

ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOV

Michal Krajčík
Dušan Petráš
Ingrida Skalíková



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA

ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOV

Michal Krajčík, Dušan Petráš, Ingrida Skalíková

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu nesmie byť použitá na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľstva.

© doc. Ing. Michal Krajčík, PhD. – prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
Ing. Ingrida Skalíková

Recenzenti: prof. Ing. Jaroslav Valášek, PhD.
prof. Ing. Ivan Chmúrny, PhD.

Schválila Edičná rada Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

ISBN 978-80-227-4903-9

OBSAH

0	ÚVOD	9
1	OPIS SKUTKOVÉHO STAVU BUDOVY A POSÚDENIE TEPELNO-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ	10
1.0	Úvod.....	10
1.0.1	<i>Opis situácie</i>	10
1.0.2	<i>Zadanie.....</i>	10
1.1	POŽIADAVKY NA TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ	10
1.1.1	<i>Opis skutkového stavu.....</i>	10
1.1.2	<i>Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií.....</i>	11
1.2	PRÍKLAD	15
1.2.1	<i>Opis skutkového stavu budovy.....</i>	15
1.2.2	<i>Opis technických zariadení budovy</i>	15
1.2.3	<i>Opis a tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií.....</i>	16
1.2.4	<i>Záver tepelno-technického posúdenia stavebných konštrukcií</i>	20
2	POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE	22
2.0	Úvod.....	22
2.0.1	<i>Opis situácie</i>	22
2.0.2	<i>Zadanie.....</i>	22
2.1	ZÁSADY VÝPOČTU POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE	22
2.1.1	<i>Určenie hranice vykurovaného priestoru.....</i>	22
2.1.2	<i>Sezónna metóda výpočtu potreby tepla na vykurovanie</i>	23
2.1.3	<i>Celková tepelná strata</i>	24
2.1.4	<i>Tepelné zisky</i>	28
2.1.5	<i>Faktor využitia tepelných ziskov.....</i>	31
2.1.6	<i>Energetické kritérium</i>	31
2.2	PRÍKLAD	32
2.2.1	<i>Určenie hranice vykurovaného priestoru.....</i>	32
2.2.2	<i>Výpočet potreby tepla na vykurovanie</i>	34
2.2.3	<i>Čiastkový záver</i>	36
3	POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE	37
3.0	Úvod.....	37
3.0.1	<i>Opis situácie</i>	37
3.0.2	<i>Zadanie.....</i>	37
3.1	VÝPOČET POTREBY ENERGIE NA VYKUROVANIE.....	37
3.1.1	<i>Tepelná strata systému odovzdávania tepla</i>	37
3.1.2	<i>Tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému</i>	43
3.1.3	<i>Vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla – zjednodušená metóda</i>	46
3.1.4	<i>Spätné získateľná časť vlastnej spotreby energie</i>	51
3.1.5	<i>Tepelná strata z výroby tepla</i>	51
3.1.6	<i>Potreba energie na vykurovanie</i>	53
3.2	PRÍKLAD	54

3.2.1	<i>Tepelná strata systému odovzdávania tepla</i>	54
3.2.2	<i>Tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému</i>	56
3.2.3	<i>Vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla</i>	59
3.2.4	<i>Spätné získateľná časť vlastnej spotreby energie</i>	62
3.2.5	<i>Tepelná strata z výroby tepla</i>	62
3.2.6	<i>Potreba energie na vykurovanie</i>	62
4	POTREBA ENERGIE NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY	64
4.0	<i>ÚVOD</i>	64
4.0.1	<i>Opis situácie</i>	64
4.0.2	<i>Zadanie</i>	64
4.1	<i>VÝPOČET POTREBY ENERGIE NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY</i>	64
4.1.1	<i>Potreba tepla na prípravu TV – zjednodušená metóda</i>	64
4.1.2	<i>Tepelná strata z distribúcie TV</i>	65
4.1.3	<i>Stanovenie vlastnej elektrickej energie cirkulačných čerpadiel</i>	66
4.1.4	<i>Tepelná strata z akumulácie TV</i>	67
4.1.5	<i>Tepelná strata z výroby TV</i>	68
4.1.6	<i>Potreba energie na prípravu TV</i>	68
4.2	<i>PRÍKLAD</i>	68
4.2.1	<i>Potreba tepla na prípravu TV – zjednodušená metóda</i>	68
4.2.2	<i>Tepelná strata z distribúcie TV</i>	69
4.2.3	<i>Tepelná strata z akumulácie TV</i>	73
4.2.4	<i>Tepelná strata z výroby tepla</i>	73
4.2.5	<i>Potreba energie na prípravu TV</i>	73
5	POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE PO OBNOVE	75
5.0	<i>ÚVOD</i>	75
5.0.1	<i>Opis situácie</i>	75
5.0.2	<i>Zadanie</i>	75
5.1	<i>ENERGETICKY ÚSPORNÉ OPATRENIA NA TEPLOVÝMENNOM OBALE</i>	75
5.1.1	<i>Obvodový plášť</i>	76
5.1.2	<i>Strecha</i>	76
5.1.3	<i>Strop nad suterénom a podlaha na teréne</i>	76
5.1.4	<i>Otvorové konštrukcie</i>	77
5.2	<i>PRÍKLAD</i>	77
5.2.1	<i>Návrh energeticky úsporných opatrení</i>	77
5.2.2	<i>Tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií po zateplení</i>	78
5.2.3	<i>Určenie hranice vykurovaného priestoru</i>	78
5.2.4	<i>Výpočet potreby tepla na vykurovanie</i>	79
5.2.5	<i>Čiastkový záver</i>	81
6	POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE PO OBNOVE	82
6.0	<i>ÚVOD</i>	82
6.0.1	<i>Opis situácie</i>	82
6.0.2	<i>Zadanie</i>	82
6.1	<i>ENERGETICKY ÚSPORNÉ OPATRENIA PRE SYSTÉM VYKUROVANIA</i>	82
6.1.1	<i>Hydraulické vyregulovanie</i>	83

6.1.2	<i>Zdroj tepla</i>	83
6.2	PRÍKLAD	84
6.2.1	<i>Návrh energeticky úsporných opatrení</i>	84
6.2.2	<i>Výpočet potreby energie na vykurovanie</i>	85
7	POTREBA ENERGIE NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY PO OBNOVE	94
7.0	ÚVOD	94
7.0.1	<i>Opis situácie</i>	94
7.0.2	<i>Zadanie</i>	94
7.1	ENERGETICKY ÚSPORNÉ OPATRENIA PRE SYSTÉM PRÍPRAVY TV	94
7.2	PRÍKLAD	95
7.2.1	<i>Izolácia rozvodných potrubí sústavy TV</i>	95
7.2.2	<i>Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody</i>	95
8	VÝPOČET NÁVRATNOSTI A ZISKOVOSTI ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATRENÍ, HOTOVOSTNÝ TOK	102
8.0	ÚVOD	102
8.0.1	<i>Opis situácie</i>	102
8.0.2	<i>Zadanie</i>	102
8.1	TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE	102
8.1.1	<i>Ekonomické parametre</i>	102
8.1.2	<i>Ukazovatele ziskovosti opatrení</i>	105
8.1.3	<i>Hotovostný tok – CASHFLOW</i>	108
8.2	PRÍKLAD	110
8.2.1	<i>Ekonomické parametre</i>	110
8.2.2	<i>Ukazovatele ziskovosti</i>	113
8.2.3	<i>Hotovostný tok – CASHFLOW</i>	115
8.2.4	<i>Záver technicko-ekonomického vyhodnotenia</i>	119
9	ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT BUDOVY	120
9.0	ÚVOD	120
9.0.1	<i>Opis situácie</i>	120
9.0.2	<i>Zadanie</i>	120
9.1	ENERGETICKÁ CERTIFIKÁCIA BUDOV	120
9.1.1	<i>Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie</i>	121
9.1.2	<i>Obsah energetického certifikátu (EC)</i>	122
9.1.3	<i>Odporučaný postup výpočtu</i>	125
9.1.4	<i>Škály energetických tried pre jednotlivé kategórie budov</i>	126
9.2	PRÍKLAD	128
9.2.1	<i>Výpočet potreby energie</i>	128
9.2.2	<i>Výpočet dodanej energie</i>	128
9.2.3	<i>Výpočet primárnej energie a emisií oxidu uhličitého (CO_2)</i>	130
9.2.4	<i>Energetický certifikát budovy po významnej obnove</i>	131
9.2.5	<i>Záver k energetickému hodnoteniu</i>	140
10	ENERGETICKÝ AUDIT BUDOV	141
10.1	ČO JE ENERGETICKÝ AUDIT?	141

10.2	KTO MÔŽE VYKONÁVAŤ ENERGETICKÝ AUDIT BUDOV?	142
10.3	KEDY A PRE KOHO JE ENERGETICKÝ AUDIT POVINNÝ?.....	143
10.4	PROCES ENERGETICKÉHO AUDITU PODĽA STN EN 16247	144
10.5	OBSAH SRÁVY Z ENERGETICKÉHO AUDITU	146
10.6	ENERGETICKÝ AUDIT VERZUS ENERGETICKÁ CERTIFIKÁCIA BUDOV.....	148
10.7	POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE.....	149
10.8	PROCES PRÍPRAVY PROJEKTU OBNOVY	150
10.9	IDENTIFIKÁCIA PROJEKTU	152
10.10	PREHĽIADKA.....	152
10.11	ENERGETICKÝ AUDIT	153
10.12	PODNIKATEĽSKÝ PLÁN	155
10.13	REALIZÁCIA	155
10.14	PREVÁDZKA A ÚDRŽBA	156
10.15	ENERGETICKÝ MANAŽMENT.....	157
11	PREHĽIADKA.....	159
11.1	ÚVOD K PREHĽIADKE.....	159
11.2	CIELE	159
11.3	PROCES PREHĽIADKY	160
11.4	PRÍPRAVA.....	161
11.5	INŠPEKCIÁ.....	163
11.6	OPIS EXISTUJÚCEHO STAVU	165
11.7	ENERGETICKÉ VÝPOČTY.....	166
11.7.1	<i>Spotreba energie pred procesom energetických úspor</i>	167
11.7.2	<i>Energetické úspory z energeticky efektívnych opatrení</i>	168
11.8	EKONOMICKÉ VÝPOČTY	169
11.8.1	<i>Potenciál úspor energie.....</i>	170
11.8.2	<i>Vnútorná miera výnosnosti</i>	170
11.9	SPRÁVA Z PREHĽIADKY.....	171
11.10	PREZENTÁCIA	172
11.11	KONTROLNÉ FORMULÁRE Z INŠPEKCIÉ	173
12	TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE	183
12.1	ÚVOD K TECHNICKO-EKONOMICKÉMU VYHODNOTENIU.....	183
12.2	EKONOMICKÉ PARAMETRE	183
12.3	INVESTÍCIE	184
12.4	ROČNÁ ÚSPORA.....	184
12.5	TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ ŽIVOTNOSŤ	185
12.6	MIERA INFLÁCIE.....	186
12.7	ÚROKOVÁ MIERA	186

12.7.1	<i>Nominálna úroková miera</i>	187
12.7.2	<i>Reálna úroková miera</i>	187
12.8	ZÁKLADNÉ EKONOMICKÉ VZŤAHY.....	188
12.8.1	<i>Uloženie peňazí do banky (pohyb v čase vpred)</i>	188
12.8.2	<i>Diskontovaná hodnota (pohyb v čase vzad)</i>	189
12.9	VÝPOČET NÁVRATNOSTI.....	190
12.9.1	<i>Metóda hrubej návratnosti</i>	190
12.9.2	<i>Metóda čistej súčasnej hodnoty</i>	191
12.9.3	<i>Koeficient čistej súčasnej hodnoty</i>	193
12.9.4	<i>Metóda čistej návratnosti</i>	194
12.9.5	<i>Vnútorná miera výnosu</i>	199
12.10	CELKOVÁ ZISKOVOSŤ BALÍKA OPATRENÍ.....	201
12.11	NÁKLADY POČAS ŽIVOTNOSTI.....	206
12.12	HOTOVOSTNÝ TOK.....	208
13	SOFTVÉR NA ENERGETICKÝ AUDIT A CERTIFIKÁCIU BUDOV	210
13.1	PRÁCA SO SOFTVÉROM I+.....	210
13.2	PŘÍKLAD EDITAČNÝCH OKIEN	210
13.3	ZÁVER.....	217
LITERATÚRA	218

Pod'akovanie

Autori ďakujú za pomoc pri príprave skrípt Janke Bartošovej, Veronike Gombošovej, Lucii Borisovej a Lucii Kudiváni.

0 ÚVOD

Reedícia skript Energetické hodnotenie budov nadväzuje na prvé vydanie, ako i na publikáciu Energetický audit a certifikácia budov autorského kolektívu DAHLSVEEN, T. – PETRÁŠ, D. a kol. (2008). Skriptá sa zaobrajú problematikou energetického auditu, ako i energetickej certifikácie budov, konkrétnie pre oblasť tepelnej ochrany a systémov vykurovania a prípravy teplej vody. Skriptá sú učebný text pre cvičenia z predmetu Energetický audit budov v študijných programoch Technické zariadenia budov, Technika prostredia budov, Pozemné stavby a architektúra a Architektonické konštrukcie a projektovanie na Stavebnej fakulte STU v Bratislave. Súčasne sú vhodný materiál aj na školenia súvisiace s autorizáciou na odborne spôsobilé osoby pre energetickú hospodárnosť budov.

Skriptá opisujú teoretický postup výpočtu energetickej bilancie budov v súlade s právnymi dokumentmi a technickými normami, ktorý je doplnený o praktické príklady výpočtu a súčasne aj tabuľkami a grafmi potrebnými pre zadávanie hodnôt jednotlivých výpočtových parametrov. Princípy uvedené v teoretickej časti možno používať univerzálne, teda dajú sa aplikovať na rôzne procesy súvisiace s energetickou bilanciou budov, ako sú energetický audit, normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti, či projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti, pričom treba pri každom z týchto procesov vo výpočte zohľadniť jeho osobitosti, vyplývajúce z rôzneho účelu výpočtu.

Autori, 2018

1 OPIS SKUTKOVÉHO STAVU BUDOVY A POSÚDENIE TEPELNO-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ

1.0 ÚVOD

1.0.1 Opis situácie

Pracuješ pre firmu, ktorá sa zaobrá projekčnou a poradenskou činnosťou v oblasti energetickej efektívnosti budov. Spoločenstvo vlastníkov bytov rozmýšľa nad komplexnou obnovou jedného z bytových domov. Tvojou úlohou bude vypracovať kvalifikovaný odhad, kolko energie možno ušetriť realizáciou energeticky úsporných opatrení, aká je ich návratnosť a ziskovosť a aký vplyv by mali tieto opatrenia na energetickú hospodárnosť budovy. Začneš opisom objektu a výpočtom tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií.

1.0.2 Zadanie

Opíš skutkový stav riešeného objektu. Zameraj sa pritom na stavebné konštrukcie, vykurovací systém a systém prípravy teplej vody. Definuj konštrukcie tvoriace teplovýmenný obal budovy a opíš skladby týchto konštrukcií. Vypočítaj tepelnotechnické parametre stavebných konštrukcií a porovnaj s požiadavkami uvedenými v STN 73 0540-2/Z1.

1.1 POŽIADAVKY NA TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ

1.1.1 Opis skutkového stavu

Opis skutkového stavu budovy predstavuje charakteristiku riešeného objektu. Je vhodné k opisu pripojiť fotodokumentáciu objektu, prípadne pôdorysy a rezy. Opis má zahŕňať:

- lokalizáciu budovy (mesto, ulica, súpisné číslo, parcela),
- situáciu s orientáciou na svetové strany,
- typ budovy (rodinný dom, bytový dom, administratívna budova a pod.),
- stručný opis konštrukčného systému (pri bytových domoch),
- skladby konštrukcií tvoriacich teplovýmenný obal budovy,
- popis technických zariadení budovy (vykurovanie, príprava teplej vody).

1.1.2 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody v miestnosti v zimnom období a splnenie energetických požiadaviek musia mať steny, strechy, stropy a podlahy vykurovaných alebo klimatizovaných priestorov s relatívou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80\%$ súčinieľ prechodu tepla konštrukcie U nižší alebo rovnaký, ako je požiadavka na hodnotu U_{r1} podľa STN 73 0540-2/Z1:

$$U \leq U_{r1} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})) \quad (1.1)$$

Požiadavky na hodnoty U nepriesvitných stavebných konštrukcií sú uvedené v Tab. 1.1, pričom hodnota U stavebnej konštrukcie sa vypočíta takto:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})) \quad (1.2)$$

kde:

- U – je súčinieľ prechodu tepla konštrukciou ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$);
- R_{si} – tepelný odpor na vnútornom povrchu stavebnej konštrukcie ($(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$);
- R – súčet tepelných odporov jednotlivých vrstiev konštrukcie ($(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$);
- R_{se} – tepelný odpor na vonkajšom povrchu stavebnej konštrukcie ($(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$).

Súčinieľ prechodu tepla otvorových konštrukcií, okien a dverí sa určí podľa STN EN ISO 10077-1. Súčinieľ prechodu tepla konštrukcií, ktoré sú v kontakte so zeminou, sa určí podľa STN EN ISO 13370.

