



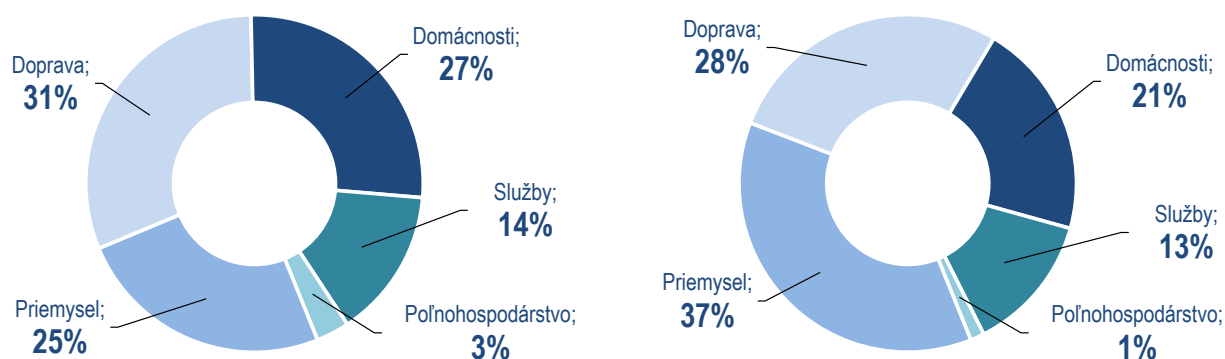
# ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOST

M. Kováč | K. Kováčová | A. Sedláková

# 4 | ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ

Budovy v Európskej únii predstavujú 40 % podiel na spotrebe energie a 36 % podiel na emisiách CO<sub>2</sub>. Základným kameňom politiky Európskej únie v oblasti energetickej efektívnosti je smernica 2012/27/EÚ z októbra 2012 o energetickej efektívnosti, ktorej cieľom je nasmerovať členské štáty na cestu plnenia cieľov pre rok 2020 a tým je zníženie spotreby energie o 20 % v porovnaní s prognózou z roku 2007 pre rok 2020. V novembri 2016 predložila Komisia návrhy na revíziu smernice 2012/27/EÚ s cieľom posilniť energeticкую hospodárnosť nových budov, urýchliť tempo renovácie existujúcich budov, aby boli energeticky efektívnejšie, a s cieľom čo najlepšie využiť obrovský potenciál zvýšenia energetickej efektívnosti v sektore stavebníctva. V decembri 2018 sa zvýšil záväzný cieľ Európskej únie týkajúci sa energetickej efektívnosti na rok 2030 na základe novej smernice o energetickej efektívnosti (smernica 2018/2002/EÚ) na najmenej 32,5 %. Jedná sa o zníženie spotreby energie o min. 32,5 % v porovnaní s prognózami na rok 2030, ktoré boli vypracované ešte v roku 2007. V novej smernici o energetickej hospodárnosti budov (smernica 2018/844/EÚ) sa stanovujú plány s orientačnými míľnikmi na roky 2030, 2040 a 2050 a dlhodobé stratégie členských štátov na podporu obnovy vnútroštátneho fondu bytových a nebytových budov, a to verejných aj súkromných, s cieľom vytvoriť do roku 2050 vysoko energeticky efektívny a dekarbonizovaný fond budov. V súčasnosti má približne 35 % budov v Európskej únii viac ako 50 rokov. Ak by sa zvýšila ich energetická efektívnosť, mohlo by sa dosiahnuť zníženie celkovej spotreby energie v Európskej únii približne o 5-6 % a emisie CO<sub>2</sub> by sa znížili približne o 5 %. V poslednom období sa ročná miera obnovy fondu budov v členských štátoch Európskej únie pohybuje na úrovni 0,4 – 1,2 %. Obdobné je to aj na Slovensku, kde miera obnovy fondu budov osciluje okolo 1%. Pre dosiahnutie cieľov pre rok 2030 v oblasti zvyšovania energetickej efektívnosti, kedy sa požaduje zníženie spotreby energie v Európskej únii o min. 32,5 %, bude potrebné mieru obnovy minimálne zdvojnásobiť.

Obr. 4.1 Konečná spotreba energie podľa sektorov v EÚ-28 a v SR v roku 2018

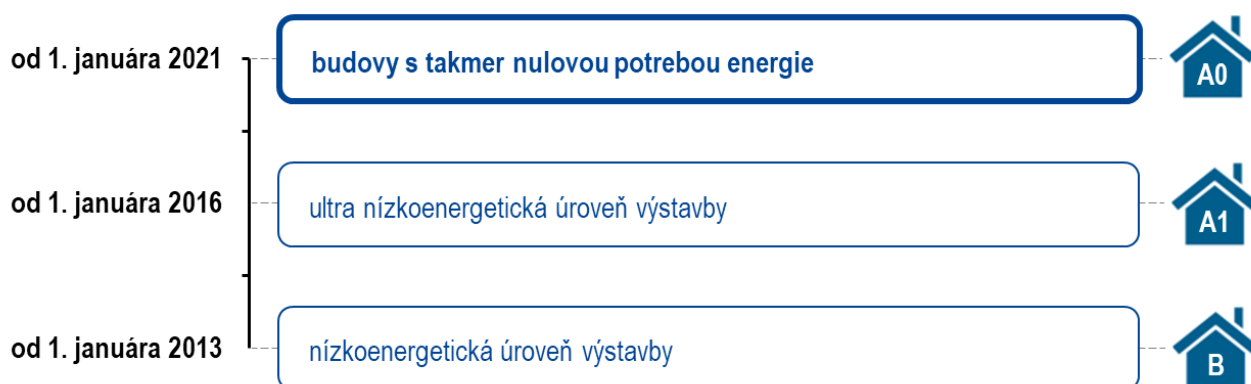


Poznámka: Porovnanie spotreby konečnej energie v roku 2018 medzi EÚ (28 členských štátov pred rokom 2020) vľavo a Slovenskou republikou vpravo.

Zdroj: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00124&language=en>

V súčasnosti je ešte stále platná požiadavka na výstavbu budov, aby boli tieto navrhované a realizované ako tzv. ultra nízkoenergetické budovy. Táto úroveň výstavby je charakterizovaná dosiahnutím energetickej triedy globálneho ukazovateľa (primárnej energie) energetickej hospodárnosti na úrovni A1. Do platnosti vstúpila od 1. januára 2016 a viaže sa k novým budovám resp. budovám vo významnej obnove, pričom v ich prípade je dosiahnutie energetickej triedy A1 podmienené technickou, funkčnou a ekonomickou uskutočniteľnosťou. Momentálne požadovaná úroveň výstavby je platná do konca roka 2020. Od 1. januára 2021 je potrebné všetky nové budovy navrhovať, projektovať a realizovať ako budovy s takmer nulovou potrebou energie. V tomto štandarde bude potrebné uskutočňovať aj obnovu bytového fondu, či už sa jedná o existujúce bytové alebo nebytové budovy, verejné resp. súkromné budovy. To si vyžiada veľký objem finančných prostriedkov, ktoré budú kombinovane kryté jednak z vlastných zdrojov, zo štátnych prostriedkov a prostriedkov Európskej únie. Vytvorí sa európsky investičný a modernizačný fond pre tieto účely a to všetko v súlade s politikou Európskej únie ohľadom ochrany klímy, znižovania emisií skleníkových plynov, zvyšovania podielu obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie a zvyšovania energetickej efektívnosti. Na nasledujúcom obrázku je znázornený časový sled platností jednotlivých úrovní výstavby na budovy. Pre úplnosť dodávame, že tzv. nízkoenergetická úroveň výstavby z obdobia pred 1. januárom 2013 bola charakterizovaná dosiahnutím energetickej triedy na úrovni B.

Obr. 4.2 Požadované úrovne výstavby budov od roku 2013

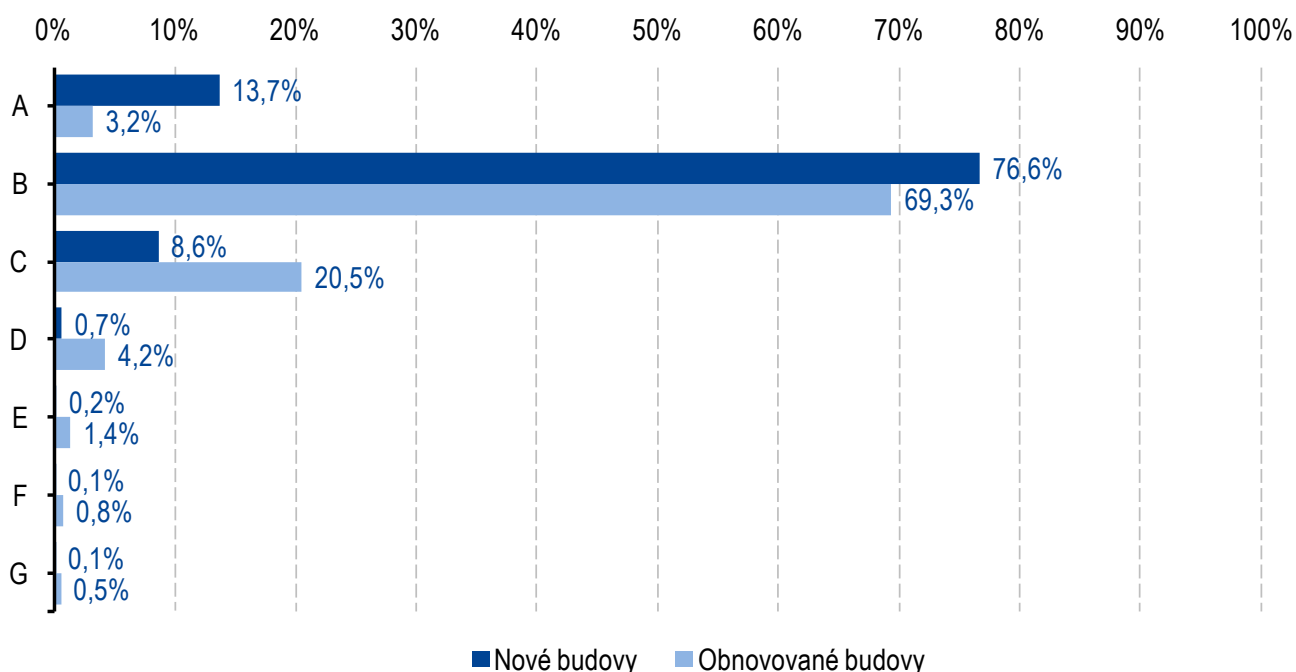


Zdroj: STN 73 0540

Budovy s takmer nulovou potrebou energie sú charakterizované ako budovy s nulovou alebo veľmi malou potrebou energie, ktoré majú efektívnu tepelnú ochranu obalových konštrukcií a využívajú vo veľkej miere energiu z obnoviteľných zdrojov energie. Úroveň výstavby budov s takmer nulovou potrebou energie je charakterizovaná energetickej triedou globálneho ukazovateľa (primárnej energie) energetickej hospodárnosti na úrovni A0. Okrem faktu, že tieto budovy spotrebúvajú minimálne množstvo energie, že produkujú minimálne množstvo skleníkových plynov a využívajú energiu z obnoviteľných zdrojov energie, tak vytvárajú optimálnejšie vnútorné prostredie v samotných budovách a to tým, že zvyšujú pohodlie pre svojich užívateľov v dôsledku vyššej formy automatizácie a riadenia systémov v budovách, a že v dôsledku veľmi dobrých tepelno izolačných vlastností obalových konštrukcií nedochádza k poklesu povrchových teplôt na vnútorných povrchoch na takú úroveň, ktorá by viedla k možnému vzniku plesní. A práve plesne sú zdrojom rôznych ochorení. Takéto riziko je teda maximálne minimalizované a to aj v dôsledku efektívneho riešenia tepelných mostov v rôznych tzv. kritických detailoch budovy z hľadiska tepelno technického. Systémy riadeného vetrania zabezpečujú požadovanú výmenu vzduchu v jednotlivých priestoroch budovy, čím sa udržiava úroveň vlhkosti vzduchu a koncentrácia oxidu uhličitého na úrovni, ktorá vytvára tzv. zdravé vnútorné prostredie v budove pre svojich užívateľov. Takto hodnotí tieto budovy aj Svetová zdravotnícka organizácia, ako tzv. zdravšie budovy a budovy vhodnejšie pre pobyt ľudí v nich. Aj preto samotná Svetová zdravotnícka organizácia

podporuje nielen výstavbu takýchto nových budov, ale vyzýva k uplatneniu takýchto štandardov aj pri obnove existujúcich budov. Systémy riadeného vetrania sú pre prevádzku v zimnom období vybavené zariadeniami pre spätné získavanie energie (tepla), čím znižujú tepelné straty vetraním v budove a tak prispievajú k zníženiu celkovej energetickej náročnosti budovy. To je samozrejme len niekoľko pozitívnych vlastností budov s takmer nulovou potrebou energie.

Obr. 4.3 Podiel energetických tried budov na bývanie na Slovensku za obdobie rokov 2016 - 2019



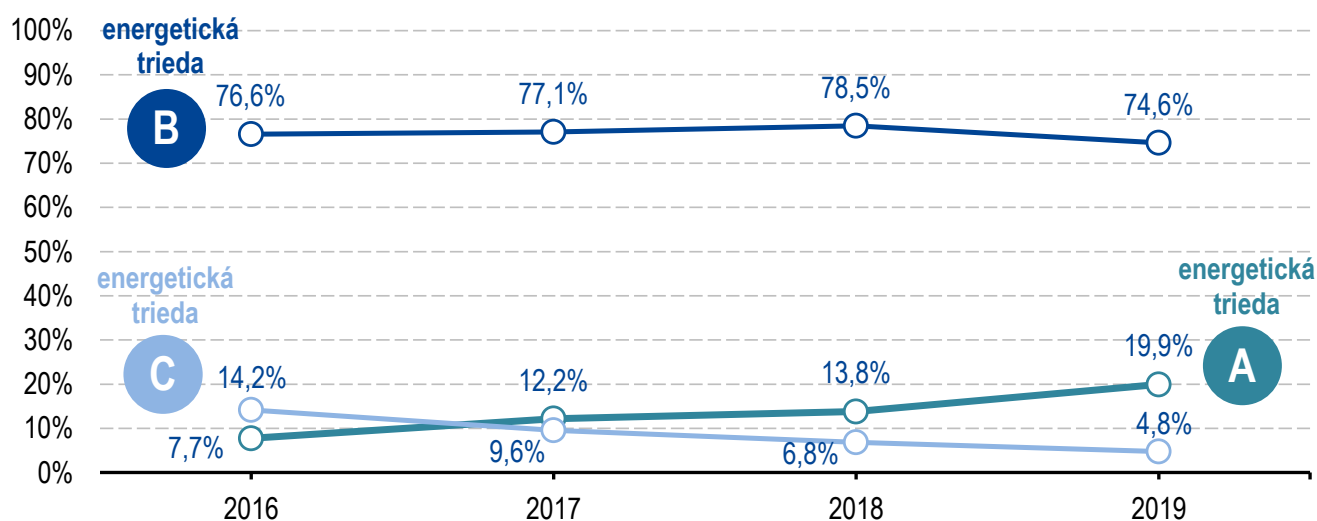
Poznámka: Graf zobrazuje percentuálny podiel jednotlivých energetických tried, do ktorých boli zaradené budovy na bývanie v rokoch 2016 až 2019. Jedná sa o nové budovy na bývanie a budovy po významnej obnove. Napriek faktu, že po roku 2015, t. z. od 1. januára 2016 je požadovaná energetická trieda globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti na úrovni A1 pre nové budovy a pre budovy po významnej obnove, pokiaľ je to v ich prípade technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné, tak prevažná časť budov na bývanie bola v tomto období zaradená do energetickej triedy B. V prípade nových budov na bývanie sa jednalo až o takmer 77 % budov v energetickej triede B a len približne 14 % v energetickej triede A.

Zdroj: <https://www.inforeg.sk/ec/>

Po roku 2015, t.j. od 1. januára 2016 sú požadované nové prísnejšie tepelno technické parametre na obvodové konštrukcie nových budov a je vyžadovaná energetická trieda globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti na úrovni A1. Z grafu zostaveného na základe údajov z centrálného registra energetických certifikátov za obdobie rokov 2016 až 2019 bol však podiel takýchto nových budov na bývanie malý, v priemere 13,4 %. Pozitívne na tomto trende je, že ich počet sa od roku 2016 postupne zvyšuje a v roku 2019 zaznamenal takmer 20% podiel, čo je takmer 3-násobný nárast v porovnaní s rokom 2016. Problémom tohto stavu sú napr. nevhodné zdroje tepla z hľadiska ich energetických nosičov, ktorým odpovedá príslušná hodnota faktora primárnej energie, nedostatočné komplexné riešenie systémov vykurovania a prípravy teplej vody z hľadiska ich efektívnosti, chýbajúci systém riadeného vetrania s rekuperáciou tepla a nedostatočná úroveň systémov automatizácie a riadenia. V období rokov 2016 – 2019 bola preto prevažná časť nových budov na bývanie v energetickej triede B.



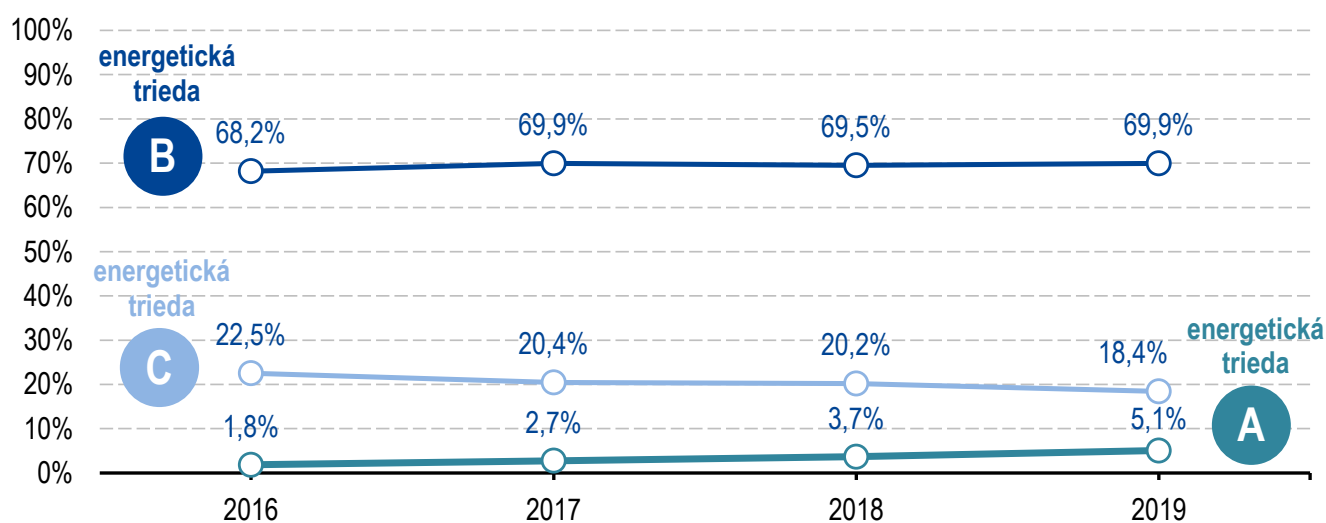
Obr. 4.4 Trend vybraných energetických tried nových budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku



Zdroj: <https://www.inforeg.sk/ec/>

Od 1. januára 2016 sú požadované nové prísnejšie tepelno technické parametre na obvodové konštrukcie budov a je vyžadovaná energetická trieda globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti na úrovni A1 aj pre budovy, ktoré prechádzajú významnou obnovou a to za predpokladu, že je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné. Z toho dôvodu bola prevažná časť budov v rokoch 2016 až 2019 po významnej obnove zaradená do energetickej triedy B. Ekonomické náklady spojené s obnovou budovy boli v tomto prípade pre investora akceptovateľné. Dosiť energetickú triedu A1 bolo pre väčšinu investorov nemožné hlavne vzhľadom na objem finančných nákladov, ktoré by si taká obnova budovy vyžadovala. Z grafu zostaveného na základe údajov z centrálného registra energetických certifikátov za obdobie rokov 2016 až 2019 je možné vidieť, že podiel budov na bývanie, ktoré prešli významnou obnovou a boli zaradené do energetickej triedy A, postupne rastie. Tento rast je však potrebné urýchliť.

Obr. 4.5 Trend vybraných energetických tried obnovovaných budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku



Zdroj: <https://www.inforeg.sk/ec/>

Aby bolo pre ľudí jednoduché rozlišovať energetickú hospodárnosť budov v praxi, zaviedol sa systém generovania tzv. energetických certifikátov s prehľadom údajov o technických parametroch danej budovy a jej systémov technických zariadení budov. Je to podobné ako s nákupom spotrebičov, kde každý z nich má tzv. energetický štítok s vyobrazenou triedou energetickej hospodárnosti, resp. spotreby energie (elektrická energia, zemný plyn). To samozrejme napomáha zákazníkom pri výbere daných produktov. Podobne je to aj s budovami. Zo zákona SR je potrebné vypracovať energetický certifikát pri kolaudácii novej budovy resp. obnovovanej budovy, pri predaji alebo prenájme budovy. Vo všeobecnosti je platnosť takéhoto energetického certifikátu max. 10 rokov a k skráteniu jeho platnosti môže dôjsť napr. zásahom do tepelnej ochrany obvodových stavebných konštrukcií budovy, alebo zásahom do zdroja tepla, resp. chladu (napr. výmena) a podobne. Energetický certifikát tak napomáha kupujúcemu alebo nájomcovi s výberom danej nehnuteľnosti, pretože v konečnom dôsledku to ovplyvní prevádzkové náklady samotnej budovy. Samozrejme v skutočnosti je faktorov, na základe ktorých sa musí budúci záujemca o kúpu alebo prenájom budovy (priestorov) rozhodnúť, oveľa viac. V každom prípade patrí energetický certifikát k jedným z nich. Hlavnou podstatou celého procesu hodnotenia energetickej hospodárnosti budov, výsledkom ktorej je energetický certifikát, je navrhovať budovy s čo najnižšou spotrebou energie, minimalizovať využívanie neobnoviteľných zdrojov energie a naopak v maximálne novej miere využívať energiu z obnoviteľných zdrojov energie. Zníži sa tak tvorba emisií skleníkových plynov, ktoré ovplyvňujú klimatické zmeny na našej planéte a vytvoria sa budovy, ktoré budú poskytovať svojim užívateľom želaný komfort a zdravé vnútorné prostredie, nakoľko zo štatistiky vyplýva, že trávime viac ako 90% svojho života práve v budovách.

Obr. 4.6 Výber budovy na základe energetickej triedy



Poznámka: Podobne ako u elektrospotrebičov, aj budovy sú charakterizované určitým stupňom energetickej triedy, na základe ktorej sa budúci užívateľ môže rozhodnúť o jej kúpe alebo prenájme.

Zdroj: M. Kováč

Budovy v blízkej budúcnosti, okrem toho, že budú spotrebúvať veľmi malé množstvo energie a produkovať minimálne emisie skleníkových plynov, sa súčasne budú podieľať aj na dekarbonizácii dopravy. Akým spôsobom? Nová smernica 844/2018/EÚ zavádza požiadavky na tzv. elektromobilitu v súvislosti s výstavbou nových bytových budov a bytových budov, ktoré prechádzajú fázou obnovy. Myšlienka je v tomto smere veľmi jednoduchá a pritom elegantná. Budovy už nebudú len miestom, kde ľudia trávia takmer 90 % svojho života, ale budú aj tzv. akumulátormi elektrickej energie vyrobenej a uskladnenej na mieste vďaka inštalovaným fotovoltaickým panelom. Táto energia sa bude využívať na prevádzku energeticky efektívnych elektrospotrebičov, podľa rozsahu bude možné v niektorých prípadoch dobíjať

batérie elektromobilov (autá, bicykle, kolobežky alebo iné dopravné prostriedky). Je to súčasne jeden z motivačných cieľov Európskej únie, ako do budúcnosti urýchliť a zvýšiť podiel elektromobilov na cestách. Spomínaná smernica zavádza povinnosť inštalácie potrebnej infraštruktúry, či už sa jedná o káblové rozvody alebo o min. počet nabíjajúcich staníc, a to pre nové ako aj obnovované bytové budovy. Pri bytových budovách, ktoré majú viac ako 10 parkovacích miest, je teda potrebné každé parkovacie miesto vybaviť potrebnou infraštruktúrou (káblovými rozvodmi), ktorá umožní neskoršiu inštaláciu nabíjajúcej stanice pre elektrické vozidlo. V súčasnosti sa teda pre bytové domy, či už nové alebo obnovované, ešte nepožaduje exaktne min. počet nabíjajúcich staníc, ale len tzv. predpríprava parkovacích státi. Zákon č. 378/2019, ktorý sa vo svojom obsahu venuje elektromobilite v kontexte budov, nadobudol účinnosť už 10. marca 2020, pričom však zavádza prechodné obdobie 1 roka, t.z., že do 10. marca 2021 nebude realizácia potrebnej infraštruktúry pre elektromobily povinná, ale dobrovoľná. Týka sa to podaných žiadostí o stavebné povolenie alebo žiadostí o povolenie zmeny stavby do tohto dátumu. Po tomto termíne sa však bude vyžadovať v prípade všetkých nových bytových budov alebo bytových budov, ktoré sú vo fáze významnej obnovy, aby budovali elektro infraštruktúru v súlade s legislatívou. Významná obnova budovy môže vyžadovať rôznu výšku finančných nákladov a preto, v prípadoch kde by náklady na realizáciu elektrických rozvodov pre elektromobily presiahli 7 % nákladov významnej obnovy, sa zákon nebude uplatňovať. Samozrejme, pokiaľ sa investor rozhodne s inštaláciou potrebnej infraštruktúry (elektrických káblov) alebo nabíjajúcej stanice, aj napriek týmto faktom, bude to pozitívny signál, ktorý bude motivovať ostatných k podobným rozhodnutiam už aj pred 10. marcom 2021.

Obr. 4.7 Budovanie infraštruktúry pre elektromobily v rámci výstavby nových a obnovovaných bytových budov



Poznámka: V prípade bytových budov, či už sa jedná o nové alebo obnovované, bude povinnosťou od 10. marca 2021 v prípade, že parkovisko má viac ako 10 miest, vybudovať patričnú infraštruktúru (elektrické rozvody) pre každé parkovacie miesto. To umožní v budúcnosti ľahšie a rýchlejšie inštalovať nabíjajúce stanice. Do 10. marca 2021 to však bude na dobrovoľnosti investorov.

Zdroj: M. Kováč

Základnou úlohou použitých technických systémov v budovách vo všeobecnosti je zabezpečiť požadovanú teplotu vo vykurovaných miestnostiach, požadovanú teplotu v chladených miestnostiach, požadovanú výmenu vzduchu v miestnostiach a zabezpečiť požadovanú teplotu teplej vody na všetkých odberných miestach v budove. Samozrejme podľa konkrétneho typu budovy resp. prevádzky v nej môžu byť spomínané úlohy doplnené aj o ďalšie funkcie ako napr. rôzne stupne filtrácie privádzaného vzduchu do budovy alebo zvlhčovanie resp. odvlhčovanie vzduchu. Každý

takýto systém je veľmi komplexný a pozostáva z veľkého počtu jednotlivých prvkov, ktoré majú svoju funkciu v samotnom systéme alebo prispievajú k funkcii iných súčastí v systéme. Príkladom je teplovodný vykurovací systém s plynovým kotlom, kde napr. vykurovacie telesá alebo podlahové vykurovanie zabezpečujú prenos tepelnej energie z teplovýmennej plochy do okolitého vykurovaného priestoru. Aby však tieto prvky mohli plniť svoju funkciu, musia byť zásobované dostatočným množstvom tepelnej energie zo zdroja tepla a to prostredníctvom potrubnej siete s obehovým čerpadlom, ktoré prepravu média zabezpečuje. Samotný zdroj tepla, v tomto prípade plynový kotol, odovzdáva tepelnú energiu tým, že na vstupe do kotla transformuje viazanú energiu v zemnom plyne na tepelnú energiu a to procesom spaľovania. Každý z týchto prvkov systému vykurovania pracuje pri určitej svojej efektívnosti, ktorá je daná v prípade kotlov ich samotnou konštrukciou spaľovania, veľkosťou, tvarom a materiálom výmenníka tepla alebo v prípade potrubných rozvodov, kde je ich účinnosť závislá v prvom rade od kvality (hrúbka, tepelná vodivosť) použitej tepelnej izolácie, ale samozrejme aj od dĺžky a veľkosti (priemeru) potrubia, alebo od teploty prepravovaného média (v tomto prípade vykurovacia voda). Aby boli tieto systémy v prevádzke funkčné a z hľadiska energetického aj efektívne, sú vybavené rôznymi stupňami riadenia a regulácie. A to od tých najjednoduchších až po tie najkomplexnejšie s určitým stupňom inteligencie. Príkladom sú termostatické hlavice na vykurovacích telesách, ktoré snímajú okolitú teplotu vzduchu a podľa potreby tak regulujú prietok vykurovacej vody vykurovacím telesom, v dôsledku čoho dochádza k zníženiu prenášanej tepelnej energie z povrchu vykurovacieho telesa do okolitého vzduchu a na okolité povrchy miestnosti. Takýmto spôsobom sa udržiava požadovaná teplota v miestnosti. Ak sú v miestnosti aktívne vnútorné zdroje tepla ako napr. prítomnosť osôb, alebo sú v prevádzke niektoré elektrické zariadenia, ktoré produkujú teplo a toto množstvo energie postačuje na udržanie teploty v miestnosti, nie je potrebné v takom prípade, aby vykurovacie teleso dodávalo ďalšie množstvo energie, čím by dochádzalo k prekurovaniu miestnosti. A to by stalo, keby vykurovacie teleso nebolo vybavené systémom automatizácie a riadenia. Samozrejme v tomto prípade, použitie klasických mechanických termostatických hlavíc predstavuje tú najjednoduchšiu formu riadenia. Ale v každom prípade veľmi efektívnu z hľadiska spotreby energie (napr. spotreba zemného plynu) a finančných úspor na prevádzke systému a teda aj budovy. V dnešnej dobe je tento systém riadenia úplným štandardom a pre ďalšie zvýšenie energetickej efektívnosti je možné ho nahradiť v súčasnosti populárnymi elektronickými termostatickými hlaviciami, ktoré sú vybavené termostatom, ktorý tak umožňuje užívateľom budovy preddefinovať požadovanú teplotu vzduchu v miestnosti a to počas dňa a noci v rámci pracovných dní alebo víkendy. Tieto systémy zvyšujú komfort samotných užívateľov, ktorí tak napr. v noci nie sú nútení znižovať teplotu v miestnosti pre lepší a zdravší spánok, a to manuálnym pootočením hlavice na nižší stupeň, ako je tomu v prípade predošlých mechanických termostatických hlavíc. Dnešné elektronické termostatické hlavice sú okrem spomínaných termostatov vybavené aj určitým stupňom inteligencie. Inteligencia spočíva v tom, že termostatická hlavica kontinuálne sníma teplotu okolitého vzduchu po dobu napr. 2 týždňov, t.z., že pozorne sleduje požadovanú teplotu priestoru počas dňa, ktorú si určuje užívateľ a následne automaticky optimalizuje program termostatu, čím termostatická hlavica sama mení teploty počas dňa alebo počas týždňa.

Funkciou použitých systémov automatizácie a riadenia budovy je teda vybrané parametre kontinuálne sledovať (merať) a na základe zadaných požiadaviek užívateľov prispôbovať daný systém (vykurovanie, chladenie, vetranie, príprava teplej vody), aby bol čo najefektívnejší. Automatizácia a riadenie budovy tak umožňuje optimalizovať energetickú spotrebu budovy, čím priamo šetrí finančné prostriedky na prevádzku, znižuje spotrebu neobnoviteľných ale aj obnoviteľných zdrojov energie, prispieva k redukcii emisií skleníkových plynov a zvyšuje komfort užívateľov v budovách. V prípade budov s takmer nulovou potrebou energie sú takéto systémy nevyhnutnou súčasťou. Vo všeobecnosti však platí, že mieru automatizácie a riadenia systémov v budove je potrebné vždy prispôbiť konkrétnemu typu objektu a jeho prevádzke. Je potrebné navrhovať a inštalovať také prvky, ktoré budú v súlade nielen s legislatívou, ale aj s finančným rozpočtom investora pre túto položku, aby sa v konečnom výsledku dosiahol želaný efekt a to zvýšený komfort kvality života v budovách, aby sa znížila spotreba neobnoviteľných zdrojov energie, znížili emisie skleníkových plynov a samozrejme, aby sa minimalizovali finančné náklady na prevádzku budovy.





Poznámka: Užívateľ si nastaví požadovanú teplotu počas dňa a noci na 19 °C v rámci pracovného týždňa, keďže pracuje mimo domu. Z práce sa vracia domov cca. o 16:00. Inteligentné termostatické hlavice v priebehu 1-2 týždňov po inštalácii na vykurovací telesá zaznamenávajú zmenu požadovanej teploty v miestnostiach z 19 °C na 22 °C a to vždy po návrate užívateľa domov z práce, pričom túto zmenu vykonáva užívateľ sám na termostate hlavice. Približne o 23:00 užívateľ prestaví teplotu na termostate späť na pôvodných 19 °C kvôli zdravšiemu spánku. Inteligentná termostatická hlavica vyhodnotí túto situáciu ako určitý pravidelne sa opakujúci algoritmus a upraví preto program termostatu počas týždňa tak, aby užívateľ už nemusel po návrate z práce domov manuálne prestavovať teplotu z 19 °C na 22 °C. Princíp inteligencie zariadenia spočíva v sledovaní, analyzovaní, vyhodnocovaní a na koniec upravovaní nastavení. Užívateľ sa tak už nemusí viac zaujímať o zmenu teploty v miestnostiach. Samozrejme termostatická hlavica aj naďalej sleduje zmeny požadovanej teploty a prípadne koriguje program termostatu. Všetko si samozrejme vyžaduje svoj čas a preto, ak dochádza k veľmi častým zmenám a najmä v krátkom časovom období, tak hlavica nedokáže poskytnúť užívateľovi želaný komfort. Nie v tomto prevedení. Možno v prípadoch, kde by termostatická hlavica komunikovala so senzorom pohybu resp. senzorom prítomnosti osôb. To je realita blízkej budúcnosti. Už dnes existujú formy ako „machine learning“ kde sa zariadenie „pozerá“, učí sa na základe kvanta dát, ktoré neustále monitoruje, analyzuje a na základe toho upravuje svoj program.

Zdroj: M. Kováč

Existujú 3 typy hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy, ktoré súvisia so samotným návrhom budovy a prípravou projektovej dokumentácie, s realizáciou stavby a jej užívaním. Každá projektová dokumentácia či už novej budovy alebo obnovy budovy obsahuje textovú a výkresovú časť podľa rozsahu, ktorý odpovedá danému stupňu spracovania projektu. V rámci stavebného konania, kedy sa predkladá žiadosť o stavebné povolenie je potrebné dokladovať tzv. projektové hodnotenie budovy. V rámci neho sa hodnotia jednotlivé miesta spotreby energie, ktoré sú predmetom hodnotenia, čo priamo vyplýva z príslušnej kategórie budovy. Napríklad, v prípade bytových budov je potrebné vyhodnotiť systém vykurovania a systém prípravy teplej vody. Výsledkom tohto hodnotenia je stanovenie energetickej triedy jednotlivých systémov na základe ich potreby energie, stanovenie energetickej triedy budovy na základe jej celkovej potreby energie, stanovenie primárnej energie na základe použitých energetických nosičov (napr. elektrická energia, zemný plyn, biomasa a podobne) a stanovenie celkových emisií oxidu uhličitého. Spomínaná primárna energia je globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a je teda celkovým zhodnotením návrhu budovy a jej systémov TZB z hľadiska energetického. Po roku 2020, t. z., že od 1. januára 2021 musia byť všetky nové budovy podliehajúce energetickej certifikácii hodnotené na základe globálneho ukazovateľa (primárna energia) ako budovy s takmer nulovou potrebou energie, t.j. energetická trieda A0. Obdobne to platí aj pre obnovované budovy, ak je to v ich prípade technicky, funkčne a ekonomicky realizovateľné. Význam projektového hodnotenia je teda

v skutočnosti veľmi dôležitý a je preto potrebné venovať mu dostatočnú pozornosť v rámci prípravy projektovej dokumentácie budovy. Súčasne je tak informovaný aj samotný investor budovy o budúcej energetickej triede projektovanej budovy. Projektové hodnotenie sa od ostatných dvoch typov hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy líši v podstate iba v jednom bode a to, že sa nevypracúva energetický certifikát ani energetický štítok. Po ukončení výstavby novej budovy alebo dokončení obnovy existujúcej budovy nasleduje pred ich užívaním proces kolaudácie stavby. Súčasťou úspešnej kolaudácie je vypracovaný energetický certifikát a energetický štítok danej budovy. V prípade energetického certifikátu sa jedná o 8 stranový dokument, na ktorom sú uvedené všetky potrebné údaje o budove, o jej systémoch TZB, o energetických triedach hodnotených systémov TZB, o globálnom ukazovateli energetickej hospodárnosti a emisiách oxidu uhličitého. Energetický štítok je v podstate titulnou stranou energetického certifikátu, graficky vyobrazuje úroveň energetickej hospodárnosti budovy spoločne s textovým popisom a umiestňuje sa na viditeľné miesta v budovách, ktoré určuje Slovenská legislatíva. V prípade, že sa jedná o existujúcu budovu, ktorá nie je v procese obnovy, ale vyžaduje si vypracovanie energetického certifikátu, tak sa používa tzv. Prevádzkové hodnotenie. V tomto prípade sa vychádza z nameraných údajov o spotrebe, pričom sa musí jednať o údaje z obdobia minimálne 3 rokov.

Obr. 4.9 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy



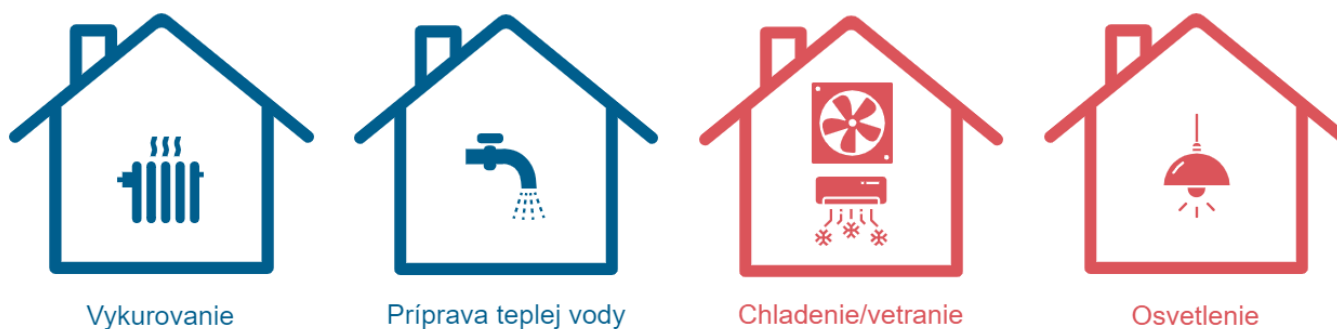
**Poznámka:** Projektové hodnotenie sa spracúva na základe projektovej dokumentácie budovy a teda s projektovanými ukazovateľmi pre navrhované stavebné materiály a systémy TZB. Pri realizácii budovy môžu nastať zmeny napr. v použitých materiáloch alebo sa zamení konvekčný (radiátorový) systém vykurovania za podlahový a preto pre účely kolaudácie sa použije normalizované hodnotenie, ktoré vychádza z reálne použitých materiálov na stavbe a inštalovaných systémov TZB.

**Zdroj:** M. Kováč

Procesu energetickej certifikácie podliehajú vybrané kategórie budov a pre každú kategóriu budovy sú definované miesta spotreby energie. Vo všeobecnosti sa jedná o 4 miesta spotreby energie a to: Vykurovanie, Príprava teplej vody, Vetranie/Chladenie a Osvetlenie. V prípade bytových budov (rodinné a bytové domy) sa hodnotia len 2 miesta spotreby energie a to Vykurovanie a Príprava teplej vody, pre ktoré sa určia energetické triedy v rozsahu A až G na základe ich potreby energie. Následne sa stanoví dodaná energia budove, ktorá je základom pre výpočet množstva primárnej energie a emisií oxidu uhličitého. Primárna energia je závislá od konverzného faktora pre použitý energetický nosič, ktorým môže byť zemný plyn, elektrická energia alebo biomasa resp. iné palivo. Primárna energia je globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a jej energetická trieda sa pohybuje v rozsahu A0 až G. A práve po roku 2020, t.j. od 1. januára 2021 musia byť všetky nové budovy v energetickej triede A0. V tomto prípade je teda projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy nesmierne dôležité a musí byť vypracované v súlade s metodikou výpočtu energetickej hospodárnosti. To znamená, že pri spracovávaní projektovej dokumentácie na stavebné povolenie musia byť už jasné systémy vykurovania a prípravy teplej vody, aby bolo možné určiť energetickú

triedu a musia byť zrejme aj energetické nosiče, ktoré budú použité pre zdroj tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody. To všetko vytvára predpoklady k tomu, že energetická trieda stanovená v rámci projektového hodnotenia budovy bude rovnaká ako energetická trieda budovy stanovená v rámci normalizovaného hodnotenia na základe skutočného vyhotovenia stavby pre účely získania kolaudačného rozhodnutia. Ak sa počas realizácie budovy plánuje zásadná zmena v projektovanom systéme vykurovania alebo teplej vody z projektovej dokumentácie na stavebné povolenie, je potrebné túto zmenu najskôr prehodnotiť z hľadiska jej dopadov na globálny ukazovateľ primárnej energie. V prípade, že sa jej realizáciou nezhorší pôvodná energetická trieda budovy, je možné tieto zmeny uskutočniť. Samozrejme pokiaľ sa nejedná o zmeny, ktoré si vyžadujú informovanie príslušných úradov a ich schválenie.

