

5 POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE PO OBNOVE

5.0 ÚVOD

5.0.1 Opis situácie

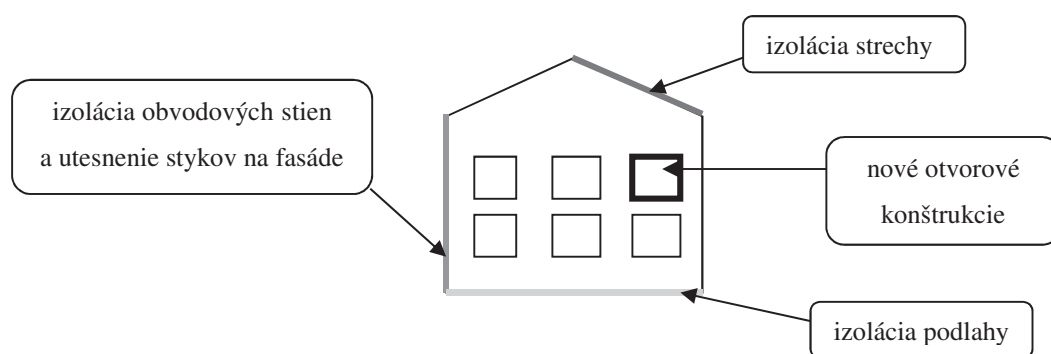
Výpočet potreby energie pre súčasný stav máš už hotový a postupne si sa prepracoval(a) k očakávanému výstupu tvojej práce – návrhu a posúdeniu vplyvu energeticky úsporných opatrení.

5.0.2 Zadanie

Navrhni energeticky úsporné opatrenia pre teplovýmenný obal budovy. Vypočítaj potrebu tepla na vykurovanie pre navrhovaný stav.

5.1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ OPATRENIA NA TEPLOVÝMENNOM OBALE

Zateplenie budovy je proces energetickej sanácie budovy a rentabilný spôsob zvýšenia tepelného odporu teplovýmenného obalu. Len zateplením teplovýmenného obalu možno znížiť potrebu energie na vykurovanie asi o 30 %, za predpokladu, že sa zároveň vykonajú aj potrebné opatrenia vo vykurovacom systéme. Najčastejšie energeticky úsporné opatrenia v tepelnej ochrane budov sú na Obr. 5.1.



Obr. 5.1. Najčastejšie energeticky úsporné opatrenia v oblasti tepelnej ochrany

Energeticky úsporné opatrenia realizované na stavebných konštrukciách majú prevažne za úlohu zvýšiť tepelný odpor konštrukcií a znížiť množstvo infiltrovaného vzduchu cez netesnosti. Niektoré úsporné opatrenia pritom môžu ovplyvniť aj viacero parametrov,

napríklad výmenou otvorových konštrukcií sa nielen zníži tepelná strata prechodom tepla vplyvom lepšieho tepelného odporu, ale aj tepelná strata vetraním vplyvom vyššej tesnosti; na druhej strane sa môže znížiť slnečný tepelný zisk, pre nižšiu priepustnosť slnečného žiarenia zasklením. Niektoré opatrenia a prislúchajúce ovplyvnené parametre sú v Tab. 5.1.

Tabuľka 5.1. Energeticky úsporné opatrenia a ovplyvnené parametre

Opatrenie pre stavebné konštrukcie	Ovplyvnené parametre
Dodatočná tepelná izolácia fasády	U -steny (infiltrácia - pri netesnostiach vo fasáde)
Dodatočná tepelná izolácia strechy	U -strecha
Dodatočná tepelná izolácia podlahy	U -podlaha
Nové okná	U -okná, infiltrácia, slnečné zisky
Utesnenie stykov na fasáde	Infiltrácia
Oprava konštrukcií dverí	Infiltrácia
Utesnenie okien, dverí	Infiltrácia
Oprava okien	Infiltrácia

5.1.1 Obvodový plášť

Zlepšenie tepelnotechnických vlastností možno vykonať zhotovením ETICS (vonkajší kontaktný tepelnoizolačný systém), s tepelnou izoláciou z dosiek na báze EPS, resp. dosiek alebo lamíel na báze minerálnej vlny, v súlade s požiadavkami na protipožiarnu bezpečnosť. Celoplošným zateplením sa okrem iného odstráni tepelné mosty, odstráni sa prípadné zatekanie zrážkovej vody a predĺži sa životnosť stavebných konštrukcií a budovy. Hrúbka zateplenia sa stanoví podrobným výpočtom v projektovej dokumentácii.

5.1.2 Strecha

Tepelnotechnické vlastnosti strešnej konštrukcie možno zlepšiť dodatočným zateplením s použitím tepelnej izolácie na báze EPS alebo na báze minerálnej vlny s hrúbkou stanovenou podrobným výpočtom v projektovej dokumentácii.

5.1.3 Strop nad suterénom a podlaha na teréne

Upravenie tepelnotechnických vlastností možno zabezpečiť dodatočným zateplením stropnej dosky zospodu nalepením tepelnoizolačných dosiek hrúbky stanovenej podrobným výpočtom v projektovej dokumentácii. Okrem lepenia sa tepelnoizolačné dosky kotvia tanierovými rozperkami.

5.1.4 Otvorové konštrukcie

Výmenou pôvodných otvorových konštrukcií za nové s trojsklom a kvalitným plastovým rámom možno dosiahnuť požadované parametre pre otvorové konštrukcie. Ako zasklenie možno použiť izolačné trojsklo plnené inertným plynom, najčastejšie argónom. Ako alternatívu k plastovým rámom možno použiť drevené, resp., ak sa vyžaduje zvýšená odolnosť, hliníkové rámy.

5.2 PRÍKLAD

5.2.1 Návrh energeticky úsporných opatrení

Najväčší potenciál úspor energie predstavujú zateplenie obvodového plášťa a strešnej konštrukcie a výmena okien. Zateplenie podlahy sa v tomto príklade neriešilo, pretože tá vyhovuje tepelnotechnickým požiadavkám.

5.2.1.1 Zateplenie obvodového plášťa

Zateplenie obvodového plášťa sa bude realizovať kontaktným zateplovacím systémom z dvoch rôznych zateplovacích materiálov. Do požiarnej výšky 22,4 m (8. NP) sa realizuje zateplenie fasádnou doskou z expandovaného polystyrénu hrúbky 140 mm, s protipožiarnymi pásmi z minerálnej vlny. Nad úrovňou požiarnej výšky 22,4 m (9. – 13. NP) sa navrhuje zateplenie fasádnou doskou z minerálnej vlny hrúbky 140 mm.

5.2.1.2 Zateplenie strešnej konštrukcie

Zateplenie strešnej konštrukcie sa bude realizovať tepelnou izoláciou z expandovaného polystyrénu hrúbky 300 mm.

5.2.1.3 Výmena otvorových konštrukcií

Pôvodné drevené zdvojené okná, lodžiové dvere, vstupné dvere, zasklenie schodiskového a výťahového priestoru a okná spoločných priestorov na 1.NP s oceľovým rámom nevyhovujú súčasným tepelnotechnickým požiadavkám na otvorové konštrukcie. Z celého bytového domu je približne polovica pôvodných okien vymenených užívateľmi za nové plastové okná, ktoré už tepelnotechnickým požiadavkám vyhovujú. Navrhuje sa vymeniť pôvodné otvorové konštrukcie za nové s izolačným trojsklom so 7-komorovým plastovým profilom a $U_w = 1,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

5.2.1.4 Otvorové konštrukcie v priestore schodiska a výťahu

V priestore výťahu sa navrhuje nahradiť pôvodné okná s oceľovým rámom murivom rozmerov 150 x 249 x 599 do výšky 0,9 m od úrovne podlahy a oknami s plastovým profilom s izolačným dvojsklom, trojdielnymi. V priestore schodiska sa navrhuje nahradiť pôvodné okná s oceľovým rámom murivom rozmerov 150 x 249 x 599 do výšky 0,9 m od úrovne podlahy a oknami s plastovým profilom dvojdielnymi, otváracími, výklopnými s izolačným trojsklom.

5.2.2 Tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií po zateplení

Pri tepelnotechnickom posúdení sa použila rovnaká metodika, ako v kapitole 1. V Tab. 5.2 je zhrnutie tepelnotechnických parametrov obnovovaných konštrukcií a posúdenie podľa STN 73 0540-2/Z1. Po aplikácii navrhnutých opatrení všetky posudzované konštrukcie spĺňajú požiadavku na súčiniteľ prechodu tepla.

Tabuľka 5.2. Zhrnutie tepelno-technických parametrov a posúdenie stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m ² .K))	Odporúčaná hodnota U_{r1} (W/(m ² .K))	Posúdenie konštrukcie
Obvodový plášť	0,19	0,22	VYHOVUJE
Strešná konštrukcia	0,10	0,15	VYHOVUJE
Podlahová konštrukcia	0,56	0,85	VYHOVUJE
Okná s izolačným dvojsklom, plastový profil	1,00	1,00	VYHOVUJE
Okná a dvere s izolačným trojsklom – lodžia	1,00	1,00	VYHOVUJE
Okná s izolačným trojsklom na 1. NP v schodiskovej a výťahovej časti	1,00	1,00	VYHOVUJE
Vstupná zasklená stena, izolačné trojsklo	1,00	1,00	VYHOVUJE
Predtým vymenené okná, plastový profil ¹⁾	1,30	1,70	VYHOVUJE
Predtým vymenené okná a dvere – lodžia, plastový profil ¹⁾	1,30	1,70	VYHOVUJE

1) Otvorové konštrukcie, ktoré boli vymenené už pred rekonštrukciou, sa posudzujú na maximálnu hodnotu súčiniteľa prechodu tepla $U_{W,max}$.

5.2.3 Určenie hranice vykurovaného priestoru

Princíp určenia hranice vykurovaného priestoru pre bytový dom je na Obr. 2.4 a Obr. 2.5 v 2.2.1. Hranica je vymedzená po stranách vonkajšou hranou navrhutej tepelnej izolácie, hore vrchnou hranou tepelnej izolácie strešnej konštrukcie a dole spodnou (vonkajšou) hranou podlahy nad nevykurovaným podlažím. Po zateplení bytového domu navrhovanými hrúbkami

tepelnej izolácie sa celkový vykurovaný priestor zväčší. Obostavaný objem po zateplení sa vypočíta podľa vzťahu 2.11.

5.2.4 Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Výpočet potreby tepla na vykurovanie, spolu so vstupnými údajmi o budove, je zhrnutý v Tab. 5.3.

Tabuľka 5.3. Výpočet potreby tepla na vykurovanie bytového domu

Vstupné údaje						
Kategória budovy:		Bytový dom				
Typ, konštrukčný systém, stavebná sústava		P 1.14 BA				
Šírka budovy		25,31		m		
Dĺžka budovy		21,57		m		
Výška budovy		37,3		m		
Počet podlaží		13				
Obostavaný objem V_b		12 830,2		m^3		
Celková podlahová plocha A_b		4486,1		m^2		
Celková teplovýmenná plocha A_i		3660,5		m^2		
Priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$		2,86		m		
Faktor tvaru $\sum A_i/V_b$		0,29		l/m		
Výpočtová metóda		sezónna				
Počet dennostupňov		3422		K.deň		
Výpočet potreby tepla na vykurovanie						
Konštrukcia		U_i (W/m ² K)	A_i (m ²)	$U_i \cdot A_i$ (W/K)	Faktor b_x (-)	$b_x \cdot U_i \cdot A_i$ (W/K)
Obvodový plášť:						
1.	Obvodová stena	0,19	2234,3	424,52	1,00	424,52
2.						
Strecha:						
1.	Plochá strecha	0,10	373,84	37,38	1,00	37,38
2.						
Podlaha:						
1.	Podlaha nad nevykurovaným suterénom	0,56	373,84	209,35	0,50	104,68
2.						
Otvorové konštrukcie:						
1.	Nové plastové okná a dvere (byty)	1,00	300,30	300,30	1,00	300,30
2.	Vymenené plastové okná a dvere (byty)	1,30	300,30	390,39	1,00	390,39
3.	Nové plastové okná v schodiskovej časti	1,00	77,90	77,90	1,00	77,90
Súčty		$\sum A_i = 3660,5$			$\sum b_x \cdot U_i \cdot A_i = 1335,2$	
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla: $U_m = H_T/\sum A_i = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Započítanie vplyvu tepelných mostov ¹⁾ :		exaktne		paušálne		
Paušálne:		$\Delta U = 0,05$	Zatepľované konštrukcie			
		$\Delta U = 0,10$	Jednovrstvové murované konštrukcie			
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov: $\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i = 183,02 \text{ W/K}$						

Pokračovanie Tabuľky 5.3.

Intenzita výmeny vzduchu				
Opis otvorovej konštrukcie		Celková dĺžka otvorových škár l (m)	Súčín. prievzdušnosti otvor. výplní $i \cdot 10^4$ (m ² /(s.Pa ^{0,67}))	
1.	Nové plastové okná a dvere (byty)	946,0	1,00	
2.	Nové plastové okná v schodiskovej a výtahovej časti	450,4	1,00	
3.	Vymenené plastové okná a dvere (byty)	946,0	1,00	
Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná: $n_{inf} = 0,47$ l/h, použitá intenzita výmeny vzduchu: $n_{inf} = 0,50$ l/h				
Vnútrotné tepelné zisky				
Vnútrotné tepelné zisky: $Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b = 112\ 152,5$ kWh/a				
$q_i =$		4.00 W/m ²	5.00 W/m ²	6.00 W/m ²
		Rodinný dom	Bytový dom	Verejná budova
Solárne tepelné zisky				
Orientácia	Intenzita slnečného žiarenia I_{sj} (kWh/m ²)	Priepustnosť slnečného žiarenia g_{gl} (-) ¹⁾	Tieniaci faktor (-) ²⁾	Plocha A (m ²)
JUH	320,00	0,60	0,5	160,92
VÝCHOD/ZÁPAD	200,00	0,60	0,5	408,24
SEVER	100,00	0,60	0,5	117,72
JV/JZ	260,00			
SV/SZ	130,00			
HORIZONTÁLNA	340,00			
Solárne tepelné zisky: $Q_s = 43\ 474,3$ kWh/a				
Merná tepelná strata				
Merná tepelná strata prechodom: $H_T = \sum b_x \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \sum A_i = 1518,2$ W/K				
Merná tepelná strata vetraním ³⁾ : $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot n_{inf} \cdot V / 3600 = 1727,8$ W/K				
Merná tepelná strata: $H = H_v + H_T = 3246,0$ W/K				
Potreba tepla na vykurovanie				
Celkové vnútrotné zisky: $Q_{gn} = Q_s + Q_i = 155\ 626,8$ kWh/a				
Faktor využitia tepelných ziskov: $\eta_{gn} = 0,84$				
Potreba tepla na vykurovanie: $Q_H = (H_T + H_v) \cdot (\theta_{int} - \theta_{e,m}) \cdot t \cdot 0,024 \cdot 0,84 \cdot (Q_i + Q_s) = 135\ 860,2$ kWh/a				
Merná potreba tepla na vykurovanie: $Q_{H,nd} = Q_H / A_b = 30,28$ kWh/m ²				
Vyhodnotenie				
Odporúčaná hodnota $Q_{H,nd,r1,1}$: ⁴⁾		$Q_{H,nd} > Q_{H,nd,r1,1}$ Nevyhovuje		
$Q_{H,nd,r1,1} = 25$ kWh/(m ² .a)				

¹⁾ Podľa STN 73 0540-2/Z1 možno za predpokladu spojitely tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií spĺňajúcich aspoň požiadavky normalizované od 1.1.2016 uvažovať s hodnotou $\Delta U = 0,02$.

²⁾ Hodnota priepustnosti slnečného žiarenia 0,60 sa získala z priemeru hodnôt uvažovaných pre jednotlivé otvorové konštrukcie takto:

- nové plastové okná (aj lodžia): $g_{gl} = 0,60$;
- nové plastové okná v schodiskovej a výťahovej časti: $g_{gl} = 0,60$;
- vymenené plastové okná a dvere (aj lodžia): $g_{gl} = 0,60$.

³⁾ Tieniacci faktor sa určil ako súčin faktorov opísaných v 2.1.4.2, keď hodnota každého z faktorov sa zjednodušene uvažovala 0,8, teda $F_{sh,ob,k} \cdot F_{sh,gl} \cdot (1 - F_F) = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,5$. Takéto zjednodušenie je prípustné pre obytné budovy.

⁴⁾Použila sa hodnota $V / V_b = 0,80$, používaná pre všetky budovy okrem nových rodinných domov a obnovovaných budov v pôvodnom stave.

⁵⁾Odporúčaná hodnota $Q_{H,nd,r1,1}$ sa určila z Tab. 2.7 na základe faktora tvaru budovy.

5.2.5 Čiastkový záver

V rámci energetickej bilancie obnoveného bytového domu sa vypočítala merná potreba tepla na vykurovanie. Na základe porovnania súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií s odporúčanými hodnotami sme dospeli k záveru, že konštrukcie spĺňajú požiadavku na tepelnú ochranu, avšak budova nespĺňa energetické kritérium podľa STN 73 0540-2/Z1.

6 POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE PO OBNOVE

6.0 ÚVOD

6.0.1 Opis situácie

Vykonal(a) si výpočet potreby tepla a zistil(a) si, že existuje významný potenciál energetických úspor zateplením stavebných konštrukcií. No aby bola tvoja práca úplná, treba vyčíslieť aj potenciál úspor v systéme vykurovania. Navyše, bez niektorých opatrení v systéme vykurovania, ako sú hydraulické vyregulovanie či centrálna a individuálna regulácia vnútornej teploty, sa ani účinok opatrení na teplovýmennom obale nemôže naplno prejavíť.

6.0.2 Zadanie

Navrhni vhodné energeticky úsporné opatrenia pre systém vykurovania. Vypočítaj potrebu energie na vykurovanie po uskutočnení týchto opatrení.

6.1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ OPATRENIA PRE SYSTÉM VYKUROVANIA

Zvýšenie energetickej hospodárnosti vykurovania závisí vo veľkej miere od úrovne tepelnej ochrany (zateplenie, výmena otvorových výplní). Aby sa efekt zlepšenia tepelnej ochrany mohol v plnej miere prejavíť, je potrebné po obnove stavebných konštrukcií primerane prispôbiť vykurovaciu sústavu. Dôležitými opatreniami sú najmä centrálna automatická regulácia teploty vykurovacej vody, individuálna regulácia teploty vzduchu v bytoch pomocou vysokoodporových ventilov s termostatickými hlavicami, zabezpečenie merania tepla v jednotlivých bytoch, zvýšenie kvality tepelnej izolácie potrubia v nevykurovaných priestoroch, montáž nových obehových čerpadiel s frekvenčným meničom, zníženie teplotného spádu sústavy, ako aj hydraulické vyregulovanie rozvodov vykurovania. Niektoré úsporné opatrenia vo vykurovacom systéme a prislúchajúce ovplyvnené parametre sú v Tab. 6.1.

Tabuľka 6.1. Energeticky úsporné opatrenia a ovplyvnené parametre pre vykurovanie

Opatrenia na vykurovacom systéme	Ovplyvnené parametre
Hydraulické vyregulovanie vykurovacieho systému	Vnútorná teplota
Inštalácia termostatických ventilov	Vnútorná teplota
Výmena nefunkčných termostatických ventilov	Vnútorná teplota
Odstránenie netesností	Distribučný systém
Tepelná izolácia potrubných rozvodov, armatúr	Distribučný systém
Oprava a nastavenie automatického regulačného systému	Automatická regulácia – kontrola teploty
Nový automatický regulačný systém	Automatická regulácia – kontrola teploty
Nočný teplotný útlm	Nočný teplotný útlm
Nastavenia horáka /kotla	Účinnosť zdroja tepla
Vyčistenie kotla	Účinnosť zdroja tepla
Nový horák / kotol	Účinnosť zdroja tepla
Sekvenčné zariadenie horáka	Účinnosť zdroja tepla
Manuál prevádzky a údržby	P&Ú* / energetický manažment

*) P&Ú znamená prevádzka a údržba.

6.1.1 Hydraulické vyregulovanie

Hydraulické vyregulovanie predstavuje dôležité opatrenie pre efektívne fungovanie vykurovacej sústavy. Podľa zákona č. 555/2005 Z. z. je vlastník existujúcej budovy povinný zabezpečiť po významnej obnove budovy reguláciu zásobovania teplom a zabezpečiť aj hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy po každom zásahu do tepelnej ochrany alebo do energetického vybavenia. Takisto podľa zákona č. 476/2008 Z. z. je vlastník veľkej budovy s ústredným teplovodným vykurovaním povinný zabezpečiť a udržiavať hydraulicky vyregulovanú vykurovaciu sústavu v budove.

V tom najpriaznivejšom prípade ide o zmenu prednastavenia všetkých existujúcich termostatických ventilov na vykurovacích telesách v zmysle projektu preregulovania vykurovacej sústavy a zmenu nastavenia armatúr na vstupe rozvodov tepla do budovy.

V mnohých prípadoch, zvlášť v tých, kde bolo hydraulické vyregulovanie realizované dávnejšie a ide o technicky zložitejšie riešenie, treba okrem prestavenia hydraulického odporu termostatických ventilov, realizovať aj iné práce. Prevažne ide o dodatočnú montáž regulátorov diferenčného tlaku, zmenu nastavenia stúpačkových vyvažovacích armatúr a realizáciu vhodného systému na diagnostiku prípadných porúch vykurovacej sústavy.

6.1.2 Zdroj tepla

Dôležitým predpokladom na dosiahnutie vysokej úrovne energetickej hospodárnosti je využitie obnoviteľných zdrojov energie, resp. systémov výroby tepla s vysokou účinnosťou,

čím sa docieli zníženie potreby primárnej energie a emisií CO₂. Počíta sa pritom najmä s týmito technológiami:

- vysokoúčinné kondenzačné plynové kotly;
- využitie energie prostredia pomocou tepelných čerpadiel;
- využitie slnečnej energie na ohrev TV, vykurovanie a výrobu elektriny;
- centralizovaná výroba tepla s využitím kogenerácie.

6.2 PRÍKLAD

6.2.1 Návrh energeticky úsporných opatrení

Opatrenia na zlepšenie energetickej efektívnosti vykurovacieho systému v bytovom dome súvisia najmä so zaizolovaním rozvodných potrubí, hydraulickým preregulovaním vykurovacej sústavy, znížením teplotného spádu a výmenou pôvodného čerpadla za nové.

6.2.1.1 Izolácia rozvodných potrubí vykurovacej sústavy

Pôvodná izolácia rozvodných potrubí vykurovacej sústavy je na niektorých miestach poškodená a nevyhovuje požiadavkám na tepelnú ochranu rozvodov, odporúča sa preto vymeniť túto izoláciu za novú. V praxi môže byť s ohľadom na stav rozvodov výhodné, resp. nutné spolu so zateplením realizovať aj výmenu samotných rozvodov tepla.