Vyjadrené pomocou tepelného odporu: tepelný odpor stavebnej konštrukcie R musí byť vyšší alebo rovnaký, ako je požiadavka na hodnotu R_{r1} , podľa STN 73 0540-2/Z1:

$$R \geq R_{r1} \quad ((\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}) \quad (1.3)$$

Požiadavky na hodnoty R nepriesvitných stavebných konštrukcií sú uvedené v Tab. 1.2. Postup určenia tepelného odporu stavebnej konštrukcie R a súčinieľa prechodu tepla stavebnej konštrukcie U sa uvádza v STN EN ISO 6946. Tepelný odpor danej konštrukcie sa počíta podľa vzťahu:

$$\sum R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \quad ((\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}) \quad (1.4)$$

kde:

- d_i – je hrúbka jednotlivých vrstiev konštrukcie (m);
- λ_i – súčinieľ tepelnej vodivosti jednotlivých vrstiev konštrukcie ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Hodnoty λ_i pre jednotlivé materiály, sú uvedené v STN 73 0540-3.

Tabuľka 1.1. Požiadavky na hodnoty U (STN 73 0540-2/Z1)

Druh stavebnej konštrukcie	Súčinitel' prechodu tepla konštrukcie					
	W/(m ² .K)			Odporúčaná hodnota U_{rl}	Cieľová odporúčaná hodnota U_{r2}	
	Maximálna hodnota U_{max}	Normalizovaná hodnota U_N	Normalizovaná hodnota U_{rl}			
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^\circ$	0,46	0,32	0,22	0,15	0,15	
Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$	0,3	0,2	0,15	0,1	0,1	
Strop nad vonkajším prostredím ^{a)}	0,3	0,2	0,15	0,1	0,1	
Strop pod nevykurovaným priestorom ^{b)}	0,35	0,25	0,20	0,15	0,15	
Stena s vodorovným tepelným tokom ^{c)} /strop s tepelným tokom zdola nahor ^{b)} /strop s tepelným tokom zhora nadol ^{a)} medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch:						
- do 10 K	2,75	3,35	2,3	1,5	1,7	1,35
- do 15 K	1,8	2	1,6	1,05	1,1	0,95
- do 20 K	1,3	1,45	1,2	0,8	0,85	0,75
- do 25 K	1,05	1,1	0,95	0,65	0,7	0,6
- nad 25 K	0,8	0,85	0,75	0,45	0,5	0,4
Odpór pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie je $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$						
^{a)} Odpór pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (tepelny tok zhora nadol)						
^{b)} Odpór pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (tepelny tok zdola nahor)						
^{c)} Odpór pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (tepelny tok vodorovne)						

Tabuľka 1.2. Normalizované hodnoty tepelného odporu konštrukcie R (STN 73 0540-2/Z1)

Druh stavebnej konštrukcie	Tepelný odpor konštrukcie (m ² .K)/W			
	Minimálna hodnota R_{\min}	Normalizovaná hodnota R_N	Odporúčaná hodnota R_{rl}	Cieľová odporúčaná hodnota R_{r2}
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^\circ$	2,0	3,0	4,4	6,5
Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$	3,2	4,9	6,5	9,9
Strop nad vonkajším prostredím ^{a)}	3,1	4,8	6,5	9,8
Strop pod nevykurovaným priestorom ^{b)}	2,7	3,9	4,9	6,5
Stena s vodorovným tepelným tokom ^{c)} /strop s tepelným tokom zdola nahor ^{b)} /strop s tepelným tokom zhora nadol ^{a)} medzi vnútornými priestormi s rozdielou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch:				
- do 10 K	0,1	0,1	0,4	0,4
- do 15 K	0,3	0,3	0,7	0,7
- do 20 K	0,5	0,5	1,0	1,0
- do 25 K	0,7	0,7	1,3	1,3
- nad 25 K	1,0	1,0	2,0	1,8
Stena vykurovaného priestoru priliahlá k zemine pri hlbke zeminy:				
- do 5 m	1,5	2,0	2,5	2,5
- nad 0,5 m do 2,0 m	1,0	1,5	2,0	2,0
- nad 2,0	0,7	1,2	1,5	1,5
Podlaha vykurovaného priestoru na teréne:				
- v úrovni do 0,5 m pod vonkajším terénom a do vzdialenosťi 2,0 od vnútorného povrchu vonkajšej steny	1,5	2,3	2,5	2,5
- ostatné prípady	1,0	1,5	2,0	2,0

Vonkajšie okná a dvere musia mať súčiniteľ prechodu tepla U_W konštrukcie nižší alebo rovnaký, ako je požiadavka na hodnotu $U_{W,r1}$ podľa STN 73 0540-2/Z1.

$$U_W \leq U_{W,r1} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})) \quad (1.5)$$

V prípade budov, na ktorých sa čiastočné stavebné úpravy vykonali v minulosti, sa namiesto odporúčanej hodnoty $U_{W,r1}$ použije maximálna hodnota $U_{W,\max}$.

Požiadavky na hodnoty U transparentných stavebných konštrukcií sú uvedené v Tab. 1.3.

Tabuľka 1.3. Požiadavky na U_W vonkajších otvorových konštrukcií (STN 73 0540-2/Z1)

Konštrukcia/ komponent	Súčiniteľ prechodu tepla $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			
	Maximálna hodnota ¹⁾ $U_{W,\max}$	Normalizovaná hodnota $U_{W,N}$	Odporučaná hodnota $U_{W,r1}$	Cieľová odporúčaná hodnota $U_{W,r2}$
Okná, dvere, zasklené steny ²⁾ v obvodovej stene, strešné okná	1,7	1,4 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	0,6 ⁴⁾
Okná v šikmej strešnej konštrukcii	1,7	1,5 ³⁾	1,4 ³⁾	1,0 ³⁾
Dvere do ostatných priestorov				
- bez zádveria	4,3	3,0	2,5	$\leq 2,0$
- so zádverím	5,5	4,0	3,0	$\leq 2,0$

¹⁾ Platí pre budovy, na ktorých sa čiastočné stavebné úpravy vykonali v minulosti.
²⁾ Požiadavky neplatia pre celopresklené obvodové plášte.
³⁾ Strešné okno sa nadväzne na STN EN ISO 673 hodnotí s prihliadnutím na sklon strešného okna pri zabudovaní:
 - sklon od 20° do 40° zhoršuje dvojsklo o $+0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a trojsklo o $+0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
 - sklon od 40° do 60° zhoršuje dvojsklo o $+0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a trojsklo o $+0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
 - sklon od 60° do 70° zhoršuje dvojsklo o $+0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a trojsklo o $+0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
 - pri sklone nad 70° sa už hodnota zasklenia U_g nezhoršuje.
⁴⁾ Požiadavky platia pre vonkajšie okná s plochou aspoň $1,8 \text{ m}^2$; okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhrozené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

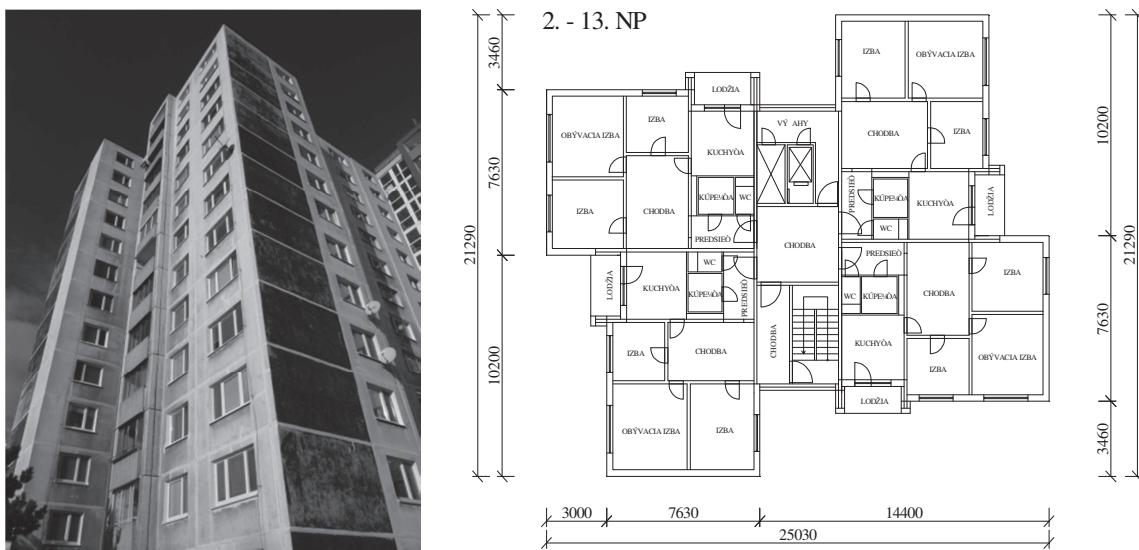
Rôzne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla v Tab. 1.1 a Tab. 1.3, resp. tepelného odporu v Tab. 1.2, zohľadňujú rôzne úrovne energetickej hospodárnosti. Do 31. decembra 2015 boli platné normalizované hodnoty U_N , ktoré predstavujú nízkoenergetickú úroveň výstavby. Od roku 2016 sú v platnosti odporúčané hodnoty U_{r1} , ktoré predstavujú ultranízkoenergetickú

úroveň výstavby až do 31. decembra 2018, resp. 2020. Napokon, od začiatku roka 2019 pre nové budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy, resp. od roka 2021 aj pre všetky ostatné nové budovy, majú stavebné konštrukcie splňať cieľové odporúčané hodnoty U_{r2} , ktoré charakterizujú budovy s takmer nulovou spotrebou energie.

1.2 PRÍKLAD

1.2.1 Opis skutkového stavu budovy

Posudzovaný panelový bytový dom sa nachádza v Bratislave a je postavený v stavebnej sústave P 1.14 BA. Bytový dom má bodový charakter, 13 podlaží a nie je podpivničený. 1. NP tvorí technické podlažie, ostatné podlažia (2. NP - 13. NP) sú obytné, s konštrukčnou výškou 2,8 m. V dome je 48 bytových jednotiek. Pohľad na bytový dom a pôdorys typického podlažia sú na Obr. 1.1.



Obr. 1.1. Pohľad na bytový dom a pôdorys typického podlažia. Foto: Ing. Hana Bukovianska

1.2.2 Opis technických zariadení budovy

1.2.2.1 Vykurovanie

Zdrojom tepla pre bytový dom je odovzdávacia stanica tepla (OST), ktorá je v pôvodnom stave. OST sa nachádza mimo budovy a slúži na zásobovanie teplom pre viacero objektov. Vykurovací systém objektu je teplovodný, dvojrúrkový, s teplotným spádom 90/70 °C. Systém je hydraulicky vyregulovaný od roku 2001. V rámci vyregulovania sa pred vykurovacie telesá inštalovali termostatické ventily s termostatickými hlavicami na reguláciu vnútornej teploty. Teplota vykurovacej vody sa v budove centrálnie reguluje pomocou

trojcestného zmiešavacieho ventilu, umiestneného na vstupe do objektu. Tento ventil primiešava horúcu vodu z OST do vykurovacej sústavy v bytovom dome tak, aby sa dosiahla požadovaná teplota vykurovacej vody, vypočítaná na základe ekvitermickej krvky (centrálna regulácia podľa vonkajšej teploty). Obeh vykurovacej vody v dome zabezpečuje obehové čerpadlo, inštalované v roku 2001. Toto čerpadlo je bez možnosti regulácie otáčok, teda pracuje s konštantným výkonom. Rozvody vykurovania sú bezšvové oceľové zvárané, v technickom podlaží (prízemie) izolované minerálnou vlnou; izolácia je však pôvodná, zdegradovaná a nevyhovuje súčasným požiadavkám na tepelnú ochranu rozvodov. Stúpacie potrubia prechádzajú priamo cez byty a sú bez tepelnej izolácie. Na meranie odberu tepla pre celý objekt slúži kalorimetrické počítadlo na päte objektu, náklady sa medzi jednotlivé byty rozpočítavajú pomocou pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov umiestnených na vykurovacích telesách.

1.2.2.2 Príprava teplej vody

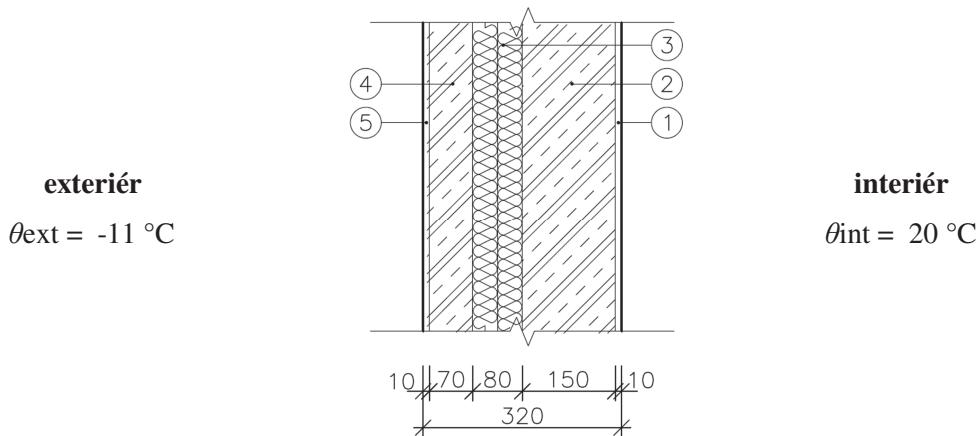
Teplá voda (TV) sa dodáva z centralizovaného zdroja do OST, odkiaľ sa potom dodáva do bytového domu. Cirkulácia TV sa zabezpečuje cirkulačným čerpadlom s konštantným výkonom, umiestneným v OST. Pôvodné cirkulačné čerpadlo sa vymenilo za nové v roku 2001. Ležaté rozvody TV sú vedené v technickom podlaží (prízemie) na spoločných závesoch s rozvodmi vykurovania a sú vybavené hlavným domovým uzáverom a objektovým meračom tepla. Rozvody TV sú oceľové závitové pozinkované, na prízemí izolované minerálnou vlnou; izolácia je pôvodná, zdegradovaná a nevyhovuje súčasným požiadavkám na tepelnú ochranu rozvodov. Stúpacie potrubia prívodu a cirkulácie TV sú vedené v stúpacích šachtách a sú obalené plstenými pásmi.

1.2.3 Opis a tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií

Stavebné konštrukcie bytového domu sú väčšinou v pôvodnom stave, okrem strechy, kde sa v roku 2003 spravila nová hydroizolácia. Pri obhliadke budovy sa zistilo, že približne polovica pôvodných okien bola vymenená za nové okná s plastovým profilom.

1.2.3.1 Obvodový plášť

Obvodový plášť je predsedaný, vrstvený – sendvičový, s hrúbkou 300 mm. V Tab. 1.4 je uvedená skladba a tepelno-technické vlastnosti konštrukcie. Podľa STN 73 0540-2/Z1 má vonkajšia stena splňať hodnotu súčiniteľa prechodu tepla $U_{r1} = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\text{.K)}/\text{W}$.

Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\text{.K)}/\text{W}$.

Tabuľka 1.4. Výpočet tepelného odporu obvodovej steny

Číslo vrstvy	Názov materiálu	Hrúbka	Súčinieľ tepelnej vodivosti	Tepelný odpor
	Symbol	d	λ	R
	Jednotka	m	W/(m.K)	$\text{m}^2\text{.K/W}$
1	Omietka vnútorná	0,010	0,880	0,011
2	Železobetón	0,150	1,580	0,095
3	Penový polystyrén	0,080	0,070	1,143
4	Železobetón	0,070	1,580	0,044
5	Omietka vonkajšia	0,020	1,160	0,017

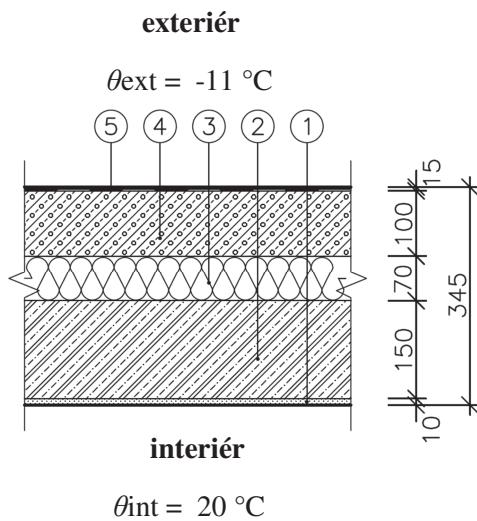
Výsledný tepelný odpor obvodovej steny $R = 1,31 \text{ (m}^2\text{.K)}/\text{W}$.

Súčinieľ prechodu tepla obvodovej steny $U = 0,68 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

Posúdenie: Požiadavka na súčinieľ prechodu tepla pre obvodovú stenu sa splní vtedy, ak bude platiť vzťah 1.1, teda $U < U_{rl}$. Platí $U = 0,68 \text{ W/(m}^2\text{.K)} > U_{rl} = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Na základe porovnania súčinieľa prechodu tepla obvodovej steny U s požadovanou hodnotou U_{rl} možno konštatovať, že obvodová stena **NEVYHOVUJE**.

1.2.3.2 Strešný plášť

Stropy sú zo železobetónových dielcov s hrúbkou 150 mm. Strešná konštrukcia je jednoplášťová, plochá. Strecha je v pôvodnom stave, okrem novej hydroizolácie z asfaltových pásov z roku 2003. V Tab. 1.5 je uvedená skladba a tepelno-technické vlastnosti konštrukcie. Podľa STN 73 0540-2/Z1 má plochá strecha spĺňať hodnotu súčinieľa prechodu tepla $U_{rl} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.



Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$.

Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu $R_{\text{si}} = 0,10 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$.

Tabuľka 1.5. Výpočet tepelného odporu strechy

Číslo vrstvy	Názov materiálu	Hrubka	Súčinieľ tepelnej vodivosti	Tepelný odpor
	Symbol	d	λ	R
	Jednotka	m	W/(m.K)	m ² .K/W
1	Omietka vnútorná	0,010	0,880	0,011
2	ŽB stropný panel	0,150	1,580	0,095
3	Penový polystyrén	0,050	0,044	1,136
4	Pórobetónový panel	0,100	0,190	0,526
5	Hydroizolácia	0,015	0,210	0,071

Výsledný tepelný odpor strechy $R = 1,84 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$.

Súčinieľ prechodu tepla strechy $U = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

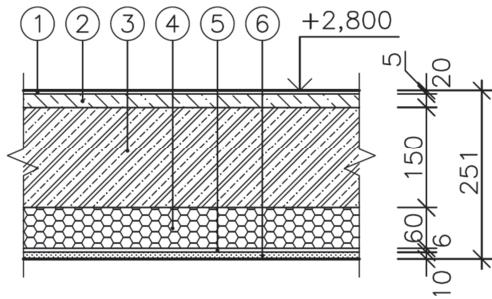
Posúdenie: Požiadavka na súčinieľ prechodu tepla pre obvodovú stenu sa splní vtedy, ak bude platiť vzťah 1.1, teda $U < U_{\text{rl}}$. Platí $U = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)} > U_{\text{rl}} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Na základe porovnania súčinieľa prechodu tepla strechy U s odporúčanou hodnotou U_{rl} možno konštatovať, že strecha **NEVYHOVUJE**.

1.2.3.3 Strop nad nevykurovaným podlažím

Skladba a tepelno-technické vlastnosti podlahy nad nevykurovaným podlažím sú uvedené v Tab. 1.6. Podľa STN 73 0540-2/Z1 má strop medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou do 10 K a s tepelným tokom zhora nadol spĺňať hodnotu súčinieľa prechodu tepla $U_{\text{rl}} = 0,85 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

interiér

$$\theta_{int} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$



interiér

$$\theta_{int} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Odpór pri prestupe tepla na vnútornom povrchu $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Odpór pri prestupe tepla na vnútornom povrchu $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Tabuľka 1.6. Výpočet tepelného odporu podlahy nad nevykurovaným podlažím

Číslo vrstvy	Názov materiálu	Hrubka	Súčinieľ tepelnej vodivosti	Tepelný odpor
	Symbol	d	λ	R
	Jednotka	m	W/(m.K)	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
1	PVC podlahovina	0,005	0,160	0,031
2	Cementový poter	0,020	1,020	0,020
3	ŽB stropný panel	0,150	1,340	0,112
4	Dosky z čadičovej plsti	0,060	0,048	1,250
5	Lignátové dosky	0,006	0,220	0,027
6	Omietka vnútorná	0,010	0,700	0,014

Výsledný tepelný odpor stropu $R = 1,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Súčinieľ prechodu tepla stropu $U = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Posúdenie: Požiadavka na súčinieľ prechodu tepla pre strop medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou do 10 K a s tepelným tokom zhora nadol sa splní vtedy, ak bude platíť vzťah 1.1, teda $U < U_{rl}$. Platí $U = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rl} = 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Na základe porovnania súčinieľa prechodu tepla stropu medzi vnútornými priestormi U s požadovanou hodnotou U_{rl} možno konštatovať, že strop **VYHOVUJE**.

1.2.3.4 Otvorové konštrukcie

Pôvodné okná a balkónové dvere sú drevené zdvojené, zasklené jednoduchým zasklením. Vstupné steny na 1. NP sú s oceľovým rámom s jednoduchým zasklením.

Zasklenie schodiskového a výťahového priestoru tvorí oceľová konštrukcia s copilitovým zasklením, priebežne pozdĺž celej výšky objektu. Tepelno-technické vlastnosti otvorových konštrukcií sú uvedené v Tab. 1.7. Podľa STN 73 0540-2/Z1 majú nové okná a dvere v obvodovej stene spĺňať hodnotu súčiniteľa prechodu tepla $U_{W,r1} = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Pre budovy, na ktorých sa čiastočné stavebné úpravy vykonali v minulosti, platí maximálna hodnota $U_{W,\max} = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Tabuľka 1.7. Tepelno-technické posúdenie otvorových výplní

Otvorová konštrukcia	Súčinitel' prechodu tepla $U_W (\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}))$
Pôvodné drevené zdvojené okná	2,7
Pôvodné drevené zdvojené okná a dvere – lodžia	2,7
Oceľové okná v schodiskovej a výťahovej časti	5,2
Oceľová vstupná zasklená stena	5,2
Vymenené plastové okná	1,3
Vymenené plastové okná a dvere – lodžia	1,3

Posúdenie: Pôvodné zdvojené okná a lodžiové dvere s dreveným profilom, ako i vymenené plastové okná a lodžiové dvere možno posudzovať podľa maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla $U_{W,\max}$. Požiadavka na súčinitel' prechodu tepla pre tieto otvorové konštrukcie sa splní vtedy, ak bude platiť vzťah $U_W < U_{W,\max}$. Podľa Tab. 1.3 pre okná, dvere, zasklené steny v obvodovej stene a strešné okná $U_{W,\max} = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Na základe porovnania súčiniteľa prechodu tepla pôvodných otvorových konštrukcií s dreveným profilom U_W s maximálnou hodnotou $U_{W,\max}$ možno konštatovať, že pôvodné otvorové konštrukcie s dreveným profilom **NEVYHOVUJÚ**.

Na základe porovnania súčiniteľa prechodu tepla vymenených otvorových konštrukcií s plastovým profilom U_W s maximálnou hodnotou $U_{W,\max}$ možno konštatovať, že vymenené otvorové konštrukcie s plastovým profilom **VYHOVUJÚ**.

1.2.4 Záver tepelno-technického posúdenia stavebných konštrukcií

V Tab. 1.8 je sumár súčiniteľov prechodu tepla posudzovaných nepriesvitných konštrukcií a porovnanie s požadovanými hodnotami, platnými od roku 2016, podľa STN 73 0540-2/Z1.

Tabuľka 1.8. Posúdenie nepriesvitných stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Súčinieľ prechodu tepla U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	Odporúčaná hodnota U_{r1} ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	Posúdenie
Obvodový plášť	0,70	0,22	NEVYHOVUJE
Strešná konštrukcia	0,54	0,15	NEVYHOVUJE
Podlahová konštrukcia	0,56	0,85	VYHOVUJE

V Tab. 1.9 je sumár súčinieľov prechodu tepla posudzovaných otvorových konštrukcií a porovnanie s maximálnou hodnotou, platnou pre budovy, na ktorých sa čiastočné stavebné úpravy vykonali v minulosti, podľa STN 73 0540-2/Z1.

Tabuľka 1.9. Posúdenie otvorových stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Súčinieľ prechodu tepla U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	Maximálna hodnota $U_{W,\max}$ ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	Posúdenie
Pôvodné drevené zdvojené okná a dvere	2,7	1,7	NEVYHOVUJE
Ocelové okná v schodiskovej a výtahovej časti	5,2	1,7	NEVYHOVUJE
Ocelová vstupná zasklená stena	5,2	1,7	NEVYHOVUJE
Vymenené plastové okná a dvere	1,3	1,7	VYHOVUJE

2 POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE

2.0 ÚVOD

2.0.1 Opis situácie

Po diskusii so správcom bytového domu, ktorý tu býva už od začiatku, a od ktorého si sa dozvedel(a) veľa užitočných informácií, sa ti podarilo dostať k projektovej dokumentácii a dohodnúť si obhliadku stavby. Na základe projektovej dokumentácie a obhliadky sa ti podarilo zistíť skladby a vypočítať tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií. Pokračuješ výpočtom potreby tepla na vykurovanie.

2.0.2 Zadanie

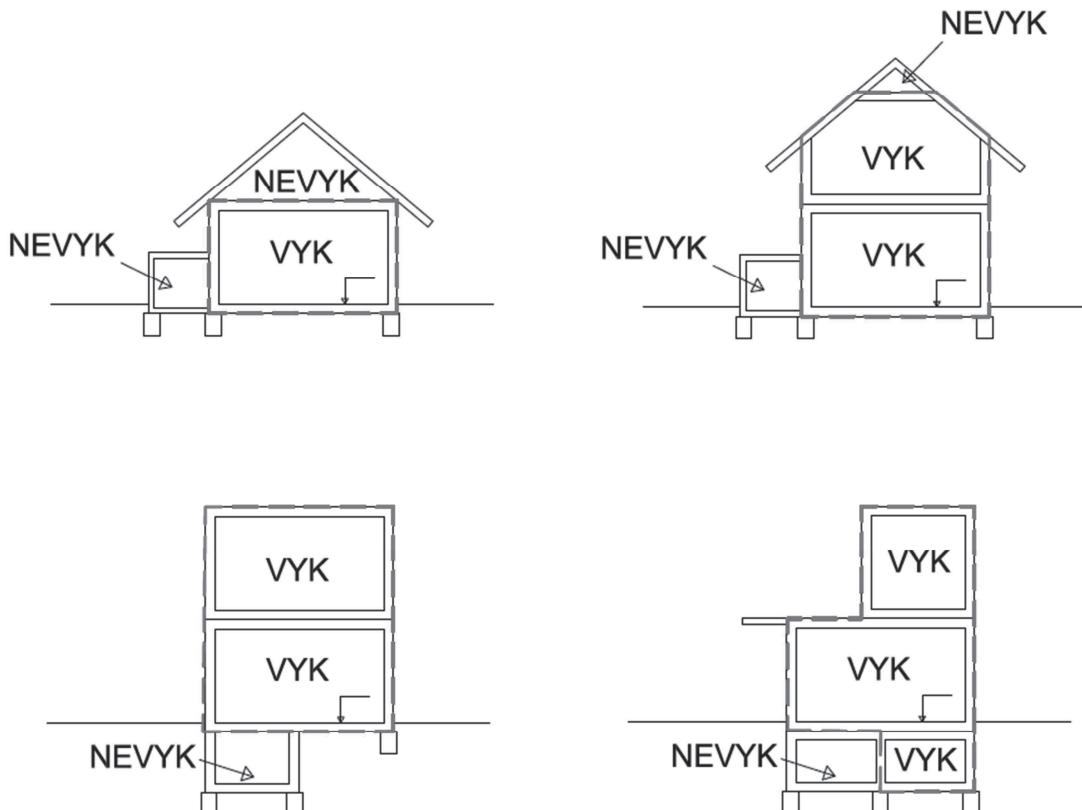
Urči hranicu vykurovaného priestoru. Vypočítaj potrebu tepla na vykurovanie pre normalizované podmienky v súlade s STN EN ISO 52016-1, STN EN ISO 13789 a STN 73 0540. Porovnaj vypočítanú mernú potrebu tepla na vykurovanie s požiadavkou na mernú potrebu tepla na vykurovanie uvedenou v STN 73 0540-2/Z1.

2.1 ZÁSADY VÝPOČTU POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE

Zásady výpočtu potreby tepla na vykurovanie vychádzajú z STN EN ISO 52016-1. Na výpočet tepelnej straty budovy počas vykurovacieho obdobia je potrebné stanoviť merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním cez teplovýmennú obalovú konštrukciu podľa STN EN ISO 13789.

2.1.1 Určenie hranice vykurovaného priestoru

Hranicu vykurovaného priestoru pre výpočet potreby tepla na vykurovanie tvoria všetky stavebné konštrukcie, ktoré oddelujú vykurovaný priestor od vonkajšieho prostredia (vzduch, pôda alebo voda), od nevykurovaných priestorov v tejto budove alebo od prilahlej budovy. V opodstatnených prípadoch možno do hranice vykurovaného zahrnúť aj malé nevykurované priestory, v takom prípade však treba aj tieto priestory považovať za vykurované. Celková podlahová plocha podlaží s upravovaným vnútorným prostredím miestností sa určí z vonkajších rozmerov budovy bez zohľadnenia miestnych vystupujúcich konštrukcií ako sú rímsy, plochy balkónov, lodžií a terás a pod. (vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z.).



Obr. 2.1. Určenie hraníc vykurovaného priestoru budovy (www.tzb-info.cz)

2.1.2 Sezónna metóda výpočtu potreby tepla na vykurovanie

Výpočet potreby tepla sezónnou metódou sa v súčasnosti akceptuje len pre obytné budovy (vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z.). Pri ostatných budovách treba vykonať výpočet potreby tepla po mesiacoch. Rovnako aj pri použití postupov podľa niektorých technických nariem, ako napríklad STN EN 15316-4-3 pre výpočet energetických požiadaviek a účinnosti tepelných solárnych a fotovoltaických systémov, nie je možné použiť sezónny výpočet. Postup pri výpočte potreby tepla s časovým krokom jeden mesiac je opísaný v STN EN ISO 52016-1. Pri použití sezónnej metódy sa potreba tepla na vykurovanie vypočíta podľa vzorca:

$$Q_H = Q_{ht} - \eta_{gn} \cdot Q_{gn} \quad (\text{kWh}) \quad (2.1)$$

kde:

Q_{ht} je celková tepelná strata vo vykurovacom období (kWh);

η_{gn} – faktor využitia tepelných ziskov (-);

Q_{gn} – celkový tepelný zisk vo vykurovacom období (kWh).

2.1.3 Celková tepelná strata

Celková tepelná strata zóny, resp. budovy je súčtom tepelnej straty prechodom tepla a tepelnej straty vетraním:

$$Q_{ht} = (H_T + H_V) \cdot (\theta_{int} - \theta_{e,m}) \cdot t \cdot 0,024 \quad (kWh) \quad (2.2)$$

kde:

H_T – je merná tepelná strata prechodom tepla (W/K);

H_V – merná tepelná strata vетранím (W/K);

θ_{int} – požadovaná vnútorná teplota ($^{\circ}C$);

$\theta_{e,m}$ – priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia ($^{\circ}C$);

t – dĺžka trvania vykurovacej sezóny (dni).

V prípade, ak výpočet neslúži na normalizované hodnotenie, ale chceme sa priblížiť skutočnej spotrebe tepla pre konkrétnu budovu v určitej lokalite, vo výpočte sa použijú údaje o dĺžke vykurovacej sezóny, vonkajšej teplote, vnútornej teplote a pod. pre túto konkrétnu budovu, resp. lokalitu. Ak potreba tepla na vykurovanie slúži na normalizované energetické hodnotenie, výpočet sa vykoná pre normalizovaný počet dennostupňov 3422 K.deň, t. j. pre teplotu vnútorného vzduchu $\theta_{int} = 20 ^{\circ}C$, priemernú teplotu vonkajšieho vzduchu $\theta_{e,m} = 3,86 ^{\circ}C$ a 212 vykurovacích dní pre budovy s neprerušovaným vykurovaním.

2.1.3.1 Merná tepelná strata prechodom tepla

Ak sa uvažuje s paušálnou metódou výpočtu tepelných mostov, možno mernú tepelnú stratu prechodom tepla vyjadriť takto:

$$H_T = \sum b_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \sum A_i \quad (W/K) \quad (2.3)$$

kde:

$b_{x,i}$ je bezrozmerný redukčný faktor elementu i obalovej konštrukcie budovy (-). Používa sa, ak teplota na druhej strane elementu obalovej konštrukcie sa nerovná teplote vonkajšieho prostredia, napríklad v prípade tepelnej straty do nevykurovaného priestoru, tepelnej straty cez dilatáciu a pod. (Obr. 2.2., Tab. 2.1);

U_i – súčiniteľ prechodu tepla elementu i obalovej konštrukcie ($W/(m^2K)$);

A_i – plocha elementu i obalovej konštrukcie budovy (m^2);

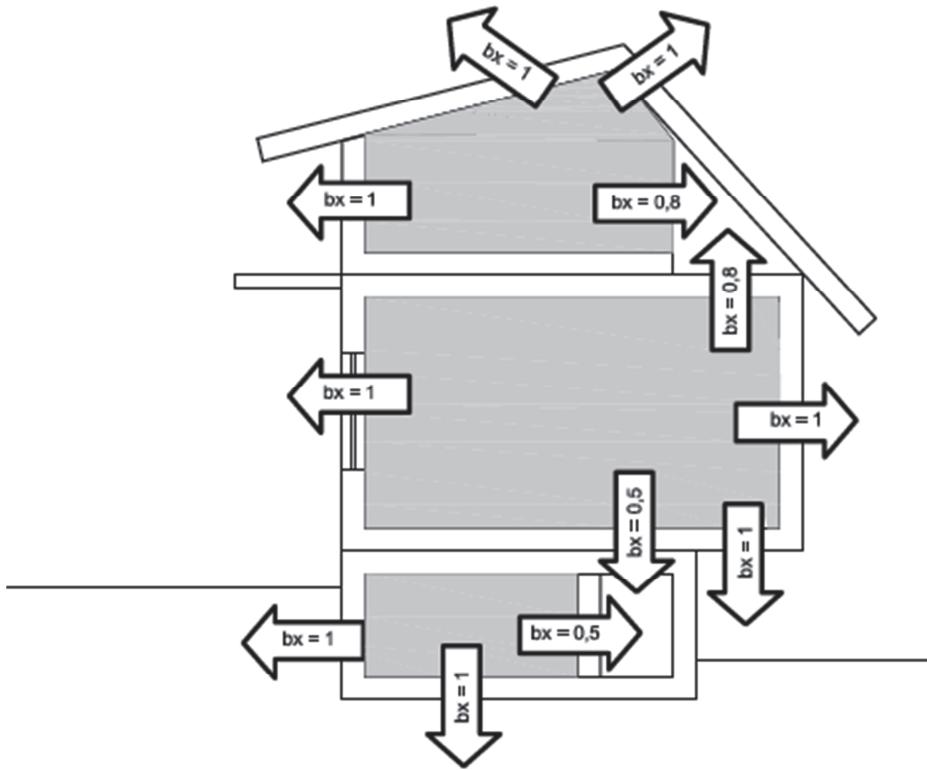
ΔU – zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$). Podľa STN 73 0540-2 sa hodnota ΔU vo $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ môže približne určiť nasledovne:

- $\Delta U = 0,02$ za predpokladu spojitej tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií splňajúcich aspoň požiadavky normalizované od 1.1.2016;
- $\Delta U = 0,05$ za predpokladu spojitej tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií najmä po roku 2002;
- $\Delta U = 0,1$ pri murovaných, panelových vrstvených betónových a keramických, ľahkých drevených roštových konštrukciách, kovoplastických obvodových plášťoch (pred ich obnovou);
- ak je známa hodnota ΔU pre konštrukčný systém, môže sa použiť za predpokladu, že sa určila podľa STN EN ISO 13789;
- v ostatných prípadoch sa vplyv tepelných mostov určí podľa STN EN ISO 13789, lineárne stratové súčinitele a bodové stratové súčinitele sa vypočítajú podľa STN EN ISO 10211.

