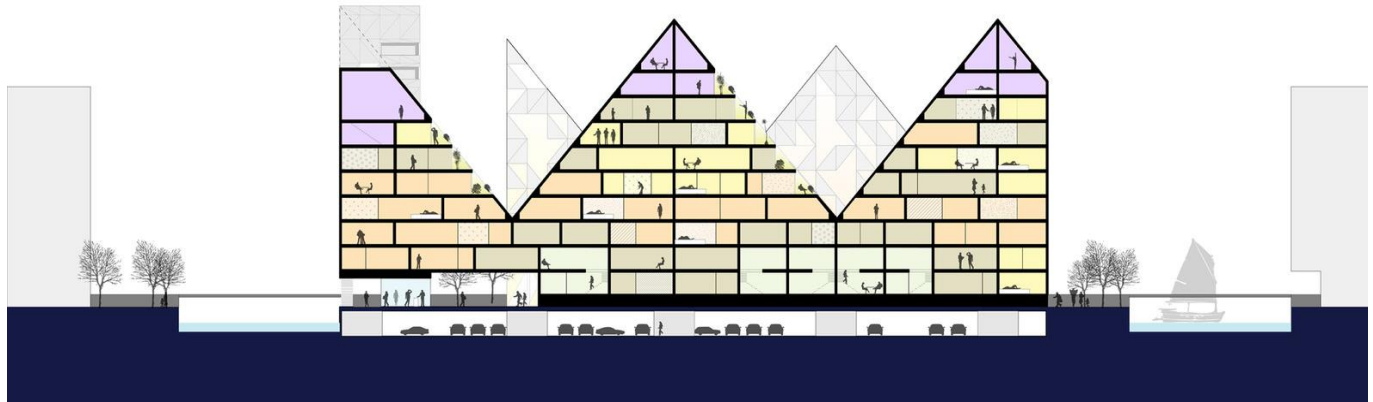
Zdroj: https://images.adsttc.com/media/images/5317/fee3/c07a/8068/8c00/00b7/slideshow/81_Mikkel_Frost_ICEBERG_STITCHED_cover_VM.jpg?1394081500

Obr. 1.49 Pohľad na strechu a fasádu budovy



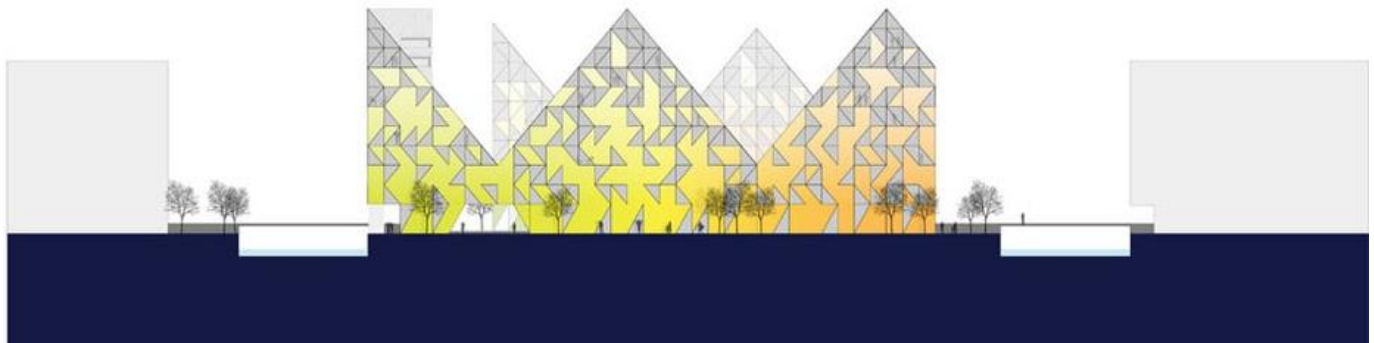
Zdroj: <https://inhabitat.com/jds-architects-iceberg-housing-mimics-jagged-floating-ice-in-denmark/iceberg-by-jds-architects-8-2/>

Obr. 1.50 Rez



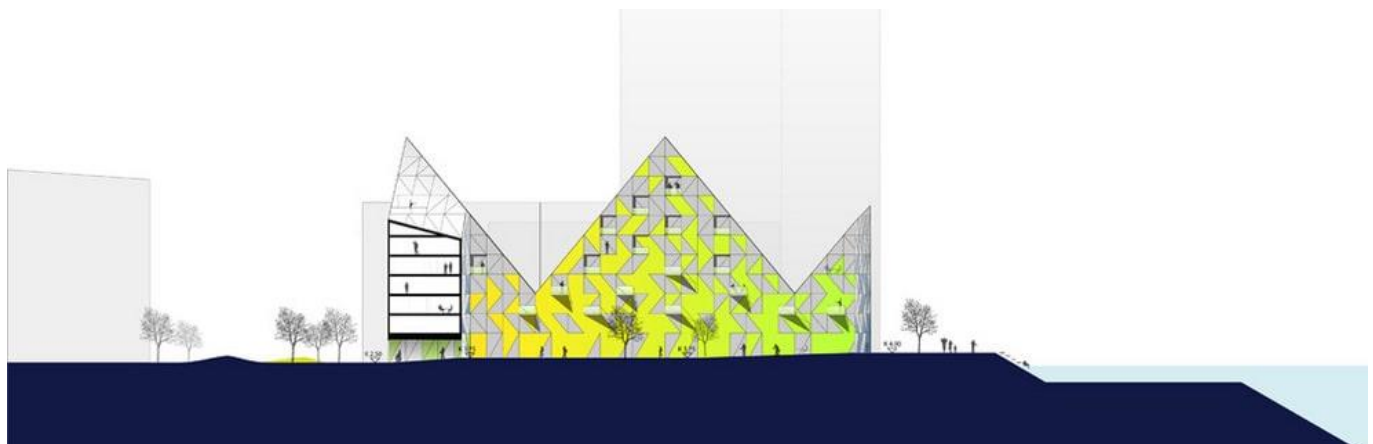
Zdroj: https://images.adsttc.com/media/images/5317/ff72/c07a/806c/d900/00ca/slideshow/Section_CC.jpg?1394081638

Obr. 1.51 Pohľad A



Zdroj: <https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=29>

Obr. 1.52 Pohľad B



Zdroj: <https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=30>

Obr. 1.53 Pohľad C



Zdroj: <https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=31>

Obr. 1.54 Pohľad D



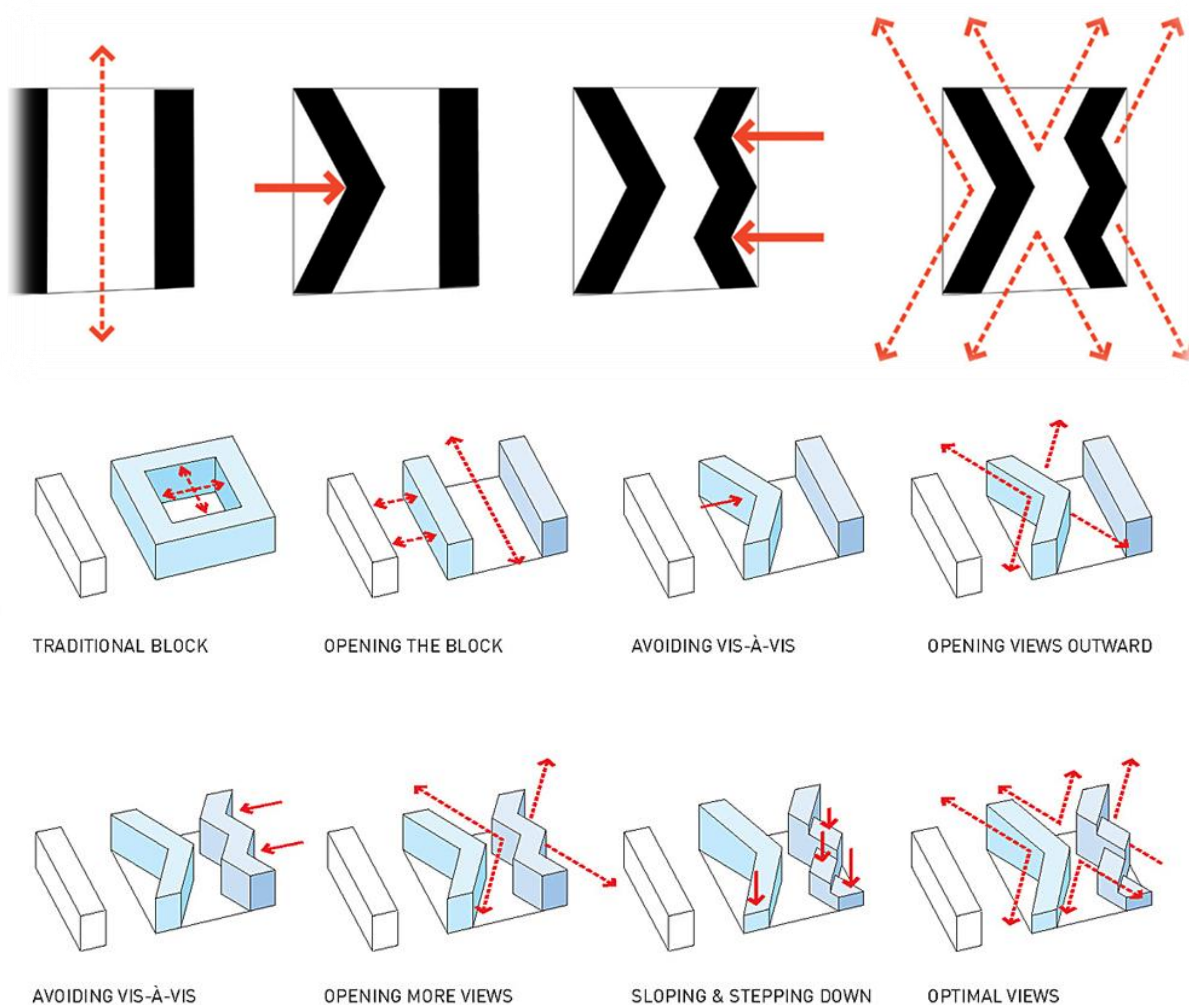
Zdroj: <https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=34>

1.6 VM Houses

Typ stavby: Bytový dom
Autor stavby: Bjarke Ingels Group (BIG)
Miesto stavby: Kodaň, Dánsko
Rok výstavby: 2004-2005

Obytný komplex známy ako VM Houses pozostáva z dvoch bytových domov, jeden s pôdorysným tvarom písmena „V“ a druhý s tvarom písmena „M“. Ide o prvý rezidenčný projekt v novej štvrti Kodane v Ørestadene. Táto štvrť je prepojená s centrom mesta novým systémom metra. Prostredníctvom série transformácií sa blok otvára, láme a otáča pre zabezpečenie maximálneho výhľadu na okolitú krajinu a predmestie, zároveň aby sa eliminoval vizuálny kontakt medzi blokmi. Jeden z najdôležitejších aspektov tohto projektu bývania je zameranie sa na vývoj rôznych typov bytov.

Obr. 1.55 Formovanie tvaru budov



Poznámka: Série transformácií

Zdroj: <https://www.archdaily.com/970/vm-houses-plot-big-jds>

Obvod blokov je jasne vymedzený jeho štyrmi rohmi, pričom vnútro je otvorené po jeho stranách. VM nadobudol tvar na základe počítačného vykreslenia najjednoduchšej konfigurácie štvorcového staveniska, ohraničeného dvoma kanálmi, jedným obdĺžnikom na každom konci bloku a medzi nimi priestorom na nádvorí. Bloky sú tvarované tak aby umožňovali denné svetlo, súkromie a výhľady. Vizualný kontakt so susediacim bytom sa eliminuje formovaním dosky, a to zatlačením v jej strede, čím sa vytvoria diagonálne pohľady na rozsiahle okolité polia. Budovy sú umiestnené navzájom tvárou v tvár a tým vytvárajú dojem, že ich ramená „M“ chcú objasť „V“. V komplexe sa nachádza asi 80 rôznych typov bytov, ktoré sú prispôsobiteľné individuálnym potrebám ich obyvateľov. Hlavným cieľom architektov bolo vytvoriť príjemné prostredie na bývanie. Aby ušetrili plochy okolo budov, rozhodli sa obytný dom „V“ vydvihnúť 5 metrov do výšky. Týmto vytvorili priepustný blok s čiastočne súkromným dvorom rezidencie. Prístup pre peších sa napája z ulice, smeruje pod domom až na nádvorie medzi týmito dvoma budovami. Vytvára tak priestorovú jednotu a zmysel pre komunitu. Na nádvorí sa tiež nachádza ihrisko pre materskú školu v spodnej časti domu „M“ a interaktívny vzdelávací priestor pod domom „V“. Objemy budov poskytujú optimálne vetranie, svetlo a výhľady pre všetky byty. Všetky apartmány majú priestor široký dvojnásobok výšky na sever a široký panoramatický výhľad na juh. Južná fasáda je charakterizovaná trojuholníkovými balkónmi, ktoré vytrčajú z budovy ako „ostne“. Projekt bývania VM využívajú aj nájomcovia udržateľného plánovania. Tvary budov V & M tiež pomáhajú so solárnou orientáciou budovy, čo umožňuje efektívny solárny zisk pre vykurovanie, priečne vetranie a chladenie. Systém ťažkej konštrukcie tiež pomáha minimalizovať tepelné straty.

V tomto projekte sa nanovo interpretuje a zdokonaľuje typológia Unite d 'Habitation of Le Corbusier; centrálné chodby sú krátke a prijímajú svetlo z oboch koncov. Ľudia majú prístup do bytov z centrálnej chodby, ktorá pretína objem budovy a otvára sa smerom k dennému svetlu a výhľadom na každý koniec. Chodby vytvárajú spojenie s výťahmi a schodiskami a fungujú ako miestna komunikácia, kde sa ľudia môžu stretnúť a deti sa môžu hrať. Centrálna chodba funguje ako verejný priestor.

Obr. 1.56 Situácia objektu



Zdroj: <https://en.wikiarquitectura.com/building/vm-house/>

Obr. 1.57 Situácia objektu



Zdroj: <https://www.slideshare.net/hamzaaaaaah/vm-house-40437364>

1.6.1 O projekte

Developer Per Høpfner sa zaujímal o vytvorenie rezidenčného bývania v Ørestadene. Rozhodol sa poveriť projektovaním domov VM architektonickú firmu PLOT. Architekti BIG + JDS = PLOT prišli so štúdiou odvážnych trojuholníkových balkónov, ktoré vyčnievali z fasády budovy. Pre pozorovateľa je to značný vizuálny šok. Ako poznamenal sám Per Høpfner „VM môže vyzerat' šialene“. Bytový dom tvaru M s 95 obytnými jednotkami bol dokončený v roku 2004 a dom v tvare V so 114 jednotkami bol dokončený v roku 2005. Jeden z architektov v tomto komplexe žil do roku 2008.

Obr. 1.58 Klinovité balkóny

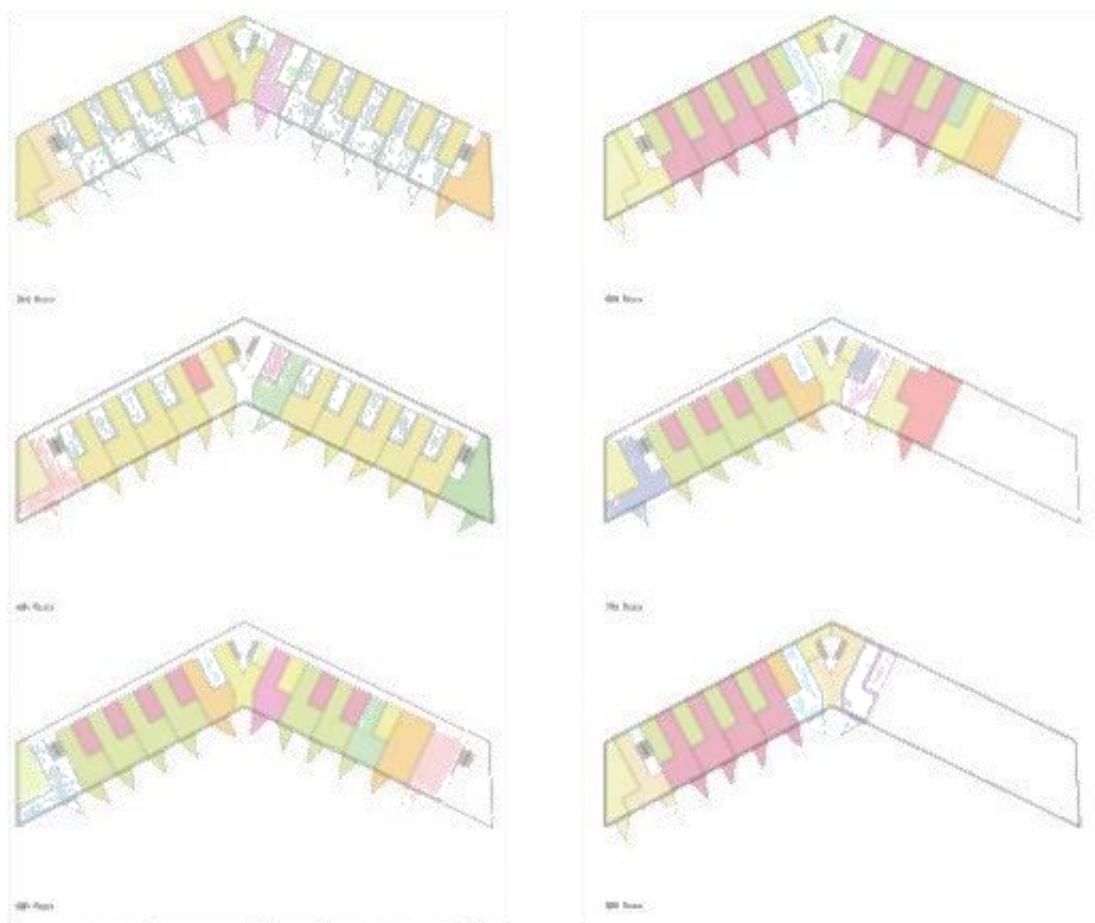


Zdroj: <https://arcspace.com/feature/vm-houses/>

1.6.2 Blok „V“

Dom V má k dispozícii 114 obytných jednotiek a pozostáva zo 40 rôznych oddelení. Má podlahovú plochu 12 500 metrov štvorcových. Pre južnú fasádu, ktorá je otočená do parku, je navrhnutý nový typ balkóna: klinovitá rovina, ktorá zabezpečuje minimálny tieň s maximálnym presahom. Za teplého letného popoludnia tvorí stena balkónov vertikálnu záhradnú komunitu, ktorá vytvára spojenie so susedmi vo vertikálnom okruhu 10 metrov. Všetky apartmány majú obytný priestor s orientáciou na sever a panoramatický výhľad na južnú stranu. Nepoužívajú sa priečky, každý apartmán pozostáva z 1 izby. Týmto spôsobom môže vlastník organizovať a meniť svoj priestor sám. Nachádzajú sa tu aj viacpodlažné apartmány. Prístup do apartmánov je z priestoru, ktorý spája vonkajšie schodisko, jedno z troch schodísk alebo výťahov, pričom jeden je umiestnený na každom konci. Prízemie je podoprené stĺpmi vysokými 5 metrov, čím je vytvorený priestor rozdelený na dva bloky, ktorý ponúka verejné priestory na odkladanie bicyklov a pod., tieto priestory sú uzamykateľné. Tvar tejto budovy zaisťuje, aby bolo nádvorie osvetlené ráno aj večer.

Obr. 1.59 Pôdorysy bloku „V“



Zdroj: <http://jdsa.eu/vm/>

Obr. 1.60 Trojuholníkové balkóny bloku „V“



Zdroj: <https://big.dk/#projects-vm>

1.6.3 Blok „M“

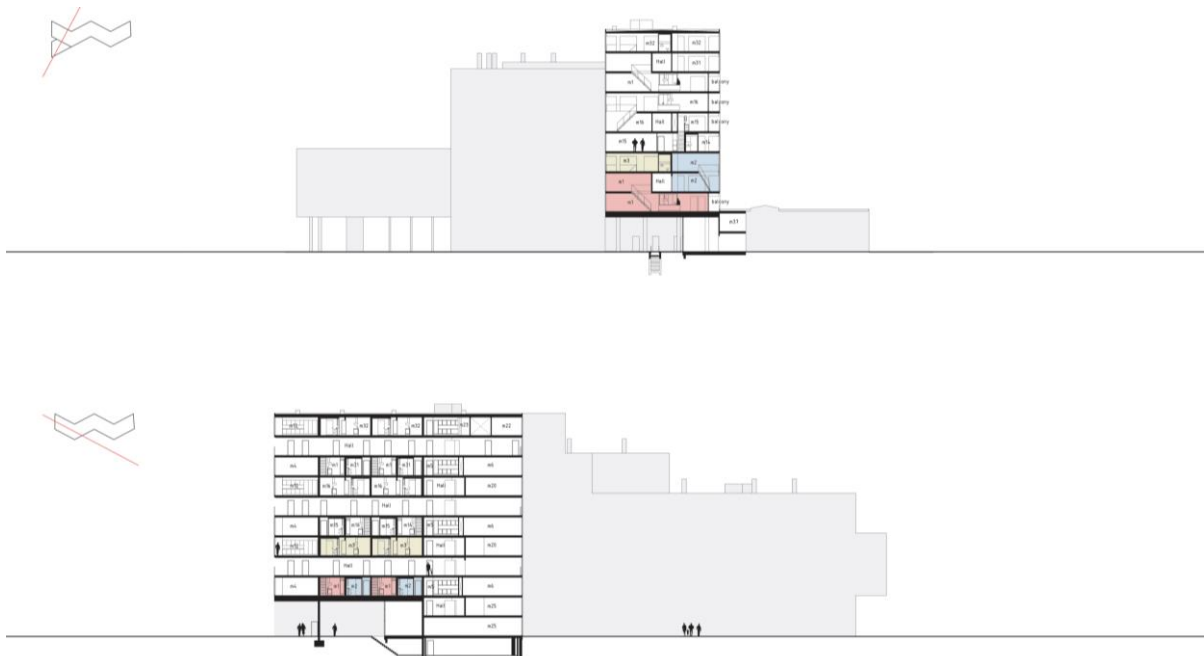
Logika diagonálnej dosky použitej v dome V je rozdelená na menšie časti pre dom M. Ten pozostáva z 95 bytových jednotiek a je rozdelený do 36 typov oddelení. Jednotlivé terasy sú umiestnené na južnej strane budovy. Prístup k oddeleniam je z centrálnej chodby prechádzajúcej cez objem budovy, ktorá je na každom konci otvorená pre osvetlenie prirodzeným svetlom. Tieto chodby vytvárajú spojenie s výťahmi a schodiskami a fungujú ako komunikačný priestor, kde sa môžu stretávať obyvatelia budovy. Po schodoch dole máte prístup na spoločnú terasu. Apartmány sa vyznačujú vzájomným pôsobením doplnkových izieb. Veľké otvorené miestnosti ako kuchyne alebo obývacie izby sa dajú rozložiť na menšie alebo podkrovné priestory, ktoré sú prirodzene osvetlené. Budova je zaujímavá hlavne priestormi bytu, pretože každý je iný, každý má inú výšku a šírku, a tak umožňuje obyvateľom pretvoriť si svoje bývanie podľa vlastných predstáv. Exteriér domu M House je obložený plávajúcimi panelmi z eloxovaného hliníka. Pri vstupe je veľká nástenná maľba developera Høpffnera. Budova s rozlohou 12 500 m² bola dokončená v roku 2004.

Obr. 1.61 Pôdorys bloku „M“



Zdroj: <http://jdsa.eu/vm/>

Obr. 1.62 Rez bloku „M“



Zdroj: <http://jdsa.eu/vm/>

1.6.4 Materiály

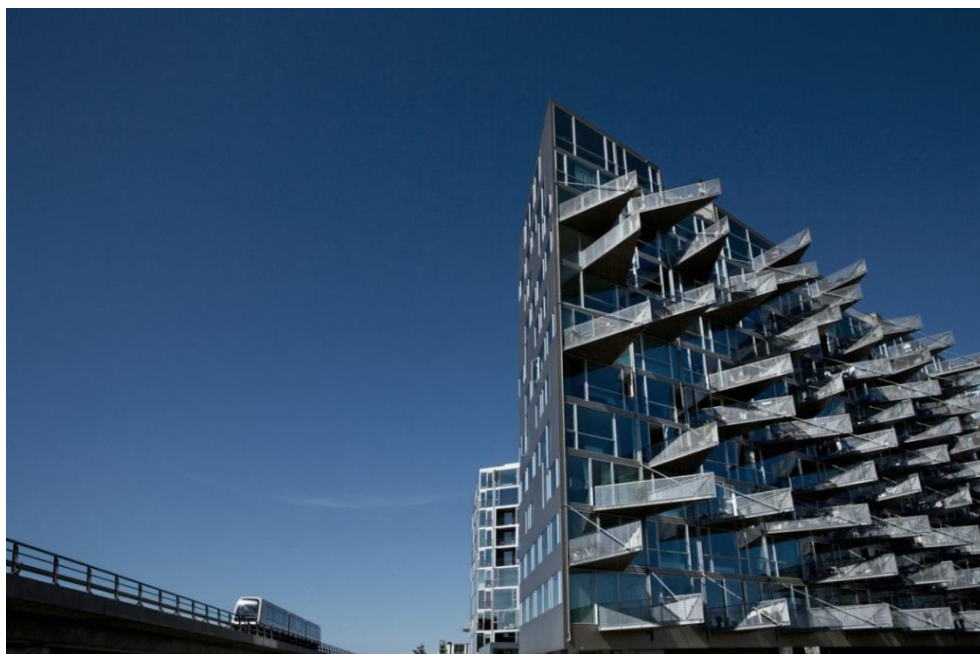
Budovy boli postavené z jednoduchých ale vynikajúcich materiálov s veľkými sklenenými fasádami s rámom z luxusného dreva, hliníka, ocele a betónu. Podlahy jednotlivých oddelení sú z masívneho dubu a na balkónoch bolo použité tvrdé tmavé drevo a oceľové mriežkové ochrany. Steny a stropy na niektorých miestach vychádzajú z bieleho betónu a všetky vnútorné schodiská a zábradlia sú natreté bielou oceľou. Všetky vonkajšie steny bytov sú sklenené. Steny vnútorných chodieb, ktoré umožňujú prístup do domov, boli vymaľované jasnými farbami, ako je pistáciová zelená, červená alebo oranžová, a na jednej strane dverí stála vertikálne fluorescencia. Vonkajšia strana domu je obložená panelmi M plávajúcimi z eloxovaného hliníka. Vstup na prízemie zdobí veľká nástenná maľba zo štandardných dlaždíc, ktorú venoval jeden z promotérov Per Hopfnerovi.

Obr. 1.63 Pohľad na bytový dom



Zdroj: <https://iremlandscape.wordpress.com/2012/03/04/vm-house-in-copenhagen/>

Obr. 1.64 Sklo v architektúre



Zdroj: <https://big.dk/projects-vm>

Obr. 1.65 Pohľad na budovy



Zdroj: https://www.archdaily.com/970/vm-houses-plot-big-jds?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user

Zoznam obrázkov

- Obr. 1.1 Pohľad na budovu
- Obr. 1.2 Situácia objektu 2D
- Obr. 1.3 Situácia objektu 3D
- Obr. 1.4 Osadenie stromov
- Obr. 1.5 Osadenie stromov
- Obr. 1.6 Zavlažovací systém
- Obr. 1.7 Výhody zelene
- Obr. 1.8 Premennivosť fasády
- Obr. 1.9 Rozmanitosť farieb zelene počas ročných období
- Obr. 1.10 Pohľad na nebeský most – terasa objektu
- Obr. 1.11 Pohľad na budovu
- Obr. 1.12 MehranKhosroo – architekt
- Obr. 1.13 Situácia
- Obr. 1.14 Proces tvorby hmoty
- Obr. 1.15 Hmota – vytvorenie dynamiky
- Obr. 1.16 Schéma prevádzky budovy
- Obr. 1.17 Materiálové riešenie fasády
- Obr. 1.18 Rez konštrukciou –vertikálne susedstvo
- Obr. 1.19 Rytmus okien a objemu
- Obr. 1.20 Schéma recyklácie vody
- Obr. 1.21 Budova Social housing – Vous Êtes Ici Architectes
- Obr. 1.22 Situácia projektu Social Housing
- Obr. 1.23 Pohľad na budovu zo strany materskej škôlky
- Obr. 1.24 Fasáda
- Obr. 1.25 Pôvodný nízkopodlažný sklad
- Obr. 1.26 Social housing
- Obr. 1.27 Vnútorne priestory – dispozícia bytu
- Obr. 1.28 Vnútorne priestory – grafické značenia
- Obr. 1.29 Lodžie riešené na južnú stranu
- Obr. 1.30 Komplex CityLife dnes
- Obr. 1.31 Areál Fieradi Milano
- Obr. 1.32 Mrakodrapy
- Obr. 1.33 Urbanistický plán CityLife
- Obr. 1.34 Umiestnenie komplexu
- Obr. 1.35 Rezidencia, Daniel Libeskind
- Obr. 1.36 Rezidencia, Zaha Hadid
- Obr. 1.37 City Life park vodná oblasť
- Obr. 1.38 City Life park vstupy
- Obr. 1.39 Pohľad na budovu
- Obr. 1.40 Architektúra budovy
- Obr. 1.41 Model budovy
- Obr. 1.42 Formovanie tvaru budovy
- Obr. 1.43 Formovanie tvaru budovy

- Obr. 1.44 Formovanie tvaru budovy
- Obr. 1.45 Formovanie tvaru budovy
- Obr. 1.46 Situácia objektu 2D
- Obr. 1.47 Situácia objektu 3D
- Obr. 1.48 Pohľad na farebnosť a orientáciu balkónov
- Obr. 1.49 Pohľad na strechu a fasádu budovy
- Obr. 1.50 Rez
- Obr. 1.51 Pohľad A
- Obr. 1.52 Pohľad B
- Obr. 1.53 Pohľad C
- Obr. 1.54 Pohľad D
- Obr. 1.55 Formovanie tvaru budov
- Obr. 1.56 Situácia objektu
- Obr. 1.57 Situácia objektu
- Obr. 1.58 Klinovité balkóny
- Obr. 1.59 Pôdorys bloku „V“
- Obr. 1.60 Trojuholníkové balkóny bloku „V“
- Obr. 1.61 Pôdorys bloku „M“
- Obr. 1.62 Rez bloku „M“
- Obr. 1.63 Pohľad na bytový dom
- Obr. 1.64 Sklo v architektúre
- Obr. 1.65 Pohľad na budovy

Zoznam literatúry

- <https://archello.com/project/bosco-verticale#stories>
- <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti/564e7d02e58ece4d730003a9-bosco-verticale-stefano-boeri-architetti-site-plan>
- <http://www.residenzeportanuova.com/it/residenze/bosco-verticale>
- <https://www.arup.com/projects/bosco-verticale>
- <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti/564e7c88e58ece4d730003a5-bosco-verticale-stefano-boeri-architetti-detail>
- [https://images.adsttc.com/media/images/564e/7c97/e58e/ce8c/4200/03ae/slideshow/detail_\(2\).jpg?1447984271](https://images.adsttc.com/media/images/564e/7c97/e58e/ce8c/4200/03ae/slideshow/detail_(2).jpg?1447984271)
- <https://www.arup.com/-/media/arup/images/projects/b/bosco-verticale/bosco-verticale-2000x11254.jpg?h=1125&w=2000&hash=83B82BAC48AF0C963CCD23321731203E>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Bosco_Verticale
- <https://architectures.iidipi.com/a182314/zaferaniye-garden-complex/>
- <http://www.caoi.ir/en/firm/1030-olgoo-architecture-office.html>
- <https://www.archdaily.com/883627/zaferaniye-garden-complex-olgooco>
- <https://www.frameweb.com/article/social-housing-by-vous-etes-ici-architectes>
- https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3aaec07a809fab000056-social-housing-vous-etes-ici-architectes-floor-plan?next_project=no
- https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3a73c07a809fab000054-social-housing-vous-etes-ici-architectes-photo?next_project=no
- https://www.archdaily.com/493368/social-housing-vous-etes-ici-architectes/533e3afdc07a8091a0000083-social-housing-vous-etes-ici-architectes-photo?next_project=no
- https://static.dezeen.com/uploads/2014/04/Paris-Housing-by-Vous-Etes-Ici_dezeen_15.jpg

https://static.dezeen.com/uploads/2014/04/Paris-Housing-by-Vous-Etes-Ici_dezeen_11.jpg
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/CityLife_%28Milan%29_-_artist%27s_impression_2.jpg
https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/104/1963_veduta.jpg
<https://i.pinimg.com/originals/db/f4/a7/dbf4a7bdf62727b631532841e989d54.jpg>
https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/102/Imagine.jpg
https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/277/Mappa.png
https://city-life.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_image/image/54/044_CityLife_17_09_16.jpg
<http://www.girot.ch/wp-content/uploads/2012/11/City-Life-Milan-01.jpg>
<http://www.girot.ch/wp-content/uploads/2012/11/City-Life-Milan-04.jpg>
<https://www.archdaily.com/483415/the-iceberg-cebra-jds-search-louis-paillard-architects/5317fe57c07a802c270000c9-the-iceberg-cebra-jds-search-louis-paillard-architects-photo>
https://en.wikipedia.org/wiki/Isbjerg#/media/File:Isbjerg_2_2014-09-23.jpg
https://images.adsttc.com/media/images/5317/ffd6/c07a/8068/8c00/00bc/slideshow/Model_02.jpg?1394081723
<https://cebraarchitecture.dk/project/the-iceberg/iceberg-dwellings#lg=1&slide=26>
<https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=35>
<https://static.designboom.com/wp-content/uploads/2012/12/isbjerg18.jpg>
https://images.adsttc.com/media/images/5317/fee3/c07a/8068/8c00/00b7/slideshow/81_Mikkel_Frost_ICEBERG_STITCHED_cover_VM.jpg?1394081500
<https://inhabitat.com/jds-architects-iceberg-housing-mimics-jagged-floating-ice-in-denmark/iceberg-by-jds-architects-8-2/>
https://images.adsttc.com/media/images/5317/ff72/c07a/806c/d900/00ca/slideshow/Section_CC.jpg?1394081638
<https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=29>
<https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=30>
<https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=31>
<https://divisare.com/projects/65012-jds-julien-de-smedt-architects-cebra-search-louis-paillard-mikkel-frost-cebra-iceberg-dwellings#g=1&slide=34>
<https://www.archdaily.com/970/vm-houses-plot-big-jds>
<https://en.wikiarquitectura.com/building/vm-house/>
<https://www.slideshare.net/hamzaaaaaah/vm-house-40437364>
<https://arcspace.com/feature/vm-houses/>
<http://jdsa.eu/vm/>
<https://big.dk/#projects-vm>
<https://iremlandscape.wordpress.com/2012/03/04/vm-house-in-copenhagen/>
https://www.archdaily.com/970/vm-houses-plot-big-jds?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user



SYSTÉMY HVAC

D. Košičanová | P. Kapalo | R. Nagy

2 | SYSTÉMY HVAC

Termín "HVAC" je medzinárodné označenie systémov "Heating, ventilation and air conditioning", čo znamená, že v tejto časti učebnice sa budeme venovať systémom pre vykurovanie, vetranie a klimatizáciu, zamerané na bytové domy, resp. budovy na bývanie. Majoritná časť budov na bývanie bolo postavených v rozpätí rokov 1946 - 1990, pričom v súčasnom stave byty vo väčšine (cca 87 %) sú v osobnom vlastníctve. Plocha bytov sa pohybuje od 40 do 80 m². V bytových domoch sa využíva najmä ústredné vykurovanie diaľkové a lokálne vykurovanie s médiom - plyn.

V súčasnosti od rokov 1990 sú stavané bytové domy v úplne inom štandarde, s iným vybavením a vykurovaním, ako do rokov 1990. Otvorením Slovenska do sveta sa inovovali technické možnosti z hľadiska všetkých profesií technických zariadení budov. Oblúbené sú staré tehlové bytovky s predzáhradkami, vnútorné dvory s množstvom zelene, námestia, sady, dostatok obchodíkov. Tieto bytovky postavené v 50. a 60. rokoch minulého storočia dnes patria medzi najobľúbenejšie bývanie v slovenských mestách. Dobu vzniku pripomínajú výzdobou fasád reliéfmi, šambránami, rímsami, freskami či mozaikami. Takéto domy v štýle socialistického realizmu (Sorela) vznikali v baníckych a strojárskych mestách ako sú Handlová, Prievidza a Nová Dubnica, alebo bez výzdoby, napríklad na bratislavských Nivách. Väčšina týchto bytoviek prešla rekonštrukciou, od zateplenia, výmenu rozvodov zdravotníckej po rekonštrukciu vykurovania.

Preto v ďalšom sa budeme zaoberať hlavne novými systémami vykurovania, vetrania a klimatizácie, ktoré sú vhodné pre moderné novostavby 21. storočia. Všetky nové systémy sú aplikovateľné na základe poznania bytovej budovy, jej tepelno-technických vlastností, možnosti napojenia na verejnú sieť, od osadenia v teréne, od okolitej zástavby, od možnosti využívania obnoviteľných zdrojov (slnko, voda, zem, biomasa a pod). Navrhované systémy sa rovnako líšia v závislosti od predpokladaných obyvateľov, či majiteľov bytov, od luxusných bytov po nájomné byty. Navrhované technológie sú potom samozrejme kvalitatívne odlišné.

Rastúce požiadavky ľudskej populácie na materiállovú spotrebu, energetickú spotrebu, kvalitu prostredia, kvalitu vzduchu sa odzrkadľujú v kvalite života človeka. Nárast populácie a jej požiadavky spôsobujú aj nárast spotreby energií a zvyšovanie produkcie skleníkových plynov. Jedným z najvýznamnejších skleníkových plynov je oxid uhličitý (CO₂). Z toho teda vyplýva, že zvyšovanie emisií CO₂ súvisí hlavne s človekom a jeho aktivitami. Na druhej strane netreba zabúdať, že príroda a celkovo táto planéta sa nie je schopná vyrovnáť so všetkým sama. Krehký vzťah planéty a človeka bol už dávno narušený a to samotným človekom. Človek vložil do našej planéty viac „negatívnej energie“, ako je táto planéta schopná prijať. Vzťah planéty a človeka dospel do štádia, kedy človek a ľudstvo musia hľadať spôsoby ako planéte pomôcť. Pomoc v tomto vzťahu musí smerovať k rovnováhe a trvalej udržateľnosti a je nevyhnutným krokom, ktorú človek musí zabezpečiť, aby planéta a ľudstvo malo budúcnosť. Jedným z krokov je znižovanie spotreby v každej oblasti (priemysel, poľnohospodárstvo) a zvyšovanie energetickej efektívnosti technológií v každej oblasti. Jednou z týchto oblastí je aj stavebníctvo resp. samotná budova a jej systémy, spotrebúvajúce rôzne energetické nosiče.

2.1 Zdroje tepla

Vnútorne prostredie budov je definované ako časť životného prostredia vymedzená stavebnými konštrukciami vo vzájomnej súčinnosti s technikou prostredia budov vytvorená tak, aby užívateľ mal pocit tepelnej pohody. Predpokladom pocitu tepelnej pohody je dosiahnutie rovnovážneho tepelného režimu človeka v daných podmienkach vnútorného prostredia. Oblasť tepelnej pohody nie je možné vymedziť jednoznačnou hranicou, nakoľko ju ovplyvňuje množstvo faktorov, ako napr. teplota vzduchu, teplota okolitých plôch, oblečenie, pohlavie, zdravotný stav, vek človeka, druh vykonávanej činnosti, hluk, pachové látky atď.. Pre naše stredo európske klimatické podmienky pre normálne oblečeného sediaceho človeka, ktorý nevykonáva fyzickú prácu, hygienici predpokladajú teplotu vzduchu v zime 22 ± 2 °C (v minulosti bolo odporúčané 18 – 20 °C). S teplotou vzduchu súvisí aj rozloženie teplôt vo vertikálnom smere (teplotný gradient) vo vykurovanom priestore, pričom rozdiel teplôt v mieste hlavy a členkov by nemal byť väčší ako:

- 2,0 K u stojaceho človeka,
- 1,5 K u sediaceho človeka.

Rozdielny teplotný gradient po výške miestnosti vzniká pri rôznych spôsoboch odovzdávania tepla vplyvom nerovnomerného prívodu tepla a nerovnomerného ochladzovania povrchov jednotlivých stavebných konštrukcií.

2.1.1 Vstupné výpočty pre návrh zdroja tepla

Výpočet pre veľkosť zdroja tepla sa prevádza na základe výkresov konštrukcií pozemných stavieb. Je potrebné poznať parametre obvodového plášťa (stena), podlahy, strechy, vnútorných konštrukcií (priečok), okien, dverí a zasklených stien z hľadiska tepelno-technického. Všetky konštrukcie musia spĺňať požiadavky na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla. Výpočet je možné vykonávať podrobnou alebo zjednodušenou metódou. V ďalšom si popíšeme zjednodušenú metódu. Rodinné domy v zásade majú spĺňať určité parametre pre výpočet a celková návrhová tepelná strata s prirodzeným vetraním sa pohybuje od:

Pre budovy na bývanie je celková hodnota tepelných strát v pomere 30 % / 70 %, pričom tepelné straty prechodom tepla predstavujú 30 % a straty vetraním okolo 70 %. Tým sa vlastne ponúka možnosť znížiť tepelné straty vetraním použitím systému núteného vetrania s rekuperáciou. Zníženie strát rekuperáciou je závislé od typu a účinnosti rekuperačnej jednotky. Musíme brať do úvahy však aj zníženie účinnosti vplyvom celého systému vetrania s rekuperáciou (rozvody, koncové prvky, tepelné izolácie a pod.) Pre určenie tepelných strát odhadom, môžeme na základe skúseností z realizovaných projektov v posledných dvoch rokoch určiť nasledovné smerné čísla:

- Novostavby rodinných domov - celkový tepelný príkon sa pohybuje od 30,9 W/m² až do hodnoty 52 W/m², pričom strednou hodnotou skupiny čísel rodinných domov (tzv. medián) je hodnota 42,4 W/m², aritmetický priemer 39 W/m², modus - najčastejšie sa vyskytujúcou hodnotou v skupine je 28,9 W/m²,
- Novostavby bytových domov - celkový tepelný príkon sa pohybuje od 35,4 W/m² až do hodnoty 56,6 W/m², pričom strednou hodnotou skupiny čísel bytových domov (tzv. medián) je hodnota 35,2 W/m², aritmetický priemer 38,31 W/m², modus - najčastejšie sa vyskytujúcou hodnotou v skupine je 28,9 W/m².

V prípade použitia rekuperácie sa celkový výkon znižuje o množstvo tepla, ktoré vieme nahradiť rekuperáciou. V praxi to znamená, že tepelná strata prechodom tepla je použitá na návrh vykurovacieho systému a tepelná strata vetraním sa pokryje v zduchotechnikou – s rekuperačnou jednotkou.

Výpočtová metóda tepelného príkonu - zjednodušená metóda

Obmedzenia pre použitie tejto metódy sú stanovené v norme s nasledovným znením : zjednodušená metóda sa môže použiť pre obytné priestory, kde počet výmen vzduchu vyplývajúci z rozdielu tlakov 50 Pa medzi interiérom a exteriérom budovy n_{50} je nižší ako 3,0 1/hod. Pre výpočet sa používajú vonkajšie rozmery miestnosti (v horizontálnej rovine). Vo vertikálnom smere sa do výpočtu uvažuje so vzdialenosťou medzi úrovňami podláh jednotlivých podlaží (t.j. hrúbka podlahy suterénu sa neberie do úvahy). Pri vnútorných stenách sa horizontálne rozmery miestnosti počítajú do stredu vnútorných deliacich konštrukcií.

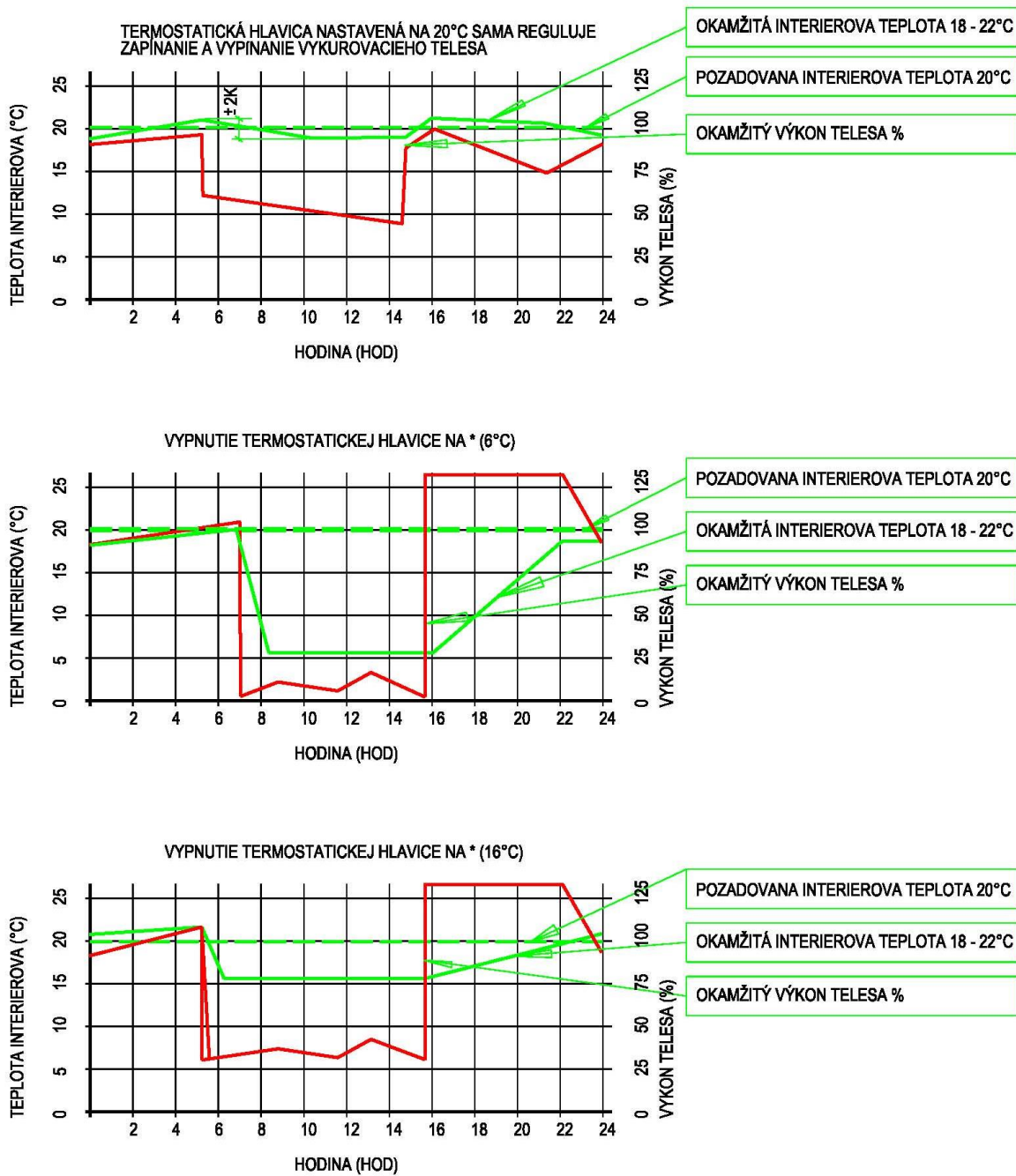
Výpočtový postup pre zjednodušenú výpočtovú metódu (aplikácia na rodinné domy, menšie bytové jednotky)

- určenie vonkajšej výpočtovej teploty „ θ_e “ (STN EN 12831),
- určenie vnútornej výpočtovej teploty vykurovaného priestoru „ $\theta_{int,i}$ “ (STN EN 12831),
- určenie rozmerových a tepelno-technických charakteristík stavebných konštrukcií pre vykurované miestnosti,
- určenie projektovanej tepelnej straty prechodom tepla „ $\Phi_{T,i}$ “,
- určenie projektovanej tepelnej straty vetraním „ $\Phi_{V,i}$ “,
- určenie celkovej projektovanej tepelnej straty „ Φ_i “,
- určenie tepelného príkonu na zakúrenie „ $\Phi_{RH,i}$ “,
- určenie celkového projektovaného tepelného príkonu „ Φ_{HL} “.

Návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru

Návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru je súčet návrhovej tepelnej straty prechodom a vetraním. Návrhová tepelná strata prechodom tepla je závislá od plochy stavebného prvku, jeho súčiniteľa prechodu tepla a od hodnoty korečného súčiniteľa. Pri výpočte sa sústreďujeme na plochy (konštrukcie - okná, steny, dvere, podlaha, strop) v danej miestnosti, cez ktoré predpokladáme, že bude únik tepla. Plochy susediace s miestnosťami, kde je rovnaká výpočtová teplota vzduchu teda nebudeme pripočítavať. Zjednodušená metóda umožňuje výpočet aj cez priestory, ktoré nadväzujú na nevykurovaný priestor, ako sú napríklad komory, alebo podstrešné priestory. V rámci jednej miestnosti sa spočítajú všetky ochladzované plochy. Projektovaná strata vetraním porovnáva dva výpočty, z ktorých určujúca je hodnota minimálneho objemového toku určeného na základe hygienických požiadaviek na minimálnu výmenu vzduchu. V prípade, že výpočtom pomocou infiltrácie cez škáry okien a dverí vyjde vyššia hodnota, tak táto hodnota bude určujúca. Hodnoty minimálnej intenzity výmeny vzduchu určuje norma STN EN 12831, kde obytné miestnosti majú hodnotu minimálnej intenzity výmeny vonkajšieho vzduchu $0,5 \text{ h}^{-1}$, kuchyne, kúpeľne s oknom $1,5 \text{ h}^{-1}$. Presný výpočet je uvedený v STN EN 12831, alebo najnutnejšie tabuľky a vzorce v učebnici Košičanová, D., Kováč, M., Knížová, K., Fedorčák, P., Vykurovanie, Košice 2013, TUKE, ISBN: 978-80-553-0209-6. V prípade, že sa predpokladá prerušované vykurovanie, ktoré bude trvať od 1 hodiny a viac, dochádza k navyšovaniu potrebného výkonu. V čase, keď chceme plnohodnotne využívať priestor a má mať požadovanú interiérovú teplotu, by mal byť vykurovací systém už ustálený. V čase nábehu vykurovacieho systému - teda keď sa systém snaží dohriať vnútorné priestory so zníženou teplotou, je dôležité počítať s navýšením výkonu zdroja tepla o túto hodnotu. Na základe manuálu, alebo odporúčaní investora, ako sa bude budova užívať, či bude tlmený a ako bude tlmený výkon zdroja a tým znižovaná interiérová teplota, vieme určiť pomocou tepelného príkonu na zakúrenie, o akú hodnotu potrebujeme navýšiť zdroj tepla. V budovách, ako sú rodinné domy, alebo bytové domy, sa zakúrenie často neprejaví. Tlmiť teplotu na večer s ústredným vykurovaním a ráno, keď odchádzajú obyvatelia do práce, resp. zapnúť vykurovanie po príchode domov je vyloženým hazardom, neprináša želané úspory tepla, naopak prináša nepohodu v obytnom priestore. Častokrát sa stane, že tepelná pohoda sa obnoví vo večerných hodinách, trvá to nejaký čas a keď sa znova vypne na noc, celý kolobeh sa opakuje. V bytových priestoroch, kde dochádza ku krátkemu intervalu útlmu (bežný pracovný deň) sa preto neodporúča vypínať, alebo tlmiť vykurovací systém o viac ako 2K. V prípade dlhodobého opustenia bytu, alebo rodinného domu je možné celý priestor tlmiť až na najnižšiu možnú teplotu, okolo $16 \text{ }^\circ\text{C}$, nastavením buď na kotle, alebo na vykurovacích telesách. Jednorazovo možno potom počkať na 100 % výkon vykurovania. V prípade, že sme nepočítali s výkonom naviac, pre takýto prípad, teplota sa ustáli za dlhší čas, aj niekoľko hodín. Ak však chceme mať vyhriaty byt, či rodinný dom čo najskôr, napríklad do 1 hodiny, musíme rátať s výkonom naviac na zdroji a na vykurovacích telesách. Na nasledovnom obrázku 2.1 je namodelovaná situácia v miestnosti, kde sa určitým spôsobom manipuluje s termostatickou hlavicou. Termostatická hlavica na základe natočenia na určitú požadovanú teplotu v miestnosti uzavrie (vypne) vykurovacie teleso a dochádza ku ochladzovaniu priestoru a ochladzovaniu vykurovacieho telesa, ktoré má v tom čase nulový výkon. Teplota v interiéri klesá na teplotu, ktorú si nastavíme. Pri poklese nad požadovanú teplotu sa hlavica aktivuje a nahrieva vykurovacie teleso dovtedy, kým sa teplota neustáli na požadovanú teplotu.

Obr. 2.1 Simulácia priebehu teplôt a výkonu vykurovacieho telesa v závislosti od útlmu vykurovacieho systému



Poznámka: Grafy predstavujú tri schémy v miestnosti, kde sa určitým spôsobom manipulovalo so zdrojom tepla - v tomto prípade s vykurovacím telesom. Časová os predstavuje útlm v ranných hodinách a náběh v poobedňajších hodinách. Treba si všimnúť, že vychladený interiér potrebuje omnoho viac energie na dosiahnutie interiérovej pohody ako priebežne udržiavaná teplota (prvý graf). Zároveň v druhom grafe vidíme, že aj pri extrémnom výkone vykurovacieho telesa je interiérová teplota nevyhovujúca, a náběha na vhodnú hodnotu až okolo 22:00 hod. Pri tretom grafe je situácia v interiéri znesiteľnejšia, takýto výpadok a útlm o 4K sa odporúča ako úsporné opatrenie v bytových domoch a rodinných domoch iba v prípade dlhšieho opustenia bytu, či rodinného domu. Zároveň však potrebujeme zo zdroja tepla dostať výkon na zakúrenie, aby systém sa nahrial na požadovanú teplotu čo najrýchlejšie.

Zdroj: D. Košičanová

2.1.2 Zdroje tepla aplikované na rodinné domy

Výber zdroja tepla pre rodinný dom má vplyv z hľadiska prevádzkových nákladov (napr. mesačné náklady na poplatky za teplo a vodu) a udržateľnosť prevádzky zdroja tepla či jeho obsluhy. Zásadný vplyv na začiatku výberu však má obstarávacia cena zdroja tepla a jeho komponentov, pričom si treba uvedomiť, ktoré zdroje a ktoré systémy vykurovania spolupracujú vhodne z hľadiska teplotného spádu, z hľadiska typu miestnosti, či z hľadiska veku rodinného domu (teda či sa jedná o rekonštrukciu, či novostavbu), alebo z hľadiska palivovej základne, ktorá je k dispozícii.

Z hľadiska paliva sa v našich podmienkach Slovenska najviac využívajú nasledovné druhy:

- kusové drevo

Podľa legislatívy Európskej únie, ktorá práve vstupuje do platnosti, už nebude možné spaľovať drevo a rôzny odpad v kotloch emisnej triedy 1 a 2. To znamená, že pre spaľovanie dreva je možné využívať len drevo splyňujúce kotly. Toto má zásadný vplyv na cenu technológie. Prvým vplyvom je navýšenie ceny samotného kotla oproti obvyčajnému „všežrútu“ a druhým je navýšenie ceny technológie z dôvodu nutnosti akumuláčného zásobníka vykurovacej vody. Spaľovanie dreva v kozubovej vložke, či už pripojenej alebo nepripojenej na vykurovanie, nie je z pohľadu účinnosti spaľovania rozumné riešenie. Konkrétne to predstavuje max 50 % účinnosť. Kozub ako primárny zdroj tepla nie je vhodná alternatíva pre vykurovací systém (je to doplnkový, náladu tvoriaci systém). Pri použití splyňovacieho kotla sa doporučuje použitie akumuláčného zásobníka. Orientačne, napr. pre rodinný dom s požadovaným výkonom 20 kW navrhne akumuláčny zásobník 1000 litrov. Zároveň sa medzi kotol a zásobník musí osadiť ochrana pred nízkou teplotou z vratného potrubia a to primiešavaním výstupnej vody zo zdroja tepla (kotla) do vratného potrubia riadeným zmiešavačom, alebo ladomatom. Samotný kotol musí byť chránený chladiacou slučkou proti prehriatiu. Príprava teplej vody sa môže realizovať ohrevom z vykurovacej vody vo vnorenom zásobníku, alebo na samostatnej vetve z rozdeľovača v kotolni. Rozdeľovač bude napojený na akumuláčnú nádobu a na jednotlivé vetvy z rozdeľovača sa osadia čerpadlové skupiny. Čerpadlová skupina predstavuje sústavu armatúr priemyselne zhotovených na priame napojenie na rozdeľovač/zberač, pričom rozlišujeme čerpadlové skupiny so zmiešavaním a bez zmiešavania. Čerpadlové skupiny sú zvyčajne prepojené a riadené ekvitermickou reguláciou podľa vonkajšej teploty.

- drevené pelety

Systém kotolne na drevené pelety je technologicky podobný kotolni s kusovým drevom. Rozdiel v konkrétnom prípade 20 kW rodinného domu je napríklad v tom, že veľkosť akumuláčnej nádoby sa zmenší na 500 litrov, ale pribudnú nám priestorovo náročnejšie komponenty a to peletový dopravník a nádrž na samotné peletky (prípadne zásobník).

- zemný plyn

Zemný plyn výrazne zjednodušuje technológiu kotolne, keďže plynový kondenzačný kotol je plne regulovateľný. Nie sú teda potrebné žiadne dodatočné akumuláčné nádoby vykurovacej vody. Samozrejme pribúda nám prípojka plynu a koncentrický komín. Teplá voda sa zvyčajne pripravuje v externom 120-200 litrovom zásobníku (dimenzované podľa počtu osôb v domácnosti). Ekvitermická regulácia sa pripája priamo na kotol. V prípade použitia podlahového vykurovania je potrebná zmiešavacia čerpadlová skupina s monitoringom teploty na výstupe a vstupe z čerpadlovej skupiny, v prípade použitia systému vykurovania s vykurovacími telesami, čerpadlovú skupinu nebudeme potrebovať. Je možné použiť aj kondenzačné dvojokruhové kotle, ktoré majú čerpadlovú skupinu pre podlahové vykurovanie zabudovanú priamo v kotle, čím sa ušetrí priestor a získa sa krajší vzhľad kotolne. Sú to tzv. dvojokruhové kotle s jedným okruhom zmiešavaným.

- elektrina

Zdroj tepla elektrická energia predstavuje priame premieňanie elektrickej energie na teplo. Využitie elektrickej energie môže byť vo viacerých typoch a systémoch vykurovania. Jedná sa o:

- Elektro kotle - môžeme využiť pri návrhu vodného vykurovacieho systému, rovnako ako systém s plynovým kotlom

- Elektrické podlahové rohože - sú v podstate zdrojom tepla lokálnym, použitý a regulovaný v mieste inštalácie. Má určite veľa výhod, ale aj nevýhod.
- Elektrické zásobníky na teplú vodu - sa využívajú pri decentralizovanom zásobovaní teplou vodou, tam, kde nie je možnosť a je nevýhodné umiestniť zásobník pri zdroji tepla (keďže aj pri elektrickom kotli je možné použiť závislý zásobník na teplú vodu).

- energia zo vzduchu a zeme

Tepelné čerpadlá – sú zdroje tepla, ktoré čerpajú energiu z prostredia. Tento zdroj potrebuje aj elektrickú energiu, ale v závislosti od typu čerpadla sa jedná o pätinu až tretinu elektrickej energie oproti elektrokotlu. Najčastejšie je používaný tzv. systém vzduch – vzduch (vzduchové tepelné čerpadlo vo verzii Split - rozdelená vnútorná a vonkajšia jednotka), tepelné čerpadlo zem - voda (najčastejšie pripojené na geologické vrty) a systém tepelného čerpadla voda – voda (tepelné čerpadlo pripojené na čerpaciu a vsakovaciu studňu). V strojomní vykurovania sa budú nachádzať okrem tepelného čerpadla aj zásobník na teplú vodu a akumulčná nádoba. Zásobník zostáva na úrovni 120-200 litrov, akumulčná nádoba sa navrhuje z dôvodu zníženia počtu štartov kompresora. Zaradením akumulčných zásobníkov do hydraulického schémy predĺžime čas chodu po naštartovaní. Niektorí výrobcovia tepelných čerpadiel s modulovanými (výkonovo ovládateľnými) kompresormi tvrdia, že nie je potrebný akumulčný zásobník vykurovacej vody. Prečo by sme mali teda aplikovať akumulčný zásobník vykurovacej vody je vysvetlené nasledovne: aktuálna spotreba tepla je zvyčajne nižšia ako výkon dodávaný tepelným čerpadlom a tak sa prebytok má kde uložiť a čerpadlový kompresor sa nemusí krátko po naštartovaní vypnúť. Teda zásobník – akumulčný pre vykurovanie je veľmi vhodný, jeho veľkosť závisí od doby, na ako dlho pre vykurovanie si chceme pripraviť zásobu tepla. Určite aj malý akumulčný zásobník s objemom napr. 300 litrov je vhodnejší ako žiadny. Ďalším dôvodom, prečo navrhnúť akumuláciu je hromadné diaľkové ovládanie, používané distribučnou sieťou na zníženie zaťaženia v čase špičky (ráno cca 8:30 – 9:30, večer cca 18:30 – 19:30). Pri blokovaní od hromadného diaľkového ovládania, tepelné čerpadlo nevyrába žiadnu energiu a v tom čase sa teplo pre vykurovanie a prípravu teplej vody dodáva len z akumulčného zásobníka vykurovacej vody.

2.1.3 Zdroje tepla aplikované na bytové domy

Výber zdroja tepla pre bytové domy je závislý od viacerých faktorov. Jedným z faktorov je vek stavby, či sa jedná o novostavbu alebo rekonštrukciu. Z viacerých analýz môžeme zosumarizovať nasledovné hodnotenie. Pre bytové domy s klasickou teplovodnou vykurovacou sústavou môžeme navrhnúť nasledovné zdroje tepla. Plynový kotol v rámci domovej kotolne, v širokom rozsahu tepelných výkonov a potrieb tepelnej energie, teda aj pri malých budovách, ako sú rodinné domy a podobne. Pri ultra nízko energetických domoch sa ukazujú ekonomicky konkurencieschopné aj zdroje energie založené na priamej premene elektrickej energie na teplo použitím elektrokotla. Tepelné čerpadlo vzduch – voda (monovalentný zdroj) je pri aplikácii v konvenčných teplovodných vykurovacích sústavách ekologicky najefektívnejšie, z ekonomického hľadiska však nedokáže konkurovať plynovým kotlom.

Poklesom tepelného výkonu výrazne stúpajú merné investičné náklady a rozdiel v celkových kumulatívnych nákladoch na výrobu tepla sa zvyšuje v neprospech tepelného čerpadla (napríklad po zateplení budovy, čo zároveň znamená výrazné zvýšenie investičných nákladov).

Ekonomickú efektívnosť použitia tepelného čerpadla možno dosiahnuť pri veľmi vysokých tepelných výkonoch a nízkych teplotách ohrievaného média (približne pod 40 °C), napríklad pri použití veľkoplošných vykurovacích systémoch.

Pri nízkoenergetických domoch v pasívnom štandarde s veľkoplošnými vykurovacími systémami nemožno dosiahnuť ekonomickú efektívnosť tepelného čerpadla v porovnaní s plynovým kotlom a elektrokotlom.

Elektrokotol v bytových domoch použitý na vykurovanie a prípravu teplej vody je vysoko ekonomicky neefektívny, ale pri ultra nízko energetických domoch je elektrokotol ekonomicky konkurencie schopný ku plynovému kotlu (pri prijateľnej ekologickej efektívnosti).

Tab. 2.1 Výber zdroja tepla / systém vykurovania

	RODINNÉ DOMY				BYTOVÉ DOMY			
	vykur. telesá	podlahové	stenové	stropné	vykur. telesá	podlahové	stenové	stropné
Plynový kotol	+	+	+	+	+	+	+	+
Kotol na drevo	+	-	-	-	+	-	-	-
Elektro kotol	+	+	+	+	+	+	+	+
Tepelné čerpadlo V-V	-	++	++	++	+	++	++	++
Tepelné čerpadlo Z-V	-	++	++	++	+	++	++	++

Zdroj: D. Košičanová

2.2 Systémy vykurovania

V tejto kapitole sa zameriame na vykurovacie systémy najčastejšie používané pre rodinné domy a bytové domy, ich popis, výhody a nevýhody. V zásade sa systémy vykurovania delia z rôznych hľadísk, z materiálového hľadiska, podľa prúdenia vody v potrubí, podľa systému bezpečnosti systému (expanzné systémy) a rôzne ďalšie hľadiská. Veľkú úlohu zohrávajú prevádzkové teploty vykurovacieho systému, ktoré nám určujú vykurovací systém a vhodnosť použitia.

Tab. 2.2 Kombinácia vykurovacieho systému a zdroja tepla

Vykurovací systém	teplotný spád (K)	maximálna / minimálna teplota prívodu (°C)	ZDROJ TEPLA PRE BUDOVY NA BÝVANIE (RODINNÉ DOMY, BYTOVÉ DOMY)				
			PLYNOVÝ KOTOL	KOTOL NA UHLIE	KOTOL NA BIOMASU	TEPELNÉ ČERPADLO	CZT
Vykurovacie telesá	10, 15, 20, 25	90 / 45	+++	+	++	+	+++
Podlahový sálavý	5, 10, 15	50 / 40	++	+	++	+	++
Stenový sálavý	10, 15, 20,	80 / 50	+++	+	++	+	+++
Stropný sálavý	10, 15, 20,	80 / 50	+++	+	+	+	++

Poznámka: +++ zdroj tepla je vhodný, systém je navrhnutý s pomocou regulátorov diferenčného tlaku, zmiešavaním, vhodná ekvitermika, hodnotíme to ako jednoduché zapojenie

++ zdroj tepla je vhodný, dopĺňame navyše ku +++ výmeníky tepla, vyrovnávacie nádrže, hodnotíme to ako jednoduché zapojenie

+ zdroj tepla je vhodný, dopĺňame navyše ku ++ akumulčné nádoby, doplnkový zdroj tepla (bivalencia zdroja), hodnotíme to ako zložitejšie zapojenie

Zdroj: D. Košičanová

Tabuľka hodnotí zdroje tepla z hľadiska vhodnosti/menšej vhodnosti ku jednotlivým systémom. Je to však veľmi zjednodušené rozdelenie a tepelné čerpadlá nevychádzajú najlichotivejšie. V skutočnosti musíme vziať do úvahy viaceré faktory, ktoré ovplyvnia výber zdroja/výber systému.

Projektant by si mal odpovedať na otázky:

- aká je najdostupnejšia palivová základňa v mieste stavby,
- aké máme možnosti vstupných nákladov,
- ktorý systém/zdroj je z dlhodobého hľadiska najúspornejší,
- ktorý zdroj má najmenšie negatívne dopady na životné prostredie,
- aký máme dostupný priestor pre strojovňu/kotolňu,
- ktorý systém/zdroj je z hľadiska užívateľa "user friendly",
- ktorý systém/zdroj tepla bude mať najmenšie prevádzkové náklady (údržba, pravidelné kontroly, čistenie zdroja tepla, komína a pod),
- ktorý systém/zdroj má najlepšiu životnosť a ďalšie podobné triediace faktory.

Mohlo by sa zdať, že ku plynovému kotlu nebudeme navrhovať akumuláciu nádrží, alebo že tepelné čerpadlo nie je schopné pracovať bez akumulácie nádrže. Nie je to pravda. Kombinácie sú nekonečné, zdroje tepla okrem tých najzákladnejších sú aj napríklad krbové vložky, solárne panely, rekuperačné jednotky. Základom je rozmyslieť si, aký máme zdroj tepla a vykurovací systém, ktoré kritériá sú pre nás nosné a zásadné.

V praxi sa často systémy kombinujú, povieme si vhodnosť kombinácií vykurovacích systémov a na konci stručné charakteristiky jednotlivých systémov.

Najčastejšie používaný vykurovací systém pre rodinné domy je podlahové vykurovanie. Už vieme, že zdrojom tepla pre tento systém môže byť plynový kotol, či tepelné čerpadlo, v menšej miere navrhujeme stenové či stropné vykurovanie a elektrické vykurovanie. Pre bytové domy sa najčastejšie používa rovnako podlahové vykurovanie, vykurovanie vykurovacími telesami, v menšej miere (je to skôr výnimka ako pravidlo) stropné vykurovanie, či stenové vykurovanie a preto sa s nimi v prípade bytových domov nebudeme ďalej hlbšie zaoberať.

Najčastejšie používané v rodinných domoch je podlahové vykurovanie v kombinácii s vykurovacími dekoračnými rúrovými telesami (tzv. „rebríky“ do kúpeľní), alebo v kombinácii so stenovým vykurovaním (pri vnútorných bazénoch, kde máme požiadavku na vyššiu teplotu interiérovej teploty a k dispozícii malú plochu podlahy), alebo v kombinácii so stropným vykurovaním (pri zdroji tepla tepelné čerpadlo, ktoré môže túto vykurovaciu plochu zameniť v lete za chladiacu plochu – stropné chladenie).

Kombinácie systémov najčastejšie používané v bytových domoch sú dvojrúrkové vykurovacie sústavy s napojením na bytové stanice (umožňujú lokálnu prípravu a meranie spotreby tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody a umožňujú meranie spotreby vody), na ktoré je napojený podlahový systém, alebo vykurovacie telesá, alebo ich vzájomná kombinácia. Najčastejšie je hneď pri vchode do bytu umiestnený rozdeľovač/zberač v tzv. montážnej skrinke (skrinka umiestnená v stene, alebo vo výklenku) a z tejto skrinky sú vedené rozvody do podlahového vykurovacieho systému, alebo do hviezdicového systému s vykurovacími telesami. Menej časté, ale môžu sa vyskytovať aj kombinácie dvojrúrkového vertikálneho systému vykurovania s jednorúrkovým horizontálnym vykurovacím systémom, pričom systémy sú prepojené cez bytové stanice. Vyskytujú sa aj prípady menších bytových domov, kde každá bytová jednotka má vlastný zdroj tepla, prevažne plynový kotol, čo umožňuje jednoduché vyúčtovanie spotreby paliva cez plynomery, umiestnené v plynomernej miestnosti. Nevýhodou je sústava plynových potrubí od plynomernej miestnosti k jednotlivým bytom, keďže sa plynomery nesmú umiestňovať v bytoch.

Systémy sálavého vykurovania

Sálavé vykurovanie (ako majoritná zložka vykurovania systému je sálanie tepla) v zásade môže využívať rôzne stavebné konštrukcie ako podlahu, stenu alebo strop. Navyiac sálavé systémy môžu využívať aj zariadenia bytu ako sálavé plochy, napríklad infra žiariče v stenových paneloch, krycie dosky na vaniach, zrkadlá a podobne.

Podlahové vykurovanie

Podlahové vykurovanie je v súčasnosti najčastejší vykurovací systém, používaný v rodinných domoch aj v bytových domoch. Systém musí mať vhodné konštrukčné podmienky, dostatočnú hrúbku podlahovej vrstvy, vhodnú povrchovú úpravu a čo najmenšie zakrytie nábytkom či kobercami. Ak sa má použiť nábytok, tak sa odporúča na nožičkách. Podlahové vykurovanie má vysokú zotrvačnosť, čo predstavuje pomalý nábeh systému niekedy do stabilizácie teploty sa čaká 3-4 hodiny, rovnako vychladnutie systému trvá dlhšie ako pri konvekčnom vykurovaní (vykurovanie vykurovacími telesami). Preto si treba uvedomiť, že v prípade celoplošne zasklenených priestorov, pri slnečnej orientácii miestnosti sa podlahové vykurovanie veľmi pomaly ak vôbec vie prispôsobiť náhlemu prísunu tepla, či náhlemu ochladeniu. Je to stabilný zdroj tepla, menej pružný systém a preto je vhodné ho v takýchto prípadoch kombinovať s nejakým pružným prvkom ako sú podlahové konvektory, alebo vykurovacie telesá. Pružný prvok stabilizuje na základe interiérovej teploty pohodu v priestore, zapína sa a vypína podľa potreby za pomoci termostatických hlavíc.

Obr. 2.2 Podlahový systém vykurovania



Poznámka: Systém je skrytý v podlahe a je prakticky bez údržbových, znižuje možnosť úrazu, pretože neexistujú žiadne zvláštne riziká v oblasti pohybu. Zo zdravotného hľadiska je podlahové kúrenie správnu voľbou. Teploto priamo z podlahy je významným činiteľom prevencie proti artritíde. Podlahové vykurovanie udržiava koberce v suchom stave a znižuje tak výskyt roztočov.

Zdroj: <https://www.geotherm.sk/podlahove-vykurovanie-a-chladenie/>

Výpočet podlahového vykurovania je vhodné vykonávať za pomoci softvérov, buď firemné verzie od jednotlivých výrobcov, alebo „ostré“ verzie softvérov, napr. PROTECH, TECHCON a podobne. Ručný výpočet je pomerne zložitý.

Výpočet podlahového vykurovania:

Predtým ako začneme s výpočtom tepelného výkonu podlahovej vykurovacej plochy, je potrebné poznať:

- skladbu podlahovej konštrukcie, hrúbky a tepelno-technické parametre jednotlivých vrstiev konštrukcie,
- plochu podlahy pre uloženie vykurovacej slučky (poznať zastavané plochy miestnosti – kuchynská linka, vaňa, nábytok bez nožičiek),
- parametre vykurovacej slučky – priemer rúrok a ich osová vzdialenosť,
- parametre teplonosného média – vstupná a výstupná teplota vykurovacej vody.

Vplyv nábytku na vysokých nohách je možné zanedbať. V ploche pod nábytkom s nízkymi nohami sa výkon podlahovej plochy znižuje o cca. 50 % a pri nábytku so soklom sa plocha odčítava.

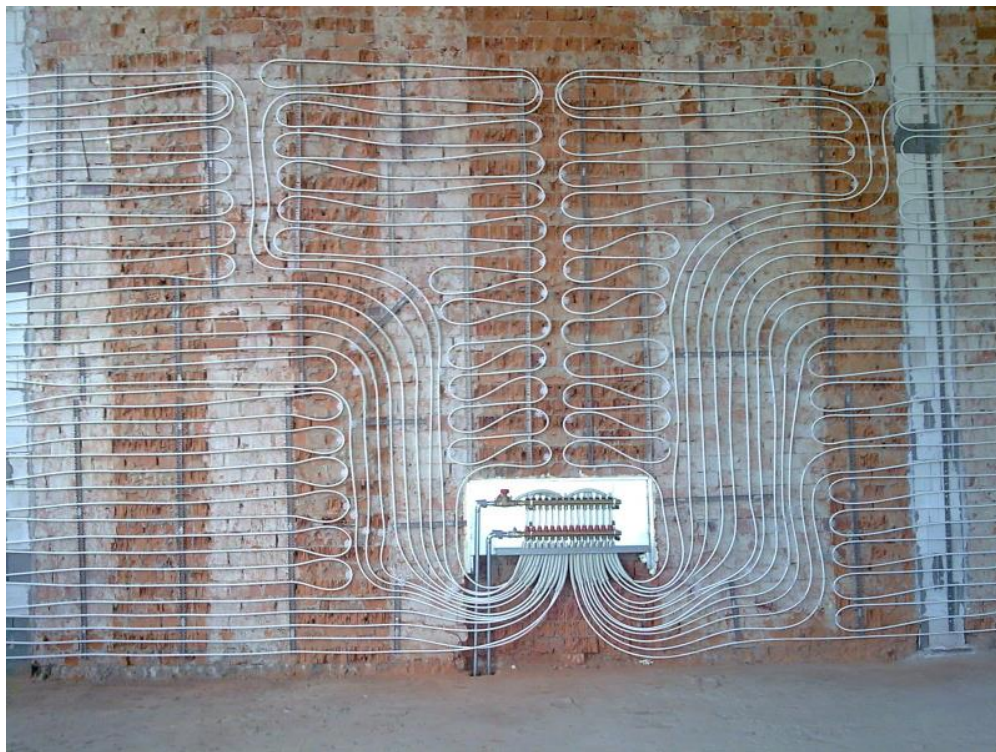
Výhodou podlahového vykurovania je rovnomerné rozloženie teplôt po výške miestnosti, minimalizuje sa cirkulácia vzduchu a s tým spojené vírenie prachu, čo je vhodné najmä pre osoby trpiace alergiami. Nevýhodou systému s podlahovým vykurovaním je jeho tepelná zotrvačnosť pohybujúca sa v rozmedzí 2 – 3 hodín. Pri návrhu podlahového vykurovania vychádzame z projektovaného tepelného príkonu pre danú miestnosť, kde pri jeho stanovení môžeme uvažovať s teplotou vnútorného vzduchu o 1,0~3,0 K nižšou ako v prípadoch s konvekčným vykurovaním (vykurovacie telesá). Z hygienického a fyziologického hľadiska je povrchová teplota podlahy obmedzená:

- pre miestnosti a pracovné priestory, kde osoby prevažne stoja, na 26 – 27 °C,
- pre obytné miestnosti a administratívu na 28 – 29 °C,
- pre chodby, predsieni a galérie na 30 °C,
- pre kúpeľne a kryté bazény na 33 °C,
- pre okrajové zóny na 35 °C.

Konštrukčné prevedenie podlahového vykurovania môže byť suchým alebo mokrým spôsobom. Pri realizácii suchým spôsobom sa vykurovacie rúrky (had) ukladajú do vrstvy tepelnej izolácie pod vrstvou cementového poteru, s medzivrstvou z plastovej resp. kovovej fólie. Tento spôsob sa využíva hlavne v prípade, kedy je potrebné zabezpečiť nižšiu konštrukčnú výšku vykurovacej podlahy, napr. pri rekonštrukciách. Mokrý spôsob sa realizuje zabetónovaním vykurovacích rúrok do vrstvy betónovej mazaniny umiestnenej nad vrstvou tepelno-zvukovej izolácie.

Stenové vykurovanie

Obr. 2.3 Stenový systém vykurovania



Poznámka: Systém je skrytý v stene a je prakticky bezúdržbový, znižuje možnosť úrazu, pretože neexistujú žiadne zvláštne riziká v oblasti pohybu.

Zdroj: <https://www.univenta.sk/produkt/stenove-vykurovanie/>

Je v súčasnosti menej zaužívaný vykurovací systém, napriek jeho nesporným výhodám (príjemné sálavé teplo, bezpečnosť prevádzky pri malých deťoch, a pod.), používa sa skôr v priestoroch, kde máme malú podlahovú plochu, požiadavku na vysokú teplotu v interiéri (napr. 27 – 30 °C), požiadavku na zabránenie orosovaniu obvodových stien a požiadavku na bezpečnosť priestoru (odstránenie úrazovosti pri pošmyknutí, pohyb detí a podobne). Takýto priestor je napríklad bazénová hala v rodinnom dome, alebo domáci wellnes vo vile a podobné priestory. Väčšinu podlahovej plochy zaberie buď bazén, alebo prvky pre wellnes, preto sa tepelnú pohodu snažíme zabezpečiť stenovým, stropným vykurovacím systémom, alebo priamo vzduchotechnikou s rekuperáciou a odvlhčovaním. Prednosťou stenového systému je schopnosť rýchlej reakcie, zotrvačnosť systému je omnoho nižšia ako pri podlahovom vykurovaní. Pod vplyvom takmer ideálneho rozloženia teploty je možné znížiť interiérovú teplotu vzduchu o 3 – 4 K, čím sa uľahčí dýchanie a znížia sa náklady na vykurovanie.

2.3 Prvky vykurovacích systémov

Na základe zvoleného systému vykurovania vieme určiť, ktoré prvky systému budú použité a ktoré prvky nie je potrebné použiť. V kapitole zdroje tepla sú čiastočne rozdelené zdroje tepla s prvkami kotolne či strojovne, ktoré sa odporúčajú v daných systémoch použiť. Jedná sa o akumulčné nádoby a čerpadlové skupiny, nespomínali sa ešte expanzné zariadenia či obehové čerpadlá, armatúry na vyregulovanie systému a pod.. V rodinnom dome, ak použijeme systém podlahového vykurovania v kombinácii s iným systémom (napr. stenové vykurovanie, alebo stropné vykurovanie a vykurovacie telesá) najčastejšie sa navrhuje plynový kotol alebo tepelné čerpadlo vzduch-voda. Nebudeme sa zaoberať ďalším najčastejším systémom – solárnymi kolektormi, keďže na to je určená samostatná kapitola venovaná využívaniu obnoviteľných zdrojov energie. Pre bytové domy je rovnako častý zdroj kaskáda dvoch alebo troch plynových kotlov, tam kde je to nutné, sa navrhuje zdroj z centralizovaného zásobovania teplom (CZT), najčastejšie vo väčších mestách, kde sa tento zdroj tepla musí použiť. Výnimkou je použitie obnoviteľného zdroja tepla – tepelné čerpadlá, biomasa, solárne kolektory. V takom prípade sa podporuje použitie iného zdroja ako CZT. Ak sa použije systém CZT, navrhujú sa kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST), ktoré sú priemyselne zmontované podľa požadovaného výkonu a sú schopné zásobovať budovu teplom na vykurovanie a rovnako teplom na prípravu teplej vody. Súčasťou KOST sú obehové čerpadlá, tepelné výmenníky, regulačné ventily, teplomery a pod..

Akumulačná nádoba

Akumulačnou nádobou môžeme zaistiť pokrytie štartu kotolne, ktoré môže aj trvať niekoľko minút (T_s) a zároveň vieme znížiť špičkový výkon zdroja tepla. Ukážeme si to na konkrétnom príklade bytového domu, kde máme potrebný výkon kotlov 220 kW mimo vykurovaciu sezónu. Je teda predpoklad, že kotle sa budú častejšie dostávať do stavu STAND BY a predpokladáme, že kotle naplno nabehnú za 5 minút (T_s).

$$\Phi = \frac{T_s \cdot Q}{60} = \frac{5 \cdot 220}{60} = 18,34 \text{ [kWh]} \quad (2.1)$$

$$V_Z = \frac{3600 \cdot \Phi}{4,2 \cdot \Delta t} = \frac{3600 \cdot 18,34}{4,2 \cdot 25} = 628,8 \text{ [l]} \quad (2.2)$$

kde:

V_Z	objem vody v rozvodoch [l],
Δt	rozdiel teploty prívodu a vratnej vody do akumuláčnej nádoby pri špičkovom odbere, čo je 70/45 °C [K],
T_a	doba odbernej špičky 20 minút [min],
Φ	akumulovaná energia v zásobníku [kWh].

Teda na pokrytie štartu kotolne je potrebné osadiť akumuláciu nádobu o min. objeme 650 litrov. Dajme si hypotetickú otázku, čo sa stane, ak navrhne akumuláciu nádobu s objemom nie 650 litrov, ale 2 000 litrov. O koľko by sme vedeli znížiť špičkový výkon kotolne, ktorá má celkový výkon 510 kW (po započítaní potreby tepla na vykurovanie)?

$$\Phi = \frac{V_z \cdot 4,2 \cdot \Delta t}{3600} = \frac{2000 \cdot 4,2 \cdot (70-45)}{3600} = 58,34 \text{ [kWh]} \quad (2.3)$$

$$Q = \frac{\Phi \cdot 60}{T_a} = \frac{58,34 \cdot 60}{20} = 175,02 \text{ [kW]} \quad (2.4)$$

kde:

- V_z objem vody v rozvodoch [l],
- Δt rozdiel teploty prívodu a vratnej vody do akumulácie nádobu pri špičkovom odbere, čo je 70/45 °C [K],
- T_a doba odbernej špičky 20 minút [min],
- Φ akumulovaná energia v zásobníku [kWh].

Akumuláciu nádobou 2 000 litrov by sme vedeli znížiť špičkový výkon o 175,02 kW. Tento výpočet je vhodné použiť pri bytových domoch, kde máme silný zdroj tepla, a kde potrebujeme, alebo chceme znížiť jeho výkon tak, aby bol schopný zásobovať teplom počas odberovej špičky. Pre rodinné domy sa akumulácie nádoby navrhujú pri tepelných čerpadlách, alebo pri kotloch na kusové drevo či peletky. Zjednodušene môžeme určiť veľkosť akumulácie nádobu pri kusovom dreve ako 55 –100 násobok výkonu kotla, pri peletkách 25 – 35 násobok výkonu kotla.

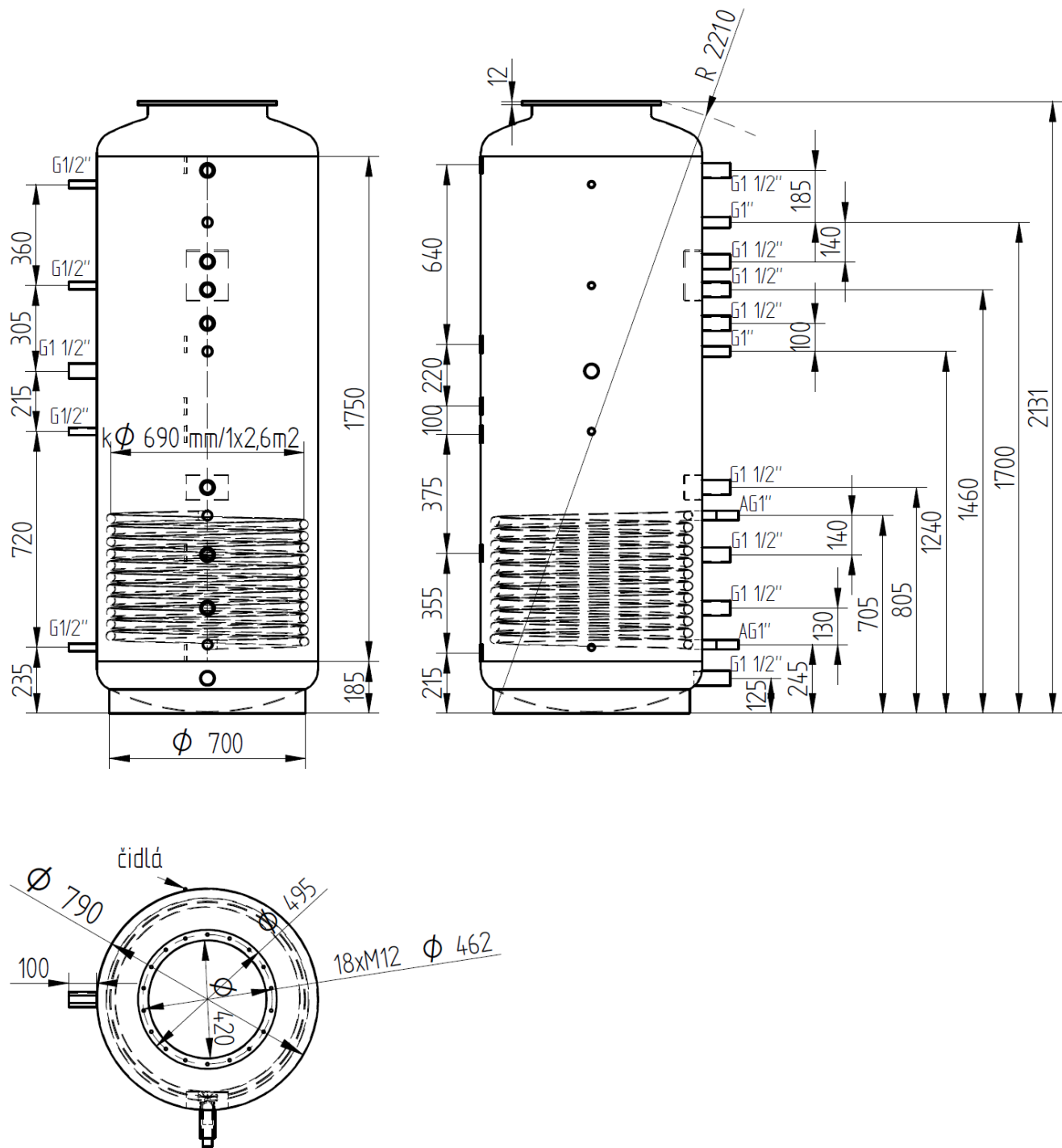
Obr. 2.4 Akumulácia nádobu s integrovaným ohrievačom vody



Poznámka: Použitie môžu byť v spojení s akýmkoľvek typickým zdrojom tepelnej energie: plynové kotle (bez modulácie), kotle na pevné palivo, biomasu, krbová vložka,... Vonkajšia akumulácia nádobu sa používa iba v uzatvorených vykurovacích systémoch (bez prístupu vzduchu /kyslíka/), takže nie je potrebná žiadna antikorózna povrchová úprava. Vnútroštný zásobník pre pitnú vodu je vyrobený z uhlíkovej ocele s povrchovou úpravou POLYWARM.

Zdroj: <https://www.kureniezen.sk/COMBI-1-WC-600-Akumulacna-nadrz-s-bojlerom-d5684.htm>

Obr. 2.5 Akumulačná nádrž o objeme 1000 litrov



Poznámka: Akumulačná nádrž LMT 1000 d790 1V, objem: 1000 l, priemer: 790 mm, výška: 2131+65 mm, celková hmotnosť: 197 kg + nerezový výmenník, 1x ocelový výmenník - výhrevná plocha 2,6 m², prevádzkový tlak: 3 bar, testovaný tlak: 5 bar, výplň: voda, prevádzková teplota: 0-95 °C

Zdroj: <https://akumulacne-nadrze.eu/lmt-1000-d790-1v.php>

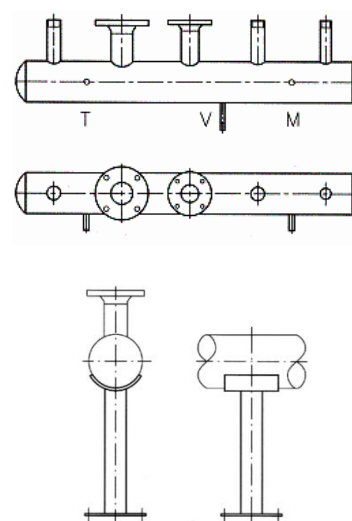
Rozdeľovač/zberač

Čerpadlové skupiny sa osadzujú na rozdeľovač/zberač. Ten sa dimenzuje na základe prietoku. Návrh rozmerov rozdeľovača a zberača sa vykonáva v zásade dvoma spôsobmi:

- 1. Súčet prietokových plôch jednotlivých odberov a na tomto základe sa navrhuje svetlosť rozdeľovača (zberača). Tým sa zaručí potrebné množstvo pre každú odberovú vetvu na rozdeľovači. Ak sa na rozdeľovači (zberači) nachádza najväčší odber na opačnej strane ako je hlavný prívod do rozdeľovača (zberača), potom tento súčet odberových množstiev vynásobíme korekčným faktorom (od 1,10-1,35).
- 2. Voľba rýchlosti prúdenia – v rozmedzí 0,5-0,8 m/s, pričom prihliadame na potrebné množstvo odberu na opačnom konci rozdeľovača (zberača).

Najvhodnejšie napojenie hlavného prívodu do rozdeľovača (zberača) je v strede konštrukcie a v takom prípade nie je nutné násobiť súčet odberových množstiev korekčným faktorom.

Obr. 2.6 Rúrový rozdeľovač a zberač



Poznámka: Jedná sa o najčastejší spôsob zapojenia, plynový kotol, vykurovacie telesá, podlahové vykurovanie a zásobník TV

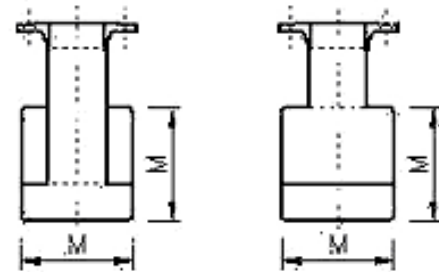
Závesný kotol (45 kW), zdroj pre vykurovacie okruhy:

1. Vykurovacie telesá – 30 kW
2. Podlahové vykurovanie – 10 kW
3. Zásobník teplej vody, 300 l – 45 kW prioritný ohrev.

Zdroj: Košičanová, D., Kováč, M., Knížová, K., Fedorčák, P., Vykurovanie, Košice 2013, TUKE, ISBN: 978-80-553-0209-6
<http://www.racen.sk/referencie/produkty/rurove-rozdelovace-a-zberace>

Ak navrhujeme združený rozdeľovač a zberač, potom návrh je nasledovný : Zberač nie je potrebné násobiť korekčným faktorom, ale pri návrhu rozdeľovača musíme brať do úvahy zmenšenie prierezu rozdeľovača o prechádzajúce potrubia zo zberača, ktoré túto plochu svojou vlastnou prietokovou plochou rozdeľovač zmenšujú. Zvyčajne je pomer prietokového profilu rozdeľovača a zberača v pomere 60 ku 40 %.

Obr. 2.7 Združený rozdeľovač / zberač

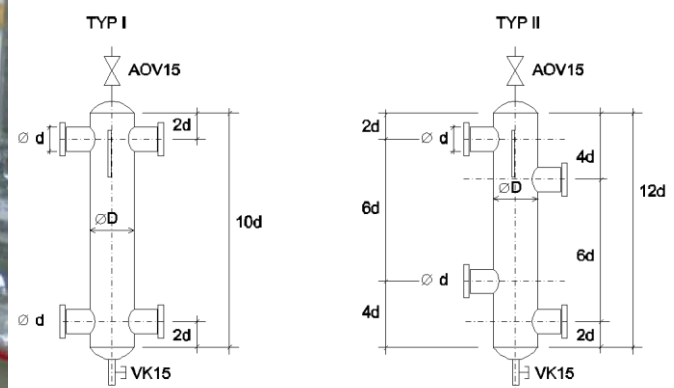


Poznámka: Horná komora je rozdeľovač a spodná komora je zberač.

Zdroj: Košičanová, D., Kováč, M., Knížová, K., Fedorčák, P., Vykurovanie, Košice 2013, TUKE, ISBN: 978-80-553-0209-6
<http://www.racen.sk/referencie/produkty/rs-kombi-zdruzene-rozdelovace-a-zberace>

Pri použití čerpadlových skupín, rozdeľovačov/zberačov v kombinácii s kotlami, ktoré sú v kaskáde, alebo majú vlastné obehové čerpadlá, je potrebné do zapojenia osadiť ďalší prvok, ktorý eliminuje vplyvy jednotlivých čerpadiel tak, aby sa navzájom neovplyvňovali. Jedná sa o hydraulický vyrovnávač dynamických tlakov (HVDT). HVDT umožňuje na primárnej strane pripojiť niekoľko kotlov, na sekundárnej niekoľko okruhov. Ak je správne navrhnutý, zabezpečí hydraulicky nezávislú prevádzku na primárnej aj sekundárnej strane.

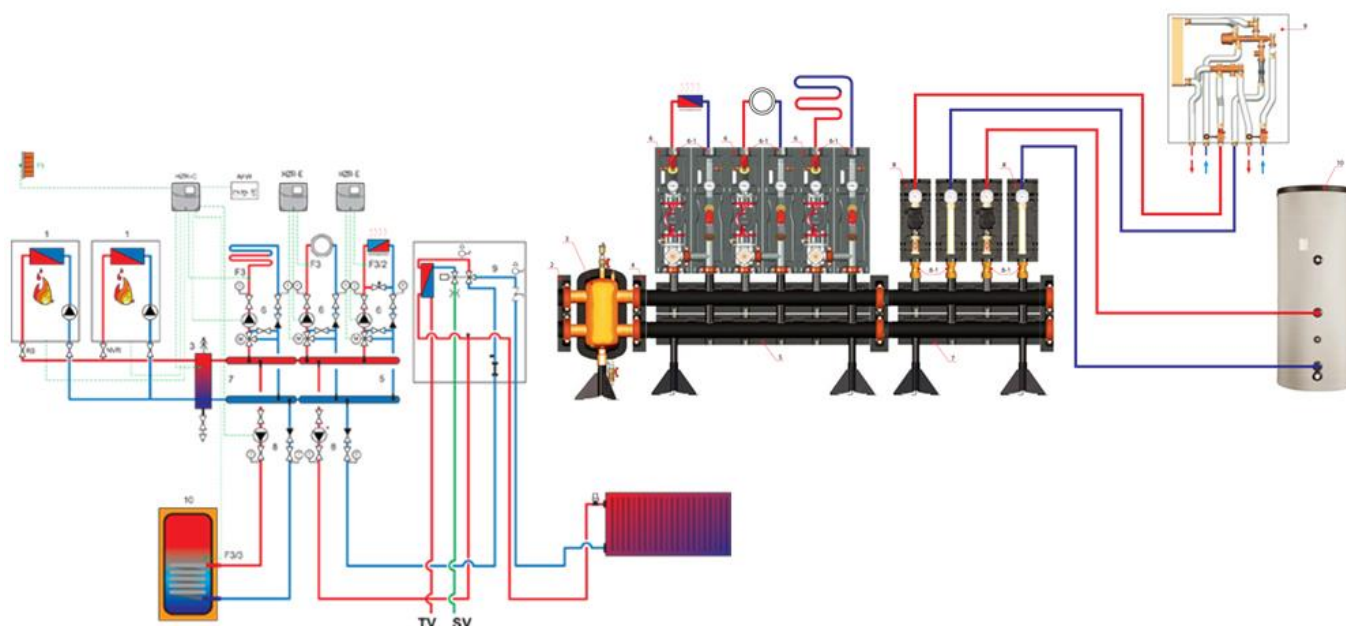
Obr. 2.8 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlakov



Poznámka: Hydraulický vyrovnávač dynamických tlakov môže byť typu I, alebo typu II. V prípade použitia vstupných a výstupných hrdiel v jednej rovine (typ I) je nutné, aby v hornej časti bol umiestnený dierovaný deliaci plech, alebo iný deliaci prvok, ktorý zamedzí hydraulickému skratu medzi vstupným hrdlom primárneho okruhu a vstupným hrdlom sekundárneho okruhu

Zdroj: Košičanová, D., Kováč, M., Knížová, K., Fedorčák, P., Vykurovanie, Košice 2013, TUKE, ISBN: 978-80-553-0209-6
<http://www.racen.sk/referencie/produkty/hvdt-hydraulicke-vyrovnavace-tlakov>

Obr. 2.10 Čerpadlové skupiny v bytovom dome



Poznámka: Jedná sa o najčastejší spôsob zapojenia v bytovom dome, plynové kotle, vykurovanie, príprava teplej vody pre bytový dom a v dome pre hostí

Kaskáda plynových kotlov (80 kW), zdroj pre prevádzku sústavy s niekoľkými nezávislými okruhmi a prípravou teplej vody pomocou inštalácie stanice LogoComfort.

Zdroj: www.cerpadloveskupiny.cz

Vykurovacie telesá

Sú prvky vykurovacieho systému, používajú sa ako druhý najčastejší koncový prvok vykurovania. Delia sa na základe tvaru, výkonu, materiálu, spôsobu napojenia na rôzne druhy. Najmenej používané sú liatinové telesá, s ohľadom na ich tvary a hmotnosť, hoci vykazujú mnohé nedocenené výhody (dlhá životnosť, vysoká akumulčná schopnosť, odolnosť voči oteru a podobne) ale aj nevýhody (stála starostlivosť – nátery, vysoká cena a hmotnosť). Najviac používané sú plošné doskové plechové vykurovacie telesá, pre ich ľahkú montáž, cenovú dostupnosť, v posledných rokoch aj sofistikovaný vzhľad. Pre bytové domy je tento výber obdobný.

Potrubia vo vykurovaní

V rodinných domoch sa najviac používajú plastlinikové potrubia od rôznych výrobcov, ktoré sú výborné pre ich jednoduchosť v spájaní, rezaní, a v cene. V prípade podlahového vykurovania sa jedná o malé priemery potrubí, ktorých je síce viac, ale sú cenovo prístupné. Jedná sa o dimenzie napr. 16x2, 15x2, výnimočne 20x2 – na zákazku. Ďalší materiál, ktorý vstupuje do systému je uhlíková oceľ, ktorej výhodou je pevnosť a menšia rozťažnosť. Používa sa do kotolní, nevýhodou je že sa musí natierať.

V bytových domoch sa používajú rovnaké materiály, až na výnimku, že oceľové potrubia sa často používajú pri použití bytových staníc, kde oceľové potrubie sa navrhuje na hlavný stúpací rozvod. Výhodou použitia oceľového potrubia je väčšia pevnosť, menší vonkajší rozmer a menšia rozťažnosť potrubia.

Izolácie vo vykurovaní

Izolácie sa navrhujú na rozvodné potrubia v kotolniach, na ležaté rozvody v suterénoch. Na stúpacie potrubia sa používajú len v prípadoch, že je potrubie umiestnené v stene, alebo v inštaláčnej šachte. Ak je v obytnom priestore vedené voľne, neizoluje sa. Tu platia rovnaké pravidlá pre rodinné domy aj bytové domy, hrúbka izolácie sa navrhuje ekonomická, ale zároveň musí spĺňať minimálne merné tepelné straty.

Tu by som odkázala čitateľov na literatúru: Košičanová, D., Kováč, M., Knížová, K., Fedorčák, P., Vykurovanie, Košice 2013, TUKE, ISBN: 978-80-553-0209-6, kde sa dočítajú o ostatných prvkoch vykurovacieho systému, návrhu, dimenzovaní.

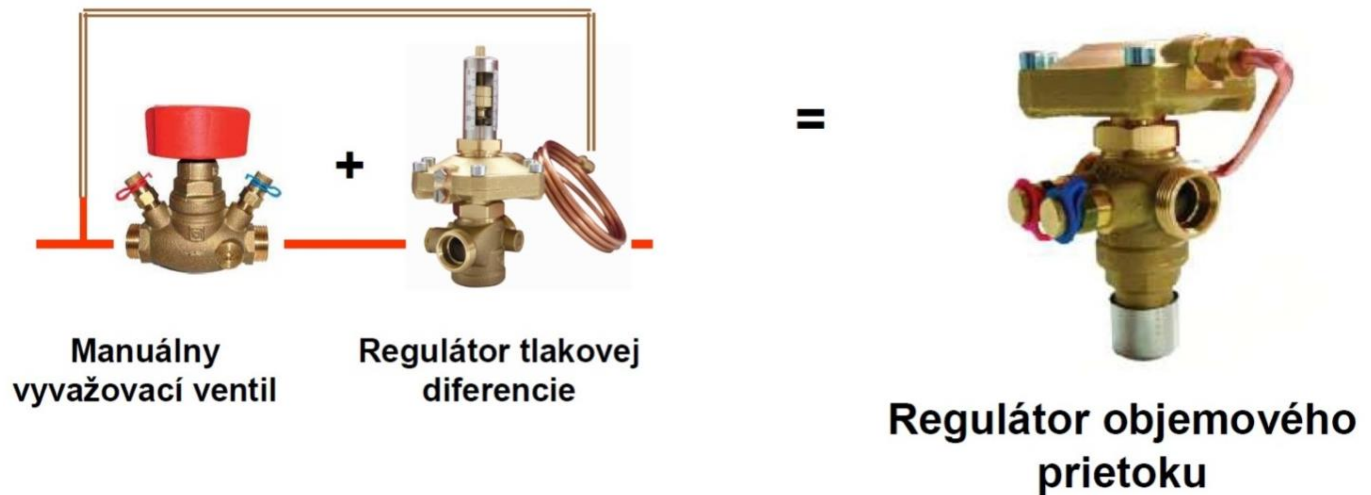
2.4 Hydraulika vykurovacích systémov

Potrubná sieť vykurovacích sústav slúži k doprave teplonosnej látky ku spotrebiču a späť od spotrebiča ku zdroju tepla. Teplonosnou látkou je väčšinou teplá voda, niekedy para. Cieľom hydraulického návrhu potrubnej siete je výpočet priemeru potrubí, menovitých svetlostí armatúr a nastavenie regulačných členov sústavy. Systém by mal spĺňať požiadavku, že celková tlaková strata okruhu je rovnako veľká ako dispozičný tlak (účinný tlak = dopravný tlak čerpadla). Hydraulické vyregulovanie má vytvoriť podmienky pre reguláciu odberu tepla. Spotrebiteľ má právo odobrať len toľko tepla, koľko potrebuje.

To znamená, že rozvodná sústava sa musí vysporiadať s premenlivým odberom tepla. Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy má teda zabezpečiť bezproblémovú funkčnosť a regulovateľnosť pri akýchkoľvek prevádzkových stavoch, ktoré môžu vo vykurovacej sústave nastať. Pri chýbajúcej alebo nefunkčnej regulácii diferenčného tlaku dochádza k tomu, že pri otváraaní termostatických ventilov, diferenčný tlak klesá a pri ich zatváraní opäť stúpa. Čím vyšší je diferenčný tlak, tým väčší prietok dokáže pretiecť cez termostatický ventil. Ak pri zatváraní termostatických ventilov stúpa diferenčný tlak a prietok neklesá, znamená to, že termostatické ventily nie sú schopné regulovať prietok vykurovacím telesom a teda ani teplotu v miestnosti, dôsledkom čoho je zvýšená spotreba tepla a vysoké náklady na vykurovanie. Sprievodným znakom natláčania nadmerného prietoku a tepla cez termostatické ventily je hlučnosť – šumenie, pískanie. Hydraulika rodinného domu je jednoduchšia, zákonite sa to odzrkadľuje od menšieho počtu odberných miest. V podstate vo väčšine prípadov postačuje správne nastavenie čerpadla a to na základe hydraulického výpočtu vykurovacej sústavy.

V prípade podlahového vykurovania nastavujeme správne prietoky na okruhoch vykurovania a nastavujeme regulačné ventily na rozdeľovačoch v skrinkách. Ak je to malý dom, s jedným rozdeľovačom, tak sa celá hydraulika zjednodušuje. Pri bytových domoch je potrebná násobná regulácia, regulácia koncových prvkov – vykurovacích telies, alebo okruhov podlahového vykurovania, potom vyregulovanie na stúpačkách a nakoniec vyregulovanie na vstupe do bytového domu – myslí sa vstup vykurovania pri systéme CZT. Práve tu v posledných rokoch prešla hydraulika výraznými zmenami, najprv sa inštalovali iba regulačné ventily, potom prepúšťacie ventily a v súčasnosti sa všetko nahrádza regulátormi diferenčného tlaku. Regulátor diferenčného tlaku je proporcionálny regulátor, ktorý funguje bez pomocného zdroja energie. Požadovanú hodnotu diferenčného tlaku je možné nastaviť plynulo. Nastavená hodnota diferenčného tlaku je odčítateľná na stupnici, nastavovaciu skrutku je možné zablokovať aretačným prstencom a tento opatriť plombou.

Hodnota diferenčného tlaku je z výroby nastavená na minimum a aretačný prstenec je fixovaný vo svojej hornej polohe. Požadovaný tlakový rozdiel sa nastavuje otáčaním kolieska s aretačným prstencom. Súčasťou dodávky je kapilára, ktorá je druhým koncom pripojená na regulačný ventil v privode vykurovacieho okruhu. Vykurovacie systémy so stúpačkovými regulačnými ventilmi sa ideálne kombinujú s regulátormi diferenčného tlaku.

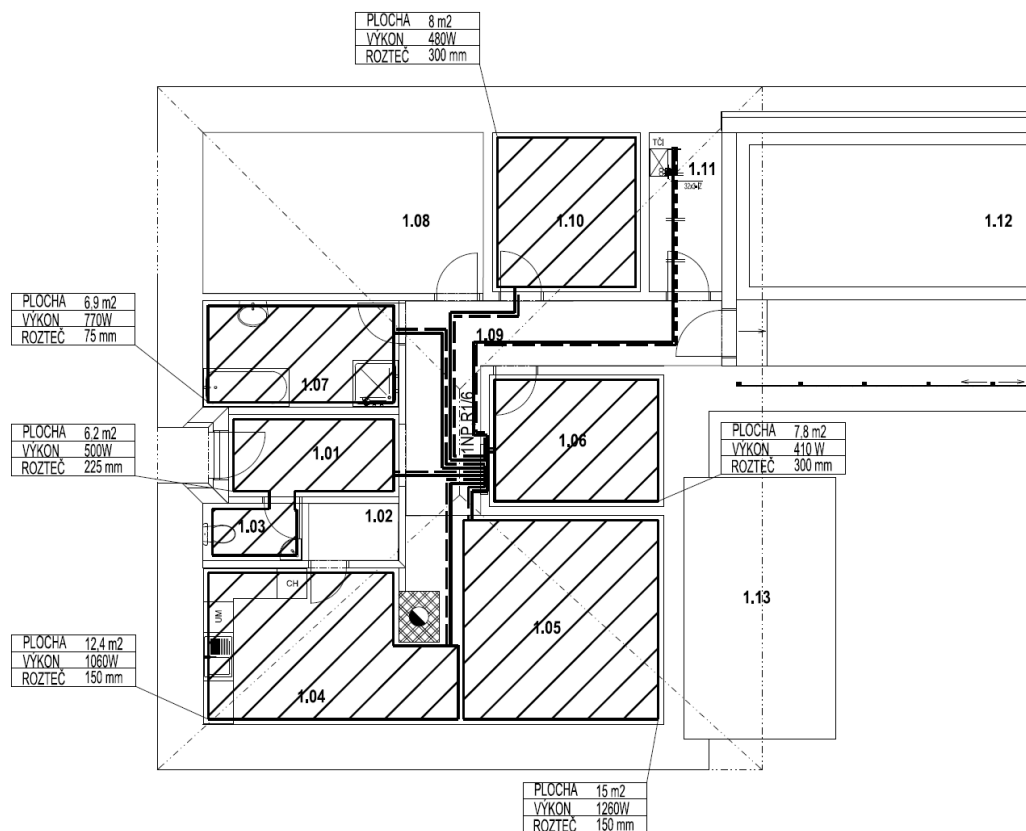


Poznámka: Regulátor objemového prietoku plní funkciu manuálneho vyvažovacieho ventilu v sústave s konštantným prietokom, tzn. udržiava nastavený požadovaný prietok média do systému za ním. Vzhľadom k tomu, že je osadený v dynamickej sústave, túto svoju funkciu, udržiavať konštantný prietok, plní na základe rozdielu dispozičných tlakov pred a za ventilom, čiže pracuje ako regulátor tlakovej diferencie. Požadovaný hmotnostný prietok udržiava na konštantnej úrovni počas všetkých prevádzkových stavov. Pre správnu funkciu ROP je nutné, aby bol dodržaný min. dispozičný tlak pred ventilom vyplývajúci z návrhu ventilu.

Zdroj: <https://www.herz-sk.sk/odborne-rady/systemova-a-regulacna-technika/zabezpecenie-pozadovaneho-objemoveho-prietoku-v-danom-okruhu/>

2.5 Záver

Obr. 2.12 Zjednodušená projektová dokumentácia rodinného domu



POPIS RODINNÉHO DOMU:

PRIZEMNÝ DOM
 ZJEDNODUŠENÁ PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA
 PODLAHOVÉ VYKUROVANIE
 ZDROJ TEPLA: KOMPAKTNÁ VETRACIA JEDNOTKA
 NILAN VP18K EK9 WT

LEGENDA MIESTNOSTI

Č.M.	ÚČEL MIESTNOSTI	PLOCHA m ²	VÝŠKA MIESTNOSTI m	ÚROVEŇ PODLAHY	POVRCHOVÁ ÚPRAVA		
					PODLAHA	STENA	STROP
1.01	ZÁDVERIE	15.51	2.400	0.000	P4 KER. DLAŽBA	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.02	SKLAD	1.98	2.400	0.000	P4 KER. DLAŽBA	KER. OBKLAD	SDK + NÁTER BIELY
1.03	WC	2.18	2.400	0.000	P4 KER. DLAŽBA	KER. OBKLAD	SDK + NÁTER BIELY
1.04	KUCHYŇA	11.91	2.400	0.000	P5 PLÁVAJÚCA PVC	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.05	DENNÁ MIESTNOSŤ	20.27	2.400	0.000	P5 PLÁVAJÚCA PVC	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.06	IZBA	6.92	2.400	0.000	P5 PLÁVAJÚCA PVC	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.07	KÚPEĽŇA	8.11	2.400	0.000	P4 KER. DLAŽBA	KER. OBKLAD	SDK + NÁTER BIELY
1.08	GARAŽ	17.58	2.400	0.000	P4 KER. DLAŽBA	KER. OBKLAD	SDK + NÁTER BIELY
1.09	CHODBA	12.28	2.400	0.000	P5 PLÁVAJÚCA PVC	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.10	IZBA	9.20	2.400	0.000	P5 PLÁVAJÚCA PVC	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.11	TECHMIESTNOSŤ	4.48	2.400	0.000	P4 KER. DLAŽBA	OMIETKA + MAĽBA	SDK + NÁTER BIELY
1.12	BAZÉN	46.37	2.000	-4.100	P6 DREV. DOSKY	OMIETKA + MAĽBA	DREVENÝ OBKLAD
1.13	TERASA	15.51	-	0.000	P8 DREV. DOSKY	-	-
ÚŽITKOVÁ PLOCHA SPOLU:				145.54			
ZASTAVANÁ PLOCHA SPOLU:				231.87			

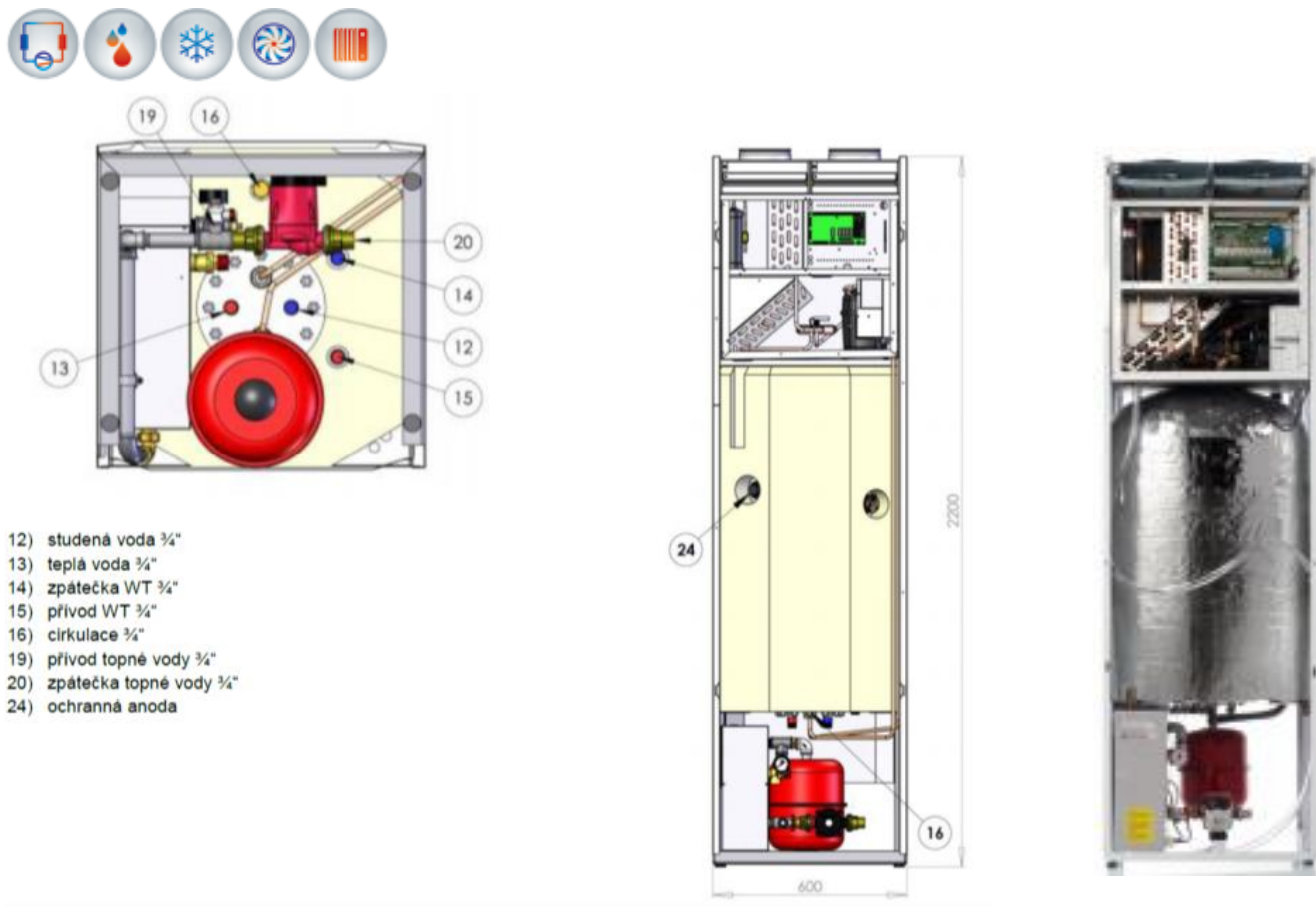
LEGENDA UK

	PRÍVODNÉ POTRUBIE - RÚRKA HERZ PE-RT 16x2 - 32x3, 45°C
	V RATNÉ POTRUBIE - RÚRKA HERZ PE-RT 16x2 - 32x3, 30°C
	KOMPLETNÁ SKRINA S ROZDELOVACOM PRE PODLAHOVÉ VYKUROVANIE
	PODLAŽIE, ČÍSLO ROZDELOVACEJ STANICE / POČET OKRUHOV + REGULÁČNÝ VENTIL HERZ STROMAX - GR DN 25
	KOMPAKTNÁ VETRACIA JEDNOTKA NILAN VP18K EK9 WT CELKOVÉ TEPELNÉ STRATY 4464 W

Poznámka: Objekt je jednopodlažný, bez suterénu. Primárnym zdrojom tepla je kompaktná vetracia jednotka NILAN VP18K EK9 WT. Zdroj zabezpečuje prípravu tepla potrebného na vykurovanie, prípravu teplej vody, a chladu na chladenie. Teplotný spád je 45/30 °C pre celý objekt. V kotolni nie je možné osadiť rozdeľovač s dvoma okruhmi a zmiešavacie sady, preto je vykurovanie na rovnaký spád.

Zdroj: D. Košičanová

Obr. 2.13 Kompaktná vetracia jednotka NILAN VP18K EK9 WT

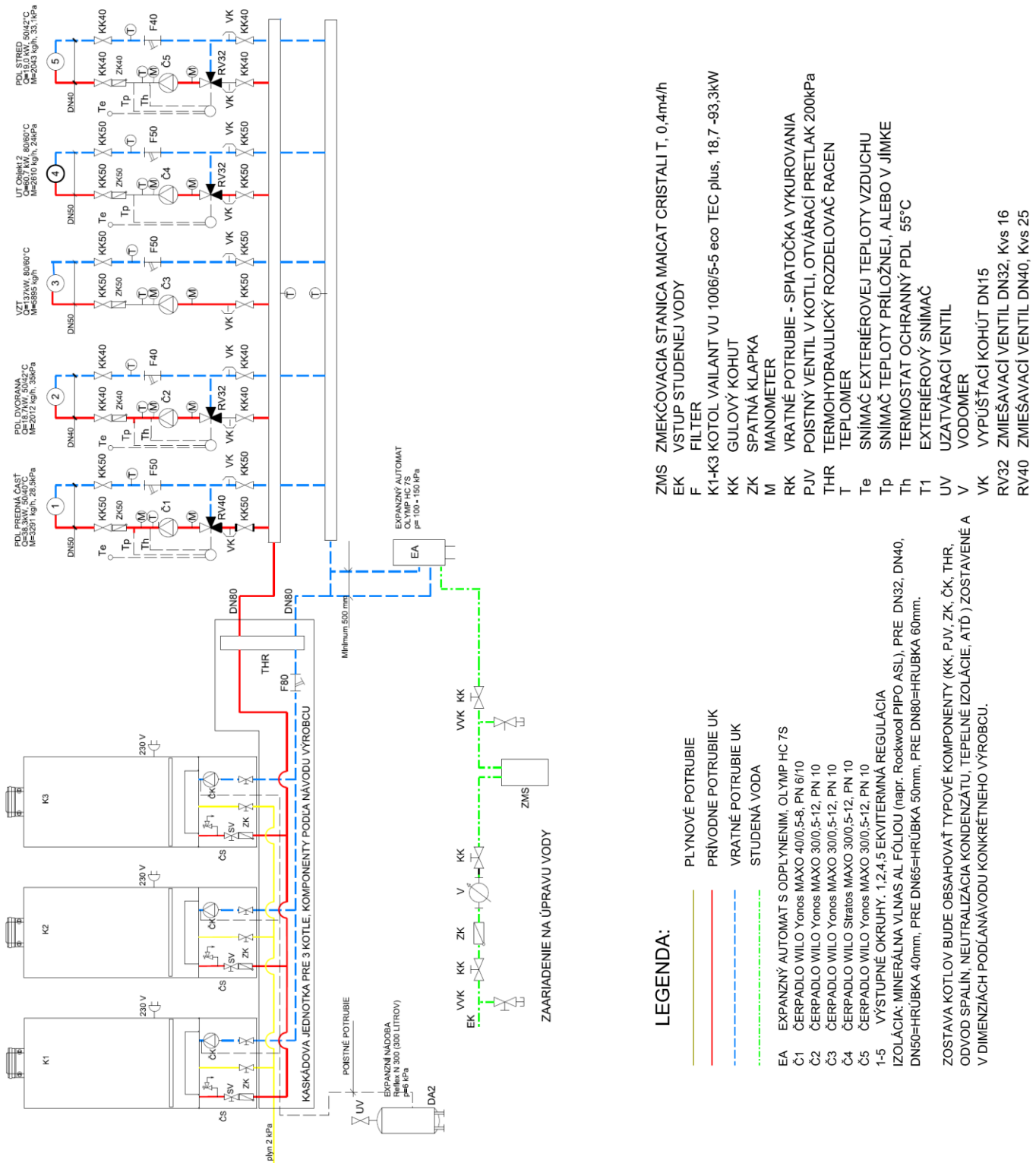


- 12) studená voda 3/4"
- 13) teplá voda 3/4"
- 14) zpátečka WT 3/4"
- 15) prívod WT 3/4"
- 16) cirkulace 3/4"
- 19) prívod topné vody 3/4"
- 20) zpátečka topné vody 3/4"
- 24) ochranná anoda

Poznámka: výkon 350 m³ h, úsporné ventilátory ebmpapst, digitálna regulácia CTS 600, signalizácia zanesenia filtrov, detailný prehľad o nastavení jednotky, spínanie zvýšeného odvodu (alternatívne bezdrôtovo), 3 týždenné programy, ohrev vody 180 l, vykurovací výkon TČ 2,1 kW, vykurovací výkon elektrokotla 9 kW, výmenník v nádrži pre solárny panel, alebo krbovú vložku (pri modeloch WT), chladiaci výkon 1 kW (pri modeloch K), šírka 600 mm, výška 2200 mm, hĺbka 600 mm, horné pripojné hrdla 160 mm

Zdroj: Nilan.sk

Obr. 2.14 Kotelňa v bytovom dome – zónovanie na viacero okruhov



Poznámka: Plynová kotelňa v bytovom dome, čerpacie a zmiešavacie okruhy sú účelovo rozdelené.

Zdroj: D. Košičanová

2.6 Zdroje chladenia

Úlohou chladiacich zariadení vo vzduchotechnike je bezprostredne, alebo sprostredkované odvádzať teplo z vnútorného prostredia. Nájomníci bytových domov majú mať možnosť v čo najväčšej miere ovládať svoje individuálne požiadavky na tepelnú pohodu. Dosiahnutie požadovanej teploty v jednotlivých bytoch individuálnymi technickými riešeniami v bytovom dome však môže byť drahé a energeticky neefektívne. Z toho dôvodu sa odporúča riešiť chladenie v bytovom dome komplexne pre celý bytový dom a to v súlade s riešením vykurovacieho systému. Odhad množstva energie potrebnej na odvedenie tepelnej záťaže podľa individuálnych požiadaviek obyvateľov bytového domu počas celého roka je mimoriadne náročné.

2.6.1 Tepelné zisky

Za účelom zníženia tepelnej záťaže ako škodliviny tepelnej povahy z klimatizovaných miestností je potrebné kvantifikovať tepelné zisky. Tepelné zisky sú tepelné toky do klimatizovaného priestoru - miestnosti, ktoré nezahŕňujú teplo v privádzanom vzduchu okrem otváraní okien a dverí. Tepelné zisky podľa svojho pôvodu delíme do dvoch skupín:

- tepelné zisky od vnútorných zdrojov tepla,
- tepelné zisky od vonkajších zdrojov tepla.

Tepelné zisky od vnútorných zdrojov tepla

K vnútorným zdrojom tepla patrí produkcia tepla od ľudí nachádzajúcich sa v klimatizovanom priestore, elektronických zariadení, jedál a susedných miestností.

Produkcia tepla od ľudí

Do tejto produkcie je zahrnuté len citeľné teplo, ktoré závisí od telesnej činnosti človeka, teploty vzduchu a zloženia skupiny ľudí. Ako základ sa uvažuje produkcia citeľného tepla muža pri mierne aktívnej práci pri stole pri teplote vzduchu 26 °C. Pri inej teplote vzduchu sa prevádza korekcia podľa vzťahu:

$$Q_i = i_l \cdot 6,2 \cdot (36 - \theta_{ai}) \quad [W] \quad (2.5)$$

kde:

- i_l počet osôb [-],
 θ_{ai} teplota vzduchu v miestnosti [°C].

Produkcia tepla je rozdielna u oboch pohlaví a tiež aj detí. Produkcia tepla žien sa uvažuje 85 % a produkcia detí 75 % z produkcie mužov. Produkcia citeľného tepla mužov pre rôzne teploty a rôzne činnosti je uvedená v norme STN 730548 - Výpočet tepelnej záťaže klimatizovaných – priestorov.

Produkcia tepla od elektronických zariadení

Rôzne elektronické zariadenia – televízny prijímač, počítač, monitor, tlačiareň kopírky a pod. produkujú teplo. Pokiaľ je celkový trvalý príkon menší ako 100 W, nie je potrebné tento zdroj tepla uvažovať. Tepelné zisky od elektronických zariadení sa vypočítajú podľa vzťahu:

$$Q_{el} = c_1 \cdot c_3 \cdot \sum P \quad [W] \quad (2.6)$$

kde:

- Q_{el} produkcia tepla od elektronických zariadení [W],
 P elektrický príkon zariadení [W],
 c_1 súčiniteľ súčasnosti chodu všetkých zariadení [-],
 c_3 priemerné zaťaženie zariadení [-].

Produkcia tepla od susedných miestností

Ak susedí klimatizovaná miestnosť s miestnosťou, v ktorej je iná teplota počíta sa s tepelnými ziskami podľa vzorca:

$$Q_s = U \cdot A \cdot (Q_{ais} - Q_{ai}) \quad [W] \quad (2.7)$$

kde:

Q_s	produkcia tepla od susedných miestností [W],
U	súčiniteľ prechodu tepla stenou [W/(m ² .K)],
A	plocha steny [m ²],
Θ_{ais}	teplota vzduchu v susednej miestnosti [°C],
Θ_{ai}	teplota vzduchu v klimatizovanej miestnosti [°C].

Tepelné zisky od vonkajších zdrojov tepla

Tepelné zisky od vonkajších zdrojov tepla predstavujú tepelný tok vyvolaný slnečnou radiáciou oknami a konvekciou oknami a ostatnými stavebnými konštrukciami.

Výpočet tepelnej záťaže radiáciou oknom sa vykonáva pre slnečný deň 21. júl. V odôvodnených prípadoch, daných orientáciou alebo prevádzkou v budove je možné previesť výpočet pre iný mesiac. Výpočty sa prevádzajú k 21. dňu príslušného mesiaca.

Tepelné zisky od slnečnej radiácie oknami Q_{or} sa počítajú zo vzťahu:

$$Q_{or} = [A_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (A_o - A_{os}) \cdot I_d] \cdot s \quad [W] \quad (2.8)$$

kde:

A_{os}	oslneý povrch okna [m ²],
A_o	plocha okna vrátane rámu [m ²],
I_o	celková intenzita slnečnej radiácie prechádzajúca štandardným jednoduchým sklom [W/m ²],
I_d	intenzita difúznej slnečnej radiácie prechádzajúca štandardným jednoduchým sklom [W/m ²],
c_o	korekcia pre čistotu atmosféry [-],
s	tieniaci súčiniteľ [-].

Prechod tepla konvekciou oknom Q_{ok} sa počíta podľa vzťahu:

$$Q_{ok} = U_o \cdot A_o \cdot (\theta_{ae} - \theta_{ai}) \quad [W] \quad (2.9)$$

kde:

U_o	súčiniteľ prechodu tepla oknom [W/(m ² .K)],
A_o	plocha okna vrátane rámu [m ²],
Θ_{ae}	teplota vzduchu v exteriéri [°C],
Θ_{ai}	teplota vzduchu v miestnosti [°C].

Tepelné zisky cez nepriesvitné konštrukcie t.j. cez vonkajšie steny sú podľa STN 73 0548 rozdelené do troch kategórií: steny ľahké, steny stredne ťažké a steny ťažké.

Steny ľahké sú steny s hrúbkou steny menšou ako 0,08 m. Vykazujú malú tepelnú kapacitu a fázový posun teplotných kmitov tepelných tokov je malý. Proces prechodu tepla je možné uvažovať ako ustálený. Prechod tepla Q_{st} sa určí zo vzťahu:

$$Q_{st} = U_{st} \cdot A_{st} \cdot (\theta_r - \theta_{ai}) \quad [W] \quad (2.10)$$

kde:

Q_{st}	prechod tepla cez vonkajšiu stenu [W],
U_{st}	súčiniteľ prechodu tepla cez vonkajšiu stenu [W/(m ² .K)],
A_{st}	plocha vonkajšej steny [m ²],
θ_r	rovnocenná slnečná teplota vzduchu [°C],
θ_{ai}	teplota interiérového vzduchu [°C].

Steny stredne ťažké sú steny s hrúbkou steny od 0,08 m do 0,45 m. Vykazujú väčšiu tepelnú kapacitu a z toho dôvodu ovplyvňujú aj kolísanie teplôt na vnútornom povrchu a tým aj fázový posun pri prechode tepla. Prechod tepla Q_{st} sa určí zo vzťahu:

$$Q_{st} = U_{st} \cdot A_{st} \cdot [(\theta_{rm} - \theta_{ai}) + m \cdot (\theta_{r\varphi} - \theta_{rm})] \quad [W] \quad (2.11)$$

kde:

Q_{st}	prechod tepla cez vonkajšiu stenu [W],
U_{st}	súčiniteľ prechodu tepla cez vonkajšiu stenu [W/(m ² .K)],
A_{st}	plocha vonkajšej steny [m ²],
θ_{rm}	priemerná rovnocenná slnečná teplota vzduchu za 24 hodín [°C],
θ_{ai}	teplota interiérového vzduchu [°C],
$\theta_{r\varphi}$	rovnocenná slnečná teplota vzduchu v čase o φ hodín skôr [°C],
m	súčiniteľ zmenšenia teplotného kolísania pri prechode tepla konštrukciou [-].

Steny ťažké sú steny s hrúbkou steny δ väčšou ako 0,45 m. Vykazujú takú veľkú tepelnú kapacitu, že je možné zanedbať kolísanie teplôt na vnútornom povrchu. Prechod tepla Q_{st} sa určí zo vzťahu:

$$Q_{st} = U_{st} \cdot A_{st} \cdot (\theta_{rm} - \theta_{ai}) \quad [W] \quad (2.12)$$

kde:

Q_{st}	prechod tepla cez vonkajšiu stenu [W],
U_{st}	súčiniteľ prechodu tepla cez vonkajšiu stenu [W/(m ² .K)],
A_{st}	plocha vonkajšej steny [m ²],
θ_{rm}	priemerná rovnocenná slnečná teplota vzduchu za 24 hodín [°C],
θ_{ai}	teplota interiérového vzduchu [°C].

Výpočet tepelných ziskov klimatizovaných priestorov sa vykonáva podľa STN 730548. Výsledky výpočtu slúžia ako podklad pre dimenzovanie klimatizačných zariadení. V norme sú uvedené zásady pre výpočet tepelnej záťaže klimatizovaných priestorov.

2.6.2 Zdroje chladenia

Individuálne ovládanie teploty vo vnútornom prostredí je kľúčovým faktorom, ktorý rozhoduje o tom, či bude zvolený centralizovaný alebo decentralizovaný systém chladenia (aj vykurovania). Centralizované systémy sú pre väčší počet bytov energeticky efektívnejšie. Umožňujú lacnejšiu prípravu teplej vody. Pri použití 4-rúrkového systému HVAC, kde jeden 2-rúrkový rozvod slúži na vykurovanie a druhý 2-rúrkový rozvod slúži na chladenie, je možnosť hlavne v prechodnom ročnom období (jar a jeseň) vybrané miestnosti vykurovať a iné miestnosti chladíť. Je tu možnosť využívať systémy HVAC umožňujúce presun tepla v rámci budovy a týmto spôsobom znižovať prevádzkové náklady. Centralizovaný systém, aj keď je efektívnejší, nie vždy zabezpečuje individuálnu reguláciu teploty v každej bytovej jednotke. Závisí to od technického riešenia, ktoré je zväčša podmienené veľkosťou investičných nákladov. Decentralizované systémy zväčša umožňujú iba chladenie resp. vykurovanie celého bytu. V súčasnosti na Slovensku z dôvodu zníženia ceny bytov je tento systém málo realizovaný. Väčšinou sa navrhuje decentralizovaný systém, v ktorom má každý byt svoj vlastný zdroj chladu (aj tepla).

Zdroje chladenia delíme do dvoch základných skupín:

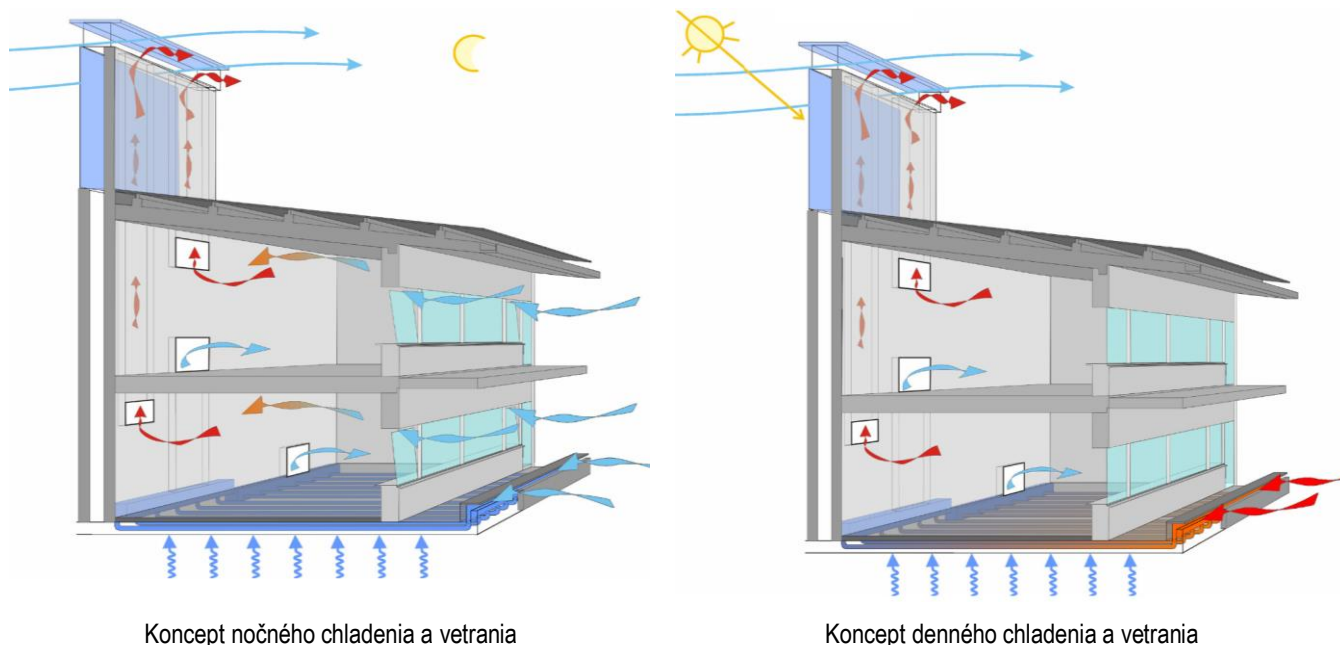
- nestrojný.
- strojný.

Nestrojný zdroje chladenia

Nestrojný chladenie, v zahraničí nazývané tiež pasívne chladenie využíva fyzikálne javy prebiehajúce v prírode. V našich podmienkach sa využívajú ako nestrojný zdroje chladenia: voda (rieky, potoky, studne), zemné výmenníky a exteriérový vzduch prevažne v nočných hodinách. Už pri tvorbe budov je potrebné zohľadňovať možnosť využitia rôznych pasívnych prvkov chladenia budov ako sú: veľkosť okien a možnosť ich tienenia, pohyb vzduchu a možnosť akumulácie tepla. Pohyb vzduchu je najdôležitejším javom pasívneho chladenia. Prúdením vzduchu je možné odvádzať teplo z budovy – využívané hlavne pri nočnom chladení budovy. To si vyžaduje dôsledne navrhnuté veľkosti, polohy a tvary otvorov (okná, dvere a vetracie otvory). Nočný chladný vzduch je spoľahlivým zdrojom chladenia vo vnútrozemských oblastiach, kde rozdiely teplôt zvyčajne presahujú 6 – 8 °C. Horúci vzduch sálajúci zo stavebnej konštrukcie je nahradený chladnejším nočným vzduchom.

Na dosiahnutie tepelného komfortu pri použití nestrojného (pasívneho) chladenia sú obvodové plášte budov navrhnuté tak, aby minimalizovali denný tepelný zisk, maximalizovali nočné tepelné straty a podporovali prístup studeného vánku, ak je k dispozícii. Pôdorys a tvar budovy má byť navrhnutý tak, aby zohľadňoval miestnu klímu a lokalitu. Je potrebné navrhnuť optimálnu akumulačnú hmotu potrebnú na akumulovanie tepla / chladu. Veľmi dôležité je správne navrhnutie veľkosti, tvar a polohy okien, aby bolo možné vytvoriť optimálny pohyb vzduchu v budove. Taktiež je potrebné navrhnuť vhodné tieniace konštrukcie. Odporúča sa využívať strešné priestory a vonkajšie pobytové priestory ako nárazníkové zóny na obmedzenie tepelného zisku v budove.

Obr. 2.15 Chladienie zabezpečené nočným prirodzeným vetraním



Poznámka: Pasívne vetranie a chladienie miestností je dosiahnuté prirodzeným vetraním prostredníctvom solárneho komína. Prichádzajúci čerstvý vzduch je nasávaný do miestností cez okná. Čerstvý vzduch sa tiež nasáva z nádvorja do rúr zabudovaných do základovej dosky. Solárny komín je orientovaný na juh a je natretý čiernou farbou a prekrytý polykarbonátovou doskou. Komín zachytáva slnečné žiarenie, čím zvyšuje komínový efekt a priťahuje teplý vzduch z miestností. Komín využíva vietor na vytváranie podtlaku, čo zlepšuje pohyb vzduchu vo vnútri komína. Počas nočnej doby teplá hmota komína uvoľňuje teplo, ktoré sa akumulovalo počas dňa, a tým napomáha nasávaniu vzduchu z miestností, ktorý vstupuje do miestností cez otvorené okná. Chladnejší nočný vzduch odoberá teplo zo stavebnej konštrukcie.

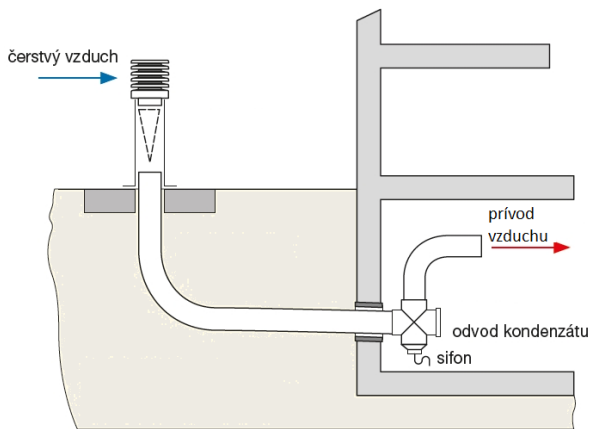
Zdroj: © Transsolar; <https://www.german-architects.com/en/transsolar-klimaengineering-stuttgart/project/lycee-charles-de-gaulle>; <http://www.carboun.com/sustainable-design/a-damascus-school-revives-traditional-cooling-techniques/>

Pasívny chladienie nočným vzduchom je možné využiť aj v budovách, kde je nainštalovaný vetrací alebo klimatizačný systém. Je však potrebné v budove osadiť klapky na reguláciu a usmerňovanie prúdenia vzduchu v budove. Vzhľadom na naše klimatické podmienky je tento systém vhodný. Pri navrhovaní tohto systému je však potrebné zohľadniť požiadavky na požiaru ochranu budovy.

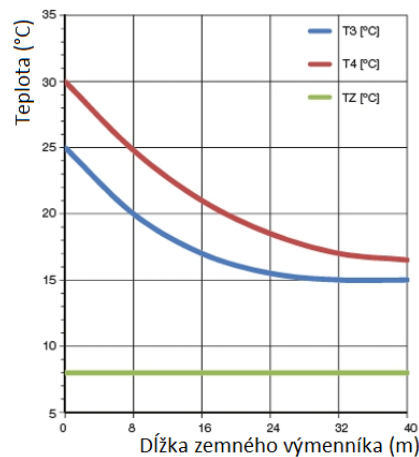
Menej používaným systémom v našich podmienkach je systém využívajúci chladienie vzduchu zemným výmenníkom. Zemný vzduchový výmenník je možné využívať v letnej aj zimnej prevádzke. Pri navrhovaní tohto systému je potrebné uvažovať s kondenzáciou vodných pár v zemnom výmenníku. Rúry tvoriace zemný výmenník musia byť uložené v spáde minimálne 2 % smerom ku odvodneniu v kanalizačnej šachte. Taktiež je potrebné vytvoriť podmienky na zabezpečenie dôkladného čistenia rúr v priebehu prevádzky systému, aby bolo zabránené vzniku rôznych nežiadúcich baktérií.

V podmienkach Slovenska sa javí veľmi efektívne používanie chladienia budovy pomocou vody zo studne, jazera alebo vodného toku. Pre tento systém je však potrebné použitie minimálne jedného čerpadla na vodu, takže to nie je úplne pasívne chladienie bez použitia mechanickej energie. Voda, napríklad zo studne je dopravovaná obehovým čerpadlom do budovy a ochladzuje obytný priestor buď priamo alebo nepriamo prostredníctvom výmenníka tepla. Najčastejšie sa využíva systém nepriameho chladienia, kde studňová voda je dopravovaná obehovým čerpadlom zo studne do výmenníka tepla a späť do studne. Druhý chladiaci okruh tvorí upravená chladiaca voda, ktorá odoberá teplo z obytných priestorov a odovzdáva ho studňovej vode vo výmenníku tepla. Na odoberanie tepla z obytných priestorov môžu byť použité napríklad kapilárne rohože inštalované na strope alebo stene alebo iné chladiace telesá.

Obr. 2.16 Chladienie zabezpečené zemným výmenníkom



Zemný vzduchový výmenník

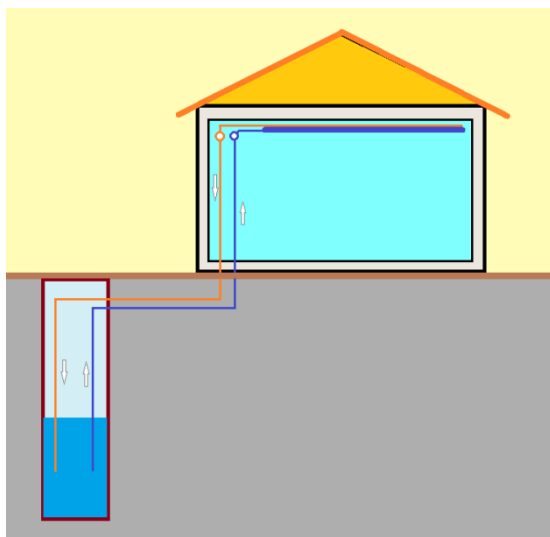


Ochladienie vzduchu v zemnom registri ED 200 v letnom období

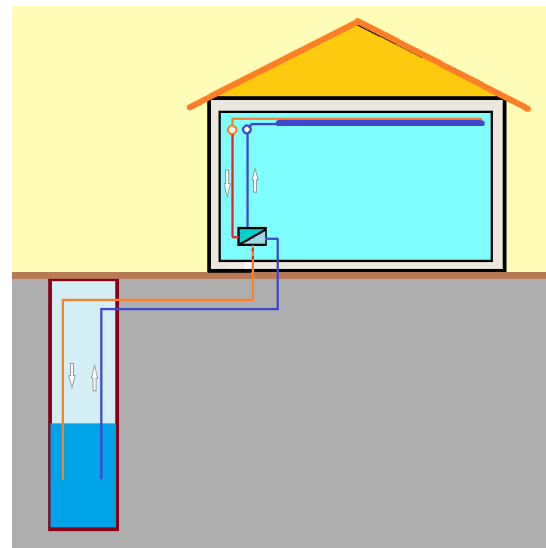
Poznámka: Zemný vzduchový výmenník využíva približne konštantnú teplotu zeme cca 8 až 12 °C v hĺbke 1,8 m (min. 1,2 m) v zemi. V letnom období vzduchový výmenník ochladzuje nasávaný vzduch a znižuje tak teplotu vzduchu v interiéri.

Zdroj: © EDV 2009; © 2003–2009 ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o. a poskytovateľ obsahu, Created by Formata, Content © ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o. a poskytovatelia obsahu (Soler & Palau, VIM, Wernig, Eberle, Belimo CZ, UNIVENT CZ a ďalšie), <http://www.elektrodesign.sk/web/sk/product/vzduchovy-zemny-vymennik-ed-geoflex>

Obr. 2.17 Chladienie studňovou vodou



Priame chladienie studňovou vodou



Nepriame chladienie studňovou vodou

Zdroj: P. Kapalo

Uvedené nestrojné zdroje chladenia (vzduch, voda, zem) sa využívajú aj ako zdroje chladenia pri strojnom chladiení.

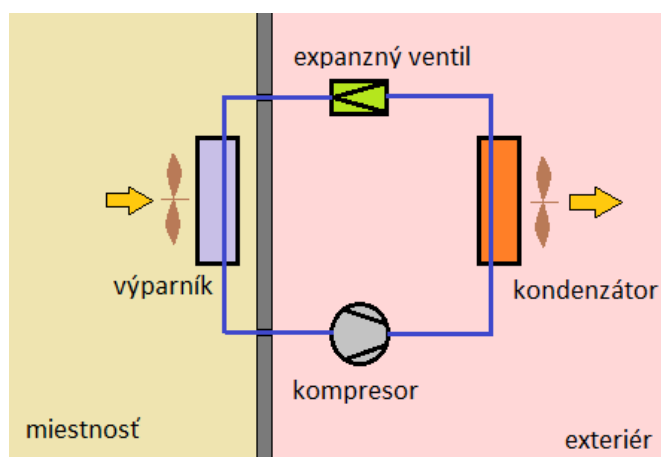
Strojné zdroje chladenia

V budovách na bývanie sa najčastejšie využívajú systémy s priamym alebo nepriamym kompresorovým chladiacim okruhom. Chladivo je pracovná látka v chladiacom okruhu, ktorá odoberá teplo vyparovaním pri teplote prostredia a odovzdáva ho kondenzáciou pri teplote okolia.

Priame kompresorové chladenie

Pri priamom chladiacom okruhu chladiacim zariadením cirkuluje iba chladiace médium. Chladivo v podobe plynu s nízkym tlakom vchádza do kompresora, kde je stlačované, čím sa jeho teplota a tlak zvýšia. Následne je chladivo s vysokou teplotou a tlakom privádzané do výmenníka - kondenzátora, v ktorom svoje teplo odovzdáva vonkajšiemu vzduchu a kondenzuje na podchladenú kvapalinu so stále vysokým tlakom. Chladivo s vysokým tlakom následne prechádza expanzným ventilom, kde sa jeho tlak zníži a tým sa zníži aj jeho teplota. Chladivo s nízkou teplotou pokračuje do výparníku, ktorý je umiestnený v interiéri a odoberá teplo z interiérového vzduchu. Vo výparníku sa mení na plyn s nízkym tlakom. Chladivo ohriate interiérovým vzduchom postupuje späť do kompresora a celý cyklus sa opakuje.

Obr. 2.18 Schéma priameho kompresorového chladenia



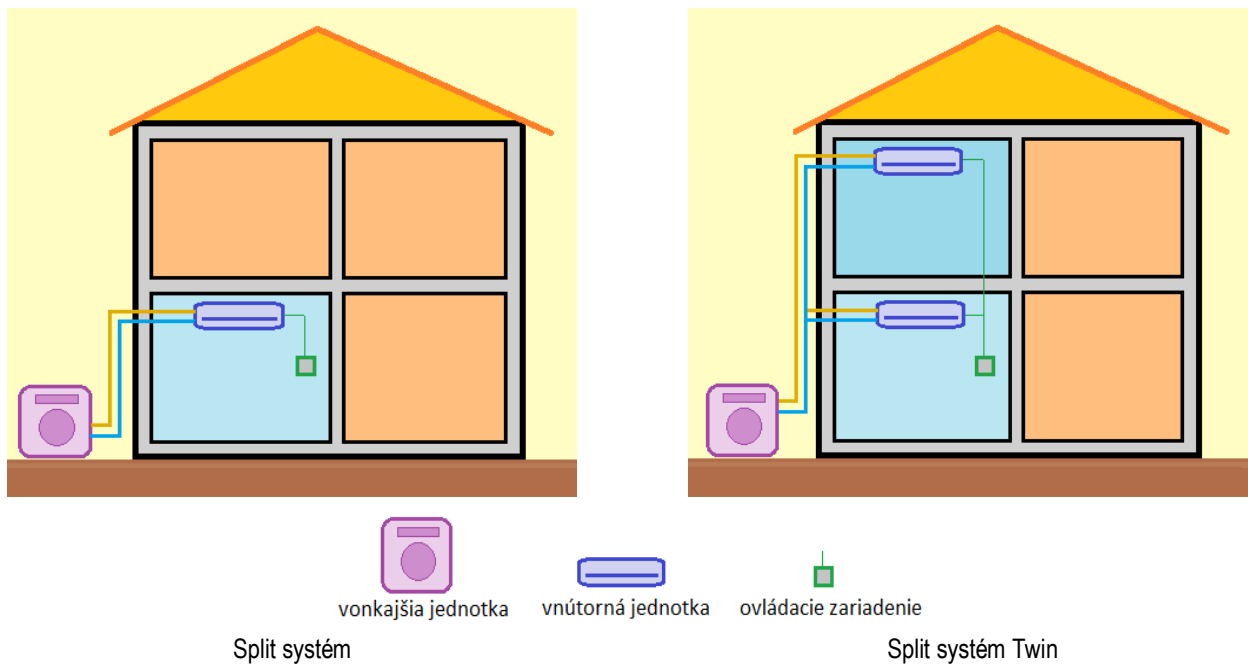
Zdroj: P. Kapalo

Prenos tepelnej energie u chladiacich systémov zaisťuje chladivo. Pri priamom chladení je teplo zo vzduchu v interiéri odoberané priamo do chladiča. Vnútrošnú časť chladiacich systémov tvorí výparník, ktorý sa nachádza v klimatizovanej miestnosti a vonkajšia jednotka pozostáva z kompresora, expanzného ventilu a kondenzátora. Bežná prevádzka systému je v režime chladenia, no umožňuje taktiež pokrytie tepelných strát v režime tepelného čerpadla. Uvedený systém je v podstate delený a preto je jeho názov zaužívaný v praxi „Split“. Typickým príkladom využitia tohto typu chladenia v praxi je Split systém, kde jedna vnútorná jednotka je napojená na jednu vonkajšiu jednotku. Používa sa na chladenie jednej miestnosti v rodinnom dome alebo jednej miestnosti v byte. Ak chceme chladiť viacej miestností v byte alebo v rodinnom dome, tak je možné použiť:

- Split systém Twin – na jednu vonkajšiu jednotku je napojená dvojica vnútorných jednotiek, ktoré sú ovládané jedným spoločným ovládacím zariadením. Parametre oboch vnútorných jednotiek sú rovnaké a ich chod je súčasný,
- Split systém Triple – na jednu vonkajšiu jednotku je napojená trojica vnútorných jednotiek, ktoré sú ovládané jedným spoločným ovládacím zariadením. Parametre všetkých troch vnútorných jednotiek sú rovnaké a ich chod je súčasný,

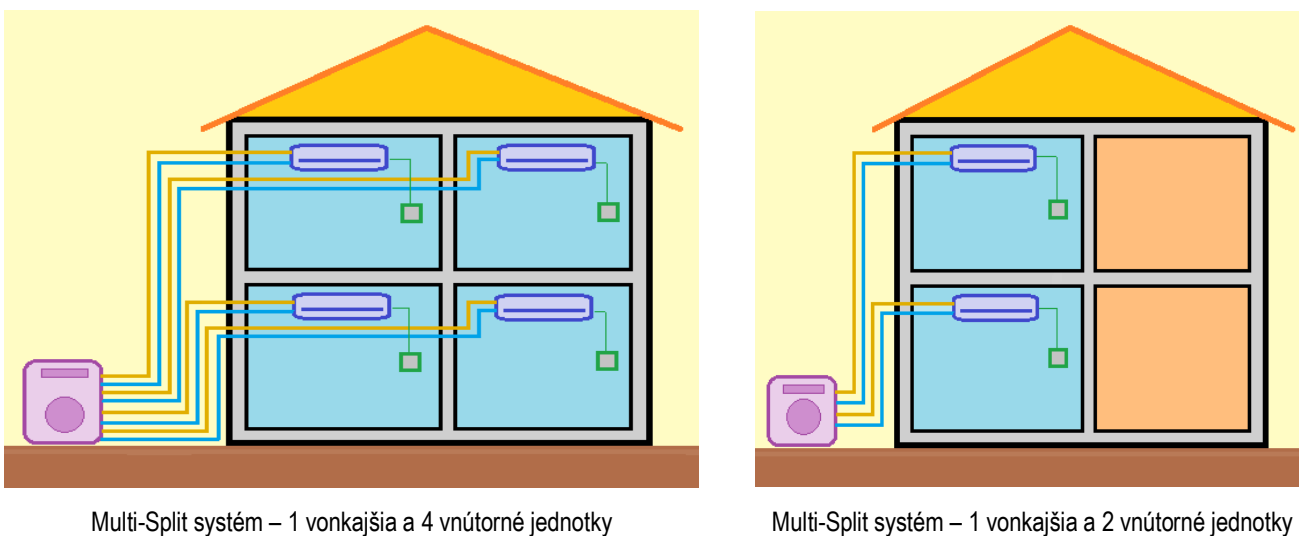
- Split systém Double-Twin – na jednu vonkajšiu jednotku sú napojené dve dvojice vnútorných jednotiek, ktoré sú ovládané jedným spoločným ovládacím zariadením. Parametre všetkých štyroch vnútorných jednotiek sú rovnaké a ich chod je súčasný,
- Multi-Split systém – na jednu vonkajšiu jednotku sú napojené jedna až päť vnútorných jednotiek, ktoré majú rovnaký režim a individuálny chod a nastavenie parametrov. Každá vnútorná jednotka má vlastný expanzný ventil a vlastnú reguláciu - ovládacie zariadenie.

Obr. 2.19 Split systém a Split systém Twin



Zdroj: P. Kapalo

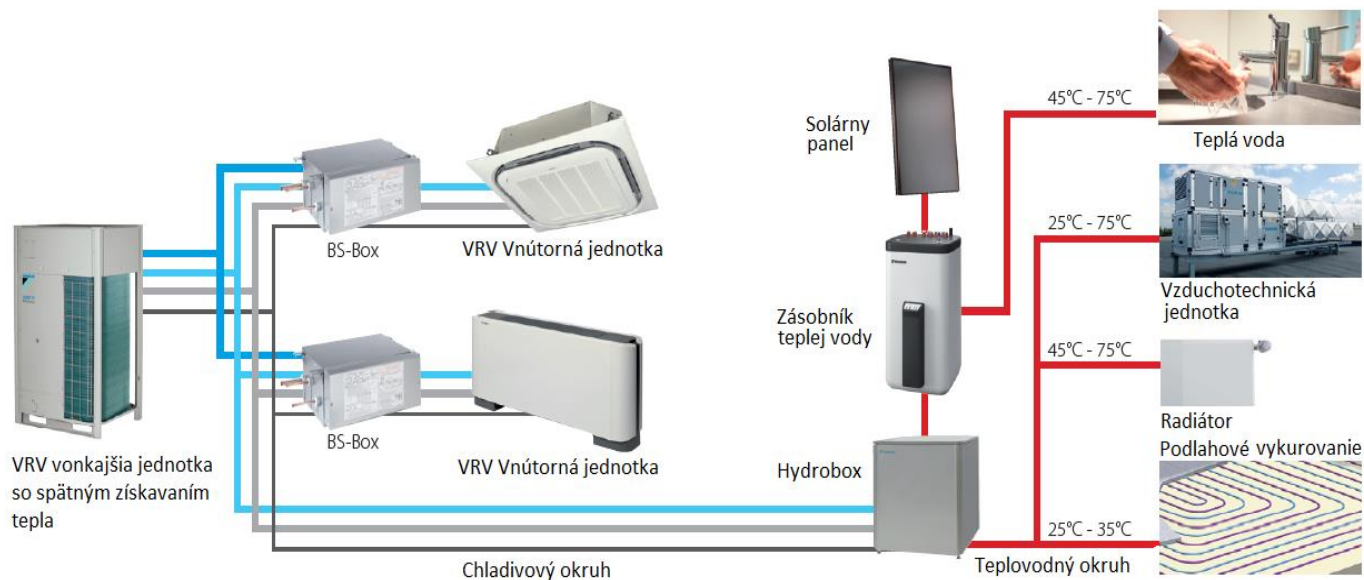
Obr. 2.20 Multi-Split systém



Zdroj: P. Kapalo

Na chladenie bytového domu je možné okrem už spomenutých systémov použiť aj chladivový systém VRV. VRV systém je technológia, ktorá variabilne mení objem chladiva v systéme tak, aby zodpovedal presným požiadavkám budovy. Na udržanie nastavenej teploty v systéme je takto potrebné iba minimálne množstvo energie. Je potrebné zabezpečiť, aby sa systém automaticky vypol, keď v miestnosti nie sú prítomní žiadni obyvatelia. Uvedený mechanizmus je z dlhodobého hľadiska udržateľnejší, pretože koncoví používatelia šetria náklady na energiu. Na jednu vonkajšiu jednotku je možné pripojiť až 64 vnútorných klimatizačných jednotiek. Systém VRV funguje podobne ako systém Multi-Split. Každá vnútorná jednotka si reguluje prísun chladiva osobitne na základe aktuálnej vnútornej teploty a požadovanej teploty nastavenej ovládačom. Vonkajšia jednotka upraví objem a teplotu chladiva podľa celkového dopytu množstva chladu od všetkých vnútorných jednotiek. Invertorový kompresor dodáva potrebné množstvo chladiva podľa požiadaviek chladenia v letnom období alebo podľa požiadaviek vykurovania v zimnom období.

Obr. 2.21 VRV systém so spätným získavaním tepla (Daikin)



Poznámka: Systémy VRV s rekuperáciou tepla poskytujú riešenie pre viacgeneračné obytné aplikácie vyžadujúce kúrenie a chladenie. Jednotky s väčšou kapacitou využívajú nové invertorové kompresory. Systém umožňuje: regulovať teplotu v každej miestnosti, zabezpečuje vetranie vzduchotechnickou jednotkou a prípravu teplej vody. Systém taktiež umožňuje prenos tepla z oblastí vyžadujúcich chladenie do oblastí vyžadujúcich kúrenie alebo prípravu teplú vodu.

Zdroj: © Daikin VRV Product catalogue 2020 for professionals.

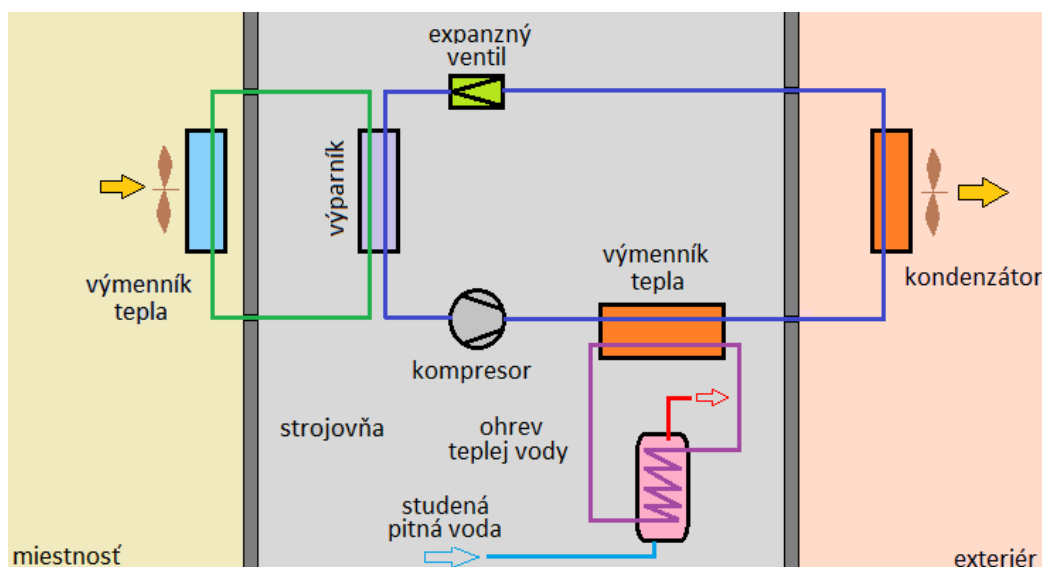
Nepriame kompresorové chladenie

Pri nepriamom chladení sa teplo z miestnosti prenáša do chladiaceho okruhu teplonosnej látky (napr. okruh upravenej vody) a až potom do chladivového okruhu. Uvedený spôsob chladenia zabraňuje prípadnému úniku chladiva do miestnosti s pobytom osôb, znižuje objem chladiva v systéme a tým znižuje prevádzkové náklady.

Pri navrhovaní systému chladenia v bytovom dome je výhodné použiť systém nepriameho chladenia z dvoch dôvodov. Po prvé, je tu možnosť minimalizovať množstvo chladiva v chladiacom systéme. Po druhé, je znížené riziko poškodenia zdravia užívateľov budovy možným únikom primárneho chladiva z dôvodu poruchy zariadenia. To znamená, že chladivá je možné uchovávať v bezpečnej uzavretej miestnosti. V sekundárnom okruhu chladenia, ktoré cirkuluje v priestore pobytu osôb, je zdravotne nezávadná chladiaca voda.

Chladiace zariadenie so vzduchom chladeným kondenzátorom produkuje veľa odpadovej energie odvádzaním kondenzačnej energie do okolitého vzduchu. Z toho dôvodu je vhodné inštalovať pred kondenzátor doplnkový chladič, kde veľká časť tejto odpadovej energie môže byť využitá napríklad na prípravu teplej vody, vykurovanie a pod..

Obr. 2.22 Schéma nepriameho kompresorového chladenia



Zdroj: P. Kapalo

Systém nepriameho chladenia je možné použiť pre bytové domy aj pre rodinné domy. Pre rozsiahle bytové domy, alebo pre sústavu bytových domov je možné použiť centrálnu zásobovaniu chladom, kde je využitý nepriamy systém chladenia. Je výhodnejšie požívať systém, kde chladivový okruh sa nachádza v strojovni a zo strojovne je vedený v budove už len vodný okruh chladenia ku jednotlivým miestam spotreby. Chladivový okruh je zabezpečený strojným zariadením – Chillerom, ktorý pozostáva z kompresora, kondenzátora, expanzného ventilu, výparníka a ostatného príslušenstva.

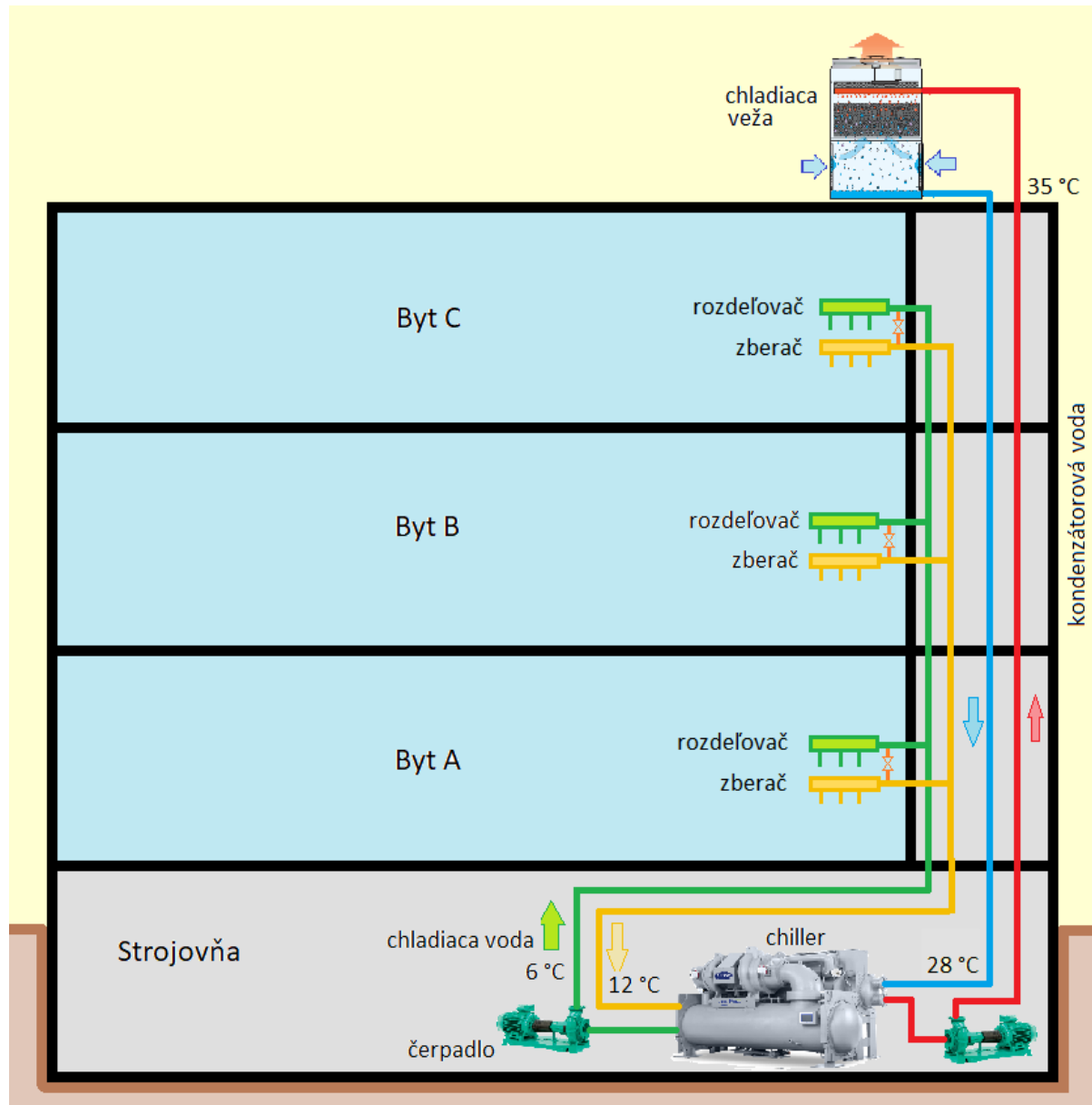
Obr. 2.23 Chiller – ilustračný obrázok



Zdroj: © Carrier, <https://www.carrier.com/commercial/en/us/products/chillers-components/water-cooled-chillers/19dv/>

Kondenzátor je zariadenie, v ktorom dochádza ku ochladzovaniu chladiva „kondenzátorovou vodou“. Kondenzátorová voda a chladivo sa nikdy nemiešajú, sú vždy oddelené stenou potrubia, teplo sa prenáša iba stenou sústavy rúr. Nežiaduce teplo je dopravované z kondenzátora do chladiacej veže samostatným kondenzátorovým okruhom pomocou čerpadla. V chladiacej veži dôjde ku ochladeniu kondenzátorovej vody a po jej ochladení je dopravovaná späť do kondenzátora, ktorý je súčasťou chladiaceho zariadenia - chillera.

Obr. 2.24 Ilustračná schéma nepriameho kompresorového chladenia v bytovom dome



Zdroj:

© CARRIER; © EVAPCO; © WILO; kreslil Kapalo Peter;

<https://www.carrier.com/commercial/en/us/products/chillers-components/water-cooled-chillers/19dv/>

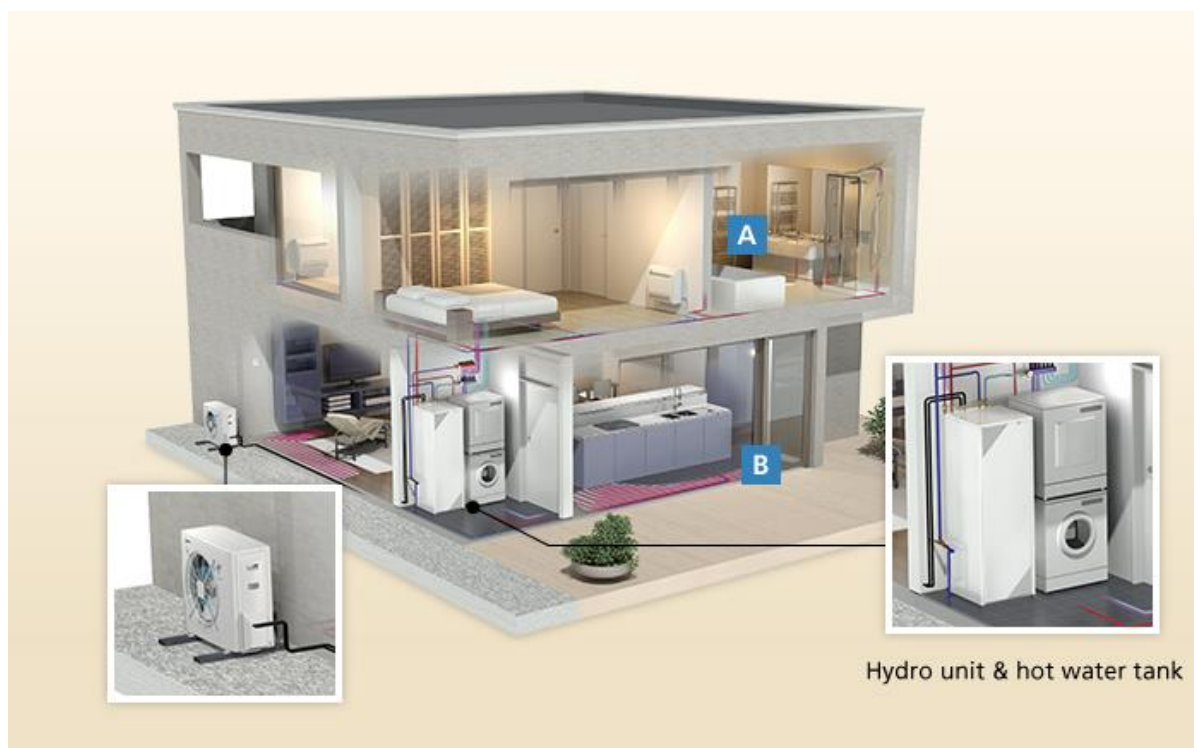
<https://www.evapco.com/products/cooling-towers-factory-assembled/cooling-tower>

https://wilo.com/sk/sk/Produkty-a-aplik%C3%A1cie/Vyh%C4%BEad%C3%A1vanie-kon%C5%A1truk%C4%8Dn%C3%A9ho-radu/Wilo-CronoNorm-NLG_184.html

Chladiaca veža je zvyčajne umiestnená až na streche. Súčasťou chladiacej veže je ventilátor, ktorý zabezpečuje odvedenie tepla z rozstrekovanej kondenzátorovej vody do okolitého vzduchu. Okolitý vzduch, ktorý je chladnejší ako kondenzátorová voda, prichádza do priameho kontaktu s kondenzátorovou vodou v otvorenej chladiacej veži. Takýmto spôsobom je zabezpečený prenos tepla z vody do vzduchu. Ohriaty vzduch je následne vyfukovaný do atmosféry. Prostredníctvom vnútorných klimatizačných jednotiek (fancoily, bytové vzduchotechnické jednotky, stropné chladenie a pod.) je odoberané teplo z bytov do chladiacej vody, ktorá nepotrebné teplo dopravuje do výparníka. Vo výparníku, ktorý je súčasťou chladiaceho zariadenia (chiller), je odoberané teplo z okruhu „chladenej vody“ do chladiva. Takýmto spôsobom ohriate chladivo je dopravované do kompresora, v ktorom dochádza ku zvyšovaniu tlaku a teploty chladiva. Následne je teplo z ohriateho chladiva odovzdávané v kondenzátore do kondenzátorovej vody a celý cyklus sa opakuje.

