



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. Oblíbené 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.

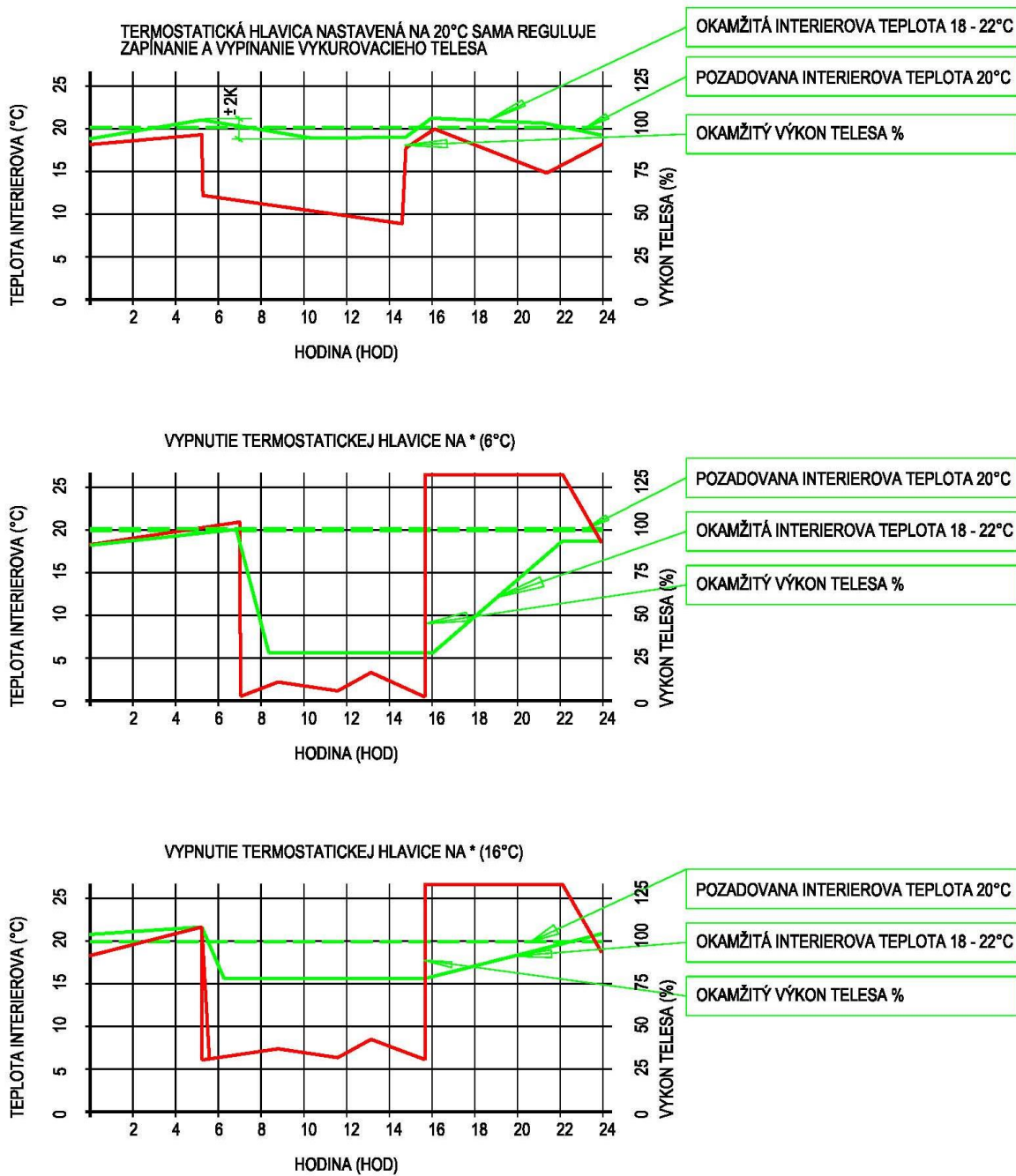
Výpočtový postup pre zjednodušenú výpočtovú metódu (aplikácia na rodinné domy, menšie bytové jednotky)

- 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 hlavicom. 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 interierovej pohody ako priebežne udržiavaná teplota (prvý graf). Zároveň v druhom grafe vidíme, že aj pri extrémnom výkone vykurovacieho telesa je interierová 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 navrhujeme 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 strojomni 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 BUDOVI 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, doplníme naviac ku +++ výmeníky tepla, vyrovnávacie nádrže, hodnotíme to ako jednoduché zapojenie

+ zdroj tepla je vhodný, doplníme naviac 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. Navyše 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 udržuje koberec 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 teplotonosného 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.

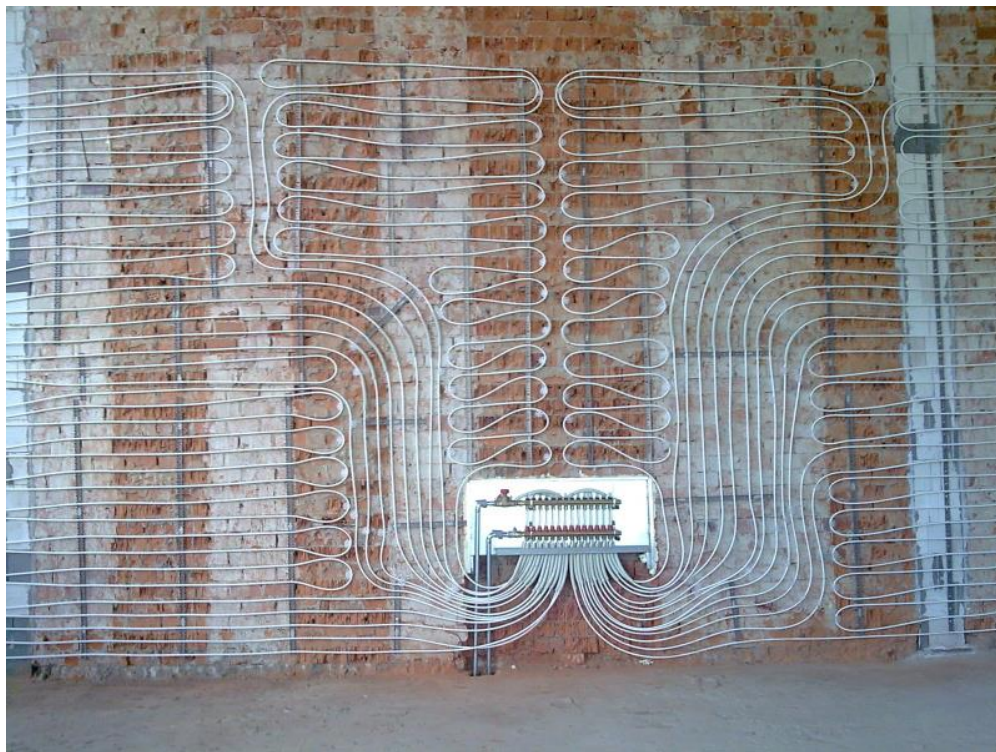
Výhodou podlahového vykurovania je rovnomerné rozloženie teplôt po výške miestnosti, minimalizuje sa cirkulácia vzduchu a s tým spojené vírenie prachu, čo je vhodné najmä pre osoby trpiace alergiami. Nevýhodou systému s podlahovým vykurovaním je jeho tepelná zotrvačnosť pohybujúca sa v rozmedzí 2 – 3 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), požiadavka na zabránenie orosovaniu obvodových stien a požiadavka 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.

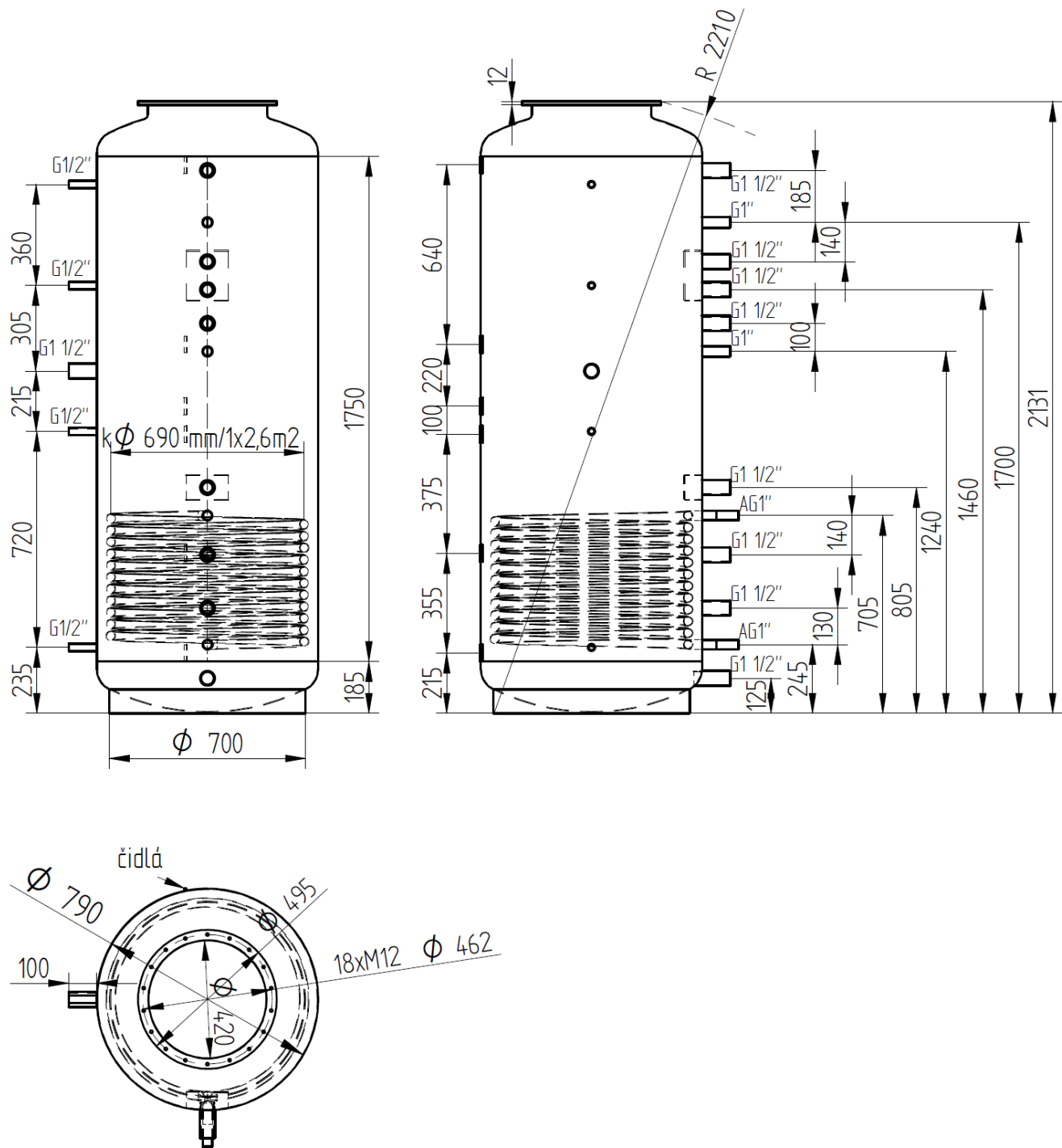
Obr. 2.4 Akumulácia nádobu s integrovaným ohrievačom vody



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>

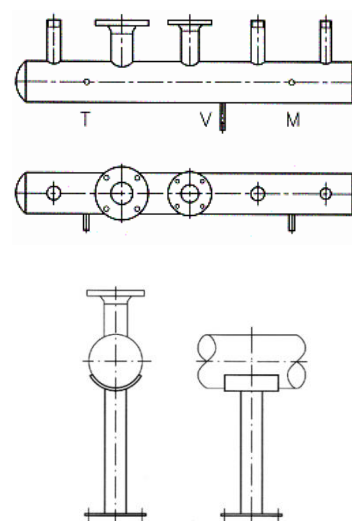
Rozdeľovač/zberač

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

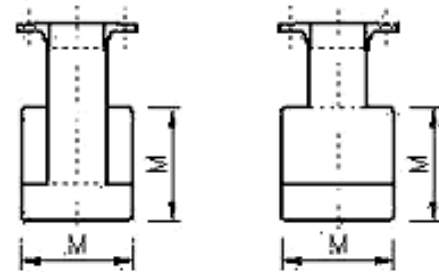
Závesný kotol (45 kW), zdroj pre vykurovacie okruhy:

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

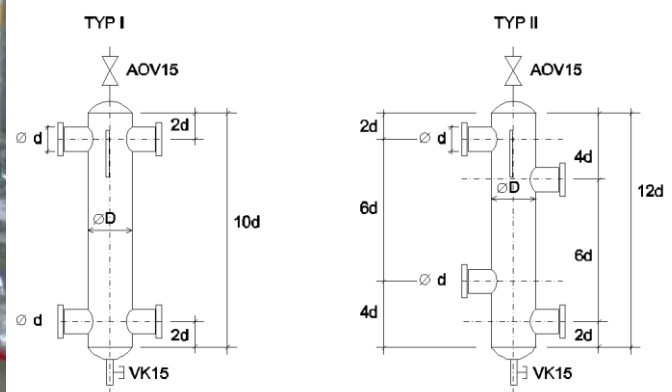


Poznámka: Horná komora je rozdeľovač a spodná komora je zberač.

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>

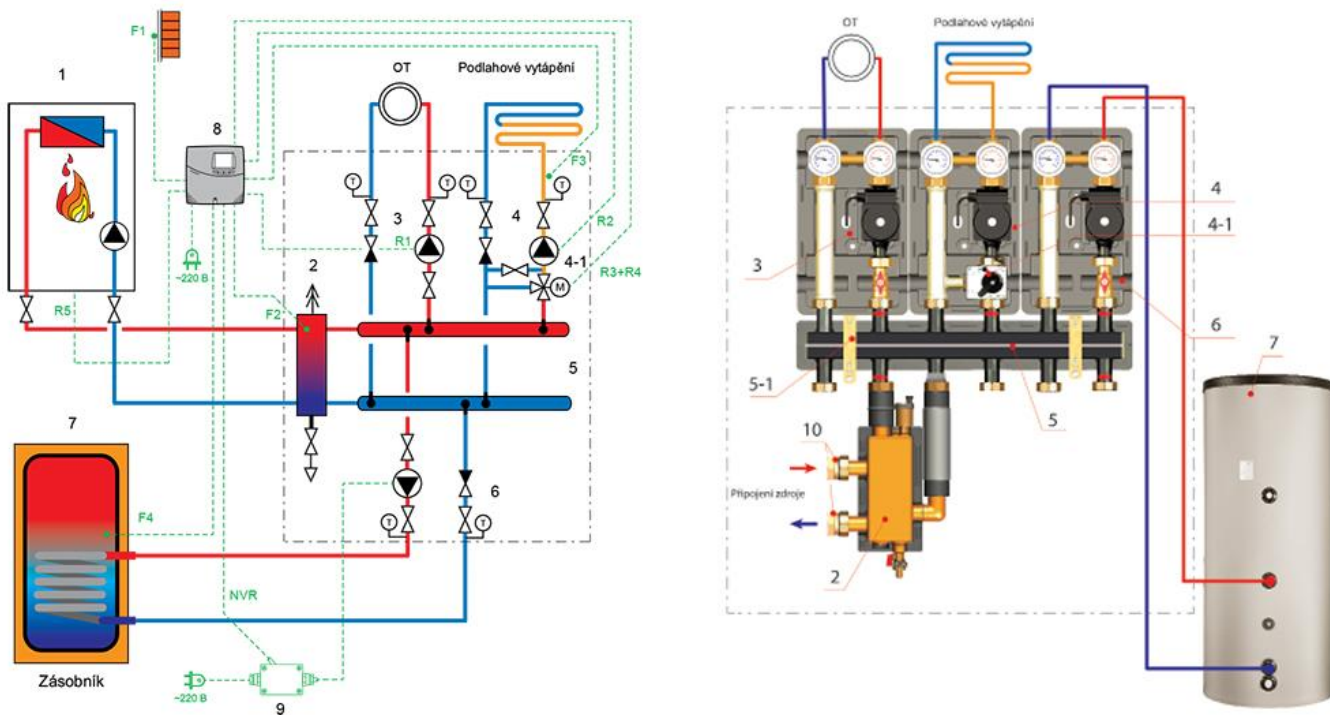
Čerpadlové skupiny

Sú to prvky vykurovacieho systému, ktoré sa v posledných rokoch používajú pri kompletizovaní kotolní v rodinných domoch aj v bytových domoch. Umožňujú rozdelenie veľkého výkonu zdroja tepla na viac okruhov, ktoré sa navrhujú za účelom zónovania systému (každá zóna je ucelený systém vykurovacieho okruhu pre napríklad severnú, či južnú fasádu), za účelom zónovania kvôli prevádzke (rôzny časový či teplotný režim využívania priestoru, v bytovom dome to môžu predstavovať priestory polyfunkcie, teda obchody, krajčírstvo, kaderníctvo, fitness a podoba), alebo kvôli vlastníckym vzťahom a ľahkému rozúčtovaniu spotreby tepla (čo môže nastať nie len v bytovom dome, ale aj v dvojgeneračnom rodinnom dome). Tieto čerpadlové skupiny sa osadzujú na rozdeľovače/zberače (kompaktné, či rúrové) a sprehladňujú vykurovací systém.

Čerpadlové skupiny sú určené pre jednoduchú a rýchlu montáž s ohľadom na úsporu miesta a elegantný vzhľad. Obsahujú základné komponenty nutné v každom vykurovacom systéme, ako sú obehové čerpadlo, uzatváracie ventily, teplomery, termostatické alebo elektricky riadené ventily atď. Všetko je usporiadané prehľadne a osadené do tepelnej izolácie.

Čerpadlové skupiny sa vyrábajú s dimenziou DN 20, DN 25, DN 32, pre väčšie dimenzie je potrebné samostatne navrhnuť každý prvok samostatne. Čerpadlové skupiny môžu byť so zmiešavaním na požadovanú teplotu (napríklad pre podlahové vykurovanie) alebo so zmiešavaním v dôsledku uzatvárania termostatických ventilov (okruhu s vykurovacími telesami) alebo bez zmiešavania (na okruhy, kde potrebujeme čo najvyššiu teplotu, neregulovanú, pre napojenie vzduchotechniky, alebo na okruh prípravy teplej vody).

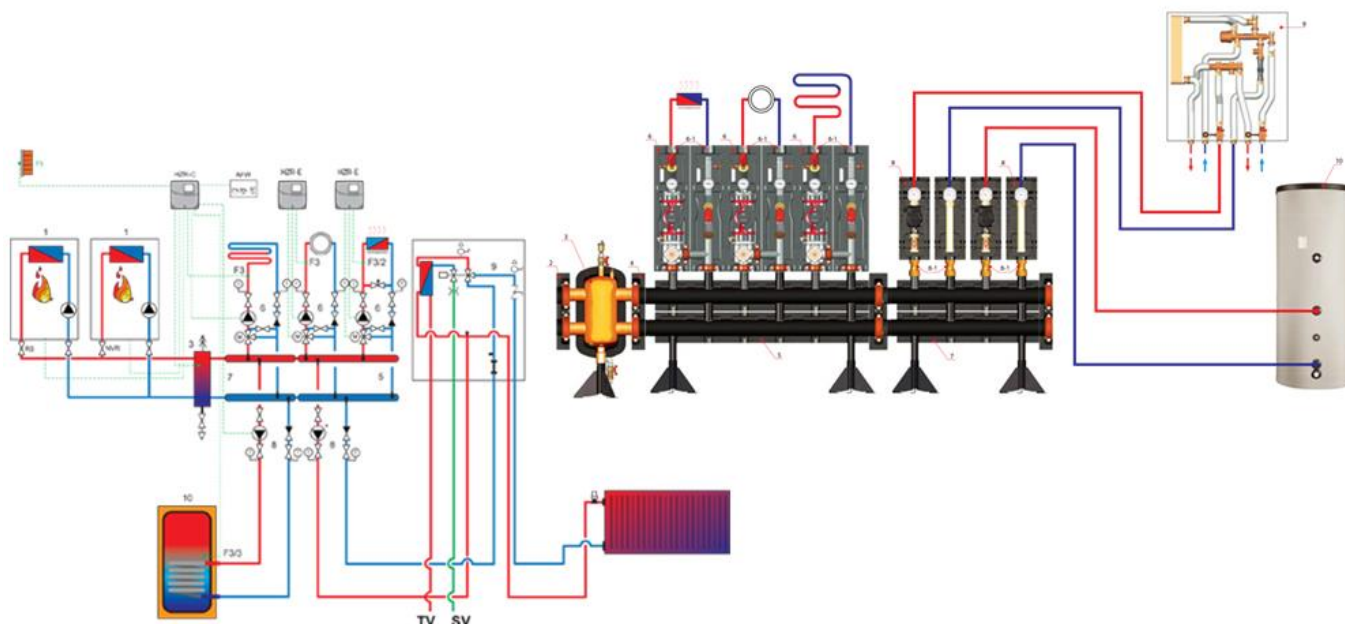
Obr. 2.9 Čerpadlové skupiny v rodinnom dome



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: www.cerpadloveskupiny.cz

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 plastliníkové 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 inštalačnej 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.