Obr. 4.10 Miesta spotreby energie v budove



Poznámka: Existujú 4 miesta spotreby energie, ktoré môžu byť predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy a to v závislosti od tzv. kategórie budovy. V prípade rodinných a bytových domov sa hodnotia len 2 miesta spotreby energie a to Vykurovanie a Príprava teplej vody.

Zdroj: M. Kováč

## 4.1 Tepelná ochrana budov

**Tepelná ochrana budov** sa zaoberá ochranou budov pred nepriaznivými účinkami vonkajšieho prostredia v zimnom a letnom období. V našich klimatických podmienkach treba budovy v zime vykurovať a v lete už v prevažnej miere spravidla klimatizovať. Stavebné konštrukcie budov svojimi tepelnotechnickými vlastnosťami predurčujú potrebu tepla pre technické zariadenia budov a tá je odvodená z požadovaného stavu vnútorného prostredia vhodného z hľadiska tepelnej pohody ľudí, prípadne z technologických činností v budovách a z úrovne tepelnej ochrany stavebných konštrukcií. Vnútorné prostredie obytných budov a tiež ostatných budov pre trvalý pobyt ľudí v nich je vytvorené stavebnými konštrukciami. Tieto svojimi tepelnotechnickými vlastnosťami, v kombinácii s technickým zariadením budov a chovaním sa užívateľov spolupôsobia pri vytváraní vnútorného prostredia. Zabezpečenie podmienok tepelnej pohody, ako výsledku reprezentujúceho kvalitu budovy, je priamo závislé na tepelnotechnickej kvalite stavebných konštrukcií a na energetickej náročnosti.

Stavebné konštrukcie a budovy sa z hľadiska stavebnej tepelnej techniky navrhujú a posudzujú na základe kritérií a požiadaviek, ktoré sú zakotvené v normatívnych predpisoch. Požiadavky a súčasné kritéria boli stanovené pre oblasť tepelnotechnického navrhovania stavebných konštrukcií a budov v STN 73 0540-2/Z1, Z2 Konsolidované znenie v roku 2019.

**STN 73 0540 Tepelná ochrana budov:** Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov sa člení takto:

- časť 1: Terminológia: 2002,
- časť 2: Funkčné požiadavky: 2019,
- časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov: 2012.

Časť 2 normy sa vzťahuje na projektovú dokumentáciu budov, projektové a normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budov. Na nové budovy postavené po roku 2020 budú platiť cieľové hodnoty pre budovy s takmer nulovou potrebou energie ako normalizované (požadované). Na projektovanie nových budov s takmer nulovou potrebou energie sú uvedené aj prísnejšie cieľové odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií. Projektant je povinný splnenie minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budovy zahrnúť do projektovej dokumentácie na stavebné povolenie alebo na povolenie zmeny stavby. Norma sa vzťahuje na všetky budovy, na ktorých výstavbu alebo zmenu stavby je potrebné ohlásenie stavby alebo stavebné povolenie.

Táto norma platí na navrhovanie a posudzovanie stavebných konštrukcií a budov s požadovaným teplotným stavom vnútorného prostredia pri ich užívaní. Stanovuje tepelnotechnické požiadavky na stavebné konštrukcie a budovy, ktorými sa zabezpečuje splnenie základných požiadaviek na stavby, najmä splnenie základnej požiadavky na energetickú hospodárnosť a udržiavanie tepla a zabezpečenie hygieny, ochrany zdravia a životného prostredia.

### 4.1.1 Základné princípy navrhovania energetickej efektívnych budov

Energetická efektivita bola témou od prvej výstavby budov, menila sa pozícia jej dôležitosti v kontexte výstavby a užívania budov. Dnes sa nulovými budovami blížíme k nule a chceme sa dopracovať k budovám s energetickými ziskami, ale zároveň ak si uvedomíme že v súčasnom období, človek trávi 80-90 % času v architektonizovanom interiérovom prostredí, je veľmi dôležité zabezpečiť taktiež hodnotenie kvality vnútorného prostredia budov, charakterizované snahou o vytvorenie nielen tepelnej, ale aj akustickej a svetelnej pohody a súčasne o zabezpečenie kvalitného vnútorného ovzdušia s prepojením na energetickú stratégiu výstavby nových budov a obnovu existujúcich budov. Nulové budovy ponúkajú ideálny spôsob naplnenia súčasných nárokov na bývanie. Spájajú v sebe nízke energetické náklady na vykurovanie a chladenie, zároveň poskytujú veľmi kvalitné vnútorné prostredie. V porovnaní s bežnými stavbami je ich energetická potreba nižšia o 80 – 90 %. Názov „nulový dom“ Nemecko: “pasívny dom”

vychádza z princípu využívania pasívnych tepelných ziskov v budove – zisky slnečného žiarenia a vnútorné zisky. Snaha v architektonicko-konštrukčnom riešení je čo najviac využiť a zapracovať princípy návrhu takmer nulovej budovy (tvar budovy, vlastnosti materiálov, využitie slnečného žiarenia, prirodzené vetranie, osvetlenie) následne minimalizuje prevádzkové náklady budovy a znižuje energetickú potrebu pre technické zariadenia.

Technické a dispozičné riešenie sa u budov s takmer nulovou spotrebou energie stavia na základe dokonale prepracovaného návrhu. Práve vo fáze prvotného návrhu, pri vytváraní štúdie, sa nepochybne rozhoduje o budúcich vlastnostiach budovy. Na vytvorenie dokonale fungujúceho a energeticky čo najúspornejšieho riešenie by mal celý projekčný tím pracovať spoločne. Najmä pri väčších objektoch je prakticky nevyhnutná koordinácia všetkých profesií, integrované navrhovanie sa však často zanedbáva. Chyby vzniknuté jednostranným návrhom, nezohľadňujú ostatné vplyvy a profesie, a v ďalších fázach projektu sa už ťažko odstraňujú. Ukážkovým a častým príkladom sú architektonické návrhy bez akéhokoľvek napojenia na stavebnotechnického riešenie. Následné energeticky úsporné opatrenia potom veľakrát nemožno vykonať v potrebnej miere. V ďalších fázach projektu sa už "len" spresňujú pôvodné rozhodnutia a na zásadné zmeny v prvotnom koncepte potom ani väčšinou nezostáva čas, chuť alebo ani financie. Bežné navrhovanie, kde si jednotlivé profesie odovzdávajú návrh a dopĺňajú svoje riešenia, je nutné pri energeticky efektívnych budovách domov pozmeniť. Kontinuita a komplexnosť riešenia zaručí návrh, ktorý vytvárajú všetky profesie spoločne. Porekadlo "Dvakrát meraj, raz rež!" platí pre energeticky efektívne budovy dvojnásobne. Nielen u väčších budov sa vypláca spracovať viac variantov, ktorých porovnaním sa optimalizuje správanie budovy, energetická náročnosť, ekologická záťaž a návratnosť vynaložených financií. Je známe, že šikovné riešenie dokáže ušetriť nemalé peniaze, ktoré potom možno investovať napríklad do obnoviteľných zdrojov energie. Nie je pravidlom, že energeticky efektívne budovy sú oveľa drahšie. Na druhej strane to, že je budova drahšia, nemusí vôbec znamenať, že je energeticky úspornejšia. Cenu budovy oveľa viac ovplyvnia priestorové nároky investora a jeho nároky na vybavenie než to, že budova bude v nulovom štandarde. Napríklad jednou zo zažitých falošných predstáv je, že nulová budova musí byť vybavená množstvom drahých technických zariadení. Platí pravý opak, pretože súčasne so znižovaním energetickej náročnosti budovy sa znižujú aj požiadavky na výkon zdroja energie a ďalšie technológie. Vybavenie a forma energeticky efektívnych budov je skutočne rôznorodá. Použitie môžu byť moderné hi-tech riešenia alebo naopak riešenia umiernené, s dôrazom na ekologickú stopu použitých materiálov. Konečné rozhodnutie však vždy zostáva na investorovi a jeho voľbe prístupu.

Pri návrhu takmer každej budovy a pri energeticky efektívnych budovách obzvlášť by sme si mali položiť tieto základné otázky, ktoré je treba ďalej rozvíjať do faktorov ovplyvňujúcich tento prvotný nápad a pretaviť to do dobrej projektovej predstavy až po samotnú realizáciu stavby.

#### 4.1.2 História Sokratovho domu

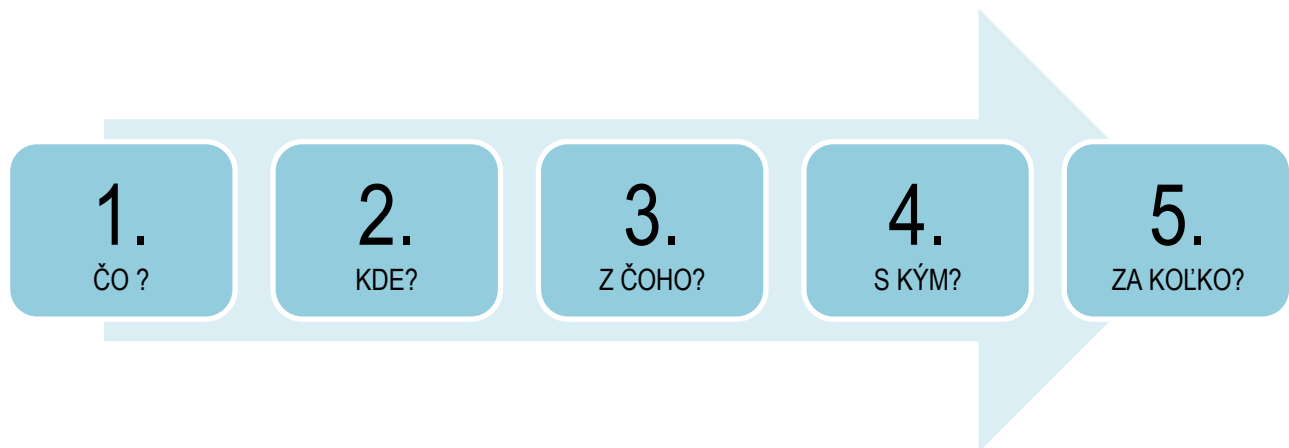
Dôležitým faktorom Sokratovho domu (Slnečného domu) je akumulácia získaného tepla. Akumulácia tepla je schopnosť materiálu udržať teplo a preniesť tepelnú energiu z obdobia relatívneho prebytku do obdobia relatívneho nedostatku. V obytnej stavbe s dobrou akumuláciou sa pri vykurovaní časť tepla najskôr uloží do stien, podláh, stropov a strechy a až potom sa postupne uvoľňuje do interiéru. Teplo akumulované v stavebnej konštrukcii vytvára aj priaznivejšiu klímu vo vnútornom priestore, a to v každom ročnom období: v lete zabraňuje prehriatiu, v zime rýchlemu vychladnutiu. Obdobne pôsobí počas dňa a noci. Princíp akumulácie sa takto využíva aj pri klimatizovaní interiéru (akumulácia chladu). Schopnosť stavebnej konštrukcie akumulovať teplo závisí od jej celkovej tepelnej kapacity. Akumulačná schopnosť rastie úmerne so špecifickou hmotnosťou materiálu, čiže teplo lepšie akumulujú stavby s ťažšou (masívnejšou) nosnou a strešnou konštrukciou.



---

Obr. 4.11 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov

---



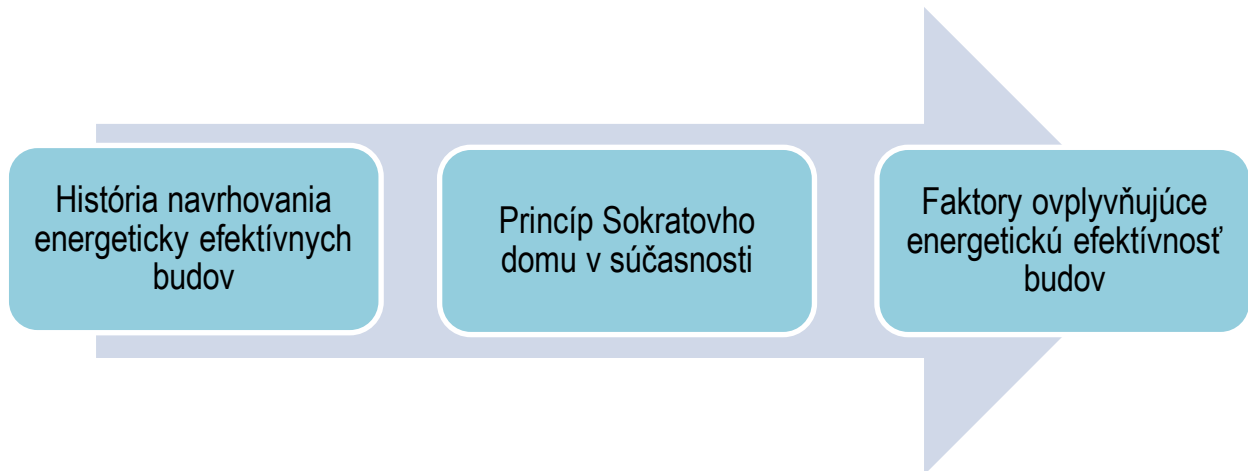
Poznámka: Čo chceme postaviť, aký typ budovy, v akej kvalite – náš cieľ, kde to chceme postaviť - pozemok, z akých materiálov to chceme postaviť, nosnú časť, obalovú časť budovy, kto nám to postaví - firma, stavebná spoločnosť, a dôležité koľko to bude stáť – návratnosť.

Zdroj: A. Sedláková

---

Obr. 4.12 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov

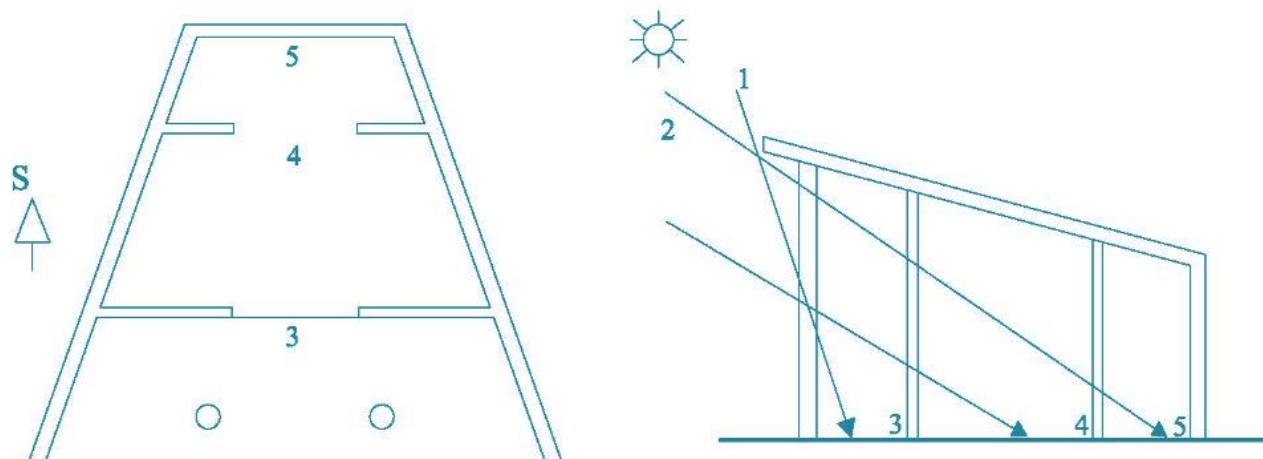
---



Poznámka: Pri návrhu budovy je vhodné preskúmať históriu daného typu budov z hľadiska stavebného riešenia a jeho vplyvu na energetickú hospodárnosť. Už v starovekom Grécku ovplyvňovala architektúra tepelný komfort a život ľudí v domoch. Snahy riešiť dom tak, aby bola zabezpečená optimálna tepelná pohoda vnútorného prostredia domu siahajú do roku 469 – 399 pred Kristom podľa konceptu starogréckeho učenca Sokrata.

Zdroj: A. Sedláková

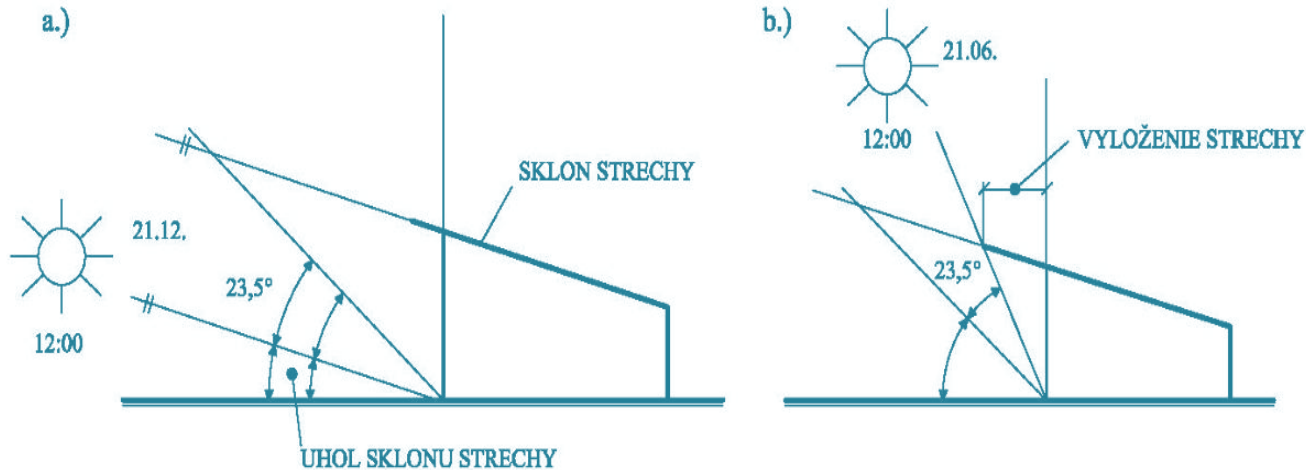
Obr. 4.13 Princíp Sokratovho domu - história



Poznámka: Dom s priamym využitím slnečnej energie, tzv. Sokratov dom - pozdĺžny rez a pôdorys. 1 - letné Slnko, 2 - zimné Slnko, 3 - terasa (južná nárazníková zóna, ochranná zóna z juhu), 4 - obytný priestor, 5 - skladovací priestor (severná nárazníková zóna, tepelná ochranná zóna zo severu)

Zdroj: <https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i> , [https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov\\_dom](https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom)

Obr. 4.14 Princíp Sokratovho domu - história



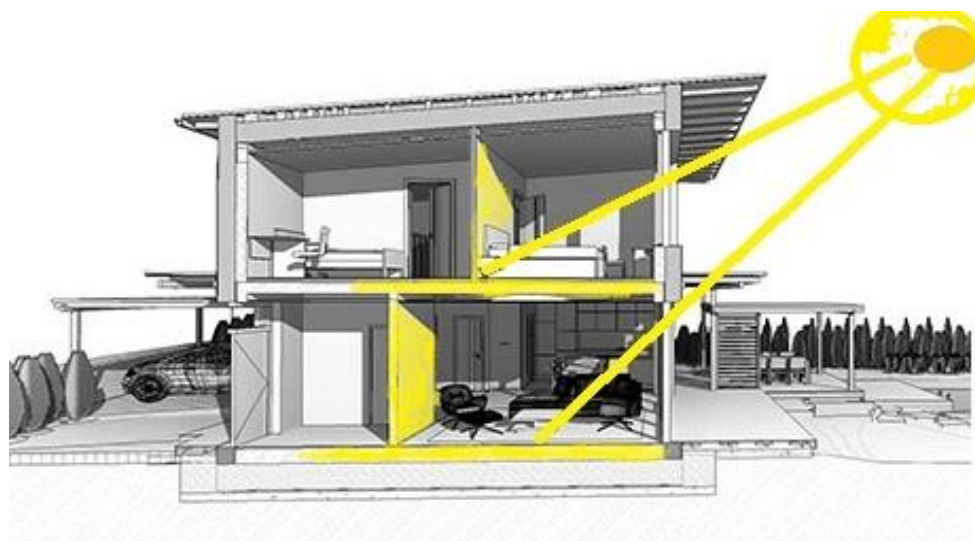
Poznámka: Princíp Sokratovho domu - história a.) sklon strechy, b.) vyloženie strechy. Východiskom pre tvarové riešenie domu na Sokratovom princípe je zemepisná šírka lokality, v ktorej sa dom nachádza. Ak od kolmice vynesieme uhol rovnajúci sa stupňom zemepisnej šírky, dostaneme výsledný uhol, ktorý určuje výšku slnka nad horizontom na poludnie v deň rovnodennosti (21.3., resp. 23.9). Ak od výsledného uhla odčítame  $23,5^\circ$ , dostaneme výšku slnka nad horizontom v čase zimného slnovratu (21. decembra). Táto hodnota určuje minimálny sklon strechy Sokratovho domu (vľavo). Ak k výslednému uhlu pripočítame hodnotu  $23,5^\circ$ , dostaneme výšku slnka nad horizontom v čase letného slnovratu. Tento uhol určuje vyloženie strechy a hĺbku predsieni, aby bránili vnikaniu slnečných lúčov do interiéru domu (vpravo).

Zdroj: <https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i> , [https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov\\_dom](https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom)

### 4.1.3 Princíp Sokratovho domu súčasnosť

V dnešnej dobe sa mnoho architektov a konštruktérov inšpiruje Sokratovým domom, alebo tzv. Slnčným domom a vnáša prvky tohto domu do dnešných projektov energeticky efektívnych budov.

Obr. 4.15 Princíp Sokratovho domu - súčasnosť



Poznámka: Schopnosť stavebných konštrukcií akumulovať teplo sa maximalizuje výhodnou – južnou – orientáciou budov. V zimnom období slnečné lúče prenikajú cez transparentné konštrukcie hlboko do vnútorného priestoru budovy a akumulujú teplo stavebné konštrukcie, s vyššou objemovou hmotnosťou. Teda večer, alebo po západe Slnka, keď sa zníži teplota vo vnútornom prostredí, konštrukcie spätne uvoľňujú teplo do vnútorného prostredia budov. Spolu s pasívnymi prvkami, ktoré zvyšujú energetickú efektívnosť budov je potrebné myslieť aj na vhodné využitie technológií na dodávku čerstvého vzduchu či vykurovania na báze spätného získavania tepla či chladu.

Zdroj: <https://www.pasivne-domceky.sk>

### Faktory ovplyvňujúce energetickú efektívnosť budov

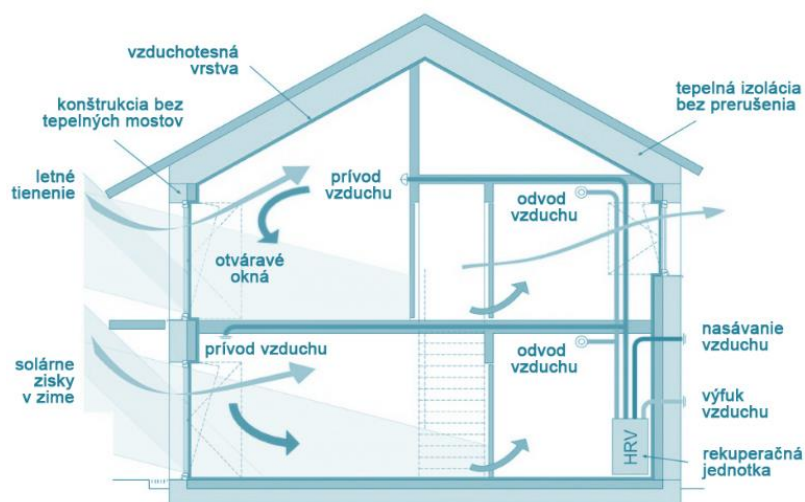
Do úvahy treba vziať všetky faktory, ktoré majú vplyv na energetickú a hygienickú efektívnosť budov – od správneho výberu pozemku a orientácie budovy vzhľadom na svetové strany po dokonale premyslený projekt, vhodné stavebné materiály, konštrukcie či technológie s tepelno-technickými parametrami pre energeticko-ekologickú výstavbu a v neposlednom rade aj kvalitnú realizáciu. K tomu všetkému treba ešte pridať koordinovaný prístup všetkých zainteresovaných pri tvorbe energeticky – ekologickej budovy – takmer nulovej budovy.

### Komplexný prístup k návrhu takmer nulovej budovy s logikou:

Dôležitá je úvodná fáza projektu – tvorba architektonickej štúdie – kde sa oplatí vymedziť dostatok času a priestoru pre uvážené rozhodnutia. V tejto etape sa dá správnou optimalizáciou a využitím všetkých plusov z faktorov, ktoré dokážu zásadne ovplyvniť aj výšku budúcej investície. Úlohou architekta - konštruktéra je rešpektovať požiadavky klienta na rozpočet a návrh k nemu adekvátne prispôbiť s využitím všetkých plusov pre danú budovu a rešpektovaním legislatívy platnej v danom čase. Pre dosiahnutie takmer nulového štandardu je uvažované navýšenie investície okolo 15 % v porovnaní s „bežnými“ stavbami. Výrazne vyššie náklady signalizujú chybné riešenie v návrhu. Preto projektová príprava návrhu budovy s takmer nulovou spotrebou, zohľadňuje súčasne viacero faktorov, ktoré projektant-architekt musí podrobne preskúmať a následne zapracovať do architektonickej štúdie. Úspešné a efektívne fungovanie budovy je založené na komplexne prepracovanom návrhu, ktorý pod vedením architekta-

konštruktéra vypracuje celý projekčný tím odborníkov viacerých profesií. Výsledok tímovej spolupráce je ich vzájomná priebežná komunikácia, ktorá je dôležitá v integrovanom spôsobe navrhovania už pri návrhu samotného konceptu - štúdie, kde sa formulujú budúce charakteristiky budovy z hľadiska hygienického, energetického aj vplyvu na životné prostredie. Vzniknuté projekčné chyby by sa v neskorších fázach projektu oveľa ťažšie odstraňovali a sú spravidla náročnejšie aj na financovanie.

Obr. 4.16 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – budova s takmer nulovou potrebou energie



Poznámka: Schopnosť stavebných konštrukcií akumulovať teplo sa maximalizuje vhodnou – južnou – orientáciou budov. V zimnom období slnečné lúče prenikajú cez transparentné konštrukcie hlboko do vnútorného priestoru budovy a akumulujú teplo stavebné konštrukcie. Konštrukcie s vyššou objemovou hmotnosťou dobre akumulujú teplo. Teda večer, alebo po západe Slnka, keď sa zníži teplota vo vnútornom prostredí, konštrukcie spätne odovzdávajú teplo do vnútorného prostredia budov. Spolu s pasívnymi prvkami, ktoré zvyšujú energetickú efektívnosť budov je potrebné myslieť aj na vhodné využitie technológií na dodávku čerstvého vzduchu či vykurovania na báze spätneho získavania tepla či chladu.

Zdroj: <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10031/117140/Akumulacia-tepla-v-murive-a-stresnej-konstrukcii>

**Zabezpečenie podmienok tepelnej pohody, ktorá reprezentuje kvalitu budovy, je priamo závislá na tepelno-technickej kvalite stavebných konštrukcií a na energetickej náročnosti, ktoré ovplyvňujú najmä tieto faktory:**

1. výber pozemku, lokálne klimatické podmienky, orientácia budovy,
2. faktor tvaru budovy je dôležitý, zbytočne ho nekomplikujme,
3. správne nadimenzovanie veľkosti budovy - primeranosť danému účelu,
4. vnútorné dispozičné usporiadanie budovy,
5. výber konštrukčného a materiálového riešenia budovy,
6. veľkosť a rozmiestnenie presklených plôch na fasádach,
7. výber a správne nadimenzovanie technických zariadení budov zabezpečujúcich kvalitné vnútorné prostredie – vetranie, vykurovanie, ohrev teplej úžitkovej vody – systémy s vysokou energetickou efektívnosťou,
8. využitie obnoviteľných zdrojov energie – solárne, veterné, geotermálne zdroje, spaľovanie biomasy,
9. súčinnosť užívateľa a budovy,
10. realizácia – overenou stavebnou firmou.

Z uvedeného množstva faktorov a ich vplyvu na výstavbu budovy je zrejmé, že každá budova s takmer nulovou potrebou energie si vyžaduje svoje vlastné riešenie a návod na užívanie a údržbu budovy až po jej likvidáciu.

### 1. Výber pozemku, lokálne klimatické podmienky, orientácia budovy

Inak treba pristupovať k výstavbe energeticky úsporného domu v severných lokalitách s menším počtom slnečných dní a nižšími vonkajšími teplotami a inak v južnej časti krajiny, kde možno počítať s výraznými pasívnymi slnečnými ziskami. Okrem správneho posúdenia klimatických podmienok nezabúdajme ani na samotné osadenie budovy na konkrétnom pozemku. Správnou orientáciou na svetové strany sa dá výrazne ovplyvniť energetická bilancia budovy. Obytné priestory, pracovné priestory je vhodné orientovať na juh, juhovýchod a juhozápad, aby sa v nich využilo čo najviac tepla zo slnečných lúčov, či už priamym svetlom cez transparentné konštrukcie, alebo akumuláciou v konštrukciách. Obslužné priestory je vhodné zasa orientovať na sever a vytvoriť tak prirodzenú bariéru proti chladu v obytnej časti. Dôležité je tiež pri energetických výpočtoch vziať do úvahy aj vplyv okolitej zástavby a vysokej zelene (Sokratov dom). Prvým krokom v algoritme je vyhľadávanie miesta, ktoré je pre daný objekt – budovu najvhodnejšie. Optimálnym miestom by bolo také miesto, kde vytvoriť obývateľné prostredie by znamenalo len minimálnu korekciu prostredia. Výber miesta a jeho bezprostredné okolie, hlavne poloha voči Slnku a vetru, druh povrchov a vegetácia majú významný podiel na energetickej náročnosti domu. Vhodne umiestnenie budovy predstavuje v niektorých prípadoch výrazné zníženie energetickej náročnosti. Na druhej strane, ak miesto určené na výstavbu je nevýhodnejšie a znamená vyššie energetické nároky, je možné ich čiastočne eliminovať takým návrhom, ktorý s negatívnymi vplyvmi počíta. Tieto činitele môžu mať vplyv na architektonický koncept budovy, jej priestorové usporiadania, otvorenosť, resp. uzavretosť priečelí, materiálové a konštrukčné riešenia objektu.

#### Pozemok

Dôležitým predpokladom správneho výberu a optimálneho využitia pozemku vo vybranej lokalite na realizáciu ekologicko-energetickej výstavby je vyhodnotenie jestvujúcich podmienok prírodného prostredia. Prieskumy a rozboru danej lokality z hľadiska geológie, hydrológie a klimatológie by mali byť súčasťou každého dobrého návrhu. Cenné sú vlastné pozorovania daného pozemku, aj dva pozemky v tej istej lokalite môžu mať úplne odlišné podmienky. Ideálny pozemok určite neexistuje, no pri dobrom návrhu sa dajú niektoré nevýhody premeniť na výhody, prípadne aspoň čiastočne či úplne eliminovať, nevýhody pozemku na ktorom chceme stavať budovu.

#### Poloha, prístup a veľkosť pozemku

Pri výbere pozemku treba prihliadať na vlastné pracovné, školské či iné záväzky a záujmy. Odlahlé miesto vzdialené od ruchu poskytuje veľké súkromie, ale vyžaduje vzhľadom na obmedzené možnosti verejnej dopravy časté používanie automobilu. Budovou ušetrená energia sa tým nezmyselne presunie do energie pre zabezpečenie mobility. Veľkosť pozemku závisí od predstavy veľkosti stavby a plánovaného využitia pozemku, pričom sa prihliada na požiadavku minimálneho záberu voľných plôch. Istou kompenzáciou zabranej zelene na výstavbu je zriadenie zelenej strechy-piaty pohľad. Bežná veľkosť pozemku pre samostatne stojaci dom je 500 až 800 m<sup>2</sup>.

#### Regionálne a miestne klimatické podmienky pozemku

Pri komplexnom posúdení pozemku, vhodnom umiestnení a dobrom energeticko-ekologickom návrhu budovy môžeme s minimálnymi prostriedkami dosiahnuť výborné energetické zisky budovy.

#### Zdroje na pozemku a v jeho okolí

Dnes všeobecne preferovaná snaha napojiť sa na rozvodné siete nie je z hľadiska vzniku závislosti a rastu cien energií celkom na mieste. Cieľom je skôr realizácia obydľí so snahou o fungovanie na báze "uzavretých prírodných kolobehov",



s využívaním zdrojov na pozemku (obnoviteľných zdrojov energií, studňovej a dažďovej vody...), ako aj s odstraňovaním odpadu (biologickým čistením vody, kompostovaním).

### Potenciálne nebezpečenstvá

Povodeň, požiar, víchrica, lavína, zosuv pôdy sú bohužiaľ stále častejšími javmi súčasnosti. Optimálne je sa pri výstavbe takto exponovaným lokalitám vyhýbať, rovnako ako zdrojom škodlivých vplyvov (hluk, škodliviny zo vzduchu, zo zeme- radón a iné vplyvy), umelých žiarení (vysokonapäťové vedenia) a žiarenia (geopatogénne zóny). Preskúmanie možného výskytu týchto zón v štádiu umiestnenia a návrhu domu je zmysluplným opatrením v záujme zdravia budúcich užívateľov.

### Nadmorská výška

Nárastom nadmorskej výšky o 100 m priemerná teplota klesne o približne 0,5 až 0,8 °C .

### Expozícia voči slnečným lúčom

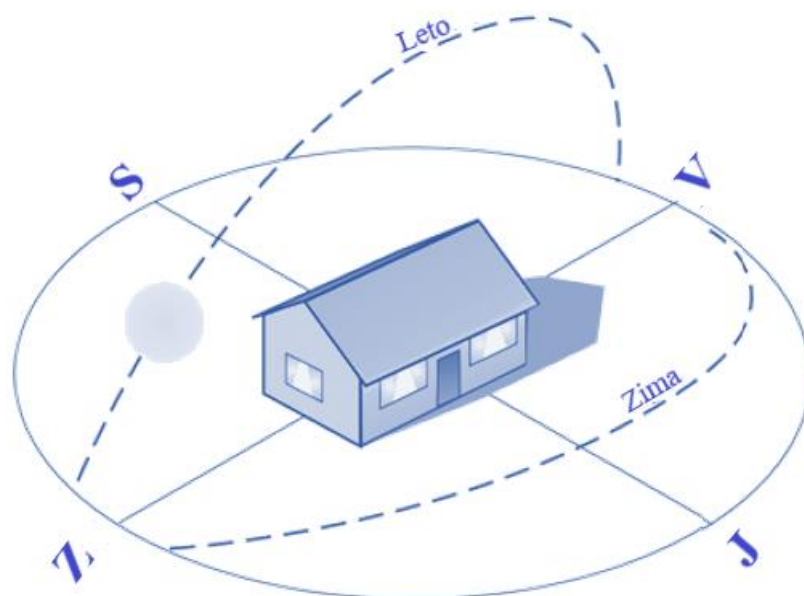
Na južne exponované polohy dopadá v zime o 10 až 30 % viac globálneho slnečného žiarenia ako na severné svahy v rovnakej klíme.

Príklady ideálnej orientácie budovy na bývanie vzhľadom k svetovým stranám (Obr. 4.17, Obr. 4.18).

---

Obr. 4.17 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám

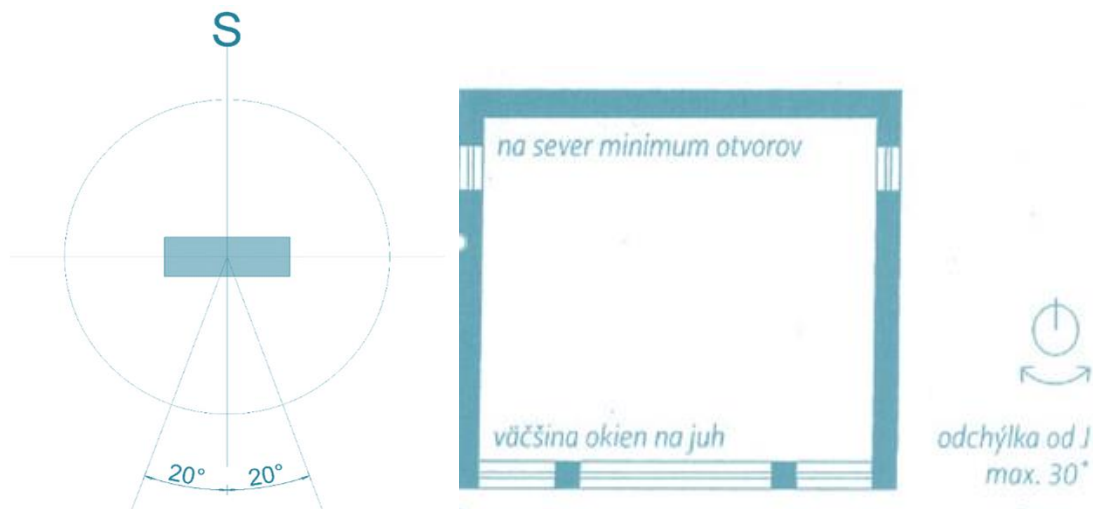
---



Poznámka: Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám najvhodnejšia južná, maximálna odchýlka vzhľadom na juh 30°, minimálna 20° na juhovýchodnú a juhozápadnú orientáciu, miesto málo exponované vetrom, chránené zo severu (les, kopec, okolitá zástavba). Fyzikálne vlastnosti prostredia môžu byť modifikované charakterom konkrétnej lokality. Významnými prvkami/črtami danej lokality pozemku sú: terén, povrchy, vegetácia a okolie budúcej stavby. Napr. Pozemok vo svahu = ekonomická náročnosť - predraženie výstavby o 25 %.

Zdroj: <https://createspace.sk/orientacia-domu/>

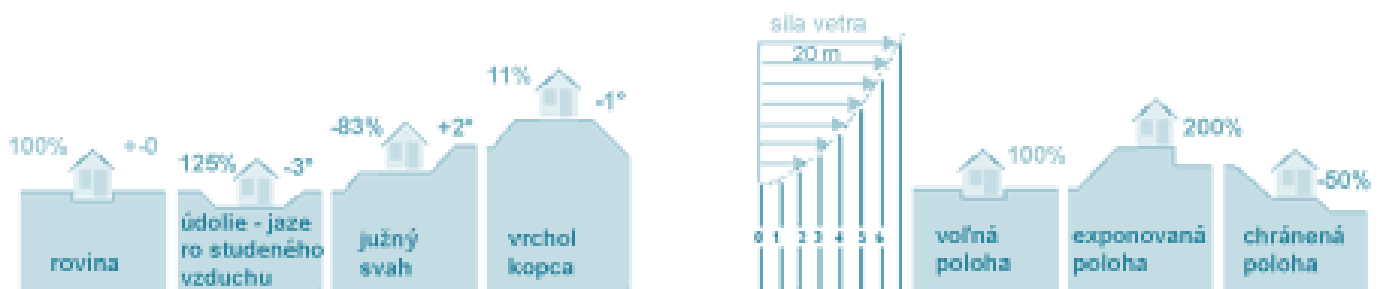
Obr. 4.18 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám



Poznámka: Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám najvhodnejšia južná, maximálna odchýlka vzhľadom na juh 30°, minimálna 20° na juhovýchodnú a juhozápadnú orientáciu, miesto málo exponované vetrom, chránené zo severu (les, kopec, okolitá zástavba). Fyzikálne vlastnosti prostredia môžu byť modifikované charakterom konkrétnej lokality. Významnými prvkami/črtami danej lokality pozemku sú: terén, povrchy, vegetácia a okolie budúcej stavby. Napr. Pozemok vo svahu = ekonomická náročnosť - predraženie výstavby o 25 %. Architektonicko konštrukčné riešenie takmer nulovej budovy dôrazom na pasívne využitie solárnej energie predpokladá orientáciu presklených fasád na južnú stranu. Dispozícia interiéru musí byť tepelne zónovaná voči svetovým stranám. Vstupné partie domu a jeho technické zázemie orientujeme na neoslnenú stranu domu, obytné priestory naopak na oslnenú.

Zdroj: H.P.design, 2013

Obr. 4.19 Tepelné straty podľa umiestnenia v teréne a v závislosti od vplyvu vetra



Poznámka: Tepelné straty domu (%) a teplota okolitého vzduchu v závislosti od umiestnenia v teréne.