Pre rodinné domy je možné použiť nepriamy systém chladenia, ktorý umožňuje zabezpečiť aj vykurovanie budovy a prípravu teplej vody. Jednou z možností, ktoré sa vyskytujú na našom trhu je napríklad systém tepelného čerpadla vzduch – voda určený pre bytové domy. V učebnici je pre ilustráciu použitý systém Daikin Altherma od firmy Daikin. Pre rodinný dom je systém je zložený prevažne z jednej vonkajšej jednotky a z jednej vnútornej jednotky (hydrobox) umiestnenej v strojovni. Vnútrná jednotka zabezpečuje chladenie/vykurovanie a prípravu teplej vody prostredníctvom vodného okruhu. Teplo odoberané pri chladení sa môže využiť na ohrev teplej vody. Systém je možné použiť pre okruh s vykurovacími telesami, okruh podlahového vykurovania, fan-coily a konvektory.

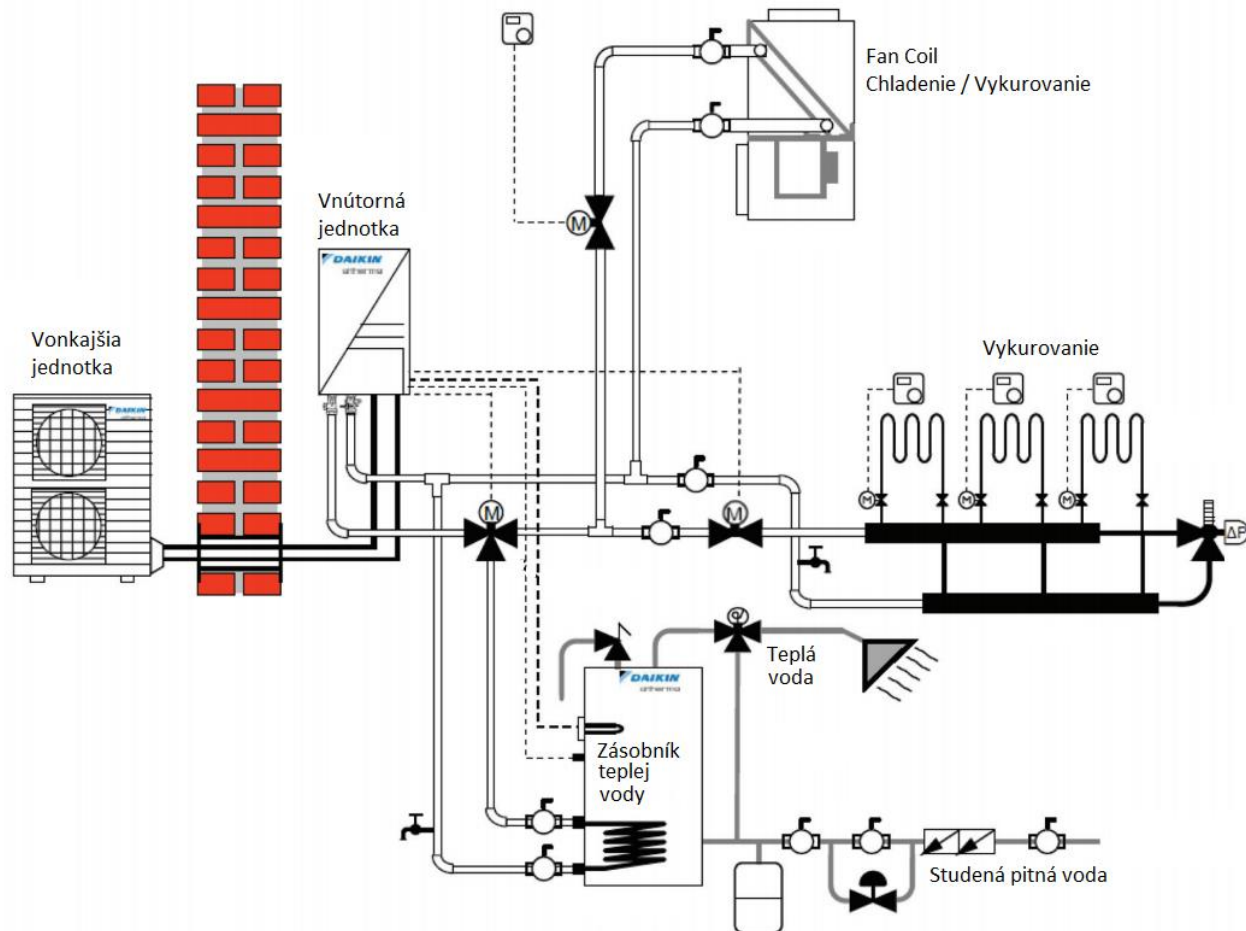
Obr. 2.25 Systém tepelného čerpadla s prípravou teplej vody (Daikin)



Poznámka: A – Vnútrné priestory je možné chladiť / ohrievať prostredníctvom fan-coilov napojených na vodný okruh.
B - Vnútrné priestory je možné ohrievať prostredníctvom podlahového / teplovodného vykurovania s vykurovacími telesami
Systém umožňuje aj prípravu teplej vody.

Zdroj: © Daikin; https://www.daikin.com/products/ac/lineup/heat_pump/index.html

Obr. 2.26 Systém tepelného čerpadla pre chladenie / vykurovanie s prípravou teplej vody: Daikin Altherma Split Systém (Daikin)



Poznámka: Vonkajšia jednotka s časťou vnútornej jednotky tvorí tepelné čerpadlo vzduch – voda. Vo vonkajšej jednotke sa nachádza kompresor, kondenzátor a expanzný ventil. Vo vnútornej jednotke (hydrobox) sa nachádza výparník, ktorý odovzdáva teplo vodnému okruhu v systéme pre vykurovanie alebo odoberá teplo v systéme pre chladenie. Vodný okruh zabezpečuje ohrev teplej vody, vykurovanie alebo chladenie.

Zdroj: © Daikin; <http://209.235.252.90/DOC/DACA-EEDEN11-720%20Daikin%20Altherma%20Engineering%20Data.pdf>

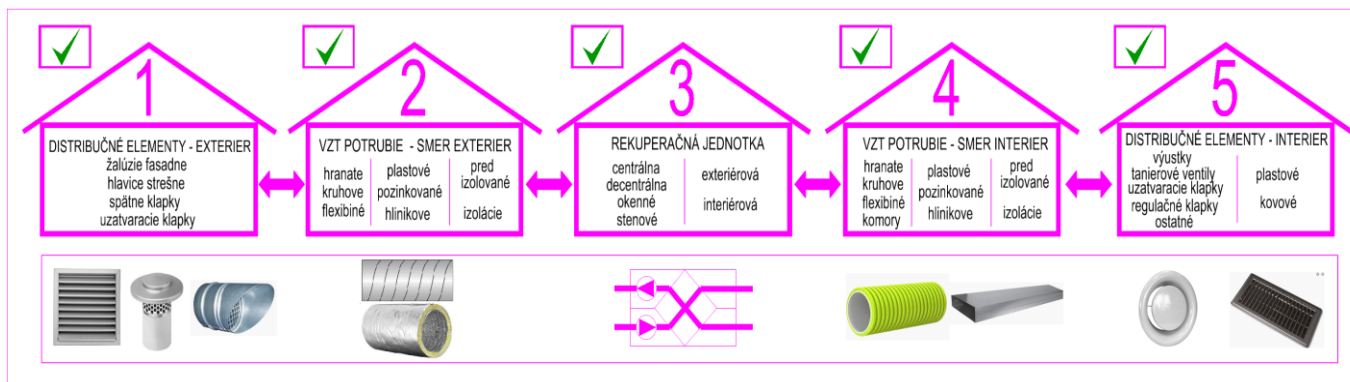
Na chladenie rodinných domov je možné použiť systémy: Split, MultiSplit, SkyAir, MiniVRV, tepelné čerpadlo + vodný systém (Altherma), Minichiller a vzduchové systémy (vzduchotechnické jednotky + kondenzačné jednotky). Na Slovensku sa v praxi najviac používajú na chladenie rodinných domov systémy MultiSplit a tepelné čerpadlo + vodný systém (Altherma).

Na chladenie bytových domov je možné použiť systémy: MultiSplit, MiniVRV, VRV, Vodné systémy VRV, tepelné čerpadlo + vodný systém (Altherma), vzduchové systémy - vzduchotechnické jednotky + kondenzačné jednotky. Na Slovensku sa v praxi najviac používa na chladenie bytových domov systém MultiSplit a to len predpríprava – lebo investor necháva na majiteľov bytov, či si klimatizáciu namontujú.

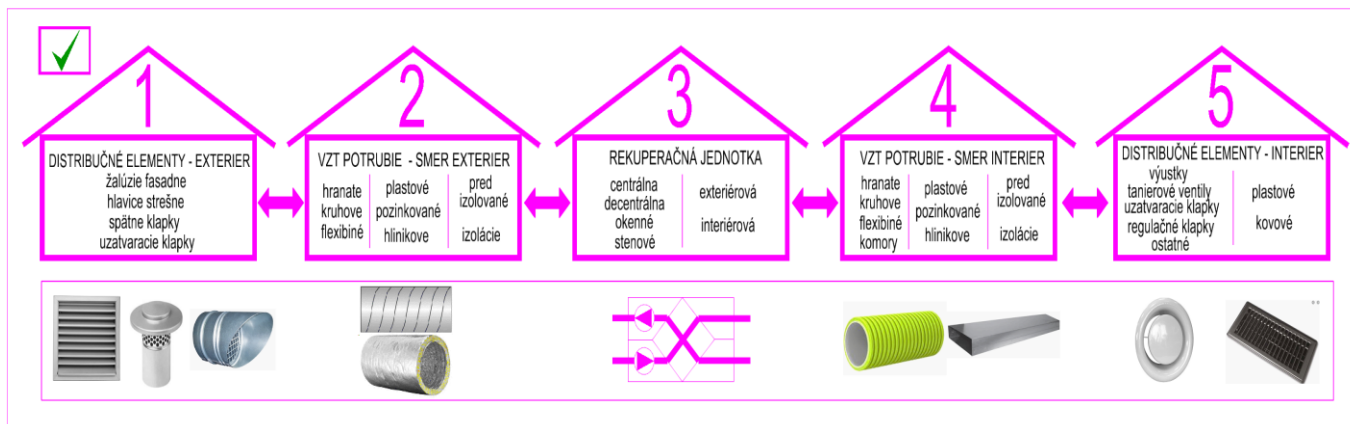
2.7 Rekuperačné vetranie rodinných a bytových domov

Rekuperačné vetranie (RV) stavieb a konkrétne rodinných domov (RD) a bytových domov (BD), ktorými sa venuje táto kapitola má vplyv na energetickú spotrebu stavby, kvalitu vnútorného vzduchu a určitým podielom prispieva ku rovnováhe vo vzťahu planéta – človek.

Srdcom rekuperačného vetracieho systému (RVS) je vzduchotechnická rekuperačná jednotka. Ďalšie komponenty RVS plnia funkciu nasávania, prenosu a distribúcie vzduchu, ako je znázornené na „postupovom kľúči“. Jednotlivé časti RVS od rozdelenia až po návrh budú popisované v ďalších častiach kapitoly v poradí ako znázorňuje „postupový kľúč“. Postupový kľúč – schéma prenosu a distribúcie vzduchu rekuperačného vetracieho systému (R. Nagy).




2.8 Distribučné elementy – exteriér



Na začiatku prenosu a distribúcie čerstvého vzduchu je nasávanie vzduchu z exteriéru, ku ktorému dochádza priamo na fasáde RD alebo BD. Nasávanie vzduchu je zabezpečené cez nasávacie a výfukové distribučné elementy:

- protidažďové fasádne žalúzie - vhodné použiť hlavne na prívod vzduchu,
- výfukový kus skosený VKS – vhodné použiť hlavne na odvod vzduchu,
- strešné hlavice so sitom – vhodné použiť hlavne na odvod vzduchu.

Obr. 2.27 Základné typy nasávacích a výfukových elementov - maximálne návrhové prietoky a rýchlosti vzduchu

Typ distribučného elementu	Popis / Rozmer (mm)	Maximálny prietok (m ³ /h)	Obrázok
Protidažďová žalúzia prívod	protidažďová žalúzia fasádna PŽ 300x300 (max. rýchlosť 3 m/s)	do 500	
	protidažďová žalúzia fasádna PŽ 350x350 (max. rýchlosť 3 m/s)	do 650	
Protidažďová žalúzia odvod	protidažďová žalúzia fasádna PŽ 300x300 (max. rýchlosť 4 m/s)	do 600	
	protidažďová žalúzia fasádna PŽ 350x350 (max. rýchlosť 4 m/s)	do 750	

Poznámka: Na obrázku sú uvedené nasávacie a výfukové elementy, ktoré sa používajú pre prívod a odvod vzduchu do RD a BD. Ďalej uvádza maximálne povolené rýchlosti pre nasávanie a výfuk vzduchu a taktiež maximálny prietok vzduchu, pri ktorom ešte nedochádza ku tvorbe nadmerného hluku, ktorý by sa prenášal do zóny užívateľa. Taktiež pri vyšších rýchlostiach nasávania vzduchu cez protidažďovú žalúziu ako je uvedené v tabuľke môže dôjsť ku vŕhovaniu vodných kvapiek cez telo protidažďovej žalúzie smerom do potrubia a do rekuperačnej jednotky.

Zdroj: R. Nagy

Prívod a odvod vzduchu do/z exteriéru je potrebné chrániť voči samovoľnému prefúknutiu vplyvom pôsobenia dynamického účinku vetra a taktiež to platí aj v čase, keď je rekuperačná jednotka v pozícii OFF. Na tento účel slúžia samostatné potrubné elementy, ktoré sa osadzujú pri prívodných a odvodných elementoch alebo môžu byť aj ich súčasťou:

- spätné samotiažné klapky – umiestňujú sa na odvod vzduchu,
- uzatváracie klapky manuálne na prívide – priame alebo s odbočkou,
- uzatváracie klapky so servopohonom na prívide – priame alebo s odbočkou.

Obr. 2.28 Potrubné elementy na prívide / odvode z exteriéru

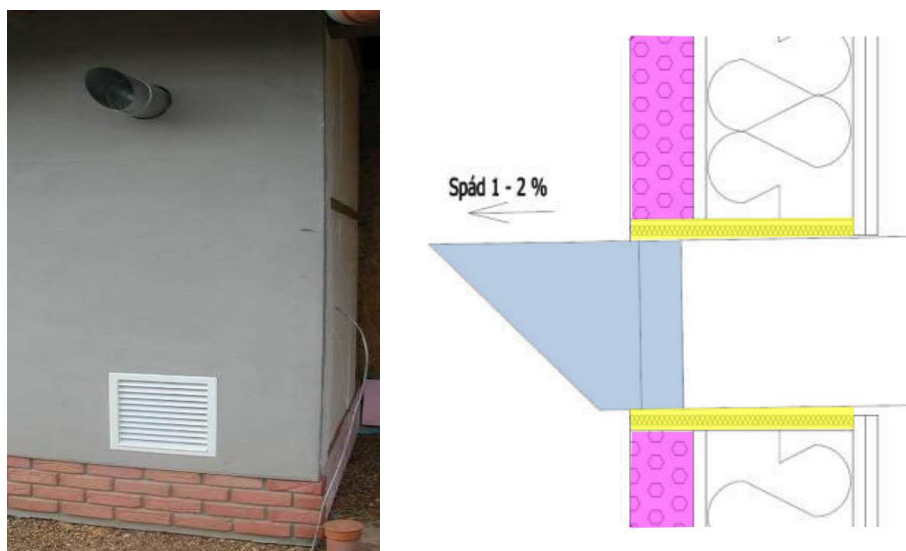
Uzatváracia klapka so servopohonom (KEL LF24)	Uzatváracia klapka s odbočením so servopohonom (TKR LM24) ľavé, pravé a protiľahlé prevedenie	Uzatváracia klapka so servopohonom integrovaná do žalúzie
		

Poznámka: Znázornené rôzne prevedenia klapiek – pravé prevedenie, ľavé prevedenie, protiľahlé prevedenie, so servopohonom

Zdroj: zdroj Atrea & R. Nagy

Keďže prívodné potrubie obsahuje zvyškovú vlhkosť, ktorá neskondenzovala na stenách rekuperačného výmenníka, je potrebné potrubie vypádovať smerom do exteriéru a chrániť fasádu proti zavlhnutiu použitím vhodného detailu osadenia vo fasáde resp. ideálne je použitie výfukového kusu skoseného označovaného ako VKS.

Obr. 2.29 Spôsoby ukončenia vývodov na fasáde – výfuk vzduchu

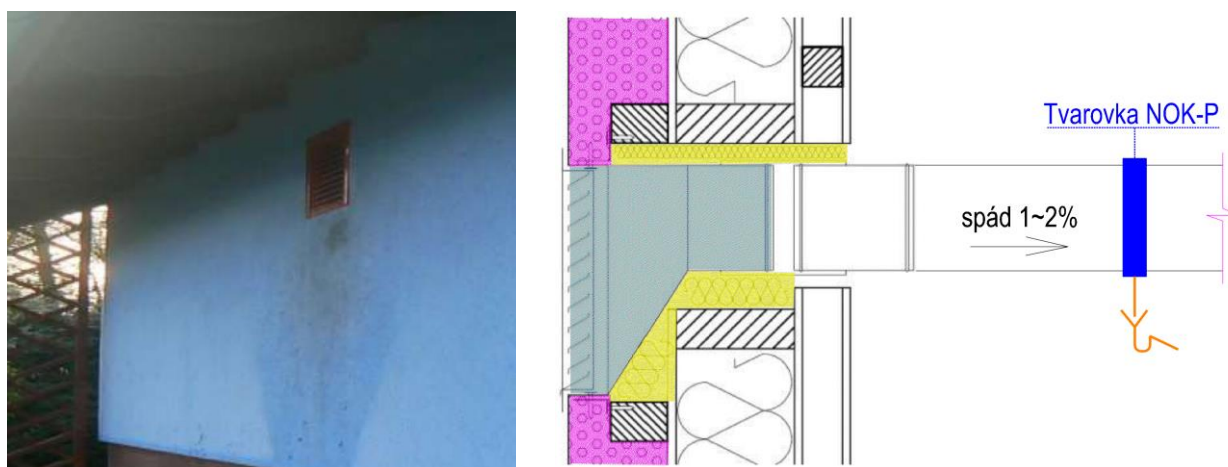


Poznámka: Hore výfukový kus skosený VKS (vhodné osadenia) a dole nasávacia protidažďová žalúzia (fotka vľavo). Detail osadenia výfukového kusu skoseného VKS (vpravo). Vhodné riešenie pre odvod vzduchu, spádovanie smerom do exteriéru, nehrozí stekanie kondenzátu.

Zdroj: zdroj Atrea

Použitie fasádnej protidažďovej žalúzie na odvod vzduchu je vhodné iba v prípade, že zamedzíme stekaniu zvyškového kondenzátu po fasáde objektu. Tento prípad ošetríme tak, že vyspádujeme potrubie smerom ku rekuperačnej jednotke, teda do interiéru a pred rekuperačnou jednotkou osadíme tvarovku pre odvod kondenzátu. Tvarovku je potrebné pripojiť na odvod kondenzátu a zaústiť do kanalizácie. Takéto osadenie protidažďovej žalúzie na odvode vzduchu je možné a nehrozí stekanie kondenzátu po fasáde.

Obr. 2.30 Spôsoby ukončenia vývodov na fasáde – nasávanie vzduchu

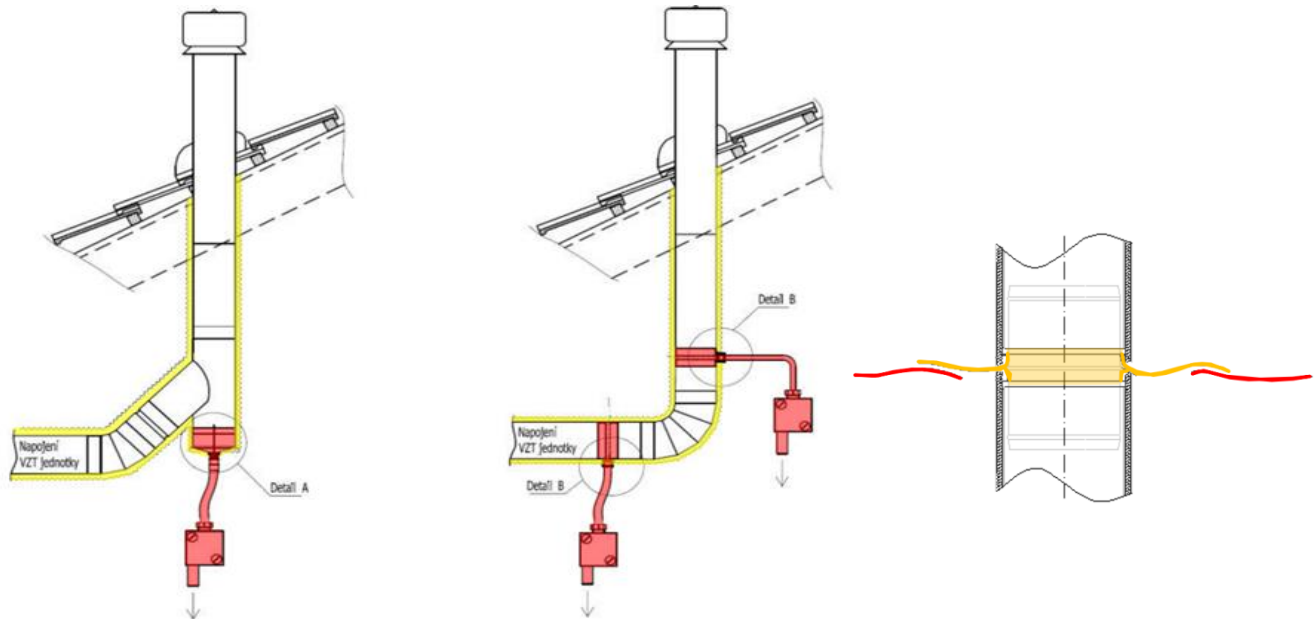


Poznámka: Fotka osadenia fasádnej protidažďovej žalúzie a zlé vyspádovanie potrubia – stekanie kondenzátu po fasáde (vľavo). Detail vhodného riešenia pre odvod vzduchu cez protidažďovú žalúziu (vpravo). Spádovanie smerom do interiéru plus odvod kondenzátu. Nehrozí stekanie kondenzátu.

Zdroj: zdroj Atrea

V prípade vertikálneho odvodu vzduchu cez strešný plášť je potrebné na najnižšom mieste osadiť tvarovku T-kus pre zachytávanie a odvod kondenzátu (NOK) alebo tvarovku osadenú priamo do potrubia so zberným žliabkom po obvode potrubia (NOK-P). V opačnom prípade by dochádzalo ku hromadeniu kondenzátu, spätnému zatekaniu kondenzátu do rekuperačnej jednotky alebo ku vytekaniu kondenzátu cez netesnosti VZT potrubia. Taktiež prechod cez strešný plášť a napojenie prechodovej tvarovky na parozábranu je potrebné dokonale pretesniť a prepojiť.

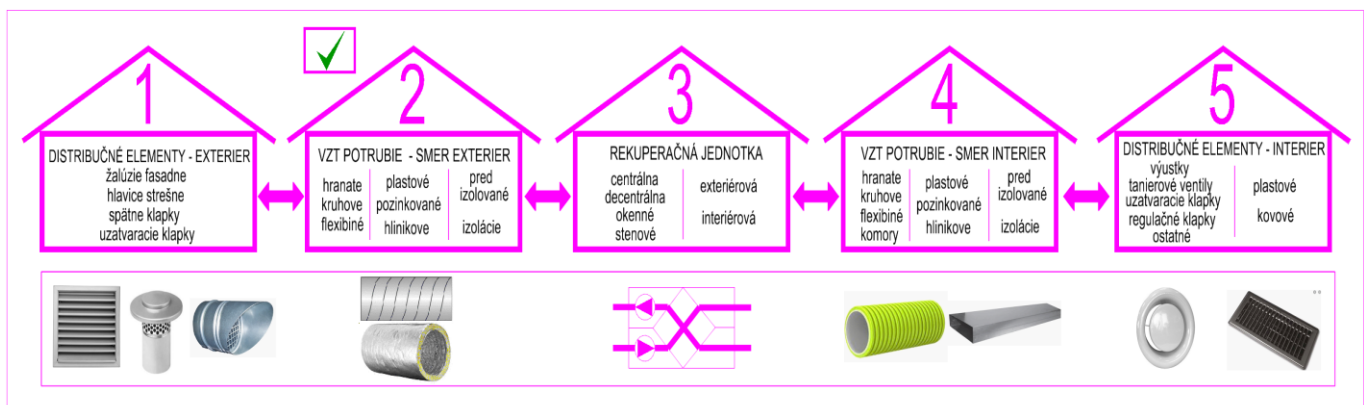
Obr. 2.31 Prechod VZT potrubia cez strechu



Poznámka: Tvarovka pred odvod kondenzátu NOK (vľavo), NOK-P (v strede). Detail prechodu VZT potrubia cez strechu a napojenie na parozábranu (vpravo).




Zdroj: zdroj Atrea

2.9 Vzduchotechnické potrubie – smer exteriér



Pre nasávanie vzduchu smerom z exteriéru do technickej miestnosti resp. ku rekuperačnej jednotke sa prevažne používajú pevné kruhové potrubia typu Spiro, ďalej hladké kruhové potrubia rôzneho materiálového prevedenia a taktiež potrubia predizolované hliníkové flexibilné.

Obr. 2.32 Typy VZT potrubí z exteriéru do rekuperačnej jednotky

Typ potrubia	Popis	Rozmer (mm)	Maximálny prietok (m ³ /h)	Obrázok
Kruhové pevne potrubie (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Spiro potrubie - pozinkované	Ø100	90	
	Plastové - hladké	Ø125	140	
	Nerezové hladké	Ø160	220	
	Hliníkové hladké	Ø200	370	
	Pozinkované hladké	Ø250	570	
Kruhové pevne potrubie (mimo bytu - spoločné priestory, šachty)	Spiro potrubie - pozinkované	Ø315	1200	
		Ø355	1500	
		Ø400	1800	
		Ø450	2300	
		Ø500	2800	
		Ø550	3200	
Kruhové flexibilné potrubie (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Aluflex, SonoFlex, ThermoFlex	Ø100	70	
		Ø125	120	
		Ø160	190	
		Ø200	300	
		Ø250	470	

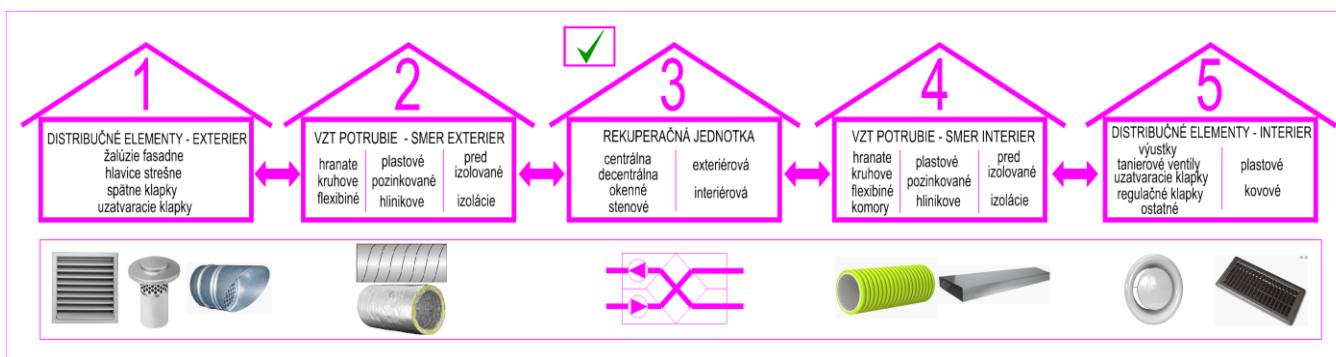
Poznámka: Potrubia používané pre prívod vzduchu z exteriéru do rekuperačnej jednotky. Najpoužívanejšie priemery potrubia a maximálne prietoky vzduchu vo väzbe na elimináciu vzniku hluku a šumu z prúdiaceho vzduchu v potrubí.

Zdroj: zdroj Atrea & R. Nagy

Pevné potrubia je potrebné dodatočne zaizolovať hr. izolácie 30 až 50 mm v závislosti od teplotnej oblasti, v ktorej je rekuperovaný objekt umiestnený.

Izolácia zabraňuje kondenzácii vlhkého vzduchu na chladnom vonkajšom povrchu odvodného VZT potrubia, kedy teplota odvádzaného vzduchu za rekuperátorom smerom do exteriéru sa blíži ku teplote 0 °C (v zime v závislosti na teplote vonkajšieho vzduchu). Ale hlavne je potrebné izolovať prívodné VZT potrubie z exteriéru do rekuperačnej jednotky, cez ktorý prúdi studený exteriérový vzduch o teplote až -15 °C (v zime v závislosti na teplote vonkajšieho vzduchu a teplotnej oblasti).

2.10 Rekuperačná VZT jednotka



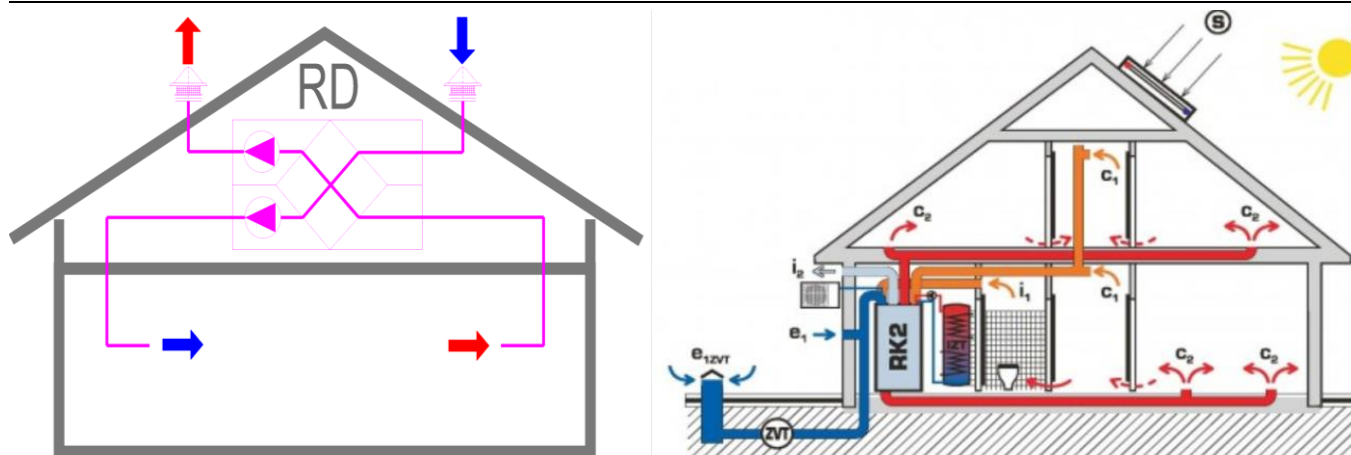
Srdcom rekuperačného vetracieho systému (RVS) je vzduchotechnická rekuperačná jednotka. Táto jednotka slúži pre prívod a odvod vzduchu, filtráciu vzduchu, môže slúžiť aj pre dohrev, predohrev, chladenie a predchladenie vzduchu a hlavne obsahuje rekuperačný výmenník, ktorý slúži pre spätné odovzdávanie energie či už tepla alebo chladu do privádzaného vzduchu.

Na trhu existuje v súčasnosti pomerne široká škála rekuperačných jednotiek od rôznych výrobcov a v závislosti od prevedenia rekuperačnej jednotky.

A: Základná kategorizácia rekuperačných jednotiek z hľadiska umiestnenia v rámci objektu:

- **Centrálne jednotky pre RD (1 jednotka = 1 rodinný dom)** - rekuperačná jednotka je umiestnená centrálne (napr. v technickej miestnosti, šatníku, atď.) a slúži pre vetranie celého rodinného domu (prívod v obytných priestoroch, odvod vo WC, kúpeľni, šatníku, chodbe, kuchyni, atď.). V rámci objektu je potrebné realizovať VZT potrubie. Súčasťou systému môže byť aj zemný kvapalinový alebo zemný vzduchový výmenník resp. kolektor. Do tejto kategórie spadajú centrálne rekuperačné jednotky do vzduchového výkonu cca 600 m³/h.

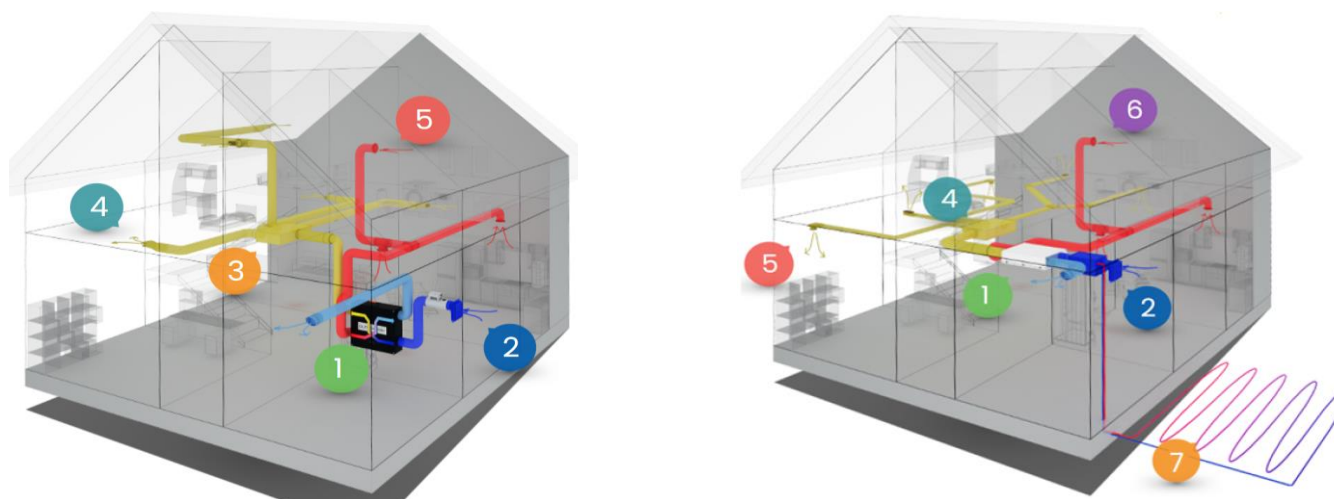
Obr. 2.33 Centrálne vetranie rodinného domu (RD)



Poznámka: Schéma centrálneho vetrania rodinného domu a centrálneho vetrania s vykurovacím výmenníkom v jednotke RK a zemným výmenníkom tepla (ZVT).

Zdroj: zdroj Atrea & R. Nagy

Obr. 2.34 Centrálne vetranie rodinného domu (RD)

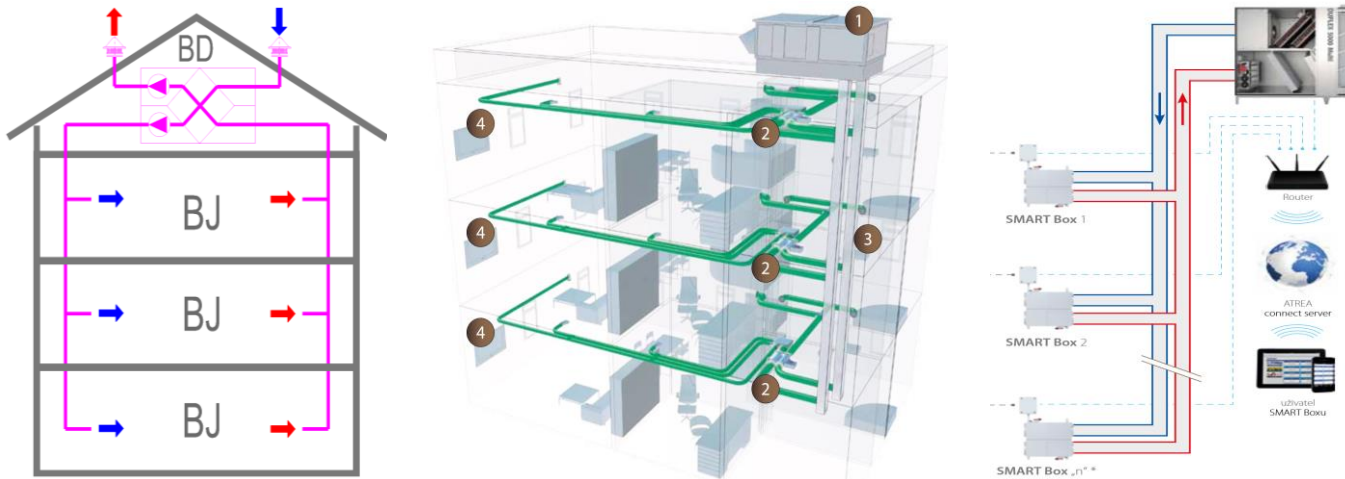


Poznámka: Schéma centrálneho vetrania rodinného domu (s/bez výmenníka). 1-rekuperačná jednotka (môže byť aj s výmenníkom vykurovania), 2-elektrický predohrev, 3-podstropné rozvody, 4-prívodné distribučné elementy, 5-odvodné elementy, 6-odvodné elementy z WC a kúpeľne (tanierové ventily), 7-kvapalinový zemný výmenník tepla s nemrznúcou zmesou.

Zdroj: zdroj Atrea

- **Centrálne jednotky pre BD (1 jednotka = 1 bytový dom)** - rekuperačná jednotka je umiestnená centrálne (napr. v centrálnej technickej miestnosti bytového domu ideálne na poslednom poschodí alebo na streche) a slúži pre vetranie celého bytového domu. V závislosti od počtu bytov a počtu podlaží sem spadajú centrálne rekuperačné jednotky od vzduchového výkonu cca 600 m³/h. Horná hranica závisí od počtu bytov. Napr. na 10 bytov o úžitkovej ploche približne 90 m² pripadá zhruba 1600 m³/h vetracieho výkonu.

Obr. 2.35 Centrálne vetranie bytového domu (BD)



Poznámka: Schéma centrálneho vetrania bytového (schéma vľavo, 3D model v strede, funkčná schéma zapojenia vpravo).

Zdroj: zdroj Atrea & R. Nagy

Pre reguláciu prietoku vzduchu a celkovo pre inteligentný prenos privádzaného a odvádzaného množstva vzduchu z/do bytovej jednotky slúži Smart Box (taktiež nazývaný VAV box – variable air volume). Udržiava rovnotlak medzi prívodom a odvodom, prípadne vopred zadefinovaný rozdiel tlakov. Voliteľne je možné Smart Box dovybaviť ohrievačom, a tak lokálne upravovať aj teplotu vzduchu do bytovej jednotky. Je vybavený regulačnými klapkami so servopohonom a inteligentným systémom riadenia.

Obr. 2.36 Centrálne vetranie bytového domu (BD)

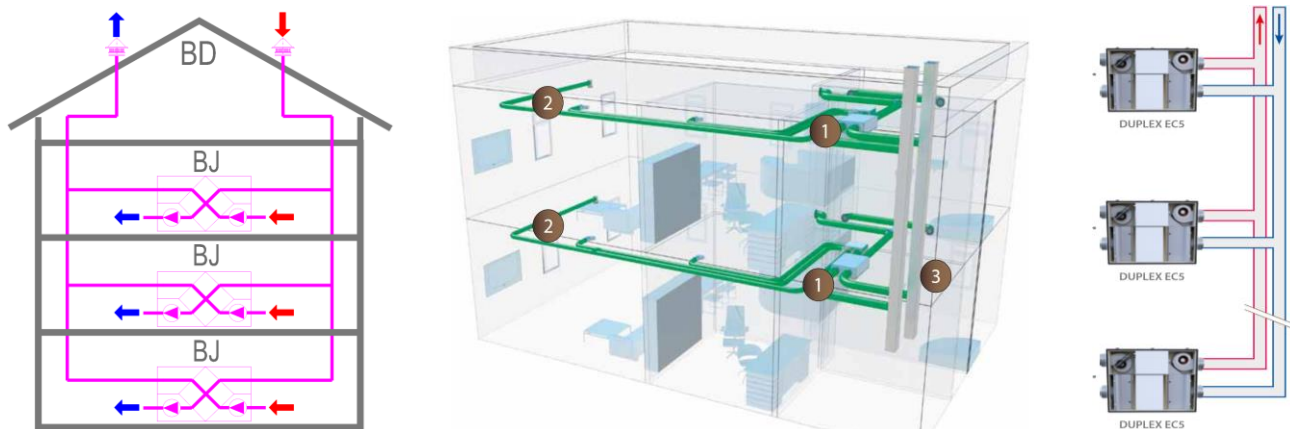


Poznámka: Regulator prietoku vzduchu Atrea Smart Box, s kapotážou, bez kapotáže, principiálna schéma riadenia boxov (zľava doprava).

Zdroj: zdroj Atrea

- **Decentrálne jednotky pre BD (umiestnené v rámci bytu - 1 byt = 1 jednotka)** – rekuperačná jednotka je umiestnená v rámci bytu centrálne (napr. v technickej miestnosti, šatníku, komore) a slúži pre vetranie celej bytovej jednotky (prívod v obytných priestoroch, odvod vo WC, kúpeľni, šatníku, chodbe, kuchyni, atď.). V rámci objektu je potrebné realizovať VZT potrubie. Do tejto kategórie spadajú rekuperačné jednotky do vzduchového výkonu cca 300 m³/h.

Obr. 2.37 Decentrálne vetranie bytového domu (BD)

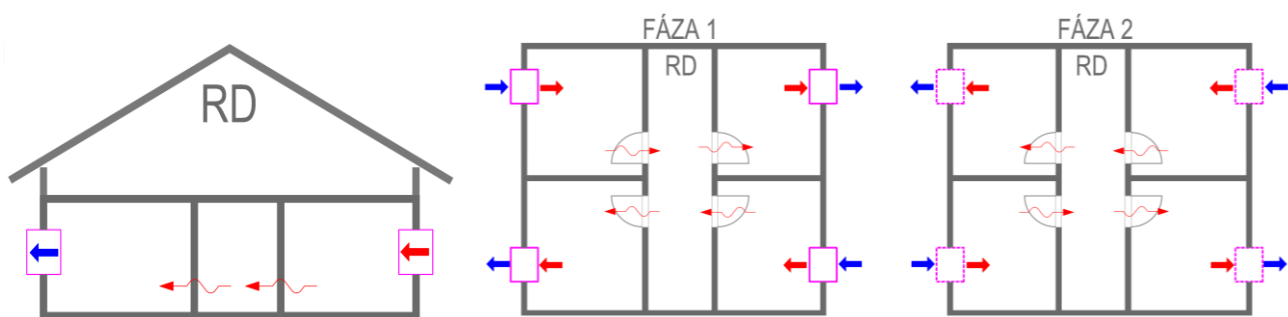


Poznámka: Schéma decenterálneho vetrania bytového (schéma vľavo, 3D model v strede, funkčná schéma zapojenia vpravo).

Zdroj: zdroj Atrea & R. Nagy

- **Decentrálne jednotky pre RD a BD (umiestnené v jednotlivých miestnostiach - 1 byt = viac jednotiek)** - malé rekuperačné jednotky sú umiestnené lokálne, zväčša individuálne v obytných miestnostiach. Zabezpečujú prívod, odvod a rekuperáciu vzduchu v rámci jednej miestnosti. V rámci objektu nie je potrebné realizovať VZT potrubie. Do tejto kategórie spadajú decenterálne rekuperačné jednotky do vzduchového výkonu v rozmedzí 20 až 60 m³/h, optimálne okolo 50 m³/h. Jednotky môžu byť umiestnené v stene, v ostení, parapete a nadpraží okna alebo v samotnej konštrukcii rámu okna.

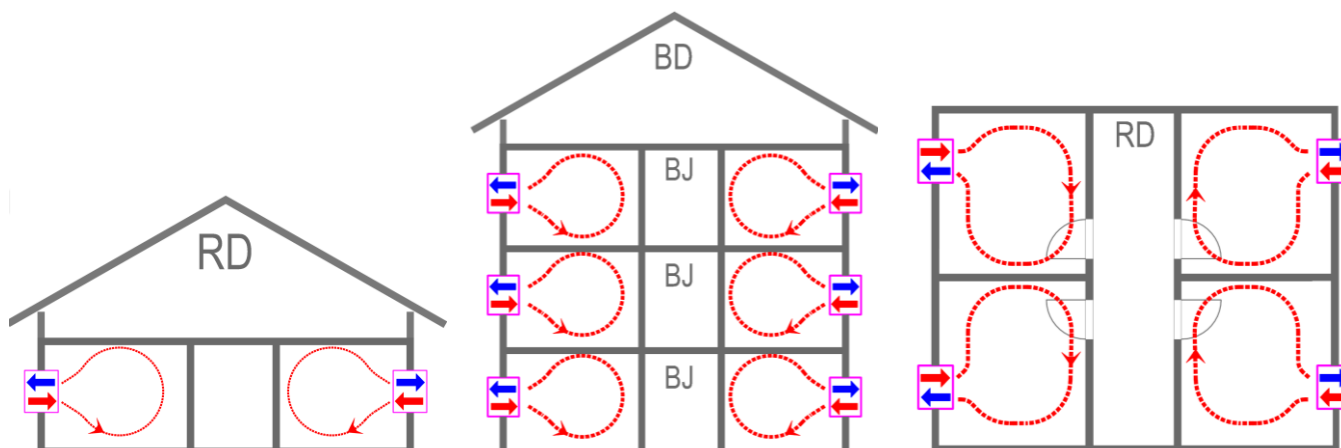
Obr. 2.38 Decentrálne vetranie RD a BD



Poznámka: Jednotky jednosmerné striedavé – jednotky sú prepojené spoločným riadením. Jedna jednotka privádza vzduch a druhá odvádza. Po čase sa vymenia. Z odvodnej sa stáva prívodná a z prívodnej odvodná. Keramický rekuperátor v odvodnej jednotke sa v čase odvodu nabíja a v čase prívodu vzduchu vybíja. Pri tomto vetraní jednotky vždy pracujú v páre, a teda objednávajú sa v páre. Jednotky sa umiestňujú do steny.

Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.39 Decentrálne vetranie RD a BD



Poznámka: Schéma decentrálneho vetrania RD a BD. Jednotky obojsmerné kontinuálne. Prívod a odvod vzduchu, a taktiež aj rekuperácia nastávajú v rámci jednej jednotky a súčasne. Teda jedna jednotka vzduch súčasne privádza, rekuperuje aj odvádza. Jednotka pracuje samostatne. Keramický rekuperátor je súčasťou jednotky. Jednotka sa umiestňuje do steny.

Zdroj: R. Nagy

B: Základná kategorizácia rekuperačných jednotiek z hľadiska konštrukčného prevedenia:

Centrálna vnútorná rekuperačná jednotka:

- podstropné prevedenie - (výrobca napr. Atrea, Systemair),
- parapetné prevedenie - (výrobca napr. Atrea, Systemair),
- stojaté podlahové prevedenie – (výrobca napr. Atrea, Systemair).

Obr. 2.40 Centrálna VZT rekuperačné jednotky - vnútorné



Poznámka: Konštrukčné prevedenie centrálnych vnútorných rekuperačných jednotiek používaných pre rekuperáciu BD a RD. Prevedenie parapetné, podstropné, stojaté podlahové (zľava doprava).

Zdroj: Atrea

Centrálna vonkajšia rekuperačná jednotka:

- ležaté strešné prevedenie - (výrobca napr. Atrea, Systemair),
- parapetné strešné prevedenie - (výrobca napr. Atrea, Systemair).

Obr. 2.41 Centrálne VZT rekuperačné jednotky - vonkajšie



Poznámka: Konštrukčné prevedenie centrálnych vonkajších rekuperačných jednotiek používaných pre rekuperáciu BD. Prevedenie ležaté a parapetné (zľava doprava). Špeciálne jednotka Duplex Silent je určená pre rekuperačné vetranie bytov pre svoju nízku hlučnosť a zabudovaný tlmíč hluku.

Zdroj: Atrea

Decentrálna vnútorná rekuperačná jednotka:

- v konštrukcii obvodovej steny – prietok vzduchu v režime rekuperácie cca 30 m³/h, v režime stáleho vetrania cca 60 m³/h, (výrobca napr. Inverter, Prana, Samsung),
- v blízkosti ostenia, nadpražia a parapetu okna - prietok vzduchu v režime rekuperácie cca 30 m³/h, v režime stáleho vetrania cca 60 m³/h, (výrobca napr. Inverter, Prana, Samsung) (výrobca napr. Inverter),
- integrovaná v ráme okna - prietok vzduchu v režime rekuperácie cca 55 m³/h, (výrobca napr. Schüco – typ VentoTherm, Siegenia – typ AeroMat VT WRG 1100 Smart).

Obr. 2.42 Decentrálne VZT rekuperačné jednotky – jednosmerné striedavé



Poznámka: Konštrukčné prevedenie decentralnej vnútornej rekuperačnej jednotky, ktorá sa osadzuje do obvodovej steny a v blízkosti parapetu, ostenia a nadpražia RD a BD. Jednotky sú kategorizované ako jednotky decentralne jednosmerné striedavé. Jedna jednotka privádza vzduch a druhá odvádza. Po čase sa vymenia. Z odvodnej sa stáva prívodná a z prívodnej odvodná. Keramický rekuperátor v odvodnej jednotke sa v čase odvodu nabíja a v čase prívodu vzduchu vybíja. Pri tomto vetraní jednotky vždy pracujú v páre, a teda objednávajú sa v páre.

Zdroj: InVENTer

Obr. 2.43 Decentrálne VZT rekuperačné jednotky – obojsmerné kontinuálne



Poznámka: Konštrukčné prevedenie decentralnej vnútornej rekuperačnej jednotky, ktorá sa osadzuje do obvodovej steny RD a BD. Jednotky decentralne obojsmerné kontinuálne. Prívod a odvod vzduchu, a taktiež aj rekuperácia nastávajú v rámci jednej jednotky a súčasne. Teda jedna jednotka vzduch súčasne privádza, rekuperuje aj odvádza. Jednotka pracuje samostatne. Keramický rekuperátor je súčasťou jednotky.

Zdroj: InVENTer

Obr. 2.44 Decentrálne VZT rekuperačné jednotky – osadené do konštrukcie okna



Poznámka: Konštrukčné prevedenie decentralnej vnútornej rekuperačnej jednotky, ktorá sa osadzuje do konštrukcie okna (v parapetnej časti rámu, v časti rámu nadpražia a ostenia). Prívod a odvod vzduchu, a taktiež aj rekuperácia nastávajú v rámci jednej jednotky a súčasne. Teda jedna jednotka vzduch súčasne privádza, rekuperuje aj odvádza. Jednotka pracuje samostatne.

Zdroj: Siegenia, Schüco

C: Základná kategorizácia rekuperačných jednotiek z hľadiska ich funkcie:

- **Jednotka s rekuperačným výmenníkom** – iba režim rekuperácie. Rekuperačný výmenník môže byť protiprúdový a entalpický (pre RD a BD). Pri protiprúdovom rekuperátore dochádza ku výmene tepelnej energie. Pri entalpickom dochádza ku výmene tepelnej energie a vlhkosti. Entalpický výmenník zároveň prenáša aj vlhkosť vzduchu a tým udržuje priaznivú klímu v domácnosti. Rekuperáciou entalpie bolo v porovnaní s výlučnou rekuperáciou tepla možné zvýšiť relatívnu vlhkosť vnútorného vzduchu o cca 10 až 20 % v závislosti od prevádzkových parametrov.

Relatívna vlhkosť vzduchu v interiéri nižšia ako 30 % môže viesť k vysušovaniu dýchacieho ústrojenstva, čo môže negatívne ovplyvňovať zdravotný stav obyvateľov, zároveň môže nepriaznivo ovplyvňovať aj stavebné konštrukcie (drevené podlahy môžu napríklad zosychať), nábytok či koberce. Entalpické rekuperátory optimalizujú relatívnu vlhkosť vzduchu, čo je ideálna ochrana proti príliš suchému vzduchu v zime. Vodná para (vlhkosť) je prenášaná cez steny rekuperátora pozostávajúce z polymerických membrán a to bez prenosu pachov a mikróbov. Taktiež v letnom období vytvára entalpický výmenník prijateľnejšiu mikroklimu, kedy zabraňuje prívodu vlhkého a teplého vzduchu zvonku.

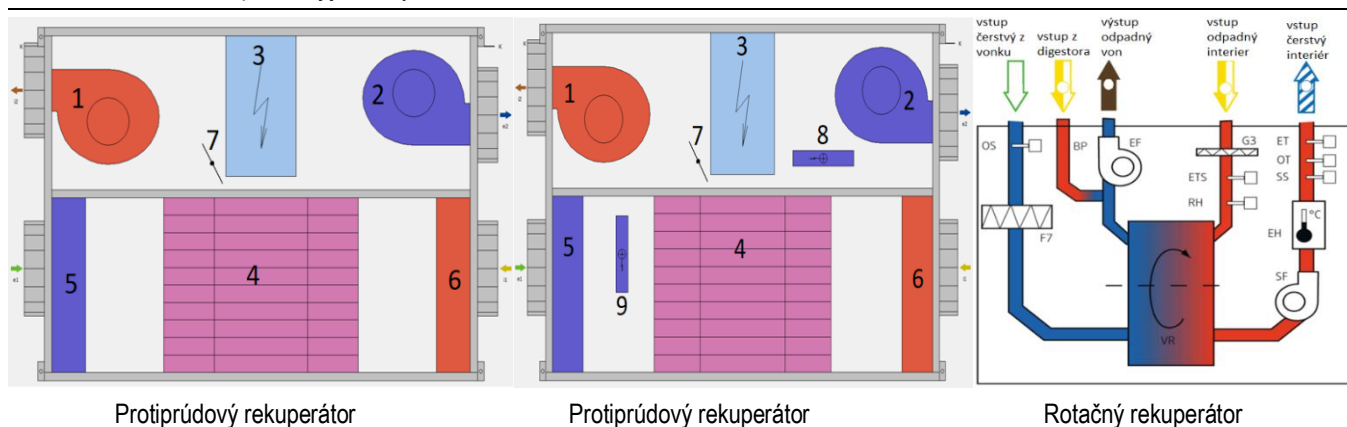
Tab. 2.3 Vypočítané tepelné a vlhkosťné účinnosti jednotlivých rekuperačných výmenníkov

Druh rekuperačného výmenníka	Tepelná účinnosť	Vlhkosťná účinnosť
Doskový rekuperátor - bez kondenzácie	50-60%	0%
Protiprúdový rekuperátor - bez kondenzácie	80-90%	0%
Protiprúdový rekuperátor - s kondenzáciou	65-75%	0%
Protiprúdový entalpický rekuperátor	80-90%	65%
Rotačný entalpický rekuperátor	75-85%	75%
Rotačný rekuperátor - kondenzačný	75-85%	50%

Zdroj: R. Nagy

- **Jednotka s rekuperačným výmenníkom a výmenníkom pre vykurovanie** - režim rekuperácie a teplotovzdušného vykurovania objektu. Rekuperátor môže byť protiprúdový a entalpický (pre RD a BD),
- **Jednotky viacúčelové** – jednotka s rekuperačným výmenníkom a vstavaným tepelným čerpadlom s funkciou vykurovania alebo aj ohrevu teplej vody.

Obr. 2.45 Schéma rekuperačnej jednotky

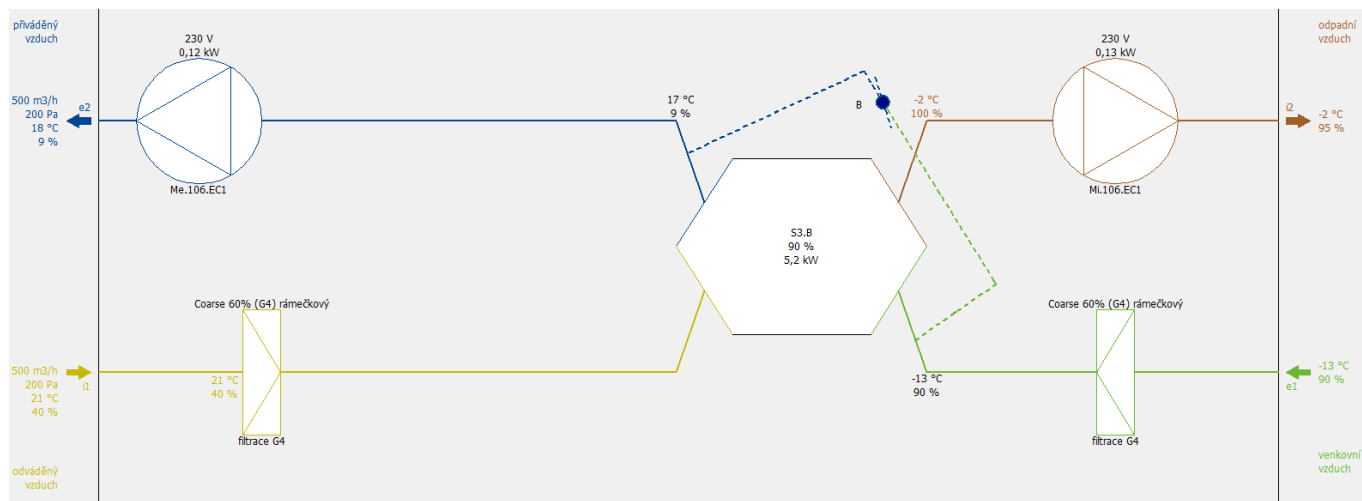


Poznámka: Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje iba v režime rekuperácie vzduchu (ľavá schéma). Jednotku je možné dovybaviť elektrickým ohrievačom vzduchu, ktorého funkcia bude iba dohrev vzduchu kvôli eliminácii tepelných strát vplyvom rekuperácie – temperovanie vzduchu alebo aj elektrickým predohrievačom, ktorého úlohou je predohrev čerstvého vonkajšieho vzduchu kvôli eliminácii zamrznutia skondenzovania vodnej pary za rekuperátorom v odvodnom vzduchu (schéma stred). Rotačný rekuperátor – schéma pravá.

Legenda: e1-prívod čerstvého vonkajšieho vzduchu, e2 - výstup čerstvého vzduchu z jednotky do miestnosti, i1-vstup odpadného vzduchu z WC a kúpeľne a kuchyne do jednotky, i2-výstup odpadného vzduchu z jednotky smerom do exteriéru, 1-odvodný ventilátor, 2-prívodný ventilátor, 3-regulačný modul digitálny, 4-protiprúdový rekuperátor, 5-filter na prívode, 6-filter na odvode, 7-by-pass klapka, 8-elektrický dohrev (iba funkcia temperovania), 9-elektrický predohrev, F7-filter na prívode, G3-filter na odvode, EF-odvodný ventilátor, SF-prívodný ventilátor, VR-rotačný rekuperátor, BP-bypass (napr. pre digestor).

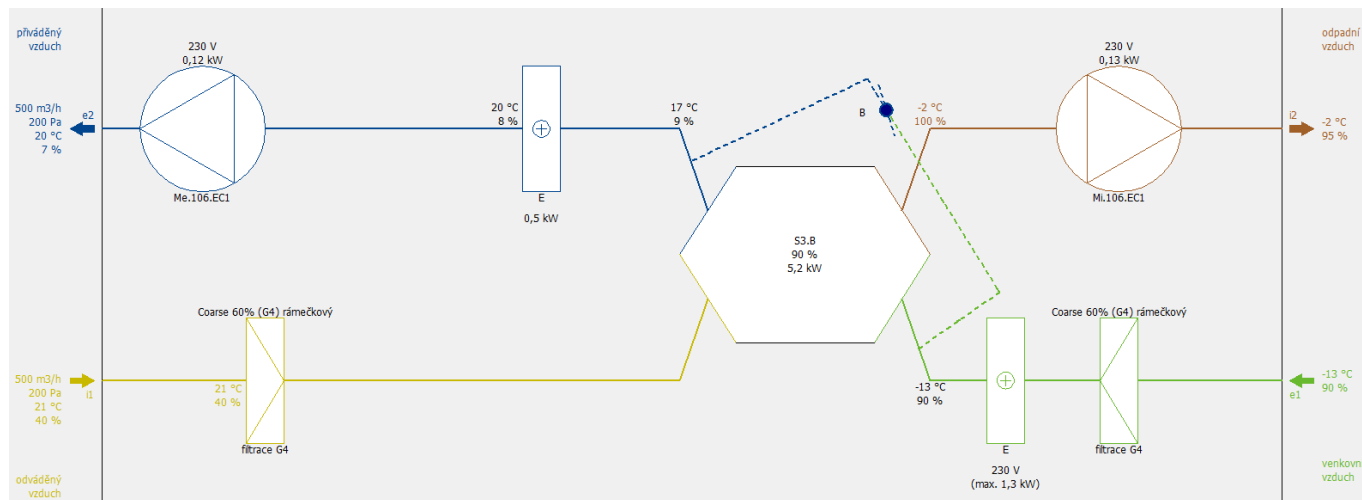
Zdroj: Atria Software

Obr. 2.46 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje iba v režime rekuperácie vzduchu – zimná prevádzka (Atrea Software)



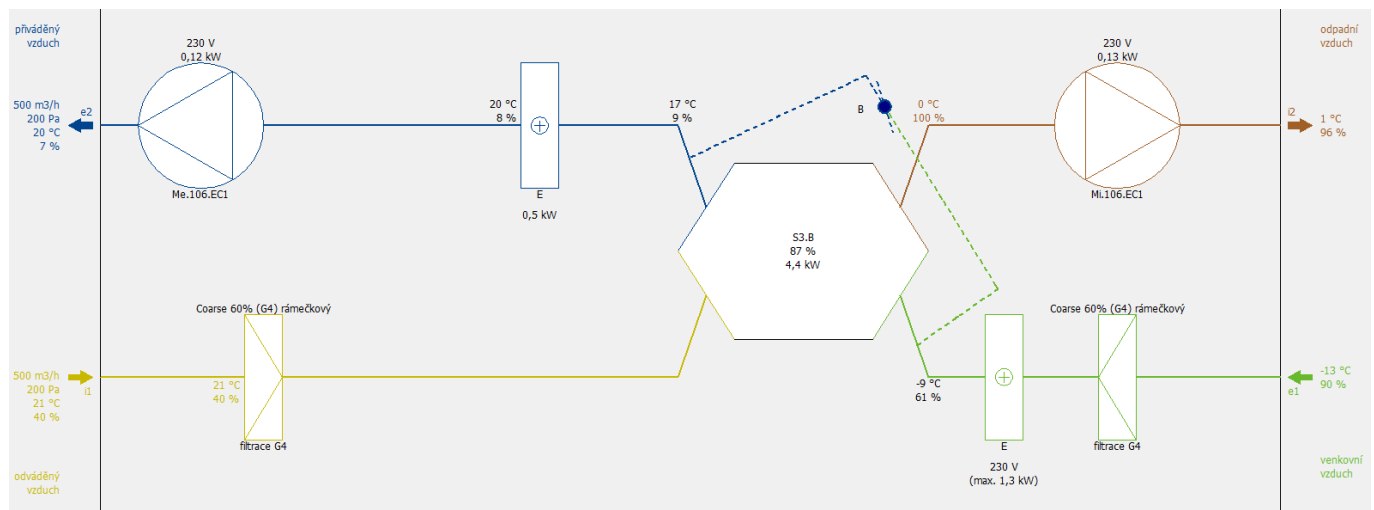
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.47 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu a temperovania vzduchu (el. dohrev aktívny) na izbovú teplotu – zimná prevádzka. Elektrický predohrev je deaktivovaný – dochádza ku vymýzaniu vodnej pary na odvode vzduchu (Atrea software)



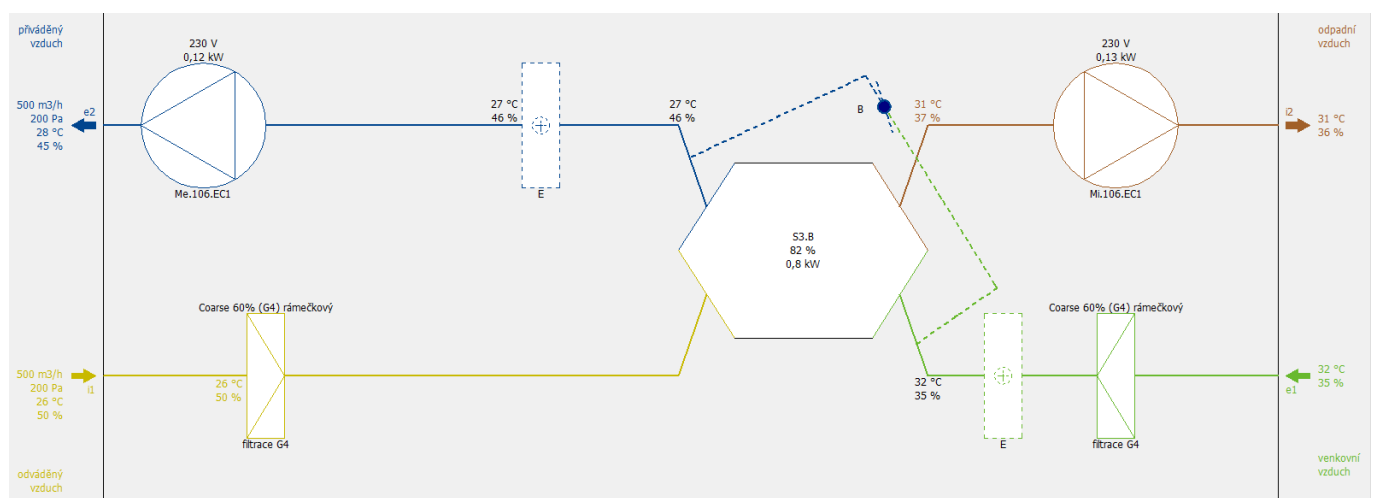
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.48 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu a temperovania vzduchu (el. dohrev aktívny) na izbovú teplotu – zimná prevádzka. Elektrický predohrev je aktivovaný – nedochádza ku vymrznutiu vodnej pary na odvode vzduchu (Atrea software)



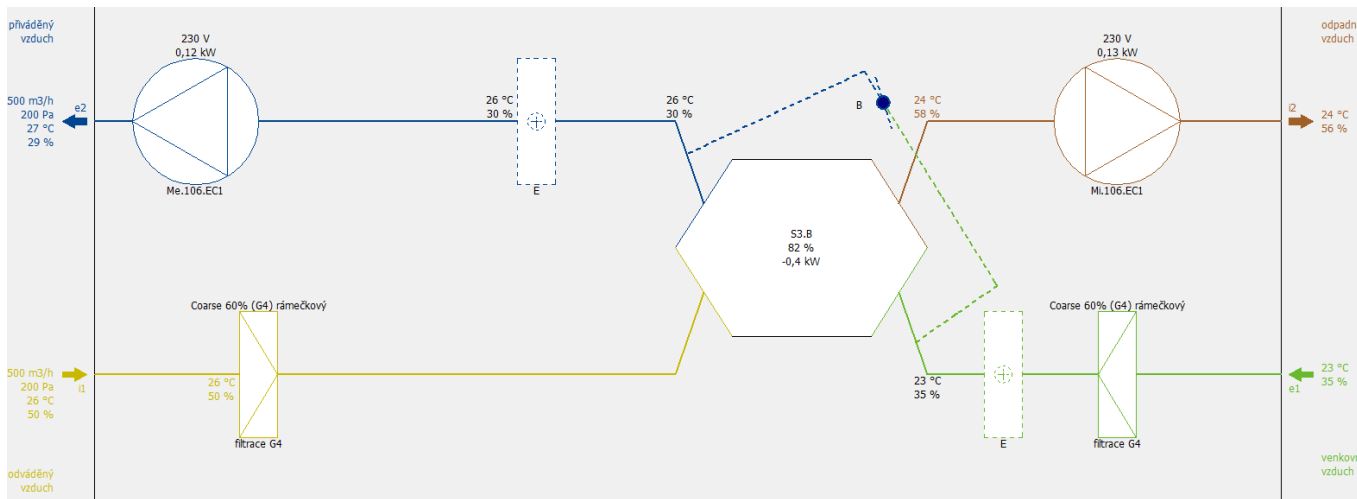
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.49 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu – letná prevádzka – denné vetranie, (Atrea software)



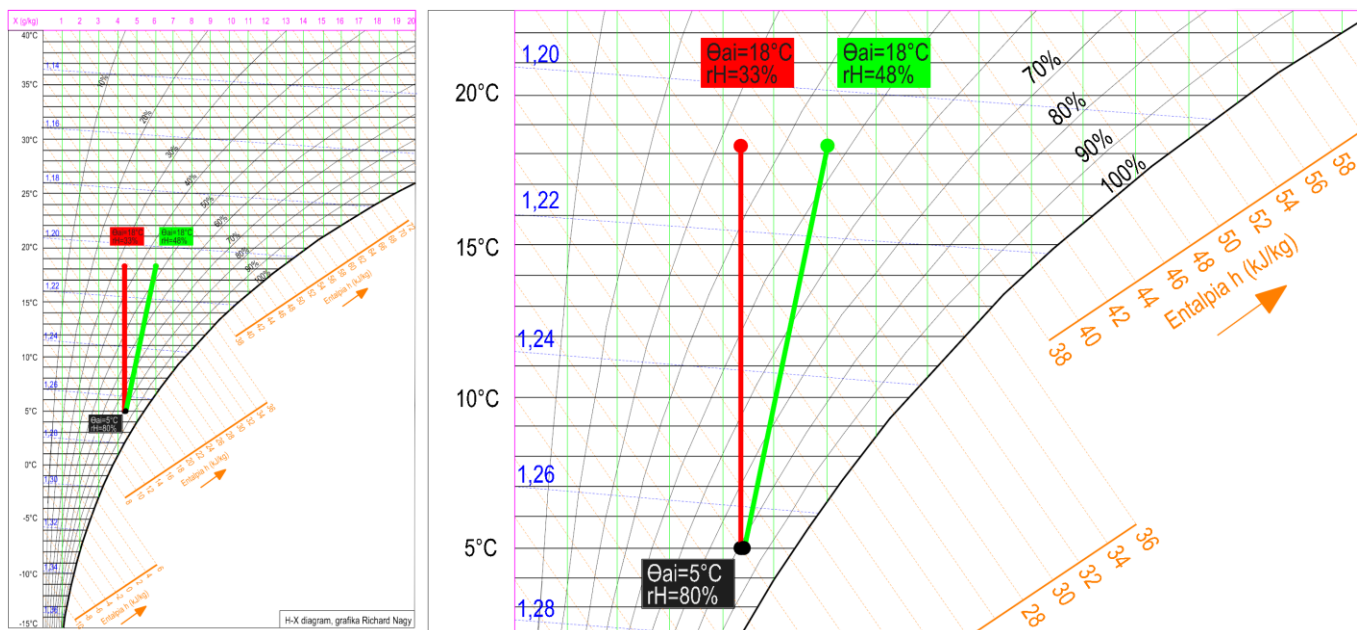
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.50 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu – letná prevádzka – nočné vetranie, (Atrea software)



Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.51 Molierov H-x diagram

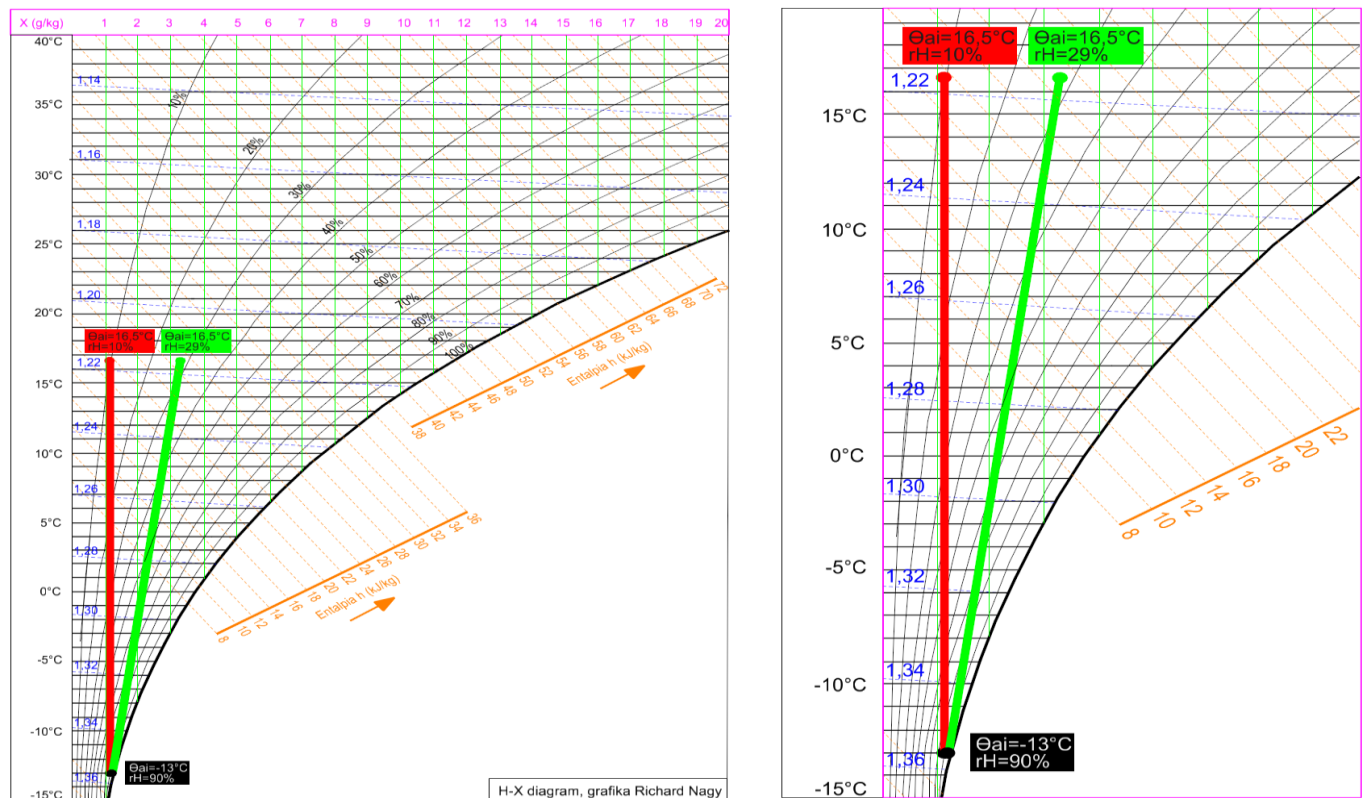


Poznámka:

Znárodnuje zmenu parametrov vzduchu pri použití protiprúdového rekuperátora (červená farba) a použitia entalpického rekuperátora. Pri protiprúdovom rekuperátore dochádza ku výmene iba tepelnej energie, stúpa teplota, množstvo vodných pár vo vzduchu sa nemení a klesá relatívna vlhkosť privádzaného vzduchu na veľmi nízke hodnoty – vysušovanie vzduchu $rH=33\%$ (červená farba). Pri entalpickom dochádza ku výmene tepelnej energie a vlhkosti, stúpa teplota, množstvo vodných pár vo vzduchu rastie a stúpa aj relatívna vlhkosť privádzaného vzduchu na pomerne priaznivé hodnoty blížiace sa k $rH=50\%$ (zelená farba). Stav, ktorý je namodelovaný na obrázku zodpovedá tepelno-vlhkostnému stavu, s častým výskytom počas zimy pre $\Theta_{ai}=5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zdroj: R. Nagy

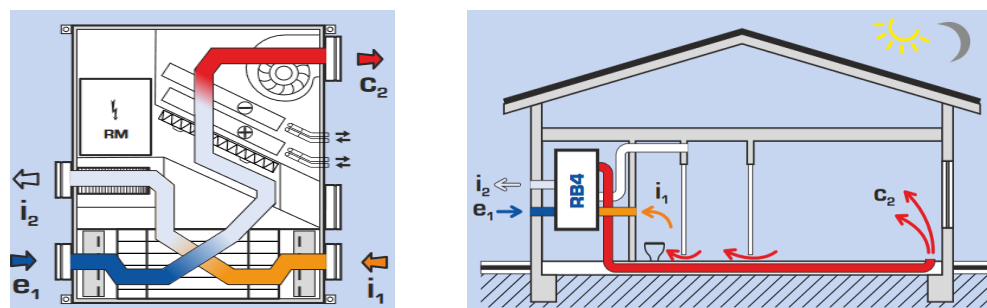
Obr. 2.52 Molierov H-x diagram



Poznámka: Znárodňuje zmenu parametrov vzduchu pri použití protiprúdivého rekuperátora (červená farba) a použitia entalpického rekuperátora. Pri protiprúdivom rekuperátore dochádza ku výmene iba tepelnej energie, stúpa teplota, množstvo vodných pár vo vzduchu sa nemení a klesá relatívna vlhkosť privádzaného vzduchu na veľmi nízke hodnoty – extrémne vysušovanie vzduchu $rH=10\%$ (červená farba). Pri entalpickom dochádza ku výmene tepelnej energie a vlhkosti, stúpa teplota, množstvo vodných pár vo vzduchu rastie a stúpa aj relatívna vlhkosť privádzaného vzduchu na priaznivejšie hodnoty blížiace sa k $rH=29\%$ (zelená farba). Stav, ktorý je namodelovaný na obrázku zodpovedá tepelno-vlhkostnému stavu s výpočtovou zimnou teplotou počas zimy $\Theta_{ai}=-13\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zdroj: R. Nagy

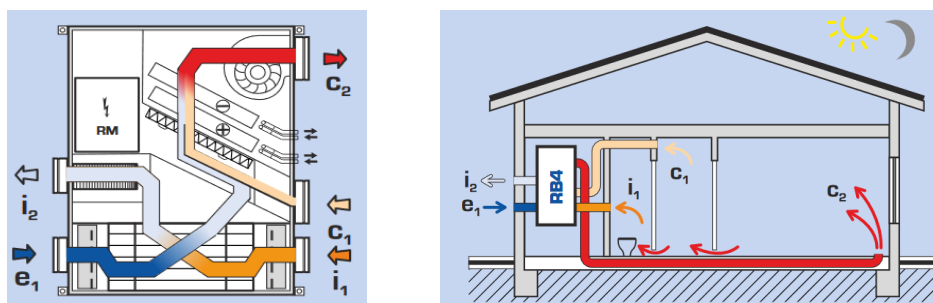
Obr. 2.53 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



Poznámka: Rovnotlaký vetrací režim: Rekuperácia aktívna / Vykurovanie neaktívne / Cirkulácia neaktívna. Vetranie cez rekuperáciu alebo cez by-pass v prechodovom období. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0,15$ až $0,5$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0$ (1/h).

Zdroj: Atrea

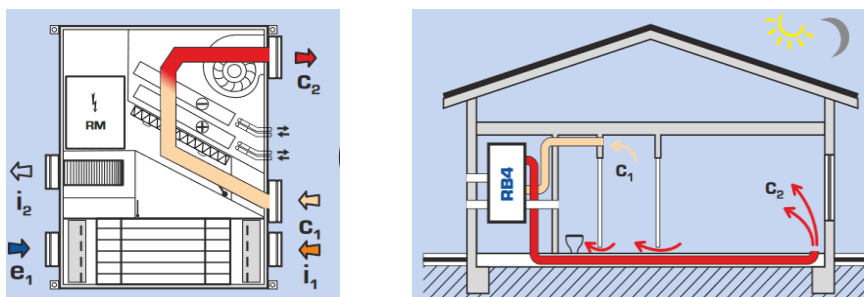
Obr. 2.54 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



Poznámka: Vetrací režim a vykurovací cirkulačný režim: Rekuperácia aktívna / Vykurovanie aktívne / Cirkulácia aktívna. Vetranie cez rekuperáciu alebo cez by-pass, potom zmiešavanie čerstvého a cirkulačného vzduchu, potom + vykurovanie vzduchu alebo chladenie vzduchu. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0,15$ až $0,5$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0,5$ až $1,5$ (1/h).

Zdroj: Atrea

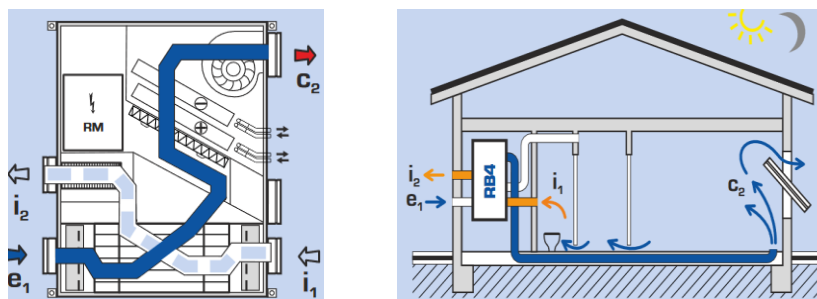
Obr. 2.55 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



Poznámka: Vykurovací cirkulačný režim: Rekuperácia neaktívna / Vykurovanie aktívne / Cirkulácia aktívna. Režim bez vetrania. Iba cirkulácia a vykurovanie vzduchu alebo chladenie vzduchu. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0,5$ až $1,5$ (1/h). V prípade potreby odsávania WC, kúpeľne alebo kuchyne ventilátor nárazovo zopne odsávanie cez rekuperátor – manuálne alebo impulzne spínanie ventilátora.

Zdroj: Atrea

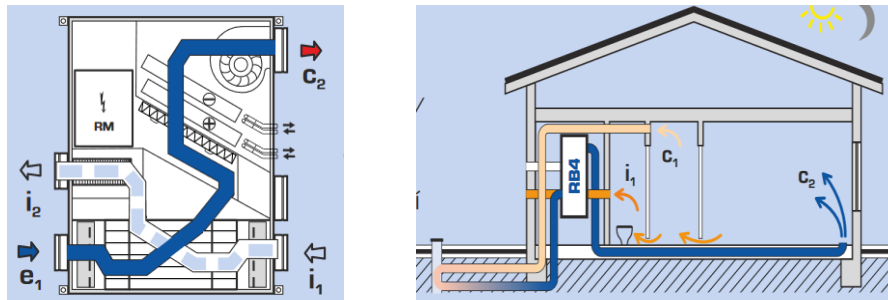
Obr. 2.56 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



Poznámka: Vetrací režim pretlakový: By-pass aktívny / Rekuperácia neaktívna / Vykurovanie neaktívne / Cirkulácia neaktívna. Režim letného pretlakového vetrania plným privodom čerstvého vzduchu. Možnosť zapojenia zemného výmenníka alebo režim nočného chladenia. Režim iba vetranie. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0,5$ až $2,0$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0$ (1/h). V prípade potreby odsávania WC, kúpeľne alebo kuchyne ventilátor nárazovo zopne odsávanie cez by-pass – manuálne alebo impulzne spínanie ventilátora.

Zdroj: Atrea

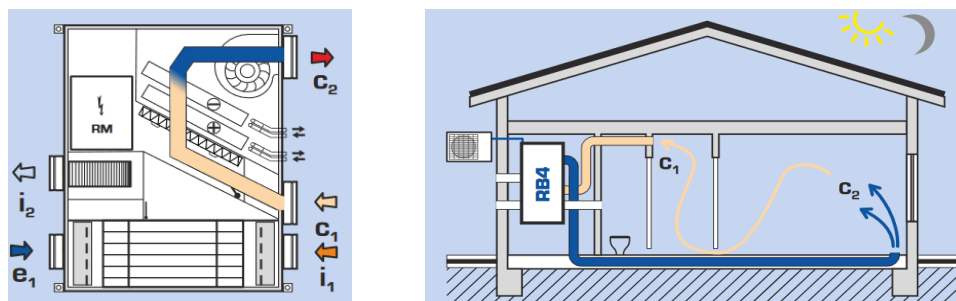
Obr. 2.57 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



Poznámka: Cirkulačný režim chladenia so zemným výmenníkom tepla (ZVT): Intenzívne letné cirkulačné chladenie priestorov interiérovým vzduchom cirkuláciou cez ZVT. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0,5$ až 1,5 (1/h). V prípade potreby odsávania WC, kúpeľne alebo kuchyne ventilátor nárazovo zopne odsávanie cez by-pass – manuálne alebo impulzne spínanie ventilátora. Tento režim je možné použiť iba s použitím cirkulačného ZVT (vzduchového) alebo s nemrznúcou kvapalinou.

Zdroj: Atrea

Obr. 2.58 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania

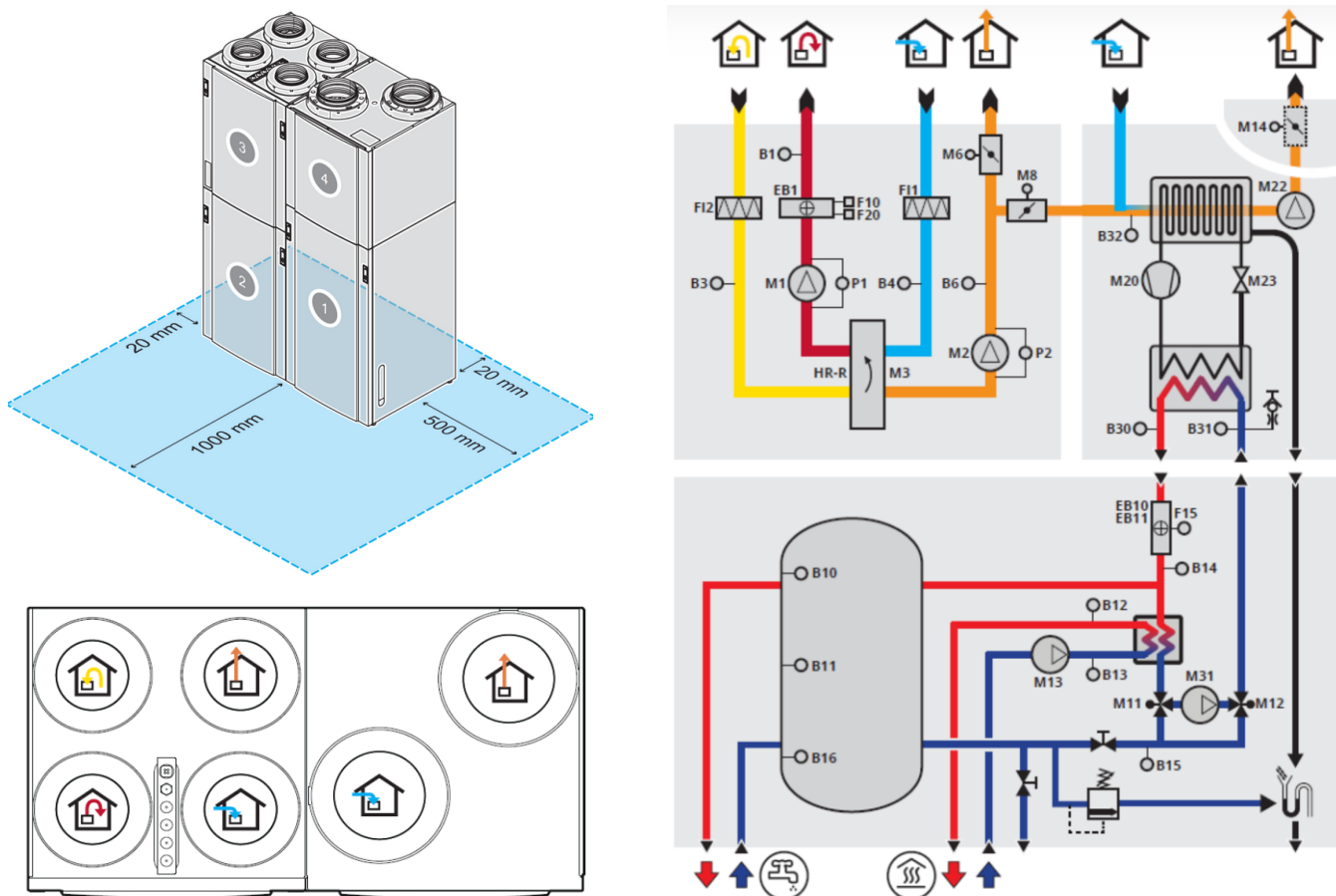


Poznámka: Cirkulačný režim strojného chladenia: Intenzívne letné cirkulačné chladenie priestorov interiérovým vzduchom s kondenzačnou jednotkou alebo cez tepelné čerpadlo. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0,5$ až 1,5 (1/h). V prípade potreby odsávania WC, kúpeľne sa pripája ventilátor nárazového vetrania s nastaviteľným dobehom – manuálne alebo impulzne spínanie.

Legenda: e1-prívod čerstvého vonkajšieho vzduchu, i1-vstup odpadného vzduchu z WC a kúpeľne do jednotky, i2-výstup odpadného vzduchu z jednotky smerom do exteriéru, c1-vstup cirkulačného vzduchu z obytných miestností do jednotky, c2-výstup vykurovacieho, chladiaceho a čerstvého vzduchu z jednotky do obytných miestností.

Zdroj: Atrea

Obr. 2.59 Rekuperačná jednotka s rotačným rekuperačným výmenníkom – kategória viacúčelové



Poznámka: Rekuperačná jednotka s rotačným rekuperačným výmenníkom z kategórie viacúčelové (pôdorys, axonometria, funkčná schéma). Súčasťou jednotky je tepelné čerpadlo vzduch/voda pre UK a ohrev TV. Výrobca napr. EcoNordic (obrázok EcoNordic). Ďalej nasleduje popis jednotlivých blokov jednoty – Blok1 / Blok2 / Blok3

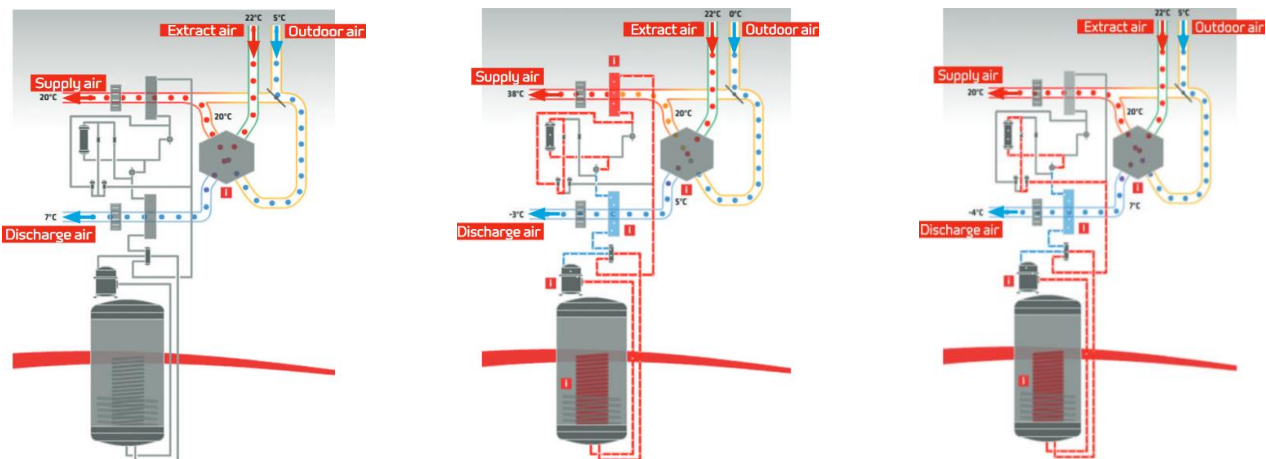
Blok 1 - Rekuperácia: Jednotka pozostáva z rekuperačnej jednotky s ventilátormi (M1, M2), filtrom (F11,12), elektrickým dohrevom vzduchu (EB1), rotačný regeneračný výmenník (HR-R),

Blok 2 - TČ: Jednotka pozostáva z okruhu tepelného čerpadla z chladivom – výparník, kondenzátor, kompresor a expanzný ventil (M20, M23),

Blok 3 – Vodná strana UK a TV: Jednotka pozostáva z vodného okruhu s elektrickým dohrevom (EB10), doskovým výmenníkom, obehovým čerpadlom pre vnútorný vodný okruh TV a UK (M31) a obehovým čerpadlo UK do spotrebiska UK (M13), 3-cestnými prepínacími ventilmi (M11, M12) a zásobníkom TV.

Zdroj: EcoNordic

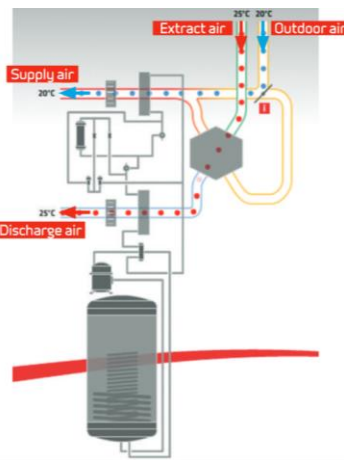
Obr. 2.60 Rekuperačná jednotka s protiprúdovým rekuperačným výmenníkom – kategória viacúčelové



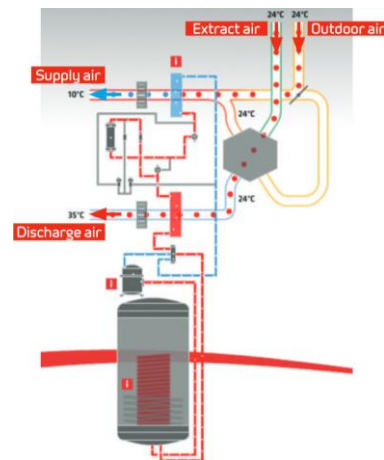
A: Režim pasívnej rekuperácie

B: Režim pasívnej a aktívnej rekuperácie

C: Režim ohrevu teplej vody



D: Režim - 100% obtok (by-pass)



E: Režim – Aktívne chladenie

Poznámka: Rekuperačná jednotka s rotačným rekuperačným výmenníkom z kategórie viacúčelové. Popis jednotlivých režimov je uvedený v odsekoch Režim A, B, C, D, E. (obrázky f. Nilan)

Režim A: Funkčná schéma pasívnej rekuperácie, kedy dochádza iba ku výmene vzduchu a odovzdávanie energie cez rekuperačný výmenník.

Režim B: Funkčná schéma pasívnej a aktívnej rekuperácie, kedy dochádza ku výmene vzduchu a odovzdávanie energie cez rekuperačný výmenník a navyše ku odovzdávaniu zbytkovej energie, ktorá ešte ostala naviazaná v odvádzanom odpadnom vzduchu po rekuperácii za rekuperačným výmenníkom a následné využitie tejto energie (tepla) na ohrievanie prívodného vzduchu. Môže sa využívať aj energia viazaná vo vode v zásobníku TV. Okruh tepelného čerpadla je aktívny.

Režim C: Funkčná schéma ohrevu teplej vody, kedy dochádza ku výmene vzduchu a odovzdávanie energie cez rekuperačný výmenník a navyše ku odovzdávaniu zbytkovej energie, ktorá ešte ostala naviazaná v odvádzanom odpadnom vzduchu po rekuperácii za rekuperačným výmenníkom a následné využitie tejto energie (tepla) na ohrievanie teplej vody v zásobníku TV. Okruh tepelného čerpadla je aktívny.

Režim D: Funkčná schéma By-pass (obtok), kedy ku výmene vzduchu a odovzdávanie energie cez rekuperačný výmenník nedochádza – nie je potrebné energiu rekuperovať. K tomuto režimu dochádza, keď teplota vonkajšieho vzduchu zodpovedá požadovanej teplote vnútorného vzduchu (prechodné obdobie vrámci roka – začiatok jari, koniec jesene). Navyše vieme miestnosť pasívne chladiť v prípade, že dochádza ku miernemu nárastu teploty v interiéri vplyvom vnútorných a vonkajších tepelných ziskov.

Režim E: Funkčná schéma aktívneho chladenia, kedy dochádza ku výmene vzduchu a odovzdávanie energie cez rekuperačný výmenník a navyše ku odovzdávaniu zbytkovej energie, ktorá ešte ostala naviazaná v odvádzanom odpadnom vzduchu po

rekuperácii za rekuperačným výmenníkom a následné využitie tejto energie (chladu) na ochladenie prírodného vzduchu. Využíva sa aj energia naviazaná vo vode zásobníka teplej vody. Okruh tepelného čerpadla je aktívny.

Legenda prekladu ENG / SVK:

extract air – odvádzaný vzduch (odpadný z miestnosti)

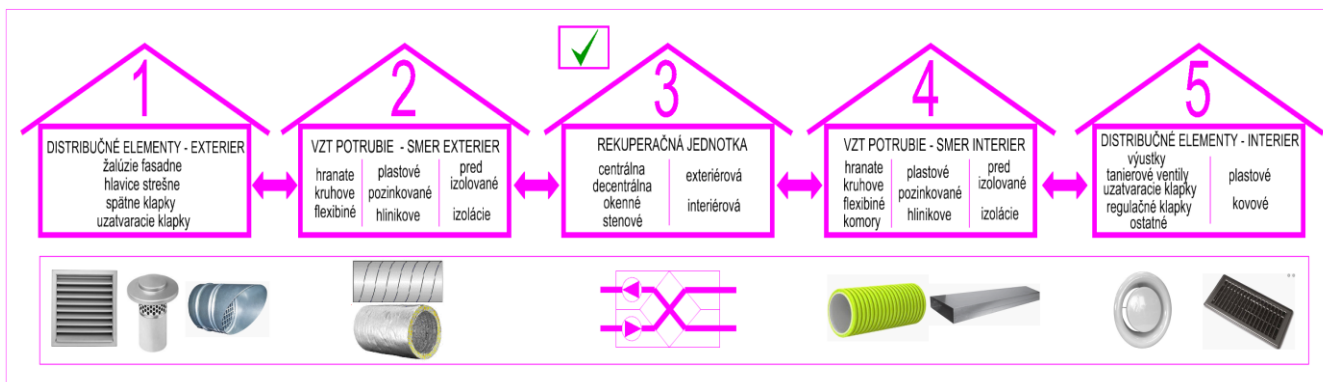
outdoor air – vonkajší vzduch (privádzaný čerstvý z exteriéru)

supply air – privádzaný vzduch (čerstvý do miestnosti) – energia prijatá

discharge air – odpadný vzduch (odvádzaný smerom do exteriéru) – energia odovzdaná

Zdroj: f. Nilan

2.11 Platná legislatíva pre návrh intenzity výmeny vzduchu pre RD a BD:



STN EN 15 665: Vetranie budov. Určenie parametrov pre návrh vetrania obytných priestorov,

STN EN 16798-1: Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 1: Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika,

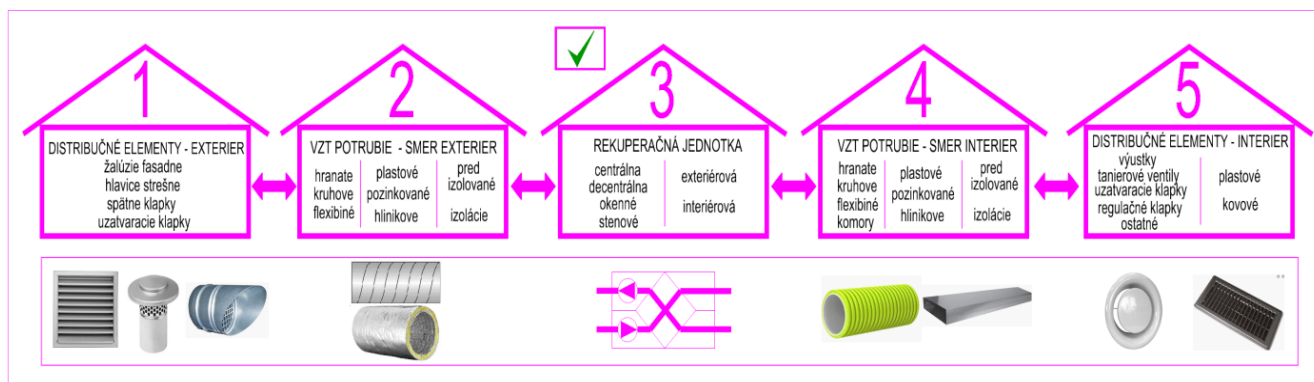
TNI CEN/TR 16798-2: Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 2: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-1. Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika. (Modul M1-6),

STN EN 16798 – 7: Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov, Časť 7: Metódy výpočtu na stanovenie prietokov vzduchu v budovách vrátane infiltrácie (Modul M5-5),

1253/2014 – Nariadenie komisie EÚ, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/125/ES pokiaľ ide o ekodizajn vetracích jednotiek,

1254/2014 – delegované nariadenie komisie EÚ, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady, 2010/30/EÚ pokiaľ ide o označovanie vetracích jednotiek pre bytové priestory energetickými štítkami.

2.12 Návrh centrálnej rekuperačnej jednotky do bežného rodinného domu RD a BD



Pri návrhu rekuperačnej VZT jednotky treba vychádzať z obytnej plochy riešeného RD a BD, ale samozrejme treba zohľadniť aj počty ľudí v objekte aj s príležitostnými nárazovými akciami v RD a BD. Zo skúsenosti je výhodnejšie sa držať vyššej intenzity výmeny vzduchu, teda 1. triedy, kde dokážeme zabezpečiť vyššiu kvalitu vzduchu a nižšiu koncentráciu CO₂ aj pri nárazových stavoch užívania priestoru ako je spoločenská oslava alebo party, kde počet užívateľov hlavne v kuchyni a obývačke bude vyšší. V tabuľke sú uvedené návrhové výmeny vzduchu podľa súčasne platnej legislatívy a podľa noriem na našom území.

Tab. 2.4 Návrhové intenzity výmeny vzduchu

Legislatíva	Popis	Intenzita výmeny vzduchu (1/h)	Množstvo vzduchu na osobu (m ³ /h)	Kuchyňa (m ³ /h)	Kúpeľňa (m ³ /h)	WC (m ³ /h)	Zariadení predmet Sprcha (m ³ /h)	Zariadení predmet PISOÁR (m ³ /h)	Zariadení predmet Umývadlo (m ³ /h)
STN EN 15 665	minimálna hodnota	0,3	15	100	50	25	--	--	--
	doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50	--	--	--
	intenzita výmeny vzduchu neobsadenej miestnosti	0,3			--	--	--	--	--
STN EN 16791-1	1. trieda	0,7	36	100	72	50	--	--	--
	2. trieda	0,6	25	72	54	36	--	--	--
	3. trieda	0,5	15	50	36	25	--	--	--
	intenzita výmeny vzduchu neobsadenej miestnosti	0,1 - 0,2			--	--	--	--	--
STN 73 05440-2	doporučená hodnota	0,3 - 0,6	15 - 25	--	--	--	--	--	--
	intenzita výmeny vzduchu neobsadenej miestnosti	0,1			--	--	--	--	--
STN 73 4108 Vyhláška 527/2007	doporučená hodnota	--	--	--	--	50	150 - 200	25	30

Poznámka: V tabuľke sú uvedené návrhové výmeny vzduchu podľa súčasne platnej legislatívy a podľa noriem na našom území.

Zdroj: Atrea & R. Nagy

Prepočítané intenzity výmeny vzduchu podľa platnej legislatívy na našom území sú spracované v tabuľke, a následne tabuľka uvádza aj najbližšiu vhodnú veľkostnú radu rekuperačnej VZT jednotky podľa vzduchového výkonu VZT jednotky. Výber jednotky zahŕňa už aj cca 20 % rezervu, ktorá slúži výhradne ako rezerva pre zamedzenie hluku od rekuperačnej jednotky. Tabuľka je určená pre rýchle, pomerne presné ale stále iba predbežné určenie veľkostnej rady rekuperačnej VZT jednotky, ktorá vyhovuje na danú podlahovú plochu RD alebo BJ.

Tab. 2.5 Návrhové prepočítané intenzity výmeny vzduchu na už obytú podlahovú plochu vo väzbe na voľbu rekuperačnej VZT jednotky

Rodinný dom Bytová jednotka úžitková plocha (m ²)	Celkový objem (m ³)	Vetraný objem (m ³)	Intenzita výmeny vzduchu (1/h)						Veľkostná rada VZT jednotky (m ³ /h)
			n=0,5	n=0,6	n=0,7	n=0,8	n=0,9	n=1,0	
do 50 m ² (BJ)	140	85	43	51	60	68	77	85	170
do 65 m ² (BJ)	170	110	55	66	77	88	99	110	
do 80 m ² (BJ)	210	140	70	84	98	112	126	140	
do 90 m ² (BJ)	240	160	80	96	112	128	144	160	370
do 100 m ² (RD)	270	170	85	102	119	136	153	170	
do 150 m ² (RD)	400	260	130	156	182	208	234	260	
do 200 m ² (RD)	530	340	170	204	238	272	306	340	570
do 250 m ² (RD)	660	430	215	258	301	344	387	430	
do 300 m ² (RD)	800	520	260	312	364	416	468	520	

Legenda:

vhodná jednotka

vhodná jednotka

vhodná jednotka

nehodná jednotka

Zdroj: R. Nagy

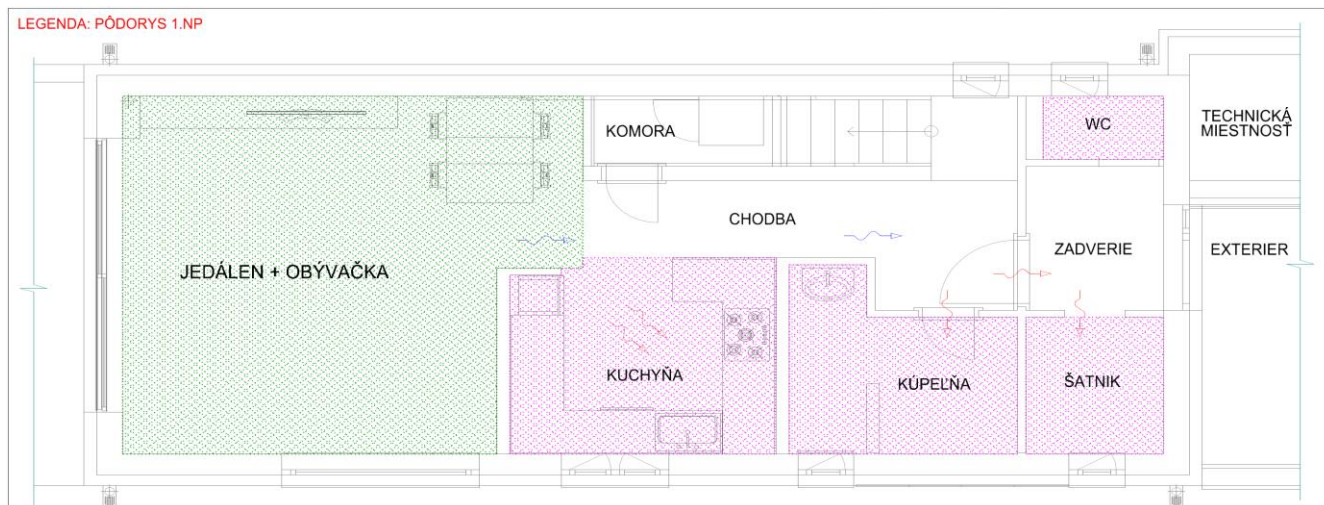
Poznámka: V tabuľke sú uvedené návrhové výmeny vzduchu podľa obytnej plochy RD a BD

Zdroj: R. Nagy

Príklad výpočtu pre RD a BD:

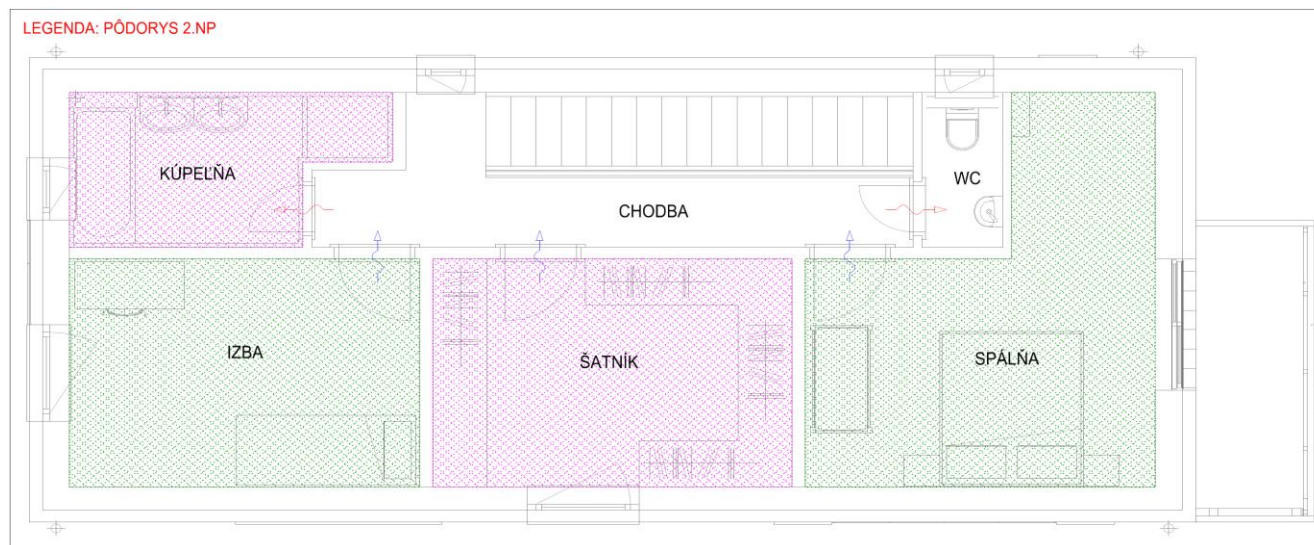
V tejto kapitole je uvedený príklad dimenzovania rekuperačného vetrania v RD. RD pozostáva z 1. a 2.NP. Na 1.NP sa nachádza obývačka, jedáleň, kuchyňa, kúpeľňa, WC, šatník a zádverie. Na 1.NP bude prívod vzduchu realizovaný v obytných priestoroch jedáleň a obývačka (pretlakové vetranie) a odvod vzduchu bude realizovaný v kuchyni, WC, kúpeľni a šatníku (podtlakové vetranie). Na 2.NP sa nachádza izba, spálňa, kúpeľňa, WC a šatník. Na 2.NP bude prívod vzduchu realizovaný v obytných priestoroch izba, spálňa ale aj v šatníku (pretlakové vetranie) a odvod vzduchu bude realizovaný vo WC a kúpeľni (podtlakové vetranie).

Obr. 2.61 Pôdorys 1.NP riešeného rodinného domu RD



Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.62 Pôdorys 2.NP riešeného rodinného domu RD



Poznámka: Zelené plochy znázorňujú miestnosti s prívodom vzduchu (pretlak). Ružové plochy znázorňujú miestnosti s odvodom vzduchu (podtlak). Biele plochy sú miestnosti, ktoré budú prevetrávané samotným prechodom vzduchu cez túto miestnosť.

Zdroj: R. Nagy

Jednotlivé intenzity výmeny vzduchu pre jednotlivé miestnosti sú napočítané a uvedené v tabuľke 2.6, podľa zásad a poznatkov, ktoré boli uvedené v predošlých kapitolách. Tento názorný príklad počíta vo výpočte s celým objemom priestoru aj s okrajovými časťami. Celkový objem vetraného priestoru je $V=187 \text{ m}^3$, čomu podľa tabuľky 2.5 (predbežný výber jednotky), zodpovedá veľkostná rada rekuperačnej jednotky $370 \text{ m}^3/\text{h}$. Podľa presného výpočtu v tabuľke 2.4 je vetracie množstvo vzduchu $300 \text{ m}^3/\text{h}$ aj s cca 20 % rezervou (rezerva pre zníženie hladiny hluku), čomu zodpovedá množstvo vzduchu podľa B kategórie $q_{TOT}=282 \text{ m}^3/\text{h}$. Tabuľka uvádza množstvo vzduchu pre jednotlivé miestnosti, počet prívodov a vývodov do vetraných miestnosti a prietok na 1 vývod a taktiež odvádzané množstvá vzduchu.

Poznámka autora:

Podľa legislatívy, ktorá bola už uvedená skôr, je možné objem miestnosti znížiť o tzv. neužívaný objem, do ktorého patria okrajové časti priestoru v pôdoryse ale aj po výške. Teda je možné uvažovať s efektívnou plochou a efektívnym objemom miestnosti.

Tab. 2.6 Vypočítané výmeny vzduchu

PRÍVOD VZDUCHU	Poschodie	Miestnosť	vetrana plocha S (m ²)	v (m)	objem (m ³)	intenzita vetrania n(1/h)								zvolené m ³ /h	počet vývodov	m ³ /h na 1 vývod	n (1/h) reálne	počet osôb	suma vetrana plocha m ²	30 m ³ /h.os	norma STN EN 16 798		
						0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	kat A m ³ /h								kat B m ³ /h	kat C m ³ /h	
						0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	kat A m ³ /h								kat B m ³ /h	kat C m ³ /h	
PRÍVOD VZDUCHU	1.NP	obyvačka/jedaleň	33,8	2,6	88	44	53	62	70	79	88	132	180	4	45	2,05	4	72	120	404	282	161	
	2.NP	izba ľava	11,5	2,6	30	15	18	21	24	27	30	45	30	1	30	1,00							
	2.NP	šatník	11,8	2,6	31	15	18	21	25	28	31	46	30	1	30	0,98							
	2.NP	izba prava spalna	15	2,6	39	20	23	27	31	35	39	59	60	2	30	1,54							
Suma=					187						Suma=	300	npriem=		1,60	qTOT=		282					








ODVOD VZDUCHU	Poschodie	Miestnosť	zvolené m ³ /h	Podtlak	Rovnotlak	Pretlak	tlakový režim	LEGENDA PÔDORYS 1.NP	
								Podtlak	Rovnotlak
ODVOD VZDUCHU	1.NP	WC	-30					LEGENDA PÔDORYS 1.NP	
	1.NP	kúpeľňa	-60					LEGENDA PÔDORYS 1.NP	
	1.NP	kuchyňa	-100					LEGENDA PÔDORYS 1.NP	
	1.NP	šatník	-10					LEGENDA PÔDORYS 1.NP	
	Suma odvod 1.NP	Suma=	-200	-20			pre 1.NP - mierny podtlak	LEGENDA PÔDORYS 2.NP	
	2.NP	WC	-40					LEGENDA PÔDORYS 2.NP	
	2.NP	kúpeľňa	-60					LEGENDA PÔDORYS 2.NP	
	Suma odvod 2.NP	Suma=	-100		20		pre 2.NP - mierny pretlak	LEGENDA PÔDORYS 2.NP	
	Suma odvod 1+2.NP	Suma=	-300		0		pre 1+2.NP - rovnotlak	LEGENDA PÔDORYS 2.NP	
									Zdroj: R.Nagy

Poznámka: Výmeny vzduchu pre jednotlivé miestnosti, celková návrhová výmena vzduchu, odvod vzduchu pre udržanie režimu podtlak / rovnotlak / pretlak. Priemerná intenzita výmeny vzduchu „n“.

Zdroj: R. Nagy

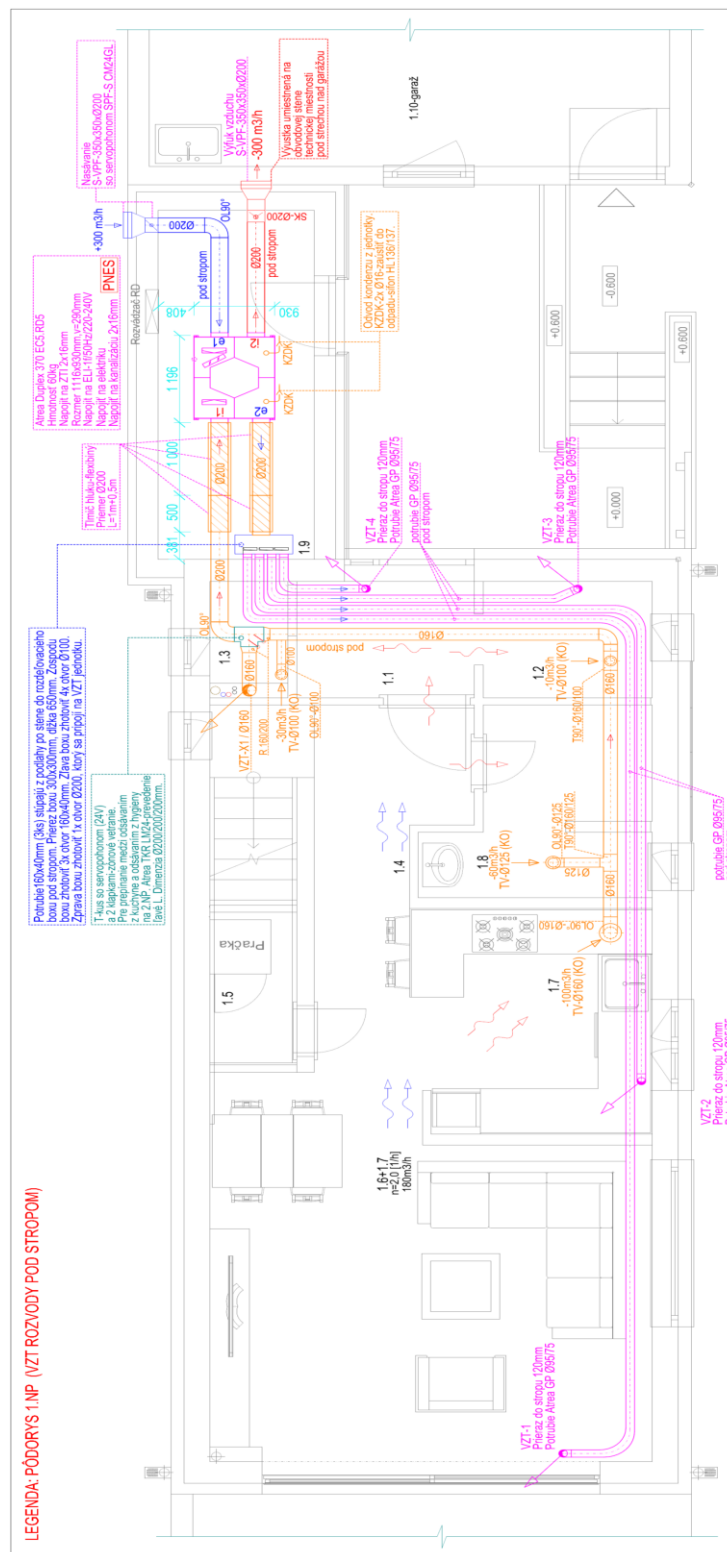
Výsledky v tabuľke 2.6 je samozrejme potrebné pretaviť do grafického návrhu resp. do projekčného riešenia. Pozícia vedenia VZT potrubia, trasy VZT potrubia a výber vhodného typu potrubia závisí od vypočítanej výmeny vzduchu, dispozície vetraných priestorov, skladby podlahy na 1.NP a 2 .NP a na veľkosti (výške) podhládu a na požiadavkách investora a architekta. Podľa týchto vstupných parametrov a požiadaviek je potrebné nájsť najefektívnejšie riešenie. Prívod vzduchu na 1.NP bude v podlahovom kanály cez podlahové hranaté výstky a odvod vzduchu bude v podhláde pod stropom cez tanierové ventily. Prívod vzduchu na 2.NP bude cez potrubie, ktoré je vedené pod stropom 1.NP a následne budú vyhotovené prieryzy cez strop, ktoré budú zakončené podlahovými hranatými výstkami v podlahe 2.NP. Odvod vzduchu bude v podhláde pod stropom 2.NP cez tanierové ventily (obrázok 2.64, 2.65). Na obrázku 2.64 je znázornené výsledné grafické riešenie vedenia VZT rozvodov v podlahe 1.NP. Na obrázku 2.65 je znázornené výsledné grafické riešenie vedenia VZT rozvodov pod stropom 1.NP. Na obrázku 2.65 je znázornené výsledné grafické riešenie vedenia VZT rozvodov pod stropom 2.NP. Pôdorysy na obrázkoch 2.64 až 2.66 majú spoločnú legendu potrubia, ktorá je uvedená nižšie.

Obr. 2.63 Legenda k obrázkom 2.64 až 2.66

LEGENDA: POPIS	
	Grafické označenie stúpačky vzduchotechniky - Odvod/Prívod - hranaté, kruhové
	Prívod - podlahový kanál typ B - pozinkované potrubie 160x40mm, hrúbka plechu 1mm
	Prívod - podstropné plastové Flexi potrubie Atrea Green Pipe (GP), vnútorná dimenzia 75mm, vonkajšia dimenzia 95mm Alternatívne je možné použiť akustické odhlučnené predizolované Flexo potrubie - typ SonoFlexo Ø100, hr. izolácie 25mm.
	Prívod - VZT Spiro potrubie - akustický izolované, hr.25mm.
	Odvod - VZT Spiro potrubie - akustický izolované, hr.13mm.
	Prívod (nasávanie vzduchu z exteriéru)- Spiro potrubie, hr. kaučukovej izolácie 40mm (pod stropom). Alternatívne môže byť použité predizolované Flexo potrubie, hr. izolácie 50mm.
	Odvod (výfuk vzduchu do exteriéru)- Spiro potrubie, hr. kaučukovej izolácie 40mm (pod stropom). Alternatívne môže byť použité predizolované Flexo potrubie, hr. izolácie 50mm.

Zdroj: R. Nagy

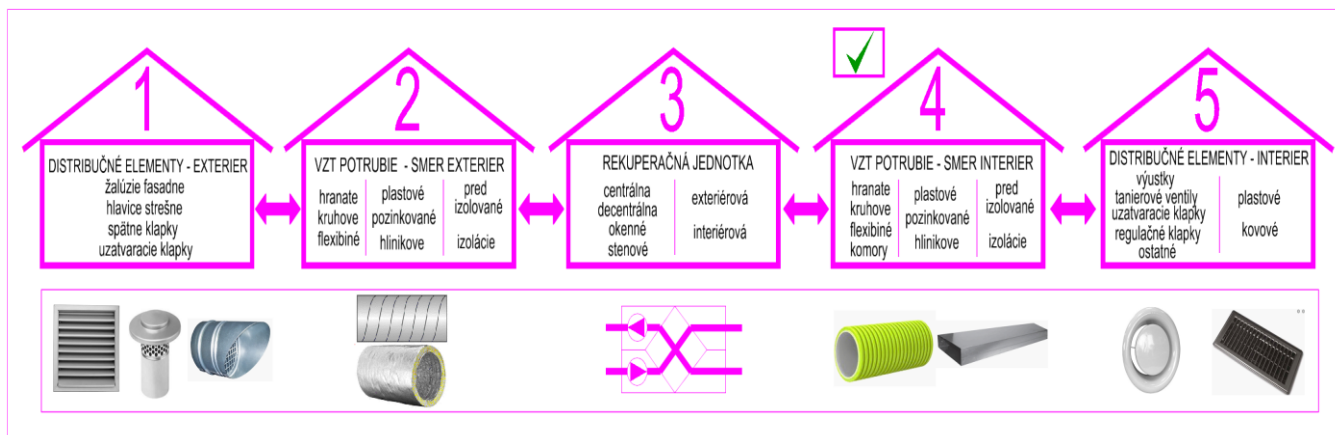
Obr. 2.65 Pôdorys 1.NP riešeného rodinného domu RD



Poznámka: Pôdorys projektovej dokumentácie riešeného rodinného. Prívodné rozvody VZT určené pre prívod vzduchu do 2.NP vedené pod stropom – ružová farba. Odvodné rozvody VZT vedené pod stropom – hnedá farba.

Zdroj: R. Nagy

2.13 Vzduchotechnické potrubie – smer interiér



Pre prívod vzduchu smerom od rekuperačnej jednotky do interiéru sa prevažne používajú potrubia, ktoré sú uvedené na obrázku 2.67. Pokiaľ je malá svetlá výška pod stropom tak sa používajú kruhové plastové flexibilné hadice v hviezdicovom zapojení od rozdeľovacieho distribučného boxu – vedené pod stropom. Pokiaľ sú náročné požiadavky na akustiku potrubia, tak sa používajú akustický predizolované flexibilné potrubia v hviezdicovom zapojení od rozdeľovacieho distribučného boxu – vedené pod stropom.

Obr. 2.67 Typy VZT potrubí pre RD a BD. Maximálne dovolené prietoky v potrubí

Typ potrubia	Popis	Rozmer (mm)	Maximálny prietok	Obrázok
Kruhové pevne potrubie (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Spiro potrubie - pozinkované	Ø100	90	
	Plastové - hladké	Ø125	140	
	Nerezové hladké	Ø160	220	
	Hliníkové hladké	Ø200	370	
	Pozinkované hladké	Ø250	570	
Kruhové pevne potrubie (mimo bytu - spoločné priestory, šachty)	Spiro potrubie - pozinkované	Ø315	1200	
		Ø355	1500	
		Ø400	1800	
		Ø450	2300	
		Ø500	2800	
		Ø550	3200	
		Ø250	470	
Kruhové flexibilné potrubie (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Aluflex, SonoFlex, ThermoFlex	Ø100	70	
		Ø125	120	
		Ø160	190	
		Ø200	300	
		Ø250	470	
Kruhové flexibilné plastové hadice (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Atrea GP 75/90 - zvnútra hladké	vnútorný Ø75	50	
	ED Flex 75/90 - zvnútra hladké	vnútorný Ø75	50	
	ED Flex 75/63 - zvnútra hladké	vnútorný Ø63	35	
	ED GeoFlex 200/175 - zvnútra hladké	vnútorný Ø175	270	

Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.68 Typy VZT potrubí pre RD a BD. Maximálne dovolené prietoky v potrubí

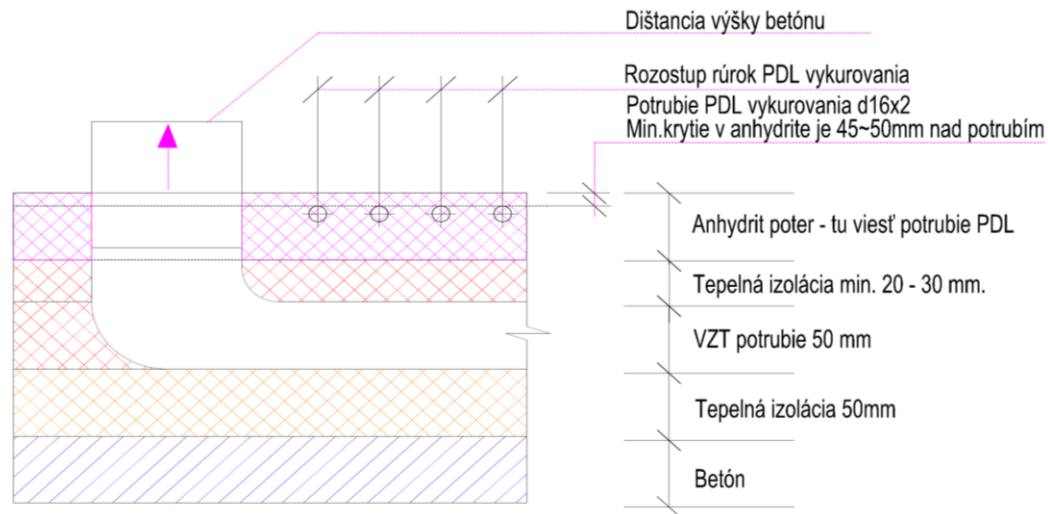
Typ potrubia	Popis	Rozmer (mm)	Maximálny prietok	Obrázok
Hranaté potrubie (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Kanálový hranatý rozvod - pozinkovaný (podlahový / podstropný)	kanálový rozvod 200x50	120	
		kanálový rozvod 160x40	80	
	Kanálový hranatý rozvod - plastový (podlahový / podstropný)	kanálový rozvod 110x55	60	
		kanálový rozvod 204x60	130	
		kanálový rozvod 234x29	60	
		kanálový rozvod 308x29	90	
Tlmiče hluku berú sa ako súčasť trasy potrubia	tlmič hluku kruhový - pevný tlmič hluku kruhový s jadrom - pevný tlmič hluku kruhový - flexibilný tlmič hluku kruhový - mäkký tlmič hluku hranatý - pevný (nepoužíva sa)	Maximálny prietok a rýchlosť nemá byť vyšší ako je prietok a rýchlosť v samotnom potrubí.		

Poznámka: Maximálne dovolené prietoky vzduchu potrubím hlavne s ohľadom na rýchlosť prúdenia vzduchu a hlučnosť v potrubí. Tieto hodnoty je možné prekročiť, ale následne je potrebné riešiť akustické zaizolovanie potrubia, prípadne akustický podhľad, prípadne malé tlmiče hluku pred vyústením vzduchu do prívodnej výustky. Použitie tlmičov hluku za rekuperačnou jednotkou smerom do interiéru je samozrejmosťou.

Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.69 Uloženie kanálového potrubia v podlahe – v skladbe tepelnej izolácie

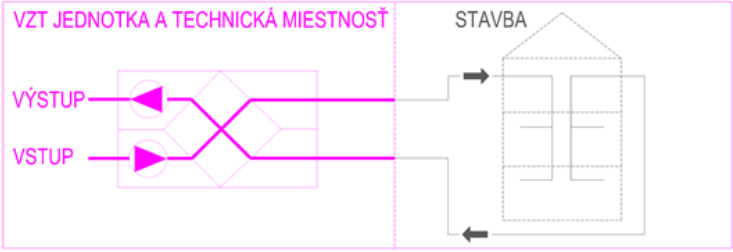
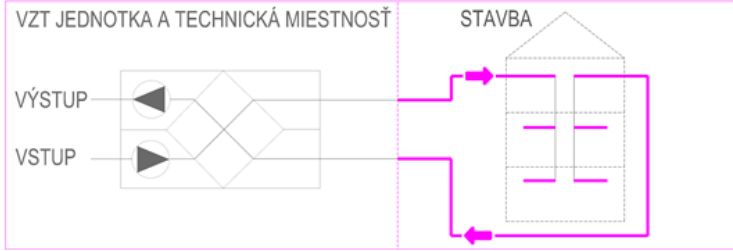
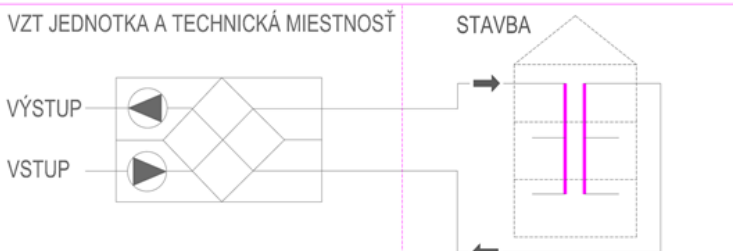
DETAIL - ŠTVORHRANNÉ POTRUBIE V PODLAHE



Poznámka: Pokiaľ je možnosť trasovať potrubie v podlahe tak sa používajú ploché podlahové kanálové potrubia taktiež v hviezdicovom zapojení od rozdeľovacieho distribučného boxu. Táto alternatíva sa vo väčšine prípadoch používa v podlahe 1.NP, kde je dostatočná skladba tepelnej izolácie.

Zdroj: R. Nagy

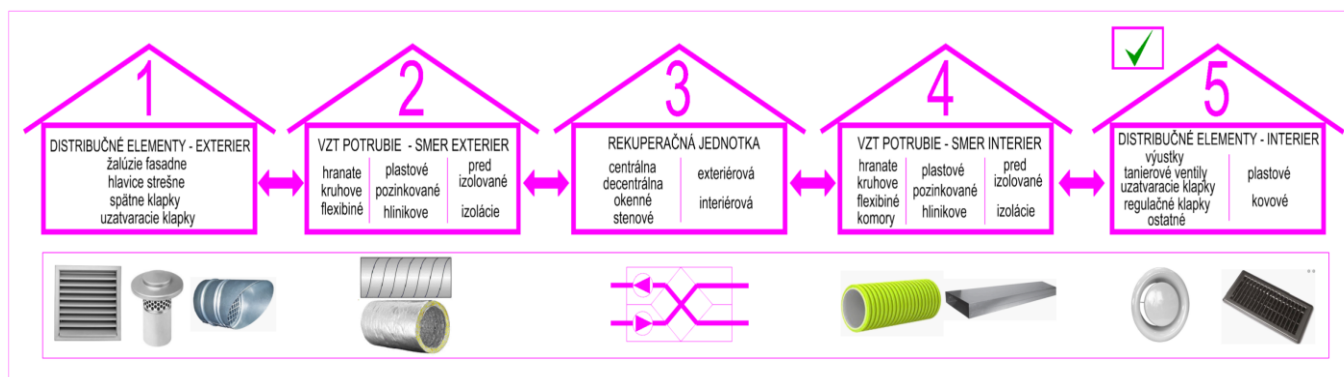
Obr. 2.70 Maximálne dovolené rýchlosti prúdenia vzduchu v potrubí

Stavba	Pozícia VZT potrubia	Maximálna rýchlosť prúdenia vzduchu (m/s)
Rodinný dom Bytový dom	<p>V okolí VZT jednotky - v bezprostrednej blízkosti V technickej miestnosti</p> 	3,0
	<p>V potrubnej sieti obytných priestorov RD V potrubnej sieti jednotlivých bytov BD</p> 	2,0
	<p>VZT stúpacie potrubie - v šachte (spoločné vedenie pre viac bytov) Spoločné vedenie pre viac bytov - mimo obytných priestorov</p> 	4,5

Poznámka: Maximálne dovolené rýchlosti prúdenia vzduchu vo VZT potrubí vzhľadom na miesto a polohu trasovania potrubia. Tieto hodnoty je možné prekročiť, ale následne je potrebné riešiť akustické zaizolovanie potrubia, prípadné akustický pohľad, prípadne malé tlmivé hluku pred vyústením vzduchu do prírodnej výustky.

Zdroj: R. Nagy

2.14 Distribučné elementy - interiér



Ako prívodné distribučné elementy sa používajú elementy, ktoré sú uvedené na obrázku 2.71. Najčastejšie sa ale používajú prívodné a odvodné tanierové ventily, ktoré sa osadzujú pod strop do podhl'adu, taktiež prívodné štvorhranné výustky pod stropom do podhl'adu. Pre prívod v podlahe sa najčastejšie používajú štvorhranné podlahové mriežky.

Obr. 2.71 Distribučné elementy - prívodné a odvodné

Typ distribučného elementu	Popis / Rozmer (mm)	Maximálny prietok (m ³ /h)	Obrázok
Tanierový ventil prívod	TV - Ø100	do 50	
	TV - Ø125	do 100	
	TV - Ø160	do 160	
	TV - Ø200	do 220	
Dýzy pre dlhý dosah prívod	dýza DA Ø 100	do 45	
	dýza DA Ø 125	do 60	
	Dýza DARS	do 40	
	dýza Maico WD	do 45	
	dýza kruhová 90/N	do 80	
Výustka - štandardná prívod	podlahový mriežka PM 250x97 (KKB)	do 50	
	podlahový mriežka PM 250x97 (KKC)	do 60	
	stenová mriežka 280x405 (SMD/SMU)	do 300	

Poznámka: Popis elementov a maximálny dovolený prietok vo vzťahu na hlučnosť elementu. Okrem typov, ktoré sú uvedené v popise elementu je samozrejme možné používať aj iné typy a iných výrobcov. Je potrebné si ale naštudovať charakteristiku výrobku – katalógový list výrobku.

Zdroj: Atrea & R. Nagy

Obr. 2.72 Prietoky vzduchu v prechodových tvarovkách

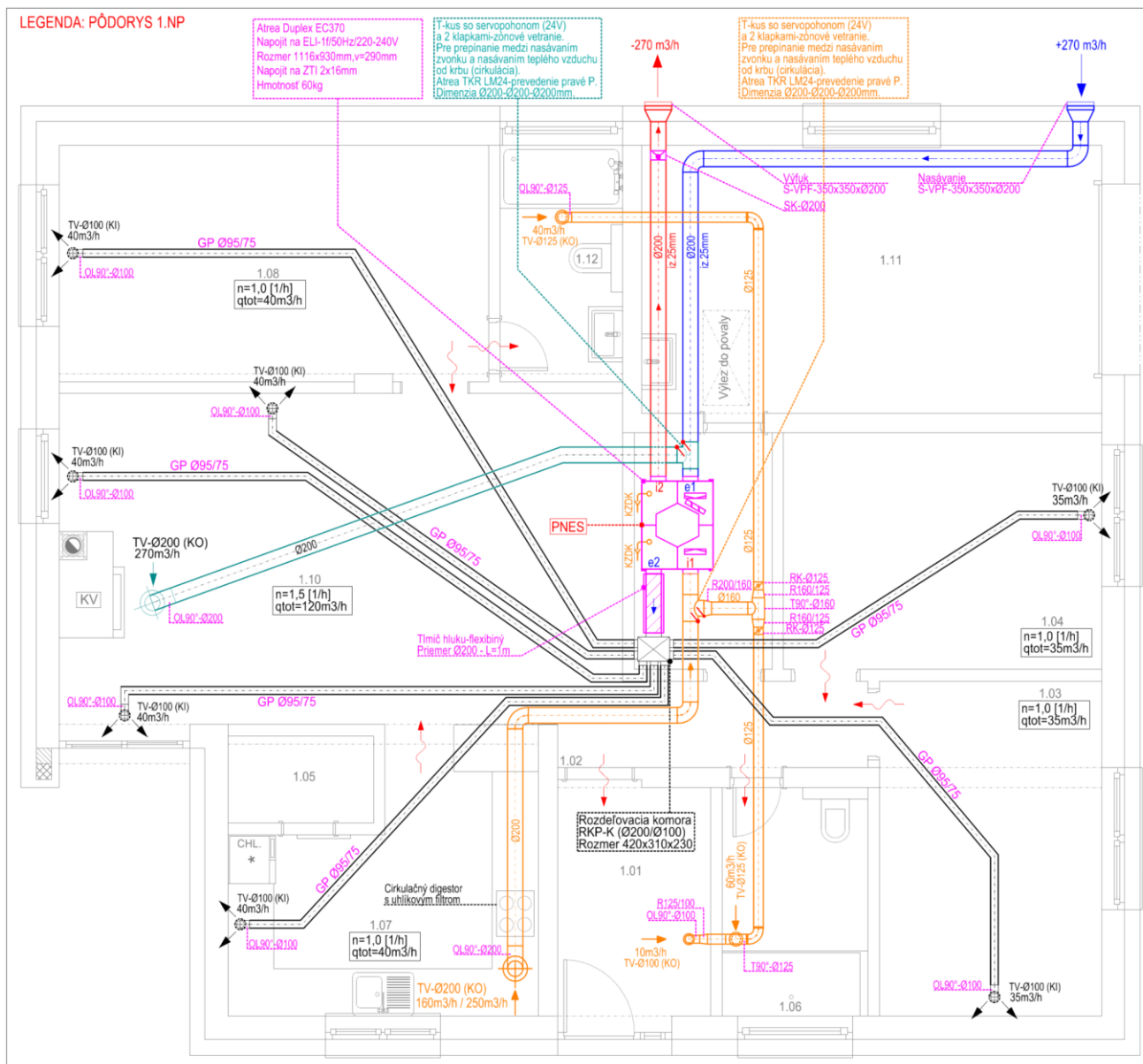
Typ tvarovky	Popis	Rozmer (mm)	Maximálny prietok (m ³ /h)	Obrázok
Kanálová tvarovka horizontálna	horizontálna - Atrea KKC	160x40	70	
		200x50	70	
Kanálová tvarovka vertikálna	vertikálna - Atrea KKB	160x40	50	
		200x50	50	
Kanálová tvarovka kruhová	kruhová - Atrea PPS	160x40	80	
		200x50	80	

Poznámka: Maximálne prietoky v prechodových tvarovkách, ktoré sa používajú pod stropom a v podlahe.

Zdroj: Atrea & R. Nagy

2.15 Vzorové projekty rekuperačného vetrania

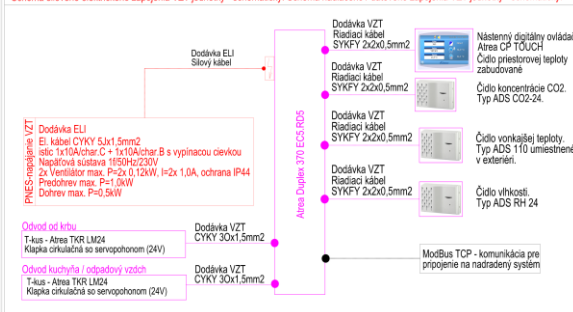
Obr. 2.73 Rekuperačné vetranie v RD1 – vzorový výkres. Pôdorys, legenda potrubia, schéma silového a dátového pripojenia jednotky



LEGENDA: POPIS

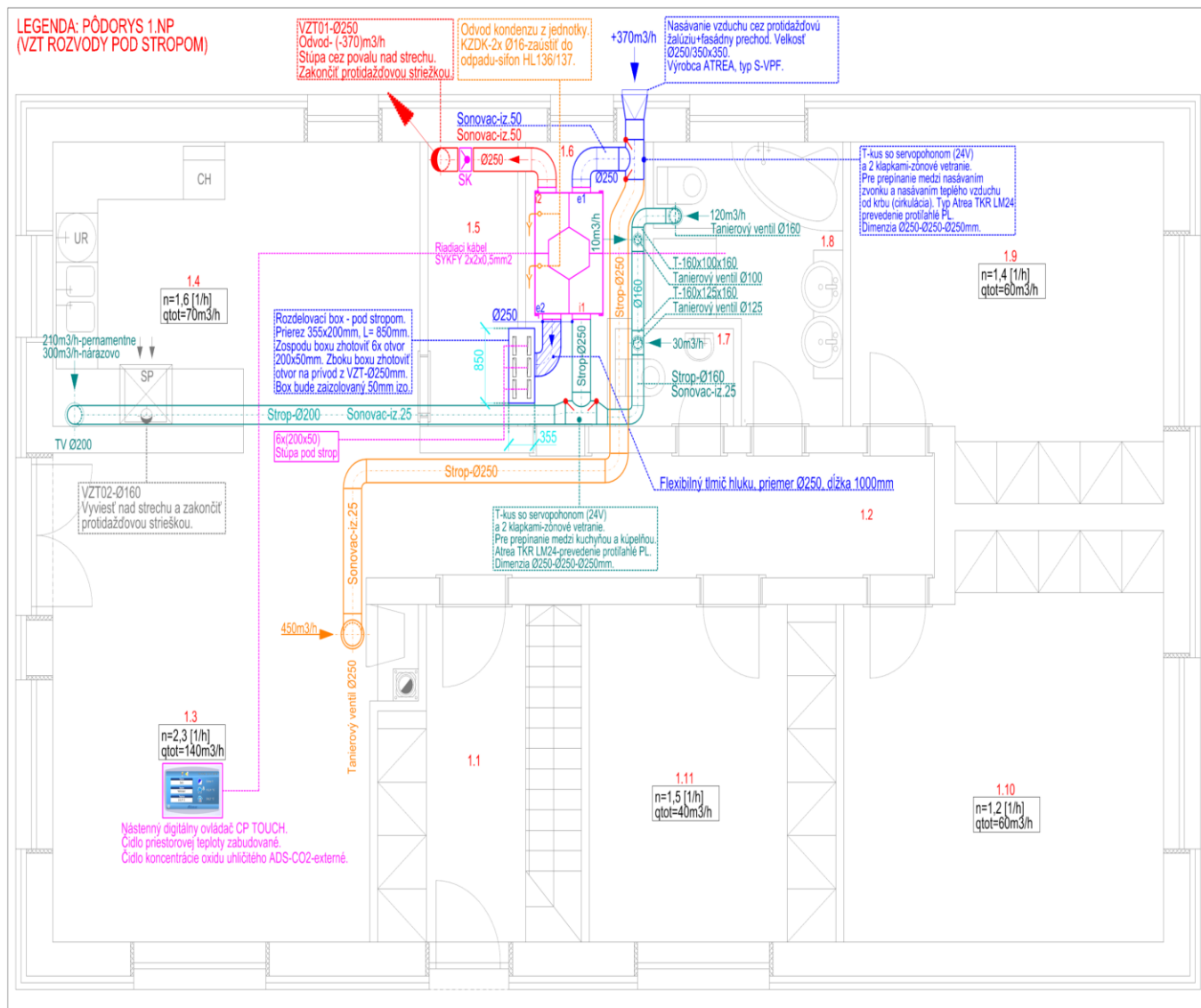
- Prívod - podstropné plastové Flexi potrubie Atrea Green Pipe (GP), vnútorná dimenzia 75mm, vonkajšia dimenzia 95mm
 - Prívod (nasávanie vzduchu z exteriéru) - Spiro potrubie, hr. kaučukovej izolácie 25mm (pod stropom)
 - Odvod (výfuk vzduchu do exteriéru) - Spiro potrubie, hr. kaučukovej izolácie 25mm (pod stropom)
 - Odvod/odpadové - Flexo predizolované potrubie, hr.izolácie 25mm (v podhlade pod stropom)
 - Odvod/Cirkulačné - Flexo predizolované potrubie, hr.izolácie 25mm (v podhlade pod stropom)
- PNES** Pripojiť na elektrickú sieť, nerieši VZT
- KZDK** Kondenzát zaustiť do kanalizácie
- SK-Ø200** Spätná klapka, priemer 200mm
- RK-Ø125** Regulačná klapka, priemer 125mm
- TV-Ø100 (KI)** Tanierový ventil prívodný, priemer 100mm
- TV-Ø200 (KO)** Tanierový ventil odvodný, priemer 200mm
- T90°-Ø160** Odbočka T-kus, uhol 90°, dimenzia 160mm
- R125/100** Redukcia potrubia z 125 na 100mm
- ØL90°-Ø125** Oblúkové koleno - uhol 90°, dimenzia 125

Schéma silového elektrického zapojenia VZT jednotky - schématicky. Schéma riadiaceho / dátového zapojenia VZT jednotky - schématicky.



Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.75 Rekuperačné vetranie v RD2 – vzorový výkres

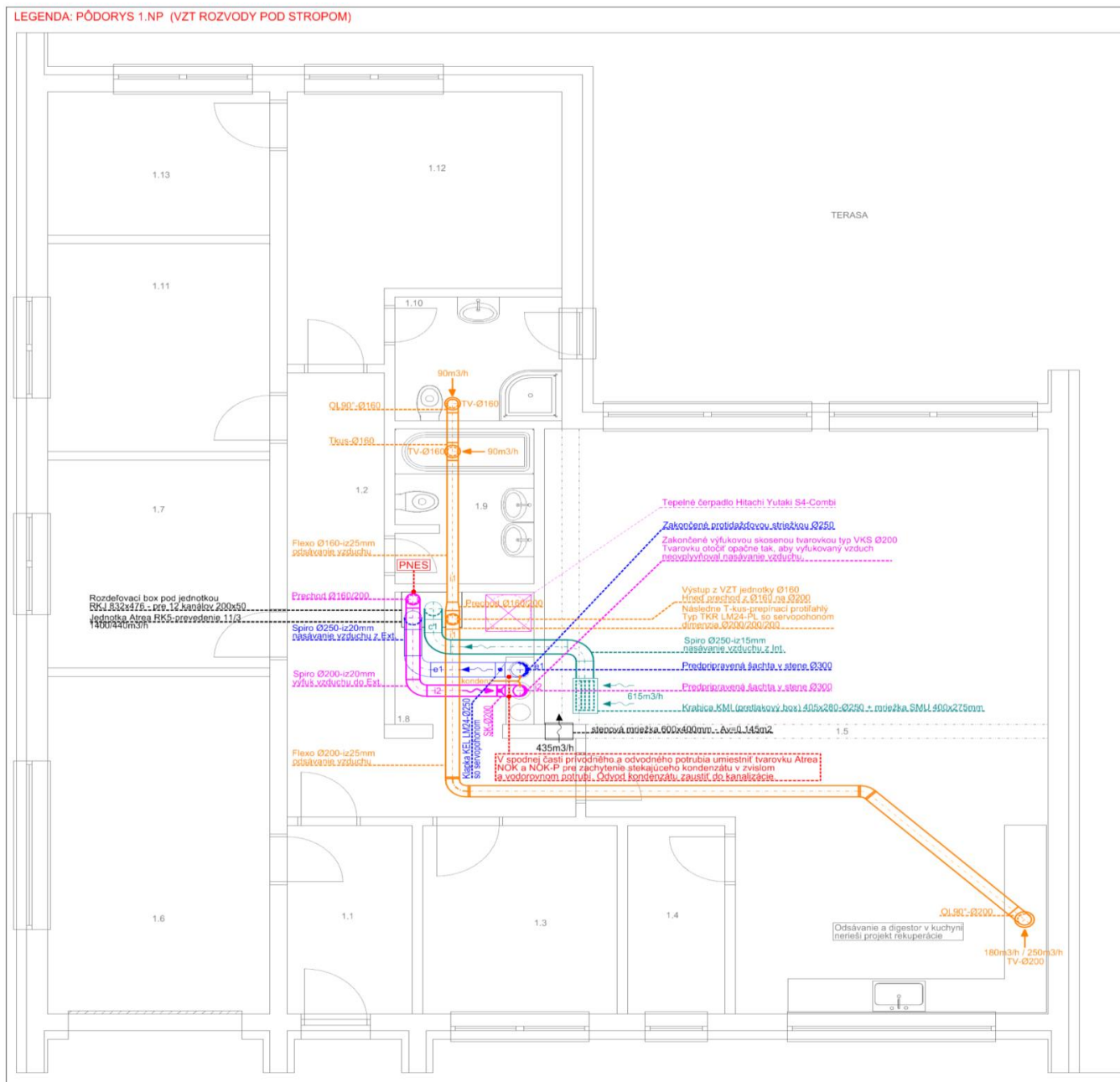


LEGENDA: POPIS

- Grafické označenie stúpačky vzduchotechniky - Odvod/Prívod - hranaté, kruhové
- Prívod - VZT hranaté potrubie, rozmer 250x50mm, v podlahe v tepelnej izolácii.
- Prívod - VZT flexo potrubie Sonovac 50 (akustické, tepelné izolované), hr.izolácie 50mm. Smer jednotka/exterier. Pod stropom.
- Odvod - VZT flexo potrubie Sonovac 50 (akustické, tepelné izolované), hr.izolácie 50mm. Smer jednotka/exterier. Pod stropom.
- Cirkulácia - VZT flexo potrubie Sonovac 25 (akustické, tepelné izolované), hr.izolácie 25mm. Pod stropom-interier.
- Odvod - VZT flexo potrubie Sonovac 25 (akustické, tepelné izolované), hr.izolácie 25mm. Pod stropom-interier.
- Odvod - VZT potrubie Spiro
- Pripojiť na elektrickú sieť, nerieši VZT
- Kondenzát zaistiť do kanalizácie, nerieši VZT

Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.77 Rekuperačné vetranie a teplovzdušné vykurovanie v RD3 – vzorový výkres (rozvody pod stropom)

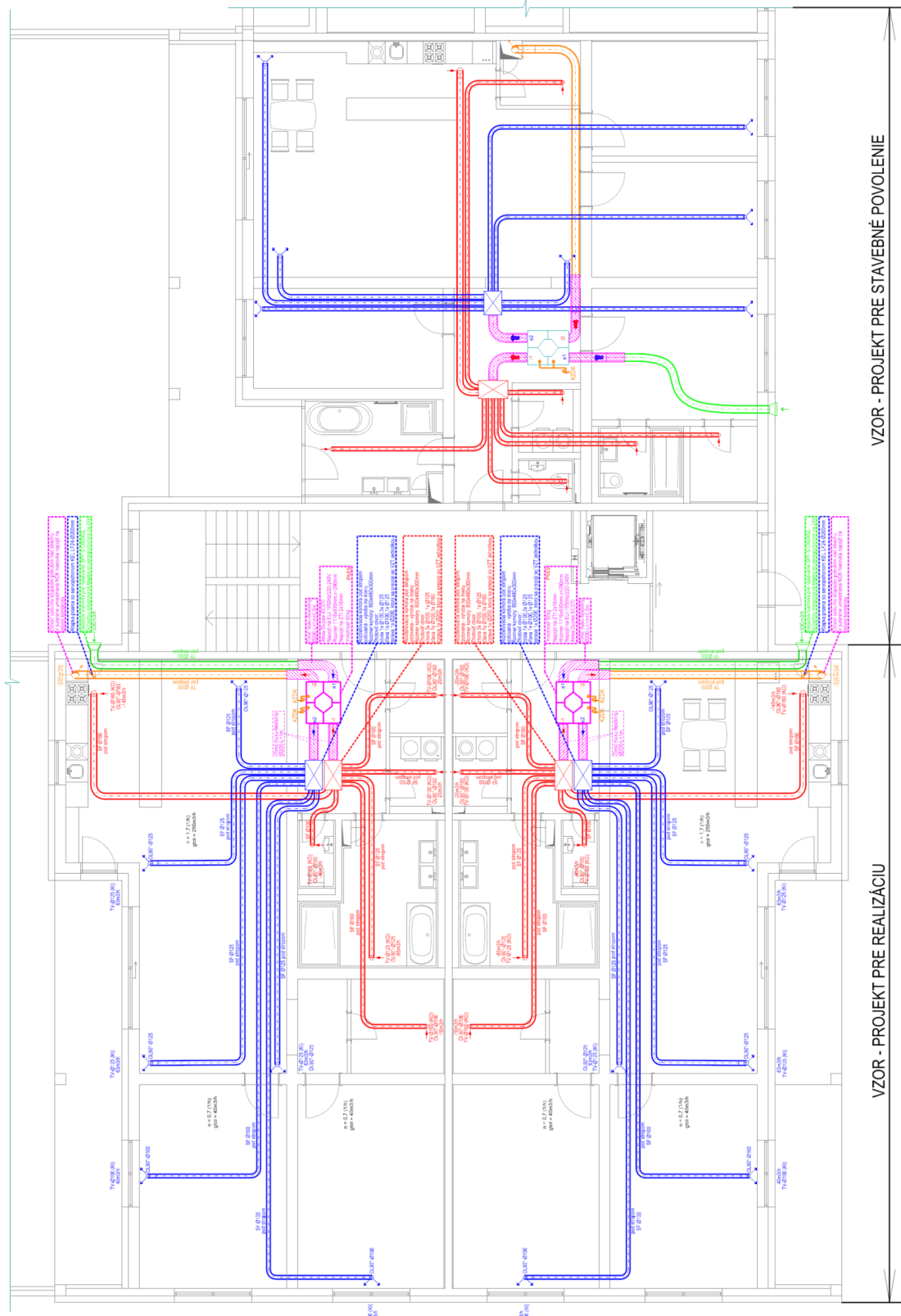


LEGENDA: POPIS

- Grafické označenie stúpačky vzduchotechniky - Odvod/Prívod - hranaté, kruhové
- Prívod - podlahový kanál typ B - pozinkované potrubie 200x50mm, hrúbka plechu 1mm
- Prívod - Spiro potrubie, hr. izolácie 20mm - kaučuk.
- Odvod - Spiro potrubie, hr. izolácie 20mm - kaučuk.
- Odvod - VZT Flexo-predizolované, hr. izolácie 25mm.
- Odvod/Cirkulačné - Spiro potrubie, hr. izolácie 15mm - kaučuk.
- Pripojiť na elektrickú sieť, nerieši VZT
- Kondenzát zaustiť do kanalizácie, nerieši VZT
- Spätná klapka, priemer 200mm
- Tanierový ventil odvodný, priemer 160mm

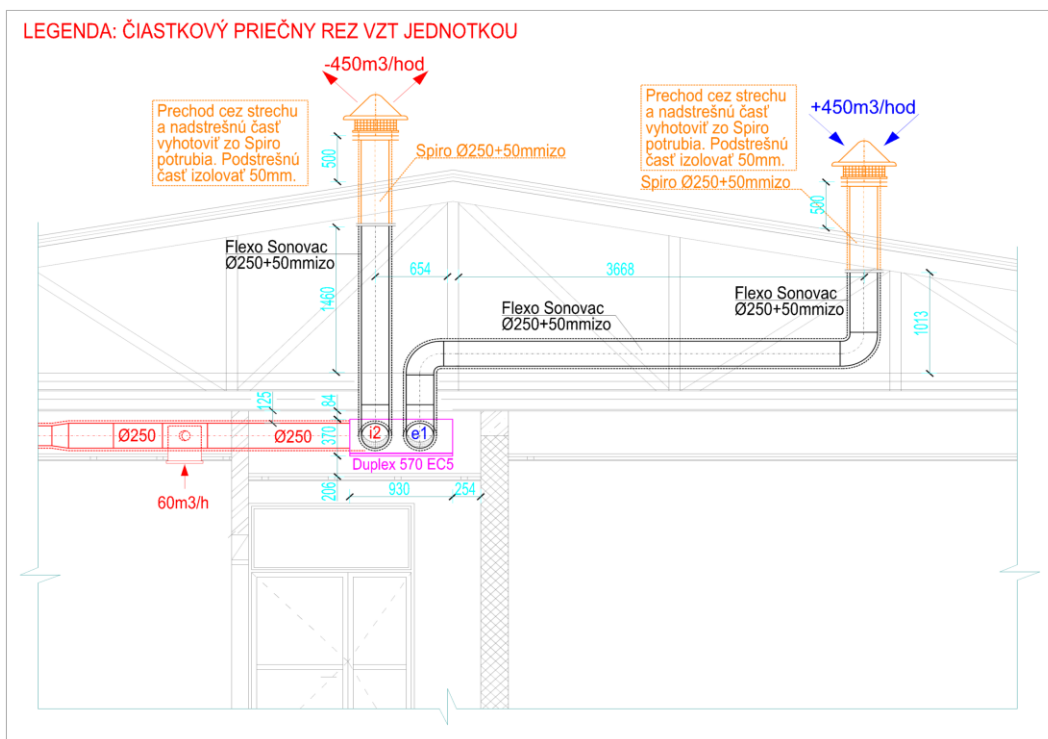
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.78 Rekuperačné vetranie v bytovom dome BD1 – vzorový výkres



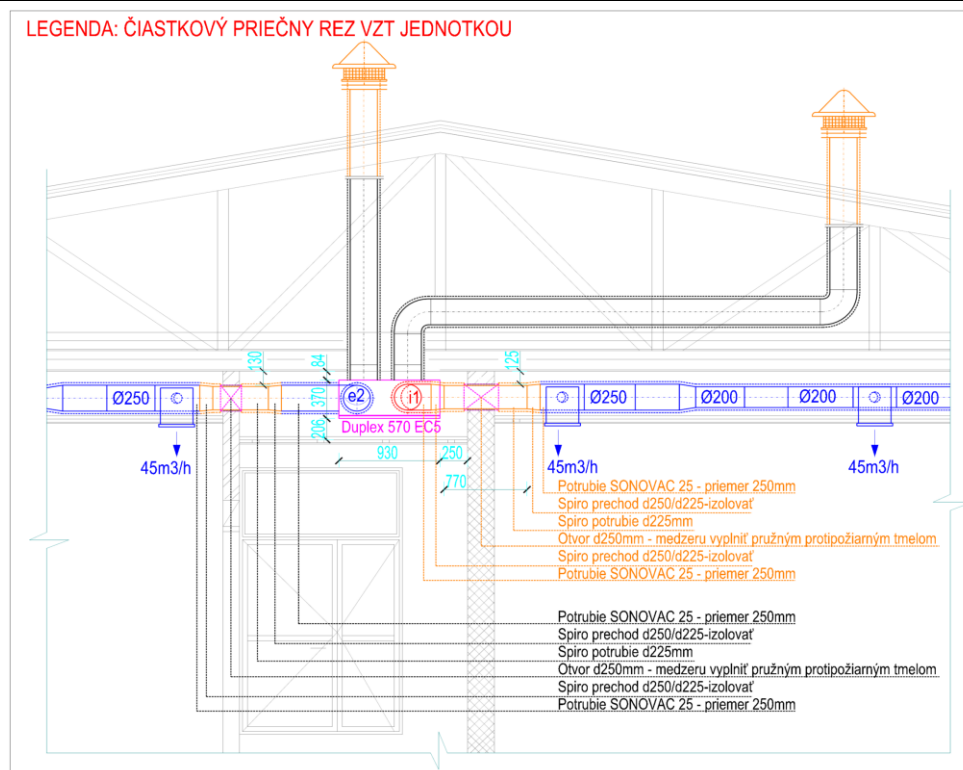
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.79 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou - prechod cez strechu



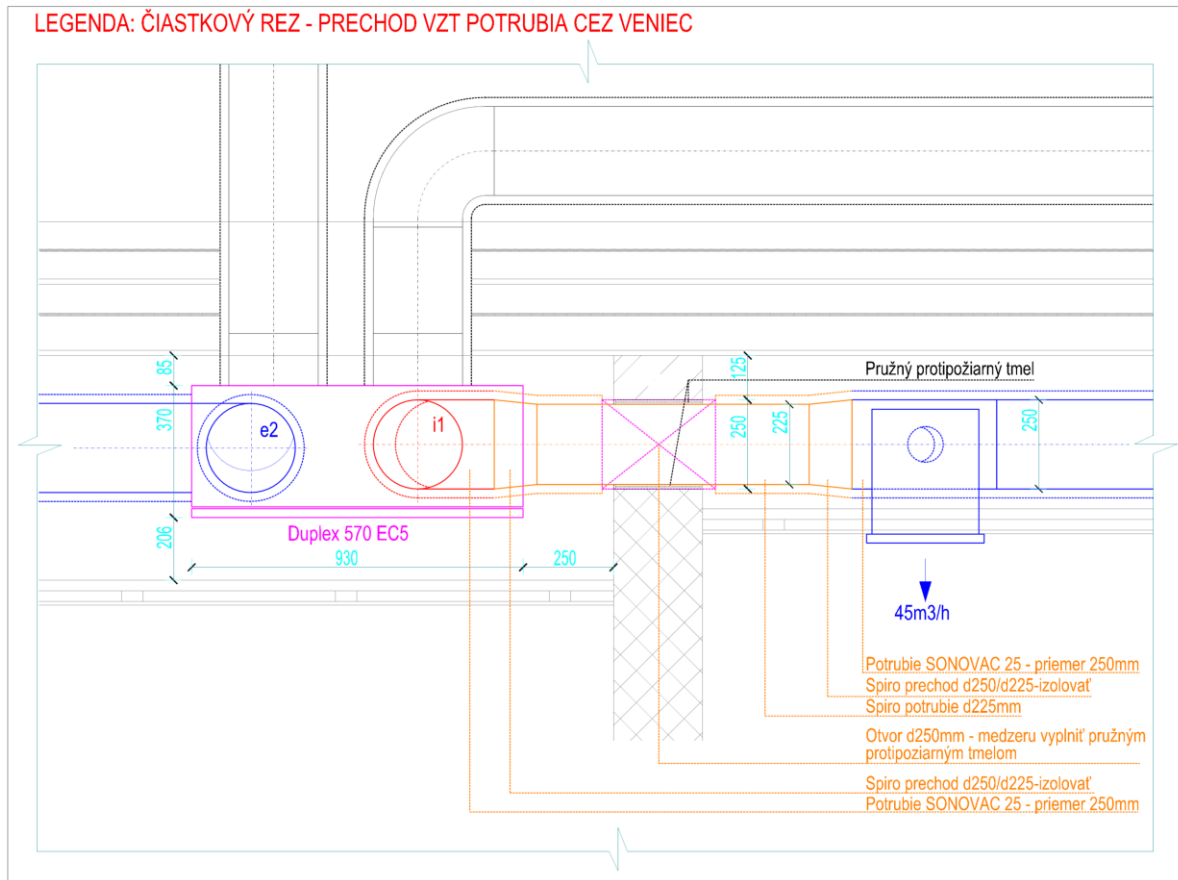
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.80 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou – popis komponentov



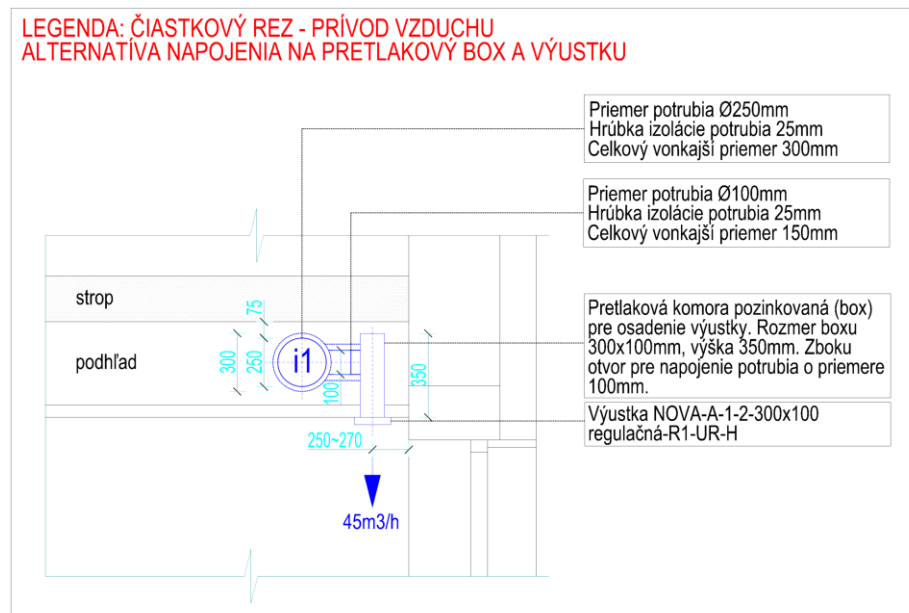
Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.81 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou – popis komponentov



Zdroj: R. Nagy

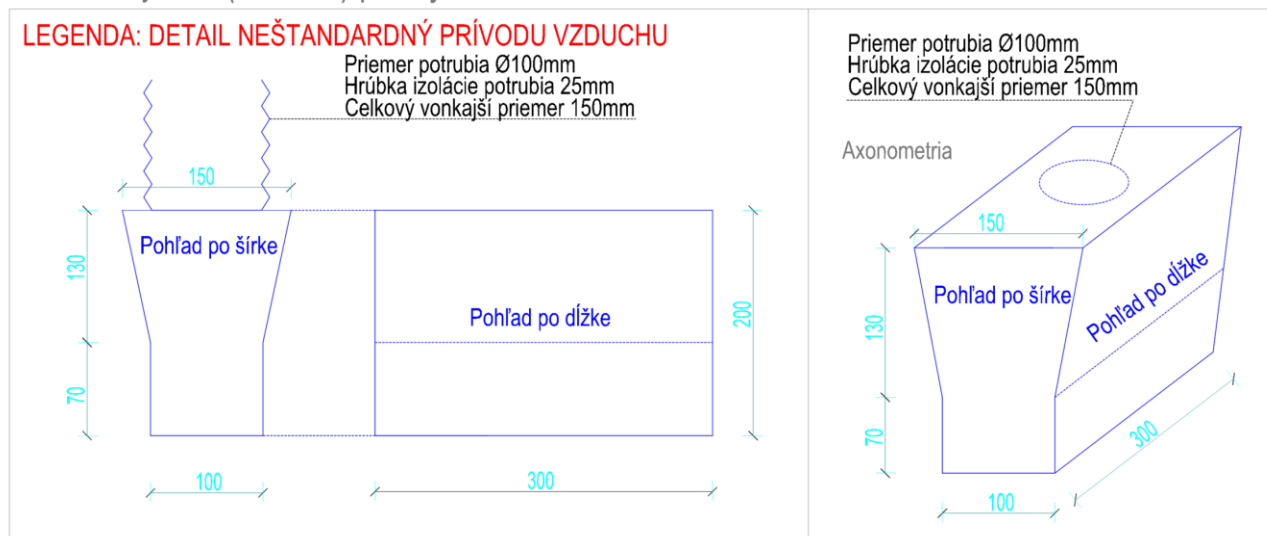
Obr. 2.82 Detail a čiastkový rez VZT potrubím a pretlakovou komorou s výustkou – popis komponentov



Zdroj: R. Nagy

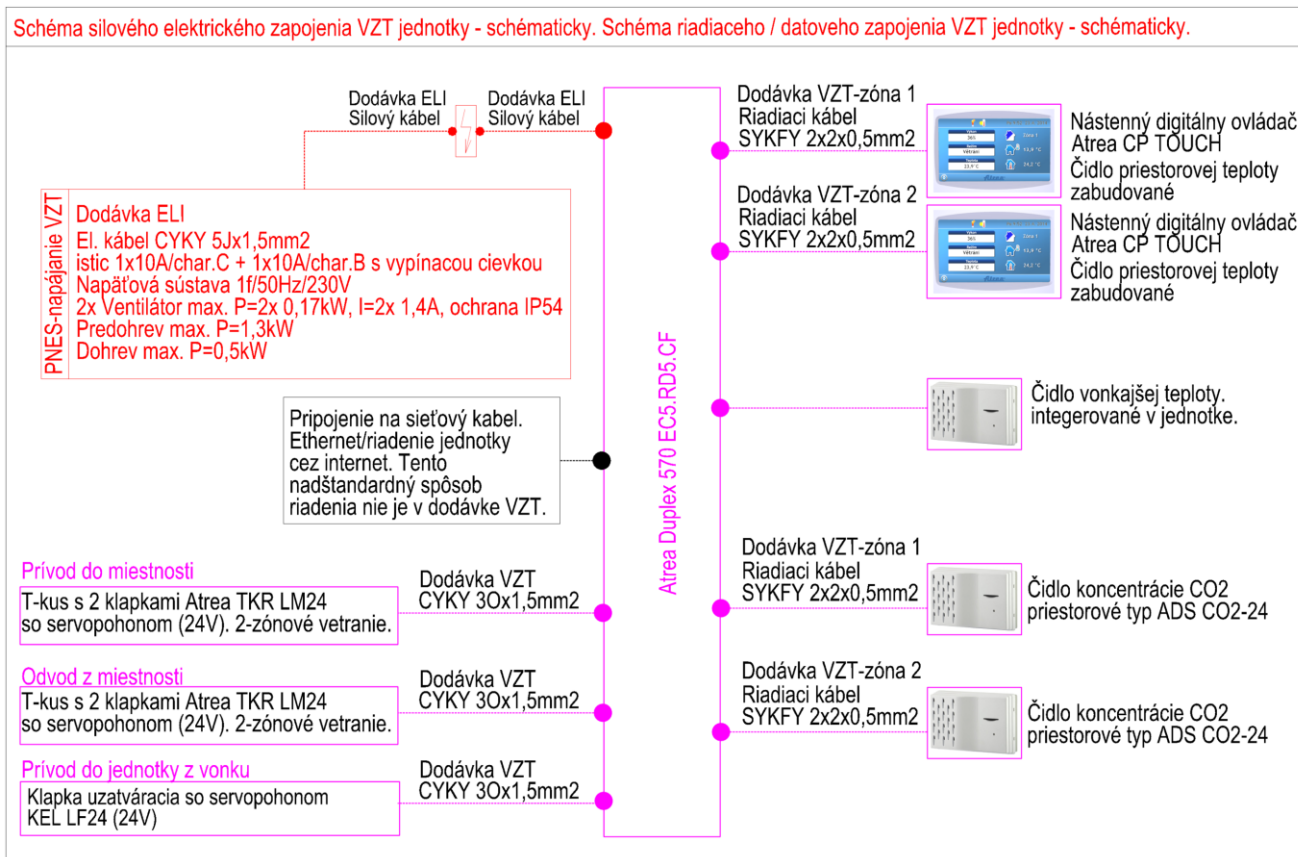
Obr. 2.85 Detail atypický pretlakový box a výustka – Atyp

Pretlakový box (komora) pre výustku Imos - Detal:



Zdroj: R. Nagy

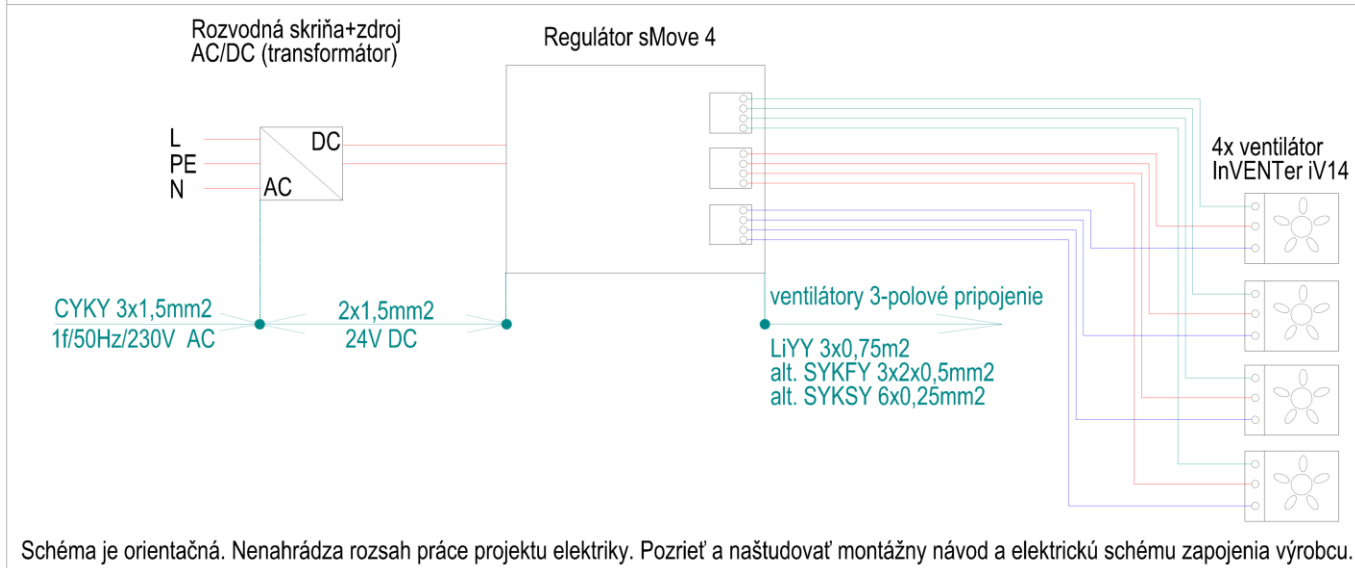
Obr. 2.86 Vzorové zapojenie – komplexné silové a dátové (riadiace) zapojenie centrálnej VZT jednotky - RD



Zdroj: R. Nagy

Obr. 2.87 Vzorové zapojenie – komplexné silové a dátové (riadiace) zapojenie decentralnej VZT jednotky - RD

ELEKTRICKÉ A RIADIACE ZAPOJENIE DECENTRÁLNEJ JEDNOTKY.