Odporúčané hrúbky tepelnej izolácie sa určia podľa vyhlášky MH SR č. 14/2016 Z. z., ktorá predpisuje pre potrubia s vnútorným priemerom od 36 mm do 100 mm hrúbku izolácie rovnakú, ako je vnútorný priemer potrubia, pri súčinteli tepelnej vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$ a okolitej teplote 0 °C. V tomto príklade sa uvažuje s hrúbkou tepelnej izolácie 40 mm. Toto opatrenie priamo ovplyvní tepelnú stratu z rozvodov tepla. Zároveň toto opatrenie nepriamo ovplyvní aj tepelnú stratu z výroby tepla, pretože tá závisí od tepelnej straty z rozvodu tepla (tepelná strata z výroby tepla v tomto príklade do výpočtu nevstupuje).

6.2.1.2 Hydraulické preregulovanie, automatická regulácia, zníženie teplotného spádu

Vykurovacia sústava bola pred zateplením vyregulovaná, vzhľadom na zmenu tepelnej bilancie po zateplení je však potrebné sústavu preregulovať. Uvažuje sa s pôvodnými termostatickými ventilmi, osadenými pri predošlom vyregulovaní, pričom sa pri hydraulickom vyregulovaní zmení prednastavenie ventilov a overí sa funkčnosť ventilov s termostatickými hlavicami.

Automatická regulácia sa v objekte uplatňovala už pred zateplením. Táto regulácia sa prejavovala nastavovaním teploty vykurovacej vody podľa ekvitermickej krivky (regulácia teploty vykurovacej vody v závislosti od vonkajšej teploty). Systém automatickej regulácie však treba pri obnove prenastaviť, aby správne fungoval aj po zateplení.

Zníženie teplotného spádu vykurovacej sústavy možno vykonať pomocou trojcestného zmiešavacieho ventilu na päte vykurovacieho systému. V tomto prípade sa uvažuje s teplotným spádom po obnove 75/65 °C. Toto opatrenie priamo ovplyvní tepelnú stratu z odovzdávania tepla, pretože sa zníži teplotný gradient vzduchu v miestnostiach, čím sa zvýši účinnosť odovzdávania tepla do priestoru. Zároveň sa v dôsledku nižšej teploty vykurovacej vody zníži tepelná strata z rozvodov. Toto opatrenie nepriamo ovplyvní aj tepelnú stratu z výroby tepla, pretože táto závisí od tepelnej straty z odovzdávania a tepelnej straty z rozvodu tepla (tepelná strata z výroby tepla v tomto prípade do výpočtu nevstupuje).

6.2.1.3 Výmena pôvodného čerpadla za čerpadlo s frekvenčným meničom

Navrhuje sa vymeniť pôvodné obehové čerpadlo za nové, účinnejšie, s integrovaným frekvenčným meničom, ktorý umožní plynulú reguláciu otáčok čerpadla. Týmto sa ušetrí elektrická energia na pohon obehového čerpadla.

6.2.2 Výpočet potreby energie na vykurovanie

6.2.2.1 Tepelná strata systému odovzdávania tepla

Tepelné straty systému odovzdávania tepla sa vypočítajú takto:

$$Q_{em,ls} = Q_H \cdot \left(\frac{\Delta\theta_{int,inc}}{\theta_{int,inc} - \theta_{e,comb}} \right) = 135\,860 \cdot \left(\frac{1,1}{(20 + 1,1) - 3,86} \right) = 8\,669 \text{ kWh}$$

kde:

Q_H – potreba tepla na vykurovanie, $Q_H = 135\,860 \text{ kWh}$;

$\Delta\theta_{int,inc}$ – zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania (K);

$\theta_{e,comb}$ – v prípade vykurovania je táto hodnota rovná priemeru vonkajšej teploty vzduchu počas uvažovaného obdobia (°C). V prípade normalizovaného hodnotenia sa uvažuje s hodnotou $\theta_{e,comb} = 3,86 \text{ °C}$ (STN 73 0540-3). V prípade energetického auditu treba uvažovať s hodnotou čo najbližšie k realite.

$$\theta_{int,inc} = \theta_{int,ini} + \Delta\theta_{int,inc} = 20 + 1,1 = 21,1 \text{ °C}$$

kde:

$\theta_{\text{int,ini}}$ – počiatočná teplota vzduchu v priestore, $\theta_{\text{int,ini}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$\Delta\theta_{\text{int,inc}}$ – zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania.

$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{emt,sys}} + \Delta\theta_{\text{ctr,sys}} = 0,2 + 0,2 + 0,7 = 1,1 \text{ K}$$

kde:

$\Delta\theta_{\text{hyd}}$ – zmena teploty v závislosti od hydraulického vyregulovania, $\Delta\theta_{\text{hyd}} = 0,2$;

$\Delta\theta_{\text{emt,sys}}$ – zmena teploty v závislosti od odovzdávacieho systému (K);

$\Delta\theta_{\text{ctr,sys}}$ – zmena teploty v závislosti od spôsobu regulácie (K).

Zmena teploty v závislosti od odovzdávacieho systému:

$$\Delta\theta_{\text{emt,sys}} = \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ K}$$

kde:

$\Delta\theta_{\text{str}}$ – nerovnomernosť rozloženia teploty v priestore v dôsledku stratifikácie (K),

$$\Delta\theta_{\text{str}} = \frac{\Delta\theta_{\text{str,1}} + \Delta\theta_{\text{str,2}}}{2} = \frac{0,7 + 0,3}{2} = 0,5 \text{ K podľa Tab. 3.4;}$$

$\Delta\theta_{\text{str,1}}$ – zmena teploty vplyvom nerovnomernosti rozloženia teploty pre teplotný spád 70/55 (najbližšie k nášmu prípadu 75/65) a dvojručový vykurovací systém, $\theta_{\text{str,1}} = 0,7$;

$\Delta\theta_{\text{str,2}}$ – zmena teploty vplyvom špecifických tepelných strát cez externé komponenty, radiátor umiestnený na normálnej vonkajšej stene, $\theta_{\text{str,2}} = 0,3$;

$\Delta\theta_{\text{emb}}$ – zmena teploty v dôsledku tepelných strát komponentov s integrovanou vykurovacou plochou do vonkajšieho prostredia alebo do nevykurovaného priestoru, $\Delta\theta_{\text{emb}} = 0 \text{ K}$ podľa Tab. 3.4.;

$\Delta\theta_{\text{rad}}$ – zmena teploty v dôsledku účinku sálania v závislosti od odovzdávacieho systému, $\Delta\theta_{\text{rad}} = 0 \text{ K}$ pre voľné vykurovacie plochy;

$\Delta\theta_{\text{im,emt}}$ – zmena teploty v dôsledku prerušovanej prevádzky vykurovacieho systému, $\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0,3 \text{ K}$.

Zmena teploty v závislosti od spôsobu regulácie:

$$\Delta\theta_{\text{ctr,sys}} = \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{im,ctr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}} = 0,7 + 0 + 0 = 0,7 \text{ K}$$

kde:

$\Delta\theta_{\text{ctr}}$ – zmena teploty v závislosti od spôsobu regulácie. Po preregulovaní, kontrole regulačných ventilov s termostatickými hlavicami a prípadnej výmene nefunkčných komponentov sa počíta so zmenou teploty $\Delta\theta_{\text{ctr}} = 0,7 \text{ K}$ pre P-regulátor (termostatická hlavica) podľa Tab. 3.4 (po obnove sa uvažuje s $\Delta\theta_{\text{ctr,2}}$ namiesto $\Delta\theta_{\text{ctr,1}}$).

$\Delta\theta_{\text{im,ctr}}$ – zmena teploty v dôsledku prerušovanej prevádzky riadiaceho systému, $\Delta\theta_{\text{im,ctr}} = 0 \text{ K}$;

$\Delta\theta_{\text{roomaut}}$ – zmena teploty v závislosti od samostatnej prevádzky (stand alone) alebo prevádzky v sieti/automatizácie riadenia. Uvažuje sa s $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = 0 \text{ K}$, pretože v priestore sa neuvažuje s automatizáciou prevádzky. Vplyv automatickej regulácie pomocou P-regulátora je započítaný v $\Delta\theta_{\text{ctr}}$.

6.2.2.2 Tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému

Na úvod je potrebné vypočítať teplotu prírodnej a vratnej vody. Pri výpočte sa uvažovalo s nasledujúcimi hodnotami:

β_{dis} – priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu v zóne, má hodnotu 0,28;

n – teplotný exponent systému odovzdávania tepla do vnútorného prostredia, pre vykurovacie telesá $n = 1,33$;

$\theta_{\text{s,des}}$ – projektovaná teplota prírodnej vody, má hodnotu 75 °C ;

$\theta_{\text{r,des}}$ – projektovaná teplota vratnej vody, má hodnotu 65 °C ;

θ_i – teplota vzduchu v priestore, má hodnotu 10 °C .

Výpočet priemerného čiastočného zaťaženia rozvodu v zóne je takýto:

$$\beta_{\text{dis}} = \frac{Q_{\text{H,dis,out}}}{\Phi_{\text{em}} \cdot t_{\text{op}}} = \frac{144\,529}{100,6 \cdot 5088} = 0,28$$

Vo výpočte β_{dis} sa uvažovalo s týmito hodnotami:

$Q_{\text{H,dis,out}}$ – tepelný výstup zo systému distribúcie, má hodnotu $135\,860 + 8\,669 = 144\,529$ kWh;

Φ_{em} – projektovaný tepelný príkon pre budovu vo fáze navrhovania, má hodnotu 100,6 kW;

t_{op} – počet vykurovacích hodín, má hodnotu 5088 hod.

Teplota prívodnej vody θ_s :

$$\theta_s = (\theta_{s,\text{des}} - \theta_i) \cdot \beta_{\text{dis}}^{\frac{1}{n}} + \theta_i = (75 - 15) \cdot 0,28^{\frac{1}{1,33}} + 15 = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota vratnej vody θ_r :

$$\theta_{\text{sr}} = (\theta_{r,\text{des}} - \theta_i) \cdot \beta_{\text{dis}}^{\frac{1}{n}} + \theta_i = (65 - 15) \cdot 0,28^{\frac{1}{1,33}} + 15 = 34,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

V nasledujúcich výpočtoch sa uvažuje s priemernou teplotou vykurovacej vody θ_m :


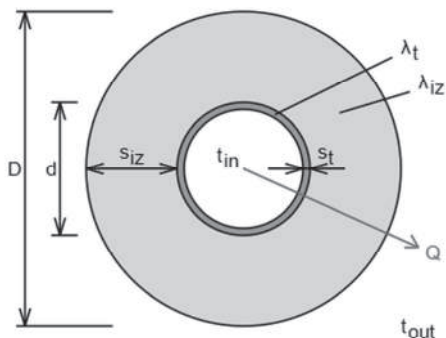
$$\theta_m = \frac{\theta_s + \theta_r}{2} = \frac{38,1 + 34,3}{2} = 36,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pri výpočte tepelnej straty z rozvodu vykurovania sa vychádzalo z nasledujúcich údajov:

- ležaté aj vratné potrubie je z bezšvových oceľových zváraných rúr svetlosti DN 50. Súčiniteľ tepelnej vodivosti oceľovej rúry je $\lambda = 50 \text{ W/(m.K)}$. Teplota okolitého vzduchu sa uvažuje $10 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- pôvodná tepelná izolácia sa odstránila a ležaté potrubia sa zaizolovali tepelnou izoláciou hrúbky 40 mm so súčiniteľom prechodu tepla $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$;
- stúpacie prívodné aj vratné potrubie prechádzajú bytmi a prispievajú k vykurovaniu obytných priestorov, preto sa tepelná strata z týchto potrubí považuje za spätne získateľnú tepelnú stratu. Tieto potrubia zostávajú bez tepelnej izolácie.

Na Obr. 6.1 je uvedený príklad výpočtu tepelnej straty stúpacieho privodného a vratného potrubia. Tepelná strata distribučného systému sa vypočítala pomocou programu na nasledujúcej internetovej stránke:

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>

Izolace -- Vlastní hodnoty -- Rozměry izolace Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0,036$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Ocelové trubky bezešvé Rozměry trubky - DN 50 (2") Průměr $d = 57$ mm Tloušťka stěny $s_t = 2.9$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 50$ W / m K	
 $D = d + 2 s_{iz} = 137$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 36,2$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 10$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 3.8$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.243 > 0.15$ W / m K => NEVYHOVUJE (přibližná tl. izolace = 96.6 mm)

Obr. 6.1. Tepelná strata ležatého privodného potrubia vykurovania vedeného na prízemí

Pri výpočte tepelnej straty z rozvodu sa použili tieto vstupné údaje:

Ψ je lineárny stratový súčiniteľ zodpovedá hodnote U_o na Obr. 6.1 v obdĺžniku.

Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 6.2;

θ_m – stredná teplota teplotnosnej látky zodpovedá hodnote t_{in} na Obr. 6.1. Použila sa vypočítaná priemerná hodnota $\theta_m = 36,2$ °C;

θ_i – teplota okolitého prostredia zodpovedá hodnote t_{out} na Obr. 6.1. Pre ležaté potrubia na prízemí uvažujeme $\theta_i = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

L – dĺžka rozvodov. Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 6.2;

$t_{op,an}$ – počet vykurovacích hodín za rok $t_{op,an} = 212 \cdot 24 = 5088$ hod.

V Tab. 6.2 sú vlastnosti rozvodov vykurovania na nevykurovanom 1. NP po ich zaizolovaní, na základe ktorých sa vypočítala tepelná strata. Tepelná strata z rozvodov prechádzajúcich bytmi prispieva k vykurovaniu obytných priestorov, preto sa s ňou vo výpočte neuvažovalo.

Tabuľka 6.2. Vlastnosti rozvodov vykurovania na nevykurovanom prízemí po ich zaizolovaní

DN potrubia (mm)	Lineárny stratový súčiniteľ Ψ (W/(m.K))	Dĺžka rozvodu L (m)	Teplota okolitého prostredia θ_i ($^{\circ}\text{C}$)
65	0,296	14	10
50	0,243	20	10
40	0,208	88	10
32	0,189	54	10

Výpočet tepelnej straty z rozvodov vykurovania:

$$\begin{aligned}
 Q_{H,dis,ls,an} &= \sum_j \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \\
 &= (0,296 \cdot (36,2 - 10) \cdot 14 + 0,243 \cdot (36,2 - 10) \cdot 20 \\
 &\quad + 0,208 \cdot (36,2 - 10) \cdot 88 + 0,189 \cdot (36,2 - 10) \cdot 54) \cdot 5088 / 1000 \\
 &= 5001 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

6.2.2.3 Vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla

Ročná vlastná spotreba energie obehových čerpadiel pre vodné vykurovacie systémy sa vypočíta podľa zjednodušenej metódy.

Vo výpočte potreby hydraulickej energie sa použili nasledujúce hodnoty:

$P_{hydr,des}$ – vypočítaný návrhový hydraulický výkon čerpadla v pracovnom bode, 117,0 W;

β_{dis} – priemerná časť straty na distribúciu sa vypočíta takto:

$$\beta_{dis} = \frac{Q_{H,dis,out}}{\Phi_{em} \cdot t_{op}} = \frac{144\,529}{100,6 \cdot 5\,088} = 0,28$$

- $t_{\text{op,an}}$ – počet vykurovacích hodín za rok (hod) = 212 . 24 = 5088 hod
- f_{NET} – korekčný faktor hydraulickej sústavy, pre dvojrúrovňové vykurovacie systémy má hodnotu 1,0;
- f_{HB} – korekčný faktor hydraulického vyregulovania sústavy (-), pre hydraulicky vyregulovaný systém má hodnotu 1,0;
- $f_{\text{G,PM}}$ – korekčný faktor pre zdroje tepla s integrovanou reguláciou čerpadiel (-), pre zdroj tepla s reguláciou podľa vonkajšej teploty má hodnotu 1,0. Vzhľadom na to, že v budove sa uplatňuje regulácia podľa vonkajšej teploty, uvažujeme $f_{\text{G,PM}} = 1$.

Potreba hydraulickej energie sa vypočítala takto:

$$W_{\text{H,dis,hydr,an}} = \frac{P_{\text{hydr,des}}}{1000} \cdot \beta_{\text{dis}} \cdot t_{\text{op,an}} \cdot f_{\text{NET}} \cdot f_{\text{HB}} \cdot f_{\text{G,PM}} = \frac{117,0}{1000} \cdot 0,28 \cdot 5088 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 167 \text{ kWh/rok}$$

Návrhový hydraulický výkon čerpadla v pracovnom bode $P_{\text{hydr,des}}$ sa vypočítal takto:

$$P_{\text{hydr,des}} = 0,2778 \cdot \Delta p_{\text{des}} \cdot V_{\text{des}} = 0,2778 \cdot 48,6 \cdot 8,67 = 117,0 \text{ kW}$$

Tlakový spád v pracovnom bode Δp_{des} je rovnaký, ako bol v pôvodnom stave pred obnovou:

$$\Delta p_{\text{des}} = 48,6 \text{ kPa}$$

Pri výpočte prietoku sa uvažovalo s týmito hodnotami:

- $\Phi_{\text{H,em,out}}$ je projektovaný tepelný príkon podľa STN EN 12831-1 (kW), má hodnotu 100,6 kW;
- c – merná tepelná kapacita vykurovacej látky má hodnotu 4,18 kJ/(kg.K);
- ρ – hustota vykurovacej látky má hodnotu 1000 kg/m³;
- $\Delta \vartheta_{\text{dis,des}}$ – projektovaný teplotný spád má hodnotu 10 K (75/65 °C).

Prietok sa vypočítal takto:

$$V_{\text{des}} = \frac{3600 \cdot \Phi_{\text{H,em,out}}}{c \cdot \rho \cdot \Delta \vartheta_{\text{dis,des}}} = \frac{3600 \cdot 100,6}{4,18 \cdot 1000 \cdot 10} = 8,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pri výpočte systémového výkonového faktora sa uvažovalo s týmito hodnotami:

C_{P1} – pre čerpadlo s reguláciou má hodnotu 0,90;

C_{P2} – pre čerpadlo s reguláciou má hodnotu 0,10;

β_{dis} – priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu je 0,28;

f_e – faktor účinnosti. Na základe výpočtu sa navrhlo čerpadlo s menovitým príkonom

$P_{\text{el,pmp}} = 179 \text{ W}$. Faktor účinnosti sa potom vypočíta takto:

$$f_e = (1,25 + (\frac{P_{\text{el,pmp}}}{P_{\text{hydr,des}}})^{0,5}) \cdot 1,5 \cdot b = (1,25 + (\frac{179}{117})^{0,5}) \cdot 1,5 \cdot 2 = 7,46$$

b – pre existujúce budovy má hodnotu 2.

Systémový výkonový faktor sa potom vypočíta takto:

$$e_{\text{dis}} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{\text{dis}}^{-1}) = 7,46 \cdot (0,90 + 0,10 \cdot 0,28^{-1}) = 9,38$$

Vlastná spotreba energie sa napokon vypočíta:

$$W_{\text{H,dis,aux,an}} = W_{\text{H,dis,hydr,an}} \cdot e_{\text{dis}} = 167 \cdot 9,38 = 1566 \text{ kWh}$$

6.2.2.4 Spätné ziskateľná časť vlastnej spotreby energie

Vzhľadom na to, že obehové čerpadlo sa nachádza v nevykurovanej časti budovy, spätné ziskateľná časť vlastnej spotreby energie sa v tomto prípade do energetickej bilancie nezapočíta.

6.2.2.5 Tepelná strata z výroby tepla

Zdrojom tepla je v tomto prípade odovzdávacia stanica tepla, ktorá sa nachádza mimo budovy. S tepelnou stratou z výroby tepla sa preto v tomto príklade neuvažuje.

V prípade, ak by sa jednalo o výpočet energetickej hospodárnosti budovy v súlade s vyhláškou MDVRR SR č. 364/2012 Z. z., musí sa účinnosť pri výrobe tepla zohľadniť vo výpočte dodanej energie (pozri 9.2.2).

6.2.2.6 Potreba energie na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie bez zohľadnenia spätne získateľnej tepelnej straty sa vypočíta takto:

$$Q_{VYK} = Q_H + Q_{em,ls} + Q_{H,dis,ls,an} + W_{H,dis,aux,an} = 135\,860 + 8\,669 + 5\,001 + 1\,566 \\ = 151\,096 \text{ kWh/rok}$$

Merná potreba energie na vykurovanie bez zohľadnenia spätne získateľnej tepelnej straty:

$$Q_{VYK,m} = Q_{VYK}/A_b = 151\,096/4486,1 = 33,7 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

Pri výpočte potreby energie na vykurovanie treba ešte zohľadniť spätne získateľnú časť energie zo systému prípravy TV (časť rozvodov TV v bytoch). Výpočet spätne získateľnej tepelnej straty zo systému prípravy TV je uvedený v 7.2.2.4. Výpočet potreby energie na vykurovanie so zohľadnením spätne získateľnej tepelnej straty je v Tab. 6.3.

Tabuľka 6.3. Výpočet mernej potreby energie na vykurovanie - nový stav

Sledovaný údaj	Označenie	Jednotka	Vypočítaná hodnota
Potreba tepla na vykurovanie	Q_H	kWh/rok	135 860
Tepelná strata systému odovzdávania	$Q_{em,ls}$	kWh/rok	8 669
Tepelná strata z rozvodov	$Q_{H,dis,ls,an}$	kWh/rok	5 001
Vlastná spotreba energie	$W_{H,dis,aux,an}$	kWh/rok	1 566
Potreba energie na vykurovanie bez zohľadnenia spätne získateľnej tepelnej straty	Q_{VYK}	kWh/rok	151 096
Spätne získateľná tepelná strata zo systému prípravy TV	$Q_{w,d,i}$	kWh/rok	2077
Potreba energie na vykurovanie po zohľadnení spätne získateľnej tepelnej straty	Q_{VYK}	kWh/rok	149 019
Podlahová plocha budovy	A_b	m ²	4486,1
Merná potreba energie na vykurovanie	$Q_{VYK,m}$	kWh/(m²·rok)	33,2

7 POTREBA ENERGIE NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY PO OBNOVE

7.0 ÚVOD

7.0.1 Opis situácie

Okrem vykurovacej sústavy si identifikoval(a) potenciál energetických úspor aj v sústave prípravy teplej vody. Najmä izoláciou rozvodných potrubí na nevykurovanom prízemí a v stúpacích šachtách by sa dalo ušetriť veľa energie. Vypočítaš preto úsporu energie pre toto opatrenie, čím si ukončil(a) energetické výpočty potrebné na stanovenie úspory energie.

7.0.2 Zadanie

Navrhni vhodné energeticky úsporné opatrenia pre systém prípravy teplej vody. Vypočítaj potrebu energie na prípravu teplej vody po uskutočnení týchto opatrení.