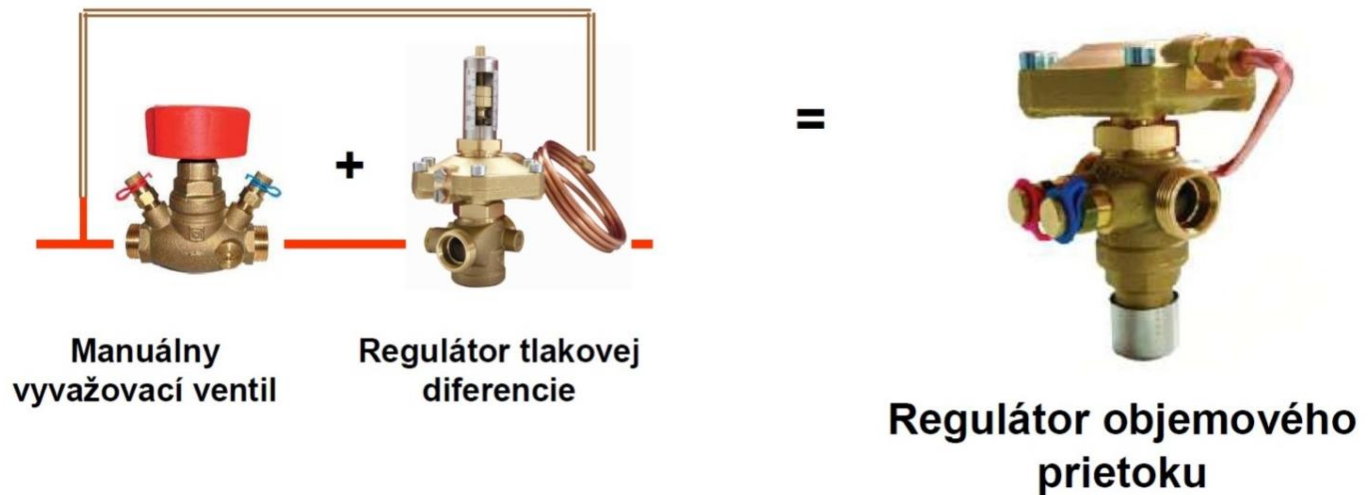
2.4 Hydraulika vykurovacích systémov

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.

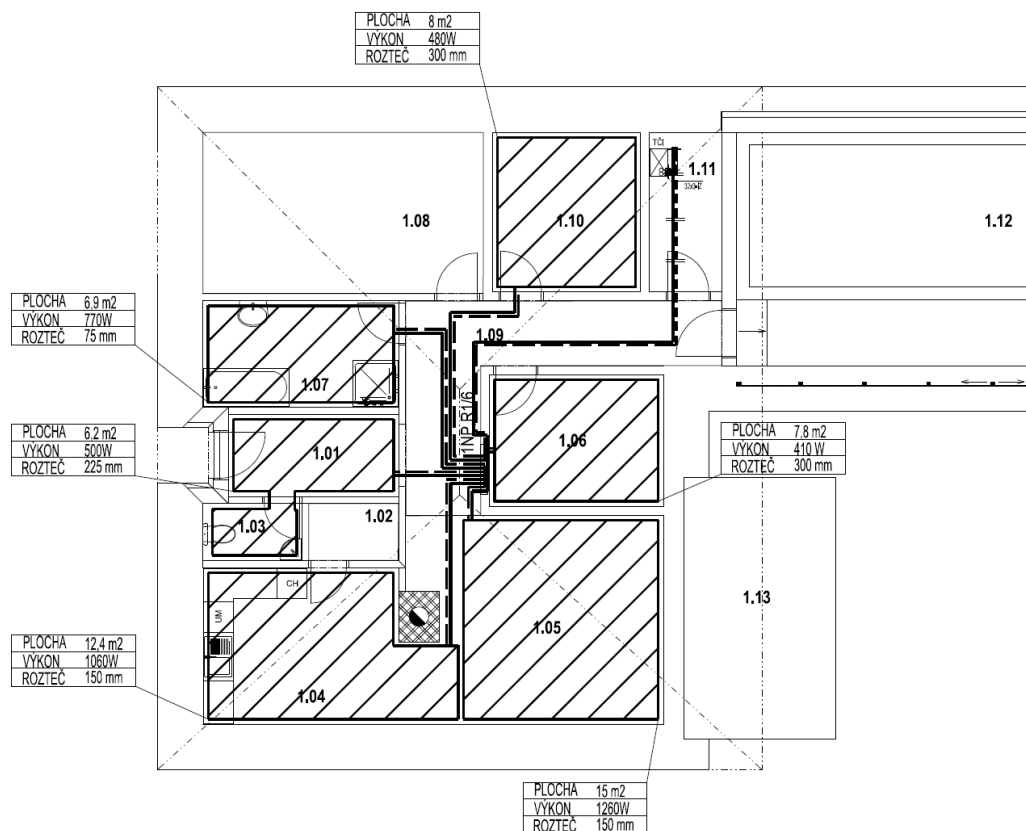


Poznámka: Regulátor objemového prietoku plní funkciu manuálneho vyvažovacieho ventilu v sústave s konštantným prietokom, tzn. udržiava nastavený požadovaný prietok média do systému za ním. Vzhľadom k tomu, že je osadený v dynamickej sústave, túto svoju funkciu, udržiavať konštantný prietok, plní na základe 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

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			

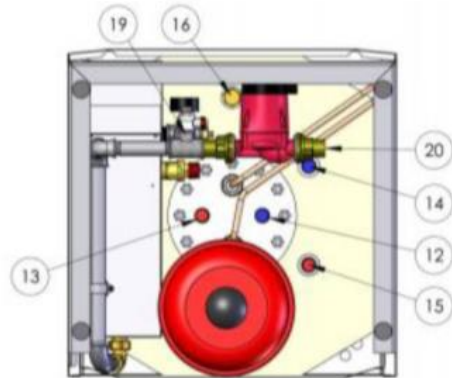
LEGENDA UK

	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

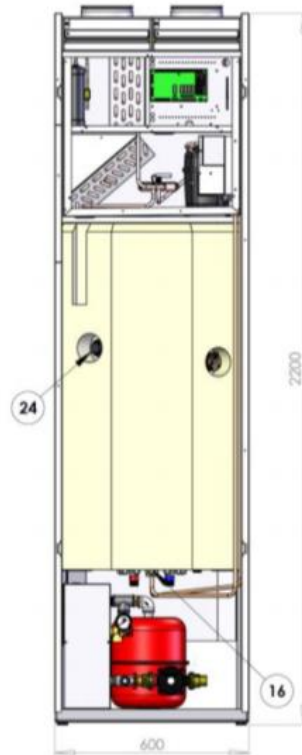
Poznámka: Objekt je jednopodlažný, bez suterénu. Primárnym zdrojom tepla je kompaktná vetracia jednotka NILAN VP18K EK9 WT. Zdroj zabezpečuje prípravu tepla potrebného na vykurovanie, prípravu teplej vody, a chladu na chladenie. Teplotný spád je 45/30 °C pre celý objekt. V kotolni nie je možné osadiť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



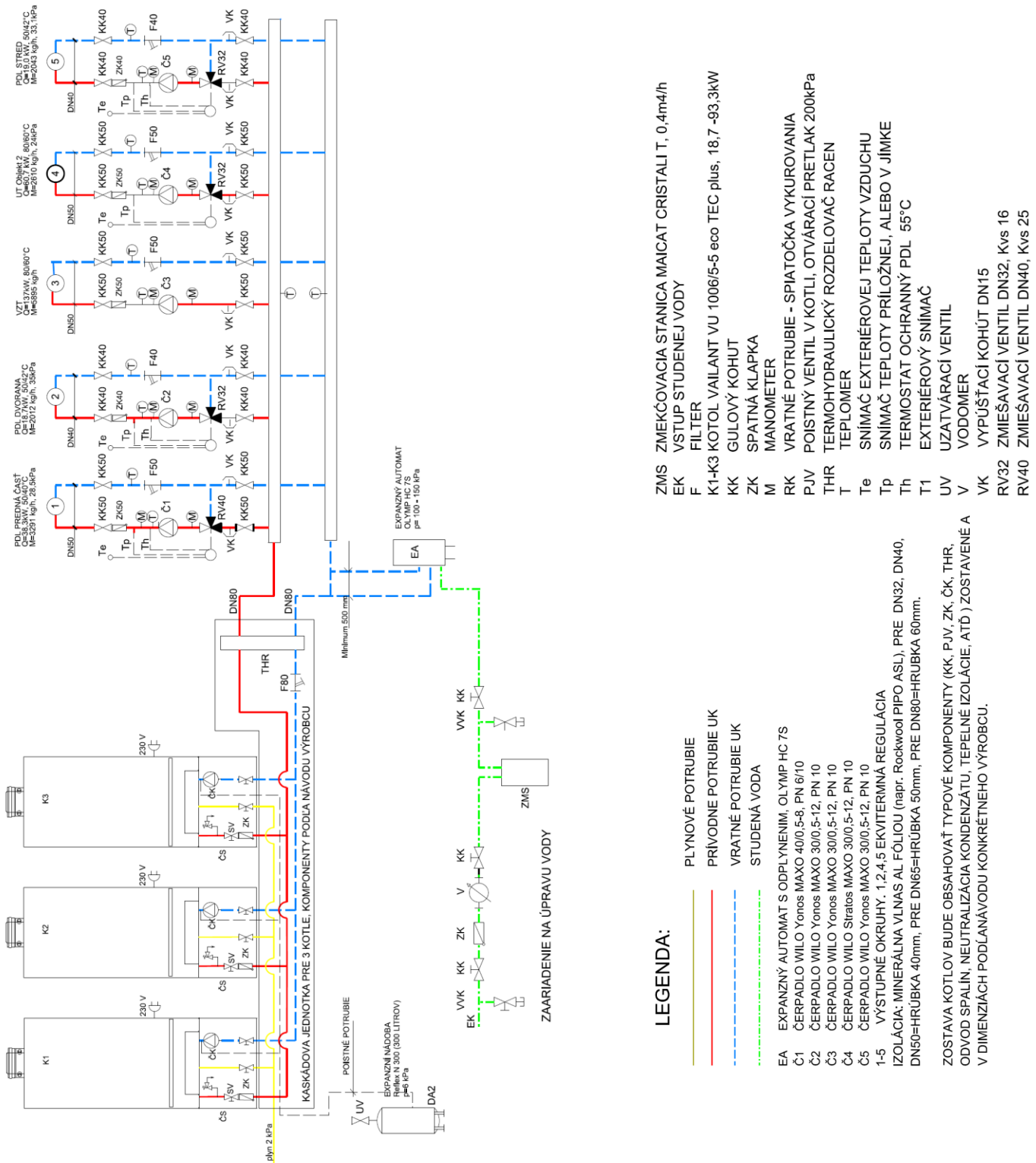
- 12) studená voda 3/4"
- 13) teplá voda 3/4"
- 14) zpátečka WT 3/4"
- 15) prívod WT 3/4"
- 16) cirkulace 3/4"
- 19) prívod topné vody 3/4"
- 20) zpátečka topné vody 3/4"
- 24) ochranná anoda



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. Dosiachnutie 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],
Q_{ais}	teplota vzduchu v susednej miestnosti [°C],
Q_{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}	oslnený 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:

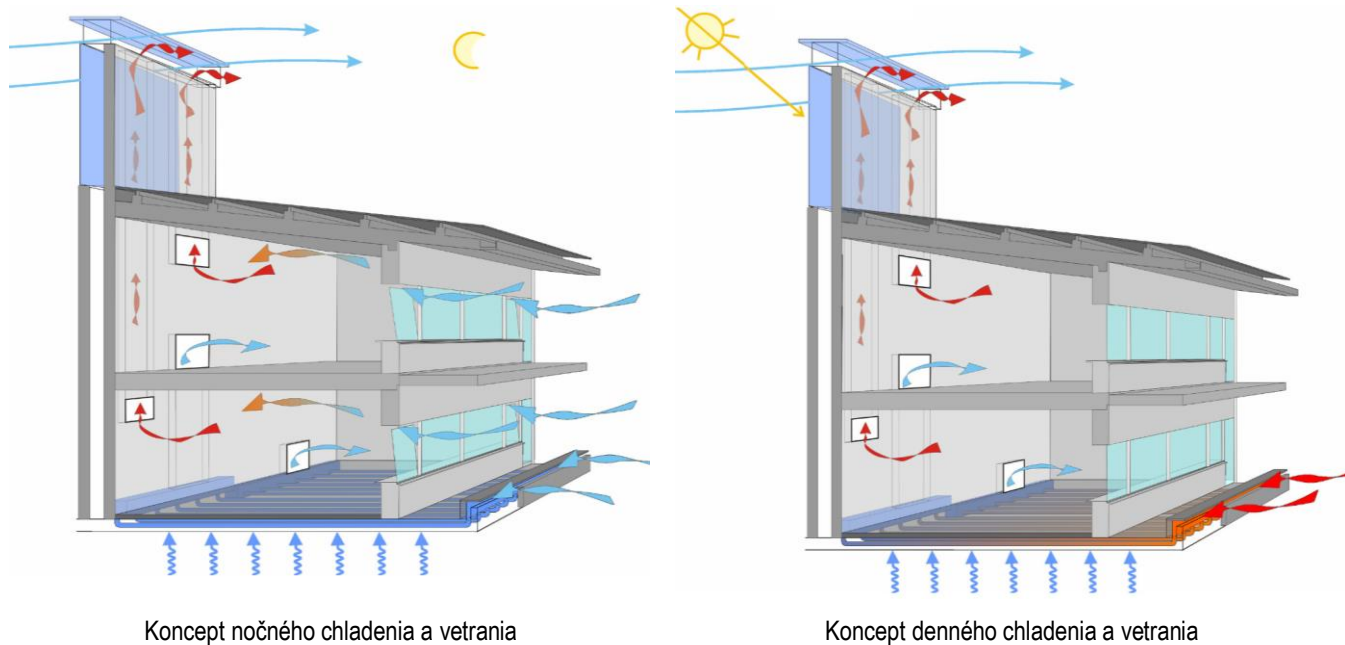
- nestrojný.
- strojný.

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



Koncept nočného chladienia a vetrania

Koncept denného chladienia a vetrania

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.

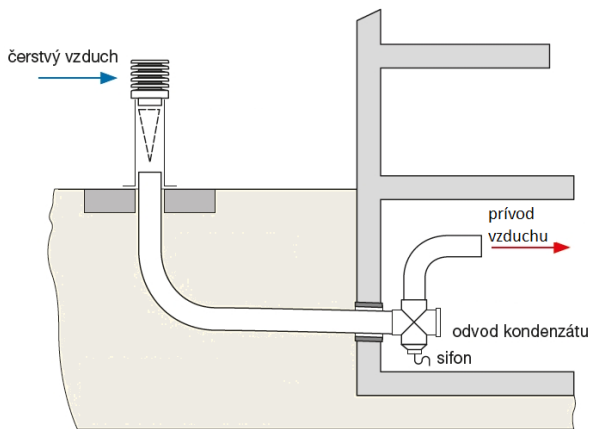
Zdroj: © Transsolar; <https://www.german-architects.com/en/transsolar-klimaengineering-stuttgart/project/lycee-charles-de-gaulle>; <http://www.carboun.com/sustainable-design/a-damascus-school-revives-traditional-cooling-techniques/>

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.

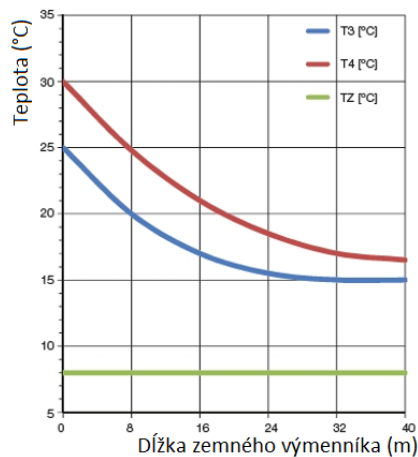
Menej používaným systémom v našich podmienkach je systém využívajúci chladienie vzduchu zemným výmenníkom. Zemný vzduchový výmenník je možné využívať v letnej aj zimnej prevádzke. Pri navrhovaní tohto systému je potrebné uvažovať s kondenzáciou vodných pár v zemnom výmenníku. Rúry tvoriace zemný výmenník 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

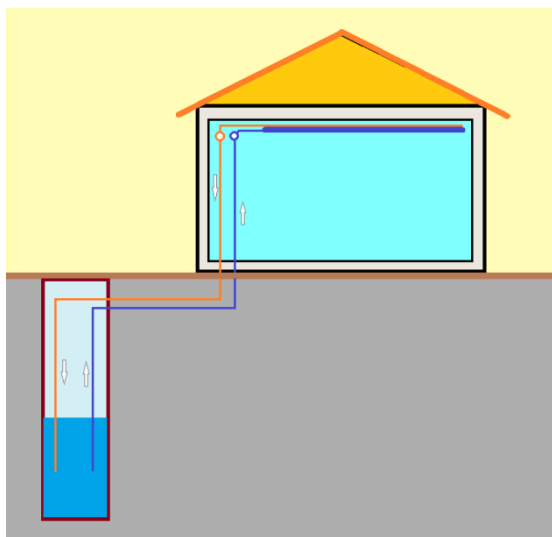


Ochladienie vzduchu v zemnom registri ED 200 v letnom období

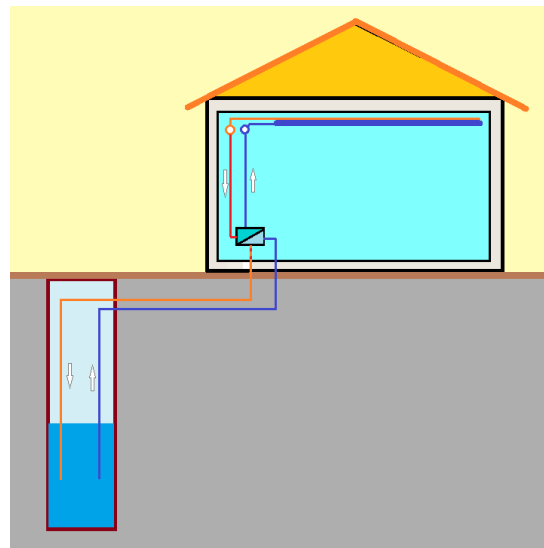
Poznámka: Zemný vzduchový výmenník využíva približne konštantnú teplotu zeme cca 8 až 12 °C v hĺbke 1,8 m (min. 1,2 m) v zemi. V letnom období vzduchový výmenník ochladzuje nasávaný vzduch a znižuje tak teplotu vzduchu v interiéri.

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.