Zdroj: R. Nagy

Zoznam tabuliek

- Tab. 2.1 Výber zdroja tepla / systém vykurovania
- Tab. 2.2 Kombinácia vykurovacieho systému a zdroja tepla
- Tab. 2.3 Vypočítané tepelné a vlhkosťné účinnosti jednotlivých rekuperačných výmenníkov
- Tab. 2.4 Návrhové intenzity výmeny vzduchu
- Tab. 2.5 Návrhové prepočítané intenzity výmeny vzduchu na už obytnú podlahovú plochu vo väzbe na voľbu rekuperačnej VZT jednotky
- Tab. 2.6 Vypočítané výmeny vzduchu

Zoznam obrázkov

- Obr. 2.1 Simulácia priebehu teplôt a výkonu vykurovacieho telesa v závislosti od útlmu vykurovacieho systému
- Obr. 2.2 Podlahový systém vykurovania
- Obr. 2.3 Stenový systém vykurovania
- Obr. 2.4 Akumulačná nádoba s integrovaným ohrievačom vody
- Obr. 2.5 Akumulačná nádrž o objeme 1000 litrov
- Obr. 2.6 Rúrový rozdeľovač a zberač
- Obr. 2.7 Združený rozdeľovač / zberač
- Obr. 2.8 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlakov
- Obr. 2.9 Čerpadlové skupiny v rodinnom dome
- Obr. 2.10 Čerpadlové skupiny v bytovom dome
- Obr. 2.11 Regulátor objemového prietoku
- Obr. 2.12 Zjednodušená projektová dokumentácia rodinného domu
- Obr. 2.13 Kompaktná vetracia jednotka NILAN VP18K EK9 WT
- Obr. 2.14 Kotolňa v bytovom dome – zónovanie na viacero okruhov
- Obr. 2.15 Chladenie zabezpečené nočným prirodzeným vetraním
- Obr. 2.16 Chladenie zabezpečené zemným výmenníkom
- Obr. 2.17 Chladenie studňovou vodou
- Obr. 2.18 Schéma priameho kompresorového chladenia
- Obr. 2.19 Split systém a Split systém Twin
- Obr. 2.20 Multi-Split systém
- Obr. 2.21 VRV systém so spätným získavaním tepla (Daikin)
- Obr. 2.22 Schéma nepriameho kompresorového chladenia
- Obr. 2.23 Chiller – ilustračný obrázok
- Obr. 2.24 Ilustračná schéma nepriameho kompresorového chladenia v bytovom dome
- Obr. 2.25 Systém tepelného čerpadla s prípravou teplej vody (Daikin)
- Obr. 2.26 Systém tepelného čerpadla pre chladenie / vykurovanie s prípravou teplej vody: Daikin Altherma Split Systém (Daikin)
- Obr. 2.27 Základné typy nasávacích a výfukových elementov - maximálne návrhové prietoky a rýchlosti vzduchu
- Obr. 2.28 Potrubné elementy na privode / odvode z exteriéru
- Obr. 2.29 Spôsoby ukončenia vývodov na fasáde – výfuk vzduchu
- Obr. 2.30 Spôsoby ukončenia vývodov na fasáde – nasávanie vzduchu
- Obr. 2.31 Prechod VZT potrubia cez strechu
- Obr. 2.32 Typy VZT potrubí z exteriéru do rekuperačnej jednotky
- Obr. 2.33 Centrálné vetranie rodinného domu (RD)
- Obr. 2.34 Centrálné vetranie rodinného domu (RD)
- Obr. 2.35 Centrálné vetranie bytového domu (BD)

- Obr. 2.36 Centrálné vetranie bytového domu (BD)
- Obr. 2.37 Decentrálne vetranie bytového domu (BD)
- Obr. 2.38 Decentrálne vetranie RD a BD
- Obr. 2.39 Decentrálne vetranie RD a BD
- Obr. 2.40 Centrálné VZT rekuperačné jednotky - vnútorné
- Obr. 2.41 Centrálné VZT rekuperačné jednotky - vonkajšie
- Obr. 2.42 Decentrálne VZT rekuperačné jednotky – jednosmerné striedavé
- Obr. 2.43 Decentrálne VZT rekuperačné jednotky – obojsmerné kontinuálne
- Obr. 2.44 Decentrálne VZT rekuperačné jednotky – osadené do konštrukcie okna
- Obr. 2.45 Schéma rekuperačnej jednotky
- Obr. 2.46 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje iba v režime rekuperácie vzduchu – zimná prevádzka (Atrea Software)
- Obr. 2.47 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu a temperovania vzduchu (el. dohrev aktívny) na izbovú teplotu – zimná prevádzka. Elektrický predohrev je deaktivovaný – dochádza ku vymŕzaniu vodnej pary na odvode vzduchu (Atrea software)
- Obr. 2.48 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu a temperovania vzduchu (el. dohrev aktívny) na izbovú teplotu – zimná prevádzka. Elektrický predohrev je aktivovaný – nedochádza ku vymŕzaniu vodnej pary na odvode vzduchu (Atrea software)
- Obr. 2.49 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu – letná prevádzka – denné vetranie, (Atrea software)
- Obr. 2.50 Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje v režime rekuperácie vzduchu – letná prevádzka – nočné vetranie, (Atrea software)
- Obr. 2.51 Molierov H-x diagram
- Obr. 2.52 Molierov H-x diagram
- Obr. 2.53 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania
- Obr. 2.54 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania
- Obr. 2.55 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania
- Obr. 2.56 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania
- Obr. 2.57 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania
- Obr. 2.58 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania
- Obr. 2.59 Rekuperačná jednotka s rotačným rekuperačným výmenníkom – kategória viacúčelové
- Obr. 2.60 Rekuperačná jednotka s protiprúdovým rekuperačným výmenníkom – kategória viacúčelové
- Obr. 2.61 Pôdorys 1.NP riešeného rodinného domu RD
- Obr. 2.62 Pôdorys 2.NP riešeného rodinného domu RD
- Obr. 2.63 Legenda k obrázkom 2.64 až 2.66
- Obr. 2.64 Pôdorys 1.NP riešeného rodinného domu RD
- Obr. 2.65 Pôdorys 1.NP riešeného rodinného domu RD
- Obr. 2.66 Pôdorys 2.NP riešeného rodinného domu RD
- Obr. 2.67 Typy VZT potrubí pre RD a BD. Maximálne dovolené prietoky v potrubí
- Obr. 2.68 Typy VZT potrubí pre RD a BD. Maximálne dovolené prietoky v potrubí
- Obr. 2.69 Uloženie kanálového potrubia v podlahe – v skladbe tepelnej izolácie
- Obr. 2.70 Maximálne dovolené rýchlosti prúdenia vzduchu v potrubí
- Obr. 2.71 Distribučné elementy - prívodné a odvodné
- Obr. 2.72 Prietoky vzduchu v prechodových tvarovkách
- Obr. 2.73 Rekuperačné vetranie v RD1 – vzorový výkres. Pôdorys, legenda potrubia, schéma silového a dátového pripojenia jednotky
- Obr. 2.74 Rekuperačné vetranie v RD2 – vzorový výkres

- Obr. 2.75 Rekuperačné vetranie v RD2 – vzorový výkres
- Obr. 2.76 Rekuperačné vetranie a teplovzdušné vykurovanie v RD3 – vzorový výkres (rozvody v podlahe)
- Obr. 2.77 Rekuperačné vetranie a teplovzdušné vykurovanie v RD3 – vzorový výkres (rozvody pod stropom)
- Obr. 2.78 Rekuperačné vetranie v bytovom dome BD1 – vzorový výkres
- Obr. 2.79 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou - prechod cez strechu
- Obr. 2.80 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou – popis komponentov
- Obr. 2.81 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou – popis komponentov
- Obr. 2.82 Detail a čiastkový rez VZT potrubím a pretlakovou komorou s výustkou – popis komponentov
- Obr. 2.83 Čiastkový rez VZT potrubím a jednotkou – popis komponentov
- Obr. 2.84 Detail a čiastkový rez potrubím a výustkou – Atyp
- Obr. 2.85 Detail atypický pretlakový box a výustka – Atyp
- Obr. 2.86 Vzorové zapojenie – komplexné silové a dátové (riadiace) zapojenie centrálnej VZT jednotky – RD
- Obr. 2.87 Vzorové zapojenie – komplexné silové a dátové (riadiace) zapojenie decentrálnej VZT jednotky - RD

Zoznam literatúry

Košičanová, D., Kováč, M., Knižová, K., Fedorčák, P., Vykurovanie, Košice 2013, TUKE, ISBN: 978-80-553-0209-6

<https://www.geotherm.sk/podlahove-vykurovanie-a-chladenie>

<https://www.univenta.sk/produkt/stenove-vykurovanie>

<https://www.kurenizen.sk/COMBI-1-WC-600-Akumulacna-nadrz-s-bojlerom-d5684.htm>

<https://akumulacne-nadrze.eu/lmt-1000-d790-1v.php>

<http://www.racen.sk/referencie/produkty/rurove-rozdelovace-a-zberace>

<http://www.racen.sk/referencie/produkty/rs-kombi-zdruzene-rozdelovace-a-zberace>

<http://www.racen.sk/referencie/produkty/hvdt-hydraulicke-vyrovnavace-tlakov>

www.cerpadloveskupiny.cz

<https://www.herz-sk.sk/odborne-rady/systemova-a-regulacna-technika/zabezpecenie-pozadovaneho-objemoveho-prietoku-v-danom-okruhu>

www.Nilan.sk

<https://www.german-architects.com/en/transsolar-klimaengineering-stuttgart/project/lycee-charles-de-gaulle>

<http://www.carboun.com/sustainable-design/a-damascus-school-revives-traditional-cooling-techniques/>

<http://www.elektrodesign.sk/web/sk/product/vzduchovy-zemny-vymennik-ed-geoflex>

www.daikin.sk

<https://www.carrier.com/commercial/en/us/products/chillers-components/water-cooled-chillers/19dv>

<https://www.evapco.com/products/cooling-towers-factory-assembled/cooling-tower>

https://wilo.com/sk/sk/Produkty-a-aplik%C3%A1cie/Vyh%C4%BEad%C3%A1vanie-kon%C5%A1truk%C4%8Dn%C3%A9ho-radu/Wilo-CronoNorm-NLG_184.html

https://www.daikin.com/products/ac/lineup/heat_pump/index.html

<http://209.235.252.90/DOC/DACA-EEDEN11-720%20Daikin%20Altherma%20Engineering%20Data.pdf>

www.atrea.cz

www.inventer.sk

www.econordic.com

www.nilan.sk



KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

S. Vilčeková | E. Krídlová Burdová

3

KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

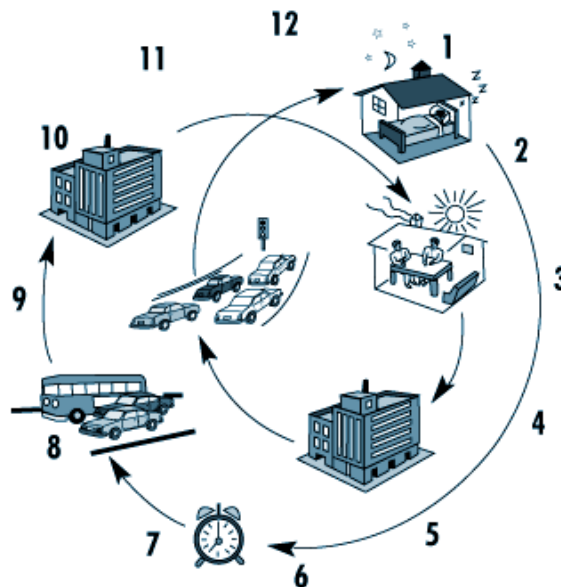
Každý z nás má právo na zdravé životné a pracovné podmienky. Keďže až 90 % svojho času trávime priamo vo vnútornom prostredí budov, je dôležité zabezpečiť takú kvalitu tohto prostredia, aby nebolo ohrozené zdravie, znížená pracovná výkonnosť a komfort užívateľov budov (Obr. 3.1). Prostredie v budovách je tvorené zložkami prostredia, vnútorným vzduchom ako poľom ich prenosu a človekom ako najdôležitejším subjektom prostredia. Zložky vnútorného prostredia budov je možné deliť na fyzikálne (teplo, vlhkosť, svetlo, zvuk, elektrické polia, statická elektrina, aeroióny), chemické (toxikanty, aerosóly, pachové látky) a biologické (mikroorganizmy). Ďalšie dôležité delenie zložiek prostredia je na hmotnostné (toxické pevné látky, kvapaliny a plyny, pachy, mikróby, kvapalné a pevné aerosóly), a energetické (tepelné a svetelné žiarenie, ionizačné žiarenie, laserové žiarenie, statická elektrina a gravitácia). Tieto zložky prostredia zaťažujú alebo môžu zaťažovať užívateľov budov, a miera ich pôsobenia závisí od zdrojov nachádzajúcich sa priamo v danom prostredí. Užívatelia budov sú teda nepriaznivo ovplyvňovaní tokmi škodlivín, čo spôsobuje zdravotné problémy. Závažnosť týchto zdravotných účinkov závisí od doby expozície, koncentrácie a od ich vzájomnej interakcie, ako aj od prenosu škodlivín. Kvalita vzduchu v budovách je preto ovplyvňovaná viacerými faktormi, pričom určujúcimi sú koncentrácia, miera vetrania, chemické reakcie škodlivín a vzduch ako médium ich prenosu. Vo významnej miere sa vo vnútornom prostredí vyskytujú chemické zložky. K chemickým zložkám patria toxikanty, aerosóly a odorové látky. Z toxikantov sú to najmä radón, prchavé a poloprchavé organické látky, oxidy dusíka, oxidy uhlíka, ozón, a tabakový dym. Typickými zástupcami aerosólového znečistenia sú tuhé častice (vlákna a prach). Pre environmentálnu tvorbu vnútorného prostredia budov v súčasnosti nie je postačujúce individuálne vnímanie jednotlivých zložiek prostredia, ale komplexné posudzovanie výsledného vplyvu a interakčného pôsobenia škodlivín. Vnútorne prostredie budov ako časť envirosystému budov predstavuje časť prostredia, s ktorým je človek vo vzájomnom priamom pôsobení bez sprostredkovania inými zložkami reality. Je charakterizovaný procesmi vzniku, prenosu a distribúcie. Dominantný vplyv na kvalitu prostredia majú architektonické konštrukcie a sústavy techniky prostredia. Je v bezprostrednej interakcii s človekom a ovplyvňuje jeho zdravie, komfort a výkonnosť. Nedostatky v oblasti hygieny prostredia budov sú spôsobené znižovaním spotreby energie v budovách, následne znižovaním intenzity výmeny vzduchu, nesprávnou voľbou vetracieho systému a poruchami stavebných konštrukcií.

V životnom prostredí rozlišujeme prírodné zložky (vzduch, voda a pôda) a zložky vytvorené človekom sa považujú za umelé. Tzv. umelé životné prostredie je životné prostredie vytvorené človekom, aj keď jeho súčasťou sú prírodné zložky. Bezprostredná interakcia medzi človekom a životným prostredím sa realizuje ľudskými činnosťami.

Ďalej vo vzťahu k stavebným objektom rozlišujeme vonkajšie prostredie stavieb (prostredie okolo zastavaných priestorov) a vnútorné prostredie budov (prostredie pracovných, obytných a iných priestorov).

Envirosystém budov (Obr. 3.2) je prostredie budov, s ktorým je človek bezprostredne v interakcii, pozostáva zo zdrojov agensov, subjektov prostredia a poľa prenosu. Envirosystém budov pozostáva zo stavebných konštrukcií a sústav technického zariadenia budov. Agens je homogénna zložka fyzickej reality, ktorá vytvára toky a bezprostredne exponuje alebo môže exponovať subjekty prostredia. Komplex agensov je súbor agensov, ktoré pôsobia nerozlučne spolu a výsledkom ich pôsobenia sú spoločné účinky. Agensy delíme na hmotnostné (toxické pevné látky, kvapaliny, plyny; tuhé a kvapalné aerosóly a mikroorganizmy, odery) a energetické (tepelné žiarenie; svetelné žiarenie; UV žiarenie, laserové a mikrovlnné žiarenie a ionizačné žiarenie).

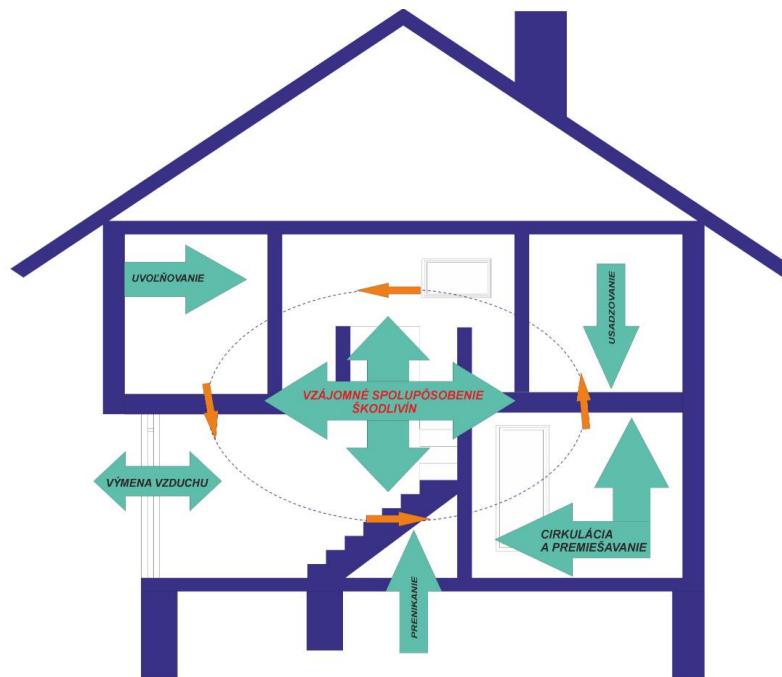
Obr. 3.1 Mestskí obyvatelia trávajú 80 až 90 % svojho času v interiéroch



Zdroj: http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Figure44.2

Medzi procesy ovplyvňujúce interakciu škodlivín v envirosystéme budov vo väzbe na stavebné materiály, konštrukcie a užívanie budov patrí prenikanie, uvoľňovanie, usadzovanie, cirkulácia, premiešavanie a výmena vzduchu (Obr. 3.2).

Obr. 3.2 Envirosystém budov



Zdroj: Environmentalistika v stavebníctve / Magdaléna Bálintová [et al.] - 1. vyd - Košice : Stavebná fakulta Technickej univerzity - 2015. - 144 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-2242-1

Kvalitu vnútorného prostredia ovplyvňujú stavebné materiály, sústavy technických zariadení budov, ako aj človek a jeho činnosť. Kvalita vnútorného prostredia (Obr. 3.3) zahŕňa tepelno – vlhkosťné podmienky, kvalitu vnútorného vzduchu, rovnako ako akustické a svetelné podmienky prostredia.

Obr. 3.3 Kvalita vnútorného prostredia



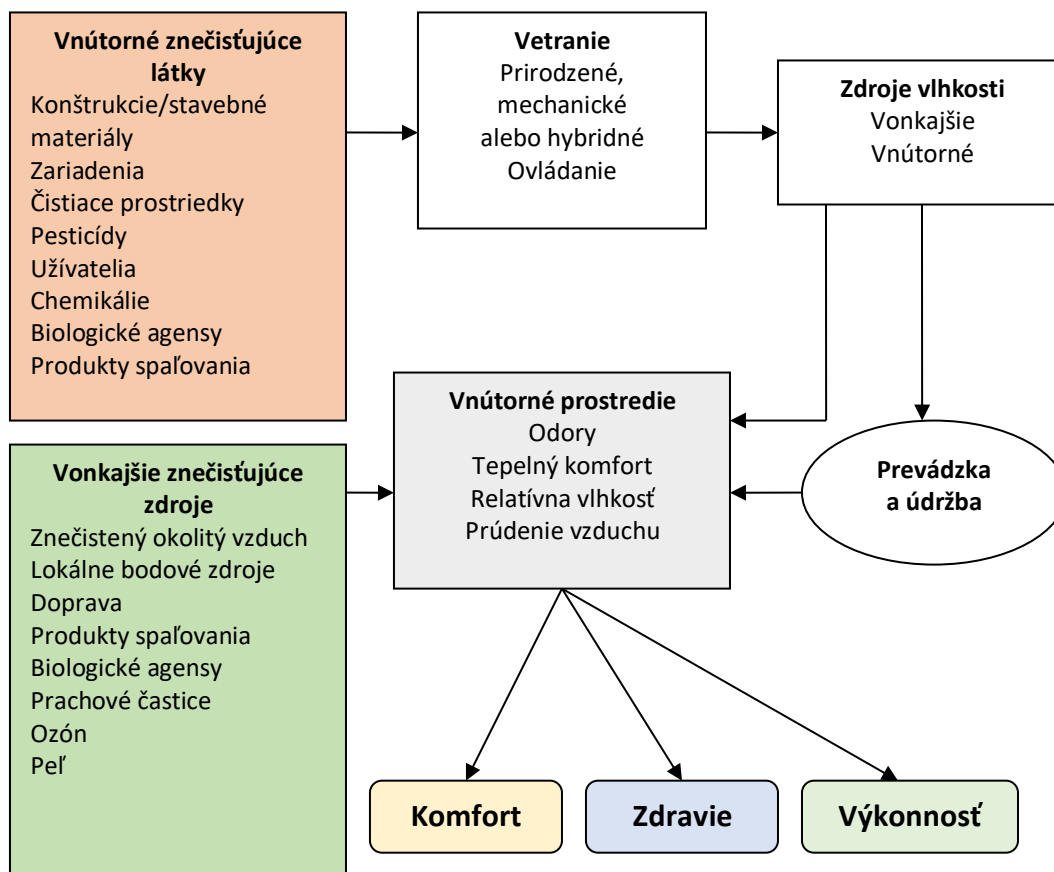
Zdroj: Ochrana vnútorného prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - druhé prepracované vydanie - Košice : V.O.Č. Slovakia - 2016. - S. 179-197. - ISBN 978-80-970917-6-7. In: Správca budov. - Košice : V. O. Č. Slovakia, 2016

Vnútorné prostredie budov ako súbor architektonického, konštrukčného a umelo vytvoreného interiérového prostredia označujeme ako vnútorný envirosystém budov. Envirosystém budov je prostredie budov, s ktorým je človek bezprostredne v interakcii.

Pojem zdravie je podľa WHO (World Health Organization) definovaný ako stav úplnej telesnej, duševnej a sociálnej pohody a nie len neprítomnosť choroby alebo postihnutia. Rovnako tak, zdravý vnútorný vzduch môže byť definovaný ako vzduch, ktorý nespôsobuje žiadne riziko ochorenia, a ktorý zabezpečuje komfort a pohodu pre všetkých užívateľov. Kvalita vnútorného vzduchu je funkciou vonkajšieho a vnútorného znečistenia, tepelného komfortu a zmyslovej záťaže (odorové látky).

Ako je znázornené na Obrázku 3.4, zložité interakcie medzi vnútornými a vonkajšími znečisťujúcimi látkami, vlhkosťou, systémami techniky prostredia (vykurovanie, vetranie a klimatizácia), prevádzkou a údržbou budov môžu ovplyvňovať zdravie užívateľov, komfort a výkonnosť. Znečisťujúce látky sú uvoľňované z viacerých zdrojov. Znečistenie a alergény vo vnútornom vzduchu – plesne, prach, zvieracie alergény, baktérie a huby, prchavé organické látky a partikulárne látky – sú spojené s astmou a inými respiračnými príznakmi a so súborom SBS symptómov. V niektorých prípadoch vonkajšie znečisťujúce látky reagujú s vnútornými chemickými látkami a vytvárajú nové podráždenie.

Obr. 3.4 Vzťah medzi znečisťujúcimi látkami, prevádzkou, vetraním a komfortom, zdravím a výkonnosťou

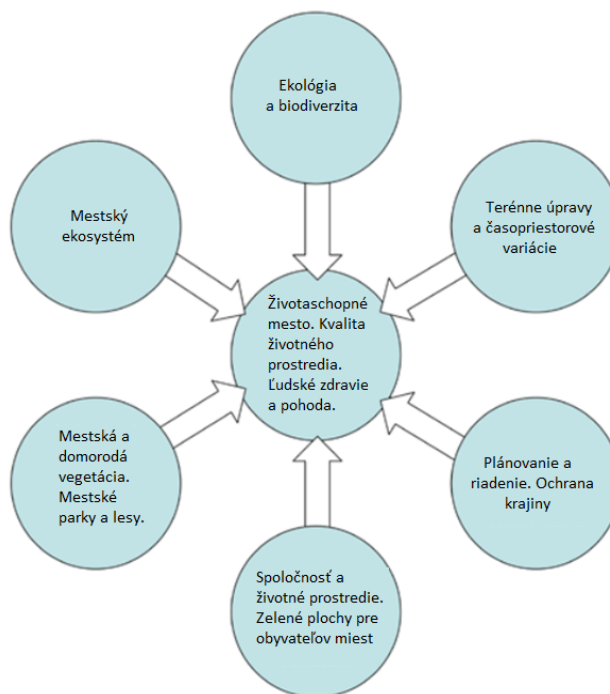


Zdroj: Ochrana vnútorného prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - druhé prepracované vydanie - Košice : V.O.Č. Slovakia - 2016. - S. 179-197. - ISBN 978-80-970917-6-7. In: Správca budov. - Košice : V. O. Č. Slovakia, 2016

Vnútorné prostredie budov sa zaoberá kvalitou vnútorného vzduchu, tepelného, vizuálneho a akustického komfortu. Zelené budovy s dobrou kvalitou vnútorného prostredia chránia zdravie a pohodlie užívateľov budov. Kvalitné interiérové prostredie zvyšuje produktivitu, znižuje prítomnosť škodlivých látok v ovzduší a zvyšuje hodnotu budovy. Kvalitu vnútorného prostredia okrem vnútorných zdrojov znečistenia ovplyvňuje aj kvalita vonkajšieho prostredia. V mnohých mestách môžu chýbať alebo sú nesprávne distribuované mestské zelené plochy. Musí sa brať do úvahy hlukové znečistenie produkované automobilmi a vykurovacími systémami domácností v krajinách s chladnými zimami. Zvážovať tiež vplyv tepelného ostrova v mestských oblastiach a mestských aglomeráciách. Spoločensko-priestorové variácie kvality životného prostredia v mestách a dobrých životných podmienok ľudí (Obr. 3.5) nie sú nové, ale sú zavedenou charakteristikou mestského života. Udržateľný rozvoj si okrem iného vyžaduje, aby rozvojové projekty nemali za následok degradáciu prírodných zdrojov na rekreáciu v prírode. Došlo k rýchlemu nárastu poznatkov o dôležitosti vonkajšieho prostredia pre naše zdravie a pohodu (Obr. 3.6). Investície do mestských lesov pre zdravie a pohodu môžu byť dôležitou súčasťou strategických rozhodnutí v územnom plánovaní. Ako predpoklad pre vydanie povolenia môže byť súčasťou celkového plánu rozvoja rozvoj a financovanie nových mestských lesov a zelených plôch. Toto je otázka globálneho záujmu, pretože veľa krajín je v procese rýchlej urbanizácie a mestská ekologizácia a mestské lesníctvo majú dôležitú úlohu v procese podpory kvality života a zlepšovania kvality životného prostredia. Prepojenia medzi spoločnosťou a životným prostredím sú hlboké. Zelené plochy nachádzajúce sa v blízkosti obytných oblastí môžu byť jedným z potenciálnych ochranných faktorov, ktoré môžu tlmieť nepriaznivé účinky na zdravie spôsobené chronickým vystavením hluku z dopravy. Informácie o spoločenských hodnotách a významoch zelených

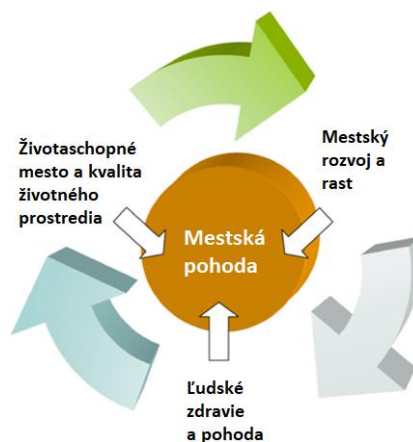
plôch pre obyvateľov miest sú v dnešnej dobe vzácne. Tieto informácie by mali byť dostupné v použiteľnej forme pre mestské využitie krajiny a plánovanie zelene. Mestskí obyvatelia na celom svete vyjadrujú túžbu po kontakte s prírodou a navzájom, atraktívnym prostredím, miestami na rekreáciu a hru, súkromie, aktívnejšia úloha v dizajne ich komunity a zmysel pre identitu komunity. Dizajn mestskej krajiny výrazne ovplyvňuje pohodu a správanie používateľov a blízkych obyvateľov.

Obr. 3.5 Životaschopné mesto a kvalita životného prostredia, ľudské zdravie a pohoda



Zdroj: https://www.researchgate.net/publication/254448507_Urban_Planning_throughout_environmental_quality_and_human_well-being/figures?lo=1

Obr. 3.6 Mestská pohoda

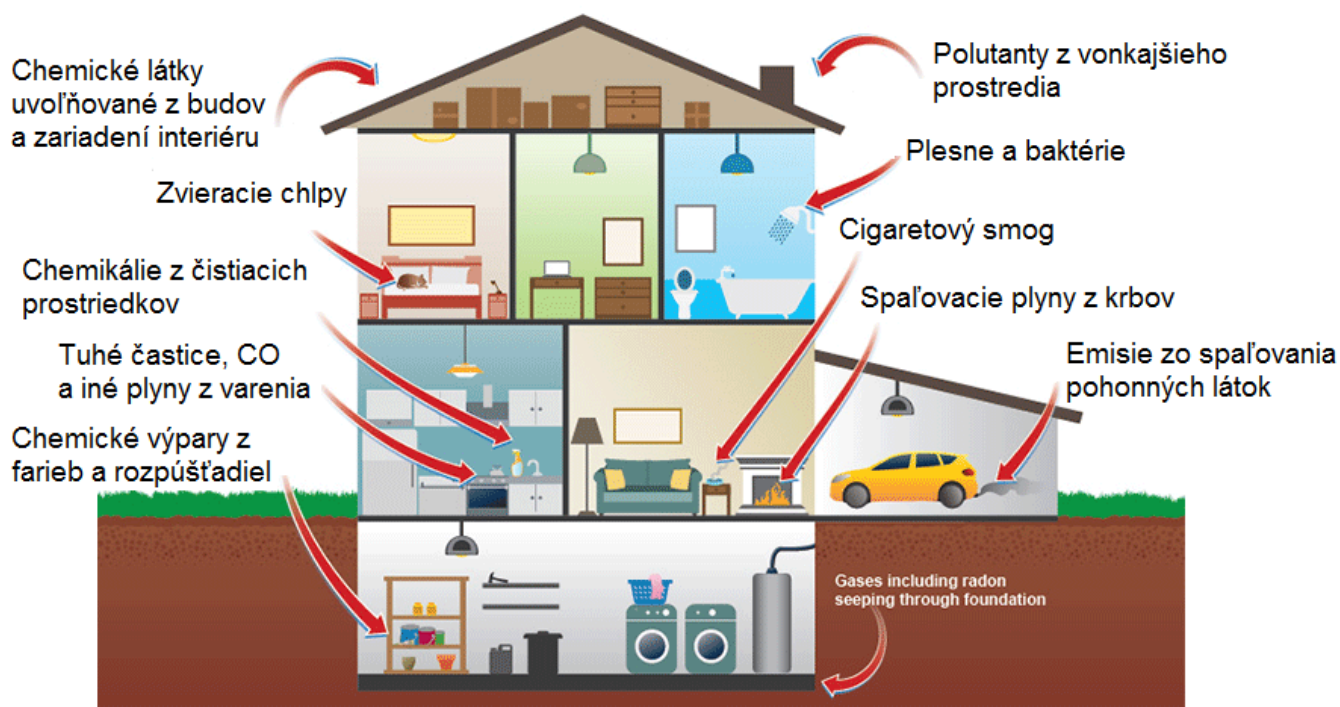


Zdroj: https://www.researchgate.net/publication/254448507_Urban_Planning_throughout_environmental_quality_and_human_well-being/figures?lo=1

3.1 Manažment vnútorného prostredia budov

Riziko ohrozenia zdravia užívateľov budov je mnohokrát vysoké z dôvodu prítomnosti rôznych škodlivín vo vnútorom vzduchu. Úroveň výskytu škodlivín závisí od zabudovaných stavebných materiálov, techniky prostredia, kvality vonkajšieho vzduchu a samotnej prevádzky budovy. Keďže človek trávi viac ako 90 % svojho času vo vnútorom prostredí, je v značnej miere exponovaný prostredníctvom inhalácie vnútorného vzduchu (Obr. 3.7). Riziko ohrozenia zdravia sa teda zvyšuje nielen z dôvodu doby pobytu užívateľov v budovách, ale najmä z dôvodu vysokých koncentrácií jednotlivých znečisťujúcich látok. V súvislosti s tendenciou šetrenia energie sa v súčasnosti navrhujú budovy s dôrazom na zníženie spotreby energie. Budovy na jednej strane eliminujú expozíciu užívateľov škodlivinami z vonkajšieho prostredia, ale na druhej strane sú zdrojom znečistenia vnútorného prostredia. Nevhodné dispozičné riešenia obmedzujú rozptyl a distribúciu škodlivín z vnútorných zdrojov. Stavebné materiály s nenulovou intenzitou uvoľňovania prchavých organických látok, ako i činnosť užívateľov a prevádzka systémov techniky ovplyvňuje výslednú kvalitu prostredia v budovách. K prioritám v systéme zabezpečenia kvality vnútorného prostredia patrí určenie stratégie riadeného vetrania. Zabezpečenie dostatočného a účelného vetrania budov získava v poslednom období dominantné postavenie v rámci komplexného návrhu budov. Vetraním sa zabezpečuje dostatočné množstvo čerstvého vzduchu, zníženie koncentrácie škodlivín na úroveň, ktorá neovplyvňuje zdravie užívateľov, t.j. pod ich limitné hodnoty, a zabezpečuje sa minimálny výskyt pachových látok vo vnútorom prostredí a často aj odvod odpadového tepla. Navrhnuté riešenie výmeny vzduchu má byť nielen energeticky efektívne, ale má aj zabezpečovať dostatočnú kvalitu vnútorného vzduchu a tým zabezpečiť zdravie užívateľov a ich komfort. Nadmerné vetranie spôsobuje energetické straty a naopak, nedostatočné vetranie má za následok nevyhovujúcu kvalitu vnútorného vzduchu. V tomto zmysle je potrebná vyváženosť a rovnováha s možnosťou regulácie vo vzťahu k miere a spôsobu užívania vetraného priestoru, tepelno-vlhkostným podmienkam a k miere výskytu škodlivín v danom prostredí.

Obr. 3.7 Zdroje znečistenia vo vnútorom prostredí bytových budov



Zdroj: <https://medium.com/@AirmidHealth/air-pollution-not-just-an-outdoors-problem-ece46cb6a775>

Pre zabezpečenie zdravia, komfortu a produktivity užívateľov vo vnútornom prostredí budov je okrem teploty vzduchu a jeho relatívnej vlhkosti rozhodujúce aj zloženie vzduchu, ktorý človek vdychuje. Kvalita vzduchu závisí od koncentrácie škodlivín a zápachov, ktorú určuje veľkosť miestnosti, množstvo prítomných osôb, ich činnosť a intenzita výmeny vzduchu. Čerstvý vzduch pozostáva z cca 21 % kyslíka a zo 78 % dusíka. Okrem toho obsahuje asi 0,03 % oxidu uhličitého a stopové množstvá vzácnych plynov. Pri dýchaní sa vzduch v miestnosti obohacuje nielen o vlhkosť, ale aj o oxid uhličitý ako produkt kyslíkovej spotreby organizmu. V pokoji vydýchne dospelý človek približne 0,5 m³ použitého vzduchu za hodinu, ktorý po tejto dobe obsahuje v nevetranej miestnosti už len 16 % kyslíka, ale až 4 % oxidu uhličitého. Z týchto dôvodov sa musí v uzavretých priestoroch zabezpečovať dostatočná výmena vzduchu, pretože už pri hodnotách 0,07 % podielu oxidu uhličitého a menej ako 15 % podielu kyslíka reaguje organizmus človeka únavou, zníženou pracovnou schopnosťou a bolesťami hlavy. Na obrázku (Obr. 3.7) je znázornená schéma budovy zobrazujúca vonkajšie a vnútorné zdroje znečistenia.

Úlohou tvorby budov a ich prostredia je vytvorenie optimálneho životného prostredia a vytvorenie prijateľných podmienok vo vnútornom prostredí budov. Tvorba budov a ich prostredia je závislá na klimatických podmienkach daného prostredia. Klimatické podmienky prostredia majú vplyv na výber stavebných materiálov a konštrukcií, technológie, sústavy techniky prostredia, a na architektonické riešenie budov a ich priestorov. Ich pôsobenie má značný vplyv napr. pri rozložení a tvare okien, dverí, terás, balkónov a pod., pričom sa zohľadňujú základné kompozičné hľadiská tvorby. Všetky klimatické vlastnosti priestoru (teplo, vlhkosť, tlak, prúdenie vzduchu, a pod.) vplývajú na užívateľa, na jeho fyziologické pocity a zároveň na jeho duševný stav.

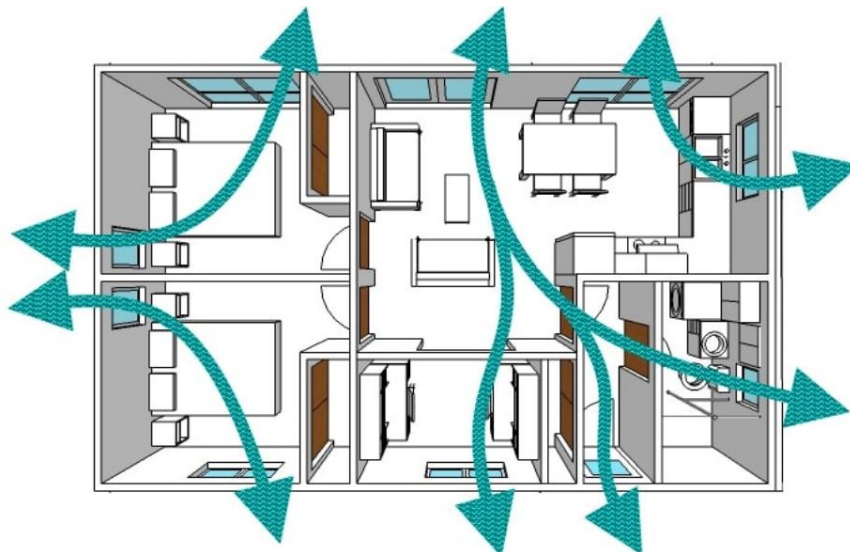
Je potrebné poznať pôvod najvýznamnejších škodlivín vo vnútornom prostredí budov, predchádzať ich vzniku, prípadne poznať opatrenia na odstránenie ich negatívnych účinkov na ľudské zdravie. Zaťaženie organizmu vo vnútornom prostredí pochádza jednak z nevhodných stavebných materiálov, je dôsledkom užívania budov a má svoj pôvod aj v okolitom prostredí. Tabakový dym sa považuje za najnebezpečnejšiu zmes škodlivých látok. Podobne ako pri nedokonalých spaľovacích procesoch, vzniká tu množstvo škodlivín, ktorými sú postihovaní nielen aktívni, ale aj pasívni fajčiari. Prostredníctvom nedokonalých spaľovacích procesov v otvorených ohniskách (plynové sporáky, kachle, krby, prietokové ohrievače a pod.) sa dostávajú škodliviny ako prchavé organické zlúčeniny, oxidy uhlíka, dusíka do vnútorného prostredia budov. Na výstavbu budov (stavebných konštrukcií, izolačných a tesniacich materiálov, úpravy povrchov a pod.) sa dnes používa veľké množstvo rozličných látok. Len časť z nich je pred ich použitím podrobená testom v súvislosti s ich vplyvom na zdravie užívateľov a dopadom na životné prostredie.

V súvislosti s posudzovaním parametrov vnútorného prostredia budov v zmysle zabezpečenia požadovanej kvality vnútorného vzduchu pri návrhu pozemných stavieb je nevyhnutná identifikácia zdrojov škodlivín, stanovenie predpokladanej záťaže interiérov budov a návrh optimalizačných opatrení. Poznanie vzájomných vzťahov jednotlivých škodlivín prostredia budov zabezpečuje zdravie, hygienu a komfort užívateľov budov.

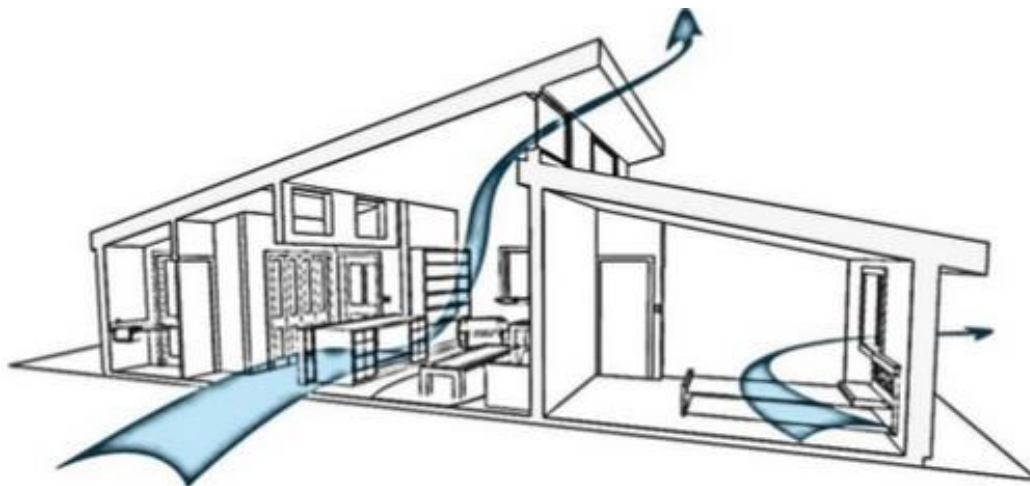
3.1.1 Vetrание

Vetrание slúži na zníženie problémov s vlhkosťou vzduchu a vystavenia užívateľov budov vnútorným znečisťujúcim látkam z kuchýň, kúpeľní a iných zdrojov prostredníctvom vypúšťania znečisťujúcich látok a vetraním vonkajším vzduchom. Udržateľná stavba musí spĺňať všetky požiadavky na lokálne odsávanie a mechanické vetranie. Cieľom je minimalizovať problémy s vlhkosťou vzduchu prostredníctvom vylepšených ventilačných systémov, pričom sa posudzujú opatrenia pri odsávaní vzduchu ventilačných zariadení, splnenie minimálnych požiadaviek pre mechanické vetranie podľa normy.

Obr. 3.8 Prirodzené vetranie



Zdroj: <https://www.tophomezones.com/house-ventilation-tricks-to-maintain-the-system-for-older-houses/>



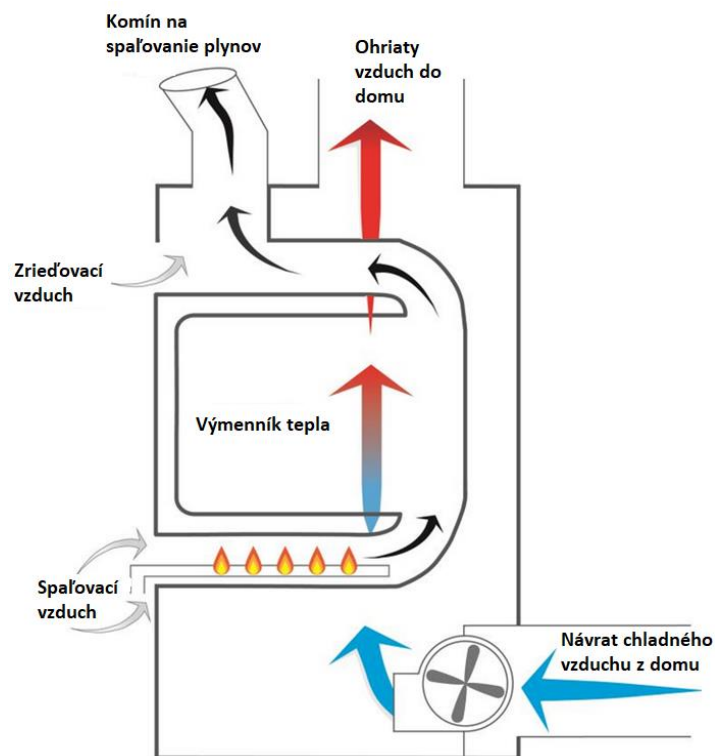
Zdroj: <https://www.slideshare.net/roopachikkalgi/natural-ventilation-73526859>

3.1.2 Únik spalín

Cieľom je obmedziť únik spalín do obývaného priestoru domu a zníženie kontaminantov vo vnútornom prostredí budov prostredníctvom riadenia a odstraňovania zdroja znečistenia. Sleduje sa prítomnosť permanentných vstupných rohoží, skladovanie obuvi, realizovaný preplach potrubí ventilačných zariadení čerstvým vzduchom pred užívaním, zabezpečené odsávanie technických miestností, zabezpečenie potrebných filtrov pre filtračné zariadenie alebo splnenie požiadaviek a opatrení pri odvádzaní spalín zo spaľovacieho zariadenia. Žiadne spaľovacie zariadenie v bytovom dome nesmie byť bez ventilačného zariadenia na odvádzanie spalín. K sledovaniu koncentrácií CO je potrebné nainštalovať monitor CO pevne zapojený so záložnou batériou na každé poschodie. V miestnosti kde sa nachádzajú krby a kachle na drevo, musia mať dvere, ktoré sa zatvárajú, alebo kryt z masívneho dreva. Zariadenia na vykurovanie priestoru, ktoré zahŕňajú spaľovanie musia spĺňať jednu z týchto troch podmienok:

1. musia byť navrhnuté a inštalované s uzavretým spaľovaním, čiže s uzavretým prívodom vzduchu a výfukovým potrubím.
2. musia byť navrhnuté a inštalované s odvetrávaným odvodom spalín; alebo
3. musia byť umiestnené v samostatne stojacej technickej miestnosti alebo na voľnom priestranstve.

Obr. 3.9 Spaľovací proces



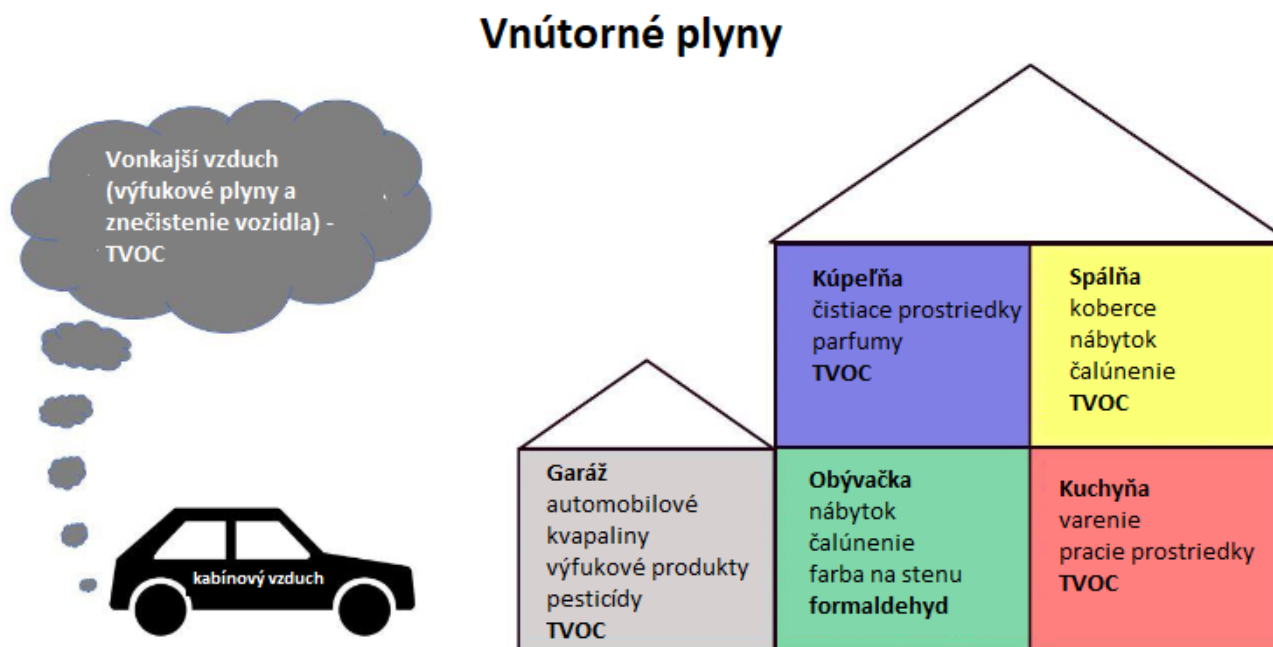
Zdroj: <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/energy-efficiency-homes/combustion-gases-your-home-things-you-should-know-about-combustion-spillage/18639>

3.1.3 Ochrana pred znečistením z garáže

Cieľom je znížiť vystavenie užívateľov bytových budov vnútorným znečisťujúcim látkam pochádzajúcim z príľahlej garáže. V prípade rodinných domov s pripojenou garážou je potrebné skontrolovať neporušenosť vzduchovej bariéry medzi domom a garážou. Vzduchová medzera medzi domom a garážou by mala byť dostatočne tesná, aby sa zabránilo úniku vzduchu z garáže do domu, ak dôjde k odtlakovaniu domu. Všetky vzduchotechnické zariadenia a

potrubné rozvody majú byť umiestnené mimo protipožiarneho plášťa garáže. V klimatizovaných priestoroch nad garážou majú byť utesnené všetky prestupy a všetky prepojené šachty pre podlahy a stropy. V klimatizovaných priestoroch vedľa garáže je potrebné odizolovať všetky dvere a je potrebné namontovať detektory CO₂ v miestnostiach, ktoré majú spoločné dvere s garážou. Je potrebné utesniť všetky prechody a všetky praskliny v spodnej časti stien. Inštalácia odsávacieho ventilátora v garáži je jedným z dôležitých krokov k tomu, aby sa znečisťujúce látky nedostali do domácnosti (Obrázok 3.10). Do garáže je potrebné vybrať energeticky efektívny ventilátor. Miesto inštalácie má byť na vonkajšej stene, ktorá je vzdialená od dverí, okien a akýchkoľvek vstupov vzduchu na vetranie do objektu. Taktiež je potrebné nainštalovať snímač pohybu a časový snímač na ventilátor.

Obr. 3.10 Odsávanie výfukových plynov z garáže



Zdroj: https://www.catsensors.com/media/Decentlab/Productos/IAM_interior/Overview_TVOC_and_IAQ.pdf

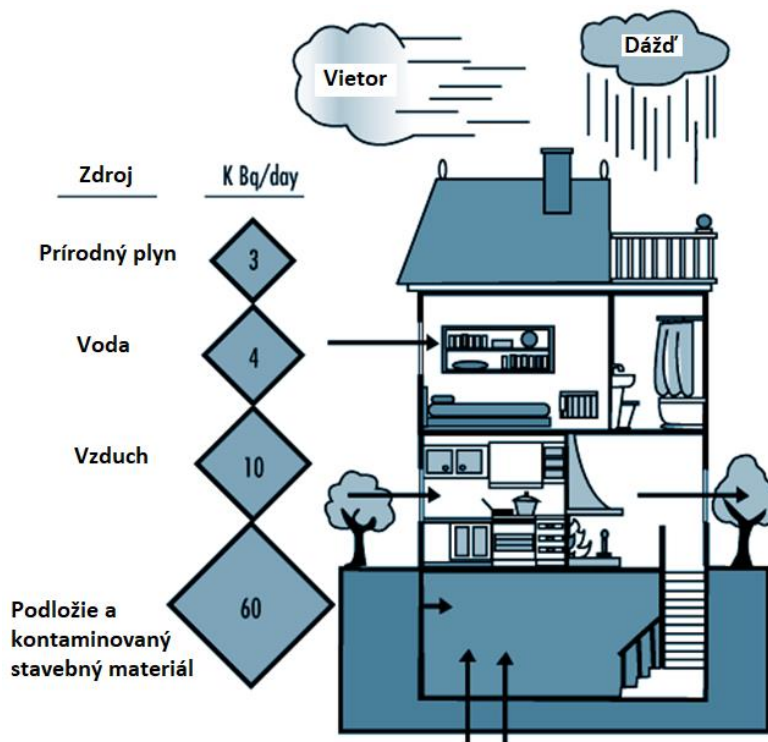
3.1.4 Ochrana proti radónu

Väčšina žiarenia, ktorému bude človek vystavený počas života, pochádza z prírodných zdrojov vo vesmíre alebo z materiálov nachádzajúcich sa v zemskej kôre. Rádioaktívne materiály môžu pôsobiť na organizmus zvonka alebo pri vdýchnutí alebo požití s jedlom zvnútra. Prijatá dávka môže byť veľmi variabilná, pretože to na jednej strane závisí od množstva rádioaktívnych minerálov prítomných v oblasti sveta, kde osoba žije, čo súvisí s množstvom rádioaktívnych nuklidov vo vzduchu a zisteným množstvom v potravinách, najmä v pitnej vode, a na druhej strane o použití určitých stavebných materiálov a o použití plynu alebo uhlia ako paliva, ako aj od druhu použitej stavby a tradičných zvykoch ľudí v danej lokalite. Radón sa dnes považuje za najrozšírenejší zdroj prírodného žiarenia. Radón spolu s jeho dcérskymi produktami alebo rádionuklidmi vytvorenými jeho rozpadom predstavuje približne tri štvrtiny účinnej ekvivalentnej dávky, ktorej sú ľudia vystavení v dôsledku prírodných suchozemských zdrojov. Prítomnosť radónu je spojená so zvýšením výskytu rakoviny pľúc v dôsledku ukladania rádioaktívnych látok v bronchiálnej oblasti. Radón je bezfarebný plyn, bez zápachu a chuti a je sedemkrát ťažší ako vzduch. Najčastejšie sa vyskytujú dva izotopy. Jedným z nich je ²²²Rn, rádionuklid prítomný v rádioaktívnej sérii z rozpadu ²³⁸U; jeho hlavným zdrojom v životnom prostredí sú skaly a pôda, v ktorej sa nachádza jeho predchodca, ²²⁶Ra. Druhým je ²²⁰Rn z rádioaktívneho radu tória, ktorý má

nižší výskyt ako ^{222}Rn . Urán sa rozsiahlo vyskytuje v zemskej kôre. Stredná koncentrácia rádia v pôde je rádovo 25 Bq/kg. Becquerel (Bq) je jednotka medzinárodného systému a predstavuje jednotku aktivity rádionuklidov ekvivalentnú jednému rozpadu za sekundu. Priemerná koncentrácia plynného radónu v atmosfére na povrchu Zeme je 3 Bq/m^3 , s rozpätím 0,1 (nad oceánmi) až 10 Bq/m^3 . Hladina závisí od pórovitosti pôdy, miestnej koncentrácie ^{226}Ra a atmosférického tlaku. Vzhľadom na to, že polčas rozpadu ^{222}Rn je 3,823 dňa, väčšinu dávky nespôsobuje plyn, ale dcérske produkty radónu.

Radón sa nachádza v existujúcich materiáloch a všade prúdi zo Zeme. Vďaka svojim vlastnostiam sa ľahko šíri vonku, ale má tendenciu sa sústreďovať v uzavretých priestoroch, najmä v jaskyniach a budovách, najmä v nižších priestoroch, kde je jeho odstránenie bez náležitého vetrania ťažké. V miernych oblastiach sa odhaduje, že koncentrácie radónu v interiéri sú rádovo osemkrát vyššie ako koncentrácie v exteriéri. Väčšina obyvateľov sa preto vystavuje radónu. Preto sa vyskytuje väčšinou v budovách. Stredné koncentrácie radónu závisia v zásade od geologických charakteristík pôdy, od stavebných materiálov použitých na stavbu a od množstva vetrania, ktoré prijíma. Hlavným zdrojom radónu vo vnútorných priestoroch je rádium prítomné v pôde, na ktorej spočíva budova, alebo materiály použité na jej výstavbu. Ďalšími významnými zdrojmi, aj keď ich relatívny vplyv je oveľa menší, sú vonkajšie ovzdušie, voda a zemný plyn. Na obrázku (3.11) sú znázornené zdroje radónu vo vnútornom prostredí budov.

Obr. 3.11 Zdroje radónu vo vnútornom prostredí



Zdroj: http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Ch44_1

Najčastejšie stavebné materiály, ako je drevo, tehly a tvárnice, vyžarujú relatívne málo radónu, na rozdiel od žuly a pemzy. Hlavné problémy však spôsobuje použitie prírodných materiálov, ako je kamenná bridlica, pri výrobe stavebných materiálov. Ďalším zdrojom problémov bolo použitie vedľajších produktov pri spracovaní fosfátových minerálov, použitie vedľajších produktov pri výrobe hliníka, použitie trosky pri spracovaní železnej rudy vo vysokých peciach a použitie popola zo spaľovania uhlia. Okrem toho sa v niektorých prípadoch pri stavbe používali aj zvyšky po ťažbe uránu.

Radón môže vstupovať do vody a zemného plynu v podlaží. Voda použitá na zásobovanie budovy, najmä ak pochádza z hlbokých studní, môže obsahovať značné množstvo radónu. Ak sa táto voda používa na varenie, môže sa pri varení uvoľniť veľká časť radónu, ktorý obsahuje. Ak sa voda konzumuje studená, telo ľahko vylučuje plyny, takže pitie tejto vody vo všeobecnosti nepredstavuje významné riziko. Spaľovanie zemného plynu v kachliach bez komínov, v ohrievačoch a v iných domácich spotrebičoch môže tiež viesť k zvýšeniu radónu vo vnútorných priestoroch, najmä v bytoch. Problém je niekedy akútnejší v kúpeľniach, pretože pri nedostatočnom vetraní sa hromadí radón vo vode a v zemnom plyne použitom pre ohrievač vody.

Vzhľadom na to, že možné účinky radónu na celkovú populáciu neboli známe len pred niekoľkými rokmi, dostupné údaje o koncentráciách zistených vo vnútorných priestoroch sú obmedzené na krajiny, ktoré sú kvôli svojim charakteristikám alebo zvláštnym okolnostiam citlivejšie na tento problém. Je známe, že je možné nájsť koncentrácie vo vnútorných priestoroch, ktoré sú vysoko nad koncentraciami zistenými vonku v rovnakom regióne. Napríklad v Helsinkách (Fínsko) sa zistili koncentrácie radónu v ovzduší, ktoré sú päťtisíckrát vyššie ako koncentrácie bežne sa vyskytujúce vonku. Môže to byť z veľkej časti dôsledkom opatrení na úsporu energie, ktoré môžu výrazne zvýhodniť koncentráciu radónu vo vnútorných priestoroch, najmä ak sú silne izolované. Doteraz študované budovy v rôznych krajinách a regiónoch ukazujú, že koncentrácie radónu nájdené v nich predstavujú distribúciu, ktorá sa približuje normálnemu logu. Stojí za zmienku, že malý počet budov v každom regióne vykazuje koncentrácie desaťkrát nad priemerom.

Hlavný spôsob prevencie vystavenia radónu je založený na zabránení výstavbe v oblastiach, ktoré svojou povahou emitujú väčšie množstvo radónu do ovzdušia. Ak to nie je možné, mali by byť podlahy a steny riadne utesnené a nemali by sa používať stavebné materiály, ak obsahujú rádioaktívne látky. Vnútorné priestory, najmä suterény, by mali byť primerane vetrané. Cieľom je hlavne znížiť znečistenie vnútorného vzduchu radónom a inými kontaminantmi pôdnych plynov. Stratégia znižovania miery výskytu radónu je založená na dvoch základných prístupoch:

- zabrániť prechodu radónu do pobytových priestorov budov a následne,
- radón v čo najväčšej miere odstraňovať vetraním.

Protiradónové opatrenia môžu byť v zmysle možnosti ich regulácie pasívne a aktívne. Opatrenia súvisiace so stavebnými konštrukciami (stavebno-konštrukčné úpravy, izolačné vrstvy, nátery, infiltračná výmena vzduchu) charakterizujeme ako pasívne. Systémy mechanického vetrania a filtrácie s účinnou reguláciou sú aktívnymi opatreniami.

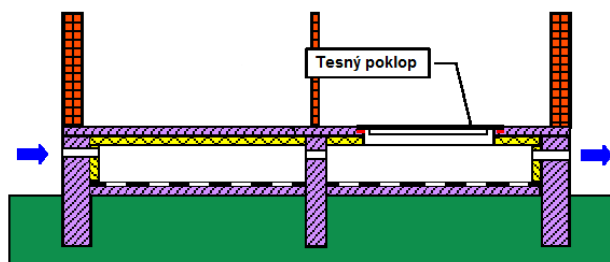
Mechanické bariéry

Podľa spôsobu založenia objektu je možné odhadnúť riziko prenikania radónu do objektu. Ak je objekt postavený na pilieroch, nebezpečenstvo z podlažia je vylúčené, pretože sa radón vo vzduchu riedenej forme z povrchu odvedie. V objektoch, ktoré medzi podlažím a obytným podlažím majú vzduchovú medzeru, závisí riziko prieniku radónu do pobytových priestorov na viacerých faktoroch. Odvetranie vzduchovej medzery, tesnosť stropnej konštrukcie nad medzerou a úprava povrchu zeminy sú faktory, ktoré najvýznamnejšie ovplyvňujú mieru prenikania radónu do vnútorného prostredia budov. Príklad prevetrávania vzduchovej medzery je uvedený na obrázku 3.12.

Aj keď najbežnejší spôsob zakladania je na základové pásy, v oblastiach so stredným a vysokým radónovým rizikom sa odporúča objekt založiť na tenké železobetónové dosky. Ich výhoda oproti základovým pásom spočíva v celistvosti dosky. Pri založení na pásach existuje väčšia pravdepodobnosť, že medzi pásom a podkladovým betónom vznikne trhlinka, ktorou sa môže radón dostávať do interiéru. Ak sa objekt založí na prefabrikovaných základových pásach, tak sa podkladová betónová doska musí položiť na pásy, pričom minimálne v miestach prechodu sa musí vystužiť.

Mechanické bariéry spodnej časti objektu zamedzujú prienik pôdneho radónu do objektu konvekciou a difúziou. Najdôležitejšou konštrukciou, ktorá zabraňuje prenikaniu radónu z podlažia je betónová doska. Radón môže cez ňu difundovať, ale ak je kvalitne zhotovená a má odpovedajúcu hrúbku, tento transport je veľmi pomalý. Zároveň je dobré, ak je doska vystužená, aj keď plní len funkciu podkladového betónu. Vystužením sa snažíme obmedzovať šírku trhlín.

Obr. 3.12 Prevetrávanie vzduchovej medzery pod budovou



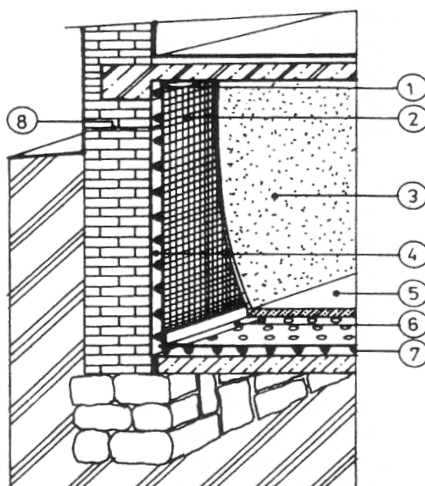
Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Medzi ďalšie mechanické bariéry patria plošné bariéry zabudované do rôznych častí konštrukcií objektu. Na lokálne bariéry sa používajú injektážne látky a tmely. Vhodná je kombinácia protiradónovej plošnej izolácie s hydroizoláciou tak, aby sa chránili vodorovné a zvislé konštrukcie, ktoré sú v kontakte so zemínou. Mechanická bariéra musí byť pružná, odolná, stála, s vysokým difúznym odporom pre rádioaktívne plyny.

Najvýhodnejšie sú pásy s nosnou fóliou z plastu. V súčasnosti sa najviac používajú asfaltové pásy, ktoré obsahujú vrstvu hliníkovej fólie. Menej sa používajú pásy s medenou alebo olovenou vložkou. Za nevyhovujúce sa považujú asfaltové pásy s papierovou alebo textilnou vložkou. Protiradónová izolačná vrstva musí byť plynotesná.

Jedným z účinných a pri rekonštrukciách jednoducho realizovateľným riešením je použitie ochranných rohoží. Vďaka svojmu profilu – profilovaným vytvarovaným kupolám, vytvára v konštrukcii vzduchovú medzeru a tým priestor na odvedenie radónu. Vzduchová medzera slúži nielen ako poistná zábrana proti prenikaniu radónu, ale zabezpečuje sa ňou aj odvod vzduchu pomocou ventilátora, ktorým sa vytvorí podtlak. Vytvorenie vzduchovej medzery je riešené pomocou profilovanej protiradónovej izolácie, čo je znázornené na obrázku 3.13.

Obr. 3.13 Protiradónová izolácia s plastickou profilovanou fóliou



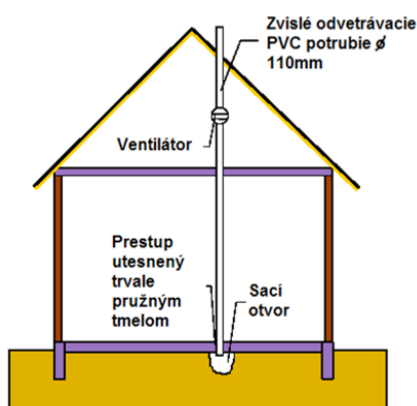
Poznámka: 1 - napojenie fólie na stropnú konštrukciu pomocou rohového uholníka, 2 - profilovaná fólia s pletivom, 3 – omietka, 4 - vzduchová medzera, 5 - konštrukcia podlahy, 6 - rohový plastický uholník spájajúci vodorovnú a zvislú fóliu, 7 - vodorovná plastická fólia, 8 - v nadzemnej časti steny je nutné bariérou odstrániť šírenie vlhkosti a radónu difúziou

Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Vetracie systémy podlažia

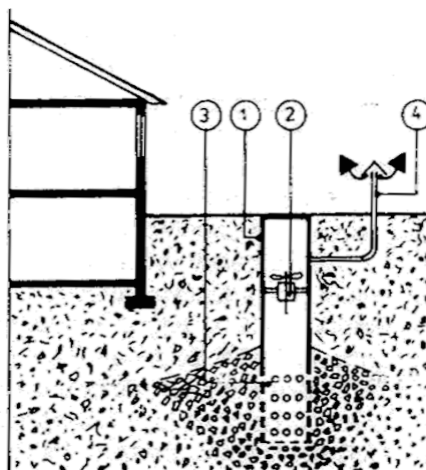
Tlakový rozdiel medzi prostredím budov a podlažím spôsobuje prúdenie radónu dovnútra objektu. Obrázok 3.14 predstavuje metódu aplikácie jednoduchého prevetrávania podlažia budovy ako opatrenia, ktoré zníži prenikanie radónu do vnútorného prostredia budov. Ďalšou možnosťou je odsávanie pôdneho radónu pomocou radónovej studne, znázornený na obrázku 3.15. Radónovou studňou možno znížiť tlak vo veľkých objemoch zeminy. Jedno takéto zariadenie sa môže navrhnuť i pre niekoľko malých domov. Účinnosť studne je tým väčšia, čím je podlažie priepustnejšie. Odsávanie radónu z podlažia drenážnym systémom spočíva v rovnomernom rozdelení podtlaku pod budovou menšími sacími silami umiestnením perforovaných hadíc z PVC do štrkového násypu. Hadice vyúsťujú do spoločného zberača, z ktorého vyúsťujúce potrubie prechádza až nad strechu budovy. Podtlak je vytvorený komínovým efektom, alebo v prípade potreby aj ventilátorom (obrázok 3.16).

Obr. 3.14 Schematické znázornenie prevetrávania podlažia budovy



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

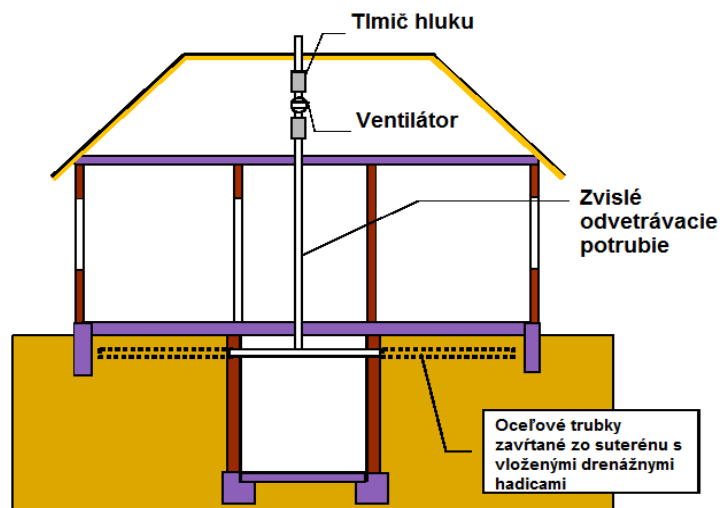
Obr. 3.15 Odsávanie pôdneho vzduchu pomocou radónovej studne



Poznámka: 1 - skruže o priemere 400 – 1000 mm do hĺbky 3,5 – 4 m, 3 - sacia komora, 4 - výfukový kanál vyústnený na takom mieste, kde nehrozí nebezpečenstvo, že sa pôdny vzduch dostane do interiéru napr. s vetracím vzduchom

Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Obr. 3.16 Odsávanie radónu z podlažia pod existujúcim domom za pomoci zavrtaných perforovaných rúr



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlóvá Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Výmena vzduchu a sústavy TZB

Výmenou vzduchu v pobytových priestoroch prostredníctvom sústav TZB sa môže redukovať výskyt radónu a jeho dcérskych produktov v budovách. Prirodzené vetranie zabezpečuje v budovách okamžitú výmenu vzduchu a je prechodným riešením. Tento spôsob riešenia radónovej problematiky je energeticky náročný.

Pre účely zníženia koncentrácie radónu je vhodný systém núteného vetrania a teplovzdušného vykurovania s vysoko účinnou rekuperáciou odpadového tepla. Nútené vetranie s rekuperáciou tepla môže zabezpečiť odstraňovanie radónu, vodných pár a pachov. Týmto vetraním sa cielene zabezpečí potrebná úroveň nielen toxickkej, ale aj aerosólovej a mikrobiálnej zložky prostredia.

Filtrácia vzduchu vplýva na odstránenie rozpadových produktov radónu, nie však na samotné odstránenie radónu. Účinok filtrácie je pomerne krátky a ohraničený polčasom rozpadu dcérskych produktov. Filtrácia je však výhodným doplnujúcim riešením. Filtre možno v zásade rozdeliť na kazetové a elektrostatické. Kazetové filtre sú boxy s filtračnou náplňou typu sklenených vlákien, plastov, azbesto-celulóзовých vlákien, živcových vlákien a pod. Elektrostatické filtre majú oproti kazetovým mnoho predností. Tieto filtre nezvyšujú celkový tlakový odpor systému, majú vysokú odlučivosť a čistenie elektród je automatické. Filtrácia prispieva k zvýšeniu depozície v dôsledku prúdenia vzduchu vyvolaného činnosťou filtrov. Účinnosť povrchovej depozície závisí od koncentrácie rádioaktívnej látky.

3.1.5 Filtrácia vzduchu

Cieľom je znížiť znečistenie vnútorného vzduchu tuhými znečisťujúcimi látkami zo systému prívodu vzduchu. Na všetky systémy klimatizácie s recirkuláciou je potrebné nainštalovať vzduchové filtre s minimálnou hodnotou hlásenia účinnosti (MERV) 8 alebo vyššou. Kryty vzduchových filtrov musia byť vzduchotesné.

Dôvodom, prečo je znečistenie ovzdušia také nebezpečné pre naše zdravie a pohodu, je jeho bezfarebnosť a to, že je bez zápachu. jemné prachové častice a prchavé organické zlúčeniny nie sú voľným okom viditeľné, čo nás ale nezabavuje účinku znečisťovania ovzdušia. Znečistený vzduch nie je niečo, čo existuje v odľahlých priemyselných komplexoch. V skutočnosti môže byť znečistenie vnútorného ovzdušia v našich domovoch v dnešnej dobe 10-krát vyššie ako znečistenie vonkajšieho ovzdušia.

Obr. 3.17 Filtračná technológia



Zdroj: <https://www.honeywellsmarthomes.com/blog/secure-home-from-indoor-air-pollution/>

Chemikálie pre domácnosť ako insekticídy, herbicídy a pesticídy, ktoré môžu pri nesprávnom skladovaní uvoľňovať toxické výpary. Aj tieto látky sú často karcinogénne. Vedľajšie produkty chlóru ako chlóraminý a trihelometány, ktoré vznikajú reakciou chlóru s biologickými látkami. Pri pravidelnom vdychovaní môžu tieto prvky spôsobiť poškodenie pľúc. Prchavé organické zlúčeniny, ktoré sa uvoľňujú z domácich čistiacich prostriedkov, farieb a iných rozpúšťadiel. VOC, ako je formaldehyd, sa bežne používajú v lepidlách a môžu sa prejavovať ako karcinogénne výpary. Syntetické vône z osviežovačov vzduchu, dezodorantov a parfumov môžu obsahovať aj vysoko alebo čiastočne prchavé chemické látky. Bielizeň pre domácnosť môže obsahovať aj veľké množstvo jemných prachových častíc spolu s chemicky čisteným odevom, ktorý môže obsahovať stopy trichlóretylénu a perchlóretylénu (obidva známe karcinogény). Zvieracie chlpy a srsť sú ďalšou hlavnou príčinou znečistenia vnútorného ovzdušia pre majiteľov domov s domácimi zvieratami. Zvieracie chlpy a srsť sú ľahké a môžu sa vznášať v okolitom vzduchu. Teda často vstupujú do dýchacieho systému. Okrem toho môžu chlpy a srsť domácich zvierat tiež vyvolávať stavy, ako je astma a respiračné alergie. Radónový plyn z kuchynských aktivít je jednou z hlavných príčin rakoviny na svete. Uvoľňuje sa z určitých druhov kuchynských pultov a nachádza sa tiež v podkroviach a suterénoch. Taktiež cigaretový dym nie je zodpovedný iba za spôsobenie zápachu, ktorý v miestnosti ostáva niekoľko dní, ale môže obsahovať aj 43 známych karcinogénov.

3.1.6 Tabakový dym

Pasívny dym je zmes dymu vydávaného spaľovaním tabakových výrobkov, ako sú cigarety, cigary alebo fajky, a dymu vydychovaného fajčiarmi. Pasívne fajčenie sa nazýva aj environmentálny tabakový dym (ETD). Vystavenie pasívnemu fajčeniu sa niekedy nazýva nedobrovoľné alebo pasívne fajčenie. Pasívne fajčenie, ktoré EPA klasifikuje ako karcinogén skupiny A, obsahuje viac ako 7 000 látok. Pasívne fajčenie sa bežne vyskytuje v interiéroch, najmä v domácnostiach a automobiloch. Pasívne fajčenie sa môže pohybovať medzi izbami domu a medzi bytovými jednotkami. Otvorenie okna alebo zvýšenie ventilácie v domácnosti alebo automobile nie je chránené pred pasívnym fajčením. Eliminácia pasívneho fajčenia vo vnútornom prostredí zníži jeho škodlivé účinky na zdravie, zlepši kvalitu vnútorného ovzdušia a zlepši pohodlie a zdravie užívateľov budov. Expozíciu pasívnemu dymu je možné znížiť prostredníctvom povinného alebo dobrovoľného vykonávania politiky v prospech prostredia bez dymu. Niektoré pracoviská a uzavreté verejné priestory, ako sú bary a reštaurácie, sú zo zákona nefajčiarske. Ľudia môžu ustanoviť

a presadzovať pravidlá týkajúce sa prostredia bez dymu vo svojich domovoch a automobiloch. V prípade bývania pre viac rodín môže byť implementácia politiky v prospech prostredia bez dymu povinná alebo dobrovoľná v závislosti od typu majetku a umiestnenia (napr. Vlastníctvo a jurisdikcia) (Obr. 3.18).

Obr. 3.18 Politika v prospech prostredia bez dymu



Zdroj: <https://theloop.ucsf.edu/2016/11/10/join-our-webinar-on-affordable-smoke-free-housing-on-november-29th/>

Domov sa stáva prevládajúcim miestom vystavenia detí a dospelých pasívnemu fajčeniu. Domácnosti v budovách s nefajčiarskymi politikami majú nižšie $PM_{2,5}$ v porovnaní s budovami bez týchto politik. $PM_{2,5}$ je merná jednotka pre malé častice vo vzduchu a používa sa ako jeden z údajov, ktoré hovoria o kvalite ovzdušia. Vysoká hladina jemných častíc vo vzduchu môže mať negatívny vplyv na zdravie. Zákaz fajčenia v interiéroch je jediný spôsob, ako vylúčiť pasívne fajčenie z vnútorného prostredia. Ventilačné a filtračné techniky môžu znížiť, ale nie vylúčiť pasívne fajčenie. Účinky pasívneho fajčenia na zdravie nefajčiacich dospelých a detí sú škodlivé a početné. Pasívne fajčenie spôsobuje kardiovaskulárne choroby (srdcové choroby a mozgové príhody), rakovinu pľúc, syndróm náhleho úmrtia dojčiat, častejšie a ťažšie astmatické záchvaty a ďalšie vážne zdravotné problémy. Uskutočnilo sa niekoľko významných zdravotných hodnotení týkajúcich sa pasívneho fajčenia. Neexistuje žiadna bezriziková úroveň vystavenia pasívnemu fajčeniu. Od správy chirurga z roku 1964 zomrelo 2,5 milióna dospelých, ktorí boli nefajčiari, pretože dýchali z pasívneho dymu. Pasívne fajčenie spôsobuje v Spojených štátoch ročne u nefajčiarov takmer 34 000 predčasných úmrtí na srdcové choroby. Nefajčiari, ktorí sú vystavení pasívnemu fajčeniu doma alebo v práci, majú vzhľadom na riziko vzniku srdcových chorôb o 25 – 30 %. Pasívne fajčenie každoročne spôsobuje veľa úmrtí na rakovinu pľúc u nefajčiarov v USA. Nefajčiari, ktorí sú vystavení pasívnemu fajčeniu doma alebo v práci, zvyšujú riziko vzniku rakoviny pľúc o 20 – 30 %. Pasívne fajčenie spôsobuje u dojčiat a detí množstvo zdravotných problémov vrátane častejších a ťažších astmatických záchvatov, infekcií dýchacích ciest, infekcií uší a syndrómu náhleho úmrtia dojčiat. Viac informácií o zdravotných účinkoch pasívneho fajčenia sa dozviete v Centre pre kontrolu a prevenciu chorôb (CDC). Pasívne fajčenie predstavuje osobitné zdravotné riziko pre deti s astmou. Pasívne fajčenie je univerzálnym spúšťačom astmy a môže vyvolať astmatický záchvat alebo zhoršiť príznaky astmy. Astma je chronické ochorenie, ktoré postihuje dýchacie cesty pľúc a môže viesť ku kašľu, problémom s dýchaním, sipotom a zvieraniu na hrudníku. Astma je najbežnejšie chronické detské ochorenie postihujúce priemerne 1 z 13 detí školského veku. Vystavenie pasívnemu fajčeniu môže spôsobiť nové prípady astmy u detí, u ktorých sa predtým neprejavili príznaky. Viac ako polovica detí s astmou v USA je vystavená pasívnemu fajčeniu.

ETD je definovaný ako materiál vo vnútornom ovzduší, ktorý pochádza z tabakového dymu. ETD je zložený aerosól, ktorý sa emituje predovšetkým z horiaceho kužeľa tabakového výrobku medzi jednotlivými ťahmi. Táto emisia sa nazýva postranný prúd dymu. ETD v menšej miere pozostáva aj z hlavných zložiek dymu, to znamená tých, ktoré fajčiari vydychujú.

Vedecká literatúra obsahuje niekoľko desiatok klinických správ z rôznych krajín, v ktorých sa uvádza, že deti rodičov, ktorí fajčia, najmä deti do dvoch rokov, vykazujú nadmerný výskyt akútnych respiračných chorôb. Niekoľko štúdií tiež opísalo nárast infekcií stredného ucha u detí, ktoré boli vystavené cigaretovému dymu rodičov. Zvýšená prevalencia

výpotku stredného ucha, ktorá sa dá pripísať ETD, viedla k zvýšenej hospitalizácii malých detí kvôli chirurgickému zákroku. V posledných rokoch dostatočné klinické dôkazy viedli k záveru, že pasívne fajčenie je spojené so zvýšenou závažnosťou astmy u detí, ktoré už túto chorobu majú, a že s najväčšou pravdepodobnosťou vedie k novým prípadom astmy u detí. V roku 1992 americká Agentúra na ochranu životného prostredia (1992) kriticky prehodnotila štúdie o respiračných príznakoch a pľúcnych funkciách u dospelých nefajčiarov vystavených ETD a dospela k záveru, že pasívne fajčenie má jemné, ale štatisticky významné účinky na zdravie dýchacích ciest nefajčiacich dospelých. V roku 1985 Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC) preskúmala súvislosť pasívneho vystavenia tabakovému dymu s rakovinou pľúc u nefajčiarov.

3.1.7 Minimalizácia prenosu znečisteného vzduchu

Cieľom je znížiť znečistenie vnútorného vzduchu minimalizovaním prenosu vzduchu medzi bytovými jednotkami prostredníctvom používania rohoží pri vstupe, ktorá umožňuje čistenie obuvi. Taktiež je vhodné zriadiť miesto na odloženie a uskladnenie obuvi v blízkosti hlavného vstupu, oddelené od obytných častí. Tento priestor by mal byť trvalým architektonickým prvkom, ktorý by mal byť dostatočne veľký na umiestnenie lavičky a najmenej dvoch párov topánok. Podlahovou povrchovou úpravou by nemal byť klasický koberec, ale vhodná špeciálne navrhnutá povrchová úprava pre vstupné systémy. V práci, technickej miestnosti a garáži by mal byť umiestnený ventilátor, ktorý musí vetrať priamo do exteriéru a mal by mať automatické riadenie časovo spojené s kontrolou obsadenosti priestoru, snímačom svetla, mechanizmom otvárania a zatvárania garážových brán, snímačom CO₂, ktorý zapína ventilátor, ak hladina CO dosiahne 35 ppm, alebo jeho ekvivalent. Časovač musí byť nastavený tak, aby zabezpečil najmenej tri výmeny vzduchu pri každom zapnutí ventilátora.

Ďalšou výhodou pri minimalizácii prenosu znečisteného vzduchu v objekte je samostatne stojaca garáž, ktorá je definovaná ako konštrukcia, ktorá nemá spoločnú stenu s domom. Vhodný je vonkajší prístrešok na auto, ktorý je definovaný ako vonkajší priestor s jednou úplnou stenou, ktorú je možné zdieľať s domom.

3.1.8 Vyvážený systém vykurovania a chladenia

Cieľom je zlepšiť tepelný komfort a energetickú hospodárnosť budovy zabezpečením vhodného a vyváženého systému vykurovania a chladenia miestností. Pre získanie bodov sa posudzuje buď zavedenie viaczónového distribučného systému s nezávislým termostatickým ovládaním, testovanie prietoku vzduchu ventilátorov a splnenie požadovaného prietoku privádzaného vzduchu, kontrola vyváženého tlaku ventilačných zariadení, kontrola vlhkosti vzduchu, možnosť diaľkového ovládania termostatu týchto systémov, zavedenie viacstupňových systémov, testovanie vonkajšieho statického tlaku, kontrola hladiny hluku týchto systémov.

Optimalizáciu tepelno-vlhkostnej zložky vnútorného prostredia budov je možné dosiahnuť tromi základnými spôsobmi, ktorými sú:

- úprava zdroja,
- úprava poľa prenosu, a
- úprava na subjekte, t.j. na užívateľovi budovy.

Úprava zdroja

Zásah do zdroja tepla v lete, zdroja chladu v zime a do zdrojov vodných pár vo všetkých obdobiach roka je najúčinnnejším opatrením k dosiahnutiu optimálnej tepelno-vlhkostnej mikroklímy. Spočíva predovšetkým v úprave obvodového plášťa budovy, pretože dôležitým zdrojom uvedených faktorov je práve vonkajšie prostredie. Úpravou obvodového plášťa majú byť dosiahnuté požiadavky na tepelno-technické parametre stavebných konštrukcií (dostatočné zvýšenie tepelno-izolačných vlastností konštrukcií obvodového plášťa), ako aj požiadavky na tesnosť konštrukcií.

Dôležité sú nielen tepelno-izolačné vlastnosti stenových konštrukcií, ale aj okenných konštrukcií. Stenové konštrukcie väčšinou z tepelno-technického hľadiska vyhovujú, avšak problémom bývajú okenné konštrukcie, ktorými v zime uniká teplo a v lete dochádza k prehrievaniu vnútorných priestorov. V súčasnosti sú už na trhu okná s požadovanými vlastnosťami z hľadiska tepelno-izolačných vlastností. Pre zabezpečenie tepelného komfortu je potrebné navrhnuť tieniace a cloniace prvky, ktoré v lete zabráňujú vstupu nadmerného slnečného žiarenia do interiéru a v zime alebo v noci, keď je tepelná strata najväčšia, vytvárajú po zatahnutí ďalšiu tepelno-izolačnú vrstvu okna, čím je možné dosiahnuť úsporu tepla na vykurovaní až 40 %.

Tepelno-izolačné vlastnosti okien majú dôležitú úlohu aj z hľadiska vodných pár vo vnútornom prostredí budov, pretože nedostatočná izolácia spôsobuje kondenzáciu vodných pár na okennej konštrukcii v dôsledku vnútornej povrchovej teploty, ktorá ľahko dosiahne rosný bod. Na druhej strane musia okná umožňovať dostatočné vetranie, t.j. odvod vodných pár do vonkajšieho prostredia, a to exfiltráciou (prievozdušnosťou, netesnosťou) a regulovateľnou otvárateľnosťou.

Úprava poľa prenosu

Toto opatrenie je investične aj prevádzkovo náročnejšie a závisí na vhodnom vykurovaní a vlhčení v zime, chladení a odvlhčovaní v lete.

Optimálne **vykurovanie** v zimnom období závisí od takého pokrytia tepelných strát miestnosti, pri ktorom je zabezpečená tepelno-vlhkostná pohoda prostredia, t.j. je bezprievanové, má dostatočnú zložku sálavého tepla a umožňuje individuálnu reguláciu tepelného výkonu. Bezprievanové vykurovanie a spôsob jeho zabezpečenia je odlišný v závislosti od typu vykurovacieho systému (vykurovanie vykurovacími telesami, teplovzdušné vykurovanie).

Pri vykurovaní vykurovacími telesami platí základný princíp, podľa ktorého by sa mal zdroj tepla (vykurovacie teleso) umiestniť k zdroju chladu (napr. okno) tak, aby jeho vplyv na pohodu prostredia bol eliminovaný. V praxi to znamená umiestniť vykurovacie teleso pod okno, nie k vnútornej stene. Z telesa umiestneného pri vnútornej stene stúpa tepelný (konvekčný) prúd hore, prúdi okolo stropu a vonkajšej steny, na okne sa potom ochladzuje a mení sa na chladný prúd – prievan, ktorý nie je možné odstrániť utesnením okna. Ak umiestnime teleso pod okno, prúd studeného vzduchu pozdĺž okna klesá dole, v styku s vykurovacím telesom sa ohrieva a teplý vzduch prúdi v miestnosti. K chladnému prúdu vzduchu, t.j. k prievanu nedochádza. Ak je vykurovacím telesom podlaha alebo strop (so zabudovanými vykurovacími trubkami), je potrebné výrazne zvýšiť tepelný výkon v blízkosti okna (zhustením trubiek). Aj tak však často vzniká chladný prúd vzduchu od okna. Preto je vhodná kombinácia podlahového a stenového vykurovania.

Pri vykurovaní teplým vzduchom (tzv. teplovzdušné vykurovanie) závisí na vytvorenom obraze prúdenia vo vykurovanom priestore, či dôjde k vytvoreniu prievanu alebo nie. Platí základný princíp, že teplý vykurovací vzduch je potrebné viesť zhora dole. Inak dochádza ku konstrikcii (zmršteniu) teplého vzduchu stúpajúceho zdola, vznikajúci priestor je vyplňovaný chladnejším vzduchom a tvoria sa chladnejšie prúdy vzduchu.

Vykurovanie s dostatočnou zložkou sálavého tepla má pri optimálnom vykurovaní zabezpečiť dostatočný podiel sálavého tepla, t.j. zabezpečiť aby súčiniteľ radiačnej pohody sa rovnal aspoň jednej. Táto podmienka je splnená dodržaním základného princípu bezprievanového vykurovania s vykurovacími telesami, t.j. umiestnením vykurovacieho telesa ku zdroju chladu. Pri teplovzdušnom vykurovaní je však splnenie optimálnej hodnoty súčiniteľa radiačnej pohody problémom, pretože sa obtiažne realizuje, ak nie sú použité teplovzdušné podokenné konvektory. Pri centrálnom teplovzdušnom vykurovaní sa odporúča použiť dodatkové sálavé vykurovacie plochy, napr. krb v obývacej miestnosti. Umožnením individuálnej regulácie sa rozumie možnosť regulácie vykurovacieho telesa v miestnosti podľa individuálnych požiadaviek jeho užívateľa. Napríklad ženy vzhľadom k svojej nižšej tepelnej produkcii požadujú vyššiu teplotu ako muži, osoby s hypertenziou naopak teplotu nižšiu ako ostatní. Na termostatickom ventile na privode teplej vody do vykurovacieho telesa je možné požadovanú teplotu nastaviť, a tá je potom už automaticky udržiavaná.

Základným opatrením proti nízkej relatívnej vlhkosti vzduchu vo vnútornom prostredí budov je zabrániť prekurovaniu. Zníženie teploty vzduchu do oblasti optima často postačí k tomu, aby sme dosiahli spodný limit relatívnej vlhkosti

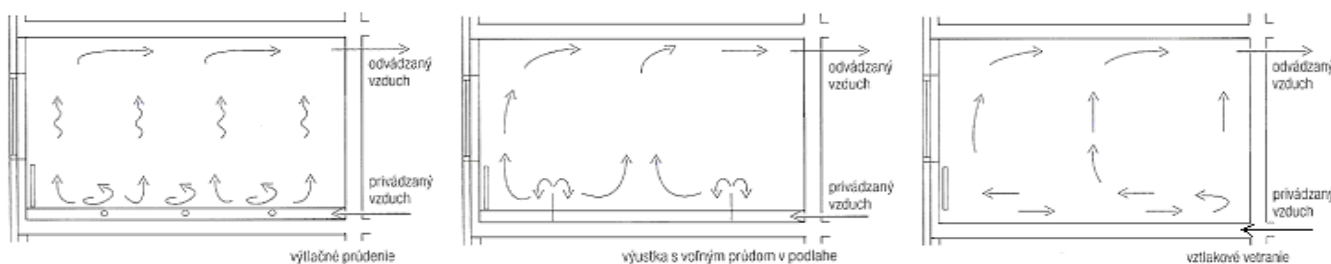
vzduchu 30 %. Ak táto hodnota nie je postačujúca (ľudia alergický na suchý vzduch), je potrebné navrhnuť vlhčenie vzduchu. Na zvýšenie vlhkosti vzduchu sa používajú zvlhčovače vzduchu.

Optimálne **chladenie** v letnom období (klimatizácia) závisí na takom pokrytí tepelných ziskov miestnosti (vstupujúceho tepla z vonkajšieho prostredia do vnútorného prostredia), pri ktorom je zabezpečená tepelno-vlhkostná pohoda prostredia, t.j. je bezprievanová a umožňuje individuálnu reguláciu chladiaceho výkonu. Spôsob zabezpečenia bezprievanového chladenia je odlišný v závislosti od typu chladiaceho systému, iný je pri chladení klimatizéromi a pri chladení stropom (so zabudovanými chladiacimi trúbkami), iný pri chladení vzduchotechnickým systémom – centrálnou klimatizáciou.

Pri chladení klimatizéromi a stropom platí základný princíp, a to zdroj chladu umiestniť k zdroju tepla (najčastejšie oknu) tak, aby jeho vplyv na pohodu prostredia bol eliminovaný. V praxi to znamená umiestniť klimatizér pod okennú konštrukciu tak, aby teplo, sálajúce na človeka z okna bolo kompenzované prúdom chladného vzduchu, dopadajúceho na sálavý povrch človeka. Klimatizér, ktorý fúka na neosálanú časť človeka v dôsledku svojho umiestnenia v nejakom voľnom priestore v miestnosti, nielen neprispieva k dosiahnutiu pohody, ale ešte zhoršuje nepohodu (diskomfort) tým, že zväčšuje rozdiel medzi tepelnou záťažou človeka na osálanej a neosálanej strane. Ak sa použije strop ako chladiaca plocha, teplý vzduch stúpajúci od okna sa v styku so stropom postupne ochladzuje a klesá dole. Oproti klasickej centrálnej klimatizácii je výhodou to, že nedochádza k zhoršovaniu kvality vzduchu vo vzduchovodoch (napr. k ničeniu aeroiónov), odpadajú priestory pre vzduchovody a strojovne, je tu úspora energie pre ventilátory a zníženie celkových prevádzkových nákladov asi o 20 %.

Pri chladení vzduchotechnickým systémom (centrálna klimatizácia) závisí na vytvorenom obraze prúdenia v chladenom priestore, či dôjde k vytvoreniu prievanu alebo nie. Platí základný princíp, že chladný vzduch vedieme zdola nahor. Inak dochádza ku konstrikcii (zmršteniu) studeného vzduchu klesajúceho dole, vznikajúci priestor je vyplňovaný teplejším vzduchom a dochádza k nežiaducemu prúdeniu vzduchu. Na obrázku 3.19 je znázornené prúdenie vzduchu zdola nahor pri rôznych spôsoboch distribúcie.

Obr. 3.19 Obrazy prúdenia vzduchu zdola nahor pri rôznych spôsoboch distribúcie



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ludmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

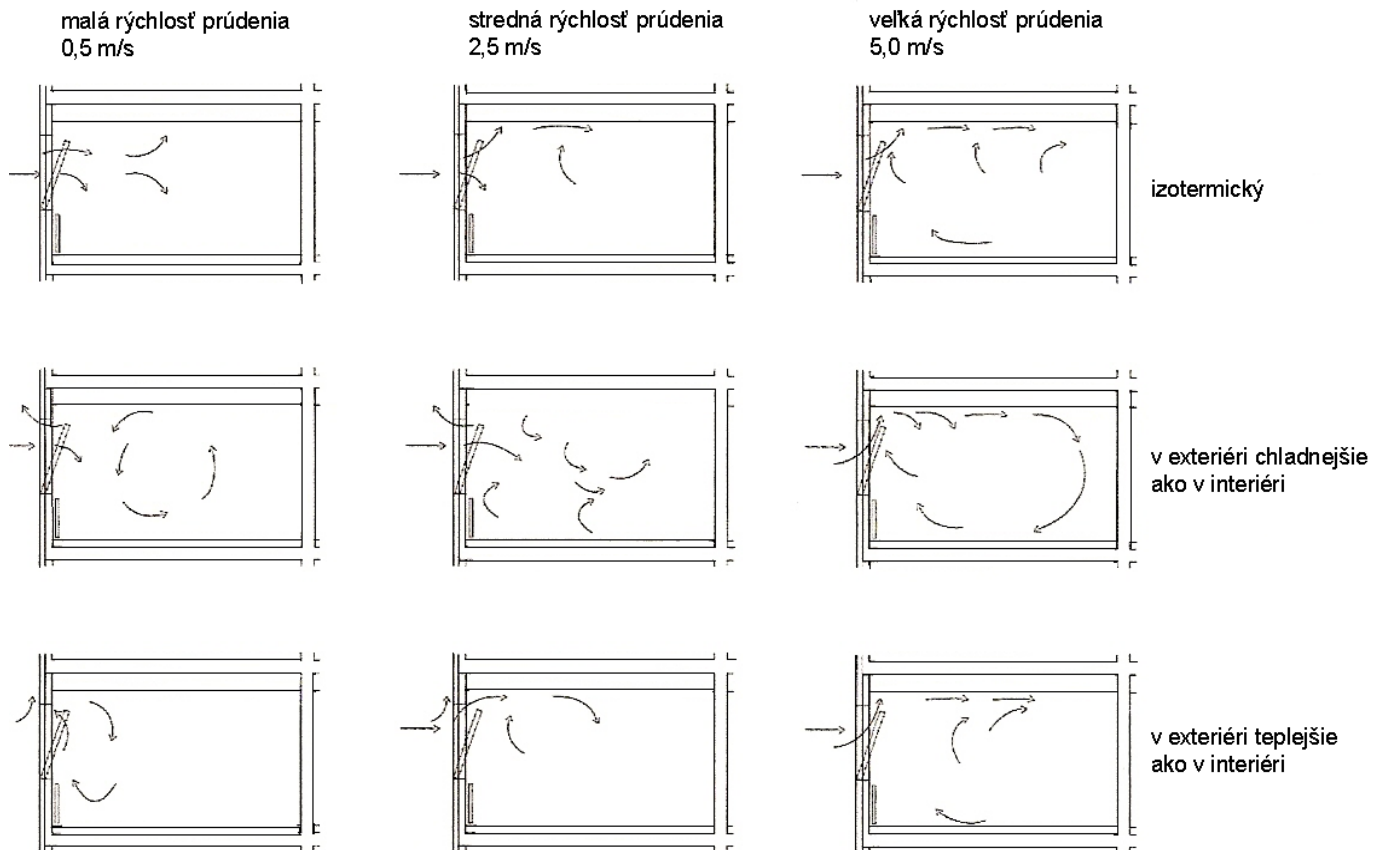
Chladením s individuálnou reguláciou sa rozumie možnosť regulácie chladiaceho systému v miestnosti podľa individuálnych požiadaviek jeho užívateľa. Na termostatickom ventilu v prívide chladiacej vody do chladiaceho systému (napr. stropu so zabudovanými trúbkami) je možné požadovanú teplotu nastaviť, a tá potom je už automaticky udržiavaná.

Chladenie hybridnou ventiláciou je kombináciou prirodzeného a núteného vetrania, ktoré využíva prednosti oboch systémov. Pri nízkych vonkajších teplotách (za bezvetria do +7 °C) pracuje ako bezhlučné prirodzené vetranie, za teplého počasia sa automaticky zapína ventilátor a systém pracuje naďalej s plnou účinnosťou. V letnom období je ho možné použiť aj pre chladenie, ak je v prevádzke po celú noc, vychladí budovu chladným nočným vzduchom, takže ráno a počas určitej časti dňa je v interiéri príjemne chladno. Podmienkou úspešnosti je zníženie presklenia fasády najmenej na 40 % a použitie vonkajších žalúzií. V noci sa odporúča šesťnásobná výmena vzduchu. V pobytových

priestoroch je potrebné zabezpečiť hlavne **vetranie** kúpeľní a kuchýň. Optimálnym riešením pre kuchyne je umiestnenie odsávačov pár nad sporák, postačí s recirkuláciou a výkonným filtrom, v prípade plynového alebo kombinovaného sporáka elektrického a plynového je vhodnejší odsávač s odvodom pár do vonkajšieho prostredia, pretože okrem pár z varenia, vznikajú pri spaľovaní pary zo spaľovaného plynu, ktoré filtre odsávačov pár nezachytávajú. Pôvodne odporúčaný výkon odsávačov pár 180 m³/h sa zvyšuje na dvojnásobok: 360 až 400 m³/h.

Prirodzeným vetraním cez okná vzniká často nekontrolovateľná výmena vzduchu v miestnosti, ktorá často prevyšuje jeho hygienicky požadované množstvo. S množstvom výmeny vzduchu sú spojené aj energetické straty, ktoré sú najčastejšie spôsobované dlhodobým vetraním pootvorenými oknami. Nárazové - krátkodobé intenzívne vetranie oknami je z hľadiska energetických strát výhodnejšie. V zimných mesiacoch okrem zvýšených tepelných strát by vyvolalo pocit chladu a mohlo by dôjsť na vnútorných stenách ku kondenzácii vodných pár. Odporúča sa vetrať ráno všetky miestnosti, podľa ročného obdobia 10 až 30 minút (v zime kratšiu dobu, napr. za mrazivého počasia len dve minúty, v lete dlhšie). Na obrázku 3.20 je znázornené základné prúdenie vzduchu pri prirodzenom vetraní pri rôznych parametroch.

Obr. 3.20 Základné obrazy prúdenia vzduchu pri prirodzenom vetraní a pri rôznych teplotných spádoch a rýchlostiach vzduchu



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Kridlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Úprava na subjekte

Je to najjednoduchší spôsob dosiahnutia pohody, a to zmenou tepelno-izolačných vlastností odevu, t.j. vyzlečením alebo oblečením dostatočného počtu odevných súčastí. Jeho možnosti sú však značne obmedzené – v lete nie je možné ísť pod spoločensky únosné medze a v zime zase príliš ťažký odev môže byť príčinou narušenia osobnej pohody.

3.1.9 Nízko emitujúce produkty

Cieľom je zníženie znečistenia vnútorného vzduchu výberom vhodných materiálov. Pre udelenie bodov sa posudzuje používanie materiálov (farby a nátery, lepidlá a tesniace materiály, materiály pre podlahy a izolácie), ktoré spĺňajú kritéria pre hodnotenie emisií VOC a formaldehydu.

Prchavé organické zlúčeniny (VOC) patria medzi významnú skupinu znečisťujúcich látok, ktoré negatívne ovplyvňujú kvalitu vnútorného vzduchu. Nedostatočnú kvalitu vnútorného vzduchu je možné eliminovať niekoľkými spôsobmi, ako je napr. odstránenie zdroja znečistenia, zvýšenie miery vetrania, zlepšenie distribúcie vzduchu a samotné čistenie vnútorného vzduchu. Prírodné vetranie je najjednoduchším riešením, ale nie je často vhodné kvôli počasiu, vonkajším podmienkam znečistenia a nadmernému hluku. Pravidelná výmena vzduchu zabezpečená prírodným vetraním niekedy nemusí byť efektívna. Najmä v prípadoch, kedy je vonkajší vzduch silne znečistený a zároveň mnoho znečisťujúcich látok sa neustále uvoľňuje aj z vnútorných zdrojov. Preto sa často využíva nútené vetranie, čím sa zabezpečí lepšia kvalita vnútorného vzduchu. Avšak v obidvoch prípadoch, so zvyšujúcou sa intenzitou vetrania dochádza ku zvýšeniu spotreby energie.

Teoreticky najlepší spôsob kontroly expozície celkovými VOC alebo jednotlivými VOC je vyhnúť sa produktom alebo činnostiam, ktoré produkujú vysoké koncentrácie VOC vo vnútornom prostredí. V prípade produktov, je potrebné vedieť, ktoré sa vyznačujú nižšími emisiami, a nepredstavujú zdravotné riziko. V iných prípadoch to môže byť pomerne jednoduchá úloha. Napríklad fajčenie cigariet je známym významným zdrojom VOC v interiéri, najmä benzénu. Obmedzenie fajčenia obmedzí expozíciu VOC z tohto zdroja. Emisie z farieb, rozpúšťadiel, benzínu môžu byť znížené uchovávaním týchto materiálov mimo obytných priestorov alebo v dobre vetraných priestoroch.

Výber produktov

Zamedzenie zvýšeniu úrovni celkových, respektíve jednotlivých VOC možno realizovať aj uvedomelým výberom produktov. Møhlave testoval koncentrácie v komore a emisné miery zo 42 bežne používaných stavebných materiálov. Lepiace a výplňové produkty, ako sú etylénvinylacetát alebo polyvinylacetát boli pozoruhodné z hľadiska celkových emisií VOC. V prípade podlahových krytín, guma a homogénne polyvinylchloridové výrobky majú najvyššie celkové emisie VOC. Výrazne menšie emisie sú z linolea, syntetických vlákien a mäkkých plastových podlahových krytín.

Ďalšou možnosťou je využitie nízko emisných materiálov a produktov. V súčasnej dobe existuje v Európe niekoľko značiek pre testované, nízko emitujúce materiály, napr. nemecká AgBB, Modrý Anjel, GUT, Emicode, dánska ICL, CESAT.

Nemecká AgBB schéma (Obr. 3.21) označovania produktov, ktorá vznikla v roku 2001 vyhodnocuje emisie VOC a SVOC zo stavebných produktov pri 3 a 28 dňoch. Okrem toho, najnižšie koncentrácie záujmových hodnôt (LCI) sú uvedené pre vybrané VOC a súčet koncentrácií rozdelených touto hodnotou by nemal presiahnuť 1. Schéma AgBB pre hodnotenie VOC emisií je tiež prijatá Európskou GUT značkou pre koberce od roku 2004. Avšak, pre TVOC a SVOC v porovnaní s AgBB sa používajú nižšie koncentračné kritéria. Zaujímavé je, že členovia GUT pokrývajú viac ako 80 % objemu európskej výroby kobercov.



Zdroj: <https://www.auro.de/en/about-AURO/certifications/agbb-dibt-certifications.php>

Schéma hodnotenia na základe environmentálnych a zdravotných charakteristík stavebných materiálov **CESAT** bola zavedená vo Francúzsku v roku 2003. Schéma je založená na environmentálnych vyhláseniach o produkte (EPD) pre environmentálne charakteristiky podľa NF P 01-010 a na konkrétnych kritériách týkajúcich sa zdravia pri použití produktu: emisie VOC a formaldehydu, emisie odoru (nepovinné), vhodnosť pre rast húb, vhodnosť pre rast baktérií (nepovinné), prírodné rádioaktívne emisie (iba v prípade príslušných výrobkov).

Systém **Emicode** nemeckých výrobcov lepidiel (GEV) pre lepidlá a súvisiaci materiál monitoruje látky s dokázanými karcinogénnymi účinkami alebo s podozrením na karcinogénne účinky a TVOC po 110 dňoch.

Schéma označovania vnútornej klímy **ICL** bola predstavená v roku 1995 ako jedna z prvých schém klasifikácie emisií s ohľadom na kvalitu vnútorného vzduchu. VOC emisie z produktov sú merané v klimatických komorách a prevedené na koncentrácie štandardnej miestnosti. Tie sú potom hodnotené s ohľadom na zmyslové podráždenie (očí a horných dýchacích ciest) a odor, teda na bežne sa vyskytujúce zdravotné problémy vo vnútornom prostredí budov.

Označovanie produktov značkou **Modrý anjel** bolo vytvorené v roku 1977 v Nemecku na podporu produktov s lepšími environmentálnymi a zdravotnými charakteristikami než konvenčné produkty. V súčasnosti zahŕňa 11 dokumentov kritérií (RAL-UZ) pre stavebné produkty, nábytok a elektronické zariadenia, ktoré obmedzujú emisie VOC a SVOC na základe meraní v testovacích komorách.

Rakúsku značku **Eco Label** (Obr. 3.22) udeľuje Spolkové ministerstvo poľnohospodárstva, lesníctva, životného prostredia a vodného hospodárstva. Je použiteľná pre rôzne skupiny výrobkov. Väčšina požiadaviek sa týka TVOC a malého počtu VOC parametrov po 28 dňoch v testovacej komore. V niektorých prípadoch sú ďalšie požiadavky kladené na špecifické látky po 24 hodinách.



Zdroj: <https://www.letri.com/jetons-moins/reduire-ses-dechets/gestes-et-alternatives/attachment/logo-ecolabel-europeen-alternatives-prevention/>

Cieľom finskej **Klasifikácie emisií zo stavebných materiálov** (Emission classification of building materials) (Obr. 3.23) vyvinutej v roku 1995 Fínskou spoločnosťou kvality vnútorného vzduchu a klímy (FISIAQ) je podporovať rozvoj a využívanie nízko emisných stavebných materiálov tak, že emisie materiálu nezvýšia požiadavky na vetranie. Klasifikácia uvádza požiadavky na materiály používané v bežných pracovných priestoroch a domácnostiach. Táto klasifikácia má tri emisné triedy M1, M2 a M3. Emisná trieda M1 zodpovedá najvyššej kvalite a emisná trieda M3 zahŕňa materiály s najvyššou mierou emisií. Klasifikované materiály musia spĺňať kritéria po 4 týždňoch pre emisie TVOC, formaldehydu, amoniaku, karcinogénne látky, odor a výrobky nesmú obsahovať kazeín. Na Slovensku sú produkty označované environmentálnou značkou **Environmentálne vhodný produkt**.

Obr. 3.23 Emission classification of building materials



Zdroj: <https://stylamblog.wordpress.com/2015/03/30/emission-classification-of-building-materials-general-instructions-for-the-valid-m1-symbol/>

Metóda bake-out

Zaujímavý prístup k znižovaniu úrovne VOC v novostavbách predstavuje použitie metódy bake-out. Pri tomto postupe sa neobsadená nová budova udržiava pri zvýšených teplotách a bežných vetracích podmienkach po určitú dobu. Je založená na tom, že ak sa zvýšia teploty, bude sa tlak pár zvyškových rozpúšťadiel zvyšovať, a v prípade, že sa tento stav udržiava dostatočne dlho, dôjde k vyčerpaniu rozpúšťadiel so zodpovedajúcim znížením emisií VOC. Účinnosť tejto metódy bola overená v San Franciscu v administratívnych budovách. V jednom prípade, boli úrovne TVOC znížené o 71 % po aplikovaní metódy bake-out pri 31 °C po dobu 72 hodín pri štyroch výmenách vzduchu za hodinu. V druhom prípade, pri teplotách od 29-32 °C po dobu 24 hodín s intenzitou výmeny vzduchu 1,59 za hodinu boli TVOC o 29 % nižšie. Avšak nevýhodou tejto metódy je možnosť uvoľnenia niektorých VOC, ktoré by sa za bežného stavu z materiálov neuvolňovali vôbec a nevýhodou môžu byť zvýšené finančné prostriedky, keďže je potrebné dosiahnuť vyššie teploty v budove na určitý čas (Obr. 3.24).

Obr. 3.24 Metóda bake-out



Zdroj: <https://www.mychemicalfreehouse.net/2019/05/mitigating-sealing-remediating.html>

Fotokatalytická oxidácia (PCO)

PCO je nákladovo efektívna metóda. Okrem toho vyžaduje nízku teplotu a tlak, a je vhodná pre oxidáciu širokého rozsahu znečisťujúcich látok. Vývoj aktívnych katalytických systémov je rozhodujúci pre túto technológiu. V súčasnej dobe je najobľúbenejším katalyzátorom TiO_2 , kvôli jeho hydrofilným vlastnostiam a schopnosti rozkladať celú radu anorganických a organických zlúčenín za prítomnosti UV žiarenia. Finálne produkty reakcií sú neškodné, CO_2 a H_2O a tiež nízke koncentrácie síranov a chloridov. Avšak bol zistený aj výskyt medziproduktov pri niektorých procesoch PCO. Napríklad butanal a kyselina 1-butánová boli medziprodukty 1-butanolu. Tiež acetaldehyd, kyselina octová, formaldehyd a kyselina mravčia boli zistenými medziproduktmi pri použití etanolu ako reaktantu. Táto metóda sa zdá byť perspektívna, avšak je efektívna len v prípade, ak sú koncentrácie VOC na vysokej úrovni. Taktiež problémom je potom odstránenie uvedených škodlivých vedľajších produktov pri použití tejto metódy.

Aktivované uhlíkové vlákna (ACF)

Adsorpčný proces je jedným z najviac efektívnych a najbezpečnejších procesov na odstránenie VOC z vnútorného vzduchu. Filtre z aktívnych uhlíkových vlákien (obrázok 3.25) sú perspektívnou technológiou na tento účel, kvôli ich regeneračným vlastnostiam. ACF sú všeobecne z umelého hodvábu (rayon), polyakrylonitrilu (PAN) alebo fenolovej živice. Vlákna sú tkané do tkaniny a potom sa aktivujú v pare alebo CO_2 pri vysokých teplotách (napr. $800\text{ }^\circ\text{C}$). Úzke póry prispievajú k veľkej adsorpčnej kapacite ACF. Taktiež majú veľkú povrchovú plochu, ktorá sa pohybuje od 1000 do $2400\text{ m}^2/\text{g}$, s typickou hodnotou $1800\text{ m}^2/\text{g}$. Štúdie ukázali, že ACF filtre sú veľmi dobré VOC adsorbéry, ktoré ukazujú zlepšený výkon vo vzťahu ku granulovanému aktívnemu uhlíu, zeolitom a silikagélom za rovnakých prevádzkových podmienok. Hoci filtre s aktívnym uhlím môžu odstrániť široký rozsah VOC z vnútorného vzduchu, je ich schopnosť pohlcovať formaldehyd pomerne nízka (cca 20 %). Ale zistilo sa, že s použitím dvojitej vrstvy ACF tkaniny je možné zvýšiť účinnosť až na 40 %.

Obr. 3.25 Filtre z aktivovaných uhlíkových vlákien

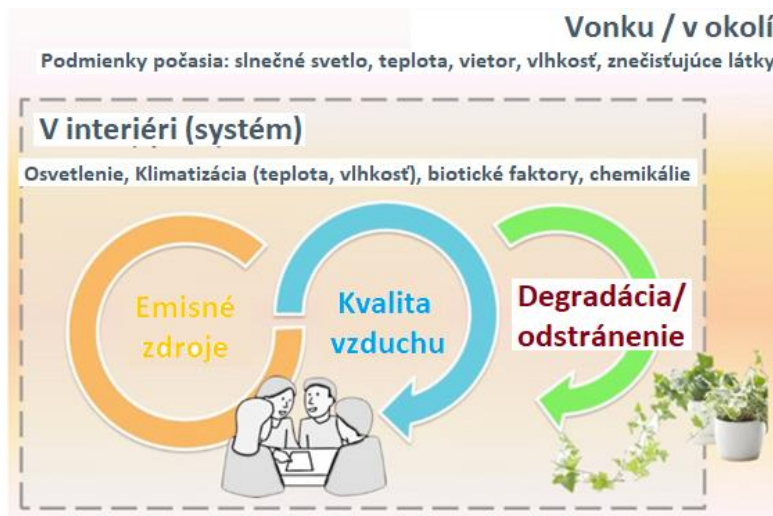


Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Biologické opatrenia na zvýšenie kvality vzduchu

Ako je znázornené na obrázku 3.26, v kvalite vnútorného ovzdušia dominujú mnohé dynamické procesy vrátane výmeny vzduchu, ľudských aktivít a znečisťujúcich látok prenášaných v budove počasím a obyvateľmi budovy. Ľudia si zvyčajne všimnú nepríjemné príznaky alebo ochorenie po niekoľkých hodinách práce a po niekoľkých dňoch opustenia budovy sa cítia lepšie. Čas, ktorý v budove strávia, súvisí s účinkami na zdravie. Vo väčšine prípadov však nemožno identifikovať konkrétne patogény alebo príčiny. Preto musí dobre definovaná experimentálna platforma, ktorá charakterizuje hlavné komponenty, distribúcie, hranice, výmennú rýchlosť a zaťaženie medzi systémom a okolím. Na kvalitu vnútorného ovzdušia má podstatný vplyv infiltrácia do budovy hlavne ventilačným systémom a v menšej miere oknami alebo trhlinami.

Obr. 3.26 Rámec schematickeho hodnotenia kvality vnútorneho ovzdušia vrátane série dynamických životných cyklov chemikálií, biologických aktivít, ako aj fyzikálnych faktorov a výmeny s vonkajším vzduchom (okolím)



Zdroj: <https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798/>

Zahraničné štúdie ukázali, že okrasné rastliny, napr. Hedera helix (Obr 3.27) majú schopnosť odstraňovať škodlivé VOC z vnútorneho vzduchu. V štúdiu podporovanej Národným úradom pre letectvo a kozmonautiku (NASA) Wolverton a ďalší spoluautori zistili, že niektoré rastliny by mohli odstrániť formaldehyd pri koncentráciách 19 000 - 46 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na úroveň nižšiu ako 2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za 24 hodín. Podobné štúdie boli vykonané s benzénom a trichlóretylénom pri viac relevantných koncentráciách 325 - 2190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Taktiež zistili, že kapacita izbových rastlín čistiť vzduch môže byť zlepšená exponenciálne zvýšením cirkulácie vzduchu ku koreňom rastliny, kde symbiotické mikroorganizmy môžu napomôcť k tomuto procesu. Pri výskume Orwell a kol. v roku 2004 sa zistilo, že za odstránenie benzénu v uzavretej komore boli hlavne zodpovedné mikroorganizmy rastlinnej rhizosféry. Tarran a kol. v roku 2007 zistili, že rastliny môžu spoľahlivo znížiť TVOC v ich laboratórnych (9 druhov) a terénnych štúdiách (60 kancelárií). Zistilo sa, že 3 rastliny v reálnej kancelárii s priemernou plochou 13 m^2 (objem 32,5 m^3) boli viac než dostatočné k obmedzeniu TVOC až o viac ako 75 % s alebo bez klimatizácie. Avšak, štúdie ukázali, že hlavne mikroorganizmy v koreňovej zóne rastlín spôsobujú odstránenie VOC.

Obr. 3.27 Hedera helix



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Křídlová Burdová, Ludmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Na odstránenie choroboplodných zárodkov a toxínov môžu slúžiť aj ďalšie izbové rastliny, napríklad **Potosovec zlatý** (*Epipremnum aureum*), ktorý sa inak nazýva pothos alebo zlatý pothos. Je to ľahko pestovateľná izbová rastlina, ktorá bude bojovať proti bežným toxínom pre domácnosť. Dodá okamžitú farbu každej miestnosti s kaskádovými úponkami a dobre rastie vo vode, kvetináčoch a závesných košoch (Obr. 3.28).

Obr. 3.28 *Epipremnum aureum*



Zdroj: <https://hortology.co.uk/products/epipremnum-aureum-golden-pothos>

Medzi ďalšie izbové rastliny, ktoré odstraňujú formaldehyd a xylén patrí **Datľovník laoský** (*Phoenix Roebelenii*). Je to najnenáročnejší druh palmy vhodný na vnútorné pestovanie. Rastie pomerne ľahko v čiastočnom tieni (Obr. 3.29).

Obr. 3.29 *Phoenix Roebelenii*



Zdroj: <https://www.palmcentre.co.uk/phoenix-roebelenii>

Lopatkovec, tiež známy ako *Spathiphyllum*, je nenáročnou rastlinou, ktorá odstraňuje toxíny ako benzén, oxid uhľnatý, formaldehyd, trichlóretylén, xylén. Jej lesklé zelené listy sú dokonalým doplnkom každej miestnosti, najmä tých, kde je slabé svetlo (Obr. 3.30).

Obr. 3.30 Spathiphyllum



Zdroj: <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

Figovník kaučukový (*Ficus elastic*) je vždy zelený strom pochádzajú z Indie (Obr. 3.31). Sú to veľmi odolné rastliny, ktoré milujú jasné, filtrované svetlo a v lete zalievanie každý týždeň a v zime zalievanie každý týždeň. Odstránené toxíny: xylén, benzén, formaldehyd a trichlóretylén.

Obr. 3.31 Ficus elastic



Zdroj: <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

Palmy Areca (*Chrysalidocarpus lutescens*) sú skvelé do väčších priestorov (Obr.3.32). Sú elektrárňou, pokiaľ ide o elimináciu toxínov, a sú dokonca netoxické pre psy aj mačky. Odstránené toxíny: benzén, oxid uhoľnatý, formaldehyd, trichlóretylén, xylén.

Obr. 3.32 Chrysalidocarpus lutescens



Zdroj: <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

Ak je vedený znečistený vzduch do koreňového systému rastlín a degradovaný mikroorganizmami, kapacita odstránenia môže byť zlepšená viac než iba účinkom listových častí rastlín. K odstráneniu škodlivín prispievajú aj ďalšie parametre, napr. vlhkosť, či hydrofóbnosť vybranej biomasy. Výhodou tejto technológie je, že vedľajšie produkty biodegradácie sú neškodné. V tabuľke 3.1 je uvedený zoznam aj ďalších rastlín vhodných pre odstraňovanie jednotlivých polutantov s ich potenciálom pre odstránenie niektorých VOC.

Tab. 3.1 Účinnosť odstránenia VOC rôznymi druhmi rastlín

Rastlina	Účinnosť odstránenia VOC [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$]					
	Benzén	Toluén	Oktán	Trichlóretylén	α -pinén	Celkom
Hemigraphis alternata	5,54±0,29	9,63±0,94	5,58±0,68	11,1±0,99	12,2±1,61	44,0±2,98
Hedera helix	3,63±0,33	8,25±0,64	5,10±0,49	8,07±0,77	13,3±0,95	38,3±3,17
Tradescantia pallida	3,86±0,58	9,10±1,12	2,76±1,08	7,95±1,20	10,5±1,78	34,1±5,52
Asparagus densiflorus	2,65±0,24	7,44±0,28	3,76±0,64	6,69±0,49	11,4±0,78	31,9±2,40
Hoya carnosa	2,21±0,21	5,81±0,67	3,80±0,62	5,79±0,75	8,48±1,17	26,1±3,40
Ficus benjamina	1,66±0,07	5,06±0,19	3,98±0,19	4,74±0,15	4,68±0,40	24,1±0,86
Polyscias fruticosa	1,53±0,08	4,29±0,04	3,43±0,08	3,98±0,16	8,30±0,12	21,5±0,42
Frtotia argroneuro	2,74±0,28	5,09±0,23	1,77±0,25	6,15±0,36	4,30±0,39	20,1±1,46

Techniky čistenia vzduchu s nízkou spotrebou energie a ekologickými vlastnosťami sú modernými trendmi. Prchavé hladiny HCHO možno znížiť pomocou rastlín v kvetináčoch, ktoré poskytujú ďalšie ozdobné prvky. Experimentálne výsledky ukazujú, že Hedera helix redukuje 70 % požadovaného času na dosiahnutie 0,5 ppm plynného HCHO v porovnaní s prirodzeným rozptýlením. Črepníková rastlina Hedera helix môže tiež odstraňovať zvyšky HCHO z prostredia, a tým zlepšovať kvalitu vnútorného vzduchu.

Environmentálne označovanie

UL GREENGUARD Certification Program je certifikačný program GREENGUARD, ktorý vyhovuje najprísnejším svetovým štandardom chemických emisií tretích strán, ktoré pomáhajú znižovať znečistenie vnútorného ovzdušia a riziko chemickej expozície a zároveň napomáhajú vytváranie zdravšieho vnútorného prostredia.

Certifikačný program UL GREENGUARD stanovil testovacie metódy a emisné limity pre tieto skupiny výrobkov:

- stavebné materiály, nábytok a bytové zariadenie,
- elektronické zariadenie,
- čistiace a údržbové prostriedky,
- lekárske prístroje na dýchanie plynových ciest.

Pre stavebné výrobky a bytové zariadenie existujú dve úrovne certifikácie: GREENGUARD Certification a GREENGUARD Gold Certification. Všetky certifikované výrobky podliehajú kontrole výrobného procesu a bežnému testovaniu, aby sa zaistil minimálny vplyv na vnútorné prostredie (Obr. 3.33).

Obr. 3.33 UL GREENGUARD Certification Program



Zdroj: <https://www.ul.com/resources/ul-greenguard-certification-program>

eco-INSTITUT-Label je spoľahlivá značka kvality pre výrobky, ktoré spĺňajú najprísnejšie požiadavky na znečisťujúce látky a emisie podľa najnovších poznatkov medzinárodného výskumu a vedy (Obr. 3.34).

Obr. 3.34 eco-INSTITUT-Label



Zdroj: <https://www.eco-institut.de/en/dienstleistungen/certification/>

E1 Certification standard je certifikačný systém z Južnej Afriky (Obr. 3.35).

Obr. 3.35 E1 Certification standard



Zdroj: <https://sonaearauco.co.za/e1-certification-should-you-be-worried-about-formaldehyde/>

M1 Emission Classification of Building Materials (Obr. 3.36) je emisná klasifikácia stavebných materiálov (M1). Cieľom tejto klasifikácie je podporiť vývoj a použitie stavebných materiálov s nízkymi emisiami tak, aby emisie materiálov nezvyšovali potrebu vetrania. Klasifikácia predstavuje požiadavky na materiály používané v bežných pracovných priestoroch a rezidenciách. Pre vzduchotechnické komponenty existuje samostatná klasifikácia čistoty vzduchotechnických komponentov.

Obr. 3.36 M1 Emission Classification of Building Materials



Zdroj: <http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/m1-emission-classification-of-building-materials>

Gut carpets tested for a better living environment (Obr. 3.37) - cieľom GUT je neustále zlepšovať všetky aspekty ochrany životného prostredia a spotrebiteľa počas celého životného cyklu textilnej podlahovej krytiny (od výroby cez inštaláciu, po fázu používania a recykláciu). Európsky kobercový priemysel priniesol revolúciu v environmentálnych normách pre podlahový priemysel, a to vytvorením GUT a neustálym zlepšovaním environmentálnych cieľov GUT. V spolupráci s úradne uznávanými európskymi testovacími domami sú registrované výrobky pravidelne kontrolované na základe testovacích kritérií GUT.

GUT ďalej propaguje ekologické riešenia pre inštaláciu kobercov a poskytuje objektívne informácie o všetkých aspektoch kobercov. Intenzívne testovanie výrobkov na chemikálie a emisie je základom pre zaistenie bezpečnosti spotrebiteľov.

Obr. 3.37 Gut carpets tested for a better living environment

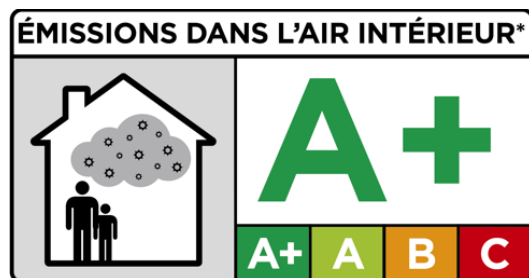


Zdroj: http://www.pro-dis.info/about_gut.html

Emissions dans l'air interieur (Obr. 3.38) - štítok „Emisie do vnútorného ovzdušia“ obsahuje piktogram sprevádzaný písmenom vo veľkom formáte. Toto písmeno označuje úroveň emisie produktu z prchavých znečisťujúcich látok vo vzduchu v miestnosti: hodnotenie sa pohybuje od „A +“ (produkt emituje veľmi málo alebo vôbec) po „C“.

Štítok „C“ označuje, že výrobok je jedným z najemisnejších vo svojej kategórii, nezakazuje však jeho sprístupnenie na trhu. Ďalej je uvedená stupnica triedy, ktorá obsahuje ľahko pochopiteľné farebné kódy a umožňuje umiestnenie produktu z hľadiska jeho výkonu. Spotrebiteľia tak majú transparentné informácie, ktoré môžu predstavovať nové výberové kritérium. Verejní obstarávatelia (najmä spoločnosti) môžu tiež zohľadniť kvalitu vnútorného ovzdušia ako kritérium vo svojich výzvach na predkladanie ponúk na výstavbu alebo renováciu budov.

Obr. 3.38 Emissions dans l'air interieur



Zdroj: <http://www.snfores.fr/reglementations/etiquetage-en-emission/>

Blue Angel (Obr. 3.39) je environmentálnou značkou nemeckej spolkovej vlády od roku 1978. Modrý anjel stanovuje vysoké štandardy v oblasti ekologického dizajnu výrobkov a za posledných 40 rokov sa osvedčil ako spoľahlivý sprievodca udržateľnejšou spotrebou.

Obr. 3.39 Blue Angel



Zdroj: <https://www.blauer-engel.de/en>

Gev-emicode (Obr. 3.40) je klasifikačný systém EMICODE®, ktorý umožňuje spotrebiteľom a remeselníkom porovnávať a hodnotiť emisné charakteristiky podlahových inštalácií a stavebných výrobkov. Zároveň to možno považovať za stimul k ďalšiemu zlepšovaniu týchto výrobkov. Medzitým sa tento klasifikačný systém chránený ochrannou známkou stal jedným z najdôležitejších štandardov kvality pre širokú škálu skupín výrobkov - v národnom aj medzinárodnom meradle. Od predstavenia EMICODE® v roku 1997 získalo značku EMICODE® viac ako 5 000 výrobkov z celého sveta. Poskytuje spotrebiteľom, remeselníkom a architektom návod, ako sa rozhodnúť, ktoré materiály poskytujú maximálnu bezpečnosť pred znečistením vnútorného ovzdušia, zaručujú optimálnu ochranu zdravia a vysokú ekologickú kompatibilitu.



Zdroj: <https://www.emicode.com/en/home/>

3.2 Hygienické predpisy pre vnútorné prostredie budov

Každý z nás má právo na zdravé životné a pracovné podmienky. Keďže väčšinu svojho času (až 90 %) trávime priamo vo vnútornom/architektonickom prostredí budov, je dôležité zabezpečiť takú kvalitu vnútorného prostredia, aby nebolo ohrozené zdravie, znížená pracovná výkonnosť a komfort užívateľov budov. Základné požiadavky na ochranu zdravia sú ustanovené zákonom č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Vnútorné prostredie budov musí spĺňať požiadavky na tepelno-vlhkostnú mikroklimu, vetranie a vykurovanie, požiadavky na osvetlenie, preslnenie a na iné druhy optického žiarenia. Primárnou požiadavkou je taktiež zabezpečenie kvality vnútorného vzduchu tak, aby nepredstavovalo riziko pre užívateľov budov v dôsledku prítomnosti fyzikálnych, chemických, biologických a iných zdraviu škodlivých faktorov a nebolo organolepticky zmenené.

3.2.1 STN 73 4301 Budovy na bývanie

STN 73 4301 Budovy na bývanie definuje hygienické požiadavky, environmentálne požiadavky na vnútorné prostredie a fyzikálno-technické požiadavky na budovy na bývanie a ich stavebné konštrukcie.

Preslnenie a osvetlenie

Všetky byty sa musia navrhovať tak, aby boli preslnené. Byt je preslnený vtedy, ak súčasť podlahových plôch jeho preslnených obytných miestností sa rovná najmenej jednej tretine obytnej plochy bytu. Do súčtu plôch z jednej strany preslnených miestností, ani do súčtu plôch všetkých obytných plôch bytu sa na tento cieľ nezapočítavajú časti plôch obytných miestností ležiace za hranicou hĺbky miestnosti, ktorá sa rovná 2,3 násobku jej výšky.

Obytná miestnosť je preslnená ak:

- pôdorysný uhol slnečných lúčov s rovinou vnútorného zasklenia zvislého osvetľovacieho otvoru je najmenej 25 °, resp. uhol vymedzený slnečnými lúčmi a kolmicou na rovinu iného ako zvislého zasklenia je menší ako 70 °;
- priame slnečné žiarenie vniká do miestnosti osvetľovacím otvorom alebo otvorami, ktorých celková plocha vypočítaná zo skladobných rozmerov je najmenej desatina podlahovej plochy miestnosti; najmenší skladobný rozmer osvetľovacieho otvoru musí byť aspoň 900 mm s výnimkou strešných okien so sklonom väčším ako 15 ° od zvislice, v tom prípade musí byť aspoň 750 mm;
- priame slnečné žiarenie dopadá na bod v rovine vnútorného zasklenia vo výške 300 mm nad stredom spodnej hrany osvetľovacieho otvoru, ale najmenej 1200 mm nad úrovňou podlahy miestnosti;

- d) čas preslneňa (pri zanedbaní oblačnosti) je od 1. marca do 13. októbra najmenej 1,5 hodiny denne pri výške slnka nad horizontom väčšej ako 5 °. V bytoch, ktoré majú dve a viac obytných miestností má byť 3-hodinové preslneňie aspoň jednej obytnej miestnosti. Ak je pred obytňou miestnosťou alebo nad ňou čiastočnej alebo úplne otvorený tieniaci priestor (napríklad balkón, lodžia), stačí dodržať požadovaný čas pre kritický deň 1. marca.

V historických častiach sídelných útvarov v osobitne odôvodnených prípadoch (stavebné úpravy, výstavba v prielukách) musí byť čas preslneňa bytov aspoň 1 hodina.

Ustanovenia o preslneňí budov na bývanie nezaručujú preslneňie bytov aj v zimnom období. Budovy na bývanie sa majú riešiť tak, aby čo najviac bytov v budove malo celoročné preslneňie. Osvetľovacie otvory preslneňých obytných miestností a kuchýň majú byť vybavené zariadeniami, ktoré umožňujú účinne regulovať prenikanie slnečného žiarenia do interiéru. Odporúča sa, aby oprávnené inštitúcie príslušného sídelného útvaru vymedzili jeho historickú časť, v ktorej je možné uplatňovať čas preslneňa 1 hodiny.

Na posúdenie času preslneňa budov na bývanie sa používa jednotná zemepisná severná šírka 49 ° pre celé územie Slovenskej republiky. Čas preslneňa sa určuje v pravom slnečnom čase. Orientáciu situácie a orientáciu objektov na svetové strany je pri posudzovaní času preslneňa potrebné preukázať spoľahlivými podkladmi.

Ojedinelé tieniace prekážky, ktorých vodorovné uhlové rozovretie vynesené z kontrolných bodov je menšie ako 1°, sa v hodnotení času preslneňa nezohľadňujú. Kvalita a kvantita osvetlenia majú byť vo všetkých priestoroch obytného domu dostatočné, aby umožnili obyvateľom vykonávať domáce aktivity vyžadujúce vizuálne vnímanie bezpečne, efektívne, pohodlne a zdravotne vyhovujúcim spôsobom.

Požiadavky na navrhovanie a posudzovanie umelého osvetlenia priestorov obytných budov stanovujú STN 36 0450, STN 36 0452 a STN 12665.

Obytné miestnosti, obytné kuchyne a pracovné priestory v budovách na bývanie musia mať denné osvetlenie a vizuálne spojenie s vonkajším priestorom osvetľovacími otvormi pri splnení nasledujúcich kritérií:

- najmenšia podlahová plocha je 8 m²; ak tvorí byt jediná obytná miestnosť, musí mať podlahovú plochu najmenej 16 m²;
- má priame denné osvetlenie;
- má priame alebo dostatočné účinné nepriame vetrania;
- má dostatočnú tepelnú a akustickú ochranu stavebných konštrukcií.

Priame denné osvetlenie musia mať všetky obytné miestnosti, vrátane kuchyne s podlahovou plochou väčšou ako 12 m². Priestory na varenie s podlahovou plochou nad 8 m² sa majú priamo vetrať a osvetľovať oknami, musia však mať zabezpečené účinné vetranie a vyhovujúce umelé osvetlenie.

Vetranie

Všetky priestory budov na bývanie sa musia vetrať. Účinné vetranie musí zabezpečiť výmenu vzduchu v priestore minimálne na takú kvalitu vzduchu, ktorá zodpovedá limitným hodnotám teploty, vlhkosti, obsahu aerosólov a škodlivín alebo obťažujúcich látok.

Systém vetrania bytu musí zabezpečiť dostatočnú kvalitu vnútorného vzduchu. Za minimálne vetranie obytnej časti bytu sa považuje priemerná 0,5 násobná výmena vzduchu za hodinu, pričom sa musí zabezpečiť trvalý prívod čerstvého vzduchu a odvod vzduchu. Zároveň sa považuje výmena najmenej 15 m³ čerstvého vzduchu za hodinu na jednu prítomnú osobu.

V prípade vzniku škodlivín (napríklad fajčenie, vykurovanie, varenie, kúpanie) musí systém vetrania umožniť ďalšie zvýšenie intenzity výmeny vzduchu v jednotlivých miestnostiach budov na bývanie.

Priestory bytu sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

Na spoločný vetrací prieduch nesmú byť napojené:

- a) priestor na varenie a priestor, v ktorom je záchodová misa alebo priestor na osobnú hygienu;
- b) priestory rôznych bytov v tom istom podlaží;
- c) priestory na uskladnenie potravín.

Vetracie prieduchy sa môžu pri samoťažnom vetraní napájať do zberného prieduchu až v ďalšom vyššie položenom podlaží. Do vetracieho prieduchu sa nesmie umiestniť žiadne inštaláčne vedenie.

Priestory domového vybavenia a priestory bytov sa nesmú napájať do spoločného vetracieho prieduchu. Priestor so záchodovou misou v domovom vybavení s núteným vetraním je možné napojiť do zberného prieduchu na nútené vetranie podobných miestností pri dodržaní, že sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

Domové komunikácie, z ktorých sa vstupuje do bytov, sa musia vetrať aspoň prieduchom pri dodržaní, že sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

V priestoroch so záchodovou misou a kúpeľniach sa odporúča riešiť nútené vetranie.

Komory na uloženie občas používaných predmetov, priestory na ukladanie bicyklov, na skladovanie paliva, domový sklad a upratovacia komora sa musia trvalo a účinne vetrať, aspoň nepriamo pri dodržaní, že sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

Odvedenie možných zdrojov znečistenia ovzdušia umiestnených v bytoch (napr. vykurovacie kotly) alebo v priestoroch nebytovej časti polyfunkčných domov musí byť zabezpečené tak, aby neohrozovalo zdravotnú neškodnosť ani pohodu vnútorného prostredia v bytoch, prednostne nad strechu objektu.

Konštrukcie prieduchov, vetracích a inštaláčnych šacht musia zabraňovať prieniku odvádzaných splodín a pachov do vnútorných priestorov na bývanie a musia vyhovovať podmienkam požiarnej bezpečnosti.

Priestor nad sporákom musí byť vybavený lapačom splodín varenia s účinným odťahom.

Tepelno-technické požiadavky

Tepelné a vlhkosťné parametre vnútorného prostredia v bytoch musia spĺňať podmienky na tepelnú pohodu a regeneráciu fyzických a duševných síl osôb, ktoré vnútorné prostredie užívajú.

Z hľadiska hygieny a potreby tepla na vykurovanie sa stavebné konštrukcie a priestory budov na bývanie navrhujú a posudzujú podľa STN 73 0540-2 až 4.

Akustické požiadavky

Budovy (vrátane ich častí) aj v nich inštalované technické zariadenia (okná, dvere, steny, stropy, kotly, komínové prieduchy, vetracie zariadenia, výťahy, vodovodné inštalácie a pod.) musia byť umiestnené a upravené tak, aby sa šírenie hluku a vibrácií do obytných priestorov obmedzilo na najmenšiu možnú mieru. Podrobnosti určuje osobitný predpis.

Požiadavky na zvukovoizolačné vlastnosti konštrukcií a spôsob ochrany proti hluku stanovuje STN EN ISO 717-1, STN EN ISO 717-2 a STN 73 0532.

Ostatné požiadavky

Pri navrhovaní budov na bývanie sa nesmú použiť materiály, ktoré preukázateľne nepriaznivo ovplyvňujú vnútorné prostredie únikom škodlivín nad prípustnú mieru (napríklad rozpúšťadla, formaldehyd, azbest, radón). Zloženie a štruktúra materiálov nesmú umožňovať hromadenie vlhkosti v ich hmote alebo na povrchu a podporovať rast plesní a iných mikroorganizmov alebo vznik porúch konštrukcií.

Požiadavky na reguláciu expozície obyvateľstva ionizujúcim žiarením (limitmi hmotnostnej aktivity Ra226 v stavebnom materiáli a limitmi obsahu radónu v stavbách) stanovuje osobitný predpis.

Negatívne účinky budov na bývanie a ich zariadení na životné prostredie (škodlivé exhaláty, prach, zápach, a pod.) je potrebné obmedziť na prijateľnú mieru.

3.2.2 STN EN 16798-1 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 1: Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika, Modul M1-6

Táto norma je aktualizáciou normy STN EN 15251: 2007 z roku 2019, ktorá špecifikuje hlavne požiadavky na parametre vnútorného prostredia pre tepelné prostredie, kvalitu vnútorného vzduchu, osvetlenie a akustiku a špecifikuje, ako ustanoviť tieto parametre pre návrh systému budovy a výpočty energetickej hospodárnosti. Je európskym štandardom pokrývajúcim obytné aj neobytné budovy. Celkovým cieľom je medzinárodná harmonizácia metodiky hodnotenia energetickej hospodárnosti budov na základe mandátu udeleného Európskej komisii CEN, ktorý sa nazýva „prepracované normy EPBD“ alebo len normy EPB. Táto európska norma obsahuje konštrukčné kritériá pre miestne faktory tepelného nepohodlia, asymetriu sálavej teploty, vertikálne teplotné rozdiely vzduchu a teplotu povrchu podlahy. Táto európska norma je použiteľná tam, kde kritériá pre vnútorné prostredie určuje obsadenosť priestoru a kde výroba alebo proces nemá zásadný vplyv na vnútorné prostredie. Táto európska norma tiež špecifikuje plány obsadenosti, ktoré sa majú použiť pri štandardných energetických výpočtoch, a ako sa dajú použiť rôzne kategórie kritérií pre vnútorné prostredie.

Rozsah normy EN 16798 pokrýva špecifické požiadavky na parametre vnútorného prostredia vrátane kvality vnútorného ovzdušia, akustiky a osvetlenia, pokiaľ ide o projektovanie budov. Táto správa je novšou verziou široko akreditovanej normy EN 15251 publikovanej v roku 2007, ale rozdeľuje normy na dve časti (normatívna časť 1 a technická časť 2) a v prílohe obsahuje novú časť, ktorá zohľadňuje faktory denného svetla a predpokladané plány užívateľov budov.

Kritériá tepelného prostredia

Kritérium je založené na indexoch tepelnej pohody PMV a PPD s použitím typických úrovní aktivity a izolácie odevu. Môže sa tiež použiť prevádzková teplota, ale indexy PMV a PPD môžu priamo brať do úvahy vplyv zvýšenej rýchlosti vzduchu a tiež brať do úvahy lokálne kritériá nepohodlia, ako je prievan a rôzne teplotné asymetrie v danom priestore.

Kritériá kvality vnútorného ovzdušia

Kvalita vnútorného vzduchu je špecifikovaná tak, aby bola regulovaná buď riadením zdroja, vetraním alebo filtráciou/čistením vzduchu. Kontrola zdrojov alebo kontrola emisií iných ako ľudských znečisťujúcich látok je hlavnou stratégiou na udržanie prijateľnej kvality ovzdušia a predpokladá, že znečisťujúce látky sú v každom časovom období konštantné (konštantná rýchlosť prúdenia vzduchu).

Kritériá vlhkosti

Kritériá vlhkosti závisia od požiadaviek na tepelnú pohodu a kvalitu vnútorného vzduchu. Napríklad špeciálne budovy (múzeá, kostoly, čisté lekárske miestnosti, dátové centrá) môžu mať tiež ďalšie požiadavky na vlhkosť, ako je napríklad zvlhčovanie a odvlhčovanie.

Kritériá osvetlenia

Kritériá osvetlenia sa vyberajú na základe úloh a aktivít plánovaných pre danú budovu. Napríklad existujú rozdiely v podmienkach pohodlného osvetlenia obytných a neobytných budov. Toto musí brať do úvahy aj tepelné zaťaženie zvoleného systému osvetlenia a okná by sa mali považovať za hlavný zdroj svetla pre denné osvetlenie.

Kritériá hluku

Hluk sa berie do úvahy vo vzťahu ku konštrukcii ventilačného systému, kde sa hluk hodnotí pomocou ekvivalentnej hladiny akustického tlaku váženého A. Norma tiež uvádza, že hluk z mechanických ventilačných systémov je možné použiť na maskovanie iných zdrojov zvuku, napríklad rušnej ulice, a na zlepšenie akustického súkromia týmto spôsobom. V časti 6 sa uzatvárajú vstupné parametre návrhu, časť 7 normy špecifikuje parametre energetických výpočtov v závislosti od návrhu budovy a jej navrhovaného účelu.

Parametre vnútorného prostredia pre energetické výpočty

Aby bola dodržaná norma, musia byť dodržané kritériá energetického výpočtu, ktoré sú špecifikované a zdokumentované v prílohe EN 16798 v závislosti od konštrukčného riešenia budovy. Pretože návrhy a účely budov sa môžu drasticky meniť, je potrebné venovať osobitnú pozornosť prispôbeným vykurovacím, chladiacim a ventilačným systémom. Energetické výpočty je možné vykonávať na sezónnom, mesačnom alebo hodinovom základe. EN 16798 ďalej poskytuje podrobnú technickú prílohu normatívnych tabuliek poskytujúcich národné odporúčané kritériá pre vnútorné prostredie, ako aj informatívne predvolené kritériá pre vnútorné prostredie. EN 16798 uznáva ďalšie dôležité stavebné normy, ale zameriava sa na hodnotenie energetickej hospodárnosti v budove, a nie na tepelnú pohodu obyvateľov. V tabuľke 3.2 sú uvedené príklady kritérií podľa STN EN 16798-1:2019, a to príklady hodnôt pre bytové budovy, konkrétne pre spálne.

Tab. 3.2 Bytové budovy (spálne)

Parameter	kategória			Poznámka
	I	II	III	
Teplota v zimnom období	21-25 °C	20-25 °C	18-25 °C	Toto sú prevádzkové teploty, za predpokladu clo hodnoty 0,5 v lete a 1,0 v zime, pri dosiahnutej úrovni aktivity 1,2
Teplota v letnom období	23,5-25,5 °C	23-26 °C	22-27 °C	Ďalej sú definované aj adaptívne (menej prísne) horné teplotné limity
Maximálna úroveň CO ₂ (delta CO ₂ koncentrácia)	380	550	950	Toto sú prípustné hladiny ppm nad úrovňami vonku
Minimálny stupeň osvetlenia E _m		500 lx		Hodnoty sú v súlade s EN 12464-1
Maximálna hladina akustického tlaku váhového filtra (A)	25 dB	30 dB	35 dB	

3.3 Posudzovanie kvality vnútorného prostredia budov

Úroveň expozície užívateľov neprijateľnou kvalitou prostredia v budovách závisí od zabudovaných stavebných materiálov a konštrukcií, od systémov techniky prostredia a stavu okolitého vonkajšieho prostredia. Miera ich pôsobenia sa mení v závislosti od typu škodlivín a charakteru ich zdrojov. Budovy na jednej strane eliminujú expozíciu užívateľov škodlivinami z vonkajšieho prostredia, na druhej strane sú však zdrojom znečistenia vnútorného prostredia. Stavebné materiály s danou intenzitou uvoľňovania prchavých organických látok, ako aj činnosť užívateľov a prevádzka systémov techniky ovplyvňujú výslednú kvalitu prostredia v budovách. Nevhodné dispozičné riešenia obmedzujú rozptyl a distribúciu škodlivín z vnútorných zdrojov. Vnútorné prostredie budov možno charakterizovať z hľadiska fyzikálneho, chemického a biologického.

Zabezpečenie prijateľnej kvality vnútorného vzduchu sa spája s analýzou chemického zloženia vnútorného vzduchu a tuhých zložiek, ktoré môžu negatívne vplývať na zdravie užívateľov budov. Kvalita vzduchu v budovách závisí od

rozličných faktorov, ako je koncentrácia jednotlivých škodlivín, priestorové rozloženie a ich interakčné pôsobenie. Určujúcim činiteľom je však koncentrácia, miera vetrania, chemické reakcie škodlivín a vzduch ako médium ich prenosu.

K prioritám v systéme zabezpečenia kvality vnútorného prostredia budov patrí určenie stratégie riadeného vetrania. Zabezpečenie dostatočného a účelného vetrania budov získava v poslednom období dominantné postavenie v rámci komplexného návrhu budov. Vetraním sa zabezpečuje dostatočné množstvo čerstvého vzduchu, zníženie koncentrácie škodlivín na úroveň, ktorá negatívne neovplyvňuje zdravie užívateľov, t. j. pod ich limitné hodnoty, a zabezpečuje sa minimálny výskyt ódorových látok vo vnútornom prostredí, a často aj odvod odpadového tepla.

Navrhnuté riešenie výmeny vzduchu má byť nielen energeticky efektívne, ale aj efektívne vo vzťahu k zdraviu užívateľov a ich komfortu. Nadmerné vetranie spôsobuje energetické straty, a naopak, nedostatočné vetranie má za následok nevyhovujúcu kvalitu vnútorného vzduchu. V tomto zmysle treba zabezpečiť vyváženosť a rovnováhu s možnosťou regulácie vo vzťahu k miere a spôsobu užívania vetraného priestoru, tepelno-vlhkostným podmienkam a k miere výskytu škodlivín v danom prostredí.

Hodnotiace nástroje boli vyvinuté predovšetkým na posúdenie alebo meranie špecifických aspektov budov s cieľom prispievania k udržateľnosti. Oblasť kvality vnútorného prostredia budov patrí medzi tie oblasti, ktoré sa hodnotia vo všetkých systémoch komplexného environmentálneho hodnotenia budov. Keďže každý z nás trávi väčšinu svojho času vo vnútornom prostredí bytových aj nebytových budov, je základnou požiadavkou zabezpečenie takej kvality vnútorného prostredia, ktorá neovplyvňuje zdravie, výkonnosť a komfort užívateľov budov. V tabuľke 3.3 sú uvedené váhy oblastí v systémoch používaných na environmentálne hodnotenie vo svete. Ukazovatele hodnotenia vnútorného prostredia vo vybraných systémoch posudzovania udržateľnosti budov dosahujú váhy významnosti v rozsahu od 15 do 23 %.

Tab. 3.3 Váhy významnosti oblastí v systémoch používaných na environmentálne hodnotenie

	LEED	BREEAM	CASBEE	Green Star	BEAS
Manažment	4 %	16 %	5 %	9 %	-
Kvalita vnútorného prostredia	21 %	16 %	23 %	19 %	20,6 %
Energia	23 %	15 %	18 %	18 %	26,5 %
Transport	6 %	13 %	0 %	19 %	-
Voda	10 %	5 %	3 %	12 %	8,8 %
Pozemok	8 %	8 %	19 %	6 %	14,7 %
Znečisťujúce látky	10 %	15 %	20 %	7 %	-

Hodnotenie tejto oblasti v jednotlivých certifikačných systémoch je rôzne, pričom každý certifikačný systém má stanovené a určené svoje konkrétne ukazovatele hodnotenia. V rámci všetkých certifikačných systémov má hodnotenie kvality vnútorného prostredia v budovách významné postavenie, pričom sa táto oblasť zaoberá rozsiahlou problematikou vnútorného prostredia z pohľadu rôznych hľadísk, ako napr. stavebno-konštrukčného a materiálového návrhu, vybavenia budovy technikou prostredia, ich vzájomnej interakcie a s posúdením celkovej pohody a komfortu užívania vnútorného prostredia. Práve tieto posudzované aspekty sú zahrnuté do konkrétne zadefinovaných ukazovateľov hodnotenia kvality vnútorného prostredia budovy, v rámci ktorých sa posudzuje splnenie, resp. dosiahnutie stanovených kritérií daného ukazovateľa.

Tabuľka 3.4 zobrazuje celkový prehľad jednotlivých ukazovateľov hodnotenia kvality vnútorného prostredia vo vybraných a najčastejšie využívaných certifikačných systémoch, ako sú napr. LEED, BREEAM, Green Globes, CASBEE, SBTool, DNGB a Green Star. V jednotlivých certifikačných systémoch sú posudzované aspekty kvality prostredia budovy, týkajúce sa predovšetkým fyzikálnych a chemických faktorov vnútorného prostredia, zahrnuté do približne rovnako stanovených a zadefinovaných ukazovateľov hodnotenia. Niektoré certifikačné systémy sú doplnené

ešte o ukazovatele hodnotenia vychádzajúce zo subjektívneho posúdenia prostredia s ohľadom na celkovú pohodu a komfort užívania.

Tab. 3.4 Ukazovatele kvality vnútorného prostredia hodnotiacich systémov

Certifikačný systém	Vetranie	Tepelný komfort	Akustický komfort	Svetelný komfort/ Denné osvetlenie	Kontrola tabakového dymu	Emisie stavebných materiálov	Riadenie kvality vnútorného ovzdušia/ Monitoring	Kvalita výhľadu	Dostupnosť	Užívateľský komfort/ efektívnosť užívania	Riziká	Bezpečnosť užívania
LEED	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
BREEAM	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Green Globes	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
CASBEE	✓	✓	✓	✓		✓	✓					
SBToolCz	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓
DGNB	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓
Green Star	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓		

Hodnotenie kvality vnútorného prostredia v najrozšírenejších certifikačných systémoch vo svete ako sú LEED a BREEAM je predstavené v nasledujúcich podkapitolách.

3.3.1 BREEAM

V certifikačnom systéme BREEAM je kvalita vnútorného prostredia priradená do kategórie hodnotenia s názvom Zdravie a pohoda prostredia (Health and wellbeing), ktorej cieľom je podporovať zvýšenie komfortu, zdravia a bezpečnosti užívateľov budov a ďalších osôb v okolí. V rámci tejto kategórie sú posudzované tieto indikátory hodnotenia :

- **Vizuálny komfort** – cieľom je zabezpečiť reguláciu denného a umelého osvetlenia prostriedkami umožňujúcimi najlepší vizuálny komfort pre užívateľov budov.

V rámci tohto ukazovateľa musí byť splnená predbežná požiadavka týkajúca sa zabezpečenia všetkých fluorescenčných a kompaktných žiaroviek vysokofrekvenčnými predradníkmi. Ďalej sa hodnotia: Riadenie oslnenia (kontrola oslnenia vhodným konštrukčným, dispozičným riešením za podmienok zabezpečenia max. denného osvetlenia), Denné osvetlenie (posudzované oblasti budovy musia spĺňať faktory denného svetla a kritériá osvetlenia podľa stanovených kritérií), Výhľad (hodnotený výhľad v stanovenej vzdialenosti od okenného otvoru), Vnútorné a vonkajšie osvetlenie, zónovanie a riadenie (pre vnútorné osvetlenie sa posudzuje úroveň osvetlenia (lux), ktorá zodpovedá vykonávaným úlohám; pre vonkajšie osvetlenie sa posudzuje úroveň osvetlenia, ktorá umožňuje užívateľom vykonávať vonkajšie vizuálne úlohy efektívne a presne, najmä v noci v súlade s normou EN 13201 Road Lighting a EN 12464-2: 2014 Svetlo a osvetlenie - Osvetlenie pracovných miest - Časť 2: Exteriérové pracoviská; Vnútorné osvetlenie je nastavené tak, aby umožňovalo ovládanie užívateľmi v súlade s uvedenými kritériami pre konkrétne typy budov).

- **Kvalita vnútorného prostredia** - podporuje zdravé vnútorné prostredie budov prostredníctvom zabezpečenia vhodného vetrania, resp. technického vybavenia budov a vnútorných povrchových úprav budovy.

V rámci tohto ukazovateľa musí byť splnená povinná požiadavka týkajúca sa vylúčenia stavebných materiálov obsahujúcich azbest. Ďalšími hodnotiacimi ukazovateľmi sú: Minimalizácia zdrojov znečistenia ovzdušia, v rámci ktorého sa hodnotí - Plán kvality vnútorného ovzdušia (umožňuje navrhovať a realizovať opatrenia, ktoré minimalizujú

znečistenie ovzdušia v interiéri v štádiu projektovania, výstavby a užívania budovy); Vetranie (navrhnuté opatrenia na minimalizáciu koncentrácií znečisťujúcich látok v budove – prirodzené a nútené vetranie v súlade s kritériami normy EN 13779: 2007; senzory oxidu uhličitého (CO₂) s možnosťou prepojenia na ovládacie prvky pre zabezpečenie požadovaného množstva čerstvého vzduchu); Emisie zo stavebných materiálov a výrobkov (najmenej štyri z piatich typov stavebných výrobkov musia spĺňať požadované emisné limity, požiadavky na skúšky a ďalšie dodatočné požiadavky); Meranie kvality vnútorného vzduchu po skončení výstavby - pred užívaním (meraná koncentrácia formaldehydu vo vnútornom ovzduší nepresahuje 100 µg/m³, počas 30 minút; Odber a analýza formaldehydu sa vykonáva v súlade s normami ISO 16000-2 (12) a ISO 16000-3; celková koncentrácia prchavých organických látok (TVOC) vo vzduchu nepresahuje 300 µg/m³, počas 8 hodín; Odber a analýza TVOC sa vykonáva v súlade s normami ISO 16000-5 (15) a ISO 16000-6 (16) alebo ISO 16017-1); Adaptabilita - možnosť prirodzeného vetrania, v rámci ktorého sa posudzuje stratégia vetrania budov z dôvodu flexibilitnosti a prispôsobivosti potenciálnym požiadavkám užívateľov budov a klimatickým podmienkam (posudzovaná otvárateľná plocha okien v každom užívanom priestore, ktorá zodpovedá 5 % vnútornej podlahovej plochy tejto miestnosti alebo podlahovej dosky; podpora primeraného krížového vetrania; posudzovaný dostatočný prietok vzduchu na udržanie požadovaných podmienok tepelného pohodlia a rýchlosti prúdenia vzduchu).

- **Bezpečná kontrola laboratórií** – táto oblasť hodnotenia je určená iba pre nebytové budovy a zabezpečuje zdravé vnútorné prostredie prostredníctvom bezpečného zadržiavania a odstraňovania znečisťujúcich látok v ovzduší.
- **Tepelný komfort** - zabezpečuje prostredníctvom návrhu dosiahnutie adekvátnej úrovne tepelného pohodlia, a výber ovládacích prvkov na udržanie tepelne komfortného prostredia pre užívateľov budovy.

V rámci tohto ukazovateľa sa hodnotí: Modelovanie tepelného komfortu (meranie alebo hodnotenie úrovne tepelnej pohody budovy musí byť v súlade s normou ISO 7730: 2005, ako aj v súlade s odporúčanými kritériami komfortu podľa normy ISO 7730: 2005); Adaptabilita - pre plánovaný scenár zmeny klímy (dosiahnuté kritéria predchádzajúceho ukazovateľa, ak nie sú splnené kritériá tepelnej pohody pre plánované prostredie zmeny klímy, je potrebné preukázať pasívne návrhové riešenia na splnenie požiadaviek); Tepelné zónovanie a ovládacie prvky (dosiahnutie kritérií predchádzajúceho ukazovateľa, analýza modelovania tepelného komfortu a navrhovaných vykurovacích alebo chladiacich systémov).

- **Akustická efektívnosť** – cieľom je zabezpečiť akustický komfort budov vrátane zvukových izolácií pre splnenie príslušných noriem pre daný účel.

V rámci tohto ukazovateľa musí byť splnená povinná požiadavka týkajúca sa vymenovania kvalifikovaného odborníka v oblasti akustiky s cieľom poskytnúť včasné poradenstvo v oblasti návrhu. V rámci tejto oblasti sa hodnotí: Úroveň akustickej účinnosti pre všetky typy budov s výnimkou obytných budov a rezidenčných inštitúcií s dlhodobým pobytom, v rámci ktorého sa posudzuje Vnútorný hluk a zvuková izolácia (hladiny hluku v interiéri ako aj zvukové izolácie musia byť v súlade s národnými predpismi; hladina akustického tlaku sa meria v súlade s normou ISO 140-4: 1998 a je dimenzovaná podľa normy EN ISO 717-1: 1996); Čas rezonancie (posudzované pri zasadacích miestnostiach alebo miestnostiach používaných na hudobné vystúpenia a na skúšky); Akustické výkonnostné štandardy pre obytné budovy a dlhodobé pobytové rezidenčné inštitúcie (budova spĺňa predpisy a požiadavky akustickej účinnosti).

- **Dostupnosť** – cieľom tohto ukazovateľa sú účinné opatrenia, ktoré podporujú bezpečné užívanie budov pri prístupe do budov a von z nich.

Posudzované sú: Bezpečný prístup (využitelnosť prístupových chodníkov a cyklistických dráh, ich vybavenie a bezpečnosť voči príjazdovým komunikáciám a parkovacím plochám); Kompletný návrh pri nebytových budovách (Budova je navrhnutá tak, aby bola vhodná pre daný účel, vhodná a prístupná všetkým potenciálnym užívateľom); Kompletný návrh pri bytových budovách.

- **Riziká** – cieľom je znížiť alebo vylúčiť vplyv prírodného nebezpečenstva na budovu (posúdenie a identifikácia akýchkoľvek potenciálnych prírodných rizík v regióne; návrh a zavedenie opatrení, ktoré zodpovedajú úrovni rizika).
- **Osobný priestor** – ukazovateľ je hodnotený iba pri obytných budovách a umožňuje hodnotenie vonkajšieho priestoru, ktorý poskytuje užívateľom súkromie a pocit blahobytu (posudzovaný je vonkajší priestor objektu, ktorý musí spĺňať určené požiadavky).
- **Kvalita vody** – cieľom je minimalizovanie rizika kontaminácie vody pre zásobovanie budov a zabezpečenie poskytovania čistých a čerstvých zdrojov vody pre užívateľov stavieb.

Posudzujú sa: Minimalizácia rizika kontaminácie (zásobovanie vodou musí byť v súlade s predpismi a postupmi v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia v oblasti mikrobiálnej kontaminácie), Poskytovanie pitnej vody pre užívateľov budov.

3.3.2 LEED

V americkom certifikačnom systéme LEED je oblasť kvality vnútorného prostredia (IEQ – Indoor Environmental Quality) (Obr. 3.41) zameraná na navrhované stratégie v oblasti konštrukčného riešenia stavby vo väzbe na environmentálne faktory vnútorného prostredia budov, ako kvalitu a komfort interiérového prostredia, kvalitu osvetlenia, akusticky ovládaním okolia. Vyvažuje potrebu normatívnych opatrení s požiadavkami hodnotenia orientovanými na vysokú úroveň udržateľnosti. V rámci tejto oblasti musia byť splnené povinné požiadavky hodnotenia, pričom sa ďalej hodnotia ďalšie ukazovatele.

Povinné požiadavky (prerekvizity) hodnotenia a ich obsah:

- **Požadovaná minimálna kvalita vnútorného prostredia** - cieľom je prispieť k dosiahnutiu komfortu a pohodlia užívateľov budov stanovením minimálnych normatívnych požiadaviek pre kvalitu vnútorného ovzdušia (IAQ). Táto požiadavka musí byť splnená ako pre vetranie, tak aj pre monitorovanie.

Pri mechanicky vetraných budovách:

- 1) Musí byť splnená minimálna požiadavka normy ASHRAE Standard 62.1-2010, odseky 4-7, Vetranie pre prijateľnú kvalitu vnútorného ovzdušia alebo miestny ekvivalent, podľa toho, čo je prísnejšie.
- 2) Pre projekty mimo územia USA môžu namiesto prvej požiadavky spĺňať minimálne požiadavky na vonkajšie prostredie uvedené v prílohe B normy EN 15251-2007, Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika; a spĺňať požiadavky normy CEN EN 13779: 2007, Vetranie nebytových budov. Všeobecné požiadavky na vetracie a klimatizačné zariadenia s výnimkou bodu 7.3, Tepelné prostredie; 7.6, Akustické prostredie; A.16 a A.17. Prírodné vetranie.

Pri prirodzene vetraných budovách musí byť splnená požiadavka zabezpečenia minimálnych rozmerov okenných otvorov a priestorovej konfigurácie pre výmenu vzduchu pri použití postupu prirodzeného vetrania podľa normy ASHRAE Standard 62.1-2010 alebo miestneho ekvivalentu, podľa toho, ktorý je prísnejší.

Pri mechanicky vetraných priestoroch, sa monitoruje prietok vonkajšieho vzduchu nasledovne: Pre systémy s premenlivým objemom vzduchu sa posudzuje meracie zariadenie na meranie minimálneho prietoku vonkajšieho vzduchu s presnosťou +/- 10 % minimálneho prietoku vonkajšieho vzduchu, ako je definované vyššie uvedenými požiadavkami na vetranie. Negatívne hodnotenie je, keď hodnota vonkajšieho prúdu vzduchu sa mení z požadovanej hodnoty o 15 % alebo viac. Pri systémoch s konštantným objemom sa posudzuje prietok vonkajšieho vzduchu k projektovanému minimálnemu prietoku vonkajšieho vzduchu definovanému normou ASHRAE 62.1-2010 alebo vyššou. Pri prirodzene vetraných priestoroch je potrebné dodržať minimálne jednu z nasledujúcich stratégií, ktorá musí byť zabezpečená:

- 1) meranie odvádzaného prietoku vzduchu priamo s presnosťou +/- 10 % navrhovanej minimálnej rýchlosti odvádzaného vzduchu. Nežiadúci stav je, keď sa hodnoty prúdenia vzduchu menia o 15 % alebo viac z požadovanej hodnoty;
- 2) automatické indikačné zariadenia na všetkých prirodzene vetraných otvoroch, ktoré spĺňajú minimálne požiadavky na vetranie. Nežiadúci stav signalizuje, keď je niektorý z okenných otvorov zatvorený počas obsadených hodín;
- 3) monitorovanie koncentrácie oxidu uhličitého (CO₂) v každej teplotnej zóne. Monitor CO₂ musí byť umiestnený 900 a 1 800 mm nad podlahou, musí mať akustický alebo vizuálny indikátor alebo upozorniť systém automatizácie budov, ak snímaná koncentrácia CO₂ prekročí žiadanú hodnotu o viac ako 10 %.

Okrem vyššie uvedených požiadaviek, pre objekty určené na bývanie, každá bytová jednotka musí spĺňať všetky nasledujúce požiadavky: nie sú povolené spaľovacie zariadenia; monitorovacie zariadenia na oxid uhoľnatý musia byť inštalované na každom podlaží každej bytovej jednotky; všetky vnútorné krby a drevené kachle musia mať pevné sklenené uzatvárateľné kryty alebo dvere; všetky vnútorné krby a drevené kachle, ktoré nie sú uzatvárateľné, musia prejsť potenciálnou skúškou spätného odvodu vzduchu; vykurovacie systémy budovy, ktorých zdrojom sú spaľovacie procesy, musia byť navrhnuté a inštalované s uzavretým spaľovaním alebo s odvodu vzduchu alebo umiestnené v samostatnej budove alebo vo vonkajšom zariadení; budovy nachádzajúce sa vo vysokorizikových oblastiach pre radón musia byť navrhnuté a zrealizované s protiradónovými opatreniami v súlade s postupmi predpísanými v EPA Building Radon Out; NFPA 5000, kapitola 49; Medzinárodný rezidenčný zákonník, dodatok F; CABO, dodatok F; ASTM E1465; alebo miestny ekvivalent, podľa toho, ktorý je najprísnejší.

Obr. 3.41 Symbol IAQ v LEED



Zdroj: <https://www.enviro-consult.com/services/leed-indoor-air-quality/>

- **Požadovaná kontrola tabakového dymu** - cieľom je zabrániť alebo minimalizovať vystavenie užívateľov budov, vnútorných priestorov a vetracích systémov tabakovým dymom.

V rámci tejto požiadavky je zakázané fajčenie vo vnútri budovy; zakázané fajčenie mimo budovy s výnimkou určených priestorov na fajčenie umiestnených vo vzdialenosti najmenej 7,5 metra od všetkých vstupov do budovy, vonkajších prívodov vzduchu a otvárateľných okien; zakázané fajčenie aj mimo pozemku v priestoroch používaných na obchodné účely.

Pri obytných budovách je zakázané fajčenie, pričom musia byť splnené vyššie uvedené požiadavky, alebo sú v budovách prerozdelené zóny fajčenia. V rámci tejto možnosti je zakázané fajčenie vo všetkých spoločných priestoroch budovy; zakázané fajčenie mimo budovy s výnimkou určených priestorov na fajčenie umiestnených vo vzdialenosti najmenej 7,5 metra od všetkých vstupov do budovy, vonkajších prívodov vzduchu a otvárateľných okien; dodržanie stanovených vzdialeností všetkých vonkajších dverí a otvárateľných okien v obytných jednotkách a všetkých vnútorných dverí vedúcich z obytných jednotiek na spoločné chodby; minimalizovať netesnosti stavebných konštrukcií medzi obytnými jednotkami a priestormi produkujúcimi znečisťujúce látky; poukázať na maximálny únik 1,17 litra za

sekundu na meter štvorcový ohraničeného priestoru pri tlaku 50 Pa (t.j. všetky plochy obklopujúce byt, vrátane vonkajších a spoločných deliacich stien, podláh a stropov).

- **Požadovaná minimálna akustická účinnosť** - určená je pre školské zariadenia, ktorej cieľom je zabezpečiť učebne akustickou účinnosťou efektívnym návrhom.

V učebniach školských zariadení musí byť dosiahnutá maximálna hladina hluku v pozadí 40 dBA z vykurovacích, vetracích a klimatizačných systémov (HVAC), pričom musia byť dodržané odporúčané metodiky a osvedčené postupy pre kontrolu hluku z technických zariadení budovy v súlade s normou ANSI Standard S12.60-2010, časť 1, príloha A.1; príručka ASHRAE HVAC 2011, kapitola 48, kontrola hluku a vibrácií; Štandard AHRI 885-2008; alebo miestny ekvivalent pre projekty mimo USA. V lokalitách s vyššou hladinou hluku musia byť školské zariadenia vybavené opatreniami na minimalizovanie prenosu hluku z vonkajších zdrojov či prenosu zvuku medzi učebňami počas vyučovacích hodín. Učebne a priestory školského zariadenia do 566 m³ musia byť vybavené dostatočnými zvukovo-absorpčnými povrchmi na splnenie požiadaviek času dozvuku špecifikovaných v ANSI štandarde S12.60-2010, časť 1, Akustické výkonnostné kritériá, Požiadavky na návrh a smernice pre školy alebo miestny ekvivalent pre projekty mimo USA. V učebniach a priestoroch školského zariadenia nad 566 m³ musia byť splnené požiadavky odporúčaných hodnôt časov dozvuku v súlade s Aktualizáciou stavebných technológií NRC-CNRC č. 51, Acoustical Design of Rooms for Speech (2002) alebo v miestnom ekvivalente pre projekty mimo USA.

Ďalšími hodnotenými ukazovateľmi v systéme LEED sú:

- **Opatrenia pre zvýšenie kvality vnútorného ovzdušia** - cieľom je podporiť pohodlie, pohodu a produktivitu užívateľov budov zlepšovaním kvality vnútorného ovzdušia.

V rámci tohto ukazovateľa sa pri mechanicky a prirodzene vetraných priestoroch, resp. priestoroch so zmiešaným režimom vetrania posudzujú: Vstupné systémy (vybavenie a údržba); Prevencia vnútornej krížovej kontaminácie (priestory so vznikom škodlivých látok musia byť dostatočne odvetrávané s využitím podmienok prvej požiadavky na rýchlosť odvádzaného vzduchu alebo min. 2,54 l/s na m²); Filtrácia technického vybavenia budovy (každý vetrací systém pri prechode vonkajšieho vzduchu do vnútorných priestorov musí byť vybavený filtrom na zachytávanie častíc, resp. zariadením na čistenie privádzaného vzduchu, ktoré spĺňajú požiadavky normy ASHRAE 52.2-2007 alebo normy CEN EN 779-2002, Filtre častíc vzduchu pre všeobecné vetranie, Stanovenie filtračného výkonu). V hodnotenej budove sa posudzujú aj ďalšie dodatočné opatrenia na zvýšenie kvality vnútorného vzduchu pre mechanicky vetrané priestory, prirodzene vetrané priestory, resp. priestory so zmiešaným režimom vetrania. V rámci posudzovania sa hodnotí: Predchádzanie vonkajšej kontaminácii (ide o návrh opatrení na minimalizáciu a kontrolu vstupu znečisťujúcich látok do budovy - hodnoty koncentrácií znečisťujúcich látok upravené národnými normami National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) musia byť pod stanovenými prahovými hodnotami); Zvýšenie intenzity vetrania (zvýšenie rýchlosti prúdenia vetraného vzduchu v dýchacích zónach najmenej o 30% nad minimálnymi rýchlosťami stanovenými v prvej požiadavke hodnotenia); Monitorovanie oxidu uhličitého (monitorovanie koncentrácie CO₂ vo všetkých plne obsadených priestoroch monitorom CO₂ s akustickým alebo vizuálnym indikátorom upozorňujúcim systém automatizácie budov, ak snímaná koncentrácia CO₂ prekročí žiadanú hodnotu o viac ako 10 %, resp. výpočet príslušnej požadovanej hodnoty CO₂ pomocou metód v ASHRAE 62.1-2010, dodatok C); Dodatočné riadenie a monitorovanie zdroja (zavedenie opatrení na zníženie uvoľňovania kontaminantov, resp. inštalácia monitorovacích systémov so snímačmi určenými na detekciu špecifických kontaminantov); Výpočty prirodzeného vetrania medzi jednotlivými miestnosťami podľa CIBSE AM10, časť 4, pre zabezpečenie efektívneho prirodzeného vetrania.