7.1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ OPATRENIA PRE SYSTÉM PRÍPRAVY TV

Niektoré úsporné opatrenia v systéme prípravy TV a prislúchajúce ovplyvnené parametre sú v Tab. 7.1. Základným predpokladom úspechu je minimalizácia tepelných strát z rozvodov TV. Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. odporúča distribučnú sústavu novej budovy alebo významne obnovej budovy navrhnuť tak, aby výpočtová teplota teplej vody s možnosťou termickej dezinfekcie bola 60 °C, výpočtová teplota teplej vody bez možnosti termickej dezinfekcie bola 70 °C, maximálny rozdiel teploty teplej vody medzi výstupným a vratným otvorom zásobníka bol najviac 5 K, z výtoku od otvorenia teplej vody vytekala do 30 sekúnd voda s výpočtovou teplotou 50 °C, tepelná strata potrubia neprekročila hodnotu 10 W/(m.K).

Tabuľka 7.1. Energeticky úsporné opatrenia a ovplyvnené parametre na prípravu TV

Opatrenia v systéme prípravy TV	Ovplyvnené parametre
Úsporné sprchové hlavice	Potreba vody
Časové ovládanie prevádzky sprch	Potreba vody
Termostatický zmiešavač, sprchy	Potreba vody
Časové riadenie prevádzky cirkulačných čerpadel TV	Distribučný systém
Oprava netesností	Distribučný systém
Tepelná izolácia potrubných rozvodov, armatúr	Distribučný systém
Termostatické riadenie teploty TV	Automatická regulácia teploty
Inštalácia tepelného čerpadla	Účinnosť zdroja tepla
Spätné získavanie tepla z odpadovej vody	Účinnosť zdroja tepla
Manuál prevádzky a údržby	P&Ú* / energetický manažment

*) P&Ú znamená prevádzka a údržba.

7.2 PRÍKLAD

V prípade systému prípravy TV sa uvažuje s tepelným izolovaním rozvodných potrubí. Vzhľadom na to, že cirkulačné čerpadlo sa nachádza mimo objektu a nevplýva na dodanú energiu, nebudeme sa s ním v tomto príklade zaoberať.

7.2.1 Izolácia rozvodných potrubí sústavy TV

Pôvodná izolácia rozvodných potrubí TV je na niektorých miestach poškodená, alebo už vôbec neexistuje. Táto izolácia nevyhovuje súčasným požiadavkám na tepelnú ochranu. Preto sa navrhuje vymeniť pôvodnú izoláciu ležatých rozvodov za novú. Okrem toho sa odporúča izolovať stúpacie potrubia vedené v šachtách. V praxi môže byť s ohľadom na stav rozvodov výhodné, resp. nutné spolu so zateplením realizovať aj výmenu samotných rozvodov tepla.

V tomto príklade sa uvažuje s hrúbkou tepelnej izolácie pre ležaté rozvody 30 mm. Stúpacie potrubia v šachtách sú v pôvodnom stave a sú len veľmi slabo izolované plstenými pásmi; v príklade sa pre tieto potrubia uvažuje s tepelnou izoláciou hrúbky 20 mm.

7.2.2 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody

7.2.2.1 Potreba tepla na prípravu TV – zjednodušená metóda

Zjednodušenou metódou vypočítať potrebu tepla na prípravu TV na základe podlahovej plochy pri definovanej teplote TV 60 °C a teplote studenej vody 10 °C takto:

$$Q_W = Q_{W,A} \cdot A = 20 \cdot 4486,1 = 89\,722 \text{ kWh/rok}$$

kde:

$Q_{W,A}$ – špecifická potreba tepla na jednotku plochy (kWh/m².a). V prípade normalizovaného

výpočtu možno použiť hodnotu pre bytové domy podľa vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z., príloha č. 1, Tab. č. 1. V prípade energetického auditu treba stanoviť potrebu tepla tak, aby sa táto čo najviac približovala realite. V tomto príklade uvažujeme s hodnotou 20 kWh/(m².a).

A – rovná sa mernej ploche $A_b = 4486,1 \text{ m}^2$.

7.2.2.2 Strata tepelnej energie z distribučného systému teplej vody

Celková tepelná strata z distribučného systému TV je:

$$Q_{W,d} = \sum Q_{W,d,i} + Q_{W,d,c} = 37\,754 + 3577 = 41\,331 \text{ kWh/rok}$$


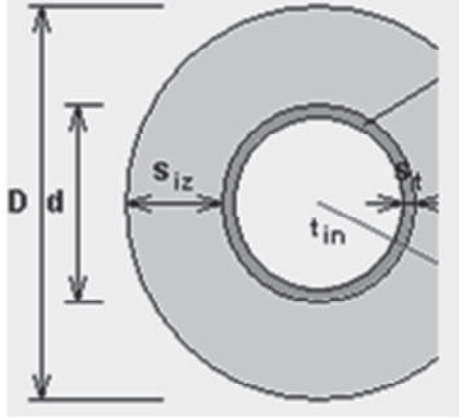
7.2.2.3 Tepelná strata úseku potrubia s cirkuláciou TV

Tepelná strata úseku potrubia TV a cirkulačného potrubia sa počíta pre tú časť rozvodu, v ktorej prebieha cirkulácia TV, t. j. od zdroja tepla (resp. v našom prípade od vstupu potrubí do budovy) až po pripájacie potrubia do bytov. Pretože v pripájacích rozvodoch od stúpacích potrubí do bytov TV necirkuluje, tieto sa vo výpočte neuvažujú. Pri výpočte tepelnej straty úseku potrubia TV a cirkulačného potrubia sa vychádzalo z nasledujúcich údajov:

- prírodné ležaté aj cirkulačné potrubie TV je z oceľových závitových pozinkovaných rúr svetlosti DN 40, resp. DN 32. Súčiniteľ tepelnej vodivosti oceľovej rúry je $\lambda = 50 \text{ W/(m.K)}$;
- ležaté potrubia sú izolované novou tepelnou izoláciou hrúbky 30 mm. Uvažuje sa so súčiniteľom tepelnej vodivosti izolácie $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$;
- v objekte sú 4 inštalačné šachty, v každej je stúpacie prírodné aj cirkulačné potrubie TV z oceľových závitových pozinkovaných rúr. Súčiniteľ tepelnej vodivosti oceľovej rúry je $\lambda = 50 \text{ W/(m.K)}$;
- stúpacie potrubia sú izolované novou tepelnou izoláciou hrúbky 20 mm. Uvažuje sa so súčiniteľom tepelnej vodivosti izolácie $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$.

Na Obr. 7.1 je príklad výpočtu lineárneho stratového súčiniteľa ležatého prírodného potrubia. Tepelná strata distribučného systému sa vypočítala pomocou programu na nasledujúcej internetovej stránke:

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhovehoprurezou>

Izolace -- Vlastní hodnoty -- Rozměry izolace Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K Trubka Ocelové trubky závitové běžné Rozměry trubky - DN 40 (1 1/2") Průměr $d = 48.3$ mm Tloušťka stěny $s_t = 3.25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 50$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
 $D = d + 2 s_{iz} = 108.3$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 57.5$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 10$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 3.8$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.259 < 0.15$ W / m K => NEVYHOVUJE (přibližná tl. izolace = 81.3 mm)

Obr. 7.1. Výpočet lineárního stratového součinitele a přívodního potrubia TV na přízemí

Pri výpočte tepelnej straty z rozvodu sa použili tieto vstupné údaje:

U_i je lineárny stratový súčiniteľ zodpovedá hodnote U_0 na Obr. 7.1 v obdĺžniku.

Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 7.2;

$\theta_{w,d,i}$ – stredná teplota teplonosnej látky zodpovedá hodnote t_{in} na Obr. 7.1. Uvažuje sa s maximálnym rozdielom teploty teplej vody medzi výstupným a vratným otvorom zásobníka najviac 5 K (vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z.), preto sa uvažuje so strednou teplotou vody v rozvodoch $\theta_m = 60$ °C – 5 °C / 2 = 57,5 °C;

θ_i – teplota okolitého prostredia zodpovedá hodnote t_{out} na Obr. 7.1. Uvažuje sa 10 °C pre ležaté potrubia na prízemí a 15 °C pre stúpacie potrubia v šachte;

L – dĺžka ležatých rozvodov na 1. NP a stúpacích rozvodov v šachtách (v budove sú štyri stúpacie potrubia TV s cirkuláciou). Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 7.2;

t_w – počet prevádzkových hodín; počet dní prípravy TV = 365 dní. Počet prevádzkových hodín je $365 \cdot 24 = 8760$ hod.

V Tab. 7.2 sú vlastnosti rozvodov TV na nevykurovanom prízemí a v šachtách, na základe ktorých sa vypočítala tepelná strata úseku potrubia s cirkuláciou TV.

Tabuľka 7.2. Vlastnosti rozvodov TV na nevykurovanom prízemí a v šachtách po izolácii

DN potrubia (mm)	Lineárny stratový súčiniteľ Ψ (W/(m.K))	Dĺžka rozvodu L (m)	Teplota okolitého prostredia θ_i (°C)	Identifikácia potrubia	Izolácia
40	0,259	7	10	prívod 1. NP	30 mm
32	0,238	6	10	prívod 1. NP	30 mm
25	0,257	56	15	prívod šachta	20 mm
20	0,222	76	15	prívod šachta	20 mm
20	0,180	13	10	cirkulácia 1. NP	30 mm
15	0,193	132	15	cirkulácia šachta	20 mm

Výpočet tepelnej straty distribučným potrubím TV:

$$\begin{aligned}
 Q_{H,dis,ls,an} &= \sum_j \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \\
 &= (0,259 \cdot 7 \cdot (57,5 - 10) + 0,238 \cdot 6 \cdot (57,5 - 10) + 0,257 \cdot 56 \cdot (57,5 - 15) \\
 &\quad + 0,222 \cdot 76 \cdot (57,5 - 15) + 0,180 \cdot 13 \cdot (57,5 - 10) + 0,193 \cdot 132 \cdot (57,5 \\
 &\quad - 15)) \cdot 8760 / 1000 = 37\,754 \text{ kWh/rok}
 \end{aligned}$$

7.2.2.4 Tepelná strata potrubia v dôsledku stagnácie TV

Tepelná strata potrubia v dôsledku stagnácie TV sa vypočíta pre pripájacie potrubia od stúpacích potrubí k výtakovým armatúram v bytoch. Pretože tieto potrubia prechádzajú bytmi, uvažuje s teplotou okolitého vzduchu 20 °C. Tepelná strata potrubia v dôsledku stagnácie vody sa pre bytový dom vypočíta takto:

$$\begin{aligned}
 Q_{W,d,i} &= \frac{365}{3600} \cdot c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{W,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{tap} \\
 &= \frac{365}{3600} \cdot 4181 \cdot 0,045 \cdot (57,5 - 20) \cdot 5 = 3577 \text{ kWh/rok}
 \end{aligned}$$

kde sa pri výpočte použili tieto vstupné údaje:

c_w je merná tepelná kapacita vody (J/(kg.K)), má hodnotu 4181 J/(kg.K);

V_w – objem vody v rúrkach (m^3) je vypočítaný z dĺžky a priemeru potrubia, $V_w = 0,045 m^3$;

$\theta_{w,d}$ – priemerná teplota vody v potrubí ($^{\circ}C$), má hodnotu 57,5 $^{\circ}C$;

θ_{amb} – priemerná teplota okolia ($^{\circ}C$), má hodnotu 20 $^{\circ}C$;

N_{tap} – počet odberov teplej vody, teda koľkokrát za deň TV vychladne. V tomto príklade sa uvažuje 5-krát za deň.

Objem vody v rúrkach sa vypočítal takto:

Z pôdorysu sa zistila dĺžka potrubia TV v jednotlivých bytoch na typickom podlaží od inštaláčnej šachty po výtokové armatúry v kuchyni a v kúpeľni. V tomto prípade sú na podlaží 4 byty, celková dĺžka potrubí na podlaží je $5,3 + 5,4 + 5,3 + 5,4 = 21,4$ m. Táto dĺžka sa vynásobila počtom obytných podlaží (12) v bytovom dome. Dimenzia potrubí v bytoch je DN 15, teda $V_w = (21,4 \cdot 12) \cdot (3,14 \cdot 0,015^2 / 4) = 0,045 m^3$.

Pretože táto tepelná strata prispieva k vykurovaniu bytov, možno časť tejto straty počas vykurovacej sezóny považovať za spätne získateľnú tepelnú stratu a odpočítat ju od potreby energie na vykurovanie vypočítanej v 6.2.2.6. Spätne získateľná tepelná strata z distribúcie TV počas vykurovacej sezóny sa vypočíta takto:

$$\begin{aligned} Q_{w,d,i} &= 212/3600 \cdot c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{w,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{tap} \\ &= 212/3600 \cdot 4181 \cdot 0,045 \cdot (57,5 - 20) \cdot 5 = 2077 \text{ kWh} \end{aligned}$$

kde sa pri výpočte použili tieto vstupné údaje:

c_w je tepelná kapacita vody, $c_w = 4181$ J/(kg.K);

V_w – objem vody v rúrkach je vypočítaný z dĺžky a priemeru potrubia, $V_w = 0,045 m^3$;

$\theta_{w,d}$ – priemerná teplota vody v potrubí, $\theta_{w,d} = 57,5$ $^{\circ}C$;

θ_{amb} – priemerná teplota okolia v bytoch, $\theta_{amb} = 20$ $^{\circ}C$;

N_{tap} – počet odberov teplej vody, teda, koľkokrát za deň TV v potrubíach vychladne. V tomto príklade sa uvažuje 5-krát za deň.

7.2.2.5 Tepelná strata cirkulačného okruhu počas obdobia bez cirkulácie

Predpokladá sa, že cirkulačné čerpadlo je v prevádzke bez prestávky, v cirkulačnom potrubí preto nedochádza k vychladnutiu vody. Hoci sa dá predpokladať vychladnutie TV v cirkulačnom počas technickej prestávky, toto vychladnutie sa vo výpočte zanedbalo.

7.2.2.6 Stanovenie vlastnej elektrickej energie cirkulačných čerpadiel

V tomto prípade sa cirkulačné čerpadlo systému prípravy TV nachádza v OST mimo bytového domu, s vlastnou elektrickou energiou cirkulačného čerpadla sa preto v tomto príklade neuvažuje.

7.2.2.7 Tepelná strata z akumulácie TV

Akumulačná nádoba sa nachádza v odovzdávacej stanici tepla mimo budovy. V tomto príklade sa preto s tepelnou stratou z akumulácie neuvažuje.

7.2.2.8 Tepelná strata z výroby tepla

Zdrojom tepla je v tomto prípade odovzdávacia stanica tepla, ktorá sa nachádza mimo budovy. S tepelnou stratou z výroby tepla sa preto v tomto príklade neuvažuje.

V prípade, ak by išlo o výpočet energetickej hospodárnosti budovy v súlade s vyhláškou MDVRR SR č. 364/2012 Z. z., musí sa účinnosť pri výrobe tepla zohľadniť vo výpočte dodanej energie (pozri 9.2.2).

7.2.2.9 Potreba energie na prípravu TV

Potreba energie na prípravu TV:

$$Q_{TV} = Q_W + Q_{W,d} + W_{W,d,pump} + Q_{W,g} = 89\,722 + 41\,331 = 131\,053 \text{ kWh/rok}$$

Merná potreba energie na ohrev TV:

$$Q_{TV,m} = Q_{TV}/A_b = 131\,053/4486,1 = 29,2 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)}$$

Výpočet potreby energie na prípravu TV je zhrnutý v Tab. 7.3.

Tabuľka 7.3. Potreba energie na prípravu TV – nový stav

Sledovaný údaj	Označenie	Jednotka	Vypočítaná hodnota
Potreba tepla na prípravu TV	Q_W	kWh/rok	89 722
Tepelná strata z distribúcie TV	$Q_{W,d}$	kWh/rok	41 331
Potreba energia na prípravu TV	Q_{TV}	kWh/rok	131 053
Podlahová plocha budovy	A_b	m ²	4486,1
Merná potreba energie na prípravu TV	$Q_{TV,m}$	kWh/(m².rok)	29,2

8 VÝPOČET NÁVRATNOSTI A ZISKOVOSTI ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATRENÍ, HOTOVOSTNÝ TOK

8.0 ÚVOD

8.0.1 Opis situácie

Prepracoval(a) si sa k záverečnému kroku svojho posúdenia, ktorým je technicko-ekonomické vyhodnotenie navrhovaných úsporných opatrení. Konkrétne treba stanoviť ziskovosť energeticky úsporných opatrení a hotovostný tok – cashflow.

8.0.2 Zadanie

Pre energeticky úsporné opatrenia uvažované v predošlých krokoch vypočítaj jednoduchú návratnosť (PB), čistú súčasnú hodnotu (NPV) a koeficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ). Navrhni formu financovania obnovy bytového domu a vypočítaj hotovostný tok – cashflow.

8.1 TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE

Technicko-ekonomické vyhodnotenie je dôležitou súčasťou projektov obnovy. Cieľom technicko-ekonomického vyhodnotenia je nájsť ziskovosť jednotlivých energeticky úsporných opatrení a zistiť hotovostný tok pri navrhovanej variante financovania, resp. porovnať rôzne varianty financovania.

8.1.1 Ekonomické parametre

Ekonomické parametre, ktoré vstupujú do technicko-ekonomického vyhodnotenia, sú tieto:

- investície (€),
- ročná úspora (€/rok),
- technická/ekonomická životnosť (roky),
- nominálna úroková miera (%),
- miera inflácie (%),
- reálna úroková miera (%).

8.1.1.1 Investície

Investičné náklady zahŕňajú všetky výdavky spojené s celkovou investíciou do navrhnutých energeticky úsporných opatrení. Tieto investície pozostávajú z nákladov na materiál, na projektovú dokumentáciu, montážne práce, dopravu, prenájom lešenia, daní a pod.

8.1.1.2 Ročná úspora

Ročná úspora energie v kWh/rok predstavuje rozdiel v potrebe energie pred aplikovaním energeticky úsporných opatrení a po ich realizácii. Kľúčové je pritom správne prerozdeliť usparenú energiu medzi jednotlivé úsporné opatrenia.

Ročná ekonomická úspora (B) je čistá ročná úspora peňazí (€/rok), ktorá vyplýva zo zodpovedajúcej investície. Zjednodušený výpočet ročnej úspory z investície do energeticky úsporných opatrení predstavuje:

$$B = S \cdot E \quad (\text{€/rok}) \quad (8.1)$$

kde:

S je úspora energie za rok (kWh/rok);

E – cena energie (€/kWh).

8.1.1.3 Technická a ekonomická životnosť

Technická životnosť je fyzická životnosť investície/zariadenia, t. j. čas, počas ktorého dokáže byť zariadenie v činnosti/prevádzke (z technického hľadiska).

Ekonomická životnosť (n) je praktická životnosť investície/zariadenia, t. j. čas, po ktorého uplynutí je ziskovejšie vymeniť existujúce zariadenie za nové.

Vzhľadom na to, že prvky/zariadenia sa často vymieňajú skôr, ako sú neschopné prevádzky, v dôsledku rýchleho vývoja novších a efektívnejších zariadení je ich ekonomická životnosť zvyčajne kratšia, ako technická životnosť týchto zariadení. Technická a ekonomická životnosť jednotlivých zariadení podľa Dahlsveena a kol. (2008) sú v Tab. 8.1. Alternatívne možno použiť údaje o životnosti produktov podľa Tab. 8.2, kde sú uvedené niektoré údaje o strednej dĺžke životnosti a ročných nákladoch na údržbu vybraných komponentov a produktov podľa prílohy A STN EN 15459.

Tabuľka 8.1. Technické a ekonomické životnosti zariadení (Dahlsveen a kol., 2008)

Zariadenia	Technická životnosť	Ekonomická životnosť
Stavebné konštrukcie	60	30
Izolácie	40	30
Okná	30	30
Vykurovací systém	25	15
Potrubné rozvody	30	15
Zásobníkový ohrievač TV	15	15
Elektrické vykurovanie	30	15
Termostatické hlavice a ventily	15	10
Tepelné čerpadlá	15	15
Expanzný systém	20	15
Výmenník tepla	15	15
Rozvody VZT	30	15
Automatická regulácia	15	10
Osvetlenie	20	15
Zariadenia na úsporu vody (úsporné výtokové armatúry...)	10 – 15	5 – 10

Tabuľka 8.2. Údaje o strednej dĺžke životnosti a nákladoch na údržbu vybraných komponentov a produktov podľa STN EN 15459

Komponent	Stredná dĺžka životnosti min – max (roky)	Ročná preventívna údržba zahŕňajúca prevádzkové náklady, náklady na opravu a služby v % počiatočných investícií
Klimatizačné jednotky	15	4
Kotol – kondenzačný	20	1 – 2
Riadiaci systém – centrálny	15 – 25	4
Regulačný ventil, automatický	15	6
Regulačný ventil, manuálny	30	4
Chladiace panely a stropy	30	2
Elektrické ohrievače – tepelný zásobníkový ohrievač	20 – 25	1
Podlahové vykurovanie – voda	50	2
Tepelné čerpadlá	15 – 20	2 – 4
Rúry, medené	30	1
Rúry, kompozitné alebo (pozri podlahové vykurovanie, voda)	50	1
Rúry, nerezové	30	1
Rúry, oceľ v zatvorenom systéme	30	1
Čerpadlá – cirkulačné	10 – 20	2
Čerpadlá – regulačné	10 – 15	1,5 – 2
Vykurovacie telesá, voda	30 – 40	1 – 2
Zásobníková nádrž pre teplú vodu	20	1
Ventil – termostatický	20	1,5

8.1.1.4 Nominálna úroková miera

Nominálnu úrokovú mieru (n_r) možno uvažovať rovnakú, ako je úroková miera úveru z banky, resp. zo stavebnej sporiteľne. Nominálna úroková miera je takmer vždy vyššia ako inflácia, s výnimkou úrokovej miery zo Štátneho fondu rozvoja bývania, kedy úroková miera môže byť nižšia ako inflácia.

8.1.1.5 Miera inflácie

Inflácia (b) je definovaná ako priemerný vzostup cien všetkých tovarov za rok. Miera inflácie sa dá len ťažko predpovedať, okrem iného aj preto, že sa môže líšiť v závislosti od rozličných typov tovarov a služieb.

8.1.1.6 Reálna úroková miera

Reálna úroková miera (r) je nominálna úroková miera upravená tak, aby zohľadňovala infláciu, relatívny vzostup cien energie a iných možných relatívnych cenových vzostupov. Je to dôležitý parameter, pretože čím je ekonomická životnosť určitej investície dlhšia, tým podstatnejšiu úlohu bude mať reálna úroková miera. Reálna úroková miera sa so zohľadnením inflácie vypočíta podľa vzťahu:

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b} \quad (\%) \quad (8.2)$$

kde:

r je reálna úroková miera (%);

n_r – nominálna úroková miera (%);

b – inflácia (%).

8.1.2 Ukazovatele ziskovosti opatrení

Existuje viacero ukazovateľov ziskovosti energeticky úsporných opatrení. Medzi najčastejšie používané ukazovatele patria hrubá návratnosť, čistá súčasná hodnota a koeficient čistej súčasnej hodnoty.