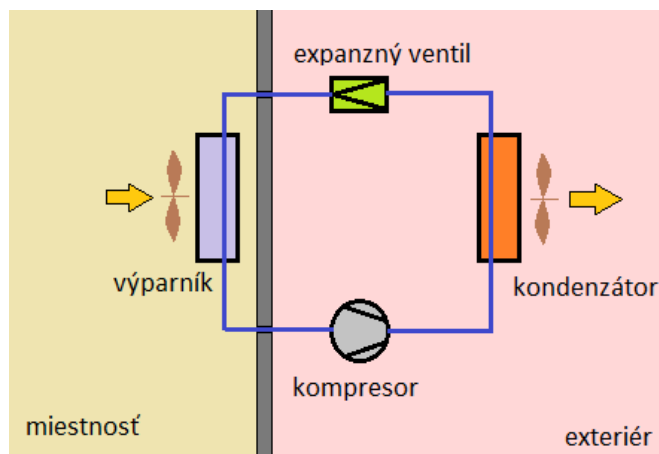
Strojné zdroje chladenia

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



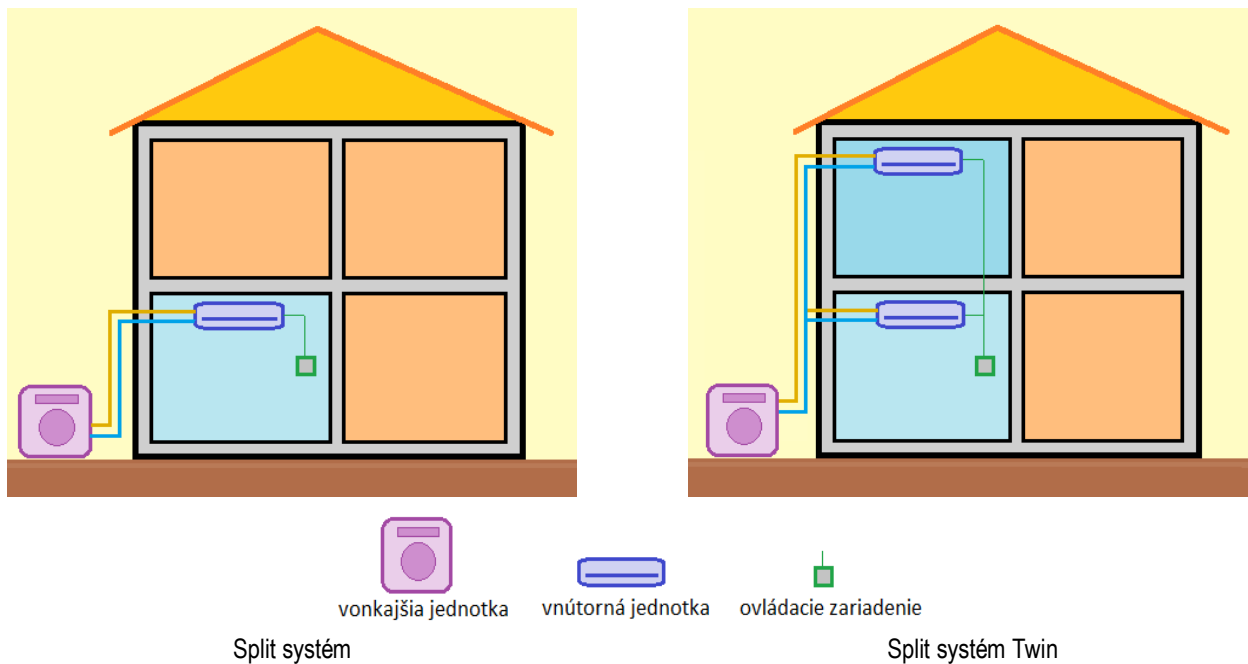
Zdroj: P. Kapalo

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,

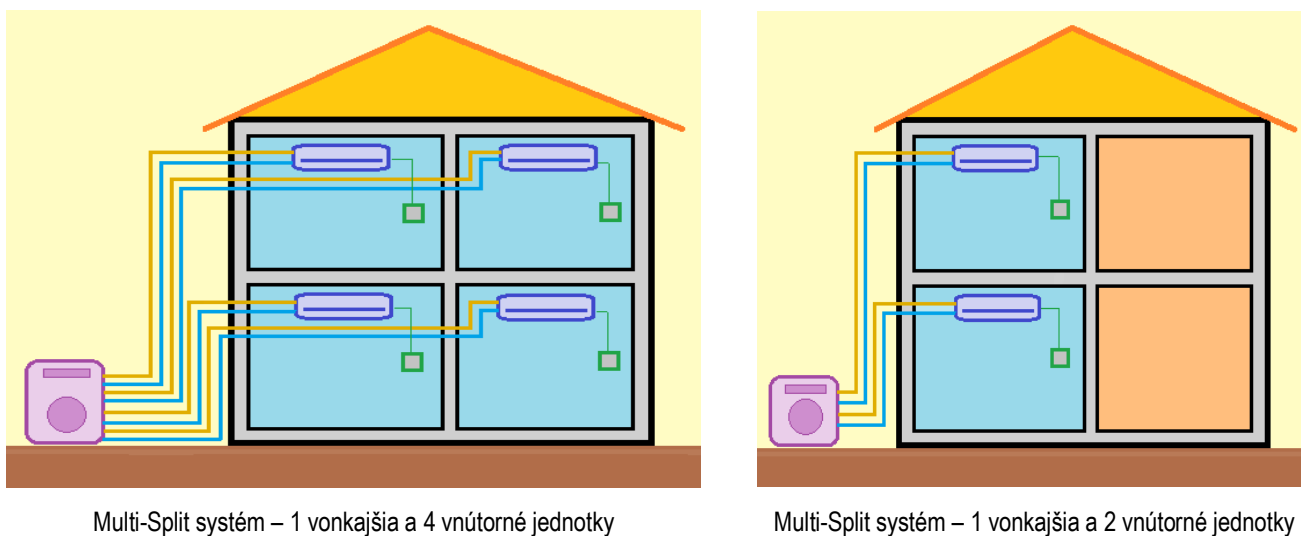
- Split systém Double-Twin – na jednu vonkajšiu jednotku sú napojené dve dvojice vnútorných jednotiek, ktoré sú ovládané jedným spoločným ovládacím zariadením. Parametre všetkých štyroch vnútorných jednotiek sú rovnaké a ich chod je súčasný,
- Multi-Split systém – na jednu vonkajšiu jednotku sú napojené 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

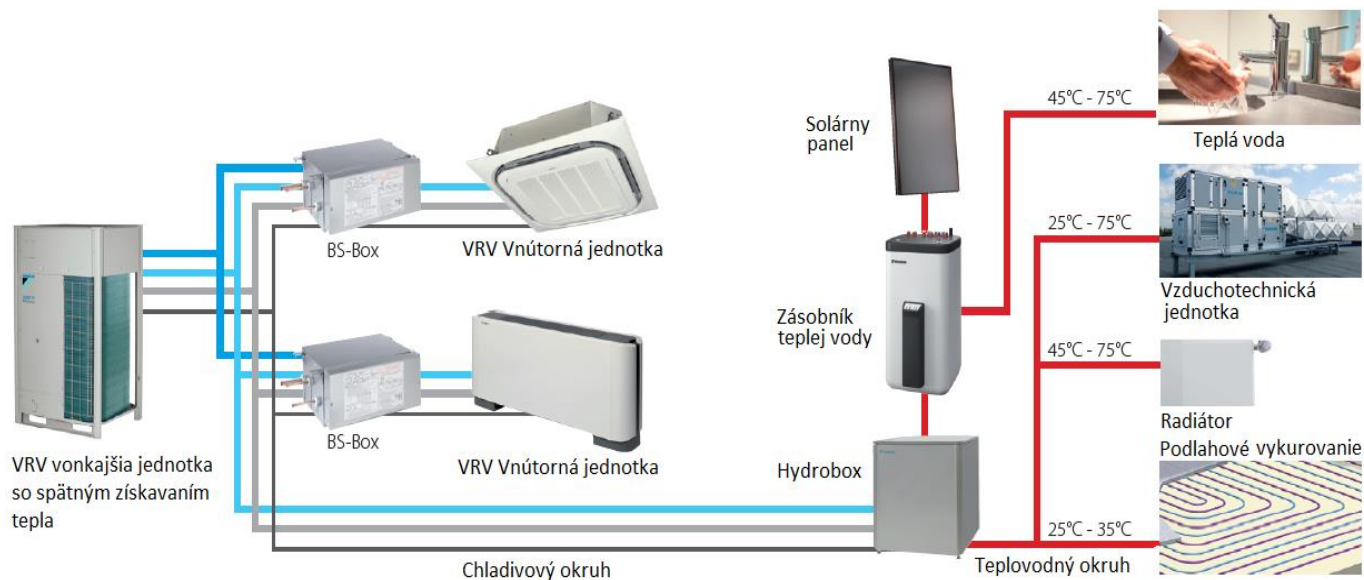
Obr. 2.20 Multi-Split systém



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 teplej vody.

Zdroj: © Daikin VRV Product catalogue 2020 for professionals.

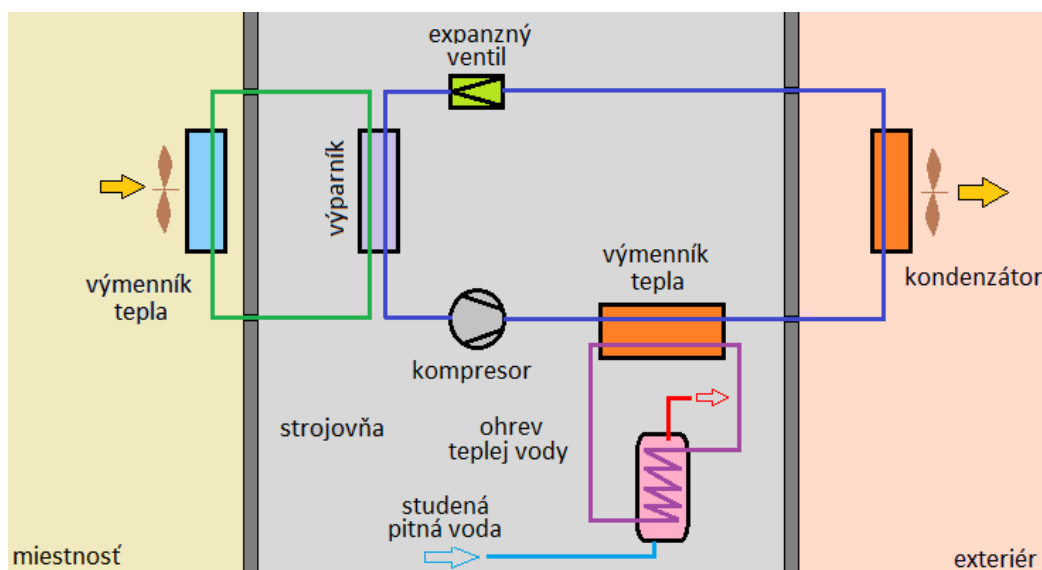
Nepriame kompresorové chladenie

Pri nepriamom chladení sa teplo z miestnosti prenáša do chladiaceho okruhu teplotonosnej 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.

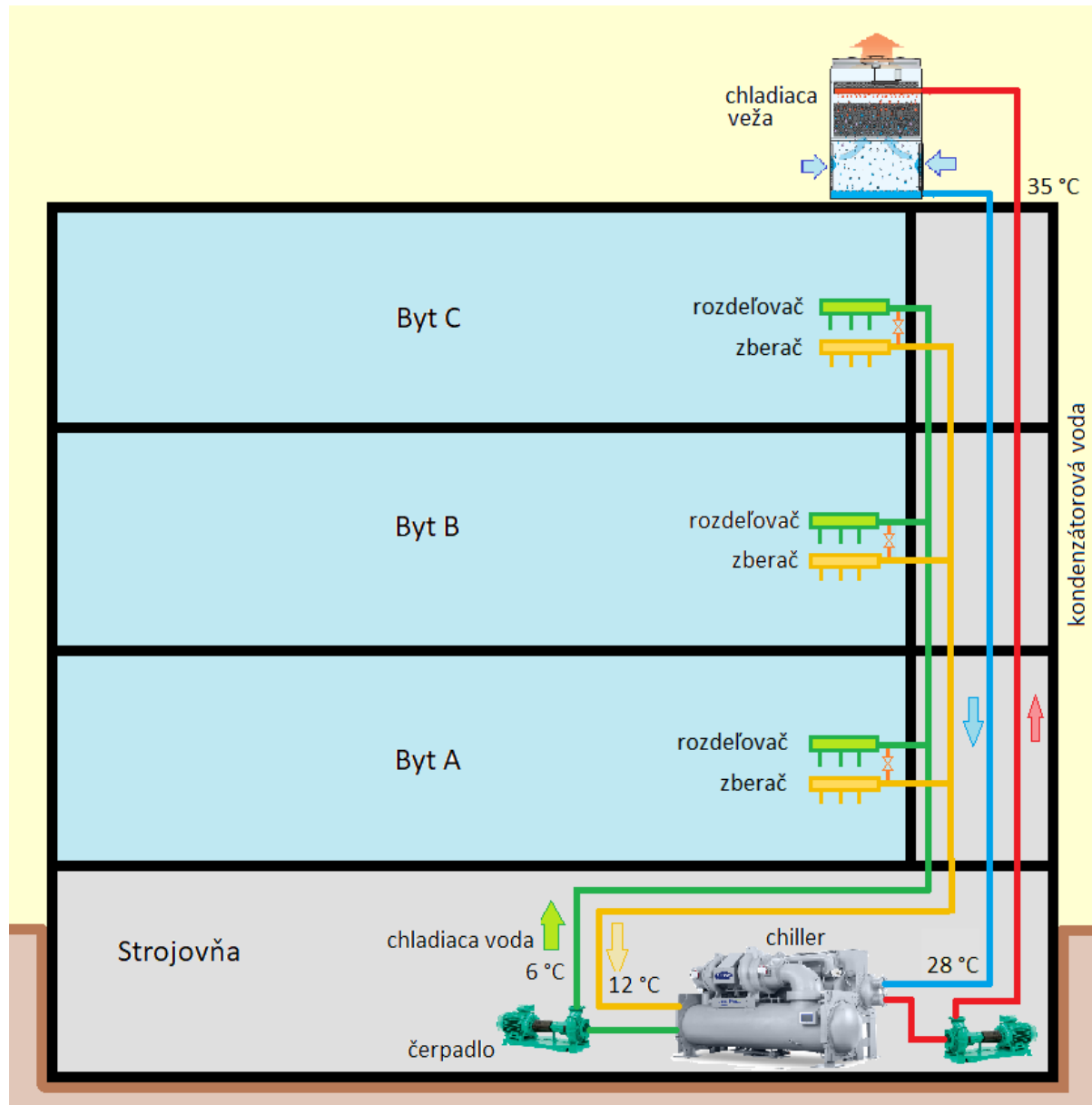
Obr. 2.23 Chiller – ilustračný obrázok



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/>

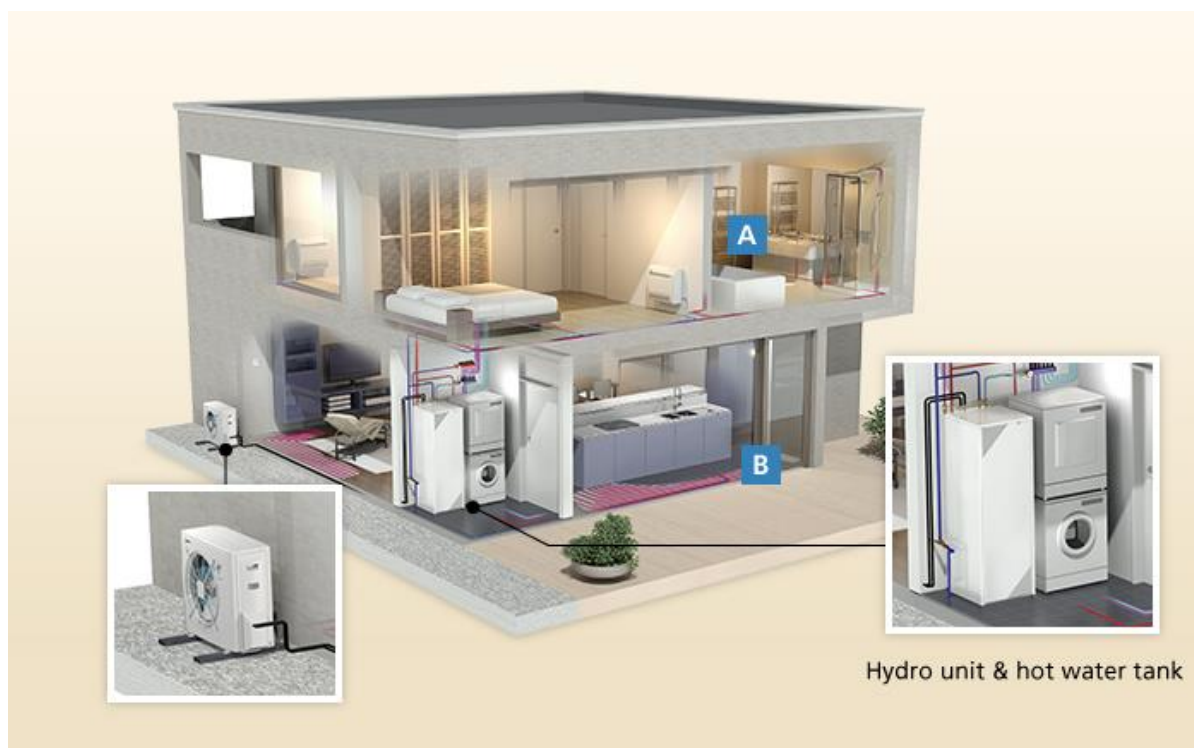
<https://www.evapco.com/products/cooling-towers-factory-assembled/cooling-tower>

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.

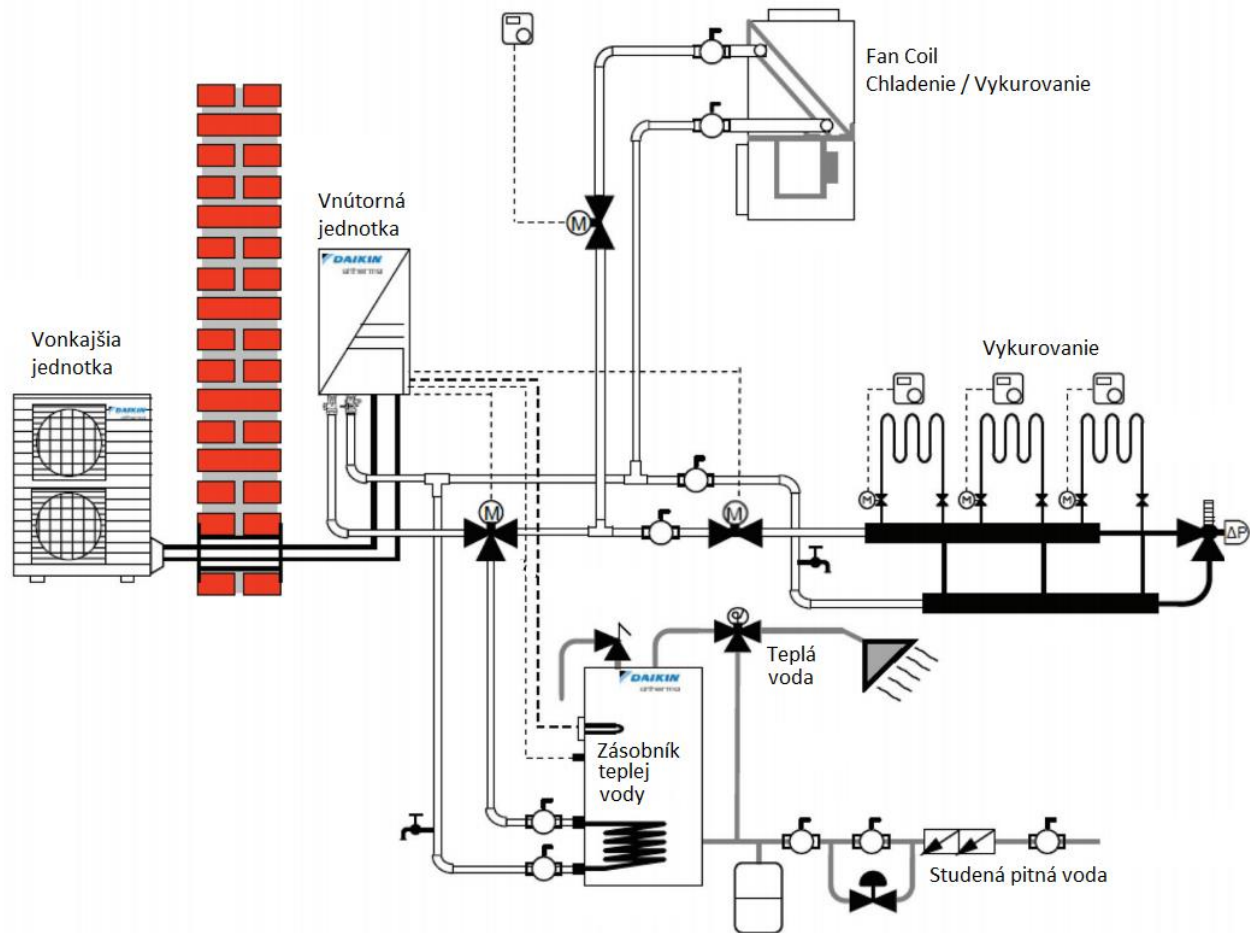
Obr. 2.25 Systém tepelného čerpadla s prípravou teplej vody (Daikin)



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>

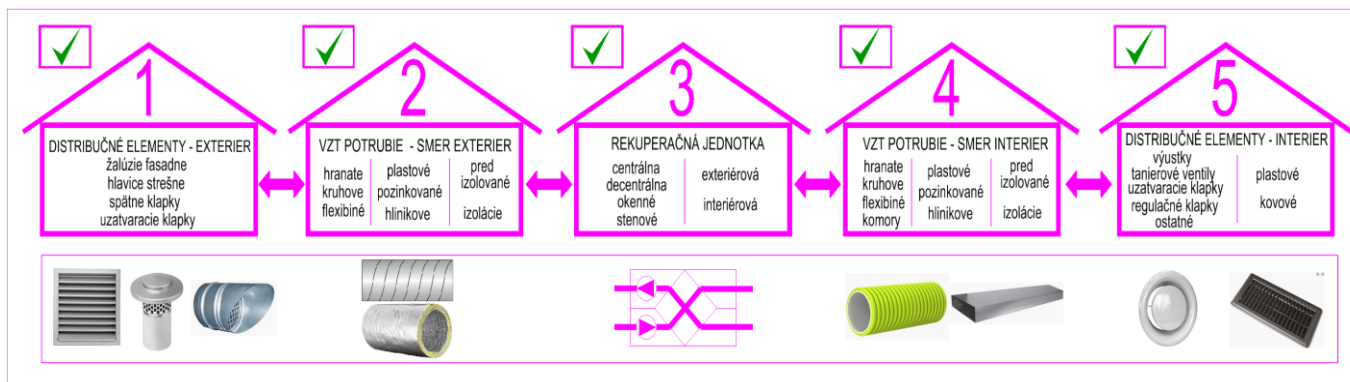
Na chladenie rodinných domov je možné použiť systémy: Split, MultiSplit, SkyAir, MiniVRV, tepelné čerpadlo + vodný systém (Altherma), Minichiller a vzduchové systémy (vzduchotechnické jednotky + kondenzačné jednotky). Na Slovensku sa v praxi najviac používajú na chladenie rodinných domov systémy MultiSplit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