- **Materiály s nízkymi emisiami** - cieľom je znížiť koncentrácie chemických škodlivín, ktoré môžu zhoršiť kvalitu ovzdušia, ľudské zdravie, produktivitu a životné prostredie.

Tento ukazovateľ hodnotí emisie prchavých organických zlúčenín (VOC) vo vzduchu v posudzovanej miestnosti a obsah VOC v stavebných materiáloch. Rôzne stavebné materiály musia spĺňať požiadavky vyhovujúce pre hodnotenie tohto ukazovateľa. Interiér a exteriér budovy sú usporiadané v siedmich kategóriách, z ktorých každá má odlišné prahové hodnoty. Stavebné materiály použité v interiéri a exteriéri budovy sú rozdelené do siedmich oblastí s príslušnou prahovou hodnotou znečistenia, ktorá nesmie byť prekročená. Celkovo sa stanoví percento vyhovujúcich

stavebných materiálov. Stavebné materiály a výrobky musia deklarovat' vyhlásenia o zhode v súlade s CDPH SM V1.1-2010, oddiel 8. a akreditované podľa ISO Guide 65. Stavebné materiály obsahujúce VOC musia byť otestované v súlade so štandardnou metódou CDPH (California Department of Public Health) v1.1-2010 v Kalifornii. Projekty mimo USA môžu využívať testovanie produktov, ktoré sa považujú za vyhovujúce buď v súlade:

- 1) so štandardnou metódou CDPH v USA (2010),
- 2) s nemeckým programom testovania a hodnotenia AgBB (2010),
- 3) s ISO 16000-3: 2010, ISO 16000-6: 2011, ISO 16000-9 : 2006, ISO 16000-11: 2006 buď v spojení s AgBB, alebo podľa francúzskych právnych predpisov o označovaní triedy emisií VOC, alebo
- 4) s metódou testovania DIBt (2010).

Ak sa výrobok nemôže odôvodnene otestovať tak, ako je uvedené vyššie, testovanie obsahu VOC musí byť v súlade s normou ASTM D2369-10; ISO 11890, časť 1; ASTM D6886-03; alebo ISO 11890-2. Stavebné materiály a výrobky na báze dreva (kompozitné drevo) musia deklarovat' nízke emisie formaldehydu, ktoré spĺňajú požiadavky CAF Board of California Airborne ATCM alebo sú bez prídavku formaldehydových živíc. Zariaďovacie predmety interiéru musia byť testované v súlade s normou ANSI / BIFMA M7.1-2011, pričom musí byť dodržaný štandard ANSI / BIFMA e3-2011 pre udržateľnosť nábytku.

- **Plán riadenia kvality vnútorného ovzdušia** – podporuje optimálne podmienky staviteľov a užívateľov budov minimalizáciou problémov spojených s výstavbou a obnovou budovy.

V rámci tohto ukazovateľa je potrebné vypracovať a implementovať plán manažmentu kvality vnútorného ovzdušia (IAQ) pre etapy výstavby a v štádiu užívania budovy a dodržiavať opatrenia Smernice IAQ pre stavby, 2. vydanie, 2007, kapitola 3, ANSI / SMACNA 008-2008.

- **Hodnotenie kvality vnútorného ovzdušia** – cieľom je zabezpečiť kvalitnejšie vnútorné ovzdušie v budove po skončení výstavby a počas užívania.

V rámci tohto ukazovateľa sa vyberie jedna z možností, ktorá sa ma zaviesť po dokončení výstavby. Prvou možnosťou je Flush-Out (prepláchnutie): pred užívaním budovy sa nainštalujú nové filtračné médiá a vykoná sa prepláchnutie vnútorných priestorov budovy dodaním celkového objemu vzduchu 4 267 litrov vonkajšieho vzduchu na meter štvorcový hrubej podlahovej plochy pri zachovaní vnútornej teploty od 15 °C do 27 °C a relatívnej vlhkosti do 60 %; počas užívania musia byť priestory vetrané pri minimálnej rýchlosti 1,5 litra za sekundu na meter štvorcový vonkajšieho vzduchu alebo návrh minimálnej rýchlosti vonkajšieho vzduchu stanovenej v IEQ Predpokladaná minimálna výkonnosť vnútorného ovzdušia, podľa toho, ktorá hodnota je vyššia. Počas každého dňa prepláchnutia musí dôjsť k vetraniu najmenej tri hodiny pred užívaním a pokračovať počas užívania. Druhou možnosťou je testovanie ovzdušia: po skončení výstavby a pred užívaním za podmienok vetrania typických pre užívanie sa vykoná základné testovanie kvality vnútorného vzduchu pomocou stanovených protokolov pre všetky užívané priestory. Testovanie sa realizuje pomocou aktuálnych verzií štandardných metód ASTM, metód kompenzácií EPA alebo metód ISO, čím sa má preukázať, že kontaminanty nepresahujú stanovené úrovne koncentrácií.

- **Tepelná pohoda** – cieľom je podporovať produktivitu, pohodlie a pohodu užívateľov poskytovaním kvalitného tepelného komfortu.

V rámci tohto ukazovateľa musia byť splnené požiadavky návrhu tepelného komfortu a regulácie tepelnej pohody. Pri návrhu tepelného komfortu sa zohľadňujú oblasti: Konštrukčné systémy vykurovania, vetrania a klimatizácie (HVAC) ako aj plášť budovy musia spĺňať požiadavky normy ASHRAE Standard 55-2010, podmienky tepelnej pohody pri užívaní budovy; Návrh systémov HVAC a obvodového plášťa budovy musí spĺňať požiadavky príslušných noriem: ISO 7730: 2005, Ergonómia tepelného prostredia, analytické stanovenie a interpretácia tepelného komfortu pomocou výpočtu indexov PMV a PPD a miestnych kritérií tepelnej pohody; CEN EN 15251: 2007, Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika, oddiel A2. Pri regulácií tepelnej pohody je potrebné zabezpečiť pre najmenej 50 %

vnútorných priestorov budovy individuálne ovládanie tepelnej pohody prostredníctvom ovládacích prvkov, t.j. aspoň jednu z nasledujúcich: teplota vzduchu, teplotu sálavého vzduchu, rýchlosť prúdenia vzduchu a vlhkosť.

- **Osvetlenie interiéru** – cieľom je podporovať produktivitu, pohodlie a pohodu užívateľov prostredníctvom poskytovania vysoko kvalitného osvetlenia.

V rámci tohto ukazovateľa sa posudzuje: Ovládanie osvetlenia - pre minimálne 90% vnútorných priestorov je potrebné zabezpečiť individuálne ovládacie prvky osvetlenia, ktoré umožňujú užívateľom nastaviť osvetlenie tak, aby zodpovedali ich individuálnym úlohám a potrebám, s najmenej tromi úrovňami osvetlenia (zapnutie, vypnutie, stredná úroveň). Stredná úroveň je 30 % až 70 % maximálnej úrovne osvetlenia (bez zahrnutia denného svetla); Kvalita osvetlenia – vo vnútorných priestoroch sú hodnotené svietidlá a ich úroveň svetivosti, životnosť svetelných zdrojov, odrazové plochy interiéru, pomer priemernej osvetlenosti povrchu steny, resp. priemernej stropnej osvetlenosti k priemernej pracovnej rovine.

- **Denné osvetlenie** – cieľom je prepojiť vnútorné priestory užívateľov budov s vonkajším prostredím, posilniť cirkadiálne rytmy a znížiť používanie elektrického osvetlenia zavedením denného svetla do priestoru.

V rámci tohto ukazovateľa sa prostredníctvom počítačových simulácií a modelovaním hodnotí: Priestorová autonómia denného osvetlenia a ročná expozícia slnečným žiarením; Úroveň osvetlenia výpočtom intenzity osvetlenia slnka a oblohy pre podmienky jasnej oblohy; dosiahnutie úrovne osvetlenia medzi 300 a 3 000 luxami pre podlahovú plochu.

- **Kvalita výhľadu** – cieľom je umožniť užívateľom budov spojenie s prírodným vonkajším prostredím poskytnutím kvalitného výhľadu.

V rámci tohto ukazovateľa sa posudzuje priamy výhľad z interiéru budovy na vonkajšie prostredie prostredníctvom vizuálneho zasklenia. Pohľad na zasklenie musí poskytnúť jasný obraz vonkajšieho prostredia, nenarúšaný vláknami, vzorovanými sklami alebo pridanými odtieňmi, ktoré narúšajú vyváženie farieb. Hodnotenú sú typy výhľadov ako napr. flóra, fauna, obloha; pohyb; objekty najmenej 7,5 m od vonkajšieho okraja zasklenia a pod.

- **Akustická výkonnosť** – cieľom je zabezpečiť pracovné priestory a učebne, ktoré podporujú pohodu, produktivitu a komunikáciu užívateľov prostredníctvom efektívneho akustického návrhu.

V rámci tohto ukazovateľa musia všetky užívané priestory budovy spĺňať požiadavky na: Hluk pozadia HVAC (súlady s požiadavkami ASHRAE 2011, aplikácie HVAC, kapitola 48, tabuľka 1; Štandard AHRI 885-2008, tabuľka 15; alebo miestneho ekvivalentu, resp. dodržiavať kritéria pri návrhu HVAC); Zvukovú izoláciu (splnenie požiadaviek podľa stanovených tried prenosu zvuku alebo stavebných predpisov); Dobu dozvuku (splnenie požiadaviek podľa stanovenej doby dozvuku); a Zvukové zosilnenie a maskovanie zvuku (pre veľké konferenčné miestnosti a posluchárne s kapacitou viac ako 50 osôb sa posudzuje možnosť potreby zosilňovacích zariadení, resp. maskovacích systémov, ktoré musia spĺňať stanovené kritéria). Pri hodnotených budovách sa posudzuje zvuková izolácia pre akustický komfort a minimálne obťažovanie zo zdrojov produkujúcich hluk, ktorá musí spĺňať stanovené kritériá pre minimálnu zvukovú účinnosť medzi uzavretými miestnosťami; hladiny hluku v pozadí generované technickým vybavením budovy a inými zariadeniami. Hodnotenú je splnenie požiadaviek na akustické povrchové úpravy budovy a vonkajší šum prostredia s cieľom minimalizovania účinku vonkajšieho hluku (stanovenie priemerných koeficientov absorpcie zvuku v súlade s usmernením FGI z roku 2010, tabuľka 1.2-1, koeficienty absorpcie zvuku miestnosti a usmernenia SV 2010; súlad s normou ASTM E966, Štandardná príručka pre meranie vonkajšej akustickej izolácie fasád budov a fasádnych prvkov).

3.3.3 WELL

WELL využíva zastavané prostredie ako prostriedok na podporu ľudského zdravia, pohody a komfortu. Ide o prvý certifikačný systém svojho druhu, ktorý sa zameriava výlučne na zdravie a pohodu užívateľov budov. Tento systém je zabezpečovaný Medzinárodným inštitútom budov (IWBI) a na trh bol uvedený v roku 2004. Priestory certifikované týmto systémom môžu napomôcť k vytvoreniu prostredia, ktoré môže viesť k zlepšeniu výživy, kondície, nálady, spánku, komfortu a výkonnosti svojich užívateľov. To sa dosahuje realizáciou stratégií, programov a technológií určených na podporu zdravého a aktívnejšieho životného štýlu a znížením vystavenia osôb škodlivým polutantom.

WELL identifikuje výkonnostné metriky, stratégie návrhu a politiky, ktoré môžu implementovať vlastníci budov, projektanti, inžinieri, dodávatelia, užívatelia a prevádzkovatelia budov. Je založený na dôkladnom preskúmaní existujúceho výskumu v oblasti vplyvu vnútorného prostredia na jednotlivcov. Aby sa splnili požiadavky WELL Building Standard, priestor musí prejsť procesom, ktorý zahŕňa hodnotenie na mieste a testovanie výkonnosti treťou stranou. WELL Building Standard v2 je použiteľný v komerčných a verejných budovách, pričom certifikované môžu byť všetky typy projektov. Systém je navrhnutý tak, aby sa časom vyvíjal, prispôboval sa rôznym typom projektov a geografickým oblastiam, ako aj reagoval na nové dôkazy a stále sa vyvíjajúce požiadavky verejného zdravia. WELL je organizovaný do 10 kategórií: vzduch, voda, výživa, svetlo, pohyb, tepelný komfort, zvuk, materiály, myseľ a komunita. Týchto 10 konceptov pozostáva zo 105 funkcií, pričom každá funkcia je určená na riešenie špecifických aspektov zdravia, komfortu alebo vedomostí užívateľov budov. Niektoré funkcie WELL sú kategorizované ako Predpoklady, ktoré sú potrebné pre všetky úrovne certifikácie WELL (všetky predpoklady musia byť splnené na získanie certifikátu). Predpoklady sú univerzálne pre všetky projekty. Optimalizácie zahŕňajú voliteľné technológie, stratégie, protokoly a návrhy, pričom sa odporúča aby sa všetky projekty usilovali dosiahnuť čo najviac optimalizácií (do maxima stanoveného pre optimalizáciu). Vo všeobecnosti je dostupných 100 bodov + 10 bodov za inovácie, pričom na získanie strieborného certifikátu je potrebných minimálne 50 bodov, zlatého certifikátu 60 bodov a platinového certifikátu 80 bodov (Obr. 3.42).

Obr. 3.42 Certifikačné úrovne hodnotenia WELL



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Každá funkcia WELL Building Standard je navrhnutá tak aby riešila problémy, ktoré majú vplyv na zdravie, komfort alebo vedomosti užívateľov budov. Niektoré funkcie sú určené na zmenu správania prostredníctvom vzdelávania a firemnej kultúry, napríklad poskytujú informácie a podporu pri vytváraní pozitívneho životného štýlu. Každá z funkcií je pripisovaná systémom ľudského tela, ktoré majú mať prospech z jej implementácie. WELL Building Standard zvažuje vplyv každej funkcie na nasledujúce kategórie systémov: kardiovaskulárny systém, tráviaci systém, endokrinný systém, imunitný systém, kožný systém, svalový systém, nervový systém, reprodukčný systém, respiračný systém, kostrový systém a močový systém.

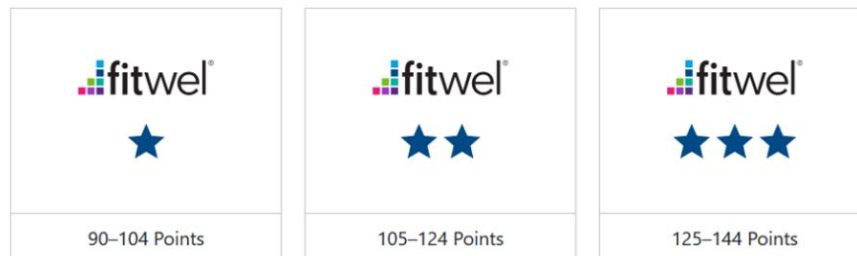
WELL bol vyvinutý integráciou vedeckého a lekárskeho výskumu, ako aj literatúry o environmentálnom zdraví, behaviorálnych faktoroch, zdravotných dôsledkov a demografických rizikových faktoroch, ktoré ovplyvňujú zdravie s vedúcimi postupmi pri navrhovaní a riadení budov. WELL tiež vychádza z existujúcich noriem a usmernení o najlepších postupoch stanovenými vládami a profesionálnymi organizáciami.

3.3.4 FITWEL

FITWEL bol vyvinutý odborníkmi v oblasti verejného zdravia, facility managementu, a je podporovaný viac ako 3000 výskumnými štúdiami. Vďaka CDC (Centers for Disease Control and Prevention) a GSA (General Services Administration) bol FITWEL vyvinutý ako nástroj, ktorý by posilnil a dovedol vlastníkov a manažérov budov k tomu,

aby urobili zlepšenia v oblasti facility managementu a tým pozitívne ovplyvnili zdravie a produktivitu zamestnancov prostredníctvom cielených vylepšení. Tento certifikačný systém bol uvedený na trh v roku 2007. FITWEL poskytuje stratégie pre rezidenčné a pracovné priestory s cieľom optimalizovať jedinečné príležitosti pre každý projekt. Karta ukazovateľov FITWEL zahŕňa 55+ návrhových a operačných stratégií založených na dôkazoch, ktoré zlepšujú budovy tým, že riešia širokú škálu správania a rizík súvisiacich so zdravím. Každá stratégia je spojená s pridelovaním bodov, založených na sile súvisiacich dôkazov a preukázanom vplyve na zdravie užívateľov. Znamená to, že stratégie so silnejšími, mnohohrstvovými vplyvmi získajú viac bodov. Tento systém hodnotenia budov sa zaoberá zdravím ako vzájomne prepojeným systémom bez dominantnej kategórie alebo oblasti zamerania, a ako také sú všetky stratégie dobrovoľné bez individuálnych predpokladov (kategórie, ktoré by museli byť splnené). Fitwel ovplyvňuje 7 kategórií vplyvov na zdravie: vplyv na zdravie komunity, zníženie chorobnosti + absencia, podpora sociálneho zabezpečenia pre zraniteľné skupiny, podnecovanie pocitu pohody, poskytovanie možnosti zdravého jedla, podpora bezpečnosti užívateľov, zvýšenie fyzickej aktivity. Stratégie FITWEL sú kategorizované do 12 sekcií: lokalita, prístup k budove, vonkajšie priestory, vstupy a prízemie, schodiská, vnútorné prostredie, pracovné priestory, zdieľané priestory, dodávka vody, kaviarne a predaj pripraveného jedla, predajné automaty a občerstvenie, núdzové postupy. Certifikácia FITWEL sa udeľuje na úrovniach uvedených na obrázku 3.43, pričom jedna hviezda je udelená budovám, ktoré dosahujú základnú úroveň podpory zdravia začlenením návrhových a politických stratégií založených na dôkazoch, ktoré podporujú fyzické, duševné a sociálne zdravie svojich užívateľov. Dve hviezdy sú udelené budovám, ktoré dosahujú strednú úroveň podpory zdravia začlenením návrhových a politických stratégií založených na dôkazoch, ktoré podporujú fyzické, duševné a sociálne zdravie svojich užívateľov. Najvyššia možná úroveň sú tri hviezdy. V tomto prípade budova zahŕňa príkladné množstvo návrhových a politických stratégií založených na dôkazoch, ktoré podporujú fyzické, duševné a sociálne zdravie svojich užívateľov.

Obr. 3.43 Certifikačné úrovne hodnotenia FITWEL



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

3.4 COVID-19

COVID-19 navždy zmení náš pohľad na hygienu. Čo to znamená byť človekom pohybujúcim sa týmto svetom, sa prehodnocuje. Kolektívne myslenie, ktoré od tejto chvíle očakávame, zmení v budúcnosti spôsob života a fungovania. V súčasnosti sa dizajnéri a návrhári zameriavajú na to, ako reagovať na tento nový spôsob života. Na druhej strane, aby sme maximalizovali túto príležitosť a zostali relevantnými, musíme urobiť nejaké predpovede o tom, ako bude vyzerať postavené prostredie v budúcnosti, aby sme mohli predávať naše výrobky čo najrelevantnejším spôsobom. Bezpochyby tento posun začal v našich domovoch - našom bezpečnom priestore, kde každý trávime viac času ako kedykoľvek predtým. Táto nová závislosť od domova nebude mať len krátke trvanie. Uvaríme a pochutnáme si na odchode do preplnenej reštaurácie. Mnohí budú naďalej pracovať z domu a budú požadovať väčšiu flexibilitu v usporiadaní práce a životných priestoroch. Keď sa prechádzky po okolí stali ceneným rituálom, naše spojenie s prírodným svetom sa bude aj naďalej upevňovať. Budeme ešte viac hodnotiť materiály, prácu a remeselné spracovanie

z miestnych zdrojov. Hygiena bola uvedená do centra pozornosti spolu s funkčnosťou, krásou a povrchovou úpravou - čo nakoniec ovplyvnilo každú izbu v našom príbytku.

Pretože sa svet naďalej adaptuje na COVID – 19, životný štýl väčšiny jednotlivcov sa stal sedavým. Domov je teraz miestom každého aspektu života, od odpočinku a obživy až po prácu a zábavu. Vzhľadom na túto bezprecedentnú realitu nie je architektúra väčšiny obytných priestorov vytvorená tak, aby vyhovovala všetkým týmto činnostiam. V reakcii na to austrálska architektonická prax Woods Bagot vyvinula riešenie tejto dilemy: modulárny systém, ktorý dokáže adaptovať byty tak, aby podporovali celý rad aktivít po celý deň.

3.4.1 Nový záujem o prispôsobiteľné rozloženia

Naše spojenia s našimi domovmi - fyzické i duševné - nikdy neboli väčšie, čo môže pretrvávať a dokonca sa zintenzívňovať aj po odznení tejto pandémie. Ak sa tak stane, v domácnostiach bude potrebné umiestniť väčšie množstvo služieb a funkcií. Budú sa požadovať vyhradené priestory pre väčší počet konkrétnych činností, ako je čítanie, spánok, fyzická aktivita a zábava. Hostenie väčšieho množstva priestorov na aktivity bude vyžadovať vyššiu mieru flexibility a prispôsobivosti. Dizajnéri už začali skúmať prístupy k tejto možnosti. Jednou z nich je austrálska architektonická firma Woods Bagot, ktorej systém AD-APT využíva nastaviteľné steny a obrazovky na premenu otvoreného bytu na rôzne vyhradené priestory. Systém s názvom AD-APT obsahuje sériu nastaviteľných stien a obrazoviek (Obr. 3.44), ktoré by sa použili na rozdelenie otvoreného bytu do rôznych vyhradených priestorov. Medzi tieto priestory patrí domáca kancelária, miestnosť na cvičenie, priestor na zábavu a spálne. Podľa Woodsa Bagota život v karanténe prinútil jednotlivcov uvedomiť si, že niektoré ich každodenné činnosti nie sú striktné spojené s určitými miestami.

Obr. 3.44 Usporiadanie AD-APT v „dennom režime“ nakonfigurované tak, aby poskytovalo veľkorysý obývací a jedáľenský priestor; obrázok cez Woodsa Bagota



Zdroj: <https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

Pre niektorých táto situácia zdôraznila určitý stupeň priestorovej flexibility. V budúcnosti je možné, že „ľudia si vyberú miesto na základe svojich úloh a aktivít, nie podľa toho, kde si ich spoločnosť prenajíma kanceláriu,“ uvádzajú architekti. „Vidíme, že to vedie k potrebe odolných domov, domov s adaptabilitou na podporu rôznych aktivít počas dní ľudí.“ Woods Bagot vyzdvihol a označil dva z najbežnejších spôsobov práce ľudí z domu. Prvým je Split Shift Home, ktorý je určený pre pár s deťmi. Predstavuje si, ako jeden rodič pracuje počas rannej zmeny, zatiaľ čo druhý sa stará

o deti. Poobede prestupujú. Druhým je Double Desk Home, ktorý by obsadili spolubývajúci, ktorí ako provizórne stoly zdieľajú jedáľenský stôl, kuchynskú lavicu alebo konferenčný stolík (Obr. 3.45).

Obr. 3.45 Usporiadanie v „nočnom režime“, v ktorom je obývacia izba komprimovaná a vytvára tak významnú hlavnú suitu a druhú spálňu



Zdroj: <https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

Dizajn AD-APT obsahuje vstupnú chodbu, ktorá by vytvárala priestor na uskladnenie. Zvyšok bytu by tvorili dve pohyblivé búbky a pevná kúpeľňová jednotka. V celom priestore by existovalo množstvo úložných a priestorovo úsporných riešení, napríklad nábytok, ktorý sa rozkladá zo stien. Súčasťou návrhu je aj veľký balkón, ktorý by ponúkol priestor na vonkajšie cvičenie a zábavu (Obr. 3.46).

Obr. 3.46 Usporiadanie v režime „Play Mode“, v ktorom sa byt zmení na široko otvorený priestor pre zábavu



Zdroj: <https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

3.4.2 Všeobecná potreba súkromného vonkajšieho priestoru

Od vypuknutia pandémie sa zdá, že naše ocenenie vonkajšieho okolia a prírody sa výrazne zvýšilo. Samotná prechádzka alebo posedenie v parku boli monumentálnym zdrojom úľavy. Avšak uprostred scenára blokovej výstavby tieto činnosti nezaručujú bezpečnosť a nie sú všeobecne prístupné. V dôsledku toho sa zvýši dopyt po domácich dizajnéroch, aby poskytovali súkromné vonkajšie priestory pre každý typ vzhľadu domu. Bude na architektoch, aby zistili, ako integrovať exteriér aj do tých najkompaktnejších domov, experimentovať so strešnými záhradami, mikro dvormi, verandami a balkónmi. Ľudia sa tiež môžu usilovať o užšie spojenie medzi svojimi obytnými priestormi a prírodným svetom - sklopné sklenené dvere spájajú tieto dve zóny dohromady (Obr. 3.47).

Obr. 3.47 Komponenty ako sklopné sklenené dvere ponúkajú plynulé prechody medzi vnútornou a vonkajšou stranou; obrázok od Carlos Delgado Architect



Zdroj: <https://architazer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

3.4.3 Nové formy domácej kancelárie

Keď boli ľudia nútení pracovať z domu, mnoho jedálenských stolov sa zmenilo na domáce kancelárie, ktoré slúžia na zmeny. Aj keď nástup do práce pre mnohých už nevyžaduje nárýchlo prestup medzi rušnými vlakmi, tieto nové „kancelárie“ neposkytujú všetko vybavenie potrebné pre produktívny pracovný priestor. Mnohí si však užívajú flexibilitu práce z domu, a to natoľko, že generálny riaditeľ spoločnosti Barclays Jes Staley predpovedá, že novou normou sa môže stať práca na diaľku. Ak sa to podarí, bude stúpať potreba, aby funkčné súkromné kancelárie boli neoddeliteľnou súčasťou domova. Niektoré majú dokonca konceptualizované spôsoby, ako integrovať domáce kancelárie do súkromných vonkajších priestorov. Koncept „Buried Studio“ brazílskeho architekta Igora Leala obsahuje pracovisko určené do predzáhradky rezidencie, ktoré umožňuje človeku mať pocit, že odchádza zo svojho domu za prácou.

3.4.4 Sanitizované vstupy

V reštaurácii v Šanghaji po zrušení obmedzení v Číne sú zákazníci pri vstupe postriekaní dezinfekčným prístrojom. Podobný koncept môže vzniknúť aj v rezidenciách. S cieľom zaistiť bezpečnosť a čistotu domov sa vstupné priestory

stanú jasne vymedzenými prechodnými priestormi, v ktorých si možno pred vstupom vyzuť topánky, zavesiť bundy a dezinfikovať ruky.

3.4.5. Inteligentný dizajn kuchyne

S ľuďmi, ktorí majú sklon ostávať doma, vzrástol aj význam kuchýň v domácnostiach. Podľa Epiphany bude špajza čoraz nevyhnutnejšia, pretože ľudia sa usilujú robiť menej výletov do obchodov. Inteligentnejší dizajn kuchyne bude tiež výraznejší, najmä v dôsledku rozmachu myslenia bez použitia rúk. To podľa Epiphany znamená viac hlasom aktivovanej technológie v kuchyni, ktorá ovláda veci, ako sú svetlá, faucety a prístroje.

3.4.6. Systémy čistenia vzduchu

Kvalita ovzdušia bola hlavným ohniskom celej pandémie COVID-19. Ľudia môžu začať venovať väčšiu pozornosť kvalite ovzdušia vo svojich domovoch obmedzením množstva nefiltrovaného vonkajšieho vzduchu, ktorý dovnútra vstupuje. Preto môžeme vidieť nárast systémov čistenia vzduchu, ktoré nasávajú vonkajší vzduch, obnovujú ho a dodávajú ho ako čerstvý vzduch do budovy. Tieto systémy môžu pracovať v spojení s bežnou vzduchotechnikou, aby boli domácnosti zdravšie.

COVID-19 sa šíri hlavne blízkym kontaktom z človeka na človeka. Istá neistota však zostáva o relatívnom význame rôznych spôsobov prenosu SARS-CoV-2, vírusu, ktorý spôsobuje COVID-19. Pribúdajú dôkazy o tom, že tento vírus môže zostať vo vzduchu na dlhšiu dobu a na väčšie vzdialenosti, ako sa pôvodne myslelo. Okrem úzkeho kontaktu s infikovanými ľuďmi a kontaminovanými povrchmi existuje možnosť, že k šíreniu COVID-19 môže dôjsť aj vzduchom prenášanými časticami vo vnútornom prostredí, za určitých okolností nad rozsah 2 m podporovaný odporúčaniami o sociálnej dištancii. Existujú priame kroky, ktoré možno prijať na zníženie potenciálneho vzdušného prenosu COVID-19. Usporiadanie a návrh budovy, ako aj obsadenosť a typ systému vykurovania, vetrania a klimatizácie (HVAC) môžu mať vplyv na potenciálne šírenie vírusu vzduchom. Aj keď vylepšenia vetrania a čistenia vzduchu nemôžu samy osebe vylúčiť riziko prenosu vírusu SARS-CoV-2 vzduchom, EPA odporúča prijať preventívne opatrenia na zníženie potenciálu prenosu vírusu vzduchom. Medzi tieto preventívne opatrenia patrí zvýšenie ventilácie pomocou vonkajšieho vzduchu a filtrácia vzduchu ako súčasť širšej stratégie, ktorá zahŕňa spoločenské dištancovanie, nosenie látkových zakrytí tváre alebo masiek, čistenie a dezinfekciu povrchu, umývanie rúk a ďalšie preventívne opatrenia. Samotné opatrenia na zníženie vzdušnej expozície vírusu, ktorý spôsobuje COVID-19, nie sú dostatočné, pretože vzdušný prenos nie je jediným spôsobom, ako by mohlo dôjsť k expozícii SARS-CoV-2.

Vnútorný vzduch v domácnostiach a koronavírus (COVID-19)

Zaistenie správneho vetrania vonkajším vzduchom môže pomôcť znížiť množstvo nečistôt prenášaných vzduchom, vrátane vírusov, v interiéroch. Samotné zvýšenie ventilácie však samo osebe nestačí na ochranu ľudí pred vystavením vírusu, ktorý spôsobuje COVID-19. Ak sa použije spolu s ďalšími osvedčenými postupmi (ako je sociálny dištanc, časté umývanie rúk a povrchová dezinfekcia) odporúčanými CDC (Centers for Disease Control and Prevention), zvýšenie vetrania môže byť súčasťou plánu ochrany domácností.

Zvýšené vetranie pomocou vonkajšieho vzduchu

Zvýšenie vetrania v domácnosti:

- Otvorením okien alebo dverí. Neotvárajte okná a dvere, ak to predstavuje bezpečnostné alebo zdravotné riziko pre deti alebo iných členov rodiny (napr. Riziko pádu alebo vyvolanie príznakov astmy).
- Pomocou okennej klimatizácie, ktorá má nasávanie alebo ventiláciu vonkajšieho vzduchu, s otvoreným ventilačným otvorom (niektoré okenné klimatizácie nemajú vstupy vonkajšieho vzduchu).
- Otvorením prívodu vonkajšieho vzduchu do systému HVAC, ak taký má (to nie je bežné)

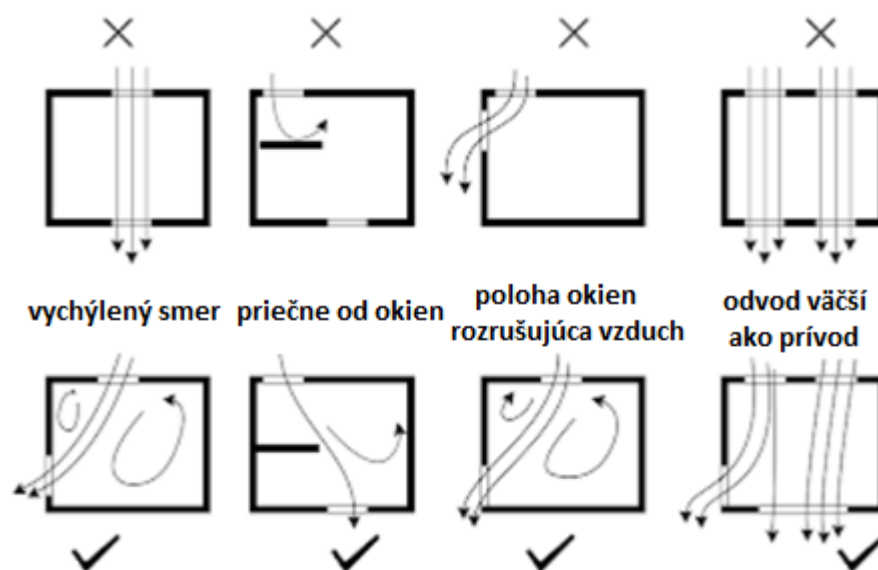
- Ak je kúpeľňa v prevádzke, je nutné používanie ventilátora kúpeľne, pokiaľ je to možné, nepretržite.
- Používaním ventilátora s rekuperáciou tepla (HVR) alebo ventilátora s rekuperáciou energie (ERV), ak rodinný dom taký má.

Ak je znečistenie vonkajšieho vzduchu vysoké alebo je vonkajší vzduch príliš chladný, horúci alebo vlhký, zabráňte vetraniu vonkajším vzduchom. Skontrolujte AirNow, kde nájdete informácie o znečistení vonkajšieho ovzdušia vo vašej blízkosti. V situáciách, keď hrozí požiar, postupujte podľa miestnych rád. Získajte viac informácií o COVID-19, požiaroch a kvalite vnútorného ovzdušia.

Zlepšenie prirodzeného vetrania

Aj pri otvorenom okne alebo dverách je možné obmedziť prirodzené vetranie, ak sú vnútorné a vonkajšie teploty podobné a slabý vietor vo vonkajšom prostredí. Na zvýšenie prirodzeného vetrania, ak je to možné, otvorte viac ako jedno okno alebo dvere. Vetranie je možné ďalej zväčšiť priečnym vetraním otvorením okien (alebo dverí) na opačných stranách domu (najlepšie však nie priamo oproti sebe) a udržiavaním otvorených vnútorných dverí (Obrázok 3.48).

Obr. 3.48 Efektívne prirodzené vetranie



Zdroj: <http://www.econiwias.com/energy-efficiency-in-buildings.html>

Na dodatočné vetranie je možné použiť viac ventilátorov, ktoré z jedného okna vytlačujú vzduch a z druhého ho nasávajú. Ak sa použije jeden ventilátor, mal by byť otočený smerom (a fúkať vzduch) v rovnakom smere, v akom sa vzduch prirodzene pohybuje. Môžete určiť smer, ktorým sa vzduch prirodzene pohybuje, sledovaním pohybu závesov, držaním ľahkej látky alebo padaním papierových výstrižkov a zaznamenávaním toho, ktorým smerom sa pohybujú. Súčasné otváranie najvyšších a najnižších okien v domácnosti (najmä na rôznych poschodiach) môže tiež pomôcť zvýšiť ventiláciu. V prípade okien s dvojitým zavesením (najbežnejší typ) sa otvorením horného krídla jedného a dolného krídla druhého okna podporuje aj ventilácia. Aj pri použití jedného okna môže čiastočné otvorenie horného aj spodného krídla pomôcť zlepšiť vetranie. Zvážte použitie vnútorných ventilátorov v kombinácii s otvorenými dverami alebo oknami na ďalšie zvýšenie ventilácie. Okrem špecializovaných okenných ventilátorov je možné pred okno umiestniť ventilátory typu box alebo tower. Ventilátory môžu byť otočené smerom k oknu (vyfukovanie vzduchu z okna) alebo smerom od okna (vyfukovanie vzduchu do miestnosti). Smer fúkania vzduchu (z domu alebo von z domu) z

konkrétneho okna alebo dverí sa môže občas zmeniť, najmä vo veterných dňoch. Ak sú tieto zmeny časté, skúste ventilátor premiestniť na iné miesto. Vo veterných dňoch možno nebudete musieť používať ventilátor.

Aby ste znížili riziko prenosu vzduchom, nasmerujte prúd vzduchu ventilátora tak, aby nefúkal priamo z jednej osoby na druhú. Pri prevádzke ventilátorov treba byť opatrní, najmä ak sú prítomné deti. Umiestnite ventilátory tak, aby boli mimo dosahu malých detí, aby boli stabilné a ľahko nespadnú. Zvážte použitie veže alebo iného ventilátora, kde sú čepele skryté alebo úplne tienené.

Odparovacie chladiče

Odparovacie chladiče sa používajú v suchom prostredí. Na ochladenie a zvýšenie relatívnej vlhkosti v interiéroch používajú vodu. Môžu to byť trvalé systémy celého domu alebo lacnejšie prenosné jednotky. Ak je ich prevádzka v súlade s určením (s otvorenými oknami), tieto zariadenia spôsobujú výrazné zvýšenie vetrania vonkajším vzduchom. Niektoré odparovacie chladiče je možné prevádzkovať bez použitia vody, keď sú teploty nižšie, aby sa zvýšila ventilácia v interiéroch. Nie je vhodné ich používanie, ak je znečistenie vonkajšieho ovzdušia vysoké a systém nemá vysokoúčinný filter.

Použite svoj systém HVAC a zvážte inováciu filtrov

Pretože prevádzka systému HVAC filtruje vzduch, keď cirkuluje, môže pomôcť znížiť množstvo škodlivých látok vo vzduchu v interiéroch vrátane vírusov. Samotné spustenie systému HVAC samo o sebe nestačí na ochranu užívateľov pred vírusom, ktorý spôsobuje COVID-19. Ak sa používanie systému HVAC používa spolu s ďalšími osvedčenými postupmi odporúčanými spoločnosťou CDC, môže byť súčasťou plánu na ochranu ľudí.

V prípade HVAC:

Ventilátor systému má byť v prevádzke dlhšie alebo nepretržite, pretože systémy HVAC filtrujú vzduch iba vtedy, keď je ventilátor v prevádzke. Mnoho systémov môže byť nastavených na chod ventilátora, aj keď práve nedochádza k ohrevu alebo ochladeniu. Je potrebné zabezpečiť, aby bol filter správne nasadený, respektíve zvážiť inováciu filtra na filter s vyššou účinnosťou alebo na filter s najvyšším hodnotením, do ktorého sa zmestí ventilátor systému a slot pre filter. Ak systém má prívod vonkajšieho vzduchu, je treba ho otvoriť (nie je to bežné pre domáce systémy). Ak systém HVAC má energeticky efektívny tepelný výmenník vzduch-vzduch, použije sa ventilátor s rekuperáciou tepla (HRV) alebo ventilátor s rekuperáciou energie (ERV), pretože zvyšujú ventiláciu.

V prípade prenosného čističa vzduchu alebo čističa vzduchu:

Pri správnom použití môžu čističe vzduchu pomôcť znížiť množstvo znečisťujúcich látok vo vzduchu vrátane vírusov v domácnosti alebo v obmedzenom priestore. Samotný prenosný čistič vzduchu však sám o sebe nestačí na ochranu ľudí pred COVID-19. Pokiaľ sa používa spolu s ďalšími osvedčenými postupmi odporúčanými CDC, prevádzka čističa vzduchu môže byť súčasťou plánu ochrany vás a vašej rodiny.

Umiestnite čistič vzduchu do miestnosti, v ktorej trávite najviac času, alebo kde zraniteľné osoby trávia najviac času. Aby ste znížili riziko prenosu vzduchom, nasmerujte prúd vzduchu z čističa vzduchu tak, aby nefúkal priamo z jednej osoby na druhú.

Ako prevádzkovať technické zariadenia budov s cieľom zabrániť šíreniu koronavírusu (SARS-CoV-2) spôsobujúceho ochorenie COVID-19

Dokument REHVA je založený na najlepších dostupných dôkazoch a znalostiach, napriek tomu v mnohých ohľadoch sú v súčasnosti dostupné informácie o koronavírusu (SARS-CoV-2) natoľko obmedzené alebo neexistujú, že sa použili predchádzajúce odporúčania a osvedčené postupy zo SARS-CoV-111.

Praktické odporúčania pre prevádzku budov

Zvýšiť prívod a odvod vzduchu

V budovách s núteným vetracím systémom sa odporúča predĺžiť čas prevádzky vetrania. Zmeňte prevádzkovú dobu vetracieho systému tak, aby sa vetranie začalo pri menovitom prietoku najmenej 2 hodiny pred začiatkom používania budovy a prepnite na nižšiu rýchlosť 2 hodiny po čase používania budovy.

V prípade vetracích systémov riadených podľa potreby, (DCV- Demand controlled ventilation, menia prietok vzduchu podľa žiadanej hodnoty CO₂), zmeňte žiadanú hodnotu CO₂ na nižšiu hodnotu ako 400 ppm, aby sa zabezpečil trvalý chod pri menovitom prietoku vzduchu.

Aj keď ľudia v budove nie sú prítomní, udržiajte vetrací systém 24 hodín denne 7 dní v týždni v prevádzke pri zníženom prietoku vzduchu (ale nie vo vypnutom režime vetrania).

Využiť vo väčšej miere prirodzené vetranie otváraním okien

Všeobecne sa odporúča vyhýbať sa preplneným a zle vetraným priestorom. V budovách bez núteného vetrania sa odporúča aktívne používať otvárateľné okná (oveľa viac ako obvykle, aj keď to spôsobí určitý tepelný diskomfort). Vetranie oknami je dobrý spôsob, ako zvýšiť intenzitu výmeny vzduchu. Pri vstupe do miestnosti otvorte okná na približne 15 minút (najmä ak miestnosť predtým bola obsadená inými osobami). V budovách s núteným vetraním sa vetranie oknami môže použiť na ďalšie zvýšenie intenzity vetrania.

Otvorené okná na toaletách s pasívnym vztlakovým vetraním alebo nútenými odsávacím systémom môžu spôsobiť šírenie kontaminovaného prúdu vzduchu z toalety do iných miestností, čo znamená, že vetranie začne pracovať v nesprávnom (opačnom) smere. Potom by ste sa mali vyhnúť otvoreniu okien na toalete. Ak nie je zabezpečené dostatočné odsávanie z toaliet, a nedá sa zabrániť vetraniu oknami na toaletách, potom je dôležité nechať okná otvorené aj v iných priestoroch, aby sa zabránilo šíreniu kontaminovaného aerosólu v celej budove.

Použitie zvlhčovania a klimatizácie nemá žiadny praktický účinok

Relatívna vlhkosť (RH) a teplota prispievajú k prenosu vírusu vo vnútri budovy, čo má vplyv na životaschopnosť vírusu, na tvorbu aerosólových (kvapôčkových) jadier a na citlivosť slizníc hostiteľa. Prenos niektorých vírusov v budovách môže byť obmedzený zmenou teploty vzduchu a úrovne vlhkosti. V prípade COVID-19 to, bohužiaľ, nie je možné, pretože koronavírusy sú celkom odolné proti zmenám prostredia a sú citlivé iba na veľmi vysokú relatívnu vlhkosť vzduchu, vyššiu ako 80 %, a teplotu vyššiu ako 30 °C, ktoré zase nie sú prijateľné v budovách z iných dôvodov (napr. tepelný komfort a mikrobiálny rast).

Zistilo sa, že SARS-CoV-2 je vysokostabilný počas 14 dní pri 4 °C; na inaktiváciu vírusu by bolo potrebných 37 °C počas jedného dňa a 56 °C počas 30 minút. Stabilita SARS-CoV-2 (životaschopnosť) bola potvrdená pri typickej vnútornej teplote 21-23 °C a relatívnej vlhkosti 65 % ako veľmi vysoká stabilita vírusu. Spolu s predchádzajúcimi dôkazmi o MERS-CoV je dobre zdokumentované, že zvlhčovanie až do 65 % môže mať veľmi obmedzený alebo žiadny vplyv na stabilitu vírusu SARSCoV-2. Dôkazy preto nepodporujú, že mierna vlhkosť (RH 40 - 60 %) bude prospešná pri znižovaní životaschopnosti SARS-CoV-2, takže zvlhčovanie nie je metódou na zníženie životaschopnosti SARS-CoV-2.

Malé kvapôčky, ktoré sú predmetom záujmu (0,5 - 10 mikrónov), sa rýchlo odparia pri akejkoľvek úrovni relatívnej vlhkosti (RH). Dýchacie cesty v nose a sliznice sú náchylnejšie na infekcie pri veľmi nízkej RH 10 a 20 %, a to je dôvod, prečo sa niekedy v zime navrhuje zvlhčovanie (na úroveň 20 - 30 %). Táto nepriama potreba zvlhčovania v zime v prípade COVID-19 nie je relevantná vzhľadom na meniace sa klimatické podmienky (od marca je vnútorná vlhkosť vzduchu vyššia ako 30 % vo všetkých európskych klimatických podmienkach bez zvlhčovania).

Preto v budovách vybavených centrálnym zvlhčovaním nie je potrebné meniť žiadané hodnoty zvlhčovacích systémov (zvyčajne 25 alebo 30 %). Od jari by tieto systémy už nemali byť v prevádzke. Vykurovacie a chladiace systémy sa dajú prevádzkovať normálne, pretože na šírenie COVID-19 nemajú žiadne priame dôsledky. Zvyčajne nie je potrebné nastavovať žiadané hodnoty pre vykurovacie alebo chladiace systémy.

Bezpečné používanie systému spätného získavania tepla

Za určitých podmienok môžu vírusové častice z odvádzaného vzduchu opäť vstúpiť do budovy. Zariadenia na spätné získavanie tepla môžu prenášať vírus spojený s časticami aerosólu zo strany odpadového vzduchu na stranu privádzaného vzduchu cez netesnosti. Rotačný regeneračný výmenník tepla typu „vzduch/vzduch“ (nazývaný tiež entalpický) môže mať značnú infiltráciu vzduchu netesnosťami v prípade zlej konštrukcie a údržby. V prípade správne fungujúcich rotačných regeneračných výmenníkov tepla, ktoré sú vybavené čistiacimi sekciami a správne nastavené, je stupeň tesnosti približne rovnaký ako pri doskových výmenníkoch tepla, v rozsahu 1 - 2 %.

Pri súčasných systémoch by netesnosť mala byť pod 5 % a mala by byť kompenzovaná zvýšením prívodu vonkajšieho vzduchu podľa normy EN 16798-3: 2017. Mnohé rotačné regeneračné výmenníky však nemusia byť správne nainštalované. Najčastejšou chybou je to, že ventilátory sú namontované tak, že vytvárajú vyšší tlak na strane odpadového vzduchu. To spôsobí prienik odpadového vzduchu do privádzaného vzduchu. Úroveň nekontrolovaného prenosu znečisteného odpadového vzduchu môže byť v týchto prípadoch cca 20 %, čo nie je prijateľné.

Rotačné regeneračné výmenníky tepla, ktoré sú správne navrhnuté, nainštalované a udržiavané, majú takmer nulový prenos tuhých znečisťujúcich látok (vrátane vzdušných baktérií, vírusov a húb), ale tento prenos je limitovaný na plynné znečisťujúce látky, ako je tabakový dym a iné pachy. Neexistuje dôkaz, že častice nesúce vírus s rozmermi od 0,1 mikrónu by mohli prenikať v nadmernom množstve netesnosťami do prívodu vzduchu.

Keďže miera netesnosti nezávisí od rýchlosti otáčania rotora, nie je potrebné vypínať rotory. Normálna prevádzka rotačných regeneračných výmenníkov umožňuje dosiahnutie vyššieho prietoku vzduchu. Je známe, že prienik infiltráciou je najvyšší pri nízkom prietoku vzduchu, preto sa odporúčajú vyššie prietoky vzduchu.

Ak existuje podozrenie na netesnosti v systéme rekuperácie tepla, môže byť riešením nastavenie tlaku alebo obtok (bypass) na zníženie tlaku (niektoré systémy môžu byť vybavené obtokom), aby sa zabránilo situácii, keď vyšší tlak na strane odvodu vzduchu spôsobí prienik netesnosťou na stranu prívodu vzduchu. Nastavenie tlaku môže byť korigované klapkami alebo inými primeranými riadiacimi prvkami.

Na záver sa odporúča skontrolovať celý systém na spätné získavanie tepla vrátane merania rozdielu tlaku. Pre dodržanie vysokej miery ochrany by mal personál údržby plniť štandardné bezpečnostné postupy týkajúce sa práce v znečistenom prostredí vrátane používania rukavíc a ochrany dýchacích ciest. Prenos vírusových častíc pomocou zariadení na rekuperáciu tepla nie je problémom, ak je systém vetrania vybavený nepriamym systémom rekuperácie alebo iným zariadením na rekuperáciu tepla, ktoré zaručuje 100 % oddelenie vzduchu medzi výstupom a prívodom vzduchu.

Nepoužívať recirkuláciu vzduchu

Častice vírusu z výfukového potrubia sa môžu znova dostať do budovy, keď sú zariadenia na úpravu vzduchu vybavené recirkuláciou vzduchu. Odporúča sa nepoužívať recirkuláciu vzduchu v centrálnych vetracích systémoch počas epidémie SARS-CoV-2: odporúča sa uzavrieť recirkulačné klapky (prostredníctvom automatického systému riadenia budovy alebo ručne). V prípade, že to vedie k problémom s chladiacim alebo vykurovacím výkonom, je vhodnejšie to akceptovať, pretože je dôležitejšie predchádzať kontaminácii a chrániť verejné zdravie ako zaručiť tepelný komfort.

Vzduchotechnické jednotky so systémom recirkulácie sú niekedy vybavené filrami vzduchu. Toto by nemal byť dôvod na to, aby boli recirkulačné klapky otvorené, pretože tieto filtre normálne nefiltrujú častice s vírusmi, pretože majú štandardnú účinnosť nízku a nie účinnosť HEPA.

Niektoré systémy (fan coils alebo indukčné jednotky) pracujú s miestnou cirkuláciou vzduchu (na úrovni miestnosti). Ak je to možné (a nevyžadujú sa žiadne významné požiadavky na chladenie), odporúča sa vypnúť tieto systémy, aby sa zabránilo recirkulácii vírusových častíc na úrovni miestnosti (napríklad, ak miestnosti bežne používa viac ako jeden užívateľ). Tieto systémy (fan coils alebo indukčné jednotky) majú hrubé filtre, ktoré prakticky nefiltrujú malé častice s vírusmi, ale stále môžu koncentrovať a rozptyľovať najmenšie častice. Na povrchu výmenníka tepla fan coilu sa vírus môže zničiť zvýšením teploty na 60 °C na jednu hodinu alebo 40 °C na jeden deň.

Ak nie je možné vypnúť výmenníky fan coilov (z dôvodu potreby chladíť alebo ohrievať), odporúča sa, aby ventilátory bežali nepretržite, aby tým zabránili vírusu usadiť sa vo filtroch a reaktivovať sa, keď sa ventilátory opäť zapnú. Pri nepretržitej prevádzke fan coilov bude vírus odstránený odvetraním prostredníctvom centrálného vetracieho systému.

Čistenie ventilačného potrubia nemá žiadny praktický účinok

Vyhlasenia odporúčajúce čistenie ventilačných potrubí, aby sa predišlo prenosu SARS-CoV-2 cez vetracie systémy, nie sú potvrdené. Čistenie ventilačného potrubia nie je účinné proti infekcii medzi miestnosťami, pretože ventilačný systém nie je zdrojom kontaminácie, ak vyššie uvedené odporúčania týkajúce sa spätného získavania tepla a recirkulácie sú dodržané.

Vírusy s aerosólom ako nosičom nebudú ľahko sedimentovať vo vetracích potrubíach a normálne budú odvádzané prúdom vzduchu. Z tohto dôvodu nie sú potrebné žiadne zmeny bežných postupov čistenia a údržby potrubí. Oveľa dôležitejšie je zvýšiť prívod čerstvého vzduchu, vyhnúť sa recirkulácii vzduchu podľa vyššie uvedených odporúčaní.

Výmena vzduchových filtrov na prívode vonkajšieho vzduchu nie je potrebná

V súvislosti s COVID-19 sa objavila otázka, aký je ochranný účinok pred vonkajšou kontamináciou vírusmi, ak vo veľmi zriedkavých prípadoch sú výfukové otvory vetracieho systému v blízkosti vstupu vzduchu.

Moderné vetracie systémy, ktoré dobre filtrujú častice z vonkajšieho vzduchu.

Veľkosť samotných častíc koronavírusu je 80 – 160 nm (PM_{0.1}), a teda je menšia ako rozsah zachytávania filtrov triedy s účinnosťou zachytenia 65 – 90 % pre PM₁, ale veľa z týchto malých častíc sa zachytí na vláknach filtra difúznym mechanizmom. Častice SARS-CoV-2 sa tiež agregujú s väčšími časticami, ktoré sa už nachádzajú v oblasti zachytávania filtra. To znamená, že v zriedkavých prípadoch vírusom kontaminovaného vonkajšieho vzduchu poskytujú štandardné filtre vonkajšieho vzduchu primeranú ochranu pre nízku koncentráciu a príležitostne rozšírené vírusy vo vonkajšom vzduchu.

Zariadenia na rekuperáciu tepla a recirkuláciu sú vybavené menej účinnými filtrami na strane odsávania vzduchu, ktorých úlohou je chrániť zariadenie pred prachom. Tieto filtre nemusia odfiltrovať malé častice, pretože vírusové častice sa budú odvádzajú von vetracím systémom na odvod vzduchu. Z hľadiska výmeny filtra je možné použiť bežné postupy údržby. Zanesené filtre nie sú v tomto kontexte zdrojom znečistenia, ale znižujú prietok privádzaného vzduchu, čo má negatívny vplyv na samotné znečistenie vzduchu v interiéri. Preto musia byť filtre vymenené, a to podľa bežného postupu, keď sú prekročené limity tlakovej straty alebo času, resp. podľa plánovanej údržby. Záverom sa odporúča, aby sa nevymieňali existujúce filtre vonkajšieho vzduchu a nevymieňali ich za iný typ filtrov, ani sa neodporúča meniť ich skôr, ako je obvyklé. Personál údržby HVAC môže byť ohrozený, ak sa filtre (najmä filtre odpadového vzduchu) nevymieňajú v súlade so štandardnými bezpečnostnými postupmi.

Z bezpečnostných dôvodov pri manipulácii vždy je treba predpokladať, že na filtroch je aktívny mikrobiologický materiál vrátane životaschopných vírusov. Toto je obzvlášť dôležité v každej budove, kde sa nedávno vyskytla infekcia. Filtre by sa mali vymieňať pri vypnutí systému, pri používaní rukavíc, s ochranou dýchacích ciest a likvidovať v uzavretom vrecku.

Čističe vzduchu v miestnosti môžu byť užitočné v konkrétnych situáciách

Čističe vzduchu v miestnostiach účinne odstraňujú častice zo vzduchu, čo zaisťuje účinok podobný vetraniu. Aby boli čističe vzduchu účinné, musia mať účinnosť aspoň HEPA filtra. Je potrebné venovať pozornosť výberu čističov, aby boli dostatočne účinné. Zariadenia, ktoré používajú princípy elektrostatickej filtrácie (nie sú tie isté ako ionizátory v miestnosti), často tiež fungujú celkom dobre.

Pretože prúdenie vzduchu čističmi vzduchu je obmedzené, podlahová plocha, pre ktorú môžu účinne slúžiť, je zvyčajne pomerne malá, obvykle menšia ako 10 m². Pri použití čističa vzduchu (zvýšenie prívodu čerstvého vzduchu pravidelným vetraním je často účinnejšie), odporúča sa umiestniť spotrebič do blízkosti zóny dýchania. Špeciálne UV čistiace zariadenie na čistenie vzduchu v miestnosti je tiež účinné na ničenie baktérií a vírusov.

Zhrnutie praktických opatrení na prevádzku zariadení v budovách

1. Zabezpečiť vetranie priestorov vonkajším vzduchom.
2. Nastaviť nútený vetrací systém na nominálny prietok vzduchu najmenej 2 hodiny pred začiatkom času používania budovy a nastaviť ho na nižší prietok vzduchu 2 hodiny po čase používania budovy.
3. Počas noci a cez víkendy nevypínať vetranie, ale udržiavať ho v prevádzke pri nižšom prietoku vzduchu.
4. Zabezpečiť pravidelné prirodzené vetranie oknami (aj v budovách s núteným vetraním).
5. Odvetrávanie toalety udržiavať nepretržite v prevádzke.
6. Vyvarovať sa otváraniu okien na toaletách, aby bol zabezpečený správny smer vetrania.
7. Splachovať záchody so zatvoreným vekom.
8. Prepnúť recirkulačné jednotky na 100 % vonkajší vzduch.
9. Skontrolovať zariadenia na spätné získavanie tepla, aby bolo zabránené úniku vzduchu netesnosťami.
10. Odstaviť fan coils alebo ich prevádzkovať tak, aby ventilátory fungovali nepretržite.
11. Ponechať nastavené žiadané hodnoty pre vykurovanie, chladenie a zvlhčovanie.
12. Počas tohto obdobia neplánovať čistenie vzduchovodov.
13. Vymeniť filtre vzduchu na prívode vonkajšieho vzduchu a odvode odpadného vzduchu.
14. Pravidelnú výmenu a údržbu filtrov vykonávať pomocou bežných ochranných opatrení vrátane ochrany dýchacích ciest.

Zoznam tabuliek

- Tab. 3.1 Účinnosť odstránenia VOC rôznymi druhmi rastlín
- Tab. 3.2 Bytové budovy (spálne)
- Tab. 3.3 Váhy významnosti oblastí v systémoch používaných na environmentálne hodnotenie
- Tab. 3.4 Ukazovatele kvality vnútorného prostredia hodnotiacich systémov

Zoznam obrázkov

- Obr. 3.1 Mestskí obyvatelia trávia 80 až 90% svojho času v interiéroch
- Obr. 3.2 Envirosystém budov
- Obr. 3.3 Kvalita vnútorného prostredia
- Obr. 3.4 Vzťah medzi znečisťujúcimi látkami, prevádzkou, vetraním a komfortom, zdravím a výkonnosťou
- Obr. 3.5 Životaschopné mesto a kvalita životného prostredia, ľudské zdravie a pohoda
- Obr. 3.6 Mestská pohoda
- Obr. 3.7 Zdroje znečistenia vo vnútornom prostredí bytových budov
- Obr. 3.8 Prirodzené vetranie
- Obr. 3.9 Spaľovací proces
- Obr. 3.10 Odsávanie výfukových plynov z garáže
- Obr. 3.11 Zdroje radónu vo vnútornom prostredí
- Obr. 3.12 Prevetrávanie vzduchovej medzery pod budovou
- Obr. 3.13 Protiradónová izolácia s plastickou profilovanou fóliou
- Obr. 3.14 Schematické znázornenie prevetrávania podložja budovy
- Obr. 3.15 Odsávanie pôdneho vzduchu pomocou radónovej studne
- Obr. 3.16 Odsávanie radónu z podložja pod existujúcim domom za pomoci zavrtaných perforovaných rúr
- Obr. 3.17 Filtračná technológia
- Obr. 3.18 Politika v prospech prostredia bez dymu
- Obr. 3.19 Obrazy prúdenia vzduchu zdola nahor pri rôznych spôsoboch distribúcie
- Obr. 3.20 Základné obrazy prúdenia vzduchu pri prirodzenom vetraní a pri rôznych teplotných spádoch a rýchlostiach vzduchu
- Obr. 3.21 AgBB schéma
- Obr. 3.22 Eco Label
- Obr. 3.23 Emission classification of building materials
- Obr. 3.24 Metóda bake-out
- Obr. 3.25 Filtre z aktivovaných uhlíkových vlákien
- Obr. 3.26 Rámec schematického hodnotenia kvality vnútorného ovzdušia vrátane série dynamických životných cyklov chemikálií, biologických aktivít, ako aj fyzikálnych faktorov a výmeny s vonkajším vzduchom (okolím)
- Obr. 3.27 Hedera helix
- Obr. 3.28 Epipremnum aureum
- Obr. 3.29 Phoenix Roebelenii
- Obr. 3.30 Spathiphyllum
- Obr. 3.31 Ficus elastic
- Obr. 3.32 Chrysalidocarpus lutescens
- Obr. 3.33 UL GREENGUARD Certification Program
- Obr. 3.34 eco-INSTITUT-Label
- Obr. 3.35 E1 Certification standard
- Obr. 3.36 M1 Emission Classification of Building Materials

- Obr. 3.37 Gut carpets tested for a better living environment
- Obr. 3.38 Emissions dans l'air interieur
- Obr. 3.39 Blue Angel
- Obr. 3.40 Gev-emicode
- Obr. 3.41 Symbol IAQ v LEED
- Obr. 3.42 Certifikačné úrovne hodnotenia WELL
- Obr. 3.43 Certifikačné úrovne hodnotenia FITWEL
- Obr. 3.44 Usporiadanie AD-APT v „dennom režime“ nakonfigurované tak, aby poskytovalo veľkorysý obývací a jedálský priestor
- Obr. 3.45 Usporiadanie v „nočnom režime“, v ktorom je obývací izba komprimovaná a vytvára tak významnú hlavnú suitu a druhú spálňu
- Obr. 3.46 Usporiadanie v režime „Play Mode“, v ktorom sa byt zmení na široko otvorený priestor pre zábavu
- Obr. 3.47 Komponenty ako sklopné sklenené dvere ponúkajú plynulé prechody medzi vnútornou a vonkajšou stranou;
obrázok od Carlos Delgado Architect
- Obr. 3.48 Efektívne prirodzené vetranie

Zoznam literatúry

- Ochrana vnútorného prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - druhé prepracované vydanie - Košice : V.O.Č. Slovakia - 2016. - S. 179-197. - ISBN 978-80-970917-6-7. In: Správca budov. - Košice : V. O. Č. Slovakia, 2016
- Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8
- Hygienické kritériá a odporúčané hodnoty pre navrhovanie systémov techniky prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - 2011. In: Správca bytových domov. Roč. 6, č. 2 (2011), s. 48-54. - ISSN 1336-7919
- Environmentalistika v stavebníctve / Magdaléna Bálintová ... [et al.] - 1. vyd - Košice : Stavebná fakulta Technickej univerzity - 2015. - 144 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-2242-1
- LEED v4.1 Residential single family homes
- STN 73 0401:2005 Budovy na bývanie
- STN EN 16798-1:2019 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 1: Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika. Modul M1-6
- http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Figure44.2
- https://www.researchgate.net/publication/254448507_Urban_Planning_throughout_environmental_quality_and_human_well-being/figures?lo=1
- <https://medium.com/@AirmidHealth/air-pollution-not-just-an-outdoors-problem-ece46cb6a775>
- <https://www.tophomezones.com/house-ventilation-tricks-to-maintain-the-system-for-older-houses>
- <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/energy-efficiency-homes/combustion-gases-your-home-things-you-should-know-about-combustion-spillage/18639>
- https://www.catsensors.com/media/Decentlab/Products/IAM_interior/Overview_TVOC_and_IAQ.pdf
- http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Ch44_1
- <https://www.honeywellsmarthomes.com/blog/secure-home-from-indoor-air-pollution/>
- <https://theloop.ucsf.edu/2016/11/10/join-our-webinar-on-affordable-smoke-free-housing-on-november-29th>
- <https://www.auro.de/en/about-AURO/certifications/agbb-dibt-certifications.php>
- <https://www.letri.com/jetons-moins/reduire-ses-dechets/gestes-et-alternatives/attachment/logo-ecolabel-europeen-alternatives-prevention/>
- <https://stylamblog.wordpress.com/2015/03/30/emission-classification-of-building-materials-general-instructions-for-the-valid-m1-symbol>
- <https://www.mychemicalfreehouse.net/2019/05/mitigating-sealing-remediating.html>
- <https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798>
- <https://hortology.co.uk/products/epipremnum-aureum-golden-pothos>
- <https://www.palmcentre.co.uk/phoenix-roebelenii>
- <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

<https://www.ul.com/resources/ul-greenguard-certification-program>
<https://www.eco-institut.de/en/dienstleistungen/certification>
<https://sonaearauco.co.za/e1-certification-should-you-be-worried-about-formaldehyde>
<http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/m1-emission-classification-of-building-materials>
http://www.pro-dis.info/about_gut.html
<http://www.snfores.fr/reglementations/etiquetage-en-emission/>
<https://www.blauer-engel.de/en>
<https://www.emicode.com/en/home>
<https://www.enviro-consult.com/services/leed-indoor-air-quality/>
<https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot>
<https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798/>
<http://www.ecofriendlyhouses.net/>
<http://eco-friendlyhouses.blogspot.com/2013/01/eco-friendly-home-plans.html>
<https://aaqr.org/articles/aaqr-17-04-0a-0145.pdf>
<https://www.asb.sk/stavebnictvo/technicke-zariadenia-budov/prakticke-odporucania-pre-prevadzku-budov-a-faq-v-suvislosti-s-covid-19>
<https://www.honeywellsmarthomes.com/blog/secure-home-from-indoor-air-pollution/>
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-smoke-and-smoke-free-homes>
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-smoke-and-smoke-free-homes>
http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Ch44_1
<https://www.epiphany-studio.com/-blog/2020/5/11/looking-ahead-the-impact-of-covid-19-on-home-design-trends>
(<https://www.epiphany-studio.com/-blog/2020/5/11/looking-ahead-the-impact-of-covid-19-on-home-design-trends>)
[https://architizer.com/blog/inspiration/industry/covid-19-home-design/.](https://architizer.com/blog/inspiration/industry/covid-19-home-design/)
<https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-and-coronavirus-covid-19.>
<https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-homes-and-coronavirus-covid-19.>



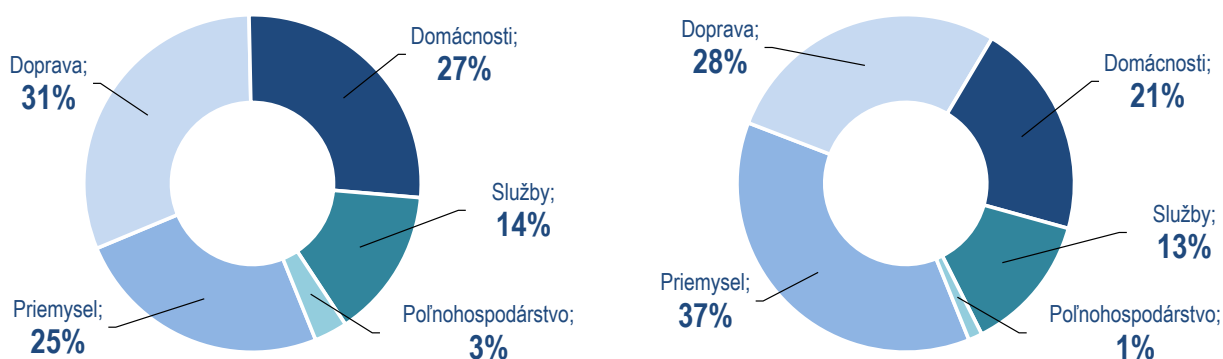
ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOST

M. Kováč | K. Kováčová | A. Sedláková

4 | ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ

Budovy v Európskej únii predstavujú 40 % podiel na spotrebe energie a 36 % podiel na emisiách CO₂. Základným kameňom politiky Európskej únie v oblasti energetickej efektívnosti je smernica 2012/27/EÚ z októbra 2012 o energetickej efektívnosti, ktorej cieľom je nasmerovať členské štáty na cestu plnenia cieľov pre rok 2020 a tým je zníženie spotreby energie o 20 % v porovnaní s prognózou z roku 2007 pre rok 2020. V novembri 2016 predložila Komisia návrhy na revíziu smernice 2012/27/EÚ s cieľom posilniť energeticкую hospodárnosť nových budov, urýchliť tempo renovácie existujúcich budov, aby boli energeticky efektívnejšie, a s cieľom čo najlepšie využiť obrovský potenciál zvýšenia energetickej efektívnosti v sektore stavebníctva. V decembri 2018 sa zvýšil záväzný cieľ Európskej únie týkajúci sa energetickej efektívnosti na rok 2030 na základe novej smernice o energetickej efektívnosti (smernica 2018/2002/EÚ) na najmenej 32,5 %. Jedná sa o zníženie spotreby energie o min. 32,5 % v porovnaní s prognózami na rok 2030, ktoré boli vypracované ešte v roku 2007. V novej smernici o energetickej hospodárnosti budov (smernica 2018/844/EÚ) sa stanovujú plány s orientačnými míľnikmi na roky 2030, 2040 a 2050 a dlhodobé stratégie členských štátov na podporu obnovy vnútroštátneho fondu bytových a nebytových budov, a to verejných aj súkromných, s cieľom vytvoriť do roku 2050 vysoko energeticky efektívny a dekarbonizovaný fond budov. V súčasnosti má približne 35 % budov v Európskej únii viac ako 50 rokov. Ak by sa zvýšila ich energetická efektívnosť, mohlo by sa dosiahnuť zníženie celkovej spotreby energie v Európskej únii približne o 5-6 % a emisie CO₂ by sa znížili približne o 5 %. V poslednom období sa ročná miera obnovy fondu budov v členských štátoch Európskej únie pohybuje na úrovni 0,4 – 1,2 %. Obdobné je to aj na Slovensku, kde miera obnovy fondu budov osciluje okolo 1%. Pre dosiahnutie cieľov pre rok 2030 v oblasti zvyšovania energetickej efektívnosti, kedy sa požaduje zníženie spotreby energie v Európskej únii o min. 32,5 %, bude potrebné mieru obnovy minimálne zdvojnásobiť.

Obr. 4.1 Konečná spotreba energie podľa sektorov v EÚ-28 a v SR v roku 2018

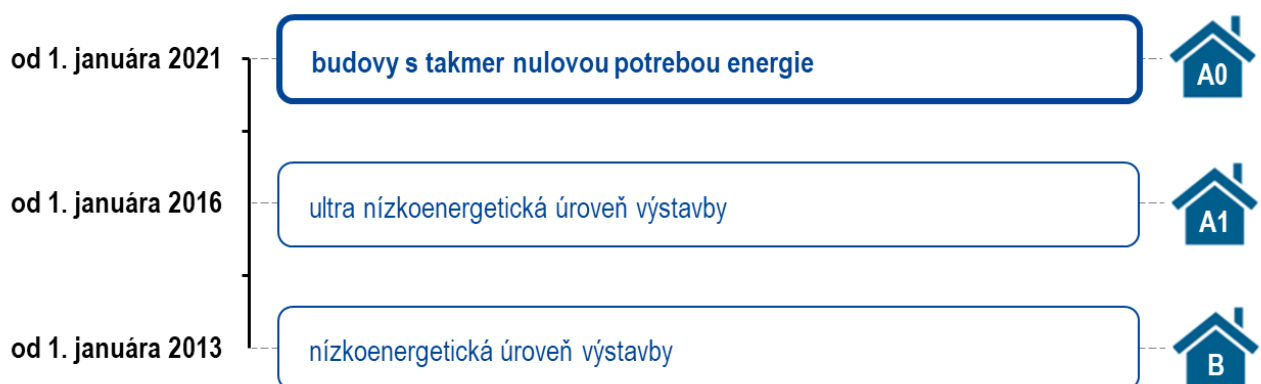


Poznámka: Porovnanie spotreby konečnej energie v roku 2018 medzi EÚ (28 členských štátov pred rokom 2020) vľavo a Slovenskou republikou vpravo.

Zdroj: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00124&language=en>

V súčasnosti je ešte stále platná požiadavka na výstavbu budov, aby boli tieto navrhované a realizované ako tzv. ultra nízkoenergetické budovy. Táto úroveň výstavby je charakterizovaná dosiahnutím energetickej triedy globálneho ukazovateľa (primárnej energie) energetickej hospodárnosti na úrovni A1. Do platnosti vstúpila od 1. januára 2016 a viaže sa k novým budovám resp. budovám vo významnej obnove, pričom v ich prípade je dosiahnutie energetickej triedy A1 podmienené technickou, funkčnou a ekonomickou uskutočniteľnosťou. Momentálne požadovaná úroveň výstavby je platná do konca roka 2020. Od 1. januára 2021 je potrebné všetky nové budovy navrhovať, projektovať a realizovať ako budovy s takmer nulovou potrebou energie. V tomto štandarde bude potrebné uskutočňovať aj obnovu bytového fondu, či už sa jedná o existujúce bytové alebo nebytové budovy, verejné resp. súkromné budovy. To si vyžiada veľký objem finančných prostriedkov, ktoré budú kombinovane kryté jednak z vlastných zdrojov, zo štátnych prostriedkov a prostriedkov Európskej únie. Vytvorí sa európsky investičný a modernizačný fond pre tieto účely a to všetko v súlade s politikou Európskej únie ohľadom ochrany klímy, znižovania emisií skleníkových plynov, zvyšovania podielu obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie a zvyšovania energetickej efektívnosti. Na nasledujúcom obrázku je znázornený časový sled platností jednotlivých úrovní výstavby na budovy. Pre úplnosť dodávame, že tzv. nízkoenergetická úroveň výstavby z obdobia pred 1. januárom 2013 bola charakterizovaná dosiahnutím energetickej triedy na úrovni B.

Obr. 4.2 Požadované úrovne výstavby budov od roku 2013

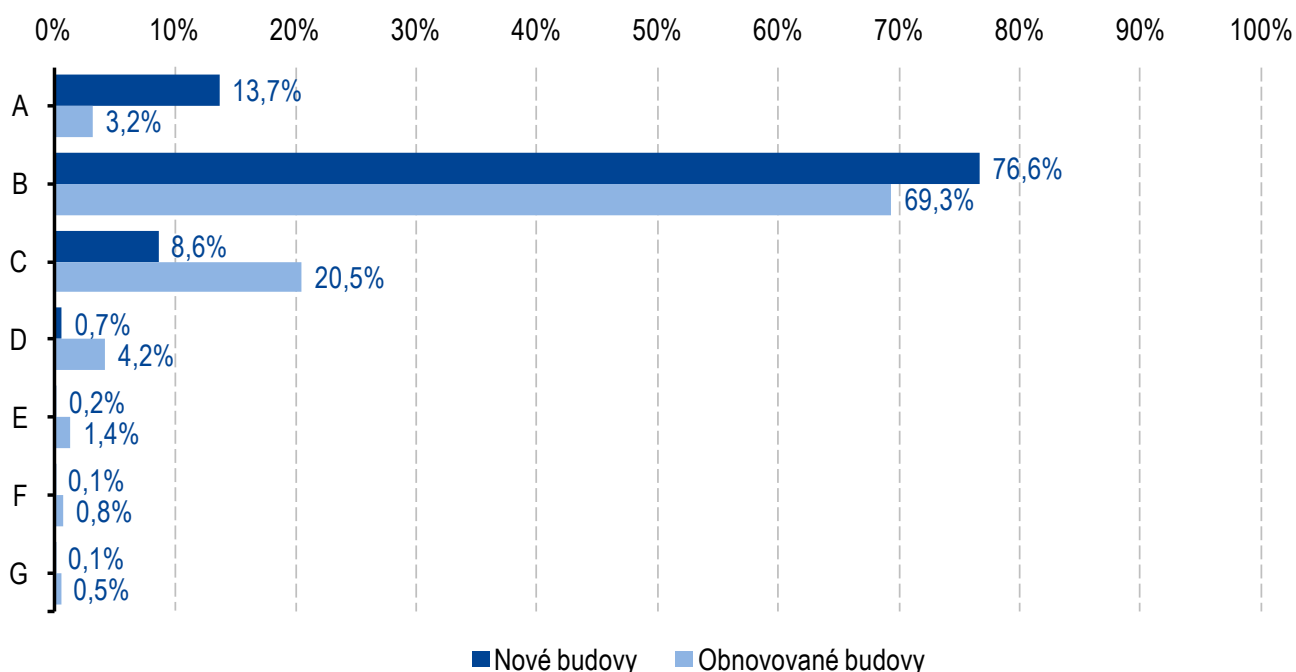


Zdroj: STN 73 0540

Budovy s takmer nulovou potrebou energie sú charakterizované ako budovy s nulovou alebo veľmi malou potrebou energie, ktoré majú efektívnu tepelnú ochranu obalových konštrukcií a využívajú vo veľkej miere energiu z obnoviteľných zdrojov energie. Úroveň výstavby budov s takmer nulovou potrebou energie je charakterizovaná energetickej triedou globálneho ukazovateľa (primárnej energie) energetickej hospodárnosti na úrovni A0. Okrem faktu, že tieto budovy spotrebúvajú minimálne množstvo energie, že produkujú minimálne množstvo skleníkových plynov a využívajú energiu z obnoviteľných zdrojov energie, tak vytvárajú optimálnejšie vnútorné prostredie v samotných budovách a to tým, že zvyšujú pohodlie pre svojich užívateľov v dôsledku vyššej formy automatizácie a riadenia systémov v budovách, a že v dôsledku veľmi dobrých tepelno izolačných vlastností obalových konštrukcií nedochádza k poklesu povrchových teplôt na vnútorných povrchoch na takú úroveň, ktorá by viedla k možnému vzniku plesní. A práve plesne sú zdrojom rôznych ochorení. Takéto riziko je teda maximálne minimalizované a to aj v dôsledku efektívneho riešenia tepelných mostov v rôznych tzv. kritických detailoch budovy z hľadiska tepelno technického. Systémy riadeného vetrania zabezpečujú požadovanú výmenu vzduchu v jednotlivých priestoroch budovy, čím sa udržiava úroveň vlhkosti vzduchu a koncentrácia oxidu uhličitého na úrovni, ktorá vytvára tzv. zdravé vnútorné prostredie v budove pre svojich užívateľov. Takto hodnotí tieto budovy aj Svetová zdravotnícka organizácia, ako tzv. zdravšie budovy a budovy vhodnejšie pre pobyt ľudí v nich. Aj preto samotná Svetová zdravotnícka organizácia

podporuje nielen výstavbu takýchto nových budov, ale vyzýva k uplatneniu takýchto štandardov aj pri obnove existujúcich budov. Systémy riadeného vetrania sú pre prevádzku v zimnom období vybavené zariadeniami pre spätné získavanie energie (tepla), čím znižujú tepelné straty vetraním v budove a tak prispievajú k zníženiu celkovej energetickej náročnosti budovy. To je samozrejme len niekoľko pozitívnych vlastností budov s takmer nulovou potrebou energie.

Obr. 4.3 Podiel energetických tried budov na bývanie na Slovensku za obdobie rokov 2016 - 2019

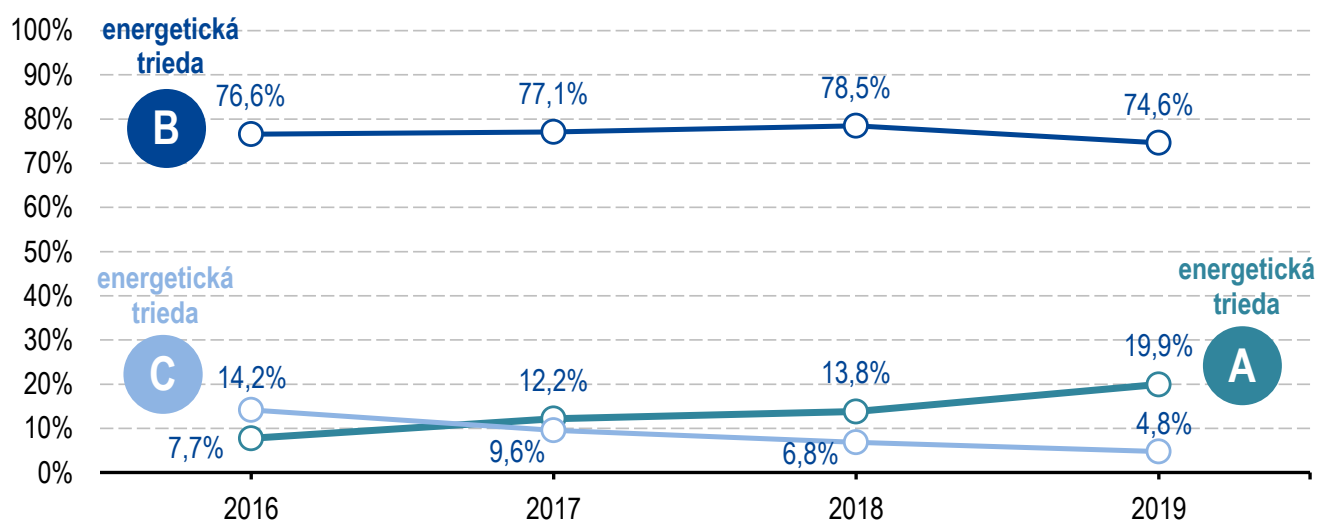


Poznámka: Graf zobrazuje percentuálny podiel jednotlivých energetických tried, do ktorých boli zaradené budovy na bývanie v rokoch 2016 až 2019. Jedná sa o nové budovy na bývanie a budovy po významnej obnove. Napriek faktu, že po roku 2015, t. z. od 1. januára 2016 je požadovaná energetická trieda globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti na úrovni A1 pre nové budovy a pre budovy po významnej obnove, pokiaľ je to v ich prípade technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné, tak prevažná časť budov na bývanie bola v tomto období zaradená do energetickej triedy B. V prípade nových budov na bývanie sa jednalo až o takmer 77 % budov v energetickej triede B a len približne 14 % v energetickej triede A.

Zdroj: <https://www.inforeg.sk/ec/>

Po roku 2015, t.j. od 1. januára 2016 sú požadované nové prísnejšie tepelno technické parametre na obvodové konštrukcie nových budov a je vyžadovaná energetická trieda globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti na úrovni A1. Z grafu zostaveného na základe údajov z centrálného registra energetických certifikátov za obdobie rokov 2016 až 2019 bol však podiel takýchto nových budov na bývanie malý, v priemere 13,4 %. Pozitívne na tomto trende je, že ich počet sa od roku 2016 postupne zvyšuje a v roku 2019 zaznamenal takmer 20% podiel, čo je takmer 3-násobný nárast v porovnaní s rokom 2016. Problémom tohto stavu sú napr. nevhodné zdroje tepla z hľadiska ich energetických nosičov, ktorým odpovedá príslušná hodnota faktora primárnej energie, nedostatočné komplexné riešenie systémov vykurovania a prípravy teplej vody z hľadiska ich efektívnosti, chýbajúci systém riadeného vetrania s rekuperáciou tepla a nedostatočná úroveň systémov automatizácie a riadenia. V období rokov 2016 – 2019 bola preto prevažná časť nových budov na bývanie v energetickej triede B.

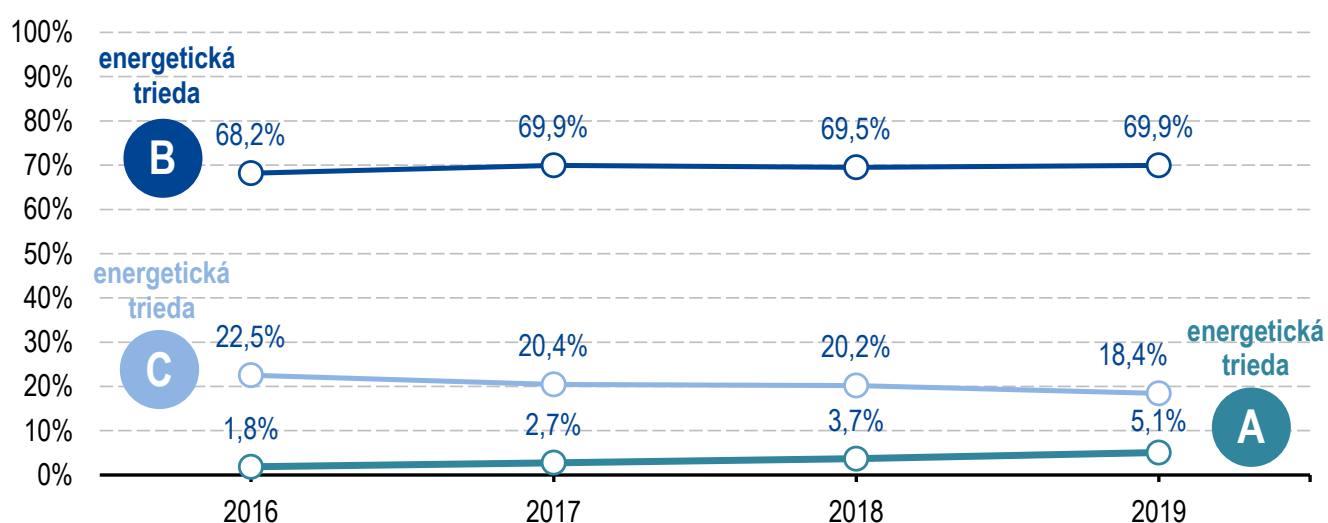
Obr. 4.4 Trend vybraných energetických tried nových budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku



Zdroj: <https://www.inforeg.sk/ec/>

Od 1. januára 2016 sú požadované nové prísnejšie tepelno technické parametre na obvodové konštrukcie budov a je vyžadovaná energetická trieda globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti na úrovni A1 aj pre budovy, ktoré prechádzajú významnou obnovou a to za predpokladu, že je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné. Z toho dôvodu bola prevažná časť budov v rokoch 2016 až 2019 po významnej obnove zaradená do energetickej triedy B. Ekonomické náklady spojené s obnovou budovy boli v tomto prípade pre investora akceptovateľné. Dosiť energetickú triedu A1 bolo pre väčšinu investorov nemožné hlavne vzhľadom na objem finančných nákladov, ktoré by si taká obnova budovy vyžadovala. Z grafu zostaveného na základe údajov z centrálného registra energetických certifikátov za obdobie rokov 2016 až 2019 je možné vidieť, že podiel budov na bývanie, ktoré prešli významnou obnovou a boli zaradené do energetickej triedy A, postupne rastie. Tento rast je však potrebné urýchliť.

Obr. 4.5 Trend vybraných energetických tried obnovovaných budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku



Zdroj: <https://www.inforeg.sk/ec/>

Aby bolo pre ľudí jednoduché rozlišovať energetickú hospodárnosť budov v praxi, zaviedol sa systém generovania tzv. energetických certifikátov s prehľadom údajov o technických parametroch danej budovy a jej systémov technických zariadení budov. Je to podobné ako s nákupom spotrebičov, kde každý z nich má tzv. energetický štítok s vyobrazenou triedou energetickej hospodárnosti, resp. spotreby energie (elektrická energia, zemný plyn). To samozrejme napomáha zákazníkom pri výbere daných produktov. Podobne je to aj s budovami. Zo zákona SR je potrebné vypracovať energetický certifikát pri kolaudácii novej budovy resp. obnovovanej budovy, pri predaji alebo prenájme budovy. Vo všeobecnosti je platnosť takéhoto energetického certifikátu max. 10 rokov a k skráteniu jeho platnosti môže dôjsť napr. zásahom do tepelnej ochrany obvodových stavebných konštrukcií budovy, alebo zásahom do zdroja tepla, resp. chladu (napr. výmena) a podobne. Energetický certifikát tak napomáha kupujúcemu alebo nájomcovi s výberom danej nehnuteľnosti, pretože v konečnom dôsledku to ovplyvní prevádzkové náklady samotnej budovy. Samozrejme v skutočnosti je faktorov, na základe ktorých sa musí budúci záujemca o kúpu alebo prenájom budovy (priestorov) rozhodnúť, oveľa viac. V každom prípade patrí energetický certifikát k jedným z nich. Hlavnou podstatou celého procesu hodnotenia energetickej hospodárnosti budov, výsledkom ktorej je energetický certifikát, je navrhovať budovy s čo najnižšou spotrebou energie, minimalizovať využívanie neobnoviteľných zdrojov energie a naopak v maximálne novej miere využívať energiu z obnoviteľných zdrojov energie. Zníži sa tak tvorba emisií skleníkových plynov, ktoré ovplyvňujú klimatické zmeny na našej planéte a vytvoria sa budovy, ktoré budú poskytovať svojim užívateľom želaný komfort a zdravé vnútorné prostredie, nakoľko zo štatistiky vyplýva, že trávime viac ako 90% svojho života práve v budovách.

Obr. 4.6 Výber budovy na základe energetickej triedy



Poznámka: Podobne ako u elektrospotrebičov, aj budovy sú charakterizované určitým stupňom energetickej triedy, na základe ktorej sa budúci užívateľ môže rozhodnúť o jej kúpe alebo prenájme.

Zdroj: M. Kováč

Budovy v blízkej budúcnosti, okrem toho, že budú spotrebúvať veľmi malé množstvo energie a produkovať minimálne emisie skleníkových plynov, sa súčasne budú podieľať aj na dekarbonizácii dopravy. Akým spôsobom? Nová smernica 844/2018/EÚ zavádza požiadavky na tzv. elektromobilitu v súvislosti s výstavbou nových bytových budov a bytových budov, ktoré prechádzajú fázou obnovy. Myšlienka je v tomto smere veľmi jednoduchá a pritom elegantná. Budovy už nebudú len miestom, kde ľudia trávajú takmer 90 % svojho života, ale budú aj tzv. akumulátormi elektrickej energie vyrobenej a uskladnenej na mieste vďaka inštalovaným fotovoltaickým panelom. Táto energia sa bude využívať na prevádzku energeticky efektívnych elektrospotrebičov, podľa rozsahu bude možné v niektorých prípadoch dobíjať

batérie elektromobilov (autá, bicykle, kolobežky alebo iné dopravné prostriedky). Je to súčasne jeden z motivačných cieľov Európskej únie, ako do budúcnosti urýchliť a zvýšiť podiel elektromobilov na cestách. Spomínaná smernica zavádza povinnosť inštalácie potrebnej infraštruktúry, či už sa jedná o káblové rozvody alebo o min. počet nabíjajúcich staníc, a to pre nové ako aj obnovované bytové budovy. Pri bytových budovách, ktoré majú viac ako 10 parkovacích miest, je teda potrebné každé parkovacie miesto vybaviť potrebnou infraštruktúrou (káblovými rozvodmi), ktorá umožní neskoršiu inštaláciu nabíjajúcej stanice pre elektrické vozidlo. V súčasnosti sa teda pre bytové domy, či už nové alebo obnovované, ešte nepožaduje exaktne min. počet nabíjajúcich staníc, ale len tzv. predpríprava parkovacích státi. Zákon č. 378/2019, ktorý sa vo svojom obsahu venuje elektromobilite v kontexte budov, nadobudol účinnosť už 10. marca 2020, pričom však zavádza prechodné obdobie 1 roka, t.z., že do 10. marca 2021 nebude realizácia potrebnej infraštruktúry pre elektromobily povinná, ale dobrovoľná. Týka sa to podaných žiadostí o stavebné povolenie alebo žiadostí o povolenie zmeny stavby do tohto dátumu. Po tomto termíne sa však bude vyžadovať v prípade všetkých nových bytových budov alebo bytových budov, ktoré sú vo fáze významnej obnovy, aby budovali elektro infraštruktúru v súlade s legislatívou. Významná obnova budovy môže vyžadovať rôznu výšku finančných nákladov a preto, v prípadoch kde by náklady na realizáciu elektrických rozvodov pre elektromobily presiahli 7 % nákladov významnej obnovy, sa zákon nebude uplatňovať. Samozrejme, pokiaľ sa investor rozhodne s inštaláciou potrebnej infraštruktúry (elektrických káblov) alebo nabíjajúcej stanice, aj napriek týmto faktom, bude to pozitívny signál, ktorý bude motivovať ostatných k podobným rozhodnutiam už aj pred 10. marcom 2021.

Obr. 4.7 Budovanie infraštruktúry pre elektromobily v rámci výstavby nových a obnovovaných bytových budov



Poznámka: V prípade bytových budov, či už sa jedná o nové alebo obnovované, bude povinnosťou od 10. marca 2021 v prípade, že parkovisko má viac ako 10 miest, vybudovať patričnú infraštruktúru (elektrické rozvody) pre každé parkovacie miesto. To umožní v budúcnosti ľahšie a rýchlejšie inštalovať nabíjajúce stanice. Do 10. marca 2021 to však bude na dobrovoľnosti investorov.

Zdroj: M. Kováč

Základnou úlohou použitých technických systémov v budovách vo všeobecnosti je zabezpečiť požadovanú teplotu vo vykurovaných miestnostiach, požadovanú teplotu v chladených miestnostiach, požadovanú výmenu vzduchu v miestnostiach a zabezpečiť požadovanú teplotu teplej vody na všetkých odberných miestach v budove. Samozrejme podľa konkrétneho typu budovy resp. prevádzky v nej môžu byť spomínané úlohy doplnené aj o ďalšie funkcie ako napr. rôzne stupne filtrácie privádzaného vzduchu do budovy alebo zvlhčovanie resp. odvlhčovanie vzduchu. Každý

takýto systém je veľmi komplexný a pozostáva z veľkého počtu jednotlivých prvkov, ktoré majú svoju funkciu v samotnom systéme alebo prispievajú k funkcii iných súčastí v systéme. Príkladom je teplovodný vykurovací systém s plynovým kotlom, kde napr. vykurovacie telesá alebo podlahové vykurovanie zabezpečujú prenos tepelnej energie z teplovýmennej plochy do okolitého vykurovaného priestoru. Aby však tieto prvky mohli plniť svoju funkciu, musia byť zásobované dostatočným množstvom tepelnej energie zo zdroja tepla a to prostredníctvom potrubnej siete s obehovým čerpadlom, ktoré prepravu média zabezpečuje. Samotný zdroj tepla, v tomto prípade plynový kotol, odovzdáva tepelnú energiu tým, že na vstupe do kotla transformuje viazanú energiu v zemnom plyne na tepelnú energiu a to procesom spaľovania. Každý z týchto prvkov systému vykurovania pracuje pri určitej svojej efektívnosti, ktorá je daná v prípade kotlov ich samotnou konštrukciou spaľovania, veľkosťou, tvarom a materiálom výmenníka tepla alebo v prípade potrubných rozvodov, kde je ich účinnosť závislá v prvom rade od kvality (hrúbka, tepelná vodivosť) použitej tepelnej izolácie, ale samozrejme aj od dĺžky a veľkosti (priemeru) potrubia, alebo od teploty prepravovaného média (v tomto prípade vykurovacia voda). Aby boli tieto systémy v prevádzke funkčné a z hľadiska energetického aj efektívne, sú vybavené rôznymi stupňami riadenia a regulácie. A to od tých najjednoduchších až po tie najkomplexnejšie s určitým stupňom inteligencie. Príkladom sú termostatické hlavice na vykurovacích telesách, ktoré snímajú okolitú teplotu vzduchu a podľa potreby tak regulujú prietok vykurovacej vody vykurovacím telesom, v dôsledku čoho dochádza k zníženiu prenášanej tepelnej energie z povrchu vykurovacieho telesa do okolitého vzduchu a na okolité povrchy miestnosti. Takýmto spôsobom sa udržiava požadovaná teplota v miestnosti. Ak sú v miestnosti aktívne vnútorné zdroje tepla ako napr. prítomnosť osôb, alebo sú v prevádzke niektoré elektrické zariadenia, ktoré produkujú teplo a toto množstvo energie postačuje na udržanie teploty v miestnosti, nie je potrebné v takom prípade, aby vykurovacie teleso dodávalo ďalšie množstvo energie, čím by dochádzalo k prekurovaniu miestnosti. A to by stalo, keby vykurovacie teleso nebolo vybavené systémom automatizácie a riadenia. Samozrejme v tomto prípade, použitie klasických mechanických termostatických hlavíc predstavuje tú najjednoduchšiu formu riadenia. Ale v každom prípade veľmi efektívnu z hľadiska spotreby energie (napr. spotreba zemného plynu) a finančných úspor na prevádzke systému a teda aj budovy. V dnešnej dobe je tento systém riadenia úplným štandardom a pre ďalšie zvýšenie energetickej efektívnosti je možné ho nahradiť v súčasnosti populárnymi elektronickými termostatickými hlaviciami, ktoré sú vybavené termostatom, ktorý tak umožňuje užívateľom budovy preddefinovať požadovanú teplotu vzduchu v miestnosti a to počas dňa a noci v rámci pracovných dní alebo víkendy. Tieto systémy zvyšujú komfort samotných užívateľov, ktorí tak napr. v noci nie sú nútení znižovať teplotu v miestnosti pre lepší a zdravší spánok, a to manuálnym pootočením hlavice na nižší stupeň, ako je tomu v prípade predošlých mechanických termostatických hlavíc. Dnešné elektronické termostatické hlavice sú okrem spomínaných termostatov vybavené aj určitým stupňom inteligencie. Inteligencia spočíva v tom, že termostatická hlavica kontinuálne sníma teplotu okolitého vzduchu po dobu napr. 2 týždňov, t.z., že pozorne sleduje požadovanú teplotu priestoru počas dňa, ktorú si určuje užívateľ a následne automaticky optimalizuje program termostatu, čím termostatická hlavica sama mení teploty počas dňa alebo počas týždňa.

Funkciou použitých systémov automatizácie a riadenia budovy je teda vybrané parametre kontinuálne sledovať (merať) a na základe zadaných požiadaviek užívateľov prispôbovať daný systém (vykurovanie, chladenie, vetranie, príprava teplej vody), aby bol čo najefektívnejší. Automatizácia a riadenie budovy tak umožňuje optimalizovať energetickú spotrebu budovy, čím priamo šetrí finančné prostriedky na prevádzku, znižuje spotrebu neobnoviteľných ale aj obnoviteľných zdrojov energie, prispieva k redukcii emisií skleníkových plynov a zvyšuje komfort užívateľov v budovách. V prípade budov s takmer nulovou potrebou energie sú takéto systémy nevyhnutnou súčasťou. Vo všeobecnosti však platí, že mieru automatizácie a riadenia systémov v budove je potrebné vždy prispôbiť konkrétnemu typu objektu a jeho prevádzke. Je potrebné navrhovať a inštalovať také prvky, ktoré budú v súlade nielen s legislatívou, ale aj s finančným rozpočtom investora pre túto položku, aby sa v konečnom výsledku dosiahol želaný efekt a to zvýšený komfort kvality života v budovách, aby sa znížila spotreba neobnoviteľných zdrojov energie, znížili emisie skleníkových plynov a samozrejme, aby sa minimalizovali finančné náklady na prevádzku budovy.



Poznámka: Užívateľ si nastaví požadovanú teplotu počas dňa a noci na 19 °C v rámci pracovného týždňa, keďže pracuje mimo domu. Z práce sa vracia domov cca. o 16:00. Inteligentné termostatické hlavice v priebehu 1-2 týždňov po inštalácii na vykurovacie telesá zaznamenávajú zmenu požadovanej teploty v miestnostiach z 19 °C na 22 °C a to vždy po návrate užívateľa domov z práce, pričom túto zmenu vykonáva užívateľ sám na termostate hlavice. Približne o 23:00 užívateľ prestaví teplotu na termostate späť na pôvodných 19 °C kvôli zdravšiemu spánku. Inteligentná termostatická hlavica vyhodnotí túto situáciu ako určitý pravidelne sa opakujúci algoritmus a upraví preto program termostatu počas týždňa tak, aby užívateľ už nemusel po návrate z práce domov manuálne prestavovať teplotu z 19 °C na 22 °C. Princíp inteligencie zariadenia spočíva v sledovaní, analyzovaní, vyhodnocovaní a na koniec upravovaní nastavení. Užívateľ sa tak už nemusí viac zaujímať o zmenu teploty v miestnostiach. Samozrejme termostatická hlavica aj naďalej sleduje zmeny požadovanej teploty a prípadne koriguje program termostatu. Všetko si samozrejme vyžaduje svoj čas a preto, ak dochádza k veľmi častým zmenám a najmä v krátkom časovom období, tak hlavica nedokáže poskytnúť užívateľovi želaný komfort. Nie v tomto prevedení. Možno v prípadoch, kde by termostatická hlavica komunikovala so senzorom pohybu resp. senzorom prítomnosti osôb. To je realita blízkej budúcnosti. Už dnes existujú formy ako „machine learning“ kde sa zariadenie „pozerá“, učí sa na základe kvanta dát, ktoré neustále monitoruje, analyzuje a na základe toho upravuje svojho prevádzku.

Zdroj: M. Kováč

Existujú 3 typy hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy, ktoré súvisia so samotným návrhom budovy a prípravou projektovej dokumentácie, s realizáciou stavby a jej užívaním. Každá projektová dokumentácia či už novej budovy alebo obnovy budovy obsahuje textovú a výkresovú časť podľa rozsahu, ktorý odpovedá danému stupňu spracovania projektu. V rámci stavebného konania, kedy sa predkladá žiadosť o stavebné povolenie je potrebné dokladovať tzv. projektové hodnotenie budovy. V rámci neho sa hodnotia jednotlivé miesta spotreby energie, ktoré sú predmetom hodnotenia, čo priamo vyplýva z príslušnej kategórie budovy. Napríklad, v prípade bytových budov je potrebné vyhodnotiť systém vykurovania a systém prípravy teplej vody. Výsledkom tohto hodnotenia je stanovenie energetickej triedy jednotlivých systémov na základe ich potreby energie, stanovenie energetickej triedy budovy na základe jej celkovej potreby energie, stanovenie primárnej energie na základe použitých energetických nosičov (napr. elektrická energia, zemný plyn, biomasa a podobne) a stanovenie celkových emisií oxidu uhličitého. Spomínaná primárna energia je globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a je teda celkovým zhodnotením návrhu budovy a jej systémov TZB z hľadiska energetického. Po roku 2020, t. z., že od 1. januára 2021 musia byť všetky nové budovy podliehajúce energetickej certifikácii hodnotené na základe globálneho ukazovateľa (primárna energia) ako budovy s takmer nulovou potrebou energie, t.j. energetická trieda A0. Obdobne to platí aj pre obnovované budovy, ak je to v ich prípade technicky, funkčne a ekonomicky realizovateľné. Význam projektového hodnotenia je teda

v skutočnosti veľmi dôležitý a je preto potrebné venovať mu dostatočnú pozornosť v rámci prípravy projektovej dokumentácie budovy. Súčasne je tak informovaný aj samotný investor budovy o budúcej energetickej triede projektovanej budovy. Projektové hodnotenie sa od ostatných dvoch typov hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy líši v podstate iba v jednom bode a to, že sa nevypracúva energetický certifikát ani energetický štítok. Po ukončení výstavby novej budovy alebo dokončení obnovy existujúcej budovy nasleduje pred ich užívaním proces kolaudácie stavby. Súčasťou úspešnej kolaudácie je vypracovaný energetický certifikát a energetický štítok danej budovy. V prípade energetického certifikátu sa jedná o 8 stranový dokument, na ktorom sú uvedené všetky potrebné údaje o budove, o jej systémoch TZB, o energetických triedach hodnotených systémov TZB, o globálnom ukazovateli energetickej hospodárnosti a emisiách oxidu uhličitého. Energetický štítok je v podstate titulnou stranou energetického certifikátu, graficky vyobrazuje úroveň energetickej hospodárnosti budovy spoločne s textovým popisom a umiestňuje sa na viditeľné miesta v budovách, ktoré určuje Slovenská legislatíva. V prípade, že sa jedná o existujúcu budovu, ktorá nie je v procese obnovy, ale vyžaduje si vypracovanie energetického certifikátu, tak sa používa tzv. Prevádzkové hodnotenie. V tomto prípade sa vychádza z nameraných údajov o spotrebe, pričom sa musí jednať o údaje z obdobia minimálne 3 rokov.

Obr. 4.9 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy



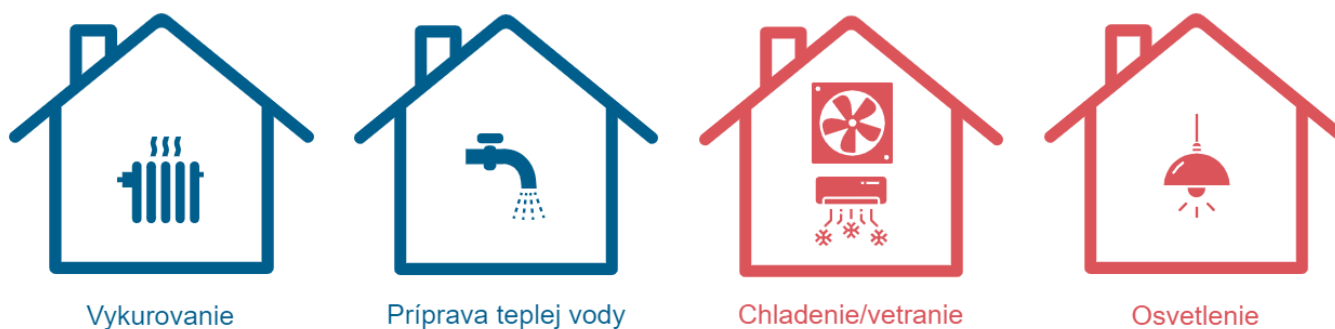
Poznámka: Projektové hodnotenie sa spracúva na základe projektovej dokumentácie budovy a teda s projektovanými ukazovateľmi pre navrhované stavebné materiály a systémy TZB. Pri realizácii budovy môžu nastať zmeny napr. v použitých materiáloch alebo sa zamení konvekčný (radiátorový) systém vykurovania za podlahový a preto pre účely kolaudácie sa použije normalizované hodnotenie, ktoré vychádza z reálne použitých materiálov na stavbe a inštalovaných systémov TZB.

Zdroj: M. Kováč

Procesu energetickej certifikácie podliehajú vybrané kategórie budov a pre každú kategóriu budovy sú definované miesta spotreby energie. Vo všeobecnosti sa jedná o 4 miesta spotreby energie a to: Vykurovanie, Príprava teplej vody, Vetrание/Chladienie a Osvetlenie. V prípade bytových budov (rodinné a bytové domy) sa hodnotia len 2 miesta spotreby energie a to Vykurovanie a Príprava teplej vody, pre ktoré sa určia energetické triedy v rozsahu A až G na základe ich potreby energie. Následne sa stanoví dodaná energia budove, ktorá je základom pre výpočet množstva primárnej energie a emisií oxidu uhličitého. Primárna energia je závislá od konverzného faktora pre použitý energetický nosič, ktorým môže byť zemný plyn, elektrická energia alebo biomasa resp. iné palivo. Primárna energia je globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a jej energetická trieda sa pohybuje v rozsahu A0 až G. A práve po roku 2020, t.j. od 1. januára 2021 musia byť všetky nové budovy v energetickej triede A0. V tomto prípade je teda projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy nesmierne dôležité a musí byť vypracované v súlade s metodikou výpočtu energetickej hospodárnosti. To znamená, že pri spracovávaní projektovej dokumentácie na stavebné povolenie musia byť už jasné systémy vykurovania a prípravy teplej vody, aby bolo možné určiť energetickú

triedu a musia byť zrejme aj energetické nosiče, ktoré budú použité pre zdroj tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody. To všetko vytvára predpoklady k tomu, že energetická trieda stanovená v rámci projektového hodnotenia budovy bude rovnaká ako energetická trieda budovy stanovená v rámci normalizovaného hodnotenia na základe skutočného vyhotovenia stavby pre účely získania kolaudačného rozhodnutia. Ak sa počas realizácie budovy plánuje zásadná zmena v projektovanom systéme vykurovania alebo teplej vody z projektovej dokumentácie na stavebné povolenie, je potrebné túto zmenu najskôr prehodnotiť z hľadiska jej dopadov na globálny ukazovateľ primárnej energie. V prípade, že sa jej realizáciou nezhorší pôvodná energetická trieda budovy, je možné tieto zmeny uskutočniť. Samozrejme pokiaľ sa nejedná o zmeny, ktoré si vyžadujú informovanie príslušných úradov a ich schválenie.

Obr. 4.10 Miesta spotreby energie v budove



Poznámka: Existujú 4 miesta spotreby energie, ktoré môžu byť predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy a to v závislosti od tzv. kategórie budovy. V prípade rodinných a bytových domov sa hodnotia len 2 miesta spotreby energie a to Vykurovanie a Príprava teplej vody.

Zdroj: M. Kováč

4.1 Tepelná ochrana budov

Tepelná ochrana budov sa zaoberá ochranou budov pred nepriaznivými účinkami vonkajšieho prostredia v zimnom a letnom období. V našich klimatických podmienkach treba budovy v zime vykurovať a v lete už v prevažnej miere spravidla klimatizovať. Stavebné konštrukcie budov svojimi tepelnotechnickými vlastnosťami predurčujú potrebu tepla pre technické zariadenia budov a tá je odvodená z požadovaného stavu vnútorného prostredia vhodného z hľadiska tepelnej pohody ľudí, prípadne z technologických činností v budovách a z úrovne tepelnej ochrany stavebných konštrukcií. Vnútorné prostredie obytných budov a tiež ostatných budov pre trvalý pobyt ľudí v nich je vytvorené stavebnými konštrukciami. Tieto svojimi tepelnotechnickými vlastnosťami, v kombinácii s technickým zariadením budov a chovaním sa užívateľov spolupôsobia pri vytváraní vnútorného prostredia. Zabezpečenie podmienok tepelnej pohody, ako výsledku reprezentujúceho kvalitu budovy, je priamo závislé na tepelnotechnickej kvalite stavebných konštrukcií a na energetickej náročnosti.

Stavebné konštrukcie a budovy sa z hľadiska stavebnej tepelnej techniky navrhujú a posudzujú na základe kritérií a požiadaviek, ktoré sú zakotvené v normatívnych predpisoch. Požiadavky a súčasné kritéria boli stanovené pre oblasť tepelnotechnického navrhovania stavebných konštrukcií a budov v STN 73 0540-2/Z1, Z2 Konsolidované znenie v roku 2019.

STN 73 0540 Tepelná ochrana budov: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov sa člení takto:

- časť 1: Terminológia: 2002,
- časť 2: Funkčné požiadavky: 2019,
- časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov: 2012.

Časť 2 normy sa vzťahuje na projektovú dokumentáciu budov, projektové a normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budov. Na nové budovy postavené po roku 2020 budú platiť cieľové hodnoty pre budovy s takmer nulovou potrebou energie ako normalizované (požadované). Na projektovanie nových budov s takmer nulovou potrebou energie sú uvedené aj prísnejšie cieľové odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií. Projektant je povinný splnenie minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budovy zahrnúť do projektovej dokumentácie na stavebné povolenie alebo na povolenie zmeny stavby. Norma sa vzťahuje na všetky budovy, na ktorých výstavbu alebo zmenu stavby je potrebné ohlásenie stavby alebo stavebné povolenie.

Táto norma platí na navrhovanie a posudzovanie stavebných konštrukcií a budov s požadovaným teplotným stavom vnútorného prostredia pri ich užívaní. Stanovuje tepelnotechnické požiadavky na stavebné konštrukcie a budovy, ktorými sa zabezpečuje splnenie základných požiadaviek na stavby, najmä splnenie základnej požiadavky na energetickú hospodárnosť a udržiavanie tepla a zabezpečenie hygieny, ochrany zdravia a životného prostredia.

4.1.1 Základné princípy navrhovania energetickej efektívnych budov

Energetická efektivita bola témou od prvej výstavby budov, menila sa pozícia jej dôležitosti v kontexte výstavby a užívania budov. Dnes sa nulovými budovami blížíme k nule a chceme sa dopracovať k budovám s energetickými ziskami, ale zároveň ak si uvedomíme že v súčasnom období, človek trávi 80-90 % času v architektonizovanom interiérovom prostredí, je veľmi dôležité zabezpečiť taktiež hodnotenie kvality vnútorného prostredia budov, charakterizované snahou o vytvorenie nielen tepelnej, ale aj akustickej a svetelnej pohody a súčasne o zabezpečenie kvalitného vnútorného ovzdušia s prepojením na energetickú stratégiu výstavby nových budov a obnovu existujúcich budov. Nulové budovy ponúkajú ideálny spôsob naplnenia súčasných nárokov na bývanie. Spájajú v sebe nízke energetické náklady na vykurovanie a chladenie, zároveň poskytujú veľmi kvalitné vnútorné prostredie. V porovnaní s bežnými stavbami je ich energetická potreba nižšia o 80 – 90 %. Názov „nulový dom“ Nemecko: “pasívny dom”

vychádza z princípu využívania pasívnych tepelných ziskov v budove – zisky slnečného žiarenia a vnútorné zisky. Snaha v architektonicko-konštrukčnom riešení je čo najviac využiť a zapracovať princípy návrhu takmer nulovej budovy (tvar budovy, vlastnosti materiálov, využitie slnečného žiarenia, prirodzené vetranie, osvetlenie) následne minimalizuje prevádzkové náklady budovy a znižuje energetickú potrebu pre technické zariadenia.

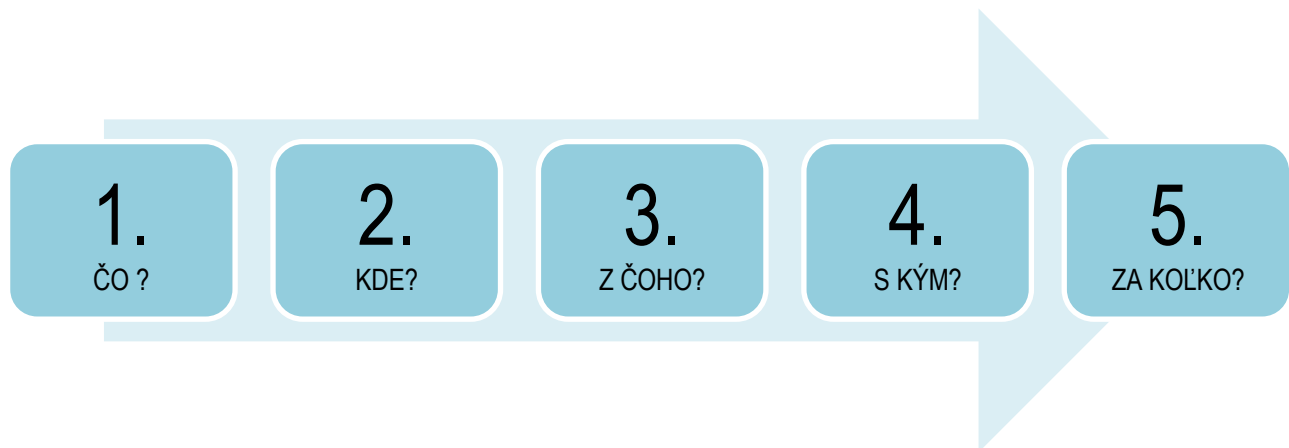
Technické a dispozičné riešenie sa u budov s takmer nulovou spotrebou energie stavia na základe dokonale prepracovaného návrhu. Práve vo fáze prvotného návrhu, pri vytváraní štúdie, sa nepochybne rozhoduje o budúcich vlastnostiach budovy. Na vytvorenie dokonale fungujúceho a energeticky čo najúspornejšieho riešenie by mal celý projekčný tím pracovať spoločne. Najmä pri väčších objektoch je prakticky nevyhnutná koordinácia všetkých profesií, integrované navrhovanie sa však často zanedbáva. Chyby vzniknuté jednostranným návrhom, nezohľadňujú ostatné vplyvy a profesie, a v ďalších fázach projektu sa už ťažko odstraňujú. Ukážkovým a častým príkladom sú architektonické návrhy bez akéhokoľvek napojenia na stavebnotechnického riešenie. Následné energeticky úsporné opatrenia potom veľakrát nemožno vykonať v potrebnej miere. V ďalších fázach projektu sa už "len" spresňujú pôvodné rozhodnutia a na zásadné zmeny v prvotnom koncepte potom ani väčšinou nezostáva čas, chuť alebo ani financie. Bežné navrhovanie, kde si jednotlivé profesie odovzdávajú návrh a dopĺňajú svoje riešenia, je nutné pri energeticky efektívnych budovách domov pozmeniť. Kontinuita a komplexnosť riešenia zaručí návrh, ktorý vytvárajú všetky profesie spoločne. Porekadlo "Dvakrát meraj, raz rež!" platí pre energeticky efektívne budovy dvojnásobne. Nielen u väčších budov sa vypláca spracovať viac variantov, ktorých porovnaním sa optimalizuje správanie budovy, energetická náročnosť, ekologická záťaž a návratnosť vynaložených financií. Je známe, že šikovné riešenie dokáže ušetriť nemalé peniaze, ktoré potom možno investovať napríklad do obnoviteľných zdrojov energie. Nie je pravidlom, že energeticky efektívne budovy sú oveľa drahšie. Na druhej strane to, že je budova drahšia, nemusí vôbec znamenať, že je energeticky úspornejšia. Cenu budovy oveľa viac ovplyvnia priestorové nároky investora a jeho nároky na vybavenie než to, že budova bude v nulovom štandarde. Napríklad jednou zo zažitých falošných predstáv je, že nulová budova musí byť vybavená množstvom drahých technických zariadení. Platí pravý opak, pretože súčasne so znižovaním energetickej náročnosti budovy sa znižujú aj požiadavky na výkon zdroja energie a ďalšie technológie. Vybavenie a forma energeticky efektívnych budov je skutočne rôznorodá. Použité môžu byť moderné hi-tech riešenia alebo naopak riešenia umiernené, s dôrazom na ekologickú stopu použitých materiálov. Konečné rozhodnutie však vždy zostáva na investorovi a jeho voľbe prístupu.

Pri návrhu takmer každej budovy a pri energeticky efektívnych budovách obzvlášť by sme si mali položiť tieto základné otázky, ktoré je treba ďalej rozvíjať do faktorov ovplyvňujúcich tento prvotný nápad a pretaviť to do dobrej projektovej predstavy až po samotnú realizáciu stavby.

4.1.2 História Sokratovho domu

Dôležitým faktorom Sokratovho domu (Slnečného domu) je akumulácia získaného tepla. Akumulácia tepla je schopnosť materiálu udržať teplo a preniesť tepelnú energiu z obdobia relatívneho prebytku do obdobia relatívneho nedostatku. V obytnej stavbe s dobrou akumuláciou sa pri vykurovaní časť tepla najskôr uloží do stien, podláh, stropov a strechy a až potom sa postupne uvoľňuje do interiéru. Teplo akumulované v stavebnej konštrukcii vytvára aj priaznivejšiu klímu vo vnútornom priestore, a to v každom ročnom období: v lete zabraňuje prehriatiu, v zime rýchlemu vychladnutiu. Obdobne pôsobí počas dňa a noci. Princíp akumulácie sa takto využíva aj pri klimatizovaní interiéru (akumulácia chladu). Schopnosť stavebnej konštrukcie akumulovať teplo závisí od jej celkovej tepelnej kapacity. Akumulačná schopnosť rastie úmerne so špecifickou hmotnosťou materiálu, čiže teplo lepšie akumulujú stavby s ťažšou (masívnejšou) nosnou a strešnou konštrukciou.

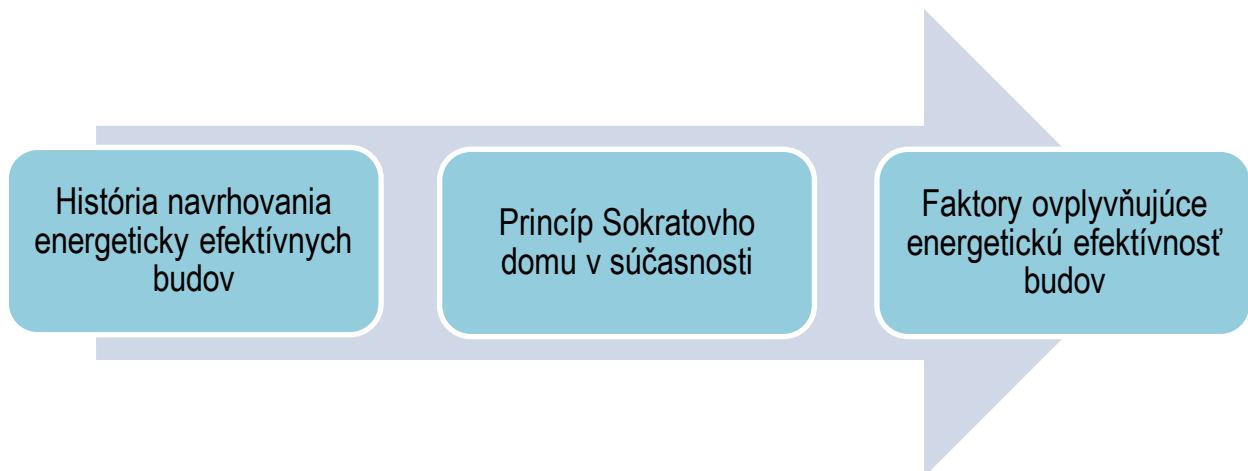
Obr. 4.11 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov



Poznámka: Čo chceme postaviť, aký typ budovy, v akej kvalite – náš cieľ, kde to chceme postaviť - pozemok, z akých materiálov to chceme postaviť, nosnú časť, obalovú časť budovy, kto nám to postaví - firma, stavebná spoločnosť, a dôležité koľko to bude stáť – návratnosť.

Zdroj: A. Sedláková

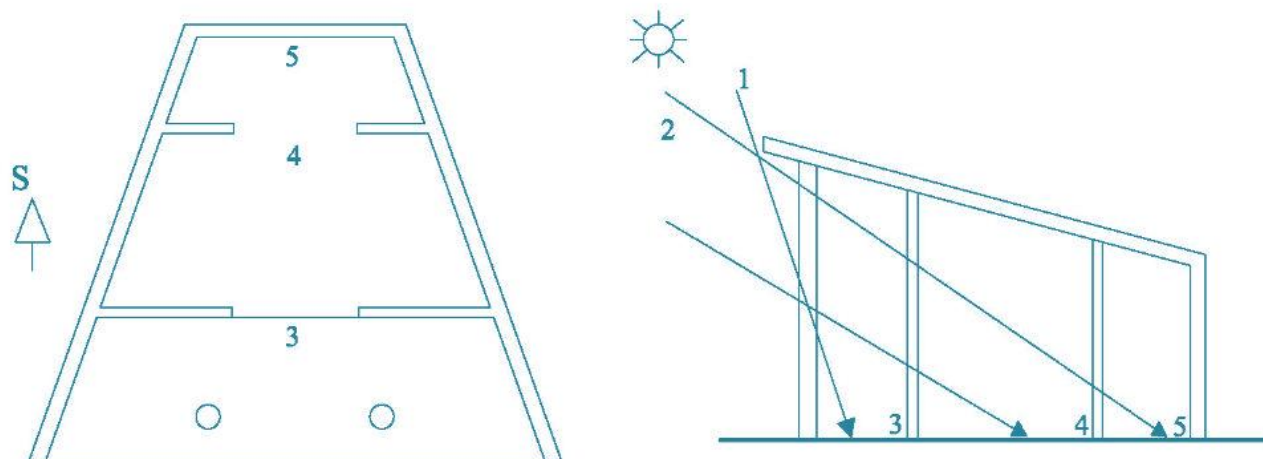
Obr. 4.12 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov



Poznámka: Pri návrhu budovy je vhodné preskúmať históriu daného typu budov z hľadiska stavebného riešenia a jeho vplyvu na energetickú hospodárnosť. Už v starovekom Grécku ovplyvňovala architektúra tepelný komfort a život ľudí v domoch. Snahy riešiť dom tak, aby bola zabezpečená optimálna tepelná pohoda vnútorného prostredia domu siahajú do roku 469 – 399 pred Kristom podľa konceptu starogréckeho učenca Sokrata.

Zdroj: A. Sedláková

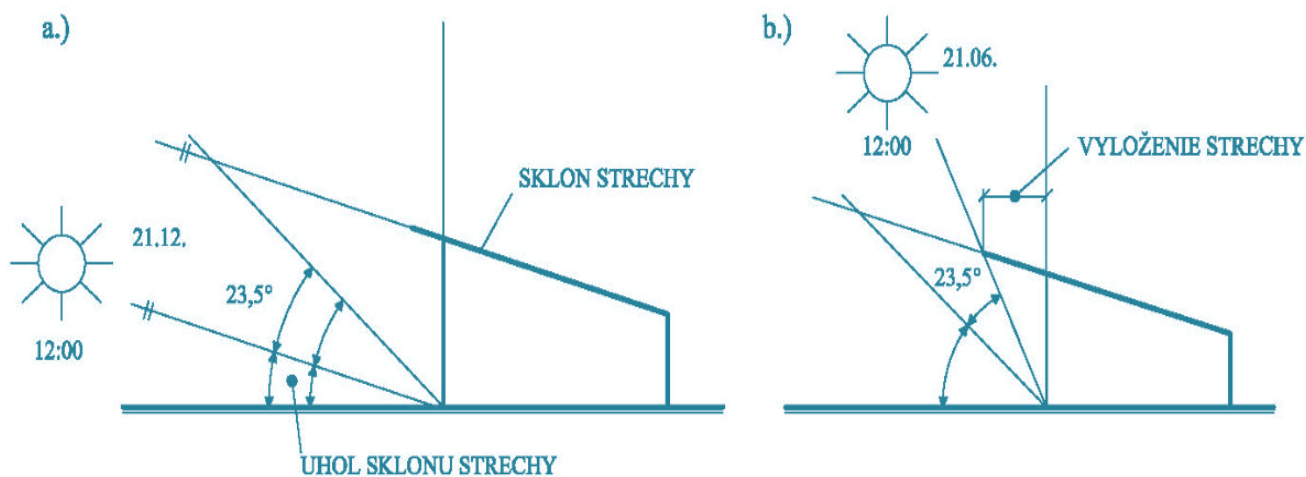
Obr. 4.13 Princíp Sokratovho domu - história



Poznámka: Dom s priamym využitím slnečnej energie, tzv. Sokratov dom - pozdĺžny rez a pôdorys. 1 - letné Slnko, 2 - zimné Slnko, 3 - terasa (južná nárazníková zóna, ochranná zóna z juhu), 4 - obytný priestor, 5 - skladovací priestor (severná nárazníková zóna, tepelná ochranná zóna zo severu)

Zdroj: <https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i> , https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom

Obr. 4.14 Princíp Sokratovho domu - história



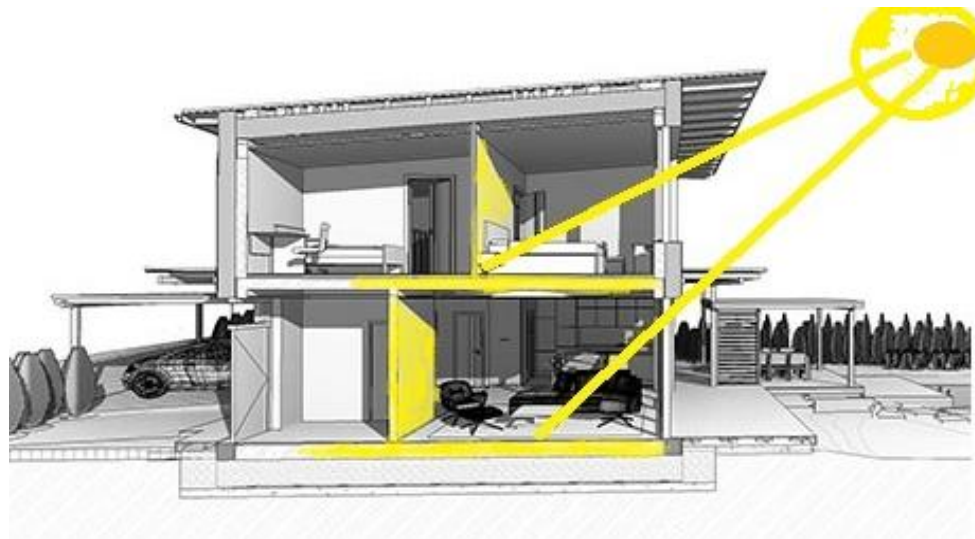
Poznámka: Princíp Sokratovho domu - história a.) sklon strechy, b.) vyloženie strechy. Východiskom pre tvarové riešenie domu na Sokratovom princípe je zemepisná šírka lokality, v ktorej sa dom nachádza. Ak od kolmice vynesieme uhol rovnajúci sa stupňom zemepisnej šírky, dostaneme výsledný uhol, ktorý určuje výšku slnka nad horizontom na poludnie v deň rovnodennosti (21.3., resp. 23.9). Ak od výsledného uhla odčítame $23,5^\circ$, dostaneme výšku slnka nad horizontom v čase zimného slnovratu (21. decembra). Táto hodnota určuje minimálny sklon strechy Sokratovho domu (vľavo). Ak k výslednému uhlu pripočítame hodnotu $23,5^\circ$, dostaneme výšku slnka nad horizontom v čase letného slnovratu. Tento uhol určuje vyloženie strechy a hĺbku predsieni, aby bránili vnikaniu slnečných lúčov do interiéru domu (vpravo).

Zdroj: <https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i> , https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom

4.1.3 Princíp Sokratovho domu súčasnosť

V dnešnej dobe sa mnoho architektov a konštruktérov inšpiruje Sokratovým domom, alebo tzv. Slnčným domom a vnáša prvky tohto domu do dnešných projektov energeticky efektívnych budov.

Obr. 4.15 Princíp Sokratovho domu - súčasnosť



Poznámka: Schopnosť stavebných konštrukcií akumulovať teplo sa maximalizuje výhodnou – južnou – orientáciou budov. V zimnom období slnečné lúče prenikajú cez transparentné konštrukcie hlboko do vnútorného priestoru budovy a akumulujú teplo stavebné konštrukcie, s vyššou objemovou hmotnosťou. Teda večer, alebo po západe Slnka, keď sa zníži teplota vo vnútornom prostredí, konštrukcie spätne uvoľňujú teplo do vnútorného prostredia budov. Spolu s pasívnymi prvkami, ktoré zvyšujú energetickú efektívnosť budov je potrebné myslieť aj na vhodné využitie technológií na dodávku čerstvého vzduchu či vykurovania na báze spätného získavania tepla či chladu.

Zdroj: <https://www.pasivne-domceky.sk>

Faktory ovplyvňujúce energetickú efektívnosť budov

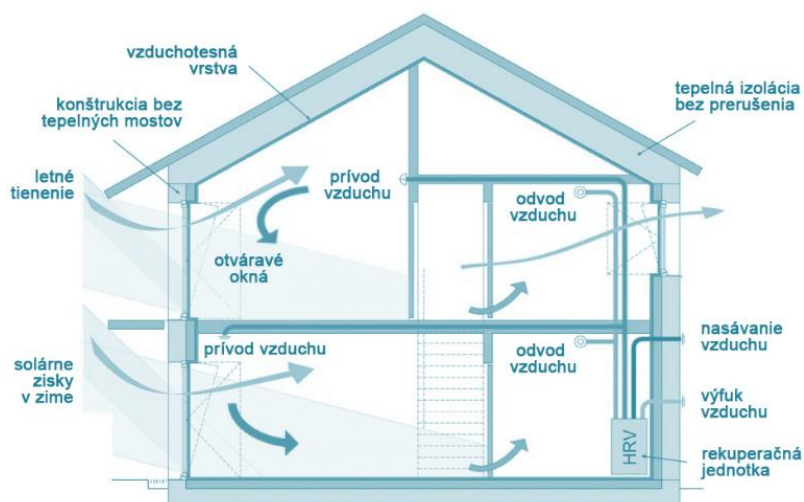
Do úvahy treba vziať všetky faktory, ktoré majú vplyv na energetickú a hygienickú efektívnosť budov – od správneho výberu pozemku a orientácie budovy vzhľadom na svetové strany po dokonale premyslený projekt, vhodné stavebné materiály, konštrukcie či technológie s tepelno-technickými parametrami pre energeticko-ekologickú výstavbu a v neposlednom rade aj kvalitnú realizáciu. K tomu všetkému treba ešte pridať koordinovaný prístup všetkých zainteresovaných pri tvorbe energetickej – ekologickej budovy – takmer nulovej budovy.

Komplexný prístup k návrhu takmer nulovej budovy s logikou:

Dôležitá je úvodná fáza projektu – tvorba architektonickej štúdie – kde sa oplatí vymedziť dostatok času a priestoru pre uvážené rozhodnutia. V tejto etape sa dá správnou optimalizáciou a využitím všetkých plusov z faktorov, ktoré dokážu zásadne ovplyvniť aj výšku budúcej investície. Úlohou architekta - konštruktéra je rešpektovať požiadavky klienta na rozpočet a návrh k nemu adekvátne prispôbiť s využitím všetkých plusov pre danú budovu a rešpektovaním legislatívy platnej v danom čase. Pre dosiahnutie takmer nulového štandardu je uvažované navýšenie investície okolo 15 % v porovnaní s „bežnými“ stavbami. Výrazne vyššie náklady signalizujú chybné riešenie v návrhu. Preto projektová príprava návrhu budovy s takmer nulovou spotrebou, zohľadňuje súčasne viacero faktorov, ktoré projektant-architekt musí podrobne preskúmať a následne zapracovať do architektonickej štúdie. Úspešné a efektívne fungovanie budovy je založené na komplexne prepracovanom návrhu, ktorý pod vedením architekta-

konštruktéra vypracuje celý projekčný tím odborníkov viacerých profesií. Výsledok tímovej spolupráce je ich vzájomná priebežná komunikácia, ktorá je dôležitá v integrovanom spôsobe navrhovania už pri návrhu samotného konceptu - štúdie, kde sa formulujú budúce charakteristiky budovy z hľadiska hygienického, energetického aj vplyvu na životné prostredie. Vzniknuté projekčné chyby by sa v neskorších fázach projektu oveľa ťažšie odstraňovali a sú spravidla náročnejšie aj na financovanie.

Obr. 4.16 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – budova s takmer nulovou potrebou energie



Poznámka: Schopnosť stavebných konštrukcií akumulovať teplo sa maximalizuje výhodnou – južnou – orientáciou budov. V zimnom období slnečné lúče prenikajú cez transparentné konštrukcie hlboko do vnútorného priestoru budovy a akumulujú teplo stavebné konštrukcie. Konštrukcie s vyššou objemovou hmotnosťou dobre akumulujú teplo. Teda večer, alebo po západe Slnka, keď sa zníži teplota vo vnútornom prostredí, konštrukcie spätne odovzdávajú teplo do vnútorného prostredia budov. Spolu s pasívnymi prvkami, ktoré zvyšujú energetickú efektívnosť budov je potrebné myslieť aj na vhodné využitie technológií na dodávku čerstvého vzduchu či vykurovania na báze spätneho získavania tepla či chladu.

Zdroj: <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10031/117140/Akumulacia-tepla-v-murive-a-stresnej-konstrukcii>

Zabezpečenie podmienok tepelnej pohody, ktorá reprezentuje kvalitu budovy, je priamo závislá na tepelno-technickej kvalite stavebných konštrukcií a na energetickej náročnosti, ktoré ovplyvňujú najmä tieto faktory:

1. výber pozemku, lokálne klimatické podmienky, orientácia budovy,
2. faktor tvaru budovy je dôležitý, zbytočne ho nekomplikujme,
3. správne nadimenzovanie veľkosti budovy - primeranosť danému účelu,
4. vnútorné dispozičné usporiadanie budovy,
5. výber konštrukčného a materiálového riešenia budovy,
6. veľkosť a rozmiestnenie presklených plôch na fasádach,
7. výber a správne nadimenzovanie technických zariadení budov zabezpečujúcich kvalitné vnútorné prostredie – vetranie, vykurovanie, ohrev teplej úžitkovej vody – systémy s vysokou energetickou efektívnosťou,
8. využitie obnoviteľných zdrojov energie – solárne, veterné, geotermálne zdroje, spaľovanie biomasy,
9. súčinnosť užívateľa a budovy,
10. realizácia – overenou stavebnou firmou.

Z uvedeného množstva faktorov a ich vplyvu na výstavbu budovy je zrejmé, že každá budova s takmer nulovou potrebou energie si vyžaduje svoje vlastné riešenie a návod na užívanie a údržbu budovy až po jej likvidáciu.

1. Výber pozemku, lokálne klimatické podmienky, orientácia budovy

Inak treba pristupovať k výstavbe energeticky úsporného domu v severných lokalitách s menším počtom slnečných dní a nižšími vonkajšími teplotami a inak v južnej časti krajiny, kde možno počítať s výraznými pasívnymi slnečnými ziskami. Okrem správneho posúdenia klimatických podmienok nezabúdajme ani na samotné osadenie budovy na konkrétnom pozemku. Správnou orientáciou na svetové strany sa dá výrazne ovplyvniť energetická bilancia budovy. Obytné priestory, pracovné priestory je vhodné orientovať na juh, juhovýchod a juhozápad, aby sa v nich využilo čo najviac tepla zo slnečných lúčov, či už priamym svetlom cez transparentné konštrukcie, alebo akumuláciou v konštrukciách. Obslužné priestory je vhodné zasa orientovať na sever a vytvoriť tak prirodzenú bariéru proti chladu v obytnej časti. Dôležité je tiež pri energetických výpočtoch vziať do úvahy aj vplyv okolitej zástavby a vysokej zelene (Sokratov dom). Prvým krokom v algoritme je vyhľadávanie miesta, ktoré je pre daný objekt – budovu najvhodnejšie. Optimálnym miestom by bolo také miesto, kde vytvoriť obývatel'né prostredie by znamenalo len minimálnu korekciu prostredia. Výber miesta a jeho bezprostredné okolie, hlavne poloha voči Slnku a vetru, druh povrchov a vegetácia majú významný podiel na energetickej náročnosti domu. Vhodne umiestnenie budovy predstavuje v niektorých prípadoch výrazné zníženie energetickej náročnosti. Na druhej strane, ak miesto určené na výstavbu je nevýhodnejšie a znamená vyššie energetické nároky, je možné ich čiastočne eliminovať takým návrhom, ktorý s negatívnymi vplyvmi počíta. Tieto činitele môžu mať vplyv na architektonický koncept budovy, jej priestorové usporiadania, otvorenosť, resp. uzavretosť priečelí, materiálové a konštrukčné riešenia objektu.

Pozemok

Dôležitým predpokladom správneho výberu a optimálneho využitia pozemku vo vybranej lokalite na realizáciu ekologicko-energetickej výstavby je vyhodnotenie jestvujúcich podmienok prírodného prostredia. Prieskumy a rozboru danej lokality z hľadiska geológie, hydrológie a klimatológie by mali byť súčasťou každého dobrého návrhu. Cenné sú vlastné pozorovania daného pozemku, aj dva pozemky v tej istej lokalite môžu mať úplne odlišné podmienky. Ideálny pozemok určite neexistuje, no pri dobrom návrhu sa dajú niektoré nevýhody premeniť na výhody, prípadne aspoň čiastočne či úplne eliminovať, nevýhody pozemku na ktorom chceme stavať budovu.

Poloha, prístup a veľkosť pozemku

Pri výbere pozemku treba prihliadať na vlastné pracovné, školské či iné záväzky a záujmy. Odľahlé miesto vzdialené od ruchu poskytuje veľké súkromie, ale vyžaduje vzhľadom na obmedzené možnosti verejnej dopravy časté používanie automobilu. Budovou ušetrená energia sa tým nezmyselne presunie do energie pre zabezpečenie mobility. Veľkosť pozemku závisí od predstavy veľkosti stavby a plánovaného využitia pozemku, pričom sa prihliada na požiadavku minimálneho záberu voľných plôch. Istou kompenzáciou zabranej zelene na výstavbu je zriadenie zelenej strechy-piaty pohľad. Bežná veľkosť pozemku pre samostatne stojaci dom je 500 až 800 m².

Regionálne a miestne klimatické podmienky pozemku

Pri komplexnom posúdení pozemku, vhodnom umiestnení a dobrom energeticko-ekologického návrhu budovy môžeme s minimálnymi prostriedkami dosiahnuť výborné energetické zisky budovy.

Zdroje na pozemku a v jeho okolí

Dnes všeobecne preferovaná snaha napojiť sa na rozvodné siete nie je z hľadiska vzniku závislosti a rastu cien energií celkom na mieste. Cieľom je skôr realizácia obydľí so snahou o fungovanie na báze "uzavretých prírodných kolobehov",

s využívaním zdrojov na pozemku (obnoviteľných zdrojov energií, studňovej a dažďovej vody...), ako aj s odstraňovaním odpadu (biologickým čistením vody, kompostovaním).

Potenciálne nebezpečenstvá

Povodeň, požiar, víchrica, lavína, zosuv pôdy sú bohužiaľ stále častejšími javmi súčasnosti. Optimálne je sa pri výstavbe takto exponovaným lokalitám vyhýbať, rovnako ako zdrojom škodlivých vplyvov (hluk, škodliviny zo vzduchu, zo zeme- radón a iné vplyvy), umelých žiarení (vysokonapäťové vedenia) a žiarenia (geopatogénne zóny). Preskúmanie možného výskytu týchto zón v štádiu umiestnenia a návrhu domu je zmysluplným opatrením v záujme zdravia budúcich užívateľov.

Nadmorská výška

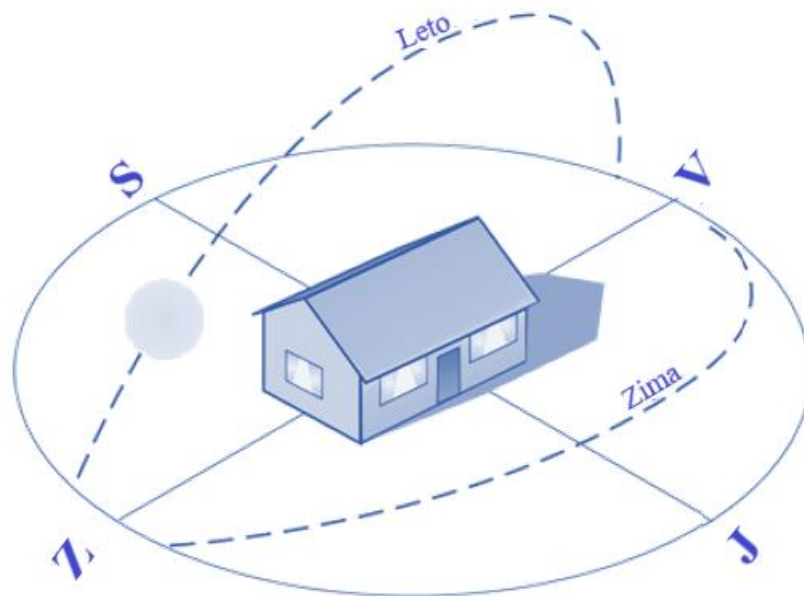
Nárastom nadmorskej výšky o 100 m priemerná teplota klesne o približne 0,5 až 0,8 °C .

Expozícia voči slnečným lúčom

Na južne exponované polohy dopadá v zime o 10 až 30 % viac globálneho slnečného žiarenia ako na severné svahy v rovnakej klíme.

Príklady ideálnej orientácie budovy na bývanie vzhľadom k svetovým stranám (Obr. 4.17, Obr. 4.18).

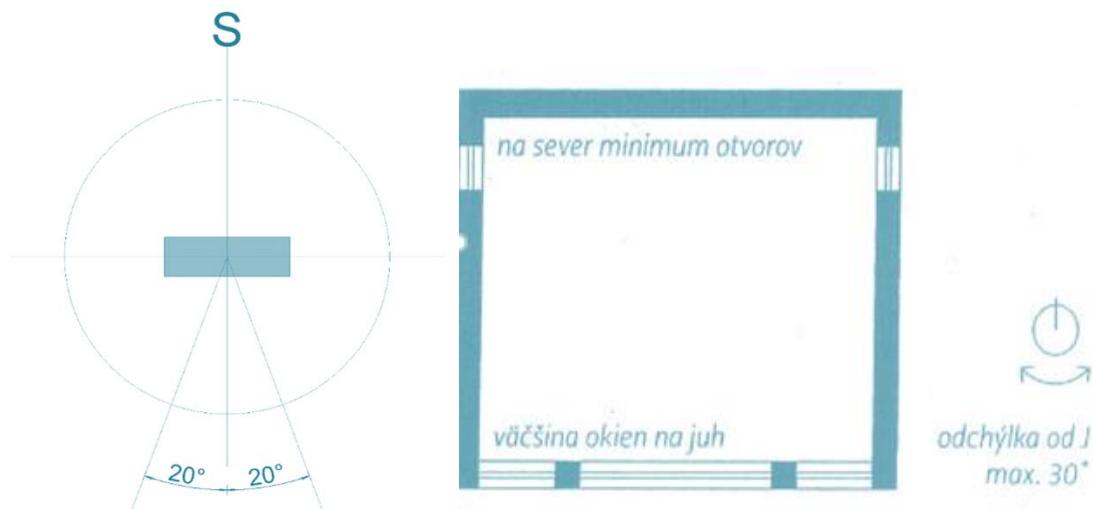
Obr. 4.17 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám



Poznámka: Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám najvhodnejšia južná, maximálna odchýlka vzhľadom na juh 30°, minimálna 20° na juhovýchodnú a juhozápadnú orientáciu, miesto málo exponované vetrom, chránené zo severu (les, kopec, okolitá zástavba). Fyzikálne vlastnosti prostredia môžu byť modifikované charakterom konkrétnej lokality. Významnými prvkami/črtami danej lokality pozemku sú: terén, povrchy, vegetácia a okolie budúcej stavby. Napr. Pozemok vo svahu = ekonomická náročnosť - predraženie výstavby o 25 %.

Zdroj: <https://createspace.sk/orientacia-domu/>

Obr. 4.18 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám



Poznámka: Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám najvhodnejšia južná, maximálna odchýlka vzhľadom na juh 30°, minimálna 20° na juhovýchodnú a juhozápadnú orientáciu, miesto málo exponované vetrom, chránené zo severu (les, kopec, okolitá zástavba). Fyzikálne vlastnosti prostredia môžu byť modifikované charakterom konkrétnej lokality. Významnými prvkami/črtami danej lokality pozemku sú: terén, povrchy, vegetácia a okolie budúcej stavby. Napr. Pozemok vo svahu = ekonomická náročnosť - predraženie výstavby o 25 %. Architektonicko konštrukčné riešenie takmer nulovej budovy dôrazom na pasívne využitie solárnej energie predpokladá orientáciu presklených fasád na južnú stranu. Dispozícia interiéru musí byť tepelne zónovaná voči svetovým stranám. Vstupné partie domu a jeho technické zázemie orientujeme na neoslnenú stranu domu, obytné priestory naopak na oslnenú.

Zdroj: H.P.design, 2013

Obr. 4.19 Tepelné straty podľa umiestnenia v teréne a v závislosti od vplyvu vetra



Poznámka: Tepelné straty domu (%) a teplota okolitého vzduchu v závislosti od umiestnenia v teréne.

Zdroj: http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat

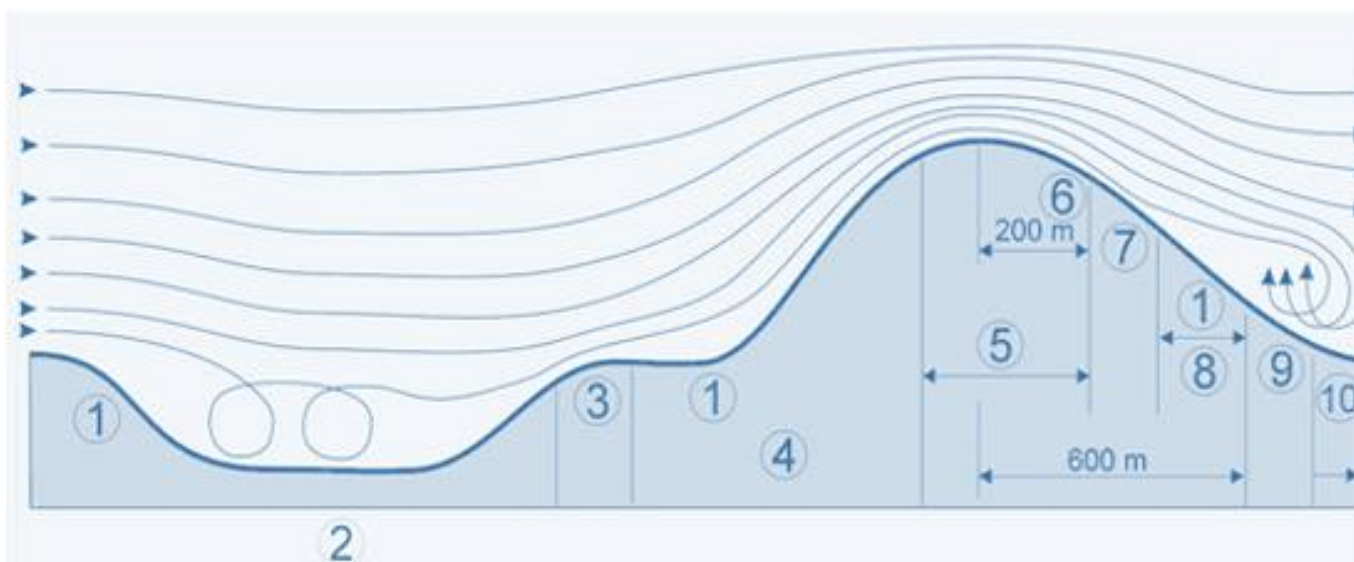
Topografia (svahovitosť a tvar terénu)

Dôležité je predovšetkým smerovanie svahu na slnečnú stranu a poloha domu na svahu. Teploty vzduchu v údolných polohách a na vrcholoch kopcov sú nižšie ako v chránených polohách a na južných svahoch. Údolné oblasti môžu vplyvom klesania studeného vzduchu hlavne v noci vytvárať jazerá studeného vzduchu. V údoliach sa tiež zhromažďujú škodliviny a znečistený vzduch.

Poveternostné pomery

Morfológia terénu má vplyv na prúdenie vzduchu a na rozloženie vzduchových vrstiev podľa teploty. Na rovine sú tieto vplyvy relatívne vyrovnané, povrch je vystavený rovnomernému oslneniu a nepredstavuje prekážku prúdeniu vzduchu. V zvlnenom teréne sa v dôsledku nerovnomerného ohrievania zemského povrchu menia miestne klimatické pomery v závislosti od oslnenia jednotlivých povrchov a ich orientácii k prevládajúcim vetrom v danej lokalite, objavujú sa miestne údolné a svahové vetry. Vzhľadom na prúdenie a teplotné rozvrstvenie vzduchu na zástavbu je vhodnejšie využiť úbočia (najlepšie južné), než hrebene a údolia. Na hrebeňoch je budova vystavená priamemu pôsobeniu vetra, v dolinách sa zase udržiava studený vzduch.

Obr. 4.20 Vplyv vetra na vhodnosť umiestnenia stavby v teréne



Poznámka: 1- preferovaná poloha na osídlenie, 2 – vietor z údolia, 3 – zóna silného vetra, 4 – zóna veternej erózie, 5 - zóna silného vetra, 6 – veterné maximum, 7 – veterný pokles, 8 – záveterná chránená zóna, 9 – zóna veterného zlomu, 10 – veterný úbytok.

Zdroj: http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat

Hustota okolitej zástavby

Na tvorbe mikroklimy obytného prostredia sa podieľa spôsob vytvárania blokov, uličných ťahov, alebo rozptýlených systémov. V husto zastavaných plochách sídel môže byť teplota vonkajšieho vzduchu až o 10 °C vyššia ako vo voľnej krajine.

Hustota a druh zelene

Zalesnené plochy majú výraznú regulačnú funkciu pre lokálnu klímu, prečisťujú vzduch, zadržujú vlahu a tým regulujú vlhkosť a teplotu okolitého vzduchu, chránia pred vetrom, vytvárajú odдыхové a rekreačné plochy a majú estetizujúcu funkciu. Správnou orientáciou budovy a vhodnou výsadbou zelene možno cielene usmerňovať a odvádzať studený vzduch. Pri návrhu zelených plôch na pozemku treba prihliadať nielen na estetické a kompozičné faktory, ale aj na klimatické. Výsadbou stromov a vyšších kríkov možno chrániť dom pred vplyvmi vetra, chladu a hluku, pričom sa dodatočne zlepšuje aj kvalita vzduchu.

2. Faktor tvaru je dôležitý, zbytočne ho nekomplikujte

Tvarové riešenie - kocka, kváder, alebo niečo iné? Značnou mierou sa na výsledných energetických vlastnostiach podieľa tvar budovy a jej členitosť. Najjednoduchším spôsobom, ako obmedziť tepelné straty, je zmenšiť podiel ochladzovaných plôch konštrukcií voči objemu. Tento spôsob taktiež prináša finančné úspory - čím menej konštrukcií, tým nižšie sú aj náklady. Ak by tvar bol podriadený len technickým parametrom, bola by ideálna guľa. Ak nebudeme stavať budovu na obežnej dráhe okolo zeme, asi taký tvar pre praktický život nebude použiteľný. Ak budeme naopak stáť pevne na zemi, pre súčasný takmer nulovú budovu bude optimálne najviac vyhovovať kváder, dlhšou stranou obrátený k juhu, so strechou mierne sklonenou k severu. Z hľadiska kompaktnosti stavby je výhodnejší viacposchodový model. V poslednej dobe sa však zvýšil záujem o malé jednoposchodové domy – bungalovy vhodné a účelné pre seniorov alebo mladé rodiny. Tieto riešenia sú rozumné, ak sa pôdorysná plocha domu vojde do 120 až 140 m². U väčších plôch je potom dosiahnutie štandardu domu s takmer nulovou spotrebou náročné a ťažko dosiahnuteľné. Faktor tvaru je číselne vyjadrená geometrická závislosť – podiel plochy povrchu telesa a jeho objemu. Toto číslo v sebe nesie informáciu o objemovej a tvarovej charakteristike telesa. Udáva sa v m²/m³.

$$T = A/V_b \quad [1/m] \quad (4.1)$$

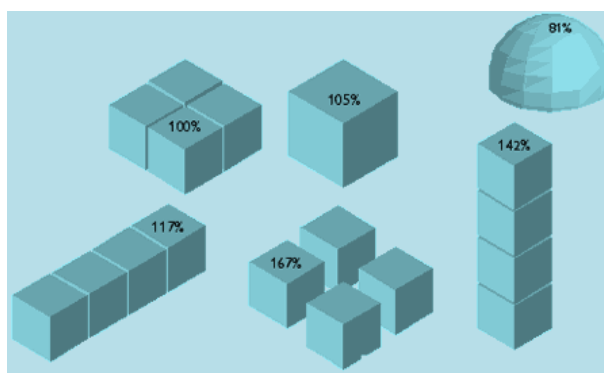
kde:

- T faktor tvaru budovy [1/m],
 A teplo-výmenná alebo teplo-prenášajúca plocha obalovej konštrukcie budovy [m²],
 V_B obostavaný objem budovy [m³].

Význam faktora tvaru budovy T je opodstatnený pre kvantifikáciu jej energetickej spotreby, čo vieme dokázať tvarovou modifikáciou budovy o rovnakej úžitkovej ploche a rovnakého objemu.

Energeticky efektívne budovy, sú tvarovo veľmi jednoduché, bez zbytočných výklenkov a zalomení, balkónov, arkierov, vikierov a ník. Tvar budovy predstavuje dôležitý činiteľ v posudzovaní energetickej náročnosti domu. Jednoducho povedané, čím je tvar budovy zložitejší, tým je ochladzovaná plocha v pomere k obostavanému priestoru väčšia a tým je aj vyššia spotreba energie na vykurovanie. Je tu aj väčšie riziko vzniku tepelných mostov v konštrukčných uzloch a zvyšujú sa obstarávacie náklady.

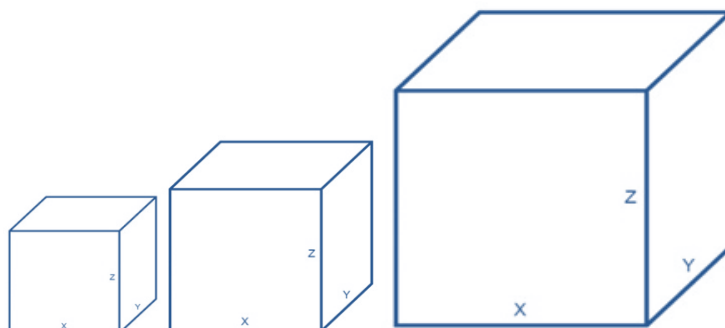
Obr. 4.21 Vplyv tvaru objektu na tepelné straty v percentách



Poznámka: Tvarová charakteristika popisuje skutočnosť, že rovnaké objemy môžu mať pri odlišnom tvare odlišný faktor tvaru. Pokiaľ ide o tvar, z hľadiska tepelných strát objektu je najvhodnejšia čo najmenšia ochladzovaná plocha obalovej konštrukcie budovy: napr. guľa, ktorá má najmenší povrch pri najväčšom objeme. Jej použitie, je síce zriedkavé, ale bolo motivované práve snahou o minimalizáciu tepelných strát v náročných klimatických podmienkach, ale vhodné sú aj iné kompaktné a jednoduché tvary, ktoré sú pre výstavbu vhodnejšie napr. kocka.

Zdroj: <https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

Obr. 4.22 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru



Poznámka: Faktor tvaru ovplyvňuje tvar telesa (kocka s metrovou hranou má faktor tvaru $6 \text{ m}^2 / \text{m}^3$, guľa rovnakého objemu $4,846 \text{ m}^2 / \text{m}^3$) a takisto objem telesa (kocka s hranou 10 m má faktor tvaru $0,66 \text{ m}^2 / \text{m}^3$, teda desaťkrát menší než metrová kocka). Z toho vyplýva aj dôvod, prečo by sme pri návrhu budov mali rozmýšľať nad tvarom i veľkosťou stavby, teda nad jej faktorom tvaru: tepelné straty sú úmerné povrchu budovy, úžitok z nej je úmerný vnútornému objemu stavby.

Zdroj: <https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

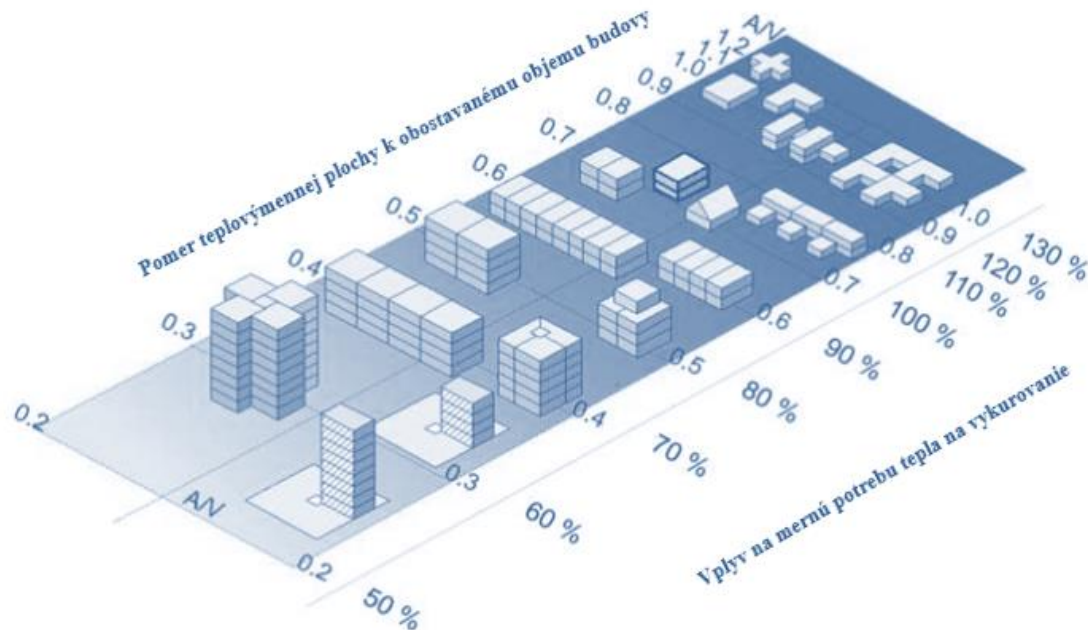
Tab. 4.1 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru

Hrana X	0,5	1	3	5	6	10	12	15,874	50	100
Hrana Y	0,5	1	3	5	6	10	12	15,874	50	100
Hrana Z	0,5	1	3	5	6	10	12	15,874	50	100
Objem, V [m ³]	0,125	1	27	125	216	1 000	1 728	4 000	125 000	1 000 000
Plocha, A [m ²]	1,5	6	54	150	216	600	864	1 512	15 000	60 000
Faktor tvaru, A/V, [1/m]	12,00	6,00	2,00	1,20	1,00	0,60	0,50	0,38	0,12	0,06

Poznámka: Veľkosť a tvar objektu je základnou geometrickou charakteristikou, ktorá nám určuje mieru vplyvu vonkajšieho prostredia na vnútorné prostredie budovy. Je zaujímavé, že geometrické tvary rovnakého druhu, ale rôznych rozmerov nemajú rovnaký pomer plochy k objemu, a týka sa to všetkých tvarov. Napríklad kocka. V tabuľke sa uvádzajú rôzne rozmery kociek s rôznym faktorom tvaru. Faktor tvaru sa mení s rozmermi kocky. Čím väčšie sú rozmery kocky, tým je nižší faktor tvaru.

Zdroj: <https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

Obr. 4.23 Vplyv tvaru budovy na mernú potrebu tepla na vykurovanie



Poznámka: V súčasných legislatívnych predpisoch je udávaný hodnotiaci koeficient faktora tvaru udávajúci pomer medzi plochou všetkých ochladzovaných konštrukcií k objemu posudzovanej stavby. Tento hodnotiaci koeficient faktora tvaru je využívaný pre stanovenie hrubého odhadu energetickej náročnosti. V praxi to znamená, že čím menší faktor tvaru, tým je nižšia energetická bilancia (potreba tepla na vykurovanie). Treba si teda uvedomiť, že čím je budova menšia, tým je faktor tvaru väčší. Napríklad pri rodinných domoch je táto hodnota cca $0,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$, pri bungalovoch približne $1,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Pri bytových domoch a veľkých stavbách sú to hodnoty okolo $0,3\text{--}0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Čím je tento pomer menší, tým sú lepšie podmienky pre elimináciu tepelných strát, pretože teplo, koncentrované v určitom objeme má menšiu plochu na únik.

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>

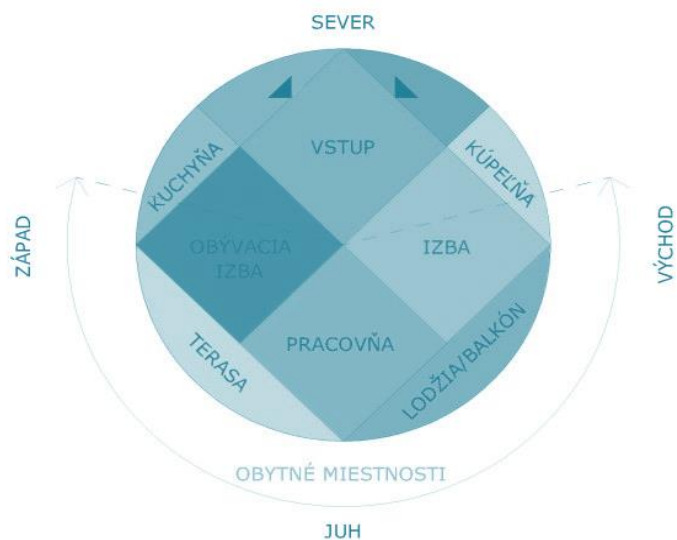
3. Správne nadimenzovanie veľkosti budovy - primeranosť danému účelu

Spolu s tvarom budovy patrí aj veľkosť k základným faktorom ovplyvňujúcim energetickú spotrebu budovy. Tá sa zväčšením povrchu stavby výrazne zvyšuje. Už pri projektovaní budovy je preto dôležité zväziť, na čo bude slúžiť daná budova a pre koľko osôb sa navrhuje. Veľkosť budovy je kľúčový parameter, ktorý predurčí spokojnosť jeho užívateľov aj výslednú spotrebu energií. Zbytočne predimenzovaná budova má veľké nároky na obstarávací náklady aj celkovú spotrebu energie. K tomu je potrebné si dobre ujasniť všetky požadované funkcie budovy, možnosť usporiadania a flexibilitu. S tým úzko súvisí aj efektívne riešenie dispozície – s ohľadom na požiadavky vykurovania jednotlivých priestorov a ich orientácie k svetovým stranám.

4. Vnútročné dispozičné usporiadanie

Vnútročné dispozičné usporiadanie ovplyvňuje nároky na teplotný režim a denné osvetlenie, funkčné prepojenia a iné požiadavky vyplývajúce napríklad z daností pozemku a okolitého prostredia. Primárne sa delí na vykurované (obytné, pracovné) a nevykurované (technické, skladové) zóny, dôsledne tepelne odizolované.

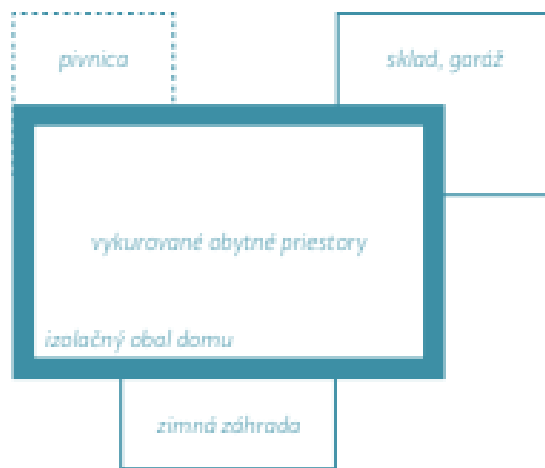
Obr. 4.24 Príklad ideálnej orientácie budovy na bývanie vzhľadom k svetovým stranám – vnútorné dispozičné usporiadanie



Poznámka: Rozmiestnenie vykurovaných obytných miestností sa riadi všeobecnými zásadami (denné miestnosti položené v preslnených častiach domu (JV-JZ), spálne (V-JV), chodby a sklady (\pm S)), ktoré sú samozrejme modifikovateľné podľa potrieb investora, budúceho užívateľa.

Zdroj: <https://mojdom.zoznam.sk/stavba-a-rekonstrukcia/legislativa-a-financovanie/ako-si-vybrat-pozemok-pri-nizkoenergeticky-dom/attachment/1510439>

Obr. 4.25 Rozmiestnenie vykurovaných priestorov, umiestnenie pomocných priestorov



Poznámka: Optimálne dispozičné riešenie podporuje energetickú úspornosť ako aj spokojnosť pri každodennom užívaní. Kompaktný tvar izolovanej časti domu nevyklučuje členitosť stavby (zimná záhrada, balkón, pristavaný sklad či garáž).

Zdroj: zdroj H.P.design, 2013

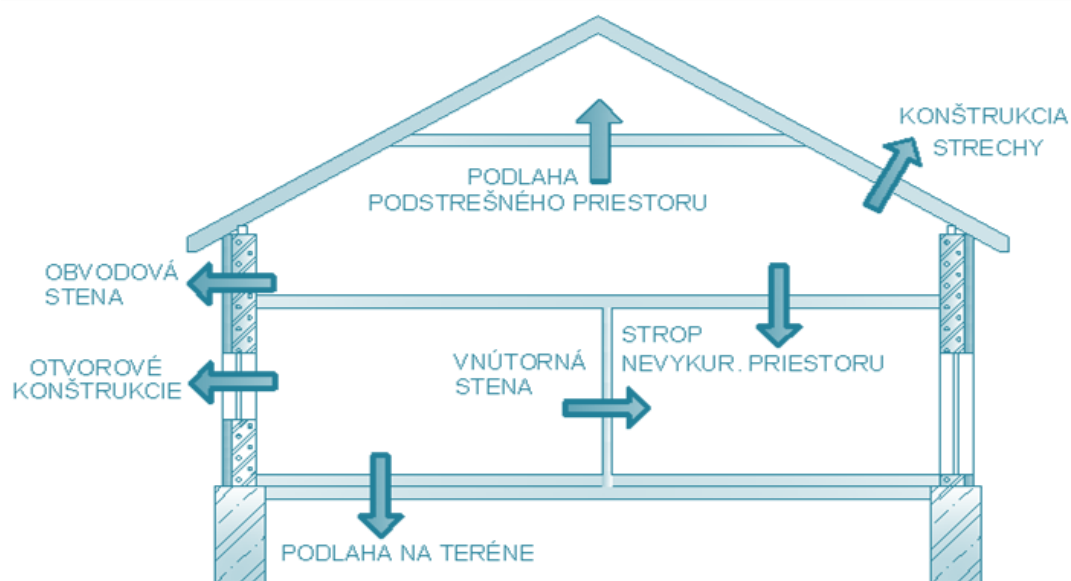
5. Výber konštrukčného a materiálového riešenia budovy

Rozhranie medzi vonkajším prostredím (exteriérom) a vnútorným prostredím (interiérom) je tradične vytvárané obalovou konštrukciou budovy s určitými konštrukčnými a materiálovými charakteristikami a fyzikálno-technickými vlastnosťami. Jedným z hlavných poslání obalovej konštrukcie je redukovať toky energie medzi vnútornými priestormi a vonkajším prostredím a brániť prenikaniu nepriaznivých vplyvov do „chráneného“ interiéru.

Konštrukčné požiadavky energeticky efektívnych budov

Konštrukcie obvodových stien, strešného plášt'a, podlahy, stropu nad nevykurovaným suterénom a taktiež výplňových konštrukcií sú podstatnou súčasťou izolačného obalu, väčšina tepelných strát prechodom tepla prebieha cez tieto obalové konštrukcie. Je preto potrebné využiť základný nástroj stavebnej tepelnej techniky a to sú výpočty. Veľkou prednosťou výpočtov je možnosť variantného posúdenia vo fáze návrhu. To umožňuje meniť a upravovať stavbu pružne, lacno a bez problémov.

Obr. 4.26 Schéma ciest úniku tepla v budove

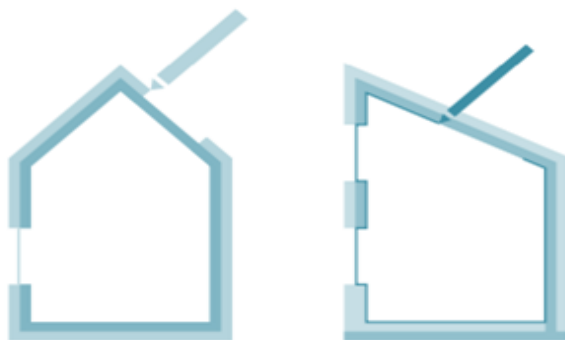


Poznámka: Obalové konštrukcie budovy: steny, strecha, okná, dvere aj podlaha na teréne, alebo podlaha nad nevykurovaným suterénom by mali mať vynikajúce tepelno-technické vlastnosti, ktoré zabezpečia zanedbateľné tepelné straty. Nezateplenou obalovou konštrukciou môže z budovy unikáť až 35 % tepla a kvalitným zateplením budovy sa dá znížiť spotreba energie na jeho vykurovanie asi o 50 %.

Zdroj: SEDLÁKOVÁ, A., RUDIŠIN, R.: Teoretická a experimentálna analýza spodnej stavby veľkopriestorových budov. Stavebná fakulta TU v Košiciach, Košice 2009, ISBN 978-80- 553-0212-6

Sprísňovanie požiadaviek na stavebné konštrukcie ovplyvní najmä hrúbku tepelnej izolácie. Tepelno-izolačný obal je charakterizovaný dobrou tepelnoizolačnou schopnosťou a neprievzdušnosťou. Našou snahou je použiť individuálne konštrukčné a materiálové riešenie a čo najideálnejšie a najvhodnejšie zaizolovať obal budovy. Z toho vyplýva, čo je potrebné si uvedomiť: že cena tepelnej izolácie je len zlomok ceny celej konštrukcie steny, strechy, podlahy na teréne a stropu nad nevykurovaným suterénom a zvýšenie izolačnej schopnosti na dvojnásobok neznamená zdvojnásobenie ceny konštrukcie.

Obr. 4.27 Schéma pre „Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu



Poznámka: Izolačný obal budovy chráni interiér domu pred nepriaznivými vplyvmi vonkajšieho prostredia: nekomfortnou teplotou, vlhkosťou, hlukom, znečistením ovzdušia, priedaním... Nazývame ho aj tepelnoizolačným obalom, keďže ním riešime v prvom rade minimalizáciu tepelných strát (či v lete nežiaducich ziskov tepla). „Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu hovorí, že v rezoch i pôdorysoch by sa mala dať izolácia nakresliť jednou čiarou bez prerušení, či veľkých stenčení čiary a vtedy izolačný obal je z hľadiska tepelných strát ideálne riešený.

Zdroj: podľa PHI Darmstadt

Pri návrhu energeticky efektívnych a ekologických budov kombinujeme dva prístupy: na jednej strane sa snažíme minimalizovať straty energie pri prevádzke budovy (napríklad vhodne navrhnutou izoláciou celej obalovej konštrukcie, kde je potrebné vysvetľovať investorovi, že cena tepelnej izolácie je len zlomok ceny celej steny, výplňových konštrukcií strechy, podlahy na teréne, alebo stropnej konštrukcie nad nevykurovaným suterénom). Zvýšenie izolačnej schopnosti na dvojnásobok (hrúbka tepelnej izolácie) neznamená zdvojnásobenie ceny konštrukcie. Na druhej strane sa snažíme získať čo najviac energie z prostredia (napríklad pasívnym využitím solárnej energie). V našich podmienkach je spravidla udržanie energie niekedy podstatne jednoduchšie, než jej získanie. A preto sa sústreďujeme na ochranu stavebných konštrukcií – pomocou správne navrhutej tepelnej izolácie.

