

ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOST BUDOV

ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS

Katarína Knížová¹

Abstract

The question of saving energy is actual in every sphere of companies. One of Accesses, how to cut consumption in the buildings and environmental load of environment, is to assessment of the build from the aspect of energy efficiency. This work is included to energy certification of buildings; it is deals of calculation process for to definition of energy consumption of buildings for living (family houses and apartment blocks). A result is assessment of general delivery energy, on base what the building is classing to a category of energy efficiency.

Keywords

Energy, performance, certification, calculation methodology, heating and domestic hot water systems

1 ÚVOD

Európska únia, ako nadnárodné spoločenstvo, prijala smernicu č. 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov a členským štátom uložila povinnosť zapracovať ju do národnej legislatívy. Cieľom spoločenstva je zlepšiť energetickú náročnosť budov, čo sa prejaví znížením spotreby energie v budovách a zníži sa zaťaženie životného prostredia emisiami CO₂. Budovy majú dopad na dlhodobú spotrebu energie a nové budovy by preto už v návrhu mali spĺňať minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť. Ďalším zámerom smernice je aj výraznejšie presadenie využívania obnoviteľných zdrojov energie v budovách, s ohľadom na reálnosť ich uplatnenia z hľadiska návratnosti. Členské štáty majú za úlohu vytvoriť jednotnú metodiku výpočtu energetickej hospodárnosti budov, definovať minimálne energetické požiadavky pre nové a obnovované budovy, zaviesť do stavebnej praxe energetickú certifikáciu a pravidelnú kontrolu kotlov a klimatizačných systémov. Predpokladá sa, že metodický postup bude jednotný, odlišný len na regionálnej úrovni, to znamená, že bude umožňovať vzájomné porovnanie energetickej náročnosti jednotlivých stavieb. Pričom sa berú do úvahy klimatické a miestne podmienky, konštrukčná charakteristika stavby a všetky zariadenia vnútorného prostredia budov. Všetky právne predpisy a administratívne kroky museli členovia EÚ vykonať tak, aby nadobudli účinnosť od januára 2006. Pre začatie s vykonávaním energetickej certifikácie sa pripúšťa odklad 3 roky, z dôvodu nedostatočného počtu kvalifikovaných odborníkov. S ohľadom na možný nedostatok kvalifikovaných odborníkov, umožnila únia využiť 3- ročný odklad.

Odpoveďou Slovenska na túto skutočnosť bolo prijatie zákona č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti budov s platnosťou od januára 2006, ktorý nadobúda účinnosť od 1. januára 2008. V doterajšej praxi v oblasti riadenia energií sa využívali energetické audity, ktoré umožňujú zhodnotiť technický stav budovy, jej technického zariadenia a prevádzky a následne navrhnúť opatrenia na zlepšenie.

1.1 Zákon o energetickej hospodárnosti budov

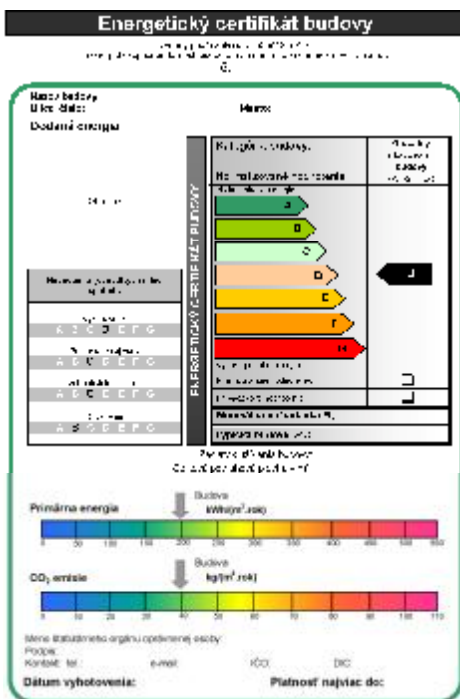
Ako bolo vyššie uvedené, implementáciou európskej smernice na pôde slovenskej legislatívy je zákon č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti budov, ktorý definuje postupy a opatrenia na zlepšenie energetickej náročnosti budov, a to:

- Jednotnú metodiku výpočtu,
- Minimálne energetické požiadavky pre nové a významne obnovované budovy,
- Povinné vydávanie energetických certifikátov

Energetická hospodárnosť predstavuje množstvo energie potrebnej na splnenie všetkých energetických potrieb súvisiacich s normalizovaným užívaním budovy, ktorá sa vypočítava a vyjadruje v číselných ukazovateľoch celkovej potreby energie a emisie oxidu uhličitého. Pri jej stanovení musíme rozlišovať budovy podľa ich účelu využitia a režimu samotnej prevádzky, to znamená že máme kategórie budov, ako napr. rodinné a bytové domy, administratívne budovy, školy, hotely a reštaurácie, nemocnice, športové stavby atď. Energetická certifikácia sa vykonáva len na budovu ako celok, a tá sa na základe číselného vyjadrenia celkovej dodanej energie zaradí do energetickej triedy od A až G. Dokladom o vykonaní certifikácie bude vydaný energetický certifikát a energetický štítok budovy, ktorého platnosť je maximálne 10 rokov. Povinnosťou vlastníka budovy je uchovať tento certifikát po celý čas jeho platnosti, v prípade zmeny vlastníka ho odovzdať novému, a v prípade prenájmu odovzdať nájomcovi jeho kópiu.

¹ Katarína Knížová, Ing., Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Katedra teórie a techniky budov/Ústav budov a prostredia, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, katarina.knizova@tuke.sk

Z tohto právneho predpisu vyplýva, že povinnosť certifikovať budovy sa vzťahuje na všetky nové budovy a výrazne obnovované, ktorých kolaudačné konanie sa začne po 1. januári 2008 a budovy predávané alebo prenajímané po tomto dátume.



Obr. 1 Energetický certifikát budovy – 1. strana

1.2 Metodika výpočtu energetickej hospodárnosti budov

Podrobnosti o metodike výpočtu energetickej hospodárnosti budov, obsah energetického certifikátu vrátane rozpätí energetických tried upravuje Vyhláška MVR SR č. 625 z 22. novembra 2006, ktorou sa vykonáva zákon o energetickej hospodárnosti budov. Výpočet je založený na štyroch typoch hodnotenia, a to projektové, normalizované, prevádzkové a upravené, ktoré sa od seba líšia vstupnými údajmi o budove.

Tab. 1 Vstupné údaje a účel spracovania certifikátu

Ukazovateľ	Vonkajšie klimatické podmienky	Vnútrore prostredie budovy	Spôsob využitia	Konštrukcie a vybavenie budovy	Použitie certifikátu
Hodnotenie					
Projektové hodnotenie	Normové	normové	projektované	projektované	stavebné povolenie
Normalizované hodnotenie	Normové	normové	skutočnosť	skutočnosť	kolaudačné rozhodnutie
Prevádzkové hodnotenie	Skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	v čase užívania
Upravené hodnotenie	Skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	návrh opatrení

Pri každom hodnotení sa stanoví potreba energie pre jednotlivé miesta a oblasti spotreby, a to: - potreba energie na chladenie a vykurovanie, na ohrev teplej vody, na vetranie a klimatizáciu a na osvetlenie. Súčtom týchto čiastkových výsledkov dostávame celkovú dodanú energiu budovy tzv. globálny ukazovateľ, na základe, ktorého určíme energetickú triedu budovy.