Obr. 2.2 ukazuje teplotný redukčný faktor b_x pre rôzne prípady stavebných konštrukcií oddelujúcich vnútorné prostredie a prostredie na druhej strane stavebnej konštrukcie (exteriér, temperované, nevykurované a podstrešné priestory). Redukčné faktory b_x v závislosti od deliacej konštrukcie sú zhrnuté v Tab. 2.1.

Tabuľka 2.1. Redukčný faktor b_x v závislosti od deliacej konštrukcie (STN EN 73 0540-2)

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



Obr. 2.2. Redukčný faktor b_x (Chmúrny, 2003)

2.1.3.2 Merná tepelná strata vetraním

Mernú tepelnú stratu vetraním možno pomocou obostavaného objemu budovy a intenzity výmeny vzduchu vyjadriť takto:

$$H_V = \frac{V}{V_b} \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot n_{inf} \cdot V_b / 3600 \quad (\text{W/K}) \quad (2.4)$$

kde:

ρ_a je hustota vzduchu (kg/m^3). Možno uvažovať s hodnotou $\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3$;

c_a je merná tepelná kapacita vzduchu (J/(kg.K)). Možno uvažovať s hodnotou $c_a = 1010 \text{ J/(kg.K)}$;

n_{inf} je intenzita výmeny vzduchu ($1/\text{h}$);

V/V_b je pomer vnútorného a obostavaného objemu budovy (m^3/m^3). Tento pomer sa uvažuje 0,75 pre nové rodinné domy, 0,85 pre posudzovanie obnovovaných budov v pôvodnom stave; pre ostatné budovy platí 0,80.

Podľa vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. sa vo výpočte potreby tepla na vykurovanie budovy má použiť minimálna výmena vzduchu v budove 0,5-krát za hodinu. Ak

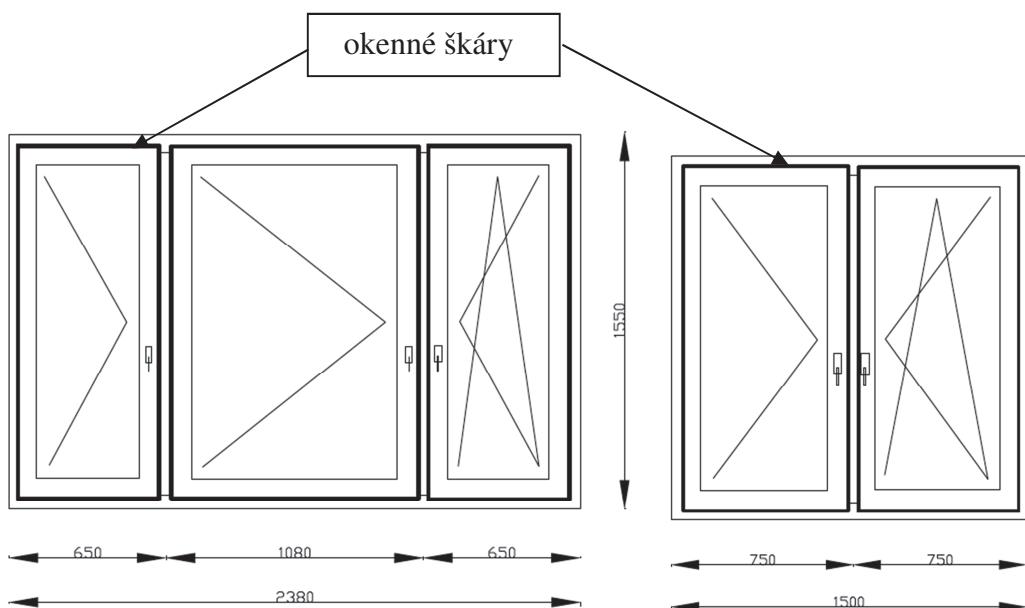
je výpočtom určená intenzita výmeny vzduchu v budove vyššia ako 0,5-krát za hodinu, potreba tepla sa určí pre túto vypočítanú hodnotu intenzity výmeny vzduchu. Intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie vzduchu do budovy cez otvorové konštrukcie možno vypočítať takto:

$$n_{\text{inf}} = 25\ 200 \frac{\sum(i_{\text{lv}} \cdot l)}{V_b} \quad (1/\text{h}) \quad (2.5)$$

kde:

- i_{lv} – je súčinitel škárovej priezdušnosti ($\text{m}^2/(\text{s.Pa}^{0,67})$);
- l – dĺžka škár otvorových konštrukcií (m). Spôsob určenia dĺžky škár je na Obr. 2.3;
- V_b – obostavaný objem budovy (m^3).

Tento vzťah platí len pre výpočet intenzity výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez škáry budov pre budovy do 25 m. Pre budovy vyššie ako 25 m treba použiť výpočet priemernej hodnoty výmeny vzduchu v budove podľa Prílohy C STN 73 0540-2.



Obr. 2.3. Určenie dĺžky škár otvorových konštrukcií

Hodnoty súčiniteľa škárovej priezdušnosti otvorových konštrukcií sú uvedené v Tab. 2.2. Hodnoty uvedené v tejto tabuľke možno použiť v prípadoch, keď nie sú známe presnejšie údaje o konkrétnej otvorovej konštrukcii z akreditovaného laboratória alebo od výrobcu.

Tabuľka 2.2. Súčinitel' škárovej priezdušnosti otvorových konštrukcií i_{lv} (STN 73 0540-3)

Druh otvorovej konštrukcie	Súčinitel' škárovej priezdušnosti $i_{lv} \cdot 10^4 (\text{m}^2/(\text{s} \cdot \text{Pa}^{0.67}))$
Kovové okná, škáry medzi rámom a krídlami netesnené	$\geq 1,8$
Drevené okná, škáry medzi rámom a krídlami netesnené	$\geq 1,4$
Drevené, plastové a kovové okná s tesniacim profilom	$\leq 1,0$

2.1.4 Tepelné zisky

Celkové tepelné zisky zóny, resp. budovy sú súčtom vnútorných tepelných ziskov a solárnych tepelných ziskov:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (\text{kWh}) \quad (2.6)$$

kde:

Q_{int} – je suma vnútorných tepelných ziskov počas vykurovacieho obdobia (kWh);

Q_{sol} – suma solárnych tepelných ziskov počas vykurovacieho obdobia (kWh).

2.1.4.1 Vnútorné tepelné zisky

Podľa STN 73 0540-2 sa vnútorné zdroje tepla charakterizujú priemernými tepelnými výkonmi vnútorných zdrojov tepla q_i vo W/m^2 , pre:

- rodinný dom $q_i \leq 4$;
- bytový dom $q_i \leq 5$;
- nebytové budovy (napr. administratívne budovy, školy) $q_i \leq 6$.

Celkový vnútorný tepelný zisk možno vypočítať takto:

$$Q_{int} = n \cdot 0,024 \cdot q_i \cdot A_b \quad (\text{kWh}) \quad (2.7)$$

kde:

n – je počet dní vykurovacej sezóny. Na energetické hodnotenie sa uvažuje 212 dní;

q_i – priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov tepla (W/m^2);

A_b – merná plocha (m^2).

2.1.4.2 Solárne tepelné zisky

Tepelný tok vplyvom slnečného žiarenia elementom k sa vypočíta takto:

$$Q_{\text{sol},k} = F_{\text{sh,ob},k} \cdot A_{\text{sol},k} \cdot I_{\text{sol},k} \quad (\text{kWh}) \quad (2.8)$$

kde:

$F_{\text{sh,ob},k}$ je tieniaci redukčný faktor pre vonkajšie prekážky (-). V typických prípadoch možno uvažovať s hodnotou $F_{\text{sh,ob},k} = 0,8$;

$A_{\text{sol},k}$ – účinná kolekčná plocha povrchu k s danou orientáciou a sklonom (m^2);

$I_{\text{sol},k}$ – priemerná energia slnečného žiarenia počas výpočtového kroku, na meter štvorcový kolekčnej plochy povrchu k, s danou orientáciou a sklonom (kWh/m^2).

Štatistické hodnoty intenzity slnečného žiarenia pre konkrétnu lokalitu možno zistíť z STN EN ISO 13790/NA. Normalizované hodnoty intenzity slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 pre zimné mesiace štandardného vykurovacieho obdobia v kWh/m^2 sú v Tab. 2.3.

Tabuľka 2.3. Normalizované hodnoty intenzity slnečného žiarenia (STN 73 0540-3)

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

Účinná slnečná kolekčná plocha zasklených prvkov skleného obalu (napr. okien) sa vyjadriť takto:

$$A_{\text{sol}} = F_{\text{sh,gl}} \cdot g_{\text{gl}} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \quad (\text{m}^2) \quad (2.9)$$

kde:

$F_{\text{sh,gl}}$ je tieniaci redukčný faktor pre pohyblivé tieniace zariadenia (-). V typických prípadoch počítať s hodnotou tieniaceho redukčného faktora pre pohyblivé tieniace zariadenia $F_{\text{sh,gl}} = 0,8$;

- g_{gl} – celková prieplustnosť slnečnej energie transparentných častí elementu (-). Príklady hodnôt celkovej prieplustnosti slnečnej energie zasklením sú v Tab. 2.4 a Tab. 2.5. Ďalšie hodnoty možno nájsť v STN 73 0540-3.
- F_F – podiel plochy rámov, pomer plochy rámov k celkovej ploche zaskleného elementu (-). Ak nie sú k dispozícii presné údaje, možno v typických prípadoch uvažovať s hodnotou $(1 - F_F) = 0,8$;
- $A_{w,p}$ – celková plocha zaskleného elementu (napr. plocha okna) (m^2).

Tabuľka 2.4. Informatívne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla a celkovej prieplustnosti slnečnej energie strešných okien (STN 73 0540-3)

Charakteristika zasklenia strešných okien	Súčiniteľ prechodu tepla		Celková prieplustnosť slnečnej energie zasklenia g_{gl}	
	W/(m ² K)			
	U_g ¹⁾	U_w ¹⁾		
Nepriehľadné izolačné dvojsklo	1,1	1,4	0,54	
Štandardné izolačné dvojsklo	1,1	1,4	0,60	
Bezpečnostné energeticky úsporné dvojsklo	1,1	1,4	0,56	
Dvojsklo proti hluku a prehrievaniu	1,0	1,3	0,29	
Špeciálne protihlukové zasklenie	0,9	1,0	0,50	
Trojsklo	0,5	1,0	0,46	
Špeciálne tepelnoizolačné zasklenie	0,5	0,77	0,42	

¹⁾ Hodnoty platia pre okná vo vertikálnej polohe.

Tabuľka 2.5. Informatívne hodnoty celkovej prieplustnosti slnečnej energie (STN 73 0540-3)

Druh zasklenia	Celková prieplustnosť slnečnej energie zasklenia g_{gl}
Jednoduché zasklenie:	
Plavené sklo s hrúbkou 4 mm	0,86
Plavené sklo s hrúbkou 6 mm	0,83 – 0,84
Plavené sklo s hrúbkou 8 mm	0,80 – 0,82
Dvojité a viacnásobné zasklenie:	
Dvojsklo zo skiel float (4 mm + 12 mm vzduch + 4 mm)	0,76
Dvojsklo zo skiel float (6 mm + 12 mm vzduch + 6 mm)	0,72
Dvojsklo zo skiel float + reflexné sklo (4 mm + 12 mm vzduchu + 4 mm)	0,47
Trojité zasklenie obyčajnými sklami 3 mm	0,66

Upozornenie: treba rozlišovať medzi celkovou prieplustnosťou slnečného žiarenia a prieplustnosťou slnečného žiarenia pri dopade kolmo na zasklenie. Pretože celková prieplustnosť slnečnej energie je o niečo nižšia než prieplustnosť slnečnej energie pri žiareni kolmo na zasklenie, použije sa na prepočet korekčný faktor:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_{gl,n} \quad (-) \quad (2.10)$$

kde:

F_w – je korekčný faktor zasklenia (-). Ak sa neudáva inak, hodnota faktora $F_w = 0,9$;
 $g_{gl,n}$ – prieplustnosť slnečného žiarenia pri dopade kolmo na zasklenie (-).

2.1.5 Faktor využitia tepelných ziskov

Podľa STN 73 0540-2 sa pre bytové budovy s neprerušovaným vykurovaním výpočtom sezónnou metódou na zohľadnenie dynamického správania budovy môže použiť bezrozumný faktor využitia tepelných ziskov $\eta_{H,gn}$. Faktor využitia tepelných ziskov pre bytové budovy hodnotené sezónnou metódou pri uvažovaní vplyvu rôznych úrovní výstavby sa uvádzajú v Tab. 2.6.

Tabuľka 2.6. Návrh faktorov využitia tepelných ziskov (STN 73 0540-2)

Úroveň tepelnotechnických vlastností budovy	Faktor využitia tepelných ziskov	
	Rodinné domy	Bytové domy
Energeticky úsporné budovy	0,95	0,95
Nízkoenergetické budovy	0,95	0,95
Ultranízkoenergetické budovy	0,95	0,84
Budovy s takmer nulovou spotrebou energie	0,95	0,84

Pri prerušovanom vykurovaní môže byť vhodnejšie použiť mesačnú metódu, pri ktorej je potrebný výpočet faktora využitia tepelných ziskov pre každý mesiac roka podľa STN EN ISO 52016-1.

2.1.6 Energetické kritérium

Budovy splňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla $Q_{H,nd}$ nižšiu, ako je požiadavka na mernú potrebu tepla podľa Tab. 2.7. Požiadavka na mernú potrebu tepla je stanovená v kWh/(m².a) pre bytové a nebytové budovy a je stanovená v kWh/(m³.a) pre nebytové budovy s konštrukčnou výškou viac ako 2,8 m,

ktoré nespĺňajú prvú požiadavku na $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Faktor tvaru budovy je podielom súčtu plôch konštrukcií teplovýmenného obalu a obostavaného priestoru. Hodnoty $Q_{H,nd}$ pre medziľahlé hodnoty faktora tvaru sa určia lineárnom interpoláciou tabuľkových hodnôt a vypočítané hodnoty sa zaokrúhlia na desatiny.