Obr. 4.28 Straty cez obalové konštrukcie budovy



Poznámka: 1. straty cez obalové konštrukcie – stenovú 35 % , 2. transparentné 15 % - 30 % , 3. strešné 15 % , 4. podlahu na teréne 15 % . Životnosť nových budov sa uvažuje na 60-100 rokov. Preto je dôležité dnes navrhnuť budovy na „zajtrajšie“ podmienky. Tie podmienky sú nepochybne aj o rastúcej cene energie, o udržaní nášho štandardu pri čo najnižších nákladoch. Pre nové budovy sú nároky na znižovanie spotreby energie relatívne nízke vzhľadom na potenciál úspor. Preto sa budú postupne sprísňovať požiadavky na spotrebu energie u nových budov.

Zdroj: A. Sedláková

Požiadavky na obalovú konštrukciu – stenovú

Pri konštrukcii obvodových stien musíme zabezpečiť ich izolačnú funkciu. Obvodové a nosné konštrukcie sú spolu so spôsobom založenia stavby podstatnou časťou budovy, a preto by ich návrh mal plne spočívať v rukách konštruktéra - architekta. Pri energeticky efektívnych budovách je snaha o čo najlepšie zaizolovanie obalovej konštrukcie základným predpokladom.

Podľa tepelno-akumulačných vlastností delíme konštrukcie na:

Lahké obalové konštrukcie

S nízkou objemovou hmotnosťou, ktoré nemajú schopnosť akumulovať teplo. **Lahká obalová stenová konštrukcia**, spravidla na báze dreva, umožňuje znížiť hrúbku stien a využiť „ekologickejšie“ materiály, vyžaduje však viac starostlivosti pri návrhu aj realizácii. Bezpečnejšie je riešenie týchto konštrukcií ako difúzne otvorených, potom môžeme vynechať fóliové parozábrany. Vonkajší povrch týchto stien často riešime ako prevetrávaný obklad, zvnútra môže byť výhodné použitie inštaláčnej predsteny pre minimalizáciu zásahov do roviny neprievzdušnosti, či použitie hrubých omietok alebo obkladov z masívnej hliny pre doplnenie tepelno-akumulačnej hmoty. Nosnú konštrukciu drevených stien tvorí spravidla hustý raster stĺpikov s minimalizovaním tepelných mostov, alebo klasický drevený skelet. Alternatívou je aj panelová konštrukcia z krížom lepených dosiek. Výhodou ľahkých obalových konštrukcií je riešenie spravidla na báze dreva, ktoré umožňuje znížiť hrúbku stien a využiť „ekologickejšie“ materiály, suchý spôsob výstavby, krátky čas výstavby (len niekoľko týždňov), väčšia obytná plocha spôsobená nižšou hrúbkou stien. Nevýhodou ľahkých obalových konštrukcií je nižšia objemová hmotnosť konštrukcie, horšie zvukovo-izolačné vlastnosti, nižšia akumulačná schopnosť stien, zložitie riešenie detailov v stykoch vodorovných a zvislých konštrukcií. Životnosť stavby je okolo 60 – 80 rokov.

Masívne obalové konštrukcie

S tepelno-akumulačnými schopnosťami. **Masívne obvodové steny** (murované, betónové) energeticko - ekologických budov sú spravidla murované – z ľubovoľných murív bez ohľadu na ich izolačnú schopnosť. Tú zabezpečíme pridanou tepelnou izoláciou. Výhodnejšie sú homogénne murivá (pórobetón, betón, vápennopiesková tehla) – ľahšie zaistíme ich vzduchotesnosť pri vedení inštalácií. Doplnkovú izoláciu dávame spravidla z vonkajšej strany, aby sme zlepšili tepelnú stabilitu objektu. Posúdenie navrhnutých materiálov pre obalové konštrukcie stenové počas celého cyklu ich životnosti nám pomôže vybrať riešenie najvýhodnejšie z hľadiska ekologického. Výhody masívnych obalových konštrukcií sú v tom, že ak majú naakumulované teplo, dokážu preklenúť krátkodobu teplotné výkyvy a v prípade zmeny teploty ho postupne uvoľňujú do priestoru. Dobrá akumulačná schopnosť – úspory tepla až desiatky percent, zníženie vzostupu vnútornej teploty v lete, životnosť stavby je okolo 80 – 100 rokov oproti montovaným stavbám. Nevýhodou masívnych obalových konštrukcií je, že na začiatku vykurovania konštrukcie odoberajú teplo z priestoru, až kým nedosiahnu maximum svojich akumulačných schopností. Počas výstavby sú závislé na počasí a ročnom období (podiel vody viazanej v murive najmä v prvých mesiacoch výstavby). Je potrebné počítať s dlhšou dobou potrebnou na vykúrenie murovanej stavby. A taktiež vychádza väčšia zastavaná plocha oproti montovanej stavbe a to z dôvodu hrubších stien.

Kombinované obalové konštrukcie

Spájajú výhody ľahkých obvodových stien s masívnymi nosnými stenami a stropmi, čo zlepšuje tepelnú stabilitu budovy.

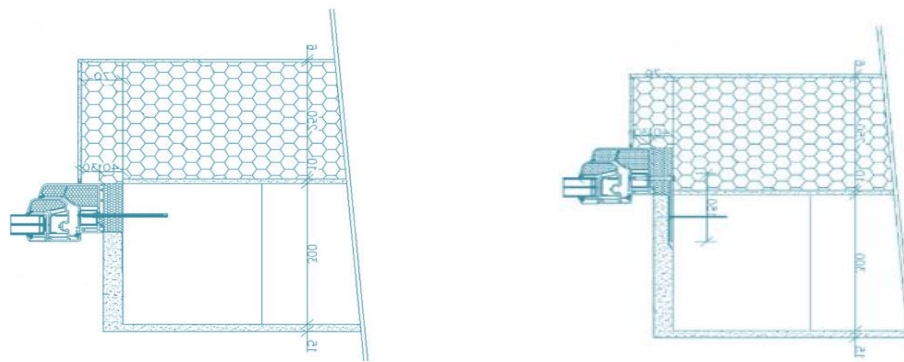
Požiadavky na obalové konštrukcie – transparentné

Okná v energeticky – ekologických budovách plnia rovnaké funkcie ako v bežných budovách – zabezpečujú svetlo, výhľad, vetranie, tepelnú ochranu. S tým súvisí aj ochrana pred nepriaznivými vplyvmi zvonka (hlukom, znečistením, vetrom, teplotou – zima, leto). Pre energeticko - efektívne budovy je typické, že vetranie môžeme zabezpečiť aj inak ako cez okná – stretávame sa v nich s väčším množstvom pevných zasklení než v bežných stavbách. V energeticky efektívnych budovách má okno aj „energetické“ funkcie – ktoré dokážeme zabezpečiť kvalitou okna a jeho tepelnoizolačnými vlastnosťami. Okná energeticky efektívnych budov by mali mať v našej klíme zasklenie trojsklom a kvalitné rámy, prípadne prekryté izoláciou. V murovaných stenách ich osádzame vysunuté do tepelnej izolácie. Konštrukcia okenných rámov môže byť z rôznych materiálov – plastové majú 6 až 8 „komôr“ a výstuhy redukujúce tepelné mosty. Drevené rámy by mali mať vloženú izoláciu či väčšiu hrúbku a prekrytie rámu izoláciou stien. Hliníkové (samozrejme s prerušeným tepelným mostom) profitujú z menšej šírky profilov. Štíhlejší či skrytý rám majú aj pevné zasklenia – na zabezpečenie možnosti prirodzeného vetrania nemusia byť všetky okenné krídla otvárateľné. Pokiaľ ide o vstupné dvere, ich kvalita by mala byť obdobná ako kvalita okien.

Najdôležitejší technický parameter okna je súčiniteľ prechodu tepla U_w , ktorý napovie, koľko tepla oknom unikne. Norma STN 730540 od 1.1.2021 stanovuje hodnotu U_w 0,85 W/(m².K) – normalizovanú (požadovanú), U_w 0,65 W/(m².K) – odporučená pre transparentné konštrukcie v obvodovej stene. V šikmej strešnej konštrukcii U_w 1,20 W/(m².K) – normalizovanú (požadovanú), U_w 1,00 W/(m².K) – odporučená. Túto požiadavku určite splnia okná s trojsklom, a môžu aj kvalitné dvojsklá. U predajcov sa väčšinou stretnete s číselnou hodnotou vyjadrujúcou len kvalitu izolačného dvojskla alebo trojskla. Hlavnou výhodou trojskla je jeho vyššia tepelno-izolačná schopnosť. Koeficient prechodu tepla dvojskla $U_g = 1,1$ a trojskla $U_g = 0,6$ W/(m².K). Uniky tepla zasklenou plochou trojskla sú teda menšie o 45 %. Ďalšia výhoda vyplývajúca z vyššej tepelnej izolácie trojskla, je menšie ochladzovanie vnútorného skla, a tým znížené riziko rosenia. Zvukový útlm má trojsklo len máľinko väčší – 33 dB, dvojsklo 31 dB. Trojsklá výrazne obmedzujú prechod slnečnej energie, čo vyjadruje solárny faktor. V lete je to vítané, ale v zime a prechodných obdobiach, kedy by slniečko miestnosť vyhrialo, máme za trojsklom zimu, takže vykurojeme dlhšie. Menší počet skiel prepúšťa do interiéru viac slnečného žiarenia, čo je príjemné najmä v zime, v lete už nie. Tepelné straty dvojskiel počas mrazivých zimných nocí sú však oveľa väčšie ako nižšie solárne zisky trojskla počas dňa. Solárne zisky sú naopak pri bežnom trojskle menšie ako pri dvojskle. Vyrábajú sa aj špeciálne trojsklá so zvýšenými solárnymi ziskami. U_w – súčiniteľ prechodu tepla celého okna, U_f – súčiniteľ prechodu tepla rámu a U_g – súčiniteľ prechodu tepla skla.

Okno je dobré, len ak je dobre namontované. Kritickým miestom je styk okenného rámu a konštrukcie steny. Použitie len samotnej PUR peny nepostačí, vplyvom prieniku vodných pár do tohto priestoru môže dôjsť k narušeniu izolantu, prípadnému premíznaniu a vzniku plesní. Škára musí byť zvnútra utesnená paronepriepustne, napríklad expanznou páskou či fóliou, a zvonka uzavretá proti prenikaniu vody, ale priepustná pre paru. Správne osadenie okna do obalovej konštrukcie stenovej minimalizuje tepelný most v detaile osadenia transparentnej konštrukcie. Správna (ale nie vždy možná) je poloha výplní otvorov v strede tepelného izolantu alebo ich osadenie realizujeme čo najviac k exteriérovej strane.

Obr. 4.29 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie



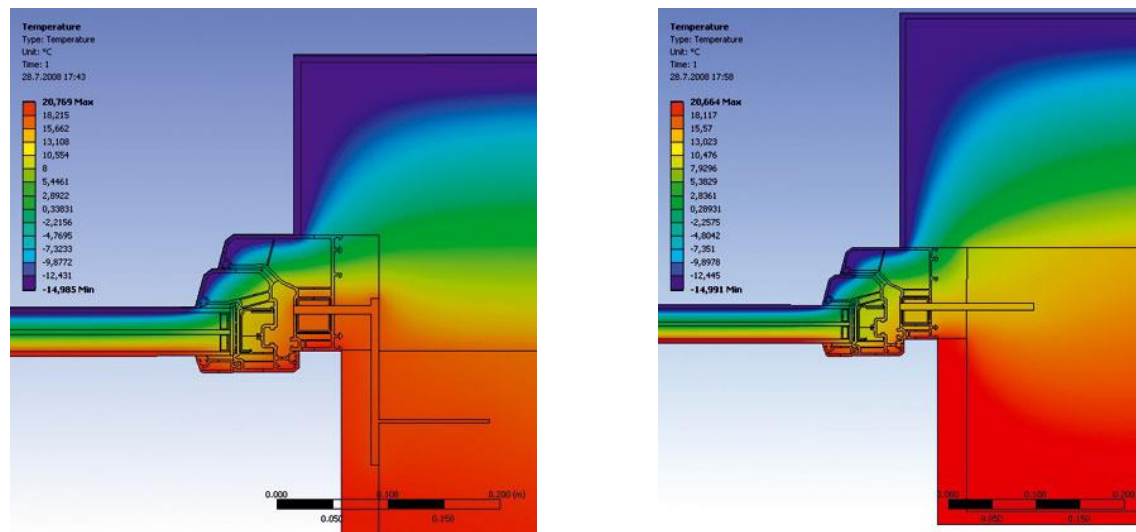
Osadenie v stenovej časti

Osadenie v tepelnoizolačnej časti

Poznámka: Príklad možného osadenia otvorov v skladbe stenovej konštrukcie - nosnej konštrukcii a v tepelnej izolácii. Osadenie výplní otvorov (okien a dverí) sa snaží minimalizovať tepelný most v tomto detaile. Ideálna (ale nie vždy možná) je poloha v strede tepelnej izolácie, pri oknách berieme do úvahy aj mieru zatienenia skla ostením a nadpražím. Rámy môžeme prekryť tepelnou izoláciou pre obmedzenie tepelného mosta, pri montáži používame prelepenie styčnej škáry zvnútra parotesnou a zvonka paropriepustnou páskou (medzeru medzi nimi vypeníme či vyplníme penovou páskou) alebo použijeme „3 v 1“ - kompresné pásky.

Zdroj: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

Obr. 4.30 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie – teplotné pole



Osadenie okna v stenovej časti

Osadenie okna v tepelnoizolačnej časti

Poznámka: Od kvality a spôsobu vyhotovenia okien a zasklených konštrukcií závisia tepelnotechnické parametre celej stavby. Najväčší podiel tepelných strát budovy pripadá práve na otvorové výplne. Ich rozmiestnenie, vlastnosti a napojenie na nepriehľadné konštrukcie obvodového plášťa ovplyvňuje funkčné, energetické a estetické vlastnosti objektu. Výsledný prechod tepla oknom ovplyvňujú predovšetkým vlastnosti zasklenia a rámu, pomer plochy zasklenia k ploche celého okna, vlastnosti dištančného rámika a jeho dĺžka, ako aj väzba medzi oknom a obvodovou stenou. Všetky tieto faktory by mali byť vo vzájomnom súlade. Zároveň platí, že zasklenie so špičkovými vlastnosťami by sa nemalo osádzať do rámu s priemernou kvalitou.

Zdroj: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

Nezateňené kvalitné okno v zimnom období má dobrú energetickú bilanciu. To znamená, že zo slnečných lúčov dokáže získať viac energie ako cez neho stratiť (ideálne južné okna). Naopak v letnom období používame tieniace systémy, ktoré zabezpečia tepelnú pohodu bez toho, aby sme využili energeticky náročné strojové chladenie. Vhodné sú vonkajšie žalúzie, rolety, okenice či markízy.

Obr. 4.31 Výber obalových konštrukcií - transparentných



Poznámka: Okná energeticky efektívnych budov by sa v našej klíme mali navrhovať - zasklenie trojsklom a kvalitné rámy, prípadne prekryté izoláciou, v murovaných stenách ich osádzame vysunuté do tepelnej izolácie. Konštrukcia okenných rámov môže byť z rôznych materiálov – plastové majú 6 až 8 „komôr“ a výstupy redukujúce tepelný most, drevené majú spravidla väčšiu hrúbku a prekrytie rámu tepelnou izoláciou stenových konštrukcií, hliníkové (s prerušeným tepelným mostom) profitujú z menšej šírky profilov. Štíhlejší či skrytý rám majú aj pevné zasklenia – na zabezpečenie možnosti prirodzeného vetrania nemusia byť všetky okenné krídla otvárateľné. Kombinované materiály pri transparentných konštrukciách prinášajú nové možnosti.

Zdroj: <https://www.tzb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

Požiadavky na obalové konštrukcie – strešné

Strešné konštrukcie pre budovy s takmer nulovou spotrebou energie sa od tých bežných principiálne nelíšia – rozdiel je „len“ v hrúbke tepelnej izolácie a snahe zmenšiť tepelné mosty ich prerušením v drevených, alebo oceľových nosných prvkoch strechy, alebo presunom tepelnej izolácie nad nosnú konštrukciu. Výzvou je riešenie vegetačných striech, ktoré sa na Slovensku ešte vždy neudomácnili tak, ako by to bolo potrebné.

Vegetačné strechy sú častým riešením pri energeticko-ekologickej výstavbe budov:

- zlepšujú tepelnú stabilitu konštrukcie,
- spomaľujú odtok zrážkových vôd,
- prispievajú k zlepšeniu mikroklimy v prostredí,
- oživujú architektonický výraz budovy,
- možnosť rekreačného využitia strechy.

Návrh zelenej strechy je jedným z najúčinnějších riešení, ako nasmerovať projekt budovy k ideálu modernej stavby s vysokou energetickou efektívnosťou. Realizácia týchto špeciálnych striech síce vyžaduje vyššie investície, no vzhľadom na ich návratnosť a celkový efekt pri snahe podporovať trvalo udržateľný rozvoj, je doslova nezaplatiteľná. Úspora energie, ochrana životného prostredia, využitie prírodných materiálov, to všetko inšpiruje architektov k návrhom moderných ekologických stavieb. Zelené a vegetačné strechy vracajú zeleň do miest a kompenzujú zabratie pôdy veľkoplošnú výstavbou. Majú pozitívne psychologické účinky, znižujú napätie a stres a poskytujú priestor pre relaxáciu, ak sú architektonicky funkčne zapojené do prevádzky budovy.

Medzi novými trendmi v tejto oblasti sú zelené strechy v mestách, ktoré pribúdajú na budovách po celom svete čoraz častejšie.

Zelené strechy v mestách a ich pozitíva:

- piaty pohľad,
- elegantný prvok skrášľujúci celkový dizajn vonkajšej časti objektu,
- zachytávajú prach, tlmia hluk a v lete dokážu budovu ochladzovať,
- schopnosť odpariť späť do ovzdušia viac ako 40 % vody zo zrážok,
- výraznou mierou prispievajú k zdravšiemu vnútornému prostrediu,
- pri nedostatku pozemkov môžu byť využívané aj ako záhradka.

Obr. 4.32 Príklady možného riešenia a využitia vegetačných striech



Zelené strechy – ako vrátiť prírode to, čo sme si požičali

Poznámka: Zelené strechy majú praktický, estetický a ekologický rozmer. Vo svete už zďaleka nejde len o „nový pojem“ a pomaly aj u nás nachádzajú zelené strechy svoje uplatnenie. Tento typ striech sa podľa svojho využitia delí na extenzívny a intenzívny, polointenzívny. Extenzívne zelené strechy majú najmä esteticko – ekologický prínos a v podstate si nevyžadujú ani žiadnu údržbu. Intenzívne zelené strechy sú pre ľudí najväčším lákadlom, nakoľko tvoria strešné parky a záhrady, kde si človek môže posediť, dať si obed a pobehať bosý po tráve – na streche sa môžu riešiť aj biznis centra. Predstavuje naozaj veľkú investíciu, jednak zo strany založenia, ale aj samotnej údržby, preto zatiaľ nachádzajú uplatnenie len v naozaj veľkých mestách.

Zdroj: <https://www.archinfo.sk/firmy/materialy-pre-stavbu/strecha/produkty-pre-vegetacne-strechy-5-pokracovanie-serialu-o-vegetacnych-strechach.html>

Požiadavky na obalové konštrukcie – podlahy na teréne

Konštrukčná tvorba spodnej stavby má oproti hornej stavbe (nadzemným podlažiam) niekoľko zvláštností, ktoré je potrebné pri projekčnom riešení rešpektovať:

- hľadisko statiky,
- hľadisko hydroizolačnej techniky,
- hľadisko vplyvu škodlivín,
- hľadisko denného osvetlenia a vetrania podzemných podlaží,
- hľadisko stavebnej tepelnej techniky.

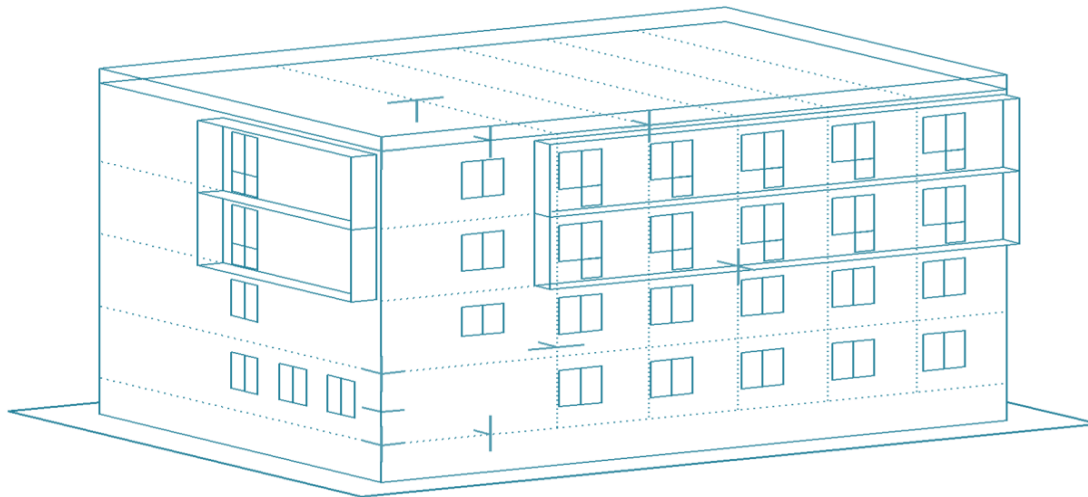
Obalová konštrukcia podlahy na rastlom teréne pre energeticko-efektívne budovy si vyžaduje hrubšiu izoláciu ako pri bežných budovách. Oproti tradičným základovým pásom, pätkám, doskám, ktoré sa používajú pri veľkých stavbách sa pri individuálnej bytovej výstavbe presadzujú spôsoby s „položením“ stavby na izolačnú vrstvu (XPS „vaňa“ alebo betónová doska na drvenom penovom skle), či vysunutie domu na stĺpy. Je dôležité v konštrukčnom uzle rešpektovať správne napojenie tepelnej izolácie stenovej konštrukcie s tepelnou izoláciou podlahovej konštrukcie a tepelnou izoláciou základovej konštrukcie, bez tepelného mosta.

Požiadavky na obalové konštrukcie – strop nad nevykurovaným suterénom

Energeticky efektívne budovy je možné realizovať aj s podpivničením, nevyhnutne sa však stavba predražuje kvôli technickým a energetickým komplikáciám (eliminácia tepelných mostov, oddelenie od vykurovanej obytnej zóny). Materiály energeticko-efektívnych a ekologických budov musia spĺňať mnohé požiadavky – v prvom rade funkčné parametre (únosnosť, izolačná schopnosť, požiarne odolnosť, trvanlivosť, hygienická bezporuchovosť... – všetko aspoň v miere nevyhnutnej pre konkrétne použitie materiálu). Popri tom posudzujeme environmentálne vlastnosti: čerpanie neobnoviteľných zdrojov, vplyv na kvalitu životného prostredia („zabudovaná“ energia, uvoľnené či viazané emisie CO₂ (s vplyvom na klimatickú zmenu), uvoľňovanie škodlivín, dopravná náročnosť) – a to počas celého cyklu životnosti, od získania surovín, cez desaťročia prevádzky až po likvidáciu stavebného odpadu. Popri bežne používaných stavebných materiáloch sú z pohľadu ekologickej výstavby preferované prírodné materiály s malou ekologickou stopou a s priaznivým vplyvom na zdravie užívateľov (drevo, nepálená hlina, materiály z dreva, izolácie z prírodných a recyklovaných materiálov ako napr. celulóza). Ich podiel by bol pravdepodobne väčší, keby boli tieto materiály všade a bežne dostupné. Nepodceňujeme detaily a kvalitu zhotovenia konštrukcií. Nulová budova musí byť bez netesností v konštrukciách a tepelných mostov. Podmienkou je kvalitné a dôsledné vyhotovenie tepelnej izolácie v konštrukčných napojeniach - uzloch, preto nepodceňujeme výber realizačnej firmy. Ani najdokonalejšie a najinovatívnejšie materiály a konštrukcie nespĺnia svoju úlohu, ak budú nesprávne použité a nekvalitne aplikované. Nepodceňujeme ľudský faktor, ten je zatiaľ u nás najslabším článkom v systéme výstavby.

Vylúčenie tepelných mostov konštrukčných (miesta s prerušením či oslabením tepelnej izolácie) a minimalizácia geometrických tepelných mostov (napríklad rohy budov) je pri energeticko-efektívnych budovách zásadnou úlohou. Tepelné mosty nadobúdajú v takomto type stavby výrazný podiel na celkových tepelných stratách. Typicky problémové miesta vznikajú pri osádzaní okien a vstupných dverí, pri dosadnutí obvodových stien na základy, pri riešení balkónov, nadokenných žalúzií a prestupov konštrukciami. Aj tu sa vyžaduje profesijná odbornosť a vzájomná spolupráca projektanta a realizátora stavby.

Obr. 4.33 Kritické miesta (tepelné mosty) na budove



Poznámka: Typicky problémové miesta vznikajú pri osádzaní okien a vstupných dverí, pri dosadnutí obvodových stien na základy, pri riešení balkónov, nadokenných žalúzií a prestupov konštrukciami. Kým v bežných stavbách strata cez tepelné mosty predstavuje len malý zlomok celkovej spotreby energie a kontroluje sa iba to, či nízka povrchová teplota nespôsobí vlhnutie steny, v energeticky efektívnych budovách je vplyv tepelných mostov väčší. Snažíme sa im preto vyhnúť, obmedziť ich na minimum (hovoríme o riešení stavby „bez tepelných mostov“). Konštrukčné tepelné mosty vylúčime napríklad použitím predsadených samonosných balkónových konštrukcií namiesto železobetónových konzol. Geometrickým tepelným mostom sa nevyhneme, kompaktný tvar je však aj v tomto výhodou. Minimalizácia tepelných mostov (či správnejšie tepelných väzieb) v izolačnom obale budovy spočíva najmä vo vylúčení prestupov masívnych (presnejšie tepelne vodivých) konštrukcií cez izolačný obal budovy. Napríklad balkóny riešime nie ako konzolové pokračovanie železobetónového stropu, ale ako samonosnú konštrukciu pristavanú k domu (alebo, ak potrebujeme to „konzolové“ riešenie, obmedzíme tepelný most vložением tepelnej izolácie vo forme tzv. „isokorbov“ do balkónovej dosky). Zábradlia či okenice kotvíme cez izolačné podložky, zmenšenie hrúbky izolácie za žalúziiovými boxmi môžeme kompenzovať jej vyššou účinnosťou. Pri styku masívnych stien s konvenčnou základovou konštrukciou vzniká v päte múra výrazný tepelný most – odstraňujeme ho vložením pásom z únosného tepelnoizolačného materiálu, napríklad doskového penového skla. Okno vysunuté do (budúcej) tepelnej izolácie bez tepelných mostov je typickým prvkom úsporných budov.

Zdroj: STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211: 2017)

Nízka vzduchová priepustnosť obalu stavby, resp. vzduchotesnosť budovy je ďalšou základnou požiadavkou, ktorá musí byť detailne doriešená už v projektovej fáze. Táto vzduchotesná rovina by mala prebiehať v dokonale uzavretom systéme po celom obvode budovy. Vzhľadom na neprievzdušnosť sa pri návrhu budovy odporúča koordinovať architektonickú časť s ostatnými profesiami, kvôli riešeniu inštaláčnych a vzduchových rozvodov, napojeniu na konštrukcie a utesnenia prechodov. Všetky náležité detaily je nutné jasne vyprojektovať a popísať. Rovnako pri realizácii je potrebná neustála kontrola kvality technickým dozorom. Na meranie prípadných netesností pri realizácii slúži tzv. *Blower-door-test*.

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie

Energeticky efektívne budovy kladú vysoké nároky na kvalitu tepelnoizolačného obalu. Pre charakterizovanie parametrov obalovej konštrukcie budovy t.j. obalovej konštrukcie obvodového plášťa, strešného plášťa, podlahy na teréne alebo stropu nad nevykurovaným suterénom a výplňových konštrukcií (okna, dvere), ktorá pôsobí ako tepelný izolant stavby, sa používa súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie (U W/(m².K) podľa STN 73 0540-2/Z1, Z2 Konsolidované znenie v roku 2019. Nízke tepelné straty sú závislé od zvolených stavebných konštrukcií. V súčasnej

tepelno-technickej norme sú nastavené odporúčané hodnoty tak, aby bolo možné dosiahnuť kritériá pre budovy s takmer nulovou potrebou energie. Prechod tepla tepelnými väzbami medzi stavebnými konštrukciami - riešenie detailov uzlov stavebných konštrukcií.

Tepelnotechnické posúdenie – má pre riešenie konštrukčných detailov – konštrukčných uzlov a pre projektovú dokumentáciu budovy s takmer nulovou spotrebou energie porovnateľný vplyv ako dimenzovanie hrúbky tepelných izolácií. To vedie k úvahe, že bez doloženia detailného riešenia uzlov jednotlivých konštrukcií nemožno vôbec hodnotiť splniteľnosť či nespľniteľnosť požadovanej úrovne danej projektovej dokumentácie napr. pre budovy s takmer nulovou spotrebou energie. Projektová dokumentácia budovy s takmer nulovou spotrebou energie bez riešenia detailov uzlov pomocou 2D, alebo 3D je neúplná a nepresvedčivá.

6. Veľkosť a rozmiestnenie presklených plôch na fasádach

Okná a vstupné dvere, ako súčasť tepelnoizolačného obalu, majú za úlohu uchovávať teplo vo vnútri budovy. Zároveň slnečné žiarenie, ktoré preniká cez zasklenie, znižuje potrebu tepla na vykurovanie. Celková kvalita okna nezávisí iba na trojitom zasklení, rovnako dôležité sú parametre okenných rámov a spôsob uloženia skla do rámu (súčiniteľ prechodu tepla celého okna, zasklenie spolu s rámom $U_w < 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Zásadný je podiel celkovej plochy okien voči ochladzovanému obvodovému murivu. Je realitou, že až 15-30 % tepelných strát sa deje výplňami stavebných otvorov (oknami a dvermi). Celkovou plochou okien preto neplytváme. Každé okno má 3 až 4 krát horšie vlastnosti, než obvodový plášť. Bránime sa teda tak, že dodržíme pomer plochy okien a podlahovej plochy v miestnostiach 1/6. Zároveň redukuje otvárané časti okien. Často dostávame otázky na umývanie takýchto okien, preto sa budujú napríklad lávky, z ktorých sa k oknu zvonku dostaneme. A nakoniec tiež platí pravidlo, že je vždy lepšie investovať do 1 veľkého okna s minimálnou otváracou plochou, než do 3 malých okien. V projekte budovy je vypočítaný optimálny podiel presklenia a jeho rozmiestnenia. Okná na južnej strane majú zasklenie s vysokou energetickou priepustnosťou slnečného žiarenia (hodnota g), na severnej strane je dôležitou vlastnosťou okien vysoká tepelnoizolačná schopnosť (izolačné trojsklá). Aby pri južnej orientácii okien a presklených plôch bola v letnom období dosiahnutá tepelná pohoda, aplikujú sa rôzne tieniace prvky – slnolamy, exteriérové žalúzie a rolety. Spolu s využitím nočného vetrania a nasávania predchladeného vzduchu zo zemného registra, sú dobre navrhnuté pasívne domy schopné zabezpečiť príjemnú klímu aj počas teplých letných období.

7. Výber a správne nadimenzovanie technických zariadení zabezpečujúcich kvalitné vnútorné prostredie – vetranie, vykurovanie, ohrev teplej úžitkovej vody – systémy s vysokou energetickou efektívnosťou

Vetranie - najefektívnejšie je využitie riadeného vetrania so spätným získavaním tepla. Pri ohreve teplej vody a vykurovaní sa v energeticky efektívnych budovách uprednostňuje využitie obnoviteľných zdrojov energie – termické solárne kolektory, fotovoltické články a najmä tepelné čerpadlá (pracujú s teplom získaným zo vzduchu, vody alebo zeme). Ďalšou možnosťou sú zariadenia na spaľovanie biomasy (drevo, štiepka, pelety, slama).

Celkovú prevádzkovú spotrebu energie domu počas jeho užívania, pozitívne ovplyvňuje správny výber systému vykurovania, ohrevu teplej úžitkovej vody a voľba energeticky úsporných spotrebičov. Výber čo najúčinnějších a najefektívnejších zariadení prevádzkovej techniky (ventilátory, obehové čerpadlá), osvetlenia (LED lampy) a domácich spotrebičov, prispieje k následnej energeticky úspornej prevádzke budovy.

Základným princípom návrhu pre správne nadimenzovanie technických zariadení musí byť racionálne hospodárenie s energiou.

8. Využitie obnoviteľných zdrojov energie

Využitie obnoviteľných zdrojov energie – solárne, veterné, geotermálne zdroje, spaľovanie biomasy. Slniečna energia môže v budove postavenej v nulovom štandarde pokryť až jednu tretinu potreby tepla na vykurovanie. Slniečné žiarenie osvetľuje, vykuruje a ohrieva (pitnú a úžitkovú vodu).

Systémy pracujúce so solárnou energiou sa delia na *priame* – *pasívne* (využitie daností prostredia vďaka konštrukcii stavby – akumulačné steny, južné presklenia) a *nepriame* – *aktívne* (použitím technických zariadení sa zachytená slnečná energia premieňa na energiu tepelnú – solárne kolektory a elektrickú – fotovoltaické články). Priamy spôsob využitia je pri navrhovaní domu tým podstatným a formujúcim faktorom. Nepriame solárne systémy sú zapájané až v nadväznosti na priame.

Efektívne využitie slnečnej energie sa dosiahne vhodným tvarovým a priestorovým rozvrhnutím budovy, jej orientáciou a osadením pre optimálne dopadanie slnečných lúčov. Dôležité je uskladnenie solárnej energie do tepelno - akumulačných podláh a stien, a jej distribúcie – rozvod tepla z južných miestností do ostatných častí domu.

Veternú energiu sa pri malých domácich turbínach zatiaľ darí využívať iba ako doplnkový zdroj s nepravidelnou dodávkou energie a názory na jej praktické využitie sa rôznia.

9. Súčinnosť užívateľa a budovy

Veľmi dôležitou úlohou je niekedy naučiť užívateľa správne budovu prevádzkovať - spôsob používania budovy. K dnešným budovám by mal byť vypracovaný manuál prevádzkovania a údržby budovy, ktorý by mal byť súčasťou projektovej dokumentácie.

10. Realizácia – overenou stavebnou firmou

V súčasnej dobe je už k dispozícii zoznam overených realizačných firiem, ktoré si so stavbou pasívneho domu poradia. Kľúčovým nástrojom ku kontrole kvality stavby je dôsledný autorský dozor projektanta a technický dozor investora. Je pochopiteľné, že každý objekt má rozdielne podmienky a vyžaduje si iné riešenie. Nemali by sme však zanedbávať žiadny z uvedených faktorov, keďže každý môže ovplyvniť vlastnosti budovy správnym, ale aj nesprávnym smerom. Často nemôžeme niektoré faktory výrazne ovplyvniť, ale vo výpočtoch pri optimalizácii riešenia konštrukčných uzlov by mali byť zohľadnené.

Energetická efektívnosť budov

Do výstavby a prevádzky budov investujeme v Európe viac než tretinu všetkej spotrebovanej energie. Podiel sektoru stavebníctva je obdobný aj pri negatívnych environmentálnych vplyvoch (klimatická zmena, znečistenie ovzdušia, okysľovanie prostredia) a výrazný podiel má aj na čerpaní neobnoviteľných zdrojov či produkcii odpadov. Nárast cien energií nás núti hľadať efektívnejšie riešenia, popri tom by sme mali znižovať našu závislosť na dovoze energií z nestabilných regiónov. Zníženie spotreby energie je tiež podmienkou rozumného využívania obnoviteľných zdrojov energie z prostredia. Máme teda dosť dôvodov na to, aby sme navrhovali len energeticky efektívnu architektúru. Efektívnosťou nazývame pomer úžitku (napríklad z prevádzky budovy) k vynaloženým nákladom (environmentálnym, finančným, energetickým,...). Čoraz viac hovoríme o energetickej hospodárnosti budov, ktorá sa dostala do našej legislatívy aj noriem ako vypočítané, alebo zmerané množstvo energie potrebnej na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody a osvetlenie budov. Na nové budovy postavené po roku 2020 budú platiť cieľové hodnoty pre budovy s takmer nulovou potrebou energie ako normalizované (požadované). Na projektovanie nových budov s takmer nulovou potrebou energie sú uvedené aj prísnejšie cieľové odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií. Projektant je povinný splnenie minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budovy zahrnúť do projektovej dokumentácie. Norma sa vzťahuje na všetky budovy, na ktorých výstavbu alebo zmenu stavby je potrebné ohlásenie stavby alebo stavebné povolenie STN 73 0540.

Nízka spotreba energie energeticky - efektívnych budov nie je zabezpečená len výrazne silnejší izoláciou, kvalitnými oknami a rekuperáciou odpadového vzduchu. Rozhodne sa na malých tepelných stratách a vysokých pasívnych ziskoch výrazne podieľa viac faktorov, ktoré je potrebné pri návrhu budovy zohľadniť. U bežných budov, ktoré energiou doslova plytvajú, tieto faktory neovplyvnia podstatne energetické vlastnosti stavby. Navýšenie alebo úspora 5 až 10 a niekedy aj viac kWh/(m².a) pri budovách so spotrebou 150 kWh/(m².a) nehrá veľkú úlohu, ale v energeticky efektívnych budovách, kde je spotreba tepla na vykurovanie menšia ako 12,5 až 25 kWh/(m².a), sa to odrazí veľmi!

Obr. 4.34 Charakteristiky bežných štandardov

Energetický štandard	Merná potreba tepla na vykurovanie (MPT)	Merná potreba primárnej energie (MPPE) – vykurovanie, OPV*, TZB** a osvetlenie
Bežná jestvujúca stavba	cca 100 - 200 kWh/(m ² .a)	v priemere en. trieda C
Nízkoenergetický dom	50 - 100 kWh/(m ² .a) (STN)	horná hranica en. triedy B
Ultránízkoenergetický dom	25 - 50 kWh/(m ² .a) (STN)	horná hranica en. triedy A1
Budova s takmer nulovou spotrebou energie	12,5 - 25 kWh/(m ² .a) (STN)	horná hranica en. triedy A0
Pasívny dom (podľa definície Passivhaus Institut Darmstadt, SRN)	< 15 kWh/(m ² .a) podľa Passivhaus Projektierungs-Paket – bilančná plocha - úžitková plocha - inde je to btto podlažná plocha	< 40 kWh/(m ² .a) (vykurovanie, OPV* a TZB**) < 120 kWh/(m ² .a) (dtto + osvetlenie + spotrebiče)
Nulový dom		
Plusový dom		

Poznámka: V posledných rokoch sa trendom stali hlavne energeticky efektívne budovy, u ktorých sú približne polovičné náklady na vykurovanie oproti bežným budovám pri veľkom zvýšení investícií. Medzičasom sa tieto budovy stávajú štandardom (STN 730540-2:2019) a vyžaduje ich aj naša legislatíva vo forme energetických certifikátov.

Zdroj: Julián Keppl, Lorant Krajcsovics, Ján Legény, Peter Lovich, Peter Morgenstein, Alena Ohradzanská, Dušan Petráš, Henrich Pifko, Branislav Puškár, Lukáš Šíp, Robert Špaček, Henrieta Tölgyessyová: Rukoväť udržateľnej architektúry, SKA, Bratislava, 2013.

4.1.4 Normy a legislatívne požiadavky

Pri návrhu stavebných konštrukcií a budov rešpektujeme STN 73 0540 „Tepelná ochrana budov, ktorá požaduje splnenie kritéria minimálnych tepelnoizolačných vlastností jednotlivých stavebných konštrukcií (teda maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U W/(m².K)), minimálnej teploty vnútorného povrchu (hygienické kritérium – aby nedochádzalo ku kondenzácii vlhkosti a k rastu plesní), minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti, maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie (energetické kritérium) a splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy.

Pokiaľ ide o ten posledný bod, od 1. 1. 2021 musia byť všetky novostavby ako nulové budovy, teda budovy navrhnuté tak, aby maximálna potreba tepla na vykurovanie ovplyvnená tepelno-technickými vlastnosťami stavebných konštrukcií nebola vyššia než polovica potreby tepla na vykurovanie určenej pre nízkoenergetické budovy. To znamená, že od začiatku roka nás čaká ďalšie sprísnenie, povinné budú budovy s takmer nulovou potrebou energie. Teda budovy s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou, pri ktorej sa potrebné takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie na užívanie takejto budovy dosiahne efektívnou tepelnou ochranou a vo vysokej miere zabezpečí energiou dodanou z obnoviteľných zdrojov, nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti. Pri posudzovaní energetickej hospodárnosti vychádzame z potreby primárnej energie, aby sme zohľadnili environmentálne vplyvy prevádzky budov, a z rovnakého dôvodu od potreby energie odpočítavame energiu získanú z obnoviteľných zdrojov v budove, na nej či v jej blízkosti. Merná potreba tepla na vykurovanie podľa STN 730540 musí byť od 1. 1. 2021 podľa tvaru budovy pod 25 až 50 kWh/(m².a), normalizovaná (požadovaná) hodnota (čiže polovica doterajších hraničných hodnôt), a odporúčaná hodnota od 12,50 až 25 kWh/(m².a).

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla $U_{e,m}$ v závislosti od faktoru tvaru budovy bude maximálna cieľová hodnota 0,38 až 0,27 $W/(m^2.K)$ a odporúčaná cieľová hodnota od 0,25 až 0,20 $W/(m^2.K)$. Splnenie týchto požiadaviek nie je možné jednoduchým zväčšovaním hrúbky tepelnej izolácie donekonečna – to by viedlo k architektonickým aj ekonomickým nezmyslom.

Požiadavky na hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U $W/(m^2.K)$ pre stavebné konštrukcie stenové, strešné, strop nad nevykurovaným priestorom uvádza STN 73 0540, tabuľka 1. Taktiež požiadavky na U_w $W/(m^2.K)$. Pre vonkajšie otvorové konštrukcie tabuľka 2 a pre konštrukcie ľahkých obvodových plášťov U_{cw} tabuľka 2a.

Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov definuje tri spôsoby hodnotenia - projektové, normalizované a prevádzkové hodnotenie. Vstupné údaje a účel týchto hodnotení sú uvedené na Obr. 4.35.

Obr. 4.35 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti


Hodnotenie	Názov	Vstupné údaje			Účel
		Užívanie	Klíma	Konštrukcie	
výpočtové	návrhové	normali-zované	normali-zovaná *	projektované hodnoty	návrh a projektovanie novej budovy, významná obnova
výpočtové	normali-zované	normali-zované	normali-zovaná	skutkový stav	energetický certifikát – výstavba, predaj, prenájom
merané	prevádzkové	skutočné	skutočná	skutkový stav	energetický certifikát

Poznámka: Hodnotenie budov pre stavené účely budovy.

Zdroj: Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Energetické triedy podľa globálneho ukazovateľa

Obr. 4.36 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy							
		A0	A1	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 54	55 - 108	109 - 216	217 - 324	325 - 432	433 - 540	541 - 648	> 648
	Bytové domy	≤ 32	33 - 63	64 - 126	127 - 189	190 - 252	253 - 315	316 - 378	> 378

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v $kWh/(m^2.a)$. Budova, ktorá spĺňa požiadavku na globálny ukazovateľ energetickej triedy A0 sa v prípade, že je energia odvádzaná alebo uskladňovaná, zatrieďuje do podtriedy A0+.

Podľa: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

Požadovaná energetická hospodárnosť budov (definovaná hodnotou globálneho ukazovateľa primárnej energie):

- od 1. januára 2013 – nízkoenergetická úroveň výstavby pre nové aj obnovované budovy, ohraničená hornou hranicou energetickej triedy B,
- od 1. januára 2016 – ultranízkoenergetická – horná hranica triedy A1,
- od 1. januára 2019 pre nové budovy verejnej správy a od 1. januára 2021 pre všetky nové budovy energetická úroveň budov s takmer nulovou potrebou – daná hornou hranicou triedy A0.

Zásady takmer nulovej budovy:

Pre dosiahnutie parametrov takmer nulovej budovy (TNB) sú nevyhnutné nasledovné zásady:

- zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie na minimum pomocou kvalitného návrhu obalových konštrukcií budovy, predpokladá sa využitie solárnych a vnútorných ziskov,
- zníženie potreby primárnej energie na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody a osvetlenie,
- značné pokrytie celkovej potreby primárnej energie obnoviteľnými zdrojmi energie.

4.1.5 Výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa platných noriem

Na predurčovanie a výpočet potreby tepla na vykurovanie sa používajú zjednodušené metódy, ako aj zložité výpočtové programy. Výpočet nestacionárneho správania sa budov je komplikovaný, pretože výpočtové metódy, fyzikálne modely a ich matematický opis, určenie vnútorných ale najmä vonkajších okrajových podmienok, ako aj interpretácia výsledkov sú veľmi rôznorodé.

Výpočtové metódy podľa STN 73 0540

Výpočet potreby tepla na vykurovanie sa určuje teoreticky pre porovnávacie normalizované podmienky a referenčnú vykurovaciu sezónu, a teda predstavuje porovnávaciu hodnotu na hodnotenie budov. Referenčná vykurovacía sezóna a porovnávacie normové podmienky pri hodnotení sú:

- počet dennostupňov referenčnej vykurovacej sezóny $D = 3422$ K. deň;
- počet dní referenčnej vykurovacej sezóny $d = 210$ dní, pri mesačnej metóde,
- vplyv tepelných mostov budovy ΔH_{TM} ,
- merná tepelná strata prechodom tepla H_T sa určí pomocou redukčných faktorov,
- vnútorný tepelný zisk Q_i ,
- pasívny solárny zisk Q_S ,
- faktor využitia tepelných ziskov s hodnotou $\eta = 0,95$,
- intenzita výmeny vzduchu nie menšia ako je hygienické minimum, ktoré má priemernú hodnotu pre bytové a nebytové budovy $n = 0,5$ 1/m,
- obostavaný objem budovy V_b na základe vonkajších rozmerov, určený súčtom obostavaných objemov vykurovaných podlaží budovy, pričom nevykurované suterény, pristavané garáže, susediace nevykurované priestory budovy sa nezapočítavajú do obostavaného objemu, objem vzduchu predstavuje 80% obostavaného objemu,
- merná plocha budovy A_b vypočítaná zo súčtu pôdorysných plôch vykurovaných podlaží určených z vonkajších rozmerov,
- nezohľadňuje sa typ vykurovacieho systému, zdroja tepla a spôsob jeho prevádzky.

Výpočtové metódy podľa STN EN 13790

Norma STN EN ISO 13790 predpokladá základný časový úsek na výpočet potreby tepla na vykurovanie jeden mesiac alebo jednu hodinu, pre budovy na bývanie umožňuje aj výpočet pre vykurovacie obdobie alebo obdobie chladenia. Celé vykurovacie obdobie možno uvažovať aj pri iných typov budov, avšak len za predpokladu podobnej prevádzky ako v bytových domoch. STN EN ISO 13790 rozlišuje energetickú bilanciu (bilanciu potreby tepla) na úrovni budovy a na energetickú bilanciu na úrovni systémov. Výpočet sa preto rozdeľuje na výpočet potreby tepla na vykurovanie, ktorá

je vstupom pre ďalší výpočet potreby energie na vykurovanie a energetickú bilanciu vykurovacieho systému a systémov vetrania a chladenia. Potreba tepla na vykurovanie a citelné chladenie budovy sa vypočíta na základe tepelnej bilancie zóny alebo zón budovy.

Energetická bilancia na úrovni budovy:

Energetická bilancia (bilancia potreby tepla) na úrovni zón budovy zahŕňa tieto položky, pričom sa zohľadňuje iba citelné teplo:

- prenos tepla prechodom medzi priestorom s upravovanými vnútornými podmienkami a vonkajším prostredím riadený rozdielom medzi teplotou priestoru s upravovanými podmienkami a vonkajšou teplotou,
- prenos tepla prechodom a vetraním medzi susednými zónami riadený rozdielom medzi teplotou zóny s upravovanými vnútornými podmienkami a vnútornou teplotou susedného priestoru,
- vnútorné tepelné zisky (vrátane záporných ziskov z tepelných zásobníkov), napr. od osôb, zariadení, osvetlenia a tepla rozptýleného zo systémov alebo pohlteneho systémami vykurovania, chladenia, prípravy teplej vody a vetrania,
- solárne tepelné zisky (ktoré môžu byť priame, napr. oknami, alebo nepriame, napr. pohltitím prvkami plných stavebných konštrukcií),
- akumulácia tepla alebo uvoľňovanie akumulovaného tepla z hmoty budovy,
- potreba tepla na vykurovanie, ak sa zóna vykuruje, vykurovací systém ju zásobuje teplom, aby sa dosiahla vnútorná teplota s požadovanou minimálnou úrovňou (požadovaná teplota na vykurovanie),
- potreba tepla na chladenie: ak sa zóna chladí, chladiaci systém odvádza teplo, aby sa dosiahla vnútorná teplota s požadovanou maximálnou úrovňou (požadovaná teplota na chladenie).

Potreba tepla na vykurovanie sa pre účely energetickej hospodárnosti budov stanovuje podľa výpočtových postupov normy STN EN ISO 13790/NA „Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie. Aplikáciou tejto normy a v zmysle predpisov vykonávacej vyhlášky je možné zvoliť dva prístupy k výpočtu potreby tepla na vykurovanie, a to v závislosti od typu stavby (bytové a nebytové budovy) a spôsobu prevádzkovania vykurovacieho systému v budove (nepreušované alebo prerušované vykurovanie):

- bytové budovy s nepreušovaným vykurovaním – výpočtový postup v zmysle normy STN EN ISO 13790 s použitím vstupných údajov pre výpočtové obdobie – vykurovacia sezóna = sezónna metóda,
- bytové budovy s prerušovaným vykurovaním – výpočtový postup v zmysle normy STN EN ISO 13790 s použitím vstupných údajov pre výpočtové obdobie - 1 mesiac = mesačná metóda.

Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla:

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N} \quad (4.2)$$

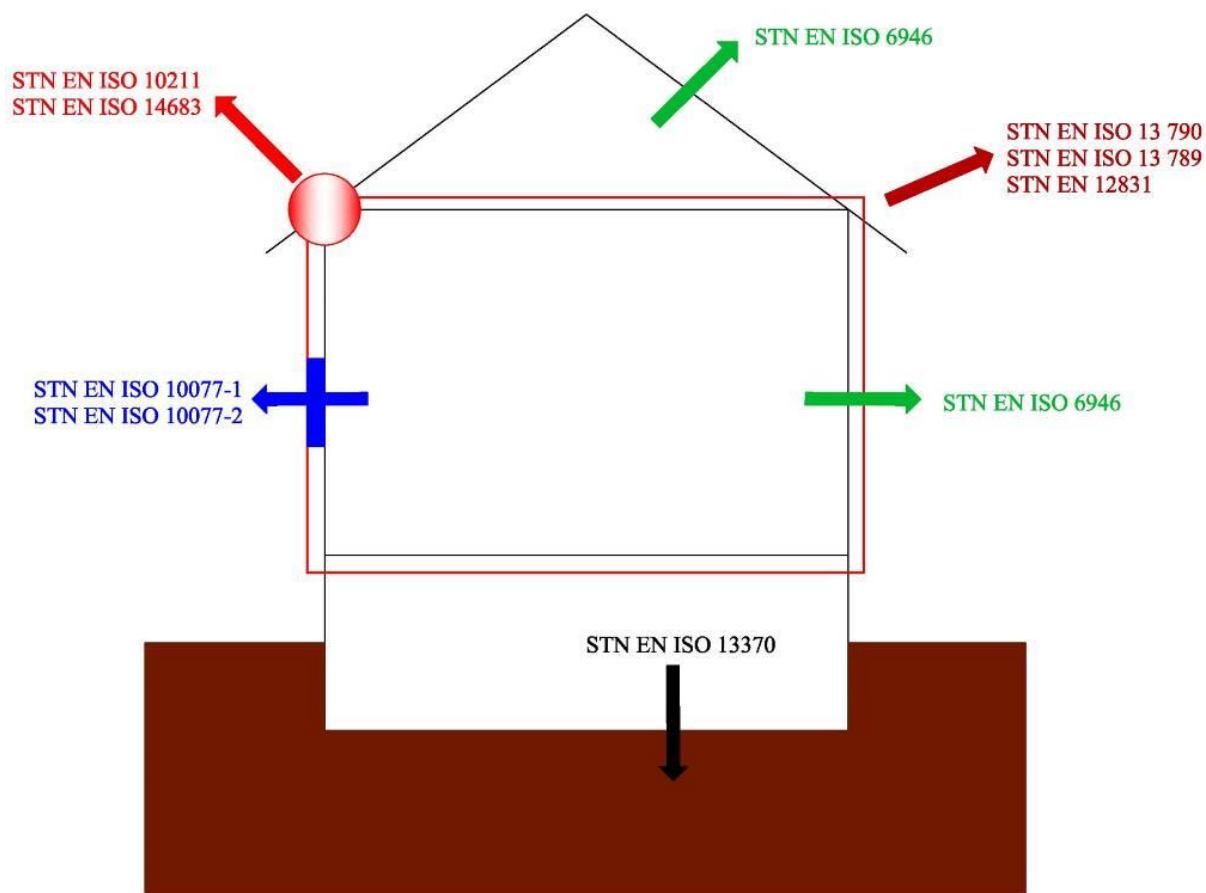
Pre vyčíslenie potreby tepla na vykurovanie v zmysle normy STN EN ISO 13790 sa do energetickej bilancie zahŕňajú nasledovné položky: tepelné straty prechodom a vetraním z vykurovaného priestoru (Q_{tr} , Q_{ve}), šírenie tepla prechodom a vetraním medzi susediacimi zónami, vnútorné tepelné zisky (Q_{int}) a solárne tepelné zisky (Q_{sol}). Bazálny úkon pri výpočte mernej potreby tepla na vykurovanie je selekcia teplotných zón danej budovy / objektu. Je samozrejme jednoduchšie voliť menej teplotných zón, pretože viac teplotných zón má za následok pohyby energií aj v rámci hodnotenej budovy.

V prípade, že sú nasledovné podmienky splnené, je možné pristúpiť k „zjednodušeniu“ modelu a výpočet realizovať iba pre jednu teplotnú zónu:

- rozdiel teplôt medzi jednotlivými priestormi nie je väčší ako 4 K,
- v budove je jeden systém vykurovania,
- v budove je rovnaký systém vetrania (môžu byť aj rozdielne systémy vetrania za podmienky, že jeden z systémov zabezpečuje aspoň 80 % vetrania budovy),
- rozsah vetrania jednotlivých priestorov v budove vyjadrený v $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ podlahovej plochy sa navzájom nelíši viac ako 4-násobne alebo ak viac ako 80 % podlahovej plochy priestorov má rovnakú intenzitu vetrania.

Z vyššie uvedených bodov je zrejmé, že ak niektorá z podmienok splnená nie je, budova / priestor sa musia rozdeliť do vyhovujúcich teplotných zón a počítať samostatne.

Obr. 4.37 Schematické znázornenie STN noriem pre výpočet tepelných strát a potreby tepla na vykurovanie



Poznámka: Pre jednotlivé konštrukcie a konštrukčné uzly STN pre výpočet jednotlivých charakteristik.

Zdroj: SEDLÁKOVÁ, A., RUDIŠIN, R.: Teoretická a experimentálna analýza spodnej stavby veľkopriestorových budov. Stavebná fakulta TU v Košiciach, Košice 2009, ISBN 978-80- 553-0212-6.

Tepelné straty

Výpočet veľkosti tepelných strát je proces pomerne náročný a komplexný.

Merná tepelná strata prechodom tepla

Celková merná tepelná strata budovy (obostavaného riešeného objemu) je súčet tepelných strát prechodom tepla do vonkajšieho prostredia, prechodom tepla cez zeminu, prechodom tepla cez priestory s neupravovanými vnútornými podmienkami a prechodom tepla do susedných budov.

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad [W/K] \quad (4.3)$$

kde:

$H_{tr,adj}$	celková merná tepelná strata prechodom tepla [W/K],
H_D	merná tepelná strata prechodom tepla do vonkajšieho prostredia [W/K],
H_g	merná tepelná strata prechodom tepla cez zeminu [W/K],
H_U	merná tepelná strata prechodom tepla cez priestory s neupravovanými vnútornými podmienkami [W/K]
H_A	merná tepelná strata prechodom tepla do susedných budov [W/K]..

Pre vyčíslenie jednotlivých častí mernej tepelnej straty prechodom tepla (H_D , H_g , H_U , H_A) sa postupuje v zmysle normy STN EN ISO 13789 podľa nasledujúceho vzťahu (4.4), ktorý zohľadňuje priamu tepelnú stratu prechodom tepla cez stavebnú konštrukciu vrátane vplyvu lineárnych a bodových tepelných mostov.

$$H_x = b_{tr,x} \cdot [\sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j] \quad [W/K] \quad (4.4)$$

kde:

H_x	merná tepelná strata reprezentujúca H_D , H_g , H_U , H_A vo [W/K],
$b_{tr,x}$	redukčný faktor [-], $b_{tr,x} = 1,0$ pre stavebnú konštrukciu, ktorá oddeľuje vnútorný priestor s upravovanými podmienkami (napr. 20 °C) od vonkajšieho prostredia (napr. -12 °C) alebo od vnútorného priestoru budovy s upravovanými podmienkami na rozdielnu teplotu (napr. 16 °C), $b_{tr,x} < 1,0$ pre stavebnú konštrukciu, ktorá oddeľuje vnútorný priestor s upravovanými podmienkami (napr. 20 °C) od vnútorného priestoru budovy s neupravovanými podmienkami (nevykurovaný priestor), pozri Tab. 4.2, ďalšie hodnoty redukčných faktorov v norme STN 730540,
A_i	plocha stavebnej konštrukcie [m ²],
U_i	súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/(m ² .K)],
l_k	dĺžka lineárneho tepelného mosta [m],
Ψ_k	lineárny stratový súčiniteľ tepelného mosta [W/(m.K)],
χ_j	bodový stratový súčiniteľ tepelného mosta [W/K].

V zmysle normy STN 730540 je možné vyššie uvedené výpočtové vzťahy nahradiť zjednodušeným výpočtovým vzťahom:

$$H_T = \sum b_x \cdot A_i \cdot U_i + \Delta U \cdot \sum A_i \quad [W/K] \quad (4.5)$$

kde:

H_T	celková merná tepelná strata prechodom tepla [W/K],
b_x	teplotný redukčný faktor [-],
A_i	plocha stavebnej konštrukcie [m ²],
U_i	súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/(m ² .K)],
ΔU	zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov [W/(m ² .K)].

Hodnota ΔU sa stanovuje podľa normy STN EN ISO 10211 numerickým výpočtom lineárnych a bodových stratových súčiniteľov, alebo ich uvádza výrobca pre daný konštrukčný systém, v ostatných prípadoch sa môže približne uvažovať s nasledujúcimi hodnotami:

- $\Delta U = 0,05$ W/(m².K) sa použije v prípade spojenej tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií najmä po roku 2002,
- $\Delta U = 0,1$ W/(m².K) sa použije pri starších murovaných, panelových vrstvených betónových a keramických, ľahkých drevených roštových konštrukciách, kovoplastických obvodových plášťoch (pred ich obnovou),
- $\Delta U = 0,2$ W/(m².K) sa použije pri konštrukciách zatepľovaných zvnútra.

Tab. 4.2 Redukčné faktory b_x v závislosti od deliacej konštrukcie

Tepelná strata cez konštrukciu	b_x
cez vonkajšiu stenu, okno, vonkajšie dvere	1,00
cez strechu (plochú, šikmú) na teplovýmennom obale budovy	1,00
cez podlahu na teréne	1,00
cez podlahu podstrešného priestoru (povaly)	0,80
cez stenu medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom a podstrešným priestorom	0,80
cez stenu alebo strop nevykurovaného priestoru (suterénu)	0,50
cez stenu alebo strop temperovaného priestoru (garáž, susedná budova)	0,35
cez otvorenú dilatáciu	0,35
cez uzavretú zaizolovanú dilatáciu so šírkou do 0,05 m	0,10
cez stenu a otvorovú konštrukciu do nevykurovaného zaskleného priestoru, ktorý má zasklenie:	
– jednoduché	0,70
– dvojité	0,60
– s tepelnoizolačným dvojsklom $U_g \leq 2,0$ W/(m ² .K)	0,50
cez strop nad otvoreným prejazdom	1,00

Tepelná strata prechodom tepla

$$Q_{tr} = H_{tr, adj} \cdot (\theta_{int, set, H} - \theta_e) \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.6)$$

kde:

Q_{tr}	tepelná strata prechodom tepla [Wh/mesiac],
$H_{tr, adj}$	celková merná tepelná strata prechodom tepla $H_{tr, adj} = H_T$ [W/K],
$\theta_{int, set, H}$	teplota vo vykurovanej zóne [°C],
θ_e	teplota vonkajšieho prostredia [°C], nahrádza sa teplotou zóny s teplotným rozdielom väčším ako 4 K,
t	dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

Tab. 4.3 Návrhová vnútorná teplota a relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v zimnom období

Druh miestnosti s požadovaným stavom vnútorného prostredia	Návrhová vnútorná teplota	Návrhová relatívna vlhkosť vzduchu
	$\Theta_{\text{int,set,H}} [^{\circ}\text{C}]$	$\varphi [\%]$
Rodinné domy a bytové domy		
Obytné miestnosti (obývacie izby, jedálne, jedálne s kuchynským kútom, pracovne, detské izby a iné)	20	50
Kuchyne	20	50
Kúpeľne	24	80
Záchody	20	50
Vykurované vedľajšie miestnosti (predsiene, chodby, atď.)	15	50
Vykurované schodišťa	10	50

Tab. 4.4 Počet dní vykurovacieho obdobia, priemerná vonkajšia teplota

Počet dní vykurovacieho obdobia/počet vykurovacích dní podľa mesiacov	212	Október	31
		November	30
		December	31
		Január	31
		Február	28
		Marec	31
		Apríl	30
		Priemerná vonkajšia teplota po čas vykurovacieho obdobia/ priemerná vonkajšia teplota podľa mesiacov $\Theta_e [^{\circ}\text{C}]$	3,86
November	4.3		
December	-0.3		
Január	-1.8		
Február	0.4		
Marec	4.6		
Apríl	9.9		

Merná tepelná strata vetraním

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot C_a \cdot q_{ve,mn} \quad [W/K] \quad (4.7)$$

kde:

- $H_{ve,adj}$ celková merná tepelná strata vetraním [W/K],
 $\rho_a \cdot C_a$ tepelná kapacita objemu vzduchu = 0,33 [Wh/(m³.K)],
 $q_{ve,mn}$ objemový prietok vzduchu [m³/h].

V zmysle normy STN 730540-2 je možné vyššie uvedený výpočtový vzťah (4.7) nahradiť upraveným výpočtovým vzťahom:

$$H_v = 0,33.n.V_m \quad [W/K] \quad (4.8)$$

kde:

H_v celková merná tepelná strata vetraním [W/K],
 n intenzita výmeny vzduchu [1/h],
 V_m vnútorný objem priestoru [m³],
 $V_m = 0,75.V_b$ pre nové rodinné domy,
 $V_m = 0,85.V_b$ pre pôvodné budovy,
 $V_m = 0,8.V_b$ pre ostatné budovy,
 V_b obostavaný objem budovy [m³].

Intenzita výmeny vzduchu škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov (prirodzenou infiltráciou) sa pre budovy s výškou do 25 m stanoví podľa vzťahu:

$$n = 25000 \cdot \frac{\sum(i_{lv} \cdot 10^{-4} \cdot l)}{V_b} \quad [1/h] \quad (4.9)$$

kde:

i_{lv} súčiniteľ škárovej prievzdušnosti [m³/(m.s)],
 l dĺžka škár [m],
 V_b obostavaný objem budovy [m³].

Tab. 4.5 Hodnoty súčiniteľov škárovej prievzdušnosti

Druh otvorovej konštrukcie	Súčiniteľ škárovej prievzdušnosti $i_{lv} \cdot 10^{-4}$
Nové drevené, plastové a kovové okná s tesniacim profilom	≤ 1.0
Jednoduché okno drevené alebo kovové s jedným sklom, netesné (pôvodná výstavba)	1.9
Zdvojené okno drevené alebo kovové s dvoma čírymi sklami, netesné (pôvodná výstavba)	1.4
Zdvojené kovové okno s prerušeným tepelným mostom s dvoma čírymi sklami, netesnené (pôvodná výstavba)	1.4
Dvojité drevené špaletové okno s dvoma čírymi sklami, netesnené (pôvodná výstavba)	1.2

V prípade budov s výškou nad 25 m sa intenzita výmeny vzduchu škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov určí podľa obecného vzťahu C.4 v zmysle normy STN 730540-2: 2019, príloha C. Vypočítaná intenzita výmeny vzduchu prirodzenou infiltráciou „n“ vyhovuje, ak je splnená nasledujúca podmienka:

$$n \geq n_N \quad [1/h] \quad (4.10)$$

kde:

n intenzita výmeny vzduchu [1/h],
 n_N požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu [1/h].

V prípade, že hygienické predpisy a prevádzkové podmienky nestanovujú špeciálne požiadavky na intenzitu výmeny vzduchu, potom požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu vo všetkých priestoroch bytových a nebytových

budov musí mať minimálnu hodnotu $n_N = 0,5$ 1/h. Ak nie je možné zabezpečiť minimálnu intenzitu výmeny vzduchu prirodzenou infiltráciou, je potrebné ju dosiahnuť iným spôsobom.

Tepelná strata vetraním

$$Q_{ve} = H_{ve, adj} \cdot (\Theta_{int, set, H} - \Theta_e) \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.11)$$

kde:

- Q_{ve} tepelná strata vetraním [Wh/mesiac],
- $H_{ve, adj}$ celková merná tepelná strata vetraním $H_{ve, adj} = H_v$ [W/K],
- $\Theta_{int, set, H}$ teplota vo vykurovanej zóne [°C],
- Θ_e teplota vonkajšieho prostredia [°C],
- t dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

Vnútorne tepelné zisky

Vnútorne tepelné zisky sú definované ako tepelné zisky od vnútorných tepelných zdrojov ako je metabolické teplo od ľudí v priestore, teplo od spotrebičov, teplo z osvetľovacích zariadení a iných vnútorných procesov, produkujúcich teplo. Medzi tieto procesy radíme aj tepelné straty zo systémov vykurovania, prípravy teplej vody a pod. Tieto tepelné straty sa však pri výpočte potreby tepla na vykurovanie nezarátavajú.

$$Q_{int} = \varphi_{int, mn} \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.12)$$

kde:

- Q_{int} celkové vnútorné zisky [Wh/mesiac],
- $\varphi_{int, mn}$ časovo spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov tepla [W],
- t dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

$$\varphi_{int, mn} = \sum (\varphi_{int, oc} , \varphi_{int, A} , \varphi_{int, L} , \varphi_{int, proc}) \quad [W] \quad (4.13)$$

kde:

- $\varphi_{int, mn}$ časovo spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov tepla [W],
- $\varphi_{int, oc}$ vnútorný tepelný tok od užívateľov priestoru [W],
- $\varphi_{int, A}$ vnútorný tepelný tok od spotrebičov [W],
- $\varphi_{int, L}$ vnútorný tepelný tok z osvetlenia [W],
- $\varphi_{int, proc}$ vnútorný tepelný tok z technologických procesov [W].

Tab. 4.6 Spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov $\varphi_{int, mn}$

Typ budovy	Priemerný tepelný tok od vnútorných zdrojov na 1 m ² podlahovej plochy [W/m ²]
Rodinné domy	≤4.0
Bytové domy	≤5.0

Solárne tepelné zisky

Solárne tepelné zisky sú tepelné zisky vplyvom slnečného žiarenia cez vonkajšie transparentné plochy, vnútorné steny a iné. Intenzita solárnych ziskov je závislá od polohy Slnka na oblohe (azimut), od polohy transparentných konštrukcií, od sklonu kolekčných plôch a od tieniacich faktorov (balkóny, ostenia, okolitá výstavba, oblačnosť a pod.)

$$Q_{sol} = \varphi_{sol,mn} \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.14)$$

kde:

Q_{sol} celkové solárne tepelné zisky [Wh/mesiac],
 $\varphi_{sol,mn}$ časovo spriemerovaný tepelný tok od slnečného žiarenia [W],
 t dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

Podmienkou stanovenia celkových solárnych ziskov podľa (4.15) potrebujeme pracovať s tabuľkou (Tab.4.7), kde sú uvedené údaje o intenzite slnečného žiarenia podľa orientácie a uhla natočenia kolekčnej plochy vzhľadom k Slnku.

$$Q_{sol} = \sum F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{s,k} \cdot 1000 \quad [Wh/mesiac] \quad (4.15)$$

kde:

Q_{sol} celkové solárne tepelné zisky [Wh/mesiac],
 $F_{sh,ob,k}$ redukčný faktor tienenia pre vonkajšie prekážky [-],
 $A_{sol,k}$ účinná kolekčná plocha povrchu „k“ s definovanou orientáciou a uhlom natočenia [m²],
 $I_{s,k}$ celková energia slnečného žiarenia na plochu „k“, vid' Tab.4.7 [kWh/m²].

Tab. 4.7 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre zimné mesiace I_s

Orientácia	Mesiace							Spolu
	I	II	III	IV	X	XI	XII	
Juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4	320
Sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8	100
Východ, západ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8	200
Juhovýchod, juhozápad	22,7	33,8	50,9	62,0	44,8	24,9	20,8	260
Severovýchod, severozápad	10,2	16,1	26,8	41,6	18,3	9,6	7,4	130
Horizontálna rovina	22,2	38,6	71,4	108,2	55,0	26,2	18,4	340

Výpočet účinnej kolekčnej plochy transparentných stavebných konštrukcií je definovaný ako:

$$A_{sol} = g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \quad [m^2] \quad (4.16)$$

kde:

g_{gl} celková priepustnosť slnečnej energie transparentnej stavebnej konštrukcie [-],
 F_F rámový faktor transparentnej stavebnej konštrukcie [-],
 $A_{w,p}$ celková plocha transparentnej stavebnej konštrukcie (vrátane rámovej časti) [m²].

Celková priepustnosť slnečnej energie transparentnej konštrukcie g_{gl} závisí od uhla dopadu slnečných lúčov, od typu zasklenia a iných optických vlastností:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_{gl,n} \quad [-] \quad (4.17)$$

kde:

F_w korekčný faktor, $F_w = 0,9$ [-],

$g_{gl,n}$ celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu transparentnej stavebnej konštrukcie $g_{gl,n}$, (Tab.4.8) [m^2].

Tab. 4.8 Celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu transparentnej stavebnej konštrukcie $g_{gl,n}$

Typ zasklenia	Celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu $g_{gl,n}$ [-]
Jednoduché zasklenie	0.85
Dvojnásobné zasklenie	0.75
Trojnásobné zasklenie	0.70
Dvojité okno	0.75
Dvojnásobné zasklenie so selektívnou vrstvou nízkej emisivity	0.67
Trojnásobné zasklenie s dvoma selektívnymi vrstvami nízkej emisivity	0.50

Rámový faktor stavebnej konštrukcie sa vyjadří ako:

$$F_F = \frac{A_F}{A_{w,p}} \quad [-] \quad (4.18)$$

kde:

A_F plocha rámu transparentnej konštrukcie [m^2],

$A_{w,p}$ celková plocha transparentnej stavebnej konštrukcie (vrátane rámovej časti) [m^2].

$$F_{sh,ob} = F_{hor} + F_{ov} + F_{fin} \quad [-] \quad (4.19)$$

kde:

F_{hor} čiastkový faktor tienenia horizontu [-],

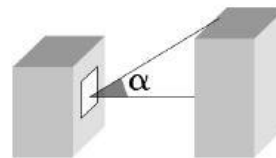
F_{ov} čiastkový faktor tienenia pre vodorovne vystupujúce konštrukcie [-],

F_{fin} čiastkový faktor tienenia pre zvislo vystupujúce konštrukcie [-].

Faktory vonkajšieho tienenia $F_{sh,ob}$ takisto ovplyvňujú tepelné zisky cez transparentné stavebné konštrukcie. Medzi tieto faktory radíme dostupnosť slnečného žiarenia v danej lokalite, okolitá zástavba, okolitá krajina, členitosť fasád, hĺbka osadenia transparentnej konštrukcie a podobne.

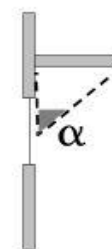
Tab. 4.9 Čiastkový faktor tienenia

Obzorový uhol α	45° severnej zemepisnej šírky			55° severnej zemepisnej šírky			65° severnej zemepisnej šírky		
	J	V/Z	S	J	V/Z	S	J	V/Z	S
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10°	0.97	0.95	1.00	0.94	0.92	0.99	0.86	0.89	0.97
20°	0.85	0.82	0.98	0.68	0.75	0.95	0.58	0.68	0.93
30°	0.62	0.70	0.94	0.49	0.62	0.92	0.41	0.54	0.89
40°	0.46	0.61	0.90	0.40	0.56	0.89	0.29	0.49	0.85



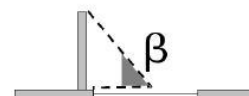
Tab. 4.10 Čiastkový faktor tienenia pre vodorovne vystupujúce konštrukcie

Uhol presahu α	45° severnej zemepisnej šírky			55° severnej zemepisnej šírky			65° severnej zemepisnej šírky		
	J	V/Z	S	J	V/Z	S	J	V/Z	S
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30°	0.90	0.89	0.91	0.93	0.91	0.91	0.95	0.92	0.90
45°	0.74	0.76	0.80	0.80	0.79	0.80	0.85	0.81	0.80
60°	0.50	0.58	0.66	0.60	0.61	0.65	0.66	0.65	0.66



Tab. 4.11 Čiastkový faktor tienenia pre zvislo vystupujúce konštrukcie

Uhol presahu α	45° severnej zemepisnej šírky			55° severnej zemepisnej šírky			65° severnej zemepisnej šírky		
	J	V/Z	S	J	V/Z	S	J	V/Z	S
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30°	0.94	0.92	1.00	0.84	0.91	0.99	0.94	0.90	0.98
45°	0.84	0.84	1.00	0.86	0.83	0.99	0.85	0.82	0.98
60°	0.72	0.75	1.00	0.74	0.75	0.99	0.73	0.73	0.98



Potreba tepla na vykurovanie

Po zarátaní tepelných strát cez stavebné konštrukcie, t.j., tepelné straty transmisíou a infiltráciou, tepelné zisky zo slnečného žiarenia získané cez transparentné stavebné konštrukcie a zisky od vnútorných zdrojov, získame výslednú potrebu tepla na vykurovanie (podľa normy STN EN ISO 13790):

$$Q_{H,nd} = (Q_{tr} + Q_{ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol}) \quad [Wh/mesiac] \quad (4.20)$$

kde:

- $Q_{H,nd}$ potreba tepla na vykurovanie [Wh/mesiac],
- Q_{tr} tepelná strata prechodom tepla [Wh/mesiac],
- Q_{ve} tepelná strata vetraním [Wh/mesiac],
- Q_{int} celkové vnútorné tepelné zisky [Wh/mesiac],
- Q_{sol} celkové solárne tepelné zisky [Wh/mesiac],
- $\eta_{H,gn}$ faktor využitia tepelných ziskov [-].

Tepelné zisky a ich využitie je závislé od tepelnej kapacity a tepelnej zotrvačnosti stavebnej konštrukcie. Stanovenie faktora využiteľnosti tepelných ziskov závisí od hodnoty parametra „ γ_H “, ktorý sa stanovuje ako pomer tepelných ziskov a tepelných strát budovy:

$$\gamma_H > 0: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad [-] \quad (4.21)$$

$$\gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H+1} \quad [-] \quad (4.22)$$

kde:

γ_H pomer tepelných ziskov a tepelných strát [-],
 $\eta_{H,gn}$ faktor využitia tepelných ziskov [-],
 a_H bezrozmerný číselný parameter [-].

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad [-] \quad (4.23)$$

kde:

a_H bezrozmerný číselný parameter [-],
 $a_{H,0}$ bezrozmerný referenčný číselný parameter, $a_{H,0} = 1,0$ pre 1 mesiac [-],
 τ časová konštanta [h],
 $\tau_{H,0}$ referenčná časová konštanta $\tau_{H,0} = 15$ h pre výpočtový krok 1 mesiac [h].

Časová konštanta „ τ “, je závislá od tepelno-akumulačných vlastností danej stavebnej konštrukcie:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \cdot \frac{1}{3600} = \quad [h] \quad (4.24)$$

kde:

C_m vnútorná tepelná kapacita zóny [J/K],
 $H_{tr,adj}$ celková merná tepelná strata zóny prechodom tepla, $H_{tr,adj} = H_T$ [W/K],
 $H_{ve,adj}$ celková merná tepelná strata zóny vetraním, $H_{ve,adj} = H_v$ [W/K].

Vnútorná tepelná kapacita zóny „ C_m “ je daná súčtom tepelných kapacít všetkých stavebných konštrukcií, ktoré sú v priamom kontakte s vnútorným vzduchom zóny. Pri výpočte tepelnej kapacity stavebnej konštrukcie sa počítajú všetky vrstvy, avšak maximálne do polovice hrúbky stavebnej konštrukcie alebo do vzdialenosti 100 mm od vnútorného povrchu stavebnej konštrukcie alebo po prvú tepelnoizolačnú vrstvu konštrukcie.

Tab. 4.12 Vnútna tepelná kapacita podľa plošnej hmotnosti stavebnej konštrukcie

Typ konštrukcie budovy	Opis stavebnej konštrukcie	Vnútna kapacita C_m [J/K]
Veľmi ľahká, $m' \leq 15 \text{ kg/m}^2$	Ľahký obvodový plášť s drevenou alebo inou ľahkou skeletovou nosnou konštrukciou, sadrokartónové priečky	$80000 \cdot A_f$
Ľahká $15 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 75 \text{ kg/m}^2$	Ľahký obvodový plášť s drevenou alebo inou ľahkou skeletovou nosnou konštrukciou, sadrokartónové priečky	$110000 \cdot A_f$
Stredne ťažká $75 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 150 \text{ kg/m}^2$	Ťažké masívne drevené konštrukcie, murované nosné konštrukcie z ľahčených dierovaných tehál, skeletové železobetónové konštrukcie s obvodovým plášťom a priečkami murovanými z dierovaných tehál, pórobetónu a iných ľahčených betónov alebo zo sadrokartónu, ľahčených betónov alebo zo sadrokartónu, s vnútornými povrchmi z kobercov, s podhladmi alebo plošné železobetónové konštrukcie s textilnými nášľapnými vrstvami a s podhladmi a s prevažne veľkými miestnosťami nad 20 m^2	$165000 \cdot A_f$
Ťažká $150 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 300 \text{ kg/m}^2$	Murované z plnej pálenej tehly, plošná železobetónová konštrukcia so železobetónovými stropmi a vnútornými priečkami, aj ak sú podlahy prevažne zakryté textilnými nášľapnými vrstvami, ale miestnosti sú väčšinou malé, do 20 m^2	$260000 \cdot A_f$
Veľmi ťažká $m' \geq 300 \text{ kg/m}^2$	Ťažké plošné železobetónové konštrukcie bez povrchovej úpravy a zakrytia (koberce)	$370000 \cdot A_f$

Potreba tepla na vykurovanie sezónnou metódou

Sezónnu metódu pri výpočte potreby tepla na vykurovanie je možné použiť iba pri bytových budovách s neprerušovaným vykurovaním (vyhláška č. 364/2012 Z.z.a vyhláška č.324 / 2016 Z.z.). Rozdiel oproti výpočtu potreby tepla na vykurovanie mesačnou metódou je:

- pri výpočte solárnych tepelných ziskov sa nepoužijú ako vstupné údaje pre „ I_s “ – celková energia zo slnečného žiarenia po mesiacoch, ale použije sa zjednodušená hodnota „ I_s “, ktorá vyjadruje celkovú energiu zo slnečného žiarenia za hodnotené vykurovacie obdobie, viď Tab. 4.13.,
- pri dĺžke výpočtového kroku „ t “ sa použije dĺžka vykurovacieho obdobia: 212 dní,
- vo faktore využitia tepelných ziskov „ $\eta_{g,n}$ “, sa použije hodnota $\eta_{g,n} = 0,95$.

Tab. 4.13 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre vykurovaciu sezónu

Orientácia kolektnej plochy	Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy	
	I_s [kWh/m ²]	
Juh	100	
Sever	320	
Východ, západ	200	
Juhovýchod, juhozápad	260	
Severovýchod, severozápad	130	
Horizontálna rovina	340	

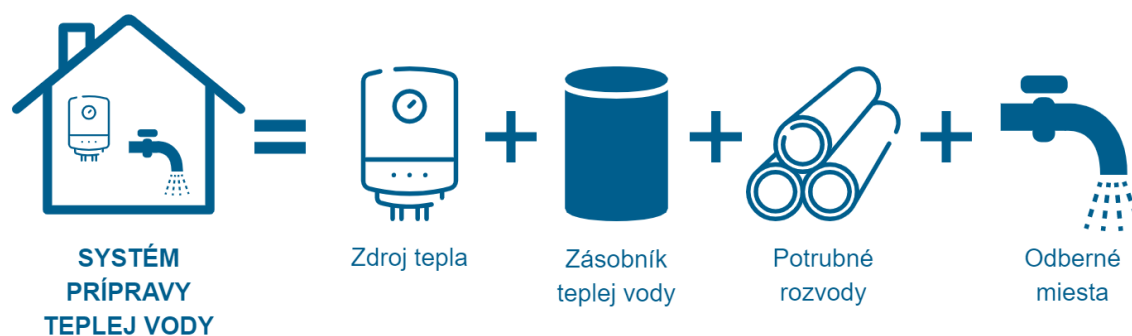
4.2 Systém přípravy teplej vody

Úlohou systému přípravy teplej vody v budove je zabezpečenie potrebného množstva teplej vody a jej dodanie na príslušné odberné miesta. Jedná sa teda o ohrev pitnej vody na požadovanú teplotu a jej distribúciu na odberné miesta v budove, ktorými sú výtokové armatúry teplej vody. Spôsobov prípravy teplej vody aj vo vzťahu k odberným miestam je niekoľko, ale v zásade môžeme hovoriť o:

- **Lokálnej príprave teplej vody** – kde ohrev pitnej vody sa uskutočňuje priamo na odbernom mieste. Príkladom je elektrický prietokový ohrievač umiestnený na výtokovej zmiešavacej batérii, alebo elektrický resp. plynový zásobníkový ohrievač vody umiestnený pod stropom alebo na podlahe miestnosti, kde sa nachádzajú odberné miesta teplej vody – sprchy, umývadlá a podobne,
- **Centrálnej príprave teplej vody** – kedy je v objekte použitý zásobník alebo zásobníky teplej vody, ktoré sú umiestnené v centrálnej miestnosti (kotolni) a teplá voda z nich je potrubnými rozvodmi dopravovaná na jednotlivé odberné miesta v budove,
- **Centralizovanej príprave teplej vody** – ktorá sa používa pri zásobovaní veľkých celkov ako sú napr. sídliská, kde príprava teplej vody sa uskutočňuje v tzv. blokových odovzdávacích staniciach tepla (OST) napojených na tepláreň. Blokové OST sú umiestnené v blízkosti bytových domov a z týchto OST staníc sa následne teplá voda distribuuje do jednotlivých bytových domov. Tento spôsob prípravy a dodávky teplej vody však v súčasnom období prechádza transformáciou, kedy sa v samotných objektoch bytových domov budujú kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST). Ich súčasťou sú výmenníky tepla, kde sa studená voda ohrieva na teplú vodu, pričom pre tento účel využíva tepelnú energiu dodávanú prostredníctvom vykurovacej vody z blokovej OST. Eliminujú sa tak tepelné straty z potrubných rozvodov teplej vody a cirkulácie, ktoré sú medzi blokovou OST a bytovým domom bez vlastnej KOST.

Faktorov, ktoré ovplyvňujú výber spôsobu prípravy a dodávky teplej vody v budove, či už z hľadiska vstupnej investície, prevádzkových nákladov, alebo z hľadiska energetickej hospodárnosti a certifikácie systému je v skutočnosti veľa a je preto na mieste pri projektovaní daného systému použiť tzv. projektové hodnotenie, čo vyplýva aj z požiadaviek Slovenskej legislatívy. Platí to nielen pre nové budovy, ale aj pre obnovované budovy, resp. pri projektovaní obnovy technického zariadenia budovy.

Obr. 4.38 Všeobecná schéma základných prvkov systému prípravy teplej vody




Poznámka: Každý systém pozostáva z niekoľkých základných prvkov, ktoré v závislosti od zvoleného spôsobu prípravy teplej vody sú alebo nie sú jeho súčasťou. V tomto prípade je zvolený spôsob centrálnej prípravy teplej vody v budove. Dodávku tepelnej energie pre ohrev pitnej vody v zásobníku teplej vody zabezpečuje zdroj tepla (napr. plynový kotol alebo elektrické tepelné čerpadlo). Pripravená teplá voda je následne distribuovaná potrubnými rozvodmi až k odbernému miestu (umývadlo, sprcha a podobne). Súčasťou systému sú samozrejme aj ďalšie zariadenia, ako čerpadlá alebo rôzne regulačné, meracie a riadiace prvky.

Zdroj: M. Kováč

Energetické požiadavky systému prípravy teplej vody priamo ovplyvňujú celkovú potrebu energie budovy, následne dodanú energiu a na konci výslednú primárnu energiu budovy, ktorá je ukazovateľom energetickej hospodárnosti samotnej budovy. A po roku 2020, t.j. od 1. januára 2021 musia byť budovy z tohto hľadiska projektované ako budovy s takmer nulovou potrebou energie a teda byť v energetickej triede A0. Pri určovaní energetickej triedy samotného systému prípravy teplej vody sa vychádza z hodnoty tzv. potreby energie systému prípravy teplej vody, vyjadrenej v kWh/(m².rok). Tento údaj sa porovnáva so škálou energetických tried, kde každá z nich je definovaná svojím číselným minimom a maximom. Na základe tohto porovnania sa následne stanovuje energetická trieda systému prípravy teplej vody od A po G.

Tab. 4.14 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60	61 - 72	> 72
	Bytové domy	≤ 13	14 - 26	27 - 39	40 - 52	53 - 65	66 - 78	> 78

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m². a)

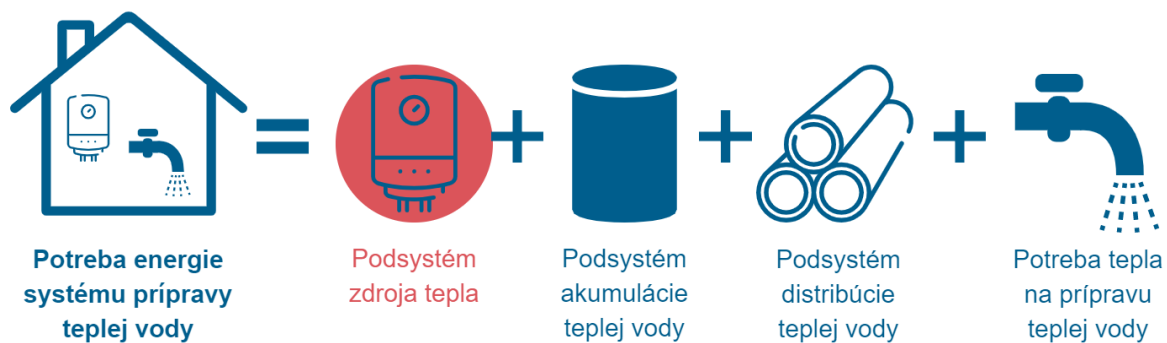
Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

V tomto prípade sa hodnotí len samotný systém a preto tu nie je požiadavka na dosiahnutie min. energetickej triedy. Na druhú stranu, v prípade, že spadá systém na základe potreby energie do horšej energetickej triedy (napr. C, D alebo nižšie), nebude s najväčšou pravdepodobnosťou možné dosiahnuť hodnotu energetickej triedy pre globálny ukazovateľ budovy na úrovni A0, ktorý je požadovaný od 1. januára 2021 pri kolaudácii novej budovy alebo obnove budovy. Môže nastať aj taká situácia, že systém prípravy teplej vody síce nebude energeticky hospodárny a bude charakterizovaný horšou energetickou triedou, avšak druhé miesto spotreby energie v bytovej budove, ktorým je systém vykurovania, bude vychádzať z hľadiska potreby energie do energetickej triedy A. Tým sa redukuje negatívny vplyv jedného miesta spotreby energie na tzv. primárnu energiu budovy, ktorá je teda tým známym globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a má byť na úrovni A0. Samozrejme snahou projektanta systému prípravy teplej vody je navrhnúť najefektívnejší systém, ktorý bude hodnotený tou najlepšou energetickou triedou a vytvorí tak predpoklady k tomu, že budova bude na konci výpočtu zaradená do energetickej triedy A0.

Pri stanovovaní potreby energie systému prípravy teplej vody je potrebné vyčíslieť energetické požiadavky jeho jednotlivých podsystémov. Základom je tzv. potreba tepla na prípravu teplej vody, ktorá predstavuje množstvo energie (tepla) potrebného na ohriatie pitnej vody a to na požadovanú teplotu. Z toho vyplýva, že toto množstvo energie je paralelne možné znížiť nižšou spotrebou samotnej teplej vody alebo zabránením zbytočnému prehrievaniu teplej vody na vysokú teplotu, ktorá pre prevádzku nie je vôbec nutná a práve naopak, v takom prípade je nutné potom viac domiešavať horúcu vodu studenou vodou na koncovom odbernom mieste (zmiešavacia batéria). Ďalším v poradí je podsystém distribúcie teplej vody, kde sa počítajú tepelné straty z potrubných rozvodov teplej vody a množstvo elektrickej energie na prevádzku cirkulačného čerpadla v prípade, že je v systéme použitý aj okruh cirkulácie teplej vody. Minimalizovať energetické požiadavky v tomto prípade je priamo možné použitím tepelných izolácií v dostatočnej hrúbke, minimalizovaním vzdialenosti odberných miest od zásobníka teplej vody, používaním moderných cirkulačných čerpadiel s nízkou spotrebou elektrickej energie a s časovačom resp. termostatom, a používaním ďalších meracích a regulačných armatúr pre optimalizáciu potreby energie. V prípade, že sa v systéme nachádza zásobník teplej vody, je potrebné vypočítať energetické požiadavky tzv. podsystému akumulácie teplej vody, kde teda dochádza k tepelným stratám cez obal samotného zásobníka. Teplá voda v priebehu času chladne a je potrebné ju opätovne dohrievať na požadovanú teplotu. Minimalizovať energetické straty tohto podsystému je možné použitím dostatočne tepelne

izolovaného zásobníka a nastavením optimálnej teploty teplej vody v zásobníku. Zbytočne neprehrievať teplú vodu, lebo miera tepelných strát zásobníka je priamo závislá od teplotného rozdielu medzi teplou vodou v nádrži a okolitou teplotou priestoru, kde je zásobník umiestnený. Miera tepelných strát zásobníka je daná aj jeho veľkosťou, resp. veľkosťou teplovýmennnej plochy. Objem zásobníka volí projektant pri návrhu systému prípravy teplej vody a je potrebné venovať tejto časti dostatočnú pozornosť. Malý zásobník teplej vody bude vykazovať nižšie tepelné straty v porovnaní s veľkým zásobníkom. Avšak nedostatočná veľkosť objemu zásobníka v budove môže spôsobiť problémy s dodávkou teplej vody na odberných miestach, čo sa prejaví znížením komfortom užívateľov budovy, ktorí pri použití výtokovej armatúry nemusia vždy mať dostatočnú teplotu teplej vody. Na druhej strane príliš veľký zásobník alebo vyšší počet zásobníkov v budove navyšuje energetické požiadavky celého systému. Je preto nutné nájsť optimálne riešenie tohto podsystemu. Posledným podsystemom je podsystem zdroja tepla, ktorého účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP sa do potreby energie systému prípravy teplej vody nezahrňuje. Pri prevádzke zdroja tepla však vznikajú tepelné straty z povrchu zdroja do okolia. V prípadoch, kedy sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore budovy, tieto tepelné straty predstavujú v konečnom dôsledku tepelný zisk pre vykurovaný priestor a preto sa zohľadňujú v energetickej bilancii systému vykurovania. Pozor! Spomínaná spätne navrátená energia v podobe tepelných ziskov pre priestor sa zohľadňuje v potrebe energie systéme vykurovania a nie v systéme prípravy teplej vody.

Obr. 4.39 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému prípravy teplej vody



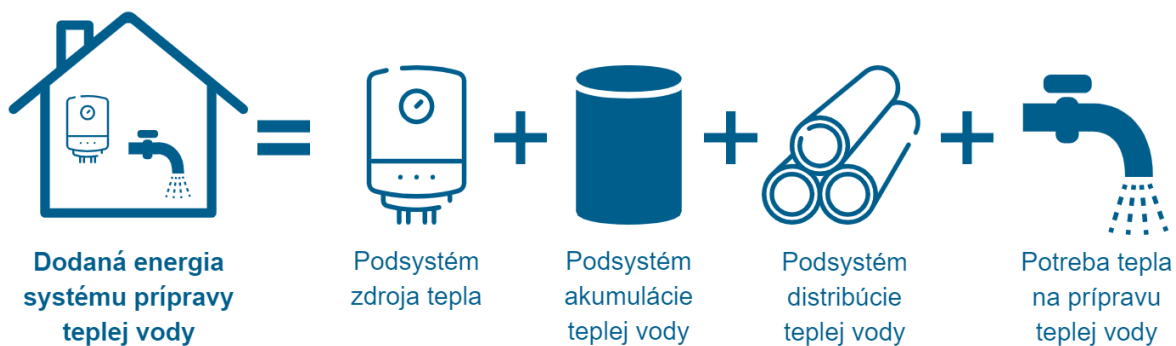
Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroja tepla (červenou zvýraznený) sa nezohľadňuje v potrebe energie systému prípravy teplej vody. Zohľadňuje sa iba spätne navrátená energia, ktorou sú tepelné straty z povrchu zdroja tepla do okolitého priestoru. Jedná sa však o tepelný zisk pre vykurovaný priestor, ktorý sa teda zohľadňuje v energetickej bilancii potreby energie systéme vykurovania a nie v systéme prípravy teplej vody. A to len v prípade, že sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore.

Zdroj: M. Kováč

To, že energetická účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP zdroja tepla sa nezohľadňuje v potrebe energie systému prípravy teplej vody je úplne v poriadku a vyplýva to aj z významu samotného slova „potreba“. Systém resp. jeho jednotlivé podsystemy majú určité energetické požiadavky, ktoré musia byť kryté energiou, aby na konci tohto reťazca, ktorým je výtoková armatúra, bola teplá voda o dostatočnom množstve, prietoku a teplote. Hovoríme preto o potrebe energie systému, v tomto prípade systému prípravy teplej vody. Aby použitý zdroj tepla v systéme mohol pokryť spomínané energetické požiadavky, musí spotrebovať určité množstvo energie (paliva), resp. inak povedané, musí mu byť dodaná energia (palivo). A preto sa energetická účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP výroby tepla počíta až do tzv. dodanej energie systému prípravy teplej vody. V skutočnosti sa energia, v tomto prípade tepelná, nevyrába, čo vyplýva z 1. zákona o termodynamike. Jedná sa o transformáciu energie viazanej v energetickej nosiči (palivo), ktorým môže byť zemný plyn, elektrická energia alebo biomasa, na energiu tepelnú. V prípade kotla na zemný plyn sa energia zemného plynu mení na tepelnú procesom spaľovania.

To sú teda rozdiely medzi potrebou energie systému prípravy teplej vody a dodanou energiou systému prípravy teplej vody. Terminológia použitých slov je preto veľmi dôležitá.

Obr. 4.40 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému prípravy teplej vody

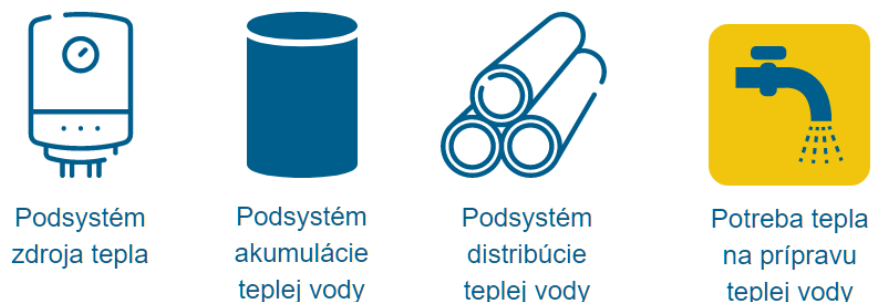


Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroja tepla sa zohľadňuje v dodanej energii systému prípravy teplej vody. Každý zdroj tepla je charakterizovaný svojou účinnosťou „výroby“ tepla, resp. transformáciou použitého energetického nosiča (palivo) na energiu tepelnú.

Zdroj: M. Kováč

4.2.1 Potreba tepla na prípravu teplej vody

Obr. 4.41 Systém prípravy teplej vody – potreba tepla na prípravu teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Koncové prvky systému prípravy teplej vody, ktorými sú samotné výtokové armatúry (napr. zmiešavacie batérie) predstavujú odberné miesta teplej vody o určitom množstve a teplote. Spotreba teplej vody je v prvom rade priamo závislá od samotného užívateľa, ktorý je zodpovedný za čas, počas ktorého teplá voda vyteká z armatúry a taktiež za intenzitu (sila prúdu), s akou teplá voda z vodovodnej batérie vyteká. Samotné množstvo teplej vody je teda možné znížiť racionálnym správaním sa samotných obyvateľov domu. Okrem toho, k redukcii spotreby teplej vody napomáhajú aj samotné výtokové armatúry a to svojou konštrukciou resp. typom perlátora, ktorý dokáže obmedziť množstvo vody na výtok a zachovať pritom požadovanú intenzitu prúdu vody. Používanie klasických 2 kohútikových zmiešavacích batérií je v súčasnosti veľmi nevhodné a to vzhľadom na fakt, že časový úsek, počas ktorého užívateľ nastavuje (otáča kohútikom) množstvo teplej a studenej vody, predstavuje zbytočnú stratu vody. Samozrejme kvôli dizajnu sa takéto armatúry používajú aj v dnešnej dobe, avšak s konštrukčnými vylepšeniami. Jedná sa napr. o 2 kohútikové zmiešavacie termostatické batérie, kde teda jedným kohútikom užívateľ nastavuje (zmiešava studenú a teplú vodu) teplotu vody a druhým kohútikom určuje silu prúdu, s akou voda z batérie vyteká. To je úspora času a teda aj úspora vody, či už teplej alebo studenej. Alternatívou k nevhodným klasickým 2 kohútikovým zmiešavacím batériám sú už dlhšiu dobu pákové zmiešavacie batérie, ktorých hlavnou výhodou je rýchlejšie a pre užívateľa jednoduchšie nastavenie požadovanej teploty a intenzity vody na výtok z batérie. Ich malou nevýhodou je, že pokiaľ dochádza ku kolísaniu tlaku vody v rozvodoch teplej a studenej vody alebo keď užívateľ zmení intenzitu prúdu, prejaví sa to kolísaním teploty vody na výtok z takejto batérie, čo predstavuje pre užívateľa určitý diskomfort. Z týchto vyššie uvedených hľadísk je možné za vhodné výtokové armatúry označiť termostatické zmiešavacie batérie, či už sa jedná o spomínané 2 kohútikové zmiešavacie termostatické batérie alebo pákové zmiešavacie termostatické batérie. Výhodou termostatického článku v zmiešavacej batérii je fakt, že batéria si udržuje teplotu vody nastavenú užívateľom a to aj v prípade, že užívateľ často mení silu prúdu vody. A v neposlednom rade zohráva dôležitú úlohu v spotrebe teplej vody (a nielen teplej, ale aj studenej vody) samotný perlátor. Veľkosť a počet otvorov v samotnom perlátore určuje množstvo spotrebovanej vody. Potreba tepla na prípravu teplej vody predstavuje množstvo tepla (energie), ktoré je potrebné dodať určitému množstvu vody za účelom dosiahnutia požadovanej teploty. Množstvo tepla na prípravu (ohrev) je teda priamo závislé od spotreby teplej vody a od teploty, na ktorú sa ohrieva. Znížiť potrebu tepla je teda možné racionálnou spotrebou teplej vody (neponechávať pootvorenú výtokovú batériu, ak to nie je potrebné) a taktiež správnym nastavením požadovanej teploty teplej vody pri jej príprave napr. v zásobníku teplej vody (zbytočne neprehrievať – neudržiavať vysokú teplotu vody, netýka sa to pravidelnej termickej dezinfekcie zásobníka).

Pri vyčíslovaní potreby tepla na prípravu teplej vody sa v prípade rodinných domov použije nasledujúci výpočtový vzťah:

$$Q_W = \frac{4,182 \cdot V_{W,day} \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0})}{3,6} \cdot 365 \text{ [kWh/rok]} \quad (4.25)$$

kde:

Q_W potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok],
 $V_{W,day}$ denná spotreba teplej vody [m^3 /deň],
 $\theta_{W,del}$ požadovaná teplota teplej vody v zásobníku [$^{\circ}C$],
 $\theta_{W,0}$ teplota studenej vody [$^{\circ}C$].

$$V_{W,day} = \frac{39,5 \cdot \ln(f) - 90,2}{1000} \text{ [m}^3\text{/deň]} \quad (4.26)$$

kde:

$V_{W,day}$ denná spotreba teplej vody [m^3 /deň],
 f podlahová plocha objektu – rodinný dom [m^2].

V prípade bytových domov je možné použiť aj vyššie uvedenú metódu stanovenia potreby tepla na prípravu teplej vody, ktorá je založená na vypočítanom objeme dennej spotreby teplej vody. Pre bytové domy sa však odporúča použiť tabuľkovú metódu, ktorá je založená na podlahovej ploche bytového domu a referenčnej hodnote ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody pre danú kategóriu budovy.

$$Q_W = Q_{W,A} \cdot A \text{ [kWh/rok]} \quad (4.27)$$

kde:

Q_W potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok],
 $Q_{W,A}$ referenčná hodnota ročnej potreby teplej na prípravu teplej vody, podľa Tab. 4.15 [kWh/ m^2],
 A podlahová plocha budovy vypočítaná z vonkajších rozmerov [m^2].

Tab. 4.15 Referenčné hodnoty ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody

Kategória budovy	Potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/(m^2 ·rok)]
Bytový dom	20
Rodinný dom	10

Poznámka: Tabuľka uvádza referenčnú ročnú hodnotu potreby tepla na prípravu teplej vody, vyjadrenú na 1 m^2 podlahovej plochy budovy. Hodnotu uvedenú pre rodinné domy je taktiež možné použiť v procese energetickej certifikácie budovy, avšak sa odporúča práve pre rodinné domy uplatňovať výpočtový postup podľa 4.25.

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

4.2.2 Podsystem distribúcie teplej vody

Obr. 4.42 Systém prípravy teplej vody – podsystem distribúcie teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Podsystem distribúcie teplej vody tvoria potrubné rozvody medzi zdrojom tepla (prietokový ohrev vody) resp. medzi zásobníkom teplej vody (zásobníkový ohrev vody) a koncovými prvkami systému prípravy teplej vody, ktorými sú výtokové armatúry teplej vody (zmiešavacie batérie). Potrubnými rozvodmi prúdi teplá voda a keďže jej teplota je vyššia ako teplota okolitého prostredia, dochádza k tepelnému toku medzi dvoma prostrediami, ktoré od seba oddeľuje stena potrubia. Miera tepelného toku je priamo závislá od teplotného rozdielu vody v potrubí a okolitým prostredím, ďalej od tepelno technických vlastností samotného potrubia resp. tepelnej izolácie na potrubí, a aj od veľkosti potrubia (priemer a dĺžka). Potrubné rozvody teplej vody môžu byť vedené vykurovanými resp. nevykurovanými časťami budovy alebo aj mimo samotnú budovu (príprava teplej vody v susednej budove, kde sa nachádza centrálna kotolňa). Je dôležité si uvedomiť, že pokiaľ dochádza k tepelnému toku z potrubných rozvodov teplej vody, ktoré sú vedené v rámci vykurovanej časti budovy, predstavuje tento tepelný tok v konečnom dôsledku tzv. tepelný zisk pre vykurovaný priestor. Pozor! Jedná sa však len o tepelný tok z potrubných rozvodov teplej vody, vedených v rámci vykurovaných priestorov budovy počas trvania vykurovacieho obdobia. Tento tepelný zisk v rámci vykurovacieho obdobia sa započíta do potreby energie systému vykurovania. Avšak pre samotný systém prípravy teplej vody bude tepelný tok z potrubných rozvodov predstavovať vždy tepelnú stratu, ktorá zhoršuje celkovú energetickú efektívnosť systému prípravy teplej vody. V prípade systémov prípravy teplej vody, kde sú potrubné rozvody teplej vody a cirkulačné potrubia nedostatočne tepelne izolované, alebo sú ešte použité staré neefektívne izolácie, dosahuje miera tepelných strát z rozvodov aj 60 % (prípadne viac) z potreby tepla na ohrev ročnej spotreby teplej vody. V prípade, že distribučná schéma rozvodov je optimálne navrhnutá, čo sa týka trasovania, dĺžky rozvodov a použitej tepelnej izolácie, pohybuje sa miera tepelných strát z potrubných rozvodov približne na úrovni 25-35 % z potreby tepla na prípravu teplej vody (energia potrebná na ohrev ročnej spotreby teplej vody). Vyhnúť sa teda existencii tepelných strát nie je možné úplne, až na niektoré výnimky ako napr. použitie lokálnych elektrických prietokových ohrievačov priamo v mieste odberu teplej vody (ohrievač v mieste zmiešavacej batérie alebo v jej tesnej blízkosti). Snahou a v podstate aj úlohou projektanta zdravotníckej techniky je navrhnuť takú potrubnú sieť, ktorá bude vykazovať minimálne tepelné straty. Ako to dosiahnuť? Faktory ovplyvňujúce mieru tepelného toku sú známe a preto je nutné venovať zvýšenú pozornosť návrhu potrubnej trasy, čo sa týka dĺžky a miesta vedenia trasy. Súčasne je potrebné do projektu uviesť a pri realizácii stavby aj dodržať predpísaný typ a rozmer (hrúbka) tepelnej izolácie na potrubíach teplej vody a cirkulačných potrubíach teplej vody. Úlohou podsystemu distribúcie teplej vody je teda stanoviť energetické (tepelné) straty z potrubných rozvodov teplej vody, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:



$$Q_{W,dis,ls} = \frac{K_{W,dis,ls}}{100} \cdot Q_W \text{ [kWh/rok]} \quad (4.28)$$

kde:

- $Q_{W,dis,ls}$ energetické straty podsystemu distribúcie teplej vody [kWh/rok],
 $K_{W,dis,ls}$ koeficient energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody, podľa Tab. 4.16 [%],
 Q_W potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok].

Podrobný výpočet tepelných strát z potrubných rozvodov uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015

Tab. 4.16 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody

	Potrubné rozvody bez/s nedostatočnou tepelnou izoláciou	Potrubné rozvody s dostatočnou tepelnou izoláciou
		
Budova: Rodinný dom	Koeficient energetických strát	
	-	31%
Budova: Bytový dom	Koeficient energetických strát	
	61%	22%
Poznámka:	Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody pre potrubia bez resp. s nedostatočnou tepelnou izoláciou a potrubia, ktoré sú tepelne izolované podľa príslušných noriem. Hodnoty sú orientačné a veľmi závisia od veľkosti budovy resp. od rozsahu distribučnej siete rozvodov teplej vody, od dĺžky potrubných rozvodov a miesta ich vedenia, od druhu a hrúbky použitej tepelnej izolácie, od teploty teplej vody v potrubí a od teploty okolia.	
Zdroj:	M. Kováč - na základe údajov z vypracovaných energetických certifikátov.	



Je potrebné si uvedomiť vzájomné súvislosti medzi energetickými tokmi v budove a teda aj medzi jednotlivými systémami TZB. Tepelný tok z potrubných rozvodov teplej vody v celom systéme prípravy teplej vody predstavuje vždy energetickú stratu pre samotný systém. Avšak tepelný tok z časti potrubnej siete teplej vody, ktorá je vedená vykurovanou časťou budovy, predstavuje v konečnom dôsledku tepelný zisk pre vykurovaný priestor a teda tepelný zisk pre systém vykurovania. V tomto prípade je dôležité, že energetický tok z potrubných rozvodov teplej vody sa počíta celoročne, ale energetický zisk pre systém vykurovania sa uvažuje iba pre mesiace, počas ktorých trvá vykurovacie obdobie. Pre orientačný výpočet energetických ziskov z podsystemu distribúcie teplej vody pre systém vykurovania sa použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{W,dis,gain} = \frac{K_{W,dis,gain}}{100} \cdot Q_{W,dis,ls} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.29)$$

kde:

- $Q_{W,dis,gain}$ energetický zisk z pod systému distribúcie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],
 $K_{W,dis,gain}$ koeficient energetického zisku z rozvodov teplej vody pre systém vykurovania, podľa Tab. 4.17 [%],
 $Q_{W,dis,ls}$ energetické straty pod systému distribúcie teplej vody [kWh/rok].

Tab. 4.17 Koeficient energetických ziskov z rozvodov teplej vody pre systém vykurovania

	 Potrubné rozvody bez/s nedostatočnou tepelnou izoláciou	 Potrubné rozvody s dostatočnou tepelnou izoláciou
Budova:	Rodinný dom	
		Koeficient energetického zisku
	-	41%
Budova:	Bytový dom	
		Koeficient energetického zisku
	40%	33%
Poznámka:	Tabuľka uvádza koeficienty energetických ziskov z rozvodov teplej vody, ktoré sa použijú pre výpočet tepelných ziskov pre systém vykurovania z tepelných strát pod systému distribúcie teplej vody.	
Zdroj:	M. Kováč - na základe údajov z vypracovaných energetických certifikátov.	

V prípade systému prípravy teplej vody, ktorých súčasťou je cirkulačný okruh s cirkulačným čerpadlom, je potrebné počítať so spotrebou elektrickej energie potrebnej na prevádzku cirkulačného čerpadla. Okrem teda výpočtu tepelných strát z potrubných rozvodov sa v rámci pod systému distribúcie teplej vody počíta aj tzv. prídavná energia, t.j. elektrická energia pre cirkulačné čerpadlo. Podrobný výpočet tejto energie uvádza spomínaná publikácia (*Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015)] a z toho dôvodu sa nebudeme tejto časti viac venovať.

4.2.3 Podsystem akumulácie teplej vody

Obr. 4.43 Systém prípravy teplej vody – podsystem akumulácie teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Podsystem akumulácie teplej vody je predmetom hodnotenia v prípade, že sa jedná o tzv. zásobníkovú prípravu teplej vody. Či už ide o priamo ohrievaný alebo nepriamo ohrievaný zásobník teplej vody, tento akumuluje v sebe určité množstvo teplej vody, ktorej teplota je vyššia ako teplota okolia a z toho dôvodu je potrebné počítať s tepelnými stratami do okolia. Miera tepelného toku je podobne ako v prípade tepelných strát z potrubných rozvodov závislá od tepelno technických vlastností zásobníka, resp. od typu a hrúbky tepelnej izolácie, ďalej od objemu vody v nádrži resp. od veľkosti teplo výmennej plochy a od teplotného rozdielu medzi teplotou vody v nádrži a okolitým vzduchom. Vo väčšine prípadov je zásobník teplej vody umiestnený v miestnosti kotolne resp. v technickej miestnosti v blízkosti zdroja tepla (plynový kotol, tepelné čerpadlo a podobne). Avšak v prípadoch, kedy sa zásobník teplej vody nachádza vo vykurovanej časti budovy (napr. v kúpeľni rodinného domu), je potrebné tepelný tok zo zásobníka zohľadniť v systéme vykurovania ako tepelný zisk. Jedná sa o teplo do vykurovaného priestoru budovy, ale len v čase vykurovacieho obdobia. Pre systém prípravy teplej vody bude energetický tok zo zásobníka vždy predstavovať energetickú stratu a to celoročne. Úlohou podsystemu akumulácie tepla je teda stanoviť energetické (tepelné) straty zo zásobníka, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:



$$Q_{W,st,ls} = \frac{(\theta_{W,st,avg} - \theta_i)}{45} \cdot (Q_{W,st,sby} \cdot 365) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.30)$$

kde:

- $Q_{W,st,ls}$ energetické straty podsystemu akumulácie teplej vody [kWh/rok],
- $\theta_{W,st,avg}$ priemerná teplota vody v zásobníku teplej vody [°C],
- θ_i teplota v miestnosti (napr. kotolňa, kúpeľňa) [°C],
- $Q_{W,st,sby}$ tepelná strata zásobníka teplej vody, udávaná výrobcom zásobníka, podľa Tab. 4.18 [kWh/deň].

Podrobný výpočet tepelných strát zo zásobníka teplej vody uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015

Tab. 4.18 Tepelná strata zásobníka teplej vody

Označenie zásobníka	Objem zásobníka [l]	Tepelná strata zásobníka [kWh/deň]
		
Protherm VEQ 75/2 B	68	0,8
Protherm B 60 Z	58	1,1
Protherm FE 120 BM	117	1,0
Protherm FE 200 BM	184	1,4
Protherm FE 300 MR	294	1,8
Protherm FE 400 MR	398	2,0
Protherm FE 500 MR	490	2,2
Reflex STORATHERM AQUA AF 150/1M_B	157	1,3
Reflex STORATHERM AQUA AF 200/1M_B	196	1,3
Reflex STORATHERM AQUA AF AF 300/1M_B	304	1,7
Reflex STORATHERM AQUA AF AF 400/1M_B	385	1,7
Reflex STORATHERM AQUA AF AF 500/1M_B	473	1,8

Poznámka: Tabuľka uvádza pre ukážku dennú tepelnú stratu vybraných zásobníkov teplej vody. V prípade použitia iného zásobníka teplej vody v systéme prípravy teplej vody, je potrebné vyhľadať technický list príslušného zásobníka s uvedenou hodnotou dennej tepelnej straty (pohotovostná tepelná strata).

Zdroj: Údaje od výrobcov Protherm, Reflex

V prípadoch, kedy sa zásobník teplej vody nachádza vo vykurovanom priestore budovy (napr. kúpeľňa v rodinnom dome), sa pre orientačný výpočet energetických ziskov z podsystemu akumulácie teplej vody pre systém vykurovania použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{W,st,gain} = 0,583 \cdot Q_{W,st,ls} \quad [kWh/rok] \quad (4.31)$$

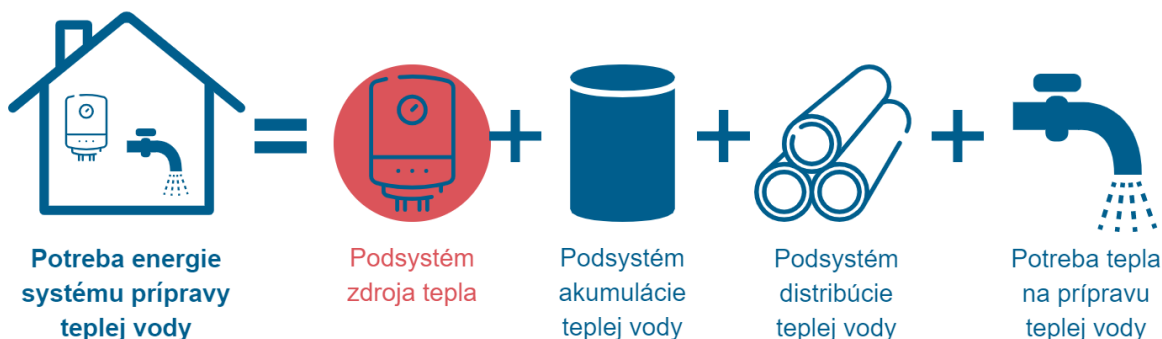
kde:

$Q_{W,st,gain}$ energetický zisk z podsystemu akumulácie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],

$Q_{W,st,ls}$ energetické straty podsystemu akumulácie teplej vody [kWh/rok].

4.2.4 Potreba energie systému prípravy teplej vody

Obr. 4.44 Potreba energie systému prípravy teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Výpočet potreby energie systému prípravy teplej vody zohľadňuje energetické straty (požiadavky) jednotlivých podsystemov okrem podsystemu zdroja tepla. Ten sa zohľadňuje až pri výpočte dodanej energie systému prípravy teplej vody. Potreba energie vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí zdroj tepla vyprodukovať na výstupnej strane, aby bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému prípravy teplej vody, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. V prípade, že súčasťou systému prípravy teplej vody je obnoviteľný zdroj energie (napr. slnečný teplovodný kolektor), je potrebné jeho energetický zisk taktiež započítať do potreby energie systému prípravy teplej vody. Pre výpočet potreby energie systému prípravy teplej vody je možné použiť nasledujúci vzťah:

$$POTEN_W = Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} - Q_{W,RES} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.32)$$

kde:

$POTEN_W$ potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

Q_W potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok],


$Q_{W,dis,ls}$ energetické straty podsystemu distribúcie teplej vody [kWh/rok],

$Q_{W,st,ls}$ energetické straty podsystemu akumulácie teplej vody [kWh/rok],

$Q_{W,RES}$ energetický zisk z obnoviteľného zdroja energie – napr. solárne kolektory [kWh/rok].

Výsledná hodnota potreby energie systému prípravy teplej vody sa následne prepočíta na 1 m² podlahovej plochy. Vypočítaný údaj sa porovná so škálou energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody (Tab. 4.19) a teda sa určí výsledná energetická trieda systému prípravy teplej vody.

Tab. 4.19 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60	61 - 72	> 72
	Bytové domy	≤ 13	14 - 26	27 - 39	40 - 52	53 - 65	66 - 78	> 78

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m². a)

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

4.2.5 Podsystem zdroj tepla

Obr. 4.45 Systém prípravy teplej vody – podsystem zdroj tepla



Podsystem zdroj tepla



Podsystem akumulácie teplej vody



Podsystem distribúcie teplej vody



Potreba tepla na prípravu teplej vody

Zdroj: M. Kováč



Produkcia tepelnej energie, potrebnej na prípravu (ohrev) teplej vody, prebieha v samotnom zdroji tepla, kde dochádza k transformácii energie viazanej v energetickom nosiči (zemný plyn, elektrická energia, drevo, peletky a podobne) na teplo. V prípade zdrojov tepla, akými sú kotle, ktoré spaľujú plynné alebo tuhé palivá, či už sa jedná o zemný plyn alebo biomasu, hovoríme o tzv. účinnosti zdroja tepla. Účinnosť zariadenia sa počas prevádzky pohybuje pod hodnotou 100 %. Znamená to, že v podsysteme zdroj tepla vznikajú energetické straty pri transformácii vstupného paliva a je teda potrebné množstvo energie na vstupe do zdroja tepla navýšiť, aby bolo možné pokryť energetické požiadavky ostatných podsystemov systému prípravy teplej vody, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. Zaujímavú skupinu tvoria elektrické tepelné čerpadlá, ktoré vďaka kompresorovému procesu dosahujú hodnoty koeficientu hospodárnosti tzv. COP vyššie ako 100 %. Ich výhodou je nízka spotreba elektrickej energie, čiže množstvo dodanej energie do tepelného čerpadla je nižšie ako množstvo energie v podobe tepla na výstupe z tepelného čerpadla. Je to dané vlastnosťami chladiva v kompresorovom okruhu, ktoré sa dokáže odparovať aj pri nízkych teplotách. Energiu k tomu využíva tepelné čerpadlo napr. z okolitého vzduchu, alebo zo studňovej vody alebo využíva energetický potenciál zo zeme (pôda, vrty). V podstate elektrická energia je potrebná iba na chod kompresora, a samozrejme ďalšej regulačnej a riadiacej techniky. Úlohou podsystemu zdroj tepla je teda stanoviť energetické straty, ktoré vznikajú prevádzkou zdroja tepla na prípravu teplej vody, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{W,gn} = POTEN_W \cdot \frac{100 - f_{gn}}{f_{gn}} \quad [kWh/rok] \quad (4.33)$$

kde:

- $Q_{W,gn}$ energetické straty podsystemu zdroj tepla v systéme prípravy teplej vody [kWh/rok],
 $POTEN_W$ potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok],
 f_{gn} faktor využitia energie, podľa Tab. 4.20 [%].

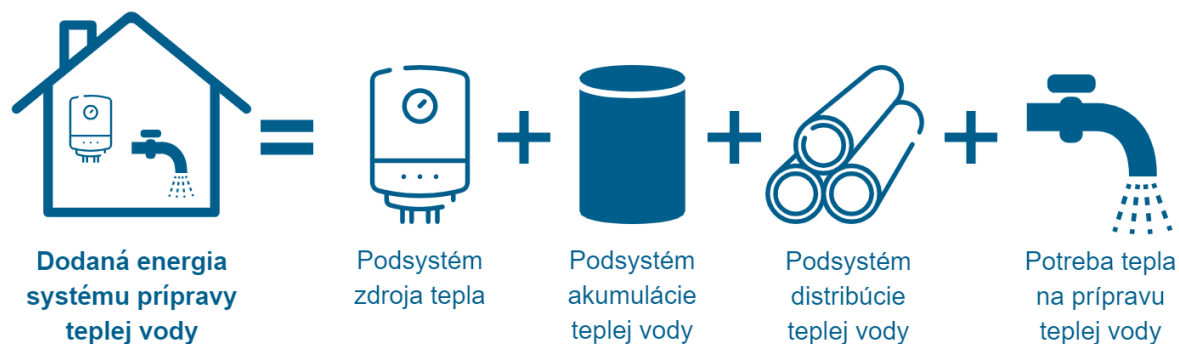
Tab. 4.20 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor využitia energie
		f_{gn}
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	83-89%
	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízkoteplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	140%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	150%
Drevené peletky	Kotol na biomasu	86%
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	78%
Kusové drevo	Kotol na biomasu	70%
	Kotol na biomasu so splyňovaním	83%
Elektrina	Elektrické vykurovanie	99%
	Elektrický ohrev pitnej vody	99%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	260%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízkoteplotné vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízkoteplotné vykurovanie	390%
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	400%
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízkoteplotné vykurovanie	440%	
LPG	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízkoteplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
Ľahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	82%
	Štandardný kotol - nový	85%
	Nízkoteplotný kotol - starý	87%
	Nízkoteplotný kotol - nový	91%

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

4.2.6 Dodaná energia systému prípravy teplej vody

Obr. 4.46 Dodaná energia systému prípravy teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Pri výpočte dodanej energie systému prípravy teplej vody sa zohľadňujú energetické požiadavky (straty) všetkých podsystemov systému prípravy teplej vody, a teda aj podsystem zdroj tepla. Dodaná energia vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí byť do zdroja tepla dodané na vstupe, aby zdroj tepla bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému prípravy teplej vody, ktoré nasledujú za ním. Hodnota dodanej energie sa použije na výpočet primárnej energie, ktorá sa stanoví na základe konverzných faktorov primárnej energie pre jednotlivé energetické nosiče a v závislosti od použitého zdroja tepla. Pre výpočet dodanej energie systému prípravy teplej vody sa použije nasledujúci vzťah:

$$DODEN_W = POTEN_W + Q_{W,gn} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.34)$$

kde:

$DODEN_W$ dodaná energia systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$POTEN_W$ potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$Q_{W,gn}$ energetické straty podsystemu zdroj tepla v systéme prípravy teplej vody [kWh/rok].

4.3 Systém vykurovania

Úlohou systému vykurovania v budove je zabezpečenie dostatočného množstva tepelnej energie na dosiahnutie a udržanie požadovanej teploty vo vykurovaných priestoroch počas zimných mesiacov. Jedná sa teda o prenos tepelnej energie zo zdroja tepla cez distribučnú sústavu, ktorou sú potrubné rozvody až ku koncovým prvkom, zabezpečujúcim prenos tepla do okolitého priestoru a teda do vzduchu a na okolité povrchy. Z hľadiska lokalizácie zdroja tepla vo vzťahu k vykurovaným priestorom môžeme hovoriť o:

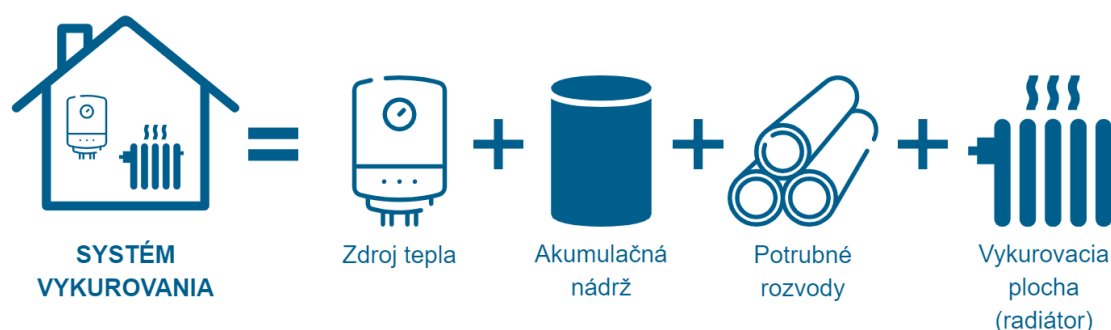
- **Lokálnom vykurovaní** – kde zdroj tepla určený na vykurovanie sa nachádza priamo vo vykurovanom priestore. Príkladom sú plynové gamatky, alebo elektrický nástenný konvektor,
- **Centrálnom vykurovaní** – kedy je v objekte použitý jeden alebo viacero zdrojov tepla (napr. plynový kotol alebo tepelné čerpadlo), ktoré sú umiestnené v centrálnej miestnosti (kotolňa, technická miestnosť) a tepelná energia z nich je distribuovaná potrubnými rozvodmi vykurovacej vody do koncových prvkov (radiátor, podlahové vykurovanie a iné) umiestnených vo vykurovaných miestnostiach,
- **Centralizovanom vykurovaní** – ktoré sa používa pri vykurovaní väčšieho počtu budov ako sú napr. sídliská. Vykurovací voda sa upravuje na požadovanú teplotu v tzv. blokových odovzdávacích staniach tepla (OST), ktoré sú napojené na tepláreň. Blokové OST sú umiestnené v blízkosti samotných bytových domov. V súčasnosti sa však v bytových domoch budujú kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST), ktoré umožňujú upravovať teplotu vykurovacej vody podľa požiadaviek daného objektu. Príkladom je zateplený bytový dom, ktorý má výrazne nižšie tepelné straty a nepotrebuje tak dodávať do vykurovacích telies taký veľký tepelný výkon ako v prípade susedného bytového domu bez zateplenia. Nižší tepelný výkon vykurovacej sústavy sa dosiahne nižšou teplotou vykurovacej vody (teplota vody v prívodnom a vratnom potrubí), čo práve umožňuje kompaktná odovzdávacia stanica tepla. Okrem jej výhod v systéme vykurovania, disponuje výhodami aj v oblasti prípravy teplej vody, ktoré už boli uvedené v predošlej kapitole 4.2.

Tepelná pohoda resp. komfort užívateľov vo vykurovanej miestnosti počas zimného obdobia je daná operatívnou teplotou priestoru, ktorá zohľadňuje teplotu vzduchu a povrchovú teplotu okolitých vnútorných povrchov miestnosti. To, aká je teplota vzduchu resp. teplota jednotlivých vnútorných povrchov je priamo závislé od veľkosti transparentných plôch (okná) a ich tepelno technických parametrov, ďalej od súčiniteľa prechodu tepla resp. tepelného odporu netransparentných konštrukcií (stena a podobne), a od tesnosti resp. vzduchotesnosti budovy. Z pohľadu technických zariadení budov ovplyvňuje vnútornú teplotu vzduchu a teplotu povrchov zvolený systém odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru. Z tohto hľadiska môžeme potom hovoriť o:

- **Prevažne konvekčnom vykurovaní** – kde sa používajú koncové prvky (radiátor), ktoré prevažnú časť tepelnej energie odovzdávajú konvekciou a teda prúdením. Samozrejme prenos tepla sa uskutočňuje stále aj radiáciou. V tomto prípade je však úroveň teploty vnútorného vzduchu vyššia ako teplota vnútorných povrchov. Je to spôsobené tým, že vykurovacie teleso primárne ohrieva okolitý vzduch, od ktorého sa následne ohrievajú okolité povrchy. Vyššia teplota vzduchu však spôsobuje vysušovanie vzduchu (zníženie relatívnej vlhkosti), čo môže mať následky napr. počas spánku, kedy dochádza k vysušovaniu sliznice, čím sa spánok stáva nepríjemným a môže tak negatívne ovplyvniť komfort užívateľov,
- **Prevažne radiačnom vykurovaní** - kedy sa prevažná časť tepelnej energie odovzdáva do miestnosti radiáciou. Zostávajúce spôsoby prenosu tepla sú aj naďalej prítomné, avšak v menšom rozsahu. Do tejto skupiny patrí veľkoplošné podlahové, stropné a stenové vykurovanie. V tomto prípade má daná teplovýmenná plocha výrazne vyššiu povrchovú teplotu ako je okolitý vzduch a ostatné vnútorné povrchy miestnosti sú osálané, čím dochádza k zvýšeniu ich povrchovej teploty. Nižšia teplota vzduchu zabraňuje nadmernému vysušovaniu sliznice a znižuje tepelné straty objektu prechodom tepla keďže teplotný rozdiel medzi interiérom a exteriérom je nižší v porovnaní s prevažne konvekčným systém vykurovania.

Každý z týchto spôsobov odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru má svoje výhody a aj nevýhody a to z hľadiska energetického, zdravotného resp. ekonomického. Faktorov, ktoré ovplyvňujú výber systému vykurovania, či už z hľadiska vstupnej investície, prevádzkových nákladov, alebo z hľadiska energetickej hospodárnosti a certifikácie systému je v skutočnosti veľa a je preto na mieste pri projektovaní daného systému použiť tzv. projektové hodnotenie, čo vyplýva aj z požiadaviek Slovenskej legislatívy. Platí to nielen pre nové budovy, ale aj pre obnovované budovy resp. pri projektovaní obnovy technického zariadenia budovy. Energetické požiadavky systému vykurovania priamo ovplyvňujú celkovú potrebu energie budovy, následne dodanú energiu a na konci výslednú primárnu energiu budovy, ktorá je ukazovateľom energetickej hospodárnosti samotnej budovy. A po roku 2020, t.j. od 1. januára 2021 musia byť budovy z tohto hľadiska projektované ako budovy s takmer nulovou potrebou energie a teda byť v energetickej triede A0.

Obr. 4.47 Všeobecná schéma základných prvkov systému vykurovania



Poznámka: Každý systém pozostáva z niekoľkých základných prvkov, ktoré v závislosti od zvoleného spôsobu vykurovania sú alebo nie sú jeho súčasťou. V tomto prípade je zvolený spôsob centrálneho vykurovania budovy. Dodávku tepelnej energie pre vykurovanie miestností zabezpečuje zdroj tepla (napr. plynový kotol alebo elektrické tepelné čerpadlo). Vykurovacia voda pripravená zdrojom tepla môže byť v určitých prípadoch akumulovaná v nádrži (napr. pri použití tepelného čerpadla, kotla na drevo a podobne) a následne distribuovaná potrubnými rozvodmi až ku koncovým prvkom, ktoré zabezpečujú prenos tepla do miestností (radiátor, podlahové vykurovanie a podobne). Súčasťou systému sú samozrejme aj ďalšie zariadenia, ako obehové čerpadlá alebo rôzne regulačné, meracie a riadiace prvky.

Zdroj: M. Kováč

Pri určovaní energetickej triedy samotného systému vykurovania sa vychádza z hodnoty tzv. potreby energie systému vykurovania, vyjadrenej v kWh/(m².rok). Tento údaj sa porovnáva so škálou energetických tried, kde každá z nich je definovaná svojím číselným minimom a maximom. Na základe tohto porovnania sa následne stanovuje energetická trieda systému vykurovania od A po G.

Tab. 4.21 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 43	44 - 86	87 - 129	130 - 172	173 - 215	216 - 258	> 258
	Bytové domy	≤ 27	28 - 53	54 - 80	81 - 106	107 - 133	134 - 159	> 159

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m². a)

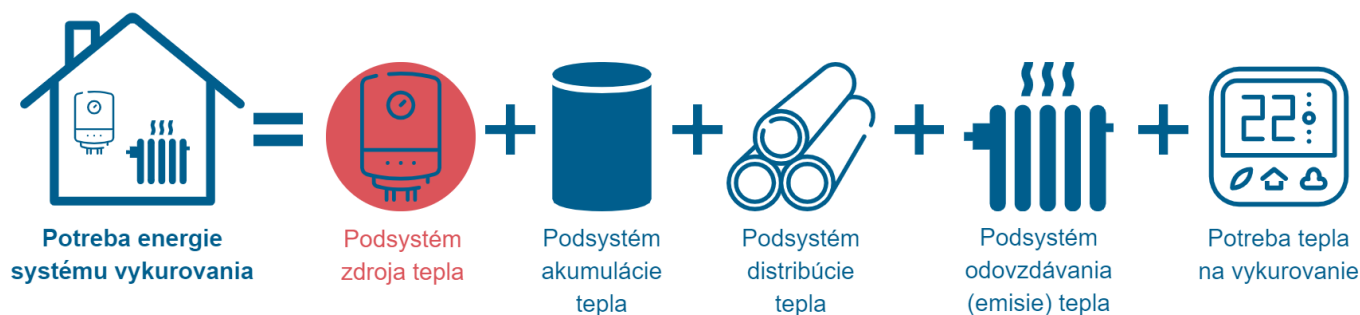
Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

V tomto prípade sa hodnotí len samotný systém vykurovania a preto tu nie je požiadavka na dosiahnutie min. energetickej triedy. Na druhú stranu, v prípade, že spadá systém na základe potreby energie do horšej energetickej triedy (napr. C, D alebo nižšie), nebude s najväčšou pravdepodobnosťou možné dosiahnuť hodnotu energetickej triedy pre globálny ukazovateľ budovy na úrovni A0, ktorý je požadovaný od 1. januára 2021 pri kolaudácii novej budovy alebo obnove budovy. Môže nastať aj taká situácia, že systém vykurovania síce nebude energeticky hospodárny a bude charakterizovaný horšou energetickou triedou, avšak druhé miesto spotreby energie v bytovej budove, ktorým je systém prípravy teplej vody, bude vychádzať z hľadiska potreby energie do energetickej triedy A. Tým sa redukuje negatívny vplyv jedného miesta spotreby energie na tzv. primárnu energiu budovy, ktorá je tým známym globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a má byť na úrovni A0. Samozrejme snahou projektanta systému vykurovania je navrhnúť najefektívnejší systém, ktorý bude hodnotený tou najlepšou energetickou triedou a vytvoriť tak predpoklady k tomu, že budova bude na konci výpočtu zaradená do energetickej triedy A0.

Pri stanovovaní potreby energie systému vykurovania je potrebné vyčíslieť energetické požiadavky jeho jednotlivých podsystémov. Základom výpočtu je tzv. potreba tepla na vykurovanie, ktorá predstavuje množstvo energie (tepla) potrebného na dosiahnutie a udržanie požadovanej teploty vo vykurovanom priestore. Toto množstvo tepla je závislé predovšetkým od súčiniteľa prechodu tepla resp. tepelného odporu stavebných konštrukcií, ktoré oddeľujú vykurovaný priestor od exteriéru, ďalej od spôsobu vetrania interiéru, potom od geometrického tvaru budovy, ktorý definuje veľkosť teplovýmenných plochy vo vzťahu k objemu budovy a v neposlednom rade od teploty vzduchu v interiéri. Neopodstatnené prekurovanie miestnosti má za následok zvýšenú spotrebu energie a zhoršenie kvality vnútorného prostredia pre jeho užívateľov, nakoľko dochádza k zníženiu relatívnej vlhkosti vzduchu, čo môže spôsobiť vysušovanie sliznice, prípadné iné zdravotné problémy. Minimalizovať potrebu tepla na vykurovanie je teda možné optimálnym architektonickým návrhom geometrie budovy a návrhom obalových konštrukcií s nízkou hodnotou súčiniteľa prechodu tepla, ďalej pozitívnym systémom núteného vetrania so spätným získavaním tepla (rekuperácia) a úroveň teploty vzduchu v interiéri. Požadovanú teplotu interiéru zabezpečujú koncové prvky, akými sú vykurovacie telesá alebo sálavé systémy (podlahové vykurovanie, stenové vykurovanie a podobne), ktoré z hľadiska metodiky výpočtu energetickej hospodárnosti spadajú do podsystému odovzdávania (emisie) tepla. Každý z týchto koncových prvkov prenáša tepelnú energiu do okolitého priestoru všetkými spôsobmi prenosu tepla, pričom niektorá z týchto zložiek je vždy prevažujúca. Napríklad konvekčný (radiátorový) systémy odovzdáva prevažnú časť tepla do okolia konvekciou. Naopak podlahové vykurovanie odovzdáva tepelnú energiu do okolia hlavne radiáciou. To samozrejme ovplyvňuje samotnú teplotu vzduchu a teplotu okolitých vnútorných povrchov v rámci vykurovaného priestoru. Každý z týchto koncových prvkov je doplnený o radiácie prvky, ktoré snímajú okolitú teplotu vzduchu a regulujú resp. otvárajú/zatvárajú regulačné armatúry na koncových prvkoch. To všetko s cieľom, aby bola energia do priestoru dodávaná iba v tom čase, keď je to potrebné. V rámci podsystému odovzdávania (emisie) tepla sa teda počítajú energetické požiadavky, ktoré súvisia s použitým spôsobom vykurovania (radiátorové, podlahové, stropné vykurovanie a podobne). Tieto systémy sú charakteristické svojim teplotným gradientom vzduchu (stratifikácia=vrstvenie teplôt po výške miestnosti), ďalej teplotou použitej vykurovacej vody v systéme a použitým systémom regulácie teploty vzduchu vo vykurovanej miestnosti. To všetko priamo ovplyvňuje (navyšuje) potrebu energie systému vykurovania. Je preto nutné aj z hľadiska projektovania systému vykurovania venovať pozornosť nielen návrhu dostatočného tepelného výkonu vykurovacej sústavy, ale aj prvkom, ktoré majú teplotu riadiť/udržiavať a teda v konečnom dôsledku šetriť energiou a zabezpečiť pre užívateľov maximálny komfort. Príkladom sú moderné elektronické termostatické hlavice pre vykurovacie telesá alebo elektronické nástenné termostaty pre podlahové vykurovanie, ktoré umožňujú nastaviť v jednotlivých miestnostiach rôznu teplotu počas dňa, a počas týždňa alebo počas dlhodobej neprítomnosti ľudí (napr. dovolenka). V dnešnej dobe sú tieto zariadenia vybavené aj prvkami inteligencie, kedy sa merané údaje zaznamenávajú, vyhodnocujú a následne sa na základe toho upravuje režim vykurovania. Ďalším v poradí je podsystém distribúcie tepla, kde sa počítajú tepelné straty z potrubných rozvodov vykurovacej vody a potreba elektrickej energie na prevádzku obehových čerpadiel. Tepelné straty sa počítajú iba z rozvodov, ktoré sú vedené mimo vykurovaný priestor. Prečo? Pretože tepelné straty z potrubia vedeného cez vykurovaný priestor predstavuje v konečnom dôsledku tepelný zisk pre samotný priestor. Minimalizovať energetické požiadavky v tomto prípade je

možné použitím tepelných izolácií v dostatočnej hrúbke, ďalej používaním nízkoteplotných systémov, čím sa znižuje teplotný rozdiel medzi teplotou vody v potrubí a teplotou vzduchu v okolí, a používaním moderných obehových čerpadiel s nízkou spotrebou elektrickej energie. V prípade, že sa v systéme vykurovania nachádza akumulčná nádrž, je potrebné vypočítať energetické požiadavky tzv. podsystému akumulácie tepla, kde teda dochádza k tepelným stratám cez obal samotnej nádrže. Vykurovací voda akumulovaná v nádrži má svoj energetický potenciál a v priebehu času sa znižuje v dôsledku tepelného toku do okolia. Minimalizovať energetické straty tohto podsystému je možné hlavne použitím dostatočne tepelne izolovanej nádrže, ale aj teplotou vykurovacej vody v nádrži. Avšak tá je priamo závislá od použitého zdroja tepla (kotel na drevo, elektrické tepelné čerpadlo) resp. od teplotného spádu vykurovacej sústavy. Dôležitým faktorom je aj objem nádrže, resp. teplovýmenná plocha nádrže. Veľkosť akumulčnej nádrže volí projektant pri návrhu systému vykurovania a je potrebné venovať tejto časti dostatočnú pozornosť. Malá akumulčná nádrž bude síce vykazovať nižšie tepelné straty v porovnaní s veľkou nádržou, avšak nedostatočná veľkosť nádrže môže spôsobovať problémy v prevádzke vykurovacieho systému. Príkladom môže byť elektrické tepelné čerpadlo s poddimenzovanou akumulčnou nádržou, v ktorej akumulovaná energia nie je schopná pokryť energetické požiadavky vykurovacej sústavy v dobe odpojenia tepelného čerpadla od prívodu elektrickej energie zo strany dodávateľa (1-2 hodinová odstavka) kvôli energetickým špičkám v elektrických rozvodoch. V takom prípade môže dôjsť k situáciám, kedy nebude dodávaná tepelná energia do koncových prvkov vykurovania (napr. podlahové vykurovanie) alebo nebude možné ohrievať pitnú vodu v zásobníku teplej vody. Zníži sa tým komfort užívateľov takého systému. Je preto nutné nájsť optimálne riešenie veľkosti objemu akumulčnej nádrže. Posledným podsystémom je podsystém zdroja tepla, ktorého účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP sa do potreby energie systému vykurovania nezahrňuje. Pri prevádzke zdroja tepla však vznikajú tepelné straty do okolia. V prípadoch, kedy sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore budovy, tieto tepelné straty predstavujú v konečnom dôsledku tepelný zisk pre vykurovaný priestor a preto sa zohľadňujú v energetickej bilancii potreby energie systému vykurovania.

Obr. 4.48 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému vykurovania



Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystému zdroja tepla (červenou zvýraznený) sa nezohľadňuje v potrebe energie systému vykurovania. Zohľadňuje sa iba spätne navrátená energia, ktorou sú tepelné straty z povrchu zdroja tepla do okolitého priestoru. Ak sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore, zohľadní sa táto spätne navrátená energia v potrebe energie systému vykurovania.

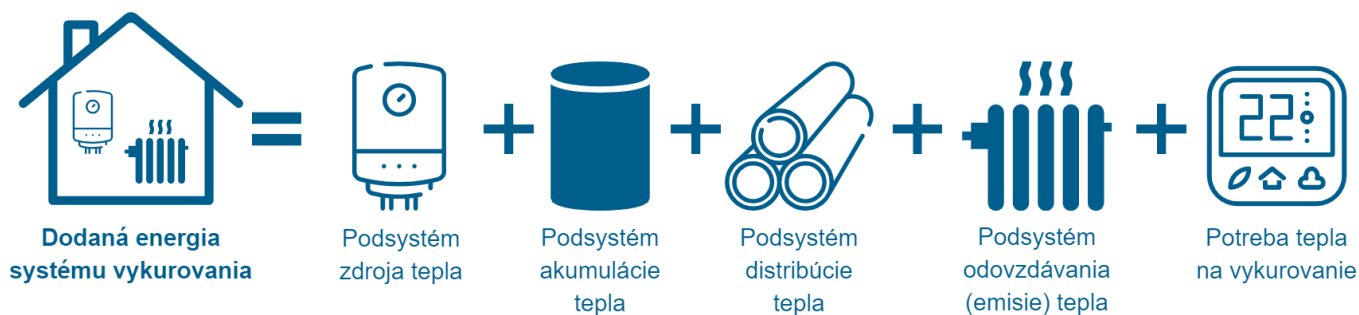
Zdroj: M. Kováč

To, že energetická účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP zdroja tepla sa nezohľadňuje v potrebe energie systému vykurovania je úplne v poriadku a vyplýva to aj z významu samotného slova „potreba“. Systém resp. jeho jednotlivé podsystémy majú určité energetické požiadavky, ktoré musia byť kryté energiou, aby na konci tohto reťazca, ktorým je vykurovací teleso alebo plocha, bol dostatok tepla pre dosiahnutie požadovanej teploty vo vykurovanej miestnosti. Hovoríme preto o potrebe energie systému, v tomto prípade systému vykurovania.

Aby použitý zdroj tepla v systéme mohol pokryť spomínané energetické požiadavky, musí spotrebovať určité množstvo energie (paliva), resp. inak povedané, musí mu byť dodaná energia (palivo). A preto sa energetická účinnosť resp.

koeficient hospodárnosti COP výroby tepla počíta až do tzv. dodanej energie systému vykurovania. V skutočnosti sa energia, v tomto prípade tepelná, nevyrába, čo vyplýva z 1. zákona o termodynamike. Jedná sa o transformáciu energie viazanej v energetickom nosiči (palivo), ktorým môže byť zemný plyn, elektrická energia alebo biomasa, na energiu tepelnú. V prípade kotla na zemný plyn sa energia zemného plynu mení na tepelnú procesom spaľovania. To sú teda rozdiely medzi potrebou energie a dodanou energiou systému vykurovania. Terminológia použitých slov je preto veľmi dôležitá.

Obr. 4.49 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému vykurovania

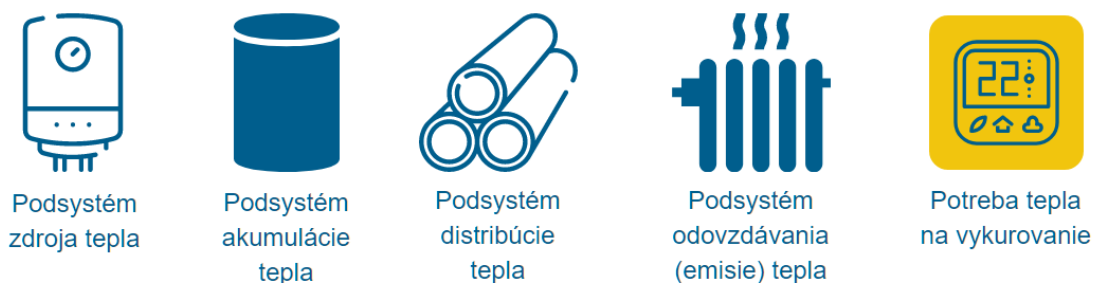


Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroja tepla sa zohľadňuje v dodanej energii systému vykurovania. Každý zdroj tepla je charakterizovaný svojou účinnosťou „výroby“ tepla, resp. transformáciou použitého energetického nosiča (palivo) na energiu tepelnú.

Zdroj: M. Kováč

4.3.1 Potreba tepla na vykurovanie

Obr. 4.50 Systém vykurovania – potreba tepla na vykurovanie



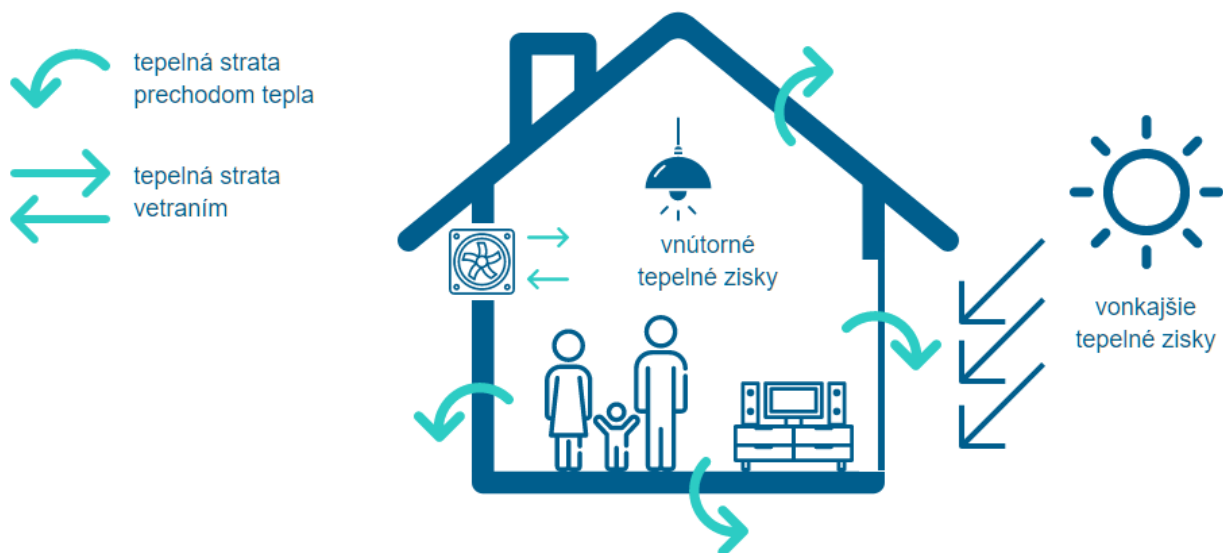
Zdroj: M. Kováč

Tok tepelnej energie je v smere od zdroja tepla k vykurovaciemu telesu alebo vykurovacej ploche. Aby bolo možné vyčísliť množstvo energie potrebnej na prevádzku vykurovacieho systému, je nutné začať od jeho koncových prvkov, resp. od energetickej náročnosti samotného vykurovaného priestoru a teda stanoviť potrebu tepla na vykurovanie. Táto predstavuje množstvo tepla potrebného na dosiahnutie a udržanie požadovanej teploty vnútorného vzduchu vo vykurovanej miestnosti resp. v budove. Výpočet v zmysle príslušnej technickej normy zohľadňuje energetické straty a energetické zisky. Energetické straty vznikajú v dôsledku teplotného rozdielu medzi vykurovaným priestorom budovy a exteriérom počas zimných mesiacov, resp. medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom v budove. Medzi tieto straty patrí tzv. tepelná strata prechodom tepla cez obvodové konštrukcie oddelujúce vykurovaný priestor od exteriéru, ale aj stavebné konštrukcie, ktoré oddelujú vykurovaný priestor od nevykurovaného priestoru v samotnej budove. V tomto prípade je miera tepelného toku priamo závislá od tepelno technických parametrov stavebnej konštrukcie, vyjadrených cez súčiniteľ prechodu tepla. Čím je jeho hodnota nižšia, tým je aj tepelný tok nižší. Aby bolo vnútorné prostredie budov vhodné pre pobyt a prácu jeho užívateľov, je potrebné zabezpečiť jeho vetranie, čím sa reguluje vnútorná vlhkosť vzduchu a koncentrácia oxidu uhličitého v budove. V tomto prípade sa však jedná o tzv. tepelnú stratu vetraním pre budovu. Najjednoduchšou formou výmeny vzduchu je prirodzené vetranie, t.j. pravidelné otváranie okien. Avšak tento spôsob vetrania počas zimných mesiacov je veľmi energeticky náročný, a nie je ani komfortný vzhľadom na skutočnosť, že pootvorením okna vstupuje do miestnosti vonkajší chladný vzduch, ktorý spôsobuje výrazné teplotné diferencie interiérového vzduchu a vyvoláva u užívateľov budovy nepohodu. Nakoniec to teda končí zanedbaním pravidelného vetrania priestorov budovy, čo vedie k vzostupu relatívnej vlhkosti vzduchu a koncentrácie oxidu uhličitého.

Riešením je teda použitie núteného vetrania s rekuperáciou, kde prívod čerstvého vzduchu do miestnosti a odvod opotrebovaného vzduchu z miestnosti zabezpečuje vzduchotechnická jednotka. Rekuperačné zariadenie integrované vo vzduchotechnickej jednotke predhrieva privádzaný čerstvý vzduch do miestnosti, pričom energiu na predohrev získava z opotrebovaného vzduchu odvádzaného z miestnosti do exteriéru. K prenosu tepla dochádza cez tzv. teplovýmenné plochy alebo dosky, z ktorých je samotný rekuperátor vyrobený. Je to efektívne riešenie, ktoré výrazne znižuje energetické straty vetraním, keďže účinnosť rekuperačných zariadení sa pohybuje od 70 % smerom nahor. Pokiaľ je to potrebné, je možné vzduchotechnickú jednotku vybaviť predohrevom resp. dohrevom privádzaného čerstvého vzduchu. Aký je v tom rozdiel? Predohrev vzduchu sa využíva na zvýšenie teploty privádzaného chladného vzduchu pred vstupom do rekuperátora, aby sa zabránilo jeho zamrznutiu. Dohrev vzduchu sa potom používa až za samotným rekuperátorom a to z dôvodu, že je požiadavka privádzať do miestnosti resp. do budovy nielen čerstvý predohriaty vzduch, ale vzduch s konkrétnou teplotou a to kvôli vyššiemu komfortu. Výhodou systému núteného vetrania s rekuperáciou je kontinuálna výmena vzduchu v čase prítomnosti osôb, pričom sa minimalizuje tepelná strata vetraním.

Súčasne je regulovaná relatívna vlhkosť a koncentrácia oxidu uhličitého v interiérovom vzduchu. Výmena vzduchu prebieha pri stanovenom objemovom prietoku vzduchu, ktorý sa môže aj meniť napr. v závislosti od počtu osôb v miestnosti resp. v budove.

Obr. 4.51 Grafická schéma výpočtu potreby tepla na vykurovanie



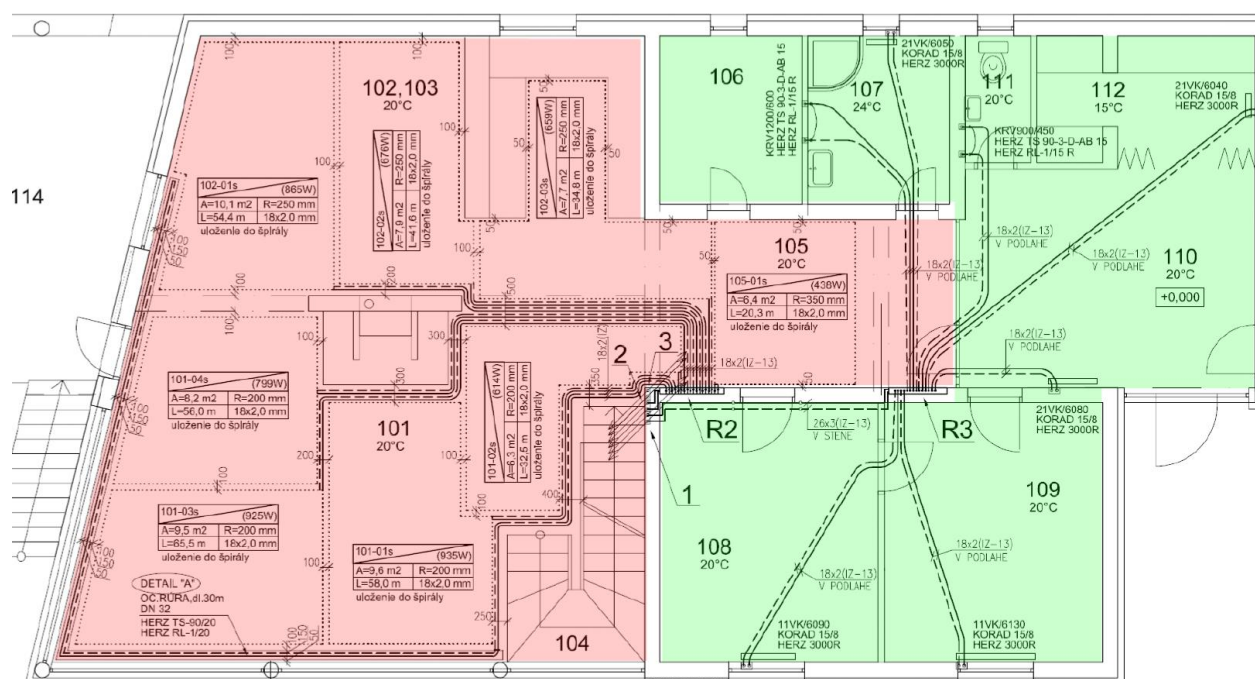
Poznámka: Obrázok znázorňuje energetické straty a energetické zisky v budove počas vykurovacej sezóny. Energetickými stratami sú v tomto prípade tepelné straty prechodom tepla cez stavebné konštrukcie, či už netransparentné alebo transparentné, ďalej tepelné straty vetraním v dôsledku nútej výmeny vzduchu prostredníctvom ventilátora. Súčasne je potrebné zohľadniť vo výpočte energetické zisky, medzi ktoré patrí jednak tepelný zisk zo slnečného žiarenia, ktoré prestupuje do interiéru budovy cez transparentné konštrukcie, a ďalej vnútorné tepelné zisky, ktorými sú samotní obyvatelia domu, osvetlenie a iné elektrické spotrebiče, ktoré pri svojej prevádzke emitujú určité množstvo tepelnej energie do okolitého priestoru.

Zdroj: M. Kováč

Všetko je to závislé od stupňa riadenia a regulácie samotnej vzduchotechnickej jednotky. Na druhej strane však treba pripomenúť, že pokiaľ chceme, aby bola vzduchotechnika účinná a to nie len z hľadiska energetického, ale aj z hľadiska zdravotného, je potrebné venovať pozornosť údržbe samotnej vzduchotechnickej jednotky. Potrebna je pravidelná výmena filtračných zariadení a prečistenie výmenníka tepla (rekuperátor). Len tak je možné prevádzkovať dobre navrhnutý systém núteného vetrania v budove. Dobrý návrh vetracieho systému spočíva nielen v zabezpečení dostatočného množstva čerstvého vzduchu, ale aj v spôsobe, akým je distribuovaný v miestnosti. Je potrebné zabezpečiť efektívne vetranie celej miestnosti a rýchlosť prúdenia vzduchu musí byť taká, aby negatívne neovplyvňovala osoby nachádzajúce sa v miestnosti. Počas prevádzky budovy v zimných mesiacoch nevznikajú len tepelné straty, ale sú prítomné aj tepelné zisky. Tieto rozdeľujeme na vonkajšie a vnútorné. Slnečné žiarenie, ktorého síce počas zimných mesiacov je výrazne menej ako je tomu v čase letných mesiacov, radíme práve medzi tzv. vonkajšie tepelné zisky. Slnečné lúče prechádzajú cez transparentné konštrukcie (okná) do miestnosti a zahrievajú jej vnútorné povrchy, v dôsledku čoho dochádza z vzostupu teploty interiérového vzduchu. Jedná sa o energetický zisk pre vykurovaný priestor, čím sa znižuje potreba tepla dodávaná z vykurovacieho telesa (plochy) do miestnosti. Okrem slnečného žiarenia sa vo výpočte zohľadňujú aj tepelné zisky od vnútorných zdrojov tepla, ktorými sú samotný užívatelia budovy, ďalej elektrické a svetelné zariadenia, ktoré pri svojej prevádzke vždy emitujú určité množstvo tepelnej energie do okolitého priestoru. Toto množstvo tepla je potrebné zohľadniť v energetickej bilancii budovy. Podrobnejšie sa problematike stanovenia potreby tepla na vykurovanie venuje kapitola 4.1 Tepelná ochrana stavebných konštrukcií a budov.

Častokrát sa stáva, že v objekte je inštalované kombinované vykurovanie (napr. podlahové a radiátorové vykurovanie), alebo časť budovy je vetraná prirodzene, pričom zvyšná časť budovy používa nútený systém vetrania s rekuperáciou, alebo sú priestory budovy vykurované na rozdielne vnútorné teploty. Tieto skutočnosti je potrebné zohľadniť vo výpočte potreby tepla na vykurovanie a to takým spôsobom, že priestor budovy sa rozdelí do tzv. zón, kde pre každú z nich budú definované rovnaké okrajové podmienky, či už sa jedná o rovnaký spôsob vykurovania, vetrania alebo vnútornú teplotu. Preto je potrebná aj komunikácia medzi osobou, ktorá spracúva výpočet potreby tepla na vykurovanie a osobou spracúvajúcou výpočet potreby energie systému vykurovania, za účelom stanovenia definitívneho počtu zón.

Obr. 4.52 Príklad rozdelenia budovy na zóny



Poznámka: Rozdelenie vykurovaného priestoru v rodinnom dome na 2 zóny z dôvodu použitého kombinovaného spôsobu vykurovania – podlahové vykurovanie a radiátorové vykurovanie.

Zdroj: M. Kováč

4.3.2 Podsystem odovzdávania (emisie) tepla

Obr. 4.53 Systém vykurovania – podsystem odovzdávania (emisie) tepla



Zdroj: M. Kováč

Do tohto podsystemu patria všetky koncové prvky vykurovacieho systému, prostredníctvom ktorých dochádza k prenosu tepla do vykurovaného priestoru. Jedná sa o vykurovacie telesá (doskový radiátor, podlahový konvektor a podobne) a vykurovacie plochy (podlahové, stenové, stropné vykurovanie). Výber koncového prvku ovplyvňuje teplotu vzduchu a teplotu vnútorných povrchov miestnosti. K prenosu tepelnej energie dochádza vedením, prúdením a sálaním, avšak pri niektorých typoch koncových prvkov prevláda prenos tepla prúdením (podlahový konvektor, doskový radiátor), alebo sálaním (podlahové, stenové a stropné vykurovanie). Teplota vzduchu a teplota okolitých povrchov ovplyvňuje výslednú tzv. operatívnu teplotu. Táto by mala byť na úrovni, ktorú stanovuje norma STN EN 12 831 pre jednotlivé typy vykurovaných miestnosti. Napríklad pre obytné miestnosti akými sú obývacia izba, spálňa alebo detská izba je požadovaná teplota 20 °C. Ak porovnáваме konvekčný systém vykurovania (napr. doskový radiátor) a sálavý systém vykurovania (napr. podlahové vykurovanie), je potrebné si uvedomiť, že pri sálavom systéme bude priemerná teplota okolitých povrchov (steny, stropy) vyššia ako v prípade použitia konvekčného vykurovania. A naopak teplota vzduchu pri použití sálavého systému vykurovania môže byť reálne nižšia ako v prípade konvekčného vykurovania. Toto porovnanie vychádza z faktu, že výsledná operatívna teplota je 20 °C v prípade sálavého vykurovania aj v prípade konvekčného vykurovania. Spomínané rozdiely v teplotách vzduchu alebo vnútorných povrchoch v kombinácii s výškou miestnosti a veľkosťou okenných konštrukcií majú vplyv na stratifikáciu vzduchu, t.j. teplotný gradient alebo inými slovami rozloženie teploty vzduchu po výške miestnosti. Ak sa vrátíme k porovnaniu konvekčného a sálavého vykurovania, tak väčší teplotný rozdiel po výške miestnosti bude práve pri použití konvekčného systému vykurovania – teplejšie bude pod stropom. Tieto skutočnosti, ktoré vyplývajú z prírodných zákonitostí však majú dopad na energetickú náročnosť vykurovacieho systému. Aby bolo možné udržiavať operatívnu teplotu 20 °C v miestnosti pri použití konvekčného vykurovania, je potrebné zvýšiť teplotu vzduchu nad 20 °C, pretože priemerná teplota okolitých povrchov bude prevažne nižšia ako 20 °C. Čím väčšie presklené plochy, tým táto hodnota pôjde nižšie. To má však za následok zvýšenú potrebu energie. Podobne je to aj s teplotným gradientom. Ak si predstavíme radiátorové vykurovanie, kde teplota vzduchu nad podlahovou je výrazne nižšia ako teplota pod stropom v dôsledku cirkulácie vzduchu, tak potom sme opäť nútený reálne zvýšiť teplotu vzduchu na termostate, aby bol dosiahnutý komfort pre užívateľov miestnosti v tzv. pobytovej zóne (cca. do výšky 1,8-2,0 m). Zvýšenie teploty znamená navýšenie potreby energie. Samozrejme aj pri podlahovom vykurovaní máme teplotný gradient, avšak s menšou diferenciou a preto v tomto prípade bude navýšenie potreby energie menšie v porovnaní s konvekčným systémom vykurovania.

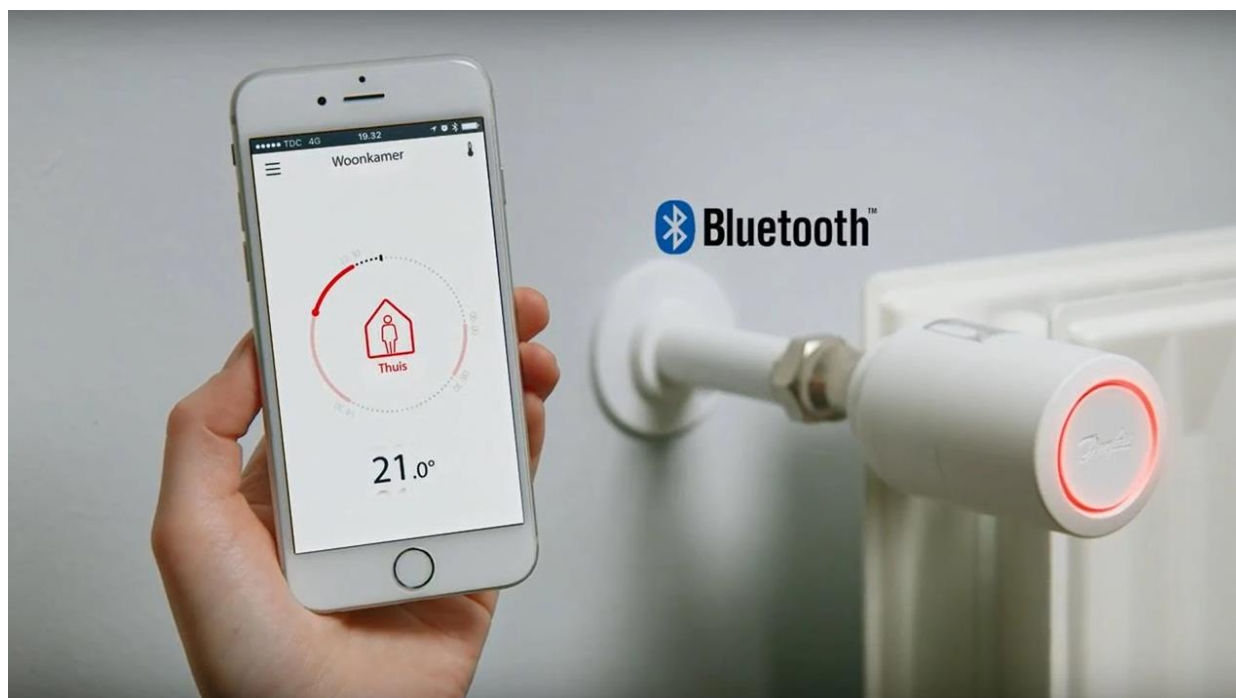
Obr. 4.54 Teplotná stratifikácia vzduchu



Poznámka: Na obrázku sú porovnávané 4 spôsoby vykurovania z hľadiska výsledného teplotného profilu vzduchu po výške miestnosti. Aby bol dosiahnutý komfort pre užívateľa priestoru je potrebné zabezpečiť, aby teplotný rozdiel vzduchu medzi úrovňou členkov a úrovňou hlavy nebol väčší ako 3-4 K. Z tohto hľadiska je najnepriaznivejšie teplovzdušné vykurovanie, ktoré vytvára silné prúdenie vzduchu v miestnosti s výraznou teplotnou diferenciou medzi spomínanými úrovňami. Podobne, ale v menšom rozsahu je na tom aj radiátorové vykurovanie. Ideálnemu priebehu teploty vzduchu po výške pobytovej zóny človeka sa najviac približuje podlahové vykurovanie. Jeho dobrou alternatívou by mohlo byť stropné vykurovanie, ktoré by sa súčasne dalo efektívne využiť ako stropné chladenie miestnosti. Pri stropnom vykurovaní je však potrebné dávať veľký pozor na celkový sálavý tepelný tok (zimné obdobie) a to kvôli osáleniu povrchu hlavy človeka, čo by mohlo mať za následok jeho diskomfort.

Zdroj: https://www.effidur.de/en_238_floor_systems.html?oncekeys=id%7Ccode%7Ctemplate

Ďalším faktorom, ktorý ovplyvňuje energetickú náročnosť podsystemu odovzdávania tepla je použitý spôsob regulácie teploty. Ak by sme porovnali radiátorové vykurovanie v rodinnom dome s centrálnym termostatom a to isté vykurovanie v dome, kde by každé vykurovacie teleso bolo osadené termostatickou hlavicou, tak je zrejmé, že vyššia energetická náročnosť bude v prípade systému s centrálnym termostatom. Prečo? Centrálny termostat je umiestnený v referenčnej miestnosti a ovláda prevádzku zdroja tepla (napr. kotol). Vykurovacie telesá nemajú termostatické hlavice, a tak nevedia efektívne reagovať na zvyšujúce sa tepelné zisky v miestnostiach napr. od slnečného žiarenia alebo od prítomnosti osôb a tak naďalej dodávajú vykurovacie telesá teplo do miestností. Riešenie užívateľov takýchto priestorov? Jednoduché, otvorením okna regulujú teplotu v miestnostiach. Príklad neefektívneho nakladenia s teplom. Stačí pritom málo a to inštalovať termostatické hlavice na všetky vykurovacie telesá a pomocou nich regulovať dodávku tepla do miestnosti. Samozrejme v dnešnej dobe sú na trhu k dispozícii rôzne typy termostatických hlavíc alebo iných regulátorov (nástenné termostaty) a to nielen z hľadiska ich dizajnu, ale aj z hľadiska možností nastavenia programov vykurovania (napr. denný/nočný režim), alebo z hľadiska snímania a vyhodnocovania teploty vzduchu v miestnosti (mechanické alebo elektronické termostaty). Niektoré z nich majú v sebe integrované aj prvky inteligencie (predikcia príchodu obyvateľov do domu znamená, že termostaty v dostatočnom časovom predstihu prepnú režim vykurovania z útlmu do komfortného vykurovania a zvýšia teplotu interiéru na požadovanú hodnotu, ktorá vyhovuje obyvateľom domu).



Poznámka: Príklad inteligentnej termostatickej hlavice, ktorú možno nastavovať a ovládať pomocou mobilného telefónu. Aplikácia v telefóne umožňuje nastaviť denný a nočný režim vykurovania s požadovanou teplotou v miestnosti, ďalej nastaviť napr. útlmový režim v čase dlhodobejšej neprítomnosti obyvateľov domu (dovolenka).

Zdroj: www.danfoss.com

Pre orientačné stanovenie energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla sa použije výpočtový vzťah 4.35, ktorý uvádza energiu za rok, resp. za vykurovacie obdobie, keďže vstupná hodnota, ktorou je potreba tepla na vykurovanie je taktiež vyjadrená ako ročná hodnota. V prípade, že by sa výpočet robil napr. po mesiacoch, tak na charaktere vzorca sa nič nemení. Rozdiel by bol iba v tom, že potreba tepla na vykurovanie by bola vyjadrená samostatne pre každý mesiac vykurovacieho obdobia a teda aj výsledné energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla by bolo vypočítané pre každý mesiac samostatne.

$$Q_{H,em,ls} = \frac{K_{H,em,ls}}{100} \cdot Q_{H,nd} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.35)$$

kde:




$Q_{H,em,ls}$ energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla [kWh/rok],

$K_{H,em,ls}$ koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla, podľa Tab. 4.22 [%],

$Q_{H,nd}$ potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok].

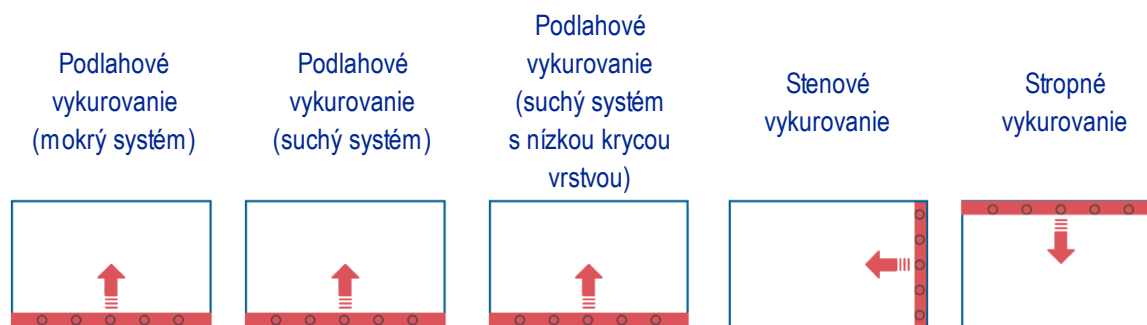
Koeficienty energetických strát pre systémy vykurovania v miestnostiach s výškou do 4,0 m, s vykurovacími telesami resp. s podlahovým, stenovým alebo stropným vykurovaním uvádzajú nasledujúce tabuľky 4.22 a 4.23. V prípade použitia systému vykurovania s inými prevádzkovými podmienkami ako uvádzajú tieto tabuľky, je potrebné energetické straty podsystemu emisie tepla dopočítať podrobne a to na základe výpočtových postupov, ktoré uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015.