2 ENERGETICKÁ CERTIFIKÁCIA BUDOV NA BÝVANIE – PROJEKTOVÉ HODNOTENIE

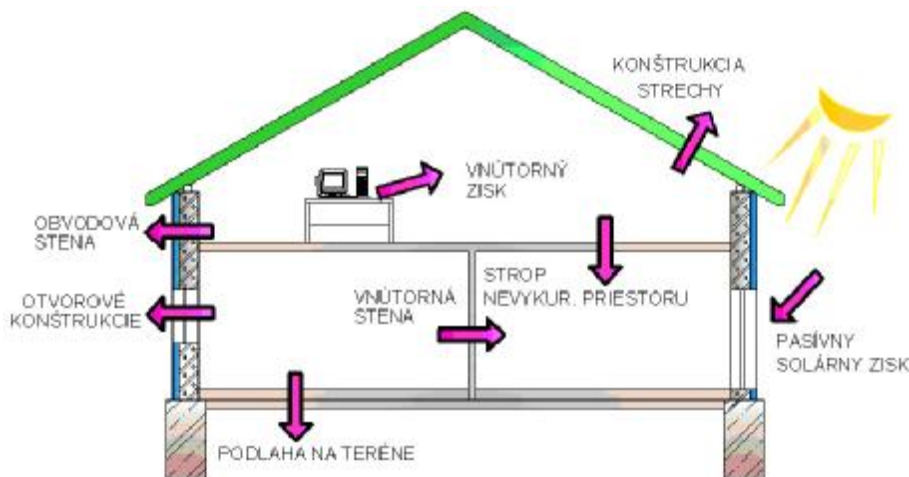
Pre kategóriu budov na bývanie, teda rodinné a bytové domy, sa do výpočtu potreby energie zahŕňajú len prvé dve oblasti spotreby, teda potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody. To znamená, že pri spracovaní energetického certifikátu budeme hodnotiť tieto dva systémy a ich jednotlivé podsystemy.

2.1 Potreba energie pre systém vykurovania

Energetické požiadavky systému vykurovania vychádzajú zo základnej potreby tepla na vykurovanie, ktorá nám musí zabezpečiť požadovanú teplotu vnútorných priestorov. To znamená, že stanovíme tepelné straty a tepelné zisky objektu. V tomto prípade, pri projektovom hodnotení umožňuje vykonávacia vyhláška využiť dennostupňovú metódu podľa normy STN 73 0540 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.

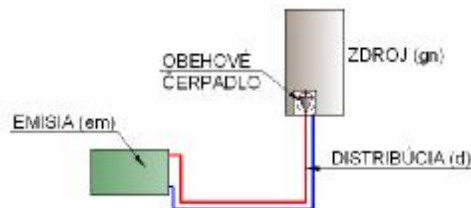
Dennostupňová metóda vychádza z normalizovaného počtu dennostupňov $D = 3422$ K.deň štandardného vykurovacieho obdobia pre teplotu vnútorného vzduchu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dĺžka vykurovacieho obdobia je 212 dní a priemerná teplota vonkajšieho vzduchu je stanovená na $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pre presnejšie stanovenie mernej potreby tepla je možné postupovať podrobnejšími metódami a vychádzať z priemerných mesačných alebo hodinových klimatických údajov.

Súčasťou stanovenia mernej potreby tepla je aj posúdenie energetického kritéria, ktoré je jedným zo štyroch záväzných kritérií normy STN 73 0540 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Pre potreby výpočtov podlahovej plochy a obostavaného objemu budovy sa uvažuje s vonkajšími rozmermi budovy (vrátane obalovej konštrukcie).



Obr. 2 Možné tepelné straty a zisky objektu

V rámci bilancie však treba zohľadniť aj tepelné straty, ktoré v systéme vykurovania vznikajú, teda hovoríme o podsysteme zdroj tepla, distribúcia, akumulácia a nakoniec aj samotné odovzdávanie tepla (emisía).