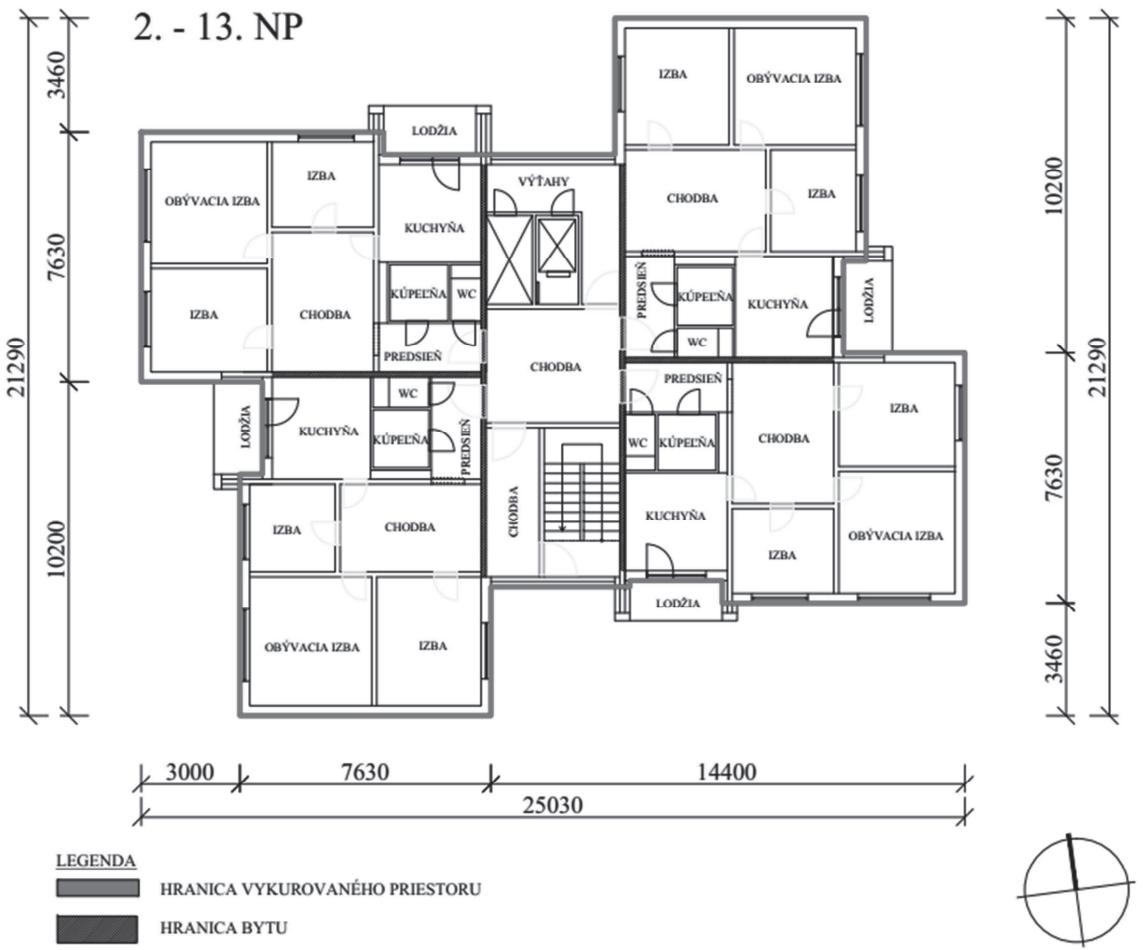
Tabuľka 2.7. Hodnoty mernej potreby tepla na vykurovanie na hodnotenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2/Z1

Faktor tvaru budovy $1/\text{m}$	Potreba tepla na vykurovanie							
	Maximálna hodnota $Q_{H,nd,max}$		Normalizovaná hodnota $Q_{H,nd,N}$		Odporúčaná hodnota $Q_{H,nd,r1}$		Cieľová odporúčaná hodnota $Q_{H,nd,r2}$	
	$Q_{H,nd,max1}$ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,max2}$ $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,N1}$ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,N2}$ $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,r1,1}$ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,r1,2}$ $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,r2,1}$ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$Q_{H,nd,r2,2}$ $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$
$\leq 0,3$	70,00	25,00	50,00	17,90	25,00	8,93	12,50	4,47
0,4	78,60	28,10	57,10	20,40	28,55	10,20	14,28	5,10
0,5	87,10	31,10	64,30	23,00	32,15	11,49	16,08	5,75
0,6	95,70	34,20	71,40	25,50	35,70	12,75	17,85	6,38
0,7	104,30	37,50	78,60	28,10	39,30	14,04	19,65	7,02
0,8	112,90	40,30	85,70	30,60	42,85	15,31	21,43	7,66
0,9	121,40	43,40	92,90	33,20	46,45	16,60	23,23	8,30
1,0	130,00	46,50	100,00	35,70	50,00	17,86	25,00	8,93

2.2 PRÍKLAD

2.2.1 Určenie hranice vykurovaného priestoru

Určenie hranice vykurovaného priestoru pre bytový dom je zobrazené na Obr. 2.4 a 2.5. Hranica je vymedzená po stranách vonkajšou hranou muriva, hore vrchnou hranou tepelnej izolácie strešnej konštrukcie a dole spodnou (vonkajšou) hranou stropu nad nevykurovaným podlažím.



Obr. 2.4. Pôdorys typického podlažia s vyznačením hranice vykurovaného priestoru



Obr. 2.5. Pohľad na bytový dom z južnej a severnej strany s vyznačením hranice vykurovaného priestoru

2.2.2 Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Výpočet potreby tepla na vykurovanie pre bytový dom sa vykonal sezónnou metódou. Na úvod je potrebné určiť mernú plochu objektu (súčet podlahových plôch všetkých vykurovaných podlaží), priemernú konštrukčnú výšku a obostavaný objem vykurovaného priestoru. Pritom musí platiť rovnica:

$$V_b = A_b \cdot h_{k,pr} \quad (\text{m}^3) \quad (2.11)$$

kde:

V_b – je obostavaný objem vykurovaného priestoru (m^3);

A_b – merná plocha (m^2);

$h_{k,pr}$ – priemerná konštrukčná výška vykurovaných podlaží (m).

Výpočet potreby tepla na vykurovanie je spolu s údajmi o budove zhrnutý v Tab. 2.8. Pre jednoduchosť sa v tomto prípade použili normalizované klimatické podmienky, teda počet dennostupňov 3422 K.deň, vnútorná teplota $\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$, priemerná teplota vonkajšieho vzduchu $\theta_{e,m} = 3,86^\circ\text{C}$ a 212 vykurovacích dní. V praxi treba na výpočet úspory energie a ziskovosti úsporných opatrení použiť hodnoty pre konkrétnu budovu a pre konkrétnu lokalitu.

Tabuľka 2.8. Výpočet potreby tepla na vykurovanie bytového domu

Vstupné údaje		
Kategória budovy:	Bytový dom	
Typ, konštrukčný systém, stavebná sústava	P 1.14 BA	
Šírka budovy	25,03	m
Dĺžka budovy	21,29	m
Výška budovy	37,0	m
Počet podlaží	13	
Obostavaný objem V_b	12 417,6	m^3
Celková podlahová plocha A_b	4403,4	m^2
Celková teplovymenná plocha A_i	3644,5	m^2
Priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$	2,82	m
Faktor tvaru $\sum A_i / V_b$	0,30	l/m
Výpočtová metóda	Sezónna	
Počet dennostupňov	3422	K.deň

Tabuľka 2.8. (Pokračovanie) – Výpočet potreby tepla na vykurovanie bytového domu

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	0,68	2056,6	1398,49	1,00	1398,49					
2.											
Strecha:											
1.	Plochá strecha	0,50	366,95	183,48	1,00	183,48					
2.											
Podlaha:											
1.	Podlaha nad nevykurovaným suterénom	0,56	366,95	205,49	0,50	102,75					
2.											
Otvorové konštrukcie:											
1.	Pôvodné drevené okná a dvere (byty)	2,70	300,30	810,81	1,00	810,81					
2.	Vymenené plastové okná a dvere (byty)	1,30	300,30	390,39	1,00	390,39					
3.	Oceľové okná v schodiskovej časti	5,20	253,40	1317,68	1,00	1317,68					
Súčty		$\sum A_i = 3644,5$			$\sum b_x \cdot U_i \cdot A_i = 4203,6$						
Priemerný súčinatel prechodu tepla: $U_m = H_T / \sum A_i = 1,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$											
Započítanie vplyvu tepelných mostov:	exaktne			Paušálne							
Paušálne:	$\Delta U = 0,05$ Zateplňované konštrukcie			<u>$\Delta U = 0,10$ Jednovrstvové murované konštrukcie</u>							
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov: $\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i = 364,5 \text{ W/K}$											
Intenzita výmeny vzduchu											
Opis otvorovej konštrukcie				Celková dĺžka otvorových škár l (m)	Súčin. priezdušnosti otvor. výplní $i \cdot 10^4$ (m ² /(s.Pa ^{0,67}))						
1.	Pôvodné drevené okná a dvere (byty)		946,00		1,40						
2.	Oceľové okná v schodiskovej a výťahovej časti		450,40		1,80						
3.	Vymenené plastové okná a dvere (byty)		946,00		1,00						
Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná: $n_{inf} = 0,79 \text{ l/h}$											
Vnútorné tepelné zisky											
Vnútorné tepelné zisky: $Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b = 110\ 085,0 \text{ kWh/a}$											
$q_i =$	4,00 W/m ²	<u>5,00 W/m²</u>	6,00 W/m ²	Rodinný dom	<u>Bytový dom</u>	Verejná budova					
Solárne tepelné zisky											
Orientácia	Intenzita slnečného žiarenia I_{sol} (kWh/m ²)	Priepustnosť slnečného žiarenia g_{gl} (-) ¹⁾	Tieniaci faktor (-) ²⁾	Plocha A (m²)							
JUH	320,00	0,62	0,5	248,76							
VÝCHOD/ZÁPAD	200,00	0,62	0,5	408,24							
SEVER	100,00	0,62	0,5	205,56							
JV/JZ	260,00										
SV/SZ	130,00										
HORIZONTÁLNA	340,00										
Solárne tepelné zisky: $Q_s = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} = 56360,2 \text{ kWh/a}$											

Tabuľka 2.8. (Pokračovanie) – Výpočet potreby tepla na vykurovanie bytového domu

Merná tepelná strata	
Merná tepelná strata prechodom: $H_T = \sum b_x \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \sum A_i = 4568,0$	
Merná tepelná strata vetraním ³⁾ : $H_V = (V / V_b) \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot n_{inf} \cdot V_b / 3600 = 2807,3 \text{ W/K}$	
Merná tepelná strata: $H = H_V + H_T = 7375,3 \text{ W/K}$	
Potreba tepla na vykurovanie	
Celkové vnútorné zisky: $Q_{gn} = Q_s + Q_i = 166\ 445,2 \text{ kWh/a}$	
Faktor využitia tepelných ziskov: $\eta_{gn} = 0,95$	
Potreba tepla na vykurovanie: $Q_H = (H_T + H_V) \cdot (\theta_{int} - \theta_{e,m}) \cdot t \cdot 0,024 - 0,95 \cdot (Q_i + Q_s) = 447\ 539,1 \text{ kWh/a}$	
Merná potreba tepla na vykurovanie: $Q_{H,nd} = Q_H / A_b = 101,63 \text{ kWh/(m}^2\cdot\text{a)}$	
Vyhodnotenie	
Odporučaná hodnota $Q_{H,nd,r1,1}$ ⁴⁾ : $Q_{H,nd,r1,1} = 25 \text{ kWh/(m}^2\cdot\text{a)}$	$Q_{H,nd} > Q_{H,nd,r1,1}$ Nevyhovuje

¹⁾ Hodnota priepustnosti slnečného žiarenia 0,62 sa získala z priemeru hodnôt uvažovaných pre jednotlivé otvorové konštrukcie takto:

- pôvodné drevené okná (aj lodžia): $g_{gl} = 0,76$;
- oceľové okná s copilitovým zasklením v schodiskovej časti: $g_{gl} = 0,5$;
- vymenené plastové okná a dvere (aj lodžia): $g_{gl} = 0,6$.

Pre detailnejší výpočet by sa mohli spraviť priemery hodnôt priepustnosti slnečného žiarenia zvlášť pre každú orientáciu.

²⁾ Tieniaci 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.

³⁾ Použila sa hodnota $V / V_b = 0,85$, používaná pre posudzovanie obnovovaných budov v pôvodnom stave.

⁴⁾ Odporučaná hodnota $Q_{H,nd,r1,1}$ sa určila z Tab. 2.7 na základe faktora tvaru budovy.

2.2.3 Čiastkový záver

Na základe porovania vypočítanej mernej potreby tepla $Q_{H,nd}$ s požadovanou hodnotou $Q_{H,nd,r1,1}$ možno konštatovať, že objekt nespĺňa energetické kritérium podľa STN 73 0540-2/Z1.

3 POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE

3.0 ÚVOD

3.0.1 Opis situácie

Výpočet potreby tepla na vykurovanie si už v minulosti robil(a), teraz t'a však čaká niečo nové – výpočet tepelných strát vykurovacieho systému a potreby energie na vykurovanie. Tu sa okrem potreby tepla zohľadňujú aj tepelné straty technických zariadení budovy. Máš k dispozícii dokumentáciu z obhliadky a projektovú dokumentáciu, pustíš sa teda do výpočtu.

3.0.2 Zadanie

Vypočítaj tepelné straty z podsystémov odovzdávania, rozvodu a výroby tepla a vlastnú spotrebu energie obejchových čerpadiel. Vypočítaj potrebu energie na vykurovanie. Zohľadni pritom späťne získateľnú tepelnú stratu zo systému prípravy teplej vody, ako i späťne získateľnú časť vlastnej spotreby energie obejchového čerpadla, ak je to vhodné.

3.1 VÝPOČET POTREBY ENERGIE NA VYKUROVANIE

Vykurovací systém pozostáva z podsystémov výroby a akumulácie tepla, podsystému rozvodu tepla a podsystému odovzdávania tepla. Pri výpočte potreby energie, resp. dodanej energie sa však v súlade s STN EN 15316-1 postupuje v opačnom poradí, teda od potreby tepla na vykurovanie, smerom k podsystému výroby a akumulácie. Táto kapitola obsahuje postup výpočtu tepelných strát vykurovacieho systému a výpočet potreby energie na vykurovanie, ktorá zohľadňuje tak potrebu tepla na vykurovanie, ako i tepelné straty vykurovacieho systému.

3.1.1 Tepelná strata systému odovzdávania tepla

Podrobnosti ohľadne výpočtu tepelnej straty systému odovzdávania tepla možno nájsť v STN EN 15316-2. Tepelné straty systému odovzdávania tepla sa vypočítajú takto:

$$Q_{\text{em,ls}} = Q_{\text{em,out}} \cdot \left(\frac{\Delta \theta_{\text{int,inc}}}{\theta_{\text{int,inc}} - \theta_{\text{e,comb}}} \right) \quad (\text{kWh}) \quad (3.1)$$

kde:

- $Q_{\text{em,out}}$ – je potreba tepla na vykurovanie, Q_H , vypočítaná podľa 52016-1 (kWh);
- $\Delta\theta_{\text{int,inc}}$ – zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania (K);
- $\theta_{\text{int,inc}}$ – ekvivalentná vnútorná teplota ($^{\circ}\text{C}$);
- $\theta_{\text{e,comb}}$ – v prípade vykurovania sa táto hodnota rovná priemeru vonkajšej teploty vzduchu počas uvažovaného obdobia ($^{\circ}\text{C}$).

Ekvivalentná vnútorná teplota sa vypočíta takto:

$$\theta_{\text{int,inc}} = \theta_{\text{int,ini}} + \Delta\theta_{\text{int,inc}} \quad (\text{kWh}) \quad (3.2)$$

kde:

- $\theta_{\text{int,ini}}$ – je počiatočná teplota vzduchu v priestore ($^{\circ}\text{C}$);
- $\Delta\theta_{\text{int,inc}}$ – zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania (K).

Zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania tepla sa vypočíta takto:

$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{emt,sys}} + \Delta\theta_{\text{ctr,sys}} \quad (-) \quad (3.3)$$

kde:

- $\Delta\theta_{\text{hyd}}$ – je zmena teploty v závislosti od hydraulického vyregulovania (K), Tab. 3.1;
- $\Delta\theta_{\text{emt,sys}}$ – zmena teploty v závislosti od odovzdávacieho systému (K);
- $\Delta\theta_{\text{ctr,sys}}$ – zmena teploty v závislosti od riadiaceho systému (K).

Zmena teploty v závislosti od hydraulického vyregulovania, $\Delta\theta_{\text{hyd}}$, sa stanoví na základe Tab. 3.1. Zmena teploty v závislosti od odovzdávacieho systému sa vypočíta takto:

$$\Delta\theta_{\text{emt,sys}} = \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} \quad (-) \quad (3.4)$$

kde:

- $\Delta\theta_{\text{str}}$ – je nerovnomernosť rozloženia teploty v priestore v dôsledku stratifikácie (K), Tab. 3.2 a 3.4;

$\Delta\theta_{emb}$ – zmena teploty v dôsledku tepelných strát komponentov s integrovanou vykurovacou plochou do vonkajšieho prostredia alebo do nevykurovaného priestoru (K), Tab. 3.2 a 3.4;

$\Delta\theta_{rad}$ – zmena teploty v dôsledku účinku sálania v závislosti od odovzdávacieho systému (K).

$\Delta\theta_{im,emt}$ – zmena teploty v dôsledku prerušovanej prevádzky vykurovacieho systému (K).

Zmena teploty v závislosti od riadiaceho systému sa stanoví takto:

$$\Delta\theta_{ctr,sys} = \Delta\theta_{ctr} + \Delta\theta_{im,ctr} + \Delta\theta_{roomaut} \quad (-) \quad (3.5)$$

kde:

$\Delta\theta_{ctr}$ je zmena teploty v závislosti od spôsobu regulácie (K), Tab. 3.2 a 3.4;

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

$\Delta\theta_{roomaut}$ – zmena teploty v závislosti od samostatnej prevádzky (stand alone) alebo prevádzky v sieti / automatizácie riadenia (K).

Tabuľka 3.1. Zmena teploty v závislosti od hydraulického vyregulovania (STN EN 15316-2)

Jednorúrkový systém	$\Delta\theta_{hydr}$	Dvojrúrkový systém	$*n \leq 10$		$*n > 10$	
			$\Delta\theta_{hydr}$	$\Delta\theta_{hydr}$	$\Delta\theta_{hydr}$	$\Delta\theta_{hydr}$
Bez hydraulického vyregulovania	0,7	Bez hydraulického vyregulovania	0,6			
Statické vyváženie pre každý okruh	0,4	Statické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo komponent s integrovanou vykurovacou plochou, bez vyváženia sústavy ako celku	0,3	0,4		
Dynamické vyváženie pre každý okruh (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku)	0,3	Statické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo prvok plošného vykurovania, s vyvážením sústavy ako celku (napr. vyvažovacím ventilom)	0,2	0,3		
Dynamické vyváženie pre každý okruh (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku) a dynamická regulácia v závislosti od tepelného príkonu (napr. regulácia na základe teploty vratnej vody)	0,2	Statické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo komponent s integrovanou vykurovacou plochou a zároveň dynamické vyváženie sústavy ako celku (napr. regulátormi tlakovéj diferencie)	0,1	0,2		

Tabuľka 3.1 (pokračovanie)

Dynamické vyváženie pre každý okruh (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku) a dynamická regulácia v závislosti od tepelného príkonu (regulácia na základe rozdielu teploty prívodnej a vratnej vody)	0,1	Dynamické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo komponent s integrovanou vykurovacou plochou (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku / regulátormi tlakovej diferencie)	0
*n – počet odovzdávacích prvkov (napr. počet vykurovacích telies...)			