Tab. 4.22 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre vykurovacie telesá

	Vykurovacie teleso pod oknom (bez zníženej emisivity proti tepelnému sálaniu)	Vykurovacie teleso pod oknom (so zníženou emisivitou proti tepelnému sálaniu)	Vykurovacie teleso pri stene	
				
Regulácia:	Zdroj tepla - teplota vykurovacej vody			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	32%	30%	26%
	55/45°C	31%	29%	25%
Regulácia:	Centrálny termostat			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	24%	22%	18%
	55/45°C	23%	21%	17%
Regulácia:	Termostatická hlavica (P-regulátor)			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	19%	17%	13%
	55/45°C	18%	16%	12%
Regulácia:	Termostatická hlavica (PI-regulátor)			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	15%	13%	9%
	55/45°C	14%	12%	8%
Poznámka:	Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pri použití vykurovacích telies, ktoré sú umiestnené pri obvodovej stene. Hodnoty sú vzťahované k teplotným spádom, ktoré sa bežne využívajú pri projektovaní a prevádzkovaní vykurovacích systémov. Vykurovacia sústava je hydraulicky vyregulovaná. V prípade, že by nebola, tak je potrebné uvedené hodnoty navýšiť o 3-4 %.			
Zdroj:	STN EN 15316-2-1, M. Kováč			

Pri použití niektorých typov vykurovacích telies ako sú napr. podlahové konvektory s ventilátorom je potrebné v rámci podsystemu odovzdávania (emisie) tepla vypočítať tzv. prídavnú energiu. Jedná sa o elektrickú energiu potrebnú na prevádzku zariadenia (napr. pohon ventilátora a podobne). Podrobný výpočet tejto energie uvádza spomínaná publikácia (*Energetická hospodárnosť budov, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*) a z toho dôvodu sa nebudeme tejto časti viac venovať.

Tab. 4.23 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre sálavé systémy vykurovania



Regulácia: **Zdroj tepla - teplota vykurovacej vody**

Koeficient energetických strát				
28%	26%	25%	32%	35%

Regulácia: **Centrálny termostat - pre celý systém**

Koeficient energetických strát				
18%	16%	15%	22%	25%

Regulácia: **Termostat v miestnosti (P-regulátor)**

Koeficient energetických strát				
13%	11%	10%	17%	20%

Regulácia: **Termostat v miestnosti (PI-regulátor)**

Koeficient energetických strát				
11%	9%	8%	15%	18%

Poznámka: Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pri použití sálavých systémov vykurovania. Vykurovacia sústava je hydraulicky vyregulovaná. V prípade, že by nebola, tak je potrebné uvedené hodnoty navýšiť o 3-4 %.

Zdroj: STN EN 15316-2-1, M. Kováč

4.3.3 Podsystem distribúcie tepla

Obr. 4.56 Systém vykurovania – podsystem distribúcie tepla



Zdroj: M. Kováč

Podsystem distribúcie tepla predstavuje časť vykurovacieho systému, ktorý tvoria potrubné rozvody medzi zdrojom tepla a koncovými prvkami vykurovania resp. medzi akumuláčnou nádržou vykurovania a koncovými prvkami vykurovacieho systému. Potrubnými rozvodmi prúdi vykurovacia voda o rôznej teplote. Keďže jej teplota je však vyššia ako teplota okolitého prostredia, vzniká tepelný tok medzi dvoma prostrediami, ktoré od seba oddeľuje stena potrubia. Miera tepelného toku je priamo závislá od teplotného rozdielu vody v potrubí a okolitým prostredím, ďalej od tepelno technických vlastností samotného potrubia resp. tepelnej izolácie na potrubí, potom od veľkosti potrubia (priemer a dĺžka) a nakoniec od časového intervalu, kedy vykurovacia voda kontinuálne cirkuluje v potrubnej sieti vykurovacieho systému. Vo všeobecnosti môžu byť potrubné rozvody vykurovacieho systému vedené vykurovanými resp. nevykurovanými priestormi budovy alebo mimo samotnej budovy. Je potrebné si uvedomiť, že pokiaľ dochádza k tepelnému toku z potrubných rozvodov, ktoré sú vedené v rámci vykurovanej časti budovy, predstavuje tento tepelný tok v konečnom dôsledku tzv. tepelný zisk pre vykurovaný priestor. Ak sa však jedná o potrubné rozvody vedené mimo vykurované priestory budovy, potom predstavuje tepelný tok z potrubia tepelnú stratu pre vykurovací systém. Tieto straty potom zhoršujú celkovú energetickú efektívnosť vykurovacieho systému. Vyhnúť sa existencii tepelných strát nie je úplne možné, až na niektoré výnimky ako vykurovanie krbom alebo pomocou priamo výhrevných elektrických konvektorov, zavesených na stene a podobne. Snahou a v podstate aj úlohou projektanta vykurovania je navrhnuť takú potrubnú sieť, ktorá bude vykazovať minimálne tepelné straty. Ako to dosiahnuť? Faktory ovplyvňujúce mieru tepelného toku sú známe a preto je nutné venovať zvýšenú pozornosť návrhu potrubnej trasy, čo sa týka dĺžky a miesta vedenia trasy. Súčasne je potrebné do projektu uviesť a pri realizácii stavby aj dodržať predpísaný typ a rozmer (hrúbka) tepelnej izolácie na potrubiach vykurovacieho systému. Projektovanie v dnešnej dobe je o detailoch. Súčasné budovy spotrebúvajú výrazne menšie množstvo energie ako tomu bolo v minulosti. Dnes už nestačí len navrhnuť vykurovacie telesá a zdroj tepla, ale je potreba venovať pozornosť aj takým častiam vykurovacej sústavy akou sú potrubné rozvody. Orientačne stanoviť mieru tepelných strát z rozvod vykurovania je náročné. Pokiaľ sa uvažuje s klasickou teplovodnou vykurovacou sústavou, či už s vykurovacími telesami alebo s niektorým z troch spôsobov sálavého vykurovania, je možné povedať, že čím je budova väčšia, tým je podiel skutočných tepelných strát z rozvodov menší. Podobne je možné tvrdiť, že tepelné straty z potrubnej siete sú menšie v prípade výškových budov s menšou pôdorysnou plochou, ako v prípade budov tzv. doskového typu, kde je rozsiahli pôdorys objektu a malý počet podlaží. Orientačné hodnoty tepelných strát z potrubia pre rodinné resp. bytové domy uvádza nasledujúca tabuľka (Tab. 4.24) Úlohou podsystemu distribúcie tepla je teda stanoviť energetické (tepelné) straty z potrubných rozvodov vykurovacej sústavy, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:



$$Q_{H,dis,ls} = \frac{K_{H,dis,ls}}{100} \cdot (Q_{H,nd} + Q_{H,em,ls}) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.36)$$

kde:

- $Q_{H,dis,ls}$ energetické straty podsystemu distribúcie tepla [kWh/rok],
 $K_{H,dis,ls}$ koeficient energetických strát podsystemu distribúcie tepla, podľa Tab. 4.24 [%],
 $Q_{H,nd}$ potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok],
 $Q_{H,em,ls}$ energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla [kWh/rok].

Podrobný výpočet tepelných strát z potrubných rozvodov uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., *Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*

Tab. 4.24 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie tepla

	Potrubné rozvody bez/s nedostatočnou tepelnou izoláciou	Potrubné rozvody s dostatočnou tepelnou izoláciou
		
Budova:	Rodinný dom	
	Koeficient energetických strát	
	-	4%
Budova:	Bytový dom	
	Koeficient energetických strát	
	8%	5%

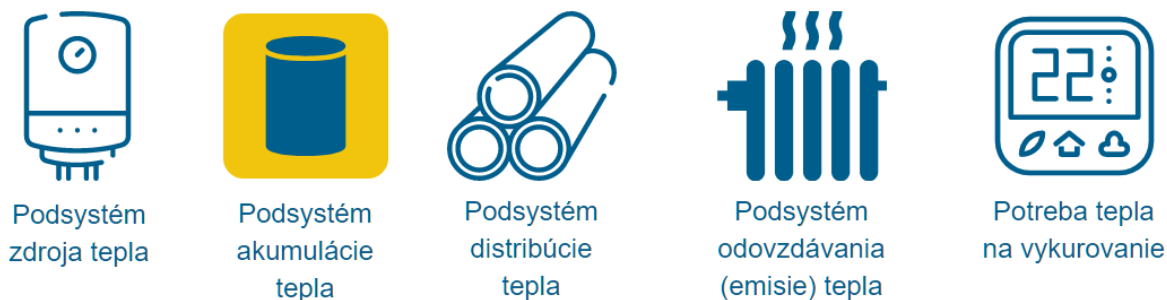
Poznámka: Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu distribúcie tepla pre potrubia bez resp. s nedostatočnou tepelnou izoláciou a potrubia, ktoré sú tepelne izolované podľa príslušných noriem. Hodnoty sú orientačné a veľmi závisia od veľkosti budovy, od jej potreby tepla na vykurovanie, od dĺžky potrubných rozvodov a miesta ich vedenia, od teploty vykurovacej vody v potrubí a od teploty okolia.

Zdroj: M. Kováč - a základe údajov z vypracovaných energetických certifikátov.

Obeh vykurovacej vody v potrubniach systému vykurovania zabezpečuje obehové čerpadlo, ktoré na svoju prevádzku potrebuje určité množstvo elektrickej energie. Okrem výpočtu tepelných strát z potrubných rozvodov sa v rámci podsystemu distribúcie tepla počíta aj tzv. prídavná energia, t.j. elektrická energia pre obehové čerpadlo. Podrobný výpočet tejto energie uvádza spomínaná publikácia (*Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., *Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*) a z toho dôvodu sa nebudeme tejto časti viac venovať.

4.3.4 Podsystem akumulácie tepla

Obr. 4.57 Systém vykurovania – podsystem akumulácie tepla



Zdroj: M. Kováč

V prípade použitia zdrojov tepla, akými sú kotol na drevo, na peletky, alebo elektrické tepelné čerpadlo, je súčasťou vykurovacieho systému akumulčná nádrž. Táto je zaradená medzi samotný zdroj tepla a distribučnú sústavu. V prípade elektrického tepelného čerpadla je úlohou akumulčnej nádrže uchovávať dostatočné množstvo tepla, potrebného na pokrytie energetickej potreby systému vykurovania v čase odpojenia samotného tepelného čerpadla od elektrickej siete. K odpájaniu od siete dochádza prostredníctvom HDO (hromadné diaľkové ovládanie) zo strany dodávateľa elektrickej energie a to kvôli regulácii napätia v distribučnej sieti (špičkové odbery a podobne). Význam inštalácie akumulčnej nádrže pri použití kotlov na kusové drevo alebo peletky je ten, aby bol zdroj prevádzkovaný pri konštantných podmienkach, aby dosahoval maximálnu účinnosť výroby tepla, aby bola maximalizovaná efektívnosť procesu spaľovania a podobne. Dobre navrhnutá veľkosť akumulčnej nádrže zabezpečuje efektívnu prevádzku takýchto vykurovacích systémov. Keďže nádrž akumuluje v sebe vykurovaciu vodu, ktorej teplota je vyššia ako teplota okolia, je potrebné počítať s tepelnými stratami do okolia. Miera tepelného toku je podobne ako v prípade tepelných strát z potrubných rozvodov závislá od tepelno technických vlastností nádrže, resp. od typu a hrúbky tepelnej izolácie, ďalej od veľkosti teplo výmennej plochy a od teplotného rozdielu medzi teplotou vody v nádrži a okolitým vzduchom. Akumulčná nádrž je súčasťou kotolne, ktorá nie je vykurovaná a preto je potrebné vypočítať energetické straty podsystemu akumulácie tepla. Ak by sa však akumulčná nádrž nachádzala v rámci vykurovaného priestoru (netradičné riešenie dispozície a architektúry budovy), potom tieto tepelné straty z nádrže predstavujú v konečnom dôsledku pre vykurovaný priestor tepelný zisk a z toho dôvodu nie je potrebné ich vôbec počítať. Úlohou podsystemu akumulácie tepla je teda stanoviť energetické (tepelné) straty z akumulčnej nádrže, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:


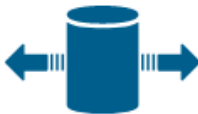
$$Q_{H,st,ls} = \frac{(\theta_{H,st,avg} - \theta_i)}{45} \cdot (Q_{H,st,sby} \cdot 212) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.37)$$

kde:

- $Q_{H,st,ls}$ energetické straty podsystemu akumulácie tepla [kWh/rok],
- $\theta_{H,st,avg}$ stredná teplota vykurovacej vody, napr. 45°C pri T.S. 50/40°C [°C],
- θ_i teplota v kotolni [°C],
- $Q_{H,st,sby}$ normalizovaná tepelná strata akumulčnej nádrže, podľa Tab. 4.25 [kWh/deň].

Podrobný výpočet tepelných strát z akumulčnej nádrže uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., *Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*.

Tab. 4.25 Normalizovaná tepelná strata akumuláčnej nádrže

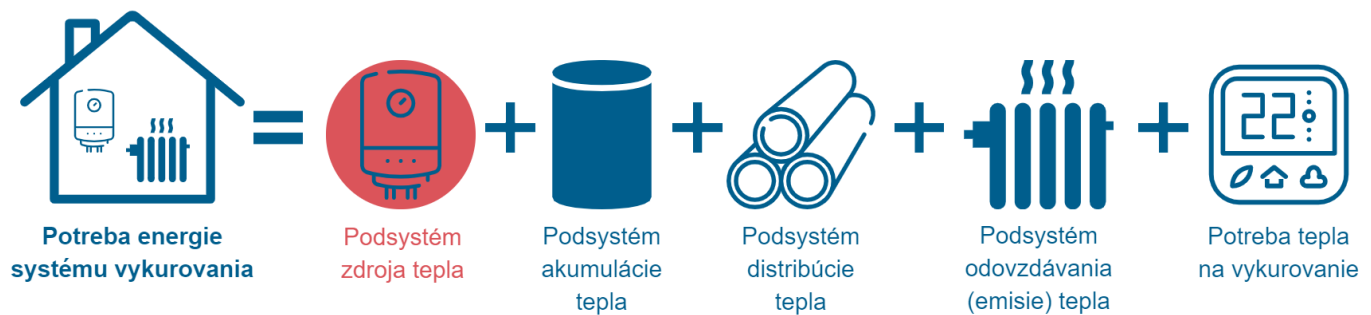
Objem akumuláčnej nádrže [l]	Normalizovaná tepelná strata akumuláčnej nádrže [kWh/deň]
	
30	0,8
50	0,9
80	1,1
100	1,3
120	1,4
150	1,6
200	2,1
300	2,6
400	3,1
500	3,5
600	3,8
700	4,1
800	4,3
900	4,5
1000	4,7
1200	4,8
1300	5,0
1500	5,1
2000	5,2

Poznámka: Tabuľka uvádza normalizovanú tepelnú stratu akumuláčnej nádrže za 24 hodín v závislosti od objemu nádrže. Pre výpočet energetických strát podsystemu akumulácie tepla je možné použiť aj údaje výrobcu akumuláčnej nádrže, ktoré sú uvedené v technickom liste.

Zdroj: STN EN 15316-4-2.

4.3.5 Potreba energie systému vykurovania

Obr. 4.58 Potreba energie systému vykurovania



Zdroj: M. Kováč

Výpočet potreby energie systému vykurovania zohľadňuje energetické straty (požiadavky) jednotlivých podsystemov okrem podsystemu zdroja tepla. Ten sa zohľadňuje až pri výpočte dodanej energie systému vykurovania. Potreba energie vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí zdroj tepla vyprodukovať na výstupnej strane, aby bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému vykurovania, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. Je potrebné si uvedomiť, že pri výpočte potreby energie systému vykurovania sa zohľadňujú aj energetické zisky z iných systémov budovy a to konkrétne zo systému prípravy teplej vody. Ak sú potrubné rozvody teplej vody (vrátane cirkulačného potrubia) vedené vykurovanými priestormi budovy a ak sa aj zásobník teplej vody nachádza vo vykurovanej časti objektu, tak potom ich energetické (tepelné) straty v zimnom období, predstavujú pre systém vykurovania tepelný zisk, ktorý tak redukuje potrebu energie systému vykurovania. Systém prípravy teplej vody sa používa celoročne a teda jeho energetické požiadavky sa vzťahujú na celý rok. Avšak energetický zisk z tohto systému pre systém vykurovania možno počítať iba z mesiacov vykurovacieho obdobia (október - apríl). V prípade, že súčasťou systému vykurovania je obnoviteľný zdroj energie, je potrebné jeho energetický zisk taktiež započítať do potreby energie systému vykurovania. Príkladom môžu byť teplovodné solárne kolektory, ktoré sa využívajú nielen na prípravu teplej vody, ale aj ako podpora systému vykurovania najmä v prechodných obdobiach, resp. na začiatku a konci vykurovacej sezóny. Dostupnosť slnečného žiarenia je síce v tomto období dosť malá v porovnaní s dostupnosťou v letných mesiacoch, ale na druhej strane dnešné budovy potrebujú veľmi malé množstvo energie. Pokiaľ sú efektívne navrhnuté akumulčné nádrže pre solárne kolektory, je možné veľkú časť tepla zo slnečných lúčov uskladniť v čase slnečných dní prechodného obdobia a následne neskôr využiť na temperovanie/vykurovanie miestností začiatkom a možno aj koncom zimného obdobia. Pre orientačný výpočet potreby energie systému vykurovanie je možné použiť nasledujúci vzťah:

$$POTEN_H = Q_{H,nd} + Q_{H,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,st,ls} - Q_{W,gain} - Q_{H,RES} \quad [kWh/rok] \quad (4.38)$$

kde:

$POTEN_H$	potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],
$Q_{H,nd}$	potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok],
$Q_{H,em,ls}$	energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla [kWh/rok],
$Q_{H,dis,ls}$	energetické straty podsystemu distribúcie tepla [kWh/rok],
$Q_{H,st,ls}$	energetické straty podsystemu akumulácie tepla [kWh/rok],
$Q_{W,gain}$	energetický zisk zo systému prípravy teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],
$Q_{H,RES}$	energetický zisk z obnoviteľného zdroja energie – napr. solárne kolektory [kWh/rok].

Pričom energetický zisk zo systému prípravy teplej vody pre systém vykurovania tvoria tepelné straty z potrubných rozvodov teplej vody vedených v rámci vykurovanej časti budovy a taktiež tepelné straty zo zásobníka teplej vody v prípadoch, kedy sa tento nachádza v rámci vykurovaného priestoru.


$$Q_{W,gain} = Q_{W,dis,gain} + Q_{W,st,gain} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.39)$$

kde:

- $Q_{W,gain}$ energetický zisk zo systému prípravy teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],
 $Q_{W,dis,gain}$ energetický zisk z podsystemu distribúcie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],
 $Q_{W,st,gain}$ energetický zisk z podsystemu akumulácie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok].

Výsledná hodnota potreby energie systému vykurovania sa následne prepočíta na 1 m² podlahovej plochy. Vypočítaný údaj sa porovná so škálou energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie Tab. 4.26 a teda sa určí výsledná energetická trieda systému vykurovania.

Tab. 4.26 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 43	44 - 86	87 - 129	130 - 172	173 - 215	216 - 258	> 258
	Bytové domy	≤ 27	28 - 53	54 - 80	81 - 106	107 - 133	134 - 159	> 159

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m². a)

4.3.6 Podsystem zdroj tepla

Obr. 4.59 Systém vykurovania – podsystem zdroja tepla



Podsystem
zdroja tepla



Podsystem
akumulácie
tepla



Podsystem
distribúcie
tepla



Podsystem
odovzdávania
(emisie) tepla



Potreba tepla
na vykurovanie

Zdroj: M. Kováč



Produkcia tepelnej energie prebieha v samotnom zdroji tepla, kde dochádza k transformácii energie viazanej v energetickom nosiči (zemný plyn, elektrická energia, drevo, peletky a podobne) na teplo. V prípade zdrojov tepla, akými sú kotle, ktoré spaľujú plynné alebo tuhé palivá, či už sa jedná o zemný plyn alebo biomasu, hovoríme o tzv. účinnosti zdroja tepla. Účinnosť zariadenia sa počas prevádzky pohybuje pod hodnotou 100 %. Znamená to, že v podsysteme zdroja tepla vznikajú energetické straty pri transformácii vstupného paliva a je teda potrebné množstvo energie na vstupe do zdroja tepla navýšiť, aby bolo možné pokryť energetické požiadavky ostatných podsystemov systému vykurovania, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. V prípade kotlov na zemný plyn môže byť účinnosť vyššia ako 100 % a v takom prípade sa používa miesto slova účinnosť už termín stupeň využitia. Je s ním možné počítať pre systémy vykurovania s nízkym teplotným spádom pod 50 °C, kedy je možné využiť kondenzačné teplo v spalinách. Jedná sa o teplo, ktoré je viazané v podobe vodnej pary v spalinách odchádzajúcich do komína. Kondenzáciou týchto pár sa získava dodatočná energia, pričom sa znižuje teplota spalin na výstupe z kotla do komína. Využitie tejto viazanej energie zvyšuje energetickú hospodárnosť samotného zdroja tepla a teda aj systému vykurovania ako celku. Pokiaľ však prechádza kotol do prípravy teplej vody, kde je nútený pracovať s vyššou teplotou vykurovacej vody, ide jeho účinnosť smerom dole a dostáva na hranicu, resp. pod hranicu 100 %. Zaujímavú skupinu tvoria elektrické tepelné čerpadlá, ktoré vďaka kompresorovému procesu dosahujú hodnoty koeficientu hospodárnosti tzv. COP vyššie ako 100 %. Ich výhodou je nízka spotreba elektrickej energie, čiže množstvo dodanej energie do tepelného čerpadla je nižšie ako množstvo energie v podobe tepla na výstupe z tepelného čerpadla. Je to dané vlastnosťami chladiva v kompresorovom okruhu, ktoré sa dokáže odparovať aj pri nízkych teplotách. Energiu k tomu využíva tepelné čerpadlo napr. z okolitého vzduchu, alebo zo studňovej vody alebo využíva energetický potenciál zo zeme (pôda, vrty). V podstate elektrická energia je potrebná iba na chod kompresora, a samozrejme ďalšej regulačnej a riadiacej techniky. Úlohou podsystemu zdroja tepla je teda stanoviť energetické straty, ktoré vznikajú prevádzkou zdroja tepla, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{H,gn} = POTEN_H \cdot \frac{100 - f_{gn}}{f_{gn}} \quad [kWh/rok] \quad (4.40)$$

kde:

$Q_{H,gn}$ energetické straty podsystemu zdroja tepla v systéme vykurovania [kWh/rok],
 $POTEN_H$ potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],
 f_{gn} faktor využitia energie, podľa Tab. 4.27 [%].

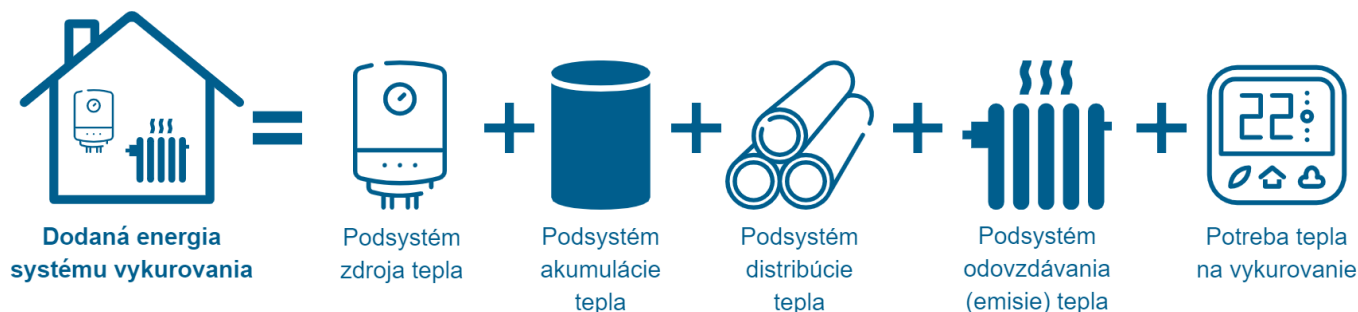
Tab. 4.27 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor využitia energie
		f_{gn}
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	83-89%
	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízko teplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	140%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízko teplotné vykurovanie	150%
Drevené peletky	Kotol na biomasu	86%
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	78%
Kusové drevo	Kotol na biomasu	70%
	Kotol na biomasu so splyňovaním	83%
Elektrina	Elektrické vykurovanie	99%
	Elektrický ohrev pitnej vody	99%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	260%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízko teplotné vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízko teplotné vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízko teplotné vykurovanie	390%
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	400%
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízko teplotné vykurovanie	440%	
LPG	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízko teplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
Lahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	82%
	Štandardný kotol - nový	85%
	Nízko teplotný kotol - starý	87%
	Nízko teplotný kotol - nový	91%

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

4.3.7 Dodaná energia systému vykurovania

Obr. 4.60 Dodaná energia systému vykurovania



Zdroj: M. Kováč

Pri výpočte dodanej energie systému vykurovania sa zohľadňujú energetické požiadavky (straty) všetkých podsystemov systému vykurovania, a teda aj podsystem zdroj tepla. Dodaná energia vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí byť do zdroja tepla dodané na vstupe, aby zdroj tepla bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému vykurovania, ktoré nasledujú za ním. Hodnota dodanej energie sa použije na výpočet primárnej energie, ktorá sa stanoví na základe konverzných faktorov primárnej energie pre jednotlivé energetické nosiče a v závislosti od použitého zdroja tepla. Pre výpočet dodanej energie systému vykurovania sa použije nasledujúci vzťah:

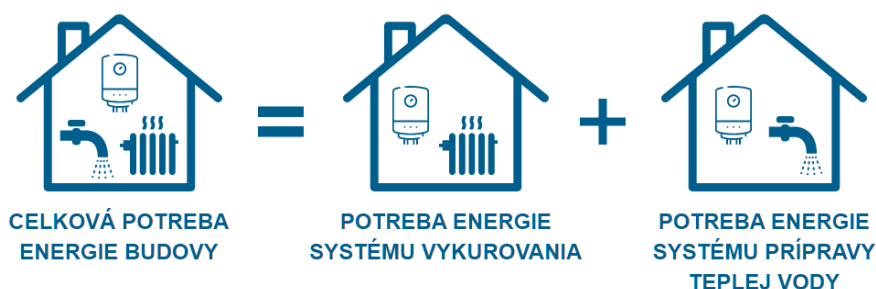
$$DODEN_H = POTEN_H + Q_{H,gn} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.41)$$

kde:

$DODEN_H$ dodaná energia systému vykurovania [kWh/rok],
 $POTEN_H$ potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],
 $Q_{H,gn}$ energetické straty podsystemu zdroj tepla [kWh/rok].

4.4 Celková potreba energie budovy

Obr. 4.61 Celková potreba energie budovy



Zdroj: M. Kováč

V prípade rodinných a bytových domov sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti dve miesta spotreby energie, ktorými sú systém prípravy teplej vody a systém vykurovania. Pre každý z týchto dvoch systémov sa určuje tzv. potreba energie systému, ktorej odpovedá príslušná energetická trieda v rozsahu A – G. Súčet potreby energie systému prípravy teplej vody a systému vykurovania predstavuje tzv. celkovú potrebu energie budovy. Táto číselná hodnota následne prepočítaná na 1 m² podlahovej plochy budovy sa porovnáva so škálou energetických tried celkovej potreby energie budovy. Na základe toho sa budova zatriedi do príslušnej energetickej triedy v rozsahu A – G. Pre stanovenie celkovej potreby energie budovy sa použije nasledujúci vzťah:

$$CEL\text{POTEN}_B = POTEN_H + POTEN_W \text{ [kWh/rok]} \quad (4.42)$$


kde:

$CEL\text{POTEN}_B$ celková potreba energie budovy [kWh/rok],

$POTEN_H$ potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],

$POTEN_W$ potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok].

Tab. 4.28 Škála energetických tried celkovej potreby energie budovy

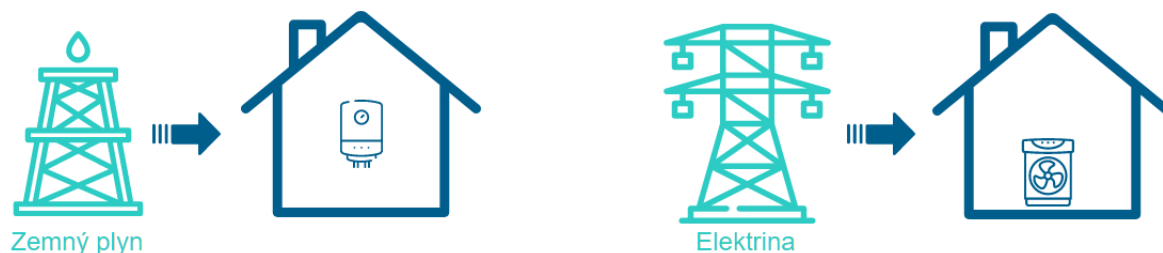
Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 55	56 - 110	111 - 165	166 - 220	221 - 275	276 - 330	> 330
	Bytové domy	≤ 40	41 - 79	80 - 119	120 - 158	159 - 198	199 - 237	> 237

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m². a)

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

4.5 Primárna energia

Obr. 4.62 Primárna energia v závislosti od energetického nosiča



Zdroj: M. Kováč

Primárna energia resp. jej hodnota je globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy. Pri jej stanovení sa vychádza z dodanej energie jednotlivým systémom, ktoré sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti a certifikácie. V prípade rodinných a bytových domov sa teda jedná o systém prípravy teplej vody a systém vykurovania. Dodaná energia sa prepočíta na primárnu energiu použitím prepočítavacích faktorov primárnej energie, ktoré sú závislé od druhu použitého energetického nosiča (paliva). V situácii, kde napr. systém prípravy teplej vody využíva pre ohrev vody elektrickú energiu a pre vykurovanie objektu je použitá biomasa (peletky), sa použijú rozdielne hodnoty prepočítavacích faktorov primárnej energie pre jednotlivé systémy. Pre stanovenie primárnej energie sa použije nasledujúci vzťah:

$$PRIMEN = f_{PRIMEN} \cdot DODEN_W + f_{PRIMEN} \cdot DODEN_H \quad [kWh/rok] \quad (4.43)$$

kde:

$PRIMEN$ primárna energia [kWh/rok],

f_{PRIMEN} faktor primárnej energie v závislosti od energetického nosiča, podľa Tab. 4.30 [-],

$DODEN_W$ dodaná energia systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$DODEN_H$ dodaná energia systému vykurovania [kWh/rok].

Výsledná hodnota primárnej energie sa následne prepočíta na 1 m² podlahovej plochy. Vypočítaný údaj sa porovná so škálou energetických tried pre primárnu energiu Tab. 4.29 a teda sa určí výsledná energetická trieda budovy.

Tab. 4.29 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia



Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy							
		A0	A1	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 54	55 - 108	109 - 216	217 - 324	325 - 432	433 - 540	541 - 648	> 648
	Bytové domy	≤ 32	33 - 63	64 - 126	127 - 189	190 - 252	253 - 315	316 - 378	> 378

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m² · a). Budova, ktorá spĺňa požiadavku na globálny ukazovateľ energetickej triedy A0 sa v prípade, že je energia odvádzaná alebo uskladňovaná, zatrieďuje do podtriedy A0+.

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

Od 1. januára 2021 je potrebné všetky nové budovy navrhovať, projektovať a realizovať ako budovy s takmer nulovou potrebou energie. V tomto štandarde bude potrebné uskutočňovať aj obnovu bytového fondu, či už sa jedná o existujúce bytové alebo nebytové budovy, verejné resp. súkromné budovy.

Tab. 4.30 Prepočítavacie faktory primárnej energie

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor primárnej energie
		f_{PRIMEN} [-]
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	1,1
	Štandardný kotol - nový	
	Nízkoteplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
Drevené peletky	Kotol na biomasu	0,2
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	0,15
Kusové drevo	Kotol na biomasu	0,1
	Kotol na biomasu so splyňovaním	
Elektrina	Elektrické vykurovanie	2,2
	Elektrický ohrev pitnej vody	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízkoteplotné vykurovanie		
LPG	Štandardný kotol - nový	1,35
	Nízkoteplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
Ľahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	1,1
	Štandardný kotol - nový	
	Nízkoteplotný kotol - starý	
	Nízkoteplotný kotol - nový	

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

4.6 Emisie CO₂

Obr. 4.63 Emisie CO₂ v závislosti od energetického nosiča



Zdroj: M. Kováč

V prípade výpočtu emisií oxidu uhličitého (CO₂) je postup identický s postupom stanovenia primárnej energie. To znamená, že sa vychádza z dodanej energie jednotlivým systémom, ktoré sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti a certifikácie. V prípade rodinných a bytových domov sa teda jedná o systém prípravy teplej vody a systém vykurovania. Dodaná energia sa prepočíta na emisie CO₂ použitím prepočítavacieho faktora emisie CO₂, ktorý je závislý od druhu použitého energetického nosiča (paliva). V situácii, kde napr. systém prípravy teplej vody využíva pre ohrev vody elektrickú energiu a pre vykurovanie objektu je použitá biomasa (peletky), sa použijú rozdielne hodnoty prepočítavacích faktorov emisií CO₂ pre jednotlivé systémy. Pre stanovenie celkových emisií oxidu uhličitého sa použije nasledujúci vzťah:

$$EMISIECO_2 = f_{CO_2} \cdot DODEN_W + f_{CO_2} \cdot DODEN_H \quad [kg/rok] \quad (4.44)$$

kde:



$EMISIECO_2$ emisie CO₂ [kg/rok],

f_{CO_2} faktor emisií CO₂ v závislosti od energetického nosiča, podľa Tab. 4.31 [kg/kWh],

$DODEN_W$ dodaná energia systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$DODEN_H$ dodaná energia systému vykurovania [kWh/rok].

Tab. 4.31 Prepočítavacie faktory emisií CO₂

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor emisií CO ₂
		f_{CO_2} [kg/kWh]
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	0,22
	Štandardný kotol - nový	
	Nízko teplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
Drevené peletky	Kotol na biomasu	0,02
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	
Kusové drevo	Kotol na biomasu	
Elektrina	Kotol na biomasu so splyňovaním	0,167
	Elektrické vykurovanie	
	Elektrický ohrev pitnej vody	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízko teplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízko teplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízko teplotné vykurovanie	
LPG	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	0,2484
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízko teplotné vykurovanie	
	Štandardný kotol - nový	
Lahký vykurovací olej	Nízko teplotný kotol	0,29
	Kondenzačný kotol	
	Štandardný kotol - starý	
	Štandardný kotol - nový	
	Nízko teplotný kotol - starý	
	Nízko teplotný kotol - nový	

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

Zoznam tabuliek

- Tab. 4.1 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru
- Tab. 4.2 Redukčné faktory b_x v závislosti od deliacej konštrukcie
- Tab. 4.3 Návrhová vnútorná teplota a relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v zimnom období
- Tab. 4.4 Počet dní vykurovacieho obdobia, priemerná vonkajšia teplota
- Tab. 4.5 Hodnoty súčiniteľov škárovej prievzdušnosti
- Tab. 4.6 Spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov $\varphi_{int,mn}$
- Tab. 4.7 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre zimné mesiace I_s
- Tab. 4.8 Celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu transparentnej stavebnej konštrukcie $g_{gl,n}$
- Tab. 4.9 Čiastkový faktor tienenia
- Tab. 4.10 Čiastkový faktor tienenia pre vodorovne vystupujúce konštrukcie
- Tab. 4.11 Čiastkový faktor tienenia pre zvislo vystupujúce konštrukcie
- Tab. 4.12 Vnútorná tepelná kapacita podľa plošnej hmotnosti stavebnej konštrukcie
- Tab. 4.13 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre vykurovaciu sezónu
- Tab. 4.14 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody
- Tab. 4.15 Referenčné hodnoty ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody
- Tab. 4.16 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody
- Tab. 4.17 Koeficient energetických ziskov z rozvodov teplej vody pre systém vykurovania
- Tab. 4.18 Tepelná strata zásobníka teplej vody
- Tab. 4.19 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody
- Tab. 4.20 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče
- Tab. 4.21 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie
- Tab. 4.22 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre vykurovacie telesá
- Tab. 4.23 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre sálavé systémy vykurovania
- Tab. 4.24 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie tepla
- Tab. 4.25 Normalizovaná tepelná strata akumuláčnej nádrže
- Tab. 4.26 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie
- Tab. 4.27 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče
- Tab. 4.28 Škála energetických tried celkovej potreby energie budovy
- Tab. 4.29 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia
- Tab. 4.30 Prepočítavacie faktory primárnej energie
- Tab. 4.31 Prepočítavacie faktory emisií CO₂

Zoznam obrázkov

- Obr. 4.1 Konečná spotreba energie podľa sektorov v EÚ-28 a v SR v roku 2018
- Obr. 4.2 Požadované úrovne výstavby budov od roku 2013
- Obr. 4.3 Podiel energetických tried budov na bývanie na Slovensku za obdobie rokov 2016 – 2019
- Obr. 4.4 Trend vybraných energetických tried nových budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku
- Obr. 4.5 Trend vybraných energetických tried obnovovaných budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku
- Obr. 4.6 Výber budovy na základe energetickej triedy
- Obr. 4.7 Budovanie infraštruktúry pre elektromobily v rámci výstavby nových a obnovovaných bytových budov
- Obr. 4.8 Inteligentná elektronická termostatická hlavica
- Obr. 4.9 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy
- Obr. 4.10 Miesta spotreby energie v budove

- Obr. 4.11 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov
- Obr. 4.12 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov
- Obr. 4.13 Princíp Sokratovho domu – história
- Obr. 4.14 Princíp Sokratovho domu – história
- Obr. 4.15 Princíp Sokratovho domu – súčasnosť
- Obr. 4.16 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov
- Obr. 4.17 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám
- Obr. 4.18 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám
- Obr. 4.19 Tepelné straty podľa umiestnenia v teréne a v závislosti od vplyvu vetra
- Obr. 4.20 Vplyv vetra na vhodnosť umiestnenia stavby v teréne
- Obr. 4.21 Vplyv tvaru objektu na tepelné straty v percentách
- Obr. 4.22 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru
- Obr. 4.23 Vplyv tvaru budovy na mernú potrebu tepla na vykurovanie
- Obr. 4.24 Príklad ideálnej orientácie budovy na bývanie vzhľadom k svetovým stranám – vnútorné dispozičné usporiadanie
- Obr. 4.25 Rozmiestnenie vykurovaných priestorov, umiestnenie pomocných priestorov
- Obr. 4.26 Schéma ciest úniku tepla v budove
- Obr. 4.27 Schéma pre „Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu
- Obr. 4.28 Straty cez obalové konštrukcie budovy
- Obr. 4.29 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie
- Obr. 4.30 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie – teplotné pole
- Obr. 4.31 Výber obalových konštrukcií – transparentných
- Obr. 4.32 Príklady možného riešenia a využitia vegetačných striech
- Obr. 4.33 Kritické miesta (tepelné mosty) na budove
- Obr. 4.34 Charakteristiky bežných štandardov
- Obr. 4.35 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti
- Obr. 4.36 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia
- Obr. 4.37 Schematické znázornenie STN noriem pre výpočet tepelných strát a potreby tepla na vykurovanie
- Obr. 4.38 Všeobecná schéma základných prvkov systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.39 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.40 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.41 Systém prípravy teplej vody – potreba tepla na prípravu teplej vody
- Obr. 4.42 Systém prípravy teplej vody – podsystem distribúcie teplej vody
- Obr. 4.43 Systém prípravy teplej vody – podsystem akumulácie teplej vody
- Obr. 4.44 Potreba energie systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.45 Systém prípravy teplej vody – podsystem zdroja tepla
- Obr. 4.46 Dodaná energia systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.47 Všeobecná schéma základných prvkov systému vykurovania
- Obr. 4.48 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému vykurovania
- Obr. 4.49 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému vykurovania
- Obr. 4.50 Systém vykurovania – potreba tepla na vykurovanie
- Obr. 4.51 Grafická schéma výpočtu potreby tepla na vykurovanie
- Obr. 4.52 Príklad rozdelenia budovy na zóny
- Obr. 4.53 Systém vykurovania – podsystem odovzdávania (emisie) tepla
- Obr. 4.54 Teplotná stratifikácia vzduchu
- Obr. 4.55 Inteligentná termostatická hlavica ovládaná prostredníctvom mobilného telefónu

- Obr. 4.56 Systém vykurovania – podsystem distribúcie tepla
- Obr. 4.57 Systém vykurovania – podsystem akumulácie tepla
- Obr. 4.58 Potreba energie systému vykurovania
- Obr. 4.59 Systém vykurovania – podsystem zdroja tepla
- Obr. 4.60 Dodaná energia systému vykurovania
- Obr. 4.61 Celková potreba energie budovy
- Obr. 4.62 Primárna energia v závislosti od energetického nosiča
- Obr. 4.63 Emisie CO₂ v závislosti od energetického nosiča

Zoznam literatúry

- SEDLÁKOVÁ, A., RUDIŠIN, R.: Teoretická a experimentálna analýza spodnej stavby veľkopriestorových budov. Stavebná fakulta TU v Košiciach, Košice 2009, ISBN 978-80- 553-0212-6
- STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211: 2017)
- STN 73 0540-2/Z1, Z2: 2019 Konsolidované znenie. Tepelná ochrana budov Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov Časť 2: Funkčné požiadavky
- STN 73 0540-1: 2002 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 1: Terminológia STN 73 0540-3: 2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
- STN 73 0540-3: 2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
- STN EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy (ISO 13370: 2017) (73 0562)
- STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211: 2017) (73 0551)
- STN EN ISO 13790 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (73 0703)
- STN EN ISO 13790/NA Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (73 0703)
- Tomáš Jiránek, Petr Všeťečka Odborní garanti kapitol: Jan Bárta, Aleš Brotánek, Josef Horný, Pavel Kecek, Miloš Solař, Petr Všeťečka Autoři: Marie Báčová, Jan Bárta, Aleš Brotánek, Jiří Cihlář, Miroslav Cikán, Jiří Čech, Karel Doubner, Pavel Fára, Juraj Hazucha, Zdeněk Hošek, Josef Horný, Miloslav Jokl, Pavel Kecek, Petr Klápště, Tomáš Konopka, Václava Koukalová, Jan Krňanský, Radim Lovětínský, František Macholda, Jan Mácha, Monika Najmanová, Jitka Pittnerová, Petra Pochmanová, Marek Richtera, Josef Smola, Miloš Solař, Pavel Svoboda, Jiří Šála, Kateřina Ullmannová, Slavomír Váňa, Petr Vogel, Petr Všeťečka, Jaroslav Zima.: MANUÁL ENERGETICKÝ ÚSPORNÉ ARCHITEKTURY Vydavateľ: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů Konceptce publikace, Praha, 2010
- PIFKO, H. 2009. Výstavba pasívnych domov. In Praktická príručka funkčných a technických požiadaviek na výstavbu. Bratislava : Verlag Dashöfer. Október 2009, kap. 5. ISSN 1335-8634
- Špaček, R., Pifko, H. (ED): *Rukoväť udržitelnej architektúry*. SKA, Bratislava, 2013
- PETRÁŠ, D., LULKVIČOVÁ, O., TAKÁCS, J., FŮRI, B. 2009. Obnoviteľné zdroje energie pre nízko teplotné systémy. Bratislava : JAGA. 224 s. ISBN 978-80-8076-075-5
- Martin Kováč, Katarína Knížová Energetická hospodárnosť budov - Vykurovanie a príprava teplej vody - 1. vyd - Košice : TU, SvF - 2012. - 105 s.. - ISBN 978-80-553-1269-9
- Anna Sedlakova, Pavol Majdlen: 1. New solutions for passive house details in contact with a soil and elimination of thermal bridges in contact of walls and slab and their comparison - 2014. In: Design concept of energy efficient building. - Košice : TU, 2014 S. 7-28. - ISBN 978-80-553-1721-2
- Anna Sedláková, Ladislav Ťažký: 2. Wall insulations for energy efficient buildings - 2014. In: Design concept of energy efficient building. - Košice : TU, 2014 S. 29-50. - ISBN 978-80-553-1721-2
- Manuál energeticky úsporné architektúry. Vydavateľ: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů. ISBN: 978-80-904577-1-3
- Anna Sedláková :TOB - Tepelná ochrana budov - 2012. In: Správca budov. - Košice : VOČ, 2012 S. 91-103 [1,19 AH]. - ISBN 978-80-970917-0-5
- V GELETKA, V.: Výskum určujúcich parametrov architektonicko-konštrukčného návrhu budov. Dizertačná práca. TU Košice. 2013

Julián Kepl, Lorant Krajcsovics, Ján Legény, Peter Lovich, Peter Morgenstein, Alena Ohradzanská, Dušan Petráš, Henrich Pifko, Branislav Puškár, Lukáš Šíp, Robert Špaček, Henrieta Tölgyessyová: Rukoväť udržateľnej architektúry, SKA, Bratislava, 2013

Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/sk/sheet/69/energy-efficiency>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/sk/sheet/68/energeticka-politika-vseobecne-zasady>

<https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00124&language=en>

<https://www.inforeg.sk/ec/>

<https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i>

https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom

<https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i>

https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom

<https://www.pasivne-domceky.sk>

<http://mojdom.zoznam.sk/cl/10031/117140/Akumulacia-tepla-v-murive-a-stresnej-konstrukcii>

<https://createspace.sk/orientacia-domu/>

http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat

http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat

<https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

<https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

<https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

<https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>

<https://mojdom.zoznam.sk/stavba-a-rekonstrukcia/legislativa-a-financovanie/ako-si-vybrat-pozemok-pri-nizkoenergeticky-dom/attachment/1510439>

<https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

<https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

<https://www.tzb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

<https://www.archinfo.sk/firmy/materialy-pre-stavbu/strecha/produkty-pre-vegetacne-strechy-5-pokracovanie-serialu-o-vegetacnych-strechach.html>

https://www.efdur.de/en_238_floor_systems.html?oncekeys=id%7Ccode%7Ctemplate

www.danfoss.com



VYUŽÍVANIE DAŽĎOVEJ VODY

Z. Vranayová | G. Markovič

5

VYUŽÍVANIE DAŽĐOVEJ VODY

V posledných desaťročiach sa v západnej Európe a hlavne v ostrovných krajinách rozšírilo využívanie dažďovej vody. V našich zemepisných šírkach dopadne ročne na 100 m² strechy v priemere 55 m³ dažďovej vody. Teoreticky by tak strecha veľkosti 160 m² pokryla pri takom množstve vody celoročnú spotrebu pitnej vody štvorčlennej rodiny. Dažďová voda je samozrejme iba úžitkovou vodou. Zaujímavosťou však je, že sa ňou dá nahradiť až 60% spotrebovanej vody v Európe. „*Rainwater harvesting*“ - *manažment využívania dažďových vôd* - je technológia zachytávania, odvádzania a akumulácie dažďovej vody pre jej ďalšie použitie z rôznych povrchov, ako sú strechy, okolité urbanizované plochy a zatravnené plochy. Vo všeobecnosti dažďovú vodu buď zachytávame pre jej ďalšie použitie alebo ju pomocou infiltračných systémov necháme vsakovať do podzemnej vody, čo zohráva dôležitú úlohu v udržiavaní hladiny podzemnej vody. Tento prístup je možné využívať ako u nových, tak aj u starých budov na bývanie.

Skúsenosti a mnohé výskumy dokázali, že o kvalitu dažďovej vody netreba mať obavy. Minimálne množstvo organických živín, ktoré obsahuje prefiltrovaná dažďová voda, sa rýchlo rozloží pomocou mikroflóry žijúcej na vnútornom povrchu zásobníka. Na základe chemických rozborov sa zistilo, že čerstvá dažďová voda má často lepšie chemické zloženie ako miestna pramenitá voda. Jej vysokú kvalitu zabezpečuje uloženie zásobníkov v hĺbke 1 až 2,5 m pod povrchom zeme bez prístupu slnečného svetla pri teplote zeme 9 až 12 °C. Zásobníky sa zhotovujú v takom objeme, aby vedeli zadržať asi trojtýždňovú zásobu úžitkovej vody. To zodpovedá 1 m³ objemu zásobníka na každého člena domácnosti. Teda v prípade, že ide o štvorčlennú rodinu, je potrebný zásobník s objemom 4 m³. Ak ide o domácnosť, ktorá vlastní aj veľkú záhradu, objem zásobníka sa zväčšuje, a potom každých 25 m² strechy môže zásobovať asi 1 m³ zásobníka. Dažďovou vodou možno aj vykurovať, a to na princípe tepelného čerpadla.

5.1 Zásobovanie bytových budov vodou

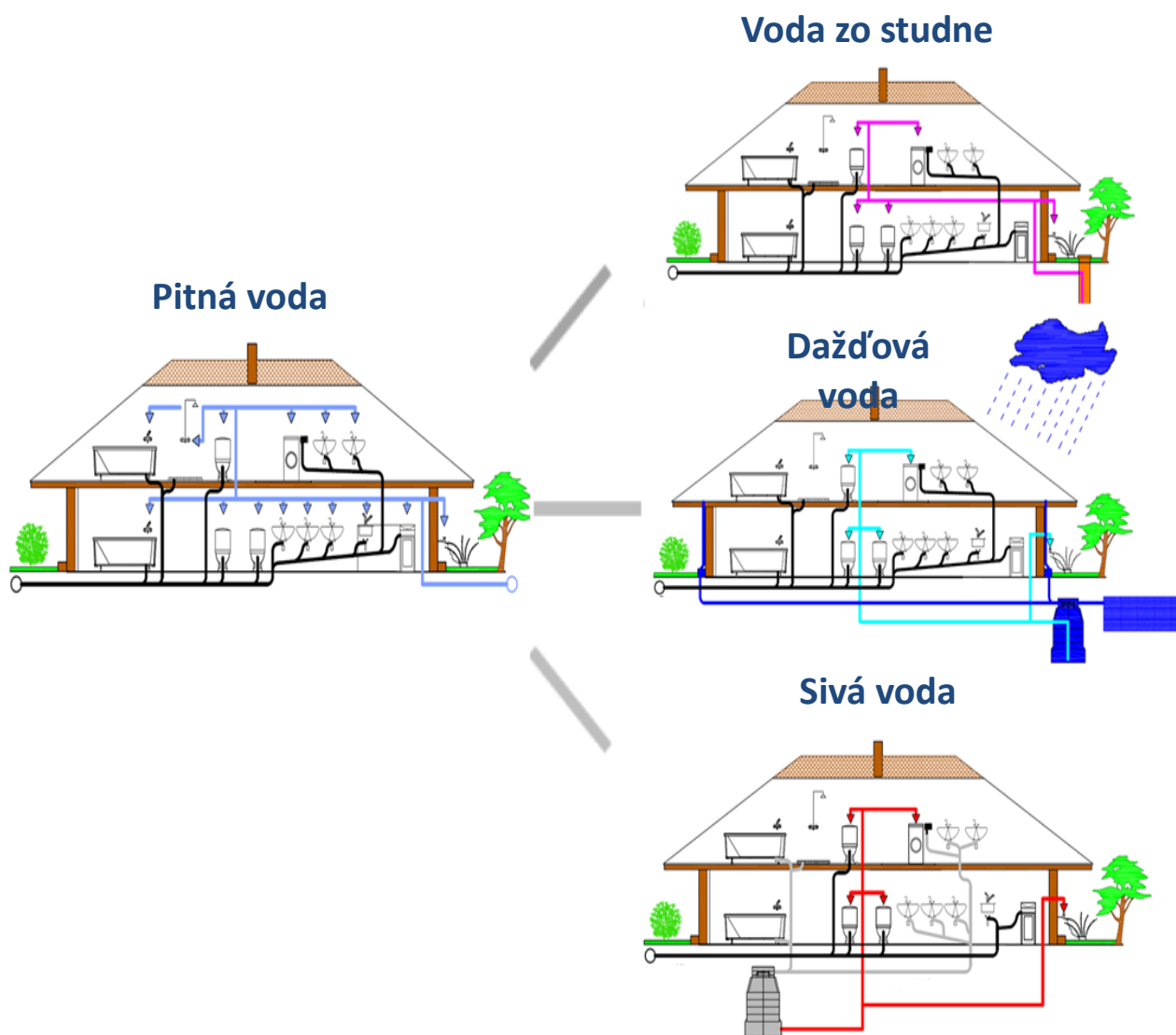
Stratégia udržateľného hospodárenia s vodou je založená na využití vody s rozličnou kvalitou na zodpovedajúce použitie, vedomom šetrení vodou a ochrane vodných zdrojov; decentralizovanom čistení vody a jej opätovnom začlenení do prírodného kolobehu. Alternatívne zdroje vody a ich kolobeh pre bytové budovy na zrejmy z Obr. 5.1.

5.1.1 Typy vôd používaných v domácnosti

Pitná voda - je voda v pôvodnom stave alebo po úprave, určená na pitie, varenie, prípravu potravín alebo iné účely v domácnosti, bez ohľadu na pôvod a na to, či bola dodaná z rozvodnej siete, cisterny alebo ako voda balená. Je to voda sladká, tvoriaca nevyhnutnú zložku ľudskej potravy. Zdrojom je zrážková voda, podzemná voda a s obmedzením voda povrchová z riek a jazier.

Podzemná voda - je najrozšírenejším druhom vodárensky využívaných vôd u nás, predstavuje 86 % podiel zásobovania obyvateľstva. Kvalita závisí od filtračnej schopnosti vodonosných vrstiev a od blízkosti zdrojov znečistenia. Základnými prieskumnými objektmi sú hydrogeologické vrty, ktorými sa najčastejšie určujú charakteristiky podzemnej vody. Jej zdrojom pre budovy sú studne.

Odpadová voda - je voda použitá v obytných budovách, pokiaľ má po použití zmenenú kvalitu (zloženie alebo teplotu). Zákon č. 184/2002 Z. z. v § 2 ods. 10 charakterizuje splaškovú vodu ako vodu, ktorá pochádza z ľudských obydlií, predovšetkým z ľudského metabolizmu a činností z domácnosti, z kúpeľní, z kuchýň a nehromadí sa v žumpách.



Zdroj: Káposztásová, D., Vranayová, Z.: Vodný manažment pre budovy 3. milénia. In: Eurostav. Roč. 24, č. 1-2 (2018), s. 18-21. - ISSN 1335-1249

Splaškové vody - sú tekuté odpady produkované činnosťami v domácnosti, ktoré majú dve hlavné zložky:

- sivá – z používania na kúpanie, sprchovanie, umývanie, na pranie odevov a umývanie podláh,
- čierna - zo záchodov a kuchynských výleviek.

Bežne sú zlúčené a vypúšťané do jednotného systému kanalizácie ako „splašky“.

Sivá voda obsahuje veľmi málo tuhých častíc a za vhodných okolností môže byť recyklovaná. Ak systém inštalácií umožňuje rozdelenie týchto zložiek, môže byť v období sucha použitá na zavlažovanie záhrad.

Jeden človek vyprodukuje za rok okolo 500 litrov moču (s vodou tvoriaci tzv. *žltú vodu*), 50 litrov fekálií (s vodou tzv. *hnedá voda*) a od 25 000 do 100 000 litrov ostatných odpadových vôd z domácností okrem odpadovej vody z toaliet (*sivá voda*). V prípade, že sa žltá a hnedá voda vedú spoločne, hovoríme o čiernych vodách. Ak sa nakladá a hospodári s jednotlivými druhmi odpadových vôd oddelene, možno ich jednoduchšie opätovne využívať (recyklovať), napr. premeniť na prírodné hnojivo.

Dažďová voda pôsobením chladu vyparená voda kondenzuje a padá na zem vo forme mrholenia, dažďa, krupobitia, snehu. Tejto forme hovoríme aj atmosferické zrážky.

Zrážková voda z povrchového odtoku - pôvodne čistá destilovaná voda prechodom cez atmosféru priberie jemné prachové častice a aerosoly. Nasýti sa vzdušným CO₂, čím získa mierne kyslý charakter. Po dopade na spevnené plochy dostáva svoj názov. Z väčšiny zastavaných oblastí sa dnes nedostáva prirodzenou cestou naspäť do kolobehu vody v prírode, čo chceme našim prístupom zmeniť (viac v kapitole 5.4).

Úžitková voda - je voda vyrábaná z pitnej vody buď jej ohrevom (teplá voda) alebo prečistením sivej odpadovej vody. Prečistením sa táto mení na úžitkovú - tzv. bielu vodu.

5.1.2 Spotreba vody v domácnosti

Na Slovensku žijeme vo vzácnom pásme, kde je k nám príroda štedrá a ani doterajšie zmeny klimatických podmienok nespôsobujú žiadne tragické scenáre a máme vody dosť. Na druhej strane, v dôsledku pretrvávajúceho sucha a tepla, ako aj nedisciplinovanosti pri odkanalizovaní našich domov, boli už v niektorých regiónoch Slovenska vyhlásené opatrenia na regulované využívanie pitnej vody (napr. zákaz polievania záhrad, napúšťania bazénov, nevyužívanie vody ako zdroja pitnej vody).

Celosvetová zmena klímy má negatívny vplyv predovšetkým na zdroje vody s menšou výdatnosťou. V roku 2017 sa ako prvá metropola bez vody neslávne preslávilo Kapské mesto. Aj iné mestá začínajú pociťovať podobný problém (Londýn, Tokio, Rím).

V posledných rokoch sme svedkami výraznejšieho poklesu špecifickej spotreby vody pre domácnosti (z pôvodných 145 l / osobu a deň na cca 90 l / osobu a deň). Príčinu je možné hľadať v tom, že domácnosti sa počas posledných rokov vybavili sofistikovanejšími zariadeniami, ktoré umožňujú regulovať spotrebu vody, ako sú umývačky riadu, dvojité splachovače na WC a iné. Viac ľudí tiež uprednostňuje sprchovanie pred vaňovým kúpeľom. Čiže vďaka technickému pokroku v domácnosti vodou výrazne šetríme. Treba však podotknúť, že svoj podiel na znížení špecifickej spotreby vody pre domácnosti má aj cena pitnej vody dodávaná verejnými vodovodmi a platba za konkrétne odobrané množstvo vody.

Pri úvahe o alternatívnych zdrojoch vôd pre svoju domácnosť, je potrebné v prvom rade riešiť uvedomelé znižovanie spotreby vody nasledovnými opatreniami:

- aktívnymi - zníženie odberu vody bez zmenšenia užívateľského komfortu (technické inovácie),
- pasívnymi - na základe finančného zainteresovania užívateľa, na úkor užívateľského komfortu - meraním vody.

Aktívne opatrenia

Najúčinnejšie je zavedenie technicky a ekonomicky opodstatnených vylepšení v spotrebisku vody (v budove) všade tam, kde sa voda využíva na osobnú hygienu, varenie, upratovanie. Pri použití rôznych technických prostriedkov za účelom úspory vody v budovách na bývanie je možné ušetriť od 29 % do 44% pitnej vody (Obr. 5.2 a 5.3).

Konkrétne typy, ktoré je možné v domácnostiach použiť:

- pákové batérie - dokážu ušetriť až 40 % vody voči ventilovým výtokom. Vyšší stupeň predstavujú batérie s eco-click systémom. Zdvihnutie páky pustí prietok iba po istú hranicu, pre vyšší prietok je potrebné prekonať mierny odpor/ zatlačiť tlačidlo,
- perlátory - koncovka pri výtoku armatúry premiešavajúca vodu so vzduchom, čím sa zníži spotreba vody až o 50 % bez ujmy na komforte umývania. Štvorčlenná rodina takto ročne ušetrí až 50 000 litrov vody,
- termostatické batérie - automaticky miešajú teplú a studenú vodu podľa nastavenej požadovanej teploty na výtok. Niektoré sprchovacie hlavice majú navyše stop ventil. Termostatická batéria môže ušetriť až 50 % vody,
- duálne splachovače WC - pri ktorých systém pracuje s dvomi rôznymi množstvami vody. Spotreba vody je štandardne 3 l na malé spláchnutie (menšie tlačidlo) a 6 l na veľké spláchnutie (veľké tlačidlo). Duálny systém splachovania ušetrí štvorčlennej rodine až 40 % ročnej spotreby vody. Výmena toalety sa tak zaplatí iba za rok,

- systém štart/stop - pri ktorom stlačenie tlačidla splachovanie aktivuje a opätovné stlačenie ho zastaví. Maximálne do odpadového systému záchod spláchnu 6 l vody,
- umývadlo prepojené s WC, kde voda z umývadla sa zhromaždí v nádržke, zbaví sa väčších nečistôt a následne slúži na splachovanie toalety. Ročne ušetríte až **83 %** vody určenej na spotrebu v toalete (Obr. 5.11),
- bidety - spotreba toaletného papiera u nás výrazne prevyšuje používanie bidetov. Problém nedostatku miesta riešia bidetové sedadlá, ktoré ponúkajú viac funkcií ako len klasické umytie prúdom vody,
- úsporné práčky - súčasné automatické práčky spotrebujú o **20-50 %** vody menej ako tie pred 10 rokmi. Modely s energetickou triedou od A-30 % až po A-50 % ročne ušetria niekoľko desiatok eur. Ak by sme práčku napojili aj na prívod dažďovej vody, ušetríme na práškoch aj aviváži. Na trhu sú už dostupné práčky s dvoma oddelenými prípojkami na vodu. Na predpieranie, hlavné pranie a prvé prepláchnutie využívajú zrážkovú vodu a až pri poslednom plákaní vodu pitnú,
- umývačky riadu - ušetria nielen čas ale aj vodu a energiu. Do štandardnej umývačky sa zmestí až 140 kusov riadu, na umytie ktorých by ste pri klasickom ručnom umývaní spotrebovali viac ako 45 l. Umývačka si vystačí s 10 až 13 l.

Obr. 5.2 Úsporné zariadenia na reguláciu a redukciu prietoku vody



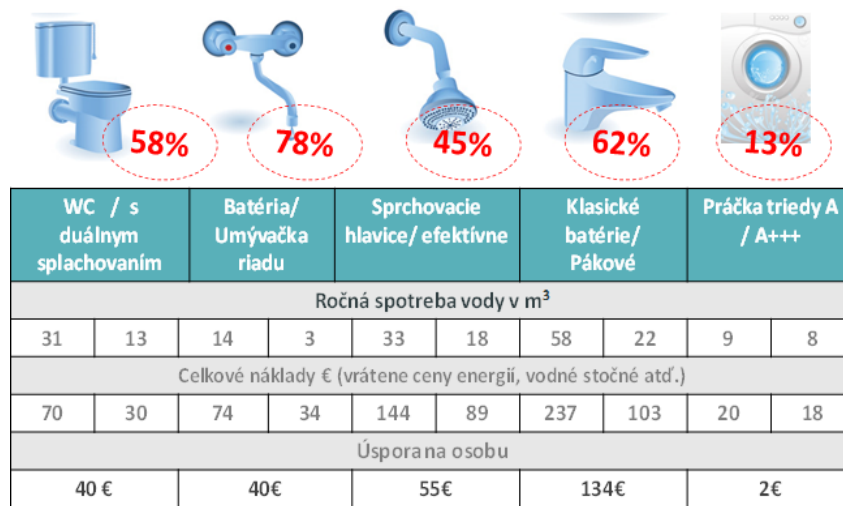
Úsporná sprcha

Úsporná miešacia batéria

Dvojité splachovanie

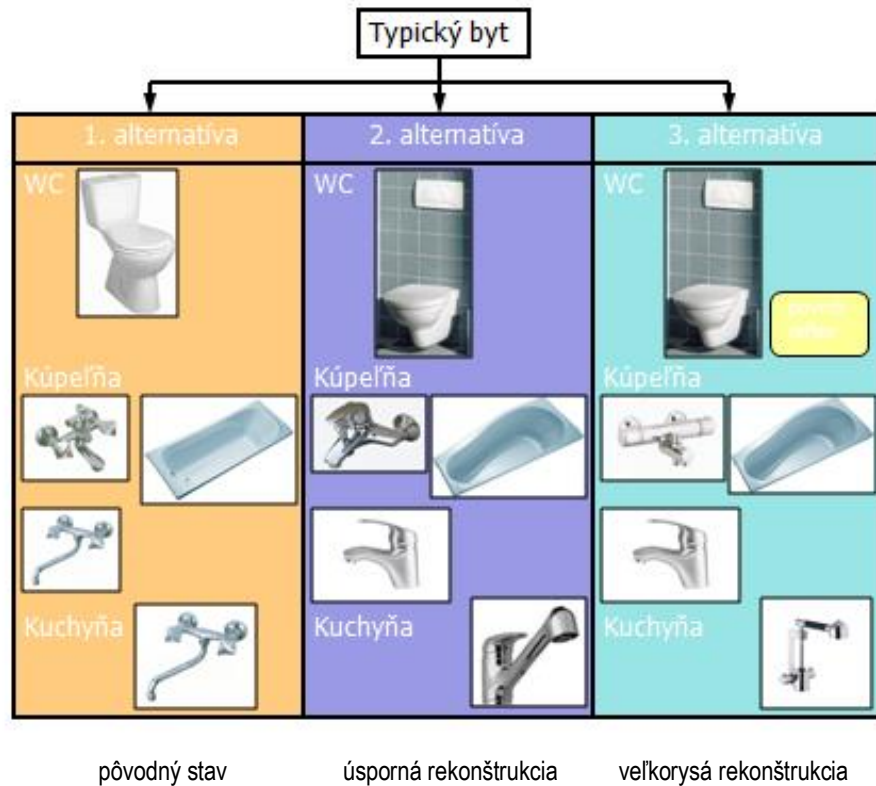
Zdroj: www.ecoproduct.sk

Obr. 5.3 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri zabudovaní úsporných armatúr za rok



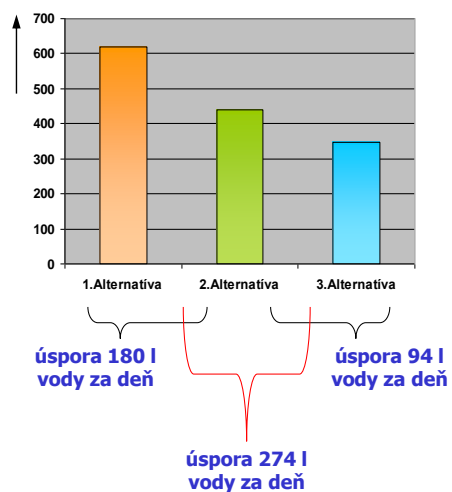
Veľké možnosti pre úspory v domácnostiach vznikajú pri rekonštrukcii. Tá môže byť poňatá ako najnutnejšia ale aj s výhľadom úspor do budúcnosti (Obr. 5.4)

Obr. 5.4 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri rekonštrukcii kúpeľne, toalety a kuchyne typického bytu



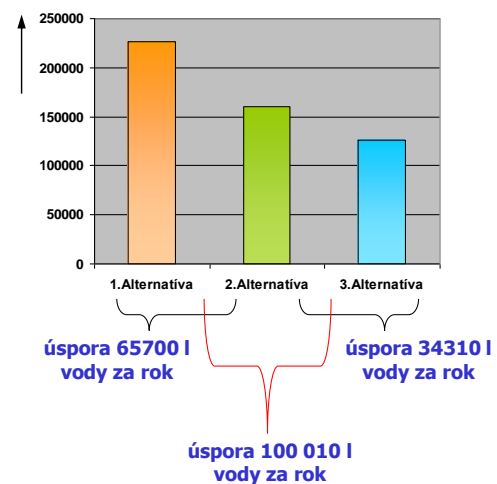
Priemerná denná spotreba

priemerná spotreba vody pre 4-člennú rodinu v (l/deň)



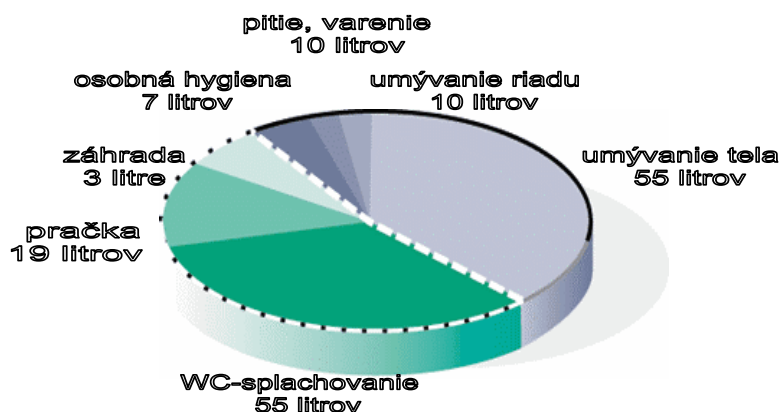
Priemerná ročná spotreba

priemerná spotreba vody pre 4-člennú rodinu v (l/rok)



Ak už máme vyriešenú úspornú verziu armatúr, potrebné je uvažovať nad alternatívnymi možnosťami pri zásobovaní vodou pri jednotlivých činnostiach vykonávaných v domácnosti (Obr. 5.5).

Obr. 5.5 Štatistické hodnoty spotreby vody v litroch pre osobu a deň spotrebované na jednotlivé činnosti človeka v domácnosti



Poznámka: Sivo označené činnosti vyžadujú kvalitu vody pitnej; tie označené zelenou je možné nahradiť iným vhodným typom vôd.

Zdroj: www.enviroportal.sk

5.2 Využitie studne v domácnosti

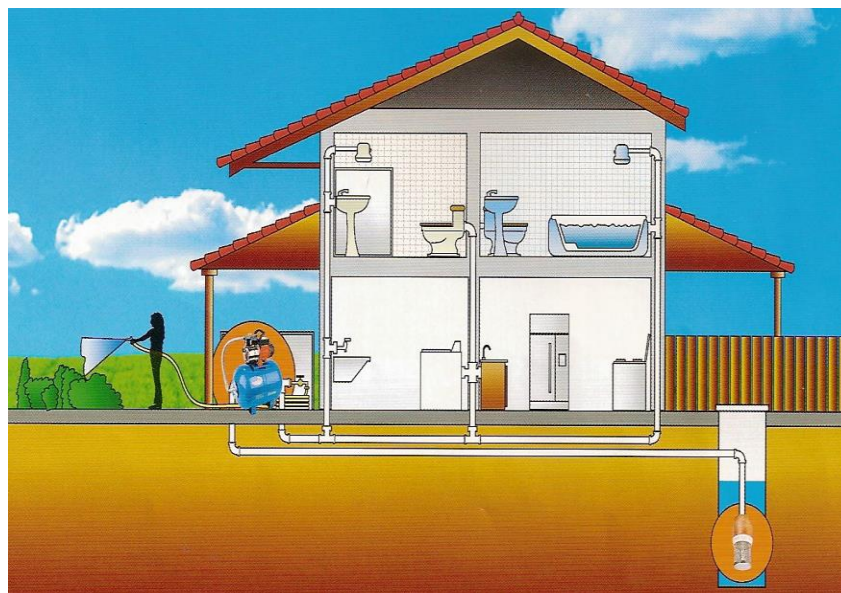
Tradičný spôsob získavania vody z podzemných zdrojov vo vidieckych oblastiach je pomocou ručne kopaných studní. Hoci počet domácností napojených na verejný vodovod stúpa (na Slovensku r. 2018 to bolo takmer 90 %), stúpa zároveň aj počet tých, ktorí z dôvodu vysokej ceny vody začínajú opäť používať vodu z vlastnej studne.

Studňa môže slúžiť aj ako dôležitý zdroj náhradného zásobovania obyvateľstva vodou v prípade havárie, prírodnej katastrofy, či inej udalosti vyradenia verejného vodovodu z prevádzky.

V zmysle zák. č. 138/1973 Zb. o vodách je studňa vodohospodárskym dielom. Na jej zriadenie je potrebné stavebné povolenie od príslušného vodohospodárskeho orgánu.

Na pozemku ju umiestňujeme na základe dôkladnej obhliadky lokality a odborného posúdenia z geologického a hydrogeologického hľadiska. Vyhýbame sa miestam v blízkosti žump a iných zdrojov možného znečistenia. Do prieskumu patrí aj prehliadka studní susedov a konzultácie s nimi. Dôležité je overenie výdatnosti studne na pitné a úžitkové účely a dostupnosti technického zariadenia na jej zriadenie. Nasleduje projektová dokumentácia na vodoprávne konanie, ohlásenie stavby a samotné vrtné práce. Po zabudovaní sa studňa vyčistí a vykoná sa krátkodobá čerpacia skúška, aby sa zistila reálna výdatnosť. Studňa s čistou vodou spolu s jej technickými parametrami sa odovzdá s návrhom na optimálnu čerpaciu technológiu.

- Na zásobovanie rodinného domu úžitkovou vodou je potrebná výdatnosť studne od 0,2 do 0,5 litra za sekundu v závislosti od jej využitia. Nárazový odber vody (umývanie riadu súčasne so sprchovaním) sa zabezpečuje inštaláciou tlakovej nádoby, ktorá slúži ako dočasný zásobník,
- Cena studne závisí od viacerých faktorov. Najdôležitejším je geologické podložie pozemku, od čoho sa odvíja aj spôsob vyvrtania (rotačno-príklepové, vrtanie výplachom alebo zemným závitkovým vrtákom). Cena za studňu závisí od počtu metrov – za 1 bm od 70 do 110 eur,
- Vhodnosť vody na pitie sa nedá garantovať, iba predpokladať. Aby bola voda pitná, je potrebné vyhlbiť studňu do hĺbky 40 m a viac, záleží na kvalite podložia. V skale je pitná voda v hĺbke od 40 m a v štrkoch aj hlbšie – v tzv. druhom zvodnenom horizonte, ktorý môže byť na Podunajskej nížine až v hĺbke okolo 100 m. Po vyvrtaní sa urobí rozbor a na základe neho sa určí, či a aká úprava vody bude potrebná.



Poznámka:

Domová vodáreň

Studňa

Zdroj: www.unipo.sk

Domová vodáreň umožňuje zásobovanie objektu pitnou/ prevádzkovou vodou v miestach, kde nie je zavedený vonkajší vodovod. Tvorí ju domová studňa, čerpadlo, zásobná nádrž otvorená alebo tlaková s príslušenstvom.

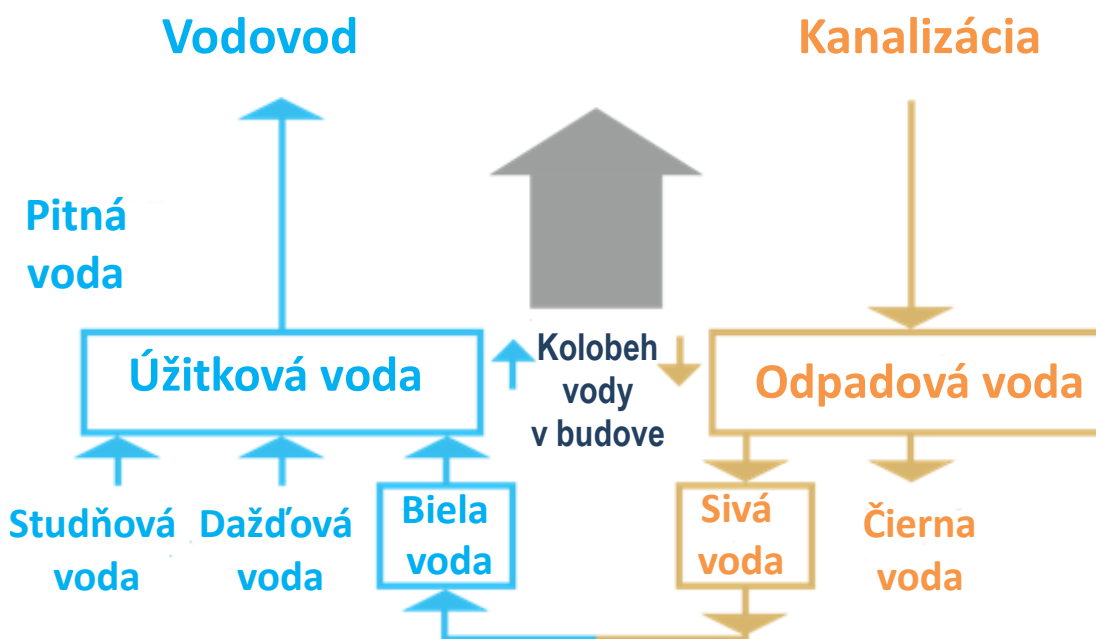
Samočinná vodáreň je zariadenie s tlakovou nádržou do objemu 200 l, s najvyšším pracovným pretlakom do 800 kPa a s denným odberom vody do 6 m³. Jej súčasťou sú: čerpací agregát (odstredivé, samonasávacie alebo ponorné čerpadlo a elektromotor), tlaková nádrž stojateho, ležateho alebo guľového tvaru s príslušenstvom, nasávacie a výtlačné potrubie (to netvorí príslušenstvo vodárne).

- Samočinné zapínanie a vypínanie elektromotora čerpadla riadi tlakový spínač,
- Ak nie je čerpadlo v činnosti, unikaniu vody z nádrže do čerpadla zabráňuje spätný ventil,
- Pri návrhu domovej vodárne nie sú potrebné zložité výpočty. Pozornosť treba venovať posúdeniu nasávacej strany čerpadla. Ak rozdiel výšok medzi najnižšou hladinou vody v studni a čerpadlom je 7 až 8 m, ako súčasť kompaktnej vodárne v objekte sa používa samonasávacie čerpadlo,
- Na čerpanie vody z hĺbky nad 8 m sa nezaobídeme bez ponorného čerpadla, ktoré je investične náročnejšie. Ponorné čerpadlo použijeme pri priaznivej nasávacej výške vtedy, ak máme dlhé nasávacie potrubie.

5.3 Využitie odpadových vôd v domácnosti

V Európe, a pomaly aj na Slovensku, je už bežné využívať dažďovú a studňovú vodu ako úžitkovú. Sivá voda ešte nie je v našich podmienkach veľmi rozšírená, kvôli nedôvere užívateľov, chýbajúcej legislatíve a príkladov dobrej praxe s návodmi. Začlenenie studňovej a odpadovej vody do vodného hospodárstva budov na bývanie je zrejme zo schémy na Obrázku 5.7.

Medzi hlavné výhody využitia dažďových a sivých vôd radíme zníženie spotreby pitnej vody a zníženie účtov za vodu. Je potrebné si však uvedomiť, že prínosy musíme merať v celkovom kontexte, finančná úspora ušetrením vody síce môže vzniknúť, zvýšiť sa ale môžu investície za obstaranie a na údržbu systémov.



Sivé vody sa podľa zdroja ich pôvodu delia do skupín podľa fyzikálnych a chemických charakteristík (Tab. 5.1). Odpadové vody z kuchynských drezov, prípadne aj dvičov, sa väčšinou vyradujú zo zdrojov sivej vody, pretože obsahujú mikrobiálne znečistenie, oleje a tuky, ktoré môžu mať negatívny vplyv na životné prostredie. Odpadové vody bez OV z kuchýň označujeme názvom ľahké sivé vody.

Tab. 5.1 Vlastnosti sivých vôd podľa zdroja ich vzniku

ZDROJ	CHARAKTERISTIKA	
Kúpeľňa	mikrobiologická	nižšia tepelná odolnosť proti baktériám
	chemická	mydlo, šampón, farba na vlasy, zubná pasta, čistiace prostriedky
	fyzikálna	vysoké hodnoty nerozpustených látok, chlpy a zákal
	biologická	nižšie hodnoty biochemickej spotreby kyslíka
Kuchyňa	mikrobiologická	premenlivá tepelná odolnosť proti baktériám
	chemická	zmäkčovadlá, čistiace prostriedky
	fyzikálna	časti potravín, olej, tuk a zákal
	biologická	vysoké hodnoty biochemickej spotreby kyslíka
Práčovňa	mikrobiologická	premenlivá tepelná odolnosť proti baktériám
	chemická	sodík, fosfát, bór, zmäkčovadlá, amoniak a dusík z pracích práškov
	fyzikálna	vysoké hodnoty nerozpustených látok, prach a zákal
	biologická	vysoké hodnoty biochemickej spotreby kyslíka

Dažďová a sivá voda môžu prispieť k šetreniu vody hlavne pri budovách na bývanie, kde:

- chýba napojenie na vodovod a kanalizáciu,
- sú vysoké ceny za vodne a stočné,
- užívateľ chce znížiť spotrebu vody alebo byť nezávislý od verejného zdroja vody,
- je udržateľnosť a ochrana životného prostredia životným štýlom užívateľa.

5.3.1 Separácia odpadových vôd

Príkladom využitia odpadovej vody ako zdroja surovín, je oddelené zhromažďovanie moču a jeho následné spracovanie, s cieľom využiť z neho niektoré významné látky (predovšetkým fosfor a dusík).

Separácia moču je pri opätovnom využití odpadových vôd len jedným z krokov, prináša však hneď niekoľko výhod, napr. úsporu pitnej vody a odľahčenie čistiarní odpadových vôd (ČOV), aj zberných nádrží.

Ľudské výkaly tvoria odpad, ktorého sa snažíme zbaviť čo najskôr a bez priameho kontaktu. Pre ľudí bol vynález splachovacieho záchodu veľkou úľavou a významným krokom v oblasti hygieny. Neuvedomujeme si však, že vďaka nemu dochádza k znečisťovaniu pôdy, povrchových aj podzemných vôd fekáliami. Exkrementy pritom obsahujú tiež množstvo živín, ktoré sa spláchnutím do vody nenávratne strácajú.

Kompostovacia toaleta nám chráni:

- zdroje pitnej vody - má menšiu spotrebu vody a neznečisťuje povrchové ani spodné vody,
- pôdu - umožňuje prakticky 100 % recykláciu živín obsiahnutých v potrave.

Suchý záchod prešiel veľkým vývojom a zmenil sa na komfortné zariadenie, ktoré podľa hygienických, ekologických, ekonomických i estetických hľadísk môže až prevýšiť záchod splachovací. Za priekopníkov na ceste od latríny k modernej suchej toalete sa dá považovať jednoduchý záchod zasypávaný pilinami (tzv. sawdust-toilet) a najmä švédsky kompostovací záchod Clivus-Multrum, ktorý vznikol vo Švédsku už v roku 1939 (Obr. 5.8).

Súčasný komerčný toalety posúvajú eko-toalety najmä zásluhou škandinávskych dizajnérov do luxusnej triedy.

Obr. 5.8 Kompostovací záchod Clivus-Multrum



Poznámka: Clivus Multrum je druh kompostovacej toalety a názov spoločnosti, ktorá predáva túto značku kompostovacích toaliet. „Clivus“ je latinsky sklon alebo svah; „multrum“ je švédске zložené slovo, ktoré znamená „kompostáreň“, čiže „Clivus Multrum“ je naklonená kompostovacia miestnosť.

Zdroj: <https://www.clivusmultrum.com.au/science-and-technology/how-a-clivus-multrum-works>

Zariadenia na separáciu

Existuje množstvo rôznych konštrukcií „suchých toaliet“, dajú sa rozdeliť podľa toho, akým spôsobom zaobchádzajú s exkrementmi. Niektoré fekálie priamo kompostujú alebo iba zhromažďujú, prípadne vysušujú a kompostovanie prebieha inde. Medzi jednotlivými typmi neexistuje ostrá hranica. Spoločným znakom je, že pre splachovanie nepoužívajú vodu. Pre všetky typy sa často používa spoločné označenie "kompostovacia" toaleta, čo nie je správne. Vhodnejšie je označenie "eko-toaleta" alebo "suchá" toaleta (Obr. 5.9).

- Eko-toaleta je založená na chemickom rozložení ľudských exkrementov (výkalov), papierových produktov, potravinových odpadov a iných materiálov na uhlíkovej báze. Okysličený odpad je zavedený ako produkt do pôdneho humusu, ktorý možno použiť ako hnojivo pre nejedlé poľnohospodárske plodiny. Kompostovacie záchody sa už dávnejšie úspešne používali v budovách na bývanie, hlavne v oblastiach bez kanalizačnej siete,
- No-mix toalety slúžia na separáciu žltej, prípadne hnedej vody (Obr. 5.10). Moč sa uskladňuje a spracúva oddelene od fekálií. Žlté vody sa zhromažďujú bez zriedenia a možno ich priamo použiť na hnojenie. Skladba živín je vhodná pre všetky typy pôdy.

Obr. 5.9 Eko-toaleta



Poznámka: Ekotoaleta Biolan má v sebe dva zásobníky. Jeden sa plní, druhý prázdny je pripravený na výmenu

Zdroj: <https://www.idnes.cz/bydleni/koupelna/separacni-a-kompostovaci-toaleta>

Obr. 5.10 No-mix toaleta



Zdroj: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/5703-decentralizovany-sposob-nakladania-s-odpadovymi-vodami-cast-2-delenie-odpadovych-vod>

5.3.2 Opätovné použitie vôd a recyklácia

Opätovné používanie vody a recyklácia je spôsob šetrenia vodou, ktorá sa v budove/ na jej pozemku, použije viackrát. Opätovné používanie vody je užitočné využitie vody pre rôzne iné aplikácie, ako bola pôvodne použitá, zatiaľ čo recyklácia vody je prospešné využitie vody pre rovnakú aplikáciu ako bola originálne použitá.

Zariadenia na recykláciu

Úspešná aplikácia stratégie opätovného použitia vody si vyžaduje posúdenie stupňa čistoty potrebného pre každý druh vody (pitná, úžitková). Systém opätovného používania vody zahŕňa integráciu odpadových vôd z jedného typu do dodávky pre iný systém. Úspech spočíva vo vyvážení stupňa kvality vody vstupujúcej pre jedno použitie, s kvalitou vody opúšťajúcej nasledovné využitie. Opätovné použitie hnejedy vody môže byť hospodárnou a efektívnou stratégiou pre zníženie spotreby vody v zelenej budove na bývanie. Stratégia opätovného použitia vody môže mať vplyv aj na estetiku budovy. Príkladom recyklácie OV môžu byť aj špeciálne zariadenia (Obr. 5.11).

Pri využití odlišných druhov OV v budovách je možné kombinované riešenie podľa schémy (Obr. 5.12). Vhodne sa dajú využiť aj zelené strechy, resp. steny (Obr. 5.13).

Obr. 5.11 Šetriaca toaleta s umývadielkom



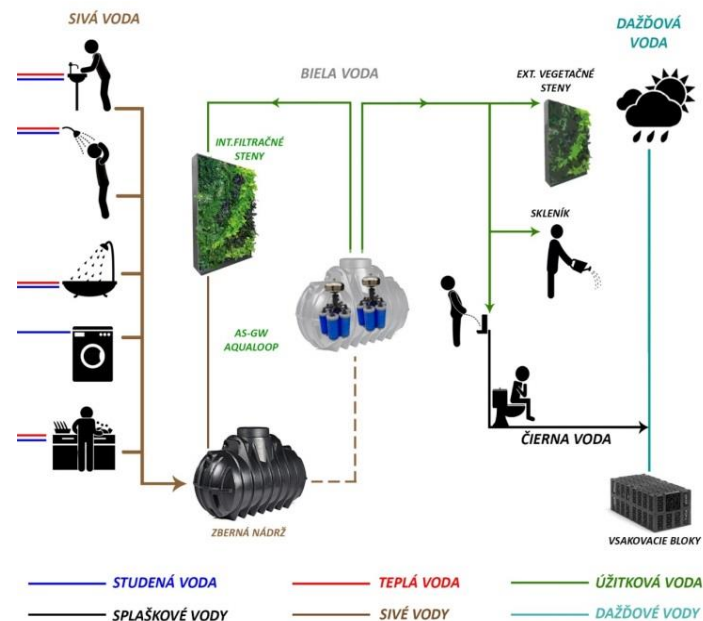
Zdroj: www.ecoproduct.sk

Obr. 5.12 Schéma využitia rôznych druhov odpadových vôd v budove a v jej okolí



Zdroj: <https://www.dotacdestovka.cz/>

Obr. 5.13 Využitie rôznych druhov odpadových vôd v kombinácii so zelenými infraštruktúrami v budove



Zdroj: Káposztásová, D., Vranayová, Z.: Vodný manažment pre budovy 3. milénia. In: Eurostav. Roč. 24, č. 1-2 (2018), s. 18-21. - ISSN 1335-1249

5.4 Využitie zrážkových vôd

Akumulácia dažďových vôd môže zapríčiniť zmeny v pôde a vo vodnom režime, čo vedie k zhoršeniu prirodzenej obnovy podzemných vôd a má negatívny vplyv na chemické a biologické pomery nad i pod terénom. Navyše sa aj napriek technickým opatreniam pri extrémnych zrážkach nemusí podariť odvieť všetku vodu a môže dôjsť k povodňam alebo väčšiemu znečisteniu malých tokov. Situáciu môže zlepšiť včlenenie zrážkových vôd z povrchového odtoku späť do prírody, a to čo najbližšie k miestu ich dopadu. Dôležité je pritom znížiť povrchový odtok a zvýšiť vsakovanie vody na danom mieste, až potom nastupuje odvedenie do stokovej siete. Využívanie dažďových vôd prispieva k ochrane zdrojov pitnej vody, pomáha tiež znížiť náklady na zásobovanie vodou a chrániť ľudské životy a majetok pred záplavami, pretože časť z nich sa pri výdatných zrážkach zachytí.

Zachytávanie zrážkovej vody z povrchového odtoku znamená využiť jednoduchú techniku so značnými výhodami. Racionálne využívanie vodných zdrojov by malo byť neoddeliteľnou súčasťou environmentálnej tvorby budov na bývanie. Táto stratégia môže byť použitá na zníženie spotreby vody pre také aplikácie, kde zdroje pitnej vody sú ekonomicky neúnosné (napr. v záhradkách). Vody z atmosférických zrážok uložené v cisternách môžu poskytovať pohotovostné zdroje vody v čase núdze, alebo dodatočné zdroje vody v čase zvýšenej spotreby. Zachytávanie a zhromažďovanie dažďovej vody zo striech a nepriepustných povrchov znižuje prietok riečnych tokov a priaznivo vplýva na nežiaduce záplavy.

Ekonomicky môžu zrážkové vodné systémy viesť k zníženiu nákladov na dodávku vody. Zrážková voda je k dispozícii zadarmo, nemusí sa nákladne upravovať a cez dlhé trasy transportovať, pri jej využívaní je nižšia energetická náročnosť, zatiaľ čo ceny za odber, prípravu a dopravu pitnej vody rastú so znehodnotením podzemnej vody. Čerpadlá, ktoré prepravujú pitnú vodu dlhým potrubím potrebujú na prekonanie hydraulického odporu a vodného tlaku elektrickú energiu. Rozumné využitie zrážkových vôd z povrchového odtoku znamená zníženie potreby retenčných nádrží a ochranu pred povodňami, zníženie množstva odpadovej vody – v lokalite môžu byť budované menšie splaškové kanalizácie a čistiarne.

Základným rozhodnutím o využití zrážkovej vody z povrchového odtoku v objekte, by malo vychádzať z miestnych podmienok pre odvádzanie dažďovej vody do kanalizácie.

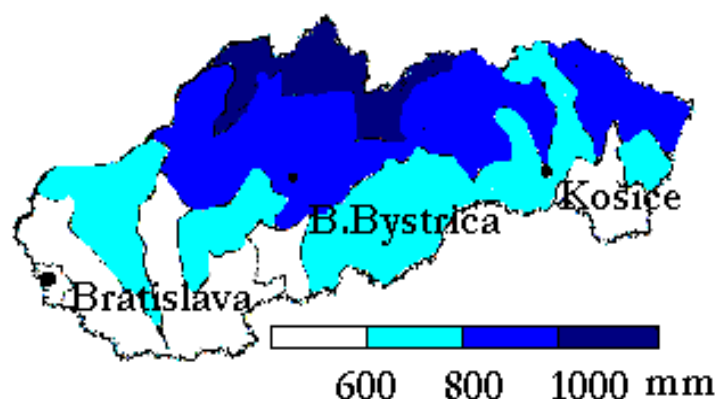
Ďalším kritériom by mal byť pomer medzi možným využitím zrážkovej vody v objekte a nepravidelnosťou zrážok. Rozhodujúcu rolu môže predstavovať nedostatok pitnej vody v danej lokalite ako aj cena vody.

Potenciál zachytenej zrážkovej vody z povrchového odtoku na Slovensku

Slovensko má celkovú plochu cez 49 000 km², ročný priemer zrážok od 400 po 1000 mm (Obr. 5.14). Z toho 30 – 50 % sa presakovaním dostáva do podzemnej vody.

Údaje o strešných materiáloch a počte, type a použití budov na Slovensku sú podobné údajom z Dánska, kde je využitie systémov zrážkových vôd z povrchového odtoku na podstatne vyššom stupni. Z celkovej plochy 478 km² striech pokrývajú rodinné a bytové domy - 182 km².

Obr. 5.14 Prehľad zrážkových pomerov Slovenska



Zdroj: <https://www.enviroportal.sk/spravy/detail/8322>

Celková plocha striech je rozdelená medzi nasledovné strešné materiály: na báze asfaltu a plste (16,4 %), vláknitý cement (50,9 %), betón a škridly (20,5 %), kovy (6,9 %), strechy pokryté slamou (1,4 %), PVC a sklo (0,2 %) a iné materiály (3,7 %). Pre využitie je potrebné vylúčiť strechy z vláknitého cementu, ktoré môžu obsahovať azbest, nevhodný pre dýchací systém človeka. Slamené strechy sa musia tiež vylúčiť kvôli sfarbovaniu odtekajúcej vody. Množstvo budov, kde sa tento systém môže použiť, sa takto zníži asi na 95 %. Celkovo je možné využiť zo všetkých povrchov 229 miliónov m³ zrážkovej vody za rok, čo zodpovedá 24 % celkovej spotreby vody.

5.4.1 Vlastnosti zrážkových vôd

Zrážková voda z povrchového odtoku má rozdielnu kvalitu v závislosti od podmienok pri spadnutí (Tab. 5.2 a 5.3). Má zásadne hodnotu pH v kyslej oblasti pod hodnotou 6. V závislosti od znečistenia ovzdušia klesá hodnota pH v extrémnych prípadoch na 3,5 až 4,5. Pri celkovom znečisťovaní prijíma zrážková voda jemne rozptýlené látky zo vzduchu - prach z priemyslu a pôdy. V oblastiach s intenzívnym poľnohospodárstvom sa môžu objaviť aj pesticídy a fungicídy. V blízkosti frekventovaných ulíc s výfukovými plynmi i aromatické uhľovodíky a ťažké kovy.

Tab. 5.2 Výhody a nevýhody využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku

VÝHODY	NEVÝHODY
Mäkká voda, neobsahuje chlór a minerálne látky	Mierne zakalenie vody
Veľmi dobré rozpúšťacie účely - vynikajúca pre pranie, umývanie dlažok, čistenie, zavlažovanie	Nespoľahlivosť v dodávke vody v obdobiach sucha
Zadarmo relatívne čistý zdroj vody, v mieste spotreby	Odporúča sa na nepitné účely
Zníženie prevádzkových nákladov	Správny návrh zásobníka, umiestnenie pre udržanie kvality vody
Šetrí vodné zdroje, trvalo udržateľný prístup	Vyššie vstupné náklady - rekonštrukcia
Využívanie v domácnostiach nevyžaduje zložité technológie, zabezpečí domácnosti vodu aj pri výpadku, poruchách siete.....	

Tab. 5.3 Zloženie zrážkovej vody z povrchového odtoku a požiadavky na použitie

ZLOŽENIE	ZAVLAŽOVANIE	UPRATOVANIE	TOALETY	PRANIE
Nerozpustné látky (NL)	Inertné NL sú neškodné	Pri vyšších koncentráciách nevhodné		Spravidla nutná úprava filtrovaním
Organické látky	Inertné a ľahko odbúrateľné látky sú neškodné		Spravidla bez významného vplyvu	V bežných koncentráciách bez významného vplyvu
Ťažké kovy	Nebezpečenstvo akumulácie v pôdnej vrstve	Spravidla bez významného vplyvu		
Pesticídy	Ohrozenie rastlín a pôdnych organizmov			
Mikroorganizmy	Spravidla bez významného vplyvu		Spravidla bez významného vplyvu	Spravidla bez významného vplyvu
Farba				Nebezpečenstvo zafarbenia
Zápach			Spravidla bez významného vplyvu	Spravidla bez významného vplyvu
Agresivita vody				Podľa zloženia vody a typu práčky
Celkové posúdenie	Zrážková voda je vhodnejšia ako pitná	Použitie spravidla bez obmedzenia	Použitie spravidla bez obmedzenia	V prípade nadbytku zrážkovej vody a v kombinácii s pitnou vodou na poslednú fázu prania

5.4.2 Použitie zrážkových vôd na aktivity v domácnosti

Zrážková voda neobsahuje vápnik, je to mäkká, minimálne znečistená destilovaná voda, ktorá je na viaceré účely vhodnejšia ako tvrdá pitná voda. Je vhodná aj na umývanie okien, karosérií áut a podlahovín. Neobsahuje chlór, je vhodná aj na polievanie kvetov, zeleniny či trávnikov. Na kvetináčoch sa nevyskytne vápenatý povlak ako u zálievky používajúcej tvrdú vodu. Zrážkovú vodu z povrchového odtoku je možné používať na splachovanie WC, pranie, čistenie, chladenie, ako požiarnu vodu a na dopĺňanie systémov centrálného zásobovania teplom.

Hospodárenie so zrážkovou vodou je v Belgicku, Nemecku či v Japonsku úplnou samozrejmosťou. Mnohé budovy, aj staršie, sú vybavené systémom na zadržiavanie takejto vody. Aj v susedných Čechách vďaka významným dotáciám si ich užívatelia zaobstarali vo vysokom počte. (Obr. 5.15).



Zdroj: <https://www.dotacedestovka.cz/>

Pranie a čistenie

Najväčší finančný efekt po využití dažďovej vody pri vykurovaní a chladení má pranie, keďže táto voda má veľmi dobré rozpúšťacie účinky a vhodná je najmä v oblastiach, kde je iná dostupná voda (podzemná alebo aj upravená) príliš tvrdá alebo obsahuje vyšší podiel železa, mangánu a pod..

Voda zo zrážok má slabú kyslú reakciu od absorbovaného CO₂, a má tak pri praní aj prirodzenú odmasťovaciu schopnosť. Keďže sa vyznačuje takmer nulovou tvrdosťou, ušetrí sa pri použití prípravkov na zmäkčenie tvrdej pitnej vody a látok pôsobiacich proti vzniku vodného kameňa na elektrických špirálach práčky. Tiež pri jej využívaní je potrebné menšie množstvo pracích prostriedkov. Z dlhodobého hľadiska je preto pranie menej nákladné a okrem značnej úspory zmäkčovačov a pracích práškov sa dá významne odbremeniť vodné toky a domové čistiarne od fosfátov a iných, pre prírodu cudzích látok.

Aj konečné prepieranie v zrážkovej vode je oveľa účinnejšie ako prepieranie v tvrdej pitnej vode. Vyplaví z tkanín aj posledné zvyšky pracieho prášku, ktoré by mohli vyvolať alergickú reakciu na citlivej detskej pokožke. Prádlo po uschnutí nie je tvrdé, zvyčajne už nie je potrebná ani aviváž a jeho životnosť sa predlžuje. Štátny hygienický ústav v Brémach nezistil žiadne rozdiely medzi praním bielizne v pitnej vode a upravenej zrážkovej vode.

Výrobcovia práčiek (napr. Miele) ponúkajú pre nedôverčivých i práčky, ktoré majú dve oddelené prípojky na vodu – na pitnú a zrážkovú. Počas predprania, hlavného prania a prvého plákania sa automaticky využíva voda zo zrážok. Pri poslednom plákaní spotrebuje ale už pitnú vodu.

Zrážkovú vodu môžeme využívať aj pri umývaní áut, upratovaní a čistení v tých miestach, kde nie je nevyhnutná hygienicky nezávadná pitná voda. Vo všetkých prípadoch sa využíva značne vysoké množstvo vody, a práve táto alternatíva je ekologicky aj ekonomicky prospešná.

- zrážkovú vodu by sme na pranie nemali používať v prípade, že máme strechu z asfaltovej lepenky. Voda zo strechy totiž vymýva asfalt, ktorý sfarbuje vodu i prádlo do žltá,
- takisto nie je vhodná hrdzavejúca strecha zo železa, či eternitu, resp. medené dažďové zvodny,
- nie je vhodné takýto systém realizovať, ak bytový dom stojí v blízkosti prašných prevádzok alebo rušných ciest.

Zavlažovanie

Celková mineralizácia atmosférickej vody sa spravidla pohybuje v rozmedzí od 10 do 100 mg/l. Táto voda nie je slaná, čím nedochádza k zasoľovaniu pôdy. Okrem toho neobsahuje ani chlór.

Pri polievaní zrážkovou vodou sa rastliny zároveň hnoja dusíkom. Vzdušný dusík sa rozpustí v kvapkách zrážkovej vody pri jej prechode cez atmosféru. Polievaním na listy sa dodáva dusíkaté hnojivo v jeho najprirodzenejšej forme, čo rastlinám prospieva, a to ako vonkajším, tak aj izbovým.

Splachovanie

Splachovaním denne minieme značné množstvo vody. Tomu sa dá v praxi vyhnúť využitím vody inej kvality ako vody pitnej.

Opäť sa tu prejavuje výhoda mäkkosti zrážkovej vody, vďaka čomu nedochádza k upchaniu WC vodným kameňom. Výrazne obmedzíme i používanie silných čistiacich prostriedkov.

5.4.3 Systémy na využitie zrážkových vôd

V mnohých krajinách pri rodinných domoch existuje mnoho rokov bez vážnejších problémov už niekoľko desiatok tisíc zariadení na zachytávanie zrážkovej vody z povrchového odtoku. Môžu to byť veľmi jednoduché a pritom estetické zariadenia (Obr. 5.16) ale i sofistikované priemyselne vyrábané systémy, ktoré zaisťujú, že zrážková voda sa najprv kvalitne prefiltruje, následne vhodne uskladní a na záver spoľahlivo dodá na miesto spotreby.

S používaním systémov, ktoré sú vyrobené z recyklovateľných a ekologicky neškodných materiálov je možné ušetriť desiatky až stovky eur. Nezanedbateľným bonusom je nezávislosť na dodávke pitnej vody – v prípade jej výpadku totiž tento systém zabezpečí v dome aspoň funkčnosť WC a možnosť prania.

Obr. 5.16 Jednoduchá možnosť využitia dažďových vôd pri rodinnom dome



Zdroj: <https://www.graf-water.com/>

Všeobecne poznáme nasledovné systémy zachytávania a využívania zrážkových vôd:

- pasívne – využívajúce napr. priepustné povrchy, umožnia zrážkovej vode vsiaknuť na mieste, kde vznikla (viac v kap. 5.6),
- aktívne - ktoré nielen odklonia zrážkovú vodu z povrchového odtoku od verejného kanalizačného systému ale ju akumulujú a umožnia využívať neskôr. Tie sú hlavným obsahom tohto celého modulu.

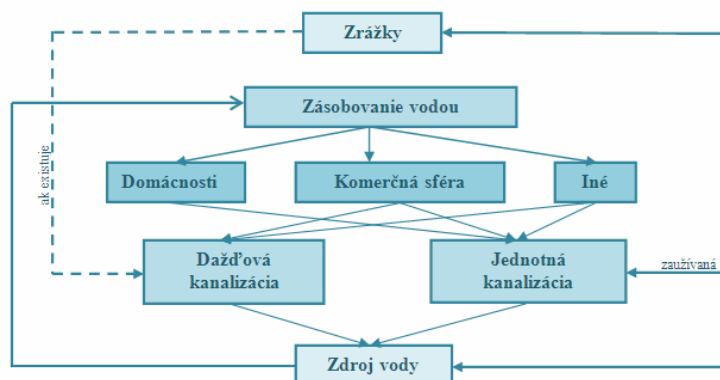
Pre budovy na bývanie existujú z hľadiska dôležitosti dva systémy zrážkových vôd zameraných na ich zber a skladovanie (z hľadiska veľkosti akumuláčnej nádrže):

- menšie, ktoré zbierajú zrážkovú vodu zo striech pre použitie v budove (Obr. 5.16),
- väčšie, ktoré zbierajú zrážkovú vodu z pozemku a spádovej oblasti a poskytujú doplnkové zásobovanie pre zavlažovanie.

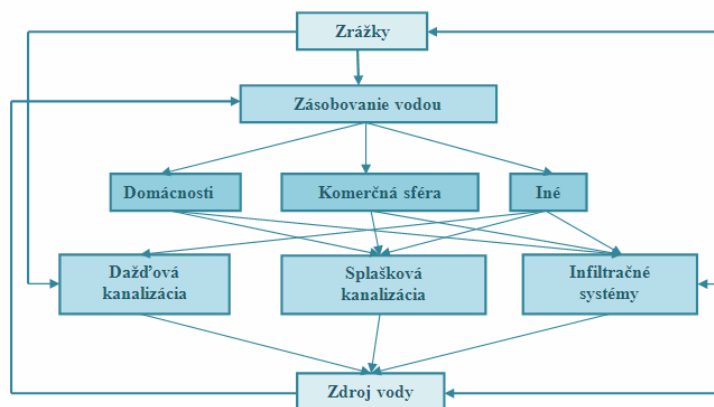
Ak zohľadníme prístupy trvalo udržateľného manažmentu, využívané v EÚ a uvedomíme si možné environmentálne dopady pri zlom hospodárení so zrážkovými vodami môžeme zmeniť náš klasický prístup (Obr. 5.17) na trvalo udržateľný prístup hospodárenia so zrážkovými vodami (Obr. 5.18).

Zavedením princípov, ktoré reagujú na tieto výzvy zaradíme Slovensko medzi rýchlo sa rozvíjajúce štáty podporujúce princípy zeleného manažmentu a ekonomiky.

Obr. 5.17 Klasický prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami



Obr. 5.18 Udržateľný prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami



Zdroj: <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7024-potencial-vyuzivania-zraskovej-vody-z-povrchoveho-odtoku>

Otázkou investora je, ktorý zo systémov využívania zrážkovej vody je vhodnejší pre ten jeho konkrétny bytový alebo rodinný dom. Niekedy úplne stačí zachytávať vodu zo striech a akumulovať ju v nádržiach, niekedy je potrebné rozšíriť tento tradičný systém o zachytávanie dažďovej vody z povrchového odtoku z urbanizovaných plôch.

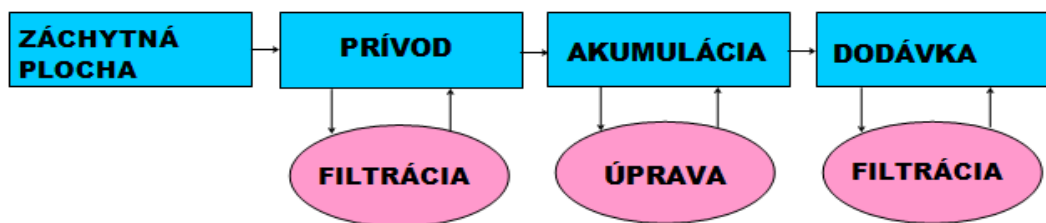
Základom dobrého návrhu sú čo najpresnejšie vstupné údaje. V tomto prípade pre konkrétnu oblasť sú to úhrny zrážok, potreba vody, plocha strechy (prípadne celej odvodňovanej oblasti). Na základe týchto vstupných údajov je možné vypracovať vzájomné závislosti, určiť optimálnu veľkosť akumulačnej nádrže a navrhnúť pre budovu na bývanie najvhodnejší systém využívania zrážkovej vody z povrchového odtoku.

Pri návrhu akéhokoľvek systému sa musíme držať príslušných zákonov, noriem a predpisov. Ďalej je nevyhnutné zaoberať sa rizikovou analýzou týchto systémov, aby sa predišlo možným negatívnym následkom na ľudskom zdraví alebo majetku.

5.4.4 Súčasti systému využitia zrážkových vôd

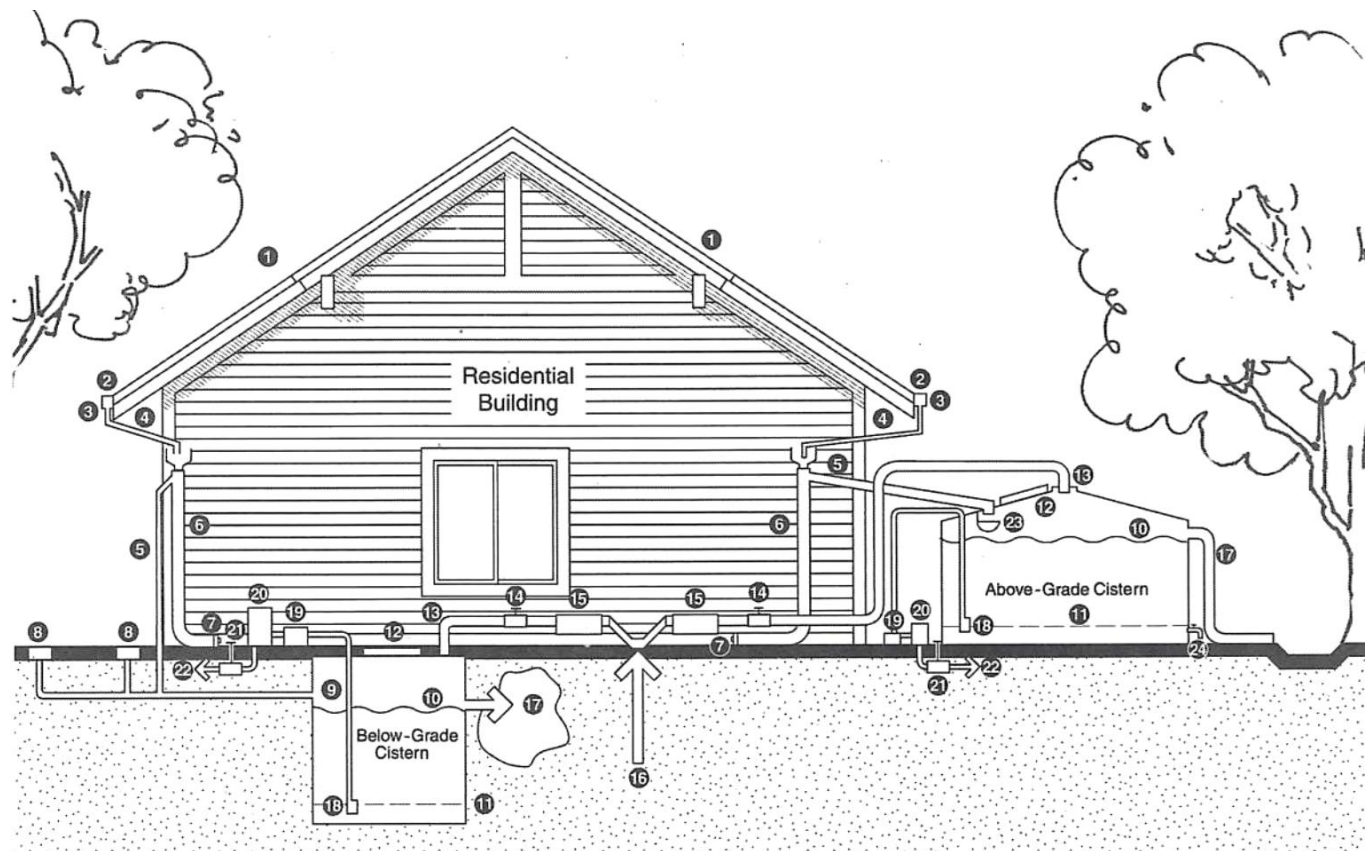
Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku je uvedený na Obr. 5.19. Účelu zachytávanej zrážkovej vody je nutné podriaďiť aj konštrukčný materiál, na ktorom sa zachytáva (krytina, klampiarske práce a pod.) a kde sa akumuluje. Samotný systém sa skladá z nádrže, filtra a čerpaceho zariadenia. Na Obrázku 5.20 je znázornený malý systém pre rodinný dom a na Obr. 5.21 zase systém, ktorý môže využívať bytový dom.

Obr. 5.19 Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody



Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

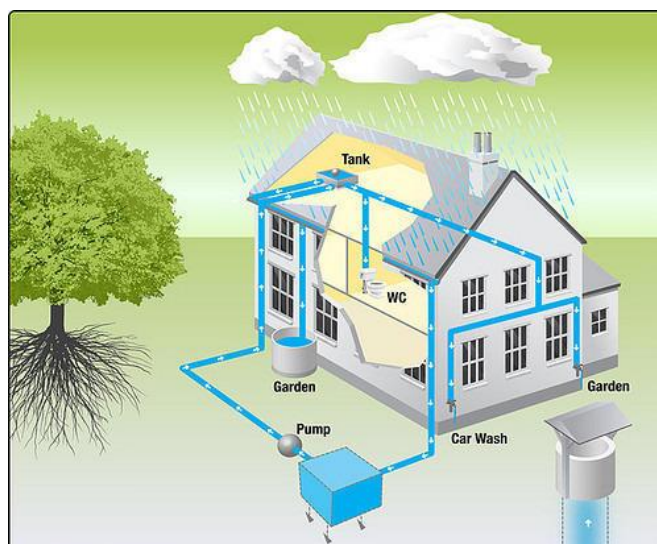
Obr. 5.20 Typické súčasti systému využitia zrážkovej vody na zavlažovanie v rodinnom dome



Poznámka: Rodinný dom s podzemnou aj nadzemnou akumulácnou nádržou (nie je pravidlom, že sú potrebné obidve).

1- zachytávanie na strešnej konštrukcii; 2- žľab s oddeľovačom listov, ak je budova v blízkosti stromov; 3- bežný dažďový žľab; 4- zvod, odlučovač sedimentov pre podzemnú nádrž alebo priamo do nádrže; 5- potrubie do nádrže (zvyčajne PVC DN 100); 6- zachytávač kalu a sedimentov, zariadenie proti prvému splachu; 7- koncová krytka na odskrutkovanie kvôli čisteniu; 8- záchytný kôš na zadržiavanie zrážkovej vody zo spevnených povrchov s odlučovačom sedimentov; 9- prívod dažďovej vody (min 250 mm pod vrchnou časťou nádrže). Vhodné je umiestniť filter na spomaľovanie/ vyrovnávanie prítoku, aby sa zamedzilo turbulencii pri prítoku, narušujúcej sedimenty usadené v spodnej časti nádrže; 10- max hladina vody 300 mm pod hornou časťou nádrže; 11- min hladina vody potrebnej na chod čerpadla na zavlažovanie (cca 300 mm); 12- 600 mm vstup na čistenie; 13- alternatívne zásobovanie vodou ručne/ automaticky pri nedostatku zrážkovej vody; 14- ventil; 15- atmosférický vákuový prerušovač; 16- alternatívny zdroj vody (napr. verejný vodovod); 17- pretečenie nádrže (rovnaká DN ako prítok) do vsakovacej studne/ gravitačne do krajiny/ retenčnej protizáplavovej nádrže s pripadom do vsakovacieho objektu. Pripad min 300 mm pod hornou časťou nádrže, aby sa predišlo kontaminácii alternatívneho zdroja vody; 18- prívodný zavlažovací filter s automatickým vypnutím pri poklese vody pod min hladinu, umiestnený min 150 mm nad dnom nádrže, aby sa predišlo usadeniu jemných sedimentov; 19- voliteľný pieskový filter; 20- zavlažovacie čerpadlo a tlaková nádoba; 21- ventil; 22- prívodné potrubie na zavlažovanie; 23- kôš na listy a konáre; 24- kohút s hadicou na vypustenie nádrže.

Zdroj: Kinkade-Levario, H.



Zdroj: https://www.brainkart.com/article/Rainwater-Harvesting_39828/

Vplyv zachytnej plochy na kvalitu zrážkovej vody

Ako sme už uviedli skôr, kvalitu zrážkovej vody z povrchového odtoku ovplyvňuje aj materiál, na ktorý spadne. Povrch dvorov, ciest a odstavných plôch pre automobily v dôsledku silného znečistenia nemôže slúžiť ako prijímacia plocha. Zostáva iba voda spadnutá na strechy budov. Najdôležitejší je použitý materiál na strechu - krytina.

Bitúmenová krytina spôsobuje neutralizáciu pH hodnoty. Zo striech s azbesto-cementovou krytinou sa využitie dažďovej vody neodporúča. Látky, ktoré obsahuje zrážková voda sú zo striech, na ktoré sa dostanú pôsobením vetra. V blízkosti prašných prevádzok by sa mali používať iba hladké strechy, inak voda bude obsahovať viac kalov. Veľkozmerné prímеси možno oddeliť filtrovaním. Veľké organické látky (listy, kvety, mach) nezávisia od použitej krytiny ale od ročného obdobia a polohy. Hrubé filtre na dažďových odpadoch ich oddelia. Drsné povrchy striech zachytávajú viac znečisťujúcich látok (štrkové násypy, vegetačné strechy) ale je v nich i najvyššie množstvo strát vody.

V tabuľke 5.4 sú uvedené koeficienty odtoku, t.j. aké percento vody zo zrážkovej vody z povrchového odtoku sa skutočne môže využiť a zároveň je popísaná ich vhodnosť k zachytávaniu a následnému využitiu.

Tab. 5.4 Koeficient odtoku a vhodnosť použitia rôznych strešných konštrukcií

DRUH STRECHY	KOEFICIENT ODTOKU	VHODNOSŤ K ZACHYTÁVANIU A VYUŽITIU
Plochá strecha so štrkovým násypom	0,60	Veľmi vhodná
vegetačná strecha	0,20	Veľmi vhodná
s bitúmenovými pásmi	0,70	Menej vhodná
s kovovými pásmi	0,70	Vhodná
Šikmá strecha so strešnými pásmi s bridlicou	0,80	Veľmi vhodná
s pálenými alebo	0,75	Veľmi vhodná
betónovými taškami	0,75	Veľmi vhodná
vegetačná strecha	0,25	Veľmi vhodná
s bitúmenovými pásmi	0,80	Menej vhodná
s kovovými pásmi	0,80	Menej vhodná
Azbesto-cementová strecha		Nevhodná

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

Prívod a filtrácia zrážkovej vody z povrchového odtoku

Voda steká zo strechy, prechádza cez prvé filtre, ktoré zachytia hrubé nečistoty a dažďovými zvodmi sa privedie ležatým zberným potrubím k šachte s centrálnym filtrom. Tam sa prefiltruje a nečistoty, ktoré na filtri zostanú, sa odvádzajú pomocou zostatkovej vody do vsakovacej jamy alebo kanalizácie. Cez sito filtra z nehrdzavejúcej ocele prechádza už prečistená voda. Tá sa privedie potrubím do prítokového hrdla nádrže, ktoré je ukončené špeciálnym prvkom tak, aby prichádzajúca voda nevrhla usadeniny na dne nádrže. Prívod vody je bezhlučný a kyslík sa vnáša aj do hlbších vrstiev nádrže. Ťažšie častice, napríklad piesok, sa budú usadzovať na dne nádrže, ľahšie častice, napríklad peľ alebo prach, vyplávajú na hladinu, kde zostanú až do úplného naplnenia nádrže, potom sa odplavia do kanalizácie alebo vsakovacieho systému. Nádrž na vodu má aj prepadovú zápachovú uzávierku (sifón), ktorý pri situáciách, keď by bolo vody v nádrži priveľa, nadbytočnú vodu odvedie do kanalizácie alebo vsakovacieho objektu.

Je potrebné zabezpečiť, aby sa voda a plyny nedostali z kanalizácie späť do nádrže. Preto sa sifón umiestňuje nad rovinu spätného vzdutia kanalizácie (nad úroveň terénu) alebo sa použije spätná klapka. Priemer potrubia pripadového sifónu musí byť vždy väčší ako prívod vody do zásobníka. Ďalším doplnkom môže byť mriežka proti hlodavcom. Z podzemnej nádrže sa voda k spotrebiteľovi dostáva pomocou sacej súpravy, ktorá je umiestnená tak, aby sa prívod vody vyhol prípadným usadeninám na dne nádrže, ako aj nečistotám na hladine. Nádrž je vhodné nechať niekoľkokrát ročne pretiecť, aby sa očistila od nečistoty plávajúcej na hladine.

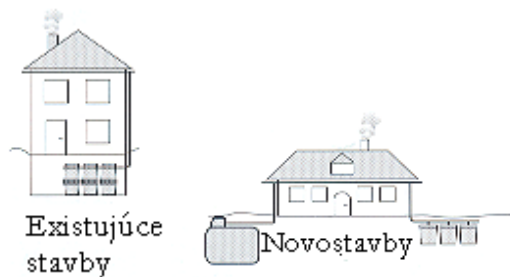
Čerpadlo vodárne je riadené automatickou jednotkou, ktorá monitoruje množstvo zrážkovej vody a v prípade jej nedostatku prepne pomocou hladinového spínača odber vody z vodovodu verejnej siete do zásobníka alebo, čo je podstatne ekonomickejšie, priamo do rozvodov úžitkovej vody. Rozvody v dome musia byť dvojité. Z hygienických dôvodov nie je prípustné, aby bolo niekde priame prepojenie medzi rozvodom úžitkovej dažďovej vody a rozvodom pitnej vody. Z automatickej doplňovacej jednotky sa voda dostáva výtlačným potrubím priamo k spotrebiteľovi.

Miesta odberu musia byť označené tak, aby bolo zrejmé, že voda nie je pitná. Systém funguje automaticky, občas (aspoň raz ročne) treba skontrolovať filtre a vyčistiť nádrž. Ak chceme mať vodu ešte čistejšiu, môžeme do výtlačného vedenia zaradiť kartušovací odkaľovací mikrofilter a na prítokové vedenie košíkový alebo samočistiaci filter. Naopak, ak chceme používať dažďovú vodu iba na polievanie záhrady, postačí systém bez špeciálnej filtrácie vody, je potrebné len zabezpečiť, aby sa do akumuláčnej nádrže nedostalo lístie a väčšie nečistoty.

- Na trhu je viacero typov zariadení na zachytávanie dažďovej vody. Vyberáme ich podľa miestnych podmienok a toho, na čo chceme zachytenú vodu používať,
- Pri používaní vody na pranie bielizne je dôležité, aby sme mali kvalitný filter a nádrž umiestnili pod zem - bez prístupu svetla v kombinácii s pokojným prítokom vody do nádrže,
- Ak vodu budeme používať iba mimo domu, celé zariadenie môže byť jednoduchšie a lacnejšie.

Akumulácia zrážkovej vody

Veľkosť nádrže sa riadi veľkosťou využívanej strešnej plochy, prípadne predpokladanou spotrebou dažďovej vody (volí sa menšia z oboch veľkostí a prípadný zvyšok vody je odvádzaný do vsakovacieho objektu alebo kanalizácie). Umiestnenie nádrže sa volí podľa možností konkrétnej budovy (Obr. 5.22) a zvážením výhod a nevýhod (Tab. 5.5).



Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU, 2015.

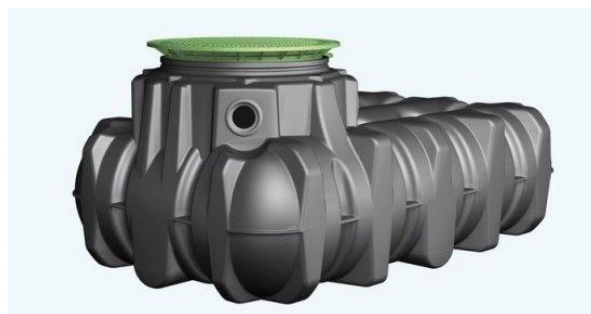
Akumulačná nádrž musí byť chránená pred prudkými výkyvmi teplôt a vplyvu denného svetla. Najvhodnejšia je nádrž podzemná alebo umiestnená v objekte bez rizika zamrznutia (Obr. 5.23).

Podľa materiálu sa používajú betónové, plastové, sklolaminátové alebo ocelové nádrže. Plastové nádrže sa vyrábajú z polyetylénu, polypropylénu alebo plastu zosilneného sklenenými vláknami. Pri veľkosti nádrže do 6,5 m³ sú najlacnejším a najjednoduchším riešením. Sú odolné proti korózii, vďaka ich nízkej hmotnosti sa ľahko dopravujú a ľahko sa s nimi manipuluje. Vyrábajú sa v rôznych veľkostiach, odpadá starosť s prestupmi. Osadzujú sa na vopred zhotovenú vodorovnú betónovú dosku, prípadne na zhutnený štrkový podklad podľa pokynov výrobcu. Ak je zemina ľahko priepustná alebo hrozí prítomnosť spodnej či povrchovej vody, je vhodné obetonovanie nádrže v hrúbke 15 až 20 cm, aby sa steny nepoškodili tlakom vody. Neutralizáciu kyslej dažďovej vody zaisťuje prítomnosť prírodného vápna.

Obr. 5.23 Používané podzemné akumuláčny nádrže



Podzemná nádrž Carat



Plochá nádrž Platin

Poznámka:

Zdroj: www.manadatrading.sk

Montované betónové nádrže z niekoľkých kusov skruží nie sú príliš vhodné, lebo je pravdepodobné, že po niekoľkých desaťročiach prestanú v spojoch dobre tesniť. Lepšie je zhotoviť monolitickú betónovú nádrž, pri ktorej je predpoklad dlhodobého bezporuchového fungovania. Výhodou betónu je, že prirodzene neutralizuje kyslejšiu zrážkovú vodu. Betónové nádrže sú odolné proti tlaku, môžeme ich zhotoviť priamo pod príjazdovou cestou k domu (nádrž so vstupom by sa nikdy nemala nachádzať pod garážou – oxid uhľnatý z výfukových splodín je ťažší ako vzduch a klesá dole, čo môže znemožniť čistenie nádrže). Nevýhodou betónových nádrží je vyššia prácnosť pri zhotovení, väčšie priestorové nároky pri osadení a potreba dorobenia inštaláčnych prestupov, ktoré plastové nádrže majú už pripravené.

Tab. 5.5 Výhody verzus nevýhody alternatívneho umiestnenia akumulačnej nádrže

NADZEMNÉ UMIESTNENIE	<ul style="list-style-type: none"> + umiestnenie bez zemných prác + možnosť odberu bez čerpadla <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - ohrev vody v lete - nebezpečie zamrznutia v zime - potreba miesta na pozemku
UMIESTNENIE V PIVNICI	<ul style="list-style-type: none"> + umiestnenie bez zemných prác + jednoduché napojenie na domovú inštaláciu + rovnomerná teplota <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - potreba vnútorného priestoru
PODZEMNÁ NÁDRŽ	<ul style="list-style-type: none"> + malá potreba miesta + rovnomerná nízka teplota vody + bez nebezpečenstva zamrznutia <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - náročná inštalácia so zemnými prácami

(+ výhoda, - nevýhoda)

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

Môžeme sa rozhodnúť pre ponorné alebo sacie čerpadlo v závislosti od toho, ako budeme zrážkovú vodu využívať. Mimo domu, napríklad na zavlažovanie záhrady, je najjednoduchšie použiť ponorné čerpadlo, zavesené približne 15 cm nad dno nádrže, čo zaisťuje odber čistej vody. Pri nedostatku vody sa čerpadlo samé vypne, keďže je vybavené plavákovým spínačom, ktorý signalizuje pokles hladiny.

Sacie čerpadlo býva umiestnené mimo nádrže asi do vzdialenosti 10 m. K čerpadlu je pripojené sacie vedenie so sacím košom a spätnou klapkou. Sací kôš môže mať plavák, ktorý zaisťuje odber vody asi 10 až 15 cm pod hladinou alebo sa voda odoberá 10 až 15 cm nad dnom nádrže, kde je umiestnený klasický sací kôš. Čerpadlo s tlakovým spínačom udržiava tlak dažďovej vody v rozvodoch. Ak je umiestnené v dome, malo by mať tlakový zásobník, aby sa nespúšťalo po každom otočení výtokového ventilu a nespôsobovalo hluk.

Obr. 5.24 Použitie akumulačnej podzemnej nádrže a jej dopĺňanie pitnou vodou



Poznámka: Carat S Professional, pochôdna verzia, pozostávajúca z patentovanej filtračnej technológie + systém dopĺňania pitnou vodou

Zdroj: www.manadatrading.sk

Osobitným prípadom pri výbere nádrže je požiadavka, aby slúžila nielen na zásobovanie vodou, ale aj na retenciu, čiže dočasnú akumuláciu nadmerného množstva zrážkovej vody. Tá pomáha odľahčovať kanalizačný systém v čase najväčších špičiek (pri privalových dažďoch), čím chráni osoby aj majetok. Na využitie dažďovej vody by mala byť nádrž plná, naopak, na retenciu prázdna. Pre tento špeciálny prípad boli vyvinuté nádrže s plavákovou škrtiacou klapkou, kde časť nahromadenej vody odteká s časovým odstupom, a tým umožňuje, aby bola v nádrži istá zásoba vody, ale aj aby bol vždy dostatok voľného miesta na jej retenciu.

Dôležité je vyriešiť aj bezpečnostný prepád z nádrže. Pokiaľ sú na záhrade vhodné vsakovacie podmienky, je dobré inštalovať vsakovací objekt, kam sa prebytočná voda počas dažďa akumuluje a postupne potom vsakuje do podlažia (Obr. 5.25).

V prípade, že koeficient vsakovania nie je dostatočný, je možné podať žiadosť o možnosť napojenia prepadu do kanalizácie. Správcovia kanalizácií však napojenie dažďových vôd do kanalizácie povoľujú len veľmi zriedka.

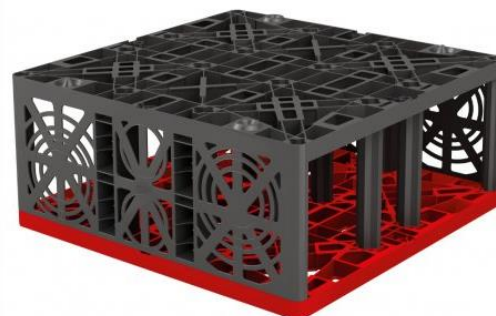
- Nadzemná nádrž je vystavená zmenám teploty a prípadnému znečisteniu, preto od nej nemožno očakávať kvalitnú vodu. Na polievanie záhrady však postačuje,
- Voda bez pohybu uskladnená v podzemnom zásobníku v tme a pri teplote 10 až 15 °C má minimálne podmienky na biologickú aktivitu. Musíme počítať s miernym znečistením choroboplodnými zárodkami zo strechy a z potrubí. Je to však také nepatrné zaťaženie, že pri zodpovednom používaní nemôže prísť k ohrozeniu zdravia.

Úprava zrážkovej vody z povrchového odtoku

Čistenie zrážkovej vody prebieha v troch stupňoch:

- filter na prítoku zachytí hrubé nečistoty,
- jemné nečistoty sa usadzujú na dne zásobníka, kde sa sedimenty biologickými procesmi mineralizujú,
- pri príležitostnom preplavení zásobníka sú plávajúce nečistoty spláchnuté do kanálu.

Obr. 5.25 Podzemná akumulčná nádrž s priepadom do vsakovacieho objektu



Zdroj: www.manadatrading.sk

Zachytávaná voda zo strešných plôch bude pred prívodom do zásobníka pre odstránenie nežiaducich nečistôt filtrovaná, aby nečistoty v čerpadle a armatúrach nespôsobovali problémy, zásobník vody mohol fungovať bez čistenia viac rokov, voda obsahovala menej organických látok a zostala preto dlhšie čistá.

Asi po šiestich týždňoch prítoku sa v zásobníku vytvoria tri vrstvy: spodná vrstva sedimentu, široká vrstva čistej úžitkovej vody a plávajúca vrstva nečistôt.

Tab. 5.6 Typy a vlastnosti filtrov

VLASTNOSŤ	FILTRAČNÝ ZBERAČ	ŠACHTOVÝ FILTER	FILTRAČNÁ DOSKA	VÍRIVÝ JEMNÝ FILTER
Mrazuvzdornosť		•	•	•
Veľký filtračný výkon		•	•	•
Lahká realizácia	•			
Samočistiteľnosť	•	•		•
Cena	•			

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

Požiadavky na filter

- veľkosť otvorov menšia ako 0,2 mm,
- malá náročnosť na obsluhu – čistenie raz ročne,
- žiadne množenie zárodkov na filtri,
- voľný prietok s prepadom do kanalizácie,
- dobrý stupeň účinnosti – malé straty vody.

Tab. 5.7 Metódy úpravy zrážkovej vody z povrchového odtoku

METÓDA	UMIESTNENIE	VÝSLEDOK
Mechanické zachytávanie <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sítá a zachytávače listov 	Žľaby a odkvapy	Zabraňujú listom a iným nečistotám vojsť do nádrže
Sedimentácia	V nádrži	Usadzovanie hmotných častíc
Filtrácia <ul style="list-style-type: none"> ▪ V potrubí / kazeta ▪ Aktívne uhlie ▪ Reverzná osmóza ▪ Miešanie média ▪ Pomalé pieskovanie 	Po čerpadle Vo výtoku Vo výtoku Oddelená nádrž Oddelená nádrž	Odstraňuje usadeniny Odstraňuje chlór* Odstraňuje znečistenia Zachytáva hmotné častice Zachytáva hmotné častice
Dezinfekcia <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preváranie / Destilovanie ▪ Chemická úprava (chlórovanie, jódovanie) ▪ Ultrafialové žiarenie ▪ Ozonizácia 	Pred použitím Vnútri nádrže alebo v čerpadle (kvapalina, tabletky, granule) Ultrafialové svetelné systémy (umiestnené po filtri z aktívneho uhlia pred zachytávačom) Pred výtokom	Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy

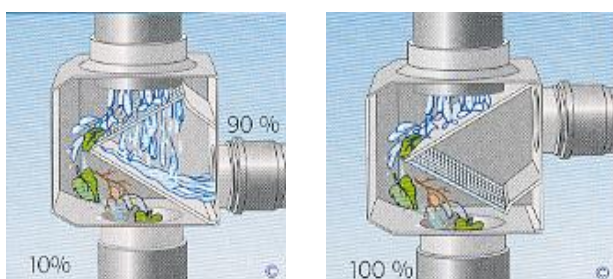
Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

Obr. 5.26 Ochranné sieťky do strešných žlabov

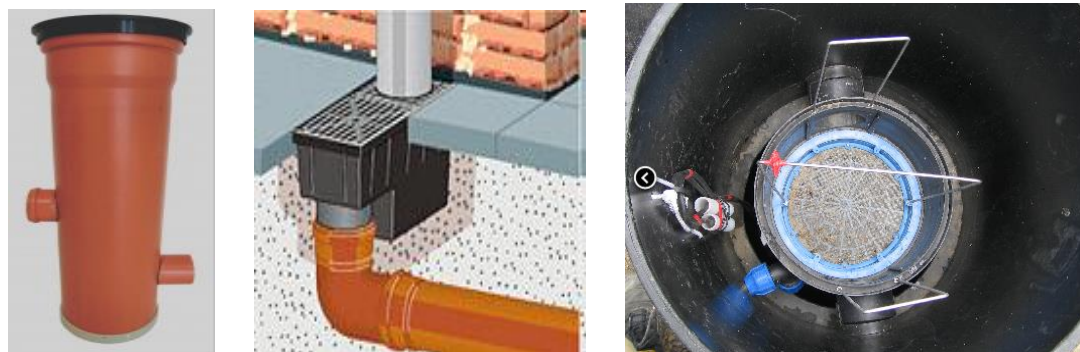


Zdroj: <https://www.ekodren.sk/product/pe-sietka-do-stresnych-zlabov-nn420/>

Obr. 5.27 Mechanické prečistenie zrážkovej vody na dažďovom odpadovom potrubí



Obr. 5.28 Integrované mechanické prečistenie vody na dažďovom odpadovom potrubí



Zdroj: <https://www.ekodren.sk/filtracia-vody/princip-filtracie/>

Doplňkový prívod vody

Ak je potrebný stály prítok, musí byť systém na využitie zrážkovej vody vybavený zariadením na automatické dopĺňanie pitnou alebo úžitkovou vodou.

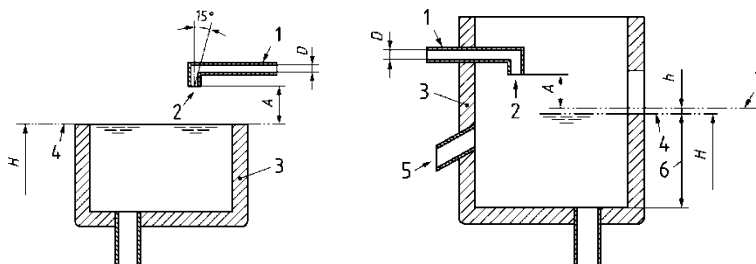
Dopĺňanie pitnou vodou z verejného vodovodu alebo úžitkovou vodou (napr. zo studne) sa môže realizovať:

- pomocou prerušovacej nádrže pred čerpadlom na dodávku do rozvodu, napr. účelovým modulom,
- pomocou medzinádrže, zvyčajne umiestnenej vyššie, napr. gravitačné zásobovanie,
- do akumuláčnej nádrže na zrážkové vody, priamo alebo do zberného potrubia po predchádzajúcej úprave.

V prípade dopĺňania pitnou vodou musí byť systém zásobovania pitnou vodou chránený vhodnou ochrannou jednotkou. Musí byť vylúčená možnosť zaplavenia zariadenia na dopĺňanie pitnou vodou (napríklad spätným prítokom), napr. montážou tohto zariadenia nad hladinou spätného vzdutia.

Aby sa zabránilo vniknutiu úžitkovej vody do systému pitnej vody alebo do verejného vodovodu, musí byť prívod na dopĺňanie vody vybavený ochrannou jednotkou (voľný výtok) podľa obr. 5.29.

Obr. 5.29 Voľný výtok- alternatívy ochrannej jednotky



Poznámka:

1	prívodné potrubie	A	vzduchová medzera (dvojnásobok vnútorného priemeru voľného výtoku, minimálne 20 mm)
2	voľný výtok	D	vnútorný priemer prívodného potrubia (otvor)
3	prerušovacia nádrž	H	maximálna prevádzková hladina vody
4	hladina priepadu	h	zvislá vzdialenosť medzi spodnou hranou priepadu a kritickou hladinou vody
	maximálny uhol od zvislice (15°)	6	výška od dna po spodnú hranu priepadu U_w ($U_w \geq 5 h$)
5	prepadové potrubie		
7	kritická hladina vody		

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

5.5 Návrh systému využívajúceho zrážkové vody

Usmernenie vody zo zrážok do kanalizačnej stoky bolo riešením človeka mnoho rokov. Určitá časť tejto vody je nevyhnutná na doplnenie hydrologického cyklu, ale časť sa dá opätovne použiť v budovách, kde by inak bola potrebná chemicky upravovaná voda. Aby sa užívateľ vedel rozhodnúť, či investovať do takéhoto systému, je vhodné urobiť konkrétny návrh a posúdiť jeho návratnosť.

Postup pri zjednodušenom návrhu systému využívajúceho zrážkovú vodu z povrchového odtoku je nasledovný:

- určenie množstva vody z atmosférických zrážok, ktoré by môže byť akumulované,
- určenie množstva vody potrebnej ako vody úžitkovej (splachovanie záchodov a pod.) v budove,
- posúdenie možnej metódy skladovania (veľkosť retenčnej alebo akumulačnej nádrže),
- preverenie vhodného inštaláčného systému so zabudovaním najúspornejších armatúr na trhu,
- určenie nákladov za pitnú vodu, ktorá sa nahradí zrážkovou vodou z povrchového odtoku,
- určenie počiatkových nákladov za zavedenie systému využitia zrážkovej vody v budove,
- výpočet doby návratnosti s prihliadnutím na ďalšie náklady.

Pri efektívnom návrhu je potrebné dokázať, že nátok zrážkových vôd za rok je väčší alebo rovný celkovej ročnej potrebe nepitnej vody – je splnená nerovnosť 5.1.

$$Y_R \geq D_{t,a} \quad (5.1)$$

Ak nerovnosť (5.1) nie je splnená, odporúča sa upustiť od niektorých spôsobov využitia zrážkovej vody. Príklady výpočtu pre rodinný dom a panelákovú budovu na bývanie sú uvedené v časti 5.6.

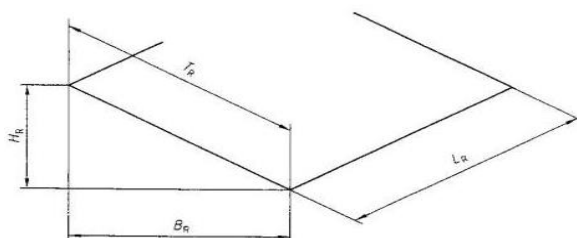
5.5.1 Zisk (nátok) zrážkových vôd

$$Y_R = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot \eta_i \quad [l] \quad (5.2)$$

kde:

- Y_R získaná zrážková voda za časovú jednotku t v litroch [l],
 A priamy priemet odvodňovanej plochy v metroch štvorcových [m²], (Obr. 5.30),
 h intenzita zrážok za zvolenú časovú periódu t v milimetroch [mm],
 e súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu (Tab.5.8),
 η súčiniteľ hydraulickej účinnosti zohľadňujúci pomer odtoku zrážkovej vody a prítoku zozbieranej zrážkovej vody. Ak výrobca neuvádza inak, počíta sa so súčiniteľom $\eta = 0,9$.

Obr. 5.30 Pôdorysný priemet odvodňovanej plochy



Poznámka: A – pôdorysný priemet odvodňovanej plochy (m²) – využitelná plocha strechy ($A = L_R \cdot B_R$)

L_R – dĺžka okapu (m)

B_R - pôdorysný priemet strechy od strešného žľabu po hrebeň strechy (m)

Zdroj: STN EN 12056-3 (2002) Gravitačné kanalizačné systémy vnútri budov. Časť 3: Odvodnenie striech. Navrhovanie a výpočet

Tab. 5.8 Súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu

ODVODŇOVANÁ PLOCHA	SÚČINITEĽ ODTOKU
Šikmá strecha s hladkým povrchom (napr. kov, sklo, bridlica, glazované škridle, solárne panely)	0,9
Šikmá strecha s drsným povrchom (napr. betónová krytina)	0,8
Plochá strecha, bez štrku	0,8
Plochá strecha, so štrkom	0,7
Intenzívna vegetačná strecha (napr. záhrada, stromy)	0,3
Extenzívna vegetačná strecha (nižšie porasty, kríky, plazivé rastliny)	0,5
Uzavreté – nepriepustné povrchy (napr. asphalt)	0,8
Neuzavreté – priepustné povrchy (napr. dlažba)	0,5

Poznámka.: Súčiniteľ odtoku zrážkových vôd pre iné povrchy sa musí upraviť.

Tieto súčinitele sa môžu použiť, ak nie sú k dispozícii iné hodnoty.

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

Tab. 5.9 Ročné úhrny zrážok pre vybrané mestá v SR

MESTO	PRIEMERNÝ ROČNÝ ÚHRN ZRÁŽOK h (mm)	OBDOBIE (roky)
Banská Bystrica	921	2013 až 2017
Banská Štiavnica	898	2013 až 2017
Bratislava	743	2006 až 2010
Brezno	835	2013 až 2017
Dolný Kubín	734	2013 až 2017
Košice	645	2013 až 2017
Liptovský Mikuláš	710	2006 až 2010
Liptovský Hrádok	759	2006 až 2010
Lučenec	660	2013 až 2017
Martin	760	2013 až 2017
Nitra	598	2013 až 2017
Oravská Lesná	811	2013 až 2017
Piešťany	592	2012 až 2016
Poprad	585	2002 až 2006
Prešov	692	2013 až 2017
Trebišov	573	2013 až 2017
Trnava	552	2012 až 2016
Zvolen	749	2013 až 2017
Žilina	788	2013 až 2017

Zdroj: <http://www.shmu.sk>

Tab. 5.10 Priemerné mesačné priemerné úhrny zrážok pre SR

MESIAC	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	CELKOM ZA ROK
% ročného úhrnu zrážok	6,0	5,5	6,2	7,2	10,0	11,3	11,8	10,6	8,3	8,0	8,1	7,0	100,0

Zdroj: <http://www.shmu.sk>

5.5.2 Potreba zrážkových (prevádzkových) vôd

Celková ročná potreba nepitnej vody $D_{p,a}$ (l/rok) sa dá vypočítať podľa vzorca (5.3) a s použitím Tabuliek 5.11 a 5.12.

$$D_{t,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot d_a + D_{f,a} \cdot S \quad [l/(osoba.deň)] \quad (5.3)$$

kde:

- $D_{p,d}$ denná potreba nepitnej vody súvisiaca s osobami [l/(osoba.deň)],
- n počet osôb v budove,
- d_a počet dní v roku, kedy sa nepitná voda využíva,
- $D_{f,a}$ ročná potreba nepitnej vody pre zalievanie alebo kropenie [l/(m².rok)],
- S plocha, ktorá sa zalieva alebo kropí [m²].

Tab. 5.11 Denné potreby nepitnej vody súvisiace s osobami v bytoch a v budovách na bývanie

SPÔSOB VYUŽITIA NEPITNEJ VODY	DENNÁ POTREBA NEPITNEJ VODY SÚVISIACA S OSOBAMI $D_{p,d}$ l/(osoba . deň)	POZNÁMKA
Záchody	24 až 30	Vyššia z hodnôt sa uvažuje, ak sa spotreba vody neúčtuje podľa vodomero
Pračka	10 až 15	Podľa spotreby vody na jeden cyklus prania

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

Tab. 5.12 Denné potreby nepitnej vody na polievanie alebo zavlažovanie

SPÔSOB VYUŽITIA NEPITNEJ VODY	PRIBLIŽNÁ POTREBA NEPITNEJ VODY SÚVISIACA S OSOBAMI $D_{p,d}$		POZNÁMKA
	Denná l/(m ² . deň)	Ročná l/(m ² . deň)	
Polievanie záhrady	1,0	60	Hodnota 1,0 l/m ² sa vzťahuje na plochu celej záhrady i keď sa polieva len jej časť. Predpokladá sa polievanie od apríla do septembra
Kropenie zelene	1,0	120 až 200	Predpokladá sa kropenie od apríla do septembra

Poznámka: Pri výpočte je potrebné mať informácie, či sa bude polievať alebo kropiť každý deň.

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

5.5.3 Stanovenie objemu akumuláčnej nádrže

Pri výpočte objemu akumuláčnej nádrže, väčšinou ako najdrahšieho komponentu systému, je potrebné vedieť rozsah použitia zrážkovej vody, s akou zásobou sa bude uvažovať, počet osôb a ich priemerná spotreba vody na určené využívanie zrážkovej vody. Platí vzorec 5.4:

$$V = D_{N,d} \cdot d_d \quad [l/d] \quad (5.4)$$

kde:

$D_{N,d}$	potreba prevádzkovej vody v litroch na deň [l/d],
$D_{p,d}$	denná potreba prevádzkovej vody v litroch na osobu a deň [l/d],
$D_{f,d}$	maximálna denná potreba prevádzkovej vody na iné účely v litroch za deň [l/d],
V	objem zásobníka v litroch [l],
d_d	zvolená perióda sucha - počet dní na akumuláciu vody do potenciálnych ďalších zrážok, v dňoch (napr. 14 alebo 21 dní).

Príklad stanovenia objemu akumuláčnej nádrže

- potreba prevádzkovej vody pre 4 osoby za deň: 4 x 50 l/d,
- potreba ďalšej prevádzkovej vody za deň (napr. čistenie): 100 l/d,
- potreba inej prevádzkovej vody počas obdobia sucha (napr. zavlažovanie): 1 000 l/d.

$$D_{N,d} = (4 \cdot 50) + 100 + 1000 \quad [l/deň]$$

- Zvolená perióda sucha: $d_d = 20$ dní

$$V = 1300 \cdot 20 = 26\,000 \text{ [l]}$$

Zjednodušené navrhovanie objemu zásobníka

Ak dažďovú vodu používate na zalievanie záhrady, ročne budete potrebovať približne 60 litrov na meter štvorcový plochy. Vtedy stačí nádrž, ktorá má približnú veľkosť 3000 litrov aj s prípadnou rezervou.

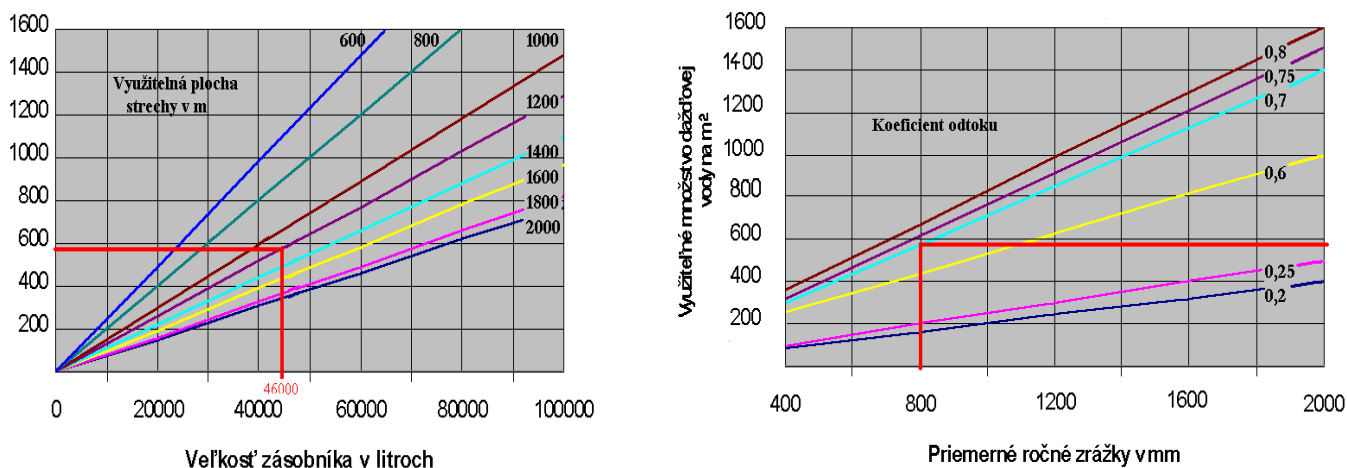
Ak takúto vodu budete používať len na občasné zalievanie, stačí lacnejší variant s objemom od 200 do 500 litrov.

Možné je aj využitie návrhu veľkosti zásobníka podľa diagramu (Obr. 5.31)

Potrebuje poznať:

- množstvo zrážok podľa konkrétnej oblasti (Tab. 5.9),
- koeficient odtoku,
- plochu strechy = plochu pôdorysu.

Obr. 5.31 Diagram na určenie veľkosti zásobníka na základe priemerného množstva zrážok mm/m², typu a veľkosti strechy



Zdroj: <https://www.graf-water.com/>

Cena vody

Náklady na vodu sú na Slovensku rôzne podľa oblastí, ktoré zásobujú konkrétne Vodárenskými spoločnosťami. Cenu vody tvoria dve časti, a to vodné a stočné, ovplyvňujú ju ekonomické vplyvy a tiež odberatelia. Ceny vody v roku 2020 pre výber slovenských miest je v Tabuľke 5.13. Tento údaj je potrebný, ak chceme vypočítať návratnosť systému pre využitie zrážkových vôd z povrchového odtoku. V niektorých okresoch je to 13 rokov, inde môže ísť aj o dvojnásobok. Chýba štátna podpora, ktorá by mohla túto dobu výrazne skrátiť.

Tab. 5.13 Cena vody v mestách na Slovensku

MESTO	VODNÉ S DPH	STOČNÉ S DPH	CENA VODY
Bánovce nad Bebravou	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Banská Bystrica	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Banská Štiavnica	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Bardejov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Bratislava	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €

Brezno	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Bytča	1,2113 €	1,3136 €	2,5249 €
Čadca	1,2113 €	1,3136 €	2,5249 €
Detva	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Dolný Kubín	1,2424 €	1,4490 €	2,6914 €
Dubnica nad Váhom	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Dunajská Streda	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Fíľakovo	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Galanta	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Gelnica	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Handlová	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Hlohovec	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Humenné	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Hurbanovo	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Iľava	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Kežmarok	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Komárno	1,0994 €	1,0372 €	2,1366 €
Košice	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Kráľovský Chlmec	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Krompachy	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Levice	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Levoča	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Liptovský Mikuláš	1,0922 €	1,4374 €	2,5296 €
Lučenec	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Malacky	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Martin	0,8912 €	1,1888 €	2,0801 €
Medzilaborce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Michalovce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Modra	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Moldava nad Bodvou	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Myjava	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Námestovo	1,2424 €	1,4490 €	2,6914 €
Nitra	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Nové Mesto nad Váhom	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Nové Zámky	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €

Partizánske	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Pezinok	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Piešťany	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Poprad	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Považská Bystrica	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Prešov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Prievidza	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Púchov	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Revúca	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Rimavská Sobota	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Rožňava	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Ružomberok	0,8952 €	1,1524 €	2,0476 €
Sabinov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Sečovce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Senec	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Sereď	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Snina	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Sobrance	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Spišská Nová Ves	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Stará Ľubovňa	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Stropkov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Svidník	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Svit	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Šaľa	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Topoľčany	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Tornaľa	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Trebišov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Trenčín	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Trnava	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Turčianske Teplice	0,8912 €	1,1888 €	2,0801 €
Veľké Kapušany	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Veľký Krtíš	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Vranov nad Topľou	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Vrútky	0,8912 €	1,1888 €	2,0801 €
Zlaté Moravce	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Zvolen	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €

Žarnovica	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Žilina	1,2113 €	1,3136 €	2,5249 €

Poznámka: Cena vody je uvedená vrátane DPH za 1 000 litrov.

Zdroj: <https://www.kodino.com/sk/clanky/cena-vody/>

5.6 Príklady využitia zrážkových vôd v praxi

Zrážková voda z povrchového odtoku sa využíva prevažne na nepitné účely, ale v niektorých častiach sveta je používaná aj ako náhrada za pitnú vodu.

5.6.1 Príklady využitia zrážkových vôd zo sveta

Obr. 5.32 Rodinný dom, Kapské mesto, JAR



Poznámka: Prvá plnoautomatická prevádzková a monitorovacia jednotka s čerpadlom, ovládaním a integrovaným automatickým doplňovaním pitnej vody bola v južnej Afrike inštalovaná v rodinnom dome v Kapskom meste. V tomto meste vďaka mediteránnemu podnebiu nemrzne, preto môžu byť nádrže nadzemné. Zrážkové vody sú zbierané zo strechy o ploche 350 m². Pomocou do U tvarovaných podzemných prívodných rúrok sú vody zvedené do akumuláčnej nádrže s objemom 10 000 l. V akumuláčnej nádrži je osadený samočistiaci filter pre dažďové vody. Riadiaca jednotka ovláda zásobovanie toalety, práčky a troch záhradných výtokov. Ušetrí sa 50 % mesačnej spotreby pitnej vody.

Zdroj: <https://www.asio.cz/cz/clanky>

Obr. 5.33 Rodinný dom, okres Heinsberg, Nemecko



Poznámka: Rodinný dom v dedinke v okrese Heinsberg, v západnom Nemecku na holandských hraniciach má zo strechy novostavby zbieranú vodu pre splachovanie toaliet, na pranie a zavlažovanie záhrady. Všetko riadi ovládacia jednotka, ktorá v prípade nedostatku zrážkovej vody zariadi doplnenie pitnou vodou z verejného vodovodu.

Zdroj: <https://www.asio.cz/cz/clanky>

Obr. 5.34 Rodinný dom, východné Belgicko



Poznámka: Rodinný dom vo východnom Belgicku bol budovaný ako energeticky úsporná drevostavba. Zvláštny dôraz bol kladený na výber ekonomicky a ekologicky šetrných spotrebičov a zariadení. Nechýba riadiaca jednotka a filter na dažďovú vodu.

Zdroj: <https://www.asio.cz/cz/clanky>

Obr. 5.35 Projekt bytovej štvrte Ringdansen, Norrköping, Švédsko



Poznámka: Zaujímavá prípadová štúdia analýzy akumulácie dažďovej vody na podporu potreby vody v domácnostiach v rezidenčnej časti Ringdansen v Norrköping vo Švédsku. Dažďová voda sa odvádza z celkovej plochy striech obytného súboru v Ringdansene, ak sa voda používa len na splachovanie WC, pričom sa použije akumulčná nádrž o kapacite 40 m³, je možné ušetriť viac ako 60 % pitnej vody. Pre každý blok sa predpokladá akumulčná nádrž s objemom 80 m³ s prislúchajúcou zbernou plochou 20 000 m², ktorá by ušetrila až 60% vody potrebnej na zavlažovanie počas leta. Projekt v Ringdansene je prvým veľkým projektom svojho druhu vo Švédsku a taktiež jedným z najväčších projektov v Európe.

Zdroj: <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-a-rainwater-collection-system-for-water-Villarreal-Dixon/a65eed43c7bf094ceaf69a1f5cb39d3bb0d5be38>

- V Brazílii v meste Florianopolis bola vypracovaná štúdia potenciálu úspor pitnej vody využitím vody zrážkovej pre štvorpodlažný súbor obytných domov pozostávajúci z troch blokov. Predpokladané úspory boli pre jednotlivé bloky 39,2 %; 40,1 % a 42,7 %. Na základe počítačových simulácií zohľadňujúcich lokálne zrážkové pomery bola úspora znížená na 14,7 %; 15,6 % a 17,7 % s tým, že sa uvažuje využitie zrážkovej vody na splachovanie WC, pranie a upratovanie. Aj napriek relatívne nízkym percentuálnym podielom náhrady pitnej vody dažďovou bola návratnosť tohto systému vypočítaná do päť rokov, čo už možno považovať za ekonomicky výhodné.

- Další příklad je z Berlína - budova na ulici Bless-Luedecke, kde sa akumuluje voda zo strechy o ploche 7 000 m² súčasne s vodou z ulíc, parkovísk a chodníkov o ploche 4 200 m² v akumulačnej nádrži objemu 160 m³. Po vyčistení sa voda používa na splachovanie WC a polievanie. Použitím takéhoto systému je lokálne zachytených 58% dažďovej vody. Počas 10-tich rokov sa ukázalo, že ročne sa tak ušetrí 2 430 m³ pitnej vody.

5.6.2 Príklady aplikácie systému na Slovensku

Bytový dom - návrh

Obr. 5.36 Bytový dom, Prešov



Poznámka: 9 poschodový bytový dom v Prešove, počet bytov: 54; počet vchodov: 2; počet obyvateľov: 105

Posudzovali sme vhodnosť systému upravenej zrážkovej vody cez kritériá:

1. kritérium - základné klimatické charakteristiky

- územie patrí do podoblasti mierne vlhkej (v zrážkovom tieni Braniska a Čergova)
- najviac zrážok spadne od júla do septembra (lete cca 405,7 mm a v zime 143,2 mm)
- priemerný počet dní so snehovou prikrývkou 63,5 dňa
- úhrny zrážok – údaje za posledných 10 rokov
- plocha strechy = 490 m²
- koeficient odtoku = 0.85 (85 %)
- koeficient filtra = 0.90 (90 % zrážok môže byť využitých)
- priemerný ročný úhrn zrážok = 782,33 mm
- $490 \text{ m}^2 \times 782,33 \text{ mm/rok} \times 0.85 \times 0.90 = 293,256 \text{ m}^3/\text{rok}$
- cca 294 000 m³ /rok zrážok môžeme zachytiť a efektívne využiť.

Tab. 5.14 Bilancia potreby vody pre bytový dom

Reálna potreba vody	100 %	2045 m ³ /rok
Z toho potreba vody - pitnej	50 %	
umývanie, varenie...	1022,5	
Nepitné účely	1022,5	
zrážková voda	28 %	293,25
sivá voda	72 %	729,5

2. požiadavky na množstvo pitnej vody – ktorú nahradíme zrážkovou
 - Údaje môžeme získať meraním alebo zobrať odporúčané – za deň 40 – 46 l/os
3. návrh systému na využívanie zrážkovej / sivej vody s vysokou efektívnosťou, a pri čo najnižších nákladoch
 - podľa plochy strechy a priemerných zrážok predpokladáme, že zrážková voda nedokáže pokryť celkovú spotrebu vody pre skúmaný objekt.
 - vyhodnotia sa varianty v kombinácii so sivou vodou a pitnou vodou s použitím reálnych hodnôt.

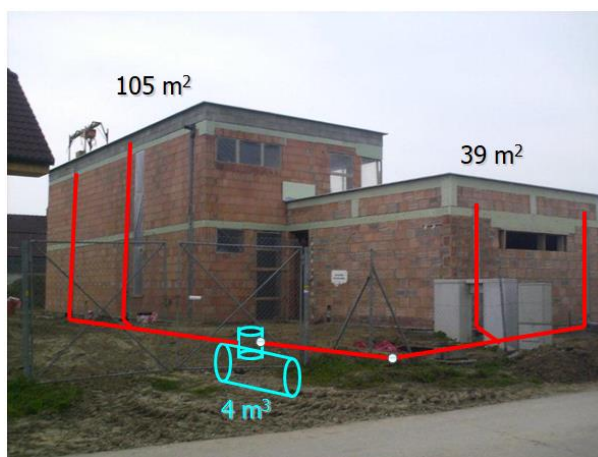
Pre presnejšiu analýzu úspor na nákladoch je možné použiť ešte ďalšie kritériá :

- požiadavky na energiu na prevádzku čerpadla,
- náklady na pitnú vodu vyžadovanú pri súčasných požiadavkách,
- náklady na zavedenie systému,
- náklady na dlhodobú údržbu systému využitia zrážkových vôd.

Rodinný dom – realizácia a závery

- Rodinný dom sa nachádza v meste Šaľa, v samostatnej zástavbe rodinných domov. Bol postavený svojpomocne v rokoch 2006 až 2008. Už počas prípravy projektovej dokumentácie sa majiteľ venoval otázke využitia dažďovej vody, studňovej vody, solárneho ohrevu na podporu prípravy ohriatej pitnej vody,
- Objekt je obdĺžnikového pôdorysu rozmerov 7x15 m s prilepenou garážou rozmerov 6x6,5 m. Obvodové steny sú murované z keramických tehál hr. 380 mm, zateplené tepelnou izoláciou polystyrénom hr. 100 mm,
- Strechy sú ploché, izolované hydroizolačnou PVC fóliou typu Fatrafol. Ako separačná a zároveň prvá filtračná vrstva je pod a na hydroizolačnej fólii osadená biela netkaná geotextília hr. 2 mm o plošnej hmotnosti 200 g/m², zaťaženie a ochrana strešnej fólie je štrkovým kameňom frakcie 32-63 mm tak, aby nedochádzalo k prepadávaniu kameňov cez záchytný kôš strešného vtoku,
- Na päte stúpacieho dažďového potrubia sú osadené lapače strešných splavenín, ktoré slúžia aj na preplach a čistenie zvodových potrubí v zemi. V lapačoch sa nachádzajú záchytné koše, ktorých funkciu plnia záchytné koše na streche, nakoľko majú veľké medzery,
- Zvodové potrubie je zaústené do záchytnej podzemnej dažďovej nádrže z HDPE o objeme 4 m³ (Obr. 5.37 a 5.39). Veľkosť nádrže sa počítala 1 m³ na 25 m² plochy strechy,
- V nádrži je umiestnené ponorné čerpadlo typu Grundfos SPO 3-65 A s výkonom 2,4 m³/h.

Obr. 5.37 Rodinný dom v Šali



Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

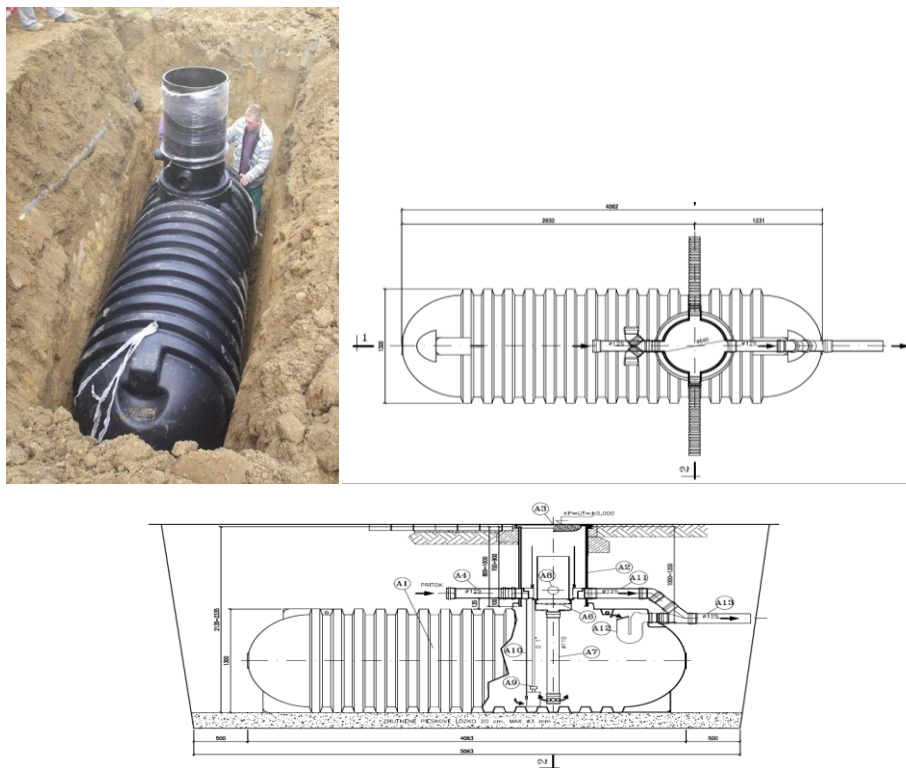
Obr. 5.38 Detail strešného vtoku



Poznámka: Strešný vtok HL64P/1 DN110 so záchytným košom, frakcia kameniva 32-63 mm / vpravo pohľad na vtok na terase s opadanými konifermi, znečistená geotextília po 3 rokoch

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

Obr. 5.39 Osadenie dažďovej nádrže

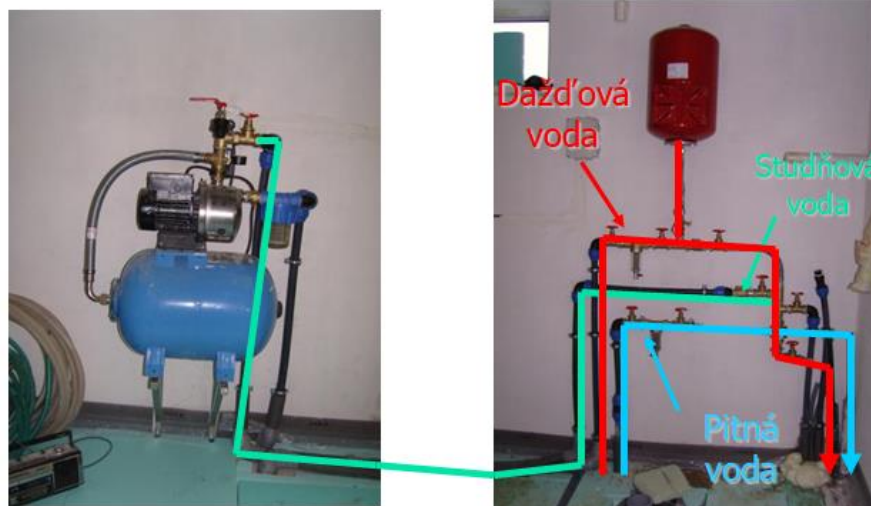


Poznámka: Dažďová nádrž 4 m³, pôdorys a rez

A1 - nádrž z PE; A2 - nadstavec z PE priemeru 600 mm výšky 800 až 1 000 mm; A3 - liatinový poklop nosnosti A15; A4 - ležaté dažďové potrubie z PVC D125; A5 - nádoba filtra; A6 - filtračná vyberateľná vložka z nehrdzavejúceho sita priemeru 400 mm; A7 - vtokové potrubie D110 do nádrže s upokojením výtoku; A8 - sada chráničky D110 mm prepojovacích vedení; A9 - samonasávacie ponorné čerpadlo s výtlakom HDPE DN25; A10 - silový elektrický kábel 230V/50Hz; A11 - prieliv filtra D125 mm; A12 - prieliv nádrže D110 mm so zápachovým uzáverom s mriežkou; A13 - odtok do kanalizácie (vsakovacieho bloku)

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

Obr. 5.40 Čerpadlo a tlaková nádrž



Poznámka: Na obrázku vľavo je čerpadlo na studňovú vodu, zapínací tlak 2 bar (200 kPa), vypínací tlak 2,5 bar (250 kPa), 40 l tlaková nádrž s tlakovým spínačom, zapínací tlak 2,6 bar (260 kPa), vypínací tlak 3,5 bar (350 kPa)

vpravo

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

Obr. 5.41 Odlíšenie výtokov s pitnou a úžitkovou vodou



Poznámka: Garáž: pohľad na keramické umývadlo s výtokom na pitnú vodu a závesná plastová výlevka na úžitkovú vodu s prietokovým beztlakovým ohrievačom (umývanie záhradného náradia, rúk, obuvi)

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

5.6.3 Prevádzka, údržba a čistenie dažďového systému

Majiteľ rodinného domu predstaveného v 5.6.2 má už skúsenosti z viac ako 10 rokov prevádzky systému, ktoré sú zosumarizované v ďalšom texte. Pri navrhovaní zariadenia na využívanie vody z povrchového odtoku sa musí dbať na to, aby pracovalo skoro bez údržby a keď sa údržba vynechá, nevzniknú žiadne škody. Napriek tomu musí byť zaručená potrebná kvalita vody i jej prevádzka. Tieto požiadavky môžu byť zabezpečené cez komponenty, ktoré sú na sebe závislé a tvoria jeden systém.

- V prípade nedostatku vody v dažďovej nádrži poklesom tlaku v potrubí dažďovej vody je zabezpečený prívod úžitkovej vody zo studne. Materiál potrubia dažďovej vody v dome je z Pe-Al-Pe,
- Plochá strecha so štrkom je bez údržbová, avšak na terase s okrasnými stromami je nutné čistenie od popadaných uschnutých konárov a vetiev – min. 1x ročne,
- Lapače strešných splavenín môžeme využiť na kontrolu a prípadné čistenie zvodového dažďového potrubia, čistenie koša lapača – min. 1x ročne,
- V dažďovej nádrži sa nachádza vstupný filter s jemným sitom, na ktorom sa usádza lietajúci a ležúci hmyz a iné nečistoty, kontrola a čistenie – min. 1x mesačne,
- V prípade podozrenia znečistenia prívodného dažďového potrubia (ako v našom prípade vytekala žltá hnedá voda) je vhodné prekontrolovať potrubie kamerou,
- Prečistenie potrubia sa dá vykonať tlakovým čističom (WAP-kou) s príslušenstvom na čistenie potrubia tlakovou hadicou dl. 20m s rozptyľovacou hlavicom,
- Kontrola tlakovej nádoby s gumeným vakom – 2x ročne;
- Čistenie mechanického filtra Honeywell F06 DN25 v armatúrnej zostave – 1x mesačne,
- Montáž filtra Honeywell F76S DN25 s elektronickou automatikou odkaľovania Z11S-A – Obr.5.37.
- Dažďová nádrž má korugovaný prierez, kde jednotlivé rebrá slúžia ako kalníky, signálom pre čistenie nádrže je zakalená voda v umývadle, vo WC pri splachovaní - čistenie nádrže sa odporúča 1x za 2 roky,
- Pri prvom čistení nádrže cca po 3 rokoch sa v nádrži nachádzali nečistoty od zateplenia fasády z polystyrénu, hmyz a blatový kal. Až po úroveň dna cca 15 cm je možné zakalenú vodu vyčerpať kalovým čerpadlom, úplné vyčistenie je možné len ručne v nádrži. Blatový kal sa do nádrže dostal z poruchy napojenia hrdla vtokového potrubia. K poruche „ustrihnutia hrdla“ zrejme došlo nedostatočným zhutnením pieskového podsypu potrubia, nedostatočnou hrúbkou obsypu hornej hrany potrubia a pri hutnení hutniacou doskou makadamu pri montáži zámkovej dlažby.

5.7 Pasívne využitie dažďových vôd

V minulosti sa pri rodinných domoch v prípade potreby zvýšiť efektivitu vsakovania používali vsakovacie studne (pripomínajúce bežné studne, ale vyplnené rôznymi frakciami kameniva) alebo trativody (perforované potrubia spádované od budovy do záhrady alebo blízkeho vodného toku).

Dnes ich nahradili nasledovné pasívne vsakovacie systémy:

- vsakovacie bloky,
- tunelové vsakovacie systémy,
- vsakovanie rúra – rigol,
- vsakovanie koryto – rigol.

5.7.1 Vsakovacie bloky

Zmyslom inštalácie vsakovacích blokov je odviesť zrážkovú vodu zo striech budov a spevnených plôch do podlažia, ak nie je k dispozícii dažďová kanalizácia alebo znížiť zaťaženie kanalizačnej siete odvádzajúcej zrážkovú vodu do centrálnej čistiarne odpadových vôd (ČOV) v prípade, ak neexistuje oddelená dažďová kanalizácia. Vsakovacie bloky umožňujú rýchlu nenáročnú inštaláciu bez použitia ťažkej techniky. Vďaka vysokej stabilite umožňujú pojazd aj nákladných vozidiel nad vsakovacím systémom. Projektovanú kapacitu je možné z jednotlivých blokov stavebníkovým systémom realizovať tak, že bloky možno zostaviť prostredníctvom rýchlospojok v radoch vedľa seba alebo nad sebou. Vsakovacie bloky zachytávajú zrážkovú vodu z povrchového odtoku až do 95 % svojho objemu, preto je potrebný o 2/3 menší objem výkopov oproti rúrovým vsakovacím systémom. Výsledkom je úspora materiálu (piesok, štrk) a malá časová náročnosť na realizáciu projektu. Tento systém je ideálny ako pre malé, tak i pre veľké projekty vsakovacích systémov (Obr. 5.42).