Obr.3 Definovanie jednotlivých podsystemov systému vykurovania

2.1.1 Odovzdávanie tepla (emisía)

V tomto podsysteme, emisía tepla, sa určujú tepelné straty odovzdávaním zo samotných vykurovacích telies, ktoré zohľadňujú:

- energetickú interakciu medzi samotným telesom a prostredím (teplotný gradient po výške miestnosti),
- pozíciu a charakter vykurovacieho telesa,
- typ kontroly a riadenia teploty v miestnosti.

Za jedno výpočtové obdobie sa určia podľa vzťahu:

$$Q_{h,em} = \left(\frac{f_{Radiant} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{h_{l,em}} - 1 \right) \cdot Q_H \quad (\text{kWh} / \text{rok}) \quad (1)$$

Q_H – je potreba tepla na vykurovanie v kWh/rok

$f_{Radiant}$ – faktor radiácie

f_{int} – faktor prerušenia prevádzky vykurovania

f_{hydr} – faktor hydraulickej vyváženosti

$\eta_{l,em}$ – celkový koeficient tepelných strát emisiou do priestoru, ktorý závisí od typu vykurovania a vykurovacích telies, polohy telesa vzhľadom k ochladzovaným plochám a druhu termostatickej regulácie so zohľadnením výšky miestnosti, a stanoví sa podľa vzťahu:

$$\eta_{l,em} = \frac{1}{4 - (\eta_L + \eta_B + \eta_C)} \quad (2)$$

η_L – koeficient teplotného gradientu

η_B – koeficient špecifických strát cez vonkajšie konštrukcie,

η_C – koeficient regulácie teploty v miestnosti.

Hodnoty uvedených faktorov a koeficientov sú stanovené pre konkrétne podmienky vykurovacieho systému podľa pripravovanej normy prEN 15316-2-1 Space heating emission systems.

2.1.2 Distribúcia tepla

Pri distribúcii tepla dochádza k odovzdávaniu tepla z teplo nosnej látky cez obalový materiál rúrky do okolitého prostredia. Veľkosť tepelných strát závisí od umiestnenia rozvodov (vo vykurovanej alebo nevykurovanej časti, zabudované do stavebnej konštrukcie podlahy alebo steny), či sú rozvody izolované alebo nie a aká tepelná izolácia je použitá, tiež od samotného materiálu rozvodov a dĺžky rozvodnej siete. Vplyv materiálu rúrky a použitej izolácie je zohľadnený v hodnote lineárneho súčiniteľa prechodu tepla potrubím U (W/mK).

Pri výpočte je dobré rozlíšiť rozvody vedené vo vykurovanom a nevykurovanom priestore, keďže tepelné straty z distribúcie vo vykurovanom priestore predstavujú pre nás v konečnej bilancii systému vykurovania tepelný zisk. Hodnota skutočne navráteného tepla do priestoru sa stanoví cez faktor využitia tepelných ziskov (podiel celkových ziskov k celkovým stratám budovy).

Tepelná strata z distribúcie sa určí podľa vzťahu:

$$Q_{h,d} = \frac{1}{1000} \sum_j U_{l,j} \cdot (q_m - q_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_H \quad (kWh/rok) \quad (3)$$

$U_{l,j}$ – predstavuje lineárny súčiniteľ prechodu tepla potrubím v W/(m.K)

q_m – stredná teplota vykurovacieho média v °C

$q_{i,j}$ – teplota okolitého prostredia v °C

L_j – dĺžka rozvodného potrubia v m

j – index pre potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami

t_H – čas vykurovania v hodinách za rok

Obeh vykurovacieho média v okruhu zabezpečuje obehové čerpadlo, a aj pre toto zariadenie je potrebné stanoviť potrebu energie, čo označujeme ako prídavná energia podsystemu distribúcie. Závisí na hydraulickom rozložení prúdu, tlakovej strate a pracovných podmienok obehového čerpadla. Hydraulická energia je ovplyvnená základnými fyzikálnymi pravidlami, preto pri výpočte sú aplikované korekčné faktory, ktoré tieto najdôležitejšie vplyvy reprezentujú. Postup výpočtu energie pre obehové čerpadlo je obsiahnutý v norme prEN 15316-2-3 Space heating distribution systems. Aj v tomto prípade je časť energie vytvorenej samotnou prácou čerpadla navrátená do vody alebo do vzduchu.