8.1.2.1 Hrubá návratnosť

Hrubá návratnosť – PayBack (PB) predstavuje počet rokov, za ktoré sa vrátia vložené investície prostredníctvom úspor na energiách. Hrubá návratnosť sa vypočíta takto:

$$PB = I/B \quad (\text{rok}) \quad (8.3)$$

kde:

I sú investície (€);

B je ročná úspora (€/rok). Táto úspora (B) sa pre zjednodušenie vo výpočtoch hrubej návratnosti uvažuje každý rok rovnaká ($B_1 = B_2 = \dots B_n$).

Metóda hrubej návratnosti môže byť vhodným nástrojom na rýchle výpočty návratnosti, má však niekoľko obmedzení:

- môže sa používať iba vtedy, keď je nízka reálna úroková miera;
- môže sa používať iba v prípade, keď je hrubá návratnosť nižšia ako 4 až 5 rokov;
- pri metóde sa neberie do úvahy hodnota ročných úspor po čase hrubej návratnosti.

8.1.2.2 Metóda čistej súčasnej hodnoty – Net Present Value (NPV)

NPV je ukazovateľ, ktorý vyjadruje dnešnú hodnotu peňažných tokov v budúcnosti. V dôsledku inflácie totiž ceny relatívne rastú, 1000 € v roku 2016 nemusí mať rovnakú hodnotu ako 1000 € v roku 2017. V praxi to znamená, že v roku 2016 nemôžeme za 1000 € kúpiť rovnaké množstvo tovarov a služieb, ako v roku 2017. Navyše, ak by sme dali 1000 € dnes do banky, aj keď len na nízky úrok, o niekoľko rokov by sme mali k dispozícii viac ako 1000 €. Preto sa pri metóde NPV peňažné toky diskontujú, pričom diskont predstavuje akúsi potenciálnu ušlú príležitosť. Keby sme napríklad boli dali peniaze namiesto zateplenia do banky na úročený účet, zarobili by sme po nejakej dobe určité množstvo peňazí.

Pri výpočtoch ziskovosti energeticky úsporných opatrení možno ako diskont použiť nominálnu úrokovú mieru, ktorá sa rovná úrokovej sadzbe pri pôžičke z finančnej inštitúcie. Táto úroková sadzba v sebe skrýva úrokovú sadzbu, za ktorú finančná inštitúcia štandardne zhodnocuje svoje peniaze a k nej je pripočítaná prémia za riziko, ktoré finančná inštitúcia podstupuje, keď nám peniaze požičiava.

Čistá súčasná hodnota – Net Present Value (NPV) opatrenia na úsporu energie je súčasná hodnota všetkých budúcich ročných úspor počas ekonomickej životnosti zariadenia (od 1. roku do roku n), mínus začiatková investícia. Čistá súčasná hodnota sa vypočíta takto:

$$NPV = \left(\frac{B_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n} \right) - I \quad (\text{€}) \quad (8.4)$$

kde:

r je reálna úroková miera (%);

n – ekonomická životnosť (rok);

B – finančné úspory (€/rok);

I – investície (€).

Ak je hodnota NPV kladná, znamená to, že investícia je zisková.

Pre zjednodušenie sa v projektoch úspory často predpokladajú v rovnakej výške pre každý rok ($B_1 = B_2 = \dots = B_n$); potom sa rovnica na výpočet čistej súčasnej hodnoty môže matematicky zjednodušiť:

$$NPV = B \cdot \frac{1-(1+r)^{-n}}{r} - I \quad (€) \quad (8.5)$$

kde:

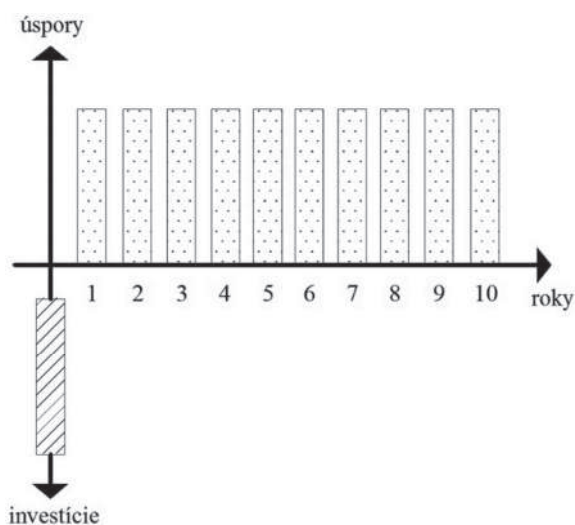
r je reálna úroková miera (%);

n – ekonomická životnosť (rok);

B sú finančné úspory (€/rok);

I – investície (€).

Rozpočítanie úspor v rovnakej výške pre každý rok je ilustrované na Obr. 8.1.



Obr. 8.1. Rozpočítanie úspor v rovnakej výške pre každý rok pri výpočte NPV

8.1.2.3 Koeficient čistej súčasnej hodnoty – NPVQ

Koeficient čistej súčasnej hodnoty NPVQ je vyjadrený ako pomer čistej súčasnej hodnoty a hodnoty celkových investícií.

$$\text{NPVQ} = \frac{\text{NPV}}{I} \quad (-)$$

(8.6)

kde:

NPV je čistá súčasná hodnota;

I sú investície (€).

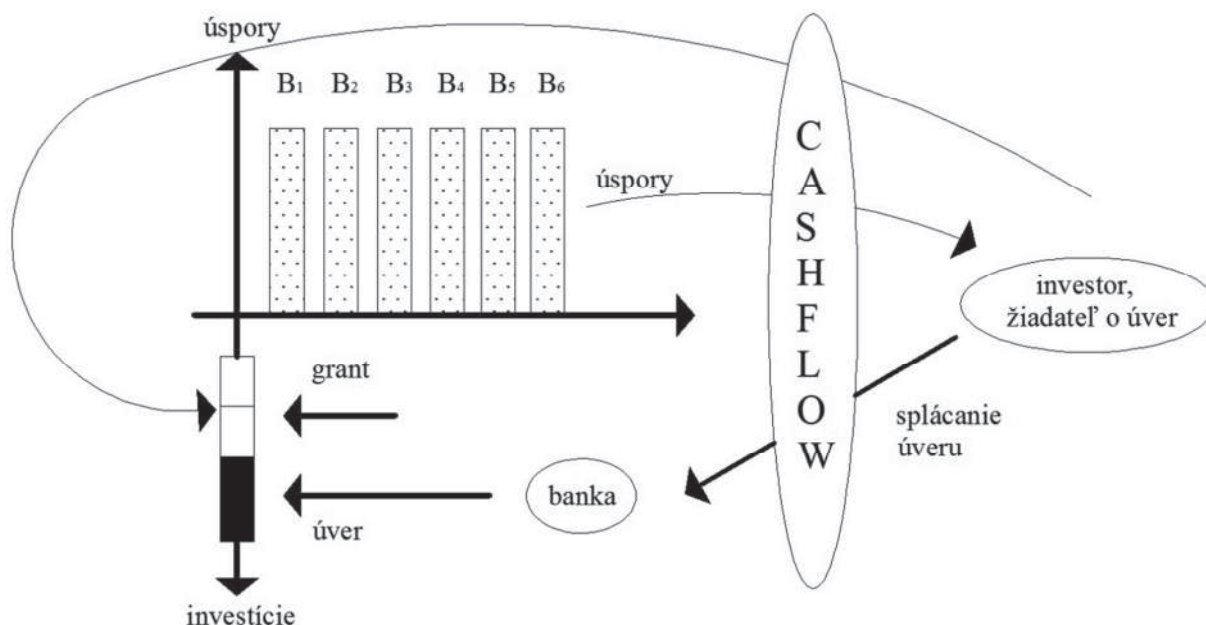
Kladný NPVQ indikuje ziskové opatrenie (projekt), zatiaľ čo záporný NPVQ indikuje neziskové opatrenie (projekt). Najvyšší NPVQ indikuje najziskovejšie opatrenie (projekt). Metóda NPVQ je vhodná na zoradenie energeticky úsporných opatrení z hľadiska ziskovosti.

8.1.3 Hotovostný tok – CASHFLOW

8.1.3.1 Princíp hotovostného toku

Pre investora projektu je dôležitým ukazovateľom hotovostný tok, tzv. cashflow, ktorý závisí od spôsobu financovania projektu. Nositeľ projektu bude investovať čiastočne vlastné prostriedky (kapitál), zároveň splácať úver a má mať zabezpečené znížené náklady na energie (úspory). Výpočtom cashflow zistí, kedy začne byť projekt ziskový.

Princíp hotovostného toku je vyjadrený na Obr. 8.2. Na y-ovej osi dole sú počiatočné investície, ktoré môžu pochádzať z vlastných prostriedkov, z úveru, z grantu a pod. Na y-ovej osi hore sú úspory pre jednotlivé roky. Zatiaľ čo nositeľ projektu musí pravidelne splácať úver, čím o peniaze prichádza, vďaka energeticky úsporným opatreniam zaznamenáva zisk (úspory), z ktorých tieto splátky financuje. V ideálnom prípade nositeľ projektu každoročne vyprodukuje prebytok, teda zarobí viac, ako musí splatiť. Bilancia výdavkov a príjmov pre všetky roky projektu je hotovostný tok – cashflow.



Obr. 8.2. Princíp hotovostného toku – cashflow

8.1.3.2 Faktor anuity

Vezmime si nasledujúci príklad: Investície do energeticky úsporných opatrení (zateplenie, výmena transparentných konštrukcií, rekonštrukcia odovzdávacieho systému...) sú finančne náročné, preto si investor musel veľkú časť finančných prostriedkov požičať. Predpokladajme, že prostriedky sú zabezpečené z 80 % úverom z finančnej inštitúcie s úrokom 5,65 % a zvyšných 20 % sú vlastné prostriedky. Splatnosť úveru je 10 rokov. Potrebujeme zistiť, koľko treba mesačne splatiť za úver finančnej inštitúcii. To zistíme pomocou faktora anuity; príklad faktora anuity pre rôzne kombinácie úrokovej sadzby a splatnosti úveru je v Tab. 8.3. Napríklad, pre úver s úrokom 5,65 % má pri splatnosti 12 rokov faktor anuity určený z Tab. 8.3 hodnotu 0,1170 (hodnota sa získala interpoláciou medzi 5 % a 6 %, pozri hodnoty v rámci). Ročnú splátku získame, keď prenásobíme celkovú hodnotu úveru faktorom anuity určeným z tabuľky. Túto tabuľku možno použiť pre komerčný úver z finančnej inštitúcie, nie však pre úver zo Štátneho fondu rozvoja bývania (ŠFRB).

Tabuľka 8.3. Faktor anuity pre rôzne kombinácie splatnosti úveru a úrokovej sadzby (Dahlsveen a kol., 2008)

	Úroková miera n_r (%)									
(Roky)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,1
2	0,5075	0,515	0,5226	0,5302	0,5378	0,5454	0,5531	0,5608	0,5685	0,5762
3	0,34	0,3468	0,3535	0,3603	0,3672	0,3741	0,3811	0,388	0,3951	0,4021
4	0,2563	0,2626	0,269	0,2755	0,282	0,2886	0,2952	0,3019	0,3087	0,3155
5	0,206	0,2122	0,2184	0,2246	0,231	0,2374	0,2439	0,2505	0,2571	0,2638
6	0,1725	0,1785	0,1846	0,1908	0,197	0,2034	0,2098	0,2163	0,2229	0,2296
7	0,1486	0,1545	0,1605	0,1666	0,1728	0,1791	0,1856	0,1921	0,1987	0,2054
8	0,1307	0,1365	0,1425	0,1485	0,1547	0,161	0,1675	0,174	0,1807	0,1874
9	0,1167	0,1225	0,1284	0,1345	0,1407	0,147	0,1535	0,1601	0,1668	0,1736
10	0,1056	0,1113	0,1172	0,1233	0,1295	0,1359	0,1424	0,149	0,1558	0,1627
11	0,0965	0,1022	0,1081	0,1141	0,1204	0,1268	0,1334	0,1401	0,1469	0,154
12	0,0888	0,0946	0,1005	0,1066	0,1128	0,1193	0,1259	0,1327	0,1397	0,1468
15	0,0721	0,0778	0,0838	0,0899	0,0963	0,103	0,1098	0,1168	0,1241	0,1315
20	0,0554	0,0612	0,0672	0,0736	0,0802	0,0872	0,0944	0,1019	0,1095	0,1175
25	0,0454	0,0512	0,0574	0,064	0,071	0,0782	0,0858	0,0937	0,1018	0,1102
30	0,0387	0,0446	0,051	0,0578	0,0651	0,0726	0,0806	0,0888	0,0973	0,1061

8.2 PRÍKLAD

8.2.1 Ekonomické parametre

8.2.1.1 Investície

Celkové investície do energetickejšporných opatrení zahŕňajú všetky náklady spojené s týmito opatreniami, teda najmä náklady na materiál a náklady na montáž, ale i projekciu, prenájom lešenia a pod. Na určenie investičných nákladov sa vypracovali položkové rozpočty pre jednotlivé opatrenia: realizácia zatepl'ovacieho systému obvodového pláš'ťa, strechy, výmena okien, zateplenia rozvodov vykurovacej sústavy a sústavy prípravy teplej vody, atď. Zhrnutie investičných nákladov pre všetky úsporné opatrenia je v Tab. 8.5.

8.2.1.2 Ročná úspora energie

Pri výpočte energetickej úspory je dôležité si uvedomiť, ktoré parametre budú vo výpočte energetickej bilancie jednotlivými opatreniami ovplyvnené, aby sa mohla úspora správne medzi tieto opatrenia rozpočítat'. Výpočet úspory energie treba vykonať pre celý súbor opatrení. Až keď sa vypočíta úspora energie vplyvom celého súboru opatrení, možno

túto úsporu rozpočítať medzi jednotlivé opatrenia. Príklad rozpočítania úspory energie medzi jednotlivé opatrenia je v Tab. 8.4.

Tabuľka 8.4. Rozpočítanie úspory energie medzi jednotlivé opatrenia

Energetický úsporné opatrenie		Úspora energie v kWh/rok						
		Potreba tepla Q_h	Odovzdávanie $Q_{em,ls}$	Distribúcia $Q_{dis,ls}$	Čerpadlá W_{dis}	Celk. úspora tepla	Celk. úspora elektriny	Úspora spolu
St. konštrukcie	Zateplenie plášťa (aj copilitovej steny)	142786	14684	2125		159594		159594
	Zateplenie strechy	10060	1035	150		11245		11245
	Výmena okien (bez copilitovej steny)	158833	16334	2364		177531		177531
VYK	zateplenie rozvodov			5715		5715		5715
	hydr. pregulovanie, aut. regulácia, tepl. spád		5302	1538		6840		6840
	výmena čerpadla				2722		2722	2722
TV	zateplenie rozvodov			45467		45467		45467
SUMA		311679	37354	57359	2722	406392	2722	409114

Stavebné konštrukcie: v dôsledku zateplenia sa znížila potreba tepla. Celková úspora tepla sa rozdelila pomerne medzi zateplenie plášťa, zateplenie strechy a výmenu okien.

V dôsledku zníženia potreby tepla sa znížili aj tepelné straty z odovzdávania (rovnica 3.1 – s klesajúcou potrebou tepla klesá aj tepelná energia potrebná na krytie straty z odovzdávania). Okrem toho, zateplenie viedlo k zníženiu priemernej teploty vykurovacej vody (rovnice 3.11 a 3.12), a tým aj k zníženiu tepelných strát pri rozvode tepla (rovnica 3.8). Zníženie tepelných strát z odovzdávania a z rozvodu tepla sa rozdelilo medzi zateplenie plášťa, zateplenie strechy a výmenu okien v rovnakom pomere, ako úspora potreby tepla.

Zateplenie stavebných konštrukcií a výmena okien vedie aj k určitej úspore elektrickej energie pre obehové čerpadlo. Úspora elektrickej energie vplyvom zateplenia a výmeny okien bola pomerne nízka. Preto sa pre zjednodušenie prisúdila celá úspora elektrickej energie pre obehové čerpadlo len výmene obehového čerpadla za nové.

Vykurovanie: zateplenie rozvodov vykurovania v nevykurovanej časti viedlo k zníženiu lineárneho súčiniteľa prechodu tepla, a tým k zníženiu tepelných strát prechodom cez steny vykurovacích potrubí (rovnica 3.8).

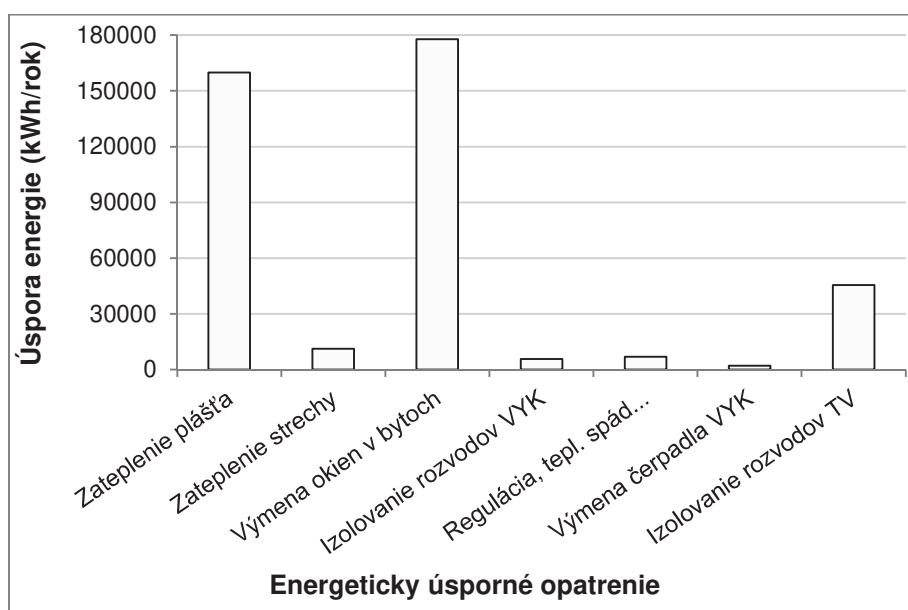
Hydraulické preregulovanie, automatická regulácia a zníženie teplotného spádu sú opatrenia, ktorých realizácia je nevyhnutná na to, aby sa v plnej miere prejavil účinok zateplenia a aby sa zlepšila efektívnosť prevádzky vykurovacieho systému. Celkovú úsporu energie týmito opatreniami môže byť zložitý vyčíslit'. Napríklad, sústava bola hydraulicky

vyregulovaná pred zateplením, no po zateplení ju treba preregulovať. Aká bude úspora v dôsledku tohto opatrenia? Zníženie tepelných strát z odovzdávacieho systému, vyčíslené pre tieto opatrenia v Tab. 8.4, je dôsledkom vyladenia, prípadnej opravy regulačných ventilov a automatickej regulácie (toto sa zohľadnilo v rovnici 3.5, parametrom $\Delta\theta_{ctr}$). Zníženie tepelnej straty z distribúcie tepla je dôsledkom zníženia teplotného spádu z 90/70 °C na 75/65 °C, a tým aj priemernej teploty vykurovacej vody (rovnice 3.11 a 3.12).

Výmena obehového čerpadla za nové, efektívnejšie, vedie k zníženiu potreby elektrickej energie pre obehové čerpadlo v dôsledku jeho účinnejšej prevádzky (rovnica 3.20).

Príprava teplej vody: Zateplením rozvodov TV sa vzhľadom na nevyhovujúci stav tepelnej izolácie rozvodov pred opatreniami ušetrilo veľké množstvo energie. Táto úspora je dôsledkom radikálneho zníženia tepelných strát prechodom tepla cez steny rozvodov TV, vrátane cirkulácie TV.

Potenciál ročnej úspory energie vplyvom jednotlivých úsporných opatrení je vyjadrený graficky na Obr. 8.3 v kWh/rok.



Obr. 8.3. Potenciál ročnej úspory energie pre jednotlivé úsporné opatrenia

8.2.1.3 Ekonomická životnosť

Vo výpočtoch sme uvažovali s ekonomickou životnosťou zariadení a systémov podľa Tab. 8.1, resp. Tab. 8.2. Konkrétne hodnoty ekonomickej životnosti pre navrhované úsporné opatrenia sú uvedené v Tab. 8.6.

8.2.1.4 Nominálna úroková miera

Pri výpočte NPV môžeme vychádzať z úrokovej miery, ktorá zodpovedá úrokovej miere poskytovanej komerčnými inštitúciami pri obnove bytového fondu. V našom prípade budeme počítať s nominálnou úrokovou mierou $n_r \cdot 100 = 5 \%$.

Okrem komerčnej pôžičky existujú na Slovensku i nástroje štátnej podpory, napríklad pôžička zo Štátneho fondu rozvoja bývania (ŠFRB). V prípade pôžičky zo ŠFRB je úrok obvykle nižší, ako je to v prípade komerčných inštitúcií.

8.2.1.5 Miera inflácie

Miera inflácie cien energie použitá vo výpočtoch je odhadnutá na 2 %. Na zjednodušenie sa uvažovalo s konštantnou mierou inflácie počas celého výpočtového obdobia a použila sa rovnaká miera inflácie pre cenu tepla aj pre cenu elektrickej energie.

8.2.1.6 Reálna úroková miera

Reálna úroková miera so zohľadnením inflácie sa vypočíta takto:

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b} = \frac{0,05 - 0,02}{1 + 0,02} = 0,029$$

kde:

n_r je nominálna úroková miera = 5 %, teda 0,05;

b – miera inflácie = 2,0 %, teda 0,02.

8.2.2 Ukazovatele ziskovosti

Nasleduje príklad výpočtu niektorých ukazovateľov ziskovosti, konkrétne hrubej návratnosti, čistej súčasnej hodnoty (NPV) a koeficientu čistej súčasnej hodnoty (NPVQ).

8.2.2.1 Hrubá návratnosť

Ročná úspora energie a financií je uvedená v Tab. 8.5, spolu s hrubou návratnosťou. Ceny tepla a elektriny sa určili na základe nasledovných predpokladov:

- Súčasná cena tepla 0,11 €/kWh. Táto cena zodpovedá variabilnej zložke ceny tepla v €/kWh.
- Súčasná cena elektriny 0,15 €/kWh. Táto cena zodpovedá variabilnej zložke ceny elektrickej energie v €/kWh.

- cena tepla aj elektriny je počas celej doby návratnosti konštantná. Výpočet hrubej návratnosti teda nezohľadňuje infláciu cien energie.