Obr. 5.42 Vsakovací blok



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006.

5.7.2 Tunelový vsakovací systém

Efektívny akumulčný a vsakovací systém tunelového tvaru, skladajúci sa z ľahkej, plastovej, polkruhovej schránky (schránok) uzavretej z oboch strán plastovými čelami (Obr. 5.43). Tým je vytvorený podzemný priestor o veľkej objemovej kapacite vhodný pre akumuláciu a postupné vsakovanie zrážkovej vody zo striech budov, spevnených plôch a povrchov do pôdy.

Polkruhové tunelové schránky majú 100 %-nú zásobnú kapacitu. V porovnaní so vsakovacími systémami naplnenými štrkom, alebo drveným kameňom tento systém predstavuje úsporu viac ako 2/3 objemu výkopov. Akumulovaná zrážková voda z povrchového odtoku môže voľne prenikať do podložia dnom a otvormi na bokoch plastovej tunelovej schránky systému. Obe čelá tunelovej schránky sú prispôbolené pre napojenie prítokového potrubia a je možné ich prispôbiť pre potrubia do priemeru DN 300. Len s tromi komponentmi (vstupné čelo, stredový blok a koncové čelo) je možné postaviť stabilný a rozsiahly systém s minimálnymi stavebnými, dopravnými a montážnymi nákladmi.

Obr. 5.43 Tunelový vsakovací systém



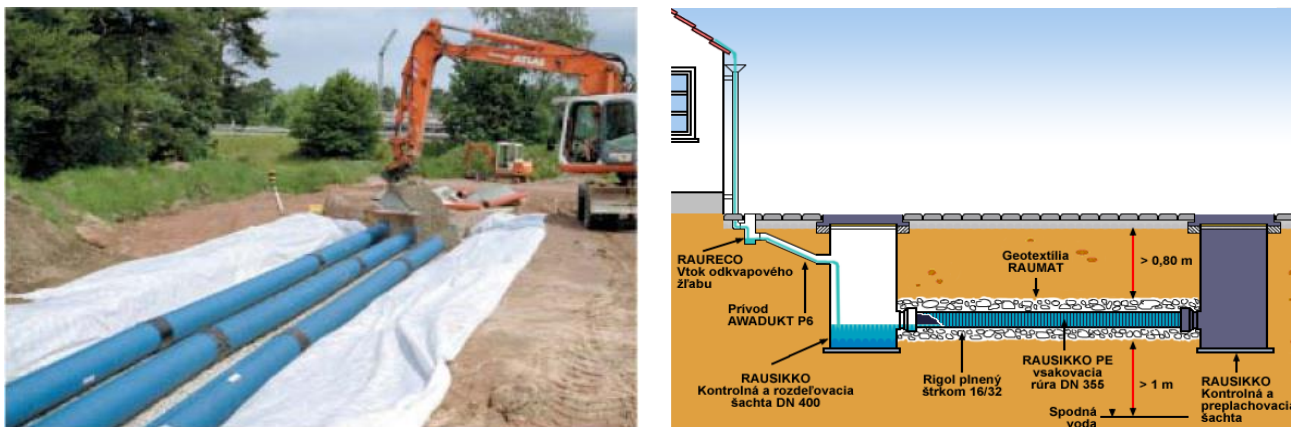
Zdroj: http://www.fonhit.sk/krecht_vsak.htm

5.7.3 Vsakovanie rúra - rigol

Systém rúra – rigol sa uplatňuje pri vsakovaní zrážkovej vody neobsahujúcej škodlivé nečistoty, napr. vody zo strešných plôch z rozsiahlejších bytových domov. Zachytená zrážková voda je pomocou potrubia s voľnou hladinou odvedená do podávacej kontrolnej šachty (Obr. 5.44).

Z tohto rigolu, tvoreného vsakovacími rúrami a štrkovou vrstvou, presakuje voda veľkoplošne do spodných vodopriepustných vrstiev. Hrubý štrk zabezpečuje vysoký akumulčný objem a zdržanie vody až do odznenia zrážok. Prenikaniu jemných pôdných častíc do rigolu je nutné zabrániť pomocou oplášťovania vhodnou geotextíliou.

Obr. 5.44 Tunelový vsakovací systém rúra - rigol

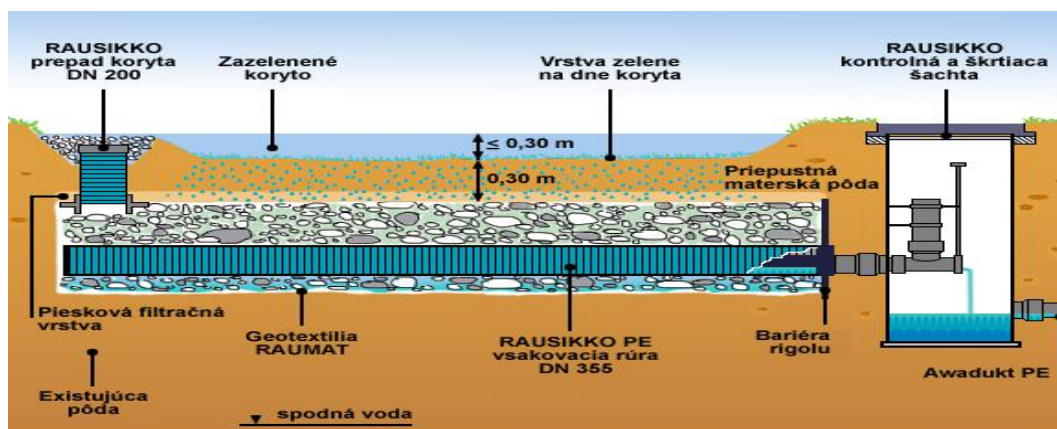


Zdroj: Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami, Katalóg 2006.

5.7.4 Vsakovanie koryto - rigol

Systém koryto – rigol je určený na vsakovanie alebo stekanie vody do dažďového rigolu alebo toku, ktorá je znečistená v medziach tolerancie. Zrážková voda je najskôr vedená povrchovo cez postranné pásy trávnikov alebo cez odvodňovacie žľaby koryta, v ktorom je dočasne zadržaná. Pri prúdení zo vsakovacieho koryta do hlbšie položeného systému rúra – rigol prechádza vsakovaná voda touto oživenou pôdnou vrstvou, pričom sú prípadné škodliviny pri tomto prechode odbúrané (Obr. 5.45).

Obr. 5.45 Tunelový vsakovací systém Vsakovanie koryto - rigol



Zdroj: Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami, Katalóg 2006.

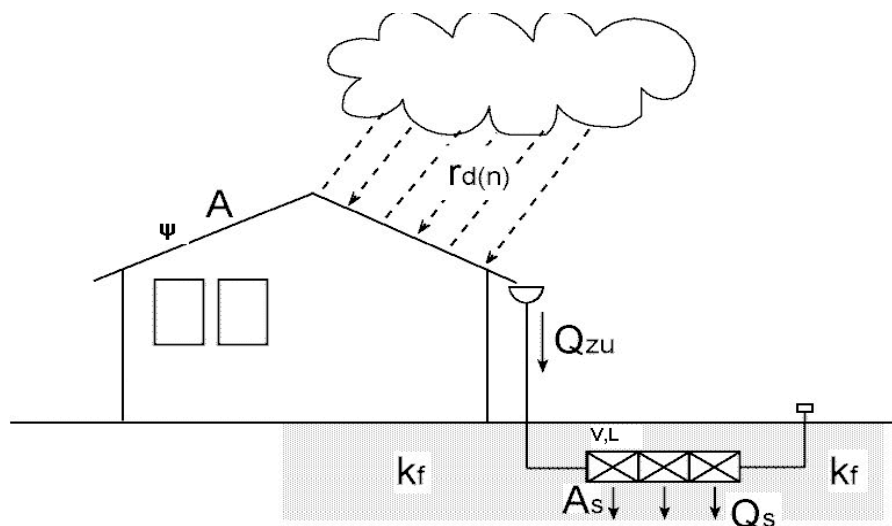
Aj v tomto prípade slúži rigol ako podzemná dočasná zásobná nádrž. Pri menej priepustných pôdach môže byť prípadný výkon vsakovania nedostačujúci. Prebytočná voda sa dostáva vsakovacou rúrou do škrtiacej šachty, odkiaľ je ďalej kontrolovane distribuovaná do odpadového toku alebo ďalších rigolov.

5.7.5 Všeobecný postup dimenzovania vsakovacieho systému

Pri dimenzovaní vsakovacieho systému je potrebné poznať:

- druh vsakovacieho systému,
- intenzitu dažďa r_d a dostatočne dlhý záznam zrážok z minulosti;
- redukovanú plochu strechy A_n a koeficient odtoku Ψ ;
- dĺžku vsakovacej zostavy L ;
- koeficient vsakovania k_f ;
- využiteľný objem vsakovacej zostavy V ,
- vsakovaciu plochu A_s

Obr. 5.46 Schéma systému vsakovania



Zdroj: <http://www.elwa.sk/index.php/Vsakovanie/Teoria-vsakovania.html>

Druh vsakovacieho systému

Prvým krokom pri dimenzovaní vsakovacieho systému je určenie druhu vsakovacieho systému, ktorý bude použitý. Ako bolo spomenuté vyššie, existuje niekoľko druhov systémov vsakovania. Základným princípom funkcie všetkých druhov vsakovacích systémov je čo najrýchlejšie odviesť zrážkovú vodu z povrchového odtoku pod zemský povrch a tam ju s časovým oneskorením buď nechať vsiaknuť späť do okolitej zeme, alebo zrealizovať regulovaný odtok zrážkovej vody zo systému vsakovania do dažďovej kanalizácie, prípadne do retenčnej nádrže.

Intenzita dažďa r_d a dostatočne dlhý záznam zrážok z minulosti

Meteorologické stanice dlhodobo merajú zrážky a výsledky pozorovania vydávajú vo forme tabuliek a to pre rôzne pravdepodobnostné intenzity dažďa, 1x za rok, 1x za 5 rokov, 1x za 10 rokov.

Tabuľku pre danú lokalitu treba mať k dispozícii, ak v danom mieste nie je meteorologická stanica. Tabuľky musia pochádzať zo staníc nachádzajúcich sa čo najbližšie od danej lokality. Typ tabuľky sa volí podľa rizika, podľa výšky prípadných škôd spôsobených zaplavením okolia.

Pre rodinné domy zväčša postačuje tabuľka pre pravdepodobnosť intenzity dažďa 1x za rok, pre elektrické transformátorové stanice, kde by mohlo dôjsť k výpadku prúdu pre celú oblasť, 1x za 10 rokov. Príklad nameraných hodnôt intenzity dažďa r_d v l/s.ha je uvedený v Tab. 5.15.

Tab. 5.15 Stanovenie intenzity dažďa (l/s.ha) pre jednotlivé trvania dažďa D (min) a rôznu periodicitu dažďa r (d)

D	r _{d(5)}	r _{d(2)}	r _{d(1)}	r _{d(0,5)}	r _{d(0,2)}	r _{d(0,1)}	r _{d(0,05)}	r _{d(0,03)}	r _{d(0,02)}	r _{d(0,01)}
5	128	178	224	274	345	391	434	454	464	478
10	80	118	151	184	233	267	298	316	328	339
15	61	92	117	142	180	209	233	250	258	269
20	50	76	96	117	147	172	192	205	212	222
30	38	57	72	88	110	128	145	155	160	170
40	30	46	58	71	88	103	116	126	131	140
50	26	39	49	60	74	86	96	104	110	118
60	22	34	42	52	64	74	82	90	95	100
90	16	24	30	38	46	52	57	64	67	72
120	13	19	24	28	36	41	45	50	53	56
180	10	14	17	20	25	28	31	34	37	39

Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, Katalóg 2006

Redukovaná plocha strechy A_n a koeficient odtoku Ψ

Ako už bolo uvedené, materiál striech môže byť rôzny a má i rôzny vplyv na odtok vody zo strechy. Zatiaľ čo zatravnené strechy značnú dažďa absorbujú, iné strechy pokryté napríklad glazovanými škridlami odvedú zrážkovú vodu takmer na 100 %. Množstvo vody odvedené zo strechy udáva koeficient odtoku Ψ.

Tab. 5.16 Koeficienty odtoku Ψ

POLOŽKA	SPÔSOB ZASTAVENIA A DRUH POZEMKU, PRÍPADNE DRUH ÚPRAVY POVRCHU	SÚČINITEL' ODTOKU Ψ PODĽA SPÁDU ODVODŇOVANEJ PLOCHY, %		
		do 1	1 až 5	nad 5
1.	Strechy	1,00	1,00	1,00
2.	Asfaltové a betónové plochy, dlažby so zálievkou škár	0,70	0,80	0,90
3.	Dlažby s pieskovými škárami	0,50	0,60	0,70
4.	Upravené štrkové plochy	0,30	0,40	0,50
5.	Neupravené a nezatravnene plochy	0,20	0,25	0,30
6.	Sady, ihriská	0,10	0,15	0,20
7.	Zelené pásy	0,05	0,10	0,15

Zdroj: STN 75 6101: Gravitačné kanalizačné systémy mimo budov (2016)

Veľkosť striech A je daná súčtom jednotlivých striech A_i. Odvádzané množstvo vody je teda nižšie ako teoretické. To sa zohľadňuje redukovaním - zmenšením plochy strechy. Na strechy s redukovanou plochou A_{e,i} dopadá dažď o intenzite r_D (n) udávanej v (l/s.ha). Celková redukovaná plocha striech A_u sa vypočíta podľa rovnice 5.5.

$$A_u = \Sigma(A_{e,i} \cdot \Psi_i) \quad [m^2] \quad (5.5)$$

kde:

A_{e,i} strechy s redukovanou plochou v m²,
 Ψ_i koeficient odtoku (bezrozmerné číslo).

Dĺžka vsakovacej zostavy L

Najdôležitejšou časťou návrhu vsakovacieho systému je určenie rozmeru dočasného akumuláčného priestoru. Prvé dva rozmery (šírka a výška) osadenej zostavy vyplývajú z obmedzujúcich miestnych podmienok, ako je napr. urbanistické riešenie zástavby alebo miestne hydrologické pomery. Posledný tretí hlavný rozmer → dĺžka sa určí pomocou vzorca (5.6):

$$L = \frac{A_n \cdot 10^{-7} \cdot r_d \cdot D \cdot 60}{b \cdot h \cdot s_r + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot D \cdot 60 \cdot \frac{k_f}{2}} [m] \quad (5.6)$$

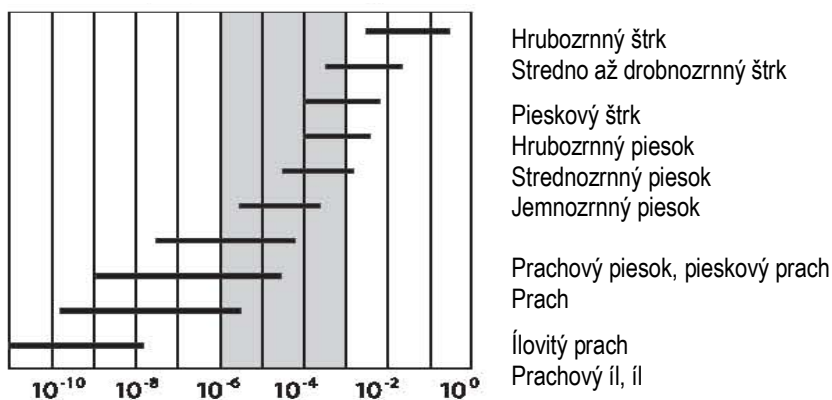
kde:

L	neznáma dĺžka vsakovacej zostavy [m],
A_n	povrch spevnených plôch [m ²],
r_d	intenzita záťažového dažďa [l/s.ha],
D	doba trvania záťažového dažďa [min],
B	šírka vsakovacej zostavy [m],
h	výška vsakovacej zostavy [m],
s_r	retenčný (akumulačný) koeficient 0,95,
k_f	súčiniteľ priepustnosti pôdy [m/s].

Koeficient vsakovania k_f

Pri návrhu vsakovacieho systému je veľmi dôležitá úzka spolupráca projektanta s hydroológom. Niekedy môže byť vsakovanie nemožné, nevhodné alebo nákladnejšie a pritom menej spoľahlivé ako klasická dažďová kanalizácia. Až z geologického prieskumu uvažovanej oblasti vyplynie vhodnosť či nevhodnosť okolia zeminy pre vsakovanie zrážkovej vody. Súčiniteľ priepustnosti pôdy k_f vyjadruje rýchlosť v m/s, ktorou preteká zrážková voda zeminou. V závislosti na druhu zeminy môže nadobúdať veľmi rozdielne hodnoty v rozsahu od 10^{-10} do 10^{-1} m/s. Pritom o zasakovaní môžeme hovoriť, pokiaľ sa hodnota vsakovacej rýchlosti okolitej zeminy pohybuje v intervale od 10^{-3} do 10^{-6} m/s. V prípade, že k_f je väčší ako 10^{-3} , dochádza k veľmi rýchlemu priesaku dažďových vôd do vôd spodných. To má za následok jednak narušenie dočasnej skladovacej funkcie systému a jednak to, že nedôjde k požadovanému pôdnemu dočisteniu dažďovej vody pred jej vstupom do vody podzemnej. Pokiaľ je k_f menší ako 10^{-6} , je nutné navrhnuť kapacitne veľmi veľký akumuláčny priestor, čo môže byť z ekonomického hľadiska nevhodné. V týchto prípadoch sa už nedá hovoriť o vsakovaní, ale o riadenej retencii (zadržaní).

Obr. 5.47 Doporučené hodnoty koeficientu vsakovania k_f



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006.

Využitelný objem vsakovacej zostavy V

Za využitelný objem vsakovacej zostavy sa pri návrhu uvažuje 95 % objemu celej vsakovacej zostavy, ktorá bola navrhnutá. Výpočtom môžeme zistiť taktiež akumulčný objem vsakovacej zostavy. Stúpanie hladiny vyplýva z prírastku objemu danom rozdielom medzi pritekajúcou a odtekajúcou vodou ($Q_{zu} - Q_s$).

Výška dosiahnutej hladiny v akumulčnom priestore závisí od dĺžky trvania zrážok, jeho intenzity a k_f . Na Slovensku je zaužívaný objem akumulčného priestoru počítaný na 15 minútový 2 - ročný dažď.

Ale v mnohých prípadoch, zvlášť pri nízkych hodnotách k_f a pri tzv. vytrvalých dažďoch, môže vyjsť potrebný akumulčný objem vyšší ako pre zaužívaný výpočet. Preto pri nízkych hodnotách k_f je vhodné prepočítať aj ostatné hodnoty intenzity dažďa a dĺžky dažďa.

Pre výpočet akumulčného priestoru platí rovnica (5.7):

$$V = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \quad [m^3] \quad (5.7)$$

kde:

D doba trvania dažďa v minútach (jej vynásobením číslom 60 získame dobu trvania dažďa v sekundách),

f_z súčiniteľ bezpečnosti (projektant ho na základe svojho uváženia volí v rozmedzí 1,1 až 1,2. Hodnota 1,1 sa volí pre decentrálne vsakovanie, hodnota 1,2 sa volí pre centrálné vsakovanie).

Vsakovacia plocha A_s

Dôležitá skutočnosť nastáva pre stanovenie vsakovacej plochy A_s . Tá sa totiž neobmedzuje iba na plochu A, čiže na samotnú podstavu blokov, ale sa rozširuje aj o šírku bočného vsakovania - v akumulčnom priestore voda vystupuje do výšky h . Stredná hodnota výšky hladiny je $h/2$. Keďže časť vsakovania sa uskutočňuje cez bočné steny blokov, a to po oboch stranách účinnej vsakovacej šírky $b_{R,w}$, rozširuje sa táto na obe strany o hodnotu $h/4$. Potom účinná vsakovacia šírka je daná vzťahom (5.8):

$$b_{R,w} = b_R + (2 \cdot h/4) = b_R + h/2 \quad [m] \quad (5.8)$$

kde:

$b_{R,w}$ vsakovacia šírka [m],

h vsakovacia výška [m].

Vsakovacia plocha A_s v m^2 je daná vzťahom (5.9):

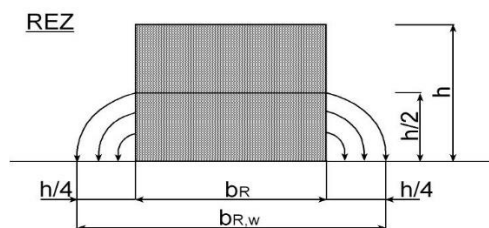
$$A_s = L \cdot b_{R,w} \quad [m^2] \quad (5.9)$$

kde:

L vsakovacia dĺžka [m],

$b_{R,w}$ účinná vsakovacia šírka [m].

Obr. 5.48 Schéma určenia účinnej vsakovacej šírky



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006.



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006

5.7.6 Príklad návrhu vsakovacích šácht pre bytový dom

Vstupné údaje sú: Lokalita - Košice

A_{imp}	plocha strechy: šachta A - 212 m ² resp. šachta B - 338 m ²
d_e	vonkajší priemer šachty: 1,0 m
d_i	vnútorný priemer šachty: 0,8 m
k_f	koefficient filtrácie: $1 \cdot 10^{-3}$ m/s
f_z	je súčiniteľ bezpečnosti: 1,2
$rD_{(0,5)}$	zvolená periodičita dažďa

Stanovenie hĺbky vsakovacej šachty

Pre dimenzovanie vsakovacej šachty je potrebné stanoviť potrebnú hĺbku vsakovacej šachty. Tak ako pri dimenzovaní ostatných druhov vsakovacích zariadení, je potrebné urobiť výpočet na rôzne druhy trvania dažďa a stanoviť kritický dážď pre danú zvolenú periodičitu, teda v prípade vsakovacích šácht najnepriaznivejší dážď, pre ktorý dostaneme najväčšiu hĺbku vsakovacej šachty.

Výpočet hĺbky vsakovacích šácht podľa DWA 138 (5.10):

$$z = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot \frac{k_f}{2}}{\frac{\pi \cdot d_i^2}{4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_p} + \frac{\pi \cdot d_e \cdot k_f}{4}} \quad [m] \quad (5.10)$$

Maximálna výška vodnej hladiny vo vsakovacích šachtách pre zvolenú periodičitu je pri 5, resp. 10 minútovom daždi, a to 2,97 m resp. 4,89 m, preto by sa šachty navrhovali na túto plniacu výšku (Pozri Tab. 5.17).

Tab. 5.17 Výška vodných hladín vo vsakovacích šachtách

D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	z [m]	D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	z [m]
5	324	2,970	5	324	4,84
10	226	2,967	10	226	4,89
15	178	2,70	15	178	4,50
20	148	2,42	20	148	4,07
30	112	1,95	30	112	3,33
40	91	1,60	40	91	2,80
50	77	1,34	50	77	2,39
60	67	1,14	60	67	2,08
90	49	0,75	90	49	1,47
120	39	0,52	120	39	1,10
180	27	0,22	180	27	0,63

Poznámka

Šachta A

Šachta B

Stanovenie akumulačného objemu vsakovacích šacht

podľa DWA 138 pomocou rovnice (5.11):

$$V = (A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \quad [m^3] \quad (5.11)$$

Tab. 5.18 Stanovenie akumulačného objemu vsakovacích šacht

D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	V [m ³]	D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	V [m ³]
5	324	1,493	5	324	2,420
10	226	1,490	10	226	2,455
15	178	1,14	15	178	1,931
20	148	0,60	20	148	1,114
30	112	-0,75	30	112	-0,957
40	91	-2,28	40	91	-3,321
50	77	-3,92	50	77	-5,854
60	67	-5,62	60	67	-8,485
90	49	-10,90	90	49	-16,670
120	39	-16,37	120	39	-25,147
180	27	-27,85	180	27	-42,978

Poznámka:

Šachta A

Šachta B

Hodnoty požadovaných akumulačných objemov by boli 1,49 m³, resp. 2,45 m³

5.7.7 Alternatívy vsakovacích zariadení pre rodinné a bytové domy

Benefity vsakovania je možné využiť aj inými realizáciami na alebo pri rodinných či bytových domoch. Medzi známe a používané vodozádržné opatrenia radíme:

- Zelené strechy (Obr. 5.50)
- Priepustné dlažby (Obr. 5.51)
- Vegetačné pásy (Obr. 5.52)
- Kanály a priehlbne (Obr. 5.53)
- Vsakovacie pásy (Obr. 5.54)
- Vsakovacie studne (Obr. 5.55)
- Infiltračné priekopy (Obr. 5.56)
- Dažďové záhrady (Obr. 5.57 a 5.58)
- Detenčné nádrže (Obr. 5.59)
- Retenčné nádrže (Obr. 5.60)
- Infiltračné nádrže (Obr. 5.61)

Obr. 5.50 Zelené strechy, príklady zo Švédska a Bratislavy



Poznámka: Typická štruktúra zelenej strechy zahŕňa povrchovú vegetačnú vrstvu podloženú substrátom (rastové médium), geotextilnú filtračnú vrstvu a agregátovú alebo geokompozitnú drenážnu vrstvu. Zelené strechy sú navrhnuté tak, aby zachytávali zrážky, ktoré sa spomaľujú, keď pretekajú vegetáciou a drenážnou vrstvou. Zelené materiály strechy sú podložené nepremokavou membránou s ďalšou izolačnou vrstvou. Časť dažďovej vody sa ukladá do drenážnej vrstvy a absorbuje ju vegetácia, pričom zvyšok sa zvyčajným spôsobom vypúšťa zo strechy (cez žľaby a zvody).

Zdroj: www.susdrain.org (extenzívna zelená strecha v Augustenborg, Malmo, Švédsko)
<https://stresnesubstraty.sk/vzorova-realizacia-rodinneho-domu-bratislava>

Obr. 5.51 Priepustná dlažba Stamford, UK



Poznámka: Priepustná dlažba je navrhnutá tak, aby dažďovej vode umožnila infiltráciu cez povrch, buď do podkladových vrstiev (pôda a zvodnené vrstvy), alebo bola skladovaná pod zemou a uvoľňovaná kontrolovanou rýchlosťou do povrchovej vody. Priepustná dlažba sa používa ako všeobecný pojem, ale je možné rozlišovať dva typy: Porézne chodníky, kde voda je infiltrovaná cez celý povrch (vystužená tráva, štrk alebo pórovitý betón a dlažobné kocky). Priepustné vozovky, ak sú materiály ako tehly položené tak, aby poskytovali prázdny priestor až k podkladu pomocou expandovaných alebo pórovitých tesnení (namiesto maltových alebo iných jemných častíc).

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.52 Priehľbeň – vegetačný pás



Poznámka: Priehľbne - vegetačné pásy (zvyčajne sa nachádzajú pri cestách) sú lineárne, široké a plytké, môžu zadržiavať alebo prepravovať povrchovú vodu (znižujúc rýchlosť odtoku a objemy) a odstraňujú znečisťujúce látky. Štandardná priehľbeň - všeobecne sa používa na dopravu odtoku z povodia do inej fázy infiltrácie. Vylepšená priehľbeň zahŕňa filtračné lôžko pod vegetačným pásom. Vlhká priehľbeň - vegetačný pás vybavený zariadeniami na kontrolu infiltrácie.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.53 Kanály v urbanizovanom území



Poznámka: Kanály a priehlbne sú plytké otvorené povrchové vodné priestory, ktoré zhromažďujú vodu, spomaľujú ju a zabezpečujú ukladanie sedimentu z odtoku. Môžu mať rôzne prierezy, ktoré vyhovujú mestskej krajine, a môžu zahŕňať použitie výsadby na zaistenie lepšej vizuálnej príťažlivosti a úpravy vody.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.54 Malý vsakovací pás v ulici



Poznámka: Vsakovacie (filtračné) pásy sú najvhodnejšie na ošetrovanie odtoku z relatívne malých odtokových plôch, ako sú cesty, strechy, malé parkoviská a priepustné povrchy. Filtračné pásy sa často integrujú do okolitého využívania krajiny, napríklad do verejného priestranstva alebo do cestných komunikácií. Z vizuálneho hľadiska a na zabezpečenie prirodzeného prostredia môžu byť implementované miestne druhy tráv a kvetov.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

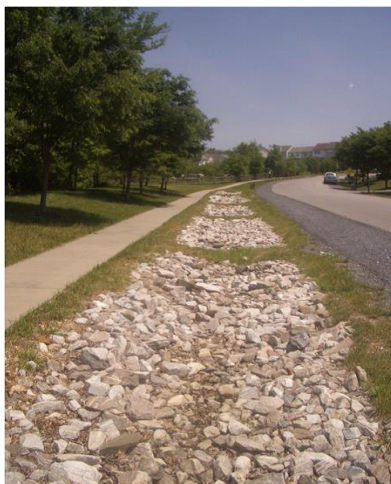
Obr. 5.55 Vsakovacie studne - princíp



Poznámka: Vsakovacie studne sú šachty, ktoré zadržiavajú povrchovú vodu a umožňujú jej vsiaknutie do zeme. Zvyčajne ide o štvorcové alebo kruhové konštrukcie vyplnené sutinou alebo obložené murivom, prefabrikovaným betónom alebo polyetylénovými perforovanými skladovacími štruktúrami obklopenými zrnitým zásypom. Vsakovacie studne poskytujú čistenie a zadržanie dažďovej vody. Zvyšujú tiež obsah pôdnej vlhkosti a pomáhajú dopĺňať podzemnú vodu. Umožňujú odtok z nehnuteľnosti a umožňujú jeho efektívnu infiltráciu do okolitej pôdy. Vsakovacie studne môžu byť prispôbené urbanistickému rozvoju s vysokou hustotou zástavby.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.56 Infiltračné priekopy s kameňmi v urbanizovanom území



Poznámka: Infiltračné priekopy sú plytké priekopy naplnené sutinou alebo kameňom. Umožňujú prenikaniu vody do okolitých pôd z dna a zo strán výkopu, čím zvyšujú prirodzenú schopnosť pôdy viesť vodu. V ideálnom prípade by mali mať bočný prítok z príslušného nepriepustného povrchu (v skutočnosti je to forma vsakovacej šachty). Znižujú rýchlosť odtoku a môžu pomôcť doplniť objem podzemnej vody. Odtok upravujú filtráciou cez substrát a následne cez pôdu. Sú účinné pri odstraňovaní znečisťujúcich látok a sedimentov fyzikálnou filtráciou, adsorpciou na materiál v priekope alebo biochemickými reakciami vo výplni alebo v pôde. Nie sú však určené na to, aby fungovali ako lapače sedimentov, a musia byť vždy navrhnuté s účinným systémom predbežnej úpravy. Nachádzajú v blízkosti nepriepustných povrchov, ako sú parkoviská alebo cesty, kde sú častice v odtoku nízke. Vďaka svojmu úzkemu tvaru sa môžu prispôsobiť rôznym miestam a dajú sa ľahko dodatočne navrhnuť na okraj, obvod alebo iné nevyužité oblasti rozvinutých miest. Môžu byť účinne začlenené do krajiny a navrhnuté tak, aby vyžadovali minimálne zaberanie pôdy.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

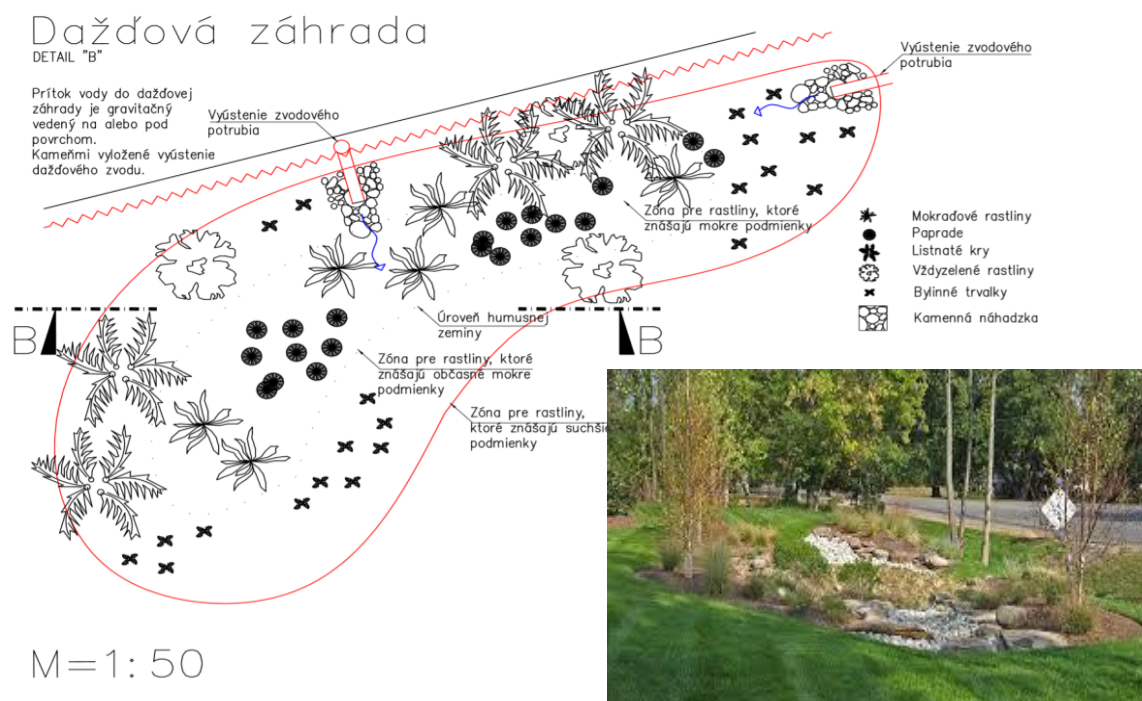
Obr. 5.57 Dažďové záhrady



Poznámka: Dažďové záhrady sú malé záhrady na zachytenie a infiltráciu dažďovej vody. Používajú rad komponentov: Trávy na zníženie vstupnej rýchlosti odtoku a na filtrovanie častíc. Priestory na dočasné uskladnenie povrchovej vody pred odparením, infiltráciou alebo absorpciou rastlinami. Organické / mulčovacie plochy na filtráciu a vytvorenie prostredia vedúceho k rastu mikroorganizmov, ktoré degradujú uhľovodíky organické látky. Úrodnú pôdu, na filtráciu a ako úrodné médium. Hlinitá zložka v pôde môže poskytnúť dobrú adsorpciu uhľovodíkov, ťažkých kovov a živín. Drevené a bylinné rastliny na zachytávanie zrážok a podporu výparu. Výsadba tiež chráni vrstvu pred eróziou a zachytáva znečisťujúce látky. Piesočné lôžka poskytujú dobré drenážne a aeróbne podmienky pre výsadbovú pôdu. Filtrovaný odtok sa buď zbiera a vracia sa do systému, alebo ak to podmienky miesta umožňujú, infiltruje sa do okolitej pôdy. Dažďové záhrady by mali byť vysadené pôvodnou vegetáciou, ktorá je vyrovnaná s občasnými záplavami. Dažďové záhrady sú použiteľné pre väčšinu typov rozvoja a môžu byť použité v obytných aj neobytných oblastiach. Môžu mať flexibilné rozloženie a mali by byť naplánované ako terénne úpravy, čím sa zvýši hodnota urbánneho vybavenia.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.58 Príklad realizácie dažďovej záhrady



Obr. 5.59 Detenčné nádrže



Poznámka: Detenčné / Záchytné nádrže sú vegetované depresie určené na zadržiavanie odtoku z nepriepustných povrchov a umožňujú usadzovanie sedimentov a znečisťujúcich látok. Zachytená voda sa môže pomaly odvádzať do blízkeho vodného toku pomocou regulácie odtoku. Záchytné nádrže môžu slúžiť iným funkciám, sú ideálne ako ihriská, rekreačné oblasti alebo verejné priestranstvá. Môžu byť vysadené stromami, kríkmi a inými rastlinami, čím sa zlepšuje ich vizuálny vzhľad a poskytujú biotopy pre voľne žijúce zvieratá.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.60 Retenčné nádrže



Poznámka: Retenčné jazierka sú rybníky alebo bazény navrhnuté s dodatočnou skladovacou kapacitou na zníženie povrchového odtoku počas zrážkových udalostí. Tvorí sa pomocou existujúcej prírodnej depresie, vykopávaním novej depresie alebo vytvorením násypov. Existujúce prírodné vodné útvary by sa nemali používať z dôvodu rizika, že znečistenie môže narušiť prirodzenú ekológiu systému. Zabezpečené musia byť prepadom. Dobre navrhnuté a udržiavané rybníky môžu mestskej krajine ponúknuť estetické, kultúrne a ekologické výhody, najmä ako súčasť verejných priestranstiev.

Zdroj: <http://winnipeg.ca/waterandwaste/drainageFlooding/ponds.stm>



Poznámka: Infiltračné nádrže sú vegetované depresie určené na zadržiavanie odtoku z nepriepustných povrchov, umožňujú usadzovanie sedimentov a súvisiacich znečisťujúcich látok a umožňujú, aby voda prenikla do podzemných vôd. Infiltračné nádrže sú suché, s výnimkou období silných dažďov. Infiltračné nádrže sú ideálne pre použitie ako ihriská, rekreačné oblasti alebo verejné priestranstvá. Môžu byť vysadené stromami, kríkmi a inými rastlinami, čím sa zlepšuje ich vizuálny vzhľad a poskytujú biotopy pre voľne žijúce zvieratá. Zvyšujú obsah pôdnej vlhkosti a pomáhajú dopĺňať podzemnú vodu.

Zdroj: www.susdrain.org, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

5.8 Rekapitulácia - závery

- Zrážkovú vodu môže využívať každý rodinný či bytový dom,
- Množstvo zrážok spadnutých na 1 m² sa v našich podmienkach pohybuje od 500 do 800 mm/m² ročne, v závislosti od sklonu, tvaru a riešenia strechy,
- Na jedného člena domácnosti obvykle postačí objem zásobníka zrážkovej vody približne 1 m³, čo v priemere zabezpečí zásobovanie domácnosti úžitkovou vodou na 3 týždne,
- Z hygienických dôvodov sa neodporúča skladovať vodu príliš dlho. Ak ste dlhší čas mimo domu, odporúča sa zásobník pred odchodom vyprázdniť a vyčistiť prírodné potrubie,
- Cena systému sa môže pohybovať od 600 do 4 000 € v závislosti od spôsobu využitia zrážkovej vody. Najvýznamnejšiu položku tvorí zásobná nádrž. Vybrať správnu veľkosť nádrže je dôležité z prevádzkových dôvodov aj z hľadiska jej optimálneho využitia. V súčasnosti sa na túto problematiku zameriavajú viaceré renomované firmy.
- Dažďová voda je čistá, mäkká, ekologická a ekonomická alternatíva pitnej vody pre použitie v domácnosti aj v záhrade, využívame vodu, ktorú by sme v konečnom dôsledku zaplatili ako stočné za zrážkovú vodu z povrchového odtoku,
- Nakoľko pracie prášky obsahujú náplň na zmäkčenie tvrdosti vody, pri použití zrážkovej vody dávujeme potrebu prášku na polovicu,
- Na rozvode zrážkovej vody nie sú potrebné zmäkčovacie zariadenia úpravy tvrdosti vody, je však potrebná niekoľko stupňová filtrácia, jej kontrola a čistenie,
- Na čistotu zrážkovej vody na výstupe zo zariadenia vplýva pravidelná kontrola a čistota: strechy, žľabov, lapačov strešných splavenín, ležateho potrubia v zemi, vstupného filtra v nádrži, čistota nádrže, pravidelný preplach mechanického filtra,
- Neodporúčame použitie zo zelených strieč a plochých strieč so zeleňou, treba zabrániť prieniku vody z kvetnáčov a podmisiiek,

- Problémy, ktoré sa vyskytli pri prevádzke systémov využitia zrážkovej vody boli následkom nedostatku chemikálií, vyžadovaných pre úpravu, nepostačujúca údržba a čistenie a nedostatočný základ pod nádržou,
- Čo sa týka možnosti zamrznutia systému v zime (napríklad stojatá voda ponechaná v potrubíach), je nevyhnutná tepelná izolácia potrubia a uloženie nádrže do vnútra budovy pri teplote min. 5 °C. Ak sa systém nebude dlhšiu dobu používať, doporučuje sa ho vyprázdniť,
- Využívanie zrážkovej vody otvára mnoho otázok. Je dôležité využívať dostupné matematické, simulačné a predikčné modely úhrnov zrážok s uvažovaním klimatických zmien. Tie sú jedným z najdôležitejších vstupov pri navrhovaní čo najefektívnejších systémov. V prípade nezváženého vplyvu klimatických zmien sa môže stať, že navrhnutý efektívny systém sa stane v priebehu niekoľkých rokov úplne neúčinným,
- Zrážka dopadajúca na zberné plochy nemôže byť využitá stopercentne. Zariadenia na využívanie zrážkovej vody majú mať stupeň využiteľnosti medzi 70 a 90 %,
- V lete sú bežné krátkodobé dažde, ktoré prinesú 10 až 50 mm zrážok. Stav vody v zásobníku sa zvýši aj pri počasí spojenom s mrholením, kde je prínos 1 až 2 mm a pri celodennom drobnom daždi je to 10 až 20 mm. Pretože 1 mm zrážok odpovedá 1 litru vody (na 1 m²), môže mrholenie podľa okolností, pokryť aj dennú potrebu, ak sa voda zbiera napr. zo 100 m² strechy,
- Hlavným cieľom uplatňovania malých vodozadržných opatrení (vsakov) je zvýšenie retenčnej kapacity kolektorov, pôdy a vodných ekosystémov s cieľom zlepšiť ich stav,
- Aplikácia vodozadržných opatrení podporuje zelenú infraštruktúru, zlepšuje kvantitatívny stav vodných útvarov ako takých a znižuje zraniteľnosť na sucho,
- Pozitívne ovplyvňuje chemický a ekologický stav vodných útvarov obnovením prirodzeného fungovania ekosystémov.
- Obnovené ekosystémy prispievajú k prispôsobovaniu sa zmene klímy, ako aj k zmierňovaniu jej dopadov.

Zoznam tabuliek

Tab. 5.1 Vlastnosti sivých vôd podľa zdroja ich vzniku

Tab. 5.2 Výhody a nevýhody využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku

Tab. 5.3 Zloženie zrážkovej vody z povrchového odtoku a požiadavky na použitie

Tab. 5.4 Koefficient odtoku a vhodnosť použitia rôznych strešných konštrukcií

Tab. 5.5 Výhody verus nevýhody alternatívneho umiestnenia akumuláčnej nádrže

Tab. 5.6 Typy a vlastnosti filtrov

Tab. 5.7 Metódy úpravy zrážkovej vody z povrchového odtoku

Tab. 5.8 Súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu

Tab. 5.9 Ročné úhrny zrážok pre vybrané mestá v SR

Tab. 5.10 Priemerné mesačné priemerné úhrny zrážok pre SR

Tab. 5.11 Denné potreby nepitnej vody súvisiace s osobami v bytoch a v budovách na bývanie

Tab. 5.12 Denné potreby nepitnej vody na polievanie alebo zavlažovanie

Tab. 5.13 Mapa cien vody

Tab. 5.14 Bilancia potreby vody pre bytový dom

Tab. 5.15 Stanovenie intenzity dažďa (l / s.ha) pre jednotlivé trvania dažďa D (min) a rôznu periodicitu dažďa r(d)

Tab. 5.16 Koefficienty odtoku Ψ

Tab. 5.17 Výška vodných hladín vo vsakovacích šachtách

Tab. 5.18 Stanovenie akumuláčného objemu vsakovacích šacht

Zoznam obrázkov

- Obr. 5.1 Alternatívne zdroje vody pre udržateľné zásobovanie budovy vodou
- Obr. 5.2 Úsporné zariadenia na reguláciu a redukciu prietoku vody
- Obr. 5.3 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri zabudovaní úsporných armatúr za rok
- Obr. 5.4 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri rekonštrukcii kúpeľne, toalety a kuchyne typického bytu
- Obr. 5.5 Štatistické hodnoty spotreby vody v litroch pre osobu a deň spotrebované na jednotlivé činnosti človeka v domácnosti
- Obr. 5.6 Využitie studne a domovej vodárne pre zásobovanie rodinného domu pitnou/ úžitkovou vodou
- Obr. 5.7 Udržateľné vodné hospodárstvo budovy na bývanie
- Obr. 5.8 Kompostovací záchod Clivus-Multrum
- Obr. 5.9 Eko-toaleta
- Obr. 5.10 No-mix toaleta
- Obr. 5.11 Šetriaca toaleta s umývadielkom
- Obr. 5.12 Schéma využitia rôznych druhov odpadových vôd v budove a v jej okolí
- Obr. 5.13 Využitie rôznych druhov odpadových vôd v kombinácii so zelenými infraštruktúrami v budove
- Obr. 5.14 Prehľad zrážkových pomerov Slovenska
- Obr. 5.15 Schéma využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku
- Obr. 5.16 Jednoduchá možnosť využitia zrážkových vôd pri rodinnom dome
- Obr. 5.17 Klasický prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami
- Obr. 5.18 Udržateľný prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami
- Obr. 5.19 Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody
- Obr. 5.20 Typické súčasti systému využitia zrážkovej vody na zavlažovanie v rodinnom dome
- Obr. 5.21 Systém využitia zrážkovej vody v bytovom dome
- Obr. 5.22 Možné umiestnenie akumuláčnych nádrží
- Obr. 5.23 Používané podzemné akumuláčne nádrže
- Obr. 5.24 Použitie akumuláčnej podzemnej nádrže a jej dopĺňanie pitnou vodou
- Obr. 5.25 Podzemná akumuláčna nádrž s priepadom do vsakovacieho objektu
- Obr. 5.26 Ochranné siete do strešných žľabov
- Obr. 5.27 Mechanické prečistenie zrážkovej vody v rámci dažďového odpadu
- Obr. 5.28 Predsadený a integrovaný lapač strešných splavenín
- Obr. 5.29 Voľný výtok- alternatívy ochranej jednotky
- Obr. 5.30 Pôdorysný priemet odvodňovanej plochy
- Obr. 5.31 Diagram na určenie veľkosti zásobníka na základe priemerného množstva zrážok mm/m², typu a veľkosti strechy
- Obr. 5.32 Rodinný dom, Kapské mesto, JAR
- Obr. 5.33 Rodinný dom, okres Heinsberg, Nemecko
- Obr. 5.34 Rodinný dom, východné Belgicko
- Obr. 5.35 Projekt bytovej štvrte Ringdansen, Norrköping, Švédsko
- Obr. 5.36 Bytový dom, Prešov
- Obr. 5.37 Rodinný dom v Šali
- Obr. 5.38 Detail strešného vtoku
- Obr. 5.39 Osadenie dažďovej nádrže
- Obr. 5.40 Čerpadlo a tlaková nádrž
- Obr. 5.41 Odlíšenie výtokov s pitnou a úžitkovou vodou
- Obr. 5.42 Vsakovací blok
- Obr. 5.43 Tunelový vsakovací systém

- Obr. 5.44 Tunelový vsakovací systém rúra – rigol
- Obr. 5.45 Tunelový vsakovací systém Vsakovanie koryto – rigol
- Obr. 5.46 Schéma systému vsakovania
- Obr. 5.47 Doporučené hodnoty koeficientu vsakovania k_f
- Obr. 5.48 Schéma určenia účinnej vsakovacej šírky
- Obr. 5.49 Príklad realizácie vsakovacieho systému pre rodinný dom
- Obr. 5.50 Zelené strechy, príklady zo Švédska a Bratislavy
- Obr. 5.51 Pripustná dlažba Stamford, UK
- Obr. 5.52 Priehľbeň – vegetačný pás
- Obr. 5.53 Kanály v urbanizovanom území
- Obr. 5.54 Malý vsakovací pás v ulici
- Obr. 5.55 Vsakovacie studne – princíp
- Obr. 5.56 Infiltračné priekopy s kameňmi v urbanizovanom území
- Obr. 5.57 Dažďové záhrady
- Obr. 5.58 Príklad realizácie dažďovej záhrady
- Obr. 5.59 Detenčné nádrže
- Obr. 5.60 Retenčné nádrže
- Obr. 5.61 Infiltračné nádrže

Zoznam literatúry

- Káposztásová, D., Vranayová, Z.: Vodný manažment pre budovy 3. milénia. In: Eurostav. Roč. 24, č. 1-2 (2018), s. 18-21. - ISSN 1335-1249
- Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. – ISBN 978-80-553-2316-9
- Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU, 2015
- Bose, K.: Dešťová voda pro zahradu a dum. Ostrava, nakladatelství HEL, ISBN 80-86167-08-9
- Coombes P.J., Kuczera G., Argue J. & Kalma J.D.: An evaluation of the benefits of source control measures at the regional scale, Urban Water, vol. 4 (4), 307-320, 2002
- Fryer, J.: The Complete Guide to Water Storage. Atlantic Publishing Group, USA, 2012
- Kabele, K. a kol.: Energetické a ekologické systémy 1. Zdravotní technika. Vytápění, ČVUT Praha, 2009
- Kinkade-Levario, H.: Design for water. Rainwater Harvesting. Stormwater Catchment and Alternate Water Reuse. New Society Publishers, Canada, 2007
- Mitchel VG., Mein RG. & McMahon TA.: Evaluating the resource potential of stormwater and wastewater; an Australian perspective, Australian Journal of Water Resources, vol. 2(1), pp. 19–22, 1997
- Stec, A.: Sustainable water management in buildings. Case studies from Europe. Water Science and Technology Library, 2020 - Springer
- Valášek J. a kol.: Ochrana pitnej vody vo vodovodných rozvodoch pred znečistením, Bratislava, AURIUS, ISBN 80-967864-1-5
- Vranayová, Z.: TZB I – Kanalizácia, vodovody a plynovody v budovách. SvF TUKE Košice, 2010
- Vrána, J. a kol.: Technická zařízení budov v praxi, GRADA Publishing, 2007
- Vrána, J.: Voda a kanalizace v domě a bytě, instalatérské práce, GRADA Publishing, 2005
- Žabička Z.: Dažďová voda, spôsob odvádzania a vplyv na riešenie stavby, In: Časopis TZB HAUS TECHNIK, vydavateľstvo JAGA, číslo 7/2007, s. 34 - 36
- Žabička, Z.: Stavíme vodovod a kanalizace, ERA, Brno 2003
- Žabička Z., Vrána, J.: Zdravotně technické instalace. Era Brno, 2009
- Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006
- Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami, Katalóg 2006
- Technické podklady firmy Wavin, Katalóg 2006

STN 73 6760: Kanalizácia v budovách

STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody

STN EN 12056-3 (2002) Gravitačné kanalizačné systémy vnútri budov. Časť 3: Odvodnenie striech. Navrhovanie a výpočet

STN EN 806 Technické podmienky na zhotovovanie vodovodných potrubí na pitnú vodu vnútri budov. Časť 1 -5

STN EN 752 : 2008 Stokové siete a systém kanalizačných potrubí mimo budov

www.ecoproduct.sk

www.enviroportal.sk

www.unipo.sk

<https://www.clivusmultrum.com.au/science-and-technology/how-a-clivus-multrum-works>

<https://www.idnes.cz/bydleni/koupelna/separacni-a-kompostovaci-toaleta>

<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/5703-decentralizovany-sposob-nakladania-s-odpadovymi-vodami-cast-2-delenie-odpadovych-vod>

www.ecoproduct.sk

<https://www.dotacedestovka.cz/>

<https://www.enviroportal.sk/spravy/detail/8322>

<https://www.graf-water.com/>

<https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7024-potencial-vyuzivania-zraskovej-vody-z-povrchoveho-odtoku>

www.manadatrading.sk

<https://www.ekodren.sk/product/pe-sietka-do-stresnych-zlabov-nn420/>

<https://www.ekodren.sk/filtracia-vody/princip-filtracie/>

<http://www.shmu.sk>

<https://www.kodino.com/sk/clanky/cena-vody>

<https://www.asio.cz/cz/clanky>

<https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-a-rainwater-collection-system-for-water-Villarreal-Dixon/a65eed43c7bf094ceaf69a1f5cb39d3bb0d5be38>

http://www.fonhit.sk/krecht_vsak.html



VYUŽÍVANIE OBNOVITEL'NÝCH ZDROJOV ENERGIE

F. Vranay | M. Kušník | P. Hal'ko

6

VYUŽÍVANIE OBNOVITEL'NÝCH ZDROJOV ENERGIE

Zmena globálnej klímy, ktorú spôsobuje neustále zvyšovanie koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére v dôsledku ľudskej činnosti, je jedným z najvýznamnejších environmentálnych problémov v súčasnom svete. Narastajúca teplota vedie k zmenám v rôznych ekosystémoch, vrátane negatívnych vplyvov na život človeka.

Smernica Európskeho parlamentu 2012/27/EU o energetickej efektívnosti zaviazala členské štáty k úprave legislatívy na dosiahnutie úspor primárnych energií do roku 2020 o 20 % voči roku 2007. Dôvodom na vznik tejto smernice bol fakt, že budovy zodpovedajú za 40 % celkovej spotreby energie v Únii. Tento sektor narastá, čo je spojené so zvyšovaním jeho spotreby. Zníženie spotreby primárnej energie a využívanie obnoviteľných zdrojov v sektore budov preto predstavujú dôležité opatrenie na zníženie energetickej závislosti Únie a emisií skleníkových plynov.

Prechodom na energeticky efektívnejšie hospodárstvo by sa tiež malo:

- zrýchliť šírenie inováčných technológií,
- podporiť hospodársky rast a vytvárať vysokokvalifikované pracovné miesta vo viacerých sektoroch spojených s energetickou efektívnosťou.

Výstavba objektov takmer s nulovou spotrebou, pasívne budovy, je cieľom, ktorý si kladie vláda pre výstavbu objektov štátnej správy od roku 2018 a pre ostatné budovy od konca roku 2020.

Pre dosiahnutie uvedených cieľov je potrebné:

- obmedziť spaľovanie fosílnych palív,
- zabrániť narastajúcemu odlesňovaniu, rozumne obrábať pôdu, hospodáriť s odpadom,
- šetriť s energiou,
- súhrnne povedané - správať sa zodpovedne tak na strane výroby, ako aj na strane spotreby.
- investovať do nových technológií,
- využívať obnoviteľné zdroje energie,
- stavať úsporné obydlia,
- preferovať moderný čistý priemysel,
- využívať ekologické dopravné prostriedky.

Prechod k nízkouhlíkovej ekonomike je nielen veľkou príležitosťou, ale aj:

- výzvou k zvyšovaniu energetickej nezávislosti,
- vzniku nových pracovných miest,
- ako aj rozvoju vedy a výskumu.

Zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov energie na výrobe elektriny a tepla s cieľom vytvoriť primerané doplnkové zdroje potrebné na krytie domáceho dopytu je jednou zo základných priorít Energetickej politiky SR. Obnoviteľné zdroje energie prispievajú k posilneniu a diverzifikácii štruktúry priemyslu a poľnohospodárstva, podporujú inováciu a rozvoj informačných technológií, otvárajú priestor pre nové smerovania a sú jedným z pilierov budovania znalostnej ekonomiky. Racionálny manažment domácich obnoviteľných zdrojov energie je v súlade s princípmi trvalo

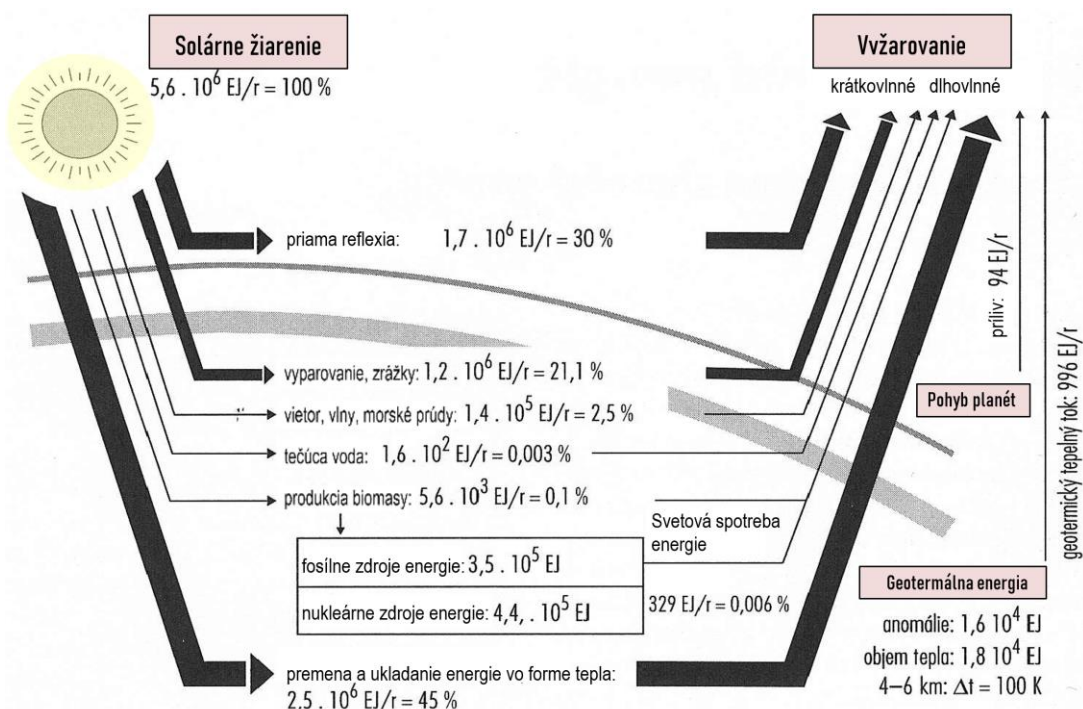
udržateľného rozvoja, čím sa stáva jedným z pilierov zdravého ekonomického vývoja spoločnosti (*Národný akčný plán pre obnoviteľné zdroje energie, 2010*).

Požadované takmer nulové množstvo energie by sa malo vo významnej miere pokryť energiou z obnoviteľných zdrojov, ktorá bude vyrobená priamo na mieste alebo v blízkosti budovy. Hlavný zákon, ktorý preberá záväzky zo smernice EP 2012/27/EU je zákon 555/2005 Zz o energetickej hospodárnosti budov. Čiastočné záväzky zo smernice sú zapracované v zákonoch č. 309/2009 Zz o podpore obnoviteľných zdrojov a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby a č.657/2004 o tepelnej energetike a 321/2014 ZZ o energetickej efektívnosti. Vykonávacía vyhláška zákona č.555/2005 Zz je vyhláška 364/2012, ktorá určuje Technické a energetická parametre na hodnotenie energetickej hospodárnosti budov.

6.1 Energia slnečného žiarenia

Solárna energia predstavuje obnoviteľný zdroj energie, ktorý je bezpodmienečne nutný pre život na našej planéte. Slnko je hlavným zdrojom energie a tiež jeho činnosťou sa energie transformovali a trvale transformujú do iných foriem. Tieto formy energie sa využívajú ako pre samotný chod života, udržiavanie prijateľných podmienok na zemi, a tak pre fyzikálno-chemické procesy. Slnko je hviezda našej planetárnej sústavy. Je tvorené prevažne z atómov vodíka (70 %) s prímiesou hélia (28 %) a nepatrným množstvom iných prvkov. Má tvar gule s priemerom $1,4 \cdot 10^6$ km. Vzdialenosť Zeme od Slnka sa pohybuje počas ročnej periódy od 147 do 152 miliónov kilometrov. Energia slnka má pôvod vo fúznej protón-neutrónovej reakcii. Reakcia prebieha pri teplotách až 14 miliónov °K, pričom na povrchu dosahuje teplotu cca 6 000 °K. Slnko má k dispozícii dostatok paliva na ešte cca 5 miliárd rokov, kým nastane zastavenie jadrovej reakcie súvisiace so zánikom hviezdy. Slnečná energia na zemský povrch dopadá vo forme slnečného žiarenia. Môžeme ho prirovnať k žiareniu absolútne čierneho telesa. Maximum žiarenia sa pohybuje okolo vlnovej dĺžky 0,5 μ m.

Obr. 6.1 Toky energie zo slnka na zem



Slnečná energia dopadajúca na zem je 11 000 krát väčšia ako je celosvetová potreba energie (Obr. 6.2).

Obr. 6.2 Porovnanie energie dopadajúcej na zemský povrch zo Slnka s celosvetovou potrebou energie za rok a zásobami fosílnych palív

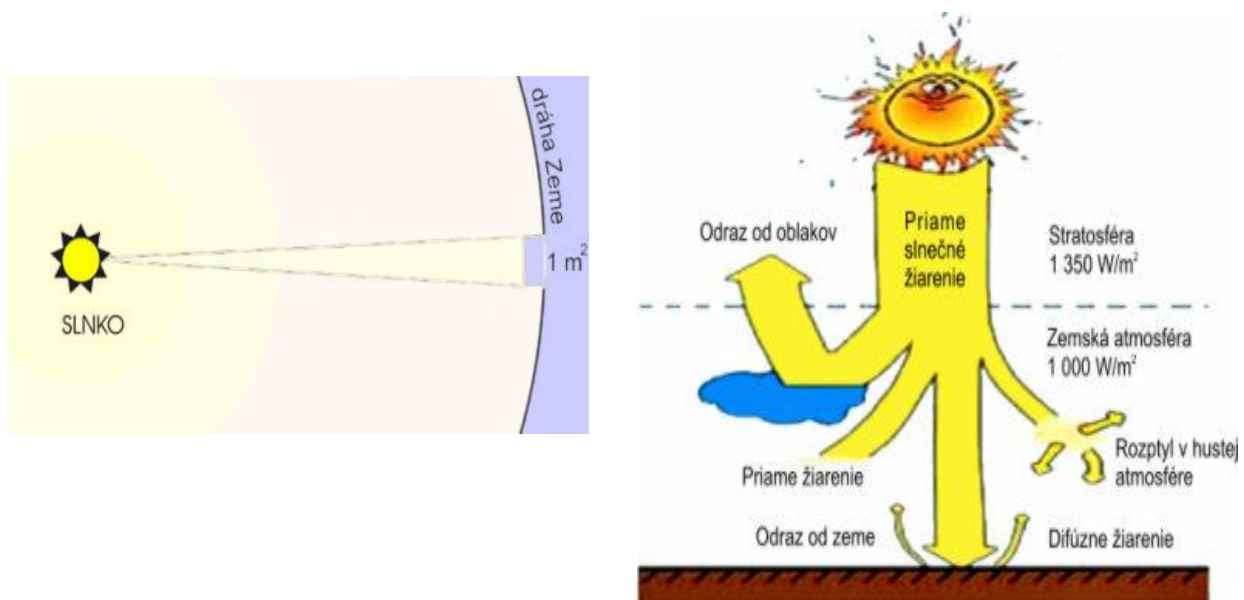


Zdroj: F. Vranay

Na hranicu zemskej atmosféry pri kolmom dopade slnečných lúčov dopadá približne $1\,360\text{ W/m}^2$. Tento údaj zvykneme označovať ako „**slnečná konštanta**“.

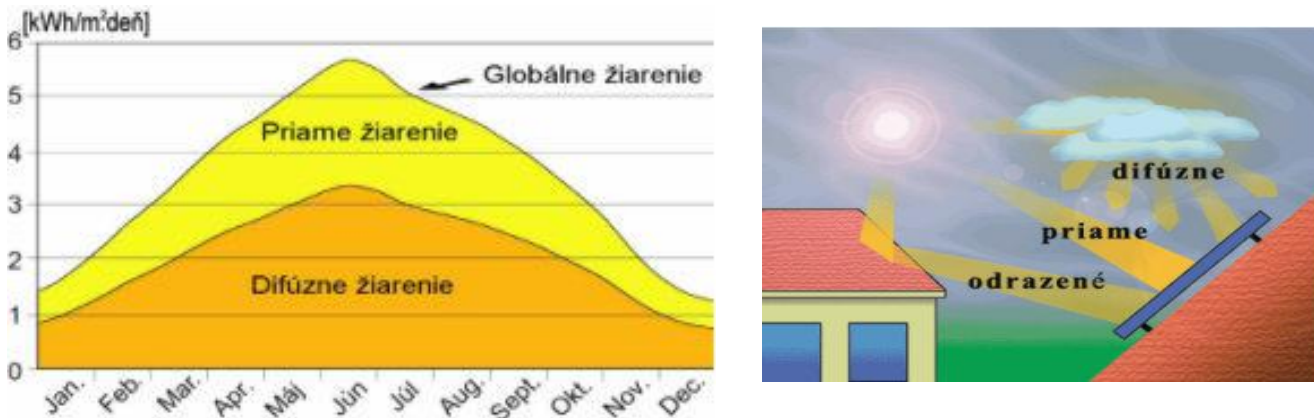
Slnečné žiarenie sa pri prechode zemskou atmosférou znižuje aj rozptylom v atmosfére. Žiarenie delíme na priamu zložku, difúznú a odrazenú. Súčet priamej a difúznej zložky voláme globálne žiarenie. V našich zemepisných šírkach toto žiarenie môže kolísať od 100 do 1000 W/m^2 . Pomer difúznej a priamej zložky je závislý od geografických a klimatických podmienok. Difúzne žiarenie tvorí v celoročnom priemere $50 - 70\%$ z globálnej zložky. V zimných mesiacoch to činí až 90% -ný podiel. Toto určuje výhodnosť použitia kolektorov plochých pre nízko teplotné aplikácie oproti koncentrujúcim, ktoré využívajú iba priame žiarenie.

Obr. 6.3 Slnečné žiarenie dopadajúce na zemský povrch a prienik zemskou atmosférou

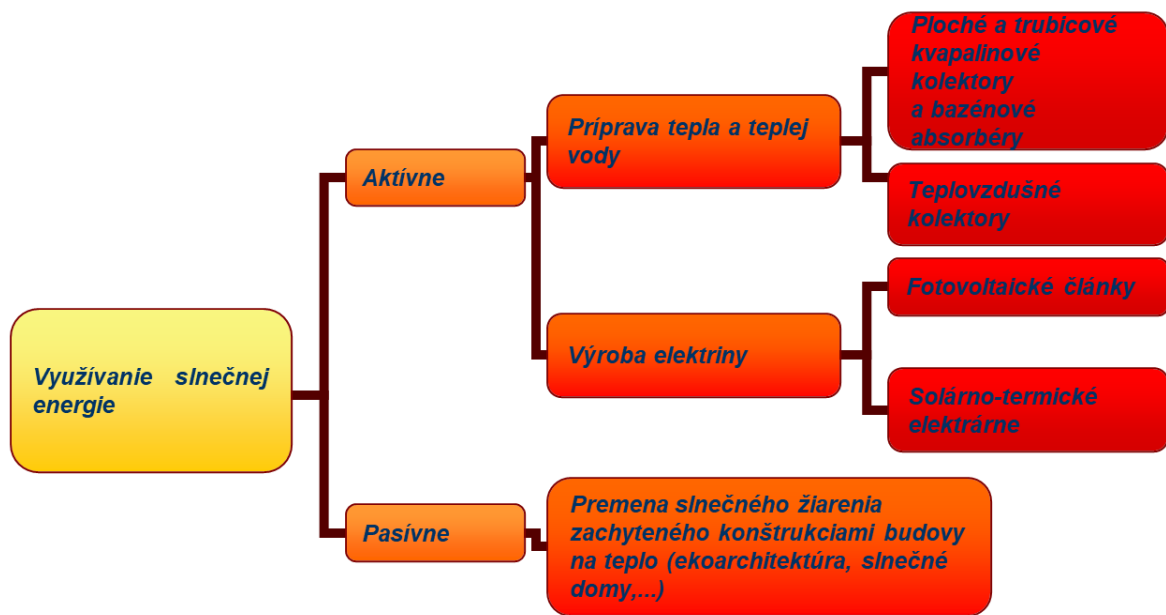


Využitie slnečného žiarenia je možné definovať ako konverziu energie a jeho rozdelenie je na obrázku 6.4.

Obr. 6.4 Podiel žiarenia priameho a globálneho počas roka v našich zemepisných šírkach



Obr. 6.5 Spôsoby využívania slnečnej energie



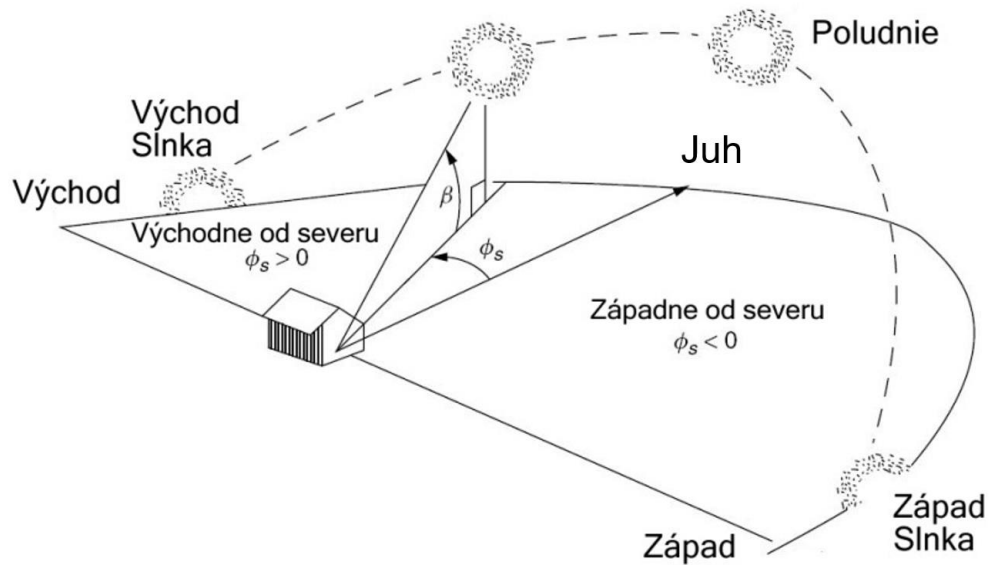
Zdroj: F. Vranay

6.1.1 Výpočet množstva slnečnej energie dopadajúcej na oslnenú plochu

Poloha Slnka v akýkoľvek čas počas dňa

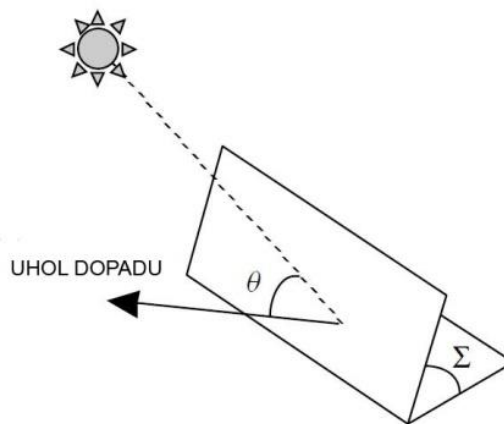
Poloha Slnka kedykoľvek počas dňa môže byť opísaná pomocou výškového uhla Slnka β a azimutu Slnka θ_s . Azimut je pozitívny ráno so slnkom na východe a negatívny v popoludňajších hodinách so slnkom na západe. Pre množstvo dopadajúceho žiarenia na ľubovoľne orientovanú plochu je rozhodujúci uhol dopadu, ktorý zvierá slnečný lúč s danou plochou. Ideálny je pri kolmom dopade. Vzhľadom k zmene polohy slnka na obzore sa tento uhol mení počas dňa, ale aj počas roka.

Obr. 6.6 Uhol naklonenia slnečného modulu



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.7 Dopadajúce slnečné lúče na naklonenú plochu



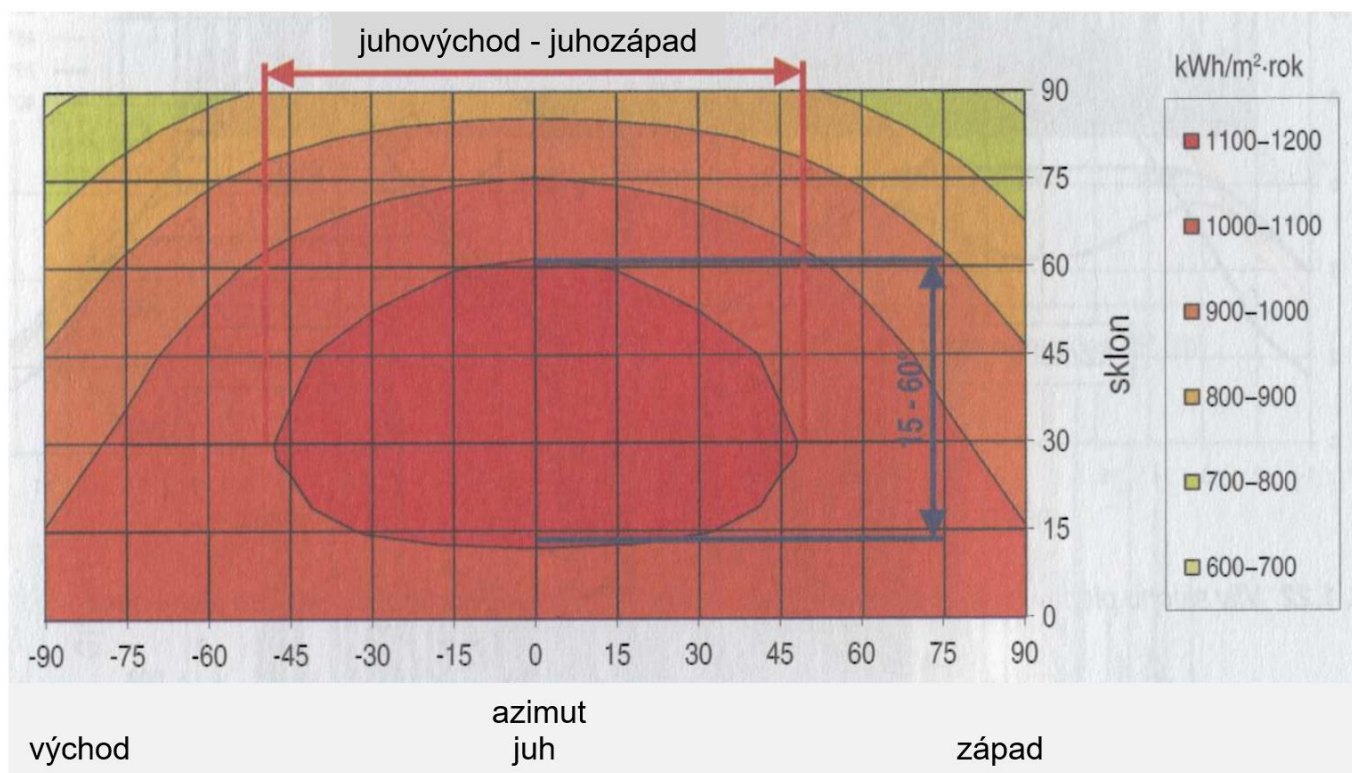
Zdroj: F. Vranay

Solárny kolektor je naklonený do uhla Σ a je nasmerovaný v smere jeho azimutového uhla θ (merané vo vzťahu priamo k juhu, s kladnými hodnotami v juhovýchodnom smere a záporné hodnoty v juhozápadnom smere).

Výpočet množstva slnečného žiarenia

Pre jednoduchosť určovania ročných úhrnov slnečného žiarenia vzhľadom ku komplikovaným matematickým výpočtom, uvádzame len grafické vyjadrenie závislosti dopadajúceho žiarenia na rovinu podľa orientácie a sklonu. Pre skutočne získanú energiu je treba zohľadniť ročné úhrny z tabuľky účinnosťou premeny v slnečnom kolektore. V ďalšej časti bude prezentovaný výpočet solárnych ziskov.

Obr. 6.8 Ročné úhrny energie slnečného žiarenia v závislosti na sklone a orientácii kolektora



Príklad výpočtu zachyteného slnečného žiarenia počas roka

Do samotného výpočtu zachyteného množstva dopadajúceho slnečného žiarenia Q_{zachyt} na oslnenú plochu vstupujú hodnoty na základe okrajových podmienok. Patria sem intenzita slnečného žiarenia I_{str} , teplota vzduchu t_v , pomerná doba slnečného svitu T_{skut} , teoretické množstvo dopadajúcej energie na oslnenú plochu $Q_{s den teor}$.

Úlohou výpočtu je zistiť na základe prevádzkových parametrov (teplôt vzduchu t_v , teplôt média v solárnom systéme t_k , druh a vlastnosti kolektora, orientácia, sklon, ...) účinnosť premeny energie v kolektore η_k . Pre uľahčenie výpočtu sú zásadné veličiny uvedené v tabuľkách, ktoré vznikli prepočtom z priemerných hodnôt, počas dlhoročného sledovania parametrov. Vzorový výpočet energetického zisku zo slnečného žiarenia pre celoročnú prevádzku je realizovaný na 1m^2 apertúry kolektorovej plochy v meste Košice a teplotu vody v systéme ($t_k = 50\text{ }^\circ\text{C}$). Pre porovnanie je kolektor bežný plochý selektívny (Obr.6.9) a kolektor trubicový vákuový (Obr.6.10).

Pre kolektory s inou plochou apertúry je možné získať presné hodnoty pre násobením zisku z tabuliek.

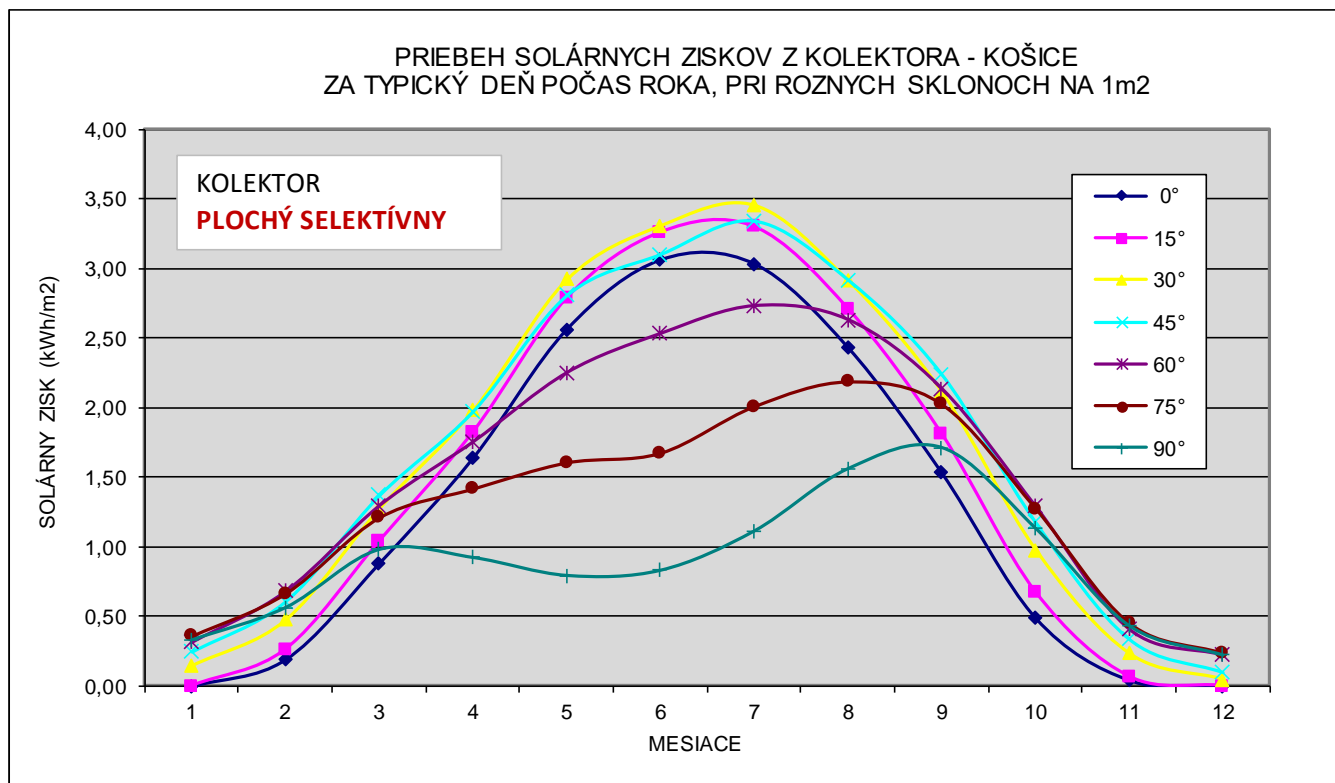
U plochého kolektora zisk činí 618 kWh/m^2 za rok (Obr. 6.9).

Kolektor trubicový vákuový generuje zisk 740 kWh/m^2 za rok (Obr. 6.10).

Obr. 6.9 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor plochý selektívny orientovaný na JUH so sklonom 45°

KOLEKTOR PLOCHÝ - SELEKTÍVNY

Košice	teploty			I_{str} 45°	Q_s den teor 45°	τ_{skut}/τ_{teor} den	τ_{teor} den	η_k učinn.	za deň	za mesiac	
	mesiac	vzduch	kolektor						tk-tv	Q zachyt	PD
-	tv °C	tk °C	°C	W/m2	kWh/m2	%	hod	%	kWh/m ²	dni	kWh/m ²
1	0,1	50	50	383	3,40	0,26	8,26	0,28	0,25	31	7,6
2	1,7	50	48,3	473	4,96	0,31	10,12	0,40	0,61	28	17,1
3	6,6	50	43,4	535	6,70	0,42	12,00	0,49	1,37	31	42,5
4	12,1	50	37,9	534	8,06	0,46	13,90	0,53	1,98	30	59,3
5	16,3	50	33,7	524	9,42	0,53	15,70	0,56	2,81	31	87,1
6	20,5	50	29,5	523	9,64	0,54	16,34	0,60	3,11	30	93,2
7	22,4	50	27,6	524	9,42	0,58	15,70	0,61	3,34	31	103,7
8	22,2	50	27,8	534	8,06	0,59	13,90	0,61	2,92	31	90,6
9	18,7	50	31,3	535	6,70	0,57	12,00	0,59	2,24	30	67,3
10	13,1	50	36,9	473	4,96	0,47	10,12	0,51	1,18	31	36,6
11	7,5	50	42,5	383	3,40	0,27	8,26	0,37	0,34	30	10,1
12	2,8	50	47,2	294	2,70	0,23	7,85	0,16	0,10	31	3,1
											618,0

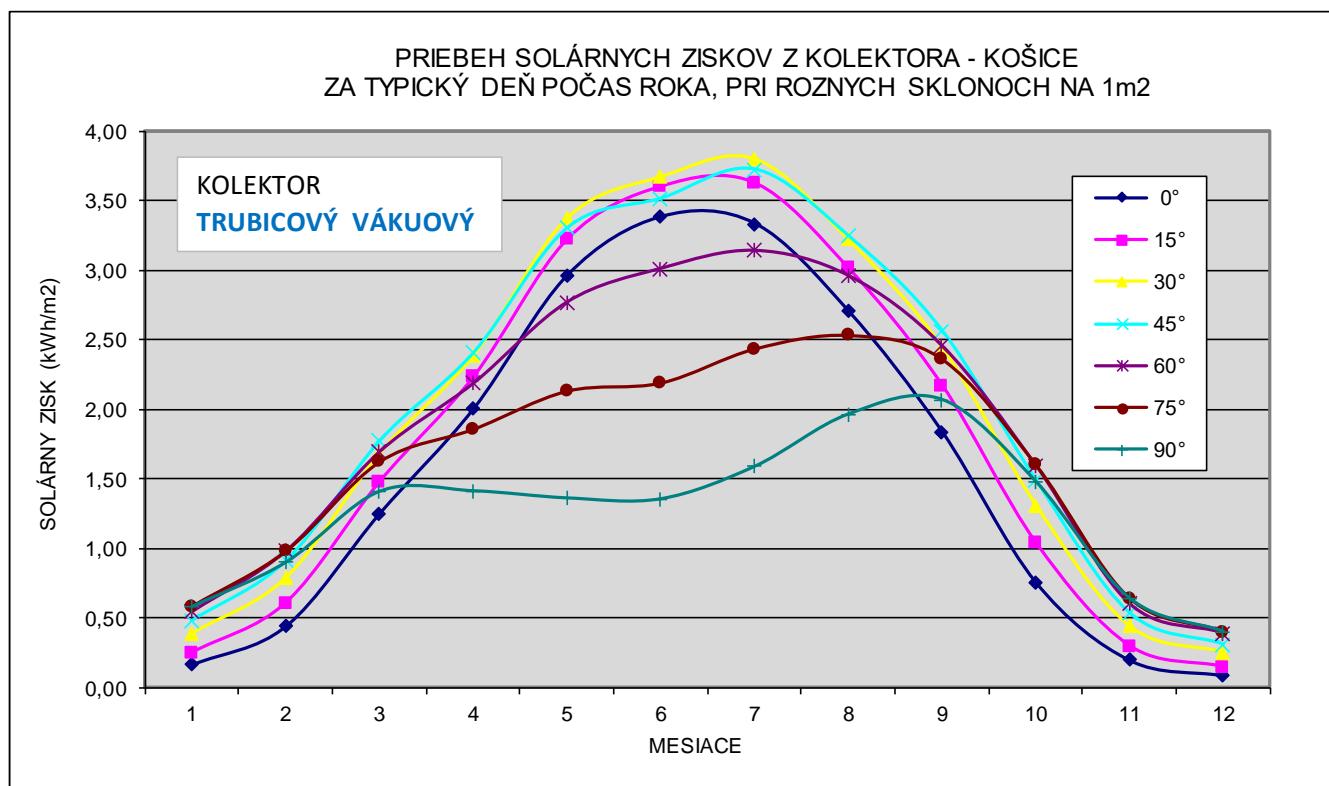


Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.10 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor trubicový vákuový orientovaný na JUH so sklonom 45°

KOLEKTOR TRUBICOVÝ - VÁKUOVÝ

Košice	teploty			I_{str}	$Q_{s \text{ den teor}}$	τ_{skut}/τ_{teor}	τ_{teor}	η_k	za deň	za mesiac							
	mesiac	vzduch	kolektor						tk-tv	45°	45°	den	den	učinn.	Q zachyt	PD	Q zachyt
	-	tv °C	tk °C						°C	W/m2	kWh/m2	%	hod	%	kWh/m ²	dni	kWh/m ²
1	0,1	50	50	383	3,40	0,26	8,26	0,55	0,48	31	14,9						
2	1,7	50	48,3	473	4,96	0,31	10,12	0,59	0,91	28	25,5						
3	6,6	50	43,4	535	6,70	0,42	12,00	0,63	1,77	31	54,9						
4	12,1	50	37,9	534	8,06	0,46	13,90	0,65	2,41	30	72,2						
5	16,3	50	33,7	524	9,42	0,53	15,70	0,66	3,30	31	102,3						
6	20,5	50	29,5	523	9,64	0,54	16,34	0,68	3,51	30	105,4						
7	22,4	50	27,6	524	9,42	0,58	15,70	0,68	3,72	31	115,4						
8	22,2	50	27,8	534	8,06	0,59	13,90	0,68	3,24	31	100,6						
9	18,7	50	31,3	535	6,70	0,57	12,00	0,67	2,56	30	76,9						
10	13,1	50	36,9	473	4,96	0,47	10,12	0,64	1,49	31	46,1						
11	7,5	50	42,5	383	3,40	0,27	8,26	0,58	0,53	30	16,0						
12	2,8	50	47,2	294	2,70	0,23	7,85	0,50	0,31	31	9,6						
											740,0						



Zdroj: F. Vranay

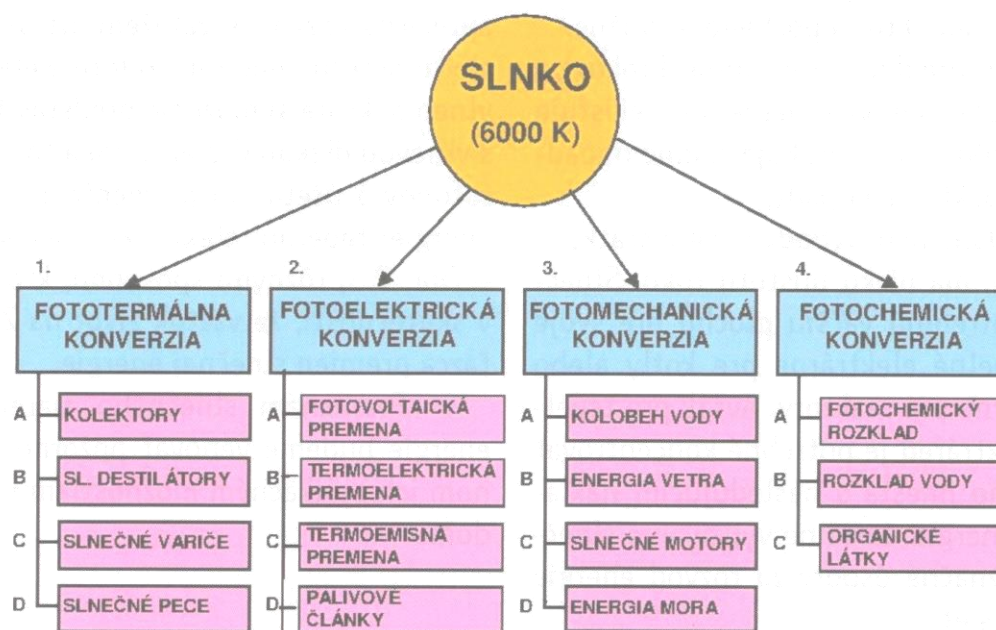
6.2 Premena slnečného žiarenia

Energia vyžarovaná zo slnka sa využíva rôznymi spôsobmi. Spôsoby premeny sú uvedené na Obr. 6.11.

Najpodstatnejšie pre energetické využitie sú:

- Premena fototermálna = premena žiarenia na tepelné žiarenie pomocou kolektorov a iných zariadení
- Premena fotoelektrická = premena vo fotovoltaických paneloch na elektrickú energiu
- Premena fotomechanická = deje sa pôsobením prírody
- Premena fotochemická = deje sa pôsobením prírody

Obr. 6.11 Schéma štruktúry premeny slnečnej energie na iné formy energie



Fototermálna konverzia je založená na odoberaní tepelnej zložky slnečného žiarenia. Je to najjednoduchší spôsob premeny.

Deje sa v zariadeniach:

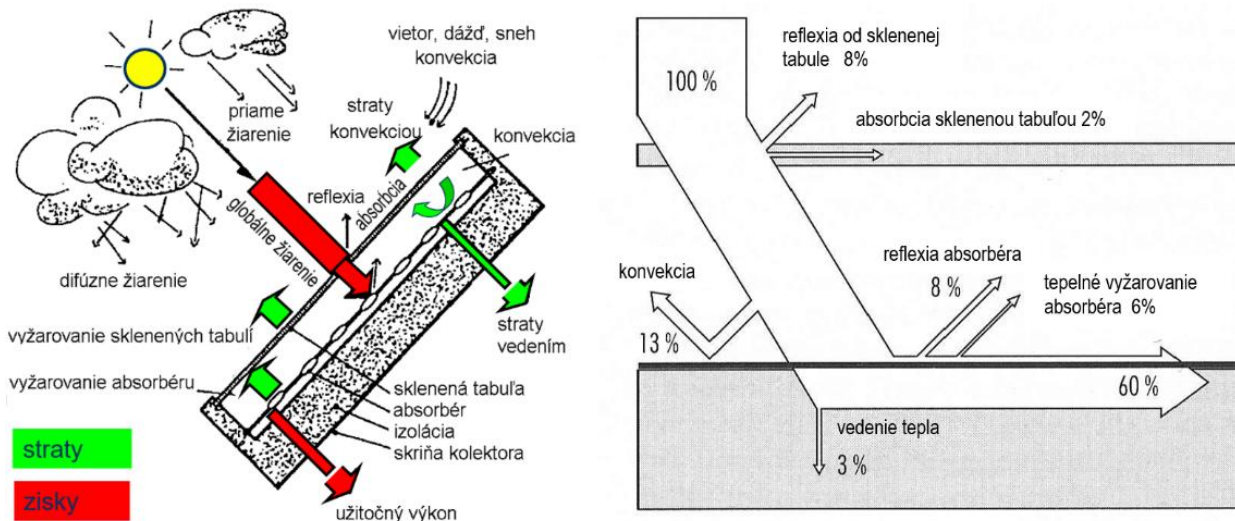
- slnečné teplovodné kolektory
- ploché slnečné kolektory
- koncentračné kolektory
- slnečné destilátory
- slnečné variče
- slnečné pece

6.2.1 Slnečné kolektory

Solárny kolektor je zariadenie určené na pohltie slnečného žiarenia a jeho premenu na tepelnú energiu. Energia získaná sa odovzdáva do média pretekajúceho kolektorom. Tento spôsob je najjednoduchšou cestou, pri ktorej sa slnečné žiarenie absorbuje na povrchu tuhých látok a kvapalín, kde sa pohyb fotónov slnečného žiarenia premieňa na teplo (pohyb molekúl). Z absorbovateľného povrchu sa tepelná energia odvádza teplotnými látkami (voda, nemrznúca

zmes, vzduch, ...). Pre zníženie tepelných strát je systém kolektora z prednej strany prikrytý zasklením s vhodnými vlastnosťami z hľadiska prepúšťania slnečného žiarenia. Zadná a bočné strany sú opatrené tepelnou izoláciou minimalizujúcou tepelné straty. Všetky prvky sú osadené v ráme a tvoria solárny kolektor.

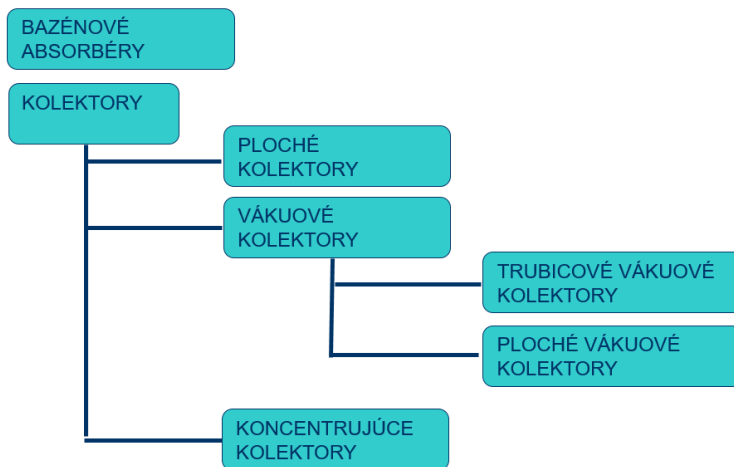
Obr. 6.12 Funkcia a konštrukcia plochého selektívneho kolektora a jeho energetická bilancia



Poznámka: Čierna doska vo vnútri = absorbér (absorbuje, pohlcuje žiarenie). Na povrchu sa žiarenie priame aj difúzne mení na teplo. Absorbér odovzdáva teplo do rúriek s kvapalinou (podmienka dobrá tepelná vodivosť = meď, hliník, ...).

Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.13 Rozdelenie solárnych kolektorov

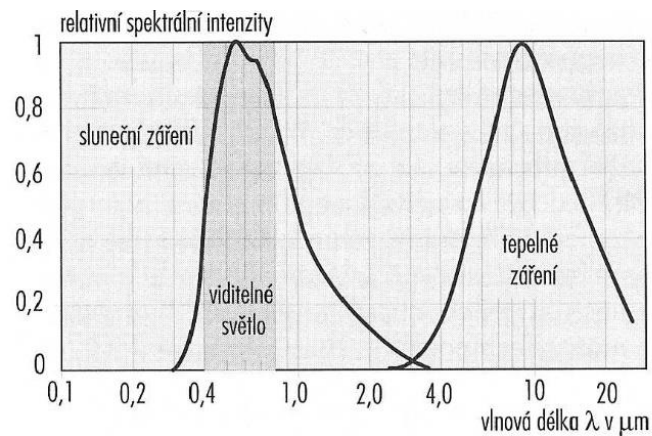


Zdroj: F. Vranay

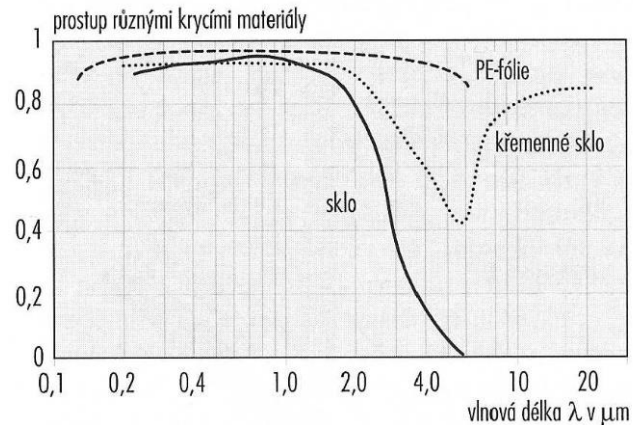
Veličiny vplývajúce na účinnosť slnečného kolektora

- **Vlastnosti krycieho skla** - Prechod žiarenia podľa vlnovej dĺžky pre rôzne druhy materiálov: slnečné žiarenie do kolektora sklo prepúšťa a tepelné žiarenie z kolektora von neprepúšťa.

Obr. 6.14 Relatívne spektrálne rozdelenie solárneho žiarenia (povrchová teplota slnka cca 6000 °C, a teplota absorbéra cca 70 °C)

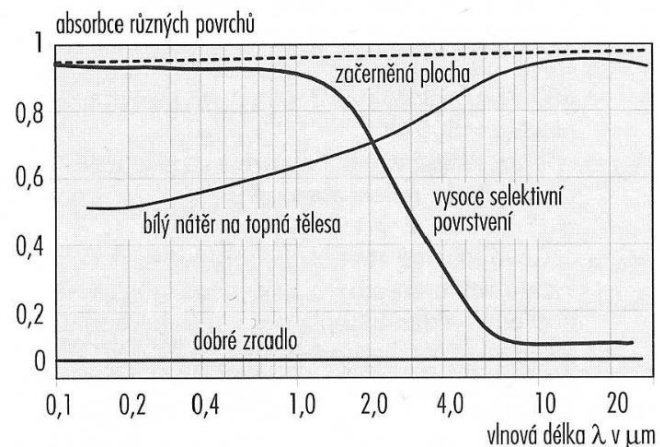


Obr. 6.15 Prechod žiarenia podľa vlnovej dĺžky pre rôzne druhy materiálov: slnečné žiarenie 0,4 – 1 μm do kolektora sklo prepúšťa a tepelné žiarenie 4-20 μm z kolektora neprepúšťa



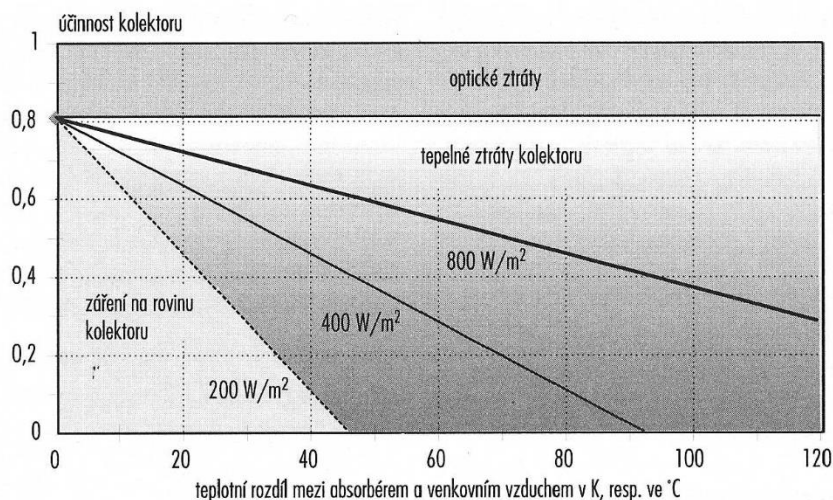
- **Vlastnosti absorbéra** - Slnečné žiarenie pohlcuje, tepelné žiarenie emituje minimálne (vysoko selektívny povlak).

Obr. 6.16 Absorbpcia rôznych povlakov absorbéra: Slnečné žiarenie pohlcuje, tepelné žiarenie emituje minimálne (vysoko selektívny povlak)



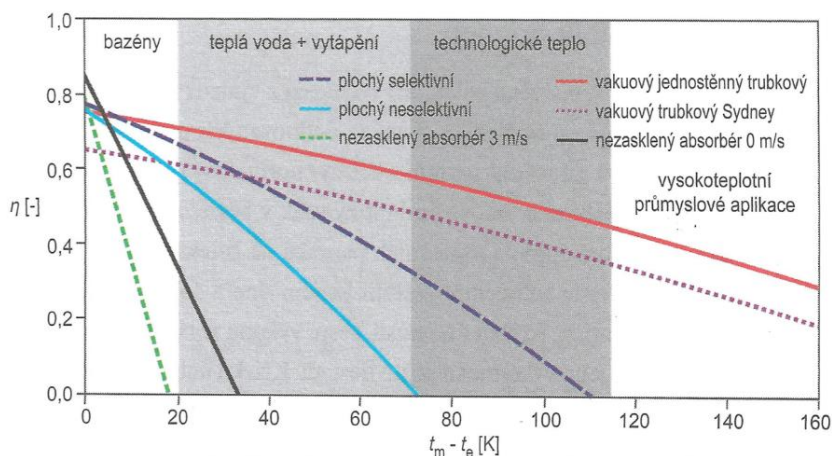
- **Tepelnoizolačné vlastnosti kolektora** - vplyv na tepelné straty kolektora.
- **Prevádzková teplota v slnečných kolektoroch** - účinnosť kolektora ako funkcia rozdielu teplôt medzi absorbérom a okolím pri slnečnom žiarení. Straty nevyužitého žiarenia (optické straty) a tepelné straty spôsobené teplotou sa násobia.
- **Charakteristika kolektora** - plochý kolektor a vákuový kolektor. Vákuový kolektor sa javí výhodnejší hlavne pri vyšších rozdieloch teplôt medzi absorbérom a vzduchom.
- **Vplyv uhla dopadu slnečného žiarenia** – sklon kolektora, azimut kolektora.

Obr. 6.17 Účinnosť kolektora ako funkcia rozdielu teplôt medzi absorbérom a okolím pri slnečnom žiarení 800, 400 a 200 W/m²



Poznámka: Straty nevyužitého žiarenia (optické straty) a tepelné straty spôsobené teplotou sa násobia

Obr. 6.18 Charakteristiky rôznych konštrukcií kolektorov



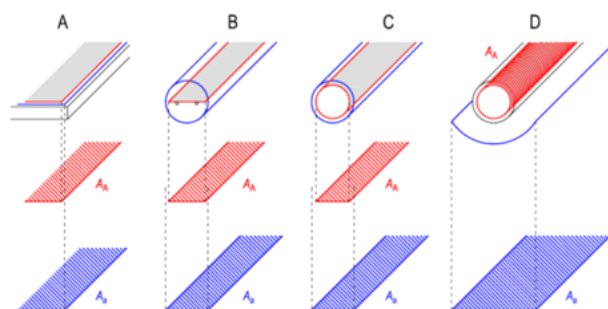
ORIENTAČNÉ HODNOTY STAGNAČNEJ TEPLoty SOLÁRNYCH KOLEKTOROV

TYP KOLEKTORA	t_{stg} (°C)
NEZASKLENÝ KOLEKTOR	65
ZASKLENÝ NESELEKTÍVNY KOLEKTOR	100
ZASKLENÝ SELEKTÍVNY KOLEKTOR	180
RÚROVÝ JODNOSTENNÝ VÁKUOVÝ KOLEKTOR	300
RÚROVÝ VÁKUOVÝ SYDNEY KOLEKTOR	250

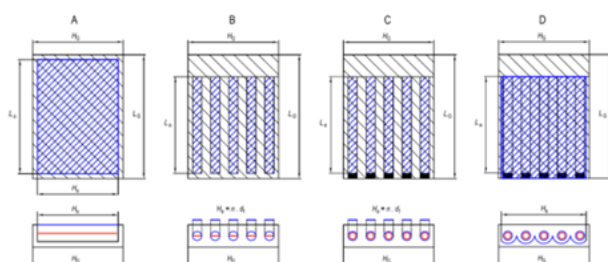
Poznámka: t_{stg} = stagnačná teplota kolektora pri ktorej zisk kolektora = jeho tepelným stratám (pri chode naprázdno, bez odberu)

Definovanie plochy kolektora

Obr. 6.19 Definícia plochy apertúry a obrysovej plochy solárnych kolektorov



Definícia plochy apertúry a absorbériu solárnych kolektorov



Vzťahné plochy kolektorov

AA - Plocha absorbéra

plocha kde dochádza k premene slnečného žiarenia na teplo

Aa – plocha apertúry

plocha priemetu otvoru ktorým vstupuje do kolektora slnečné žiarenie

AG – celková obrysová (hrubá) plocha

plocha priemetu celkového obrysu solárneho kolektora

Typy slnečných kolektorov

A – plochý kolektor

B – rúrový kolektor s plochým absorbériom

C – rúrový kolektor s valcovým absorbériom

D – rúrový kolektor s valcovým absorbériom a reflektorom

Slnečné kolektory – PLOCHÉ KVAPALINOVÉ

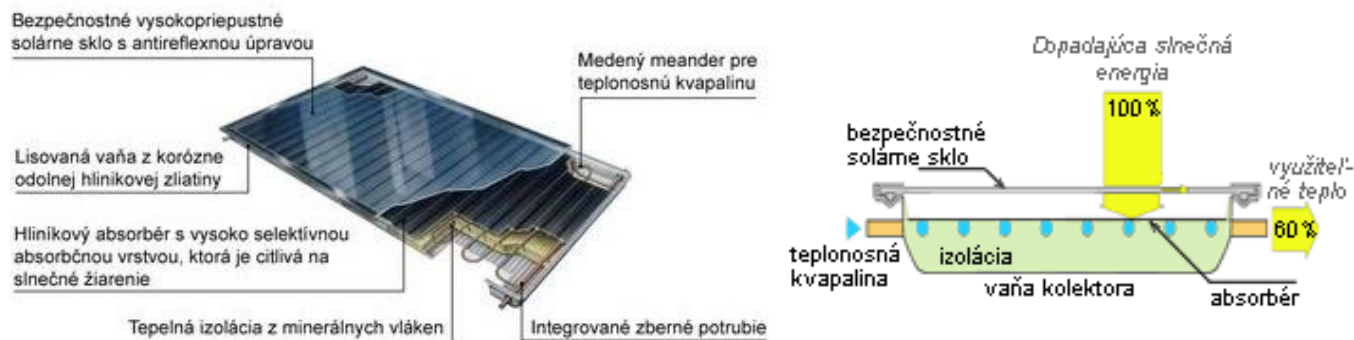
Materiál absorbéra:

- medený, alebo hliníkový plech so solárnym lakom, alebo selektívnou povrchovou vrstvou,
- krycie sklo chudobné na železo, odolné voči krupobitiu.

Použitie:

- ohrev teplej vody,
- ohrev bazénovej vody,
- podpora vykurovania.

Obr. 6.20 Ploché kolektory kvapalinové



Slné kolektory – BAZÉNOVÉ ABSORBÉRY

Materiál absorbéra:

- výlisok z čierneho plastu,
- pryž alebo kombinácia plastu a textilu.

Výhody:

- nízka cena,
- jednoduchá montáž.

Použitie:

- vhodné iba na sezónny ohrev bazénovej vody, ktorá preteká priamo cez absorbér.
- teplota bazénovej vody je často v lete nižšia ako teplota vzduchu = zdrojom tepla je aj okolitý vzduch, čo im zaisťuje vysokú účinnosť.

Absorpčná plocha má byť 50-100 % z povrchovej plochy bazéna.

Obr. 6.21 Bazénové absorbéry



Slné kolektory – PLOCHÉ TEPLOVZDUŠNÉ

Materiál absorbéra:

- medený, alebo hliníkový plech so solárnym lakom, alebo selektívnou povrchovou vrstvou,
- krycie sklo chudobné na železo, odolné voči krupobitiu.

Použitie:

- ohrev vzduchu na vykurovanie,
- ohrev vzduchu na sušenie v priemysle a poľnohospodárstve.

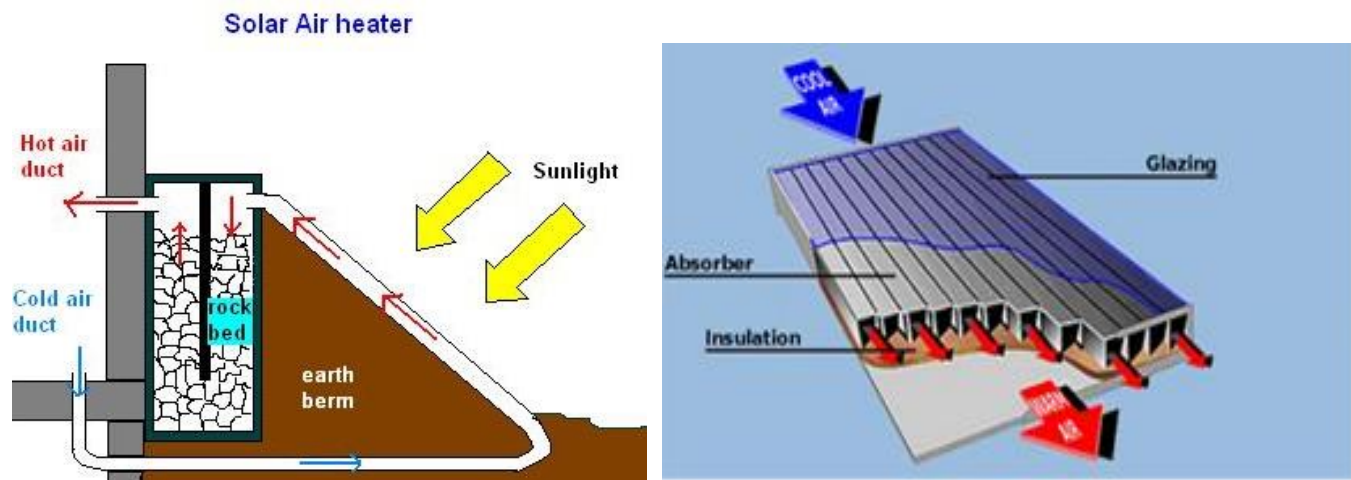
Výhody:

- nezávislosť na nosnom médiu,
- nezamŕza v zimnom období,
- prehriatie systému bez následkov.

Nevýhody:

- veľká potrebná plocha kolektorov,
- vysoké nároky na ventilačný systém,
- ťažkosti so skladovaním získanej energie.

Obr. 6.22 Ploché kolektory vzduchové



Slné kolektory – VÁKUOVÉ

Prevedenie:

- absorpčná plocha je priamo vo vákuu,
- absorbér umiestnený v trubici v atmosfére, ale trubica je vo vákuu,
- teplo je odvádzané prostredníctvom teplotnej látky.

Výhody:

- zamedzenie tepelným stratám medzi absorbérom a vonkajším vzduchom.

Použitie:

- ohrev teplej vody,
- ohrev bazénovej vody,
- podpora vykurovania.

Obr. 6.23 Slné kolektory vákuové



Zdroj: F. Vranay

Delenie podľa typu teplonosnej látky

Kolektory s priamym prúdením

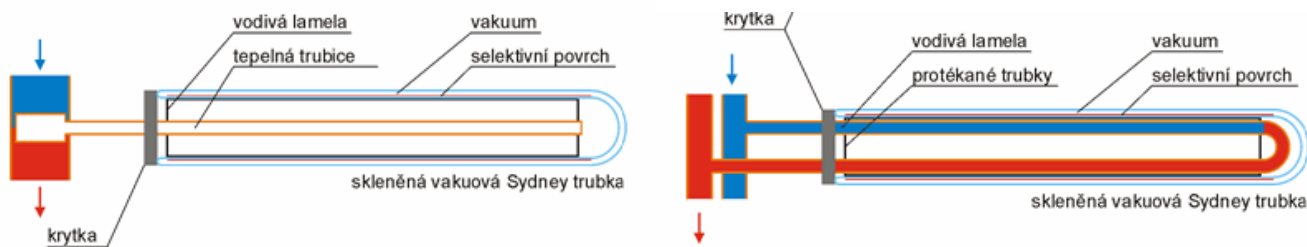
Teplonosné médium preteká od rozdeľovača ku koncu rúry, odoberá teplo absorbéra, ktorý sa nachádza vo vákuu a tečie opäť do zberača. Ich prednosťou je, že nie je potrebný ani minimálny sklon kolektorov. Cirkulácia je vynútená čerpadlom.

Kolektory na princípe tepelnej trubice (heat pipe)

V rúre sa nachádza kvapalina, väčšinou alkohol, ktorá sa odparuje pri nízkej teplote. Táto para stúpa v rúre až na horný koniec, na ktorom je umiestnený malý výmenník tepla. Tu para kondenzuje a odovzdáva svoje teplo nepriamo teplonosnému médiu. Odtekajúca kvapalina sa opäť zohrieva, vyparuje a kolobeh začína od začiatku. Aby tento kolobeh fungoval, kolektor musí mať sklon minimálne 30 °.

Prednosťou tohto je, že kolektor sa nikdy neprehreje - pretože po úplnom vyparení sa kvapaliny (teda keď sa neuskutočňuje odber tepla) sa kolobeh zastaví.

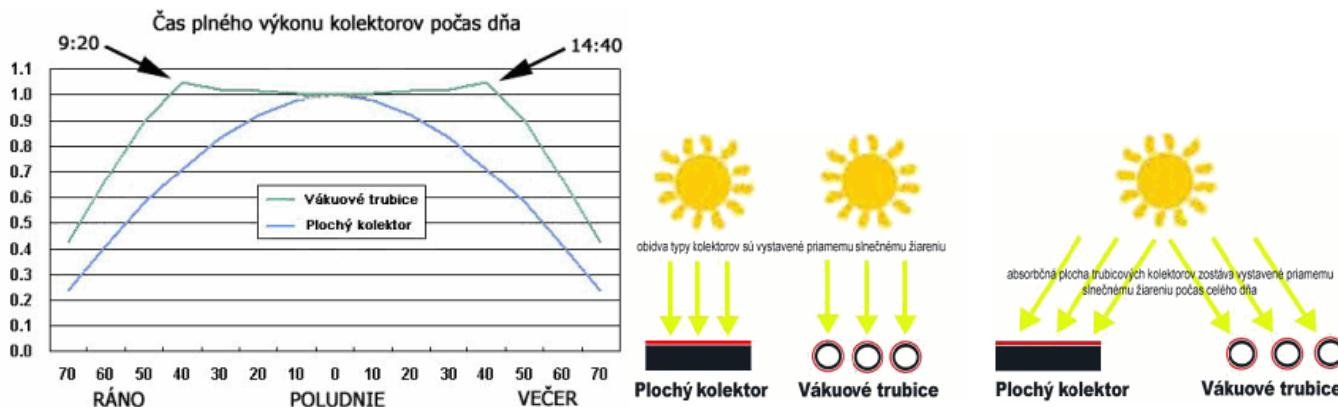
Obr. 6.24 Slnéčné kolektory vákuové s priamym prúdením a na princípe tepelnej trubice



Vplyv zmeny uhla dopadu na kolektor

Povrch absorbéra kolektora je parabolický. Nedosahuje najvyšší výkon pri 0 °, ale okolo 40 °. V tomto prípade sa totiž využíva efekt odrazu svetla od jednotlivých trubíc vedľa seba. Absorbér trubice pracuje vo vysokom výkone prakticky po celý čas slnečného svitu (aj 8 hodín), kedy naň dopadajú slnečné lúče kolmo.

Obr. 6.25 Vplyv zmeny uhla dopadu na výkon kolektora



Porovnanie plochých kolektorov a vákuových

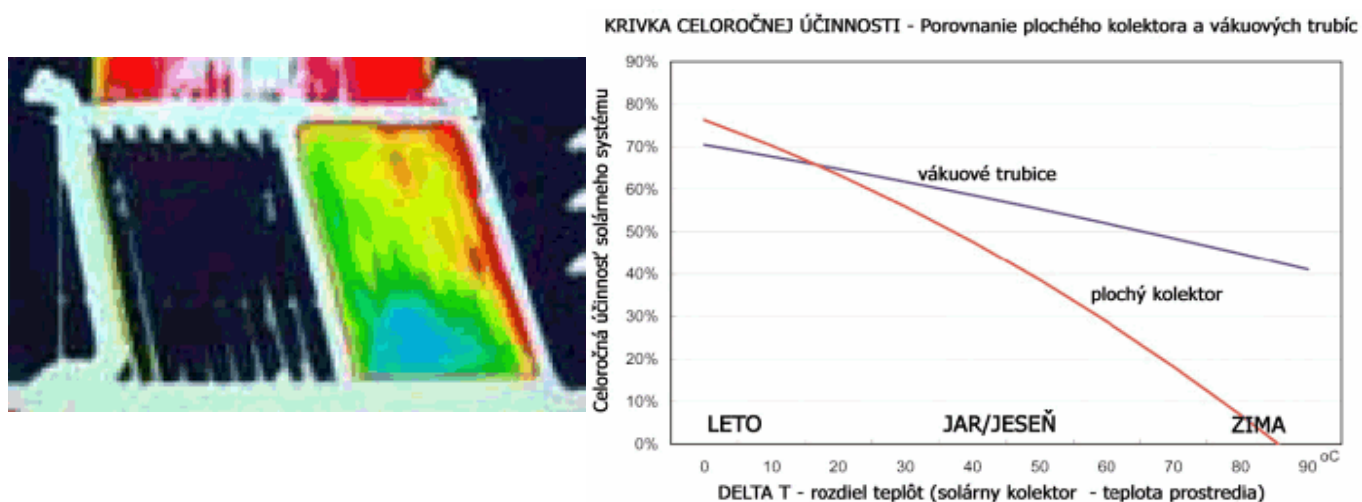
Porovnanie tepelnoizolačných vlastností:

Skutočné vákuum v solárnych vákuových trubiciach tepelno-izolačne vysoko prevyšuje tepelno-izolačné vlastnosti bežných plochých kolektorov.

Porovnanie celoročných tepelných ziskov:

Skutočné vákuum v solárnych vákuových trubiciach tepelno-izolačne vysoko prevyšuje tepelno-izolačné vlastnosti bežných plochých kolektorov.

Obr. 6.26 Porovnanie kolektorov (plochý a vákuový) - termovízne a grafické



Aplikácie kolektorov pre budovy na bývanie

Obr. 6.27 Porovnanie aplikácie kolektorov: a) na streche, b) súčasť strešnej krytiny, c) na konštrukcii



Zdroj: F. Vranay

6.2.2 Systémy so slnečnými kolektormi

Rozdelenie slnečných systémov s kolektormi

Podľa spôsobu odovzdávanie energie:

- S priamym odovzdávaním tepla
- Do zásobníka s akumuláciou
- Do kvapaliny
- Do tuhej hmoty (náplň z kameniva u vzduchových kolektorov)
- Do látky so zmenou skupenstva

Podľa teplotnej látky :

- Vodné systémy
- Vzduchové systémy

Podľa časového využitia:

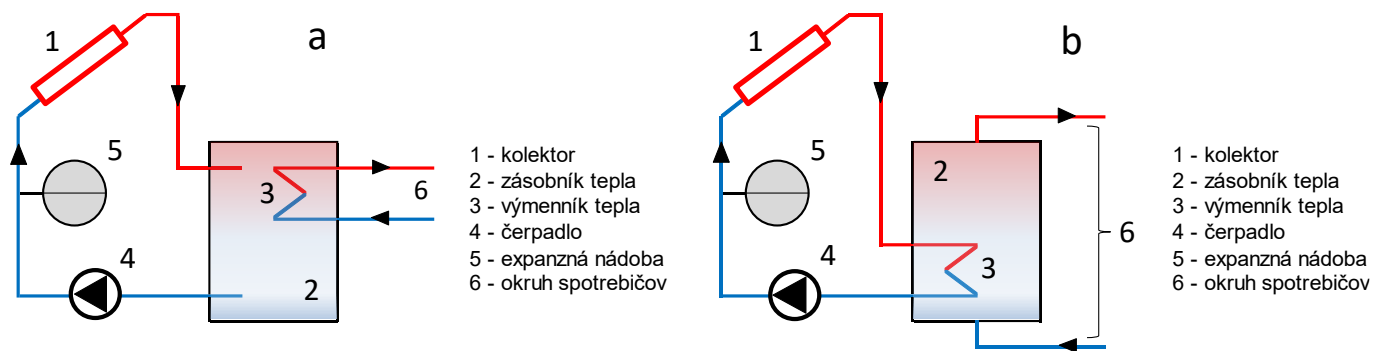
- Sezónny ohrev vody
- Sezónny ohrev bazénovej vody
- Pre celoročný ohrev teplej vody
- Pre podporu vykurovania s krátkodobou akumuláciou tepla
- Pre podporu vykurovania s dlhodobou akumuláciou tepla

Použitie slnečných systémov s kvapalinovými kolektormi

Podľa spôsobu odovzdávania energie do akumulačnej nádrže:

- Otvorený kolektorový okruh bez výmenníka
V kolektore v rúrkach a zásobníku prúdi kvapalina (voda).
 - Výhody:
 - nie je potrebná drahá nemrznúca zmes.
 - Nevýhody:
 - nemožné využívať v zimných mesiacoch, je nutné systém vypustiť, čím sa chráni pred zamrznutím.
- Uzavretý kolektorový okruh (povrchovým výmenníkom)
V kolektore v rúrkach a výmenníku prúdi nemrznúca zmes (solaren, glykol, ...).
 - Výhody:
 - možná celoročná prevádzka.
 - Nevýhody:
 - dodatočné náklady za nemrznúcu zmes,
 - nemrznúca zmes má nižšie merné teplo ako voda, takže nie je schopná transportovať v rovnakom objeme také množstvo tepla,
 - hustota nemrznúcej zmesi je vyššia ako u vody, preto je nutná väčšia čerpacia práca,
 - postupná degradácia nemrznúcej zmesi (životnosť kvapaliny cca 5 rokov), kvôli zníženiu nákladov za nemrznúcu zmes je oddelená od ostatnej kvapaliny výmenníkom, čím sa minimalizuje jej objem, nakoľko sa nenachádza v objeme zásobníka.

Obr. 6.28 Otvorený (a) a uzatvorený (b) kolektorový okruh



Zdroj: F. Vranay

Podľa spôsobu cirkulácie kvapaliny v okruhu kolektorov:

▪ Prírodná cirkulácia (samotiažou)

Kolektor je pod úrovňou akumuláčnej nádrže

- Výhody:

- na cirkuláciu nie je potrebné čerpadlo,
- pri oslnení kolektora sa voda v kolektore zahrieva, čím sa znižuje jej objemová hmotnosť. To spôsobuje samotiažový efekt, ktorý teplú vodu vytlača do zásobníka a ťažšiu studenú tlačí do kolektora. Čím je oslnenie intenzívnejšie, nastáva väčší teplotný rozdiel a následne intenzívnejšia cirkulácia. Ak slnko neožaruje kolektor, voda v ňom vychladne a cirkulácia sa automaticky zastaví,
- bezporuchová prevádzka,
- nie je potrebná elektronická regulácia.

- Nevýhody:

- poloha zásobníka musí byť vyššie ako kolektory, čo je niekedy problém zabezpečiť,
- zásobník s vodným objemom má vysokú hmotnosť, čo spôsobuje problémy so statikou a spôsobom umiestnenia nádrže,
- pre správnu funkciu samotiaže je nutné použiť potrubia s väčšími dimenziami.

▪ Nútená cirkulácia (čerpadlom)

Poloha kolektorov a nádrží je ľubovoľná, cirkuláciu zabezpečuje obehové čerpadlo.

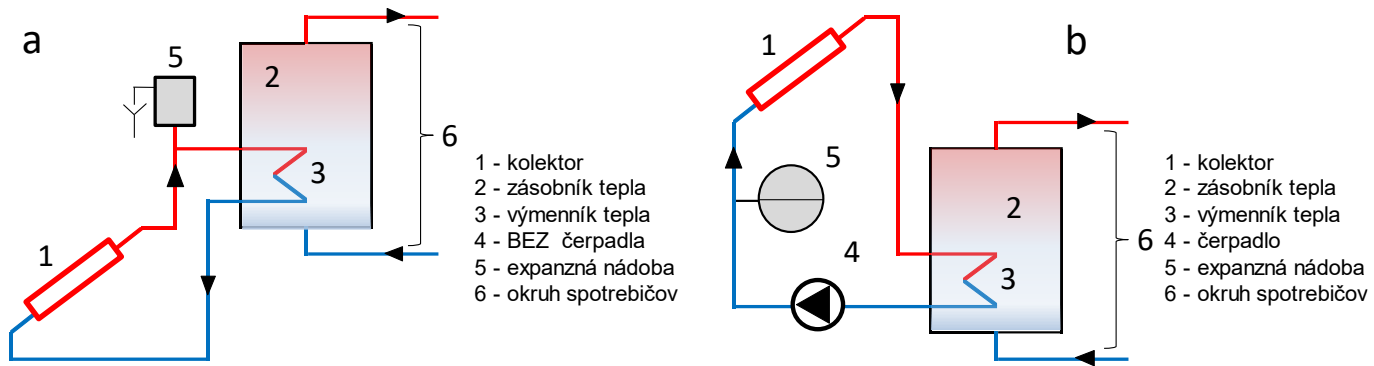
- Výhody:

- vzhľadom k použitiu obehového čerpadla je možné použiť potrubia menšej dimenzie (spravidla kvôli agresívnej nemrznúcej zmesi sa používajú drahšie medené potrubia).

- Nevýhody:

- potreba obehového čerpadla a elektrickej energie na prevádzku,
- nutná elektronická regulácia spínania systému,
- možná poruchovosť systému.

Obr. 6.29 Kolektorový okruh s prirodzenou cirkuláciou (a) a s nútenou cirkuláciou (b)



Zdroj: F. Vranay

Podľa celkovej koncepcie ohrevu je systém:

- Monovalentný (jediný zdroj sú slnečné kolektory)

- Výhody:
 - jediný zdroj, lacný systém,
 - jednoduchá regulácia.
- Nevýhody:
 - nestabilná dodávka energie v prípade solárneho systému.

- Kombinovaný bivalentný (dva zdroje)

Bez ohľadu na to, ktorý je hlavný zdroj (dodáva viac energie do systému), je podstatné umiestnenie pripojenia zdrojov do zásobníka. Odber tepla kvôli vrstveniu teploty vody v zásobníku je z hornej časti, kde je voda najteplejšia. Zásada je pripájať prevádzkovo najlacnejší zdroj na spodnú časť (solár), kde je voda najchladnejšia, a tým sa zvyšuje účinnosť výroby tepla v solárnom systéme. Ak solár nepostačuje, ohrieva sa len horná časť zásobníka bivalentným zdrojom (tepelné čerpadlo, kotol, elektrická špirála, ...).

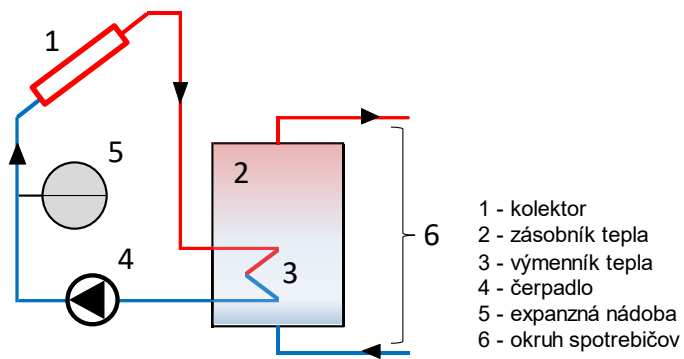
- Výhody:
 - maximálne využitie lacného zdroja solárneho systému,
 - chýbajúca energia sa dopĺňa z bivalentného zdroja.
- Nevýhody:
 - nároky na reguláciu.

- Kombinovaný trivalentný (tri zdroje)

Platia rovnaké zásady pripojenia podľa prevádzkových nákladov na výrobu tepla. Prevádzkovo najlacnejší je solár pripojený dole, vyššie napr. tepelné čerpadlo, a najvyššie kotol, alebo elektrická špirála.

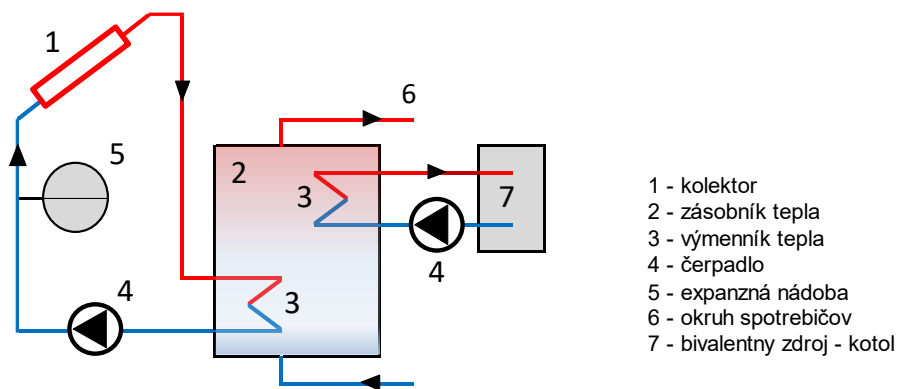
- Výhody:
 - maximálne využitie lacného zdroja solárneho systému,
 - chýbajúca energia sa dopĺňa z ďalších zdrojov,
 - pripájanie zdrojov podľa aktuálnej výhodnosti.
- Nevýhody:
 - nároky na reguláciu,
 - náklady na realizáciu.

Obr. 6.30 Monovalentný systém



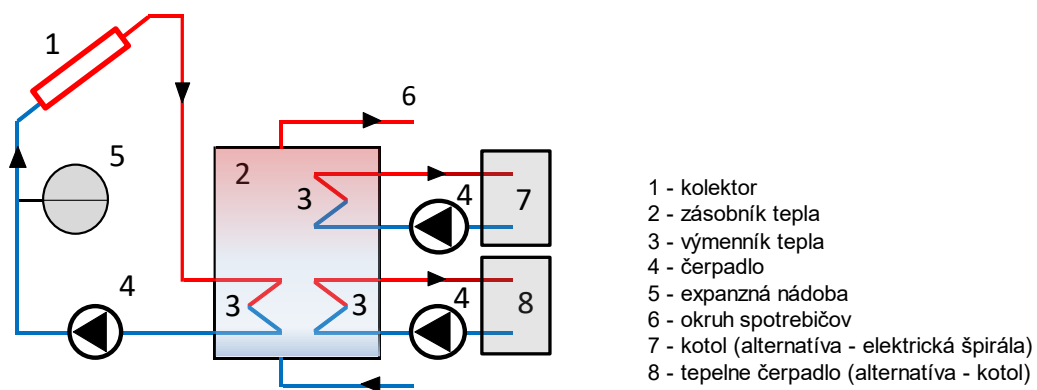
Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.31 Bivalentný systém



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.32 Trivalentný systém



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.33 Hlavné prvky systému solárnych kolektorov (a – kolektor, b-výmenník tepla, c-čerpadlo, d-expanzná nádoba, e-zásobník)



Zdroj: F. Vranay

Použitie slnečných systémov s kvapalinovými kolektormi

Solárny systém na prípravu teplej vody

Solárny systém je vhodný na prípravu teplej vody hlavne v letných mesiacoch, kedy je vysoký tepelný zisk. Spôsoby ohrevu teplej vody sú schematicky znázornené na obrázkoch 6.28 až 6.32.

- Výhody:
 - využitie lacného tepla zo solárneho systému,
 - dlhá životnosť solárnych systémov.
- Nevýhody:
 - nerovnomerný zisk a dodávka tepla,
 - nutnosť doplniť o bivalentný zdroj na výrobu chýbajúcej energie,
 - pri nesprávnom návrhu, alebo výpadku odberu nutnosť likvidácie prebytočnej získanej energie,
 - nároky na reguláciu.

Spôsob návrhu solárneho systému na predohrev teplej vody pre rodinný dom:

- definovanie odberového diagramu,
- výpočet solárnych ziskov pre parametre ohrevu teplej vody,
- návrh veľkosti kolektorovej plochy,
- návrh akumulácie tepla.

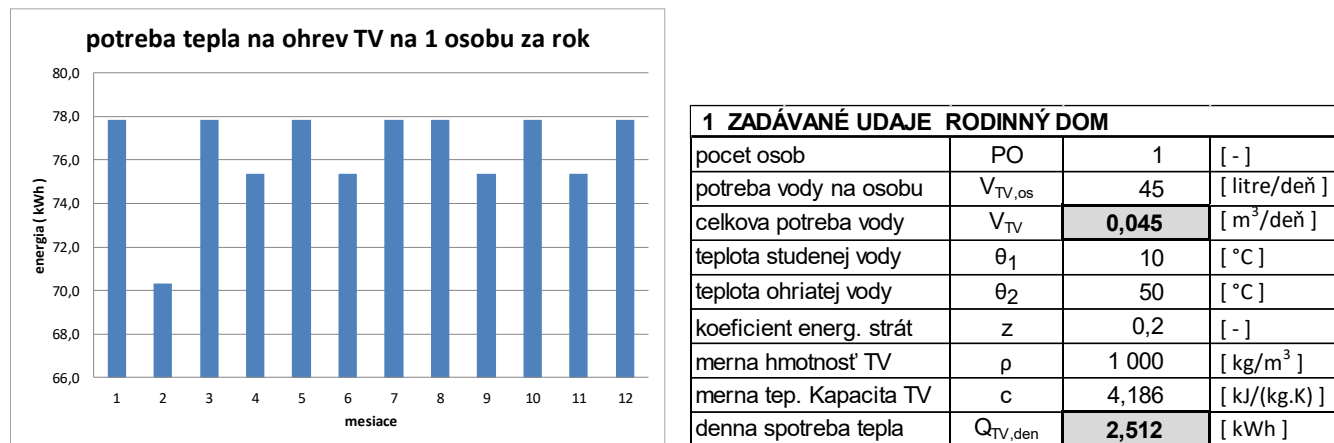
Zásady návrhu solárneho systému na ohrev teplej vody, pri zanedbaní kolísania teploty studenej vody počas roka:

- optimálne navrhnutý monovalentný systém zabezpečí pokrytie (úspora) cca 60% tepla za rok na ohrev TV, chýbajúce teplo dohrejete bivalentný zdroj,
- plocha kolektorov 1,5 - 2 m² kolektora na osobu,
- spotreba vody 40 - 50 litrov na osobu/deň,
- teplota TV 45 – 50 °C,
- objem solárnej akumulácie nádrže = (spotreba vody l/osobu,den x 2,5), príklad (45 x 2,5 = 112,5 l/osobu),
- energetické straty závisia od spôsobu akumulácie a distribúcie (cirkulačné straty), rodinné domy z=0,2–0,5,
- pre potreby výpočtu uvažujeme s 1 osobou. Pri inom počte je potrebný súčin počtu osôb.

POZOR

- Pri predimenzovanej ploche kolektorov v lete nastáva prebytok tepelnej energie, a môže spôsobiť prehriatie (vrenie) vody čo sa považuje za havarijný stav, ak sa vhodne neeliminuje.
- Pri malom akumulačnom zásobníku sa voda pregreje na vysokú teplotu s malým objemom, solár má výrazne nižšiu účinnosť výroby tepla, a dôsledkom je nedostatočné množstvo teplej vody.
- Pri predimenzovanom akumulačnom zásobníku je teplota v zásobníku nízka, čo má za následok potrebu dohrevu pomocou bivalentného zdroja s nákladnejšou prevádzkou.

Obr. 6.34 Parametre pre výpočet potreby tepla na ohrev teplej vody



Zdroj: F. Vranay

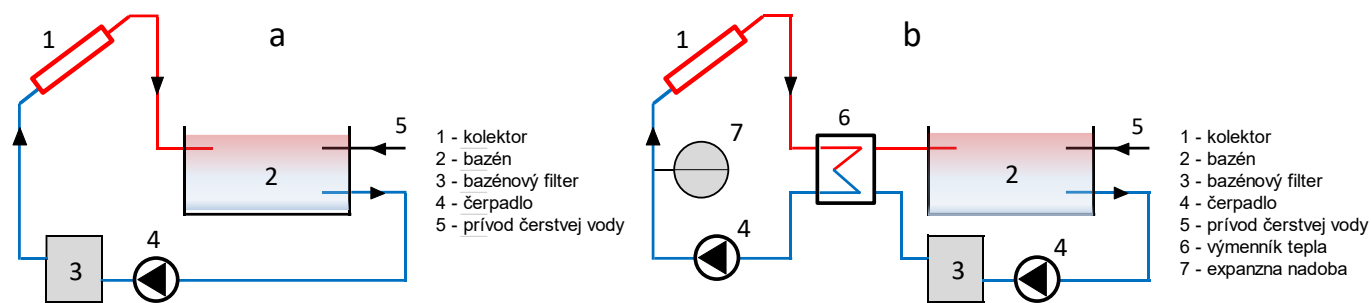
$$Q_{TV,deň} = (1 + z) \cdot \frac{(\rho \cdot c \cdot V_{TV} \cdot (\theta_2 - \theta_1))}{3600} \quad [kWh/deň] \quad (6.1)$$

Solárny systém na ohrev bazénovej vody:

Solárny systém na ohrev bazénovej vody pre bazén exteriérový - sezónny ohrev, alebo bazén interiérový – celoročný ohrev. Je možné systém prevádzkovať len pre bazén, alebo v kombinácii s ohrevom teplej vody, alebo aj s podporou vykurovania.

- Monovalentný (jediný zdroj sú slnečné kolektory)
 - Výhody:
 - jediný zdroj, lacný systém,
 - jednoduchá regulácia.
 - Nevýhody:
 - nestabilná dodávka energie v prípade solárneho systému,
 - vhodný len na sezónny ohrev bazénu (máj – september).

Obr. 6.35 Systém ohrevu bazénovej vody (kolektorový okruh: a- otvorený, b- uzatvorený)



Zdroj: F. Vranay

- Viacvalentný (okrem slnečných kolektorov sú aj iné zdroje tepla)
 - Výhody:
 - možná aj celoročná prevádzka (vnútorný bazén),
 - stabilná dodávka tepla,
 - využitie lacného tepla zo solárneho systému,
 - dlhá životnosť solárnych systémov,
 - využitie v kombinácii s ohrevom teplej vody a podporou vykurovania.
 - Nevýhody:
 - v zimných mesiacoch veľmi nízky zisk tepla zo solárnych panelov (nízka úroveň žiarenia, krátke doby slnečného svitu),
 - drahšia prevádzka vzhľadom k vysokému podielu energie z bivalentného zdroja,
 - nároky na ďalšiu technológiu, výmenníky, expanzné nádoby, ...,
 - nároky na reguláciu.

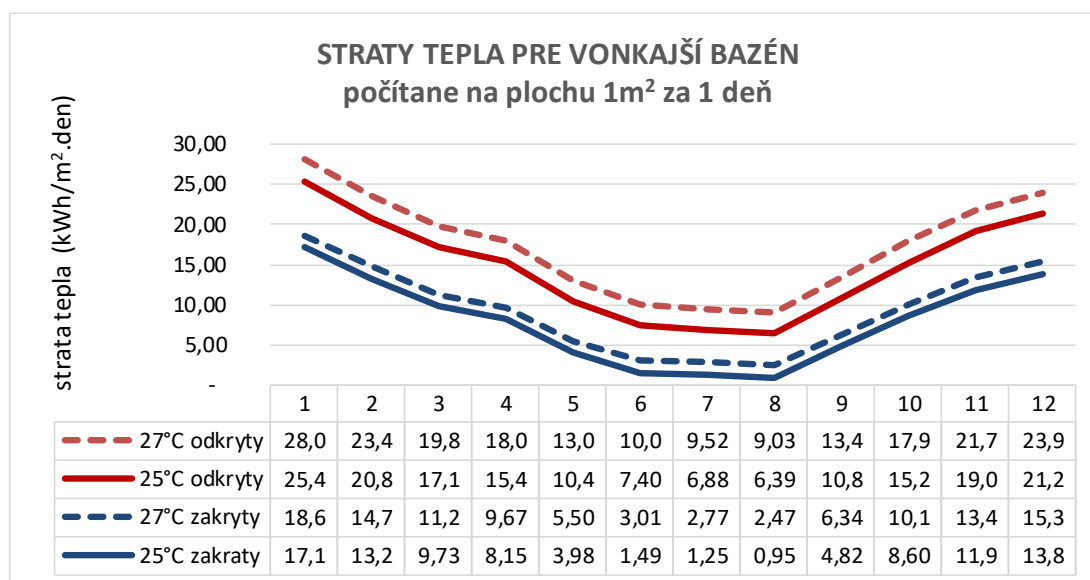
Spôsob návrhu solárneho systému na ohrev bazénu pre rodinný dom:

- definovanie prevádzky bazéna vnútorný/vonkajší, prevádzka celoročná/sezónna,
- definovanie strát bazéna, prevádzka s prikryvaním bazéna, alebo bez,
- výpočet solárnych ziskov pre potrebu bazéna,
- návrh veľkosti kolektorovej plochy.

Zásady návrhu solárneho systému na ohrev bazéna MONOVALENTNÝ (máj – september):

- využitie takého systému má význam pre letné mesiace,
- pre vonkajší bazén je odporúčaná plocha kolektorov 0,6 – 0,8 m² na 1 m² plochy vody v bazéne,
- pre krytý bazén je odporúčaná plocha kolektorov 0,4 – 0,5 m² na 1 m² plochy vody v bazéne,
- teplota vody v bazéne uvažovaná 24 – 26 °C,
- ak sa plocha bazéna na noc prikryje, je možné znížiť plochu kolektorov na 40 – 50 %,
- pri použití bivalentných zdrojov odporúčame realizovať energetickú bilanciu, ktorá optimalizuje návrh zdrojov a prevádzkové parametre,
- pre potreby výpočtu uvažujeme s plochou 1 m² bazénovej plochy. Pri inej ploche je potreba upraviť výpočet súčinom skutočnej plochy bazéna.

Obr. 6.36 Straty tepla z hladiny bazéna počítané na plochu 1m² za deň pri rôznych teplotách vody a zakrytia bazéna mimo prevádzky



Poznámka: Graf uvádza priebeh strát tepla na plochu 1m² pri vonkajšom bazéne pri teplotách vody 25 a 27°C. Straty sú uvádzané pre typický deň v mesiaci. V bilancii sa uvažuje s prevádzkou 10 hodín počas dňa, mimo tohto času (noc) sa bazén prikryva. Pri porovnaní s prevádzkou bez prikryvania sú deklarované výrazné rozdiely. Preto odporúčame zvážiť možnosť prikrytia, čo má za následok menšie nároky na kolektorovú plochu, alebo na činnosť bivalentného zdroja tepla.

Solárny systém na podporu vykurovania

Solárny systém na podporu vykurovania je vhodný len v prípadoch, keď letné prebytky je kde využiť. V našich podmienkach je možné zachytiť a využiť energiu cca 25-35 % z potreby energie na vykurovanie. Spôsoby riešenia podpory vykurovania je možné realizovať podľa schémy bivalentný zdroj (Obr. 6.31) a trivalentný zdroj (Obr. 6.32).

- Výhody:
 - využitie lacného tepla zo solárneho systému,
 - dlhá životnosť solárnych systémov,
 - využitie v kombinácii s ohrevom teplej vody a vonkajšieho bazéna v lete,
 - možné riešenie je využitie dlhodobej akumulácie tepla do zásobníkov.
- Nevýhody:
 - v zimných mesiacoch veľmi nízky zisk tepla zo solárnych panelov (nízka úroveň žiarenia, krátke doby slnečného svitu),
 - veľmi nízka účinnosť solárneho systému v zime,
 - nutnosť doplniť o bivalentný zdroj na výrobu chýbajúcej energie,
 - sneženie a námraza zakrýva solárne panely, problém s odstraňovaním,
 - potreba umiestnenia letných prebytkov energie,
 - nároky na reguláciu.

Spôsob návrhu solárneho systému na podporu vykurovania pre rodinný dom:

- definovanie odberového diagramu,
- výpočet solárnych ziskov pre parametre vykurovania,
- návrh veľkosti kolektorovej plochy.

Zásady návrhu solárneho systému na podporu vykurovania:

- možné využitie cca 25-35 % tepla na vykurovanie zo solárneho systému,
- pre štandardný rodinný dom by mala byť plocha kolektorov cca 15-25 m²,
- pre krytý bazén je odporúčaná plocha kolektorov 0,4 – 0,5 m² na 1 m² plochy vody v bazéne,
- odporúčame realizovať energetickú bilanciu, ktorá optimalizuje návrh zdrojov a prevádzkové parametre,
- možné využitie letných prebytkov pre dlhodobú akumuláciu s využitím v zimných mesiacoch.

Obr. 6.37 Systém vykurovania, potreba tepla na vykurovanie v priebehu roka pre objekt s tepelnou stratou 1 kW

VZOREC PRE VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE

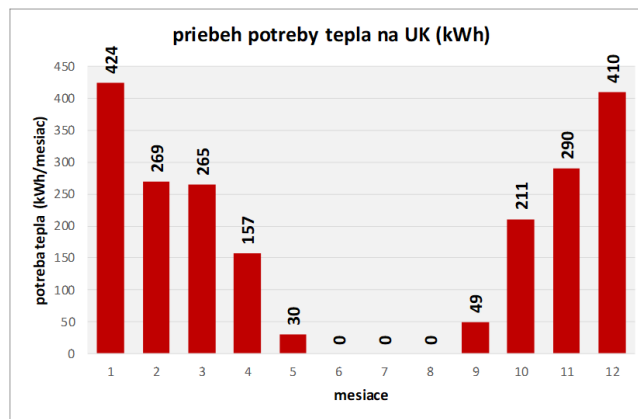
$$Q_{r,vyk} = 24 * 3600 * \varepsilon * Q_{max} * PVD * \left(\frac{t_i - t_{e,pr}}{t_i - t_e} \right)$$

$Q_{r,vyk}$ = potreba tepla na vykurovanie za posudzované obdobie
 24 = počet hodín za deň
 3 600 = počet sekúnd za hodinu
 ε = súčiniteľ nesúčasnosti vplyvu infiltrácie, a vplyv ostatných faktorov
 Q_{max} = maximálna tepelná strata objektu pri te (výkon zdroja tepla)
 PVD = počet dní vykurovania za posudzované obdobie
 t_i = priemerná teplota interiéru v objekte
 $t_{e,pr}$ = priemerná teplota exteriéru za posudzované obdobie (deň, mesiac, rok, ...)
 t_e = oblastná výpočtová teplota exteriéru

VSTUPNÉ ÚDAJE

Q_{max} =	1	kW
ε =	0,8	-
t_i =	20	°C
t_e =	-13	°C

POTREBA TEPLA NA ÚK ZA ROK						
	PVD =d	te	GJ	kWh	%	%
1	31	- 3,52	1,53	424,15	20,1%	54,4%
2	28	3,46	0,97	269,38	12,8%	
3	31	5,32	0,95	264,73	12,6%	
4	27	10,00	0,57	157,09	7,5%	
5	6	11,27	0,11	30,47	1,4%	
6	0	-	-	-		45,6%
7	0	-	-	-		
8	0	13,00	-	-		
9	10	11,56	0,18	49,13	2,3%	
10	29	7,50	0,76	210,91	10,0%	
11	30	3,37	1,05	290,33	13,8%	
12	31	- 2,74	1,48	410,18	19,5%	
			7,58	2 106,4	100,0%	



Zdroj: F. Vranay

PRÍKLAD - Solárny systém na ohrev teplej vody, podporu vykurovania a ohrev vonkajšieho bazéna

Príklad pre komplexný návrh solárneho systému na ohrev teplej vody, podporu vykurovania a využitia letných prebytkov na ohrev vonkajšieho bazéna.

Zásady pre návrh systému:

- Orientácia kolektorov na juh, azimut = 180 °.
- Sklon kolektorov 45 °. Výpočet bol zrealizovaný pre sklony 0 – 90 °s odstupom 15 ° Vo výpočte uvádzam najvýhodnejší sklon pre danú konfiguráciu systému a odberových diagramov miest spotreby.
- Pri výpočte boli uvažované solárne kolektory teplovodné selektívne.
- Dáta pre exteriér boli uvažované pre rok 2017 (teploty vzduchu, slnečná radiácia, vlhkosť vzduchu, ...).

- Systém bol nastavený tak, aby letné prebytky boli využité úplne (PREBYTOK = 0 kWh) Toto je zabezpečené dĺžkou prevádzky bazéna v mesiaci máj a september, a teplotou v bazéne, ktorá sa po mesiacoch mení na základe energetického zisku z kolektorov.
- Pri výpočte má prioritu ohrev teplej vody, potom podpora vykurovania a na záver využitie prebytkov na ohrev bazéna.
- Záverečné posúdenie je vo finančnom vyjadrení v porovnaní s plynom. Cena plynu bola určená pre SPP domácnosť v tarife D3 pre rok 2020.
- Náklady na výrobu tepla celého systému, bez soláru, plynom sú 23.367 kWh = 1.097,- € s DPH za rok.
- Prínos solárneho systému (úspora nákladov) je 7.177 kWh = 337,- € s DPH za rok.
- Náklady investičné na realizáciu solárneho systému sú závislé od podmienok inštalácie, prípadne od využitia dotačných programov. Preto investičné náklady neuvádzam.

Obr. 6.38 Systém ohrevu teplej vody + podpora vykurovania + ohrev exteriérového bazéna (zadanie, priebehy a výsledná bilancia)

TUV		UK		BAZEN ext		POTREBA		
LUDIA	4	VÝKON	8,0	PREVÁDZKA	SIRKA	1,0	TUV	3 437
T1	10	epsilon	0,8	TEPLOTA	DLZKA	8,0	UK	16 851
T2	50	te	- 13	VODY	PLOCHA	8,0	BAZEN i	-
litre/os	45	ti	20	DNI			BAZEN e	3 079
	kWh		kWh	°C		kWh		kWh
1	311,4	1	3 393,2	-	1	0,0	1	3 705
2	274,3	2	2 155,1	-	2	0,0	2	2 429
3	295,9	3	2 117,8	-	3	0,0	3	2 414
4	278,8	4	1 256,7	-	4	0,0	4	1 536
5	280,3	5	243,7	12	27,0	528,5	5	1 053
6	263,7	6	-	30	27,4	798,0	6	1 062
7	272,5	7	-	31	28,0	884,4	7	1 157
8	280,3	8	-	31	27,8	770,0	8	1 050
9	278,8	9	393,1	2	26,7	97,7	9	770
10	295,9	10	1 687,3	-	-	0,0	10	1 983
11	293,9	11	2 322,6	-	-	0,0	11	2 616
12	311,4	12	3 281,5	-	-	0,0	12	3 593
SUMA	3 437	SUMA	16 851	106		3 079	SUMA	23 367

VSTUPNÉ ÚDAJE

OHREV TEPLEJ VODY

počet osôb	4
množstvo teplej vody litre/osobu.deň	45 litre
teplota studenej vody na ohrev zima	10 °C
teplota studenej vody na ohrev leto	15 °C
teplota teplej vody	50 °C

VYKUROVANIE

tepelná strata objektu	8 kW
------------------------	------

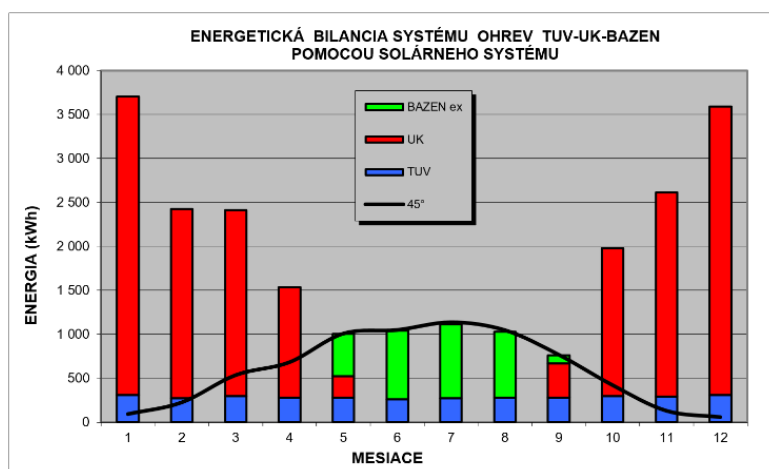
BAZEN EXTERIÉROVÝ

plocha	8 m ²
čas prevádzky počas dňa	10 hodín
čas prevádzky počas noci	14 hodín
bazén sa na noc prikrýva	
počet dní prevádzky po mesiacoch	tabuľka
teploty vody v bazéne po mesiacoch	tabuľka

SOLÁRNE PANELE

kolektor plochý selektívny	6 kusy
celková plocha	11,4 m ²
sklon kolektorov	45 °
orientácia kolektorov	JUH 180 °

teploty vzduchu, snečné sálenie boli použité pre rok 2017



VÝSLEDNÁ BILANCIA

	kWh/rok	%	€
POTREBA TEPLA CELKOM	23 367	100%	1 097
ZACHYTENÉ KOLEKTOROM	7 177	30,7%	337
DEFICIT	16 190	69,3%	760
PREBYTOK	0	0,0%	0

cena plynu pre domácnosť D3	0,047	€/kWh
-----------------------------	-------	-------

Poznámka: Vstupné parametre pre štandardný rodinný dom: údaje sú uvedené v tabuľke.

Zdroj: F. Vranay

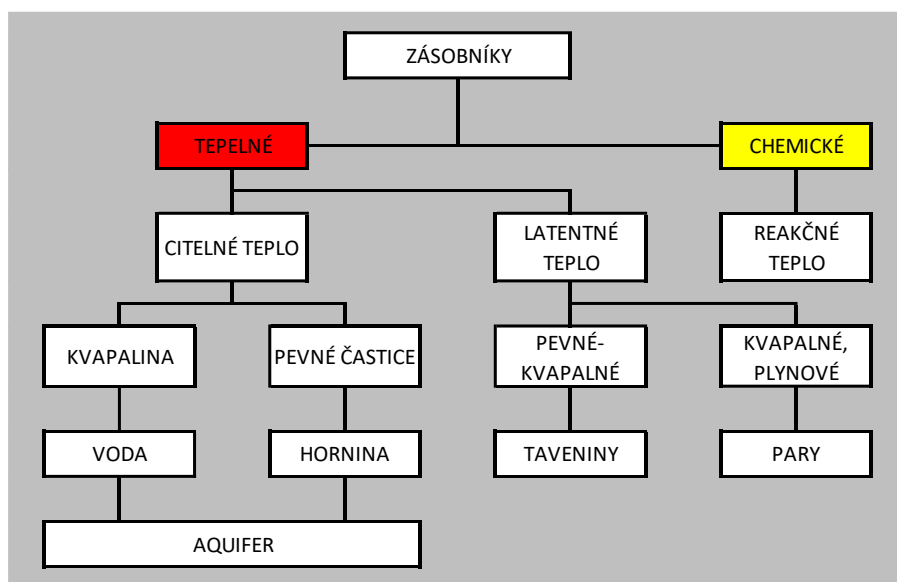
Solárne zásobníky

Solárne zásobníky sú zariadenia na uskladňovanie energie pre odber v inom časovom období, ktoré sa líši od obdobia výroby energie.

Základné kritériá pre zásobníky tepla:

- hustota akumulácie tepla a súvisiaca veľkosť,
- účinnosť (straty, exergia),
- cena,
- životnosť,
- bezpečnosť,
- ekológia.

Obr. 6.39 Rozdelenie zásobníkov podľa spôsobu akumulovanej energie



Zdroj: F. Vranay

Rozdelenie zásobníkov podľa časových parametrov akumulácie:

- krátkodobé zásobníky (denné, viacdenné) využívajú sa pre akumuláciu zo dňa na noc,
- dlhodobé zásobníky dlhodobo (rádovo mesiace) uchovávajú solárne zisky pre využitie v inom ročnom období.

Podľa typu zásobníkov:

- akumuláčnÉ bez teplovýmennÉj plochy,
- monovalentné s 1 teplovýmennou plochou,
- bivalentné s 2 teplovýmennými plochami,
- multivalentné s viacerými teplovýmennými plochami.

Podľa tlaku vody:

- tlakovÉ zásobníky - nutný expanzný systém,
- netlakovÉ - nutné oddeliť od ostatných systémov cez výmenník tepla.

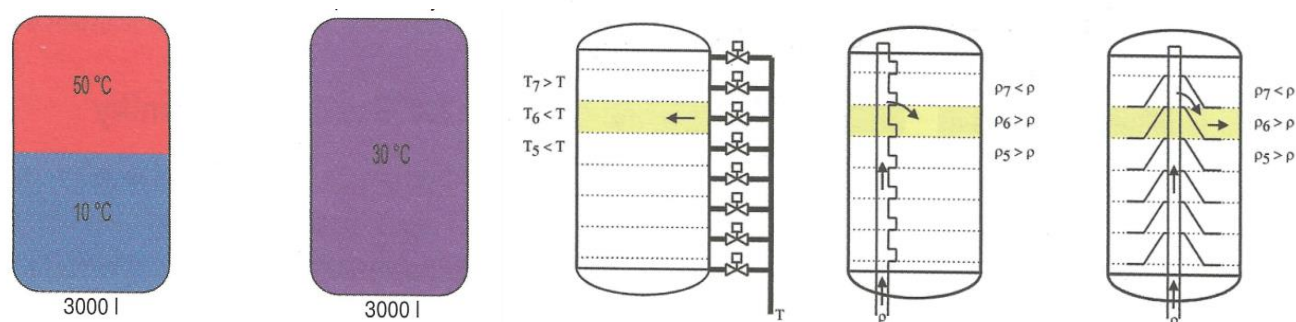
Podľa účelu použitia:

- zásobník teplej vody podlieha požiadavkám na hygienu teplej vody,
- zásobník vykurovacej vody akumuluje tepelnú energiu,
- kombinované pre ohrev TV aj pre vykurovanie.

Podmienky účinnej akumulácie – vrstvenie vody v zásobníku

Akumulácia tepla v zásobníku je za účelom prípravy energie pre odber. V oboch zásobníkoch je rovnaké množstvo energie. V prvom je teplota vody 50 °C v hornej časti, postačujúca priamo na odber. V druhom prípade teplota je nízka, rovnaká v celom objeme, a pre zabezpečenie požadovanej kvality vody je nutné vodu dohrievať iným zdrojom. Pre optimálne vrstvenie teploty vody v zásobníku je vhodné použiť zásobníky štíhle a vysoké, alebo so špeciálnym systémom, ktorý vnútornou konštrukciou systémom rúr a prepážok zabezpečí vrstvenie teploty vody.

Obr. 6.40 Porovnanie zásobníka s rozvrstvením teploty vody a bez rozvrstvenia



Poznámka: Teplota je rozvrstvená Dokonale premiešaná voda

Obr. 6.41 Porovnanie rôznych typov zásobníkov tepla



6.2.3 Fotoelektrická premena

Fotovoltaika

Fotovoltaika znamená priamu premenu slnečnej energie na elektrinu. Slnečné žiarenie nám neposkytuje len teplo, ale je ho možné využiť aj na výrobu elektrickej energie. Fyzikálny proces, ktorý to umožňuje sa nazýva fotovoltaický jav a zariadenia využívajúce tento jav sa nazývajú fotovoltaické články - tie priamo premieňajú slnečné žiarenie na elektrickú energiu. Z hľadiska ochrany životného prostredia sa jedná o mimoriadne čistý - bezodpadový zdroj energie, pri využívaní ktorého nevznikajú žiadne škodlivé emisie, hluk, a ktorý nesprevádzajú žiadne riziká vyplývajúce z ich prevádzky. A predovšetkým Slnko ako zdroj je z pohľadu ľudských potrieb nevyčerpatelný.

História fotovoltaiky

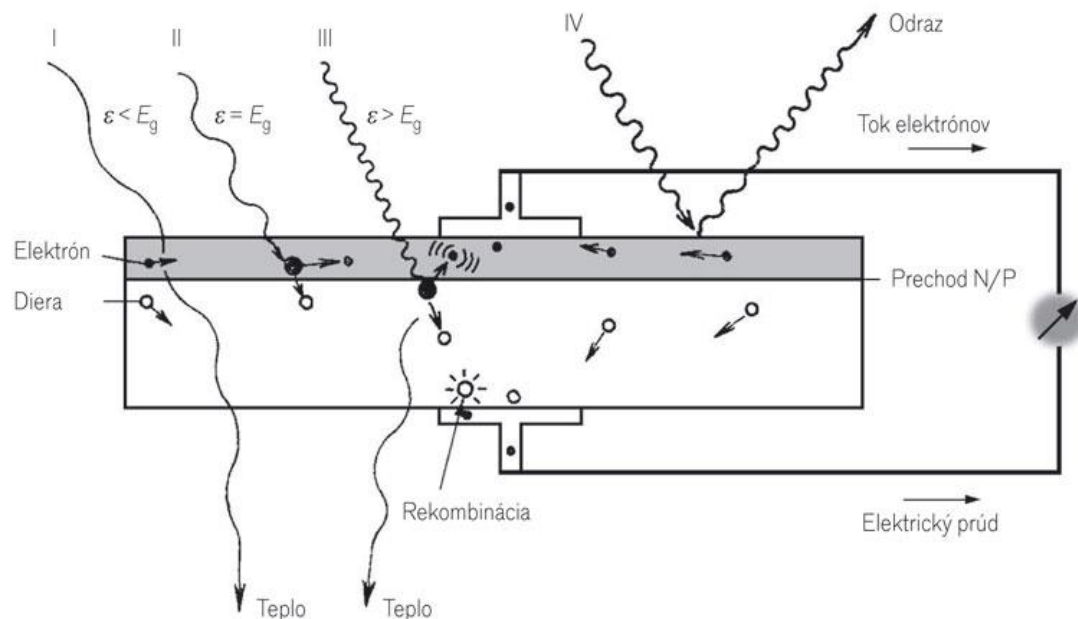
Fotovoltaika (FV) je výraz odvodený z gréckeho slova "photos" (svetlo) a názvu jednotky napätia – volt podľa talianskeho fyzika Alessandra Volta. Vývoj slnečných článkov má za sebou relatívne dlhú históriu siahajúcu až do roku 1839, kedy mladý francúzsky fyzik Alexander Edmund Becquerel objavil fotovoltaický jav pri experimentovaní s kovovými elektródami ponorenými v elektrolyte. Prvý fotovoltaický článok, v tuhej fáze bez nutnej potreby elektrolytu, vyvinuli Adams a Day v roku 1887. V roku 1883 americký elektrikár Charles Edgar Fritts skonštruoval selénový solárny článok. Článok mal účinnosť premeny svetla na elektrinu 1 % až 2 % (takéto selénové články sa používajú ešte aj dnes v senzorech rôznych kamier). V roku 1904 fyzikálne fotovoltaiku popísal Albert Einstein a v roku 1921 mu bola za „prácu pre rozvoj teoretickej fyziky, obzvlášť objav zákona fotoelektrického efektu“ udelená Nobelova cena. V roku 1930 nemecký fyzik Walter Schottky teoreticky objasnil princíp fotovoltaického javu. Russell S. Ohl si nechal v roku 1946 patentovať kremíkový fotovoltaický článok v USA. S objavením tranzistoru v roku 1947, kde hlavným prvkom bolo použitie kremíka, sa položili skutočné základy pre vývoj solárnych článkov na premenu slnečnej energie na energiu elektrickú. V roku 1950 bol Czochralskim vyvinutý spôsob výroby vysoko čistého – polovodičového kremíka. V roku 1954 Bell Telephone Laboratories vďaka Czochralskému metóde vyrobili kryštalický kremíkový fotovoltaický článok s účinnosťou 4%, ktorá neskôr vzrástla na 11 %. O sedem rokov neskôr od objavenia tranzistoru, skúsenosti a vedomosti o kremíku získané pri výrobe tranzistorov položili pevné základy pre vývoj solárnych článkov, ktoré sa ako prvé začali využívať pre kozmické účely. V tomto období bola cena fotovoltaických článkov príliš vysoká, ale v kozmickom programe cena nehrala žiadnu zásadnú úlohu, keďže fotovoltaické články boli jediným spôsobom, ako získať elektrickú energiu vo vesmíre. V roku 1958 bol v americkom vesmírnom satelite Vanguard inštalovaný malý rádiový vysielateľ s výkonom 1 Watt napájaný kremíkovým solárnym článkom. Od tohto obdobia vesmírny program zohráva veľkú úlohu vo výskume a samotnom vývoji fotovoltaických článkov. V sedemdesiatych rokoch minulého storočia sa začali uplatňovať solárne fotovoltaické články aj v bežných prevádzkach, vďaka poklesu cien jednotlivých solárnych zariadení. V období prvej veľkej ropnej krízy (1973-74) a bezprostredne po nej sa viacero krajín začalo zaoberať otázkou, ako sa zbaviť závislosti na ropy. Následne sa do vývoja a výroby fotovoltaických článkov začali investovať nemalé finančné prostriedky, čo malo za následok inštalovanie viac ako 3100 systémov na výrobu elektriny len v USA. Viaceré z týchto systémov pracujú dodnes.

Princíp výroby elektrickej energie pomocou fotovoltaiky

Princíp spočíva v tom, že fotón dopadajúci na polovodičovú štruktúru s PN prechodom excituje elektrón a vytvorí tak dva nositeľa elektrického prúdu: voľný elektrón a dieru. Solárne články sa skladajú z dvoch kremíkových vrstiev. Horná vrstva kremíka je polovodič typu N (vodivosť sprostredkujú elektróny), dolná vrstva kremíka je polovodič typu P (vodivosť sprostredkujú tzv. diery). Keď do blízkosti PN prechodu prenikne fotón, dôjde k fotoefektu a uvoľnené elektróny začnú prechádzať do hornej vrstvy. Elektróny v spodnej vrstve začnú preskakovať z jedného atómu na druhý, aby zaplnili prázdne miesta. Voľné elektróny v hornej vrstve sa odvádzajú z článku do elektrického obvodu, do ktorého je solárny článok vsadený. Takto vzniká v obvode elektrický prúd počas doby, kedy na solárny článok dopadá svetlo.

Elektrická energia sa týmto spôsobom vyrába nehučne, bez akýchkoľvek pohyblivých súčastí a bez vedľajších produktov. Fotovoltický systém pracuje automaticky, bez obsluhy a veľkých nárokov na údržbu.

Obr. 6.42 Schéma premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu



Zdroj: M. Kušnir

Generačný vývoj fotovoltických článkov

Prvá generácia

Táto generácia sa vyznačuje použitím monokryštalického kremíka na výrobu fotovoltických článkov. Fotovoltické články vyrobené na báze kremíka sú v súčasnej dobe najviac používanými a predávanými na trhu, vďaka ich dobrej účinnosti premeny energie (až do 24 %) a stabilnému výkonu. Ich veľkou nevýhodou je použitie veľmi čistého, a tým pádom drahého kremíka.

Druhá generácia

Použitie drahého kremíka vo fotovoltických článkoch prvej generácie bolo impulzom pre zníženie výrobných nákladov použitím tenkovrstvových článkov. Články druhej generácie sa vyznačujú použitím až 1000 krát tenšej aktívnej absorpčnej polovodičovej vrstvy (thin-film). Najbežnejšie články sa vyrábajú z mikrokryštalického, polykryštalického a amorfného kremíka. Hlavnou nevýhodou druhej generácie fotovoltických článkov je ich nízka účinnosť (pod 10 %) a menšia stabilita výkonu, kedy účinnosť klesá s časom používania. V súčasnej dobe sa používajú flexibilné materiály, ktoré umožňujú širšie použitie fotovoltických článkov od fotovoltických fólií až po autonómne nabíjacie zariadenia.

Tretia generácia

Fotovoltické články sa vyznačujú tým, že k separácii nábojov a na maximalizáciu počtu absorbovaných fotónov sa používajú iné metódy a materiály ako polovodiče. Sú to napríklad fotoelektrochemické (fotogalvanické) články, polymérne články, nanoštruktúry vo forme uhlíkových nanotrubičiek alebo nanotyčínok. Zatiaľ jediným komerčne fungujúcim článkom tretej generácie sú viacvrstvé solárne články (dvojvrstvé alebo trojvrstvé), ktoré využívajú p-i-n prechod na absorbovanie určitej časti spektrálneho slnečného žiarenia a maximálnej možnej miere sa využije energetická využiteľnosť fotónu. Vo všeobecnosti majú tieto články problém s nízkou účinnosťou a stabilitou výkonu.

Materiály fotovoltaických článkov

Najčastejšie použitie polovodičových materiálov je v diódach, tranzistoroch, a tak ďalej. Polovodiče sa stali neoddeliteľnou súčasťou slnečného priemyslu. O ich vhodnosti na výrobu fotovoltaických článkov rozhoduje predovšetkým šírka zakázaného pásma energií, ktorá by sa mala pohybovať v rozmedzí od 1,1 eV do 1,7 eV. Ďalšími dôležitými vlastnosťami sú vysoká pohyblivosť a dlhá životnosť minoritných nosičov náboja.

Kremík (Si) – Najbežnejšie a najdlhšie používaný materiál na výrobu fotovoltaických článkov. Kremík patrí medzi najčastejšie sa vyskytujúce prírodné materiály na zemi. Napriek tomu sa na výrobu fotovoltaických článkov využíva iba jedno percento z dostupného množstva kremíka. Na samotnú výrobu článkov sa kremík používa vo viacerých podobách.

Monokryštalický kremík – Najstarší používaný materiál na výrobu fotovoltaických článkov využívaných v praxi. Na začiatku články dosahovali iba 6% účinnosť. Na dlhšiu dobu sa pokrok vo výskume pozastavil, dôvodom čoho bol vesmírny program. Kremík je aj v súčasnosti drahým materiálom, preto sa vedci snažili o využitie lacnejších materiálov a výskumu zvyšovania účinností sa venovala slabá pozornosť. V dnešnej dobe sa pokrok urýchlil aj v tejto sfére, čoho výsledkom bolo zvýšenie účinnosti na 18% v bežnej prevádzke. Samotné kremíkové monokryštalické články sa vyrábajú z ingotov polykryštalického kremíka vyrábaných pomocou Czochralského metódy. Ingoty sa následne narezú na tenké plátky o hrúbke 0,35 až 0,1 mm. Na povrch sa pridá vrstva fosforu, ktorá zabezpečí polovodičový PN prechod.

Polykryštalický kremík – V dnešnej dobe sa tento materiál najčastejšie používa na výrobu fotovoltaických článkov. Samotná výroba je jednoduchšia ako pri monokryštalických článkoch, ale je tu nižšia celková účinnosť a nižší vyrobený prúd. Nižšia účinnosť je v dôsledku vyššieho odporu pri stykoch kryštálových zŕn. Výroba je založená buď na odlievaní článkov do foriem alebo rezaním ingotov.

Multikryštalický kremík – Odroda polykryštalického kremíka, ktorý dosahuje vyššiu účinnosť (do 14%) a je podstatne lacnejší ako monokryštalický kremík. Z dôvodu znižovania odporu pri stykoch jednotlivých kryštálov, je tu snaha o výrobu článkov použitím čo najväčších kryštálov.

Amorfny kremík – Tento materiál nemá kryštalickú štruktúru a po chemickej úprave s vodíkom sa zlepšujú jeho vodivostné vlastnosti. Jeho výhodou je nízka cena a pri samotnej výrobe sa spotrebuje menšie množstvo tohto materiálu, vďaka vysokej pohltivosti slnečnej energie pri vrstvách tenších ako 1 mm. Nevýhodou amorfného kremíka je jeho nízka účinnosť premeny energie, ktorá sa pohybuje v rozmedzí 5 % až 7 %. Tenká vrstva fotovoltaického článku vyrobeného z amorfného kremíka a jeho nízka cena predurčuje tento materiál na výrobu článkov do kalkulačiek.

Arzenid galitý (GaAs) – Fotovoltaické články vyrobené na báze arzenu a gália majú výhodu v tom, že pri vyšších teplotách nestrácajú veľmi svoju účinnosť, ako je to u kremíkových článkov. Pri koncentrácii slnečného žiarenia sa používa menšie množstvo GaAs bez zníženia jeho účinnosti. Vďaka tejto vlastnosti sa používajú pri koncentrátoroch. Medzi značné nevýhody patrí ich krehkosť, vzácnosť gália a jedovatosť arzenu.

Telurid kademnatý (CdTe) – Vyznačuje sa veľmi dobrou schopnosťou absorbovať slnečné žiarenie. Nie je možné ho však aplikovať na väčšie rozmery, pretože je to veľmi vzácny materiál v zemskej kôre. Uplatnenie tak získa v domácnostiach a drobnej elektrotechnike.

Sulfid kademnatý (CdS) – Fotovoltaické články vyrobené zo sulfidu kademnatého sa nepovažujú za perspektívne, pretože tieto články majú nízku stabilitu. Pôvodne boli články navrhnuté pre kozmický priemysel, vďaka nízkej hmotnosti a pomerne jednoduchom získaní 10 % účinnosti. Jedna z možných aplikácií sa naskytá pri zlúčení s teluridom kademnatým.

Pripojenie fotovoltaických článkov

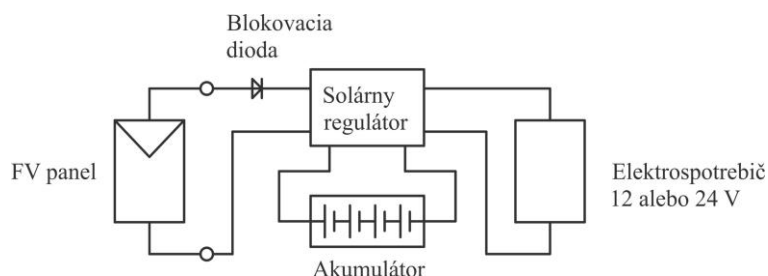
Z hľadiska aplikácie môžeme fotovoltaické systémy rozdeliť na autonómne, hybridné a priamo napojené do elektrickej siete.