2.1.3 Zdroj tepla

Tepelné straty zo zdroja vykurovania zahŕňajú v sebe tepelné straty z dymovodu a cez obalovú konštrukciu zdroja, prídavnú energiu pre obehové čerpadlo (ak nie je zahrnuté do podsystemu distribúcie) a činnosť horáka. Pri výpočte sa musí zohľadniť typ zdroja tepla, jeho umiestnenie, stredné čiastkové zaťaženie, prevádzkové podmienky a spôsob riadenia zdroja. Vychádzame zo základných vstupných údajov, a to potreby tepla na vykurovanie Q_H a potreby tepla na prípravu teplej vody Q_W v kWh/rok s ohľadom na prevádzkový čas zdroja t v hod/rok.

Výpočtový postup vychádza z nasledovných princípov:

a) údaje sa vzťahujú k trom základným režimom zdroja, ktoré sú vyjadrené jeho účinnosťou:

- účinnosť pri plnom zaťažení kotla (100%-ný výkon),
- účinnosť strednom zaťažení kotla (predstavuje asi 30% z plného výkonu),
- účinnosť pri režime stand-by (0 %-ný výkon),

b) výkonnost' a tepelné straty zdroja sú stanovené cez účinnosti zdroja podľa jeho typu a prevádzkových podmienok.

Čiastkové tepelné straty pre jednotlivé pracovné režimy sa určia nasledovne (vychádzajúc z účinnosti po teplotnej korekcii pre konkrétne prevádzkové podmienky zdroja):

a) tepelné straty zdroja pri plnom zaťažení sa stanovujú podľa vzťahu:

$$\Phi_{gn,Pn,cor} = \frac{(100 - \eta_{gn,Pn,cor})}{\eta_{gn,Pn,cor}} \cdot \Phi_{Pn} \cdot 1000 \quad (W) \quad (4)$$

$\eta_{gn,Pn,cor}$ – účinnosť zdroja po teplotnej korekcii pri plnom zaťažení v %,

Φ_{Pn} – nominálny výkon zdroja v kW

b) tepelné straty zdroja pri strednom zaťažení vyjadríme podľa vzťahu:

$$\Phi_{gn,Pint,cor} = \frac{(100 - \eta_{gn,Pint,cor})}{\eta_{gn,Pint,cor}} \cdot \Phi_{Pint} \cdot 1000 \quad (W) \quad (5)$$

$\eta_{gn,Pint,cor}$ – účinnosť zdroja po teplotnej korekcii pri plnom zaťažení v %,

Φ_{Pint} – výkon zdroja pri strednom zaťažení (30 % z plného výkonu) v kW

c) tepelné straty zdroja pri plnom zaťažení sa stanovujú podľa vzťahu:

$$\Phi_{gn,P0,cor} = \Phi_{gn,P0} \cdot \left(\frac{\theta_{gn,w} - \theta_{i,gn}}{\Delta\theta_{test}} \right)^{1,25} \quad (W) \quad (6)$$

$\Phi_{gn,P0}$ – pomocná tepelná strata zdroja pri testovacích podmienkach vo W,

$\theta_{gn,w}$ – priemerná teplota vody na zdroji v °C,

$\theta_{i,gn}$ – vnútorná teplota vzduchu v miestnosti v °C,

$\Delta\theta_{test}$ – rozdiel medzi teplotou zdroja a teplotou pri testovacích podmienkach v °C