Zdroj: [http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie\\_vykurovanie/nizkoenergeticky\\_dom/ako\\_a\\_kde\\_stavat](http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat)

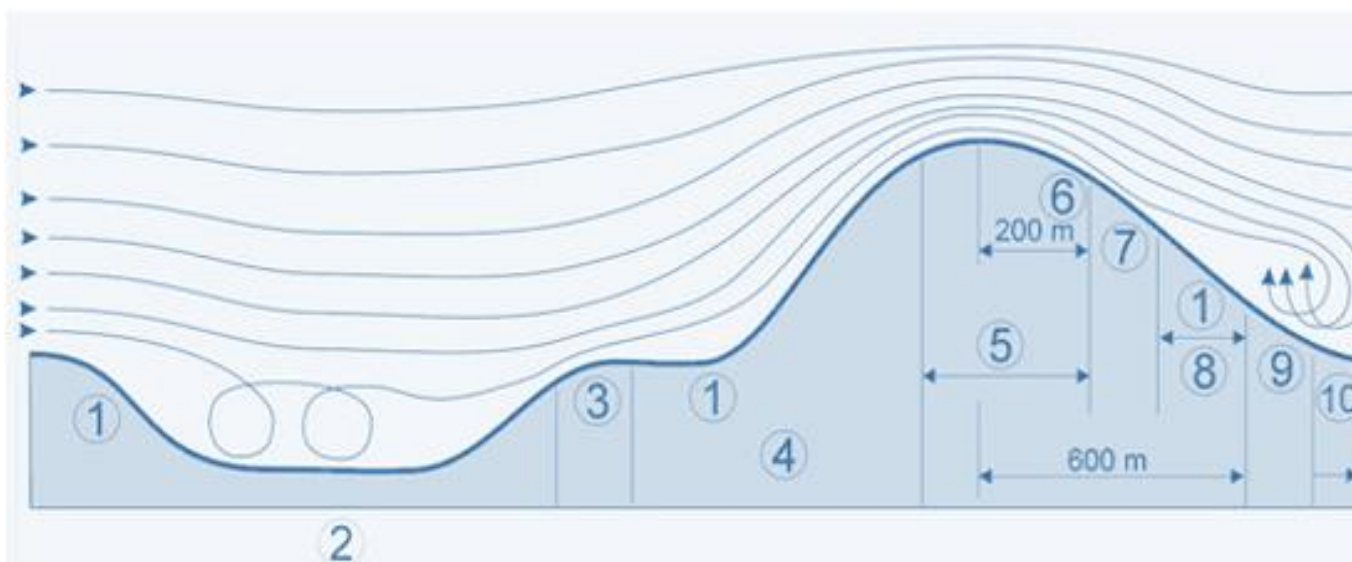
### Topografia (svahovitosť a tvar terénu)

Dôležité je predovšetkým smerovanie svahu na slnečnú stranu a poloha domu na svahu. Teploty vzduchu v údolných polohách a na vrcholoch kopcov sú nižšie ako v chránených polohách a na južných svahoch. Údolné oblasti môžu vplyvom klesania studeného vzduchu hlavne v noci vytvárať jazerá studeného vzduchu. V údoliach sa tiež zhromažďujú škodliviny a znečistený vzduch.

## Poveternostné pomery

Morfológia terénu má vplyv na prúdenie vzduchu a na rozloženie vzduchových vrstiev podľa teploty. Na rovine sú tieto vplyvy relatívne vyrovnané, povrch je vystavený rovnomernému oslneniu a nepredstavuje prekážku prúdeniu vzduchu. V zvlnenom teréne sa v dôsledku nerovnomerného ohrievania zemského povrchu menia miestne klimatické pomery v závislosti od oslnenia jednotlivých povrchov a ich orientácii k prevládajúcim vetrom v danej lokalite, objavujú sa miestne údolné a svahové vetry. Vzhľadom na prúdenie a teplotné rozvrstvenie vzduchu na zástavbu je vhodnejšie využiť úbočia (najlepšie južné), než hrebene a údolia. Na hrebeňoch je budova vystavená priamemu pôsobeniu vetra, v dolinách sa zase udržiava studený vzduch.

Obr. 4.20 Vplyv vetra na vhodnosť umiestnenia stavby v teréne



Poznámka: 1- preferovaná poloha na osídlenie, 2 – vietor z údolia, 3 – zóna silného vetra, 4 – zóna veternej erózie, 5 - zóna silného vetra, 6 – veterné maximum, 7 – veterný pokles, 8 – záveterná chránená zóna, 9 – zóna veterného zlomu, 10 – veterný úbytok.

Zdroj: [http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie\\_vykurovanie/nizkoenergeticky\\_dom/ako\\_a\\_kde\\_stavat](http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat)

## Hustota okolitej zástavby

Na tvorbe mikroklimy obytného prostredia sa podieľa spôsob vytvárania blokov, uličných ťahov, alebo rozptýlených systémov. V husto zastavaných plochách sídel môže byť teplota vonkajšieho vzduchu až o 10 °C vyššia ako vo voľnej krajine.

## Hustota a druh zelene

Zalesnené plochy majú výraznú regulačnú funkciu pre lokálnu klímu, prečisťujú vzduch, zadržujú vlahu a tým regulujú vlhkosť a teplotu okolitého vzduchu, chránia pred vetrom, vytvárajú odдыхové a rekreačné plochy a majú estetizujúcu funkciu. Správnou orientáciou budovy a vhodnou výsadbou zelene možno cielene usmerňovať a odvádzať studený vzduch. Pri návrhu zelených plôch na pozemku treba prihliadať nielen na estetické a kompozičné faktory, ale aj na klimatické. Výsadbou stromov a vyšších kríkov možno chrániť dom pred vplyvmi vetra, chladu a hluku, pričom sa dodatočne zlepšuje aj kvalita vzduchu.

## 2. Faktor tvaru je dôležitý, zbytočne ho nekomplikujte

Tvarové riešenie - kocka, kváder, alebo niečo iné? Značnou mierou sa na výsledných energetických vlastnostiach podieľa tvar budovy a jej členitosť. Najjednoduchším spôsobom, ako obmedziť tepelné straty, je zmenšiť podiel ochladzovaných plôch konštrukcií voči objemu. Tento spôsob taktiež prináša finančné úspory - čím menej konštrukcií, tým nižšie sú aj náklady. Ak by tvar bol podriadený len technickým parametrom, bola by ideálna guľa. Ak nebudeme stavať budovu na obežnej dráhe okolo zeme, asi taký tvar pre praktický život nebude použiteľný. Ak budeme naopak stáť pevne na zemi, pre súčasný takmer nulovú budovu bude optimálne najviac vyhovovať kváder, dlhšou stranou obrátený k juhu, so strechou mierne sklonenou k severu. Z hľadiska kompaktnosti stavby je výhodnejší viacposchodový model. V poslednej dobe sa však zvýšil záujem o malé jednoposchodové domy – bungalovy vhodné a účelné pre seniorov alebo mladé rodiny. Tieto riešenia sú rozumné, ak sa pôdorysná plocha domu vojde do 120 až 140 m<sup>2</sup>. U väčších plôch je potom dosiahnutie štandardu domu s takmer nulovou spotrebou náročné a ťažko dosiahnuteľné. Faktor tvaru je číselne vyjadrená geometrická závislosť – podiel plochy povrchu telesa a jeho objemu. Toto číslo v sebe nesie informáciu o objemovej a tvarovej charakteristike telesa. Udáva sa v m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

$$T = A/V_b \quad [1/m] \quad (4.1)$$

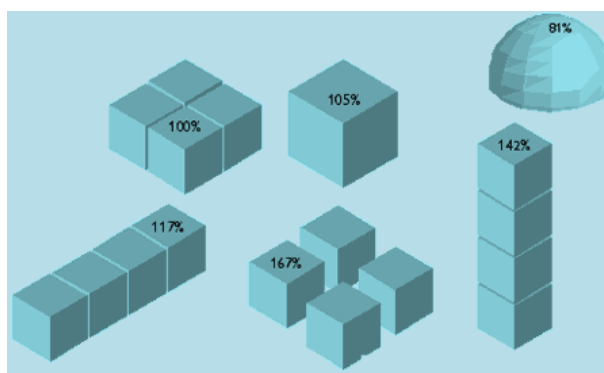
kde:

- $T$  faktor tvaru budovy [1/m],  
 $A$  teplo-výmenná alebo teplo-prenášajúca plocha obalovej konštrukcie budovy [m<sup>2</sup>],  
 $V_B$  obostavaný objem budovy [m<sup>3</sup>].

Význam faktora tvaru budovy  $T$  je opodstatnený pre kvantifikáciu jej energetickej spotreby, čo vieme dokázať tvarovou modifikáciou budovy o rovnakej úžitkovej ploche a rovnakého objemu.

Energeticky efektívne budovy, sú tvarovo veľmi jednoduché, bez zbytočných výklenkov a zalomení, balkónov, arkierov, vikierov a ník. Tvar budovy predstavuje dôležitý činiteľ v posudzovaní energetickej náročnosti domu. Jednoducho povedané, čím je tvar budovy zložitejší, tým je ochladzovaná plocha v pomere k obostavanému priestoru väčšia a tým je aj vyššia spotreba energie na vykurovanie. Je tu aj väčšie riziko vzniku tepelných mostov v konštrukčných uzloch a zvyšujú sa obstarávacie náklady.

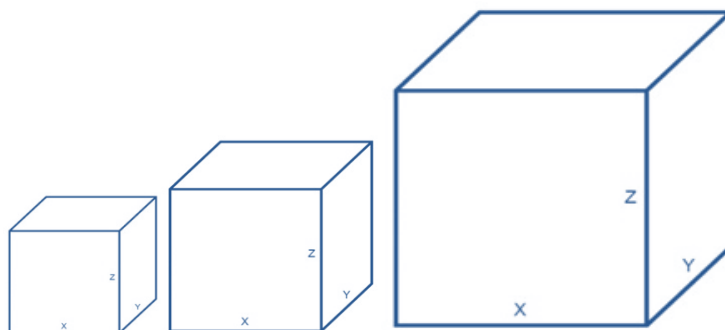
Obr. 4.21 Vplyv tvaru objektu na tepelné straty v percentách



Poznámka: Tvarová charakteristika popisuje skutočnosť, že rovnaké objemy môžu mať pri odlišnom tvare odlišný faktor tvaru. Pokiaľ ide o tvar, z hľadiska tepelných strát objektu je najvhodnejšia čo najmenšia ochladzovaná plocha obalovej konštrukcie budovy: napr. guľa, ktorá má najmenší povrch pri najväčšom objeme. Jej použitie, je síce zriedkavé, ale bolo motivované práve snahou o minimalizáciu tepelných strát v náročných klimatických podmienkach, ale vhodné sú aj iné kompaktné a jednoduché tvary, ktoré sú pre výstavbu vhodnejšie napr. kocka.

Zdroj: <https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

Obr. 4.22 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru



Poznámka: Faktor tvaru ovplyvňuje tvar telesa (kocka s metrovou hranou má faktor tvaru  $6 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ , guľa rovnakého objemu  $4,846 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ ) a takisto objem telesa (kocka s hranou 10 m má faktor tvaru  $0,66 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ , teda desaťkrát menší než metrová kocka). Z toho vyplýva aj dôvod, prečo by sme pri návrhu budov mali rozmýšľať nad tvarom i veľkosťou stavby, teda nad jej faktorom tvaru: tepelné straty sú úmerné povrchu budovy, úžitok z nej je úmerný vnútornému objemu stavby.

Zdroj: <https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

Tab. 4.1 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru

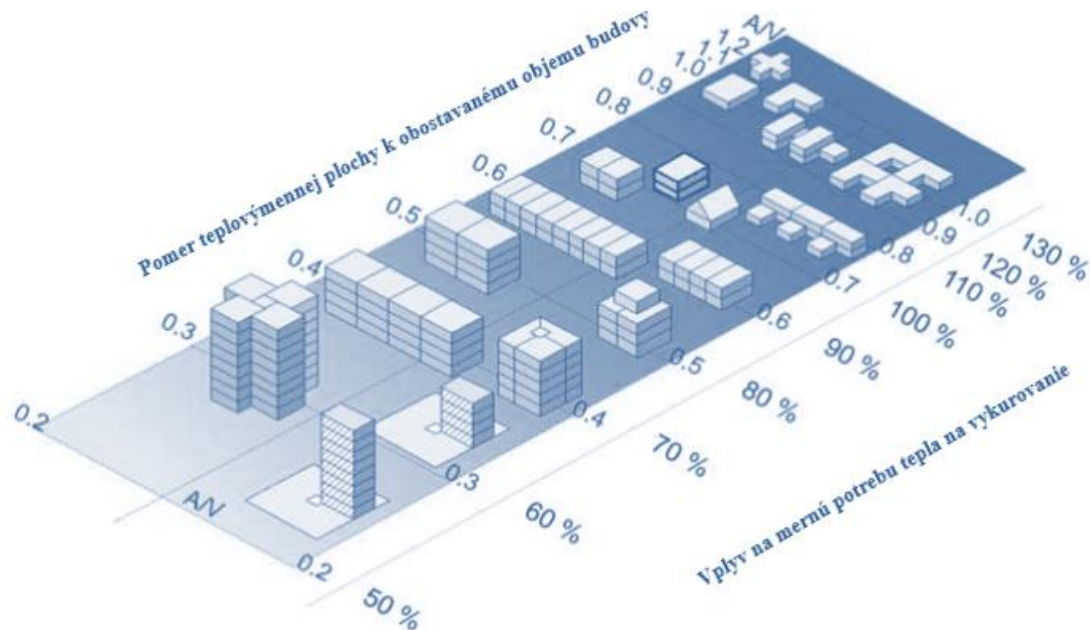
Hrana X	0,5	1	3	5	6	10	12	15,874	50	100
Hrana Y	0,5	1	3	5	6	10	12	15,874	50	100
Hrana Z	0,5	1	3	5	6	10	12	15,874	50	100
Objem, V [m <sup>3</sup> ]	0,125	1	27	125	216	1 000	1 728	4 000	125 000	1 000 000
Plocha, A [m <sup>2</sup> ]	1,5	6	54	150	216	600	864	1 512	15 000	60 000
Faktor tvaru, A/V, [1/m]	12,00	6,00	2,00	1,20	1,00	0,60	0,50	0,38	0,12	0,06

Poznámka: Veľkosť a tvar objektu je základnou geometrickou charakteristikou, ktorá nám určuje mieru vplyvu vonkajšieho prostredia na vnútorné prostredie budovy. Je zaujímavé, že geometrické tvary rovnakého druhu, ale rôznych rozmerov nemajú rovnaký pomer plochy k objemu, a týka sa to všetkých tvarov. Napríklad kocka. V tabuľke sa uvádzajú rôzne rozmery kociek s rôznym faktorom tvaru. Faktor tvaru sa mení s rozmermi kocky. Čím väčšie sú rozmery kocky, tým je nižší faktor tvaru.

Zdroj: <https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>



Obr. 4.23 Vplyv tvaru budovy na mernú potrebu tepla na vykurovanie



Poznámka: V súčasných legislatívnych predpisoch je udávaný hodnotiaci koeficient faktora tvaru udávajúci pomer medzi plochou všetkých ochladzovaných konštrukcií k objemu posudzovanej stavby. Tento hodnotiaci koeficient faktora tvaru je využívaný pre stanovenie hrubého odhadu energetickej náročnosti. V praxi to znamená, že čím menší faktor tvaru, tým je nižšia energetická bilancia (potreba tepla na vykurovanie). Treba si teda uvedomiť, že čím je budova menšia, tým je faktor tvaru väčší. Napríklad pri rodinných domoch je táto hodnota cca  $0,7 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ , pri bungalovoch približne  $1,0 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ . Pri bytových domoch a veľkých stavbách sú to hodnoty okolo  $0,3\text{-}0,4 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ . Čím je tento pomer menší, tým sú lepšie podmienky pre elimináciu tepelných strát, pretože teplo, koncentrované v určitom objeme má menšiu plochu na únik.

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>

### 3. Správne nadimenzovanie veľkosti budovy - primeranosť danému účelu

Spolu s tvarom budovy patrí aj veľkosť k základným faktorom ovplyvňujúcim energetickú spotrebu budovy. Tá sa zväčšením povrchu stavby výrazne zvyšuje. Už pri projektovaní budovy je preto dôležité zväziť, na čo bude slúžiť daná budova a pre koľko osôb sa navrhuje. Veľkosť budovy je kľúčový parameter, ktorý predurčí spokojnosť jeho užívateľov aj výslednú spotrebu energií. Zbytočne predimenzovaná budova má veľké nároky na obstarávací náklady aj celkovú spotrebu energie. K tomu je potrebné si dobre ujasniť všetky požadované funkcie budovy, možnosť usporiadania a flexibilitu. S tým úzko súvisí aj efektívne riešenie dispozície – s ohľadom na požiadavky vykurovania jednotlivých priestorov a ich orientácie k svetovým stranám.

### 4. Vnútročné dispozičné usporiadanie

Vnútročné dispozičné usporiadanie ovplyvňuje nároky na teplotný režim a denné osvetlenie, funkčné prepojenia a iné požiadavky vyplývajúce napríklad z daností pozemku a okolitého prostredia. Primárne sa delí na vykurované (obytné, pracovné) a nevykurované (technické, skladové) zóny, dôsledne tepelne odizolované.

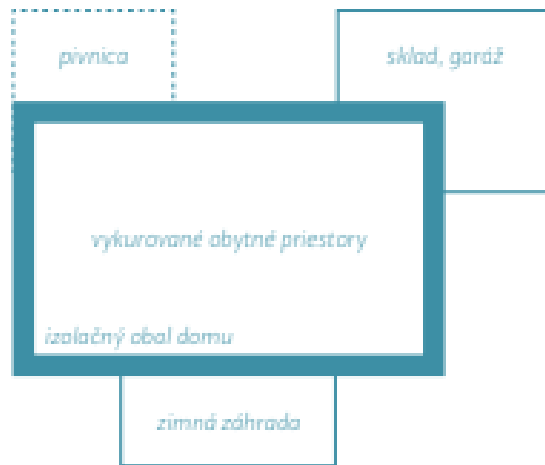
Obr. 4.24 Príklad ideálnej orientácie budovy na bývanie vzhľadom k svetovým stranám – vnútorné dispozičné usporiadanie



Poznámka: Rozmiestnenie vykurovaných obytných miestností sa riadi všeobecnými zásadami (denné miestnosti položené v preslnených častiach domu (JV-JZ), spálne (V-JV), chodby a sklady ( $\pm$ S), ktoré sú samozrejme modifikovateľné podľa potrieb investora, budúceho užívateľa.

Zdroj: <https://mojdom.zoznam.sk/stavba-a-rekonstrukcia/legislativa-a-financovanie/ako-si-vybrat-pozemok-pri-nizkoenergeticky-dom/attachment/1510439>

Obr. 4.25 Rozmiestnenie vykurovaných priestorov, umiestnenie pomocných priestorov



Poznámka: Optimálne dispozičné riešenie podporuje energetickú úspornosť ako aj spokojnosť pri každodennom užívaní. Kompaktný tvar izolovanej časti domu nevyklučuje členitosť stavby (zimná záhrada, balkón, pristavaný sklad či garáž).

Zdroj: zdroj H.P.design, 2013

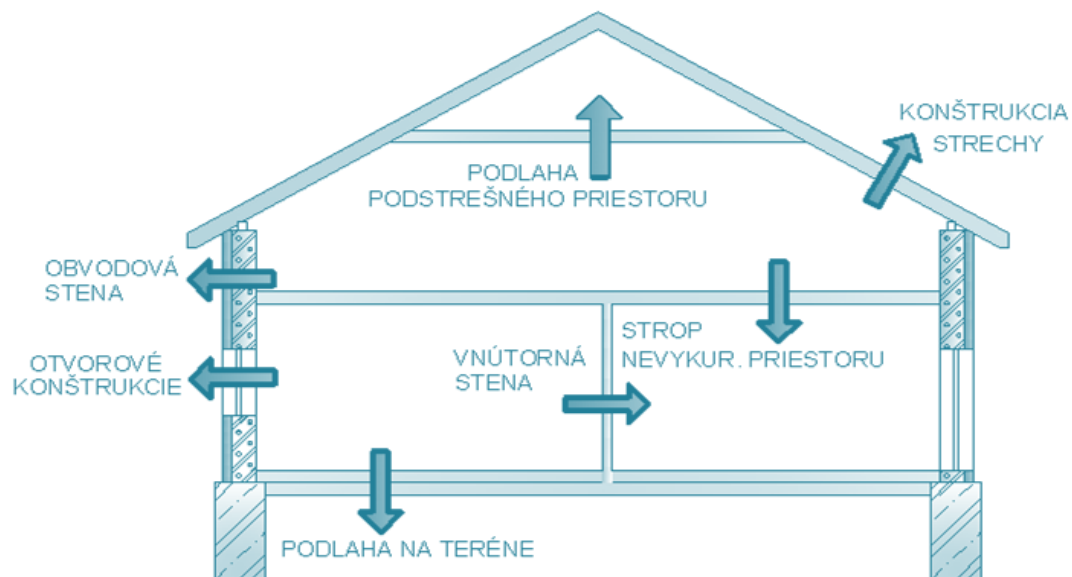
## 5. Výber konštrukčného a materiálového riešenia budovy

Rozhranie medzi vonkajším prostredím (exteriérom) a vnútorným prostredím (interiérom) je tradične vytvárané obalovou konštrukciou budovy s určitými konštrukčnými a materiálovými charakteristikami a fyzikálno-technickými vlastnosťami. Jedným z hlavných poslání obalovej konštrukcie je redukovať toky energie medzi vnútornými priestormi a vonkajším prostredím a brániť prenikaniu nepriaznivých vplyvov do „chráneného“ interiéru.

### Konštrukčné požiadavky energeticky efektívnych budov

Konštrukcie obvodových stien, strešného plášt'a, podlahy, stropu nad nevykurovaným suterénom a taktiež výplňových konštrukcií sú podstatnou súčasťou izolačného obalu, väčšina tepelných strát prechodom tepla prebieha cez tieto obalové konštrukcie. Je preto potrebné využiť základný nástroj stavebnej tepelnej techniky a to sú výpočty. Veľkou prednosťou výpočtov je možnosť variantného posúdenia vo fáze návrhu. To umožňuje meniť a upravovať stavbu pružne, lacno a bez problémov.

Obr. 4.26 Schéma ciest úniku tepla v budove

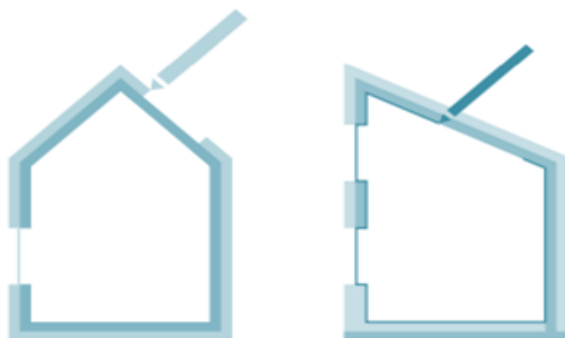


Poznámka: Obalové konštrukcie budovy: steny, strecha, okná, dvere aj podlahy na teréne, alebo podlahy nad nevykurovaným suterénom by mali mať vynikajúce tepelno-technické vlastnosti, ktoré zabezpečia zanedbateľné tepelné straty. Nezateplenu obalovou konštrukciou môže z budovy unikáť až 35 % tepla a kvalitným zateplením budovy sa dá znížiť spotreba energie na jeho vykurovanie asi o 50 %.

Zdroj: SEDLÁKOVÁ, A., RUDIŠIN, R.: Teoretická a experimentálna analýza spodnej stavby veľkopriestorových budov. Stavebná fakulta TU v Košiciach, Košice 2009, ISBN 978-80- 553-0212-6

Sprísňovanie požiadaviek na stavebné konštrukcie ovplyvní najmä hrúbku tepelnej izolácie. Tepelno-izolačný obal je charakterizovaný dobrou tepelnoizolačnou schopnosťou a neprievzdušnosťou. Našou snahou je použiť individuálne konštrukčné a materiálové riešenie a čo najideálnejšie a najvhodnejšie zaizolovať obal budovy. Z toho vyplýva, čo je potrebné si uvedomiť: že cena tepelnej izolácie je len zlomok ceny celej konštrukcie steny, strechy, podlahy na teréne a stropu nad nevykurovaným suterénom a zvýšenie izolačnej schopnosti na dvojnásobok neznamená zdvojnásobenie ceny konštrukcie.

Obr. 4.27 Schéma pre „Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu



Poznámka: Izolačný obal budovy chráni interiér domu pred nepriaznivými vplyvmi vonkajšieho prostredia: nekomfortnou teplotou, vlhkosťou, hlukom, znečistením ovzdušia, prievanom... Nazývame ho aj tepelnoizolačným obalom, keďže ním riešime v prvom rade minimalizáciu tepelných strát (či v lete nežiaducich ziskov tepla). „Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu hovorí, že v rezoch i pôdorysoch by sa mala dať izolácia nakresliť jednou čiarou bez prerušení, či veľkých stenčení čiary a vtedy izolačný obal je z hľadiska tepelných strát ideálne riešený.

Zdroj: podľa PHI Darmstadt

Pri návrhu energeticky efektívnych a ekologických budov kombinujeme dva prístupy: na jednej strane sa snažíme minimalizovať straty energie pri prevádzke budovy (napríklad vhodne navrhnutou izoláciou celej obalovej konštrukcie, kde je potrebné vysvetľovať investorovi, že cena tepelnej izolácie je len zlomok ceny celej steny, výplňových konštrukcií strechy, podlahy na teréne, alebo stropnej konštrukcie nad nevykurovaným suterénom). Zvýšenie izolačnej schopnosti na dvojnásobok (hrúbka tepelnej izolácie) neznamená zdvojnásobenie ceny konštrukcie. Na druhej strane sa snažíme získať čo najviac energie z prostredia (napríklad pasívnym využitím solárnej energie). V našich podmienkach je spravidla udržanie energie niekedy podstatne jednoduchšie, než jej získanie. A preto sa sústreďujeme na ochranu stavebných konštrukcií – pomocou správne navrhutej tepelnej izolácie.

Obr. 4.28 Straty cez obalové konštrukcie budovy



Poznámka: 1. straty cez obalové konštrukcie – stenovú 35 % , 2. transparentné 15 % - 30 % , 3. strešné 15 % , 4. podlahu na teréne 15 % . Životnosť nových budov sa uvažuje na 60-100 rokov. Preto je dôležité dnes navrhnuť budovy na „zajtrajšie“ podmienky. Tie podmienky sú nepochybne aj o rastúcej cene energie, o udržaní nášho štandardu pri čo najnižších nákladoch. Pre nové budovy sú nároky na znižovanie spotreby energie relatívne nízke vzhľadom na potenciál úspor. Preto sa budú postupne sprísňovať požiadavky na spotrebu energie u nových budov.

Zdroj: A. Sedláková

## Požiadavky na obalovú konštrukciu – stenovú

Pri konštrukcii obvodových stien musíme zabezpečiť ich izolačnú funkciu. Obvodové a nosné konštrukcie sú spolu so spôsobom založenia stavby podstatnou časťou budovy, a preto by ich návrh mal plne spočívať v rukách konštruktéra - architekta. Pri energeticky efektívnych budovách je snaha o čo najlepšie zaizolovanie obalovej konštrukcie základným predpokladom.

Podľa tepelno-akumulačných vlastností delíme konštrukcie na:

### Lahké obalové konštrukcie

S nízkou objemovou hmotnosťou, ktoré nemajú schopnosť akumulovať teplo. **Lahká obalová stenová konštrukcia**, spravidla na báze dreva, umožňuje znížiť hrúbku stien a využiť „ekologickejšie“ materiály, vyžaduje však viac starostlivosti pri návrhu aj realizácii. Bezpečnejšie je riešenie týchto konštrukcií ako difúzne otvorených, potom môžeme vynechať fóliové parozábrany. Vonkajší povrch týchto stien často riešime ako prevetrávaný obklad, zvnútra môže byť výhodné použitie inštalačnej predsteny pre minimalizáciu zásahov do roviny neprievzdušnosti, či použitie hrubých omietok alebo obkladov z masívnej hliny pre doplnenie tepelno-akumulačnej hmoty. Nosnú konštrukciu drevených stien tvorí spravidla hustý raster stĺpikov s minimalizovaním tepelných mostov, alebo klasický drevený skelet. Alternatívou je aj panelová konštrukcia z krížom lepených dosiek. Výhodou ľahkých obalových konštrukcií je riešenie spravidla na báze dreva, ktoré umožňuje znížiť hrúbku stien a využiť „ekologickejšie“ materiály, suchý spôsob výstavby, krátky čas výstavby (len niekoľko týždňov), väčšia obytná plocha spôsobená nižšou hrúbkou stien. Nevýhodou ľahkých obalových konštrukcií je nižšia objemová hmotnosť konštrukcie, horšie zvukovo-izolačné vlastnosti, nižšia akumulačná schopnosť stien, zložitie riešenie detailov v stykoch vodorovných a zvislých konštrukcií. Životnosť stavby je okolo 60 – 80 rokov.

### Masívne obalové konštrukcie

S tepelno-akumulačnými schopnosťami. **Masívne obvodové steny** (murované, betónové) energeticko - ekologických budov sú spravidla murované – z ľubovoľných murív bez ohľadu na ich izolačnú schopnosť. Tú zabezpečíme pridanou tepelnou izoláciou. Výhodnejšie sú homogénne murivá (pórobetón, betón, vápennopiesková tehla) – ľahšie zaistíme ich vzduchotesnosť pri vedení inštalácií. Doplnkovú izoláciu dávame spravidla z vonkajšej strany, aby sme zlepšili tepelnú stabilitu objektu. Posúdenie navrhnutých materiálov pre obalové konštrukcie stenové počas celého cyklu ich životnosti nám pomôže vybrať riešenie najvýhodnejšie z hľadiska ekologického. Výhody masívnych obalových konštrukcií sú v tom, že ak majú naakumulované teplo, dokážu preklenúť krátkodobu teplotné výkyvy a v prípade zmeny teploty ho postupne uvoľňujú do priestoru. Dobrá akumulačná schopnosť – úspory tepla až desiatky percent, zníženie vzostupu vnútornej teploty v lete, životnosť stavby je okolo 80 – 100 rokov oproti montovaným stavbám. Nevýhodou masívnych obalových konštrukcií je, že na začiatku vykurovania konštrukcie odoberajú teplo z priestoru, až kým nedosiahnu maximum svojich akumulačných schopností. Počas výstavby sú závislé na počasí a ročnom období (podiel vody viazanej v murive najmä v prvých mesiacoch výstavby). Je potrebné počítať s dlhšou dobou potrebnou na vykúrenie murovanej stavby. A taktiež vychádza väčšia zastavaná plocha oproti montovanej stavbe a to z dôvodu hrubších stien.

### Kombinované obalové konštrukcie

Spájajú výhody ľahkých obvodových stien s masívnymi nosnými stenami a stropmi, čo zlepšuje tepelnú stabilitu budovy.



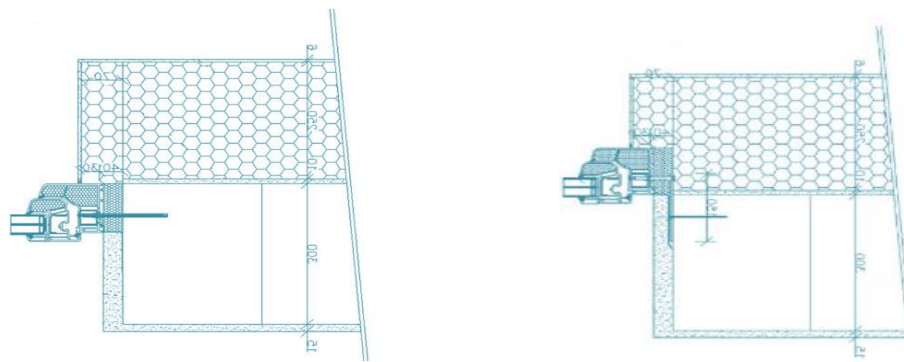
## Požiadavky na obalové konštrukcie – transparentné

Okná v energeticky – ekologických budovách plnia rovnaké funkcie ako v bežných budovách – zabezpečujú svetlo, výhľad, vetranie, tepelnú ochranu. S tým súvisí aj ochrana pred nepriaznivými vplyvmi zvonka (hlukom, znečistením, vetrom, teplotou – zima, leto). Pre energeticko - efektívne budovy je typické, že vetranie môžeme zabezpečiť aj inak ako cez okná – stretávame sa v nich s väčším množstvom pevných zasklení než v bežných stavbách. V energeticky efektívnych budovách má okno aj „energetické“ funkcie – ktoré dokážeme zabezpečiť kvalitou okna a jeho tepelnoizolačnými vlastnosťami. Okná energeticky efektívnych budov by mali mať v našej klíme zasklenie trojsklom a kvalitné rámy, prípadne prekryté izoláciou. V murovaných stenách ich osádzame vysunuté do tepelnej izolácie. Konštrukcia okenných rámov môže byť z rôznych materiálov – plastové majú 6 až 8 „komôr“ a výstuhy redukujúce tepelné mosty. Drevené rámy by mali mať vloženú izoláciu či väčšiu hrúbku a prekrytie rámu izoláciou stien. Hliníkové (samozrejme s prerušeným tepelným mostom) profitujú z menšej šírky profilov. Štíhlejší či skrytý rám majú aj pevné zasklenia – na zabezpečenie možnosti prirodzeného vetrania nemusia byť všetky okenné krídla otvárateľné. Pokiaľ ide o vstupné dvere, ich kvalita by mala byť obdobná ako kvalita okien.

Najdôležitejší technický parameter okna je súčiniteľ prechodu tepla  $U_w$ , ktorý napovie, koľko tepla oknom unikne. Norma STN 730540 od 1.1.2021 stanovuje hodnotu  $U_w$  0,85 W/(m<sup>2</sup>.K) – normalizovanú (požadovanú),  $U_w$  0,65 W/(m<sup>2</sup>.K) – odporučená pre transparentné konštrukcie v obvodovej stene. V šikmej strešnej konštrukcii  $U_w$  1,20 W/(m<sup>2</sup>.K) – normalizovanú (požadovanú),  $U_w$  1,00 W/(m<sup>2</sup>.K) – odporučená. Túto požiadavku určite splnia okná s trojsklom, a môžu aj kvalitné dvojsklá. U predajcov sa väčšinou stretnete s číselnou hodnotou vyjadrujúcou len kvalitu izolačného dvojskla alebo trojskla. Hlavnou výhodou trojskla je jeho vyššia tepelno-izolačná schopnosť. Koeficient prechodu tepla dvojskla  $U_g = 1,1$  a trojskla  $U_g = 0,6$  W/(m<sup>2</sup>.K). Uniky tepla zasklenou plochou trojskla sú teda menšie o 45 %. Ďalšia výhoda vyplývajúca z vyššej tepelnej izolácie trojskla, je menšie ochladzovanie vnútorného skla, a tým znížené riziko rosenia. Zvukový útlm má trojsklo len máľinko väčší – 33 dB, dvojsklo 31 dB. Trojsklá výrazne obmedzujú prechod slnečnej energie, čo vyjadruje solárny faktor. V lete je to vítané, ale v zime a prechodných obdobiach, kedy by slniečko miestnosť vyhrialo, máme za trojsklom zimu, takže vykurojeme dlhšie. Menší počet skiel prepúšťa do interiéru viac slnečného žiarenia, čo je príjemné najmä v zime, v lete už nie. Tepelné straty dvojskiel počas mrazivých zimných nocí sú však oveľa väčšie ako nižšie solárne zisky trojskla počas dňa. Solárne zisky sú naopak pri bežnom trojskle menšie ako pri dvojskle. Vyrábajú sa aj špeciálne trojsklá so zvýšenými solárnymi ziskami.  $U_w$  – súčiniteľ prechodu tepla celého okna,  $U_f$  – súčiniteľ prechodu tepla rámu a  $U_g$  – súčiniteľ prechodu tepla skla.

Okno je dobré, len ak je dobre namontované. Kritickým miestom je styk okenného rámu a konštrukcie steny. Použitie len samotnej PUR peny nepostačí, vplyvom prieniku vodných pár do tohto priestoru môže dôjsť k narušeniu izolantu, prípadnému premízaniu a vzniku plesní. Škára musí byť zvnútra utesnená paronepriepustne, napríklad expanznou páskou či fóliou, a zvonka uzavretá proti prenikaniu vody, ale priepustná pre paru. Správne osadenie okna do obalovej konštrukcie stenovej minimalizuje tepelný most v detaile osadenia transparentnej konštrukcie. Správna (ale nie vždy možná) je poloha výplní otvorov v strede tepelného izolantu alebo ich osadenie realizujeme čo najviac k exteriérovej strane.

Obr. 4.29 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie



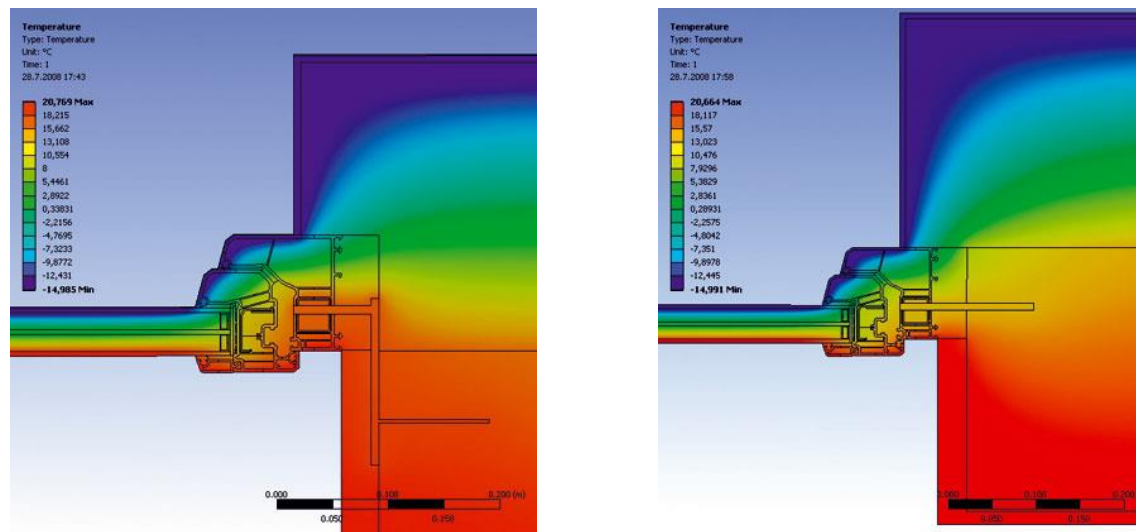
Osadenie v stenovej časti

Osadenie v tepelnoizolačnej časti

Poznámka: Príklad možného osadenia otvorov v skladbe stenovej konštrukcie - nosnej konštrukcii a v tepelnej izolácii. Osadenie výplní otvorov (okien a dverí) sa snaží minimalizovať tepelný most v tomto detaile. Ideálna (ale nie vždy možná) je poloha v strede tepelnej izolácie, pri oknách berieme do úvahy aj mieru zatienenia skla ostiením a nadpražím. Rámy môžeme prekryť tepelnou izoláciou pre obmedzenie tepelného mosta, pri montáži používame prelepenie styčnej škáry zvnútra parotesnou a zvonka paropriepustnou páskou (medzeru medzi nimi vypeníme či vyplníme penovou páskou) alebo použijeme „3 v 1“ - kompresné pásky.

Zdroj: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

Obr. 4.30 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie – teplotné pole



Osadenie okna v stenovej časti

Osadenie okna v tepelnoizolačnej časti

Poznámka: Od kvality a spôsobu vyhotovenia okien a zasklených konštrukcií závisia tepelnotechnické parametre celej stavby. Najväčší podiel tepelných strát budovy pripadá práve na otvorové výplne. Ich rozmiestnenie, vlastnosti a napojenie na nepriehľadné konštrukcie obvodového plášťa ovplyvňuje funkčné, energetické a estetické vlastnosti objektu. Výsledný prechod tepla oknom ovplyvňujú predovšetkým vlastnosti zasklenia a rámu, pomer plochy zasklenia k ploche celého okna, vlastnosti dištančného rámika a jeho dĺžka, ako aj väzba medzi oknom a obvodovou stenou. Všetky tieto faktory by mali byť vo vzájomnom súlade. Zároveň platí, že zasklenie so špičkovými vlastnosťami by sa nemalo osádzať do rámu s priemernou kvalitou.

Zdroj: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

Nezateňené kvalitné okno v zimnom období má dobrú energetickú bilanciu. To znamená, že zo slnečných lúčov dokáže získať viac energie ako cez neho stratiť (ideálne južné okna). Naopak v letnom období používame tieniace systémy, ktoré zabezpečia tepelnú pohodu bez toho, aby sme využili energeticky náročné strojové chladenie. Vhodné sú vonkajšie žalúzie, rolety, okenice či markízy.

Obr. 4.31 Výber obalových konštrukcií - transparentných



Poznámka: Okná energeticky efektívnych budov by sa v našej klíme mali navrhovať - zasklenie trojsklom a kvalitné rámy, prípadne prekryté izoláciou, v murovaných stenách ich osádzame vysunuté do tepelnej izolácie. Konštrukcia okenných rámov môže byť z rôznych materiálov – plastové majú 6 až 8 „komôr“ a výstupy redukujúce tepelný most, drevené majú spravidla väčšiu hrúbku a prekrytie rámu tepelnou izoláciou stenových konštrukcií, hliníkové (s prerušeným tepelným mostom) profitujú z menšej šírky profilov. Štíhlejší či skrytý rám majú aj pevné zasklenia – na zabezpečenie možnosti prirodzeného vetrania nemusia byť všetky okenné krídla otvárateľné. Kombinované materiály pri transparentných konštrukciách prinášajú nové možnosti.

Zdroj: <https://www.tzb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

### Požiadavky na obalové konštrukcie – strešné

Strešné konštrukcie pre budovy s takmer nulovou spotrebou energie sa od tých bežných principiálne nelíšia – rozdiel je „len“ v hrúbke tepelnej izolácie a snahe zmenšiť tepelné mosty ich prerušením v drevených, alebo oceľových nosných prvkoch strechy, alebo presunom tepelnej izolácie nad nosnú konštrukciu. Výzvou je riešenie vegetačných striech, ktoré sa na Slovensku ešte vždy neudomácnili tak, ako by to bolo potrebné.

Vegetačné strechy sú častým riešením pri energeticko-ekologickej výstavbe budov:

- zlepšujú tepelnú stabilitu konštrukcie,
- spomaľujú odtok zrážkových vôd,
- prispievajú k zlepšeniu mikroklimy v prostredí,
- oživujú architektonický výraz budovy,
- možnosť rekreačného využitia strechy.

Návrh zelenej strechy je jedným z najúčinnějších riešení, ako nasmerovať projekt budovy k ideálu modernej stavby s vysokou energetickou efektívnosťou. Realizácia týchto špeciálnych striech síce vyžaduje vyššie investície, no vzhľadom na ich návratnosť a celkový efekt pri snahe podporovať trvalo udržateľný rozvoj, je doslova nezaplatiteľná. Úspora energie, ochrana životného prostredia, využitie prírodných materiálov, to všetko inšpiruje architektov k návrhom moderných ekologických stavieb. Zelené a vegetačné strechy vracajú zeleň do miest a kompenzujú zabratie pôdy veľkoplošnú výstavbou. Majú pozitívne psychologické účinky, znižujú napätie a stres a poskytujú priestor pre relaxáciu, ak sú architektonicky funkčne zapojené do prevádzky budovy.