Tabuľka 8.5. Ročná úspora a hrubá návratnosť navrhnutých opatrení

Energeticky úsporné opatrenie	Invest. náklady I (€)	Úspora energie S (kWh/rok)	Súčasná cena energie (€/kWh)	Finančná úspora B (€/rok)	Hrubá návratnosť PB (rok)
STAVEBNÉ KONŠTRUKCIE					
Zateplenie obvodového plášťa a schodiskovej steny	407 208	159 594	0,11	17 555	23
Zateplenie strechy	27 452	11 245	0,11	1237	22
Výmena pôvodných otvorových konštrukcií	72 895	177 531	0,11	19 528	4
VYKUROVANIE					
Izolácia rozvodných potrubí vykurovacej sústavy	7963	5715	0,11	629	13
Hydraulické prerégulovanie, automatická regulácia, zníženie teplotného spádu	4243	6840	0,11	752	6
Výmena pôvodného čerpadla za nové čerpadlo s frekvenčným meničom	1126	2722	0,15	408	3
PRÍPRAVA TV					
Izolácia rozvodných potrubí sústavy TV	8272	45 467	0,11	5001	2
	529 160	409 114		45 111	

8.2.2.2 Čistá súčasná hodnota – Net Present Value (NPV)

Reálna úroková miera 2,9 % sa vypočítala z nominálnej úrokovej miery 5,0 % a inflácie 2,0 %. Ekonomická životnosť sa určila podľa Tab. 8.1 a Tab. 8.2. Ak sa na výpočet ziskovosti (NPV, NPVQ) použije reálna úroková miera, potom by ďalšie úspory mali vychádzať zo súčasných cien energie a nemali by sa navyšovať o infláciu. Ak sa na začiatku použije nominálna úroková miera, potom by sa ďalšie úspory mali navýšiť o infláciu. Pretože sa na výpočet NPV a NPVQ použila reálna úroková miera, uvažovalo sa so súčasnou cenou energie. Uvažovala sa súčasná cena tepla 0,11 €/kWh a súčasná cena elektrickej energie 0,15 €/kWh.

Ekonomické parametre, čistá súčasná hodnota (NPV) a koeficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ) pre navrhované úsporné opatrenia sú zhrnuté v Tab. 8.6.

Tabuľka 8.6. NPV a NPVQ navrhovaných energeticky úsporných opatrení

Energeticky úsporné opatrenie	Investičné náklady I (€)	Finančná úspora B (€/rok)	Ekonomická životnosť n (rok)	NPV (€)	NPVQ (-)
STAVEBNÉ KONŠTRUKCIE					
Zateplenie obvodového plášťa a schodiskovej steny	407 208	17 555	30	-60 484	-0,15
Zateplenie strechy	27 452	1237	30	-3 023	-0,11
Výmena pôvodných otvorových konštrukcií	72 895	19 528	30	312 797	4,29
VYKUROVANIE					
Izolácia rozvodných potrubí vykurovacej sústavy	7963	629	30	4454	0,56
Hydraulické preregulovanie, automatická regulácia, zníženie teplotného spádu	4243	752	10	2194	0,52
Výmena pôvodného čerpadla za nové	1126	408	10	2367	2,10
PRÍPRAVA TV					
Izolácia rozvodných potrubí sústavy TV	8272	5001	30	90 506	10,94
	529 160	45 111			

8.2.2.3 Koefficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ)

Koefficient čistej súčasnej hodnoty pre jednotlivé opatrenia je uvedený v Tab. 8.6.

8.2.3 Hotovostný tok – CASHFLOW

Pretože investičné náklady na obnovu bytového domu sú vysoké a investor nie je schopný obnovu financovať len z vlastných prostriedkov, je pre neho kľúčové získať chýbajúce financie z iného zdroja. Pri plánovaní zdrojov na obnovu je potrebné vypracovať hotovostný tok (cashflow), predstavujúci finančnú analýzu pre investora aj pre potenciálneho veriteľa, ktorá jasne určuje čas, za ktorý je investícia splatená a kedy začína byť výnosná.

S ohľadom na plánovanie financií treba zdôrazniť, že komplexná obnova bytového domu nespočíva len v zateplení, ale aj v odstránení statických nedostatkov, systémových porúch, výmene rozvodov a pod. S týmito opatreniami treba v rozpočte takisto počítať. Nasledujúci výpočet preto predstavuje zjednodušený príklad, zameraný len na vybrané energeticky úsporné opatrenia.

8.2.3.1 Zdroje financovania obnovy bytového domu

Hoci investor projektu, v tomto prípade vlastníci bytového domu (fyzické osoby zastúpené správcom, spoločenstvo vlastníkov bytov, bytové družstvo...), bude investovať sčasti vlastný kapitál, vzhľadom na investičné náklady často nie je možné obnovu v plnej

miere financovať z vlastných zdrojov. Investor si preto musí časť finančných prostriedkov požičať.

Najpriaznivejšou z možností je vziať si pôžičku zo Štátneho fondu rozvoja bývania (ŠFRB). Pôžičky od ŠFRB predstavujú prostriedok, ktorým štát podporuje obnovu bytového fondu tak, že na obnovu domu poskytuje úvery s nízkou úrokovou sadzbou, ktorej výška sa nemení počas celej doby splatnosti úveru. Poskytovanie podpory z prostriedkov ŠFRB sa riadi zákonom č. 150/2013 Z. z. a vyhláškou MDVRR SR č. 284/2013 Z. z. Navyše možno od Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR získať nenávratný príspevok na odstránenie systémovej poruchy bytového domu podľa zákona č. 443/2010 Z. z.

Okrem podpory zo ŠFRB možno využiť aj pôžičku od komerčnej inštitúcie. V tomto prípade uvažujeme s pôžičkou z komerčnej inštitúcie vo výške 80 % z celkových nákladov. Zvyšných 20 % nákladov pokryje investor z vlastných zdrojov. Uvažuje sa s úrokovou sadzbou vo výške 5,0 % a s dĺžkou splácania 20 rokov. Rozdelenie finančných zdrojov a podmienky financovania sú uvedené v Tab. 8.7.

Tabuľka 8.7. Rozdelenie finančných zdrojov a podmienky financovania

Finančné zdroje	Podiel z nákladov (%)	Investície (€)	Úroková miera (%)	Splatnosť (roky)
Komerčný úver	80	423 328	5,0	20
Vlastné zdroje	20	105 832	--	--
Celkom	100	529 160		

8.2.3.2 Náklady na úsporné opatrenia

Vo finančnom toku sa uvažuje s uplynutím času ekonomickej životnosti obehového čerpadla po 10 rokoch, a teda s jeho výmenou v 11. roku. Okrem toho sa predpokladá, že po 10 rokoch od obnovy (v 11. roku) bude potrebná výmena regulačných armatúr v bytoch a na päťkách stúpacích potrubí, resp. na päte objektu a ich hydraulické vyregulovanie.

Počas životného cyklu budovy je potrebné vynakladať prostriedky na prevádzku a údržbu a na opravy rôznych porúch, aby sa neznížovala energetická efektívnosť, či aby sa neznížila životnosť stavby. Vzhľadom nato, že náklady na opravy a údržbu by sa museli vynakladať aj v prípade neobnovenej budovy, nie sú tieto náklady pri výpočte hotovostného toku zohľadnené ako výdavok súvisiaci so zateplením.

Počas obdobia 20 rokov bude treba splácať úver z komerčnej inštitúcie. Tento dlh sa vyčíslí pomocou faktora anuity, ktorý sa odčíta z Tab. 8.3. Pre splatnosť 20 rokov

a nominálnu úrokovú mieru 5,0 % sa faktor anuity rovná 0,0802. Ročná dlhová služba sa vypočíta pre násobením faktora anuity a celkovej sumy pôžičky:

$$\text{ročná dlhová služba} = 423\,131 \cdot 0,0802 = 33\,935,13 \text{ €}$$

8.2.3.3 Výpočet kumulovaného cashflow

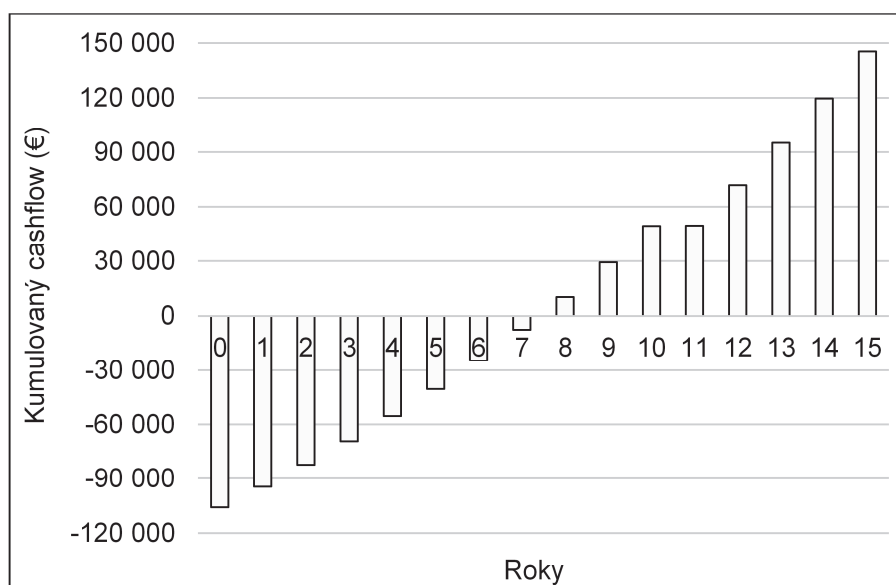
Výpočet kumulovaného cashflow je v Tab. 8.8 pre prvých 15 rokov od počiatkovej investície. Jednotlivé stĺpce možno interpretovať takto:

- Stĺpec 1: počiatková investícia – súčet investičných nákladov na všetky úsporné opatrenia z Tab. 8.5, resp. Tab. 8.6;
- Stĺpec 2: komerčný úver – výška komerčného úveru z finančnej inštitúcie z Tab. 8.7;
- Stĺpec 3: vlastný kapitál – objem vlastných zdrojov z Tab. 8.7;
- Stĺpec 4: dodatočná investícia – v 11. roku po investícii sa počíta s výmenou obehového čerpadla. Okrem toho sa predpokladá, že uplynie doba životnosti regulačných armatúr, uvažuje sa preto s výmenou regulačných armatúr na päte rozvodov a v bytoch, spolu s hydraulickým vyregulovaním. Pri výpočte dodatočnej investície sa zoberala do úvahy dnešná cena investície, navýšená o infláciu;
- Stĺpec 5: dlhová služba – ročná splátka úveru, vypočítaná v 8.2.3.2;
- Stĺpec 6: čisté úspory – finančná úspora. V roku 1 sa finančná úspora vypočítala pre násobením úspory energie v roku 1 a ceny energie v roku 1. V ostatných rokoch sa finančná úspora z 1. roku navyšuje o infláciu, teda v našom prípade rok 1 = 45182; rok 2 = rok 1 \times (1 + 0,02); rok 3 = rok 2 \times (1 + 0,02), atď.;
- Stĺpec 7: čistý cashflow – súčet dodatočnej investície, dlhovej služby a čistých úspor, teda stĺpec 4 + stĺpec 5 + stĺpec 6;
- Stĺpec 8: kumulovaný cashflow – na začiatku sa rovná vlastnému kapitálu. Potom sa každý rok pripočítava ku kumulovanému cashflow v predošlom roku hodnota čistého cashflow v súčasnom roku, teda v našom prípade počiatkový stav (rok 0) = -105 832; rok 1 = -105 832 + 11 232 = -94 600; rok 2 = -94 600 + 12 135 = -82 465 atď.

Tabuľka 8.8. Výpočet kumulovaného cashflow

Stĺpec	1	2	3	4	5	6	7	8
Rok	Počiatočná investícia (€)	Komerčný úver (€)	Vlastný kapitál (€)	Dodatočná investícia (€)	Dlhová služba (€/rok)	Čisté úspory (€)	Čistý cashflow (€/rok)	Kumulovaný cashflow (€/rok)
0	529 160	423 328	105 832					-105 832
1					-33 951	45 182	11 232	-94 600
2					-33 951	46 086	12 135	-82 465
3					-33 951	47 008	13 057	-69 408
4					-33 951	47 948	13 997	-55 411
5					-33 951	48 907	14 956	-40 455
6					-33 951	49 885	15 934	-24 521
7					-33 951	50 883	16 932	-7 589
8					-33 951	51 900	17 950	10 360
9					-33 951	52 938	18 988	29 348
10					-33 951	53 997	20 046	49 394
11				-20972	-33 951	55 077	155	49 549
12					-33 951	56 179	22 228	71 777
13					-33 951	57 302	23 351	95 128
14					-33 951	58 448	24 497	119 625
15					-33 951	59 617	25 666	145 292

Graficky je hotovostný tok znázornený na Obr. 8.4, kde na y-ovej osi je kumulovaný cashflow z Tab. 8.8 a na x-ovej osi sú roky trvania projektu. Z obrázku je vidieť, že kumulovaný cashflow sa stane kladným v ôsmom roku, teda zisk vplyvom realizácie úsporných opatrení prevýši vloženú investíciu ôsmy rok po realizácii.



Obr. 8.4. Kumulovaný cashflow – 80 % komerčný úver, 20 % vlastné zdroje

8.2.4 Záver technicko-ekonomického vyhodnotenia

Na základe ekonomických výpočtov možno konštatovať toto:

- Hrubá návratnosť (PB), ktorá predstavuje najjednoduchší z uvedených ekonomických ukazovateľov, naznačuje návratnosť v rámci ekonomickej životnosti pre všetky navrhované úsporné opatrenia. Hodnoty hrubej návratnosti majú vysokú výpovednú hodnotu v prípadoch, keď sú nízke. V našom prípade teda možno považovať za dôveryhodné najmä hodnoty hrubej návratnosti pre výmenu otvorových konštrukcií, výmenu čerpadla a tepelné izolovanie potrubí TV. Vysoká ziskovosť výmeny otvorových konštrukcií sa dosiahla vďaka radikálnej zmene súčiniteľa prechodu tepla vymenených otvorových konštrukcií z $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ na $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
- Čistá súčasná hodnota (NPV) a koeficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ), ktoré berú do úvahy aj infláciu, úrokovú mieru a ekonomickú životnosť, naznačujú, že najmä zateplenie obvodového plášťa a zateplenie strechy sú na hranici ziskovosti. Pri zateplení stavebných konštrukcií však treba vziať do úvahy aj faktory ako potreba obnovy bytového fondu, potreba sanácie konštrukcií (teda fasáda i strecha by sa museli po určitom čase aj tak rekonštruovať), a to, že zateplením sa bude šetriť energia aj po uplynutí ekonomickej životnosti. V prípade izolácie rozvodov vykurovania je dôvodom nízkeho NPVQ veľká hrúbka tepelnej izolácie a v dôsledku toho vysoká cena izolácie.
- Z finančného toku – cashflow, kde sa zohľadňuje aj spôsob financovania, vyplýva, že kumulované príjmy prevýšia kumulované výdavky v ôsmom roku po obnove. Do cashflow sa pritom v našom príklade zahrnuli len výdavky priamo súvisiace s energeticky úspornými opatreniami. Celkovo cashflow naznačuje solídny finančný prínos vplyvom realizácie úsporných opatrení. Ešte výraznejší nárast kumulovaného cashflow možno očakávať po splatení úveru.

9 ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT BUDOVY

9.0 ÚVOD

9.0.1 Opis situácie

Po významnej obnove treba budovu skolaudovať. Ku kolaudačnému konaniu treba zabezpečiť energetický certifikát. Na vysvetlenie princípu vypracovania energetického certifikátu predpokladajme, že pri obnove bytového domu sa zrealizovali rovnaké energeticky úsporné opatrenia, s ktorými sa uvažovalo v predošlých častiach. Výpočty potreby tepla na vykurovanie, potreby energie na vykurovanie a potreby energie na prípravu teplej vody popísané v predošlých častiach sa vykonali pre normalizované podmienky a v súlade s predpismi na výpočet energetickej hospodárnosti budov. Preto možno tieto výpočty využiť pri vypracovaní energetického certifikátu.

9.0.2 Zadanie

Vypracuj energetický certifikát. Použi pritom výsledky výpočtov potreby tepla a potreby energie z predchádzajúcich častí.

9.1 ENERGETICKÁ CERTIFIKÁCIA BUDOV

Energetický certifikát je dokument obsahujúci hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy. Tento dokument je výstupom z procesu energetickej certifikácie a je podpísaný fyzickými osobami s odbornou spôsobilosťou, ktoré ho spracovali. Energetická hospodárnosť budovy sa vyjadruje zatriedením budovy do energetickej triedy od A až po G, kde trieda „A“ predstavuje najúspornejší typ objektu. Energetická certifikácia je povinná pre novostavby, pri významnej obnove budov, a taktiež pri predaji a prenájme. Povinnosť energetickej certifikácie sa vzťahuje na tieto typy budov:

- rodinné domy;
- bytové domy;
- administratívne budovy;
- budovy škôl a školských zariadení;
- budovy nemocníc;
- budovy hotelov a reštaurácií;

- športové haly a iné budovy na šport;
- budovy na veľkoobchodné a maloobchodné služby;
- ostatné nevýrobné budovy spotrebúvajúce energiu.

9.1.1 Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie

Vychádzajúc z európskej smernice 2010/31/EU a zo zákona č. 300/2012 Z. z., určuje vykonávacia vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z., že do roku 2016 minimálne požiadavky určené ako horná hranica energetickej triedy B pre globálny ukazovateľ musia dosiahnuť nové budovy a významne obnovené budovy. Ak to nie je pri významne obnovovanej budove technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné, stavebné konštrukcie a prvky tvoriace ich časť, ktoré vytvárajú obalovú konštrukciu budovy, musia spĺňať aspoň požiadavky určené podľa STN 73 0540-2/Z1 pre jednotlivé energetické úrovne výstavby.

Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových budov postavených po 31. decembri 2015 je horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ, ktorá charakterizuje ultranízkoenergetickú úroveň výstavby.

Pre nové budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy postavené po 31. decembri 2018 a pre všetky ostatné nové budovy postavené po 31. decembri 2020 je minimálnou požiadavkou pre globálny ukazovateľ horná hranica energetickej triedy A0, ktorá charakterizuje úroveň výstavby s takmer nulovou spotrebou energie.

Na splnenie vyššie uvedeného cieľa sa vypracoval národný plán na dosiahnutie energetickej úrovne budov s takmer nulovou spotrebou energie. Tento národný plán okrem iného určuje, že normalizované požiadavky na tepelnotechnické vlastnosti a potrebu tepla na vykurovanie podľa STN zodpovedajú splneniu minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov, ktorou bola do roku 2016 horná hranica energetickej triedy B pre potrebu energie na vykurovanie. Ďalšia energetická úroveň výstavby predstavuje vždy polovičnú hodnotu predchádzajúcej energetickej triedy. Požiadavky na potrebu tepla na vykurovanie pre jednotlivé energetické úrovne výstavby podľa STN 73 054-2/Z1 sú pre stavebné konštrukcie nových budov vyjadrené v Tab. 9.1.

Tabuľka 9.1. Energetické kritérium pre jednotlivé úrovne výstavby podľa Národného plánu SR a STN 73 0540-2/Z1

Druh výstavby	Potreba tepla na vykurovanie v závislosti na faktore tvaru budovy kWh/(m ² rok)	Súčiniteľ prechodu tepla vo W/(m ² .K)		
		Obvodový plášť	Strešný plášť	Otvorové konštrukcie
Minimálne požiadavky pred rokom 2013	≤ 100	0,46	0,3	1,7
Nízkoenergetické budovy normalizované požiadavky od 1. 1. 2013	≤ 100	0,32	0,22	1,4
Ultránízkoenergetické budovy odporúčané požiadavky po 31. 12. 2016	≤ 50	0,22	0,15	1,0
Budovy s takmer nulovou spotrebou energie odporúčané požiadavky po 31. 12. 2018/2020	≤ 25	0,15	0,1	0,6

9.1.2 Obsah energetického certifikátu (EC)

Energetický certifikát obsahuje číselné ukazovatele, ktoré vyjadrujú minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť budov, určené pre jednotlivé miesta spotreby, spôsoby spotreby energie v budove, opis technických a energetických charakteristík budovy, technického a technologického zariadenia, výsledky výpočtu energetickej hospodárnosti, zatriedenie budovy do energetickej triedy (triedy A – G) vrátane grafického vyjadrenia a platnosti certifikátu.

Pre obytné budovy sa hodnotí potreba tepla na vykurovanie, potreba energie na vykurovanie, potreba energie na prípravu TV; pre nebytové budov sa hodnotí aj osvetlenie. Potreba energie na nútené vetranie a chladenie sa hodnotí pre nebytové budovy okrem prípadov, keď sú v budove chladené alebo nútene vetrané iba niektoré miestnosti, ktorých celková podlahová plocha je menej ako 80 % celkovej podlahovej plochy budovy. Globálnym (hlavným) ukazovateľom energetickej hospodárnosti je primárna energia.

Platnosť energetického certifikátu je najviac 10 rokov, platnosť sa však môže skrátiť, a to napríklad vykonaním stavebných úprav, ktoré majú vplyv na energetickú hospodárnosť budovy.

Obsah energetického certifikátu je graficky znázornený na Obr. 9.1 a Obr. 9.2. Úvodná strana okrem iného obsahuje evidenčné číslo EC, názov a identifikačné údaje o budove, účel spracovania EC, obrázok budovy, označenie energetickej triedy A – G (pre rodinné a bytové domy len vykurovanie a TV, pre nebytové budovy všetky miesta spotreby, pre nebytové budovy bez chladenia a vetrania sa toto miesto spotreby nevyznačí), kategóriu budovy,

celkovú potrebu energie, globálny ukazovateľ – primárnu energiu, obnoviteľné zdroje energie, opis najdôležitejších opatrení na zlepšenie energetickej hospodárnosti, dátum vyhotovenia, platnosť, identifikačné údaje oprávnenej osoby atď.

Druhá strana obsahuje najmä výsledky energetického hodnotenia potreby energie v budove pre jednotlivé miesta spotreby energie, minimálnu požiadavku pre jednotlivé miesta spotreby, posúdenie (áno – nie), celkovú potrebu energie, ktorá je súčtom potreby energie podľa jednotlivých miest spotreby energie v budove. Vpravo dole sa uvedie výsledok hodnotenia primárnej energie pre globálny ukazovateľ.