Celková tepelná strata zdroja sa určí podľa vzťahu:

$$Q_{h,gn} = \frac{\Phi_{gn,Px}}{1000} \cdot t_{gn} \quad (kWh/rok) \quad (7)$$

$\Phi_{gn,Px}$ – tepelné straty zdroja zohľadňujúce všetky režimy vo W

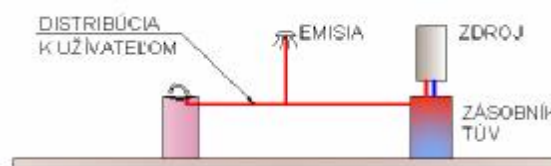
t_{gn} - celkový pracovný čas zdroja v hod za rok ($t_{gn} = 5088$ hod/rok)

Pre zabezpečenie činnosti horáka je potrebné dodať elektrickú energiu, ktorú opäť vyjadríme ako prídavnú energiu podsystému zdroja tepla. Vychádzame z rovnakých predpokladov ako pri výpočte samotných tepelných strát. Komplexný postup, potrebné vzťahy a charakteristiky pre rôzne zdroje je uvádzaný v jednotlivých častiach pripravovanej normy prEN 15316-4 Space heating generation systems (podľa typu zdroja tepla vybrať príslušnú normu).

Aj pri tomto podsystéme uvažujeme s možnosťou spätného získania tepla z tepelných strát cez plášť zdroja a z prídavnej energie na horák.

2.2 Potreba energie pre systém prípravy teplej vody

Energetická potreba systému prípravy teplej vody v sebe zahŕňa rovnako ako pri systéme vykurovania, podsystémy distribúcie, akumulácie a zdroja teplej vody. Opäť musíme definovať základnú potrebu tepla na ohrev potrebného množstva vody, z ktorej sa potom vychádza v ďalších výpočtoch. Túto hodnotu stanovíme zo špecifickej potreby tepla definovanej v prílohách vykonávacej vyhlášky podľa kategórie budovy (uvádzaná je v kWh na jednotku podlahovej plochy za rok) a samotnej podlahovej plochy. Pre presnejší výpočet môžeme vychádzať z normy prEN 15316-3-1 Domestic hot water systems, kde sa napr. v prípade hotelov uvažuje s počtom lôžok, alebo pri stravovacích zariadeniach vychádzame z počtu pripravených jedál atď.



Obr. 4 Definovanie jednotlivých podsystémov systému prípravy teplej vody

2.2.1 Distribúcia teplej vody

Distribučné potrubie teplej vody zahŕňa celý rozvod od zásobníka k užívateľovi, vrátane cirkulačného potrubia. K tepelným stratám z distribúcie môže dochádzať v čase odberu, to znamená že voda odovzdáva teplo rúrke, a tu uvažujeme s časovým úsekom odberu. Alebo sa voda neodoberá, čas stagnácie, a vtedy dochádza k vyrovnávaniu teplôt medzi médiom a okolím. Preto pred samotným výpočtom musíme definovať čas odberu vody, počet časových etáp stagnácie a jednotlivé časti potrubia, ktorých sa to týka. V prípade cirkulácie vody nám tieto hodnoty ovplyvnia aj samotná prevádzková doba cirkulačného čerpadla.

Celkové tepelné straty z distribúcie potom určíme ako súčet:

a) tepelných strát v čase odberu vody stanovených podľa vzťahu:

$$Q_{w,d,i} = \frac{1}{1000} \cdot U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{w,d} - \theta_{amb}) \cdot t_w \quad (kWh/rok) \quad (8)$$

b) tepelných strát v čase stagnácie vody stanovených podľa vzťahu:

$$Q_{w,d,p} = 365 \cdot c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{w,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{tap} / 3,6 \cdot 10^3 \quad (kWh/rok) \quad (9)$$

U_i – lineárny súčiniteľ prechodu tepla potrubím vo W/(m.K)