Medzi novými trendmi v tejto oblasti sú zelené strechy v mestách, ktoré pribúdajú na budovách po celom svete čoraz častejšie.

#### Zelené strechy v mestách a ich pozitíva:

- piaty pohľad,
- elegantný prvok skrášľujúci celkový dizajn vonkajšej časti objektu,
- zachytávajú prach, tlmia hluk a v lete dokážu budovu ochladzovať,
- schopnosť odpariť späť do ovzdušia viac ako 40 % vody zo zrážok,
- výraznou mierou prispievajú k zdravšiemu vnútornému prostrediu,
- pri nedostatku pozemkov môžu byť využívané aj ako záhradka.

Obr. 4.32 Príklady možného riešenia a využitia vegetačných striech



Zelené strechy – ako vrátiť prírode to, čo sme si požičali

Poznámka: Zelené strechy majú praktický, estetický a ekologický rozmer. Vo svete už zďaleka nejde len o „nový pojem“ a pomaly aj u nás nachádzajú zelené strechy svoje uplatnenie. Tento typ striech sa podľa svojho využitia delí na extenzívny a intenzívny, polointenzívny. Extenzívne zelené strechy majú najmä esteticko – ekologický prínos a v podstate si nevyžadujú ani žiadnu údržbu. Intenzívne zelené strechy sú pre ľudí najväčším lákadlom, nakoľko tvoria strešné parky a záhrady, kde si človek môže posediť, dať si obed a pobehať bosý po tráve – na streche sa môžu riešiť aj biznis centra. Predstavuje naozaj veľkú investíciu, jednak zo strany založenia, ale aj samotnej údržby, preto zatiaľ nachádzajú uplatnenie len v naozaj veľkých mestách.

Zdroj: <https://www.archinfo.sk/firmy/materialy-pre-stavbu/strecha/produkty-pre-vegetacne-strechy-5-pokracovanie-serialu-o-vegetacnych-strechach.html>

### Požiadavky na obalové konštrukcie – podlahy na teréne

Konštrukčná tvorba spodnej stavby má oproti hornej stavbe (nadzemným podlažiam) niekoľko zvláštností, ktoré je potrebné pri projekčnom riešení rešpektovať:

- hľadisko statiky,
- hľadisko hydroizolačnej techniky,
- hľadisko vplyvu škodlivín,
- hľadisko denného osvetlenia a vetrania podzemných podlaží,
- hľadisko stavebnej tepelnej techniky.

Obalová konštrukcia podlahy na rastlom teréne pre energeticko-efektívne budovy si vyžaduje hrubšiu izoláciu ako pri bežných budovách. Oproti tradičným základovým pásom, pätkám, doskám, ktoré sa používajú pri veľkých stavbách sa pri individuálnej bytovej výstavbe presadzujú spôsoby s „položením“ stavby na izolačnú vrstvu (XPS „vaňa“ alebo betónová doska na drvenom penovom skle), či vysunutie domu na stĺpy. Je dôležité v konštrukčnom uzle rešpektovať správne napojenie tepelnej izolácie stenovej konštrukcie s tepelnou izoláciou podlahovej konštrukcie a tepelnou izoláciou základovej konštrukcie, bez tepelného mosta.

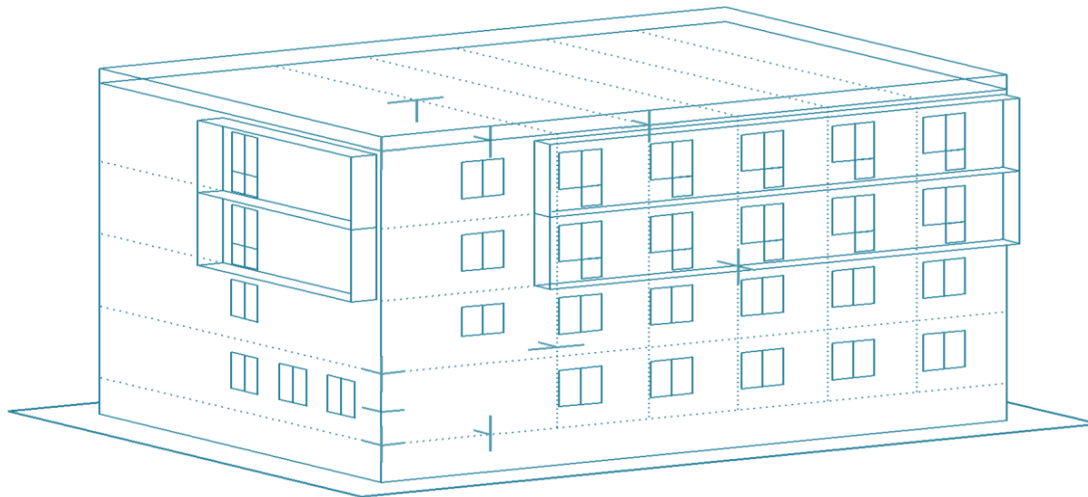
### Požiadavky na obalové konštrukcie – strop nad nevykurovaným suterénom

Energeticky efektívne budovy je možné realizovať aj s podpivničením, nevyhnutne sa však stavba predraňuje kvôli technickým a energetickým komplikáciám (eliminácia tepelných mostov, oddelenie od vykurovanej obytnej zóny). Materiály energeticko-efektívnych a ekologických budov musia spĺňať mnohé požiadavky – v prvom rade funkčné parametre (únosnosť, izolačná schopnosť, požiarne odolnosť, trvanlivosť, hygienická bezporuchovosť... – všetko aspoň v miere nevyhnutnej pre konkrétne použitie materiálu). Popri tom posudzujeme environmentálne vlastnosti: čerpanie neobnoviteľných zdrojov, vplyv na kvalitu životného prostredia („zabudovaná“ energia, uvoľnené či viazané emisie CO<sub>2</sub> (s vplyvom na klimatickú zmenu), uvoľňovanie škodlivín, dopravná náročnosť) – a to počas celého cyklu životnosti, od získania surovín, cez desaťročia prevádzky až po likvidáciu stavebného odpadu. Popri bežne používaných stavebných materiáloch sú z pohľadu ekologickej výstavby preferované prírodné materiály s malou ekologickou stopou a s priaznivým vplyvom na zdravie užívateľov (drevo, nepálená hlina, materiály z dreva, izolácie z prírodných a recyklovaných materiálov ako napr. celulóza). Ich podiel by bol pravdepodobne väčší, keby boli tieto materiály všade a bežne dostupné. Nepodceňujeme detaily a kvalitu zhotovenia konštrukcií. Nulová budova musí byť bez netesností v konštrukciách a tepelných mostov. Podmienkou je kvalitné a dôsledné vyhotovenie tepelnej izolácie v konštrukčných napojeniach - uzloch, preto nepodceňujeme výber realizačnej firmy. Ani najdokonalejšie a najinovatívnejšie materiály a konštrukcie nespĺnia svoju úlohu, ak budú nesprávne použité a nekvalitne aplikované. Nepodceňujeme ľudský faktor, ten je zatiaľ u nás najslabším článkom v systéme výstavby.

Vylúčenie tepelných mostov konštrukčných (miesta s prerušením či oslabením tepelnej izolácie) a minimalizácia geometrických tepelných mostov (napríklad rohy budov) je pri energeticko-efektívnych budovách zásadnou úlohou. Tepelné mosty nadobúdajú v takomto type stavby výrazný podiel na celkových tepelných stratách. Typicky problémové miesta vznikajú pri osádzaní okien a vstupných dverí, pri dosadnutí obvodových stien na základy, pri riešení balkónov, nadokenných žalúzií a prestupov konštrukciami. Aj tu sa vyžaduje profesijná odbornosť a vzájomná spolupráca projektanta a realizátora stavby.



Obr. 4.33 Kritické miesta (tepelné mosty) na budove



Poznámka: Typicky problémové miesta vznikajú pri osádzaní okien a vstupných dverí, pri dosadnutí obvodových stien na základy, pri riešení balkónov, nadokenných žalúzií a prestupov konštrukciami. Kým v bežných stavbách strata cez tepelné mosty predstavuje len malý zlomok celkovej spotreby energie a kontroluje sa iba to, či nízka povrchová teplota nespôsobí vlhnutie steny, v energeticky efektívnych budovách je vplyv tepelných mostov väčší. Snažíme sa im preto vyhnúť, obmedziť ich na minimum (hovoríme o riešení stavby „bez tepelných mostov“). Konštrukčné tepelné mosty vylúčime napríklad použitím predsadených samonosných balkónových konštrukcií namiesto železobetónových konzol. Geometrickým tepelným mostom sa nevyhneme, kompaktný tvar je však aj v tomto výhodou. Minimalizácia tepelných mostov (či správnejšie tepelných väzieb) v izolačnom obale budovy spočíva najmä vo vylúčení prestupov masívnych (presnejšie tepelne vodivých) konštrukcií cez izolačný obal budovy. Napríklad balkóny riešime nie ako konzolové pokračovanie železobetónového stropu, ale ako samonosnú konštrukciu pristavanú k domu (alebo, ak potrebujeme to „konzolové“ riešenie, obmedzíme tepelný most vložением tepelnej izolácie vo forme tzv. „isokorbov“ do balkónovej dosky). Zábradlia či okenice kotvíme cez izolačné podložky, zmenšenie hrúbky izolácie za žalúziiovými boxmi môžeme kompenzovať jej vyššou účinnosťou. Pri styku masívnych stien s konvenčnou základovou konštrukciou vzniká v päte múra výrazný tepelný most – odstraňujeme ho vložením pásom z únosného tepelnoizolačného materiálu, napríklad doskového penového skla. Okno vysunuté do (budúcej) tepelnej izolácie bez tepelných mostov je typickým prvkom úsporných budov.

Zdroj: STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211: 2017)

Nízka vzduchová priepustnosť obalu stavby, resp. vzduchotesnosť budovy je ďalšou základnou požiadavkou, ktorá musí byť detailne doriešená už v projektovej fáze. Táto vzduchotesná rovina by mala prebiehať v dokonale uzavretom systéme po celom obvode budovy. Vzhľadom na neprievzdušnosť sa pri návrhu budovy odporúča koordinovať architektonickú časť s ostatnými profesiami, kvôli riešeniu inštaláčnych a vzduchových rozvodov, napojeniu na konštrukcie a utesnenia prechodov. Všetky náležité detaily je nutné jasne vyprojektovať a popísať. Rovnako pri realizácii je potrebná neustála kontrola kvality technickým dozorom. Na meranie prípadných netesností pri realizácii slúži tzv. *Blower-door-test*.

### Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie

Energeticky efektívne budovy kladú vysoké nároky na kvalitu tepelnoizolačného obalu. Pre charakterizovanie parametrov obalovej konštrukcie budovy t.j. obalovej konštrukcie obvodového plášťa, strešného plášťa, podlahy na teréne alebo stropu nad nevykurovaným suterénom a výplňových konštrukcií (okna, dvere), ktorá pôsobí ako tepelný izolant stavby, sa používa súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie ( $U$  W/(m<sup>2</sup>.K) podľa STN 73 0540-2/Z1, Z2 Konsolidované znenie v roku 2019. Nízke tepelné straty sú závislé od zvolených stavebných konštrukcií. V súčasnej



tepelno-technickej norme sú nastavené odporúčané hodnoty tak, aby bolo možné dosiahnuť kritériá pre budovy s takmer nulovou potrebou energie. Prechod tepla tepelnými väzbami medzi stavebnými konštrukciami - riešenie detailov uzlov stavebných konštrukcií.

Tepelnotechnické posúdenie – má pre riešenie konštrukčných detailov – konštrukčných uzlov a pre projektovú dokumentáciu budovy s takmer nulovou spotrebou energie porovnateľný vplyv ako dimenzovanie hrúbky tepelných izolácií. To vedie k úvahe, že bez doloženia detailného riešenia uzlov jednotlivých konštrukcií nemožno vôbec hodnotiť splniteľnosť či nespĺniteľnosť požadovanej úrovne danej projektovej dokumentácie napr. pre budovy s takmer nulovou spotrebou energie. Projektová dokumentácia budovy s takmer nulovou spotrebou energie bez riešenia detailov uzlov pomocou 2D, alebo 3D je neúplná a nepresvedčivá.

## 6. Veľkosť a rozmiestnenie presklených plôch na fasádach

Okná a vstupné dvere, ako súčasť tepelnoizolačného obalu, majú za úlohu uchovávať teplo vo vnútri budovy. Zároveň slnečné žiarenie, ktoré preniká cez zasklenie, znižuje potrebu tepla na vykurovanie. Celková kvalita okna nezávisí iba na trojitom zasklení, rovnako dôležité sú parametre okenných rámov a spôsob uloženia skla do rámu (súčiniteľ prechodu tepla celého okna, zasklenie spolu s rámom  $U_w < 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ).

Zásadný je podiel celkovej plochy okien voči ochladzovanému obvodovému murivu. Je realitou, že až 15-30 % tepelných strát sa deje výplňami stavebných otvorov (oknami a dvermi). Celkovou plochou okien preto neplytváme. Každé okno má 3 až 4 krát horšie vlastnosti, než obvodový plášť. Bránime sa teda tak, že dodržíme pomer plochy okien a podlahovej plochy v miestnostiach 1/6. Zároveň redukuje otvárané časti okien. Často dostávame otázky na umývanie takýchto okien, preto sa budujú napríklad lávky, z ktorých sa k oknu zvonku dostaneme. A nakoniec tiež platí pravidlo, že je vždy lepšie investovať do 1 veľkého okna s minimálnou otváracou plochou, než do 3 malých okien. V projekte budovy je vypočítaný optimálny podiel presklenia a jeho rozmiestnenia. Okná na južnej strane majú zasklenie s vysokou energetickou priepustnosťou slnečného žiarenia (hodnota g), na severnej strane je dôležitou vlastnosťou okien vysoká tepelnoizolačná schopnosť (izolačné trojsklá). Aby pri južnej orientácii okien a presklených plôch bola v letnom období dosiahnutá tepelná pohoda, aplikujú sa rôzne tieniace prvky – slnolamy, exteriérové žalúzie a rolety. Spolu s využitím nočného vetrania a nasávania predchladeného vzduchu zo zemného registra, sú dobre navrhnuté pasívne domy schopné zabezpečiť príjemnú klímu aj počas teplých letných období.

## 7. Výber a správne nadimenzovanie technických zariadení zabezpečujúcich kvalitné vnútorné prostredie – vetranie, vykurovanie, ohrev teplej úžitkovej vody – systémy s vysokou energetickou efektívnosťou

Vetranie - najefektívnejšie je využitie riadeného vetrania so spätným získavaním tepla. Pri ohreve teplej vody a vykurovaní sa v energeticky efektívnych budovách uprednostňuje využitie obnoviteľných zdrojov energie – termické solárne kolektory, fotovoltické články a najmä tepelné čerpadlá (pracujú s teplom získaným zo vzduchu, vody alebo zeme). Ďalšou možnosťou sú zariadenia na spaľovanie biomasy (drevo, štiepka, pelety, slama).

Celkovú prevádzkovú spotrebu energie domu počas jeho užívania, pozitívne ovplyvňuje správny výber systému vykurovania, ohrevu teplej úžitkovej vody a voľba energeticky úsporných spotrebičov. Výber čo najúčinnějších a najefektívnejších zariadení prevádzkovej techniky (ventilátory, obehové čerpadlá), osvetlenia (LED lampy) a domácich spotrebičov, prispieje k následnej energeticky úspornej prevádzke budovy.

Základným princípom návrhu pre správne nadimenzovanie technických zariadení musí byť racionálne hospodárenie s energiou.

## 8. Využitie obnoviteľných zdrojov energie

Využitie obnoviteľných zdrojov energie – solárne, veterné, geotermálne zdroje, spaľovanie biomasy. Slniečna energia môže v budove postavenej v nulovom štandarde pokryť až jednu tretinu potreby tepla na vykurovanie. Slniečné žiarenie osvetľuje, vykuruje a ohrieva (pitnú a úžitkovú vodu).

Systémy pracujúce so solárnou energiou sa delia na *priame* – *pasívne* (využitie daností prostredia vďaka konštrukcii stavby – akumulačné steny, južné presklenia) a *nepriame* – *aktívne* (použitím technických zariadení sa zachytená slnečná energia premieňa na energiu tepelnú – solárne kolektory a elektrickú – fotovoltaické články). Priamy spôsob využitia je pri navrhovaní domu tým podstatným a formujúcim faktorom. Nepriame solárne systémy sú zapájané až v nadväznosti na priame.

Efektívne využitie slnečnej energie sa dosiahne vhodným tvarovým a priestorovým rozvrhnutím budovy, jej orientáciou a osadením pre optimálne dopadanie slnečných lúčov. Dôležité je uskladnenie solárnej energie do tepelno - akumulačných podláh a stien, a jej distribúcie – rozvod tepla z južných miestností do ostatných častí domu.

Veternú energiu sa pri malých domácich turbínach zatiaľ darí využívať iba ako doplnkový zdroj s nepravidelnou dodávkou energie a názory na jej praktické využitie sa rôznia.

## 9. Súčinnosť užívateľa a budovy

Veľmi dôležitou úlohou je niekedy naučiť užívateľa správne budovu prevádzkovať - spôsob používania budovy. K dnešným budovám by mal byť vypracovaný manuál prevádzkovania a údržby budovy, ktorý by mal byť súčasťou projektovej dokumentácie.

## 10. Realizácia – overenou stavebnou firmou

V súčasnej dobe je už k dispozícii zoznam overených realizačných firiem, ktoré si so stavbou pasívneho domu poradia. Kľúčovým nástrojom ku kontrole kvality stavby je dôsledný autorský dozor projektanta a technický dozor investora. Je pochopiteľné, že každý objekt má rozdielne podmienky a vyžaduje si iné riešenie. Nemali by sme však zanedbávať žiadny z uvedených faktorov, keďže každý môže ovplyvniť vlastnosti budovy správnym, ale aj nesprávnym smerom. Často nemôžeme niektoré faktory výrazne ovplyvniť, ale vo výpočtoch pri optimalizácii riešenia konštrukčných uzlov by mali byť zohľadnené.

## Energetická efektívnosť budov

Do výstavby a prevádzky budov investujeme v Európe viac než tretinu všetkej spotrebovanej energie. Podiel sektoru stavebníctva je obdobný aj pri negatívnych environmentálnych vplyvoch (klimatická zmena, znečistenie ovzdušia, okysľovanie prostredia) a výrazný podiel má aj na čerpaní neobnoviteľných zdrojov či produkcii odpadov. Nárast cien energií nás núti hľadať efektívnejšie riešenia, popri tom by sme mali znižovať našu závislosť na dovoze energií z nestabilných regiónov. Zníženie spotreby energie je tiež podmienkou rozumného využívania obnoviteľných zdrojov energie z prostredia. Máme teda dosť dôvodov na to, aby sme navrhovali len energeticky efektívnu architektúru. Efektívnosťou nazývame pomer úžitku (napríklad z prevádzky budovy) k vynaloženým nákladom (environmentálnym, finančným, energetickým,...). Čoraz viac hovoríme o energetickej hospodárnosti budov, ktorá sa dostala do našej legislatívy aj noriem ako vypočítané, alebo zmerané množstvo energie potrebnej na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody a osvetlenie budov. Na nové budovy postavené po roku 2020 budú platiť cieľové hodnoty pre budovy s takmer nulovou potrebou energie ako normalizované (požadované). Na projektovanie nových budov s takmer nulovou potrebou energie sú uvedené aj prísnejšie cieľové odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií. Projektant je povinný splnenie minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budovy zahrnúť do projektovej dokumentácie. Norma sa vzťahuje na všetky budovy, na ktorých výstavbu alebo zmenu stavby je potrebné ohlásenie stavby alebo stavebné povolenie STN 73 0540.

Nízka spotreba energie energeticky - efektívnych budov nie je zabezpečená len výrazne silnejší izoláciou, kvalitnými oknami a rekuperáciou odpadového vzduchu. Rozhodne sa na malých tepelných stratách a vysokých pasívnych ziskoch výrazne podieľa viac faktorov, ktoré je potrebné pri návrhu budovy zohľadniť. U bežných budov, ktoré energiou doslova plytvajú, tieto faktory neovplyvnia podstatne energetické vlastnosti stavby. Navýšenie alebo úspora 5 až 10 a niekedy aj viac kWh/(m<sup>2</sup>.a) pri budovách so spotrebou 150 kWh/(m<sup>2</sup>.a) nehrá veľkú úlohu, ale v energeticky efektívnych budovách, kde je spotreba tepla na vykurovanie menšia ako 12,5 až 25 kWh/(m<sup>2</sup>.a), sa to odrazí veľmi!

Obr. 4.34 Charakteristiky bežných štandardov

Energetický štandard	Merná potreba tepla na vykurovanie (MPT)	Merná potreba primárnej energie (MPPE) – vykurovanie, OPV*, TZB** a osvetlenie
Bežná jestvujúca stavba	cca 100 - 200 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	v priemere en. trieda C
Nízkoenergetický dom	50 - 100 kWh/(m <sup>2</sup> .a) (STN)	horná hranica en. triedy B
Ultránízkoenergetický dom	25 - 50 kWh/(m <sup>2</sup> .a) (STN)	horná hranica en. triedy A1
Budova s takmer nulovou spotrebou energie	12,5 - 25 kWh/(m <sup>2</sup> .a) (STN)	horná hranica en. triedy A0
Pasívny dom (podľa definície Passivhaus Institut Darmstadt, SRN)	≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> .a) podľa Passivhaus Projektierungs-Paket – bilančná plocha - úžitková plocha - inde je to btto podlažná plocha	≤ 40 kWh/(m <sup>2</sup> .a) (vykurovanie, OPV* a TZB**) ≤ 120 kWh/(m <sup>2</sup> .a) (dtto + osvetlenie + spotrebiče)
Nulový dom		
Plusový dom		

Poznámka: V posledných rokoch sa trendom stali hlavne energeticky efektívne budovy, u ktorých sú približne polovičné náklady na vykurovanie oproti bežným budovám pri veľkom zvýšení investícií. Medzičasom sa tieto budovy stávajú štandardom (STN 730540-2:2019) a vyžaduje ich aj naša legislatíva vo forme energetických certifikátov.

Zdroj: Julián Keppl, Lorant Krajcsovics, Ján Legény, Peter Lovich, Peter Morgenstein, Alena Ohradzanská, Dušan Petráš, Henrich Pifko, Branislav Puškár, Lukáš Šíp, Robert Špaček, Henrieta Tölgyessyová: Rukoväť udržateľnej architektúry, SKA, Bratislava, 2013.

#### 4.1.4 Normy a legislatívne požiadavky

Pri návrhu stavebných konštrukcií a budov rešpektujeme STN 73 0540 „Tepelná ochrana budov, ktorá požaduje splnenie kritéria minimálnych tepelnoizolačných vlastností jednotlivých stavebných konštrukcií (teda maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla  $U$  W/(m<sup>2</sup>.K)), minimálnej teploty vnútorného povrchu (hygienické kritérium – aby nedochádzalo ku kondenzácii vlhkosti a k rastu plesní), minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti, maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie (energetické kritérium) a splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy.

**Pokiaľ ide o ten posledný bod, od 1. 1. 2021 musia byť všetky novostavby ako nulové budovy, teda budovy navrhnuté tak, aby maximálna potreba tepla na vykurovanie ovplyvnená tepelno-technickými vlastnosťami stavebných konštrukcií nebola vyššia než polovica potreby tepla na vykurovanie určenej pre nízkoenergetické budovy. To znamená, že od začiatku roka nás čaká ďalšie sprísnenie, povinné budú budovy s takmer nulovou potrebou energie.** Teda budovy s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou, pri ktorej sa potrebné takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie na užívanie takejto budovy dosiahne efektívnou tepelnou ochranou a vo vysokej miere zabezpečí energiou dodanou z obnoviteľných zdrojov, nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti. Pri posudzovaní energetickej hospodárnosti vychádzame z potreby primárnej energie, aby sme zohľadnili environmentálne vplyvy prevádzky budov, a z rovnakého dôvodu od potreby energie odpočítavame energiu získanú z obnoviteľných zdrojov v budove, na nej či v jej blízkosti. Merná potreba tepla na vykurovanie podľa STN 730540 musí byť od 1. 1. 2021 podľa tvaru budovy pod 25 až 50 kWh/(m<sup>2</sup>.a), normalizovaná (požadovaná) hodnota (čiže polovica doterajších hraničných hodnôt), a odporúčaná hodnota od 12,50 až 25 kWh/(m<sup>2</sup>.a).

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla  $U_{e,m}$  v závislosti od faktoru tvaru budovy bude maximálna cieľová hodnota 0,38 až 0,27 W/(m<sup>2</sup>.K) a odporúčaná cieľová hodnota od 0,25 až 0,20 W/(m<sup>2</sup>.K). Splnenie týchto požiadaviek nie je možné jednoduchým zväčšovaním hrúbky tepelnej izolácie donekonečna – to by viedlo k architektonickým aj ekonomickým nezmyslom.

Požiadavky na hodnoty súčiniteľa prechodu tepla  $U$  W/(m<sup>2</sup>.K) pre stavebné konštrukcie stenové, strešné, strop nad nevykurovaným priestorom uvádza STN 73 0540, tabuľka 1. Taktiež požiadavky na  $U_w$  W/(m<sup>2</sup>.K). Pre vonkajšie otvorové konštrukcie tabuľka 2 a pre konštrukcie ľahkých obvodových plášťov  $U_{cw}$  tabuľka 2a.

Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov definuje tri spôsoby hodnotenia - projektové, normalizované a prevádzkové hodnotenie. Vstupné údaje a účel týchto hodnotení sú uvedené na Obr. 4.35.

Obr. 4.35 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti


Hodnotenie	Názov	Vstupné údaje			Účel
		Užívanie	Klíma	Konštrukcie	
výpočtové	návrhové	normali-zované	normali-zovaná *	projektované hodnoty	návrh a projektovanie novej budovy, významná obnova
výpočtové	normali-zované	normali-zované	normali-zovaná	skutkový stav	energetický certifikát – výstavba, predaj, prenájom
merané	prevádzkové	skutočné	skutočná	skutkový stav	energetický certifikát

Poznámka: Hodnotenie budov pre stavené účely budovy.

Zdroj: Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

### Energetické triedy podľa globálneho ukazovateľa

Obr. 4.36 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy							
		A0	A1	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 54	55 - 108	109 - 216	217 - 324	325 - 432	433 - 540	541 - 648	> 648
	Bytové domy	≤ 32	33 - 63	64 - 126	127 - 189	190 - 252	253 - 315	316 - 378	> 378

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup>.a). Budova, ktorá spĺňa požiadavku na globálny ukazovateľ energetickej triedy A0 sa v prípade, že je energia odvádzaná alebo uskladňovaná, zatrieďuje do podtriedy A0+.

Podľa: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

Požadovaná energetická hospodárnosť budov (definovaná hodnotou globálneho ukazovateľa primárnej energie):

- od 1. januára 2013 – nízkoenergetická úroveň výstavby pre nové aj obnovované budovy, ohraničená hornou hranicou energetickej triedy B,
- od 1. januára 2016 – ultranízkoenergetická – horná hranica triedy A1,
- od 1. januára 2019 pre nové budovy verejnej správy a od 1. januára 2021 pre všetky nové budovy energetická úroveň budov s takmer nulovou potrebou – daná hornou hranicou triedy A0.

### Zásady takmer nulovej budovy:

Pre dosiahnutie parametrov takmer nulovej budovy (TNB) sú nevyhnutné nasledovné zásady:

- zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie na minimum pomocou kvalitného návrhu obalových konštrukcií budovy, predpokladá sa využitie solárnych a vnútorných ziskov,
- zníženie potreby primárnej energie na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody a osvetlenie,
- značné pokrytie celkovej potreby primárnej energie obnoviteľnými zdrojmi energie.

### 4.1.5 Výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa platných noriem

Na predurčovanie a výpočet potreby tepla na vykurovanie sa používajú zjednodušené metódy, ako aj zložité výpočtové programy. Výpočet nestacionárneho správania sa budov je komplikovaný, pretože výpočtové metódy, fyzikálne modely a ich matematický opis, určenie vnútorných ale najmä vonkajších okrajových podmienok, ako aj interpretácia výsledkov sú veľmi rôznorodé.

#### Výpočtové metódy podľa STN 73 0540

Výpočet potreby tepla na vykurovanie sa určuje teoreticky pre porovnávacie normalizované podmienky a referenčnú vykurovaciu sezónu, a teda predstavuje porovnávaciu hodnotu na hodnotenie budov. Referenčná vykurovacía sezóna a porovnávacie normové podmienky pri hodnotení sú:

- počet dennostupňov referenčnej vykurovacej sezóny  $D = 3422$  K. deň;
- počet dní referenčnej vykurovacej sezóny  $d = 210$  dní, pri mesačnej metóde,
- vplyv tepelných mostov budovy  $\Delta H_{TM}$ ,
- merná tepelná strata prechodom tepla  $H_T$  sa určí pomocou redukčných faktorov,
- vnútorný tepelný zisk  $Q_i$ ,
- pasívny solárny zisk  $Q_S$ ,
- faktor využitia tepelných ziskov s hodnotou  $\eta = 0,95$ ,
- intenzita výmeny vzduchu nie menšia ako je hygienické minimum, ktoré má priemernú hodnotu pre bytové a nebytové budovy  $n = 0,5$  1/m,
- obostavaný objem budovy  $V_b$  na základe vonkajších rozmerov, určený súčtom obostavaných objemov vykurovaných podlaží budovy, pričom nevykurované suterény, pristavané garáže, susediace nevykurované priestory budovy sa nezapočítavajú do obostavaného objemu, objem vzduchu predstavuje 80% obostavaného objemu,
- merná plocha budovy  $A_b$  vypočítaná zo súčtu pôdorysných plôch vykurovaných podlaží určených z vonkajších rozmerov,
- nezohľadňuje sa typ vykurovacieho systému, zdroja tepla a spôsob jeho prevádzky.

#### Výpočtové metódy podľa STN EN 13790

Norma STN EN ISO 13790 predpokladá základný časový úsek na výpočet potreby tepla na vykurovanie jeden mesiac alebo jednu hodinu, pre budovy na bývanie umožňuje aj výpočet pre vykurovacie obdobie alebo obdobie chladenia. Celé vykurovacie obdobie možno uvažovať aj pri iných typov budov, avšak len za predpokladu podobnej prevádzky ako v bytových domoch. STN EN ISO 13790 rozlišuje energetickú bilanciu (bilanciu potreby tepla) na úrovni budovy a na energetickú bilanciu na úrovni systémov. Výpočet sa preto rozdeľuje na výpočet potreby tepla na vykurovanie, ktorá



je vstupom pre ďalší výpočet potreby energie na vykurovanie a energetickú bilanciu vykurovacieho systému a systémov vetrania a chladenia. Potreba tepla na vykurovanie a citelné chladenie budovy sa vypočíta na základe tepelnej bilancie zóny alebo zón budovy.

### Energetická bilancia na úrovni budovy:

Energetická bilancia (bilancia potreby tepla) na úrovni zón budovy zahŕňa tieto položky, pričom sa zohľadňuje iba citelné teplo:

- prenos tepla prechodom medzi priestorom s upravovanými vnútornými podmienkami a vonkajším prostredím riadený rozdielom medzi teplotou priestoru s upravovanými podmienkami a vonkajšou teplotou,
- prenos tepla prechodom a vetraním medzi susednými zónami riadený rozdielom medzi teplotou zóny s upravovanými vnútornými podmienkami a vnútornou teplotou susedného priestoru,
- vnútorné tepelné zisky (vrátane záporných ziskov z tepelných zásobníkov), napr. od osôb, zariadení, osvetlenia a tepla rozptýleného zo systémov alebo pohlteneho systémami vykurovania, chladenia, prípravy teplej vody a vetrania,
- solárne tepelné zisky (ktoré môžu byť priame, napr. oknami, alebo nepriame, napr. pohltitím prvkami plných stavebných konštrukcií),
- akumulácia tepla alebo uvoľňovanie akumulovaného tepla z hmoty budovy,
- potreba tepla na vykurovanie, ak sa zóna vykuruje, vykurovací systém ju zásobuje teplom, aby sa dosiahla vnútorná teplota s požadovanou minimálnou úrovňou (požadovaná teplota na vykurovanie),
- potreba tepla na chladenie: ak sa zóna chladí, chladiaci systém odvádza teplo, aby sa dosiahla vnútorná teplota s požadovanou maximálnou úrovňou (požadovaná teplota na chladenie).

Potreba tepla na vykurovanie sa pre účely energetickej hospodárnosti budov stanovuje podľa výpočtových postupov normy STN EN ISO 13790/NA „Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie. Aplikáciou tejto normy a v zmysle predpisov vykonávacej vyhlášky je možné zvoliť dva prístupy k výpočtu potreby tepla na vykurovanie, a to v závislosti od typu stavby (bytové a nebytové budovy) a spôsobu prevádzkovania vykurovacieho systému v budove (nepreušované alebo prerušované vykurovanie):

- bytové budovy s nepreušovaným vykurovaním – výpočtový postup v zmysle normy STN EN ISO 13790 s použitím vstupných údajov pre výpočtové obdobie – vykurovacia sezóna = sezónna metóda,
- bytové budovy s prerušovaným vykurovaním – výpočtový postup v zmysle normy STN EN ISO 13790 s použitím vstupných údajov pre výpočtové obdobie - 1 mesiac = mesačná metóda.

Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla:

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N} \quad (4.2)$$

Pre vyčíslenie potreby tepla na vykurovanie v zmysle normy STN EN ISO 13790 sa do energetickej bilancie zahŕňajú nasledovné položky: tepelné straty prechodom a vetraním z vykurovaného priestoru ( $Q_{tr}$ ,  $Q_{ve}$ ), šírenie tepla prechodom a vetraním medzi susediacimi zónami, vnútorné tepelné zisky ( $Q_{int}$ ) a solárne tepelné zisky ( $Q_{sol}$ ). Bazálny úkon pri výpočte mernej potreby tepla na vykurovanie je selekcia teplotných zón danej budovy / objektu. Je samozrejme jednoduchšie voliť menej teplotných zón, pretože viac teplotných zón má za následok pohyby energií aj v rámci hodnotenej budovy.

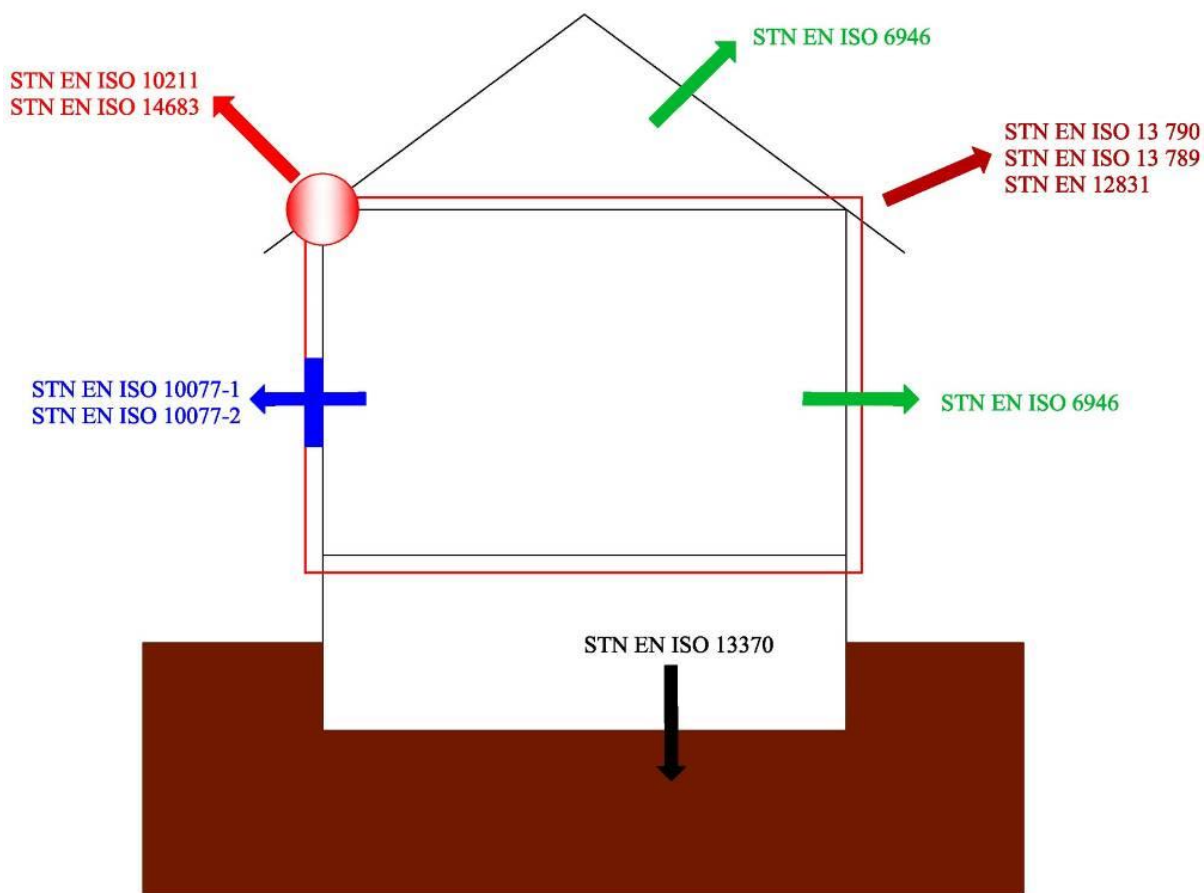


V prípade, že sú nasledovné podmienky splnené, je možné pristúpiť k „zjednodušeniu“ modelu a výpočet realizovať iba pre jednu teplotnú zónu:

- rozdiel teplôt medzi jednotlivými priestormi nie je väčší ako 4 K,
- v budove je jeden systém vykurovania,
- v budove je rovnaký systém vetrania (môžu byť aj rozdielne systémy vetrania za podmienky, že jeden z systémov zabezpečuje aspoň 80 % vetrania budovy),
- rozsah vetrania jednotlivých priestorov v budove vyjadrený v  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  podlahovej plochy sa navzájom nelíši viac ako 4-násobne alebo ak viac ako 80 % podlahovej plochy priestorov má rovnakú intenzitu vetrania.

Z vyššie uvedených bodov je zrejmé, že ak niektorá z podmienok splnená nie je, budova / priestor sa musia rozdeliť do vyhovujúcich teplotných zón a počítať samostatne.

Obr. 4.37 Schematické znázornenie STN noriem pre výpočet tepelných strát a potreby tepla na vykurovanie



Poznámka: Pre jednotlivé konštrukcie a konštrukčné uzly STN pre výpočet jednotlivých charakteristik.

Zdroj: SEDLÁKOVÁ, A., RUDIŠIN, R.: Teoretická a experimentálna analýza spodnej stavby veľkopriestorových budov. Stavebná fakulta TU v Košiciach, Košice 2009, ISBN 978-80- 553-0212-6.

## Tepelné straty

Výpočet veľkosti tepelných strát je proces pomerne náročný a komplexný.

### Merná tepelná strata prechodom tepla

Celková merná tepelná strata budovy (obostavaného riešeného objemu) je súčet tepelných strát prechodom tepla do vonkajšieho prostredia, prechodom tepla cez zeminu, prechodom tepla cez priestory s neupravovanými vnútornými podmienkami a prechodom tepla do susedných budov.

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad [W/K] \quad (4.3)$$

kde:

$H_{tr,adj}$	celková merná tepelná strata prechodom tepla [W/K],
$H_D$	merná tepelná strata prechodom tepla do vonkajšieho prostredia [W/K],
$H_g$	merná tepelná strata prechodom tepla cez zeminu [W/K],
$H_U$	merná tepelná strata prechodom tepla cez priestory s neupravovanými vnútornými podmienkami [W/K]
$H_A$	merná tepelná strata prechodom tepla do susedných budov [W/K]..

Pre vyčíslenie jednotlivých častí mernej tepelnej straty prechodom tepla ( $H_D$ ,  $H_g$ ,  $H_U$ ,  $H_A$ ) sa postupuje v zmysle normy STN EN ISO 13789 podľa nasledujúceho vzťahu (4.4), ktorý zohľadňuje priamu tepelnú stratu prechodom tepla cez stavebnú konštrukciu vrátane vplyvu lineárnych a bodových tepelných mostov.

$$H_x = b_{tr,x} \cdot [\sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j] \quad [W/K] \quad (4.4)$$

kde:

$H_x$	merná tepelná strata reprezentujúca $H_D$ , $H_g$ , $H_U$ , $H_A$ vo [W/K],
$b_{tr,x}$	redukčný faktor [-], $b_{tr,x} = 1,0$ pre stavebnú konštrukciu, ktorá oddeľuje vnútorný priestor s upravovanými podmienkami (napr. 20 °C) od vonkajšieho prostredia (napr. -12 °C) alebo od vnútorného priestoru budovy s upravovanými podmienkami na rozdielnu teplotu (napr. 16 °C), $b_{tr,x} < 1,0$ pre stavebnú konštrukciu, ktorá oddeľuje vnútorný priestor s upravovanými podmienkami (napr. 20 °C) od vnútorného priestoru budovy s neupravovanými podmienkami (nevykurovaný priestor), pozri Tab. 4.2, ďalšie hodnoty redukčných faktorov v norme STN 730540,
$A_i$	plocha stavebnej konštrukcie [m <sup>2</sup> ],
$U_i$	súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/(m <sup>2</sup> .K)],
$l_k$	dĺžka lineárneho tepelného mosta [m],
$\Psi_k$	lineárny stratový súčiniteľ tepelného mosta [W/(m.K)],
$\chi_j$	bodový stratový súčiniteľ tepelného mosta [W/K].