Energetický certifikát

vydaný podľa zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov
a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a v znení zákona č. 300/2012 Z. z.
č./I./.../EC

<p>Názov budovy: _____</p> <p>Ulica, číslo: _____</p> <p>Obec: _____</p> <p>Oblasť: _____</p> <p>Účel spracovania: _____</p>	<p>Parc. č.: _____</p> <p>Katastrálne územie: _____</p> <p>Podiel celkovej podlahovej plochy: _____ %</p> <p>Kategória budovy: _____</p> <p>Podiel celkovej podlahovej plochy: _____ %</p>
--	--

Kategória budovy:

Globálny ukazovateľ:

Primárna energia

Nízka potreba energie

A0/A1/A

B

C

D

E

F

G

Vysoká potreba energie

Normalizované hodnotenie:

Previdkové hodnotenie:

Minimálna požiadavka R_p :

Typická budova $R_{p,c}$:

Celková potreba energie	Primárna energia
A	A0

Číslo certifikátu: _____

Podpis certifikujúceho orgánu: _____

Dátum vyhotovenia: _____

Platnosť najviac do: _____

Meno a priezvisko oprávnenej osoby: _____

Obchodné meno a sídlo: _____

Identifikačné číslo: _____

ISO: _____

Kontakt: _____

Podpis a pečiatka

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

<p>Názov budovy: _____</p> <p>Ulica, číslo: _____</p> <p>Obec: _____</p> <p>Oblasť: _____</p> <p>Kategória budovy: _____</p>	<p>Parc. č.: _____</p> <p>Katastrálne územie: _____</p> <p>Podiel celkovej podlahovej plochy: _____ %</p> <p>Kategória budovy: _____</p>
--	--

Vykurovanie

Energetická trieda	Hodnotenie	Výsledok hodnotenia:
A	s	A
B	+	
C	+	
D	+	
E	+	
F	+	
G	+	

Príprava teplej vody

Energetická trieda	Hodnotenie	Výsledok hodnotenia:
A	s	A
B	+	
C	+	
D	+	
E	+	
F	+	
G	+	

Chladenie/ventilácia

Energetická trieda	Hodnotenie	Výsledok hodnotenia:
A	s	A
B	+	
C	+	
D	+	
E	+	
F	+	
G	+	

Osvetlenie

Energetická trieda	Hodnotenie	Výsledok hodnotenia:
A	s	A
B	+	
C	+	
D	+	
E	+	
F	+	
G	+	

Celková potreba energie budovy

Energetická trieda	Hodnotenie	Výsledok hodnotenia:
A	s	A
B	+	
C	+	
D	+	
E	+	
F	+	
G	+	

Primárna energia

Energetická trieda	Hodnotenie	Výsledok hodnotenia - globálny ukazovateľ:
A0	s	A0
A1	+	
B	+	
C	+	
D	+	
E	+	
F	+	
G	+	

Obr. 9.1. Prvé strany energetického certifikátu. Vľavo: titulná strana. Vpravo: miesta spotreby

Tretia až siedma strana EC obsahujú najmä opis aktuálneho stavu a opis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti. Tretia strana sa týka stavebných konštrukcií, štvrtá vykurovania, piata prípravy TV, šiesta osvetlenia a siedma strana sa týka núteného vetrania a chladenia.

Na poslednej, ôsmej strane EC, sa uvádzajú výsledky súvisiace s navrhovanými opatreniami pre jednotlivé miesta spotreby, konkrétne výsledok výpočtu potreby tepla a energie pre aktuálny stav budovy podľa príslušných miest spotreby energie; celková dodaná energia, primárna energia a emisie CO₂, výsledok výpočtu potreby tepla a energie po predpokladanom uplatnení opatrení, predpokladaná úspora vplyvom uplatnenia opatrení v kWh/(m².a). Ďalej sa uvádza graf uvádzajúci úspory energie, prehľad navrhovaných opatrení a vyznačuje sa výsledok energetického hodnotenia vplyvom predpokladaného uplatnenia opatrení obdĺžnikom s vyznačenou energetickou triedou.

Podrobnosti energetickej certifikácie a energetického certifikátu sú uvedené vo vyhláške MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. a vo vyhláške MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT		ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT																																														
Názov budovy: _____ Ulica, číslo: _____ Obec: _____ Kategória budovy: _____		Parc. č.: _____ Katastrálne územie: _____ Obec: _____ Kategória budovy: _____																																														
Tepelná ochrana budov		Možná úspora energie po vykonaní navrhovaných úprav																																														
Spôsob hodnotenia: _____ Obkresovaný objem $V_{0,1}$ = _____ m ³ Celková podlahová plocha $A_{0,1}$ = _____ m ² Faktor tvaru f = _____ Konštrukčná výška podlažia $h_{0,1}$ = _____ m Klimatické podmienky: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Konštrukcia</th> <th style="width: 15%;">Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m².a)</th> <th style="width: 15%;">Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m².a)</th> <th style="width: 15%;">Úspora tepla / energie v kWh/(m².a)</th> <th style="width: 15%;">Úspora v %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potreba tepla na vykurovanie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potreba energie: na vykurovanie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>na prípravu teplej vody</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>na chladenie a vetranie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>na osvetlenie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Celková potreba energie v kWh/(m².a):</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Primárna energia v kWh/(m².a):</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂ emisie v kg/(m².a):</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Konštrukcia	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a)	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a)	Úspora tepla / energie v kWh/(m ² .a)	Úspora v %	Potreba tepla na vykurovanie					Potreba energie: na vykurovanie					na prípravu teplej vody					na chladenie a vetranie					na osvetlenie					Celková potreba energie v kWh/(m ² .a):					Primárna energia v kWh/(m ² .a):					CO ₂ emisie v kg/(m ² .a):				
Konštrukcia	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a)	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a)	Úspora tepla / energie v kWh/(m ² .a)	Úspora v %																																												
Potreba tepla na vykurovanie																																																
Potreba energie: na vykurovanie																																																
na prípravu teplej vody																																																
na chladenie a vetranie																																																
na osvetlenie																																																
Celková potreba energie v kWh/(m ² .a):																																																
Primárna energia v kWh/(m ² .a):																																																
CO ₂ emisie v kg/(m ² .a):																																																
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div> Podklad pre normalizované hodnotenie Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m².a) _____ Miesto a prístup k oprávnenej osobe: _____ Ošetrované meno a priezvisko: _____ Identifikačné číslo: _____ Podpis: _____ Registrovaný: _____ Číslo zápisu: _____ Posúdenie energetického kritéria podľa STN 730540 Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m².a) (3422 K def): _____ Požadavky (STN 73 0540) - Energetické kritérium: _____ Splňa požiadavku (áno / nie): _____ </div> </div>																																																
Popis aktuálneho stavu		Celková potreba energie																																														
Obvodový plášť: _____ Strecha: _____ Otvorové konštrukcie: _____ Podlaha na teréne/strop nad nevykurovaným suterénom: _____ Iné: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Celková potreba energie</th> <th style="width: 50%;">Potreba primárnej energie a CO₂ emisie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>		Celková potreba energie	Potreba primárnej energie a CO ₂ emisie																																											
Celková potreba energie	Potreba primárnej energie a CO ₂ emisie																																															
Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy		Navrhované opatrenia																																														
Obvodový plášť: _____ Strecha: _____ Otvorové konštrukcie: _____ Podlaha na teréne/strop nad nevykurovaným suterénom: _____ Iné: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Navrhované opatrenia</th> <th style="width: 30%;">Globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných opatrení</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Obvodový plášť</td> <td>A0</td> </tr> <tr> <td>Strecha</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Podlaha</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Otvorové konštrukcie</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Vykurovanie</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>Príprava teplej vody</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Chladenie a vetranie</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Osvetlenie</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>Otvorový zdroj energie</td> <td>Ordnatúrna odvetnosť investícií rokov</td> </tr> <tr> <td>Meno a priezvisko zhotoviteľa</td> <td>Podpis</td> </tr> <tr> <td>Meno a priezvisko oprávnenej osoby</td> <td>Podpis</td> </tr> <tr> <td>Ošetrované meno a priezvisko</td> <td>Podpis</td> </tr> <tr> <td>Identifikačné číslo</td> <td>Číslo zápisu</td> </tr> </tbody> </table>		Navrhované opatrenia	Globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných opatrení	Obvodový plášť	A0	Strecha	A1	Podlaha	B	Otvorové konštrukcie	C	Vykurovanie	D	Príprava teplej vody	E	Chladenie a vetranie	F	Osvetlenie	G	Otvorový zdroj energie	Ordnatúrna odvetnosť investícií rokov	Meno a priezvisko zhotoviteľa	Podpis	Meno a priezvisko oprávnenej osoby	Podpis	Ošetrované meno a priezvisko	Podpis	Identifikačné číslo	Číslo zápisu																	
Navrhované opatrenia	Globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných opatrení																																															
Obvodový plášť	A0																																															
Strecha	A1																																															
Podlaha	B																																															
Otvorové konštrukcie	C																																															
Vykurovanie	D																																															
Príprava teplej vody	E																																															
Chladenie a vetranie	F																																															
Osvetlenie	G																																															
Otvorový zdroj energie	Ordnatúrna odvetnosť investícií rokov																																															
Meno a priezvisko zhotoviteľa	Podpis																																															
Meno a priezvisko oprávnenej osoby	Podpis																																															
Ošetrované meno a priezvisko	Podpis																																															
Identifikačné číslo	Číslo zápisu																																															

Č. / J. J. J. / EC Strana 3

Č. / J. J. J. / EC Strana 8

Obr. 9.2. Vľavo: Tretia až siedma strana EC – opis aktuálneho stavu a návrh úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti. Vpravo: posledná, ôsma strana EC – možná úspora energie po vykonaní navrhovaných úprav, zatriedenie po realizácii navrhovaných opatrení

9.1.3 Odporúčany postup výpočtu

Pri zhotovení energetického certifikátu sa odporúča dodržať postup výpočtu uvedený v prílohe č. 4 k vyhláske MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. Odporúčany postup výpočtu:

1. Výpočet potreby tepla na vykurovanie, chladenie, prípravu teplej vody s určením potreby tepla pre jednotlivé systémy budovy.

2. Výpočet potreby energie pre každé miesto spotreby energie (na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody, osvetlenie), ktorá sa zároveň určí pre každý energetický nosič. Do úvahy sa berú všetky straty z distribúcie, odovzdávania a regulácie, ako aj vlastná spotreba energie (napr. pre čerpadlá) v budove.

3. Vypočítané hodnoty potreby energie pre jednotlivé miesta spotreby energie sa porovnávajú so škálou v prílohe č. 3 na zatriedenie do energetickej triedy.

4. Celková potreba energie budovy ako súčet potrieb energie pre jednotlivé miesta spotreby energie sa porovnávajú so škálou v prílohe č. 3 a budova sa zatriedi do energetickej triedy.

5. Odpočíta sa tepelná energia z obnoviteľných zdrojov energie v budove alebo v jej blízkosti od potreby tepla na vykurovanie (chladenie) a prípravu teplej vody v budove.

6. Stanoví sa dodaná energia berúc do úvahy účinnosti výroby tepla a všetky straty distribúcie, akumulácie, odovzdávania a regulácie mimo hranice budovy.

7. Vypočíta sa dodaná energia pre každý energetický nosič ako súčet potreby energie.

8. Od potreby elektrickej energie sa odčíta elektrická energia z obnoviteľných zdrojov energie v budove alebo v jej blízkosti.

9. Určí sa podiel energie z obnoviteľných zdrojov.

10. Vypočíta sa dodaná energia podľa energetických nosičov bez energie z obnoviteľných zdrojov v budove alebo v jej blízkosti vyjadrujúca súčet potrebnej energie dodanej cez systémovú hranicu budovy.

11. Vypočíta sa primárna energia s uplatnením faktorov primárnej energie.

12. Výsledok výpočtu sa porovná so škálou uvedenou v prílohe č. 3 a budova sa zatriedi do energetickej triedy podľa globálneho ukazovateľa.

13. Z dodanej energie s uplatnením faktora emisií CO₂ sa vypočítajú emisie oxidu uhličitého.

9.1.4 Škály energetických tried pre jednotlivé kategórie budov

Budova sa zatriedi do triedy energetickej hospodárnosti podľa potreby energie na vykurovanie na základe Tab. 9.2.

Tabuľka 9.2. Škála energetických tried potreby energie na vykurovanie (vyhl. MDVRR SR č. 364/2012 Z. z.)

Vykurovanie	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	rodinné domy	≤ 42	43 – 86	87 – 129	130 – 172	173 – 215	216 – 258	> 258
	bytové domy	≤ 27	28 – 53	54 – 80	81 – 106	107 – 133	134 – 159	> 159
	administratívne budovy	≤ 28	29 – 56	57 – 84	85 – 112	113 – 140	141 – 168	> 168
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 28	29 – 56	57 – 84	85 – 112	113 – 140	141 – 168	> 168
	budovy nemocníc	≤ 35	36 – 70	71 – 105	106 – 140	141 – 175	176 – 210	> 210
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 36	37 – 71	72 – 107	108 – 142	143 – 178	179 – 213	> 213
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 33	34 – 66	67 – 99	100 – 132	133 – 165	166 – 198	> 198
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤ 33	34 – 65	66 – 98	99 – 130	131 – 163	164 – 195	> 195

Budova sa zatriedi do triedy energetickej hospodárnosti podľa potreby energie na prípravu TV na základe Tab. 9.3.

Tabuľka 9.3. Škála energetických tried potreby energie na prípravu TV (vyhl. MDVRR SR č. 364/2012 Z. z.)

Príprava teplej vody	Kategórie budov	Triedy 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
	administratívne budovy	≤ 4	5 – 8	9 – 12	13 – 16	17 – 20	21 – 24	> 24
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 6	7 – 12	13 – 18	19 – 24	25 – 30	31 – 36	> 36
	budovy nemocníc	≤ 26	27 – 52	53 – 78	79 – 104	105 – 130	131 – 156	> 156
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 32	33 – 64	65 – 96	97 – 128	129 – 160	161 – 192	> 192
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 6	7 – 12	13 – 18	19 – 24	25 – 30	31 – 36	> 36
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤ 5	6 – 9	10 – 14	15 – 18	19 – 23	24 – 27	> 27

Celková potreba energie budovy je súčtom potrieb energie pre jednotlivé miesta spotreby. Budova sa zatriedi do triedy energetickej hospodárnosti podľa celkovej potreby energie budovy na základe Tab. 9.4.

Tabuľka 9.4. Škála energetických tried celkovej potreby energie budovy (vyhl. MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.)

Celková potreba energie v budove	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	rodinné domy	≤ 54	55 – 110	111 – 165	166 – 220	221 – 275	276 – 330	> 330
	bytové domy	≤ 40	41 – 79	80 – 119	120 – 158	159 – 198	199 – 237	> 237
	administratívne budovy	≤ 63	64 – 125	126 – 179	180 – 232	233 – 291	292 – 350	> 350
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 43	44 – 86	87 – 125	126 – 163	164 – 204	205 – 245	> 245
	budovy nemocníc	≤ 104	105 – 207	208 – 300	301 – 393	394 – 491	492 – 590	> 590
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 94	95 – 187	188 – 275	276 – 363	364 – 454	455 – 545	> 545
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 60	61 – 120	121 – 170	171 – 219	220 – 274	275 – 329	> 329
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤ 107	108 – 214	215 – 303	304 – 391	392 – 489	490 – 586	> 586

Globálnym (hlavným) ukazovateľom energetickej hospodárnosti budovy je primárna energia, ktorá sa určí úpravou (prenásobením) potreby energie rozdelenej podľa jednotlivých energetických nosičov (zemný plyn, elektrická energia, čierne uhlie...) konverzným faktorom primárnej energie podľa Tab. 3.10. Budova sa zatriedi do triedy energetickej hospodárnosti podľa globálneho ukazovateľa – primárnej energie budovy na základe Tab. 9.5.

Tabuľka 9.5. Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárnej energie (vyhl. MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.)

Globálny ukazovateľ - primárna energia	Kategórie budov	Triedy 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
	administratívne budovy	≤ 61	62 – 122	123 – 255	256 – 383	384 – 511	512 – 639	640 – 766	> 766
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 34	35 – 68	69 – 136	137 – 204	205 – 272	273 – 340	341 – 408	> 408
	budovy nemocníc	≤ 98	99 – 197	198 – 393	394 – 590	591 – 786	787 – 982	983 – 1179	> 1179
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 82	83 – 164	165 – 328	329 – 492	493 – 656	657 – 820	821 – 984	> 984
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 46	47 – 92	93 – 181	182 – 272	273 – 362	363 – 453	454 – 543	> 543
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤ 107	108 – 213	214 – 425	426 – 638	639 – 850	851 – 1062	1063 – 1275	> 1275

Budovu so zmiešaným účelom užívania treba zatriediť do energetickej triedy podľa škály hodnotenia, ktorá sa určí váženým priemerom z hodnôt pre jednotlivé kategórie budov podľa celkovej podlahovej plochy častí budovy a účelov ich užívania. Ak celková podlahová plocha časti budovy užívanej na iný účel nepresahuje 10 % celkovej podlahovej plochy celej budovy, zatriedi sa budova do kategórie budovy podľa prevládajúceho účelu užívania.

9.2 PRÍKLAD

Predchádzajúce výpočty možno využiť na zhotovenie energetického certifikátu vzhľadom na to, že všetky výpočty v predošlých príkladoch sa vykonali pre normalizované klimatické podmienky. Zároveň sa použili také výpočtové postupy a vstupné údaje, ktoré sú v zhode s vyhláškou MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. a vyhláškou MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.

9.2.1 Výpočet potreby energie

Podľa odporúčaného postupu vo vyhláške MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. sa do potreby energie na vykurovanie započítava potreba tepla na vykurovanie, tepelné straty zo systému odovzdávania tepla a systému rozvodu tepla, ako aj vlastná spotreba energie (napr. pre čerpadlá) v budove:

$$Q_{\text{VYK}} = Q_{\text{H}} + Q_{\text{em,ls}} + Q_{\text{H,dis,ls,an}} + W_{\text{H,dis,aux,an}} \quad (\text{kWh}) \quad (9.1)$$

kde:

Q_{H} je potreba tepla na vykurovanie (kWh);

$Q_{\text{em,ls}}$ – tepelná strata systému odovzdávania tepla (kWh);

$Q_{\text{H,dis,ls,an}}$ – tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému (kWh);

$W_{\text{H,dis,aux,an}}$ – vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla (kWh).

9.2.2 Výpočet dodanej energie

Aby bolo možné vypočítať primárnu energiu a emisie CO₂, je treba vypočítať dodanú energiu pre systémy vykurovania a prípravy teplej vody. Dodaná energia sa stanoví berúc do úvahy účinnosti výroby tepla a všetky straty distribúcie, akumulácie, odovzdávania a regulácie mimo hranice budovy.

9.2.2.1 Dodaná energia na vykurovanie

Vo výpočte dodanej energie na vykurovanie treba zohľadniť účinnosť výroby tepla. Na výpočet tepelnej straty z výroby tepla sa použije vzťah 3.22:

$$Q_{\text{H,g}} = \frac{(1-\eta)}{\eta} (Q_{\text{H}} + Q_{\text{em,ls}} + Q_{\text{H,dis,ls,an}} - Q_{\text{W,d,i}}) = \frac{(1-0,84)}{0,84} (135\,860 + 8669 + 5001 - 2077) = 28\,164 \text{ kWh/rok}$$

kde:

η je účinnosť zdroja tepla podľa Tab. 3.10, stĺpec „Faktor transformácie a distribúcie

energie“ (-). Pre diaľkové vykurovanie zemným plynom možno použiť hodnotu 0,84;

Q_H – potreba tepla na vykurovanie vypočítaná v 5 (kWh);

$Q_{em,ls}$ sú straty z odovzdávania tepla vypočítané v 6 (kWh);

$Q_{H,dis,ls,an}$ – straty z rozvodu tepla vypočítané v 6 (kWh);

$Q_{W,d,i}$ – spätne získateľná tepelná strata zo systému prípravy TV vypočítaná v 7 (kWh).

Od potreby tepla a tepelných strát sa ešte odpočíta spätne získateľná strata z rozvodu teplej vody. Výpočet dodanej energie na účel energetickej certifikácie budov je v Tab. 9.6

Tabuľka 9.6. Výpočet dodanej energie na vykurovanie – nový stav

Sledovaný údaj	Označenie	Jednotka	Vypočítaná hodnota
Potreba tepla na vykurovanie	Q_H	kWh/rok	135 860
Tepelná strata systému odovzdávania	$Q_{em,ls}$	kWh/rok	8669
Tepelná strata z rozvodov	$Q_{H,dis,ls,an}$	kWh/rok	5001
Tepelná strata z výroby	$Q_{H,g}$	kWh/rok	28 164
Spätne získateľná tepelná strata zo systému prípravy TV	$Q_{W,d,i}$	kWh/rok	2077
Dodané teplo		kWh/rok	175 617
Vlastná spotreba energie	$W_{H,dis,aux,an}$	kWh/rok	1566
Dodaná elektrická energia		kWh/rok	1566

9.2.2.2 Dodaná energia na prípravu teplej vody

Vo výpočte dodanej energie na prípravu TV sa zohľadnia aj vlastná spotreba energie cirkulačného čerpadla a účinnosť výroby TV. S akumuláciou TV sa v tomto príklade neuvažuje. Vlastná spotreba energie cirkulačného čerpadla sa vypočíta podľa vzťahu 4.6:

$$W_{d,pump} = 365/1000 \cdot f_{pump} \cdot P_{pump} = 365/1000 \cdot 24.70 = 613 \text{ kWh}$$

kde:

f_{pump} je prevádzkový čas čerpadla, uvažuje sa 24 h/deň;

P_{pump} je príkon čerpadla, uvažuje sa 70 W.

Výpočet tepelnej straty z výroby TV sa vykoná obdobne, ako tomu bolo pri vykurovaní:

$$Q_{W,g} = \frac{(1-\eta)}{\eta} (Q_W + Q_{W,d}) = \frac{(1-0,84)}{0,84} (89\,722 + 41\,331) = 24\,962 \text{ kWh/rok}$$

Tabuľka 9.7. Výpočet dodanej energie na prípravu TV – nový stav

Sledovaný údaj	Označenie	Jednotka	Vypočítaná hodnota
Potreba tepla na ohrev TV	Q_W	kWh/rok	89 722
Tepelná strata z distribúcie TV	$Q_{W,d}$	kWh/rok	41 331
Tepelná strata z výroby TV	$Q_{W,g}$	kWh/rok	24 962
Dodané teplo		kWh/rok	156 015
Vlastná spotreba energie	$W_{d,pump}$	kWh/rok	613
Dodaná elektrická energia		kWh/rok	613

9.2.3 Výpočet primárnej energie a emisií oxidu uhličitého (CO₂)

Na výpočet primárnej energie a emisií CO₂ sa odporúča použiť tabuľku podľa vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. (Tab. 9.8).

Tabuľka 9.8. Výpočet primárnej energie a emisií CO₂

Č.r.	Energetický nosič / miesto spotreby	Potreba energie	Vykurovací olej	Zemný plyn	Uhlie	Zemný plyn – diaľkové vykurovanie	Diaľkové chladenie	Drevo	Tepelná energia z elektriny vyrobenej v budove	Elektrická energia	Solárna tepelná energia	Elektrická energia – tepelné čerpadlo	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	33,2			32,8				0,4					
2		Príprava teplej vody	29,2			29,2									
3		Chladenie a vetranie													
4		Osvetlenie													
5		Celková potreba energie v budove	62,4			62,0				0,4					
6	OZE	V budove a v blízkosti													
7		Mimo pozemku užívaného s budovou													

Pokračovanie Tabuľky 9.8.