L_i – dĺžka potrubia v m

$\theta_{w,d}$ – priemerná teplota vody v potrubí v °C

θ_{amb} – priemerná teplota okolia v °C

t_w – čas využívania teplej vody v hod/rok

c_w – merná tepelná kapacita vody v J/(kg.K)

V_w – objem vody v rúrkach potrubia v m³

N_{tap} – počet dodávok teplej vody počas dňa v x/deň

Teplo odovzdané z teplej vody vo vykurovanom priestore nám prispieva k zabezpečeniu vnútornej teploty, preto tepelné straty z distribučného rozvodu vo vykurovanom priestore nám znižujú potrebu energie pre systém vykurovania.

V prípade cirkulácie teplej vody je potrebné ešte stanoviť prídavnú energiu pre cirkulačné čerpadlo, pričom vychádzame z príkonu čerpadla a jeho prevádzkovej doby. Metodika výpočtu pre tento podsystem je spracovaná v norme prEN 15316-3-2 Domestic hot water systems, distribution.

2.2.2 Akumulácia teplej vody

V tejto časti stanovujeme tepelnú stratu zásobníka cez jeho obalovú konštrukciu. K výpočtu potrebujeme tepelnú stratu zariadenia pri testovacích podmienkach za 24 hodín, ktorú určuje výrobca, strednú teplotu vody v zásobníku a teplotu okolia, postupujeme podľa normy prEN 15316-3-3 Domestic hot water systems, generation.

Celkové tepelné straty zásobníka potom určíme podľa vzťahu:

$$Q_{w,s} = 365 \cdot \frac{(\theta_{w,s} - \theta_{amb})}{\theta_{s,s-b}} \cdot Q_{s-b} \quad (kWh/rok) \quad (10)$$

$\theta_{w,s}$ – stredná teplota vody v zásobníku teplej vody v °C

θ_{amb} – stredná teplota okolia zásobníka teplej vody v °C

$\theta_{s,s-b}$ – rozdiel teplôt pri stanovení pohotovostnej spotreby energie v °C

Q_{s-b} – pohotovostná denná spotreba energie v zásobníku v kWh/deň

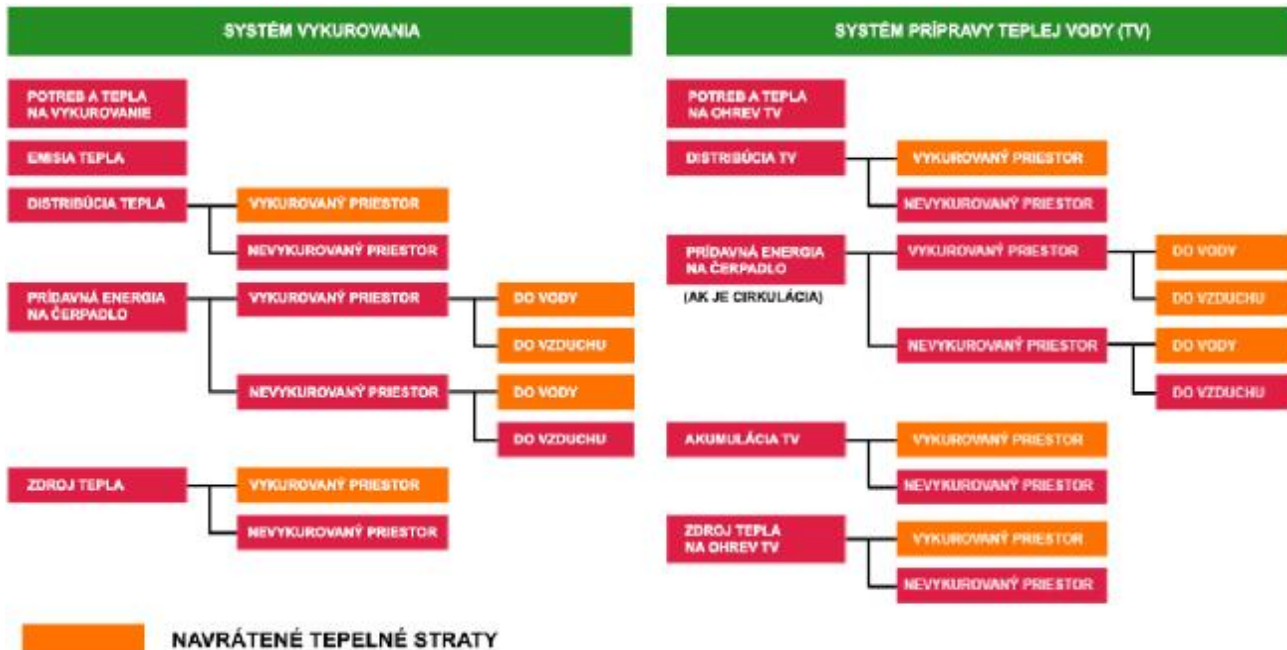
V prípade že sa zásobník nachádza vo vykurovanom priestore, opäť nám tepelné straty tohto podsystemu vylepšujú energetickú bilanciu systému vykurovania.