V zmysle normy STN 730540 je možné vyššie uvedené výpočtové vzťahy nahradiť zjednodušeným výpočtovým vzťahom:

$$H_T = \sum b_x \cdot A_i \cdot U_i + \Delta U \cdot \sum A_i \quad [W/K] \quad (4.5)$$

kde:

$H_T$	celková merná tepelná strata prechodom tepla [W/K],
$b_x$	teplotný redukčný faktor [-],
$A_i$	plocha stavebnej konštrukcie [m <sup>2</sup> ],
$U_i$	súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/(m <sup>2</sup> .K)],
$\Delta U$	zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov [W/(m <sup>2</sup> .K)].

Hodnota  $\Delta U$  sa stanovuje podľa normy STN EN ISO 10211 numerickým výpočtom lineárnych a bodových stratových súčiniteľov, alebo ich uvádza výrobca pre daný konštrukčný systém, v ostatných prípadoch sa môže približne uvažovať s nasledujúcimi hodnotami:

- $\Delta U = 0,05$  W/(m<sup>2</sup>.K) sa použije v prípade spojenej tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií najmä po roku 2002,
- $\Delta U = 0,1$  W/(m<sup>2</sup>.K) sa použije pri starších murovaných, panelových vrstvených betónových a keramických, ľahkých drevených roštových konštrukciách, kovoplastických obvodových plášťoch (pred ich obnovou),
- $\Delta U = 0,2$  W/(m<sup>2</sup>.K) sa použije pri konštrukciách zatepľovaných zvnútra.

Tab. 4.2 Redukčné faktory  $b_x$  v závislosti od deliacej konštrukcie

Tepelná strata cez konštrukciu	$b_x$
cez vonkajšiu stenu, okno, vonkajšie dvere	1,00
cez strechu (plochú, šikmú) na teplovýmennom obale budovy	1,00
cez podlahu na teréne	1,00
cez podlahu podstrešného priestoru (povaly)	0,80
cez stenu medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom a podstrešným priestorom	0,80
cez stenu alebo strop nevykurovaného priestoru (suterénu)	0,50
cez stenu alebo strop temperovaného priestoru (garáž, susedná budova)	0,35
cez otvorenú dilatáciu	0,35
cez uzavretú zaizolovanú dilatáciu so šírkou do 0,05 m	0,10
cez stenu a otvorovú konštrukciu do nevykurovaného zaskleného priestoru, ktorý má zasklenie:	
– jednoduché	0,70
– dvojité	0,60
– s tepelnoizolačným dvojsklom $U_g \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> .K)	0,50
cez strop nad otvoreným prejazdom	1,00

### Tepelná strata prechodom tepla

$$Q_{tr} = H_{tr, adj} \cdot (\theta_{int, set, H} - \theta_e) \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.6)$$

kde:

$Q_{tr}$	tepelná strata prechodom tepla [Wh/mesiac],
$H_{tr, adj}$	celková merná tepelná strata prechodom tepla $H_{tr, adj} = H_T$ [W/K],
$\theta_{int, set, H}$	teplota vo vykurovanej zóne [°C],
$\theta_e$	teplota vonkajšieho prostredia [°C], nahrádza sa teplotou zóny s teplotným rozdielom väčším ako 4 K,
$t$	dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

Tab. 4.3 Návrhová vnútorná teplota a relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v zimnom období

Druh miestnosti s požadovaným stavom vnútorného prostredia	Návrhová vnútorná teplota	Návrhová relatívna vlhkosť vzduchu
	$\Theta_{\text{int,set,H}} [^{\circ}\text{C}]$	$\varphi [\%]$
Rodinné domy a bytové domy		
Obytné miestnosti (obývacie izby, jedálne, jedálne s kuchynským kútom, pracovne, detské izby a iné)	20	50
Kuchyne	20	50
Kúpeľne	24	80
Záchody	20	50
Vykurované vedľajšie miestnosti (predsiene, chodby, atď.)	15	50
Vykurované schodišťa	10	50

Tab. 4.4 Počet dní vykurovacieho obdobia, priemerná vonkajšia teplota

Počet dní vykurovacieho obdobia/počet vykurovacích dní podľa mesiacov	212	Október	31
		November	30
		December	31
		Január	31
		Február	28
		Marec	31
		Apríl	30
		Priemerná vonkajšia teplota po čas vykurovacieho obdobia/ priemerná vonkajšia teplota podľa mesiacov $\Theta_e [^{\circ}\text{C}]$	3,86
November	4.3		
December	-0.3		
Január	-1.8		
Február	0.4		
Marec	4.6		
Apríl	9.9		

### Merná tepelná strata vetraním

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot C_a \cdot q_{ve,mn} \quad [W/K] \quad (4.7)$$

kde:

- $H_{ve,adj}$  celková merná tepelná strata vetraním [W/K],  
 $\rho_a \cdot C_a$  tepelná kapacita objemu vzduchu = 0,33 [Wh/(m<sup>3</sup>.K)],  
 $q_{ve,mn}$  objemový prietok vzduchu [m<sup>3</sup>/h].

V zmysle normy STN 730540-2 je možné vyššie uvedený výpočtový vzťah (4.7) nahradiť upraveným výpočtovým vzťahom:

$$H_v = 0,33.n.V_m \text{ [W/K]} \quad (4.8)$$

kde:

$H_v$  celková merná tepelná strata vetraním [W/K],  
 $n$  intenzita výmeny vzduchu [1/h],  
 $V_m$  vnútorný objem priestoru [m<sup>3</sup>],  
 $V_m = 0,75.V_b$  pre nové rodinné domy,  
 $V_m = 0,85.V_b$  pre pôvodné budovy,  
 $V_m = 0,8.V_b$  pre ostatné budovy,  
 $V_b$  obostavaný objem budovy [m<sup>3</sup>].

Intenzita výmeny vzduchu škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov (prirodzenou infiltráciou) sa pre budovy s výškou do 25 m stanoví podľa vzťahu:

$$n = 25000 \cdot \frac{\sum(i_{lv} \cdot 10^{-4} \cdot l)}{V_b} \text{ [1/h]} \quad (4.9)$$

kde:

$i_{lv}$  súčiniteľ škárovej prievzdušnosti [m<sup>3</sup>/(m.s)],  
 $l$  dĺžka škár [m],  
 $V_b$  obostavaný objem budovy [m<sup>3</sup>].

Tab. 4.5 Hodnoty súčiniteľov škárovej prievzdušnosti

Druh otvorovej konštrukcie	Súčiniteľ škárovej prievzdušnosti $i_{lv} \cdot 10^{-4}$
Nové drevené, plastové a kovové okná s tesniacim profilom	≤ 1.0
Jednoduché okno drevené alebo kovové s jedným sklom, netesné (pôvodná výstavba)	1.9
Zdvojené okno drevené alebo kovové s dvoma čírymi sklami, netesné (pôvodná výstavba)	1.4
Zdvojené kovové okno s prerušeným tepelným mostom s dvoma čírymi sklami, netesnené (pôvodná výstavba)	1.4
Dvojité drevené špaletové okno s dvoma čírymi sklami, netesnené (pôvodná výstavba)	1.2

V prípade budov s výškou nad 25 m sa intenzita výmeny vzduchu škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov určí podľa obecného vzťahu C.4 v zmysle normy STN 730540-2: 2019, príloha C. Vypočítaná intenzita výmeny vzduchu prirodzenou infiltráciou „n“ vyhovuje, ak je splnená nasledujúca podmienka:

$$n \geq n_N \text{ [1/h]} \quad (4.10)$$

kde:

$n$  intenzita výmeny vzduchu [1/h],  
 $n_N$  požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu [1/h].

V prípade, že hygienické predpisy a prevádzkové podmienky nestanovujú špeciálne požiadavky na intenzitu výmeny vzduchu, potom požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu vo všetkých priestoroch bytových a nebytových

budov musí mať minimálnu hodnotu  $n_N = 0,5$  1/h. Ak nie je možné zabezpečiť minimálnu intenzitu výmeny vzduchu prirodzenou infiltráciou, je potrebné ju dosiahnuť iným spôsobom.

### Tepelná strata vetraním

$$Q_{ve} = H_{ve, adj} \cdot (\Theta_{int, set, H} - \Theta_e) \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.11)$$

kde:

$Q_{ve}$	tepelná strata vetraním [Wh/mesiac],
$H_{ve, adj}$	celková merná tepelná strata vetraním $H_{ve, adj} = H_v$ [W/K],
$\Theta_{int, set, H}$	teplota vo vykurovanej zóne [°C],
$\Theta_e$	teplota vonkajšieho prostredia [°C],
$t$	dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

### Vnútorne tepelné zisky

Vnútorne tepelné zisky sú definované ako tepelné zisky od vnútorných tepelných zdrojov ako je metabolické teplo od ľudí v priestore, teplo od spotrebičov, teplo z osvetľovacích zariadení a iných vnútorných procesov, produkujúcich teplo. Medzi tieto procesy radíme aj tepelné straty zo systémov vykurovania, prípravy teplej vody a pod. Tieto tepelné straty sa však pri výpočte potreby tepla na vykurovanie nezarátavajú.

$$Q_{int} = \varphi_{int, mn} \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.12)$$

kde:

$Q_{int}$	celkové vnútorné zisky [Wh/mesiac],
$\varphi_{int, mn}$	časovo spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov tepla [W],
$t$	dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

$$\varphi_{int, mn} = \sum (\varphi_{int, oc} , \varphi_{int, A} , \varphi_{int, L} , \varphi_{int, proc}) \quad [W] \quad (4.13)$$

kde:

$\varphi_{int, mn}$	časovo spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov tepla [W],
$\varphi_{int, Oc}$	vnútorný tepelný tok od užívateľov priestoru [W],
$\varphi_{int, A}$	vnútorný tepelný tok od spotrebičov [W],
$\varphi_{int, L}$	vnútorný tepelný tok z osvetlenia [W],
$\varphi_{int, proc}$	vnútorný tepelný tok z technologických procesov [W].

Tab. 4.6 Spriemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov  $\varphi_{int, mn}$

Typ budovy	Priemerný tepelný tok od vnútorných zdrojov na 1 m <sup>2</sup> podlahovej plochy [W/m <sup>2</sup> ]
Rodinné domy	≤4.0
Bytové domy	≤5.0



## Solárne tepelné zisky

Solárne tepelné zisky sú tepelné zisky vplyvom slnečného žiarenia cez vonkajšie transparentné plochy, vnútorné steny a iné. Intenzita solárnych ziskov je závislá od polohy Slnka na oblohe (azimut), od polohy transparentných konštrukcií, od sklonu kolekčných plôch a od tieniacich faktorov (balkóny, ostenia, okolitá výstavba, oblačnosť a pod.)

$$Q_{sol} = \varphi_{sol,mn} \cdot t \quad [Wh/mesiac] \quad (4.14)$$

kde:

$Q_{sol}$  celkové solárne tepelné zisky [Wh/mesiac],  
 $\varphi_{sol,mn}$  časovo spriemerovaný tepelný tok od slnečného žiarenia [W],  
 $t$  dĺžka trvania výpočtového kroku [h].

Podmienkou stanovenia celkových solárnych ziskov podľa (4.15) potrebujeme pracovať s tabuľkou (Tab.4.7), kde sú uvedené údaje o intenzite slnečného žiarenia podľa orientácie a uhla natočenia kolekčnej plochy vzhľadom k Slnku.

$$Q_{sol} = \sum F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{s,k} \cdot 1000 \quad [Wh/mesiac] \quad (4.15)$$

kde:

$Q_{sol}$  celkové solárne tepelné zisky [Wh/mesiac],  
 $F_{sh,ob,k}$  redukčný faktor tienenia pre vonkajšie prekážky [-],  
 $A_{sol,k}$  účinná kolekčná plocha povrchu „k“ s definovanou orientáciou a uhlom natočenia [m<sup>2</sup>],  
 $I_{s,k}$  celková energia slnečného žiarenia na plochu „k“, vid' Tab.4.7 [kWh/m<sup>2</sup>].

Tab. 4.7 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre zimné mesiace  $I_s$

Orientácia	Mesiace							Spolu
	I	II	III	IV	X	XI	XII	
Juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4	320
Sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8	100
Východ, západ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8	200
Juhovýchod, juhozápad	22,7	33,8	50,9	62,0	44,8	24,9	20,8	260
Severovýchod, severozápad	10,2	16,1	26,8	41,6	18,3	9,6	7,4	130
Horizontálna rovina	22,2	38,6	71,4	108,2	55,0	26,2	18,4	340

Výpočet účinnej kolekčnej plochy transparentných stavebných konštrukcií je definovaný ako:

$$A_{sol} = g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \quad [m^2] \quad (4.16)$$

kde:

$g_{gl}$  celková priepustnosť slnečnej energie transparentnej stavebnej konštrukcie [-],  
 $F_F$  rámový faktor transparentnej stavebnej konštrukcie [-],  
 $A_{w,p}$  celková plocha transparentnej stavebnej konštrukcie (vrátane rámovej časti) [m<sup>2</sup>].

Celková priepustnosť slnečnej energie transparentnej konštrukcie  $g_{gl}$  závisí od uhla dopadu slnečných lúčov, od typu zasklenia a iných optických vlastností:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_{gl,n} \quad [-] \quad (4.17)$$

kde:

$F_w$  korekčný faktor,  $F_w = 0,9$  [-],

$g_{gl,n}$  celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu transparentnej stavebnej konštrukcie  $g_{gl,n}$ , (Tab.4.8) [ $m^2$ ].

Tab. 4.8 Celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu transparentnej stavebnej konštrukcie  $g_{gl,n}$

Typ zasklenia	Celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu $g_{gl,n}$ [-]
Jednoduché zasklenie	0.85
Dvojnásobné zasklenie	0.75
Trojnásobné zasklenie	0.70
Dvojité okno	0.75
Dvojnásobné zasklenie so selektívnou vrstvou nízkej emisivity	0.67
Trojnásobné zasklenie s dvoma selektívnymi vrstvami nízkej emisivity	0.50

Rámový faktor stavebnej konštrukcie sa vyjadří ako:

$$F_F = \frac{A_F}{A_{w,p}} \quad [-] \quad (4.18)$$

kde:

$A_F$  plocha rámu transparentnej konštrukcie [ $m^2$ ],

$A_{w,p}$  celková plocha transparentnej stavebnej konštrukcie (vrátane rámovej časti) [ $m^2$ ].

$$F_{sh,ob} = F_{hor} + F_{ov} + F_{fin} \quad [-] \quad (4.19)$$

kde:

$F_{hor}$  čiastkový faktor tienenia horizontu [-],

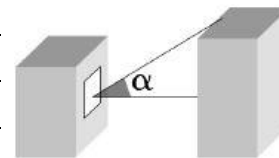
$F_{ov}$  čiastkový faktor tienenia pre vodorovne vystupujúce konštrukcie [-],

$F_{fin}$  čiastkový faktor tienenia pre zvislo vystupujúce konštrukcie [-].

Faktory vonkajšieho tienenia  $F_{sh,ob}$  takisto ovplyvňujú tepelné zisky cez transparentné stavebné konštrukcie. Medzi tieto faktory radíme dostupnosť slnečného žiarenia v danej lokalite, okolitá zástavba, okolitá krajina, členitosť fasád, hĺbka osadenia transparentnej konštrukcie a podobne.

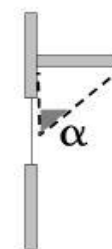
Tab. 4.9 Čiastkový faktor tienenia

Obzorový uhol $\alpha$	45° severnej zemepisnej šírky			55° severnej zemepisnej šírky			65° severnej zemepisnej šírky		
	J	V/Z	S	J	V/Z	S	J	V/Z	S
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10°	0.97	0.95	1.00	0.94	0.92	0.99	0.86	0.89	0.97
20°	0.85	0.82	0.98	0.68	0.75	0.95	0.58	0.68	0.93
30°	0.62	0.70	0.94	0.49	0.62	0.92	0.41	0.54	0.89
40°	0.46	0.61	0.90	0.40	0.56	0.89	0.29	0.49	0.85



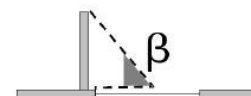
Tab. 4.10 Čiastkový faktor tienenia pre vodorovne vystupujúce konštrukcie

Uhol presahu $\alpha$	45° severnej zemepisnej šírky			55° severnej zemepisnej šírky			65° severnej zemepisnej šírky		
	J	V/Z	S	J	V/Z	S	J	V/Z	S
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30°	0.90	0.89	0.91	0.93	0.91	0.91	0.95	0.92	0.90
45°	0.74	0.76	0.80	0.80	0.79	0.80	0.85	0.81	0.80
60°	0.50	0.58	0.66	0.60	0.61	0.65	0.66	0.65	0.66



Tab. 4.11 Čiastkový faktor tienenia pre zvislo vystupujúce konštrukcie

Uhol presahu $\alpha$	45° severnej zemepisnej šírky			55° severnej zemepisnej šírky			65° severnej zemepisnej šírky		
	J	V/Z	S	J	V/Z	S	J	V/Z	S
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30°	0.94	0.92	1.00	0.84	0.91	0.99	0.94	0.90	0.98
45°	0.84	0.84	1.00	0.86	0.83	0.99	0.85	0.82	0.98
60°	0.72	0.75	1.00	0.74	0.75	0.99	0.73	0.73	0.98



### Potreba tepla na vykurovanie

Po zarátaní tepelných strát cez stavebné konštrukcie, t.j., tepelné straty transmisíou a infiltráciou, tepelné zisky zo slnečného žiarenia získané cez transparentné stavebné konštrukcie a zisky od vnútorných zdrojov, získame výslednú potrebu tepla na vykurovanie (podľa normy STN EN ISO 13790):

$$Q_{H,nd} = (Q_{tr} + Q_{ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol}) \quad [Wh/mesiac] \quad (4.20)$$

kde:

- $Q_{H,nd}$  potreba tepla na vykurovanie [Wh/mesiac],
- $Q_{tr}$  tepelná strata prechodom tepla [Wh/mesiac],
- $Q_{ve}$  tepelná strata vetraním [Wh/mesiac],
- $Q_{int}$  celkové vnútorné tepelné zisky [Wh/mesiac],
- $Q_{sol}$  celkové solárne tepelné zisky [Wh/mesiac],
- $\eta_{H,gn}$  faktor využitia tepelných ziskov [-].

Tepelné zisky a ich využitie je závislé od tepelnej kapacity a tepelnej zotrvačnosti stavebnej konštrukcie. Stanovenie faktora využiteľnosti tepelných ziskov závisí od hodnoty parametra „ $\gamma_H$ “, ktorý sa stanovuje ako pomer tepelných ziskov a tepelných strát budovy:

$$\gamma_H > 0: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad [-] \quad (4.21)$$

$$\gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H+1} \quad [-] \quad (4.22)$$

kde:

$\gamma_H$  pomer tepelných ziskov a tepelných strát [-],  
 $\eta_{H,gn}$  faktor využitia tepelných ziskov [-],  
 $a_H$  bezrozmerný číselný parameter [-].

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad [-] \quad (4.23)$$

kde:

$a_H$  bezrozmerný číselný parameter [-],  
 $a_{H,0}$  bezrozmerný referenčný číselný parameter,  $a_{H,0} = 1,0$  pre 1 mesiac [-],  
 $\tau$  časová konštanta [h],  
 $\tau_{H,0}$  referenčná časová konštanta  $\tau_{H,0} = 15$  h pre výpočtový krok 1 mesiac [h].

Časová konštanta „ $\tau$ “, je závislá od tepelno-akumulačných vlastností danej stavebnej konštrukcie:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \cdot \frac{1}{3600} = \quad [h] \quad (4.24)$$

kde:

$C_m$  vnútorná tepelná kapacita zóny [J/K],  
 $H_{tr,adj}$  celková merná tepelná strata zóny prechodom tepla,  $H_{tr,adj} = H_T$  [W/K],  
 $H_{ve,adj}$  celková merná tepelná strata zóny vetraním,  $H_{ve,adj} = H_v$  [W/K].

Vnútorná tepelná kapacita zóny „ $C_m$ “ je daná súčtom tepelných kapacít všetkých stavebných konštrukcií, ktoré sú v priamom kontakte s vnútorným vzduchom zóny. Pri výpočte tepelnej kapacity stavebnej konštrukcie sa počítajú všetky vrstvy, avšak maximálne do polovice hrúbky stavebnej konštrukcie alebo do vzdialenosti 100 mm od vnútorného povrchu stavebnej konštrukcie alebo po prvú tepelnoizolačnú vrstvu konštrukcie.

Tab. 4.12 Vnútna tepelná kapacita podľa plošnej hmotnosti stavebnej konštrukcie

Typ konštrukcie budovy	Opis stavebnej konštrukcie	Vnútna kapacita $C_m$ [J/K]
Veľmi ľahká, $m' \leq 15 \text{ kg/m}^2$	Ľahký obvodový plášť s drevenou alebo inou ľahkou skeletovou nosnou konštrukciou, sadrokartónové priečky	$80000 \cdot A_f$
Ľahká $15 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 75 \text{ kg/m}^2$	Ľahký obvodový plášť s drevenou alebo inou ľahkou skeletovou nosnou konštrukciou, sadrokartónové priečky	$110000 \cdot A_f$
Stredne ťažká $75 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 150 \text{ kg/m}^2$	Ťažké masívne drevené konštrukcie, murované nosné konštrukcie z ľahčených dierovaných tehál, skeletové železobetónové konštrukcie s obvodovým plášťom a priečkami murovanými z dierovaných tehál, pórobetónu a iných ľahčených betónov alebo zo sadrokartónu, ľahčených betónov alebo zo sadrokartónu, s vnútornými povrchmi z kobercov, s podhladmi alebo plošné železobetónové konštrukcie s textilnými nášľapnými vrstvami a s podhladmi a s prevažne veľkými miestnosťami nad $20 \text{ m}^2$	$165000 \cdot A_f$
Ťažká $150 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 300 \text{ kg/m}^2$	Murované z plnej pálenej tehly, plošná železobetónová konštrukcia so železobetónovými stropmi a vnútornými priečkami, aj ak sú podlahy prevažne zakryté textilnými nášľapnými vrstvami, ale miestnosti sú väčšinou malé, do $20 \text{ m}^2$	$260000 \cdot A_f$
Veľmi ťažká $m' \geq 300 \text{ kg/m}^2$	Ťažké plošné železobetónové konštrukcie bez povrchovej úpravy a zakrytia (koberce)	$370000 \cdot A_f$

### Potreba tepla na vykurovanie sezónnou metódou

Sezónnu metódu pri výpočte potreby tepla na vykurovanie je možné použiť iba pri bytových budovách s neprerušovaným vykurovaním (vyhláška č. 364/2012 Z.z.a vyhláška č.324 / 2016 Z.z.). Rozdiel oproti výpočtu potreby tepla na vykurovanie mesačnou metódou je:

- pri výpočte solárnych tepelných ziskov sa nepoužijú ako vstupné údaje pre „ $I_s$ “ – celková energia zo slnečného žiarenia po mesiacoch, ale použije sa zjednodušená hodnota „ $I_s$ “, ktorá vyjadruje celkovú energiu zo slnečného žiarenia za hodnotené vykurovacie obdobie, vid' Tab. 4.13.,
- pri dĺžke výpočtového kroku „ $t$ “ sa použije dĺžka vykurovacieho obdobia: 212 dní,
- vo faktore využitia tepelných ziskov „ $\eta_{g,n}$ “, sa použije hodnota  $\eta_{g,n} = 0,95$ .

Tab. 4.13 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre vykurovaciu sezónu

Orientácia kolekčnej plochy	Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy	
	$I_s$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Juh	100	
Sever	320	
Východ, západ	200	
Juhovýchod, juhozápad	260	
Severovýchod, severozápad	130	
Horizontálna rovina	340	

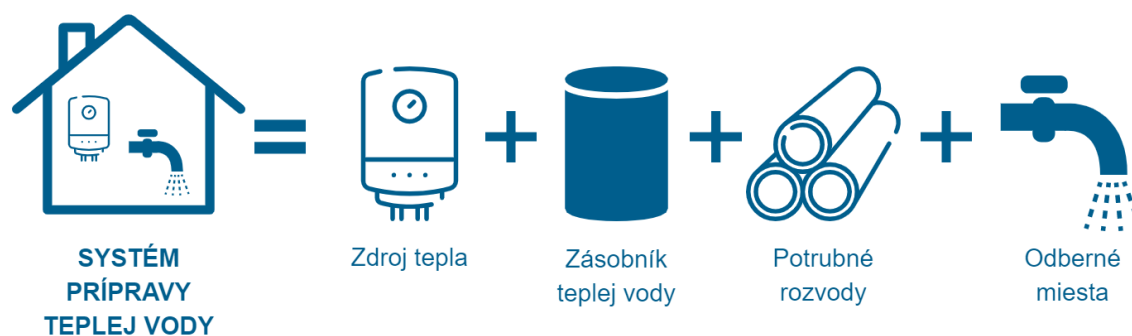
## 4.2 Systém přípravy teplej vody

Úlohou systému přípravy teplej vody v budove je zabezpečenie potrebného množstva teplej vody a jej dodanie na príslušné odberné miesta. Jedná sa teda o ohrev pitnej vody na požadovanú teplotu a jej distribúciu na odberné miesta v budove, ktorými sú výtokové armatúry teplej vody. Spôsobov prípravy teplej vody aj vo vzťahu k odberným miestam je niekoľko, ale v zásade môžeme hovoriť o:

- **Lokálnej príprave teplej vody** – kde ohrev pitnej vody sa uskutočňuje priamo na odbernom mieste. Príkladom je elektrický prietokový ohrievač umiestnený na výtokovej zmiešavacej batérii, alebo elektrický resp. plynový zásobníkový ohrievač vody umiestnený pod stropom alebo na podlahe miestnosti, kde sa nachádzajú odberné miesta teplej vody – sprchy, umývadlá a podobne,
- **Centrálnej príprave teplej vody** – kedy je v objekte použitý zásobník alebo zásobníky teplej vody, ktoré sú umiestnené v centrálnej miestnosti (kotolni) a teplá voda z nich je potrubnými rozvodmi dopravovaná na jednotlivé odberné miesta v budove,
- **Centralizovanej príprave teplej vody** – ktorá sa používa pri zásobovaní veľkých celkov ako sú napr. sídliská, kde príprava teplej vody sa uskutočňuje v tzv. blokových odovzdávacích staniciach tepla (OST) napojených na tepláreň. Blokové OST sú umiestnené v blízkosti bytových domov a z týchto OST staníc sa následne teplá voda distribuuje do jednotlivých bytových domov. Tento spôsob prípravy a dodávky teplej vody však v súčasnom období prechádza transformáciou, kedy sa v samotných objektoch bytových domov budujú kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST). Ich súčasťou sú výmenníky tepla, kde sa studená voda ohrieva na teplú vodu, pričom pre tento účel využíva tepelnú energiu dodávanú prostredníctvom vykurovacej vody z blokovej OST. Eliminujú sa tak tepelné straty z potrubných rozvodov teplej vody a cirkulácie, ktoré sú medzi blokovou OST a bytovým domom bez vlastnej KOST.

Faktorov, ktoré ovplyvňujú výber spôsobu prípravy a dodávky teplej vody v budove, či už z hľadiska vstupnej investície, prevádzkových nákladov, alebo z hľadiska energetickej hospodárnosti a certifikácie systému je v skutočnosti veľa a je preto na mieste pri projektovaní daného systému použiť tzv. projektové hodnotenie, čo vyplýva aj z požiadaviek Slovenskej legislatívy. Platí to nielen pre nové budovy, ale aj pre obnovované budovy, resp. pri projektovaní obnovy technického zariadenia budovy.

Obr. 4.38 Všeobecná schéma základných prvkov systému prípravy teplej vody




Poznámka: Každý systém pozostáva z niekoľkých základných prvkov, ktoré v závislosti od zvoleného spôsobu prípravy teplej vody sú alebo nie sú jeho súčasťou. V tomto prípade je zvolený spôsob centrálnej prípravy teplej vody v budove. Dodávku tepelnej energie pre ohrev pitnej vody v zásobníku teplej vody zabezpečuje zdroj tepla (napr. plynový kotol alebo elektrické tepelné čerpadlo). Pripravená teplá voda je následne distribuovaná potrubnými rozvodmi až k odbernému miestu (umývadlo, sprcha a podobne). Súčasťou systému sú samozrejme aj ďalšie zariadenia, ako čerpadlá alebo rôzne regulačné, meracie a riadiace prvky.

Zdroj: M. Kováč



Energetické požiadavky systému prípravy teplej vody priamo ovplyvňujú celkovú potrebu energie budovy, následne dodanú energiu a na konci výslednú primárnu energiu budovy, ktorá je ukazovateľom energetickej hospodárnosti samotnej budovy. A po roku 2020, t.j. od 1. januára 2021 musia byť budovy z tohto hľadiska projektované ako budovy s takmer nulovou potrebou energie a teda byť v energetickej triede A0. Pri určovaní energetickej triedy samotného systému prípravy teplej vody sa vychádza z hodnoty tzv. potreby energie systému prípravy teplej vody, vyjadrenej v kWh/(m<sup>2</sup>.rok). Tento údaj sa porovnáva so škálou energetických tried, kde každá z nich je definovaná svojím číselným minimom a maximom. Na základe tohto porovnania sa následne stanovuje energetická trieda systému prípravy teplej vody od A po G.

Tab. 4.14 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60	61 - 72	> 72
	Bytové domy	≤ 13	14 - 26	27 - 39	40 - 52	53 - 65	66 - 78	> 78

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup>. a)

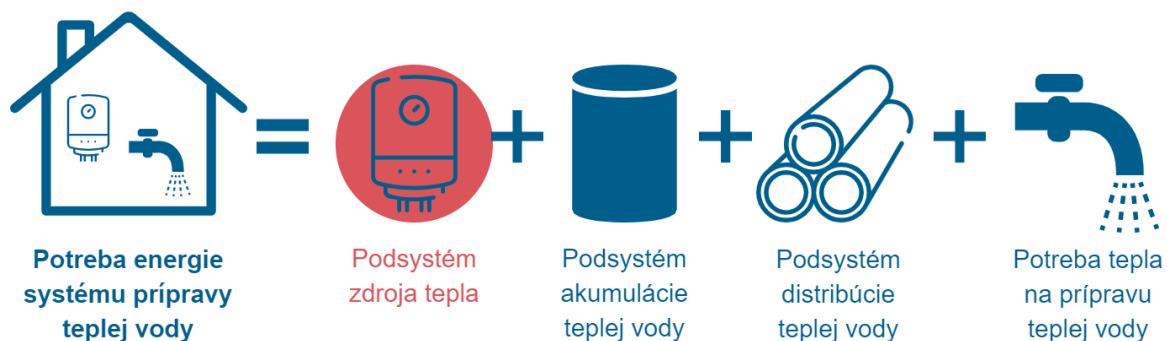
Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

V tomto prípade sa hodnotí len samotný systém a preto tu nie je požiadavka na dosiahnutie min. energetickej triedy. Na druhú stranu, v prípade, že spadá systém na základe potreby energie do horšej energetickej triedy (napr. C, D alebo nižšie), nebude s najväčšou pravdepodobnosťou možné dosiahnuť hodnotu energetickej triedy pre globálny ukazovateľ budovy na úrovni A0, ktorý je požadovaný od 1. januára 2021 pri kolaudácii novej budovy alebo obnove budovy. Môže nastať aj taká situácia, že systém prípravy teplej vody síce nebude energeticky hospodárny a bude charakterizovaný horšou energetickou triedou, avšak druhé miesto spotreby energie v bytovej budove, ktorým je systém vykurovania, bude vychádzať z hľadiska potreby energie do energetickej triedy A. Tým sa redukuje negatívny vplyv jedného miesta spotreby energie na tzv. primárnu energiu budovy, ktorá je teda tým známym globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a má byť na úrovni A0. Samozrejme snahou projektanta systému prípravy teplej vody je navrhnúť najefektívnejší systém, ktorý bude hodnotený tou najlepšou energetickou triedou a vytvorí tak predpoklady k tomu, že budova bude na konci výpočtu zaradená do energetickej triedy A0.

Pri stanovovaní potreby energie systému prípravy teplej vody je potrebné vyčíslieť energetické požiadavky jeho jednotlivých podsystémov. Základom je tzv. potreba tepla na prípravu teplej vody, ktorá predstavuje množstvo energie (tepla) potrebného na ohriatie pitnej vody a to na požadovanú teplotu. Z toho vyplýva, že toto množstvo energie je paralelne možné znížiť nižšou spotrebou samotnej teplej vody alebo zabránením zbytočnému prehrievaniu teplej vody na vysokú teplotu, ktorá pre prevádzku nie je vôbec nutná a práve naopak, v takom prípade je nutné potom viac domiešavať horúcu vodu studenou vodou na koncovom odbernom mieste (zmiešavacia batéria). Ďalším v poradí je podsystém distribúcie teplej vody, kde sa počítajú tepelné straty z potrubných rozvodov teplej vody a množstvo elektrickej energie na prevádzku cirkulačného čerpadla v prípade, že je v systéme použitý aj okruh cirkulácie teplej vody. Minimalizovať energetické požiadavky v tomto prípade je priamo možné použitím tepelných izolácií v dostatočnej hrúbke, minimalizovaním vzdialenosti odberných miest od zásobníka teplej vody, používaním moderných cirkulačných čerpadiel s nízkou spotrebou elektrickej energie a s časovačom resp. termostatom, a používaním ďalších meracích a regulačných armatúr pre optimalizáciu potreby energie. V prípade, že sa v systéme nachádza zásobníky teplej vody, je potrebné vypočítať energetické požiadavky tzv. podsystému akumulácie teplej vody, kde teda dochádza k tepelným stratám cez obal samotného zásobníka. Teplá voda v priebehu času chladne a je potrebné ju opätovne dohrievať na požadovanú teplotu. Minimalizovať energetické straty tohto podsystému je možné použitím dostatočne tepelne

izolovaného zásobníka a nastavením optimálnej teploty teplej vody v zásobníku. Zbytočne neprehrievať teplú vodu, lebo miera tepelných strát zásobníka je priamo závislá od teplotného rozdielu medzi teplou vodou v nádrži a okolitou teplotou priestoru, kde je zásobník umiestnený. Miera tepelných strát zásobníka je daná aj jeho veľkosťou, resp. veľkosťou teplovýmennej plochy. Objem zásobníka volí projektant pri návrhu systému prípravy teplej vody a je potrebné venovať tejto časti dostatočnú pozornosť. Malý zásobník teplej vody bude vykazovať nižšie tepelné straty v porovnaní s veľkým zásobníkom. Avšak nedostatočná veľkosť objemu zásobníka v budove môže spôsobiť problémy s dodávkou teplej vody na odberných miestach, čo sa prejaví znížením komfortom užívateľov budovy, ktorí pri použití výtokovej armatúry nemusia vždy mať dostatočnú teplotu teplej vody. Na druhej strane príliš veľký zásobník alebo vyšší počet zásobníkov v budove navyšuje energetické požiadavky celého systému. Je preto nutné nájsť optimálne riešenie tohto podsystemu. Posledným podsystemom je podsystem zdroja tepla, ktorého účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP sa do potreby energie systému prípravy teplej vody nezahrňuje. Pri prevádzke zdroja tepla však vznikajú tepelné straty z povrchu zdroja do okolia. V prípadoch, kedy sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore budovy, tieto tepelné straty predstavujú v konečnom dôsledku tepelný zisk pre vykurovaný priestor a preto sa zohľadňujú v energetickej bilancii systému vykurovania. Pozor! Spomínaná spätne navrátená energia v podobe tepelných ziskov pre priestor sa zohľadňuje v potrebe energie systéme vykurovania a nie v systéme prípravy teplej vody.

Obr. 4.39 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému prípravy teplej vody



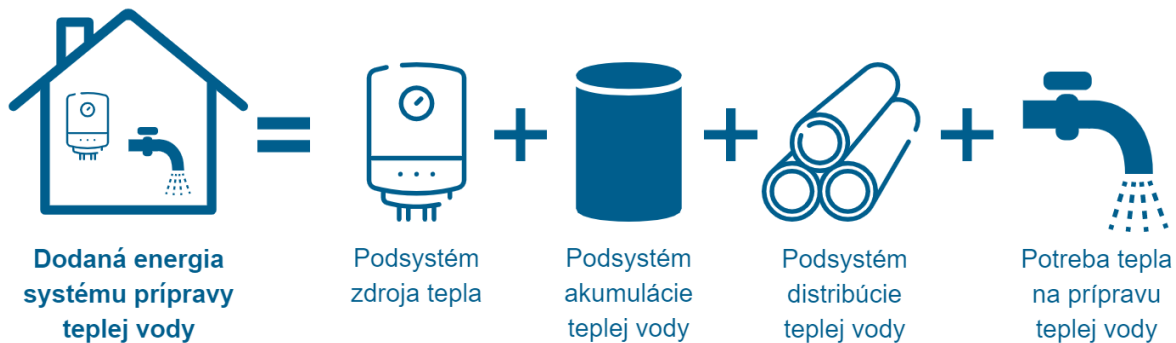
Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroja tepla (červenou zvýraznený) sa nezohľadňuje v potrebe energie systému prípravy teplej vody. Zohľadňuje sa iba spätne navrátená energia, ktorou sú tepelné straty z povrchu zdroja tepla do okolitého priestoru. Jedná sa však o tepelný zisk pre vykurovaný priestor, ktorý sa teda zohľadňuje v energetickej bilancii potreby energie systéme vykurovania a nie v systéme prípravy teplej vody. A to len v prípade, že sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore.

Zdroj: M. Kováč

To, že energetická účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP zdroja tepla sa nezohľadňuje v potrebe energie systému prípravy teplej vody je úplne v poriadku a vyplýva to aj z významu samotného slova „potreba“. Systém resp. jeho jednotlivé podsystemy majú určité energetické požiadavky, ktoré musia byť kryté energiou, aby na konci tohto reťazca, ktorým je výtoková armatúra, bola teplá voda o dostatočnom množstve, prietoku a teplote. Hovoríme preto o potrebe energie systému, v tomto prípade systému prípravy teplej vody. Aby použitý zdroj tepla v systéme mohol pokryť spomínané energetické požiadavky, musí spotrebovať určité množstvo energie (paliva), resp. inak povedané, musí mu byť dodaná energia (palivo). A preto sa energetická účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP výroby tepla počíta až do tzv. dodanej energie systému prípravy teplej vody. V skutočnosti sa energia, v tomto prípade tepelná, nevyrába, čo vyplýva z 1. zákona o termodynamike. Jedná sa o transformáciu energie viazanej v energetickej nosiči (palivo), ktorým môže byť zemný plyn, elektrická energia alebo biomasa, na energiu tepelnú. V prípade kotla na zemný plyn sa energia zemného plynu mení na tepelnú procesom spaľovania.

To sú teda rozdiely medzi potrebou energie systému prípravy teplej vody a dodanou energiou systému prípravy teplej vody. Terminológia použitých slov je preto veľmi dôležitá.

Obr. 4.40 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému prípravy teplej vody

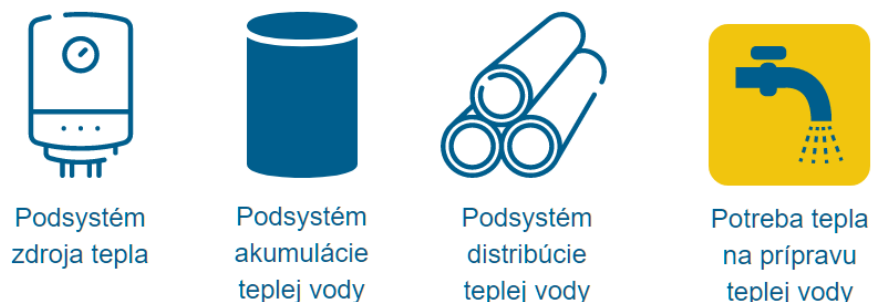


Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroja tepla sa zohľadňuje v dodanej energii systému prípravy teplej vody. Každý zdroj tepla je charakterizovaný svojou účinnosťou „výroby“ tepla, resp. transformáciou použitého energetického nosiča (palivo) na energiu tepelnú.