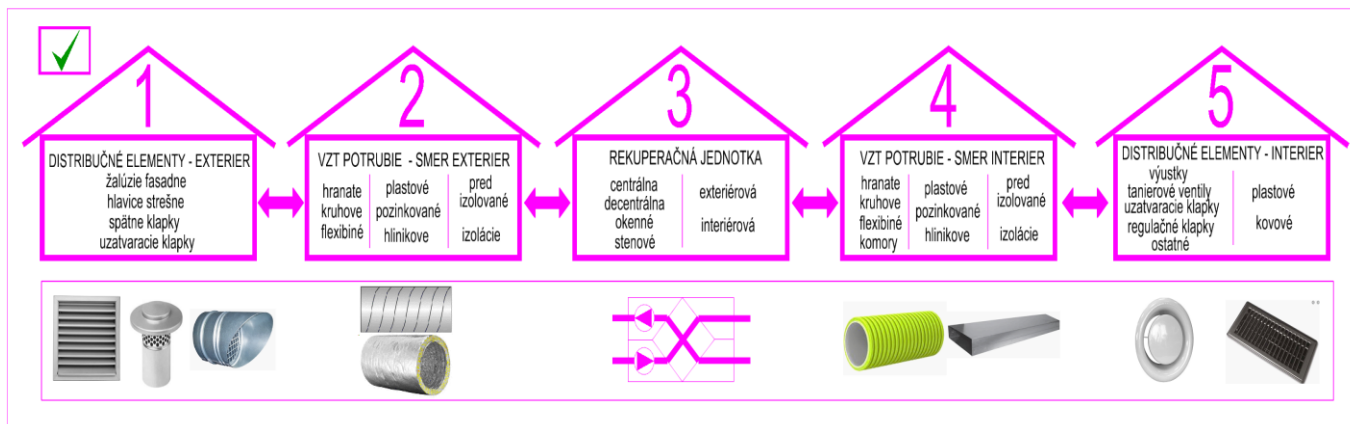
2.7 Rekuperačné vetranie rodinných a bytových domov

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

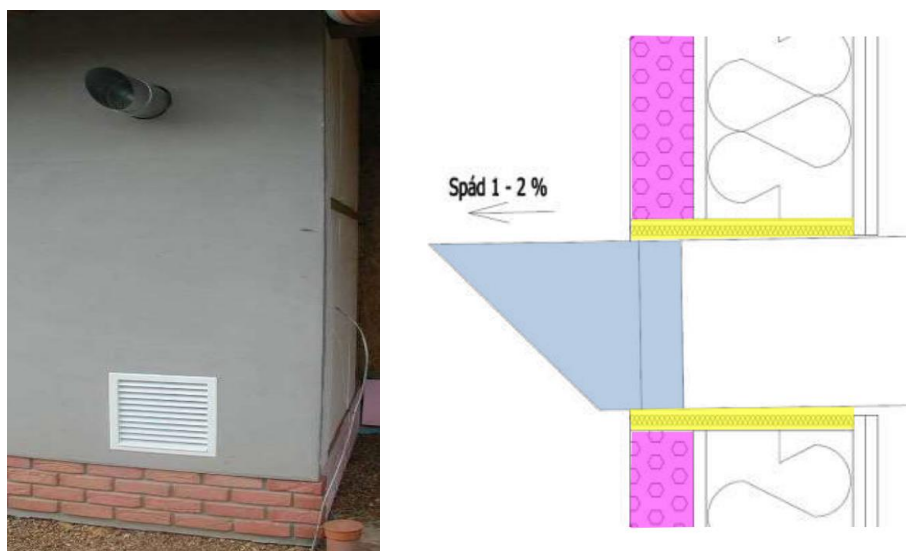
Uzatváracia klapka so servopohonom (KEL LF24)	Uzatváracia klapka s odbočením so servopohonom (TKR LM24) ľavé, pravé a protiľahlé prevedenie	Uzatváracia klapka so servopohonom integrovaná do žalúzie

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

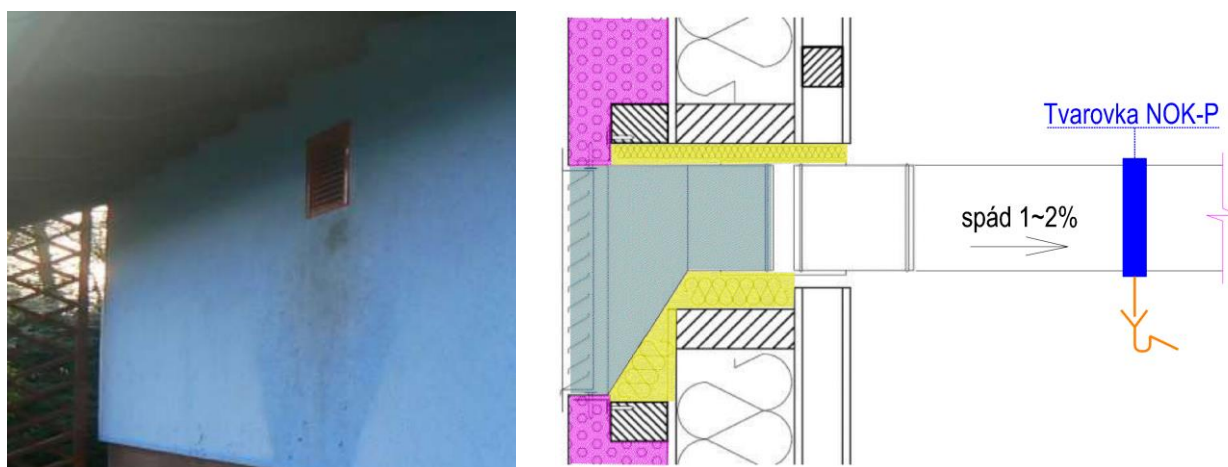


Poznámka: Hore výfukový kus skosený VKS (vhodné osadenia) a dole nasávacia protidažďová žalúzia (fotka vľavo). Detail osadenia výfukového kusu skoseného VKS (vpravo). Vhodné riešenie pre odvod vzduchu, spádovanie smerom do exteriéru, nehrozí stekanie kondenzátu.

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

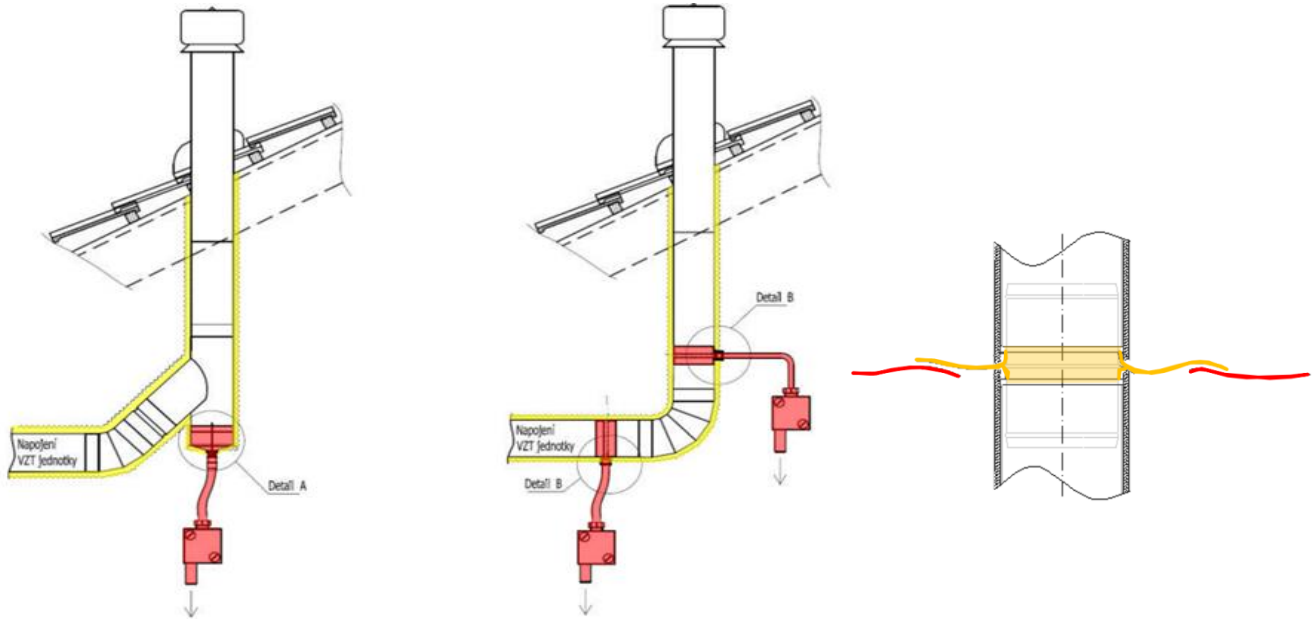


Poznámka: Fotka osadenia fasádnej protidažďovej žalúzie a zlé vyspádovanie potrubia – stekanie kondenzátu po fasáde (vľavo). Detail vhodného riešenia pre odvod vzduchu cez protidažďovú žalúziu (vpravo). Spádovanie smerom do interiéru plus odvod kondenzátu. Nehrozí stekanie kondenzátu.

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.

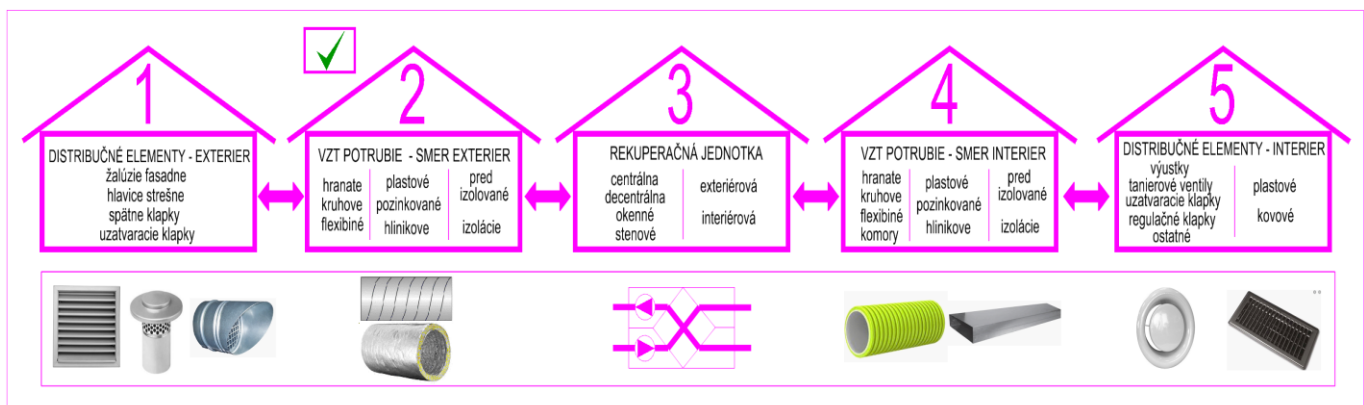
Obr. 2.31 Prechod VZT potrubia cez strechu



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 (m3/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	

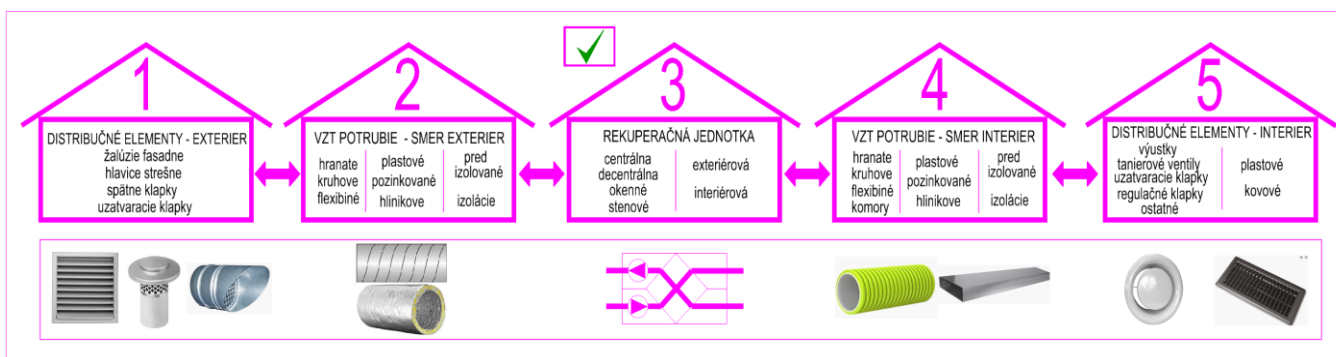
Poznámka: Potrubia používané pre prívod vzduchu z exteriéru do rekuperačnej jednotky. Najpoužívanejšie priemery potrubia a maximálne prietoky vzduchu vo väzbe na elimináciu vzniku hluku a šumu z prúdiaceho vzduchu v potrubí.

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



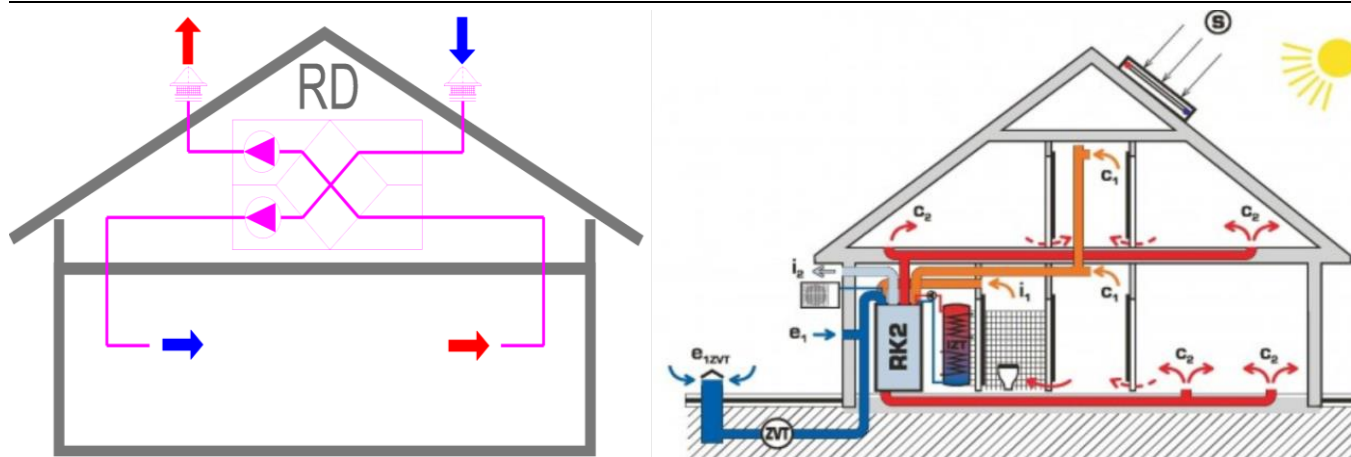
Srdcom rekuperačného vetracieho systému (RVS) je vzduchotechnická rekuperačná jednotka. Táto jednotka slúži pre prívod a odvod vzduchu, filtráciu vzduchu, môže slúžiť aj pre dohrev, predohrev, chladenie a predchladenie vzduchu a hlavne obsahuje rekuperačný výmenník, ktorý slúži pre spätné odovzdávanie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

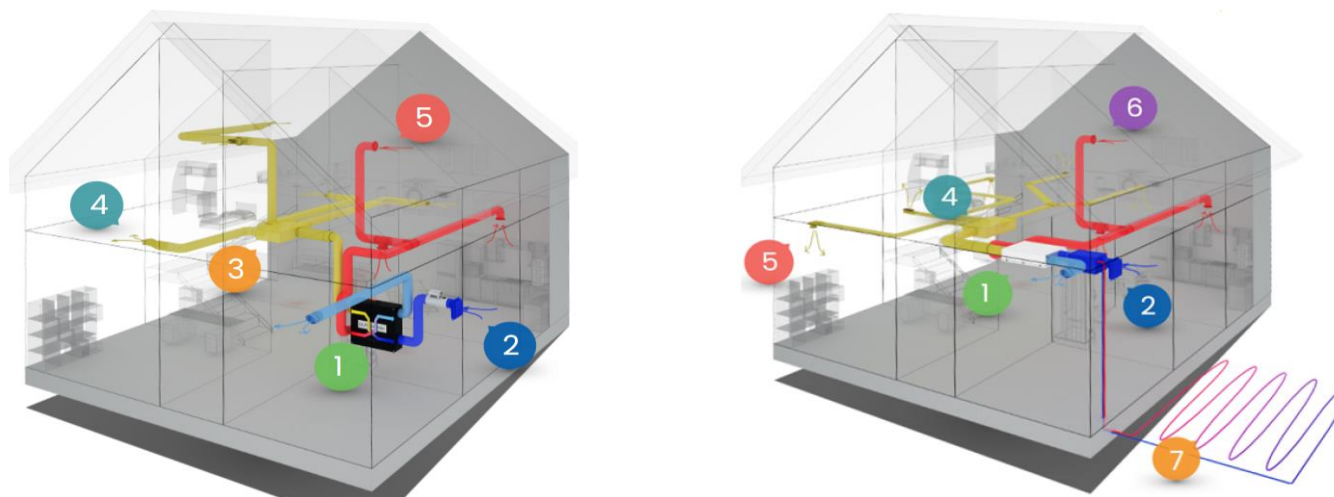
Obr. 2.33 Centrálne vetranie rodinného domu (RD)



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)

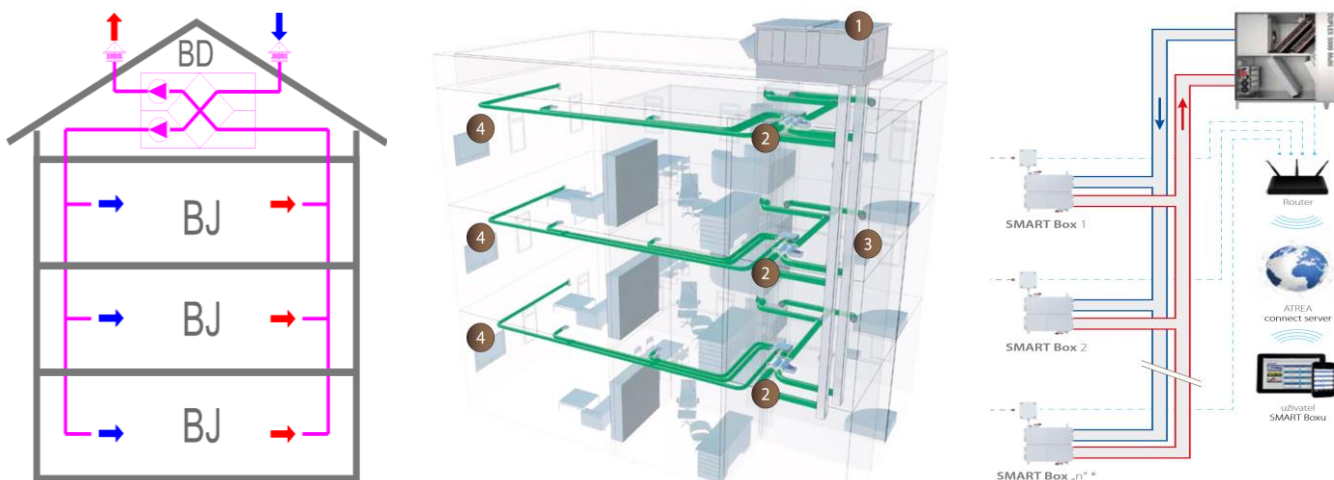


Poznámka: Schéma centrálneho vetrania rodinného domu (s/bez výmenníka). 1-rekuperačná jednotka (môže byť aj s výmenníkom vykurovania), 2-elektrický predohrev, 3-podstropné rozvody, 4-prívodné distribučné elementy, 5-odvodné elementy, 6-odvodné elementy z WC a kúpeľne (tanierové ventily), 7-kvapalinový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

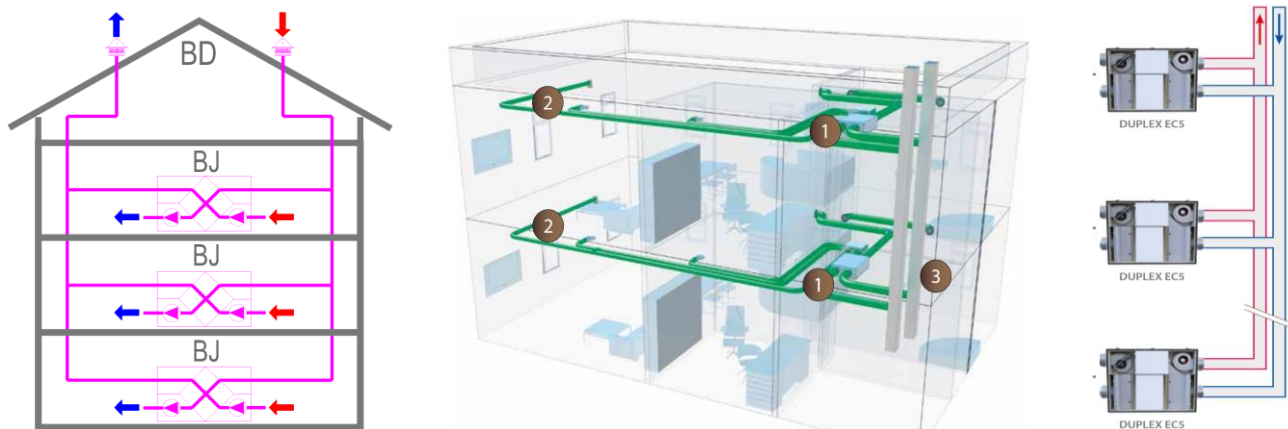


Poznámka: Regulator prietoku vzduchu Atrea Smart Box, s kapotážou, bez kapotáže, principiálna schéma riadenia boxov (zľava doprava).