3.1.1.1 Zmena teploty pre komponenty s integrovanou vykurovacou plochou, výška miestnosti $\leq 4 \text{ m}$

Nerovnomernosť rozloženia teploty v priestore v dôsledku stratifikácie, $\Delta\theta_{\text{str}}$, ako i zmena teploty v dôsledku tepelných strát komponentov s integrovanou vykurovacou plochou do vonkajšieho prostredia alebo do nevykurovaného priestoru, $\Delta\theta_{\text{emb}}$, sa stanoví na základe Tab. 3.2 pre komponenty s integrovanou vykurovacou plochou, pričom $\Delta\theta_{\text{emb}}$ sa vypočíta ako priemer z hodnôt $\Delta\theta_{\text{emb},1}$ a $\Delta\theta_{\text{emb},2}$:

$$\Delta\theta_{\text{emb}} = (\Delta\theta_{\text{emb},1} + \Delta\theta_{\text{emb},2}) \quad (\text{K}) \quad (3.6)$$

kde:

$\Delta\theta_{\text{emb},1}$ je zmena teploty v závislosti od vyhotovenia systému (K), Tab. 3.2;

$\Delta\theta_{\text{emb},2}$ – zmena teploty v dôsledku tepelných strát cez vykurovacie plochy (K), Tab. 3.2;

Zmena teploty v dôsledku prerušovanej prevádzky má tieto hodnoty:

- riadenie $\Delta\theta_{\text{im,ctr}} = 0,0 \text{ K}$
- vykurovací systém $\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0,2 \text{ K}$

Zmena teploty v dôsledku účinku sálania v závislosti od odovzdávacieho systému, $\Delta\theta_{\text{rad}}$, je pre komponenty s integrovanou vykurovacou plochou v miestnosti s výškou $\leq 4 \text{ m}$ rovná 0 K.

Zmena teploty v závislosti od automatizácie riadenia má tieto hodnoty:

- samostatná prevádzka $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -0,5 \text{ K}$
- samostatná prevádzka s adaptívnym zapínaním a vypínaním $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -1,0 \text{ K}$
- systém s adaptívnym zapínaním a vypínaním, riadiace prvky pre daný priestor sú zapojené v sieti a v interakcii s ostatnými riadiacimi prvkami $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -1,2 \text{ K}$

Tabuľka 3.2. Zmena teploty pre komponenty s integrovanou vykurovacou plochou v K; výška miestnosti ≤ 4 m (STN EN 15316-2)

Parametre vplyvu		Zmena teploty			
		$\Delta\theta_{str}$	$\Delta\theta_{ctr,1}^a$	$\Delta\theta_{ctr,2}^b$	$\Delta\theta_{emb}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (napr. 2-stupňový regulátor)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor / 2-stupňový regulátor (hysteréza $\leq \pm 0,5$ K)		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Systém	Podlahové vykurovanie				$\Delta\theta_{emb,1}$
	- mokrý systém	0			$\Delta\theta_{emb,2}$
	- suchý systém	0		0,7	
	- suchý systém s malým prekrytím	0		0,4	
	Stenové vykurovanie	0,4		0,2	
	Stropné vykurovanie	0,7		0,7	
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním ^c	0		0,7	
Špecifické tepelné straty cez vykurovacie plochy (pozri Tab. 3.3)	Plošné vykurovanie bez minimálnej izolácie podľa STN EN 1264				1,4
	Plošné vykurovanie s minimálnou izoláciou podľa STN EN 1264				0,5
	Plošné vykurovanie so o 100 % lepšou izoláciou ako sa požaduje podľa STN EN 1264				0,1

^a Použije sa $\Delta\theta_{ctr,1}$ pre výrobky bez certifikátu.

^b Použije sa $\Delta\theta_{ctr,2}$ pre výrobky s certifikátom.

^c Inštalačia vykurovacieho systému v miestnostiach s núteným vetraním ovplyvní teplotnú stratifikáciu.

Tepelný odpor $R_{\lambda,ins}$ izolačnej vrstvy systému vykurovania/chladenia podľa STN EN 1264-4 je špecifikovaný v Tab. 3.3. Tieto požiadavky sú platné pre kombinovaný systém vykurovania a chladenia, ale pre systémy výlučne len na chladenie sa tieto požiadavky takisto odporúčajú.

Tabuľka 3.3. Minimálny tepelný odpor tepelnoizolačnej vrstvy pod systémom vykurovania, resp. chladenia v $(m^2 \cdot K) / W$ (STN EN 1264-3)

	Susedná alebo spodná vykurovaná miestnosť	Nevykurovaná alebo prerušene vykurovaná spodná, vedľajšia miestnosť alebo miestnosť ležiaca priamo na teréne*	Teplota vonkajšieho vzduchu pod podlahou alebo vedľa		
			Vonkajšia výpočtová teplota $q_d \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	Vonkajšia výpočtová teplota $0 \text{ } ^\circ\text{C} > q_d > -5 \text{ } ^\circ\text{C}$	Vonkajšia výpočtová teplota $-5 \text{ } ^\circ\text{C} > q_d > -15 \text{ } ^\circ\text{C}$
Tepelný odpor tepelnej izolácie $R_{l,ins}$	0,75	1,25	1,25	1,50	2,00

* Ak je hladina spodnej vody $\leq 5 \text{ m}$ pod vrstvou podkladového betónu, hodnoty sa zvýšia.

3.1.1.2 Zmena teploty pre voľné vykurovacie plochy, výška miestnosti $\leq 4 \text{ m}$

Nerovnomernosť rozloženia teploty v priestore v dôsledku stratifikácie, $\Delta\theta_{str}$, ako i zmena teploty v dôsledku tepelných strát do vonkajšieho prostredia alebo do nevykurovaného priestoru, $\Delta\theta_{emb}$, sa stanoví na základe Tab. 3.4 pre voľné vykurovacie plochy, pričom $\Delta\theta_{str}$ sa vypočíta ako priemer z hodnôt $\Delta\theta_{str,1}$ a $\Delta\theta_{str,2}$:

$$\Delta\theta_{str} = (\Delta\theta_{str,1} + \Delta\theta_{str,2}) \quad (\text{K}) \quad (3.7)$$

Zmena teploty v dôsledku prerušovanej prevádzky má tieto hodnoty:

- riadenie $\Delta\theta_{im,ctr} = 0,0 \text{ K}$
- vykurovací systém $\Delta\theta_{im,emt} = -0,3 \text{ K}$

Zmena teploty v dôsledku účinku sálania v závislosti od odovzdávacieho systému, $\Delta\theta_{rad}$, sa pre voľné vykurovacie plochy v miestnosti s výškou $\leq 4 \text{ m}$ rovná 0 K .

Zmena teploty v závislosti od automatizácie riadenia má tieto hodnoty:

- samostatná prevádzka $\Delta\theta_{roomaut} = -0,5 \text{ K}$
- samostatná prevádzka s adaptívnym zapínaním a vypínaním $\Delta\theta_{roomaut} = -1,0 \text{ K}$
- systém s adaptívnym zapínaním a vypínaním, riadiace prvky pre daný priestor sú zapojené v sieti a v interakcii s ostatnými riadiacimi prvkami $\Delta\theta_{roomaut} = -1,2 \text{ K}$

Tabuľka 3.4. Zmena teploty pre voľné vykurovacie plochy (radiátory, konvektory) v K; výška miestnosti ≤ 4 m (STN EN 15316-2)

Parametre vplyvu	Zmena teploty				
	$\Delta\theta_{str}$	$\Delta\theta_{ctr,1}$ ^b	$\Delta\theta_{ctr,2}$ ^c	$\Delta\theta_{emb}$	
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (elektromechanické/elektronické)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Zvýšená teplota ($\theta_i = 20$ °C)	Dvojrúrkové vykurovanie a jednorúrkové vykurovanie po renovácii ^d :	$\Delta\theta_{str,1}$	$\Delta\theta_{str,2}$		
	- 60 K (napr. 90/70)	1,2			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	0,7			
	- 30 K (napr. 55/45)	0,5			
	- 20 K (napr. 45/35)	0,4			
	Jednorúrkové vykurovanie (v pôvodnom stave):				
	- 60 K (napr. 90/70)	1,6			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	1,2			
	Vykurovacie systémy kombinované s nútenským vetraním	0,2			
	Vykurovacie telesá s ventilátormi / fan coil ^e	0			
Špecifické tepelné straty cez externé komponenty (GF = sklené plochy)	Radiátor na vnútornej stene		1,3		0
	Radiátor na vonkajšej stene				
	- GF bez ochrany pred žiareniom		1,7		0
	- GF s ochranou pred žiareniom ^a		1,2		0
	- normálna vonkajšia stena		0,3		0

^a Ochrana proti žiareniu izoláciou a/alebo odrazom musí zabrániť 80 % strát sálaním z vykurovacieho telesa do sklených povrchov.

^b Použije sa $\Delta\theta_{ctr,1}$ pre výrobky bez certifikátu.

^c Použije sa $\Delta\theta_{ctr,2}$ pre výrobky s certifikátom.

^d Jednorúrkový systém sa považuje za renovovaný, ak sa prietok regulauje dynamicky v závislosti od tepelného výkonu a rozvody tepla sú tepelne izolované.

^e Inštalačia vykurovacieho systému v miestnostiach s nútenským vetraním ovplyvní teplotnú stratifikáciu.

3.1.2 Tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému

Výpočtom tepelnej straty z rozvodov vykurovania sa podrobne zaobereá STN EN 15316-

3. Uvedený výpočet je založený na všeobecne platných fyzikálnych princípoch a má oporu

v technických normách. Tepelné straty pre všetky potrubia j v časovom kroku možno stanoviť takto:

$$Q_{H,dis,ls,an} = \sum \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \quad (\text{kWh}) \quad (3.8)$$

kde:

- Ψ je lineárny stratový súčinitel' ($\text{W}/(\text{m.K})$);
- θ_m – stredná teplota teplonosnej látky ($^{\circ}\text{C}$);
- θ_i – teplota okolitého prostredia ($^{\circ}\text{C}$);
- L – dĺžka potrubia vykurovacieho okruhu, vrátane ekvivalentnej dĺžky pre zohľadnenie armatúr podľa Tab. 3.5 (m);
- j – index pre potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami;
- $t_{op,an}$ – počet vykurovacích hodín v časovom kroku (h).

Tepelnú stratu z armatúr na vykurovacom potrubí možno vo výpočte zohľadniť pomocou ekvivalentnej dĺžky. To znamená, že za každú armatúru sa k dĺžke vykurovacieho potrubia pripočíta ekvivalentná dĺžka, ktorou sa zohľadní tepelná strata cez armatúru. Ekvivalentné dĺžky pre armatúry sú v Tab. 3.5.

Tabuľka 3.5. Ekvivalentné dĺžky pre armatúry

Armatúry vrátane prírub	Ekvivalentná dĺžka (m) (priemer $d \leq 100 \text{ mm}$)	Ekvivalentná dĺžka (m) (priemer $> 100 \text{ mm}$)
Bez tepelnej izolácie	4	6
S tepelnou izoláciou	1,5	2,5

3.1.2.1 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody

Minimálna hrúbka tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody v budovách pre izolačný materiál s tepelnou vodivostou $0,035 \text{ W}/(\text{m.K})$ pri teplote $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ podľa vyhlášky MH SR č. 14/2016 Z. z. je uvedená v Tab. 3.6.

Tabuľka 3.6. Minimálna hrúbka tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody v budovách, $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m.K})$, teplota vzduchu 0°C (vyhláška MH SR č. 14/2016 Z. z.)

P. č.	Vnútorný priemer potrubia alebo armatúry	Minimálna hrúbka izolácie
1	do 22 mm	20 mm
2	od 23 mm do 35 mm	30 mm
3	od 35 mm do 100 mm	rovnaká ako vnútorný priemer potrubia
4	nad 100 mm	100 mm

Pre rozdeľovače a zberače tepla, v miestach križovania potrubí, v miestach spájania potrubí a pre potrubia a armatúry inštalované v prestupoch stien a stropov sa môže minimálna hrúbka izolácie znížiť o 50 % hodnoty hrúbky izolácie uvedenej v príslušnom riadku tabuľky. Uvedené hodnoty sú navrhnuté pre rozvody tepla a teplej vody s oceľovými rúrkami. V prípade použitia iných materiálov rozvodov tepla a teplej vody sa minimálna hrúbka izolácie vypočíta podľa prílohy č. 2 k vyhláške MH SR č. 14/2016 Z. z.

3.1.2.2 Výpočet lineárneho súčiniteľa prechodu tepla

Podrobnosti o výpočte lineárneho súčiniteľa prechodu tepla sú v STN EN ISO 12241. Lineárny súčinitel prechodu tepla izolovaných potrubí zavesených vo vzduchu s celkovým súčiniteľom prestupu tepla, ktorý zahŕňa prúdenie a sálanie na vonkajšom povrchu, sa určí:

$$\Psi = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot d_a} \right)} \quad (\text{W}/(\text{m.K})) \quad (3.9)$$

kde:

d_i, d_a sú vnútorný priemer (bez tepelnej izolácie) a vonkajší priemer potrubia (s tepelnou izoláciou) (m);

h_a – celkový súčinitel prestupu tepla na vonkajšom povrchu (prúdením a sálaním) ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$); preddefinované hodnoty súčiniteľa sú $h_a = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pre izolované potrubia a $h_a = 14 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pre neizolované potrubia;

λ_D – tepelná vodivosť tepelnej izolácie ($\text{W}/(\text{m.K})$).

Pre potrubia zapustené do podkladu sa lineárny súčinitel prechodu tepla určí takto:

$$\Psi = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{\lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_E} \ln \frac{4 \cdot z}{d_a} \right)} \quad (\text{W}/(\text{m.K})) \quad (3.10)$$

kde:

- d_i, d_a sú vnútorný priemer (bez tepelnej izolácie) a vonkajší priemer potrubia (s tepelnou izoláciou) (m);
- λ_E – tepelná vodivosť okolitého výplňového materiálu ($W/(m.K)$);
- λ_D – tepelná vodivosť tepelnej izolácie ($W/(m.K)$);
- z – hĺbka potrubia pod povrhom (m).

3.1.2.3 Výpočet teploty prívodnej a vratnej vody

V prípade systémov odovzdávania tepla do vnútorného prostredia s konštantným prietokom a reguláciou teploty prívodnej vody v závislosti od vonkajšej teploty možno teplotu prívodnej vody θ_s a teplotu vratnej vody θ_r vypočítať takto:

$$\theta_s = (\theta_{s,des} - \theta_i) \cdot \beta_{dis}^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad (\text{°C}) \quad (3.11)$$

resp.

$$\theta_r = (\theta_{r,des} - \theta_i) \cdot \beta_{dis}^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad (\text{°C}) \quad (3.12)$$

kde:

- β_{dis} je priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu v zóne;
- n – teplotný exponent systému odovzdávania tepla do vnútorného prostredia. Preddefinované hodnoty exponentu sú $n = 1,33$ pre vykurovacie telesá a $n = 1,1$ pre podlahové vykurovacie systémy;
- $\theta_{s,des}$ – projektovaná teplota prívodnej vody ($^{\circ}\text{C}$);
- $\theta_{r,des}$ – projektovaná teplota vratnej vody ($^{\circ}\text{C}$);
- θ_i – teplota okolitého vzduchu ($^{\circ}\text{C}$).

3.1.3 Vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla – zjednodušená metóda

Vlastná spotreba energie zahŕňa najmä elektrickú energiu potrebnú na pohon obehových čerpadiel. Uvádzame zjednodušenú výpočtovú metódu, pre ktorú sa zadefinovali niektoré predpoklady pre najdôležitejšie prípady. Ročná vlastná spotreba energie obehových čerpadiel pre vodné vykurovacie systémy sa vypočíta takto:

$$W_{H,dis,aux,an} = W_{H,dis,hydr,an} \cdot e_{dis} \quad (\text{kWh}) \quad (3.13)$$

kde:

$W_{H,dis,hydr,an}$ je potreba hydraulickej energie (kWh);

e_{dis} – systémový výkonový faktor (-).

3.1.3.1 Potreba hydraulickej energie

V zjednodušenej výpočtovej metóde možno potrebu hydraulickej energie vyjadriť takto:

$$W_{H,dis,hydr,an} = \frac{P_{hydr,des}}{1000} \cdot \beta_{dis} \cdot t_{op,an} \cdot f_{NET} \cdot f_{HB} \cdot f_{G,PM} \quad (\text{kWh}) \quad (3.14)$$

kde:

$P_{hydr,des}$ je výkon čerpadla v pracovnom bode (W);

β_{dis} – priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu (-);

$t_{op,an}$ – počet vykurovacích hodín za rok (h/rok);

f_{NET} – korekčný faktor pre hydraulické siete (-);

f_{HB} – korekčný faktor pre hydraulické vyváženie (-);

$f_{G,PM}$ – korekčný faktor pre zariadenia na výrobu tepla s integrovanou reguláciou čerpadiel, (-).