Zdroj: M. Kováč

## 4.2.1 Potreba tepla na prípravu teplej vody

Obr. 4.41 Systém prípravy teplej vody – potreba tepla na prípravu teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Koncové prvky systému prípravy teplej vody, ktorými sú samotné výtokové armatúry (napr. zmiešavacie batérie) predstavujú odberné miesta teplej vody o určitom množstve a teplote. Spotreba teplej vody je v prvom rade priamo závislá od samotného užívateľa, ktorý je zodpovedný za čas, počas ktorého teplá voda vyteká z armatúry a taktiež za intenzitu (sila prúdu), s akou teplá voda z vodovodnej batérie vyteká. Samotné množstvo teplej vody je teda možné znížiť racionálnym správaním sa samotných obyvateľov domu. Okrem toho, k redukcii spotreby teplej vody napomáhajú aj samotné výtokové armatúry a to svojou konštrukciou resp. typom perlátora, ktorý dokáže obmedziť množstvo vody na výtoku a zachovať pritom požadovanú intenzitu prúdu vody. Používanie klasických 2 kohútikových zmiešavacích batérií je v súčasnosti veľmi nevhodné a to vzhľadom na fakt, že časový úsek, počas ktorého užívateľ nastavuje (otáča kohútikom) množstvo teplej a studenej vody, predstavuje zbytočnú stratu vody. Samozrejme kvôli dizajnu sa takéto armatúry používajú aj v dnešnej dobe, avšak s konštrukčnými vylepšeniami. Jedná sa napr. o 2 kohútikové zmiešavacie termostatické batérie, kde teda jedným kohútikom užívateľ nastavuje (zmiešava studenú a teplú vodu) teplotu vody a druhým kohútikom určuje silu prúdu, s akou voda z batérie vyteká. To je úspora času a teda aj úspora vody, či už teplej alebo studenej. Alternatívou k nevhodným klasickým 2 kohútikovým zmiešavacím batériám sú už dlhšiu dobu pákové zmiešavacie batérie, ktorých hlavnou výhodou je rýchlejšie a pre užívateľa jednoduchšie nastavenie požadovanej teploty a intenzity vody na výtoku z batérie. Ich malou nevýhodou je, že pokiaľ dochádza ku kolísaniu tlaku vody v rozvodoch teplej a studenej vody alebo keď užívateľ zmení intenzitu prúdu, prejaví sa to kolísaním teploty vody na výtoku z takejto batérie, čo predstavuje pre užívateľa určitý diskomfort. Z týchto vyššie uvedených hľadísk je možné za hospodárne výtokové armatúry označiť termostatické zmiešavacie batérie, či už sa jedná o spomínané 2 kohútikové zmiešavacie termostatické batérie alebo pákové zmiešavacie termostatické batérie. Výhodou termostatického článku v zmiešavacej batérii je fakt, že batéria si udržuje teplotu vody nastavenú užívateľom a to aj v prípade, že užívateľ často mení silu prúdu vody. A v neposlednom rade zohráva dôležitú úlohu v spotrebe teplej vody (a nielen teplej, ale aj studenej vody) samotný perlátor. Veľkosť a počet otvorov v samotnom perlátore určuje množstvo spotrebovanej vody. Potreba tepla na prípravu teplej vody predstavuje množstvo tepla (energie), ktoré je potrebné dodať určitému množstvu vody za účelom dosiahnutia požadovanej teploty. Množstvo tepla na prípravu (ohrev) je teda priamo závislé od spotreby teplej vody a od teploty, na ktorú sa ohrieva. Znížiť potrebu tepla je teda možné racionálnou spotrebou teplej vody (neponechávať pootvorenú výtokovú batériu, ak to nie je potrebné) a taktiež správnym nastavením požadovanej teploty teplej vody pri jej príprave napr. v zásobníku teplej vody (zbytočne neprehrievať – neudržiavať vysokú teplotu vody, netýka sa to pravidelnej termickej dezinfekcie zásobníka).

Pri vyčíslovaní potreby tepla na prípravu teplej vody sa v prípade rodinných domov použije nasledujúci výpočtový vzťah:

$$Q_W = \frac{4,182 \cdot V_{W,day} \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0})}{3,6} \cdot 365 \text{ [kWh/rok]} \quad (4.25)$$

kde:

$Q_W$  potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok],  
 $V_{W,day}$  denná spotreba teplej vody [ $m^3$ /deň],  
 $\theta_{W,del}$  požadovaná teplota teplej vody v zásobníku [ $^{\circ}C$ ],  
 $\theta_{W,0}$  teplota studenej vody [ $^{\circ}C$ ].

$$V_{W,day} = \frac{39,5 \cdot \ln(f) - 90,2}{1000} \text{ [m}^3\text{/deň]} \quad (4.26)$$

kde:

$V_{W,day}$  denná spotreba teplej vody [ $m^3$ /deň],  
 $f$  podlahová plocha objektu – rodinný dom [ $m^2$ ].

V prípade bytových domov je možné použiť aj vyššie uvedenú metódu stanovenia potreby tepla na prípravu teplej vody, ktorá je založená na vypočítanom objeme dennej spotreby teplej vody. Pre bytové domy sa však odporúča použiť tabuľkovú metódu, ktorá je založená na podlahovej ploche bytového domu a referenčnej hodnote ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody pre danú kategóriu budovy.

$$Q_W = Q_{W,A} \cdot A \text{ [kWh/rok]} \quad (4.27)$$

kde:

$Q_W$  potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok],  
 $Q_{W,A}$  referenčná hodnota ročnej potreby teplej na prípravu teplej vody, podľa Tab. 4.15 [kWh/ $m^2$ ],  
 $A$  podlahová plocha budovy vypočítaná z vonkajších rozmerov [ $m^2$ ].

Tab. 4.15 Referenčné hodnoty ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody

Kategória budovy	Potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/( $m^2$ ·rok)]
Bytový dom	20
Rodinný dom	10

Poznámka: Tabuľka uvádza referenčnú ročnú hodnotu potreby tepla na prípravu teplej vody, vyjadrenú na 1  $m^2$  podlahovej plochy budovy. Hodnotu uvedenú pre rodinné domy je taktiež možné použiť v procese energetickej certifikácie budovy, avšak sa odporúča práve pre rodinné domy uplatňovať výpočtový postup podľa 4.25.

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

## 4.2.2 Podsystem distribúcie teplej vody

Obr. 4.42 Systém prípravy teplej vody – podsystem distribúcie teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Podsystem distribúcie teplej vody tvoria potrubné rozvody medzi zdrojom tepla (prietokový ohrev vody) resp. medzi zásobníkom teplej vody (zásobníkový ohrev vody) a koncovými prvkami systému prípravy teplej vody, ktorými sú výtokové armatúry teplej vody (zmiešavacie batérie). Potrubnými rozvodmi prúdi teplá voda a keďže jej teplota je vyššia ako teplota okolitého prostredia, dochádza k tepelnému toku medzi dvoma prostrediami, ktoré od seba oddeľuje stena potrubia. Miera tepelného toku je priamo závislá od teplotného rozdielu vody v potrubí a okolitým prostredím, ďalej od tepelno technických vlastností samotného potrubia resp. tepelnej izolácie na potrubí, a aj od veľkosti potrubia (priemer a dĺžka). Potrubné rozvody teplej vody môžu byť vedené vykurovanými resp. nevykurovanými časťami budovy alebo aj mimo samotnú budovu (príprava teplej vody v susednej budove, kde sa nachádza centrálna kotolňa). Je dôležité si uvedomiť, že pokiaľ dochádza k tepelnému toku z potrubných rozvodov teplej vody, ktoré sú vedené v rámci vykurovanej časti budovy, predstavuje tento tepelný tok v konečnom dôsledku tzv. tepelný zisk pre vykurovaný priestor. Pozor! Jedná sa však len o tepelný tok z potrubných rozvodov teplej vody, vedených v rámci vykurovaných priestorov budovy počas trvania vykurovacieho obdobia. Tento tepelný zisk v rámci vykurovacieho obdobia sa započíta do potreby energie systému vykurovania. Avšak pre samotný systém prípravy teplej vody bude tepelný tok z potrubných rozvodov predstavovať vždy tepelnú stratu, ktorá zhoršuje celkovú energetickú efektívnosť systému prípravy teplej vody. V prípade systémov prípravy teplej vody, kde sú potrubné rozvody teplej vody a cirkulačné potrubia nedostatočne tepelne izolované, alebo sú ešte použité staré neefektívne izolácie, dosahuje miera tepelných strát z rozvodov aj 60 % (prípadne viac) z potreby tepla na ohrev ročnej spotreby teplej vody. V prípade, že distribučná schéma rozvodov je optimálne navrhnutá, čo sa týka trasovania, dĺžky rozvodov a použitej tepelnej izolácie, pohybuje sa miera tepelných strát z potrubných rozvodov približne na úrovni 25-35 % z potreby tepla na prípravu teplej vody (energia potrebná na ohrev ročnej spotreby teplej vody). Vyhnúť sa teda existencii tepelných strát nie je možné úplne, až na niektoré výnimky ako napr. použitie lokálnych elektrických prietokových ohrievačov priamo v mieste odberu teplej vody (ohrievač v mieste zmiešavacej batérie alebo v jej tesnej blízkosti). Snahou a v podstate aj úlohou projektanta zdravotníckej techniky je navrhnuť takú potrubnú sieť, ktorá bude vykazovať minimálne tepelné straty. Ako to dosiahnuť? Faktory ovplyvňujúce mieru tepelného toku sú známe a preto je nutné venovať zvýšenú pozornosť návrhu potrubnej trasy, čo sa týka dĺžky a miesta vedenia trasy. Súčasne je potrebné do projektu uviesť a pri realizácii stavby aj dodržať predpísaný typ a rozmer (hrúbka) tepelnej izolácie na potrubíach teplej vody a cirkulačných potrubíach teplej vody. Úlohou podsystemu distribúcie teplej vody je teda stanoviť energetické (tepelné) straty z potrubných rozvodov teplej vody, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:





$$Q_{W,dis,ls} = \frac{K_{W,dis,ls}}{100} \cdot Q_W \text{ [kWh/rok]} \quad (4.28)$$

kde:

- $Q_{W,dis,ls}$  energetické straty podsystemu distribúcie teplej vody [kWh/rok],  
 $K_{W,dis,ls}$  koeficient energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody, podľa Tab. 4.16 [%],  
 $Q_W$  potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok].

Podrobný výpočet tepelných strát z potrubných rozvodov uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015

Tab. 4.16 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody

	Potrubné rozvody bez/s nedostatočnou tepelnou izoláciou	Potrubné rozvody s dostatočnou tepelnou izoláciou
		
Budova:	<b>Rodinný dom</b>	
	Koeficient energetických strát	
	-	31%
Budova:	<b>Bytový dom</b>	
	Koeficient energetických strát	
	61%	22%
Poznámka:	Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody pre potrubia bez resp. s nedostatočnou tepelnou izoláciou a potrubia, ktoré sú tepelne izolované podľa príslušných noriem. Hodnoty sú orientačné a veľmi závisia od veľkosti budovy resp. od rozsahu distribučnej siete rozvodov teplej vody, od dĺžky potrubných rozvodov a miesta ich vedenia, od druhu a hrúbky použitej tepelnej izolácie, od teploty teplej vody v potrubí a od teploty okolia.	
Zdroj:	M. Kováč - na základe údajov z vypracovaných energetických certifikátov.	



Je potrebné si uvedomiť vzájomné súvislosti medzi energetickými tokmi v budove a teda aj medzi jednotlivými systémami TZB. Tepelný tok z potrubných rozvodov teplej vody v celom systéme prípravy teplej vody predstavuje vždy energetickú stratu pre samotný systém. Avšak tepelný tok z časti potrubnej siete teplej vody, ktorá je vedená vykurovanou časťou budovy, predstavuje v konečnom dôsledku tepelný zisk pre vykurovaný priestor a teda tepelný zisk pre systém vykurovania. V tomto prípade je dôležité, že energetický tok z potrubných rozvodov teplej vody sa počíta celoročne, ale energetický zisk pre systém vykurovania sa uvažuje iba pre mesiace, počas ktorých trvá vykurovacie obdobie. Pre orientačný výpočet energetických ziskov z podsystemu distribúcie teplej vody pre systém vykurovania sa použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{W,dis,gain} = \frac{K_{W,dis,gain}}{100} \cdot Q_{W,dis,ls} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.29)$$

kde:

- $Q_{W,dis,gain}$  energetický zisk z pod systému distribúcie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],  
 $K_{W,dis,gain}$  koeficient energetického zisku z rozvodov teplej vody pre systém vykurovania, podľa Tab. 4.17 [%],  
 $Q_{W,dis,ls}$  energetické straty pod systému distribúcie teplej vody [kWh/rok].

Tab. 4.17 Koeficient energetických ziskov z rozvodov teplej vody pre systém vykurovania

	 Potrubné rozvody bez/s nedostatočnou tepelnou izoláciou	 Potrubné rozvody s dostatočnou tepelnou izoláciou
Budova:	<b>Rodinný dom</b>	
		Koeficient energetického zisku
	-	41%
Budova:	<b>Bytový dom</b>	
		Koeficient energetického zisku
	40%	33%
Poznámka:	Tabuľka uvádza koeficienty energetických ziskov z rozvodov teplej vody, ktoré sa použijú pre výpočet tepelných ziskov pre systém vykurovania z tepelných strát pod systému distribúcie teplej vody.	
Zdroj:	M. Kováč - na základe údajov z vypracovaných energetických certifikátov.	

V prípade systému prípravy teplej vody, ktorých súčasťou je cirkulačný okruh s cirkulačným čerpadlom, je potrebné počítať so spotrebou elektrickej energie potrebnej na prevádzku cirkulačného čerpadla. Okrem teda výpočtu tepelných strát z potrubných rozvodov sa v rámci pod systému distribúcie teplej vody počíta aj tzv. prídavná energia, t.j. elektrická energia pre cirkulačné čerpadlo. Podrobný výpočet tejto energie uvádza spomínaná publikácia (*Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015)] a z toho dôvodu sa nebudeme tejto časti viac venovať.

### 4.2.3 Podsystem akumulácie teplej vody

Obr. 4.43 Systém prípravy teplej vody – podsystem akumulácie teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Podsystem akumulácie teplej vody je predmetom hodnotenia v prípade, že sa jedná o tzv. zásobníkovú prípravu teplej vody. Či už ide o priamo ohrievaný alebo nepriamo ohrievaný zásobník teplej vody, tento akumuluje v sebe určité množstvo teplej vody, ktorej teplota je vyššia ako teplota okolia a z toho dôvodu je potrebné počítať s tepelnými stratami do okolia. Miera tepelného toku je podobne ako v prípade tepelných strát z potrubných rozvodov závislá od tepelno technických vlastností zásobníka, resp. od typu a hrúbky tepelnej izolácie, ďalej od objemu vody v nádrži resp. od veľkosti teplo výmennej plochy a od teplotného rozdielu medzi teplotou vody v nádrži a okolitým vzduchom. Vo väčšine prípadov je zásobník teplej vody umiestnený v miestnosti kotolne resp. v technickej miestnosti v blízkosti zdroja tepla (plynový kotol, tepelné čerpadlo a podobne). Avšak v prípadoch, kedy sa zásobník teplej vody nachádza vo vykurovanej časti budovy (napr. v kúpeľni rodinného domu), je potrebné tepelný tok zo zásobníka zohľadniť v systéme vykurovania ako tepelný zisk. Jedná sa o teplo do vykurovaného priestoru budovy, ale len v čase vykurovacieho obdobia. Pre systém prípravy teplej vody bude energetický tok zo zásobníka vždy predstavovať energetickú stratu a to celoročne. Úlohou podsystemu akumulácie tepla je teda stanoviť energetické (tepelné) straty zo zásobníka, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:


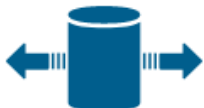
$$Q_{W,st,ls} = \frac{(\theta_{W,st,avg} - \theta_i)}{45} \cdot (Q_{W,st,sby} \cdot 365) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.30)$$

kde:

- $Q_{W,st,ls}$  energetické straty podsystemu akumulácie teplej vody [kWh/rok],
- $\theta_{W,st,avg}$  priemerná teplota vody v zásobníku teplej vody [°C],
- $\theta_i$  teplota v miestnosti (napr. kotolňa, kúpeľňa) [°C],
- $Q_{W,st,sby}$  tepelná strata zásobníka teplej vody, udávaná výrobcom zásobníka, podľa Tab. 4.18 [kWh/deň].

Podrobný výpočet tepelných strát zo zásobníka teplej vody uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., *Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*

Tab. 4.18 Tepelná strata zásobníka teplej vody

Označenie zásobníka	Objem zásobníka [l]	Tepelná strata zásobníka [kWh/deň]
		
Protherm VEQ 75/2 B	68	0,8
Protherm B 60 Z	58	1,1
Protherm FE 120 BM	117	1,0
Protherm FE 200 BM	184	1,4
Protherm FE 300 MR	294	1,8
Protherm FE 400 MR	398	2,0
Protherm FE 500 MR	490	2,2
Reflex STORATHERM AQUA AF 150/1M_B	157	1,3
Reflex STORATHERM AQUA AF 200/1M_B	196	1,3
Reflex STORATHERM AQUA AF AF 300/1M_B	304	1,7
Reflex STORATHERM AQUA AF AF 400/1M_B	385	1,7
Reflex STORATHERM AQUA AF AF 500/1M_B	473	1,8

Poznámka: Tabuľka uvádza pre ukážku dennú tepelnú stratu vybraných zásobníkov teplej vody. V prípade použitia iného zásobníka teplej vody v systéme prípravy teplej vody, je potrebné vyhľadať technický list príslušného zásobníka s uvedenou hodnotou dennej tepelnej straty (pohotovostná tepelná strata).

Zdroj: Údaje od výrobcov Protherm, Reflex

V prípadoch, kedy sa zásobník teplej vody nachádza vo vykurovanom priestore budovy (napr. kúpeľňa v rodinnom dome), sa pre orientačný výpočet energetických ziskov z podsystemu akumulácie teplej vody pre systém vykurovania použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{W,st,gain} = 0,583 \cdot Q_{W,st,ls} \quad [kWh/rok] \quad (4.31)$$

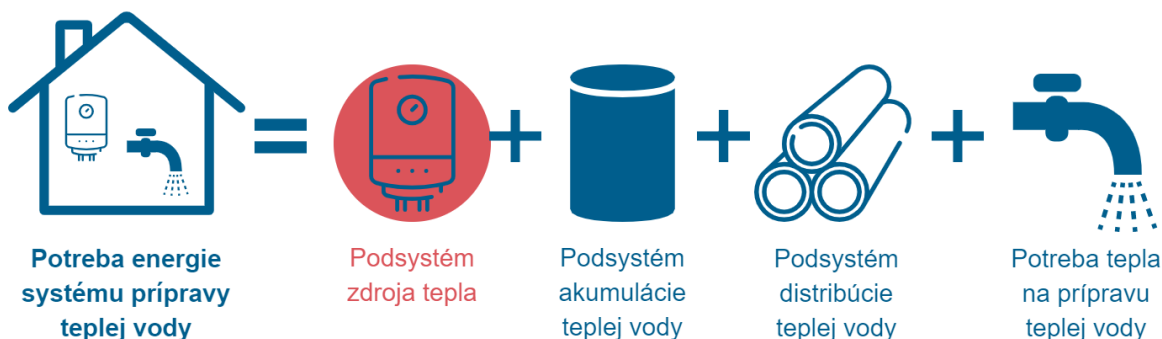
kde:

$Q_{W,st,gain}$  energetický zisk z podsystemu akumulácie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],

$Q_{W,st,ls}$  energetické straty podsystemu akumulácie teplej vody [kWh/rok].

#### 4.2.4 Potreba energie systému prípravy teplej vody

Obr. 4.44 Potreba energie systému prípravy teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Výpočet potreby energie systému prípravy teplej vody zohľadňuje energetické straty (požiadavky) jednotlivých podsystemov okrem podsystemu zdroja tepla. Ten sa zohľadňuje až pri výpočte dodanej energie systému prípravy teplej vody. Potreba energie vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí zdroj tepla vyprodukovať na výstupnej strane, aby bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému prípravy teplej vody, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. V prípade, že súčasťou systému prípravy teplej vody je obnoviteľný zdroj energie (napr. slnečný teplovodný kolektor), je potrebné jeho energetický zisk taktiež započítať do potreby energie systému prípravy teplej vody. Pre výpočet potreby energie systému prípravy teplej vody je možné použiť nasledujúci vzťah:

$$POTEN_W = Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} - Q_{W,RES} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.32)$$

kde:

$POTEN_W$  potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$Q_W$  potreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/rok],


$Q_{W,dis,ls}$  energetické straty podsystemu distribúcie teplej vody [kWh/rok],

$Q_{W,st,ls}$  energetické straty podsystemu akumulácie teplej vody [kWh/rok],

$Q_{W,RES}$  energetický zisk z obnoviteľného zdroja energie – napr. solárne kolektory [kWh/rok].

Výsledná hodnota potreby energie systému prípravy teplej vody sa následne prepočíta na 1 m<sup>2</sup> podlahovej plochy. Vypočítaný údaj sa porovná so škálou energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody (Tab. 4.19) a teda sa určí výsledná energetická trieda systému prípravy teplej vody.

Tab. 4.19 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60	61 - 72	> 72
	Bytové domy	≤ 13	14 - 26	27 - 39	40 - 52	53 - 65	66 - 78	> 78

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup> · a)

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

## 4.2.5 Podsystem zdroj tepla

Obr. 4.45 Systém prípravy teplej vody – podsystem zdroj tepla



Podsystem zdroj tepla



Podsystem akumulácie teplej vody



Podsystem distribúcie teplej vody



Potreba tepla na prípravu teplej vody

Zdroj: M. Kováč

Produkcia tepelnej energie, potrebnej na prípravu (ohrev) teplej vody, prebieha v samotnom zdroji tepla, kde dochádza k transformácii energie viazanej v energetickom nosiči (zemný plyn, elektrická energia, drevo, peletky a podobne) na teplo. V prípade zdrojov tepla, akými sú kotle, ktoré spaľujú plynné alebo tuhé palivá, či už sa jedná o zemný plyn alebo biomasu, hovoríme o tzv. účinnosti zdroja tepla. Účinnosť zariadenia sa počas prevádzky pohybuje pod hodnotou 100 %. Znamená to, že v podsysteme zdroj tepla vznikajú energetické straty pri transformácii vstupného paliva a je teda potrebné množstvo energie na vstupe do zdroja tepla navýšiť, aby bolo možné pokryť energetické požiadavky ostatných podsystemov systému prípravy teplej vody, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. Zaujímavú skupinu tvoria elektrické tepelné čerpadlá, ktoré vďaka kompresorovému procesu dosahujú hodnoty koeficientu hospodárnosti tzv. COP vyššie ako 100 %. Ich výhodou je nízka spotreba elektrickej energie, čiže množstvo dodanej energie do tepelného čerpadla je nižšie ako množstvo energie v podobe tepla na výstupe z tepelného čerpadla. Je to dané vlastnosťami chladiva v kompresorovom okruhu, ktoré sa dokáže odparovať aj pri nízkych teplotách. Energiu k tomu využíva tepelné čerpadlo napr. z okolitého vzduchu, alebo zo studňovej vody alebo využíva energetický potenciál zo zeme (pôda, vrty). V podstate elektrická energia je potrebná iba na chod kompresora, a samozrejme ďalšej regulačnej a riadiacej techniky. Úlohou podsystemu zdroj tepla je teda stanoviť energetické straty, ktoré vznikajú prevádzkou zdroja tepla na prípravu teplej vody, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:



$$Q_{W,gn} = POTEN_W \cdot \frac{100 - f_{gn}}{f_{gn}} \quad [kWh/rok] \quad (4.33)$$

kde:

- $Q_{W,gn}$  energetické straty podsystemu zdroj tepla v systéme prípravy teplej vody [kWh/rok],  
 $POTEN_W$  potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok],  
 $f_{gn}$  faktor využitia energie, podľa Tab. 4.20 [%].



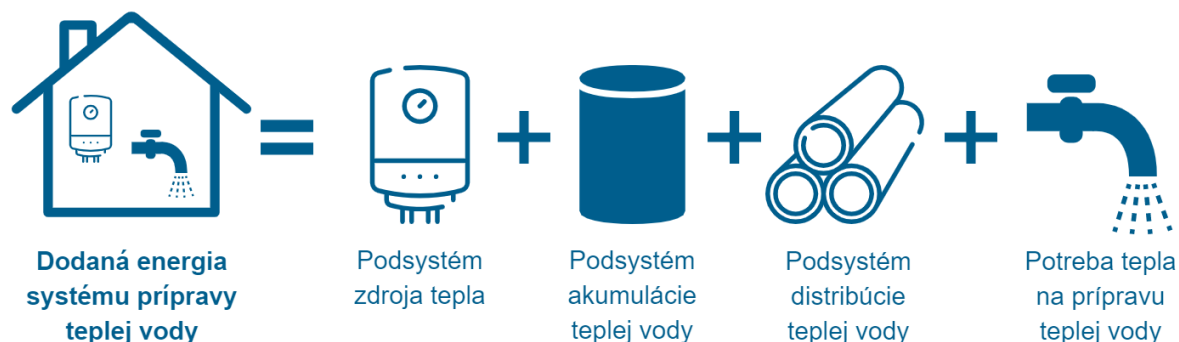
Tab. 4.20 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor využitia energie
		$f_{gn}$
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	83-89%
	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízkoteplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	140%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	150%
Drevené peletky	Kotol na biomasu	86%
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	78%
Kusové drevo	Kotol na biomasu	70%
	Kotol na biomasu so splyňovaním	83%
Elektrina	Elektrické vykurovanie	99%
	Elektrický ohrev pitnej vody	99%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	260%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízkoteplotné vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízkoteplotné vykurovanie	390%
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	400%
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízkoteplotné vykurovanie	440%	
LPG	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízkoteplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
Ľahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	82%
	Štandardný kotol - nový	85%
	Nízkoteplotný kotol - starý	87%
	Nízkoteplotný kotol - nový	91%

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

## 4.2.6 Dodaná energia systému prípravy teplej vody

Obr. 4.46 Dodaná energia systému prípravy teplej vody



Zdroj: M. Kováč

Pri výpočte dodanej energie systému prípravy teplej vody sa zohľadňujú energetické požiadavky (straty) všetkých podsystemov systému prípravy teplej vody, a teda aj podsystem zdroj tepla. Dodaná energia vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí byť do zdroja tepla dodané na vstupe, aby zdroj tepla bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému prípravy teplej vody, ktoré nasledujú za ním. Hodnota dodanej energie sa použije na výpočet primárnej energie, ktorá sa stanoví na základe konverzných faktorov primárnej energie pre jednotlivé energetické nosiče a v závislosti od použitého zdroja tepla. Pre výpočet dodanej energie systému prípravy teplej vody sa použije nasledujúci vzťah:

$$DODEN_W = POTEN_W + Q_{W,gn} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.34)$$

kde:

$DODEN_W$  dodaná energia systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$POTEN_W$  potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$Q_{W,gn}$  energetické straty podsystemu zdroj tepla v systéme prípravy teplej vody [kWh/rok].

### 4.3 Systém vykurovania

Úlohou systému vykurovania v budove je zabezpečenie dostatočného množstva tepelnej energie na dosiahnutie a udržanie požadovanej teploty vo vykurovaných priestoroch počas zimných mesiacov. Jedná sa teda o prenos tepelnej energie zo zdroja tepla cez distribučnú sústavu, ktorou sú potrubné rozvody až ku koncovým prvkom, zabezpečujúcim prenos tepla do okolitého priestoru a teda do vzduchu a na okolité povrchy. Z hľadiska lokalizácie zdroja tepla vo vzťahu k vykurovaným priestorom môžeme hovoriť o:

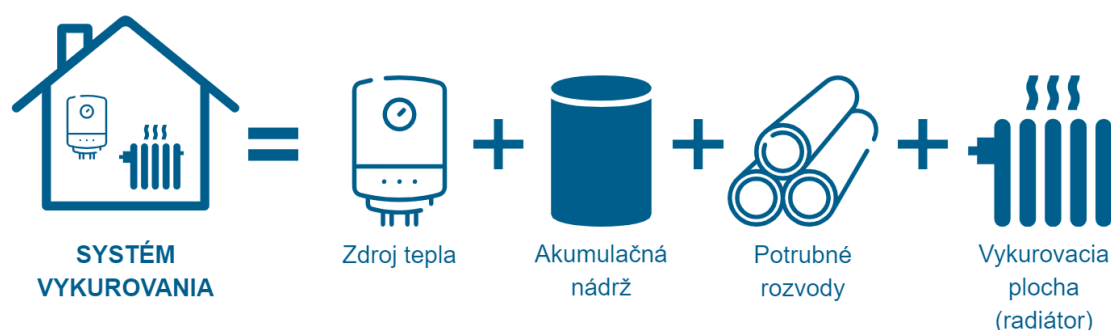
- **Lokálnom vykurovaní** – kde zdroj tepla určený na vykurovanie sa nachádza priamo vo vykurovanom priestore. Príkladom sú plynové gamatky, alebo elektrický nástenný konvektor,
- **Centrálnom vykurovaní** – kedy je v objekte použitý jeden alebo viacero zdrojov tepla (napr. plynový kotol alebo tepelné čerpadlo), ktoré sú umiestnené v centrálnej miestnosti (kotelňa, technická miestnosť) a tepelná energia z nich je distribuovaná potrubnými rozvodmi vykurovacej vody do koncových prvkov (radiátor, podlahové vykurovanie a iné) umiestnených vo vykurovaných miestnostiach,
- **Centralizovanom vykurovaní** – ktoré sa používa pri vykurovaní väčšieho počtu budov ako sú napr. sídliská. Vykurovacia voda sa upravuje na požadovanú teplotu v tzv. blokových odovzdávacích staniach tepla (OST), ktoré sú napojené na tepláreň. Blokové OST sú umiestnené v blízkosti samotných bytových domov. V súčasnosti sa však v bytových domoch budujú kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST), ktoré umožňujú upravovať teplotu vykurovacej vody podľa požiadaviek daného objektu. Príkladom je zateplený bytový dom, ktorý má výrazne nižšie tepelné straty a nepotrebuje tak dodávať do vykurovacích telies taký veľký tepelný výkon ako v prípade susedného bytového domu bez zateplenia. Nižší tepelný výkon vykurovacej sústavy sa dosiahne nižšou teplotou vykurovacej vody (teplota vody v prívodnom a vratnom potrubí), čo práve umožňuje kompaktná odovzdávacia stanica tepla. Okrem jej výhod v systéme vykurovania, disponuje výhodami aj v oblasti prípravy teplej vody, ktoré už boli uvedené v predošlej kapitole 4.2.

Tepelná pohoda resp. komfort užívateľov vo vykurovanej miestnosti počas zimného obdobia je daná operatívnou teplotou priestoru, ktorá zohľadňuje teplotu vzduchu a povrchovú teplotu okolitých vnútorných povrchov miestnosti. To, aká je teplota vzduchu resp. teplota jednotlivých vnútorných povrchov je priamo závislé od veľkosti transparentných plôch (okná) a ich tepelno technických parametrov, ďalej od súčiniteľa prechodu tepla resp. tepelného odporu netransparentných konštrukcií (stena a podobne), a od tesnosti resp. vzduchotesnosti budovy. Z pohľadu technických zariadení budov ovplyvňuje vnútornú teplotu vzduchu a teplotu povrchov zvolený systém odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru. Z tohto hľadiska môžeme potom hovoriť o:

- **Prevažne konvekčnom vykurovaní** – kde sa používajú koncové prvky (radiátor), ktoré prevažnú časť tepelnej energie odovzdávajú konvekciou a teda prúdením. Samozrejme prenos tepla sa uskutočňuje stále aj radiáciou. V tomto prípade je však úroveň teploty vnútorného vzduchu vyššia ako teplota vnútorných povrchov. Je to spôsobené tým, že vykurovacie teleso primárne ohrieva okolitý vzduch, od ktorého sa následne ohrievajú okolité povrchy. Vyššia teplota vzduchu však spôsobuje vysušovanie vzduchu (zníženie relatívnej vlhkosti), čo môže mať následky napr. počas spánku, kedy dochádza k vysušovaniu sliznice, čím sa spánok stáva nepríjemným a môže tak negatívne ovplyvniť komfort užívateľov,
- **Prevažne radiačnom vykurovaní** - kedy sa prevažná časť tepelnej energie odovzdáva do miestnosti radiáciou. Zostávajúce spôsoby prenosu tepla sú aj naďalej prítomné, avšak v menšom rozsahu. Do tejto skupiny patrí veľkoplošné podlahové, stropné a stenové vykurovanie. V tomto prípade má daná teplovýmenná plocha výrazne vyššiu povrchovú teplotu ako je okolitý vzduch a ostatné vnútorné povrchy miestnosti sú osálané, čím dochádza k zvýšeniu ich povrchovej teploty. Nižšia teplota vzduchu zabraňuje nadmernému vysušovaniu sliznice a znižuje tepelné straty objektu prechodom tepla keďže teplotný rozdiel medzi interiérom a exteriérom je nižší v porovnaní s prevažne konvekčným systém vykurovania.

Každý z týchto spôsobov odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru má svoje výhody a aj nevýhody a to z hľadiska energetického, zdravotného resp. ekonomického. Faktorov, ktoré ovplyvňujú výber systému vykurovania, či už z hľadiska vstupnej investície, prevádzkových nákladov, alebo z hľadiska energetickej hospodárnosti a certifikácie systému je v skutočnosti veľa a je preto na mieste pri projektovaní daného systému použiť tzv. projektové hodnotenie, čo vyplýva aj z požiadaviek Slovenskej legislatívy. Platí to nielen pre nové budovy, ale aj pre obnovované budovy resp. pri projektovaní obnovy technického zariadenia budovy. Energetické požiadavky systému vykurovania priamo ovplyvňujú celkovú potrebu energie budovy, následne dodanú energiu a na konci výslednú primárnu energiu budovy, ktorá je ukazovateľom energetickej hospodárnosti samotnej budovy. A po roku 2020, t.j. od 1. januára 2021 musia byť budovy z tohto hľadiska projektované ako budovy s takmer nulovou potrebou energie a teda byť v energetickej triede A0.

Obr. 4.47 Všeobecná schéma základných prvkov systému vykurovania




Poznámka: Každý systém pozostáva z niekoľkých základných prvkov, ktoré v závislosti od zvoleného spôsobu vykurovania sú alebo nie sú jeho súčasťou. V tomto prípade je zvolený spôsob centrálného vykurovania budovy. Dodávku tepelnej energie pre vykurovanie miestností zabezpečuje zdroj tepla (napr. plynový kotol alebo elektrické tepelné čerpadlo). Vykurovacia voda pripravená zdrojom tepla môže byť v určitých prípadoch akumulovaná v nádrži (napr. pri použití tepelného čerpadla, kotla na drevo a podobne) a následne distribuovaná potrubnými rozvodmi až ku koncovým prvkom, ktoré zabezpečujú prenos tepla do miestností (radiátor, podlahové vykurovanie a podobne). Súčasťou systému sú samozrejme aj ďalšie zariadenia, ako obehové čerpadlá alebo rôzne regulačné, meracie a radiačné prvky.

Zdroj: M. Kováč

Pri určovaní energetickej triedy samotného systému vykurovania sa vychádza z hodnoty tzv. potreby energie systému vykurovania, vyjadrenej v kWh/(m<sup>2</sup>.rok). Tento údaj sa porovnáva so škálou energetických tried, kde každá z nich je definovaná svojím číselným minimom a maximom. Na základe tohto porovnania sa následne stanovuje energetická trieda systému vykurovania od A po G.

Tab. 4.21 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 43	44 - 86	87 - 129	130 - 172	173 - 215	216 - 258	> 258
	Bytové domy	≤ 27	28 - 53	54 - 80	81 - 106	107 - 133	134 - 159	> 159

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup>. a)

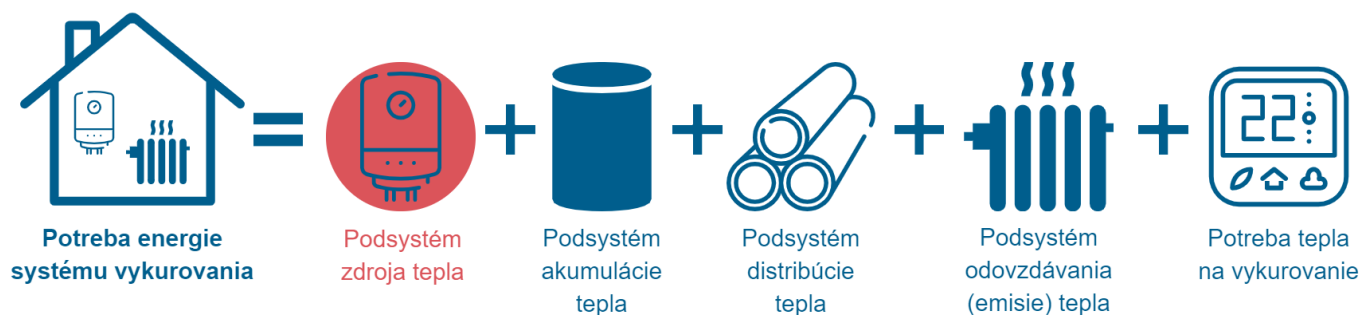
Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

V tomto prípade sa hodnotí len samotný systém vykurovania a preto tu nie je požiadavka na dosiahnutie min. energetickej triedy. Na druhú stranu, v prípade, že spadá systém na základe potreby energie do horšej energetickej triedy (napr. C, D alebo nižšie), nebude s najväčšou pravdepodobnosťou možné dosiahnuť hodnotu energetickej triedy pre globálny ukazovateľ budovy na úrovni A0, ktorý je požadovaný od 1. januára 2021 pri kolaudácii novej budovy alebo obnove budovy. Môže nastať aj taká situácia, že systém vykurovania síce nebude energeticky hospodárny a bude charakterizovaný horšou energetickou triedou, avšak druhé miesto spotreby energie v bytovej budove, ktorým je systém prípravy teplej vody, bude vychádzať z hľadiska potreby energie do energetickej triedy A. Tým sa redukuje negatívny vplyv jedného miesta spotreby energie na tzv. primárnu energiu budovy, ktorá je tým známym globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy a má byť na úrovni A0. Samozrejme snahou projektanta systému vykurovania je navrhnúť najefektívnejší systém, ktorý bude hodnotený tou najlepšou energetickou triedou a vytvoriť tak predpoklady k tomu, že budova bude na konci výpočtu zaradená do energetickej triedy A0.

Pri stanovovaní potreby energie systému vykurovania je potrebné vyčíslieť energetické požiadavky jeho jednotlivých podsystémov. Základom výpočtu je tzv. potreba tepla na vykurovanie, ktorá predstavuje množstvo energie (tepla) potrebného na dosiahnutie a udržanie požadovanej teploty vo vykurovanom priestore. Toto množstvo tepla je závislé predovšetkým od súčiniteľa prechodu tepla resp. tepelného odporu stavebných konštrukcií, ktoré oddeľujú vykurovaný priestor od exteriéru, ďalej od spôsobu vetrania interiéru, potom od geometrického tvaru budovy, ktorý definuje veľkosť teplovýmenných plochy vo vzťahu k objemu budovy a v neposlednom rade od teploty vzduchu v interiéri. Neopodstatnené prekurovanie miestnosti má za následok zvýšenú spotrebu energie a zhoršenie kvality vnútorného prostredia pre jeho užívateľov, nakoľko dochádza k zníženiu relatívnej vlhkosti vzduchu, čo môže spôsobiť vysušovanie sliznice, prípadné iné zdravotné problémy. Minimalizovať potrebu tepla na vykurovanie je teda možné optimálnym architektonickým návrhom geometrie budovy a návrhom obalových konštrukcií s nízkou hodnotou súčiniteľa prechodu tepla, ďalej pozitívnym systémom núteného vetrania so spätným získavaním tepla (rekuperácia) a úrovňou teploty vzduchu v interiéri. Požadovanú teplotu interiéru zabezpečujú koncové prvky, akými sú vykurovacie telesá alebo sálavé systémy (podlahové vykurovanie, stenové vykurovanie a podobne), ktoré z hľadiska metodiky výpočtu energetickej hospodárnosti spadajú do podsystému odovzdávania (emisie) tepla. Každý z týchto koncových prvkov prenáša tepelnú energiu do okolitého priestoru všetkými spôsobmi prenosu tepla, pričom niektorá z týchto zložiek je vždy prevažujúca. Napríklad konvekčný (radiátorový) systémy odovzdáva prevažnú časť tepla do okolia konvekciou. Naopak podlahové vykurovanie odovzdáva tepelnú energiu do okolia hlavne radiáciou. To samozrejme ovplyvňuje samotnú teplotu vzduchu a teplotu okolitých vnútorných povrchov v rámci vykurovaného priestoru. Každý z týchto koncových prvkov je doplnený o radiácie prvky, ktoré snímajú okolitú teplotu vzduchu a regulujú resp. otvárajú/zatvárajú regulačné armatúry na koncových prvkoch. To všetko s cieľom, aby bola energia do priestoru dodávaná iba v tom čase, keď je to potrebné. V rámci podsystému odovzdávania (emisie) tepla sa teda počítajú energetické požiadavky, ktoré súvisia s použitým spôsobom vykurovania (radiátorové, podlahové, stropné vykurovanie a podobne). Tieto systémy sú charakteristické svojim teplotným gradientom vzduchu (stratifikácia=vrstvenie teplôt po výške miestnosti), ďalej teplotou použitej vykurovacej vody v systéme a použitým systémom regulácie teploty vzduchu vo vykurovanej miestnosti. To všetko priamo ovplyvňuje (navyšuje) potrebu energie systému vykurovania. Je preto nutné aj z hľadiska projektovania systému vykurovania venovať pozornosť nielen návrhu dostatočného tepelného výkonu vykurovacej sústavy, ale aj prvkom, ktoré majú teplotu riadiť/udržiavať a teda v konečnom dôsledku šetriť energiou a zabezpečiť pre užívateľov maximálny komfort. Príkladom sú moderné elektronické termostatické hlavice pre vykurovacie telesá alebo elektronické nástenné termostaty pre podlahové vykurovanie, ktoré umožňujú nastaviť v jednotlivých miestnostiach rôznu teplotu počas dňa, a počas týždňa alebo počas dlhodobej neprítomnosti ľudí (napr. dovolenka). V dnešnej dobe sú tieto zariadenia vybavené aj prvkami inteligencie, kedy sa merané údaje zaznamenávajú, vyhodnocujú a následne sa na základe toho upravuje režim vykurovania. Ďalším v poradí je podsystém distribúcie tepla, kde sa počítajú tepelné straty z potrubných rozvodov vykurovacej vody a potreba elektrickej energie na prevádzku obehových čerpadiel. Tepelné straty sa počítajú iba z rozvodov, ktoré sú vedené mimo vykurovaný priestor. Prečo? Pretože tepelné straty z potrubia vedeného cez vykurovaný priestor predstavuje v konečnom dôsledku tepelný zisk pre samotný priestor. Minimalizovať energetické požiadavky v tomto prípade je

možné použitím tepelných izolácií v dostatočnej hrúbke, ďalej používaním nízkoteplotných systémov, čím sa znižuje teplotný rozdiel medzi teplotou vody v potrubí a teplotou vzduchu v okolí, a používaním moderných obehových čerpadiel s nízkou spotrebou elektrickej energie. V prípade, že sa v systéme vykurovania nachádza akumulčná nádrž, je potrebné vypočítať energetické požiadavky tzv. podsystemu akumulácie tepla, kde teda dochádza k tepelným stratám cez obal samotnej nádrže. Vykurovací voda akumulovaná v nádrži má svoj energetický potenciál a v priebehu času sa znižuje v dôsledku tepelného toku do okolia. Minimalizovať energetické straty tohto podsystemu je možné hlavne použitím dostatočne tepelne izolovanej nádrže, ale aj teplotou vykurovacej vody v nádrži. Avšak tá je priamo závislá od použitého zdroja tepla (kotel na drevo, elektrické tepelné čerpadlo) resp. od teplotného spádu vykurovacej sústavy. Dôležitým faktorom je aj objem nádrže, resp. teplovýmenná plocha nádrže. Veľkosť akumulčnej nádrže volí projektant pri návrhu systému vykurovania a je potrebné venovať tejto časti dostatočnú pozornosť. Malá akumulčná nádrž bude síce vykazovať nižšie tepelné straty v porovnaní s veľkou nádržou, avšak nedostatočná veľkosť nádrže môže spôsobovať problémy v prevádzke vykurovacieho systému. Príkladom môže byť elektrické tepelné čerpadlo s poddimenzovanou akumulčnou nádržou, v ktorej akumulovaná energia nie je schopná pokryť energetické požiadavky vykurovacej sústavy v dobe odpojenia tepelného čerpadla od prívodu elektrickej energie zo strany dodávateľa (1-2 hodinová odstavka) kvôli energetickým špičkám v elektrických rozvodoch. V takom prípade môže dôjsť k situáciám, kedy nebude dodávaná tepelná energia do koncových prvkov vykurovania (napr. podlahové vykurovanie) alebo nebude možné ohrievať pitnú vodu v zásobníku teplej vody. Zníži sa tým komfort užívateľov takého systému. Je preto nutné nájsť optimálne riešenie veľkosti objemu akumulčnej nádrže. Posledným podsystemom je podsystem zdroj tepla, ktorého účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP sa do potreby energie systému vykurovania nezahrňuje. Pri prevádzke zdroja tepla však vznikajú tepelné straty do okolia. V prípadoch, kedy sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore budovy, tieto tepelné straty predstavujú v konečnom dôsledku tepelný zisk pre vykurovaný priestor a preto sa zohľadňujú v energetickej bilancii potreby energie systému vykurovania.