2.2.3 Zdroj teplej vody

Pri tomto podsysteme postupujeme rovnako ako pri zdroji tepla pre systém vykurovania. Rozdiel je len vo vstupných hodnotách potreby tepla a prevádzkového času zdroja. Pri spoločnom zdroji uvažujeme potrebu tepla pre ohrev vody a aj pre vykurovanie, pri osobitných zdrojoch vychádzame zo zodpovedajúcich vstupných údajov. Opäť je tu možnosť späťne získaného tepla ako zisk pre systém vykurovania.

2.3 Celková dodaná energia, primárna energia a emisie CO₂

Celková dodaná energia je súčtom dodanej energie pre jednotlivé energetické médiá a pre jednotlivé miesta spotreby v budove. To znamená, že urobíme súčet energetických potrieb systému vykurovania a systému prípravy teplej vody, zohľadníme pri tom späť získané teplo (navrátené tepelné straty) a túto hodnotu podelíme podlahovou plochou objektu. Výsledkom je hodnota globálneho ukazovateľa v kWh/m² podlahovej plochy za rok, a podľa nej zaradíme budovu do energetickej triedy. Súčasťou energetického certifikátu je aj hodnotenie primárnej energie budovy a emisií škodlivín CO₂, čo stanovíme prepočtom cez konverzné faktory podľa typu energetického média a zdroja.



Obr. 5 Schéma energetickej bilancie podľa miesta spotreby s možnosťou navrátených tepelných strát

3 ZÁVER

Energetická certifikácia, ktorej je tento článok venovaný, predstavuje nový prístup k hodnoteniu energetickej náročnosti budov založený na poznaní európskych noriem. Na rozdiel od doteraz vykonávaných energetických auditov prináša jednotný postup, ktorý je zastrešený legislatívnym rámcom a umožňuje už v štádiu projektu stavby vytvorenie predstavy o jej potrebe energie. Stanovenie energetickej triedy objektu v sebe zahŕňa poznanie metodiky a výpočtového postupu, ako aj zozbieranie všetkých potrebných informácií, technických údajov a hodnôt týkajúcich sa hodnoteného objektu.

Literatúra

- [1] Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej certifikácii budov
- [2] Vyhláška MVRR SR č. 625/2006 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [3] Súbor pripravovaných európskych noriem súvisiacich s vyhláškou MVRR SR k zákonu č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov.
- [4] STN 73 0540 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 4 – Výpočtové metódy*. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2002. 52s.

Recenzoval

Ing. Danica Košičanová, PhD., TU Košice, Stavebná fakulta, Katedra teórie a techniky prostredia/Ústav budov a prostredia, vedúci katedry, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, 055/602 4264, danica.kosicanova@tuke.sk