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)

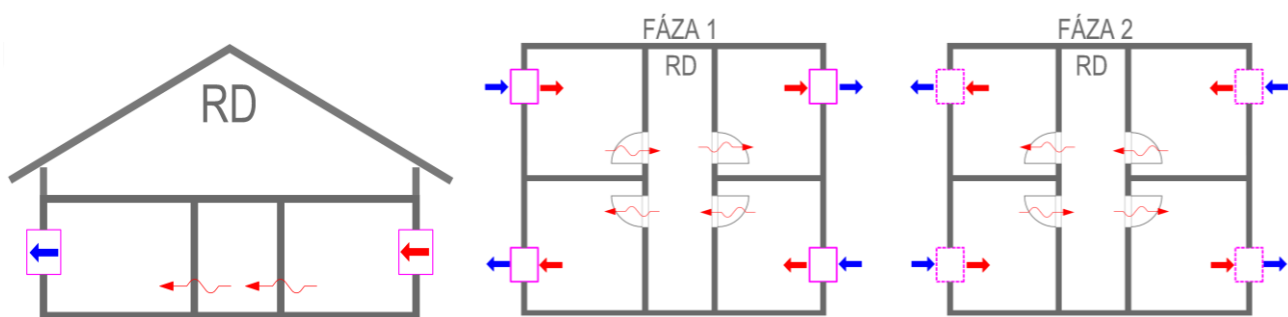


Poznámka: Schéma decenterálneho vetrania bytového (schéma vľavo, 3D model v strede, funkčná schéma zapojenia vpravo).

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.

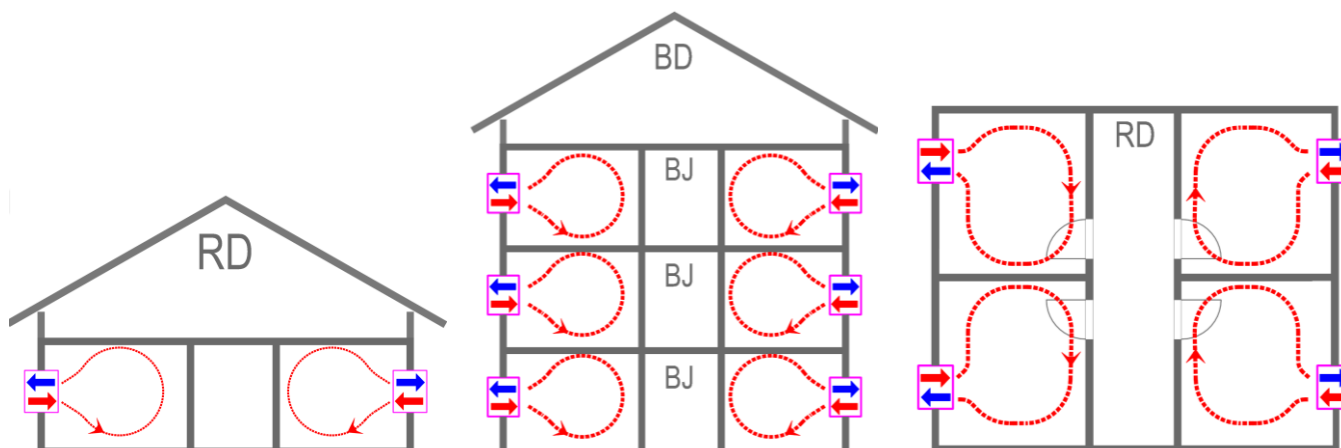
Obr. 2.38 Decentrálne vetranie RD a BD



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

Centrálne 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.

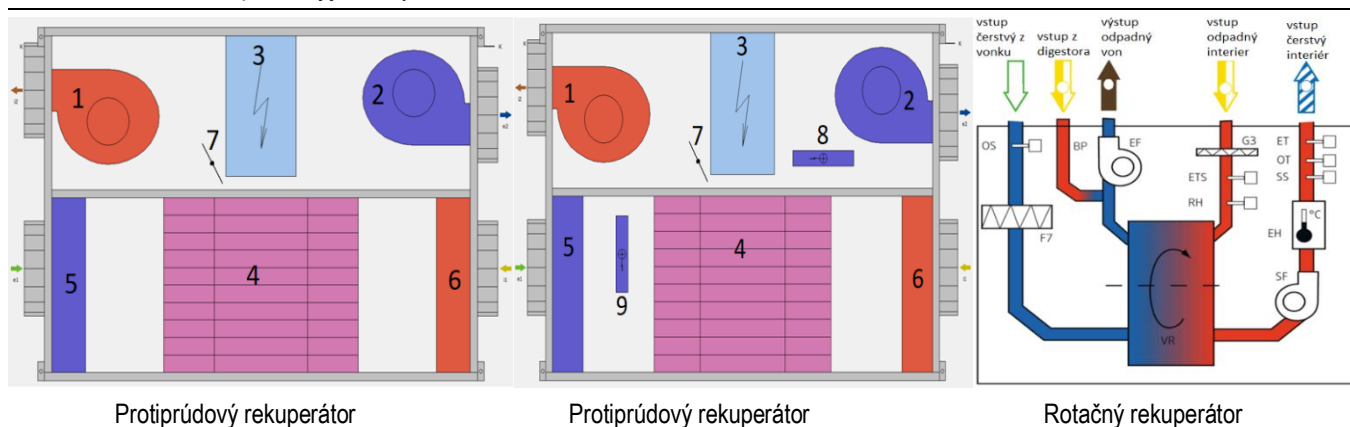
Tab. 2.3 Vypočítané tepelné a vlhkosťné účinnosti jednotlivých rekuperačných výmenníkov

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

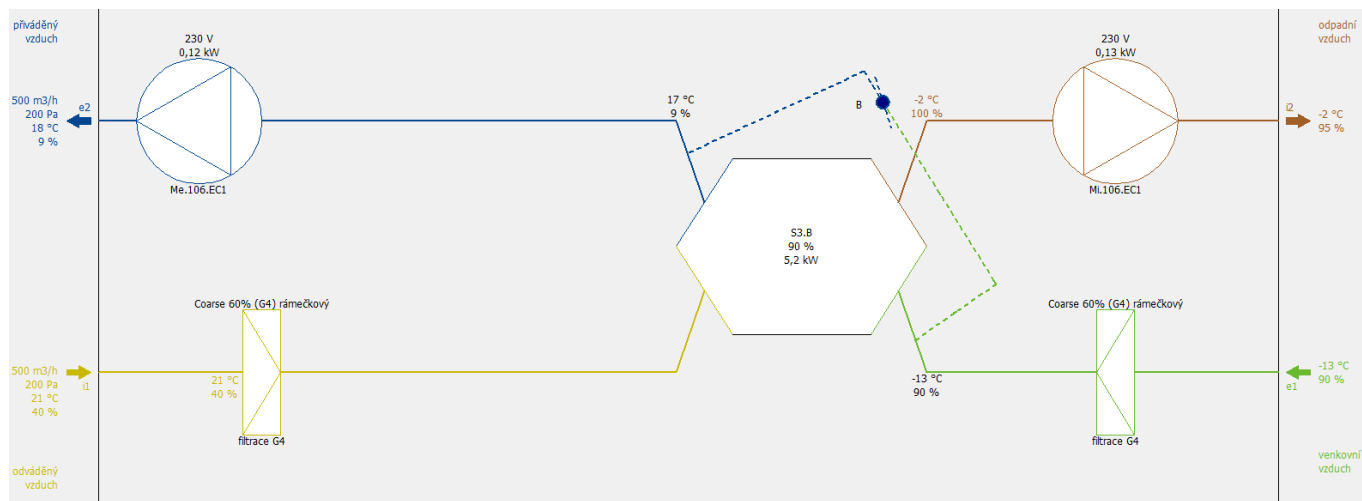


Poznámka: Schéma rekuperačnej jednotky (protiprúdový rekuperátor) – jednotka pracuje iba v režime rekuperácie vzduchu (ľavá schéma). Jednotku je možné dovybaviť elektrickým ohrievačom vzduchu, ktorého funkcia bude iba dohrev vzduchu kvôli eliminácii tepelných strát vplyvom rekuperácie – temperovanie 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).

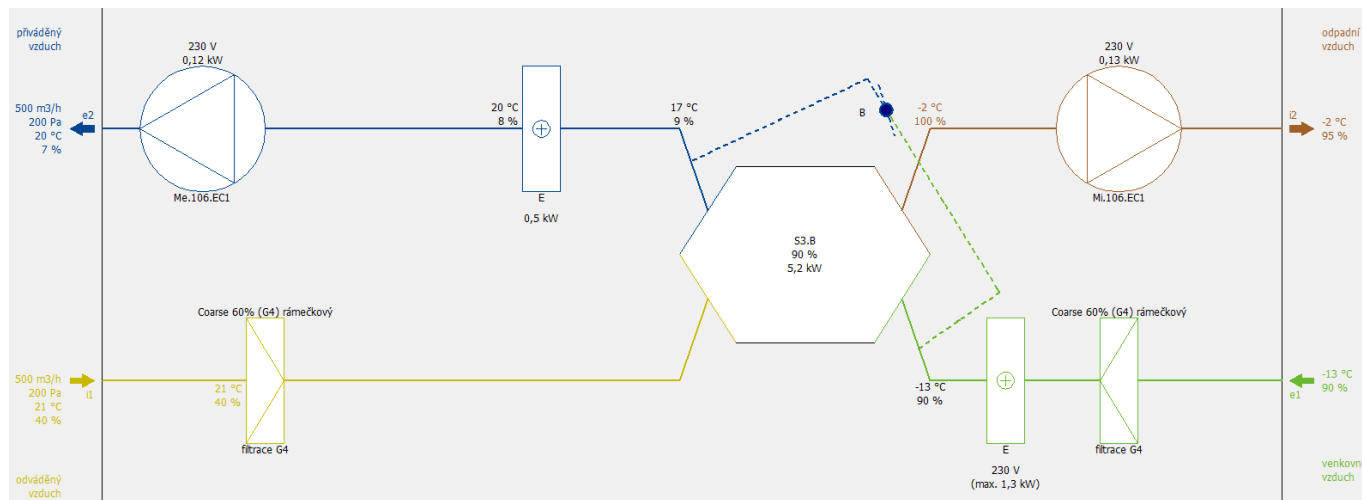
Zdroj: Atria Software

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



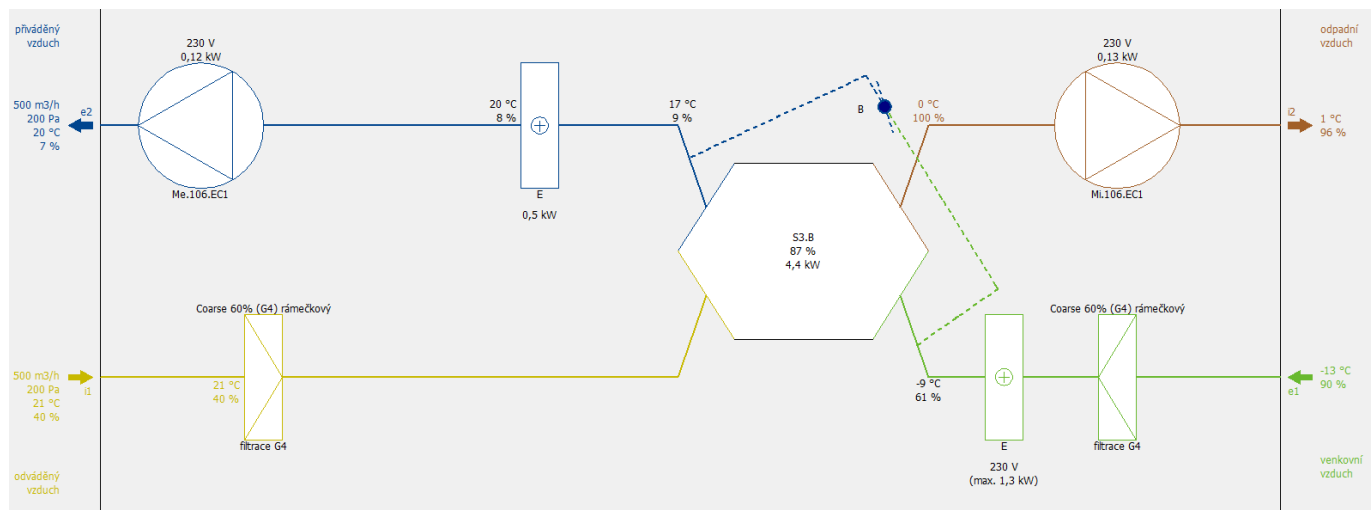
Zdroj: R. Nagy

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)



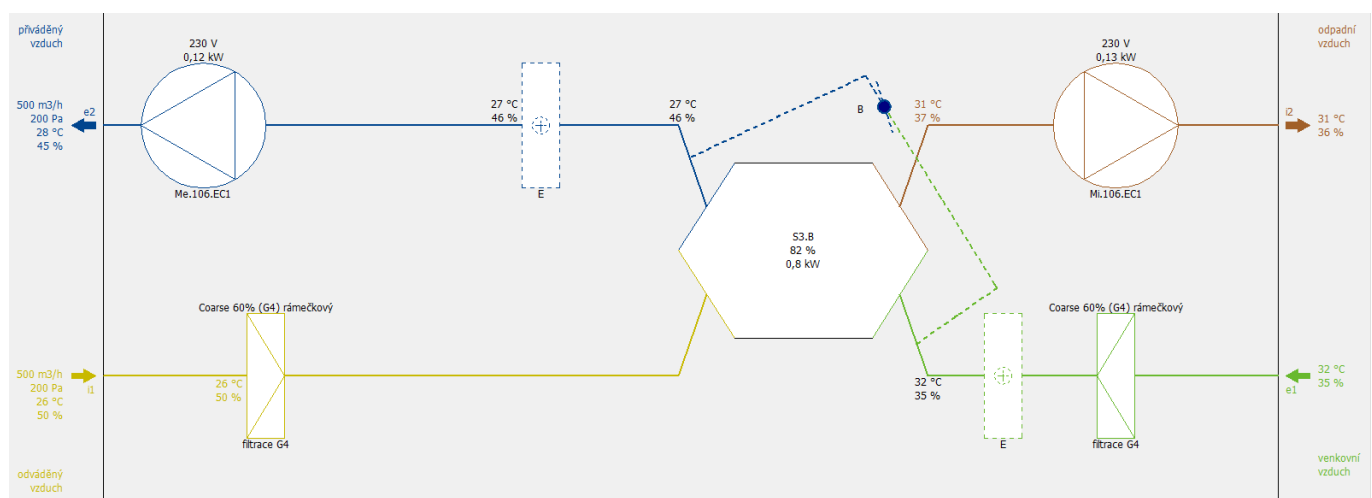
Zdroj: R. Nagy

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)



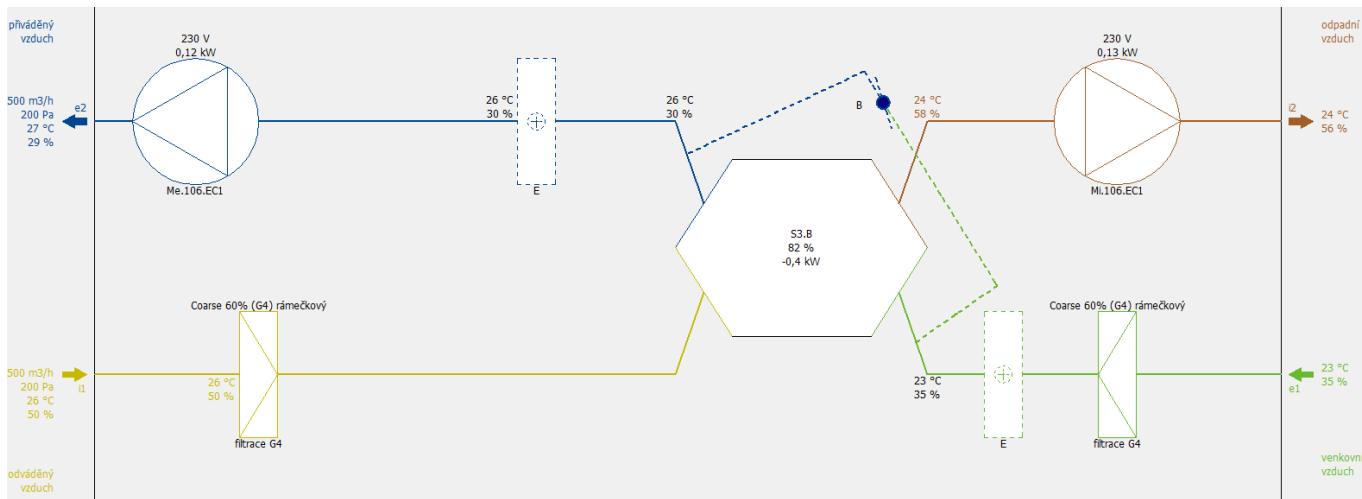
Zdroj: R. Nagy

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



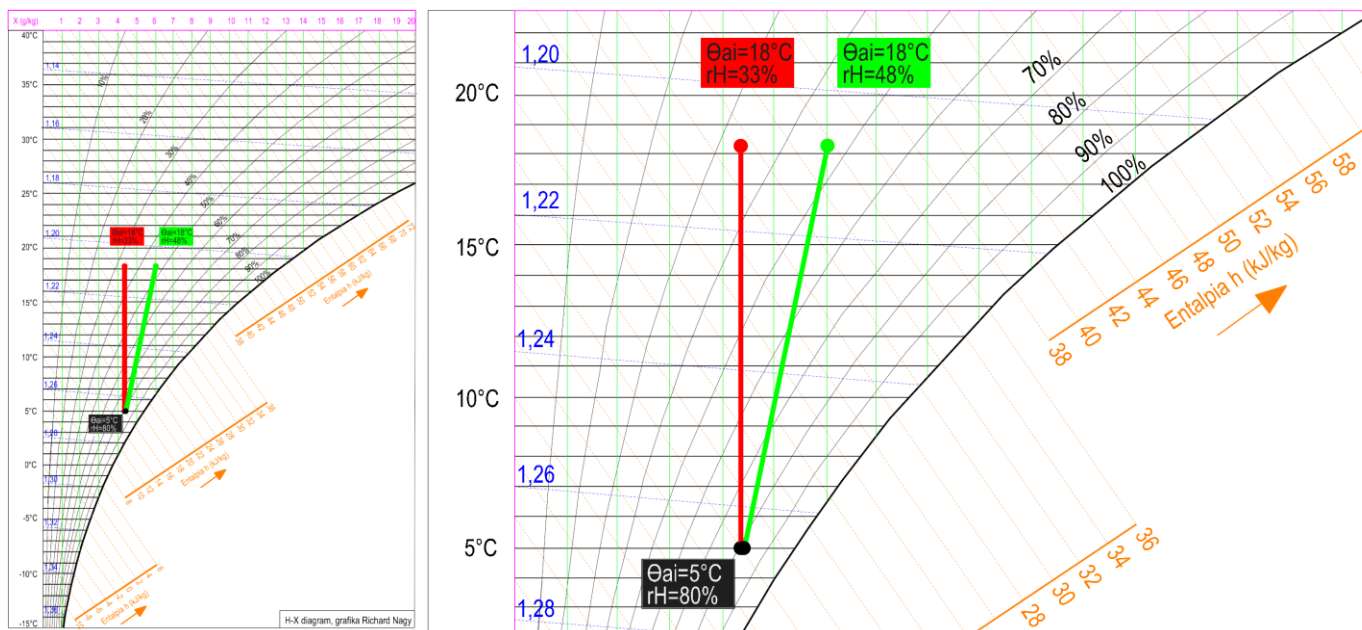
Zdroj: R. Nagy

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

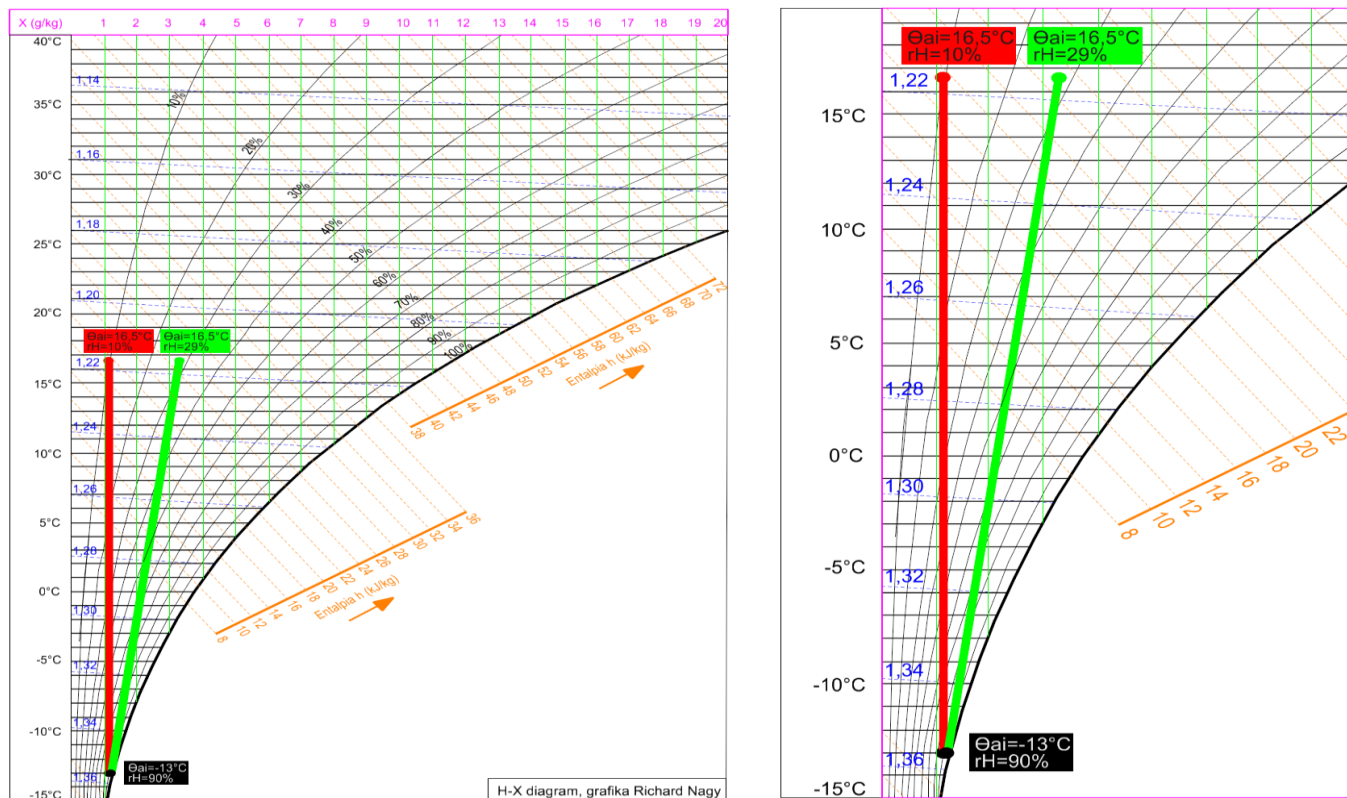


Poznámka:

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

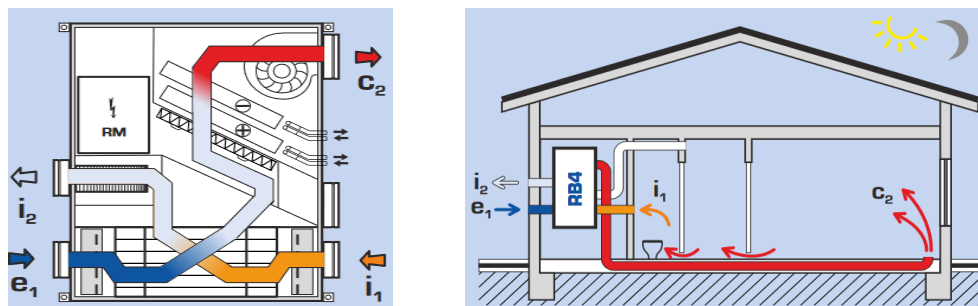
Obr. 2.52 Molierov H-x diagram



Poznámka: Znárodnuje zmenu parametrov vzduchu pri použití protiprúdnového rekuperátora (červená farba) a použitia entalpického rekuperátora. Pri protiprúdnovom 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 blížiac 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

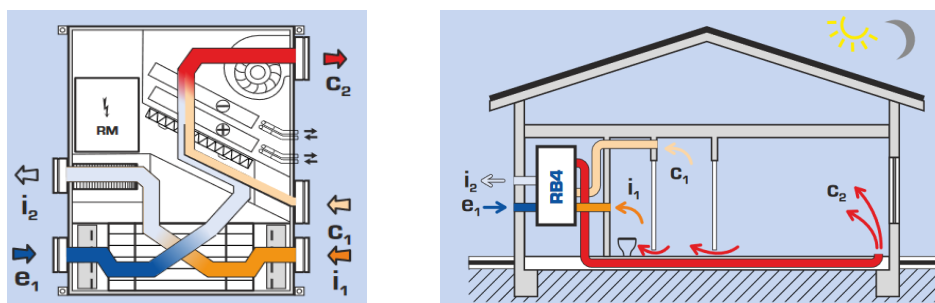
Obr. 2.53 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



Poznámka: Rovnotlaký vetrací režim: Rekuperácia aktívna / Vykurovanie neaktívne / Cirkulácia neaktívna. Vetracie 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

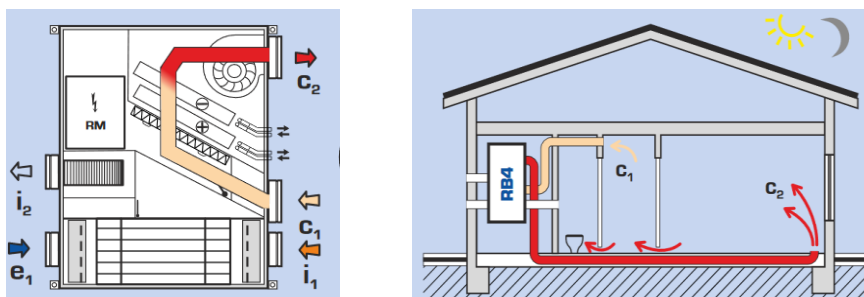
Obr. 2.54 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



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

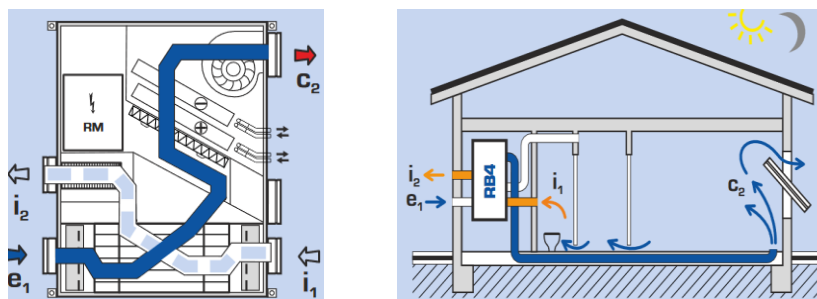
Obr. 2.55 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



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

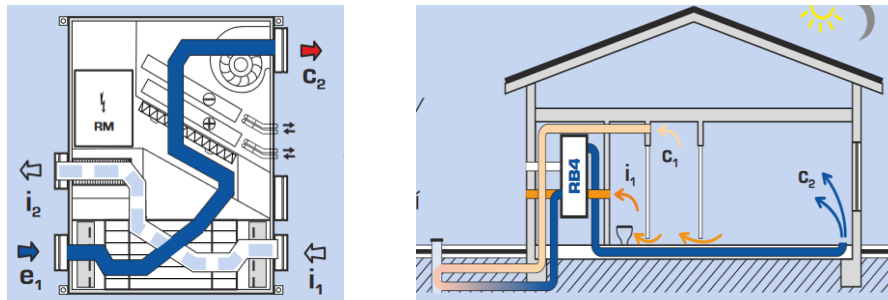
Obr. 2.56 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



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

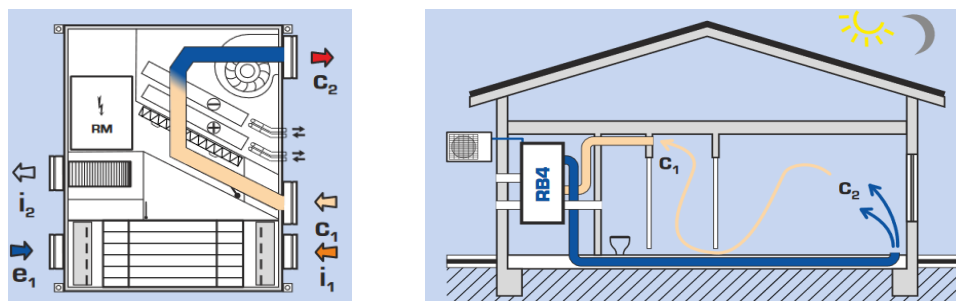
Obr. 2.57 Režimy rekuperačného vetrania a vykurovania



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

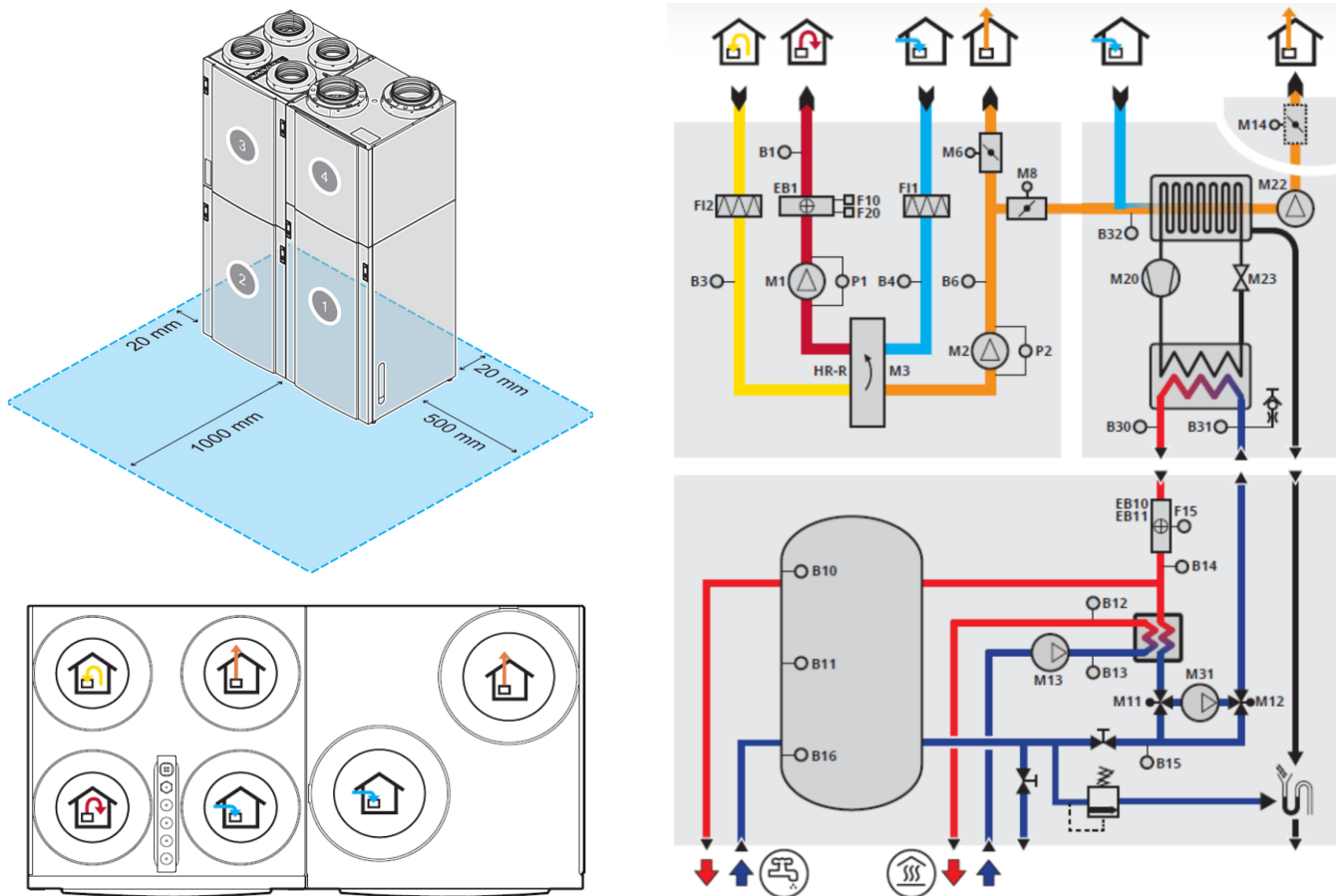


Poznámka: Cirkulačný režim strojného chladenia: Intenzívne letné cirkulačné chladenie priestorov interiérovým vzduchom s kondenzačnou jednotkou alebo cez tepelné čerpadlo. Intenzita vetrania čerstvým vzduchom $n_v=0$ (1/h), intenzita cirkulačného vzduchu $n_c=0,5$ až 1,5 (1/h). V prípade potreby odsávania 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

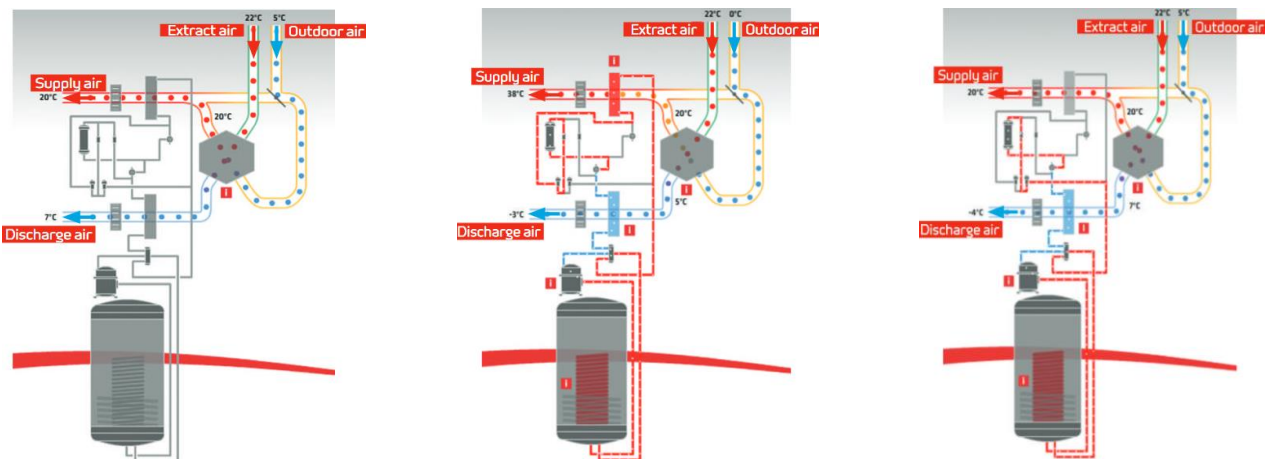
Blok 1 - Rekuperácia: Jednotka pozostáva z rekuperačnej jednotky s ventilátormi (M1, M2), filtrom (F11,12), elektrickým dohrevom vzduchu (EB1), rotačný regeneračný výmenník (HR-R),

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

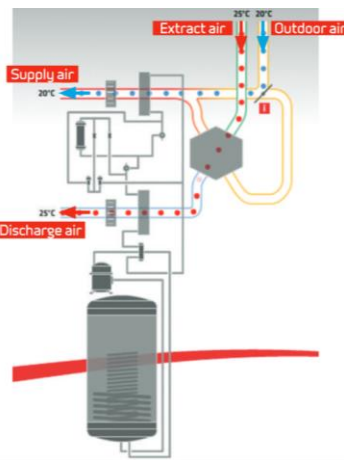
Obr. 2.60 Rekuperačná jednotka s protiprúdovým rekuperačným výmenníkom – kategória viacúčelové



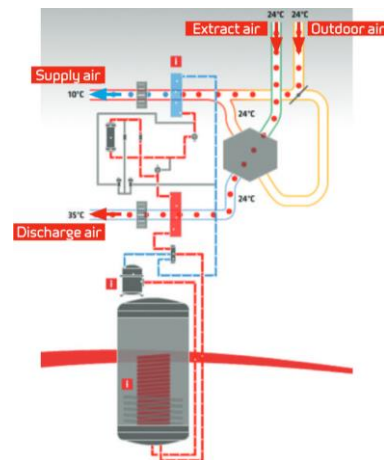
A: Režim pasívnej rekuperácie

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 následne 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)

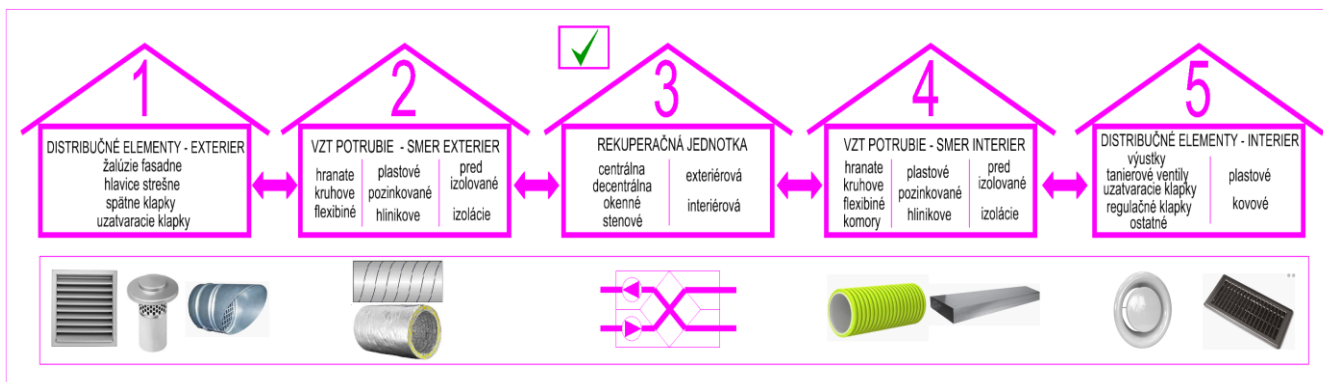
outdoor air – vonkajší vzduch (privádzaný čerstvý z exteriéru)

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,

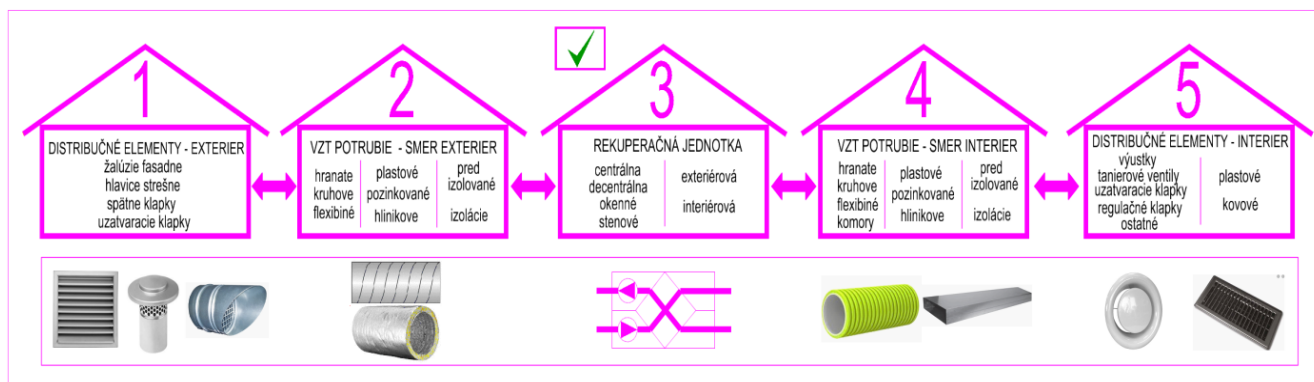
TNI CEN/TR 16798-2: Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 2: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-1. Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika. (Modul M1-6),

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

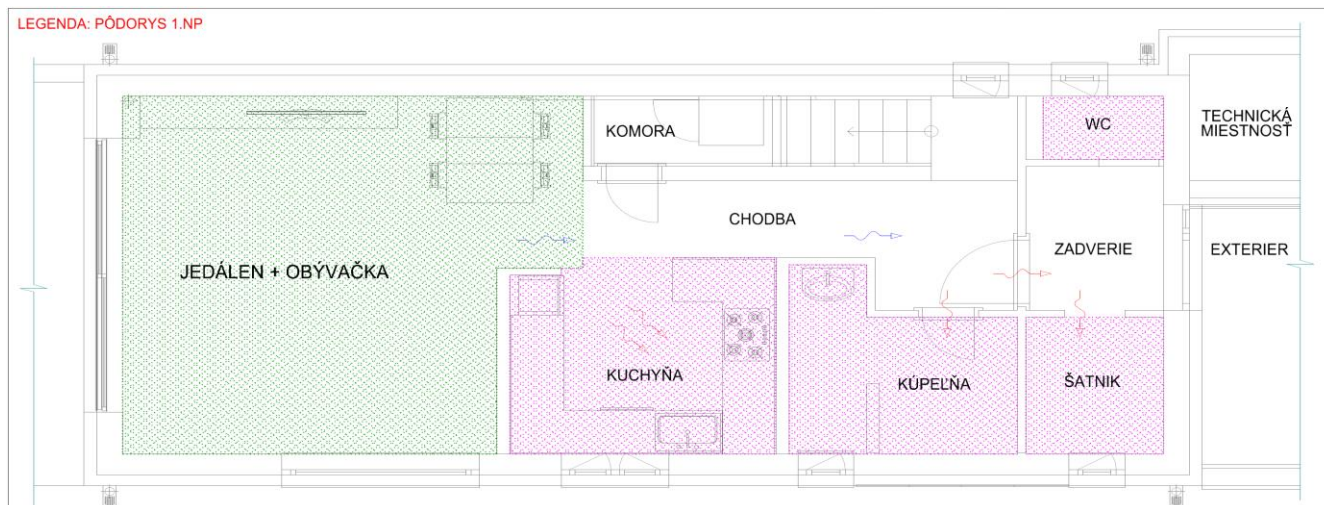
Poznámka: V tabuľke sú uvedené návrhové výmeny vzduchu podľa obytnej plochy RD a BD

Zdroj: R. Nagy

Príklad výpočtu pre RD a BD:

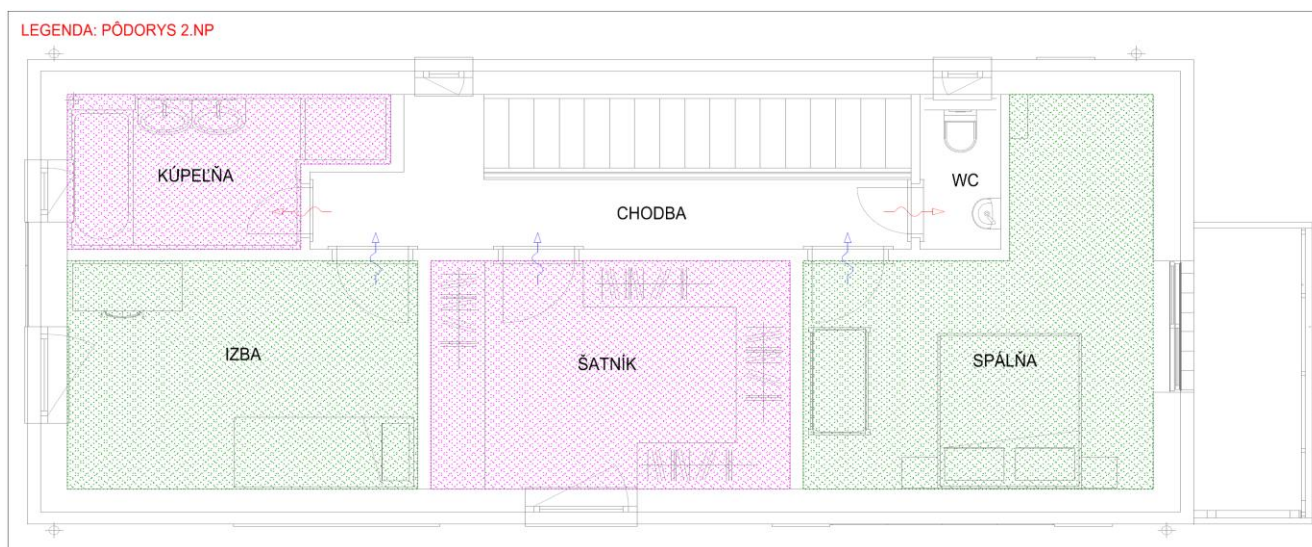
V tejto kapitole je uvedený príklad dimenzovania rekuperačného vetrania v RD. RD pozostáva z 1. a 2.NP. Na 1.NP sa nachádza obývačka, jedáleň, kuchyňa, kúpeľňa, WC, šatník a zádverie. Na 1.NP bude prívod vzduchu realizovaný v obytných priestoroch jedáleň a obývačka (pretlakové vetranie) a odvod vzduchu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

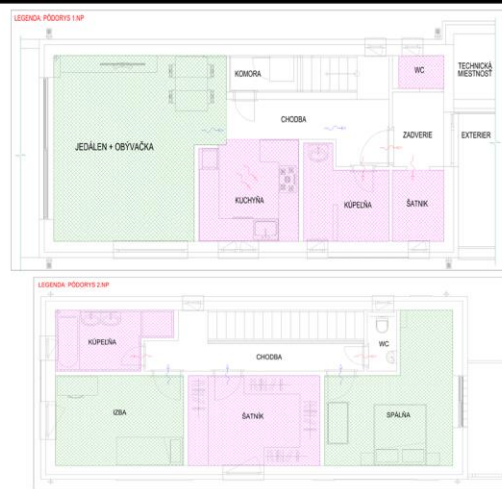
Poznámka autora:

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	
						44	53	62	70	79	88	132	404								282	161	
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 lava	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
1.NP	WC		-30				
1.NP	kúpeľňa		-60				
1.NP	kuchyňa		-100				
1.NP	šatník		-10				
Suma odvod 1.NP	Suma=		-200	-20			pre 1.NP - mierny podtlak
2.NP	WC		-40				
2.NP	kúpeľňa		-60				
Suma odvod 2.NP	Suma=		-100		20		pre 2.NP - mierny pretlak
Suma odvod 1+2.NP	Suma=		-300		0		pre 1+2.NP - rovnotlak










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

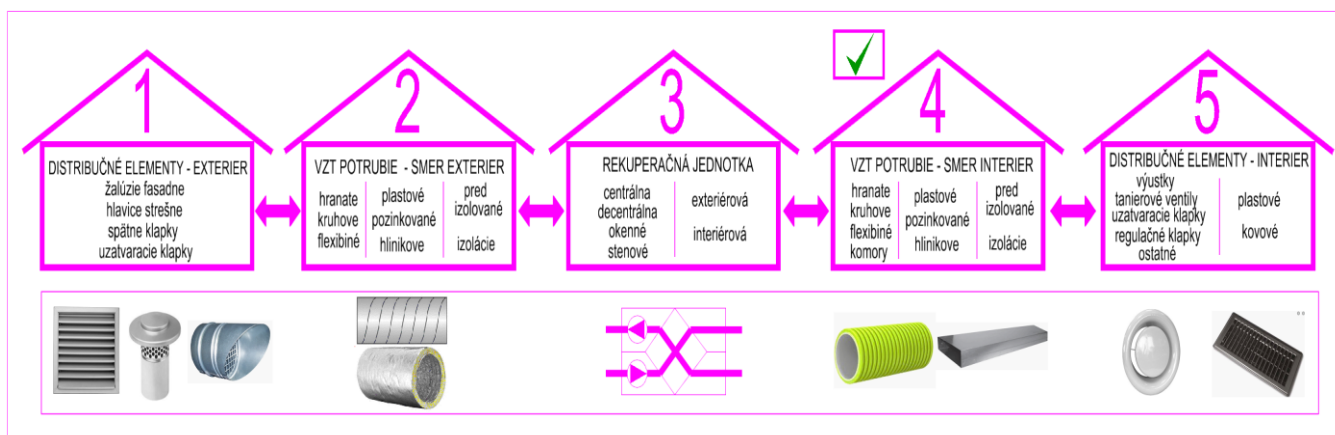
Výsledky v tabuľke 2.6 je samozrejme potrebné pretaviť do grafického návrhu resp. do projekčného riešenia. Pozícia vedenia VZT potrubia, trasy VZT potrubia a výber vhodného typu potrubia závisí od vypočítanej výmeny vzduchu, dispozície vetraných priestorov, skladby podlahy na 1.NP a 2 .NP a na veľkosti (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

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

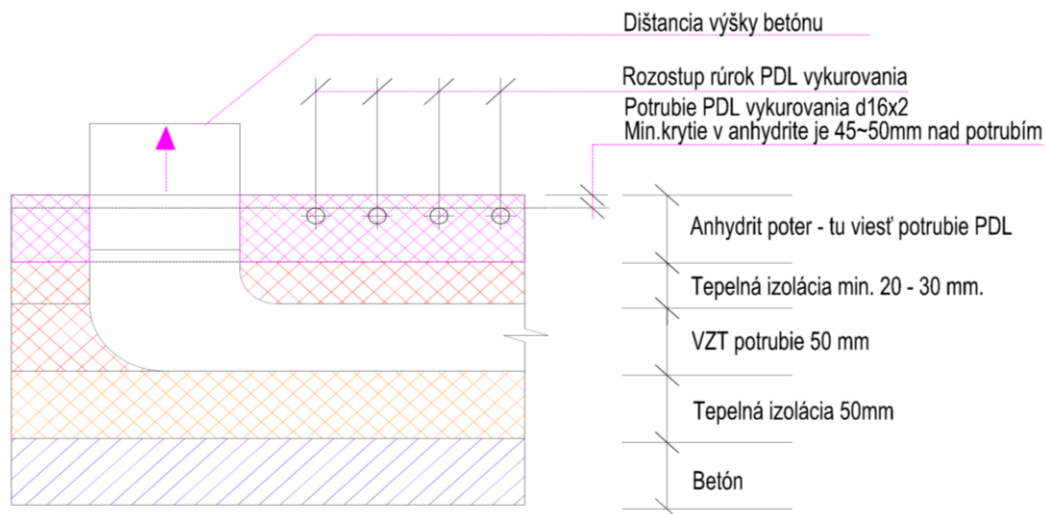
Typ potrubia	Popis	Rozmer (mm)	Maximálny prietok	Obrázok
Hranaté potrubie (v rámci obytných priestorov RD a BD)	Kanálový hranatý rozvod - pozinkovaný (podlahový / podstropný)	kanálový rozvod 200x50	120	
		kanálový rozvod 160x40	80	
	Kanálový hranatý rozvod - plastový (podlahový / podstropný)	kanálový 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

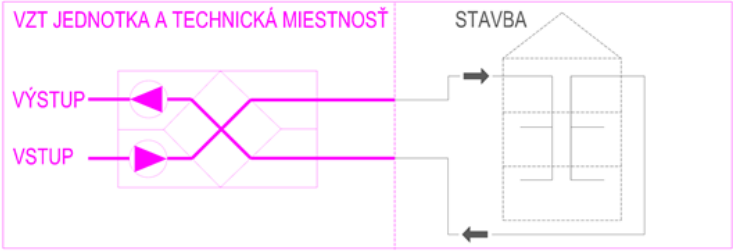
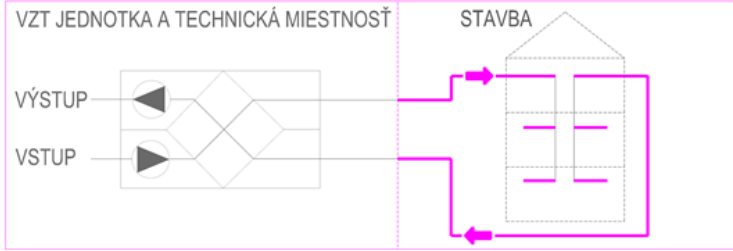
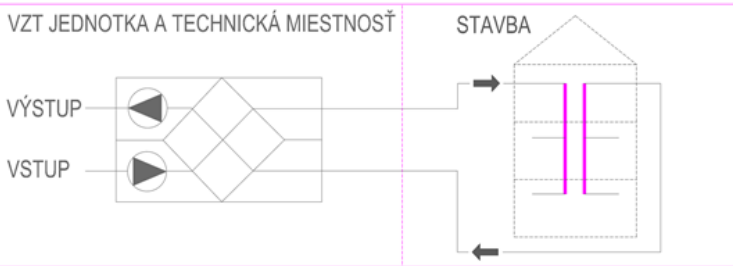
DETAIL - ŠTVORHRANNÉ POTRUBIE V PODLAHE



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

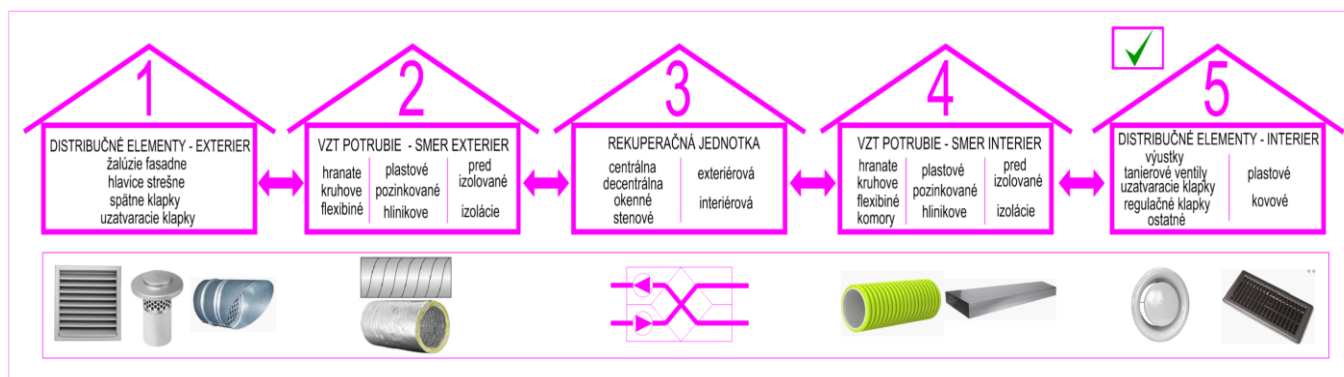
Obr. 2.70 Maximálne dovolené rýchlosti prúdenia vzduchu v potrubí

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 podhládu, taktiež prívodné štvorhranné výustky pod stropom do podhládu. 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 prúdu 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

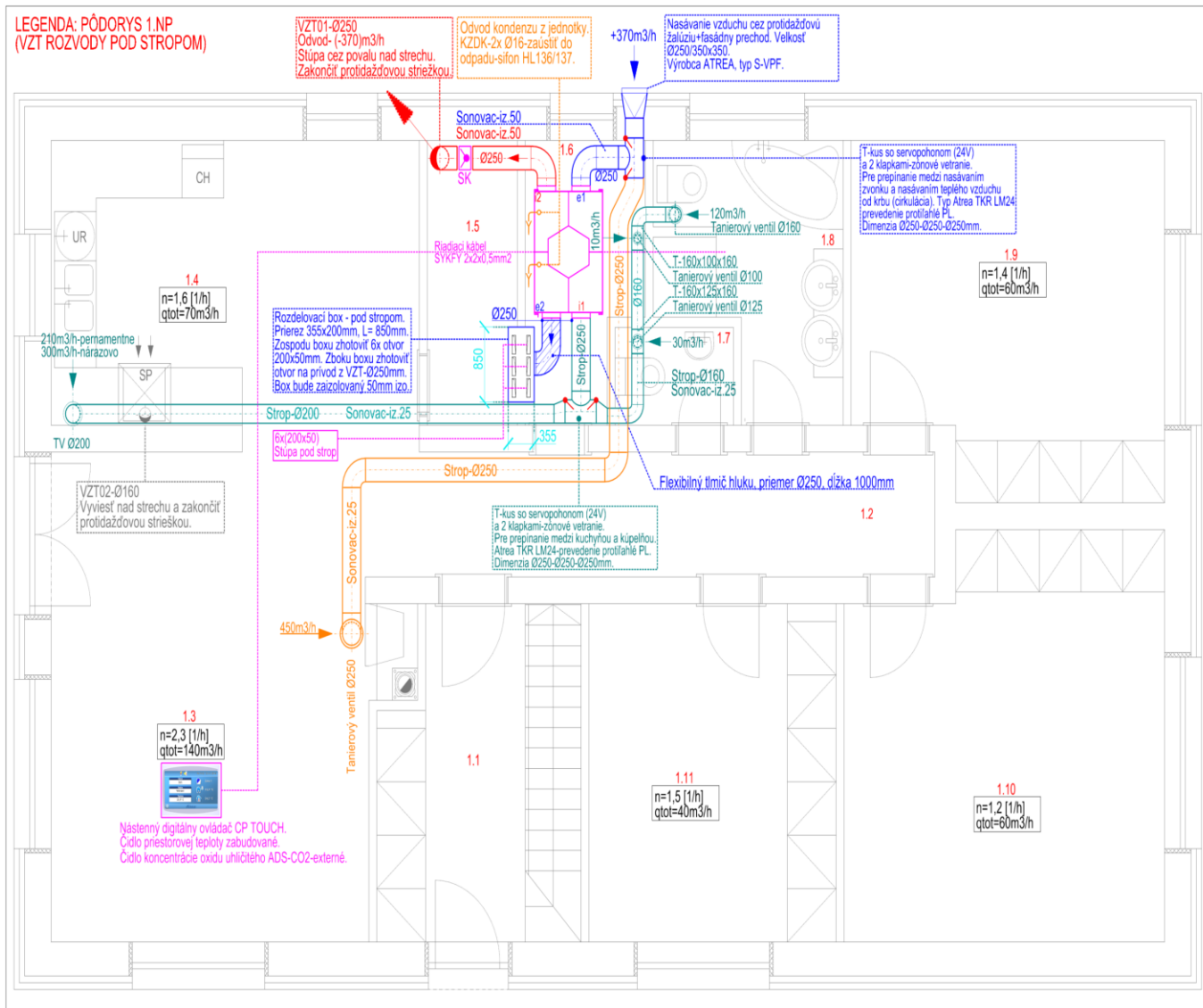
Obr. 2.72 Prietoky vzduchu v prechodových tvarovkách

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

Obr. 2.75 Rekuperačné vetranie v RD2 – vzorový výkres

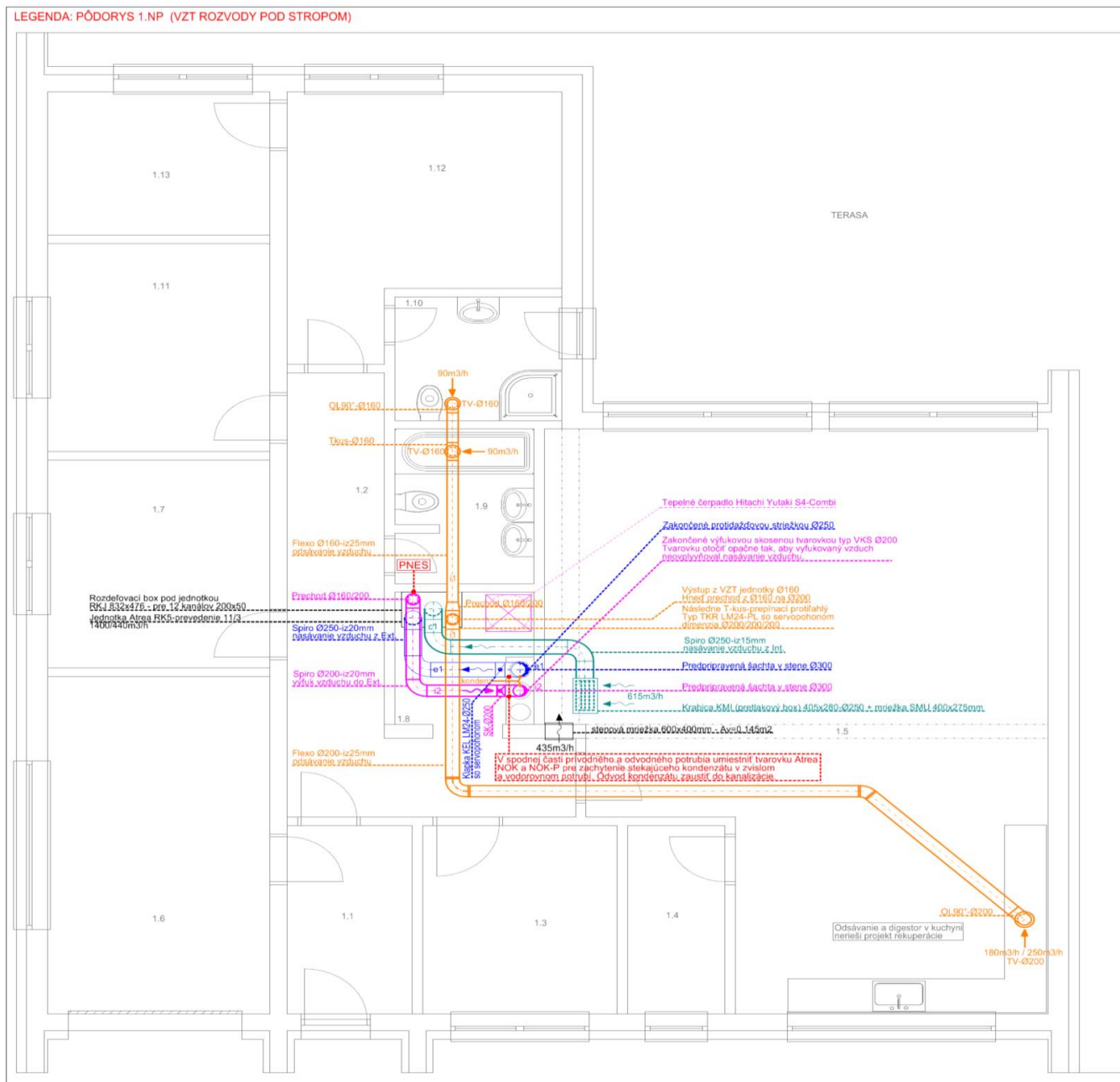


LEGENDA: POPIS

- 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
- PNES** Pripojiť na elektrickú sieť, nerieši VZT
- KZDK** Kondenzát zaistiť do kanalizácie, nerieši VZT