Obr. 4.48 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému vykurovania



Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroj tepla (červenou zvýraznený) sa nezohľadňuje v potrebe energie systému vykurovania. Zohľadňuje sa iba spätne navrátená energia, ktorou sú tepelné straty z povrchu zdroj tepla do okolitého priestoru. Ak sa zdroj tepla nachádza vo vykurovanom priestore, zohľadní sa táto spätne navrátená energia v potrebe energie systému vykurovania.

Zdroj: M. Kováč

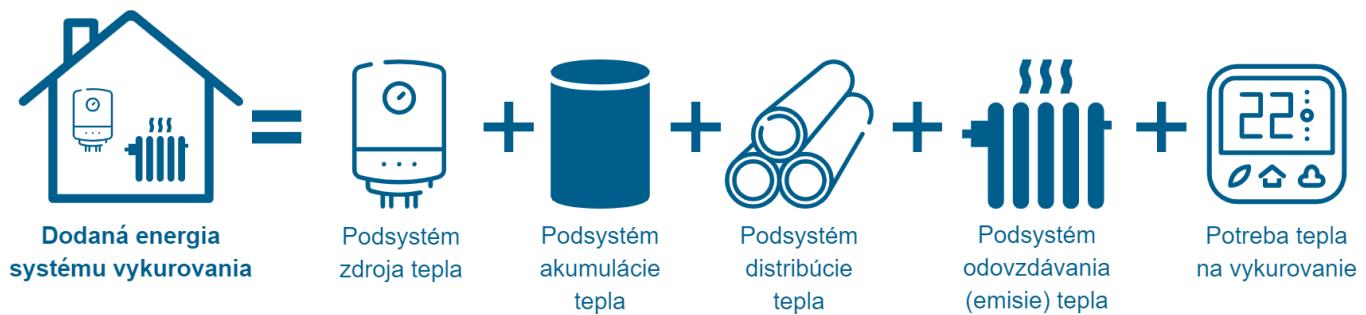
To, že energetická účinnosť resp. koeficient hospodárnosti COP zdroj tepla sa nezohľadňuje v potrebe energie systému vykurovania je úplne v poriadku a vyplýva to aj z významu samotného slova „potreba“. Systém resp. jeho jednotlivé podsystemy majú určité energetické požiadavky, ktoré musia byť kryté energiou, aby na konci tohto reťazca, ktorým je vykurovací teleso alebo plocha, bol dostatok tepla pre dosiahnutie požadovanej teploty vo vykurovanej miestnosti. Hovoríme preto o potrebe energie systému, v tomto prípade systému vykurovania.

Aby použitý zdroj tepla v systéme mohol pokryť spomínané energetické požiadavky, musí spotrebovať určité množstvo energie (paliva), resp. inak povedané, musí mu byť dodaná energia (palivo). A preto sa energetická účinnosť resp.



koeficient hospodárnosti COP výroby tepla počíta až do tzv. dodanej energie systému vykurovania. V skutočnosti sa energia, v tomto prípade tepelná, nevyrába, čo vyplýva z 1. zákona o termodynamike. Jedná sa o transformáciu energie viazanej v energetickom nosiči (palivo), ktorým môže byť zemný plyn, elektrická energia alebo biomasa, na energiu tepelnú. V prípade kotla na zemný plyn sa energia zemného plynu mení na tepelnú procesom spaľovania. To sú teda rozdiely medzi potrebou energie a dodanou energiou systému vykurovania. Terminológia použitých slov je preto veľmi dôležitá.

Obr. 4.49 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému vykurovania

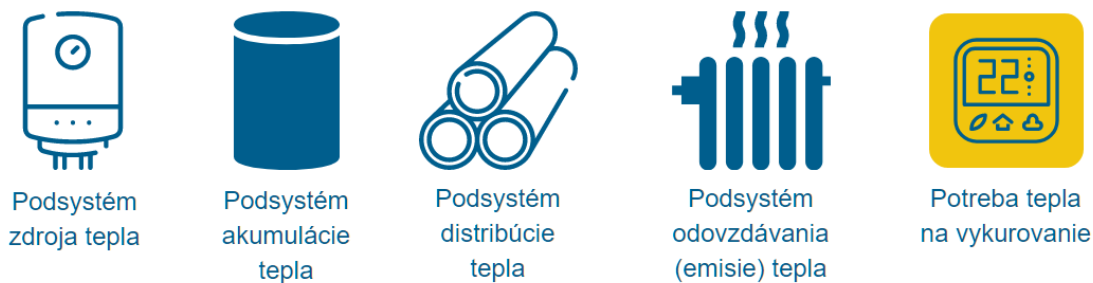


Poznámka: Účinnosť alebo koeficient hospodárnosti COP podsystemu zdroja tepla sa zohľadňuje v dodanej energii systému vykurovania. Každý zdroj tepla je charakterizovaný svojou účinnosťou „výroby“ tepla, resp. transformáciou použitého energetického nosiča (palivo) na energiu tepelnú.

Zdroj: M. Kováč

### 4.3.1 Potreba tepla na vykurovanie

Obr. 4.50 Systém vykurovania – potreba tepla na vykurovanie



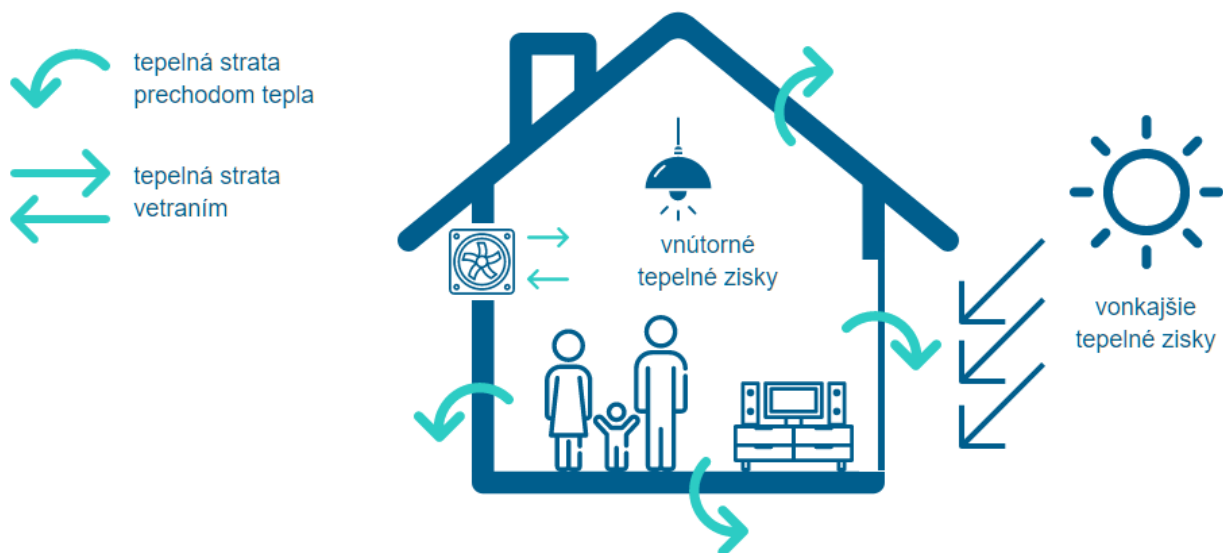
Zdroj: M. Kováč

Tok tepelnej energie je v smere od zdroja tepla k vykurovaciemu telesu alebo vykurovacej ploche. Aby bolo možné vyčísliť množstvo energie potrebnej na prevádzku vykurovacieho systému, je nutné začať od jeho koncových prvkov, resp. od energetickej náročnosti samotného vykurovaného priestoru a teda stanoviť potrebu tepla na vykurovanie. Táto predstavuje množstvo tepla potrebného na dosiahnutie a udržanie požadovanej teploty vnútorného vzduchu vo vykurovanej miestnosti resp. v budove. Výpočet v zmysle príslušnej technickej normy zohľadňuje energetické straty a energetické zisky. Energetické straty vznikajú v dôsledku teplotného rozdielu medzi vykurovaným priestorom budovy a exteriérom počas zimných mesiacov, resp. medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom v budove. Medzi tieto straty patrí tzv. tepelná strata prechodom tepla cez obvodové konštrukcie oddelujúce vykurovaný priestor od exteriéru, ale aj stavebné konštrukcie, ktoré oddelujú vykurovaný priestor od nevykurovaného priestoru v samotnej budove. V tomto prípade je miera tepelného toku priamo závislá od tepelno technických parametrov stavebnej konštrukcie, vyjadrených cez súčiniteľ prechodu tepla. Čím je jeho hodnota nižšia, tým je aj tepelný tok nižší. Aby bolo vnútorné prostredie budov vhodné pre pobyt a prácu jeho užívateľov, je potrebné zabezpečiť jeho vetranie, čím sa reguluje vnútorná vlhkosť vzduchu a koncentrácia oxidu uhličitého v budove. V tomto prípade sa však jedná o tzv. tepelnú stratu vetraním pre budovu. Najjednoduchšou formou výmeny vzduchu je prirodzené vetranie, t.j. pravidelné otváranie okien. Avšak tento spôsob vetrania počas zimných mesiacov je veľmi energeticky náročný, a nie je ani komfortný vzhľadom na skutočnosť, že pootvorením okna vstupuje do miestnosti vonkajší chladný vzduch, ktorý spôsobuje výrazné teplotné diferencie interiérového vzduchu a vyvoláva u užívateľov budovy nepohodu. Nakoniec to teda končí zanedbaním pravidelného vetrania priestorov budovy, čo vedie k vzostupu relatívnej vlhkosti vzduchu a koncentrácie oxidu uhličitého.

Riešením je teda použitie núteného vetrania s rekuperáciou, kde prívod čerstvého vzduchu do miestnosti a odvod opotrebovaného vzduchu z miestnosti zabezpečuje vzduchotechnická jednotka. Rekuperačné zariadenie integrované vo vzduchotechnickej jednotke predhrieva privádzaný čerstvý vzduch do miestnosti, pričom energiu na predohrev získava z opotrebovaného vzduchu odvádzaného z miestnosti do exteriéru. K prenosu tepla dochádza cez tzv. teplovýmenné plochy alebo dosky, z ktorých je samotný rekuperátor vyrobený. Je to efektívne riešenie, ktoré výrazne znižuje energetické straty vetraním, keďže účinnosť rekuperačných zariadení sa pohybuje od 70 % smerom nahor. Pokiaľ je to potrebné, je možné vzduchotechnickú jednotku vybaviť predohrevom resp. dohrevom privádzaného čerstvého vzduchu. Aký je v tom rozdiel? Predohrev vzduchu sa využíva na zvýšenie teploty privádzaného chladného vzduchu pred vstupom do rekuperátora, aby sa zabránilo jeho zamrznutiu. Dohrev vzduchu sa potom používa až za samotným rekuperátorom a to z dôvodu, že je požiadavka privádzať do miestnosti resp. do budovy nielen čerstvý predohriaty vzduch, ale vzduch s konkrétnou teplotou a to kvôli vyššiemu komfortu. Výhodou systému núteného vetrania s rekuperáciou je kontinuálna výmena vzduchu v čase prítomnosti osôb, pričom sa minimalizuje tepelná strata vetraním.

Súčasne je regulovaná relatívna vlhkosť a koncentrácia oxidu uhličitého v interiérovom vzduchu. Výmena vzduchu prebieha pri stanovenom objemovom prietoku vzduchu, ktorý sa môže aj meniť napr. v závislosti od počtu osôb v miestnosti resp. v budove.

Obr. 4.51 Grafická schéma výpočtu potreby tepla na vykurovanie



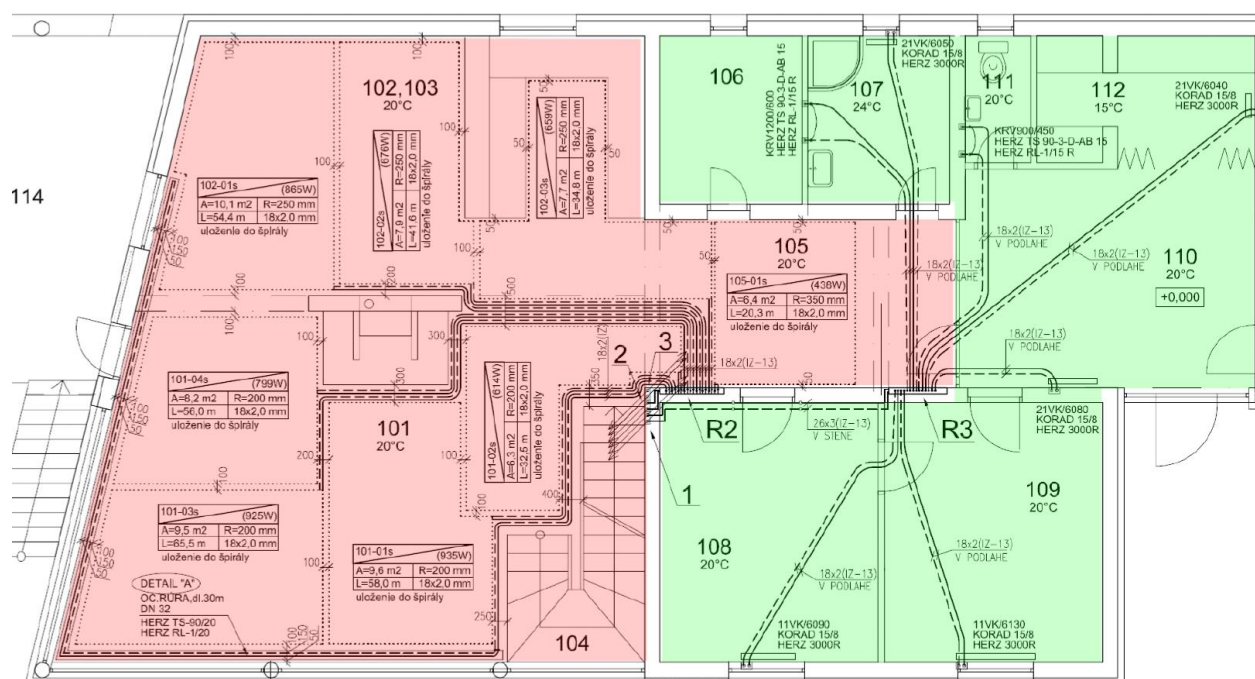
Poznámka: Obrázok znázorňuje energetické straty a energetické zisky v budove počas vykurovacej sezóny. Energetickými stratami sú v tomto prípade tepelné straty prechodom tepla cez stavebné konštrukcie, či už netransparentné alebo transparentné, ďalej tepelné straty vetraním v dôsledku nútej výmeny vzduchu prostredníctvom ventilátora. Súčasne je potrebné zohľadniť vo výpočte energetické zisky, medzi ktoré patrí jednak tepelný zisk zo slnečného žiarenia, ktoré prestupuje do interiéru budovy cez transparentné konštrukcie, a ďalej vnútorné tepelné zisky, ktorými sú samotní obyvatelia domu, osvetlenie a iné elektrické spotrebiče, ktoré pri svojej prevádzke emitujú určité množstvo tepelnej energie do okolitého priestoru.

Zdroj: M. Kováč

Všetko je to závislé od stupňa riadenia a regulácie samotnej vzduchotechnickej jednotky. Na druhej strane však treba pripomenúť, že pokiaľ chceme, aby bola vzduchotechnika účinná a to nie len z hľadiska energetického, ale aj z hľadiska zdravotného, je potrebné venovať pozornosť údržbe samotnej vzduchotechnickej jednotky. Potrebnej je pravidelná výmena filtračných zariadení a prečistenie výmenníka tepla (rekuperátor). Len tak je možné prevádzkovať dobre navrhnutý systém núteného vetrania v budove. Dobrý návrh vetracieho systému spočíva nielen v zabezpečení dostatočného množstva čerstvého vzduchu, ale aj v spôsobe, akým je distribuovaný v miestnosti. Je potrebné zabezpečiť efektívne vetranie celej miestnosti a rýchlosť prúdenia vzduchu musí byť taká, aby negatívne neovplyvňovala osoby nachádzajúce sa v miestnosti. Počas prevádzky budovy v zimných mesiacoch nevznikajú len tepelné straty, ale sú prítomné aj tepelné zisky. Tieto rozdeľujeme na vonkajšie a vnútorné. Slnečné žiarenie, ktorého síce počas zimných mesiacov je výrazne menej ako je tomu v čase letných mesiacov, radíme práve medzi tzv. vonkajšie tepelné zisky. Slnečné lúče prechádzajú cez transparentné konštrukcie (okná) do miestnosti a zahrievajú jej vnútorné povrchy, v dôsledku čoho dochádza z vzostupu teploty interiérového vzduchu. Jedná sa o energetický zisk pre vykurovaný priestor, čím sa znižuje potreba tepla dodávaná z vykurovacieho telesa (plochy) do miestnosti. Okrem slnečného žiarenia sa vo výpočte zohľadňujú aj tepelné zisky od vnútorných zdrojov tepla, ktorými sú samotný užívatelia budovy, ďalej elektrické a svetelné zariadenia, ktoré pri svojej prevádzke vždy emitujú určité množstvo tepelnej energie do okolitého priestoru. Toto množstvo tepla je potrebné zohľadniť v energetickej bilancii budovy. Podrobnejšie sa problematike stanovenia potreby tepla na vykurovanie venuje kapitola 4.1 Tepelná ochrana stavebných konštrukcií a budov.

Častokrát sa stáva, že v objekte je inštalované kombinované vykurovanie (napr. podlahové a radiátorové vykurovanie), alebo časť budovy je vetraná prirodzene, pričom zvyšná časť budovy používa nútený systém vetrania s rekuperáciou, alebo sú priestory budovy vykurované na rozdielne vnútorné teploty. Tieto skutočnosti je potrebné zohľadniť vo výpočte potreby tepla na vykurovanie a to takým spôsobom, že priestor budovy sa rozdelí do tzv. zón, kde pre každú z nich budú definované rovnaké okrajové podmienky, či už sa jedná o rovnaký spôsob vykurovania, vetrania alebo vnútornú teplotu. Preto je potrebná aj komunikácia medzi osobou, ktorá spracúva výpočet potreby tepla na vykurovanie a osobou spracúvajúcou výpočet potreby energie systému vykurovania, za účelom stanovenia definitívneho počtu zón.

Obr. 4.52 Príklad rozdelenia budovy na zóny

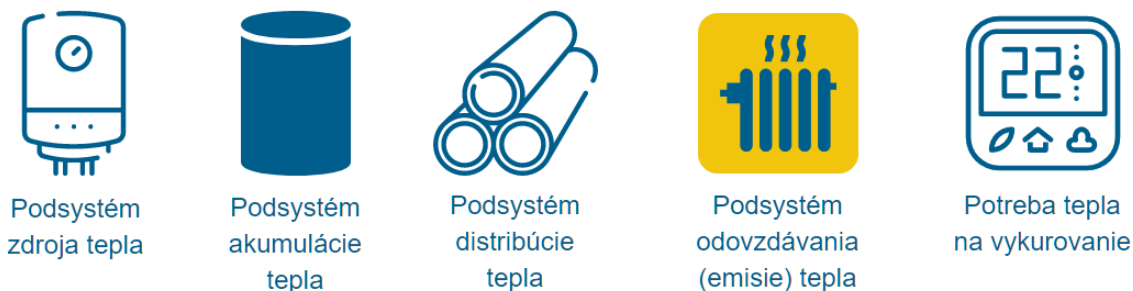


Poznámka: Rozdelenie vykurovaného priestoru v rodinnom dome na 2 zóny z dôvodu použitého kombinovaného spôsobu vykurovania – podlahové vykurovanie a radiátorové vykurovanie.

Zdroj: M. Kováč

### 4.3.2 Podsystem odovzdávania (emisie) tepla

Obr. 4.53 Systém vykurovania – podsystem odovzdávania (emisie) tepla



Zdroj: M. Kováč

Do tohto podsystemu patria všetky koncové prvky vykurovacieho systému, prostredníctvom ktorých dochádza k prenosu tepla do vykurovaného priestoru. Jedná sa o vykurovacie telesá (doskový radiátor, podlahový konvektor a podobne) a vykurovacie plochy (podlahové, stenové, stropné vykurovanie). Výber koncového prvku ovplyvňuje teplotu vzduchu a teplotu vnútorných povrchov miestnosti. K prenosu tepelnej energie dochádza vedením, prúdením a sálaním, avšak pri niektorých typoch koncových prvkov prevláda prenos tepla prúdením (podlahový konvektor, doskový radiátor), alebo sálaním (podlahové, stenové a stropné vykurovanie). Teplota vzduchu a teplota okolitých povrchov ovplyvňuje výslednú tzv. operatívnu teplotu. Táto by mala byť na úrovni, ktorú stanovuje norma STN EN 12 831 pre jednotlivé typy vykurovaných miestnosti. Napríklad pre obytné miestnosti akými sú obývacia izba, spálňa alebo detská izba je požadovaná teplota 20 °C. Ak porovnáваме konvekčný systém vykurovania (napr. doskový radiátor) a sálavý systém vykurovania (napr. podlahové vykurovanie), je potrebné si uvedomiť, že pri sálavom systéme bude priemerná teplota okolitých povrchov (steny, stropy) vyššia ako v prípade použitia konvekčného vykurovania. A naopak teplota vzduchu pri použití sálavého systému vykurovania môže byť reálne nižšia ako v prípade konvekčného vykurovania. Toto porovnanie vychádza z faktu, že výsledná operatívna teplota je 20 °C v prípade sálavého vykurovania aj v prípade konvekčného vykurovania. Spomínané rozdiely v teplotách vzduchu alebo vnútorných povrchoch v kombinácii s výškou miestnosti a veľkosťou okenných konštrukcií majú vplyv na stratifikáciu vzduchu, t.j. teplotný gradient alebo inými slovami rozloženie teploty vzduchu po výške miestnosti. Ak sa vrátíme k porovnaniu konvekčného a sálavého vykurovania, tak väčší teplotný rozdiel po výške miestnosti bude práve pri použití konvekčného systému vykurovania – teplejšie bude pod stropom. Tieto skutočnosti, ktoré vyplývajú z prírodných zákonitostí však majú dopad na energetickú náročnosť vykurovacieho systému. Aby bolo možné udržiavať operatívnu teplotu 20 °C v miestnosti pri použití konvekčného vykurovania, je potrebné zvýšiť teplotu vzduchu nad 20 °C, pretože priemerná teplota okolitých povrchov bude prevažne nižšia ako 20 °C. Čím väčšie presklené plochy, tým táto hodnota pôjde nižšie. To má však za následok zvýšenú potrebu energie. Podobne je to aj s teplotným gradientom. Ak si predstavíme radiátorové vykurovanie, kde teplota vzduchu nad podlahovou je výrazne nižšia ako teplota pod stropom v dôsledku cirkulácie vzduchu, tak potom sme opäť nútený reálne zvýšiť teplotu vzduchu na termostate, aby bol dosiahnutý komfort pre užívateľov miestnosti v tzv. pobytovej zóne (cca. do výšky 1,8-2,0 m). Zvýšenie teploty znamená navýšenie potreby energie. Samozrejme aj pri podlahovom vykurovaní máme teplotný gradient, avšak s menšou diferenciou a preto v tomto prípade bude navýšenie potreby energie menšie v porovnaní s konvekčným systémom vykurovania.



Obr. 4.54 Teplotná stratifikácia vzduchu

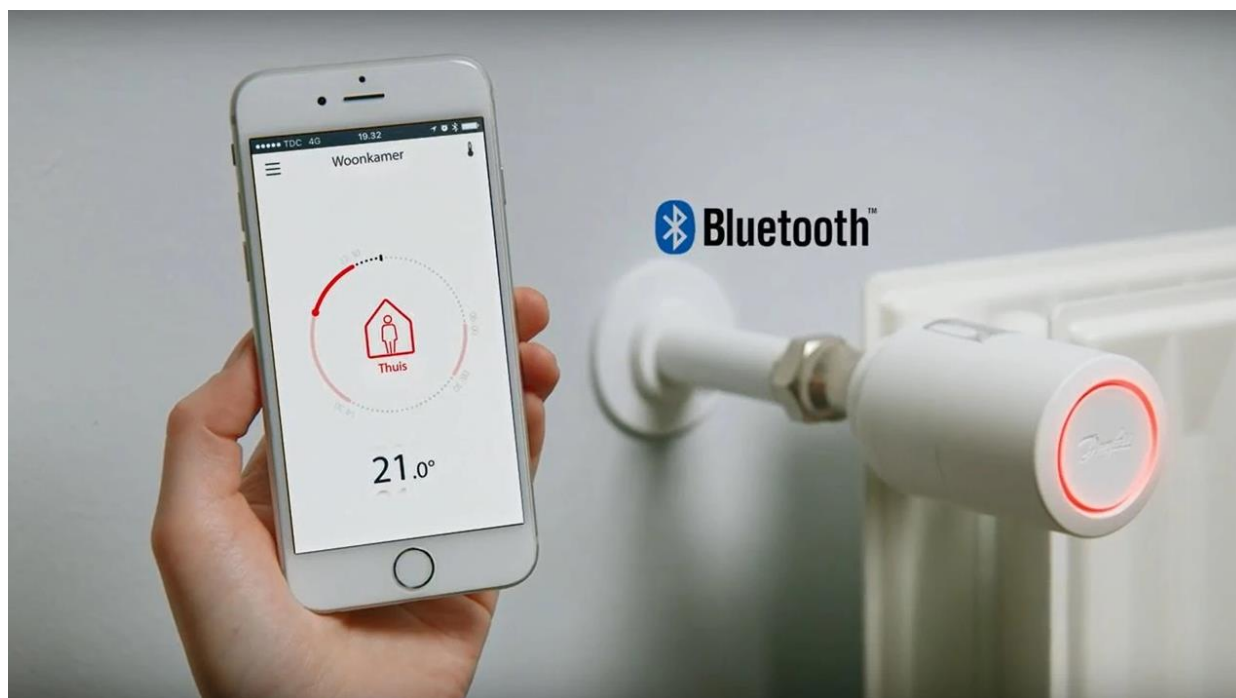


Poznámka: Na obrázku sú porovnávané 4 spôsoby vykurovania z hľadiska výsledného teplotného profilu vzduchu po výške miestnosti. Aby bol dosiahnutý komfort pre užívateľa priestoru je potrebné zabezpečiť, aby teplotný rozdiel vzduchu medzi úrovňou členkov a úrovňou hlavy nebol väčší ako 3-4 K. Z tohto hľadiska je najnepriaznivejšie teplovzdušné vykurovanie, ktoré vytvára silné prúdenie vzduchu v miestnosti s výraznou teplotnou diferenciou medzi spomínanými úrovňami. Podobne, ale v menšom rozsahu je na tom aj radiátorové vykurovanie. Ideálnemu priebehu teploty vzduchu po výške pobytvej zóny človeka sa najviac približuje podlahové vykurovanie. Jeho dobrou alternatívou by mohlo byť stropné vykurovanie, ktoré by sa súčasne dalo efektívne využiť ako stropné chladenie miestnosti. Pri stropnom vykurovaní je však potrebné dávať veľký pozor na celkový sálavý tepelný tok (zimné obdobie) a to kvôli osáleniu povrchu hlavy človeka, čo by mohlo mať za následok jeho diskomfort.

Zdroj: [https://www.effidur.de/en\\_238\\_floor\\_systems.html?oncekeys=id%7Ccode%7Ctemplate](https://www.effidur.de/en_238_floor_systems.html?oncekeys=id%7Ccode%7Ctemplate)

Ďalším faktorom, ktorý ovplyvňuje energetickú náročnosť podsystemu odovzdávania tepla je použitý spôsob regulácie teploty. Ak by sme porovnali radiátorové vykurovanie v rodinnom dome s centrálnym termostatom a to isté vykurovanie v dome, kde by každé vykurovacie teleso bolo osadené termostatickou hlavicou, tak je zrejmé, že vyššia energetická náročnosť bude v prípade systému s centrálnym termostatom. Prečo? Centrálny termostat je umiestnený v referenčnej miestnosti a ovláda prevádzku zdroja tepla (napr. kotol). Vykurovacie telesá nemajú termostatické hlavice, a tak nevedia efektívne reagovať na zvyšujúce sa tepelné zisky v miestnostiach napr. od slnečného žiarenia alebo od prítomnosti osôb a tak naďalej dodávajú vykurovacie telesá teplo do miestností. Riešenie užívateľov takýchto priestorov? Jednoduché, otvorením okna regulujú teplotu v miestnostiach. Príklad neefektívneho nakladenia s teplom. Stačí pritom málo a to inštalovať termostatické hlavice na všetky vykurovacie telesá a pomocou nich regulovať dodávku tepla do miestnosti. Samozrejme v dnešnej dobe sú na trhu k dispozícii rôzne typy termostatických hlavíc alebo iných regulátorov (nástenne termostaty) a to nielen z hľadiska ich dizajnu, ale aj z hľadiska možností nastavenia programov vykurovania (napr. denný/nočný režim), alebo z hľadiska snímania a vyhodnocovania teploty vzduchu v miestnosti (mechanické alebo elektronické termostaty). Niektoré z nich majú v sebe integrované aj prvky inteligencie (predikcia príchodu obyvateľov do domu znamená, že termostaty v dostatočnom časovom predstihu prepnú režim vykurovania z útlmu do komfortného vykurovania a zvýšia teplotu interiéru na požadovanú hodnotu, ktorá vyhovuje obyvateľom domu).





Poznámka: Príklad inteligentnej termostatickej hlavice, ktorú možno nastavovať a ovládať pomocou mobilného telefónu. Aplikácia v telefóne umožňuje nastaviť denný a nočný režim vykurovania s požadovanou teplotou v miestnosti, ďalej nastaviť napr. útlmový režim v čase dlhodobejšej neprítomnosti obyvateľov domu (dovolenka).

Zdroj: [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

Pre orientačné stanovenie energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla sa použije výpočtový vzťah 4.35, ktorý uvádza energiu za rok, resp. za vykurovacie obdobie, keďže vstupná hodnota, ktorou je potreba tepla na vykurovanie je taktiež vyjadrená ako ročná hodnota. V prípade, že by sa výpočet robil napr. po mesiacoch, tak na charaktere vzorca sa nič nemení. Rozdiel by bol iba v tom, že potreba tepla na vykurovanie by bola vyjadrená samostatne pre každý mesiac vykurovacieho obdobia a teda aj výsledné energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla by bolo vypočítané pre každý mesiac samostatne.

$$Q_{H,em,ls} = \frac{K_{H,em,ls}}{100} \cdot Q_{H,nd} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.35)$$

kde:




$Q_{H,em,ls}$  energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla [kWh/rok],

$K_{H,em,ls}$  koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla, podľa Tab. 4.22 [%],

$Q_{H,nd}$  potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok].

Koeficienty energetických strát pre systémy vykurovania v miestnostiach s výškou do 4,0 m, s vykurovacími telesami resp. s podlahovým, stenovým alebo stropným vykurovaním uvádzajú nasledujúce tabuľky 4.22 a 4.23. V prípade použitia systému vykurovania s inými prevádzkovými podmienkami ako uvádzajú tieto tabuľky, je potrebné energetické straty podsystemu emisie tepla dopočítať podrobne a to na základe výpočtových postupov, ktoré uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015.

Tab. 4.22 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre vykurovacie telesá

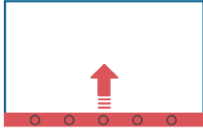
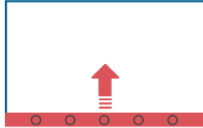
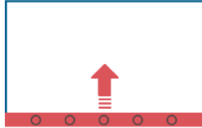

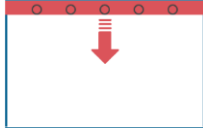
	Vykurovacie teleso pod oknom (bez zníženej emisivity proti tepelnému sálaniu)	Vykurovacie teleso pod oknom (so zníženou emisivitou proti tepelnému sálaniu)	Vykurovacie teleso pri stene	
				
Regulácia:	<b>Zdroj tepla - teplota vykurovacej vody</b>			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	32%	30%	26%
	55/45°C	31%	29%	25%
Regulácia:	<b>Centrálny termostat</b>			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	24%	22%	18%
	55/45°C	23%	21%	17%
Regulácia:	<b>Termostatická hlavica (P-regulátor)</b>			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	19%	17%	13%
	55/45°C	18%	16%	12%
Regulácia:	<b>Termostatická hlavica (PI-regulátor)</b>			
	Koeficient energetických strát			
Teplotný spád:	70/55°C	15%	13%	9%
	55/45°C	14%	12%	8%

Poznámka: Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pri použití vykurovacích telies, ktoré sú umiestnené pri obvodovej stene. Hodnoty sú vzťahované k teplotným spádom, ktoré sa bežne využívajú pri projektovaní a prevádzkovaní vykurovacích systémov. Vykurovacia sústava je hydraulicky vyregulovaná. V prípade, že by nebola, tak je potrebné uvedené hodnoty navýšiť o 3-4 %.

Zdroj: STN EN 15316-2-1, M. Kováč

Pri použití niektorých typov vykurovacích telies ako sú napr. podlahové konvektory s ventilátorom je potrebné v rámci podsystemu odovzdávania (emisie) tepla vypočítať tzv. prídavnú energiu. Jedná sa o elektrickú energiu potrebnú na prevádzku zariadenia (napr. pohon ventilátora a podobne). Podrobný výpočet tejto energie uvádza spomínaná publikácia (*Energetická hospodárnosť budov, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*) a z toho dôvodu sa nebudeme tejto časti viac venovať.

Tab. 4.23 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre sálavé systémy vykurovania

	Podlahové vykurovanie (mokrý systém)	Podlahové vykurovanie (suchý systém)	Podlahové vykurovanie (suchý systém s nízkou krycou vrstvou)	Stenové vykurovanie	Stropné vykurovanie
					
Regulácia:	<b>Zdroj tepla - teplota vykurovacej vody</b>				
	Koeficient energetických strát				
	28%	26%	25%	32%	35%
Regulácia:	<b>Centrálny termostat - pre celý systém</b>				
	Koeficient energetických strát				
	18%	16%	15%	22%	25%
Regulácia:	<b>Termostat v miestnosti (P-regulátor)</b>				
	Koeficient energetických strát				
	13%	11%	10%	17%	20%
Regulácia:	<b>Termostat v miestnosti (PI-regulátor)</b>				
	Koeficient energetických strát				
	11%	9%	8%	15%	18%
Poznámka:	Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pri použití sálavých systémov vykurovania. Vykurovacia sústava je hydraulicky vyregulovaná. V prípade, že by nebola, tak je potrebné uvedené hodnoty navýšiť o 3-4 %.				
Zdroj:	STN EN 15316-2-1, M. Kováč				

### 4.3.3 Podsystem distribúcie tepla

Obr. 4.56 Systém vykurovania – podsystem distribúcie tepla



Zdroj: M. Kováč

Podsystem distribúcie tepla predstavuje časť vykurovacieho systému, ktorý tvoria potrubné rozvody medzi zdrojom tepla a koncovými prvkami vykurovania resp. medzi akumuláčnou nádržou vykurovania a koncovými prvkami vykurovacieho systému. Potrubnými rozvodmi prúdi vykurovacia voda o rôznej teplote. Keďže jej teplota je však vyššia ako teplota okolitého prostredia, vzniká tepelný tok medzi dvoma prostrediami, ktoré od seba oddeľuje stena potrubia. Miera tepelného toku je priamo závislá od teplotného rozdielu vody v potrubí a okolitým prostredím, ďalej od tepelno technických vlastností samotného potrubia resp. tepelnej izolácie na potrubí, potom od veľkosti potrubia (priemer a dĺžka) a nakoniec od časového intervalu, kedy vykurovacia voda kontinuálne cirkuluje v potrubnej sieti vykurovacieho systému. Vo všeobecnosti môžu byť potrubné rozvody vykurovacieho systému vedené vykurovanými resp. nevykurovanými priestormi budovy alebo mimo samotnej budovy. Je potrebné si uvedomiť, že pokiaľ dochádza k tepelnému toku z potrubných rozvodov, ktoré sú vedené v rámci vykurovanej časti budovy, predstavuje tento tepelný tok v konečnom dôsledku tzv. tepelný zisk pre vykurovaný priestor. Ak sa však jedná o potrubné rozvody vedené mimo vykurované priestory budovy, potom predstavuje tepelný tok z potrubia tepelnú stratu pre vykurovací systém. Tieto straty potom zhoršujú celkovú energetickú efektívnosť vykurovacieho systému. Vyhnúť sa existencii tepelných strát nie je úplne možné, až na niektoré výnimky ako vykurovanie krbom alebo pomocou priamo výhrevných elektrických konvektorov, zavesených na stene a podobne. Snahou a v podstate aj úlohou projektanta vykurovania je navrhnuť takú potrubnú sieť, ktorá bude vykazovať minimálne tepelné straty. Ako to dosiahnuť? Faktory ovplyvňujúce mieru tepelného toku sú známe a preto je nutné venovať zvýšenú pozornosť návrhu potrubnej trasy, čo sa týka dĺžky a miesta vedenia trasy. Súčasne je potrebné do projektu uviesť a pri realizácii stavby aj dodržať predpísaný typ a rozmer (hrúbka) tepelnej izolácie na potrubiach vykurovacieho systému. Projektovanie v dnešnej dobe je o detailoch. Súčasné budovy spotrebúvajú výrazne menšie množstvo energie ako tomu bolo v minulosti. Dnes už nestačí len navrhnuť vykurovacie telesá a zdroj tepla, ale je potreba venovať pozornosť aj takým častiam vykurovacej sústavy akou sú potrubné rozvody. Orientačne stanoviť mieru tepelných strát z rozvod vykurovania je náročné. Pokiaľ sa uvažuje s klasickou teplovodnou vykurovacou sústavou, či už s vykurovacími telesami alebo s niektorým z troch spôsobov sálavého vykurovania, je možné povedať, že čím je budova väčšia, tým je podiel skutočných tepelných strát z rozvodov menší. Podobne je možné tvrdiť, že tepelné straty z potrubnej siete sú menšie v prípade výškových budov s menšou pôdorysnou plochou, ako v prípade budov tzv. doskového typu, kde je rozsiahli pôdorys objektu a malý počet podlaží. Orientačné hodnoty tepelných strát z potrubia pre rodinné resp. bytové domy uvádza nasledujúca tabuľka (Tab. 4.24) Úlohou podsystemu distribúcie tepla je teda stanoviť energetické (tepelné) straty z potrubných rozvodov vykurovacej sústavy, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:



$$Q_{H,dis,ls} = \frac{K_{H,dis,ls}}{100} \cdot (Q_{H,nd} + Q_{H,em,ls}) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.36)$$

kde:

- $Q_{H,dis,ls}$  energetické straty podsystemu distribúcie tepla [kWh/rok],  
 $K_{H,dis,ls}$  koeficient energetických strát podsystemu distribúcie tepla, podľa Tab. 4.24 [%],  
 $Q_{H,nd}$  potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok],  
 $Q_{H,em,ls}$  energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla [kWh/rok].