Č.r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Vykurovací olej	Zemný plyn	Uhlie	Zemný plyn – diaľkové vykurovanie	Diaľkové chladenie	Drevo	Tepelná energia z elektriny vyrobenej v budove	Elektrická energia	Solárna tepelná energia	Elektrická energia – tepelné čerpadlo	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂
8	Mimo budovy	Straty pri výrobe	11,8				11,8									
9		Straty pri distribúcii mimo budovy	0,1								0,1					
10		Straty pri odovzdávaní mimo budovy														
11	Dodaná energia kWh/(m².a)		74,3				73,8				0,5					
12	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča														
13		Váhové faktory pre primárnu energiu					1,3				2,2					
14		Primárna energia kWh/(m ² .a)					95,9				1,1					97,0
15		Váhové faktory pre emisie CO ₂					0,22				0,167					
16		Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)					16,2				0,1					16,3

9.2.4 Energetický certifikát budovy po významnej obnove

Predpokladajme, že pre bytový dom sa realizovali energeticky úsporné opatrenia opísané v 5, 6 a 7. Vzhľadom na to, že budova prešla významnou obnovou, je potrebné ju skolaudovať. Jeden z dokumentov potrebných na to, aby mohlo prebehnúť kolaudačné konanie, je energetický certifikát vypracovaný v súlade s normalizovaným hodnotením. Výpočty pre normalizované podmienky uvedené v 5, 6 a 7 nám teraz poslúžia ako podklad na vypracovanie energetického certifikátu.

V realite sa informácie zadávajú do informačného systému INFOREG (www.inforeg.sk), kde sa vyplnia všetky potrebné údaje o budove a o jednotlivých miestach spotreby a po potvrdení sa automaticky prideli evidenčné číslo a vygeneruje sa certifikát. Okrem toho sa po prihlásení do INOREG-u automaticky vyplnia identifikačné údaje oprávnenej osoby a prideli sa evidenčné číslo. Pretože v našom prípade sa ide o príklad, zostali identifikačné údaje oprávnenej osoby a evidenčné číslo v energetickom certifikáte na Obr. 9.3 nevyplnené.

K energetickému certifikátu treba vypracovať aj správu, ktorá obsahuje formuláre uvedené vo vyhláške MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. Správa k energetickému certifikátu nie je súčasťou tejto kapitoly.

Energetický certifikát

vydaný podľa zákona č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a v znení zákona č. 300/2012 Z.z.

č./...../.../...../EC

Názov budovy: Bytový dom
Ulica, číslo: Smolenická 1
Obec: Bratislava
Okres: Bratislava
Účel spracovania: Významná obnova

Parc.č.: 3865/1

Katastrálne územie: Petržalka

Podiel celkovej podlahovej plochy: 2 - bytový dom 100%



Celková podlahová plocha v m²: 4486

Rok kolaudácie budovy: 1983

Posledná významná obnova: 2018

Hodnotenie jednotlivých miest spotreby

Potreba energie na vykurovanie

B

Potreba energie na prípravu teplej vody

C

Potreba energie na chladenie a vetranie

Potreba energie na osvetlenie

ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOV

Kategória budovy	Celková potreba energie	Primárna energia
Globálny ukazovateľ: Primárna energia	62 kWh/(m ² .a)	97 kWh/(m ² .a)
Nízka potreba energie A0/A1/A B C D E F G Vysoká potreba energie	B B	B B
Normalizované hodnotenie:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Prevádzkové hodnotenie	<input type="checkbox"/>	
Minimálna požiadavka R _r :	40	63
Typická budova R _s :	158	252

Nameraná spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m².a)

Rok: _____ Priemer

Spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m².a)

Podiel energie z obnoviteľných zdrojov

0,00%

Obnoviteľný zdroj pre výrobu tepla na vykurovanie:

Obnoviteľný zdroj pre výrobu tepla na ohrev teplej vody:

Rekuperácia tepla:

Spôsob výroby elektriny z obnoviteľného zdroja:

Exportovaná energia z obnoviteľného zdroja (druh v kWh/(m².a):

Emisie CO₂ v kg/(m².a)

16,3



Návrh opatrení na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy:

Obvodový plášť: Nenavrhujú sa úpravy

Strecha: Nenavrhujú sa úpravy

Podlaha: Nenavrhujú sa úpravy

Otvorové konštrukcie: Nenavrhujú sa úpravy

Vykurovanie: Nenavrhujú sa úpravy

Príprava teplej vody: Nenavrhujú sa úpravy

Chladenie/vetranie:

Osvetlenie:

Obnoviteľné zdroje energie:

Iné:

Dátum vyhotovenia: 12/ 2018

Platnosť najviac do: 12/ 2028

Meno a priezvisko oprávnenej osoby:

Obchodné meno a sídlo:

IČO

DIČ:

Kontakt:

Podpis a pečiatka

Obr. 9.3. Úvodná strana energetického certifikátu – celkové hodnotenie

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Názov budovy:	Bytový dom	Parc.č.: 3865/1
Ulica, číslo:	Smolenická 1	Katastrálne územie: Petržalka
Obec:	Bratislava	Podiel celkovej podlahovej plochy:
Okres:	Bratislava	Kategória: 2 - bytový dom 100,0 %
Kategória budovy:	2 - bytový dom	

Vykurovanie

Energetická trieda	kWh/(m ² .a)	Hodnotenie
A	≤ 27	B
B	28 - 53	
C	54 - 80	
D	81 - 106	
E	107 - 133	
F	134 - 159	
G	> 159	

Výsledok hodnotenia:	
Potreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a):	33
Požiadavka	27
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie
Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a) pre K.deň:	30
Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a) (3422 K.deň):	30
Požiadavka podľa STN 73 0540-2 - Energetické kritérium	25
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie

Príprava teplej vody

Energetická trieda	kWh/(m ² .a)	Hodnotenie
A	≤ 13	C
B	14 - 26	
C	27 - 39	
D	40 - 52	
E	53 - 65	
F	66 - 78	
G	> 78	

Výsledok hodnotenia:	
Potreba energie na prípravu teplej vody v kWh/(m ² .a):	29
Požiadavka	13
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie

Chladienie/vetrание

Energetická trieda	kWh/(m ² .a)	Hodnotenie
A	<	
B	-	
C	-	
D	-	
E	-	
F	-	
G	>	

Výsledok hodnotenia:	
Potreba energie na chladienie a vetranie v kWh/(m ² .a):	
Požiadavka	
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	

Osvetlenie

Energetická trieda	kWh/(m ² .a)	Hodnotenie
A	<	
B	-	
C	-	
D	-	
E	-	
F	-	
G	>	

Výsledok hodnotenia:	
Potreba energie na osvetlenie v kWh/(m ² .a):	
Požiadavka	
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	

Celková potreba energie budovy

Energetická trieda	kWh/(m ² .a)	Hodnotenie
A	≤ 40	B
B	41 - 79	
C	80 - 119	
D	120 - 158	
E	159 - 198	
F	199 - 237	
G	> 237	

Výsledok hodnotenia:	
Celková potreba energie budovy v kWh/(m ² .a):	62
Požiadavka	40
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie

Primárna energia

Energetická trieda	kWh/(m ² .a)	Hodnotenie
A0	≤ 32	B
A1	33 - 63	
B	64 - 126	
C	127 - 189	
D	190 - 252	
E	253 - 315	
F	316 - 378	
G	> 378	

Výsledok hodnotenia - globálny ukazovateľ	
Primárna energia v kWh/(m ² .a):	97
Požiadavka	63
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie
Meno a priezvisko oprávnenej osoby pre tepelnú ochranu budov	
Obchodné meno a sídlo:	
Identifikačné číslo:	Podpis a pečiatka

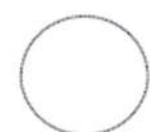
Obr. 9.4. Druhá strana energetického certifikátu – výsledky energetického hodnotenia

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Názov budovy:	Bytový dom	Parc.č.: 3865/1
Ulica, číslo:	Smolenická 1	Katastrálne územie: Petržalka
Obec:	Bratislava	
Okres:	Bratislava	
Kategória budovy:	2 - bytový dom	

Tepelná ochrana budov

Spôsob hodnotenia:	Normalizované hodnotenie
Obstavaný objem V_b =	12 830,20 m ³
Celková podlahová plocha A_b =	4 486,10 m ²
Faktor tvaru f =	0,29 l/m
Konštrukčná výška podlažia h_k =	2,86 m
Klimatické podmienky:	normalizované
	počet dennostupňov: 3422 K.deň



podpis a pečiatka

Podklad pre normalizované hodnotenie	
Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² .a)	30
Meno a priezvisko oprávnenej osoby:	
Obchodné meno a sídlo:	
Identifikačné číslo:	Register:
Ďalšípis:	
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540	
Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a) (3422 K.deň):	30
Požiadavka podľa STN 73 0540-2 - Energetické kritérium	25
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie

Popis aktuálneho stavu

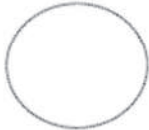
Obvodový plášť	Škladba obvodového plášťa je nasledovná: omietka, vnútorná, hr. 0,01m; železobetón, hr. 0,15m; tepelná izolácia z penového polystyrénu, hr. 0,08m; železobetón, hr. 0,07m; tepelná izolácia z EPS do 22,4m, hr. 0,14m; tepelná izolácia z minerálnej vlny nad 22,4m, hr. 0,14m. Súčiniteľ prechodu tepla obvodového plášťa $U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.
Strecha	Škladba strechy je nasledovná: omietka, vnútorná, hr. 0,01m; stropný panel, železobetónový, hr. 0,15m; tepelná izolácia z penového polystyrénu, hr. 0,05m; panel, pórobetónový, hr. 0,1m; hydroizolácia, hr. 0,015m; tepelná izolácia, hr. 0,3m. Súčiniteľ prechodu tepla obvodového plášťa $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.
Otvorové konštrukcie	V polovici bytov a v schodiskovej a výťahovej časti sú otvorové konštrukcie s plastovým profilom a s izolačným trojskлом s nízkoemisnou vrstvou, plneným argónom; súčiniteľ prechodu tepla týchto otvorových konštrukcií $U_w = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. V polovici bytov sú otvorové konštrukcie s plastovým profilom a s izolačným dvojskлом s nízkoemisnou vrstvou, plneným argónom; súčiniteľ prechodu tepla týchto otvorových konštrukcií $U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.
Podlaha na teréne/ strop nad nevykurovaným suterénom	
	Škladba stropu nad nevykurovaným prízemím je nasledovná: podlahovina z PVC, hr. 0,005m; poter, cementový, hr. 0,02m; stropný panel, železobetónový, hr. 0,15m; dosky z čadičovej plsti, hr. 0,06m; lignátové dosky, hr. 0,006m; omietka, vnútorná, hr. 0,01m. Súčiniteľ prechodu tepla stropu nad nevykurovaným prízemím $U = 0,56 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.
Iné	

Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti

Obvodový plášť	Nenavrhujú sa úpravy.
Strecha	Nenavrhujú sa úpravy.
Otvorové konštrukcie	Nenavrhujú sa úpravy.
Podlaha na teréne/ strop nad nevykurovaným suterénom	
	Nenavrhujú sa úpravy.
Iné	

Č.	Strana 3
----	----------

Obr. 9.5. Tretia strana energetického certifikátu – tepelná ochrana budov

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT							
Názov budovy: Bytový dom Ulica, číslo: Smolenická 1 Obec: Bratislava Okres: Bratislava Kategória budovy: 2 - bytový dom	Parc.č.: 3865/1 Katastrálne územie: Petržalka						
Vykurovanie							
Spôsob hodnotenia: Normalizované Typ vykurovacieho systému: Teplovodné konvekčné vykurovanie vykurovacími telesami Energetický nosič/fosílna palivá: Zemný plyn, elektrická energia Obnoviteľný zdroj energie (tepelná energia) Obnoviteľný zdroj energie (elektrická energia) Rekuperácia tepla: Účinnosť rekuperačnej jednotky v %: Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku v %: Meranie a regulácia: Meranie tepla na vstupe do objektu, rozpočítanie na základe pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov. Centrálna regulácia teploty vody podľa vonkajšej teploty pomocou trojcestného zmiešavacieho ventilu, individuálna regulácia v bytoch vysokoodporových ventilov s termostatickými hlaviciami.							
 podpis a pečiatka	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Potreba energie na vykurovanie v kWh/(m².a)</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">33</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Požiadavka</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">27</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Splňa požiadavku (áno/nie)</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">nie</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> Meno a priezvisko oprávnenej osoby: Obchodné meno a sídlo: Identifikačné číslo: Register: č. zápisu: Meno a priezvisko zhotoviteľa </div>	Potreba energie na vykurovanie v kWh/(m².a)	33	Požiadavka	27	Splňa požiadavku (áno/nie)	nie
Potreba energie na vykurovanie v kWh/(m².a)	33						
Požiadavka	27						
Splňa požiadavku (áno/nie)	nie						
Popis aktuálneho stavu							
Vykurovanie: Objekt je zásobovaný z centralizovaného zdroja tepla, z ktorého sa teplo do bytového domu odovzdáva pomocou výmenníka tepla v odovzdávacej stanici umiestnenej mimo predmetného bytového domu. Energetickým nosičom je zemný plyn. Rozvodné potrubia sú z oceľových rúr bezšvových, ktoré sú na nevykurovanom prízemí izolované kaučukovou izoláciou hr. 40 mm. Systém je hydraulicky vyregulovaný. V dome sa uplatňuje centrálna automatická regulácia na základe vonkajšej teploty a individuálna regulácia vysokoodporovými ventilmi s termostatickými hlaviciami. Obeh vykurovacej látky sa zabezpečuje obehovým čerpadlom s frekvenčným meničom otáčok.							
Iné:							
Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy							
Vykurovanie: Nenavrhujú sa úpravy.							
Iné:							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Č. Strana 4 </div>							

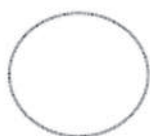
Obr. 9.6. Štvrtá strana energetického certifikátu – vykurovanie

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Názov budovy:	Bytový dom	Parc.č.: 3865/1
Ulica, číslo:	Smolenická 1	Katastrálne územie: Petržalka
Obec:	Bratislava	
Okres:	Bratislava	
Kategória budovy:	2 - bytový dom	

Príprava teplej vody

Spôsob hodnotenia:	Normalizované
Systém prípravy teplej vody:	Centralizovaný ohrev mimo objektu
Energetický nosič/fosilné palivá:	Zemný plyn
Obnoviteľný zdroj energie (tepelná energia)	
Obnoviteľný zdroj energie (elektrická energia)	
Účinnosť rekuperačnej jednotky v %:	Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku v %:
Meranie a regulácia:	Ohrev teplej vody na požadovanú teplotu. Meranie na vstupe do objektu, v každom byte inštalovaný prietokomer TV



podpis a pečiatka

Potreba energie na prípravu teplej vody v kWh/(m ² .a)	29
Požiadavka	13
Spĺňa požiadavku (áno/nie)	nie

Meno a priezvisko oprávnenej osoby:

Obchodné meno a sídlo:

Identifikačné číslo:

Register:

č. zápisu:

Meno a priezvisko zhotoviteľa

Popis aktuálneho stavu

Príprava teplej vody:

Tepelná energia na ohrev teplej vody sa vyrába v centralizovanom zdroji tepla, z ktorého sa teplo do bytového domu odovzdáva pomocou výmenníka tepla v odovzdávacej stanici tepla umiestnenej mimo predmetného bytového domu. Energetickým nosičom je zemný plyn. Teplá voda sa akumuluje v zásobníkoch TV. Cirkulácia TV sa zabezpečuje cirkulačným čerpadlom. Zásobníky, ako i cirkulačné čerpadlo TV sú umiestnené v objekte odovzdávacej stanice tepla, teda mimo bytového domu. Rozvody TV sú z ocelových rúr závitových, vedených na nevykurovanom prízemí a v stúpacích šachtách. Potrubia sú na prízemí i v šachtách izolované kaučukovou tepelnou izoláciou hrúbky 20, resp. 30 mm.

Iné:

Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy

Príprava teplej vody:

Nenavrhujú sa úpravy.

Iné:

Č.


Strana 5

Obr. 9.7. Piata strana energetického certifikátu – príprava teplej vody

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Názov budovy: Bytový dom	Parc.č.: 3865/1
Ulica, číslo: Smolenická 1	Katastrálne územie: Petržalka
Obec: Bratislava	
Okres: Bratislava	
Kategória budovy: 2 - bytový dom	

Chladenie a vetranie	
Spôsob hodnotenia:	NEHODNOTÍ SA
Typ systému chladenia/vetrania:	
Energetický nosič:	
Meranie a regulácia:	
Obnoviteľný zdroj energie:	
Klimatické podmienky:	počet dennostupňov: K.deň



podpis a pečiatka

Potreba energie na chladenie a vetranie v kWh/(m ² .a):	
Požiadavka:	
Spĺňa požiadavku (áno / nie):	

Meno a priezvisko oprávnenej osoby:		
Obchodné meno a sídlo:		
Identifikačné číslo:	Register:	č.zápisu:
Meno a priezvisko zhotoviteľa:		

Popis aktuálneho stavu
Chladenie/vetranie:
Iné:

Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy
Chladenie/vetranie:
Iné:

č.	Strana 6
----	----------

Obr. 9.8. Šiesta strana energetického certifikátu – chladenie a vetranie (pre budovy na bývanie sa nehodnotí)

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Názov budovy: Bytový dom Ulica, číslo: Smolenická 1 Obec: Bratislava Okres: Bratislava Kategória budovy: 2 - bytový dom		Parc.č.: 3865/1 Katastrálne územie: Petržalka	
Osvetlenie			
Spôsob hodnotenia: Lokalita (zemepisná šírka a dĺžka): Prevádzkový čas: Typ budovy z hľadiska osvetlenia: Obnoviteľný zdroj energie:		NEHODNOTÍ SA	
Elektrická energia vyrobená na mieste			
Spôsob výroby elektriny: Plocha (panele, turbíny): Množstvo vyrobenej elektriny:		Typ: Celkový inštalovaný výkon vo W:	
 podpis a pečiatka		Potreba energie na osvetlenie v kWh/(m².a):	
		Požiadavka:	
		Spĺňa požiadavku (áno / nie):	
Meno a priezvisko oprávnenej osoby:			
Obchodné meno a sídlo:			
Identifikačné číslo:		Register:	
Meno a priezvisko zhotoviteľa:		Ďalší podpis:	
Popis aktuálneho stavu			
Osvetlenie			
Výroba elektriny			
Iné			
Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti			
Osvetlenie			
Výroba elektriny			
Iné			
Č.		Strana 7	

Obr. 9.9. Siedma strana energetického certifikátu – osvetlenie (pre budovy na bývanie sa nehodnotí)

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Názov budovy:	Bytový dom	Parc.č.: 3865/1
Ulica, číslo:	Smolenická 1	Katastrálne územie: Petržalka
Obec:	Bratislava	
Okres:	Bratislava	
Kategória budovy:	2 - bytový dom	

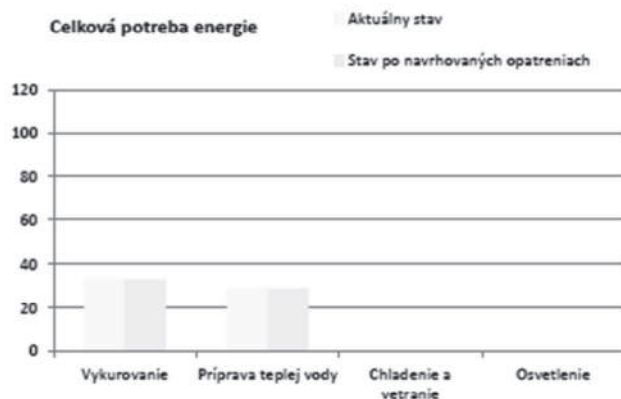
Možná úspora energie po vykonaní navrhovaných úprav

Konštrukcia	Potreba tepla/energie- aktuálny stav v kWh/(m².a)	Potreba tepla/energie- po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m².a)	Úspora tepla/energie v kWh/(m².a)	Úspora v %
Potreba tepla na vykurovanie:	30	30	0	0

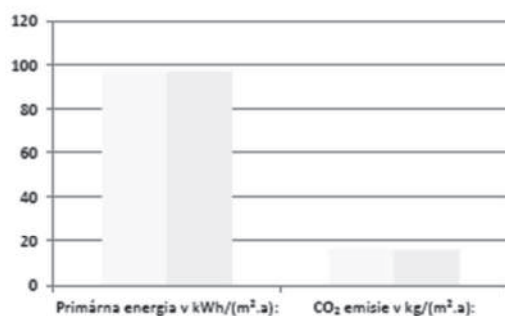
Potreba energie

na vykurovanie	33	33	0	0
na prípravu teplej vody:	29	29	0	0
na chladenie a vetranie:			0	0
na osvetlenie:			0	0
Celková potreba energie v kWh/(m².a):	62	62	0	0
Primárna energia v kWh/(m².a):	97	97	0	0
CO ₂ emisie v kg/(m².a):	16	16	0	0

Celková potreba energie



Potreba primárnej energie a CO₂ emisie



Navrhované opatrenia

Globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných úprav

Obvodový plášť:	Nenavrhujú sa úpravy.	A0	B
Strecha:	Nenavrhujú sa úpravy.	A1	
Podlaha:	Nenavrhujú sa úpravy.	B	
Otvorové konštrukcie:	Nenavrhujú sa úpravy.	C	
Vykurovanie:	Nenavrhujú sa úpravy.	D	
Príprava teplej vody:	Nenavrhujú sa úpravy.	E	
Chladenie/vetranie:		F	
Osvetlenie:		G	Orientačná návratnosť investícií:
Obnoviteľné zdroje energie:			
Iné:			

Meno a priezvisko oprávnenej osoby:

Obchodné meno a sídlo:

Identifikačné číslo:

Registar:

Č. zápisu:

Podpis

Č.

Strana 8

Obr. 9.10. Posledná strana energetického certifikátu – možná úspora energie

9.2.5 Záver k energetickému hodnoteniu

Na základe energetického hodnotenia možno budovu po obnove zatriediť do energetickej triedy „B“ z hľadiska vykurovania, do energetickej triedy „C“ z hľadiska prípravy TV, do energetickej triedy „B“ z hľadiska celkovej dodanej energie a do energetickej triedy „B“ z hľadiska globálneho ukazovateľa – primárnej energie. Možno konštatovať, že budova nespĺňa požiadavky na ultranízkoenergetickú úroveň výstavby platné po 31. decembri 2016. V prípade tepelnej ochrany budov a vykurovania sú v súlade s vyhláškou MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. splnené aspoň požiadavky na stavebné konštrukcie a prvky tvoriace ich časť, ktoré vytvárajú obalovú konštrukciu budovy, podľa STN 73 0540-2/Z1.

10 ENERGETICKÝ AUDIT BUDOV

Na Slovensku je významný potenciál na uskutočnenie energeticky úsporných opatrení v budovách, ako sú školy, nemocnice, škôlky, administratívne budovy, či bytové domy. Energeticky efektívne opatrenia ako utesnenie okien, automatická kontrola, hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy, radiátorové ventily s termostatickými hlaviciami, dodatočné zateplenie obvodového plášťa môžu prispieť k výraznému zníženiu spotreby energie. Na určenie skutočného potenciálu a zabezpečenie udržateľných výsledkov treba vykonať dôkladný energetický audit budov.