Zdroj: R. Nagy

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

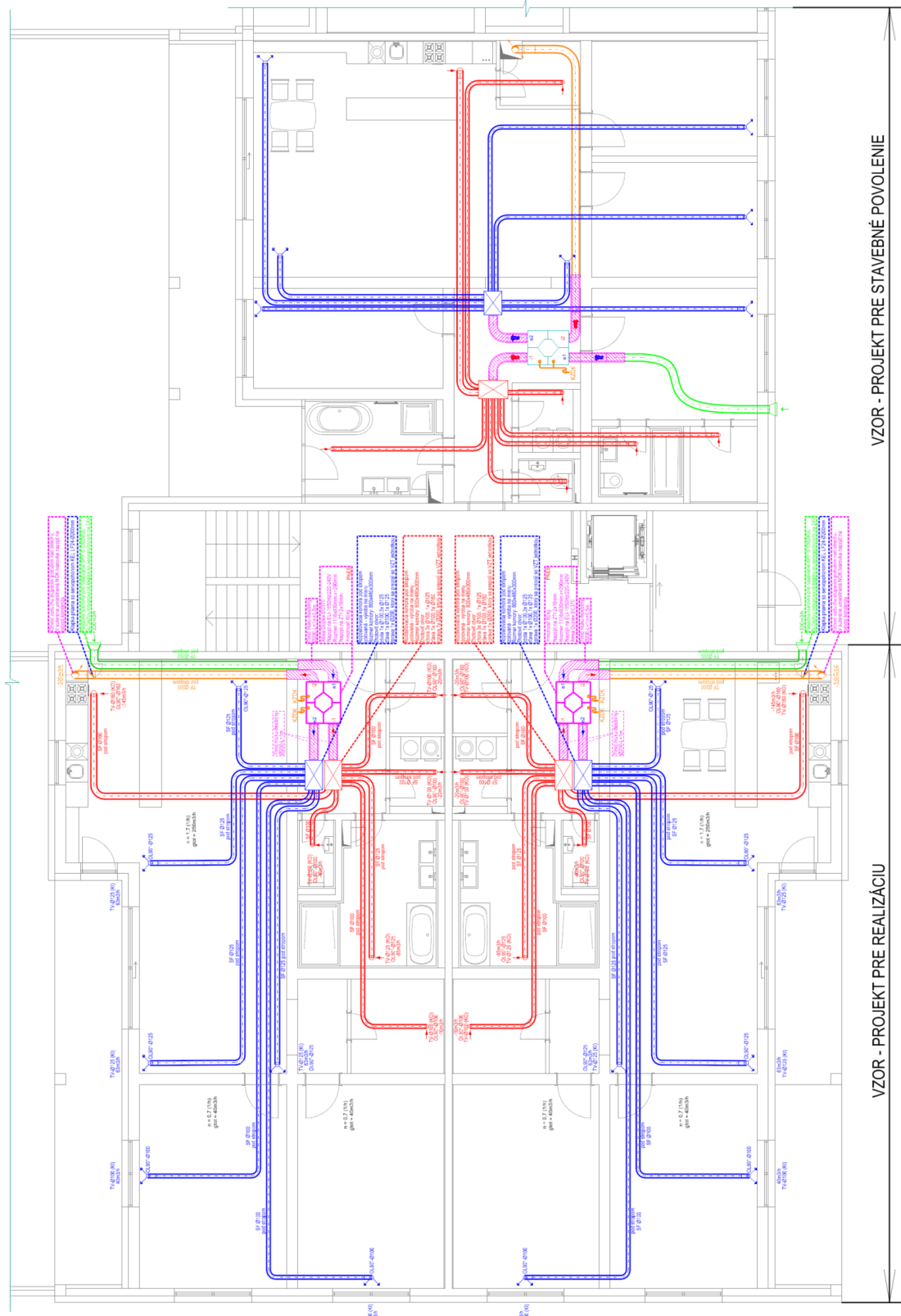


LEGENDA: POPIS

- Grafické označenie stúpačky vzduchotechniky - Odvod/Privod - hranaté, kruhové
- Privod - podlahový kanál typ B - pozinkované potrubie 200x50mm, hrúbka plechu 1mm
- Privod - 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, riešenie VZT
- Kondenzát zaistiť do kanalizácie, riešenie VZT
- Spätná klapka, priemer 200mm
- Tanierový ventil odvodný, priemer 160mm

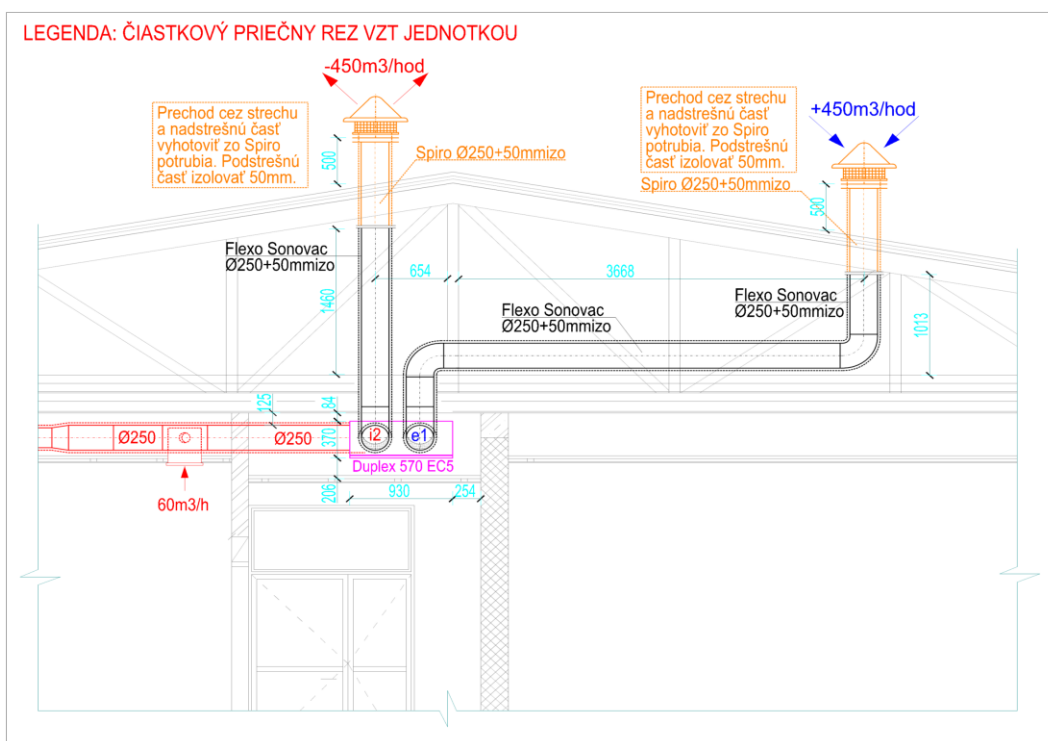
Zdroj: R. Nagy

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



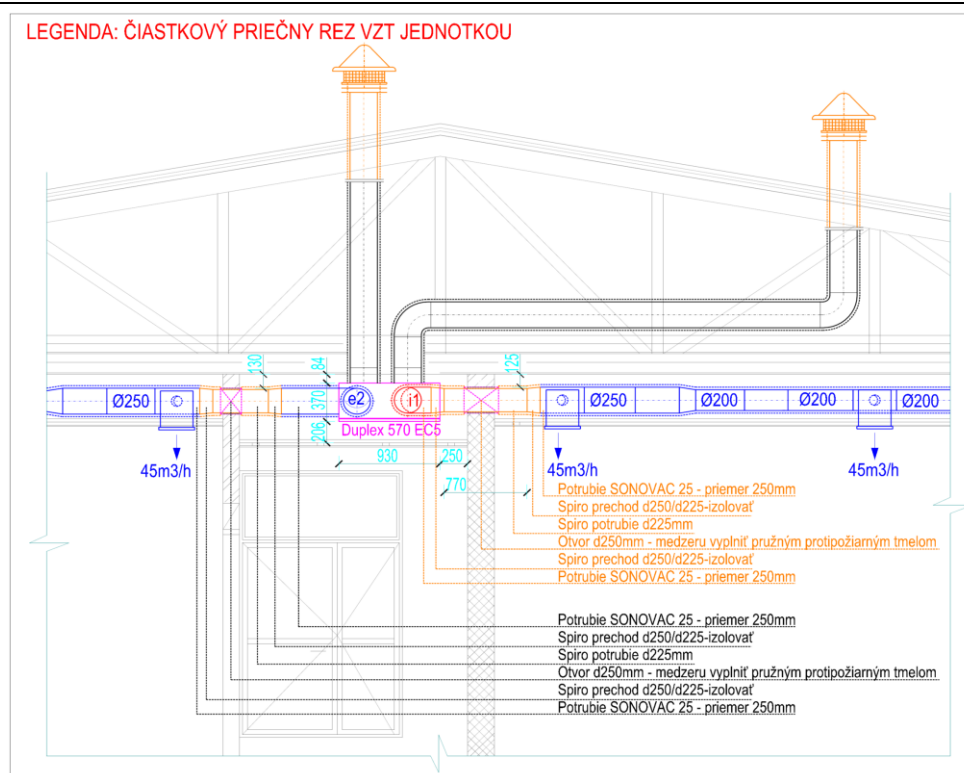
Zdroj: R. Nagy

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



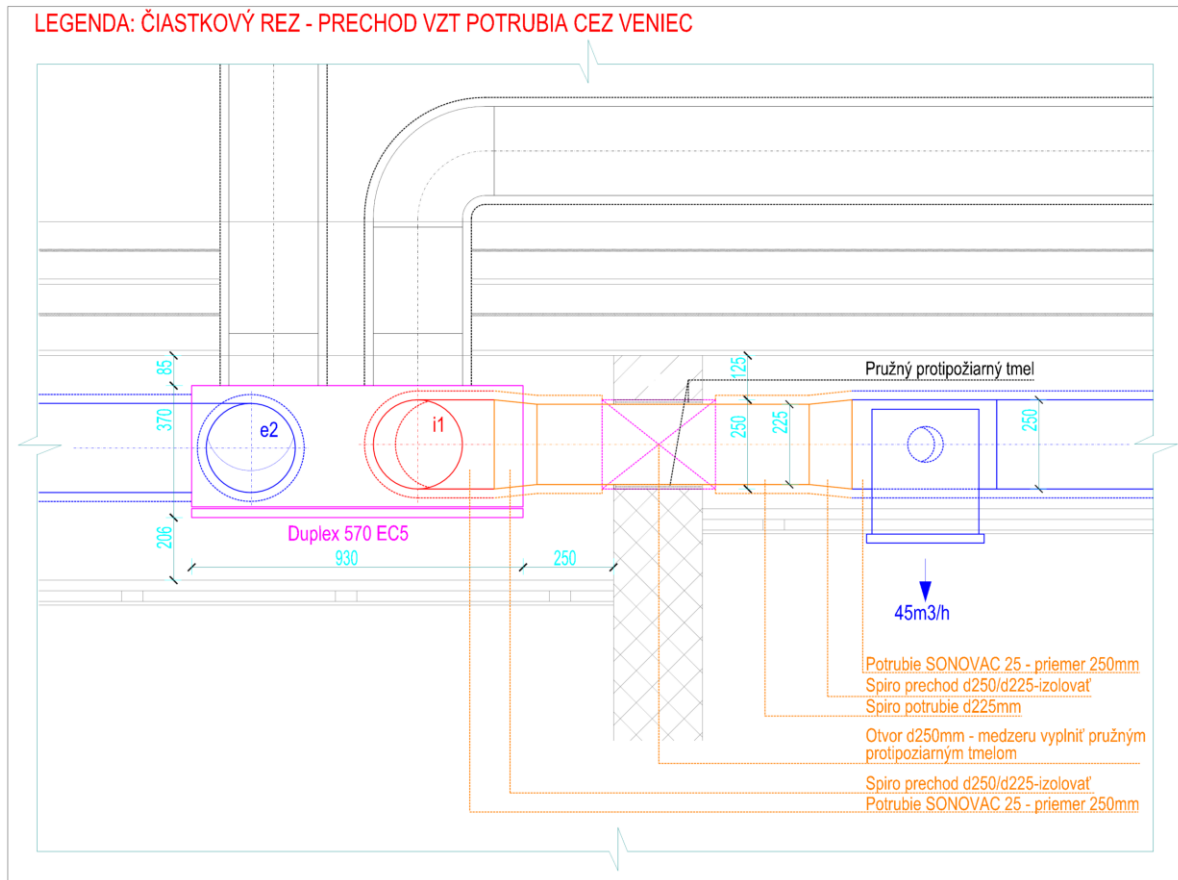
Zdroj: R. Nagy

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



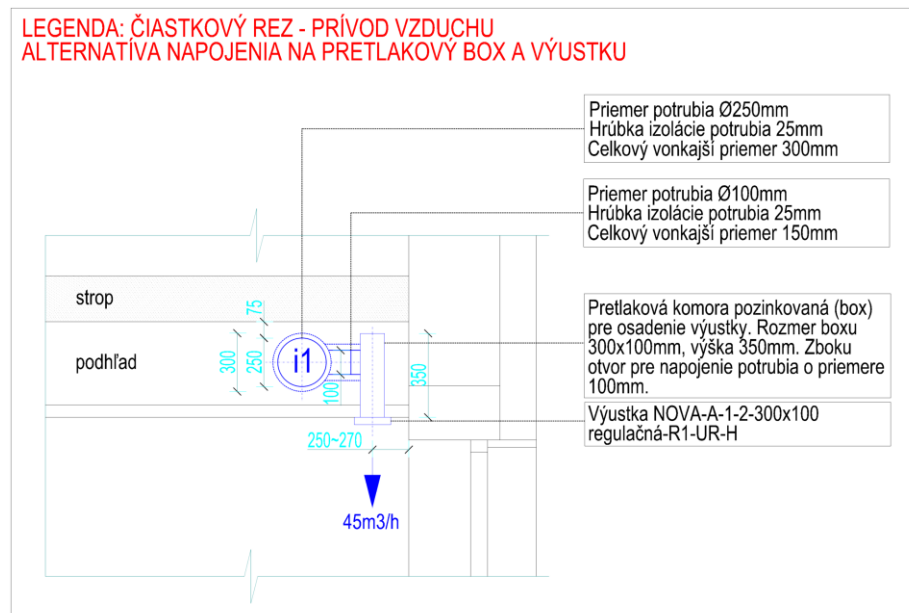
Zdroj: R. Nagy

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



Zdroj: R. Nagy

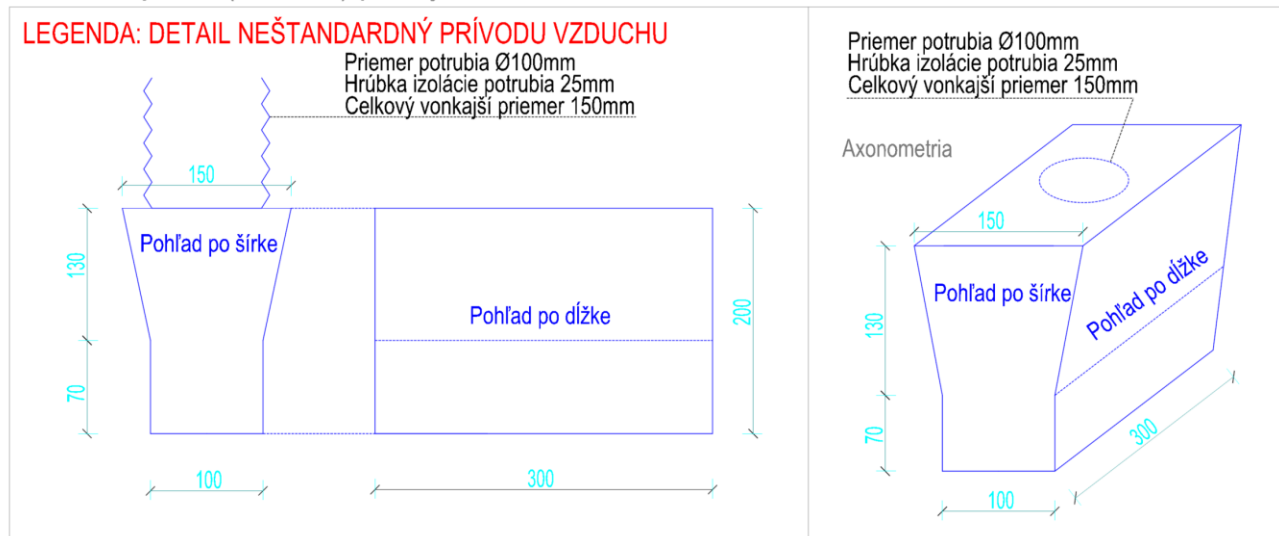
Obr. 2.82 Detail a čiastkový rez VZT potrubím a pretlakovou komorou s výustkou – popis komponentov



Zdroj: R. Nagy

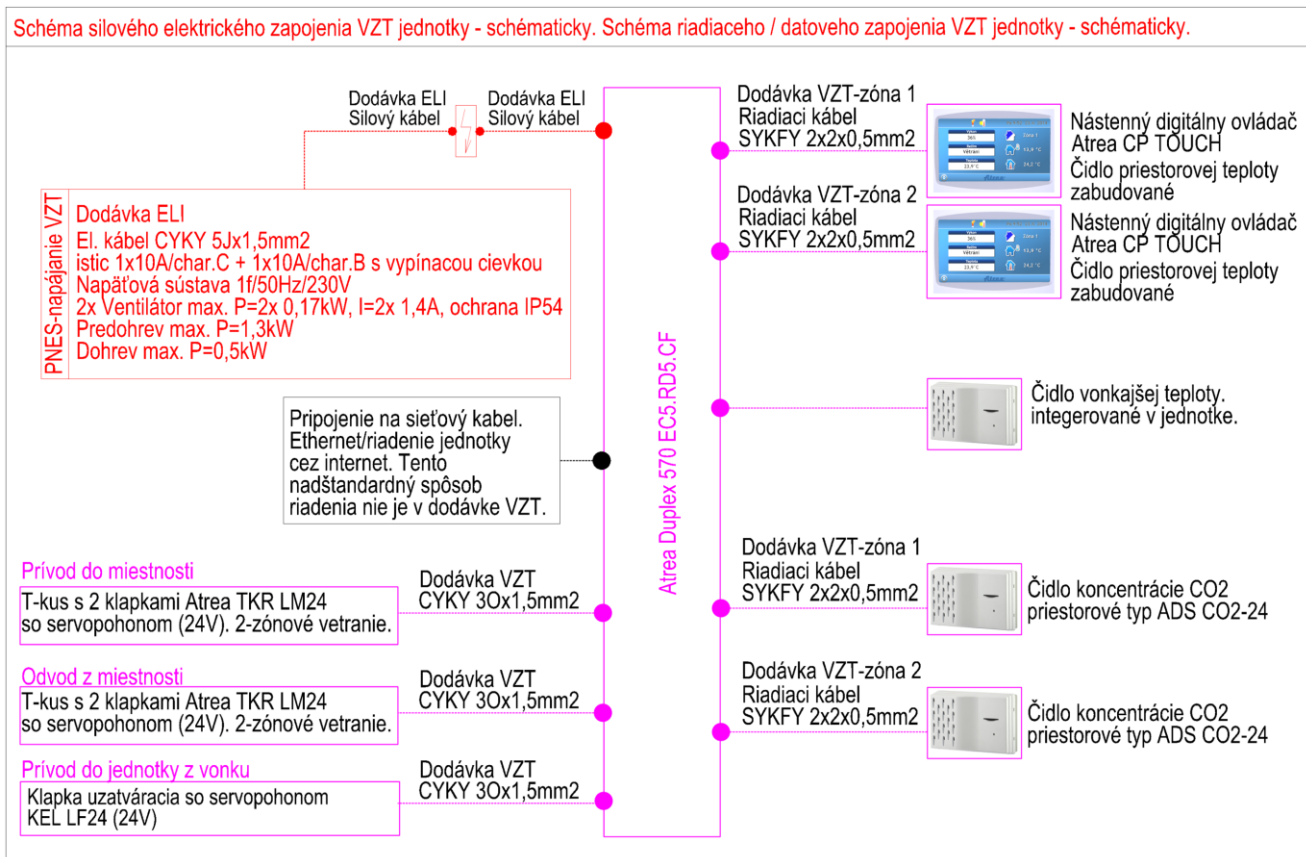
Obr. 2.85 Detail atypický pretlakový box a výustka – Atyp

Pretlakový box (komora) pre výustku Imos - Detal:



Zdroj: R. Nagy

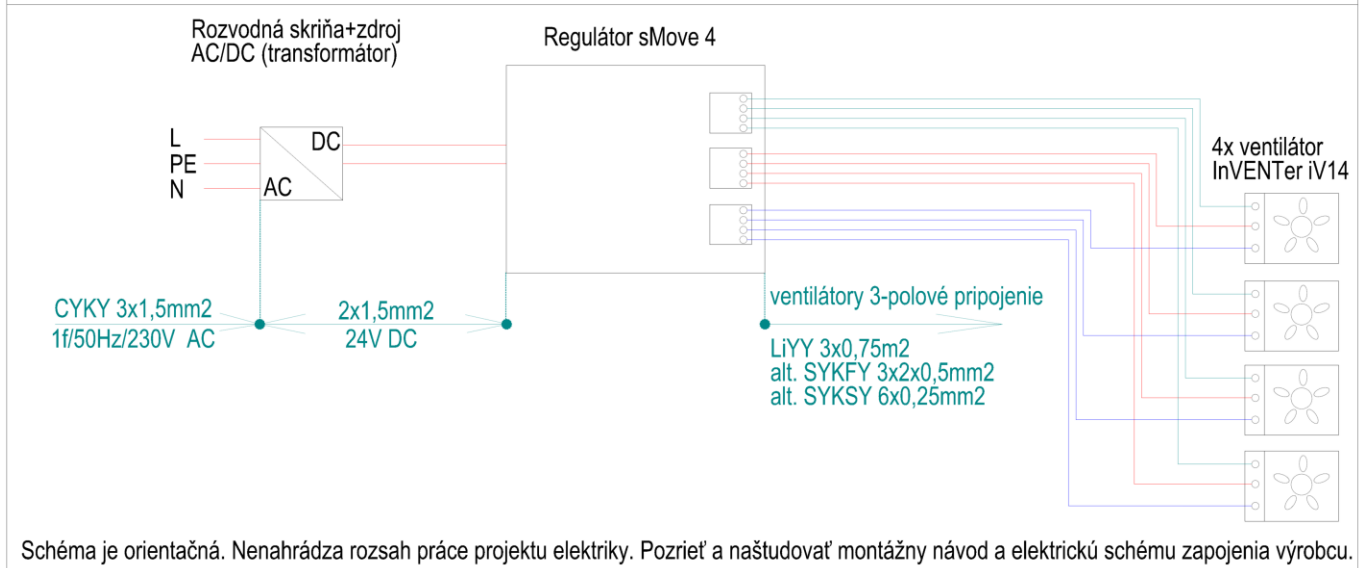
Obr. 2.86 Vzorové zapojenie – komplexné silové a dátové (riadiace) zapojenie centrálnej VZT jednotky - RD



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