Podrobný výpočet tepelných strát z potrubných rozvodov uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., *Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*

Tab. 4.24 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie tepla

	Potrubné rozvody bez/s nedostatočnou tepelnou izoláciou	Potrubné rozvody s dostatočnou tepelnou izoláciou
		
Budova:	<b>Rodinný dom</b>	
	Koeficient energetických strát	
	-	4%
Budova:	<b>Bytový dom</b>	
	Koeficient energetických strát	
	8%	5%

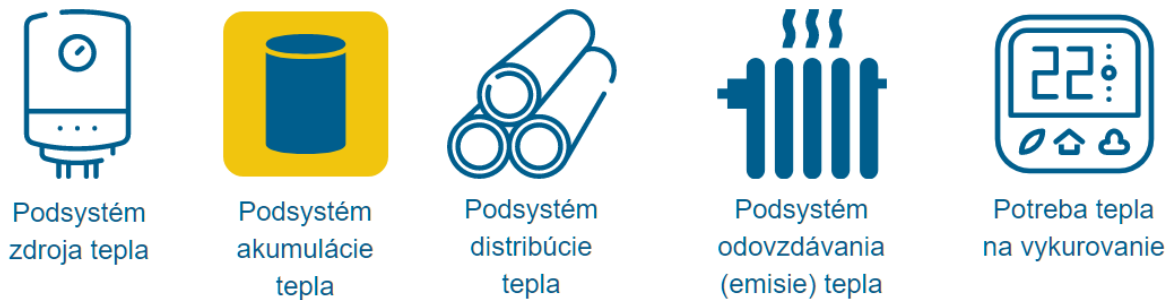
Poznámka: Tabuľka uvádza koeficienty energetických strát podsystemu distribúcie tepla pre potrubia bez resp. s nedostatočnou tepelnou izoláciou a potrubia, ktoré sú tepelne izolované podľa príslušných noriem. Hodnoty sú orientačné a veľmi závisia od veľkosti budovy, od jej potreby tepla na vykurovanie, od dĺžky potrubných rozvodov a miesta ich vedenia, od teploty vykurovacej vody v potrubí a od teploty okolia.

Zdroj: M. Kováč - a základe údajov z vypracovaných energetických certifikátov.

Obeh vykurovacej vody v potrubíach systému vykurovania zabezpečuje obehové čerpadlo, ktoré na svoju prevádzku potrebuje určité množstvo elektrickej energie. Okrem výpočtu tepelných strát z potrubných rozvodov sa v rámci podsystemu distribúcie tepla počíta aj tzv. prídavná energia, t.j. elektrická energia pre obehové čerpadlo. Podrobný výpočet tejto energie uvádza spomínaná publikácia (*Energetická hospodárnosť budov*, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., *Stavebná fakulta, TU Košice, 2015*) a z toho dôvodu sa nebudeme tejto časti viac venovať.

#### 4.3.4 Podsystem akumulácie tepla

Obr. 4.57 Systém vykurovania – podsystem akumulácie tepla



Zdroj: M. Kováč

V prípade použitia zdrojov tepla, akými sú kotol na drevo, na peletky, alebo elektrické tepelné čerpadlo, je súčasťou vykurovacieho systému akumulčná nádrž. Táto je zaradená medzi samotný zdroj tepla a distribučnú sústavu. V prípade elektrického tepelného čerpadla je úlohou akumulčnej nádrže uchovávať dostatočné množstvo tepla, potrebného na pokrytie energetickej potreby systému vykurovania v čase odpojenia samotného tepelného čerpadla od elektrickej siete. K odpájaniu od siete dochádza prostredníctvom HDO (hromadné diaľkové ovládanie) zo strany dodávateľa elektrickej energie a to kvôli regulácii napätia v distribučnej sieti (špičkové odbery a podobne). Význam inštalácie akumulčnej nádrže pri použití kotlov na kusové drevo alebo peletky je ten, aby bol zdroj prevádzkovaný pri konštantných podmienkach, aby dosahoval maximálnu účinnosť výroby tepla, aby bola maximalizovaná efektívnosť procesu spaľovania a podobne. Dobre navrhnutá veľkosť akumulčnej nádrže zabezpečuje efektívnu prevádzku takýchto vykurovacích systémov. Keďže nádrž akumuluje v sebe vykurovaciu vodu, ktorej teplota je vyššia ako teplota okolia, je potrebné počítať s tepelnými stratami do okolia. Miera tepelného toku je podobne ako v prípade tepelných strát z potrubných rozvodov závislá od tepelno technických vlastností nádrže, resp. od typu a hrúbky tepelnej izolácie, ďalej od veľkosti teplo výmennej plochy a od teplotného rozdielu medzi teplotou vody v nádrži a okolitým vzduchom. Akumulčná nádrž je súčasťou kotolne, ktorá nie je vykurovaná a preto je potrebné vypočítať energetické straty podsystemu akumulácie tepla. Ak by sa však akumulčná nádrž nachádzala v rámci vykurovaného priestoru (netradičné riešenie dispozície a architektúry budovy), potom tieto tepelné straty z nádrže predstavujú v konečnom dôsledku pre vykurovaný priestor tepelný zisk a z toho dôvodu nie je potrebné ich vôbec počítať. Úlohou podsystemu akumulácie tepla je teda stanoviť energetické (tepelné) straty z akumulčnej nádrže, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{H,st,ls} = \frac{(\theta_{H,st,avg} - \theta_i)}{45} \cdot (Q_{H,st,sby} \cdot 212) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.37)$$



kde:

- $Q_{H,st,ls}$  energetické straty podsystemu akumulácie tepla [kWh/rok],
- $\theta_{H,st,avg}$  stredná teplota vykurovacej vody, napr. 45°C pri T.S. 50/40°C [°C],
- $\theta_i$  teplota v kotolni [°C],
- $Q_{H,st,sby}$  normalizovaná tepelná strata akumulčnej nádrže, podľa Tab. 4.25 [kWh/deň].

Podrobný výpočet tepelných strát z akumulčnej nádrže uvádza publikácia: *Energetická hospodárnosť budov, Ing. Martin Kováč, PhD., Ing. Katarína Kováčová, PhD., Stavebná fakulta, TU Košice, 2015.*



Tab. 4.25 Normalizovaná tepelná strata akumuláčnej nádrže

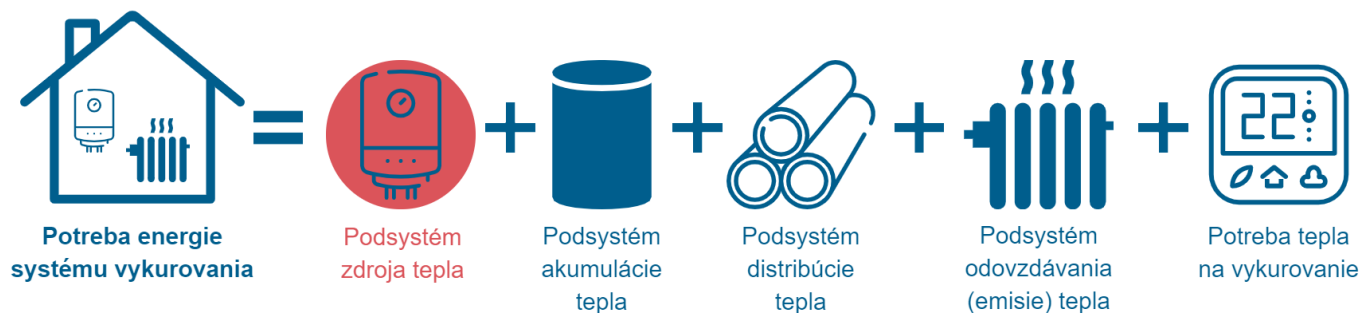
Objem akumuláčnej nádrže [l]	Normalizovaná tepelná strata akumuláčnej nádrže [kWh/deň]
	
30	0,8
50	0,9
80	1,1
100	1,3
120	1,4
150	1,6
200	2,1
300	2,6
400	3,1
500	3,5
600	3,8
700	4,1
800	4,3
900	4,5
1000	4,7
1200	4,8
1300	5,0
1500	5,1
2000	5,2

Poznámka: Tabuľka uvádza normalizovanú tepelnú stratu akumuláčnej nádrže za 24 hodín v závislosti od objemu nádrže. Pre výpočet energetických strát podsystemu akumulácie tepla je možné použiť aj údaje výrobcu akumuláčnej nádrže, ktoré sú uvedené v technickom liste.

Zdroj: STN EN 15316-4-2.

### 4.3.5 Potreba energie systému vykurovania

Obr. 4.58 Potreba energie systému vykurovania



Zdroj: M. Kováč

Výpočet potreby energie systému vykurovania zohľadňuje energetické straty (požiadavky) jednotlivých podsystemov okrem podsystemu zdroja tepla. Ten sa zohľadňuje až pri výpočte dodanej energie systému vykurovania. Potreba energie vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí zdroj tepla vyprodukovať na výstupnej strane, aby bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému vykurovania, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. Je potrebné si uvedomiť, že pri výpočte potreby energie systému vykurovania sa zohľadňujú aj energetické zisky z iných systémov budovy a to konkrétne zo systému prípravy teplej vody. Ak sú potrubné rozvody teplej vody (vrátane cirkulačného potrubia) vedené vykurovanými priestormi budovy a ak sa aj zásobník teplej vody nachádza vo vykurovanej časti objektu, tak potom ich energetické (tepelné) straty v zimnom období, predstavujú pre systém vykurovania tepelný zisk, ktorý tak redukuje potrebu energie systému vykurovania. Systém prípravy teplej vody sa používa celoročne a teda jeho energetické požiadavky sa vzťahujú na celý rok. Avšak energetický zisk z tohto systému pre systém vykurovania možno počítať iba z mesiacov vykurovacieho obdobia (október - apríl). V prípade, že súčasťou systému vykurovania je obnoviteľný zdroj energie, je potrebné jeho energetický zisk taktiež započítať do potreby energie systému vykurovania. Príkladom môžu byť teplovodné solárne kolektory, ktoré sa využívajú nielen na prípravu teplej vody, ale aj ako podpora systému vykurovania najmä v prechodných obdobiach, resp. na začiatku a konci vykurovacej sezóny. Dostupnosť slnečného žiarenia je síce v tomto období dosť malá v porovnaní s dostupnosťou v letných mesiacoch, ale na druhej strane dnešné budovy potrebujú veľmi malé množstvo energie. Pokiaľ sú efektívne navrhnuté akumuláčnne nádrže pre solárne kolektory, je možné veľkú časť tepla zo slnečných lúčov uskladniť v čase slnečných dní prechodného obdobia a následne neskôr využiť na temperovanie/vykurovanie miestností začiatkom a možno aj koncom zimného obdobia. Pre orientačný výpočet potreby energie systému vykurovanie je možné použiť nasledujúci vzťah:

$$POTEN_H = Q_{H,nd} + Q_{H,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,st,ls} - Q_{W,gain} - Q_{H,RES} \quad [kWh/rok] \quad (4.38)$$

kde:

$POTEN_H$	potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],
$Q_{H,nd}$	potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok],
$Q_{H,em,ls}$	energetické straty podsystemu odovzdávania (emisie) tepla [kWh/rok],
$Q_{H,dis,ls}$	energetické straty podsystemu distribúcie tepla [kWh/rok],
$Q_{H,st,ls}$	energetické straty podsystemu akumulácie tepla [kWh/rok],
$Q_{W,gain}$	energetický zisk zo systému prípravy teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],
$Q_{H,RES}$	energetický zisk z obnoviteľného zdroja energie – napr. solárne kolektory [kWh/rok].

Pričom energetický zisk zo systému prípravy teplej vody pre systém vykurovania tvoria tepelné straty z potrubných rozvodov teplej vody vedených v rámci vykurovanej časti budovy a taktiež tepelné straty zo zásobníka teplej vody v prípadoch, kedy sa tento nachádza v rámci vykurovaného priestoru.


$$Q_{W,gain} = Q_{W,dis,gain} + Q_{W,st,gain} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.39)$$

kde:

- $Q_{W,gain}$  energetický zisk zo systému prípravy teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],  
 $Q_{W,dis,gain}$  energetický zisk z podsystemu distribúcie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok],  
 $Q_{W,st,gain}$  energetický zisk z podsystemu akumulácie teplej vody pre systém vykurovania [kWh/rok].

Výsledná hodnota potreby energie systému vykurovania sa následne prepočíta na 1 m<sup>2</sup> podlahovej plochy. Vypočítaný údaj sa porovná so škálou energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie Tab. 4.26 a teda sa určí výsledná energetická trieda systému vykurovania.

Tab. 4.26 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie

Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 43	44 - 86	87 - 129	130 - 172	173 - 215	216 - 258	> 258
	Bytové domy	≤ 27	28 - 53	54 - 80	81 - 106	107 - 133	134 - 159	> 159

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup>. a)

### 4.3.6 Podsystem zdroj tepla

Obr. 4.59 System vykurovania – podsystem zdroja tepla



Podsystem  
zdroja tepla



Podsystem  
akumulacie  
tepla



Podsystem  
distribucie  
tepla



Podsystem  
odovzdavania  
(emisie) tepla



Potreba tepla  
na vykurovanie

Zdroj: M. Kováč



Produkcia tepelnej energie prebieha v samotnom zdroji tepla, kde dochádza k transformácii energie viazanej v energetickom nosiči (zemný plyn, elektrická energia, drevo, peletky a podobne) na teplo. V prípade zdrojov tepla, akými sú kotle, ktoré spaľujú plynné alebo tuhé palivá, či už sa jedná o zemný plyn alebo biomasu, hovoríme o tzv. účinnosti zdroja tepla. Účinnosť zariadenia sa počas prevádzky pohybuje pod hodnotou 100 %. Znamená to, že v podsysteme zdroja tepla vznikajú energetické straty pri transformácii vstupného paliva a je teda potrebné množstvo energie na vstupe do zdroja tepla navýšiť, aby bolo možné pokryť energetické požiadavky ostatných podsystemov systému vykurovania, ktoré nasledujú za samotným zdrojom tepla. V prípade kotlov na zemný plyn môže byť účinnosť vyššia ako 100 % a v takom prípade sa používa miesto slova účinnosť už termín stupeň využitia. Je s ním možné počítať pre systémy vykurovania s nízkym teplotným spádom pod 50 °C, kedy je možné využiť kondenzačné teplo v spalinách. Jedná sa o teplo, ktoré je viazané v podobe vodnej pary v spalinách odchádzajúcich do komína. Kondenzáciou týchto pár sa získava dodatočná energia, pričom sa znižuje teplota spalin na výstupe z kotla do komína. Využitie tejto viazanej energie zvyšuje energetickú hospodárnosť samotného zdroja tepla a teda aj systému vykurovania ako celku. Pokiaľ však prechádza kotol do prípravy teplej vody, kde je nútený pracovať s vyššou teplotou vykurovacej vody, ide jeho účinnosť smerom dole a dostáva na hranicu, resp. pod hranicu 100 %. Zaujímavú skupinu tvoria elektrické tepelné čerpadlá, ktoré vďaka kompresorovému procesu dosahujú hodnoty koeficientu hospodárnosti tzv. COP vyššie ako 100 %. Ich výhodou je nízka spotreba elektrickej energie, čiže množstvo dodanej energie do tepelného čerpadla je nižšie ako množstvo energie v podobe tepla na výstupe z tepelného čerpadla. Je to dané vlastnosťami chladiva v kompresorovom okruhu, ktoré sa dokáže odparovať aj pri nízkych teplotách. Energiu k tomu využíva tepelné čerpadlo napr. z okolitého vzduchu, alebo zo studňovej vody alebo využíva energetický potenciál zo zeme (pôda, vrty). V podstate elektrická energia je potrebná iba na chod kompresora, a samozrejme ďalšej regulačnej a riadiacej techniky. Úlohou podsystemu zdroja tepla je teda stanoviť energetické straty, ktoré vznikajú prevádzkou zdroja tepla, pričom pre orientačný výpočet sa použije nasledovný výpočtový vzťah:

$$Q_{H,gn} = POTEN_H \cdot \frac{100 - f_{gn}}{f_{gn}} \quad [kWh/rok] \quad (4.40)$$

kde:

$Q_{H,gn}$  energetické straty podsystemu zdroja tepla v systéme vykurovania [kWh/rok],  
 $POTEN_H$  potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],  
 $f_{gn}$  faktor využitia energie, podľa Tab. 4.27 [%].

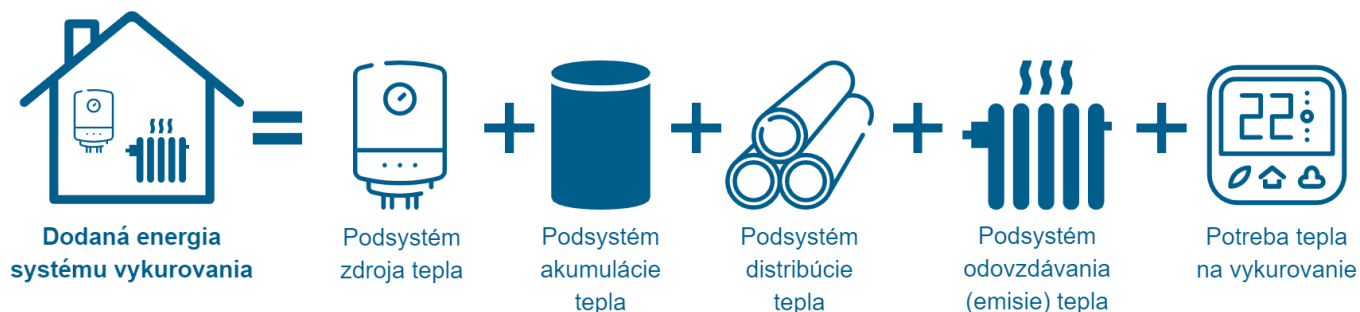
Tab. 4.27 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor využitia energie
		$f_{gn}$
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	83-89%
	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízko teplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	140%
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízko teplotné vykurovanie	150%
Drevené peletky	Kotol na biomasu	86%
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	78%
Kusové drevo	Kotol na biomasu	70%
	Kotol na biomasu so splyňovaním	83%
Elektrina	Elektrické vykurovanie	99%
	Elektrický ohrev pitnej vody	99%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	260%
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízko teplotné vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	290%
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízko teplotné vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	340%
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízko teplotné vykurovanie	390%
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	400%
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízko teplotné vykurovanie	440%	
LPG	Štandardný kotol - nový	89-90%
	Nízko teplotný kotol	90-93%
	Kondenzačný kotol	97-105%
Lahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	82%
	Štandardný kotol - nový	85%
	Nízko teplotný kotol - starý	87%
	Nízko teplotný kotol - nový	91%

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

### 4.3.7 Dodaná energia systému vykurovania

Obr. 4.60 Dodaná energia systému vykurovania



Zdroj: M. Kováč

Pri výpočte dodanej energie systému vykurovania sa zohľadňujú energetické požiadavky (straty) všetkých podsystemov systému vykurovania, a teda aj podsystem zdroj tepla. Dodaná energia vyjadruje vlastne množstvo energie, ktoré musí byť do zdroja tepla dodané na vstupe, aby zdroj tepla bol schopný pokryť energetické požiadavky jednotlivých podsystemov systému vykurovania, ktoré nasledujú za ním. Hodnota dodanej energie sa použije na výpočet primárnej energie, ktorá sa stanoví na základe konverzných faktorov primárnej energie pre jednotlivé energetické nosiče a v závislosti od použitého zdroja tepla. Pre výpočet dodanej energie systému vykurovania sa použije nasledujúci vzťah:

$$DODEN_H = POTEN_H + Q_{H,gn} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.41)$$

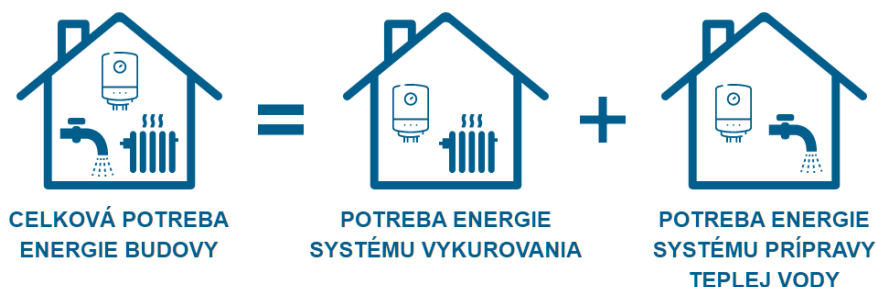
kde:

- $DODEN_H$       dodaná energia systému vykurovania [kWh/rok],  
 $POTEN_H$       potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],  
 $Q_{H,gn}$         energetické straty podsystemu zdroj tepla [kWh/rok].



## 4.4 Celková potreba energie budovy

Obr. 4.61 Celková potreba energie budovy



Zdroj: M. Kováč


V prípade rodinných a bytových domov sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti dve miesta spotreby energie, ktorými sú systém prípravy teplej vody a systém vykurovania. Pre každý z týchto dvoch systémov sa určuje tzv. potreba energie systému, ktorej odpovedá príslušná energetická trieda v rozsahu A – G. Súčet potreby energie systému prípravy teplej vody a systému vykurovania predstavuje tzv. celkovú potrebu energie budovy. Táto číselná hodnota následne prepočítaná na 1 m<sup>2</sup> podlahovej plochy budovy sa porovnáva so škálou energetických tried celkovej potreby energie budovy. Na základe toho sa budova zatriedi do príslušnej energetickej triedy v rozsahu A – G. Pre stanovenie celkovej potreby energie budovy sa použije nasledujúci vzťah:

$$CEL\text{POTEN}_B = POTEN_H + POTEN_W \text{ [kWh/rok]} \quad (4.42)$$

kde:

$CEL\text{POTEN}_B$  celková potreba energie budovy [kWh/rok],  
 $POTEN_H$  potreba energie systému vykurovania [kWh/rok],  
 $POTEN_W$  potreba energie systému prípravy teplej vody [kWh/rok].

Tab. 4.28 Škála energetických tried celkovej potreby energie budovy

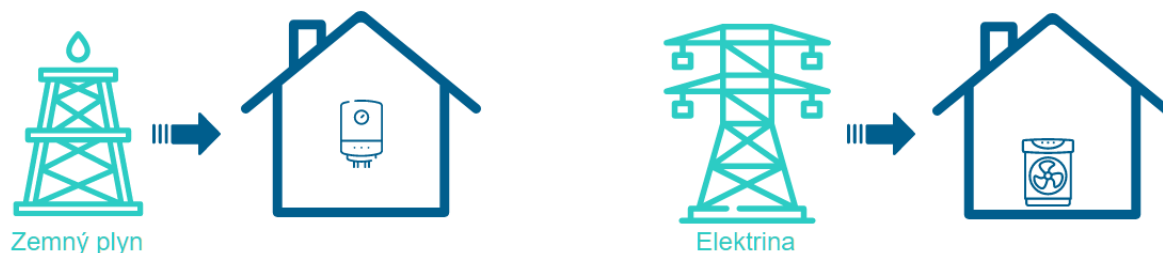
Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 55	56 - 110	111 - 165	166 - 220	221 - 275	276 - 330	> 330
	Bytové domy	≤ 40	41 - 79	80 - 119	120 - 158	159 - 198	199 - 237	> 237

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup>. a)

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

## 4.5 Primárna energia

Obr. 4.62 Primárna energia v závislosti od energetického nosiča



Zdroj: M. Kováč

Primárna energia resp. jej hodnota je globálnym ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy. Pri jej stanovení sa vychádza z dodanej energie jednotlivým systémom, ktoré sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti a certifikácie. V prípade rodinných a bytových domov sa teda jedná o systém prípravy teplej vody a systém vykurovania. Dodaná energia sa prepočíta na primárnu energiu použitím prepočítavacích faktorov primárnej energie, ktoré sú závislé od druhu použitého energetického nosiča (paliva). V situácii, kde napr. systém prípravy teplej vody využíva pre ohrev vody elektrickú energiu a pre vykurovanie objektu je použitá biomasa (peletky), sa použijú rozdielne hodnoty prepočítavacích faktorov primárnej energie pre jednotlivé systémy. Pre stanovenie primárnej energie sa použije nasledujúci vzťah:

$$PRIMEN = f_{PRIMEN} \cdot DODEN_W + f_{PRIMEN} \cdot DODEN_H \quad [kWh/rok] \quad (4.43)$$

kde:

$PRIMEN$  primárna energia [kWh/rok],

$f_{PRIMEN}$  faktor primárnej energie v závislosti od energetického nosiča, podľa Tab. 4.30 [-],

$DODEN_W$  dodaná energia systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$DODEN_H$  dodaná energia systému vykurovania [kWh/rok].

Výsledná hodnota primárnej energie sa následne prepočíta na 1 m<sup>2</sup> podlahovej plochy. Vypočítaný údaj sa porovná so škálou energetických tried pre primárnu energiu Tab. 4.29 a teda sa určí výsledná energetická trieda budovy.

Tab. 4.29 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia



Miesto spotreby	Kategória budov	Trieda energetickej hospodárnosti budovy							
		A0	A1	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤ 54	55 - 108	109 - 216	217 - 324	325 - 432	433 - 540	541 - 648	> 648
	Bytové domy	≤ 32	33 - 63	64 - 126	127 - 189	190 - 252	253 - 315	316 - 378	> 378

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabuľke sú vyjadrené v kWh/(m<sup>2</sup> · a). Budova, ktorá spĺňa požiadavku na globálny ukazovateľ energetickej triedy A0 sa v prípade, že je energia odvádzaná alebo uskladňovaná, zatrieďuje do podtriedy A0+.

Zdroj: Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

Od 1. januára 2021 je potrebné všetky nové budovy navrhovať, projektovať a realizovať ako budovy s takmer nulovou potrebou energie. V tomto štandarde bude potrebné uskutočňovať aj obnovu bytového fondu, či už sa jedná o existujúce bytové alebo nebytové budovy, verejné resp. súkromné budovy.

Tab. 4.30 Prepočítavacie faktory primárnej energie

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor primárnej energie
		$f_{PRIMEN}$ [-]
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	1,1
	Štandardný kotol - nový	
	Nízkoteplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
Drevené peletky	Kotol na biomasu	0,2
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	0,15
Kusové drevo	Kotol na biomasu	0,1
	Kotol na biomasu so splyňovaním	
Elektrina	Elektrické vykurovanie	2,2
	Elektrický ohrev pitnej vody	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízkoteplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie	
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízkoteplotné vykurovanie		
LPG	Štandardný kotol - nový	1,35
	Nízkoteplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
Ľahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	1,1
	Štandardný kotol - nový	
	Nízkoteplotný kotol - starý	
	Nízkoteplotný kotol - nový	

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

## 4.6 Emisie CO<sub>2</sub>

Obr. 4.63 Emisie CO<sub>2</sub> v závislosti od energetického nosiča



Zdroj: M. Kováč

V prípade výpočtu emisií oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) je postup identický s postupom stanovenia primárnej energie. To znamená, že sa vychádza z dodanej energie jednotlivým systémom, ktoré sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti a certifikácie. V prípade rodinných a bytových domov sa teda jedná o systém prípravy teplej vody a systém vykurovania. Dodaná energia sa prepočíta na emisie CO<sub>2</sub> použitím prepočítavacieho faktora emisie CO<sub>2</sub>, ktorý je závislý od druhu použitého energetického nosiča (paliva). V situácii, kde napr. systém prípravy teplej vody využíva pre ohrev vody elektrickú energiu a pre vykurovanie objektu je použitá biomasa (peletky), sa použijú rozdielne hodnoty prepočítavacích faktorov emisií CO<sub>2</sub> pre jednotlivé systémy. Pre stanovenie celkových emisií oxidu uhličitého sa použije nasledujúci vzťah:

$$EMISIECO_2 = f_{CO_2} \cdot DODEN_W + f_{CO_2} \cdot DODEN_H \text{ [kg/rok]} \quad (4.44)$$

kde:



$EMISIECO_2$  emisie CO<sub>2</sub> [kg/rok],

$f_{CO_2}$  faktor emisií CO<sub>2</sub> v závislosti od energetického nosiča, podľa Tab. 4.31 [kg/kWh],

$DODEN_W$  dodaná energia systému prípravy teplej vody [kWh/rok],

$DODEN_H$  dodaná energia systému vykurovania [kWh/rok].

Tab. 4.31 Prepočítavacie faktory emisií CO<sub>2</sub>

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor emisií CO <sub>2</sub>
		$f_{CO_2}$ [kg/kWh]
Zemný plyn	Štandardný kotol - starý	0,22
	Štandardný kotol - nový	
	Nízko teplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
	Plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
Drevené peletky	Kotol na biomasu	0,02
Drevná štiepka	Kotol na biomasu	
Kusové drevo	Kotol na biomasu	
Elektrina	Kotol na biomasu so splyňovaním	0,167
	Elektrické vykurovanie	
	Elektrický ohrev pitnej vody	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-voda / nízko teplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch / (vzduch sa ohrieva do 35°C)	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo zem-voda / nízko teplotné vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / radiátorové vykurovanie	
	Tepelné čerpadlo voda-voda / nízko teplotné vykurovanie	
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / radiátorové vykurovanie		
Tepelné čerpadlo voda od 18°C-voda / nízko teplotné vykurovanie		
LPG	Štandardný kotol - nový	0,2484
	Nízko teplotný kotol	
	Kondenzačný kotol	
Lahký vykurovací olej	Štandardný kotol - starý	0,29
	Štandardný kotol - nový	
	Nízko teplotný kotol - starý	
	Nízko teplotný kotol - nový	

Zdroj: Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

## Zoznam tabuliek

- Tab. 4.1 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru
- Tab. 4.2 Redukčné faktory  $b_x$  v závislosti od deliacej konštrukcie
- Tab. 4.3 Návrhová vnútorná teplota a relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v zimnom období
- Tab. 4.4 Počet dní vykurovacieho obdobia, priemerná vonkajšia teplota
- Tab. 4.5 Hodnoty súčiniteľov škárovej prievzdušnosti
- Tab. 4.6 Priemerovaný tepelný tok od vnútorných zdrojov  $\varphi_{int,mn}$
- Tab. 4.7 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre zimné mesiace  $I_s$
- Tab. 4.8 Celková priepustnosť slnečnej energie dopadajúcej kolmo na plochu transparentnej stavebnej konštrukcie  $g_{gl,n}$
- Tab. 4.9 Čiastkový faktor tienenia
- Tab. 4.10 Čiastkový faktor tienenia pre vodorovne vystupujúce konštrukcie
- Tab. 4.11 Čiastkový faktor tienenia pre zvislo vystupujúce konštrukcie
- Tab. 4.12 Vnútorná tepelná kapacita podľa plošnej hmotnosti stavebnej konštrukcie
- Tab. 4.13 Celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy pre vykurovaciú sezónu
- Tab. 4.14 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody
- Tab. 4.15 Referenčné hodnoty ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody
- Tab. 4.16 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie teplej vody
- Tab. 4.17 Koeficient energetických ziskov z rozvodov teplej vody pre systém vykurovania
- Tab. 4.18 Tepelná strata zásobníka teplej vody
- Tab. 4.19 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody
- Tab. 4.20 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče
- Tab. 4.21 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie
- Tab. 4.22 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre vykurovacie telesá
- Tab. 4.23 Koeficient energetických strát podsystemu odovzdávania (emisie) tepla pre sálavé systémy vykurovania
- Tab. 4.24 Koeficient energetických strát podsystemu distribúcie tepla
- Tab. 4.25 Normalizovaná tepelná strata akumuláčnej nádrže
- Tab. 4.26 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie
- Tab. 4.27 Faktory využitia energie pre rôzne zdroje tepla a energetické nosiče
- Tab. 4.28 Škála energetických tried celkovej potreby energie budovy
- Tab. 4.29 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia
- Tab. 4.30 Prepočítavacie faktory primárnej energie
- Tab. 4.31 Prepočítavacie faktory emisií CO<sub>2</sub>

## Zoznam obrázkov

- Obr. 4.1 Konečná spotreba energie podľa sektorov v EÚ-28 a v SR v roku 2018
- Obr. 4.2 Požadované úrovne výstavby budov od roku 2013
- Obr. 4.3 Podiel energetických tried budov na bývanie na Slovensku za obdobie rokov 2016 – 2019
- Obr. 4.4 Trend vybraných energetických tried nových budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku
- Obr. 4.5 Trend vybraných energetických tried obnovovaných budov na bývanie od roku 2016 do 2019 na Slovensku
- Obr. 4.6 Výber budovy na základe energetickej triedy
- Obr. 4.7 Budovanie infraštruktúry pre elektromobily v rámci výstavby nových a obnovovaných bytových budov
- Obr. 4.8 Inteligentná elektronická termostatická hlavica
- Obr. 4.9 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy
- Obr. 4.10 Miesta spotreby energie v budove



- Obr. 4.11 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov
- Obr. 4.12 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov
- Obr. 4.13 Princíp Sokratovho domu – história
- Obr. 4.14 Princíp Sokratovho domu – história
- Obr. 4.15 Princíp Sokratovho domu – súčasnosť
- Obr. 4.16 Princíp navrhovania energeticky efektívnych budov – nulových budov
- Obr. 4.17 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám
- Obr. 4.18 Orientácia budovy na pozemku a natočenie voči svetovým stranám
- Obr. 4.19 Tepelné straty podľa umiestnenia v teréne a v závislosti od vplyvu vetra
- Obr. 4.20 Vplyv vetra na vhodnosť umiestnenia stavby v teréne
- Obr. 4.21 Vplyv tvaru objektu na tepelné straty v percentách
- Obr. 4.22 Vplyv rozmerov kocky na faktor tvaru
- Obr. 4.23 Vplyv tvaru budovy na mernú potrebu tepla na vykurovanie
- Obr. 4.24 Príklad ideálnej orientácie budovy na bývanie vzhľadom k svetovým stranám – vnútorné dispozičné usporiadanie
- Obr. 4.25 Rozmiestnenie vykurovaných priestorov, umiestnenie pomocných priestorov
- Obr. 4.26 Schéma ciest úniku tepla v budove
- Obr. 4.27 Schéma pre „Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu
- Obr. 4.28 Straty cez obalové konštrukcie budovy
- Obr. 4.29 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie
- Obr. 4.30 Osadenie okna do vrstiev obalovej konštrukcie – teplotné pole
- Obr. 4.31 Výber obalových konštrukcií – transparentných
- Obr. 4.32 Príklady možného riešenia a využitia vegetačných striech
- Obr. 4.33 Kritické miesta (tepelné mosty) na budove
- Obr. 4.34 Charakteristiky bežných štandardov
- Obr. 4.35 Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti
- Obr. 4.36 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia
- Obr. 4.37 Schematické znázornenie STN noriem pre výpočet tepelných strát a potreby tepla na vykurovanie
- Obr. 4.38 Všeobecná schéma základných prvkov systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.39 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.40 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.41 Systém prípravy teplej vody – potreba tepla na prípravu teplej vody
- Obr. 4.42 Systém prípravy teplej vody – podsystem distribúcie teplej vody
- Obr. 4.43 Systém prípravy teplej vody – podsystem akumulácie teplej vody
- Obr. 4.44 Potreba energie systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.45 Systém prípravy teplej vody – podsystem zdroja tepla
- Obr. 4.46 Dodaná energia systému prípravy teplej vody
- Obr. 4.47 Všeobecná schéma základných prvkov systému vykurovania
- Obr. 4.48 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie potreby energie systému vykurovania
- Obr. 4.49 Grafické znázornenie postupu pre stanovenie dodanej energie systému vykurovania
- Obr. 4.50 Systém vykurovania – potreba tepla na vykurovanie
- Obr. 4.51 Grafická schéma výpočtu potreby tepla na vykurovanie
- Obr. 4.52 Príklad rozdelenia budovy na zóny
- Obr. 4.53 Systém vykurovania – podsystem odovzdávania (emisie) tepla
- Obr. 4.54 Teplotná stratifikácia vzduchu
- Obr. 4.55 Inteligentná termostatická hlavica ovládaná prostredníctvom mobilného telefónu

- Obr. 4.56 Systém vykurovania – podsystem distribúcie tepla
- Obr. 4.57 Systém vykurovania – podsystem akumulácie tepla
- Obr. 4.58 Potreba energie systému vykurovania
- Obr. 4.59 Systém vykurovania – podsystem zdroja tepla
- Obr. 4.60 Dodaná energia systému vykurovania
- Obr. 4.61 Celková potreba energie budovy
- Obr. 4.62 Primárna energia v závislosti od energetického nosiča
- Obr. 4.63 Emisie CO<sub>2</sub> v závislosti od energetického nosiča

## Zoznam literatúry

- SEDLÁKOVÁ, A., RUDIŠIN, R.: Teoretická a experimentálna analýza spodnej stavby veľkopriestorových budov. Stavebná fakulta TU v Košiciach, Košice 2009, ISBN 978-80- 553-0212-6
- STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211: 2017)
- STN 73 0540-2/Z1, Z2: 2019 Konsolidované znenie. Tepelná ochrana budov Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov Časť 2: Funkčné požiadavky
- STN 73 0540-1: 2002 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 1: Terminológia STN 73 0540-3: 2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
- STN 73 0540-3: 2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
- STN EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy (ISO 13370: 2017) (73 0562)
- STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211: 2017) (73 0551)
- STN EN ISO 13790 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (73 0703)
- STN EN ISO 13790/NA Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (73 0703)
- Tomáš Jiránek, Petr Všeťečka Odborní garanti kapitol: Jan Bárta, Aleš Brotánek, Josef Horný, Pavel Kecek, Miloš Solař, Petr Všeťečka Autoři: Marie Báčová, Jan Bárta, Aleš Brotánek, Jiří Cihlář, Miroslav Cikán, Jiří Čech, Karel Doubner, Pavel Fára, Juraj Hazucha, Zdeněk Hošek, Josef Horný, Miloslav Jokl, Pavel Kecek, Petr Klápště, Tomáš Konopka, Václava Koukalová, Jan Krňanský, Radim Lovětínský, František Macholda, Jan Mácha, Monika Najmanová, Jitka Pittnerová, Petra Pochmanová, Marek Richtera, Josef Smola, Miloš Solař, Pavel Svoboda, Jiří Šála, Kateřina Ullmannová, Slavomír Váňa, Petr Vogel, Petr Všeťečka, Jaroslav Zima.: MANUÁL ENERGETICKÝ ÚSPORNÉ ARCHITEKTURY Vydavateľ: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů Konceptce publikace, Praha, 2010
- PIFKO, H. 2009. Výstavba pasívnych domov. In Praktická príručka funkčných a technických požiadaviek na výstavbu. Bratislava : Verlag Dashöfer. Október 2009, kap. 5. ISSN 1335-8634
- Špaček, R., Pifko, H. (ED): *Rukoväť udržiateľnej architektúry*. SKA, Bratislava, 2013
- PETRÁŠ, D., LULKVIČOVÁ, O., TAKÁCS, J., FŮRI, B. 2009. Obnoviteľné zdroje energie pre nízko teplotné systémy. Bratislava : JAGA. 224 s. ISBN 978-80-8076-075-5
- Martin Kováč, Katarína Knížová Energetická hospodárnosť budov - Vykurovanie a príprava teplej vody - 1. vyd - Košice : TU, SvF - 2012. - 105 s.. - ISBN 978-80-553-1269-9
- Anna Sedlakova, Pavol Majdlen: 1. New solutions for passive house details in contact with a soil and elimination of thermal bridges in contact of walls and slab and their comparison - 2014. In: Design concept of energy efficient building. - Košice : TU, 2014 S. 7-28. - ISBN 978-80-553-1721-2
- Anna Sedláková, Ladislav Ťažký: 2. Wall insulations for energy efficient buildings - 2014. In: Design concept of energy efficient building. - Košice : TU, 2014 S. 29-50. - ISBN 978-80-553-1721-2
- Manuál energeticky úsporné architektúry. Vydavateľ: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů. ISBN: 978-80-904577-1-3
- Anna Sedláková :TOB - Tepelná ochrana budov - 2012. In: Správca budov. - Košice : VOČ, 2012 S. 91-103 [1,19 AH]. - ISBN 978-80-970917-0-5
- V GELETKA, V.: Výskum určujúcich parametrov architektonicko-konštrukčného návrhu budov. Dizertačná práca. TU Košice. 2013

Julián Kepl, Lorant Krajcsovics, Ján Legény, Peter Lovich, Peter Morgenstein, Alena Ohradzanská, Dušan Petráš, Henrich Pifko, Branislav Puškár, Lukáš Šíp, Robert Špaček, Henrieta Tölgyessyová: Rukoväť udržateľnej architektúry, SKA, Bratislava, 2013

Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Vyhláška č. 35/2020 Z.z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky

Vyhláška č. 324/2016 Z.z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/sk/sheet/69/energy-efficiency>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/sk/sheet/68/energeticka-politika-vseobecne-zasady>

<https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00124&language=en>

<https://www.inforeg.sk/ec/>

<https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i>

[https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov\\_dom](https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom)

<https://www.tzb-info.cz/1953-slnece-domy-i>

[https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov\\_dom](https://sk.wikipedia.org/wiki/Sokratov_dom)

<https://www.pasivne-domceky.sk>

<http://mojdom.zoznam.sk/cl/10031/117140/Akumulacia-tepla-v-murive-a-stresnej-konstrukcii>

<https://createspace.sk/orientacia-domu/>

[http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie\\_vykurovanie/nizkoenergeticky\\_dom/ako\\_a\\_kde\\_stavat](http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat)

[http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie\\_vykurovanie/nizkoenergeticky\\_dom/ako\\_a\\_kde\\_stavat](http://www.efilip.sk/poradenstvo/energie_vykurovanie/nizkoenergeticky_dom/ako_a_kde_stavat)

<https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

<https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

<https://zatepli.eu/vlastnosti/faktor-tvaru-budovy>

<https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>

<https://mojdom.zoznam.sk/stavba-a-rekonstrukcia/legislativa-a-financovanie/ako-si-vybrat-pozemok-pri-nizkoenergeticky-dom/attachment/1510439>

<https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

<https://www.asb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

<https://www.tzb.sk/stavebnictvo/okna-dvere-stavebnictvo/ako-vybrat-okna/vybrane-technicke-vlastnosti-okien-a-sposoby-ich-osadenia>

<https://www.archinfo.sk/firmy/materialy-pre-stavbu/strecha/produkty-pre-vegetacne-strechy-5-pokracovanie-serialu-o-vegetacnych-strechach.html>

[https://www.efdur.de/en\\_238\\_floor\\_systems.html?oncekeys=id%7Ccode%7Ctemplate](https://www.efdur.de/en_238_floor_systems.html?oncekeys=id%7Ccode%7Ctemplate)

[www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