Autonómny systém (grid-off) – táto aplikácia FV systémov sa používa na miestach, kde nie je možné, alebo nie je vhodné sa priamo napojiť na elektrickú sieť. Autonómny systém môže byť s akumuláciou, alebo bez akumulácie elektrickej energie:

Autonómny systém s priamym napájaním – systém sa používa v menších aplikáciách, ktoré nie sú závislé na neustálom slnečnom žiarení, ako sú napríklad kalkulačky, hodinky, atď. V súčasnej dobe je veľký dopyt po malých prenosných nabíjačkách na mobily a počítače.

Autonómny systém s akumuláciou elektrickej energie – nutnou súčasťou systému je akumulátor, ktorý zabezpečuje naakumulovanie elektrickej energie vyprodukovanej zo slnečného žiarenia pre potreby, kedy nie je dostatok slnečného žiarenia a je vyššia spotreba energie (Obr. 6.43).

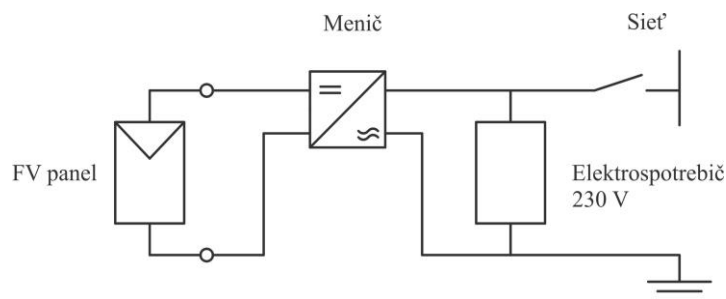
Obr. 6.43 Schéma autonómneho fotovoltaického systému



Zdroj: M. Kušnir

Priame pripojenie na elektrickú sieť (grid-on) – najviac využívaný systém pripojenia fotovoltaických panelov. Široké uplatnenie tohto FV systému je v oblastiach, kde je dostatočné pokrytie elektrickou rozvodnou sieťou. Systém nepotrebuje žiaden akumulátor, pretože vyrobená elektrina sa buď priamo spotrebuje spotrebičmi v budove, alebo prebytočná vyrobená elektrická energia sa dodáva do elektrickej rozvodnej siete. Pri tomto zapojení sa dá očakávať návratnosť systému (Obr. 6.44).

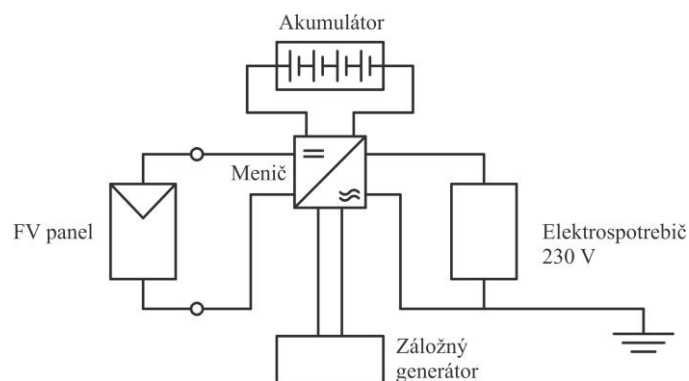
Obr. 6.44 Schéma priameho pripojenia fotovoltaického systému do rozvodnej siete



Zdroj: M. Kušnir

Hybridný systém – autonómny systém pripojenia, ktorého súčasťou je aj pomocný generátor. Za takýto generátor považujeme napríklad dieselagregát, vodnú alebo veternú elektrárňu. Samotný systém sa vyznačuje zložitejšou reguláciou, čo je zapríčinené optimalizáciou všetkých energetických zdrojov (Obr. 6.45).

Obr. 6.45 Schéma hybridného fotovoltaického systému

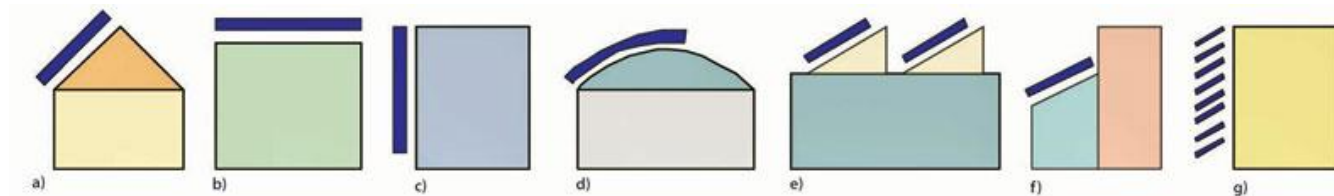


Zdroj: M. Kušnir

Možnosti inštalácie fotovoltaických článkov

Inštalácia fotovoltaických modulov môže byť prevedená dvoma spôsobmi. Prvým spôsobom uchytenia panelov, ktorý sa vo väčšine prípadov používa pre strechy a fasády, je pevná inštalácia (nepolohovateľná). Na nasledujúcom obrázku sú najčastejšie spôsoby začlenenia FV prvkov do budov (Obr. 6.46).

Obr. 6.46 Spôsoby začlenenia fotovoltaických prvkov do budov



Poznámka: a – šikmá strecha, b – plochá strecha, c – fasáda, d – tenkovrstvové FV systémy na veľké strešné plochy, e – priemyselné aplikácie, f – semitrparentné FV systémy pre átriá a výplne otvorov, g – vonkajšie tieniace systémy

Zdroj: M. Kušnir

Na základe stavebného, architektonického a funkčného vzťahu fotovoltaika – budova existujú tri hlavné kategórie opisujúce spôsob inštalácie FV panelov:

- FV panely v otvorenej polohe – prevažne FV panely, ktoré nesú rámové konštrukcie na plochých strechách – nízka miera integrácie,
- FV panely v tesnej blízkosti iných konštrukcií – FV panely ako súčasť fasádnych či strešných plášťov alebo fotovoltaické tieniace prvky a systémy – vysoká miera integrácie,
- FV panely na rozhraní vonkajšieho a vnútorného prostredia – najmä semitrparentná fotovoltaika ako súčasť výplne otvorov – maximálna miera integrácie.

Druhým spôsobom uchytenia panelov je tzv. polohovaná inštalácia. Táto inštalácia sa využíva najmä pre otvorené priestranstvá, kde sa zamedzí nežiaducemu tieneniu okolitých objektov. Výhodou polohovateľného systému oproti pevnej inštalácii je zvýšenie produkcie elektrickej energie až o 37 %. Poznáme dva základne druhy takýchto sledovacích fotovoltaických zariadení. Prvou možnosťou sú jednoosové sledovacie systémy, ktoré umožňujú sledovanie slnka po oblohe pomocou naklonenia panelov v jednom smere). Druhou možnosťou je využitie dvojsových sledovacích systémov, ktoré sledujú polohu slnka na oblohe vo všetkých smeroch).

Obr. 6.47 Jednoosový sledovací systém



Zdroj: M. Kušnir

Obr. 6.48 Dvojosový sledovací systém



Zdroj: M. Kušnir

Účinnosť premeny fotovoltických článkov

Účinnosť premeny (potenciálne dopadajúceho) svetla na fotovoltický článok na elektrickú energiu je najdôležitejším parametrom článku. Na celkovú účinnosť má vplyv niekoľko parametrov:

- čistota na povrchu,
- odrazy na povrchu,
- uhol dopadu - použitie natáčania zvyšuje cenu, znižuje spoľahlivosť a je potrebné zvážiť, či energetický zisk vyrovná príkon a cenu natáčacej sústavy,
- reflektivita povrchu - kvôli veľkému rozdielu indexov lomu na rozhraní vzduch/polovodič je potrebné použiť prispôbovaciú (antireflexnú) vrstvu (resp. sústavu vrstiev),
- úzka oblasť absorpcie - nosiče nábojov generované mimo oblasť priestorového náboja PN prechodu nie sú separované, rekombinujú, a neprispievajú k výslednému prúdu. Preto je dôležité, aby PN prechod bol umiestnený čo najbližšie k povrchu a aby bol čo najširší,
- absorpčné spektrum - u polovodičov je pomerne úzke, t.j. časť dopadajúcich fotónov prejde polovodičom a časť je absorbovaná, avšak na generáciu elektrón-dierového páru sa využije len časť ich energie, zvyšok sa mení na teplo, ďalšia časť sa mení len na teplo. Pre zvýšenie účinnosti sa používa sústava vrstiev rôznych kompozitných polovodičov (s rôznou šírkou zakázaného pásma) a teda s viacerými PN prechodmi nad sebou,
- rekombinácia fotogenerovaných nosičov - pre zníženie je potrebné použiť čisté monokryštalické polovodiče,
- sériový odpor (spôsobuje ohmické straty) :
 1. polovodiča - fotogenerované nosiče prechádzajú P a N vrstvou polovodiča ku kontaktom na povrchu, preto je dôležitá vysoká vodivosť najmä substrátu,
 2. kontaktov - priehľadné horné kontakty (okrem vyššej ceny) majú významný sériový odpor (a aj nezanedbateľnú reflektivitu), preto sa aj napriek strate časti povrchu používajú nepriehľadné hrebeňovité kontakty.

K celkovej účinnosti celej fotovoltickej sústavy pristupujú ešte straty v prepojeniach medzi článkami, účinnosť výkonovej elektroniky (meniča), prípadne účinnosť ukladania a znovuzískania energie v akumulátoroch.

Výhody fotovoltaických systémov:

- používajú sa ako prakticky nevyčerpatelný zdroj energie,
- pri prevádzke nevznikajú žiadne emisie alebo iné škodlivé látky,
- prevádzka je úplne bezhlučná, bez pohyblivých dielov,
- jednoduchá inštalácia solárneho systému,
- prevádzka zariadenia prakticky nevyžaduje obsluhu, ľahká elektronická regulácia,
- zariadenia majú vysokú prevádzkovú spoľahlivosť.

Nevýhody fotovoltaických systémov:

- pomerne nízka priemerná ročná intenzita slnečného žiarenia,
- krátka priemerná ročná doba slnečného svitu,
- veľké kolísanie intenzity žiarenia v priebehu roka,
- malá účinnosť premeny a z toho plynúce nároky na plochu generátora,
- vysoké investičné náklady na inštaláciu,
- pomerne malá životnosť (20 rokov) v pomere k cene,
- potreba záložného zdroja elektriny.

Inštalácie fotovoltaických systémov na rodinné domy

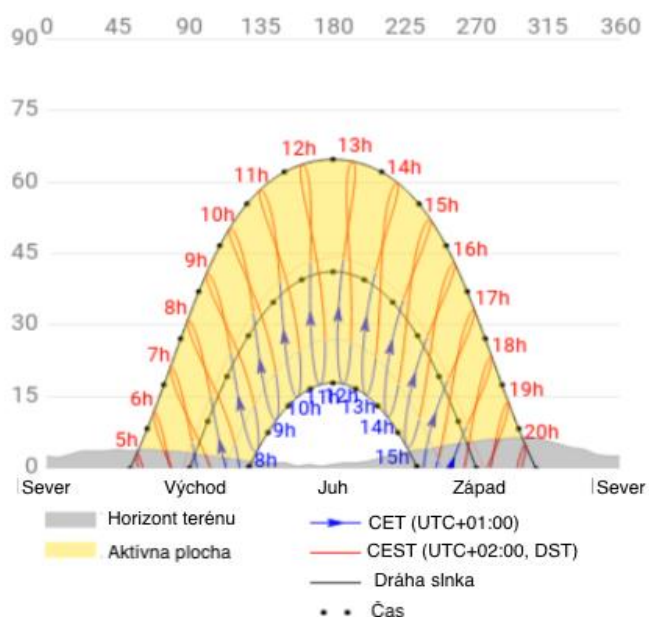
Variant A – Fotovoltický systém s napojením na distribučnú sieť

Fotovoltické zariadenie je umiestnené v centre Košíc a bolo uvedené do prevádzky v prvej polovici roku 2012. Rodinný dom má šikmú strechu s orientáciou na západ a sklonom cca 30°. Strešná krytina je škridla.

Investor si v danom čase rekonštruoval dom a jeho zámerom bolo umiestniť fotovoltaický systém na strechu svojho rodinného domu, aby si dokázal znížiť spotrebu elektriny v domácnosti. Dom má podlahovú plochu cca 350 m² a okrem bežných domácich spotrebičov ako sú chladnička, mraznička, práčka, sušička a umývačka je v dome umiestnený aj bazén s celoročným využitím vďaka tepelnému čerpadlu.

Na základe lokality a horeuvedených vstupných parametrov bolo možné vypočítať odhadovanú ročnú výrobu elektriny z fotovoltaického systému.

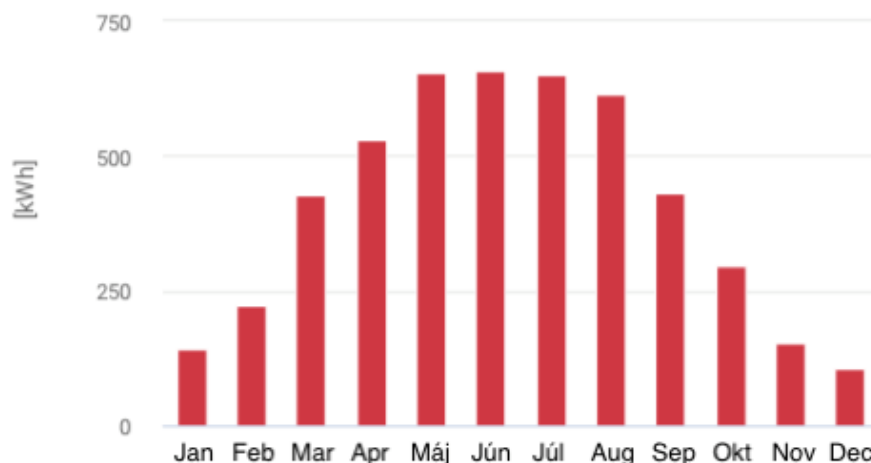
Obr. 6.49 Solárny azimut – variant A



Produkcia elektrickej energie pomocou fotovoltického systému

Na obrázku je znázornená geografická dráha slnka na oblohe v danej lokalite so zohľadnením okolitého terénu. Spodná modrá dráha slnka predstavuje pohyb slnka na oblohe od východu na západ v najkratší deň v roku, teda 21.12. Na druhej strane horná červená dráha predstavuje pohyb slnka po oblohe v najdlhší deň v roku, teda 21.6.

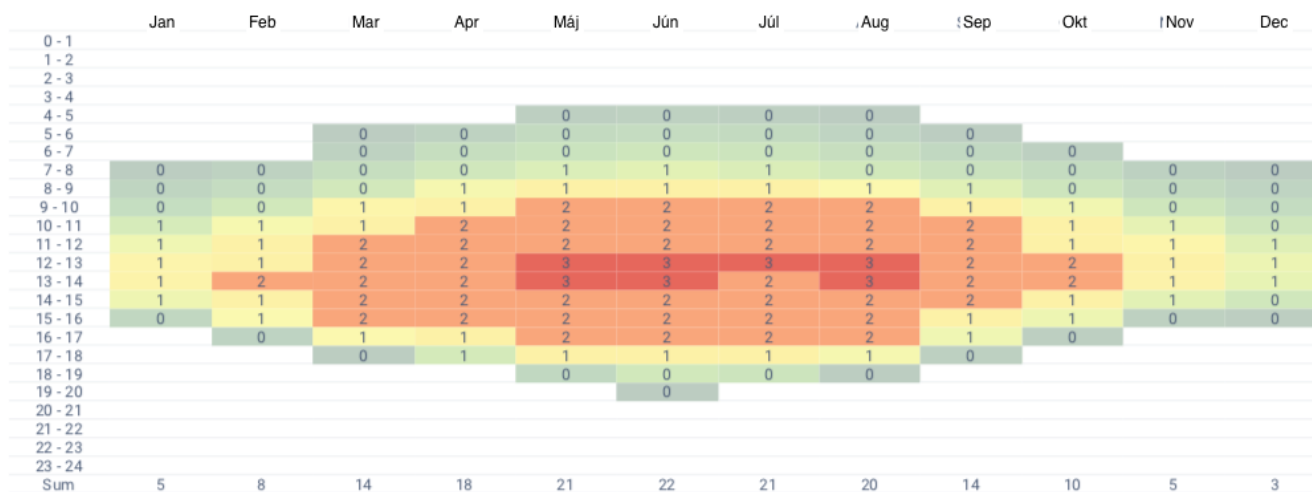
Obr. 6.50 Mesačné priemery – Odhadovaná celková výroba z fotovoltického systému [kWh] – variant A



Zdroj: P. Hal'ko, M. Kušnir

Podľa nami zadaných parametrov sme vypočítali odhadovanú ročnú výrobu elektriny z daného fotovoltického systému v danej lokalite vo výške 4,9 MWh za rok, čo predstavuje približne 1142 kWh/m². Na obrázku je uvedený odhad priemernej mesačnej výroby elektriny. Rôzne hodnoty výroby z fotovoltického systému sú hlavne z dôvodu rôznej dĺžky dráhy slnka po oblohe v jednotlivých mesiacoch.

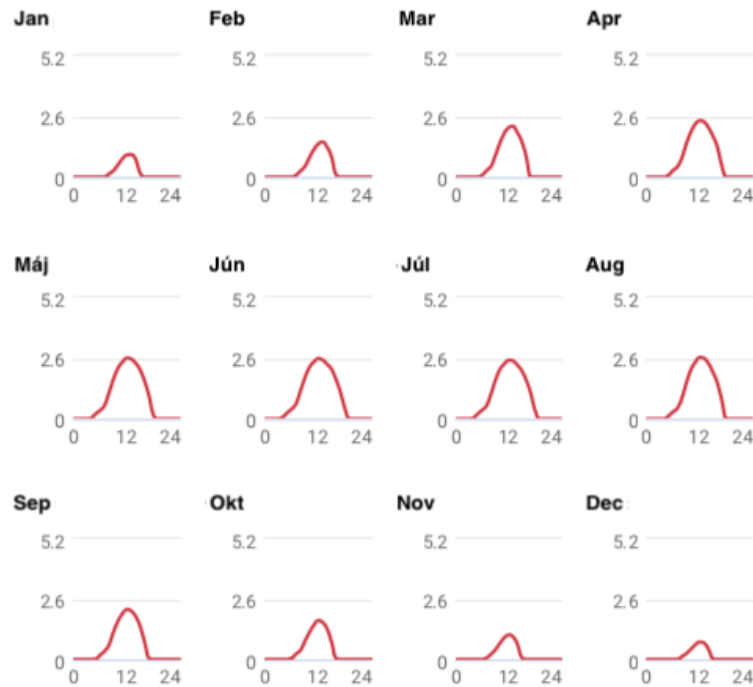
Obr. 6.51 Profil priemernej hodinovej výroby – odhadovaná celková výroba z fotovoltického systému [kWh] - variant A



Zdroj: P. Hal'ko, M. Kušnir

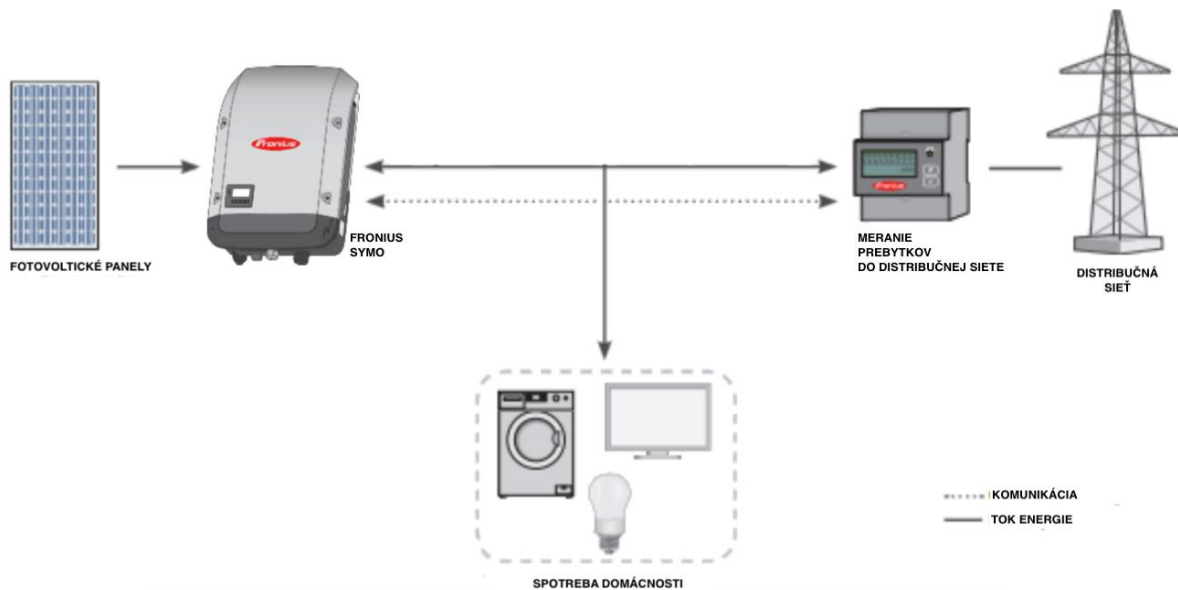
Tak ako sa mení intenzita a objem slnečného žiarenia počas roka, tak je tomu aj každý deň. Na obrázku sú uvedené priemerné odhadované hodnoty výroby elektriny z fotovoltaického systému podľa zadania v danej lokalite jednotlivé dni daného mesiaca. Na obrázku nižšie sú vyjadrené aj graficky v priebehových grafoch.

Obr. 6.52 Profil priemernej hodinovej výroby v jednotlivých mesiacoch – Odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh]



Zdroj: P. Haľko, M. Kušnir

Obr. 6.53 Schéma zapojenia fotovoltaického systému bez akumulácie elektrickej energie



Zdroj: P. Haľko, M. Kušnir

Schéma zapojenia fotovoltaického systému bez akumulácie je relatívne jednoduchá. Fotovoltické panely umiestnené na strešnej konštrukcii sú káblovou trasou spojené s fotovoltaickým striedačom, ktorý premieňa vyrobenú DC elektrinu na AC elektrinu, použiteľnú pre potreby domácnosti. Meranie prebytkov do siete je prvok, ktorý sa zvykne využívať v prípade vyvolávanej spotreby v odbernom mieste v prípade, ak vzniknú prebytky do distribučnej siete. To v jednoduchosti znamená, že v prípade, že je vyrobená elektrina z fotovoltaického systému dodávaná do siete, zariadenie spustí vybraný spotrebič, aby bola tá elektrina radšej spotrebovaná ako dodaná do distribučnej siete.

Produkcia elektrickej energie pomocou fotovoltaického systému

Strecha rodinného domu je pokrytá škridľou, ktorá je ukladaná na drevenom krove. V tomto prípade sa používajú strešné háky, ktoré sa skrutkujú priamo na krokvy.

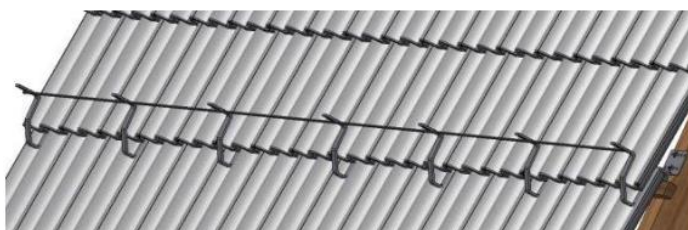
Obr. 6.54 Spôsob inštalácie fotovoltaických panelov na hliníkové profily – detail uchytenia



Priskrutkovanie strešného háku na krokve



Uchytenie strešného háku vrchnou škridľou



Rozmiestnenie strešných hákov v rade

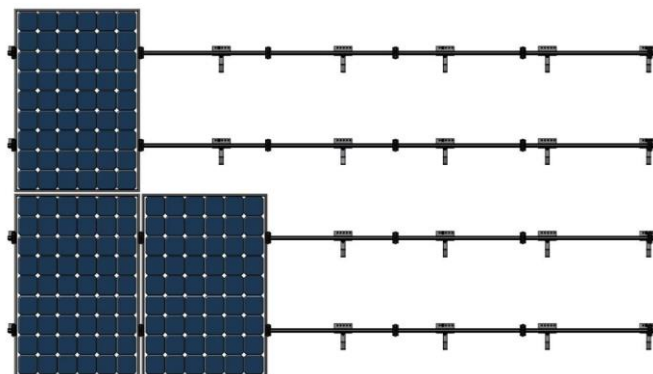


Zarovnanie v rade pomocou vodiaceho lanka

Dôraz je potrebné klásť na správny výber rozmeru a typu použitého strešného háku. Rozdiely pri tomto type konštrukcie vznikajú v rôznych rozmeroch krokiev, strešných lát a betónových škridiel. Kotviaca plocha strešného háku musí lícovať s plochou krokvy a zároveň kopírovať plochu škridle pri vyústení strešného háku popod škridlu. Pri vrátení hornej krycej škridle na pôvodné miesto musí ostať vodeodolnosť strechy zachovaná.

Po zarovnaní všetkých strešných hákov v rade pomocou vodiaceho lanka sa na strešné háky umiestňujú roznášacie hliníkové profily, na ktoré sa pomocou panelových úchytovcov kotvia samotné fotovoltaické panely.

Obr. 6.55 Spôsob inštalácie fotovoltaických panelov na hliníkové profily - uchytené na strešných hákoch - variant A



Fotovoltaické panely sa zapájajú do tzv. reťazcov (stringov) a nimi vyrobená elektrina je tak vedená do elektroinštalácie rodinného domu. Objem vyrobenej elektriny v jednotlivých rokoch osciluje okolo cieľovej hodnoty, čo je spôsobené zmenami počasia. Pre investora je avšak najdôležitejšie čo najväčšie množstvo vyrobenej elektriny spotrebovať vo vlastnej spotrebe.

Obr. 6.56 Inštalácia fotovoltaického systému – variant A



Zdroj: P. Haľko, M. Kušnir

Obr. 6.57 Celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] – ročná bilancia - variant A

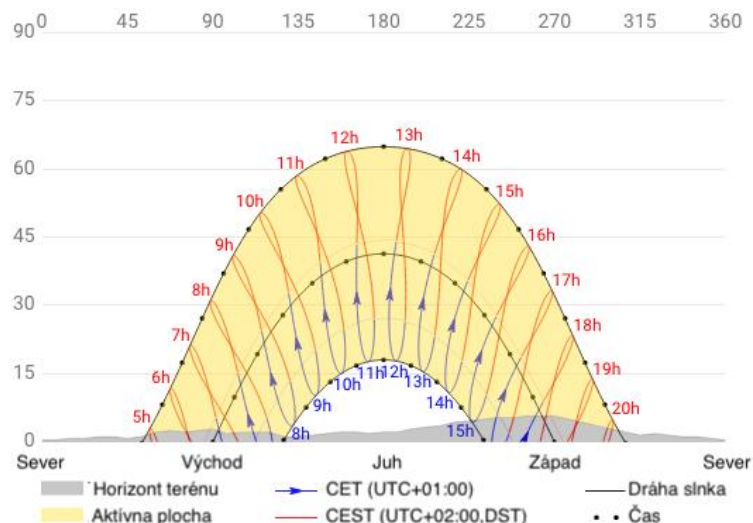
Rok prevádzky fotovoltaického systému	Celková ročná výroba [MWh]
2012	2,500
2013	4,559
2014	4,880
2015	5,020
2016	4,863
2017	5,054
2018	5,016
2019	4,992

Variant B – Fotovoltický systém s akumuláciou do batérií

Fotovoltický systém s akumuláciou do batérií bol uvedený do prevádzky v roku 2016. Rodinný dom sa nachádza v okolí Košíc v lokalite s veľmi dobrou intenzitou slnečného svitu. Strecha je šikmá a orientovaná na juh so sklonom 30°. Na drevenom krove sú umiestnené škridle, čiže konštrukcia aj v tomto prípade bola realizovaná pomocou strešných hákov popísaných v predošlej kapitole. Tieto predpoklady sú vynikajúce pre realizáciu strešného fotovoltického systému.

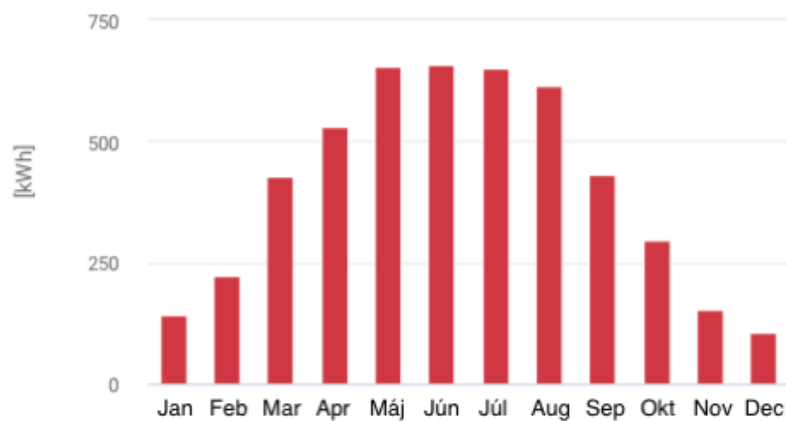
V dome je elektroinštalácia napojená na jednu fázu, čomu bol prispôsobený aj celý fotovoltický systém s batériou. V dome sú použité len bežné domáce spotrebiče ako sú chladnička, práčka, sušička, umývačka a mraziaci box.

Obr. 6.58 Solárny azimut – variant B



Na obrázku je znázornená geografická dráha slnka po oblohe. Horná (červená) predstavuje najdlhšiu dráhu, ktorú slnko vykonáva počas najdlhšieho dňa v roku, t.j. 21.6. a spodná (modrá) predstavuje najkratšiu dráhu, ktorú slnko vykonáva počas najkratšieho dňa v roku, t.j. 21.12. Plocha medzi týmito krivkami predstavuje aktívnu dennú plochu, počas ktorej bude daný systém produkovať elektrinu. Vďaka nižšej úrovni horizontu v danej lokalite je predpoklad pre väčší objem výroby elektriny zo slnečného osvit.

Obr. 6.59 Mesačné priemery – Odhadovaná celková výroba z fotovoltického systému [kWh] – variant B



Zdroj: P. Haľko, M. Kušník

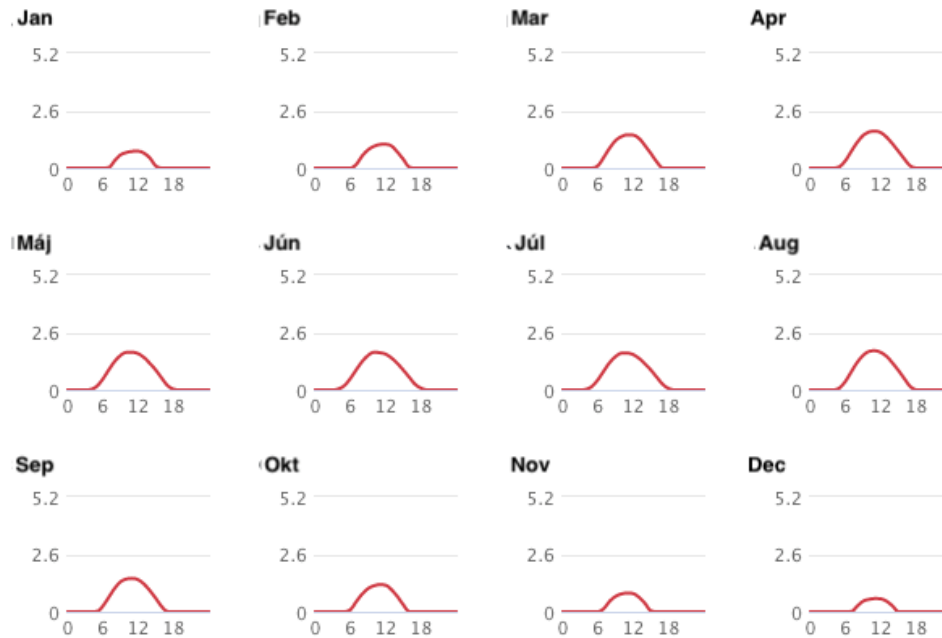
Podľa vstupných informácií o danej lokalite a fotovoltaickom systéme sme vypočítali odhadovanú ročnú výrobu zo slnka na úrovni 3,538 MWh, čo je približne 1432 kWh/m². Na obrázku vyššie je uvedená výroba v jednotlivých mesiacoch roka. Objem výroby elektriny zo slnka v jednotlivých mesiacoch sa líši kvôli rôznej dĺžke geografickej dráhy slnka po oblohe. Na obrázkoch profilov priemernej hodinovej výroby je taktiež viditeľné, ako sa mení odhadovaný objem výroby elektrickej energie v priebehu jednotlivých dní počas jednotlivých mesiacoch v priebehu roka. Na základe vedomostí o objeme výroby v priebehu roka je ďalej možné nastaviť aj spotrebu individuálnych spotrebičov v domácnosti. V zimných mesiacoch začína produkcia z fotovoltaického systému neskôr a končí výrazne skôr oproti letnému obdobiu. Najzaujímavejším faktom avšak stále ostáva, že účinnosť premeny energie vo fotovoltaickom systéme sa blíži k 100 % koncom apríla. V ostatnom období je priemerná účinnosť premeny energie zo slnečného osvetlenia fotovoltaického zariadenia na úrovni v priemere 60 %.

Obr. 6.60 Profil priemernej hodinovej výroby – odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] - variant B

	Jan	Feb	Mar	Apr	Máj	Jún	Júl	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5					0	0	0	0				
5 - 6			0	0	0	0	0	0	0			
6 - 7			0	0	0	1	0	0	0	0		
7 - 8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
8 - 9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
9 - 10	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0
10 - 11	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
11 - 12	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
12 - 13	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
13 - 14	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0
14 - 15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
15 - 16	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
16 - 17		0	0	0	1	1	1	1	0	0		
17 - 18			0	0	0	0	0	0	0			
18 - 19				0	0	0	0	0				
19 - 20						0						
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	4	7	10	12	14	14	14	14	11	8	5	3

Zdroj: P. Haľko, M. Kušník

Obr. 6.61 Profil priemernej hodinovej výroby v jednotlivých mesiacoch – Odhadovaná celková výroba z fotovoltického systému [kWh]



Obr. 6.62 Schéma zapojenia fotovoltického systému s akumuláciou elektrickej energie

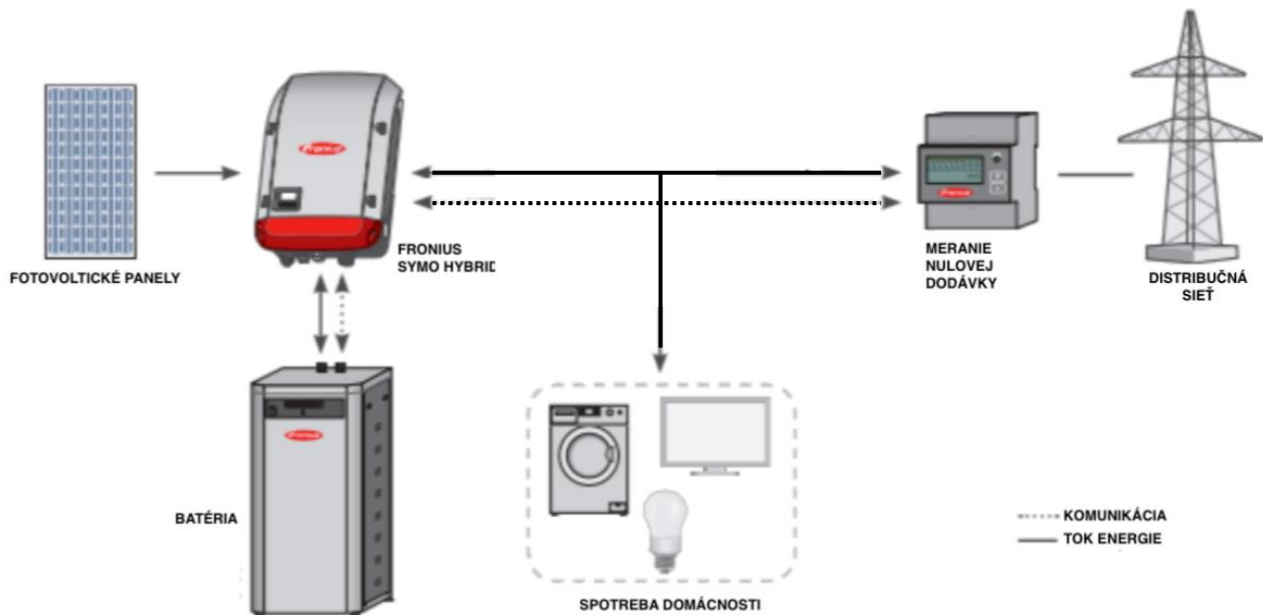


Schéma zapojenia fotovoltického systému s akumuláciou je v podstate len doplnená o batériový systém. V praxi to znamená, že pokiaľ nie je vyrobená elektrina z fotovoltického systému priamo spotrebovaná v domácnosti, tak je uložená na neskoršie použitie v batériách. Batérie tak tvoria záložný zdroj pre celú domácnosť a kvôli ich vysokej obstarávacej cene sú určené skôr na vytvorenie zálohy v prípade výpadku elektriny pre domácnosť.



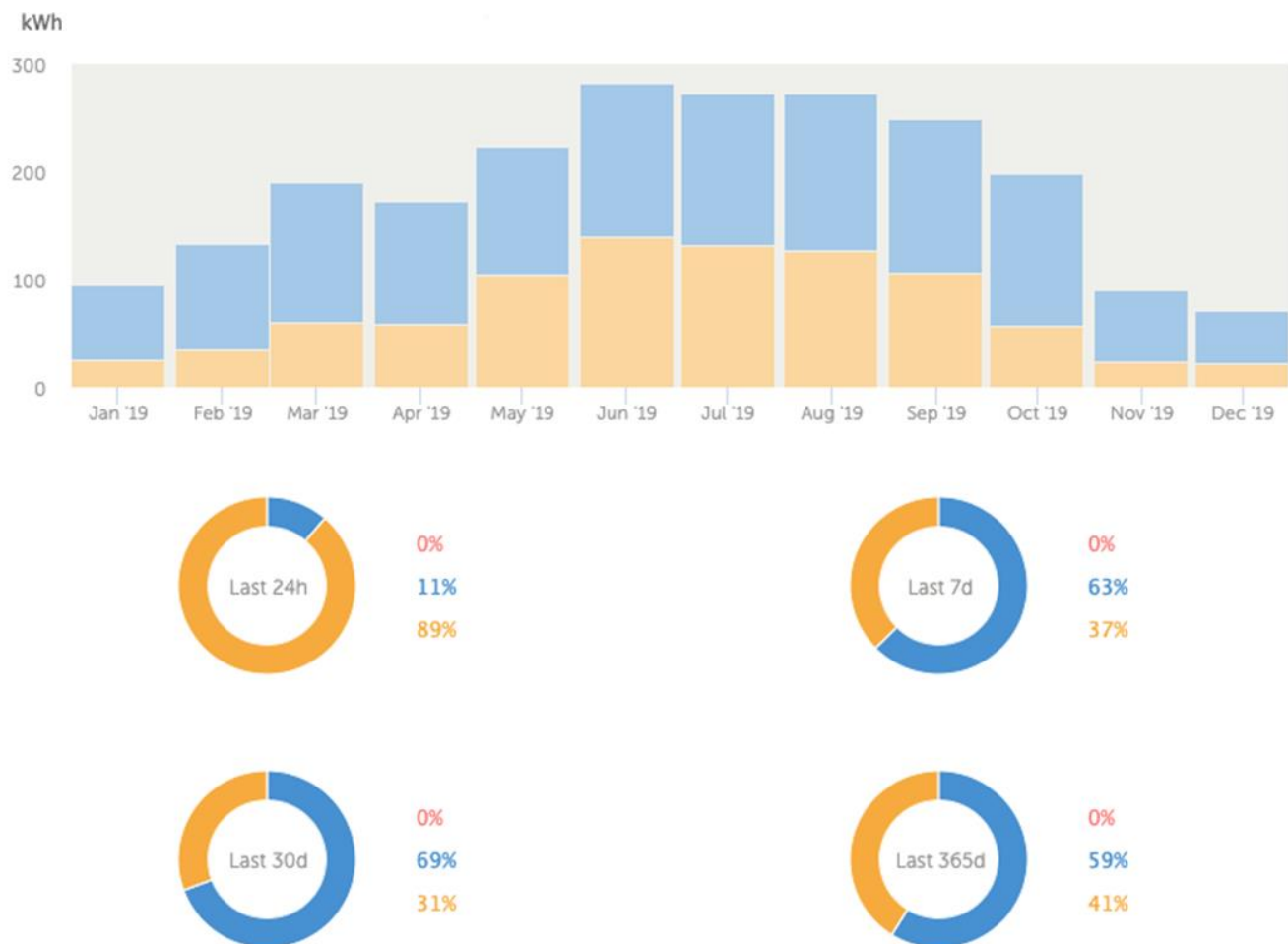
Po prvotnej analýze bolo na streche rodinného domu umiestnených 12 kusov fotovoltických panelov s nominálnym inštalovaným výkonom 3,06 kWp. Inštalovaný výkon dokonca presahuje ročnú spotrebu domácnosti, a práve z toho dôvodu boli do systému pridané batérie kvôli akumulácii prebytočnej elektriny.

Tab. 6.1 Celková výroba z fotovoltického systému [kWh] – ročná bilancia - variant B

Rok prevádzky fotovoltického systému	Celková ročná výroba [MWh]	Priame využitie [MWh]	Akumulácia batérií [kWh]
2017	2,766	1,103	1,663
2018	2,233	0,860	1,373
2019	2,256	0,890	1,366
2020	2,614	1,089	1,525

Fotovoltický systém s akumuláciou vyrobenej elektriny do batérií vyrába v ročnom vyjadrení menej ako sa predpokladalo, hlavne z toho dôvodu, že vyrobenú elektrinu nie je kam použiť a aby sa zabránilo jej prietokom do distribučnej siete, utlmuje sa výroba fotovoltických panelov softvérovou. Na úplné využitie daného fotovoltického systému je potrebné zvýšiť kapacitu akumulátorov, aby sa zväčšilo miesto na uloženie vyrobenej elektriny.

Obr. 6.64 Výroba elektrickej energie z fotovoltického systému za rok 2019



Zdroj: P. Halcko, M. Kušnir

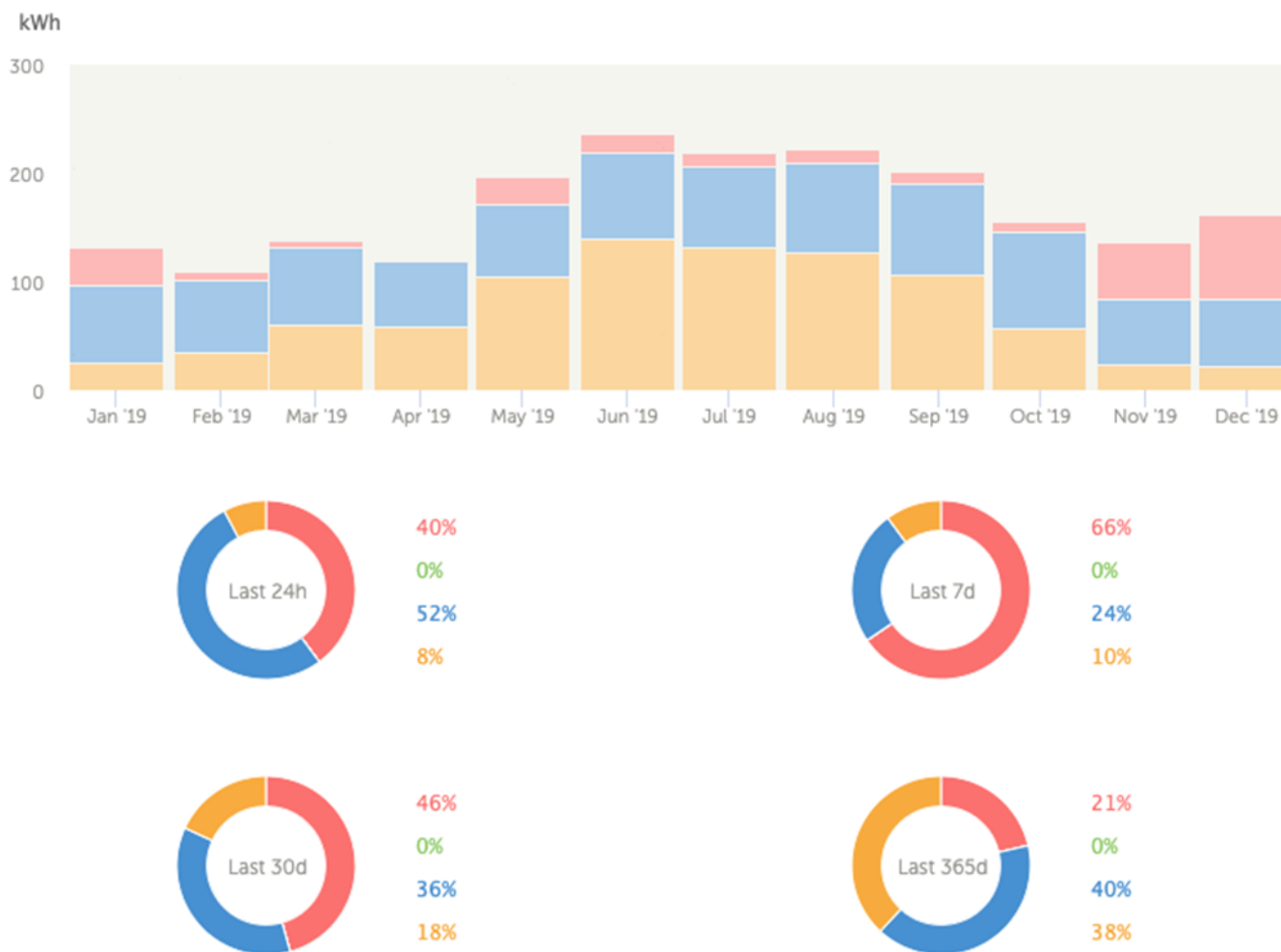
Stĺpcové a koláčové grafy znázorňujú priebeh výroby elektriny z fotovoltického systému s akumuláciou v priebehu roka 2019. Žlté plochy znázorňujú objem vyrobenej elektriny, ktorá bola priamo využitá v spotrebe domácnosti bez akumulácie. Modré plochy vyjadrujú objem vyrobenej elektriny uloženej do batérie. V tomto konkrétnom prípade boli použité gélové olovené batérie určené na akumuláciu elektriny z fotovoltických zdrojov.

Na základe údajov z roku 2019 bolo 41 % celkovej ročnej výroby priamo spotrebovanej v domácnosti a 59 % bolo akumulovaných v batériách pre neskoršie využitie.

Na priebehu grafu výroby elektriny z fotovoltického systému je zreteľný rozdiel objemu výroby elektriny z fotovoltiky v priebehu roka. Rozdiely medzi zimou a letom sú výrazné hlavne kvôli rôznej dĺžke dráhy slnka po oblohe, ako bolo spomenuté v predošlých odsekoch.

Vo fotovoltických systémoch, v ktorých je baterka poddimenzovaná je zreteľný ešte jeden jav, ktorý nazývame prebytky do distribučnej siete. V prípade, ak fotovoltický systém vyrába elektrinu, batéria je nabitá na 100 % a v domácnosti nie je žiadna spotreba, dochádza k dodávke prebytkov výroby z fotovoltického systému do distribučnej siete. V súčasnosti existuje možnosť inkasovať za túto dodávku, avšak jednotková cena dodávanej elektriny do distribučnej sústavy je na úrovni ceny silovej zložky elektriny, ktorá sa pohybuje na úrovni 30 % konečnej ceny elektriny pre konečného zákazníka. Najmä v inštaláciách pre rodinné domy je tá cena tak nízka, že môžeme hovoriť až o neefektívnej oproti administratívnejmu úsiliu na jej získanie.

Obr. 6.65 Priebeh spotreby danej domácnosti za rok 2019



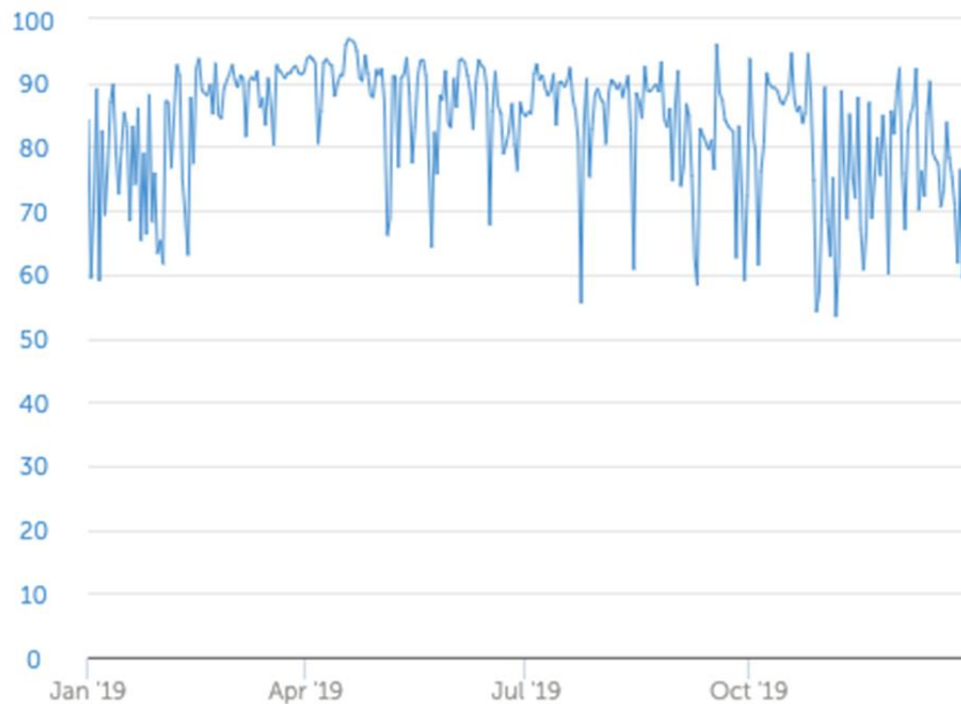
Zdroj: P. Haľko, M. Kušnir

V týchto grafoch je znázornený priebeh spotreby v danej domácnosti v roku 2019. Keďže má domácnosť na streche domu inštalované fotovoltaické zariadenie, tak je spotreba rodinného domu čerpaná alebo priamo z fotovoltaického systému, alebo z batérií, v ktorých je elektrina uložená z fotovoltaického systému, alebo z distribučnej siete ako zvyčajne. V tomto prípade v roku 2019 domácnosť odobrala z distribučnej siete pre svoju potrebu 21 % elektriny, z batérií 40 % a priamo z výroby fotovoltaického systému 38 %.

Pri správnom nastavení veľkosti batériového systému, pri ktorom nedochádza k dodávke prebytkov do distribučnej siete, však takmer vždy dochádza k dodatočnému odberu elektriny z distribučnej siete v prípade potreby. Preto musíme konštatovať, že fotovoltaický systém s akumuláciou nie je určený na autonómny chod domácnosti bez pripojenia do distribučnej siete. Objem elektriny odoberanej z distribučnej siete rastie najmä v období s nízkou intenzitou slnečného osvetlenia a teda, keď je dráha slnka po oblohe najkratšia.

Cieľom fotovoltaických systémov s akumuláciou je znížiť objem elektriny odoberanej z distribučnej siete na minimum.

Obr. 6.66 Priebeh hodnoty SOC za rok 2019



SOC je veličina, ktorá je vzorcom kalkulovaná podľa hodnoty napätia na batériách. SOC je hodnota nabitia batérie a vyjadruje sa v %. Opačnou veličinou k tejto hodnote je DOD a tá vyjadruje hĺbku vybitia. Pri identifikácii stavu batérií sa zvyknú používať oboje. Na grafe je znázornený priebeh hodnoty SOC v danom fotovoltickom systéme s akumuláciou počas roka 2019. Z grafu je jasne zreteľné, že hodnota SOC počas roka 2019 neklesla pod úroveň 50 %. Je nutné pripomenúť, že v tomto prípade boli použité gélové olovené batérie, pre ktoré je táto charakteristika známa. Olovené batérie sa totiž vo fotovoltickom systéme nesmú vybíjať do tzv. úplnej 0. Vybitie batérie do stavu hodnoty SOC = 0 % pri olovených batériách znamená, že batéria už nemusí byť nikdy schopná podržať napätie na jej článkoch. Pri úplnom vybití dochádza k deformácii katódy, ktorá už ďalej môže strácať schopnosť prijímania elektrónov v procese nabíjania. V jednoduchosti povedané, batéria stráca kapacitu a úplne ľudovo povedané svoju výdrž. Lítiové batérie uvádzajú podľa technického listu hodnotu SOC až 20 %, to znamená, že v bežnej praxi je možné využívať až 80 % ich kapacity. To samozrejme vrhá úplne nové svetlo do problematiky komponovania batérií do fotovoltických systémov s akumuláciou, pretože pri dosiahnutí rovnakého využiteľného spektra energie pri olovenej a lítiovej batérii je potrebné pracovať s inou hodnotou celkovej kapacity batérie, a to má samozrejme vplyv na cenu batérie.

6.3 Energia prostredia – tepelné čerpadlá

Základnou koncepciou tepelných čerpadiel (ďalej TČ) je transformácia energie z nízkoenergetického tepla na vyšší teplotný potenciál s možnosťou priameho využitia. Spravidla sa energia získava z obnoviteľného zdroja, alebo z odpadného tepla inak nevyužiteľného. Na túto transformáciu sa používa energia na pohon zariadenia, ktorá je výrazne nižšia, ako energia v tomto procese získaná. Z tohto dôvodu sa tepelné čerpadlá radia k alternatívnym zdrojom energie.

Typ TČ je určený druhom média, z ktorého sa energia získava a média, do ktorého sa energia transformuje:

- voda / voda,
- zem / voda,
- vzduch / voda,
- vzduch / vzduch.

Vlastnosť TČ je rozlíšená pohonnou jednotkou a palivom, resp. energiou spotrebovanou v pohonnej jednotke:

- kompresorové elektrické,
- kompresorové plynové,
- absorpčné,
- adsorpčné.

História tepelných čerpadiel

Základnú myšlienku princípu tepelného čerpadla vyslovil už v roku 1852 Lord Kelvin vo svojej druhej termodynamickvej vete. Prvé tepelné čerpadlo zostrojil americký vynálezca Robert C. Webber v roku 1940, išlo však iba o náhodu. Pri experimentovaní s mraziacimi zariadeniami sa nechtiac dotkol výstupného zariadenia, ktoré ho popálilo.

6.3.1 Princíp činnosti tepelných čerpadiel

Základnými časťami tepelného čerpadla sú výparník, kondenzátor, kompresor, expanzný ventil a vhodné chladivo. Tieto hlavné zariadenia umožňujú vďaka vlozenej energii na pohon prečerpať energiu z primárneho zdroja na sekundárnu stranu. Na primárnej strane sa „vyrába“ chlad, na sekundárnej výstupnej strane teplo. Preto tepelné čerpadlo je možné používať v režime chladenia aj v režime vykurovania. Princíp činnosti je na uplatnení fyzikálnych zákonov.

Prvá veta termodynamická

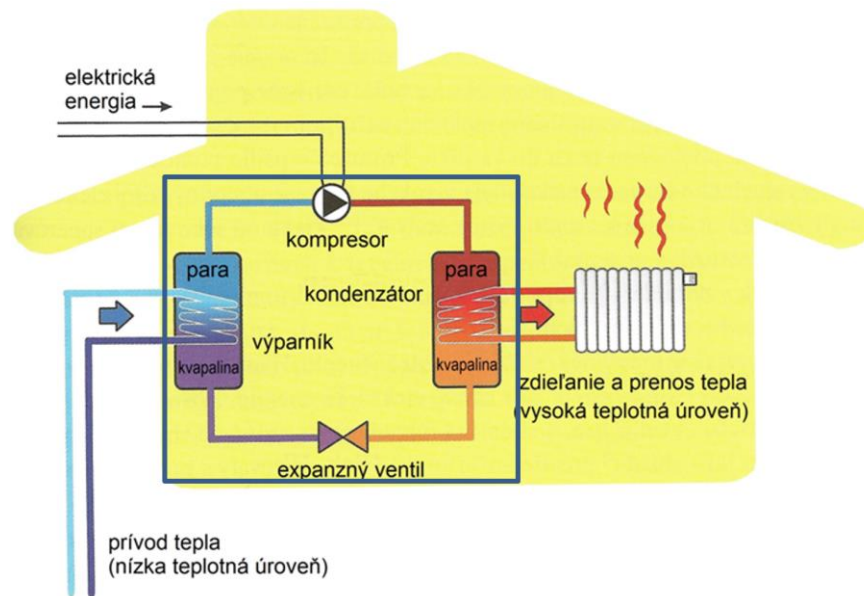
Množstvo energie v uzavretej sústave je konštantné. Energia môže byť premenená len na inú formu energie, ale nemôže dôjsť k jej strate, alebo nárastu.

Druhá veta termodynamická

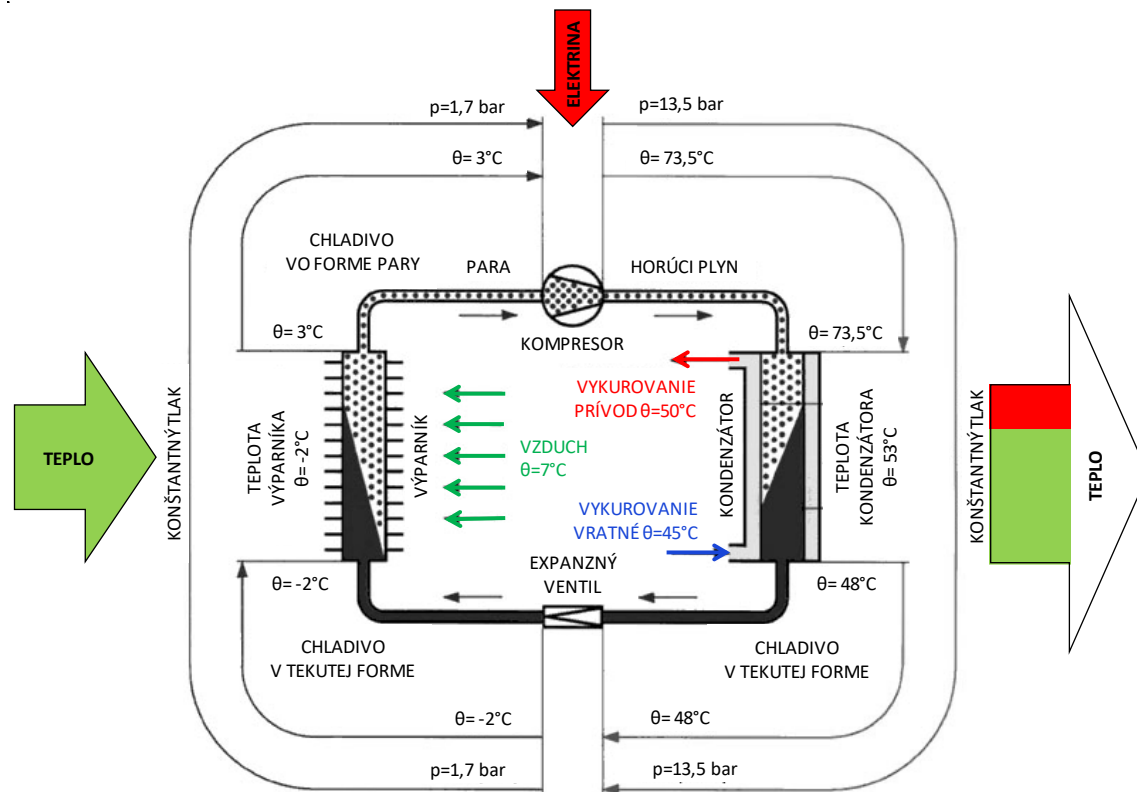
Teplo sa prenáša len z prostredia s vyššou teplotou do prostredia s nižšou teplotou.

Práve druhá veta termodynamická je dôvodom, prečo na prenos tepla z chladnejšieho do teplejšieho prostredia je potrebné TČ. Na tento prenos je potrebné dodať do TČ energiu na pohon. Princíp všeobecne známy ako pracuje TČ je chladnička v domácnosti. Ochladzované potraviny sú prostredie, z ktorého čerpáme energiu pomocou výparníka. Na pohon chladničky slúži kompresor, ktorý potrebuje energiu na pohon (najčastejšie elektrinu). Zadná strana chladničky obsahuje kondenzátor, ktorý je pri činnosti teplý, pomocou ktorého sa odovzdá celková energia do prostredia v danom prípade miestnosti. Táto tepelná energia sa využíva pri prevádzke TČ na vykurovanie, ohrev médií, alebo iných zariadení.

Obr. 6.67 Princíp kompresorového tepelného čerpadla



Obr. 6.68 Princíp funkcie tepelného čerpadla s definovaním stavov chladiacej zmesi



Poznámka: Údaje sú odlišné pri zmene prevádzkového režimu, alebo použití iného chladiiva

Zdroj: F. Vranay

Na Obr. 6.67 a Obr. 6.68 je schematicky vyjadrená činnosť TČ a toky energií v rámci pracovného cyklu. Podstatné pre samotnú činnosť je chladivo, ktorým je plnený systém, a práve ono pri cirkulácii svojimi skupenskými zmenami zabezpečuje možnosť prečerpávať energiu. Vlastnosti chladiva (teplota varu a teplota skvapalnenia pri určitých tlakoch) určujú pracovný rozsah TČ. Bežné prevádzkové teploty ochladzovaného prostredia na primárnej strane sú cca -20 až +25 °C.

Hodnoty v zátvorkách sa vzťahujú k Obr. 6.68. Chladivo vo výparníku pri odparovaní odoberá teplo z daného prostredia (vzduch $\theta=7$ °C). Ochladzovaným prostredím môže byť zem, voda, vzduch. Chladivo vo forme pary vstupuje do kompresora ($\theta=3$ °C a $p=1,7$ bar). Po stlačení sa výrazne zvýši tlak plynov a ich teplota ($\theta=73,5$ °C a $p=13,5$ bar). V kondenzátore prídu do kontaktu cez steny výmenníka s chladnejšou vykurovacou vodou ($\theta=50/45$ °C), čím plyny skondenzujú a odovzdajú svoju tepelnú energiu bez zmeny tlaku ($\theta=48$ °C a $p=13,5$ bar). Na sekundárnej strane sú teploty ohrievaného prostredia pri bežných TČ v rozsahu cca +25 až +55 °C. Expanzný ventil má za úlohu prepúšťať (vstrekovať) chladivo v kvapalnej forme do potrubia s výparníkom. Po znížení tlaku za expanzným ventilom sa zníži teplota a tlak ($\theta=-2$ °C a $p=1,7$ bar). Táto látka opätovne vstupuje do výparníka, kde zmenou na plynné skupenstvo odoberie z okolia teplo. Proces sa takto opakuje.

Najbežnejšie chladivá používané v tepelných čerpadlách sú R407C a R410A.

Tab. 6.2 Teplotné hodnoty bežne používaných chladív v TČ

označenie	názov	bod varu pri tlaku 1 bar (0,1 MPa)	teplota skvapalnenia pri 26 baroch (2,6 MPa)
R 12	Dichlorfluormetan	-30 °C	86 °C
R143a	1,1,1,2 + Tetrafluoretan	-26 °C	80 °C
R290	Propan	-42 °C	70 °C
R4040A	zmes fluorovaných uhlíkovodíkov	-47 °C	55 °C
R407C	zmes fluorovaných uhlíkovodíkov	-45 °C	58 °C
R410A	zmes fluorovaných uhlíkovodíkov	-51 °C	43 °C
R600A	Bután	-12 °C	114 °C
R717	Amoniak	-33 °C	60 °C
R744	CO ₂	-57 °C	-11 °C
T1070	Propen	-48 °C	61 °C

6.3.2 Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel

Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel podľa COP

Pri transformácii tepla je energetická efektívnosť charakterizovaná výkonovým číslom. Označuje sa COP (z anglického „coefficient of performance“ = „výkonové číslo“, alebo tiež používaný „vykurovací faktor“) a vyjadruje pomer:

$$COP = \frac{\text{vyrobená tepelná energia}}{\text{dodaná energia na pohon TČ}} = \frac{Q_t}{Q_e} \quad [-] \quad (6.2)$$

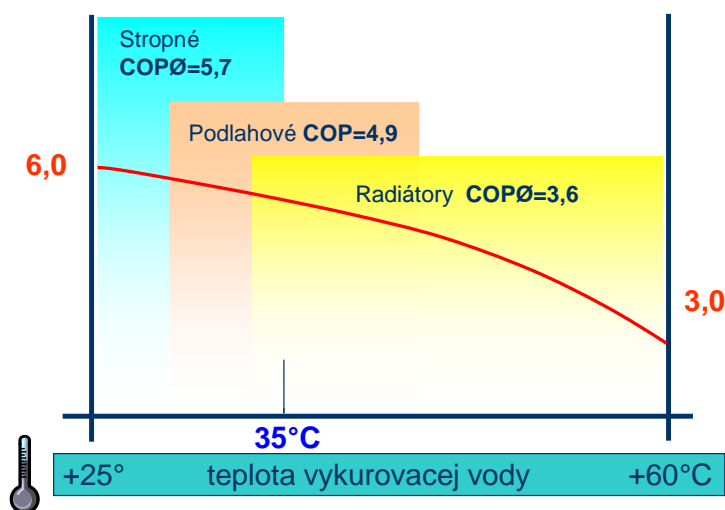
kde: podľa Obr. 6.70

Q_t vyrobená energia je nameraná meračom M2,

Q_e dodaná energia na pohon TČ je nameraná elektromerom E2.

Čím vyššia je hodnota COP, tým sme schopní získať viac užitočnej tepelnej energie na jednotku dodávanej pohonnej energie. TČ je teda energeticky účinnejšie. Táto hodnota sa často používa pre porovnávanie TČ s rovnakým druhom pohonnej energie. Hodnota COP ale nie je konštantnou. Vplýva na ňu teplotné pásmo, v ktorom čerpadlo pracuje (výparná teplota a kondenzačná teplota pracovnej látky v TČ). V zásade platí, že pri nižšom rozdiel teplot medzi ochladzovaným a zohrievaným médiom je vyššia hodnota COP. Ochladzované médium sa deklaruje ako primárna strana a ohrievané médium ako sekundárna strana tepelného čerpadla. Preto je výhodné nasadzovať TČ do systémov nízko teplotných. Pri vykurovaní je to podlahové, stenové, resp. stropné vykurovanie, alebo nízko teplotné radiátorové vykurovanie. Na Obr. 6.69 je zobrazený priebeh hodnoty COP počas vykurovania pre rôzne druhy vykurovacích systémov. Najlepší z hľadiska porovnania COP je systém s najvyššou hodnotou.

Obr. 6.69 Celoročný priebeh hodnoty COP pri prevádzke TČ poháňaného elektromotorom (voda/voda) pri rôznych druhoch vykurovania počas vykurovacej sezóny



Pozn.: Teplota primárnej vody sa uvažuje v danom prípade 10 °C.

Zdroj: F. Vranay

Z obrázka je vidieť, že pre aplikáciu TČ je najvýhodnejší systém stropného, resp. stenového vykurovania. Teplota vykurovacej vody sa počas vykurovacej sezóny pohybuje medzi hodnotami 25 – 35 °C s priemernou hodnotou COP cca 5,7. Pri bežnom vykurovaní radiátormi medzi 32 – 60 °C s priemerným COP cca 3,6. Využitie TČ je možné aj pri iných aplikáciách, napr. ohrev teplej vody, ale aj v procese výroby chladu.

Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel podľa SPF

Pri dodávke tepelnej energie, do procesu vstupujú aj ďalšie zariadenia, hlavne na dopravu média na primárnej, ale aj sekundárnej strane TČ. Sú to hlavne sacie a cirkulačné čerpadlá. Ich podiel na celkovej spotrebovanej energii sa v sezóne výroby tepla mení. Vyjadrením je energetická efektívnosť cez hodnotu SPF (z anglického „seasonal performance faktor“ = „sezónny výkonový faktor“). Do procesu dodávky energie na distribúciu a spotrebu zahŕňame aj energiu na prevádzku bivalentného zdroja. V prípade elektrických tepelných čerpadiel chýbajúci výkon je doplnený bivalentným zdrojom BZ=(elektrická špirála, elektrokotol, ...). Tento zdroj môže byť súčasťou TČ a preto sa podieľa na jeho celkovej spotrebe. Obeh vody v systéme zabezpečujú obehové čerpadlá ČO.

$$SPF = \frac{\text{vyrobená tepelná energia}}{\text{dodaná energia na pohon (TČ + BZ + ČO)}} = \frac{Q_t}{Q_d} \quad [-] \quad (6.3)$$

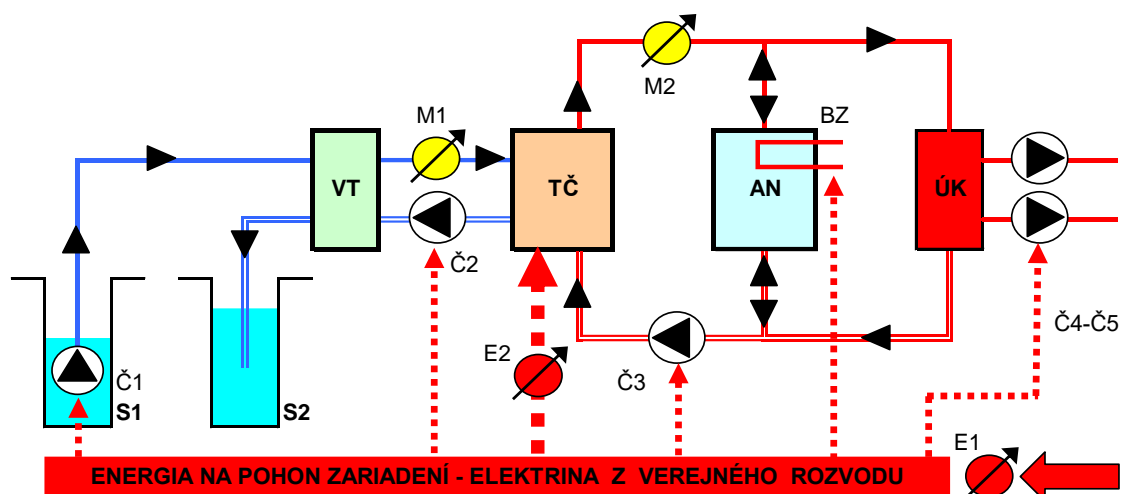
kde: podľa Obr. 6.70

Q_t vyrobená energia je nameraná meračom M_2 ,

Q_d E_1 = energia na pohon TČ + pohon BZ + ČO (elektrická energia na čerpadlá obehové Č1 - Č5).

Hodnota SPF je preto vždy nižšia ako hodnota COP. Zníženie ovplyvňuje činnosť podporných systémov, čiže ich účinnosť na celkovej transformácii a doprave tepla. Do ekonomických, ale aj energetických porovnaní je preto nutné používať hodnotu SPF, ktorá vystihuje reálne prevádzkové spotreby energií a náklady za porovnávacie obdobie. Spôsob zapojenia TČ v systéme výroby tepla je veľmi rôznorodý a je ho možné zapojiť samostatne (monovalentný systém), alebo ho kombinovať aj s inými zdrojmi (systém bivalentný, trivalentný,...).

Obr. 6.70 Schéma zapojenia tepelného čerpadla voda/voda v systéme výroby tepla pre vykurovanie v bivalentnom zapojení



LEGENDA :

VT VÝMENNÍK TEPLA
TČ TEPELNÉ ČERPADLO VODA / VODA
M1-2 MERAČ TEPLA
E1-2 ELEKTROMER
AN AKUMULAČNÁ NÁDRŽ TEPLA
ÚK VYKUROVANÝ OBJEKT

BZ BIVALENTNÝ / ZÁLOŽNÝ ZDROJ TEPLA
S1-2 STUDŇA ZDROJOVÁ SACIA / VSAKOVACIA
VT VÝMENNÍK TEPLA
Č1 ČERPADLO VÝTLAČNE V STUDNI
Č2-3 ČERPADLÁ CIRKULAČNÉ STROJOVNĀ
Č4-5 ČERPADLÁ CIRKULAČNÉ OBJEKTOVĚ

Zdroj: F. Vranay

Schéma popisuje základné prvky, ktoré slúžia na prenos tepelnej energie z OZE (voda v studni), jej transformáciu na vyšší energetický potenciál (TČ zvyšuje teplotu vody vykurovacej o energiu odobratú zo studne a energiu práce elektrinou poháňaného kompresora premenenú na teplo). Pre účely vyhodnotenia práce systému a energetickej účinnosti sú rozhodujúce namerané veličiny.

Energia elektrická:

Q_{e1} = energia elektrická nameraná elektromerom E_1 = (kWh) spotrebovaná na prevádzku celého systému (spotrebiče TČ, čerpadlá Č1-Č5, BZ bivalentný zdroj elektrická špirála),

Q_{e2} = energia elektrická nameraná elektromerom E_2 = (kWh) spotrebovaná v TČ na jeho prevádzku.

Energia tepelná:

Q_{t1} = energia tepelná nameraná meračom tepla M_1 = (kWh) získaná z vody z OZE (studňa),

Q_{t2} = energia tepelná nameraná meračom tepla M_2 = (kWh) vyrobená v TČ a použitá na dodávku do systému (v danom prípade do vykurovania).

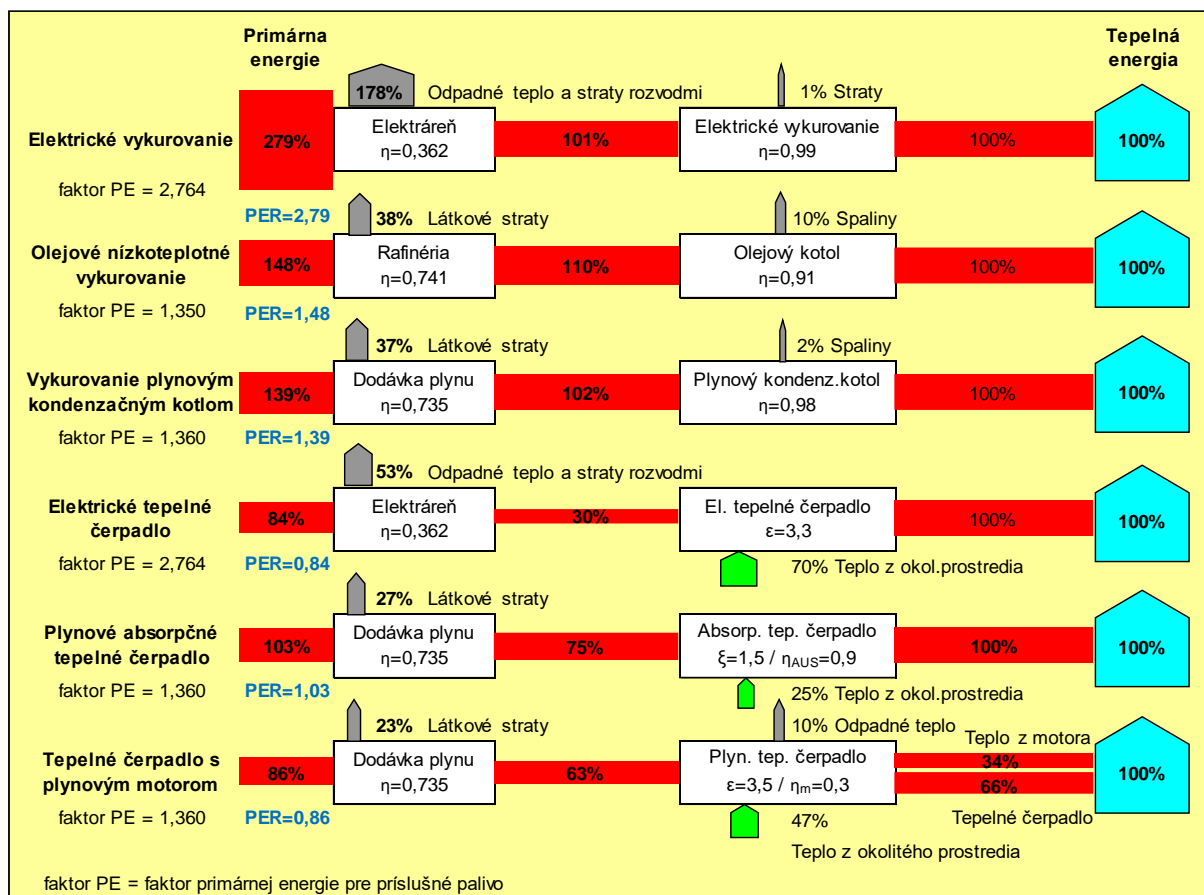
Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel podľa PER

Objektívnejšie vyjadrenie energetickej efektívnosti je možné hodnotou stupňa využitia primárnej energie PER (z anglického „primary energy rate“ = „stupeň využitia primárnej energie“):

$$PER = \frac{\text{spotrebovaná primárna energia}}{\text{získaná užitočná energia}} = \frac{Q_t}{Q_d} \quad [-] \quad (6.4)$$

Využívaných palív alebo energií na pohon TČ je viac druhov, preto aj metodika všeobecného porovnávania cez hodnotu COP je neobjektívna. Do porovnania cez hodnotu PER takto vstupuje tepelná energia obsiahnutá v primárnom palive, vyjadrená jeho výhrevnosťou na jednotku získanej užitočnej tepelnej energie. Pomocou hodnoty PER je možné porovnávať ľubovoľné energetické systémy na výrobu tepla, chladu, elektrickej energie s rôznymi druhmi pohonnej energie. Najlepší z hľadiska porovnania PER je systém s najnižšou hodnotou.

Obr. 6.71 Spotreba primárnej energie pri rôznych systémoch transformácie tepla



Zdroj: F. Vranay

kde:

- η účinnosť premeny (transformácie) energie [-],
- ε sezónny výkonový faktor (SPF) [-],
- PE faktor primárnej energie pre príslušné palivo [-],
- PER stupeň využitia primárnej energie [-].

Poznámka: Elektrické vykurovanie: Potreba tepelnej energie pre objekt činí 100 %. Účinnosť premeny elektrickej energie na teplo v objekte je s účinnosťou $\eta = 99\%$. Straty elektrickej energie = 1 %, do objektu musíme dodať 101 % energie. Priemerná účinnosť pri jej konverzii a distribúcii elektrárňo-odberné miesto $\eta = 0,362$. Je vyjadrená obrátenou hodnotou faktoru primárnej energie ($PE = 1/0,362 = 2,764$). Pre získanie 101 % elektrickej energie pre objekt energetické straty sú =178 %. Potrebná energia dodaná v palivách = 279 %. Hodnota ($PER = 279\% / 100\% = 2,79$). V tabuľke je to najnepriaznivejšia hodnota v porovnaní s inými systémami. Elektrické tepelné čerpadlo: Oproti priamemu elektrickému vykurovaniu je pri zhodnotení elektrickej energie vykurovanie tepelným čerpadlom voda/voda s hodnotou $SPF = 3,3$ výrazne priaznivejšie. Dôvodom je, že do objektu je potrebné dodať len 30% energie vo forme elektriny. Rozdiel do 100 % je tvorený energiou získanou z obnoviteľného zdroja (teplo z vody, zeme, alebo vzduchu,...). Hodnota $PER = 0,84$ činí tepelné čerpadlo najvýhodnejšie z pohľadu potreby primárnej energie. Pri porovnaní podľa PER je zohľadnený aj pôvod a miesto vstupujúcej energie použitej na pohon TČ. Je to vidieť hlavne pri elektrickej energii, kde vstupujú rôzne palivá s rôznou účinnosťou pri transformácii na elektrickú energiu. Do bilancie sa zahŕňajú ešte straty energie pri jej distribúcii a využití tepla, pri jeho spotrebe. Na Slovensku je skladba výroby elektrickej energie v pomere 66 % jadrová energia, 21 % z fosílnych palív, 13 % vo vodných elektrárňach (*). Z pohľadu primárnej energie je množstvo premenenej energie na výsledné teplo definované. Percentuálne vyjadrenia jednotlivých tokov energie a paliva sú pre systémy s obvyklou priemernou účinnosťou. V tabuľke 6.3 sú odvodené aj produkcie emisií, ktoré sú vyprodukované v procese transformácie. Rozhodujúce pre prevádzku sú náklady za energiu pri dodávke tepla podľa jednotlivých systémov transformácie. Sú ovplyvnené rôznymi sadzbami, kde jednotkovú cenu ovplyvňuje veľa činiteľov (veľkoodberateľ, maloodberateľ, príslušný dodávateľ, cena distribúcie, poplatky za trvalé pripojenie,...). Preto je cenotvorbu nutné prehodnotiť na dané špecifické podmienky.

6.3.3 Nasadzovanie tepelných čerpadiel

Úspora primárnych energií

Primárnou nazývame energiu vo forme, v akej sa vyskytuje v prírode (nap: uhlie, ropa, zemný plyn, drevo, vietor, vodná energia, prírodný urán, slnečné žiarenie, ...).

Ako vyplýva z princípu TČ, množstvo dodanej energie na pohon je závislé od druhu pohonného zariadenia, jeho energetickej účinnosti, ale hlavne od prevádzkových podmienok, ktoré ovplyvňujú teploty na primárnej a sekundárnej strane TČ. Druh energie na pohon TČ určuje aj druh primárnej energie (v prípade elektrickej energie je pri jej získavaní primárnou energiou jadrové palivo, uhlie, plyn a energia z mechanického potenciálu vody). V prípade priamej spotreby plynu, je plyn aj primárnou energiou. Vo všetkých prípadoch ale ostatné podporné zariadenia (cirkulačné a výtlačné čerpadlá) pracujú pomocou elektrickej energie.

Účelom primárnej energie (tej, ktorú „musíme nakupovať“) je hlavne transformovať teplo z OZE na teplotný potenciál s možnosťou jeho priameho využitia. Pri tejto transformácii (mechanická práca) sa aj primárna energia premieňa na teplo a prispieva do celkovej bilancie tepla získaného pre spotrebu.

Jednou z realizácie úspor primárnej energie je snaha vytesniť jej potrebu energiou z OZE (energia, ktorú „nemusíme nakupovať“ = teplo z vody, zeme, vzduchu). Môžeme sem zaradiť aj odpadové teplo vhodné na využitie, ktoré však nemá charakter OZE.

Najvyšší podiel využitia OZE v systéme je možný voľbou vhodného zdroja TČ a prispôbenie odberného miesta, aby umožňovalo vysoko účinnú prevádzku, čo je možné vyjadriť vysokou hodnotou SPF.

Využitie domácej energie

Slovensko vlastní veľmi malé množstvo energetických zdrojov fosílného pôvodu. V procese výroby tepla sú v súčasnosti fosílny zdroje zastúpené vo vysokej miere. Nákup týchto palív výrazne zaťažuje obchodné saldo Slovenska. Povahou OZE je, že sa nachádzajú priamo v mieste spotreby. Druh a množstvo je závislé od prírodných daností a geologických pomerov (jedná sa o zdroje využiteľné pre TČ, t.j. voda, zem, vzduch, nepriamo aj slnko).

Využitie týchto zdrojov znamená zníženie potreby fosílnych palív s priamym dopadom na priaznivejšiu cenu tepla z OZE, a nepriamo aj podporu výroby a zamestnanosti.

Zníženie emisií CO₂ pri výrobe energie

Obnoviteľné zdroje majú aj charakter nízkoemisnej, alebo bezemisnej energie. Pri ich využití produkciu emisií spôsobujú primárne zdroje na transformáciu a pohon zariadení. Základné potreby primárnych energií pri najbežnejších spôsoboch získavania tepla sú v tab. 6.3. Pre určenie emisií je rozhodujúca účinnosť, alebo transformácia dodanej energie na získanú tepelnú energiu. Energia dodaná priamo ku zdroju je meraná fakturačným meradlom a jej prináleží súčiniteľ emisií CO₂. Údaje korekčných faktorov vyjadrujú účinnosť získania tepla, resp. transformáciu paliva na tepelnú energiu. Dodaná energia je súčinom získanej tepelnej energie a korekčného faktora. Vyprodukované emisie sú súčinom dodanej energie a súčiniteľa emisií CO₂, a sú prevedené na transformáciu 1 MWh tepla príslušným spôsobom. Z pohľadu dodanej energie a emisií CO₂ je najvýhodnejšie použiť drevo, alebo tepelné čerpadlá.

Tab. 6.3 Výpočet vyprodukovaného množstva emisií CO₂ pri rôznych systémoch výroby tepla pri potrebe energie 100 kWh/m²

URČENIE VYPRODUKOVANÉHO MNOŽSTVA EMISIÍ CO ₂	potreba energie	prepočítavacie faktory			dodaná energia	primárna energia	emisie CO ₂
		podľa (vyhláška 324/2016 Z.z.)					
SPOSOB VYKUROVANIA	kW/m ²	transformacie	emisií CO ₂	primar.energie	kW/m ²	kWh/m ²	tona
zemný plyn	100	1,00	0,2200	1,10	100,0	110	22,0
zemný plyn TČ voda/voda	100	1,60	0,2200	1,10	62,5	69	13,8
LPG	100	1,00	0,2484	1,35	100,0	135	24,8
koks	100	0,73	0,3600	1,10	137,0	151	49,3
čierne uhlie	100	0,74	0,3600	1,10	135,1	149	48,6
hnede uhlie	100	0,70	0,3600	1,10	142,9	157	51,4
olej	100	0,90	0,2900	1,10	111,1	122	32,2
drevo pelety	100	0,86	0,0200	0,20	116,3	23	2,3
drevo štiepka	100	0,78	0,0200	0,15	128,2	19	2,6
drevo kusove	100	0,70	0,0200	0,10	142,9	14	2,9
drevo splyňovanie	100	0,83	0,0200	0,10	120,5	12	2,4
elektrina	100	0,99	0,1670	2,20	101,0	222	16,9
elektro TČ voda/voda	100	3,40	0,1670	2,20	29,4	65	4,9
elektro TČ vzduch/voda	100	2,60	0,1670	2,20	38,5	85	6,4
elektro TČ zem/voda	100	2,90	0,1670	2,20	34,5	76	5,8
CZT plyn/uhlie KOŠICE	100	0,74	0,2900	0,70	136,1	95	39,5

Zdroj: F. Vranay

6.3.4 Kritériá pre výber tepelného čerpadla a jeho návrh

Tepelné čerpadlo kompresorové, najčastejšie používané, je zdroj pracujúci na mechanickom princípe, s premenlivou účinnosťou, obmedzenou životnosťou a nárokmi na údržbu. Tieto vlastnosti ho radia k náročným zariadeniam s vysokou nadobúdacou cenou voči iným zdrojom tepla. Nevýhodou je aj úzky teplotný rozsah jeho využitia, ktorý je ovplyvnený druhom pracovnej látky v TČ. Preto sa kladie vysoký dôraz na jeho správny návrh a priaznivý prevádzkový režim.

Špecifiká pre použitie sú podrobnejšie popísané v kapitolách jednotlivých typov tepelných čerpadel. Spoločným ukazovateľom je spôsob návrhu výkonu (veľkosti TČ) a jeho kombinácia s bivalentným zdrojom.

Potrebný výkon každého iného zdroja tepla (okrem TČ) sa dimenzuje tak, aby pokryl tepelné straty objektu. Výpočet tepelných strát objektu sa realizuje pri vonkajšej najnižšej výpočtovej teplote. Na území Slovenska sú od -18 do -11 °C. Lokality sa od seba líšia aj počtom vykurovacích dní, ktoré sú obmedzené vonkajšou priemernou dennou teplotou +13 °C. Výkon tepelného čerpadla je ale hodnota premenlivá. U vzduchových TČ je vonkajší vzduch zároveň zdrojom tepla. Nižšia teplota vzduchu spôsobuje požiadavku na vyššiu teplotu vykurovacej vody. Teda s klesajúcou teplotou vonkajšieho vzduchu klesá výkon, ale aj vykurovací faktor (COP). Tento fakt je zásadný pre návrh výkonu TČ.

U klasických TČ s kompresorom scroll alebo u väčších výkonov cca nad 50 kW s piestovými kompresormi, ktoré nemajú regulovateľný výkon, sa obvykle navrhuje na 75 % - 80 % maximálnych tepelných strát. Dôvodom je, aby pri nízkych tepelných stratách okolo +13 °C nedochádzalo v TČ k častému vypínaniu a zapínaniu (taktovaniu), čo má nepriaznivý dopad na jeho životnosť. Čiastočným riešením je zaradenie akumuláčnej nádrže do systému, ktorá predlžuje pracovné cykly TČ a znižuje počet štartov. Naakumulovaná energia z nádrže sa dodáva do systému, a až po vychladení nádrže následne zapína TČ. Pre správnu činnosť je rozhodujúci správny objem nádrže (odporúča sa 20-30 litrov na 1 kW výkonu TČ). Teplotný rozkmit v nádrži sa (teplota vypínacia a zapínacia pre TČ) pohybuje cca ± 2,5 °C okolo požadovanej teploty dodávanej do systému. Možnou alternatívou je použitie invertorových TČ s osadeným frekvenčným meničom, ktorý umožňuje meniť požadovaný výkon TČ v rozpätí cca 30 – 100 %. V tomto prípade je možné TČ navrhovať aj na maximálnu tepelnú stratu objektu aj bez nutnosti používať akumuláčnú nádrž. Do akumulácie sa započítava aj vodný objem systému vykurovania.

Podmienky / požiadavky:

- ✓ vhodný nízkoteplotný systém vykurovania alebo zásobovania teplom,
- ✓ maximálny požadovaný výkon (tepelná strata objektu, ...),
- ✓ pripojovacie parametre pohonnej energie, v prípade elektriny vhodnosť rozvodov a ich zaťažiteľnosť,
- ✓ nárok na prisúdenie výhodnej sadzby elektriny pre činnosť systému s TČ,
- ✓ riešenie odstávky TČ pri vysokej zaťaženosti rozvodnej siete, čas a dĺžka odstávky vo vysokej odberovej tarife elektrickej energie,
- ✓ pri väčších aplikáciách potreba samostatného merania strojovne TČ,
- ✓ pri prítomnosti aj iných energetických médií je potrebné ekonomické prehodnotenie vhodnosti použitia daného systému.

6.3.5 Návrh tepelného čerpadla

Návrh TČ na optimálny výkon - BIVALENTNÁ PREVÁDZKA

Popisované riešenie je rozumným kompromisom medzi investičnými a prevádzkovými nákladmi systému s TČ.

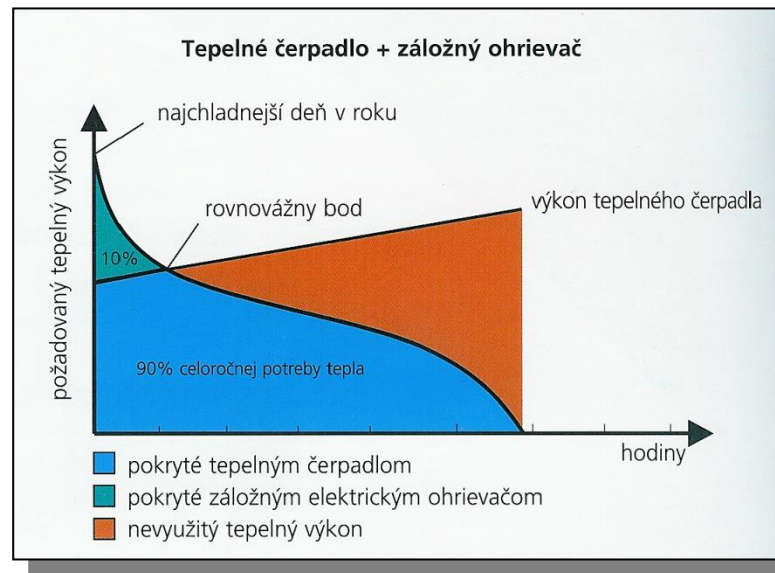
NÁVRH:

- určenie zaťaženia zdroja tepla (vykurovanie, ohrev teplej vody, ohrev bazéna, vzduchotechnika, chladenie),
- maximálna potreba výkonu (spravidla maximálna tepelná strata objektu),
- výkon TČ sa volí v rozpätí 65 – 80 % maximálnej potreby výkonu,
- výkon bivalentného zdroja je doplnkom do 100 % maximálnej potreby výkonu.

POPIS:

- TČ má premenlivý výkon v závislosti od teploty vykurovacej vody,
- chýbajúci výkon pri najchladnejších dňoch sa doplní o záložný ohrievač = bivalentný zdroj (pri vhodnom návrhu bivalentný zdroj pokrýva cca 5-10 % dodanej energie počas roka),
- teplota, pri ktorej je tepelná strata objektu rovná výkonu TČ, sa nazýva bod bivalencie (rovnovážny bod),
- pri teplotách vzduchu vyšších ako bod bivalencie TČ dodáva samostatne celý výkon. Jeho reguláciou sa eliminuje prebytočný výkon,
- pri teplotách vzduchu nižších ako bod bivalencie TČ dodáva výkon spolu s bivalentným zdrojom. TČ pracuje spravidla bez prestávky na plný výkon
- v prípade poruchy TČ bivalentný zdroj je schopný zabezpečiť aspoň minimálnu dodávku tepla.

Obr. 6.72 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom a záložným zdrojom v bivalentnej prevádzke



Zdroj: F. Vranay

PRÍKLAD – TEPELNÉ ČERPADLO vykurovanie, ohrev teplej vody a ohrev vonkajšieho bazéna:

Príklad pre dodávku tepla na vykurovanie, ohrev teplej vody a ohrev vonkajšieho bazéna so vstupnými parametrami z príkladu OHREV SOLÁRNYM SYSTÉMOM. Pre porovnanie uvádzam rovnaký objekt s rovnakými parametrami. Dodávka tepla sa realizuje tepelným čerpadlom voda/voda.

Zásady pre návrh systému:

- Tepelné čerpadlo voda/voda. Návrh výkonu TČ pri maximálnej potrebe tepla je na 78 % výkonu. Chýbajúci výkon dodáva elektrická špirála.
- Dáta pre exteriér boli uvažované pre rok 2017 (teploty vzduchu, teplota primárnej vody v studni = 10 °C).
- Systém bol nastavený tak, aby tepelné čerpadlo pokrylo pri maximálnej potrebe 78 % energie priamo. Jedná sa o najchladnejšie dni v mesiaci január a december, chýbajúci výkon doplnil bivalentný zdroj tepla = elektrická špirála.
- Pre možnosť porovnania solárneho systému s plynovým kotlom a systému s elektrickým tepelným čerpadlom som použil neštandardnú mesačnú metódu aj pre tepelné čerpadlo. Výpočet som realizoval aj dennostupňovou metódou, ktorú ale pre zložitosť výpočtu neuvádzam. Obe metódy majú rovnaké energetické výstupy.
- Pri výpočte má prioritu vykurovanie, nakoľko použitý systém je nízkoteplotný (podlahové vykurovanie, max 40 °C) a pre celkovú bilanciu je výhodnejšie chýbajúcu energiu dohriať bivalentným zdrojom na ohrev teplej vody, ktorá má celoročne teplotu 50 °C.
- Ohrev bazéna vonkajšieho (27 °C) je len v letných mesiacoch, kedy tepelné čerpadlo má dostatok prebytočného výkonu.
- Záverečné posúdenie je vo finančnom vyjadrení v porovnaní s plynom. Cena plynu bola určená pre SPP domácnosť v tarife D3 pre rok 2020. Elektrina je uvažovaná pre domácnosť v tarife EKO DOM (DD6) pri cene 0,143 €/kWh. Prevádzka tepelného čerpadla je len v nízkej tarife 22 hodín počas dňa.
- Náklady na výrobu tepla celého systému bez soláru, plynom sú (23.367 kWh) = 1.097,- € s DPH za rok.

- Náklady na výrobu tepla celého systému bez soláru tepelným čerpadlom sú (23.368 kWh) = spotrebovaná elektrická energia na pohon TČ a bivalentného zdroja je (5.375 kWh) = 769,- €.
- Prínos tepelného čerpadla (úspora nákladov voči ohrevu plynom) je = 328,- € s DPH za rok.
- Náklady investičné na realizáciu tepelného čerpadla sú závislé od podmienok inštalácie, prípadne od využitia dotačných programov. Preto investičné náklady neuvádzam.

Vstupné parametre pre štandardný rodinný dom: použité z príkladu Solár obrázok 6.38 Do výpočtu prevzatá celková potreba tepla vrátane (potreba tepla kWh – po mesiacoch) vykurovania, ohrevu teplej vody a ohrevu exteriérového bazéna. Parametre výpočtu tepelného čerpadla sú v Tab. 6.4.

Tab. 6.4 Parametre prevádzky systému s tepelným čerpadlom voda/voda - v režime vykurovania, ohrevu vody a ohrevu bazéna

VSTUPNE UDAJE						VÝROBA TEPLA															
mesiac	vzduch		OBJEKT prevádzka				potreba teplo	PRIMAR			VODA OHREV			TEPELNÉ ČERPADLO					TČ + ÚK = SYSTÉM		BIVAL. ZDROJ
	ext	te	PVD	UK	VT	NT	°C	vstup.	výtok.	nadrz	dodávky		chod			Čerpadlá		spolu	teplo		
	°C	dni	hod	hod	hod	kWh	°C	°C	°C	COP	možnosť	skutočnosť			elektrina	SPF	potreba				
	-13	-	24	2	22		10,0	45,0	15,0	COP	výkon	teplo	elektrina	čas	0,20	0,03	SPF	kWh			
1	-7,8	31	744	62	682	3 705	10,0	45,0	45,0	4,69	5,62	3 705	790	658,8	132	20	3,93	0,0			
2	0,5	28	672	56	616	2 429	10,0	45,0	42,0	5,05	5,74	2 429	481	423,4	85	13	4,20	0,0			
3	6,9	31	744	62	682	2 414	10,0	45,0	39,0	5,42	5,85	2 414	446	412,7	83	12	4,46	0,0			
4	8,9	30	720	60	660	1 536	10,0	45,0	36,0	5,78	5,96	1 536	266	257,6	52	8	4,73	0,0			
5	15,5	31	744	62	682	1 053	10,0	45,0	33,0	6,14	6,08	1 053	171	173,3	35	5	4,98	0,0			
6	19,7	30	720	60	660	1 062	10,0	45,0	30,0	6,51	6,19	1 062	163	171,6	34	5	5,24	0,0			
7	19,6	31	744	62	682	1 157	10,0	45,0	30,0	6,51	6,19	1 157	178	187,0	37	6	5,24	0,0			
8	21,5	31	744	62	682	1 050	10,0	45,0	33,0	6,14	6,08	1 050	171	172,8	35	5	4,98	0,0			
9	15,0	30	720	60	660	770	10,0	45,0	36,0	5,78	5,96	770	133	129,1	26	4	4,73	0,0			
10	8,0	31	744	62	682	1 983	10,0	45,0	39,0	5,42	5,85	1 983	366	339,0	68	10	4,46	0,0			
11	4,1	30	720	60	660	2 616	10,0	45,0	42,0	5,05	5,74	2 616	518	456,0	91	14	4,20	0,0			
12	0,3	31	744	62	682	3 593	10,0	45,0	45,0	4,69	5,62	3 593	766	638,9	128	19	3,93	0,0			
	9,38	365	8 760	730	8 030	23 368				COP TČ =	5,251		23 368	4 450	4 020,3	804	121	4,348	0,00		

Zdroj: F. Vranay

Návrh TČ na maximálny výkon - MONOVALENTNÁ PREVÁDZKA

Popisované riešenie využíva ako zdroj tepla len tepelné čerpadlo. Prevádzka je najlacnejšia, avšak investičné náklady na TČ a súvisiace zariadenia sú vyššie.

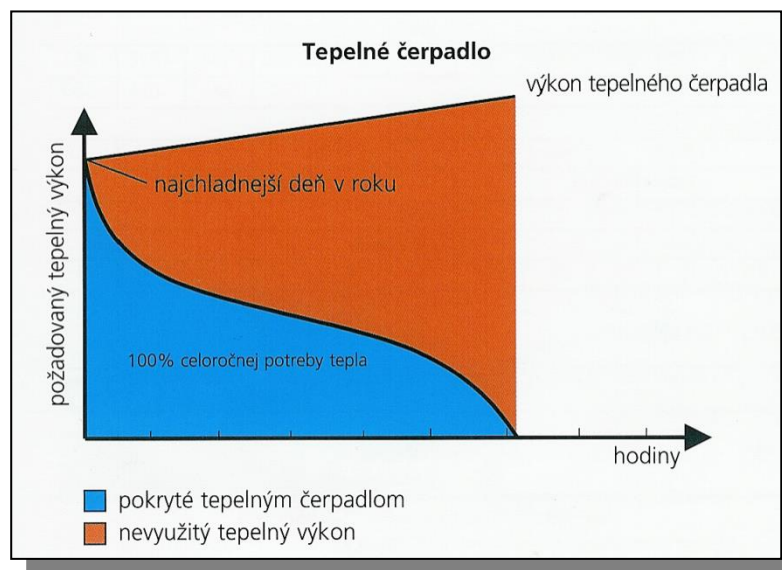
NÁVRH:

- určenie zaťaženia zdroja tepla (vykurovanie, ohrev teplej vody, vzduchotechnika, chladenie),
- maximálna potreba výkonu (spravidla maximálna tepelná strata objektu),
- výkon TČ sa volí na 100 % maximálnej potreby výkonu,
- bivalentný zdroj nie je.

POPIS:

- TČ má premenlivý výkon v závislosti od teploty vykurovacej vody,
- celý potrebný výkon zabezpečuje TČ počas celého roka,
- pri vyšších teplotách vzduchu, jeho reguláciou sa eliminuje prebytočný výkon (vhodné kombinovať TČ s akumulacnou nádržou),
- vzhľadom k vysokému výkonu TČ sú vyššie investičné náklady,
- v prípade poruchy je objekt bez zdroja tepla.

Obr. 6.73 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri monovalentnej prevádzke



Návrh TČ - BIVALENTNÁ PREVÁDZKA SO ZÁLOŽNÝM ZDROJOM

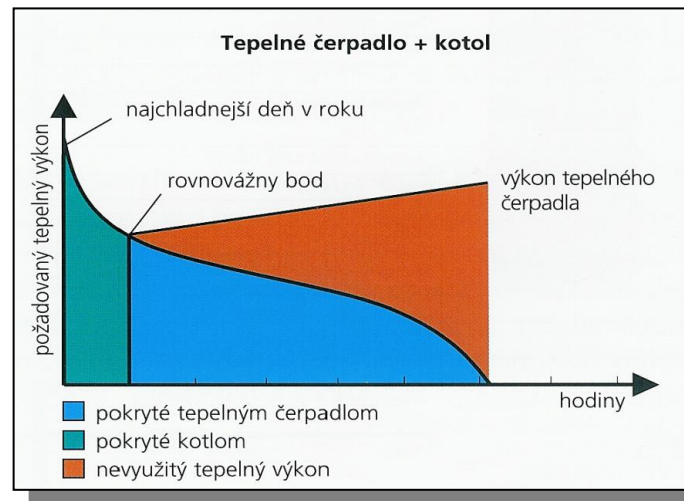
Popisované riešenie využíva TČ na dodávku tepla len po teplotu bivalencie, kedy je účinnosť TČ vysoká. Pri nižších teplotách vzduchu pod bodom bivalencie celý výkon dodáva záložný zdroj. Systém TČ je lacnejší, účinnosť TČ vysoká. Bivalentný zdroj je nákladnejší na investície. Toto riešenie kombinácie zdrojov je výhodnejšie pri TČ vzduch/voda, kde SPF TČ pri nízkych vonkajších teplotách je výrazne nižšie.

NÁVRH:

- určenie zaťaženia zdroja tepla (vykurovanie, ohrev teplej vody, vzduchotechnika, chladenie),
- maximálna potreba výkonu (spravidla maximálna tepelná strata objektu),
- výkon TČ sa volí v rozpätí 65 – 80 % maximálnej potreby výkonu,
- výkon bivalentného zdroja je 100 % maximálnej potreby výkonu.

POPIS:

- TČ má premenlivý výkon v závislosti od teploty vykurovacej vody,
- chýbajúci výkon pri najchladnejších dňoch sa doplní o záložný ohrievač = bivalentný zdroj (pri vhodnom návrhu bivalentný zdroj pokrýva cca 10-20 % dodanej energie počas roka),
- teplota, pri ktorej je tepelná strata objektu rovná výkonu TČ, sa nazýva bod bivalencie (rovnovážny bod),
- pri teplotách vzduchu vyšších ako bod bivalencie TČ dodáva samostatne celý výkon. Jeho reguláciou sa eliminuje prebytočný výkon,
- pri teplotách vzduchu nižších ako bod bivalencie TČ dodáva celý výkon len bivalentný zdroj,
- v prípade poruchy TČ bivalentný zdroj je schopný zabezpečiť celú 100 % dodávku tepla.



Zdroj: F. Vranay

6.3.6 Tepelné čerpadlo s primárnym zdrojom energie zem

Tepelné čerpadlá využívajú geotermálne teplo obsiahnuté v zemi (v pevnej látke). Na jeho využitie je potrebné realizovať vhodný výmenník tepla (kolektor). Jedná sa o uzavretý okruh tvorený rúrami z plastu, ktoré sú naplnené nemrznúcou zmesou (soľankou). Zmes je cirkulovaná cez potrubie kolektora (prívodné a vratné potrubie) do TČ, kde odovzdá energiu na transformáciu. Základné spôsoby odberu tepla sú:

- hlbinný kolektor = zemné suché vrtý o hĺbke 100-150 m,
- plošný kolektor, alebo výkopový s potrubiami v hĺbke 1,5-2,0 m,
- energetické pilóty.

Hlbinné vrtý

Podliehajú schvaľovaciemu procesu. Nevýhodou sú vysoké náklady na realizáciu. Pri väčších aplikáciách je nutné urobiť test TRT (thermal response test = test teplotnej odozvy), ktorý potvrdí výkon vrtu na 1 m hĺbky. Slúži na rozhodovanie o počte nutných vrtov pre využitie. V prevádzke vykurovania sa vrt dlhodobo podchladzuje, čím sa znižuje SPF tepelného čerpadla. Preto je výhodné vrtý využívať aj v letnej prevádzke v režime chladenia. Pri získavaní chladu sa podložie opätovne ohrieva odpadným teplom, čo napomáha regenerácii vrtu a jeho príprave na zimné obdobie. Do vrtu vstupuje potrubie prívodné na dne, cez oblúk sa vracia späť cez vratné potrubie do TČ pomocou cirkulačného čerpadla. Jedná sa o uzavretý okruh. Vrt sa po realizácii a osadení potrubí vyplní látkou (bentonit), ktorá zabezpečí prestup tepla medzi rúrkami a okolitou horninou. Pri väčšom počte vrtov sú rúry spájané paralelne, hydraulicky vyvážené a privádzané k TČ.

Zásady návrhu:

- Nerobiť vrtý pod objektom - odstup min 2 m (kvôli novej tlakovej vode).
- Od hĺbky 15 m už nepôsobí na vrt povrchová teplota (prvých 10 m sa do výkonu vrtu nezapočítava).
- Odstup vrtov je cca 10 % ich hĺbky (problém pri zvislom vrtaní, kde je možnosť prekríženia vrtov a tým ich vzájomnému ovplyvňovaniu).
- Optimálna hĺbka vrtu je cca 120 metrov. Pri väčších hĺbkach narastá čerpacia práca.
- Merný výkon pri odbere 1800 hodín prevádzky:
 - 25 W/m pre horšie podložie, suché sedimenty,
 - 60 W/m normálna pevná hornina, alebo vodou nasýtený sediment,
 - 84 W/m pevná hornina s vysokou tepelnou vodivosťou.

Plošné kolektory

Realizujú sa horizontálne pod povrch terénu spravidla na vlastnom pozemku. Systém rúr s nemrznúcou zmesou odoberá teplo z okolia. Teplota zo zemného kolektora nie je stabilná, pretože osadenie je relatívne v malej hĺbke. Dopadom pre rastlinstvo nad zemnými kolektormi je posun vegetačného obdobia kvôli vychladeniu o cca 2 mesiace. Nad kolektormi neporastú a nie sú dovolené hlbokokoreňové rastliny.

Zásady návrhu:

- Pri ich realizácii je požiadavka na veľkú plochu pozemku.
- Plošný výkon pri odbere 1 800 hodín prevádzky do roka je:
 - o cca 10 W/m² pri suchej nesúdržnej hornine,
 - o 20 – 30 W/m² pri štrkoch a pieskoch,
 - o 40 W/m² pri pretekajúcej spodnej vode cez štrky a piesky.
- Kolektory sa nemajú osadzovať pod objekt. Hĺbka uloženia plastového potrubia je cca 1,5-2,0 m. Odstup rúrok je 0,5 až 1,0 m.
- Osadenie rúr je do tvaru meandra, špirály, alebo do tzv. slinku, kde je obmedzenie pre uloženie.
- Dĺžka okruhu kvôli optimalizácii čerpacej práce je max 150 m. Pri potrebe väčších výkonov sa okruhy spájajú paralelne a privádzajú do TČ.
- Cirkuláciu nemrznúcej zmesi zabezpečuje obehové čerpadlo.

Energetické pilóty

V zásade ich využite je ako pri zemných vrtoch. Na energetický zisk sú využívané pilóty, ktoré slúžia na zakladanie stavieb. Jedná sa o pilóty vŕtané a následne betónované. Pri armovaní pilót sa osadia plastové potrubia, ktoré obalujú valcový tvar pilóty s krytím betónovou vrstvou. Výkon a prevedenie pilót je závislé od statických požiadaviek (hĺbka, priemer a rozostup).

Obr. 6.75 Spôsob odberu tepla pri zemných kolektoroch



Poznámka.: A- hlbinný vrt

B- plošný kolektor

C- plošný kolektor

6.3.7 Tepelné čerpadlo s primárnym zdrojom energie voda

Charakteristickou vlastnosťou TČ s primárnym zdrojom energie voda je zdroj OZE.

Základné spôsoby odberu tepla sú:

- voda podzemná,
- voda pôvodom povrchová.

Voda podzemná

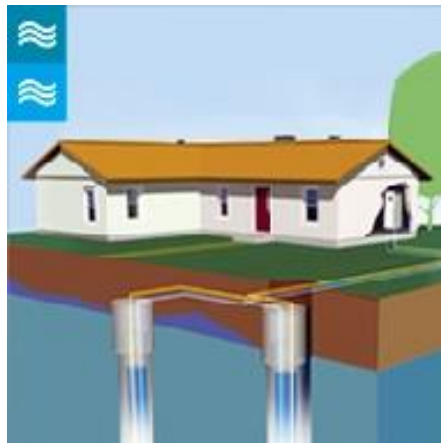
Najčastejšie sa využíva podzemná voda vzhľadom k jej celoročnej stabilnej teplote (v zimných mesiacoch 8 až 12 °C, v letných mesiacoch 11 až 15 °C.). Podmienkou využitia je jej dostupnosť a výdatnosť počas celého obdobia prevádzky TČ. V procese výroby tepla sa voda nespotrebuje, len sa z nej odoberie energia, voda sa ochladí a následne vráti späť do podzemia vsakovacou studňou. Tento proces vodu nijako neznehodnotí, ani nemení jej kvalitu. Teplota odčerpávanej vody počas roka osciluje okolo priemernej ročnej teploty vzduchu v mieste, kde sa nachádza systém s TČ. Vyššie teploty môžu byť spôsobené vplyvom geotermálnych procesov vo vrstve vodonosného podložia. Vyššia teplota je pre TČ výhodnejšia, nakoľko zvyšuje účinnosť výroby tepla. Pri termálne ovplyvnených vodách je ale predpoklad, že budú mať chemické zloženie, ktoré je nepriaznivé pre proces dopravy a odovzdávania tepla vo výmenníkoch. Aj pri vodách s nízkou tvrdosťou sa odporúča pred TČ predradiť oddelovací výmenník. Na primárnej strane medzi TČ a výmenníkom sa tak vsadí okruh s nemrznúcou zmesou (soľankou). Nemrznúca zmes zabraňuje vytváraniu námrazy v potrubí na strane výparníka.

Zásady návrhu:

- Existencia vhodného zdroja tepla z pohľadu výdatnosti počas celého obdobia prevádzky (studňa, vrty, ...). Požadovaná výdatnosť vody 3-5 m³/hod pre 10-15 kW. Ochladenie vody je cca 4 °C (požaduje sa čerpacia skúška).
- Vhodná teplota a chemické zloženie vody vyjadrené tvrdosťou, obsah a zloženie mechanických častí v vode (vodný kal, ...).
- Existencia studne, alebo zariadenia na spätné navrátenie ochladenej vody do podložia s dostatočnou hĺbkosťou (požaduje sa vsakovacia skúška).
- Hĺbka hladiny vody, z ktorej bude čerpaná, nakoľko má význam pre čerpaciu prácu.
- Studne podliehajú schvaľovaniu na príslušných úradoch.
- Pri väčších výkonoch zdrojov je nutná hydrodynamická skúška, ktorá potvrdí požadovanú výdatnosť sacej aj vsakovacej studne. Skúška pozostáva z čerpania a rozboru kvality vody a merania jej teploty po dobu 14 dní.
- Je možné v systéme prevádzkovať súčasne aj viac studní, ak je to nutné,
- Rozhodujúce je rozloženie vrtov vzhľadom ku smeru toku podzemných vôd. Čerpacia studňa sa navrhuje na strane prívodu toku spodnej vody, vsakovacia po prúde, aby sací vrt nebol ovplyvnený vrátenou vodou.
- Vhodným riešením pre rýchlejšiu ekonomickú návratnosť je využitie použitej vody v TČ (už je vyčerpaná na povrchu) pre prevádzku objektu (úžitková voda, alebo voda na zavlažovanie).

Voda povrchová

Povrchová voda počas roka mení výrazne svoju teplotu, čím sa stáva pre energetické využitie síce vhodná, ale SPF systému s TČ je premenlivé. Počas zimných mesiacov sa môže stať, že teplota vody neumožní jej využitie cez bežné TČ. Podľa vzdialenosti od TČ je možné vodu buď priamo čerpať do strojovne a cez výmenník odoberať energiu a vrátiť, alebo na dno vodného toku, alebo do nádrže osadiť systém rúrok plošne ako pri zemných kolektoroch. Pri dimenzovaní a výpočte energetických účinností je potrebné zohľadniť špecifiká dané prostredím. Podľa druhu zdroja je schválenie podmienené príslušnými úradmi, kde je nutné doložiť aj prípadnú dopadovú štúdiu.



A- voda podzemná



B- voda pôvodom povrchová s odberom cez plošný kolektor

Poznámka:

6.3.8 Tepelné čerpadlo s primárnym zdrojom energie vzduch

Tepelné čerpadlá s primárnym zdrojom vzduch vývojovo najviac získali v dôsledku generačných zmien technológie kompresorov. Dnešné zariadenia sú schopné pracovať s primárnou látkou vzduch až do teploty $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri ešte akceptovateľnej účinnosti. Takéto podmienky sa v našich klimatických pásmach buď nevyskytujú, alebo veľmi zriedka. Pri celoročnej prevádzke, kde sa zohrieva aj teplá voda, vykazujú tieto TČ niekedy v letných mesiacoch (teplota vzduchu aj $30\text{ }^{\circ}\text{C}$) aj vyššie účinnosti ako systémy s primárnym zdrojom voda. V celoročnej prevádzke tak môžu účinnosťou konkurovať systémom voda/voda a zem/voda pri neporovnateľne nižších investičných nákladoch. Pre prípadné extrémne nízke teploty vzduchu sa dopĺňa v prevádzke chýbajúci výkon bivalentným zdrojom tepla.

Základné spôsoby odberu tepla sú:

Systém vzduch / voda:

- kompaktné tepelné čerpadlo vo vnútornom prevedení,
- tepelné čerpadlo pre vonkajšiu inštaláciu.

Systém vzduch / vzduch:

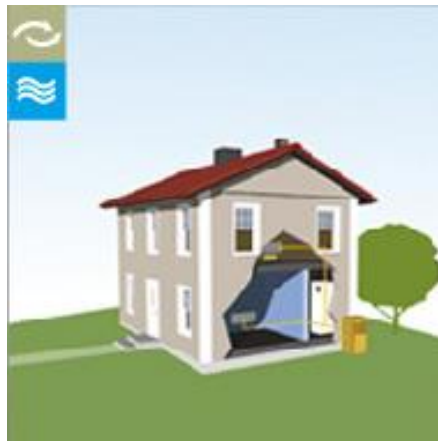
- systém s vnútornou a vonkajšou jednotkou (split).

Kompaktné tepelné čerpadlo vo vnútornom prevedení - vzduch / voda

Podstatné pre konštrukciu je, že TČ je kompaktné. Vzduch sa privádza nasávacou a výfukovou hadicou, ktoré sú hlukovo a teplotne izolované. Vzduch po ochladení resp. ohriatí podľa druhu prevádzky (ohrev/chladenie) sa vyfukuje späť do ovzdušia. Systém vyžaduje minimálne stavebné úpravy, ktoré sú otvory na fasáde objektu opatrené žalúziami. Je potrebné zabezpečiť tok nasávaného a odvádzaného vzduchu tak, aby nedochádzalo k jeho opätovnému nasávaniu. Energia získaná vo forme teplej, alebo studenej vody je vedená do systému.

Tepelné čerpadlo pre vonkajšiu inštaláciu - vzduch / voda

Odlíšnosťou voči vnútornému prevedeniu je jednotka delená na dve časti. Výparníková časť je v exteriéri, kde cez výparník je ventilátorom preháňaný vzduch. Vnútorná časť obsahuje ostatné prvky a je spojená s exteriérovou potrubiami s cirkulujúcim chladivom. Z pohľadu účinnosti a využitia sú systémy zrovnateľné.



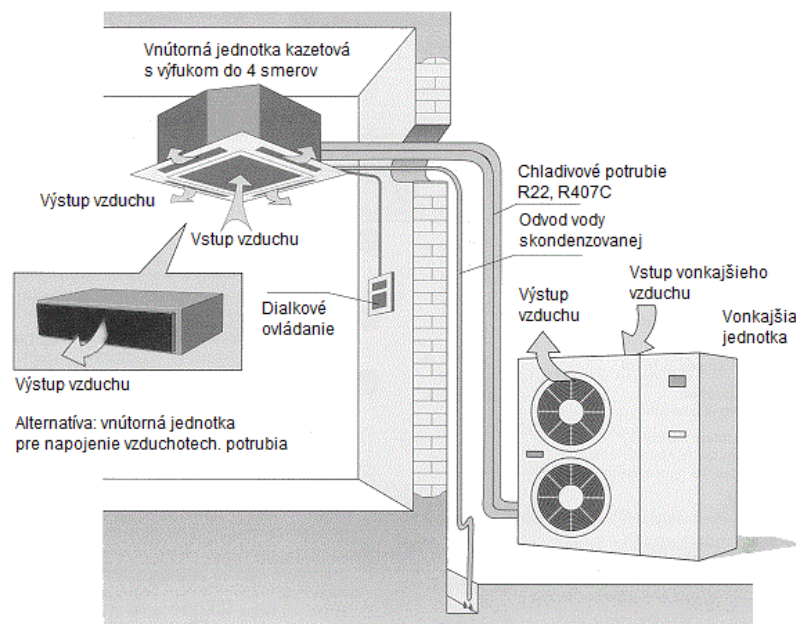
System s vnútornou a vonkajšou jednotkou vzduch / vzduch

Tento systém sa bežne uvádza pod názvom split, multisplit a VRV. Technologicky je to tepelné čerpadlo s jednou vonkajšou jednotkou so vzduchom chladeným kondenzátorom a vnútornými jednotkami. Rozvod je chladivový dvoj-, alebo trojrúrovňový podľa prevedenia.

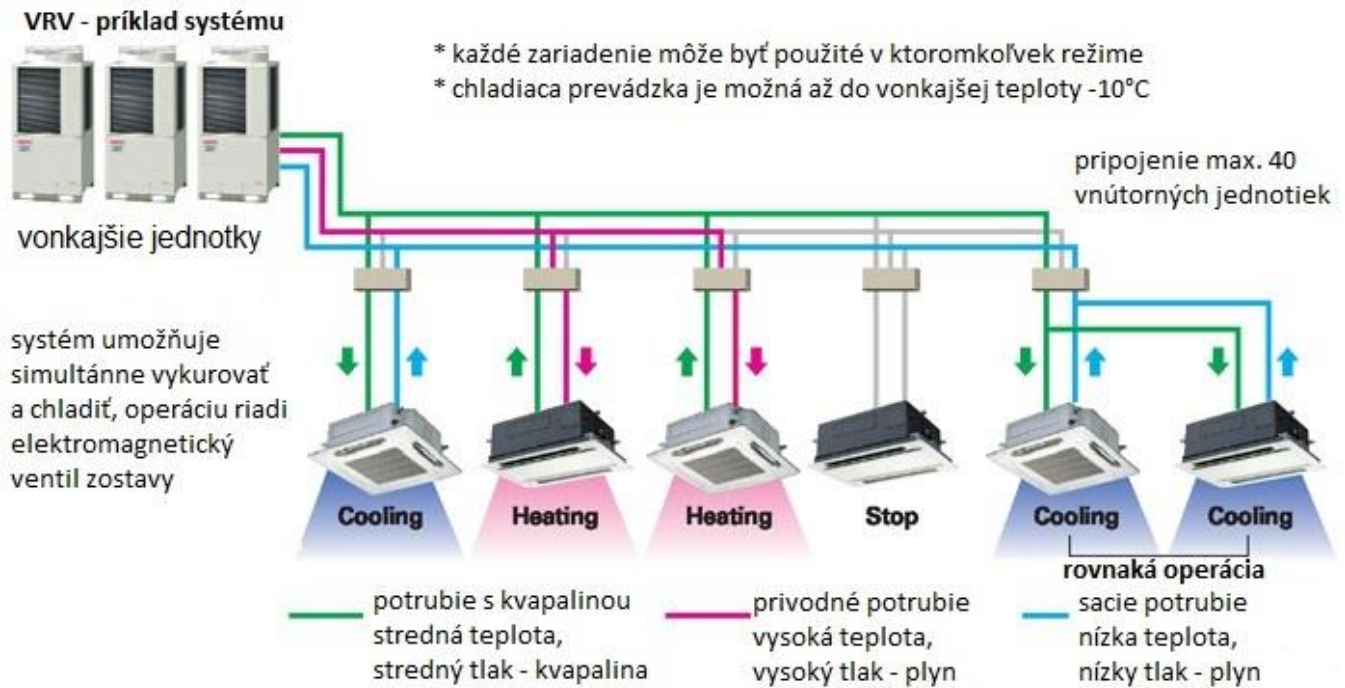
- split: 1 vonkajšia + 1 vnútorná jednotka (chladí alebo vykuruje),
- split: 1 vonkajšia + 2 vnútorné jednotky (s rovnakým chladiacim výkonom pričom jedna jednotka je riadiaca),
- multisplit: 1 vonkajšia + 3 až 5 vnútorných jednotiek (pracujúcich na sebe nezávisle chladenie / vykurovane),
- VRV: 1 vonkajšia + 6 až 40 vnútorných jednotiek (pracujúcich na sebe nezávisle chladenie / vykurovane).

Ovládanie vnútorných jednotiek je cez samostatné ovládače, čo umožňuje nezávislú prevádzku. Pri systémoch multisplit a VRV je umožnené súčasne vykurovať a chladieť, čo znamená že energiu tepelnú získanú v chladenej miestnosti systém pretransformuje do vykurovanej miestnosti a naopak. Celková účinnosť systému sa takto zvyšuje.

Obr. 6.78 Schéma systému Split (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie (1x vonkajšia jednotka a 1x vnútorná jednotka)



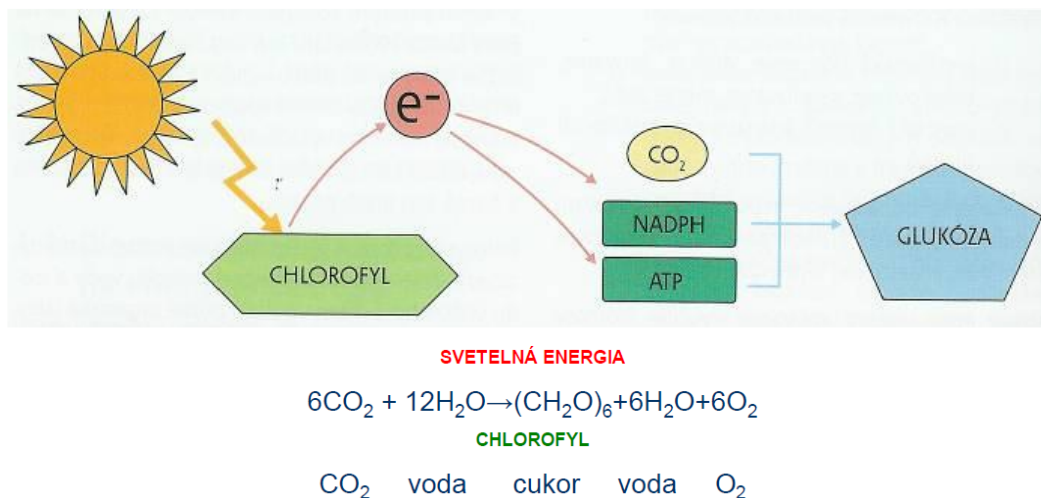
Obr. 6.79 Schéma systému VRV (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie



6.4 Biomasa

Organická hmota či už vo forme dreva, rastlín, alebo zvyškov nám dokáže poskytnúť všetky užitočné formy energie - elektrinu, teplo aj kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Biomasa je v podstate zakonzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Rastliny na svoj rast využívajú oxid uhličitý z atmosféry a vodu zo zeme, ktoré vďaka fotosyntéze pretvárajú na uhľovodíky – stavebné články biomasy. Slnečná energia, ktorá je hybnou silou fotosyntézy, je v skutočnosti uskladnená v chemických väzbách tohto organického materiálu. Pri spaľovaní biomasy opätovne získavame energiu uskladnenú v chemických väzbách. Kyslík zo vzduchu sa spája s uhlíkom v rastline pričom vzniká oxid uhličitý a voda. Tento proces je cyklicky uzatvorený, pretože vznikajúci oxid uhličitý je vstupnou látkou pre novú biomasu.

Obr. 6.80 Model fotosyntézy



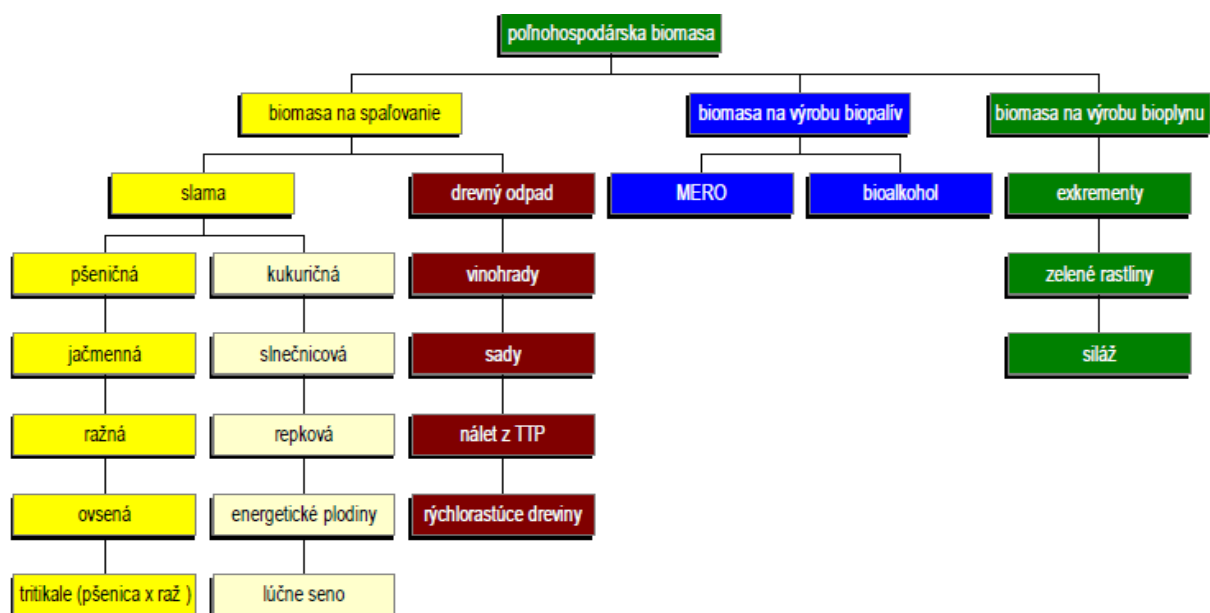
Rozdelenie biomasy podľa produkčného odvetvia

- poľnohospodárska biomasa:
 - fytomasa = obilná, repková, kukuričná slama. Konopa, odpady zo sadov a vinogradov, účelovo pestované energetické plodiny (vrba, topol, lásokavec, štiavec...),
 - zoomasa = živočíšne exkrementy,
- lesná biomasa (dendromasa) – palivové drevo, konáre, pne, korene, kôra, štiepka, rýchlorastúce dreviny:
 - odpady z drevospracujúceho priemyslu – odrezky, hobliny, piliny,
 - komunálny odpad – tuhý spáliteľný odpad, biologicky rozložiteľný odpad, skládkový plyn, kalový plyn.

6.4.1 Poľnohospodárska biomasa – fytomasa

Poľnohospodárska biomasa je všetka biomasa, ktorá sa vyprodukuje pri hospodárskej činnosti na poľnohospodárskej pôde, v prvovýrobe a pri spracovaní poľnohospodárskych produktov.

Obr. 6.81 Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy

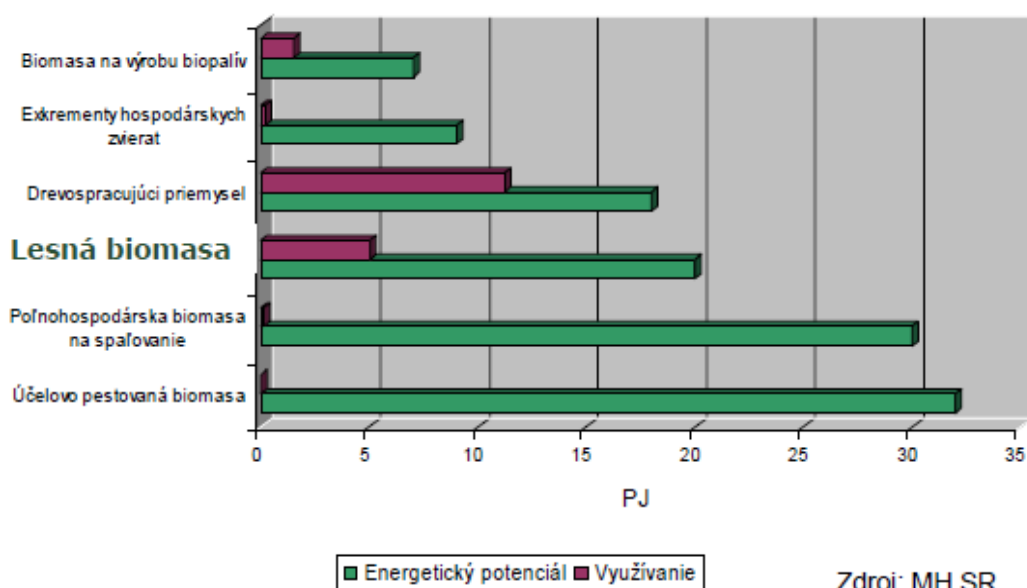


Zdroj: F. Vranay

6.4.2 Lesná biomasa – dendromasa

Významným zdrojom biomasy je biomasa z lesnej pôdy a z drevospracujúceho priemyslu. Najvýznamnejším lesohospodárskym podnikom na Slovensku sú Lesy Slovenskej Republiky, š.p., ktorý disponuje obrovským potenciálom biomasy vhodnej pre energetické účely. Z celkovej výmery pôdy SR 4 903 408 ha tvorí lesná pôda 2 002 129 ha, z toho 48 % obhospodarujú práve Lesy SR s potenciálom až 1 100 000 ton energetickej štiepky ročne.

Obr. 6.82 Energetický potenciál dendromasy a jej využívanie v SR



Zdroj: MH SR

6.4.3 Spôsoby konverzie biomasy na energiu

Biomasu je možné energeticky využiť viacerými spôsobmi (Obr. 6.83). V prvom stupni termochemická konverzia sa spaľovaním uvoľní chemicky viazaná solárna energia vo forme tepla, ktoré sa spravidla využije priamo na zásobovanie teplom. V druhom stupni sa transformuje na hodnotnejšiu konečnú energiu, plyn, kvapalné palivo, ...elektrinu, a pri kogenerácii sa odpadové teplo z tejto energetickej premeny využije na zásobovanie teplom.

Obr. 6.83 Spôsoby konverzie biomasy na energiu

Typ konverzie biomasy	Spôsob konverzie biomasy	Energetický výstup	Odpadový materiál alebo druhotná surovina
termochemická konverzia (suché procesy)	spaľovanie	teplo viazané na nosič	popol
	splyňovanie	generátorový plyn	dechtový olej, uhlíkaté palivo
	pyrolýza	generátorový plyn	dechtový olej, pevné horľavé zbytky
biochemická konverzia (mokré procesy)	anaeróbná fermentácia	bioplyn	fermentovaný substrát
	aeróbná fermentácia	teplo viazané na nosič	fermentovaný substrát
fyzikálno-chemická konverzia	esterifikácia bioolejov	metylester, biooleje	glycerín

6.4.4 Termochemická konverzia biomasy

Z prvotnej biomasy, z ktorej sa energia dá získať efektívne spaľovaním (kusové drevo, slama a iné odpady z poľnohospodárstva, lesného hospodárstva a drevospracujúceho priemyslu, účelne pestované energetické plodiny) alebo po úprave (štiepkovanie, peletovanie, briketovanie), sa zdá byť nerozumné nákladnou technológiou vyrábať bioplyn pre kombinovanú výrobu elektriny a tepla, ktorá je investične tiež dosť náročná. Z hadiska environmentálnej záťaže je však bioplyn výhodnejšou alternatívou.

6.4.5 Spaľovanie

Technológia spaľovania využíva niekoľko princípov spaľovania:

- spaľovanie na rošte,
- spaľovanie so spodným prívodom paliva,
- špeciálne horáky, horákové prevedenia ohniska, a
- spaľovanie vo fluidnej vrstve.

Spaľovacie zariadenia

Za spaľovacie zariadenia považujeme v prípade zdrojov pre vykurovanie lokálne zdroje – krby a pece, kotle pre ústredné vykurovanie rôznych prevedení, teplovodné a horúcovodné kotle pre lokálne centralizované systémy, parné kotle pre kogeneráciu tepla a elektriny.

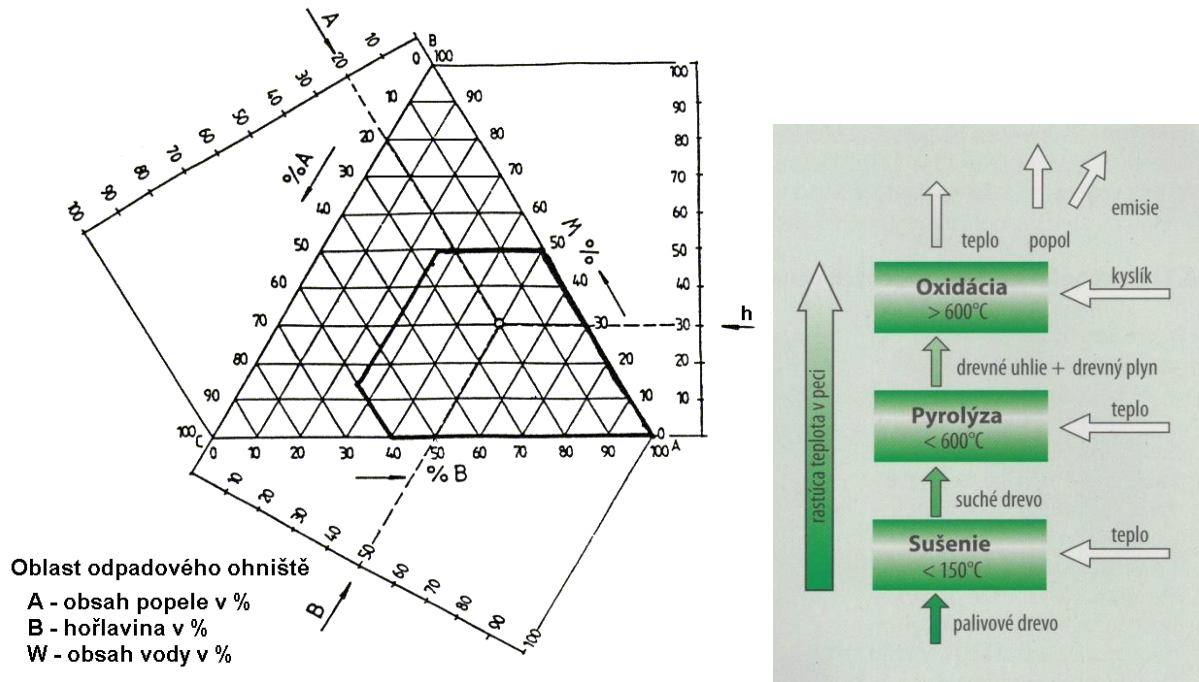
- pece, sporáky,
- krby a krbové pece,
- kachľové pece,
- kotle pre ústredné vykurovanie.

Proces spaľovania

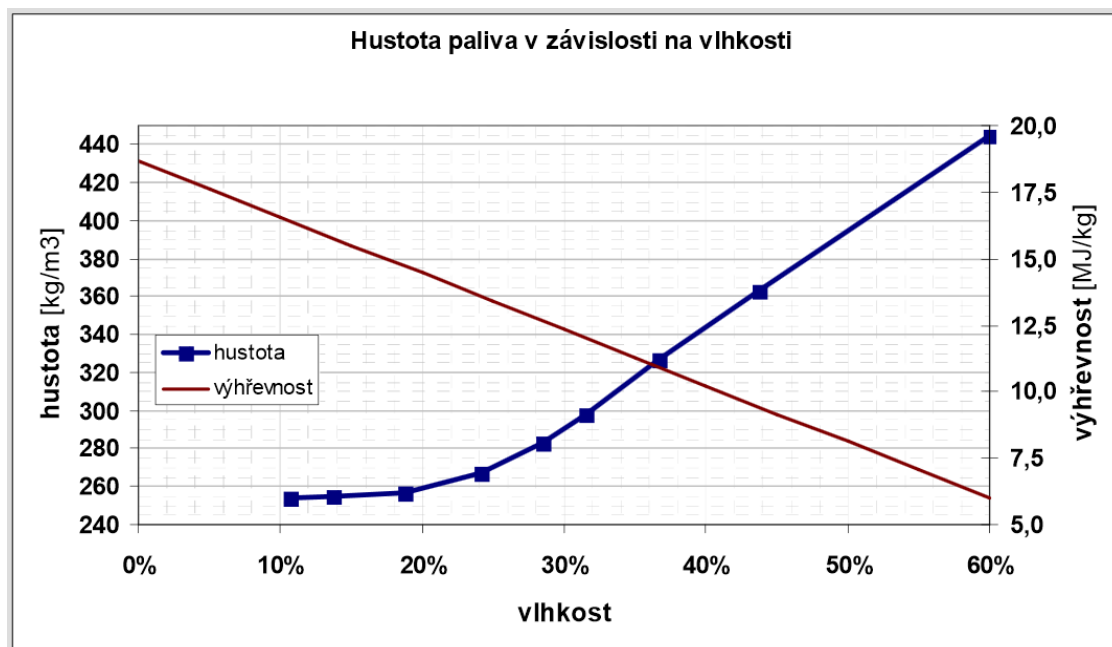
- spaľovaním získavame tepelnú energiu – teplo,
- dochádza tu k rozkladu organických látok v odpade najmä CO₂ a voda,
- základná výhoda značná redukcia pôvodného objemu,
- každé palivo je charakterizované: obsahom horľaviny „B“, obsahom popola „A“, obsahom vody „W“,

- palivo je schopné samostatne horieť iba ak platí: $A < 60\%$ $W < 50\%$ $B > 25\%$, pričom musí platiť $A + B + W = 100\%$.

Obr. 6.84 Proces spaľovania dreva



Obr. 6.85 Výhrevnosť paliva závislá od vlhkosti



Palivá na báze dreva a biomasy

Pre lepšiu manipuláciu s palivom, ktorého pôvod je drevo alebo rastlinná hmota, sa vyrábajú palivá vo forme:

- brikety z dreva alebo rastlinného pôvodu (valce alebo kvádre s priemerom cca 10 cm s dĺžkou cca 15-30 cm),
- drevené pelety (z rozdrveného dreva sa lisovaním vyrábajú granule – pelety s priemerom cca 0,5 cm a dĺžke cca 1,5 cm),
- drevná štiepka (z rozdrveného dreva štiepka o dĺžke cca 5-10 cm),
- slama vo forme balíkov sa dopravuje do spaľovacieho kotla.

Obr. 6.86 Palivá na báze biomasy – brikety, drevené pelety, drevná štiepka, slama



6.4.6 Splyňovanie

Spôsob úpravy biomasy na palivo vyššej kvality – horľavé plyny (vodík, oxid uhoľnatý, metán, ...). Proces prebieha pri nedokonalom (čiastočnom) horení. Vznikajúca zmes plynov sa využíva ako iné plynné palivo. Druhy splyňovacích procesov sa líšia podľa stavu splyňovacieho materiálu, prípadne podľa prúdu pevného materiálu a prúdu splyňovacieho média:

- spaľovanie na rošte,
- spaľovanie so spodným prívodom paliva,
- špeciálne horáky, horákové prevedenia ohnišťa, a
- spaľovanie vo fluidnej vrstve.

6.4.7 Pyrolýza

Pyrolýza (alebo tiež odplynenie) predstavuje tepelný rozklad organických materiálov za neprítomnosti splyňovacích médií, ako je kyslík, vzduch, oxid uhličitý, vodná para pri teplote 300 – 500 °C. Produktom je napr. drevné uhlie ktoré má dvojnásobnú energetickú hustotu, lepšie horenie, vyššiu teplotu horenia. Na 1 tonu drevného uhlia je potrebných cca 4 – 10 ton dreva.

6.4.8 Kachle na drevo

Kachle na drevo je voľne stojace zariadenie pre vykurovanie priestorov, v ktorom sa nachádzajú. Kachle odovzdávajú užitočnú tepelnú energiu radiáciou a konvekciou do okolia. Steny ohniska a krbu sú typicky vyrobené z ohňovzdorného materiálu. Niektoré kachle sú vybavené dverkami na vyberanie popola, zvyčajne s popolovou nádobou pod roštom. Iné takúto možnosť nemajú. Rýchlosť horenia dreva v kachliach sa riadi dodávkami primárneho spaľovacieho vzduchu. V mnohých kachliach je okno z priehľadného skla zabudované v predných dverách, čo prispieva nielen k estetike horenia dreva, odovzdávaniu tepla, ale poskytuje prevádzkovateľovi oveľa lepšiu možnosť nastaviť optimálne spaľovanie v kachliach.

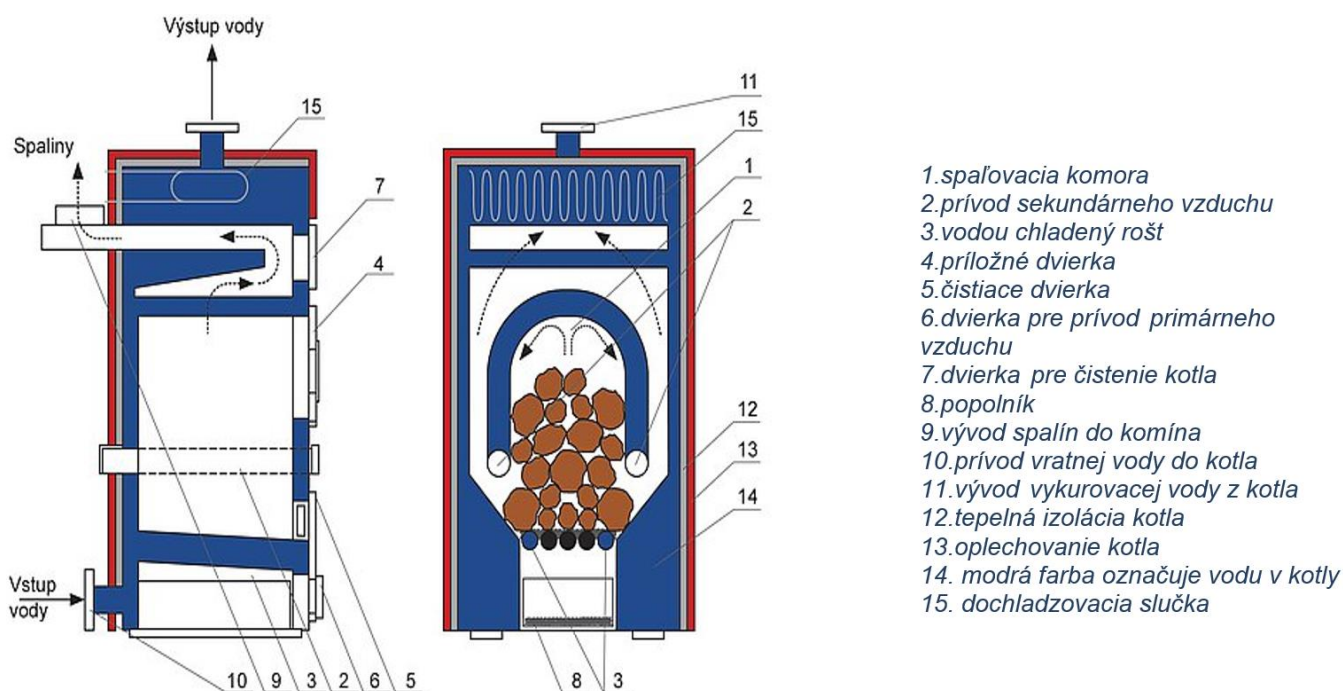
6.4.9 Kachle s akumuláciou tepla

Akumulačné kachle sú zhotovené z prefabrikovaných ťažkých kamenných dosiek, alebo čisto len z kameňa. Jedným z materiálov je mastenec ktorý je známy svojou ohňovzdornosťou a akumuláčnou schopnosťou. Počas spaľovania drevo horí veľkou rýchlosťou. Po dohorení sa nahromadené teplo ďalej uvoľňuje do prostredia počas 1-2 dní. Typické mastencové pece sú veľmi masívne a vážia od 700-3000 kg a preto môžu uskladniť veľa energie, ktorú pomaly uvoľnia do okolia. Ďalším typom kachľových akumuláčnych pecí sú keramické pece. Vyvinuté boli v roku 1700 ako prvé účinné drevo spaľujúce zariadenie vo Švédsku a používajú sa dodnes. Protiprúdny systém používaný v mastencových, alebo kachľových peciach slúži na odvedenie termálnej energie z horúcich spalín do stien kachlí. Krbová vložka je v podstate pec na drevo inštalovaná v existujúcom krbe. Teplo je transformované radiáciou, a to predovšetkým cez predné dvere od plameňa, stien komory a skla na predných dverách. Avšak najdôležitejší prenos tepla je prirodzenou alebo nútenou konvekciou. Otvorený kozub môžeme zmeniť na účinnejší tepelný spotrebič, a to práve inštalovaním krbovej vložky.

6.4.10 Kotle na spaľovanie kusového dreva alebo brikiet

Sú najjednoduchšie a najlacnejšie kotle pre domácnosti. Princíp takéhoto zariadenia je ilustrovaný na Obr. 6.87. Spaľovanie paliva prebieha v jeho celom objeme viac či menej v rovnakom čase ako v kachliach. Kotel je zvyčajne vybavený primárnym prívodom vzduchu pod roštom a sekundárnym prívodom vzduchu nad palivom. Horné dvierka slúžia na dávkovanie dreva a spodné slúžia ako otvor pre vyberanie popola. Tieto kotle využívajú prirodzený ťah. Emisie nespálených uhľovodíkov sú príliš vysoké ak sú kotly prevádzkované pri tlmených režimoch horenia, napríklad v jarnom a jesennom vykurovacom období.

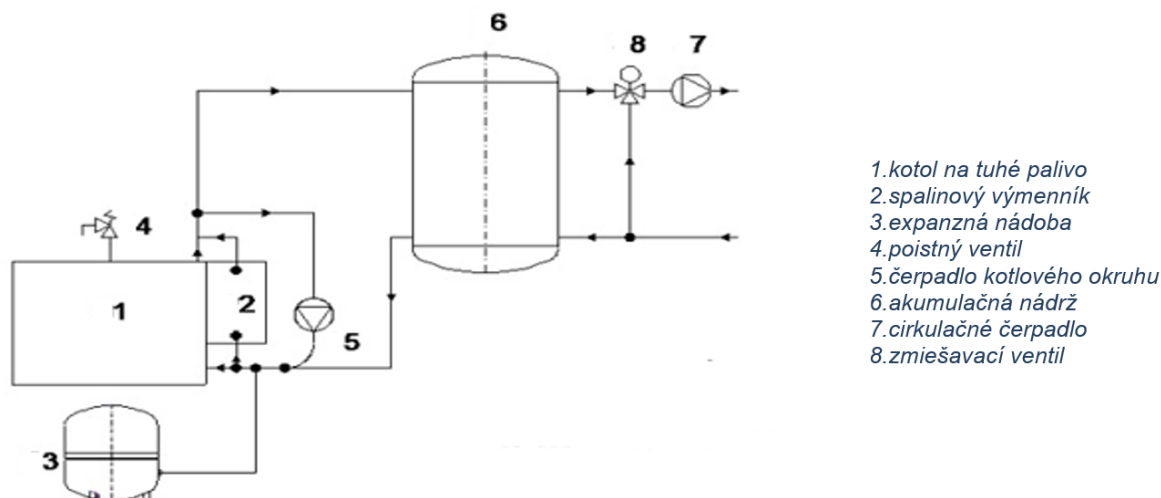
Obr. 6.87 Kotel na spaľovanie kusového dreva a brikiet



Ekologické a optimálne spaľovanie môžeme dosiahnuť len vtedy, ak kotel bude prevádzkovaný pri menovitom tepelnom výkone. Tieto kotly sú často napojené na zásobníky vody o objeme 1-5 m³ (Obr. 6.88). Teplá voda je vyrábaná tepelným výmenníkom v akumuláčnej nádrži. Toto umožňuje využiť menovitý výkon kotla a znížiť tak emisie zo spalín. V akumuláčnych nádržiach sa tiež často umiestňujú aj elektrické ohrievače. Týmto spôsobom je možné

kombinovať spaľovanie dreva s elektrickým vykurovaním. V mnohých krajinách EU je cena elektrickej energie pomerne nízka počas letnej sezóny, cez víkend a v noci, čo zvyšuje ekonomickú efektívnosť systému.

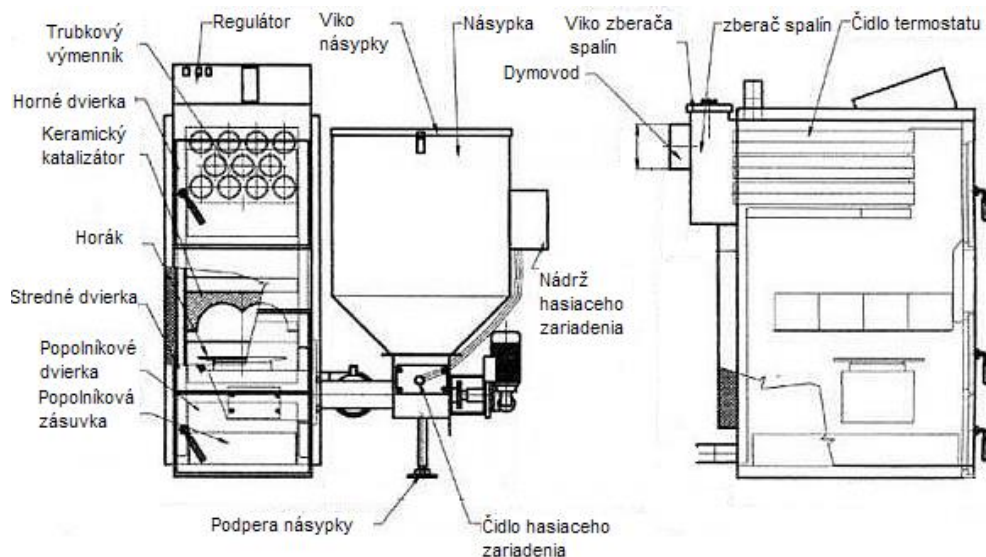
Obr. 6.88 Schéma zapojenia kotla na tuhé palivo s akumulácnou nádržou



6.4.11 Kotle na spaľovanie peliet s automatickým dávkovaním

Použitie drevených peliet na vykurovanie domácností je pomerne nový fenomén. Zariadenia na spaľovanie peliet boli vyvíjané od roku 1980. Ich spaľovanie v kotloch ústredného kúrenia má významný podiel na trhu s teplom v Rakúsku, Dánsku a Nemecku. Pelety ako palivo sú predmetom záujmu, pretože pri ich spaľovaní sa produkujú nízke hodnoty emisií. Kotle na pelety umožňujú nepretržité automatické spaľovanie paliva, kontrolu rýchlosti horenia a dodávky paliva šnekovým dopravníkom zo zásobníka. Niektoré kotly majú menšie zásobníky, ktoré sa dopĺňajú ručne, iné zase sú dopĺňané šnekom z veľkého skladiska peliet. Spaľovací vzduch je privádzaný elektrickým ventilátorom. Prevádzka kotla je zvyčajne riadená termostatom, alebo aquastatom v kotli.

Obr. 6.89 Schéma zapojenia kotla na pelety so zásobníkom



6.4.12 Výhody a nevýhody biomasy pri energetickom využití

Výhody biomasy

- Jednou z najväčších výhod biomasy je jej ľahká a lokálna dostupnosť. Odpadávajú náklady na dovoz zo zahraničia, čím sa znižuje aj konečná cena.
- Možnosti využitia odpadových materiálov z drevospracujúceho priemyslu (piliny, kôra, brúsny prach, odrezky, kusový odpad - ročne sa takto vyprodukuje 1,265 milióna ton odpadovej biomasy), lesníctva (odpad zo spracovania dreva preriedovaním lesov a ťažbou, konáre, pne, kôra), poľnohospodárstva (slama, zbytky plodín, odpady z viníc, ovocných sádov, hnojovica...).
- Výroba energeticky koncentrovanejších materiálov z drevnej odpadovej biomasy: brikety (valce 15 - 25 cm), štiepky (2 – 4 cm kúsky), pelety (granule cca do 1 cm), čím sa využije „bezpečný“ odpad.
- Väčšina druhov biomasy má vyššiu výhrevnosť ako hnedé uhlie.
- Len spaľovaním v súčasnosti na Slovensku málo využívannej slamy by sme mohli získať 1,6 mld kWh elektriny a 4,8 mld kWh tepelnej energie, čo sa rovná spotrebe v asi 380 000 domácnostiach.
- Veľká perspektíva z pohľadu zamestnanosti, rozvoja vidieka a pri prekonávaní krízy v poľnohospodárstve.

Nevýhody biomasy

- Využitie biopalív sa nepovažuje za ekologické za súčasných legislatívnych a trhových podmienok z dôvodu možnosti zneužitia poľnohospodárskych plôch len na energetické účely namiesto potravinárskej výroby kvôli vyšším ekonomickým ziskom.
- Pestovanie plošne rozsiahlych monokultúr energetických plodín nie je ekologicky prijateľné, ako aj ich mohutné hnojenie priemyselnými hnojivami.
- Holorubná ťažba je na Slovensku síce zakázaná, ale nadmerná ťažba dreva je reálnou hrozbou pre lesy. Preto je nevyhnutné prijať pravidlá udržateľného využívania biomasy pre energetické účely.
- Potreba skladovania z dôvodu sezónnosti produkcie.
- Potreba zabezpečenia dlhodobu spoľahlivej dodávky biomasy.
- Potreba sušenia účelovo pestovanej biomasy pred spracovaním na tuhé palivo.
- Vysoké vstupné náklady technologických zariadení.

Zoznam tabuliek

Tab. 6.1 Celková výroba z fotovoltického systému [kWh] – ročná bilancia - variant B

Tab. 6.2 Teplotné hodnoty bežne používaných chladív v TČ

Tab. 6.3 Výpočet vyprodukovaného množstva emisií CO₂ pri rôznych systémoch výroby tepla pri potrebe energie 100 kWh/m²

Tab. 6.4 Parametre prevádzky systému s tepelným čerpadlom voda/voda - v režime vykurovania, ohrevu vody a ohrevu bazéna

Zoznam obrázkov

Obr. 6.1 Toky energie zo slnka na zem

Obr. 6.2 Porovnanie energie dopadajúcej na zemský povrch zo Slnka s celosvetovou potrebou energie za rok a zásobami fosílnych palív

Obr. 6.3 Slnčné žiarenie dopadajúce na zemský povrch a prienik zemskou atmosférou

Obr. 6.4 Podiel žiarenia priameho a globálneho počas roka v našich zemepisných šírkach

Obr. 6.5 Spôsoby využívania slnečnej energie

Obr. 6.6 Uhol naklonenia slnečného modulu [5]

Obr. 6.7 Dopadajúce slnečné lúče na naklonenú plochu

Obr. 6.8 Ročné úhrny energie slnečného žiarenia v závislosti na sklone a orientácii kolektora

Obr. 6.9 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor plochý selektívny orientovaný na JUH so sklonom 45°

Obr. 6.10 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor trubicový vákuový orientovaný na JUH so sklonom 45°

Obr. 6.11 Schéma štruktúry premeny slnečnej energie na iné formy energie

Obr. 6.12 Funkcia a konštrukcia plochého selektívneho kolektora a jeho energetická bilancia

Obr. 6.13 Rozdelenie solárnych kolektorov

Obr. 6.14 Relatívne spektrálne rozdelenie solárneho žiarenia (povrchová teplota slnka cca 6000 °C, a teplota absorbéra cca 70 °C

Obr. 6.15 Prechod žiarenia podľa vlnovej dĺžky pre rôzne druhy materiálov: (slnečné žiarenie 0,4 – 1 μm) do kolektora sklo prepúšťa a tepelné žiarenie 4-20 μm y kolektora neprepúšťa

Obr. 6.16 Absorpcia rôznych povlakov absorbéra: Slnečné žiarenie pohlcuje, tepelné žiarenie emituje minimálne (vysoko selektívny povlak)

Obr. 6.17 Účinnosť kolektora ako funkcia rozdielu teplôt medzi absorbérom a okolím pri slnečnom žiarení 800, 400 a 200 W/m²

Obr. 6.18 Charakteristiky rôznych konštrukcií kolektorov

Obr. 6.19 Definícia plochy apertúry a obrysovej plochy solárnych kolektorov

Obr. 6.20 Ploché kolektory kvapalinové

Obr. 6.21 Bazénové absorbéry

Obr. 6.22 Ploché kolektory vzduchové

Obr. 6.23 Slnečné kolektory vákuové

Obr. 6.24 Slnečné kolektory vákuové s priamym prúdením a na princípe tepelnej trubice

Obr. 6.25 Vplyv zmeny uhla dopadu na výkon kolektora

Obr. 6.26 Porovnanie kolektorov (plochý a vákuový) - termovízne a grafické

Obr. 6.27 Porovnanie aplikácie kolektorov: a) na streche, b) súčasť strešnej krytiny, c) na konštrukcii

Obr. 6.28 Otvorený (a) a uzatvorený (b) kolektorový okruh

Obr. 6.29 Kolektorový okruh s prirodzenou cirkuláciou (a) a s nútenou cirkuláciou (b)

Obr. 6.30 Monovalentný systém

Obr. 6.31 Bivalentný systém

Obr. 6.32 Trivalentný systém

Obr. 6.33 Hlavné prvky systému solárnych kolektorov (a – kolektor, b-výmenník tepla, c-čerpadlo, d-expanzná nádoba, e-zásobník)

Obr. 6.34 Parametre pre výpočet potreby tepla na ohrev teplej vody

Obr. 6.35 Systém ohrevu bazénovej vody (kolektorový okruh a- otvorený b- uzatvorený)

Obr. 6.36 Straty tepla z hladiny bazéna počítané na plochu 1m² za deň pri rôznych teplotách vody a zakrytia bazéna mimo prevádzky

- Obr. 6.37 Systém vykurovania, potreba tepla na vykurovanie v priebehu roka pre objekt s tepelnou stratou 1 kW
- Obr. 6.38 Systém ohrevu teplej vody + podpora vykurovania + ohrev exteriérového bazéna (zadanie, priebehy a výsledná bilancia)
- Obr. 6.39 Rozdelenie zásobníkov podľa spôsobu akumulovanej energie
- Obr. 6.40 Porovnanie zásobníka s rozvrstvením teploty vody a bez rozvrstvenia
- Obr. 6.41 Porovnanie rôznych typov zásobníkov tepla
- Obr. 6.42 Schéma premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu
- Obr. 6.43 Schéma autonómneho fotovoltaického systému
- Obr. 6.44 Schéma priameho pripojenia fotovoltaického systému do rozvodnej siete
- Obr. 6.45 Schéma hybridného fotovoltaického systému
- Obr. 6.46 Spôsoby začlenenia fotovoltaických prvkov do budov
- Obr. 6.47 Jednoosový sledovací systém
- Obr. 6.48 Dvojosový sledovací systém
- Obr. 6.49 Solárny azimut – variant A
- Obr. 6.50 Mesačné priemery – Odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] – variant A
- Obr. 6.51 Profil priemernej hodinovej výroby – odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] - variant A
- Obr. 6.52 Profil priemernej hodinovej výroby v jednotlivých mesiacoch – Odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh]
- Obr. 6.53 Schéma zapojenia fotovoltaického systému bez akumulácie elektrickej energie
- Obr. 6.54 Spôsob inštalácie fotovoltaických panelov na hliníkové profily – detail uchytenia
- Obr. 6.55 Spôsob inštalácie fotovoltaických panelov na hliníkové profily - uchytené na strešných hákoch - variant A
- Obr. 6.56 Inštalácia fotovoltaického systému – variant A
- Obr. 6.57 Celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] – ročná bilancia - variant A
- Obr. 6.58 Solárny azimut – variant B
- Obr. 6.59 Mesačné priemery – Odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] – variant B
- Obr. 6.60 Profil priemernej hodinovej výroby – odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh] - variant B
- Obr. 6.61 Profil priemernej hodinovej výroby v jednotlivých mesiacoch – Odhadovaná celková výroba z fotovoltaického systému [kWh]
- Obr. 6.62 Schéma zapojenia fotovoltaického systému s akumuláciou elektrickej energie
- Obr. 6.63 Inštalácia fotovoltaického systému – variant B
- Obr. 6.64 Výroba elektrickej energie z fotovoltaického systému za rok 2019
- Obr. 6.65 Priebeh spotreby danej domácnosti za rok 2019
- Obr. 6.66 Priebeh hodnoty SOC za rok 2019
- Obr. 6.67 Princíp kompresorového tepelného čerpadla
- Obr. 6.68 Princíp funkcie tepelného čerpadla s definovaním stavov chladiacej zmesi
- Obr. 6.69 Celoročný priebeh hodnoty COP pri prevádzke TČ poháňaného elektromotorom (voda/voda) pri rôznych druhoch vykurovania počas vykurovacej sezóny
- Obr. 6.70 Schéma zapojenia tepelného čerpadla voda/voda v systéme výroby tepla pre vykurovanie v bivalentnom zapojení
- Obr. 6.71 Spotreba primárnej energie pri rôznych systémoch transformácie tepla
- Obr. 6.72 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom a záložným zdrojom v bivalentnej prevádzke
- Obr. 6.73 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri monovalentnej prevádzke
- Obr. 6.74 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri bivalentnej prevádzke so záložným zdrojom
- Obr. 6.75 Spôsob odberu tepla pri zemných kolektoroch
- Obr. 6.76 Spôsob odberu tepla pri primárnom zdroji voda
- Obr. 6.77 Spôsob odberu tepla pri vonkajšom prevedení vzduch / voda
- Obr. 6.78 Schéma systému Split (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie (1x vonkajšia jednotka a 1x vnútorná jednotka)

- Obr. 6.79 Schéma systému VRV (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie
- Obr. 6.80 Model fotosyntézy
- Obr. 6.81 Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy
- Obr. 6.82 Energetický potenciál dendromasy a jej využívanie v SR
- Obr. 6.83 Spôsoby konverzie biomasy na energiu
- Obr. 6.84 Proces spaľovania dreva
- Obr. 6.85 Výhrevnosť paliva závislá od vlhkosti
- Obr. 6.86 Palivá na báze biomasy – brikety, drevné pelety, drevná štiepka, slama
- Obr. 6.87 Kotol na spaľovanie kusového dreva a brikiet
- Obr. 6.88 Schéma zapojenia kotla na tuhé palivo s akumuláčnou nádržou
- Obr. 6.89 Schéma zapojenia kotla na pelety so zásobníkom

Zoznam literatúry

- BRESTOVIČ, T.: Možnosti využitia fotovoltaických článkov na výrobu elektrickej energie. In. ASB: Architektúra, Stavebníctvo, Biznis. (2008). Dostupné na internete: <http://www.asb.sk/tzb/energie/moznosti-vyuzitia-fotovoltickych-clankov-na-vyrobu-elektrickej-energie-1669.html>
- CENKA, M. a kol.: Obnoviteľné zdroje energie, 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9
- MASTERS, G. M.: Renewable and Efficient Electric Power Systems. Stanford University, A John Wiley & Sons, Inc., publication, s. 676
- BRESTOVIČ, T.: Možnosti využitia fotovoltaických článkov na výrobu elektrickej energie. In. ASB: Architektúra, Stavebníctvo, Biznis. (2008). Dostupné na internete: <http://www.asb.sk/tzb/energie/moznosti-vyuzitia-fotovoltickych-clankov-na-vyrobu-elektrickej-energie-1669.html>
- HULD, T. et al.: Mapping the performance of PV modules, effects of module type and data averaging. In: Solar Energy 84, 2010, s. 324–338
- HULD, T. et al.: Estimating average day time and daily temperature profiles within Europe. In: Environmental Modelling & Software 21, 2006, s. 1650-1661
- LACKO, M.: Výkonové polovodičové meniče pre obnoviteľné zdroje energie. Písomná práca k dizertačnej skúške. 2006. s. 45
- MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M.: Fotovoltaika – elektrina ze slunce, 2007. 81 s. ISBN 987-80-7366-100-7
- MURTINGER, K., TRUXA, J.: Solární energie pro váš dům, 2006. 92 s. ISBN 80-7366-076-8
- Planning & Installing Photovoltaic Systems. A guide for installers, architects and engineers. 2008. s. 402. ISBN-13: 978-1-84407-442-6
- RADOSAVLJEVIĆ, J., ĐORĐEVIĆ, A.: Defining of the intensity of solar radiation on horizontal and oblique surfaces on earth. Facta universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection Vol. 2, No 1, 2001, s. 77 – 86
- RADOSAVLJEVIĆ, J., PAVLOVIĆ, T., PETROVIĆ, D.: The influence of direct capture of solar radiation on the heat gain in rooms. In: Facta universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology Vol. 2, No 3, 2001, s. 131 – 139
- SHENCK, N.: PV Power Systems. In: PV Theory II, s. 5
- SRDEČNÝ, K.: Energeticky soběstačný dům – realita či fikce? Era group, Brno, 2007. s 104. ISBN 80-7366-052-0
- SZOKOLAY, S. V.: Solar Geometry. Passive and Low Energy Architecture International. DesignTool and Techniques. 2007, s. 47, ISBN 0 86766 634 4
- <http://www.seps.sk/zp/fond/2002/slnko/slnko.html>
- <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#fv>
- <http://www.ezos.sk/fotovoltaika.html>
- <http://www.solartec.cz/cs/fv-systemy/o-fotovoltaice/fotovoltaika.html>
- <http://www.solar-tracking.it/>
- http://sk.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaický_článok
- <http://www.solarne-panely.sk/slnko.html>
- <http://www.skrea.sk/>
- http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/PVcalchelp_en.html



BUDOVY NA BÝVANIE | prípadové štúdie

Projektový tím

7

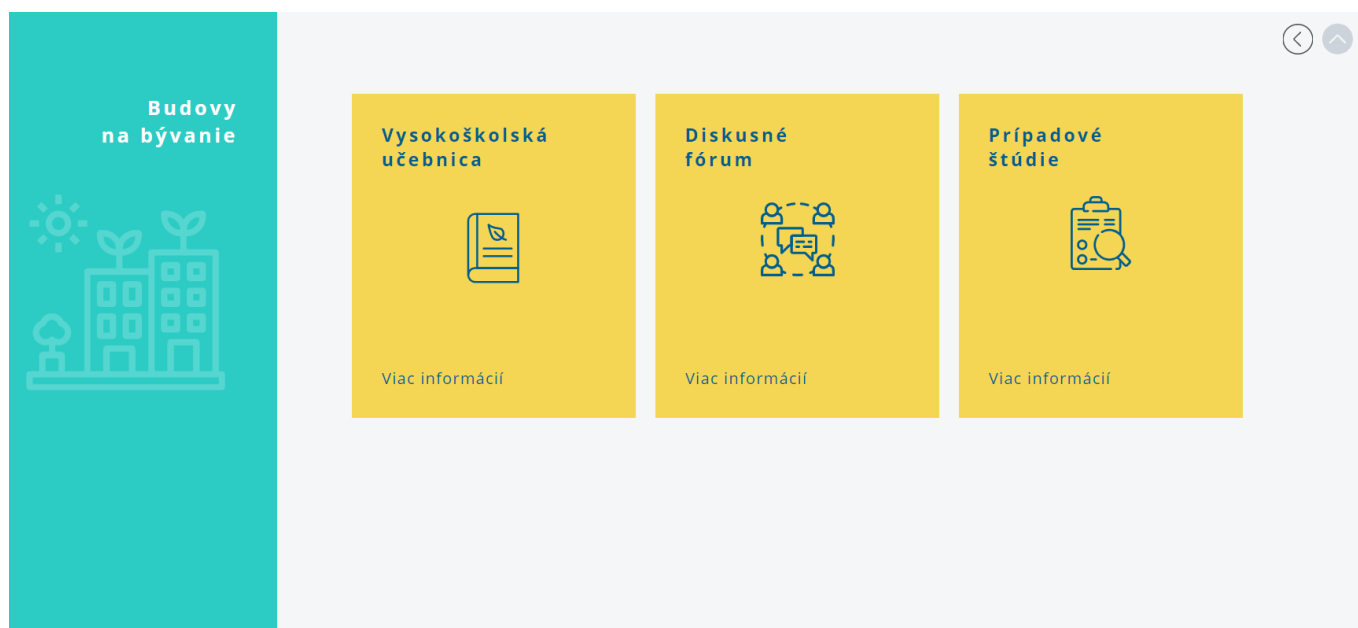
BUDOVY NA BÝVANIE | prípadové štúdie

Pre prístup k prípadovým štúdiám využite QR kód (Obr. 7.1) alebo internetový odkaz (Obr. 7.2), ktoré Vás priamo presmerujú na webovú podstránku projektu KEGA, ktorá je obsahovo orientovaná na Budovy na bývanie. Okrem samotných prípadových štúdií nájdete na tomto mieste aj elektronickú verziu vysokoškolskej učebnice a videozáznam z diskusného fóra.

Obr. 7.1 QR kód pre prístup na internetovú podstránku projektu KEGA



Obr. 7.2 Internetová podstránka projektu KEGA



Poznámka: Kliknite na obrázok pre presmerovanie na internetovú podstránku projektu KEGA.

Projektovanie budov vo svete udržateľných miest

BUDOVOY NA BÝVANIE

Vydavateľ:	Technická univerzita v Košiciach Stavebná fakulta Vysokoškolská 4, 042 00 Košice
Editor:	Ing. Martin Kováč, PhD.
Autori:	prof. Ing. Zuzana Vranayová, CSc., Ing. Martin Kováč, PhD., doc. Ing. Danica Košičanová, PhD., doc. Ing. Silvia Vilčeková, PhD., doc. Ing. Anna Sedláková, PhD., doc. Ing. Peter Kapalo, PhD., Ing. arch. Dušan Burák, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Ing. Eva Krídllová Burdová, PhD., Ing. arch. Zuzana Miňová, PhD., Ing. František Vranay, PhD., Ing. Richard Nagy, PhD., Ing. Gabriel Markovič, PhD., Ing. Marek Kušnír, PhD.
Recenzenti:	prof. Ing. Boris Bielek, PhD., prof. Ing. Dušan Katunský, CSc., doc. Ing. Jana Peráčková, PhD.
Rok:	2020
Vydanie:	prvé
Počet strán:	491
Obálka a grafická úprava:	Martin Kováč

ISBN 978-80-553-3873-6