Na výpočet potreby hydraulickej energie je najskôr potrebné určiť výkon čerpadla v pracovnom bode. Výkon čerpadla sa určí takto:

$$P_{hydr,des} = 0,2778 \cdot \Delta p_{des} \cdot V_{des} \quad (\text{W}) \quad (3.15)$$

kde:

V_{des} je prietok v pracovnom bode (m^3/h);

Δp_{des} – tlakový spád (dispozičný tlak čerpadla) v pracovnom bode (kPa).

Tlakový spád v pracovnom bode sa zjednodušene vypočíta so zohľadnením určeného merného tlakového spádu vykurovacieho okruhu (100 Pa/m) a so zohľadnením prídavného tlakového spádu na vradené odpory 30 Pa/m takto:

$$\Delta p_{\text{des}} = 0,13 \cdot L_{\max} + 2 + \Delta p_{\text{FH}} + \Delta p_{\text{G}} \quad (\text{kPa}) \quad (3.16)$$

kde:

L_{\max} – je maximálna dĺžka potrubia vykurovacieho okruhu (m);

Δp_{FH} – prídavný tlakový spád podlahových vykurovacích systémov (kPa);

Δp_{G} – tlakový spád zariadenia na výrobu tepla (kPa).

Ak nie je maximálna dĺžka vykurovacieho okruhu v zóne známa z projektovej dokumentácie, možno ju približne vypočítať z vonkajších rozmerov zóny:

$$L_{\max} = 2 \cdot (L_{\text{L}} + \frac{L_{\text{w}}}{2} + N_{\text{lev}} \cdot h_{\text{lev}} + l_{\text{c}}) \quad (\text{m}) \quad (3.17)$$

kde:

L_{L} – je dĺžka zóny (m);

L_{w} – šírka zóny (m);

N_{lev} – počet vykurovaných podlaží v zóne (-);

h_{lev} – konštrukčná výška podlažia v zóne (m);

l_{c} – dĺžka pripájacích potrubí od stúpacích potrubí k vykurovacím telesám, 10 m pre dvojrúrové vykurovacie systémy, alebo $L_{\text{L}} + L_{\text{w}}$ pre jednorúrové vykurovacie systémy.

Ak nie sú k dispozícii údaje o hodnotách Δp_{FH} a Δp_{G} , použijú sa preddefinované hodnoty:

Δp_{FH} – je 25 kPa vrátane uzatváracích armatúr a rozdeľovačov;

Δp_{G} – je uvedený v Tab. 3.7.

Tabuľka 3.7. Tlakové straty zariadení na výrobu tepla (STN EN 15361-3)

Typ zariadenia na výrobu tepla	Δp_{G} (kPa)
Zariadenie na výrobu tepla s vodným objemom $> 0,15 \text{ l/kW}$	1
Zariadenie na výrobu tepla s vodným objemom $\leq 0,15 \text{ l/kW}$	$20 \cdot (V_{\text{des}})^2$
	80

kde:

$\Phi_{H,em,out,max}$ je maximálny tepelný výkon (kW);

V_{des} – objemový prietok (m^3/h).

Priektor sa vypočíta z tepelného príkonu zóny $\Phi_{H,em,out}$ (projektovaný tepelný príkon podľa STN EN 12831-1) a z projektovaného teplotného spádu $\Delta\vartheta_{dis,des}$ vykurovacieho systému:

$$V_{des} = \frac{3600 \cdot \Phi_{H,em,out}}{c \cdot \rho \cdot \Delta\vartheta_{dis,des}} \quad (m^3/h) \quad (3.18)$$

kde:

$\Phi_{H,em,out}$ je projektovaný tepelný príkon podľa STN EN 12831-1 (kW);

c – merná tepelná kapacita vykurovacej látky (kJ/(kg.K));

ρ – hustota vykurovacej látky (kg/m^3);

$\Delta\vartheta_{dis,des}$ – projektovaný teplotný spád (K).

Priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu sa určí podľa rovnice:

$$\beta_{dis} = \frac{Q_{H,dis,out}}{\Phi_{em} \cdot t_{op}} \quad (-) \quad (3.19)$$

kde:

$Q_{H,dis,out}$ je tepelný výstup zo systému distribúcie (kWh);

Φ_{em} – menovitý výkon inštalovaných vykurovacích telies v príslušnej zóne alebo projektovaný tepelný príkon vo fáze navrhovania (kW);

t_{op} – počet vykurovacích hodín zóny pre príslušnú zónu pre výpočtový interval.

Korekčný faktor pre hydraulické siete f_{NET}

$f_{NET} = 1$ pre dvojrúrové vykurovacie systémy;

$f_{NET} = 8,6 \cdot k_{by} + 0,7$ pre jednorúrové vykurovacie systémy, kde k_{by} je pomer medzi prietokom cez vykurovacie teleso a prietokom cez okruh (pomer zatekania) (-).

Korekčný faktor pre hydraulické vyváženie f_{HB}

$f_{HB} = 1$ pre hydraulicky vyvážené vykurovacie systémy;

$f_{HB} = 1,15$ pre hydraulicky nevyvážené vykurovacie systémy.

Korekčný faktor pre zariadenia na výrobu tepla s integrovanou reguláciou čerpadiel $f_{G,PM}$

$f_{G,PM} = 1$ pre štandardné zariadenie na výrobu tepla regulované podľa vonkajšej teploty (OTC);

$f_{G,PM} = 0,75$ pre zariadenia na výrobu tepla inštalované na stene regulované podľa vonkajšej teploty (OTC);

$f_{G,PM} = 0,45$ pre zariadenia na výrobu tepla inštalované na stene regulované podľa teploty v priestore.

3.1.3.2 Systémový výkonový faktor

Pre zjednodušenú metódu sa hodnota systémového výkonového faktora vypočíta nasledovne:

$$e_{dis} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{dis}^{-1}) \quad (3.20)$$

kde:

C_{P1}, C_{P2} sú konštanty podľa Tab. 3.8;

β_{dis} je priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu (-);

f_e – faktor účinnosti podľa rovníc $f_e = \frac{P_{el,pmp}}{P_{hydr,des}}$, kde $P_{hydr,des}$ sa uvedie vo W. Pre existujúce inštalácie možno použiť hodnotu menovitého príkonu čerpadla, ktorá sa uvádzza na štítku ako $P_{el,pmp}$. Pri čerpadlách bez regulácie s viacerými stupňami otáčok sa $P_{el,pmp}$ má určiť podľa stupňa otáčok, na ktorom je čerpadlo v prevádzke. Ak hodnota $P_{el,pmp}$ nie je dostupná, potom $f_e = (1,25 + (\frac{200}{P_{hydr,des}})^{0,5}) \cdot 1,5 \cdot b$, kde $b = 1$ pre nové budovy a $b = 2$ pre existujúce budovy.

Tabuľka 3.8. Hodnoty konštánt C_{P1}, C_{P2} na výpočet systémového výkonového faktora pre prevádzku obehového čerpadla (zjednodušená výpočtová metóda) (STN EN 15316-3)

Regulácia čerpadla	C_{P1}	C_{P2}
Čerpadlo bez regulácie	0,25	0,75
Δp_{const}	0,75	0,25
Δp_{vari}	0,90	0,10

3.1.4 Spätné získateľná časť vlastnej spotreby energie

Čerpadlá, ktoré sú v prevádzke sústav vykurovania, premieňajú časť vlastnej potreby energie na tepelnú energiu. Jej jedna časť sa v podsystéme rozvodu tepla spätné získava ako teplo, ktoré sa dodáva do teplonosnej látky. Ďalšia časť tepelnej energie je spätné získateľná pre vykurovanie, pretože toto teplo ohrieva okolitý vzduch. Spätné získateľná časť vlastnej spotreby energie sa vypočíta takto:

$$Q_{H,dis,aux,rvd} = f_{aux,rbl} \cdot W_{H,dis,aux,an} \quad (\text{kWh}) \quad (3.21)$$

kde:

$f_{aux,rbl}$ – je faktor spätné získateľnej časti vlastnej spotreby energie. Môže mať hodnoty 0,75 pre čerpadlo bez tepelnej izolácie, alebo 0,90 pre čerpadlo s tepelnou izoláciou;

$W_{H,dis,aux,an}$ – ročná vlastná spotreba energie obehových čerpadiel (kWh).

3.1.5 Tepelná strata z výroby tepla

V prípade, ak je zdrojom tepla kotol, možno tepelnú stratu z výroby tepla vyjadriť takto:

$$Q_{H,g} = \frac{(1-\eta)}{\eta} (Q_H + Q_{em,ls} + Q_{H,dis,ls,an}) \quad (\text{kWh/rok}) \quad (3.22)$$

kde:

- η – je účinnosť zdroja tepla (-);
- Q_H – potreba tepla na vykurovanie (kWh);
- $Q_{em,ls}$ – straty z odovzdávania tepla (kWh);
- $Q_{H,dis,ls,an}$ – straty z rozvodu tepla (kWh).

V prípade, ak sa teplo odovzdáva z centrálneho zdroja cez odovzdávaciu stanicu tepla, možno vypočítať tepelnú energiu požadovanú na výrobu tepla s použitím účinnosti v Tab. 3.9, uvedenej ako „Ukazovateľ energetickej účinnosti odovzdávacej stanice tepla“.

Tabuľka 3.9. Ukazovatele energetickej účinnosti odovzdávacích staníc tepla podľa druhu teplonosného média (vyhláška ÚRSO č. 59/2008 Z. z.)

Teplonosné médium	Ukazovateľ energetickej účinnosti odovzdávacej stanice tepla (-)
Para/teplá voda	0,97
Teplá voda/teplá vody	0,99
Horúca voda/teplá voda	0,985
Para/horúca voda	0,96

Ak nie sú dostupné bližšie informácie o účinnosti zdroja tepla, možno použiť na výpočet tepelnej energie požadovanej na výrobu tepla hodnoty z Tab. 3.10, zo stĺpca „Faktor transformácie a distribúcie energie.“ Ďalšie informácie o účinnosti kotlov v závislosti od energetického nosiča a od výkonu možno nájsť vo vyhláške ÚRSO č. 59/2008 Z. z.

Tabuľka 3.10. Transformačné a prepočítavacie faktory účinnosti výroby a distribúcie tepla, emisií oxidu uhličitého, primárnej energie a hodnoty výhrevnosti palív podľa vyhlášky MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Merná jednotka (m.j.)	Výhrevnosť kWh/m.j.	Faktor		
				transformácie a distribúcie energie	emisie CO₂ K kg/kWh	primárnej energie f_p
Zemný plyn	štandardný kotol-starý	m ³	9,59	0,83 – 0,89	0,220	1,1
	štandardný kotol-nový	m ³	9,59	0,89 – 0,90	0,220	1,1
	nízkoteplotný kotol	m ³	9,59	0,90 – 0,93	0,220	1,1
	kondenzačný kotol	m ³	9,59	0,97 – 1,05	0,220	1,1
	kombinovaná výroba	m ³	9,59	0,85	0,220	1,1
LPG	štandardný kotol – nový	kg	12,788	0,89 – 0,90	0,2484	1,35
	nízkoteplotný kotol	kg	12,788	0,90 – 0,93	0,2484	1,35
	kondenzačný kotol	kg	12,788	0,97 – 1,05	0,2484	1,35
Koks čiernouhoľný	kotol na tuhé palivo	kg	7,79	0,72 – 0,75	0,360	1,1
Čierne uhlie	kotol na tuhé palivo	kg	6,99	0,69 – 0,78	0,360	1,1
Hnedé uhlie triedené	kotol na tuhé palivo	kg	4,31	0,65 – 0,75	0,360	1,1
Ľahký vykurovací olej	štandardný kotol – starý	kg	11,67	0,82	0,290	1,1
	štandardný kotol – nový	kg	11,67	0,85	0,290	1,1
	nízkoteplotný kotol – starý	kg	11,67	0,87	0,290	1,1
	nízkoteplotný kotol – nový	kg	11,67	0,91	0,290	1,1
Drevené peletky	kotol na biomasu	kg	4,72	0,86	0,020	0,20
Drevná štiepka	kotol na biomasu	kg	3,19	0,78	0,020	0,15
Kusové drevo	kotol na biomasu	kg	3,19	0,7	0,020	0,10
Kusové drevo	kotol na biomasu so splyňovaním	kg	3,19	0,83	0,020	0,10
Zemný plyn	diaľkové vykurovanie	kWh		0,84	0,220	1,3
Čierne uhlie	diaľkové vykurovanie	kWh		0,80	0,360	1,3

Pokračovanie Tabuľky 3.10.

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Merná jednotka (m.j.)	Výhrevnosť kWh/m.j.	Faktor		
				transformácie a distribúcie energie	emisie CO ₂ K kg/kWh	primárnej energie f _p
Hnedé uhlíe	dialkové vykurovanie	kWh		0,65 – 0,70	0,360	1,3
Drevná štiepka	dialkové vykurovanie	kWh		0,72 – 0,80	0,020	1,3
Ťažký vykurovací olej	dialkové vykurovanie	kWh		0,80	0,330	1,3
Zemný plyn	dialkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,80 – 0,84	0,220	0,7
Hnedé uhlíe	dialkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,60 – 0,70	0,360	0,7
Čierne uhlíe	dialkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,65 – 0,75	0,360	0,7
Jadrová energia	dialkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,88	0,016	0,7
Zemný plyn	plynové tep. čerpadlo vzduch-voda, nízkoteplotné vykurovanie	m ³	9,59	1,5	0,220	1,1
	plynové tep. čerpadlo vzduch-voda, radiátorové vykurovanie	m ³	9,59	1,4	0,220	1,1
Elektrina	elektrické vykurovanie, chladenie	kWh		0,99	0,167	2,2
	elektrický ohrev pitnej vody	kWh		0,99	0,167	2,2
	tep. čerpadlo vzduch-voda, radiátorové vykurovanie	kWh		2,6	0,167	2,2
	tep. čerpadlo vzduch-voda, nízkoteplotné vykurovanie	kWh		2,9	0,167	2,2
	tep. čerpadlo vzduch-vzduch (vzduch sa ohrieva do 35 °C)	kWh		2,9	0,167	2,2
	tep. čerpadlo zem-voda, radiátorové vykurovanie	kWh		2,9	0,167	2,2
	tep. čerpadlo zem-voda, nízkoteplotné vykurovanie	kWh		3,4	0,167	2,2
	tep. čerpadlo voda-voda, radiátorové vykurovanie	kWh		3,4	0,167	2,2
	tep. čerpadlo voda-voda, nízkoteplotné vykurovanie	kWh		3,9	0,167	2,2
	tep. čerpadlo voda od 18 °C-voda, radiátorové vykurovanie	kWh		4,0	0,167	2,2
	tep. čerpadlo voda od 18 °C-voda, nízkoteplotné vykurovanie	kWh		4,4	0,167	2,2
	fotovoltaika	kWh		1,00	0,00	0,0

3.1.6 Potreba energie na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie sa určí výpočtom potreby tepla na vykurovanie a pripočítaním strát z podsystémov vykurovacieho systému:

$$Q_{VYK} = Q_H + Q_{em,ls} + Q_{H,dis,ls,an} + W_{H,dis,aux,an} + Q_{s,ls} + Q_{g,ls} \quad (\text{kWh}) \quad (3.23)$$

kde:

- Q_H – je potreba tepla na vykurovanie (kWh). Táto sa vypočítala v predošej kapitole;
- $Q_{em,ls}$ – tepelná strata systému odovzdávania tepla (kWh);
- $Q_{H,dis,ls,an}$ – tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému (kWh);
- $W_{H,dis,aux,an}$ – vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla (kWh);
- $Q_{s,ls}$ – tepelná strata z akumulácie tepla (kWh). Pri výpočte sa postupuje rovnako, ako v prípade prípravy TV (pozri 4.1.4).
- $Q_{g,ls}$ – tepelná strata z výroby tepla (kWh).

3.2 PRÍKLAD

3.2.1 Tepelná strata systému odovzdávania tepla

Tepelné straty systému odovzdávania tepla sa vypočítajú takto:

$$Q_{em,ls} = Q_H \cdot \left(\frac{\Delta\theta_{int,inc}}{\theta_{int,inc} - \theta_{e,comb}} \right) = 447\,539 \cdot \left(\frac{1,85}{(20 + 1,85) - 3,86} \right) = 46\,023 \text{ kWh}$$

kde:

- Q_H – potreba tepla na vykurovanie, $Q_H = 447\,539 \text{ kWh}$;
- $\Delta\theta_{int,inc}$ – 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 ($^{\circ}\text{C}$). V prípade normalizovaného hodnotenia sa uvažuje s hodnotou $\theta_{e,comb} = 3,86 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (STN 73 0540-3). V prípade energetického auditu treba uvažovať s hodnotou čo najbližšie k realite.

Zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania:

$$\theta_{int,inc} = \theta_{int,ini} + \Delta\theta_{int,inc} = 20 + 1,85 = 21,85 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

kde:

- $\theta_{int,ini}$ – počiatočná teplota vzduchu v priestore, $\theta_{int,ini} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $\Delta\theta_{int,inc}$ – zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania (K).