10.1 ČO JE ENERGETICKÝ AUDIT?

Podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2012/27/EÚ z 25. októbra 2012 energetický audit je systematický postup s cieľom získať dostatočné informácie o súčasnom profile spotreby energie budovy alebo skupiny budov, priemyselnej alebo obchodnej prevádzky alebo zariadenia alebo súkromných alebo verejných služieb a na identifikáciu a kvantifikáciu nákladovo efektívnych možností úspor energie, ktorého súčasťou je správa o príslušných zisteniach.

Energetický audit zahŕňa inšpekciu budovy, analýzu a vyhodnotenie existujúceho stavu budovy a návrh rôznych opatrení, ktorých realizáciou by došlo ku zníženiu spotreby energie a zlepšeniu vnútornej klímy budovy. Výsledky sú prezentované v správe z energetického auditu opisujúcej odporúčané opatrenia s príslušnými potrebnými investíciami, vyčíslením úspor a zisku. Energetický audit by mal vykonať špeciálne zaškolený a skúsený energetický audítor.

Pri energetickom audite, ktorý je interdisciplinárny, sa musia vyhodnotiť všetky faktory ovplyvňujúce spotrebu energie a vnútornú klímu budovy. Ide o:

- Obvodový plášť budovy (obvodové steny, okná, strecha a podlahy)
- Vykurovacia sústava
- Systém vetrania
- Systém prípravy TV
- Automatická regulácia
- Osvetlenie

- Rôzne zariadenia ako kuchyne, pracovne atď.
- Klimatizácia

Do úvahy treba brať aj to, ako sa budova v skutočnosti prevádzkuje a používa, a takisto jej zariadenia (často nie podľa návrhových podmienok). Všetky atribúty energetického auditu dobrej kvality definuje európska norma STN EN 16247-1. Minimálne kritéria pre energetické auditu určuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2012/27/EÚ z 25. októbra 2012, podľa ktorej energetické auditu vychádzajú z týchto usmernení:

- zakladajú sa na aktuálnych, nameraných, sledovateľných prevádzkových údajoch o spotrebe energie a v prípade elektriny profiloch zaťaženia;
- obsahujú podrobné preskúmanie profilu spotreby energie budov alebo skupín budov, priemyselných činností alebo zariadení vrátane dopravy;
- vychádzajú vždy, keď je to možné, z analýzy nákladov založenej na životnom cykle (LCCA) namiesto jednoduchých období návratností (SPP) s cieľom zohľadniť dlhodobé úspory, zostatkové hodnoty dlhodobých investícií a diskontné sadzby;
- sú vyvážené a dostatočne reprezentatívne, aby umožňovali vytvorenie spoľahlivého obrazu o celkovom hospodárení s energiou a spoľahlivo určili najvýznamnejšie príležitosti na zlepšenie.

10.2 KTO MÔŽE VYKONÁVAŤ ENERGETICKÝ AUDIT BUDOV?

Podľa zákona č. 321/2014 je energetickým audítorom fyzická osoba zapísaná v zozname energetických audítorov. Podmienkou zápisu do zoznamu je úspešné absolvovanie skúšky odbornej spôsobilosti. Žiadateľ je pripustený ku skúške po splnení niekoľkých kritérií:

- ukončené úplné stredné odborné vzdelanie technického zamerania alebo ukončené vysokoškolské vzdelanie technického zamerania, ekonomického zamerania alebo prírodovedného smeru so zameraním na matematiku, fyziku a chémiu
- odbornú prax v oblasti energetického poradenstva alebo technicko-ekonomických analýz pri premene energie, distribúcií energie alebo spotrebe energie
 1. päť rokov pri ukončení úplného stredného odborného vzdelania,
 2. tri roky pri ukončení vysokoškolského vzdelania prvého stupňa,
 3. dva roky pri ukončení vysokoškolského vzdelania druhého stupňa.

Termín konania skúšky a okruh otázok zverejňuje organizácia určená Ministerstvom hospodárstva Slovenskej republiky, ktorou je SIEA (Slovenská inovačná a energetická

agentúra). Skúška sa vykonáva pred päťčlennou komisiou, rozsah skúšky je zameraný na preukázanie znalostí všeobecne záväzných právnych predpisov týkajúcich sa energetických auditov, technických predpisov z oblasti energetickej efektívnosti a o technických parametroch a prevádzke zdrojov na premenu energie, rozvodov energie a významných spotrebičov energie (vyhláška MH SR č. 319/2015 Z. z.).

Priebeh a rozsah skúšky určuje vyhláška č. 319/2015 Z. z. o skúške odbornej spôsobilosti na výkon činnosti energetického audítora. Získaním oprávnenia na výkon činnosti energetického audítora sa povinnosti audítora nekončia. Podľa zákona je každý audítor povinný do 31. marca zaslať prevádzkovateľovi monitorovacieho systému (SIEA) súbor údajov v predpísanej forme za každý ním vykonaný audit v uplynulom kalendárnom roku. Takýmto spôsobom sa monitoruje činnosť všetkých energetických audítorov na Slovensku. Energetický audítor sa taktiež musí zúčastňovať aspoň raz za tri roky aktualizácie odbornej prípravy a musí dodržiavať všeobecne záväzné právne predpisy podľa zákona č. 321/2014 Z. z. Za nesplnenie týchto podmienok môže byť energetický audítor pozbavený oprávnenia.

10.3 KEDY A PRE KOHO JE ENERGETICKÝ AUDIT POVINNÝ?

Spracovanie energetického auditu je podľa zákona č. 321/2014 Z. z. povinné v niekoľkých oblastiach, a to:

1) Veľký podnik

Energetický audit je povinný každé 4 roky pre tzv. veľký podnik, ktorého je definícia nasledovná:

- má viac ako 250 zamestnancov
- a ročný obrat presiahne 50 mil. eur a viac
- a/alebo ktorého celková ročná súvaha je 43 mil. eur a viac
- a/alebo 25 % alebo viac imania alebo hlasovacích práv je priamo alebo nepriamo kontrolovaných spoločne alebo individuálne jedným alebo viacerými verejnými orgánmi

Pozn.: Ak však podnik prekračuje jeden z limitov stanovených pre ročný obrat alebo celkovú súvahu, ale nedosiahne počet zamestnancov v počte 250, bude takýto podnik považovaný za malý alebo stredný podnik.

2) Výstavba/rekonštrukcia alebo modernizácia zariadenia na výrobu elektriny

Energetický audit je povinný pri výstavbe zariadenia na výrobu elektriny. Výrobca elektriny je povinný preukázať ministerstvu energetickým auditom možnosť dodávky využiteľného tepla pri výstavbe nového zariadenia na výrobu elektriny alebo pri rekonštrukcii alebo modernizácii existujúceho zariadenia na výrobu elektriny.

3) Rekonštrukcia/modernizácia zariadenia na výrobu tepla

Energetický audit je povinný pri rekonštrukcii/modernizácii zariadenia na výrobu tepla. Výrobca tepla, ktorý nevyrába teplo v zariadení na kombinovanú výrobu elektriny a tepla, je povinný pri rekonštrukcii alebo modernizácii zariadenia na výrobu tepla s inštalovaným tepelným výkonom 10 MW a viac preukázať ministerstvu energetickým auditom možnosť dodávky elektriny vyrobenej vysoko účinnou kombinovanou výrobou elektriny a tepla.

4) Zateplenie rozvodov tepla a teplej vody v budove

Vlastník budovy musí preukázať energetickým auditom, že vybaviť rozvody tepla alebo rozvody teplej vody v budove vhodnou tepelnou izoláciou nie je technicky možné, nákladovo primerané a vzhľadom na dlhodobý potenciál úspory tepla efektívne.

5) Určenie rozdielu účinností zariadení na výrobu elektriny

Energetický audit sa musí vypracovať v prípade, keď treba určiť rozdiel účinností zariadení poskytujúcich podporné služby a dodávku regulačnej elektriny v režime dodávky bez podporných služieb a v režime dodávky s podpornými službami.

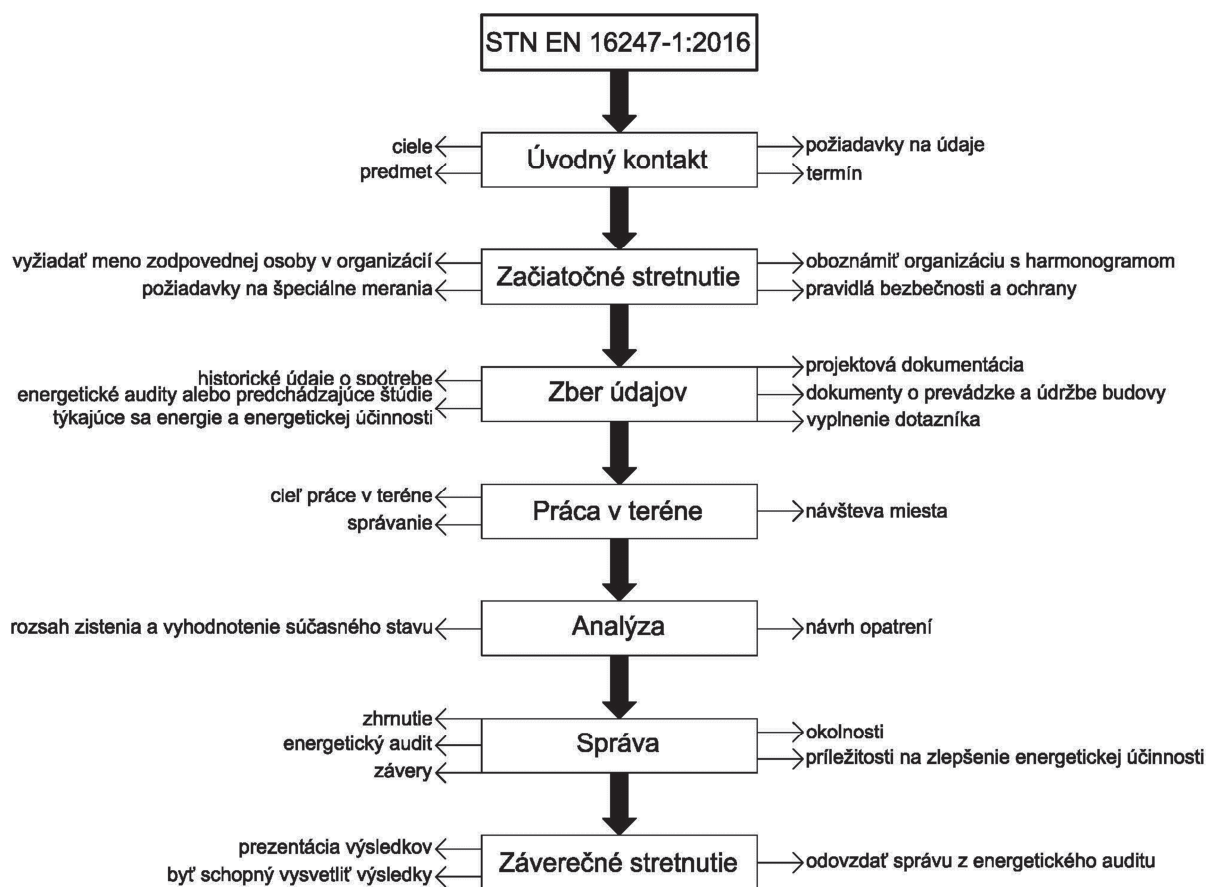
Energetický audit sa môže vykonať aj na základe výzvy z rôznych operačných programov, ktoré sú aktuálne ponúkané na Slovensku. Odporúčania na spracovanie takýchto typov audit poskytuje SIEA.

10.4 PROCES ENERGETICKÉHO AUDITU PODĽA STN EN 16247

Proces energetického auditu sa uvádza v STN EN 16247, ktorá definuje atribúty energetického auditu dobrej kvality. Energetický audítor sa rozhoduje podľa predmetu energetického auditu, ktorú normu použije. Norma sa skladá z týchto častí:

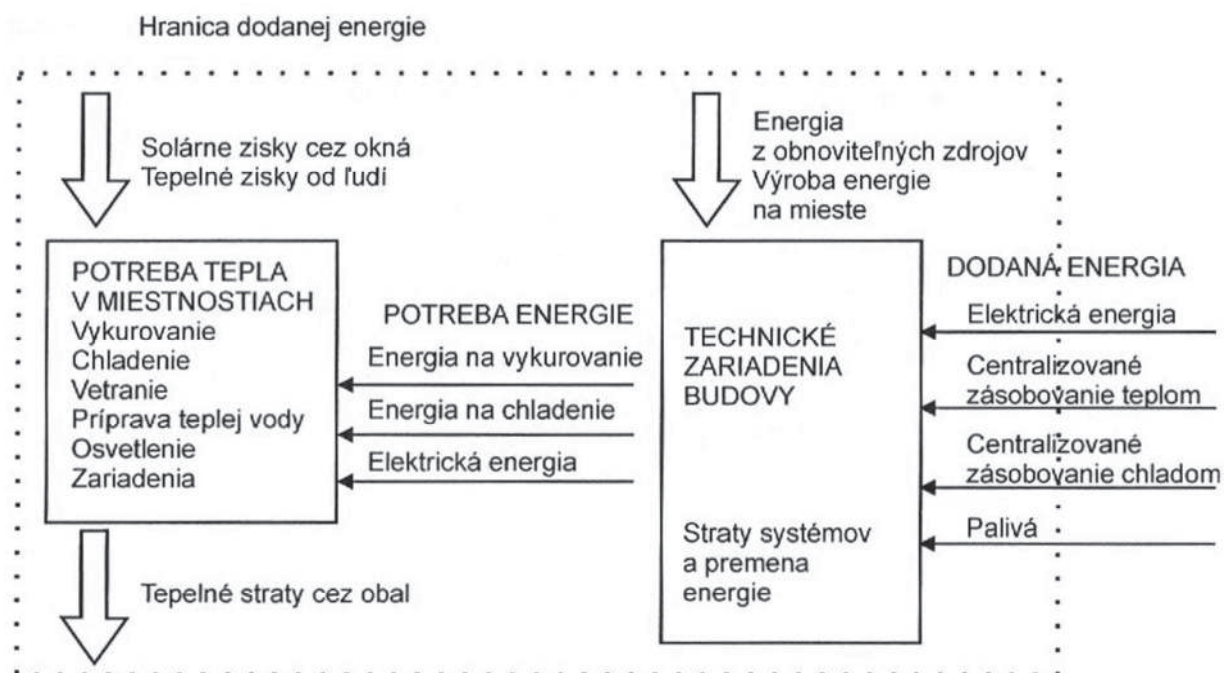
- Časť 1: Všeobecné požiadavky;
- Časť 2: Budovy;
- Časť 3: Procesy;
- Časť 4: Doprava;
- Časť 5: Kompetentnosť energetických audítorov.

Postup, požiadavky a povinnosti pri výkone energetického auditu podľa STN EN 16247-1:2016 sú uvedené na Obr. 10.1.



Obr. 10.1. Proces energetického auditu podľa STN EN 16247-1

Pri energetických výpočtoch treba rozlišovať medzi potrebou tepla, potrebou energie a dodanou energiou. Terminológia by mala byť v súlade s terminológiou používanou pri energetickej certifikácii budov, a to z dôvodu, že výsledkom auditu by mala byť komplexná obnova budovy, po ktorej treba vypracovať energetický certifikát ku kolaudačnému konaniu. Energetický audit môže zároveň vyžadovať preukázanie dosiahnutia požadovaných energetických tried po obnove budovy, a to najmä vtedy, keď sa audit vypracováva za účelom žiadosti finančnú podporu z fondu určeného na obnovu budov. Odporúčaná terminológia je na Obr. 10.2.



Obr. 10.2. Energetické toky v budove podľa STN EN 16247-2

10.5 OBSAH SPRÁVY Z ENERGETICKÉHO AUDITU

Energetický audit môže byť spracovaný pre rôzne predmety a rôzne účely, preto sa jednotlivé správy z energetického auditu líšia. Základné údaje v minimálnom rozsahu sú dané vyhláškou MH SR č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite, ktorú má každý audítor dodržiavať.

Správa by mala obsahovať tzv. „manažérske zhrnutie“, ktorého cieľom je získať zrozumiteľný prehľad o všetkých dôležitých energetických vstupoch a výstupoch, technických, ekonomických a environmentálnych ukazovateľoch tak, aby ich objednávatel' auditu vedel využiť pre svoje potreby.

Je vhodné rozdeliť správu z energetického auditu na dve časti:

1. Manažérske zhrnutie, kde sa budú nachádzať všetky požadované vstupy a výstupy
2. Prílohy, ktorá bude obsahovať podrobné údaje ako sú záznamy o spotrebe energie, technické, ekonomické, environmentálne výpočty a prípadne aj výkresovú časť.

Uvádzame príklad obsahu správy z energetického auditu, ktorý možno využiť na vypracovanie správy z energetického auditu výrobného podniku, ale aj areálu školy, nemocnice, či úradov štátnej správy alebo samosprávy:

1. Identifikačné údaje

- Identifikačné údaje o objednávateľovi EA
- Identifikačné údaje o prevádzkovateľovi predmetu EA
- Identifikačné údaje o energetickom audítorovi

2. Predmet energetického auditu

- Účel spracovania energetického auditu
- Identifikácia predmetu energetického auditu
- Informácia o použitých podkladových materiáloch

3. Opis súčasného stavu

- Charakteristika budovy
- Fotodokumentácia
- Skutkový stav
 - Stavebné konštrukcie
 - Vykurovanie
 - Príprava teplej vody
 - Vzduchotechnika
 - Osvetlenie

4. Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch

5. Tepelno-technické posúdenie obalových stavebných konštrukcií a energetické hodnotenie

6. Návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti a ich ekonomické a environmentálne hodnotenie

7. Odporúčaný súbor opatrení

8. Záver

9. Záznam o odovzdaní a prevzatí písomnej správy

10. Kópia dokladu o zapísaní do zoznamu energetických audítorov

Prílohy:

- Príloha č. 1 Situácia
- Príloha č. 2
 - Štruktúra údajov o energetických vstupoch a výstupoch
 - Základná ročná bilancia premeny energie
 - Základná ročná bilancia spotreby energie
 - Výsledky ekonomického hodnotenia
- Príloha č. 3 Súhrnný informačný list
- Príloha č. 4 Zoznam opatrení
- Príloha č. 5 Ekonomické parametre investičného projektu

- Príloha č. 6 Budovy
- Príloha č. 7 Technologické zariadenia
- Príloha č. 8 Vonkajšie osvetlenie
- Príloha č. 9 Dopravné prostriedky
- Príloha č. 10 Zdroje energií mimo budov
- Príloha č. 11 Rozvody energií mimo budov
- Príloha č. 12 Iné

Pozn: Súbor údajov pre monitorovací systém nie je súčasťou správy z energetického auditu, ktorý sa odovzdáva objednávateľovi. Túto prílohu audítor vypracuje a pošle prevádzkovateľovi monitorovacieho systému do 31. marca.

10.6 ENERGETICKÝ AUDIT VERZUS ENERGETICKÁ CERTIFIKÁCIA BUDOV

Energetický audit nie je energetický certifikát. Pri energetickom audite rozhodujú prevádzkové údaje, nemá stanovenú jasnú metodiku výpočtu, vyžaduje sa iba v určitých prípadoch stanovených podľa osobitného zákona a rozdielny je aj výstup. Rozdiely medzi energetickým auditom a energetickou certifikáciou sú zhrnuté v Tab. 10.1.

Tabuľka 10.1. Rozdiely medzi energetickým auditom a energetickou certifikáciou budov

Rozdiel	Energetická certifikácia	Energetický audit
Právne dokumenty na úrovni EÚ	Smernica č. 2010/31/EU Smernica č. 2018/844	Smernica č. 2012/27/EU Smernica č. 2018/844
Právne dokumenty na Slovensku	zákon č. 555/2005 Z. z. zákon č. 300/2012 Z. z. vyhl. č. 364/2012 Z. z. vyhl. č. 324/2016 Z. z.	zákon č. 321/2014 Z. z. vyhl. č. 179/2015 Z. z.
Kedy je povinnosť	- na novú budovu a na významne obnovovanú existujúcu budovu, - na budovu predávanú alebo prenajímanú po 1. januári 2008, - na budovy alebo samostatné časti, ktoré sa predávajú alebo prenajímajú novému nájomcovi, - na budovy, v ktorých viac ako 250 m ² celkovej podlahovej plochy užíva orgán verejnej moci a verejnosť ich často navštevuje, - na byty, alebo časti budovy	- pri grantových výzvach zameraných na znižovanie energetickej náročnosti, zvyšovanie energetickej efektivity a využívaní obnoviteľných zdrojov en. - pre veľké podniky - pri garantovaných energetických službách - pri výstavbe/rekonštrukcii alebo modernizácii zariadenia na výrobu elektriny - pri rekonštrukcii alebo modernizácii zariadenia na výrobu tepla - pozri kapitolu 10.3

Pokračovanie tabuľky 10.1.

Rozdiel	Energetická certifikácia	Energetický audit
Účel	- energetický certifikát potrebný ku kolaudácii, pri predaji či prenájme nehnuteľnosti - preukázanie energetickej hospodárnosti a zatriedenia budovy do energetickej triedy	- informácia pre objednávateľa o potenciálnych energetických úsporách, o vhodných úsporných opatreniach a ich ziskovosti
Metodika výpočtu	- jednotná metodika presne podľa všeobecne záväzných predpisov - pri normalizovanom hodnotení sa používajú normalizované údaje o klíme, užívaní a čiastočne aj o technických systémoch	- nie je jasne stanovená - môže vychádzať z technických noriem STN a EN, ale nie je to podmienkou - výpočet založený na skutočných údajoch ohľadne klímy, užívania, spotreby energie, vnútornej teploty
Hodnotené parametre	- tepelná ochrana, vykurovanie, príprava teplej vody, vetranie a klimatizácia, osvetlenie	- všetky miesta spotreby energie vrátane technológie
Výstup	- energetický certifikát	- správa z energetického auditu - súhrnný informačný list
Platnosť	- maximálne 10 rokov od dátumu vyhotovenia en. certifikátu	- nie je stanovená všeobecne, avšak pre veľké podniky je povinnosť vyhotoviť audit každé 4 roky
Oprávnená osoba	- odborne spôsobilá osoba pre energetickú certifikáciu – osvedčenie vydáva SKSI	- energetický audítor zapísaný v zozname energetických audítorov – osvedčenie vydáva SIEA

10.7 POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE

Jeden z dôležitých výstupov energetického auditu je významný potenciál energeticky úsporných opatrení, prezentovaný v Tab. 10.2. Jednotlivé energeticky úsporné opatrenia sú zoradené podľa ich ziskovosti, teda podľa koeficientu čistej súčasnej hodnoty (NPVQ).

V ideálnom prípade by kompletná správa z energetického auditu by mala obsahovať tieto hlavné časti:

- súhrn,
- organizácia projektu (príslušní účastníci),
- opis existujúceho stavu budovy,
- spotreba energie,
- potenciál úspor energie,