Zvýšenie vnútornej teploty v dôsledku tepelnej straty systému odovzdávania zohľadňuje vplyv hydraulického vyregulovania, typ a vyhotovenie odovzdávacieho systému a spôsob regulácie:

$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{emt,sys}} + \Delta\theta_{\text{ctr,sys}} = 0,2 + 0,45 + 1,2 = 1,85 \text{ K}$$

kde:

$\Delta\theta_{\text{hyd}}$ – zmena teploty v závislosti od hydraulického vyregulovania, $\Delta\theta_{\text{hyd}} = 0,2 \text{ K}$ (Tab. 3.1);

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

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

$$\Delta\theta_{\text{emt,sys}} = \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} = 0,75 - 0,3 = 0,45 \text{ K}$$

kde:

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

$$\Delta\theta_{\text{str}} = \frac{\Delta\theta_{\text{str},1} + \Delta\theta_{\text{str},2}}{2} = \frac{1,2 + 0,3}{2} = 0,75 \text{ K} \text{ podľa Tab. 3.4};$$

$\Delta\theta_{\text{str},1}$ – zmena teploty vplyvom nerovnomernosti rozloženia teploty pre teplotný spád 90/70 a dvojrúrkový vykurovací systém, $\theta_{\text{str},1} = 1,2$;

$\Delta\theta_{\text{str},2}$ – 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, $\Delta\theta_{\text{emb}} = 0 \text{ K}$;

$\Delta\theta_{\text{rad}}$ – zmena teploty v dôsledku účinku sálania v závislosti od odovzdávacieho systému, $\Delta\theta_{\text{rad}} = 0 \text{ K}$ pre voľné vykurovacie plochy v miestnosti s výškou $\leq 4 \text{ m}$;

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

Zmena teploty v závislosti od spôsobu regulácie:

$$\Delta\theta_{\text{ctr,sys}} = \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{im,ctr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}} = 1,2 + 0 + 0 = 1,2 \text{ K}$$

kde:

$\Delta\theta_{ctr}$ – zmena teploty v závislosti od spôsobu regulácie, $\Delta\theta_{ctr} = 1,2 \text{ K}$ pre P-regulátor (termostatická hlavica) podľa Tab. 3.4;

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

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

3.2.2 Tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému

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

β_{dis} – priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu v zóne = 0,42;

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

$\theta_{s,des}$ – projektovaná teplota prívodnej vody, $\theta_{s,des} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{r,des}$ – projektovaná teplota vratnej vody, $\theta_{r,des} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

θ_i – teplota vzduchu v priestore; stúpacie potrubia prechádzajú bytmi, preto prevládajúca teplota vzduchu v okolí rozvodov $\theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Výpočet priemerného čiastočného zaťaženia rozvodu v zóne je takýto:

$$\beta_{dis} = \frac{Q_{H,dis,out}}{\Phi_{em} \cdot t_{op}} = \frac{493\,562}{228,6 \cdot 5088} = 0,42$$

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

$Q_{H,dis,out}$ – tepelný výstup zo systému distribúcie = $447\,539 + 46\,023 = 493\,562 \text{ kWh}$;

Φ_{em} – projektovaný tepelný príkon vo fáze navrhovania = $228,6 \text{ kW}$;

t_{op} – počet vykurovacích hodín = 5088 hod;

Teplota prívodnej vody θ_s :

$$\theta_s = (\theta_{s,des} - \theta_i) \cdot \beta_{dis}^{\frac{1}{n}} + \theta_i = (90 - 20) \cdot 0,42^{\frac{1}{1,33}} + 20 = 56,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota vratnej vody θ_r :

$$\theta_r = (\theta_{r,des} - \theta_i) \cdot \beta_{dis}^{\frac{1}{n}} + \theta_i = (70 - 20) \cdot 0,42^{\frac{1}{1,33}} + 20 = 46,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

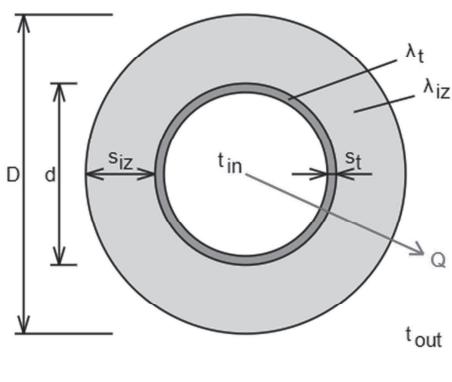
$$\theta_m = \frac{\theta_s + \theta_r}{2} = \frac{56,5 + 46,1}{2} = 51,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pri výpočte tepelnej straty z rozvodu vykurovania sa vychádzalo z týchto 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 $10 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- ležaté potrubia sú izolované minerálnou vlnou hrúbky 30 mm, ktorá je čiastočne poškodená a zdegenerovaná. Uvažuje sa preto so súčiniteľom tepelnej vodivosti minerálnej vlny $\lambda = 0,07 \text{ W/(m.K)}$.
- stúpacie prívodné aj vratné potrubie je z bezšvových oceľových zváraných rúr; tieto potrubia prechádzajú bytmi a prispievajú k vykurovaniu obytných priestorov, preto sa tepelná strata z týchto potrubí považuje za späťne získateľnú tepelnú stratu.

Na Obr. 3.1 je uvedený príklad výpočtu tepelnej straty stúpacieho prívodného a vratného potrubia. Tepelná strata distribučného systému sa vypočítala pomocou programu na nasledujúcej internetovej stránke:

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

<p>Izolace</p> <p>-- Vlastní hodnoty --</p> <p>Rozměry izolace</p> <p>Tloušťka s_{iz} = <input type="text" value="30"/> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = <input type="text" value="0.07"/> W / m K</p> <p>Trubka</p> <p>Ocelové trubky bezešvé</p> <p>Rozměry trubky - DN 65 (2 1/2")</p> <p>Průměr d = <input type="text" value="76"/> mm</p> <p>Tloušťka stěny s_t = <input type="text" value="3.2"/> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti λ_t = <input type="text" value="50"/> W / m K</p>	
<i>Rozsah provozních teplot: není uveden</i>	
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 136 \text{ mm}$</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média t_{in} = <input type="text" value="51,3"/> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí t_{out} = <input type="text" value="10"/> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu rh = <input type="text" value="65"/> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu t_w = <input type="text" value="3.8"/> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu a_e = <input type="text" value="10"/> W / m² K</p> <p>Délka potrubí l = <input type="text" value="1"/> m</p>
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) <input type="text" value="DN 10 - DN 15"/> => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$	
$U_o = 0.642 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow \text{NEVYHOUJE}$ (přibližná tl. izolace = 668.1 mm)	

Obr. 3.1. Tepelná strata ležatého prívodného potrubia vykurovania vedeného na prízemí

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

- Ψ – lineárny stratový súčinitel zodpovedá hodnote U_o na Obr. 3.1 v obdĺžniku. Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 3.11;
- θ_m – stredná teplota teplonosnej látky zodpovedá hodnote t_{in} na Obr. 3.1. Použila sa vypočítaná priemerná hodnota $\theta_m = 51,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- θ_i – teplota okolitého prostredia zodpovedá hodnote t_{out} na Obr. 3.1. Pre ležaté potrubia na prízemí sa uvažuje $\theta_i = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- L – dĺžka rozvodov. Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 3.11;
- $t_{op,an}$ – počet vykurovacích hodín za rok $t_{op,an} = 212 \cdot 24 = 5088 \text{ hod}$;

V Tab. 3.11 sú vlastnosti rozvodov vykurovania na nevykurovanom 1.NP, 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 3.11. Vlastnosti rozvodov vykurovania na nevykurovanom prízemí

DN potrubia (mm)	Lineárny stratový súčinatel' Ψ (W/(m.K))	Dĺžka rozvodu L (m)	Teplota okolitého prostredia θ_i (°C)
65	0,642	14	10
50	0,524	20	10
40	0,445	88	10
32	0,403	54	10

Výpočet tepelnej straty z rozvodov vykurovania:

$$\begin{aligned}
 Q_{H,dis,ls,an} &= \sum_j \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \\
 &= (0,642 \cdot (51,3 - 10) \cdot 14 + 0,524 \cdot (51,3 - 10) \cdot 20 \\
 &\quad + 0,445 \cdot (51,3 - 10) \cdot 88 + 0,403 \cdot (51,3 - 10) \cdot 54) \cdot 5088 / 1000 \\
 &= 16\,893 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

3.2.3 Vlastná spotreba energie systému rozvodu tepla

Ročná vlastná spotreba energie obejových čerpadiel pre vykurovací systém sa vypočítala podľa zjednodušenej metódy. Vo výpočte potreby hydraulickej energie sa použili tieto hodnoty:

$P_{hydr,des}$ – vypočítaný návrhový hydraulický výkon čerpadla v pracovnom bode je 133 W;

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

$$\beta_{dis} = \frac{Q_{H,dis,out}}{\Phi_{em} \cdot t_{op}} = \frac{493\,562}{228,6\,5088} = 0,42$$

$t_{op,an}$ – počet vykurovacích hodín za rok (hod) = 212 · 24 = 5088 hod

f_{NET} – korekčný faktor hydraulickej sústavy, pre dvojrúrové vykurovacie systémy má hodnotu 1,0;

f_{HB} – korekčný faktor hydraulického vyregulovania sústavy (-), pre hydraulicky vyregulovaný systém má hodnotu 1,0;

$f_{G,PM}$ – 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 $f_{G,PM} = 1$.

Potreba hydraulickej energie sa vypočítala takto:

$$W_{H,dis,hydr,an} = \frac{P_{hydr,des}}{1000} \cdot \beta_{dis} \cdot t_{op,an} \cdot f_{NET} \cdot f_{HB} \cdot f_{G,PM} = \frac{133}{1000} \cdot 0,42 \cdot 5088 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 284 \text{ kWh/rok}$$

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

$$P_{hydr,des} = 0,2778 \cdot \Delta p_{des} \cdot V_{des} = 0,2778 \cdot 48,6 \cdot 9,85 = 133 \text{ kW}$$

Hodnoty Δp_{FH} a Δp_G sa pri výpočte merného tlakového spádu Δp_{des} uvažovali:

$\Delta p_{FH} = 25 \text{ kPa}$ vrátane uzatváracích armatúr a rozdeľovačov;

Δp_G – pre zariadenie na výrobu tepla s vodným objemom $> 0,3 \text{ l/kW}$ má hodnotu $1,0 \text{ kPa}$.

Maximálnu dĺžku vykurovacieho okruhu možno odčítať na základe projektovej dokumentácie. Pre ilustráciu sa v tomto príklade maximálna dĺžka vykurovacieho okruhu odhadla výpočtom. Pri výpočte L_{max} sa uvažovalo s týmito hodnotami:

L_L – dĺžka je $25,03 \text{ m}$;

L_W – šírka je $21,23 \text{ m}$;

N_{lev} – 12 vykurovaných podlaží;

h_{lev} – konštrukčná výška podlažia je $2,8 \text{ m}$;

l_c – dĺžka pripájacích potrubí sa pre dvojrúrové vykurovacie systémy uvažuje 10 m .

Maximálna dĺžka vykurovacieho okruhu L_{max} v objekte:

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L_L + \frac{L_W}{2} + N_{lev} \cdot h_{lev} + l_c \right) = 2 \cdot \left(25,03 + \frac{21,23}{2} + 12 \cdot 2,8 + 10 \right) = 158 \text{ m}$$

$$\Delta p_{des} = 0,13 \cdot L_{max} + 2 + \Delta p_{FH} + \Delta p_G = 0,13 \cdot 158 + 2 + 25 + 1 = 48,6 \text{ kPa}$$

Pri výpočte prietoku sa uvažovalo s týmito hodnotami:

- $\Phi_{H,em,out}$ – projektovaný tepelný príkon podľa STN EN 12831-1 má hodnotu 228,6 kW;
- c – merná tepelná kapacita vykurovacej látky má hodnotu 4,18 kJ/(kg.K);
- ρ – hustota vykurovacej látky má hodnotu 1000 kg/m³;
- $\Delta\vartheta_{dis,des}$ – projektovaný teplotný spád má hodnotu 20 K (90/70 °C).

Prietok sa vypočítal takto:

$$V_{des} = \frac{3600 \cdot \Phi_{H,em,out}}{c \cdot \rho \cdot \Delta\vartheta_{dis,des}} = \frac{3600 \cdot 228,6}{4,18 \cdot 1000 \cdot 20} = 9,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pri výpočte systémového výkonového faktora sa uvažovalo s týmito hodnotami:

- C_{P1} – pre čerpadlo bez regulácie má hodnotu 0,25;
- C_{P2} – pre čerpadlo bez regulácie má hodnotu 0,75;
- β_{dis} – priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu je 0,42;
- f_e – faktor účinnosti, pričom

$$f_e = (1,25 + \left(\frac{P_{el,pmp}}{P_{hydr,des}}\right)^{0,5}) \cdot 1,5 \cdot b = (1,25 + \left(\frac{200}{133}\right)^{0,5}) \cdot 1,5 \cdot 2 = 7,43;$$

- $P_{el,pmp}$ – hodnota menovitého príkonu čerpadla, uvažujeme $P_{el,pmp} = 200 \text{ W}$;
- b – pre existujúce budovy má hodnotu 2.

Systémový výkonový faktor sa potom vypočíta takto:

$$e_{dis} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{dis}^{-1}) = 7,43 \cdot (0,25 + 0,75 \cdot 0,42^{-1}) = 15,1$$

Vlastná spotreba energie sa napokon vypočíta:

$$W_{H,dis,aux,an} = W_{H,dis,hydr,an} \cdot e_{dis} = 284 \cdot 15,1 = 4288 \text{ kWh}$$

3.2.4 Spätné získateľná časť vlastnej spotreby energie

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

3.2.5 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 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).

3.2.6 Potreba energie na vykurovanie

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

$$\begin{aligned} Q_{VYK} &= Q_H + Q_{em,ls} + Q_{H,dis,ls,an} + W_{H,dis,aux,an} = 447\,539 + 46\,023 + 16\,893 + 4\,288 \\ &= 514\,743 \text{ kWh} \end{aligned}$$

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

$$Q_{VYK,m} = Q_{VYK}/A_b = 514\,743 / 4403,4 = 116,9 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

Pri výpočte potreby energie na vykurovanie treba ešte zohľadniť spätné získateľnú časť tepelnej straty zo systému prípravy TV. Uvažuje sa s tým, že spätné sa využije len tepelná strata z rozvodov TV, ktoré sa nachádzajú v bytoch (pripájacie potrubia z cirkulačného okruhu k odbernému miestu). Tepelnú stratu z rozvodov v stúpacích šachtách v tomto príklade nepovažujeme za spätné získateľnú napriek tomu, že stúpacie šachty sú súčasťou vykurovanej zóny. Výpočet spätné získateľnej tepelnej straty zo systému prípravy TV sa

uvádza v 4.2.2.2. Výpočet potreby energie na vykurovanie so zohľadnením spätné získateľnej tepelnej straty je v Tab. 3.12.

Tabuľka 3.12. Výpočet mernej potreby energie na vykurovanie – skutkový stav

Sledovaný údaj	Označenie	Jednotka	Vypočítaná hodnota
Potreba tepla na vykurovanie	Q_H	kWh/rok	447 539
Tepelná strata systému odovzdávania	$Q_{em,ls}$	kWh/rok	46 023
Tepelná strata z rozvodov	$Q_{H,dis,ls,an}$	kWh/rok	16 893
Vlastná spotreba energie – čerpadlo	$W_{H,dis,aux,an}$	kWh/rok	4 288
Potreba energie na vykurovanie bez zohľadnenia spätné získateľnej tepelnej straty	Q_{VYK}	kWh/rok	514 743
Spätné získateľná tepelná strata zo systému prípravy TV	$Q_{W,d,i}$	kWh/rok	2077
Potreba energie na vykurovanie po zohľadnení spätné získateľnej tepelnej straty	Q_{VYK}	kWh/rok	512 666
Podlahová plocha budovy	A_b	m^2	4403,4
Merná potreba energie na vykurovanie	$Q_{VYK,m}$	kWh/(m².rok)	116,4

4 POTREBA ENERGIE NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY

4.0 ÚVOD

4.0.1 Opis situácie

Pokračuješ vo výpočte tepelných strát z technických zariadení budovy. Nasleduje výpočet strát zo systému prípravy teplej vody. Týmto krokom ukončíš výpočty energetickej bilancie pre budovu v pôvodnom stave, ktoré ti poslúžia pri odhade úspory energie vplyvom obnovy.

4.0.2 Zadanie

Vypočítaj potrebu tepla na ohrev teplej vody a tepelné straty z jednotlivých podsystémov prípravy teplej vody (rozvody vrátane vlastnej spotreby energie pre cirkulačné čerpadlá, akumulácia, výroba tepla). Vypočítaj potrebu energie na prípravu teplej vody.

4.1 VÝPOČET POTREBY ENERGIE NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY

Systém prípravy TV pozostáva z podsystémov výroby a akumulácie tepla a z podsystému distribúcie tepla, pri výpočte potreby energie, resp. dodanej energie sa však postupuje v opačnom poradí, teda od potreby tepla na prípravu teplej vody, smerom k podsystému výroby a akumulácie. Táto kapitola obsahuje postup výpočtu tepelných strát systému prípravy TV, ako aj výpočet potreby energie na prípravu TV zohľadňujúci potrebu tepla na prípravu TV a tepelné straty systému prípravy TV.

4.1.1 Potreba tepla na prípravu TV – zjednodušená metóda

Potrebu tepla na prípravu TV sa myslí teoretické množstvo energie, ktoré treba dodat TV, aby sa ohriala na požadovanú teplotu, pričom tu nie sú započítané straty z rozvodných potrubí TV, straty prechodom tepla cez steny akumulačnej nádoby, ani straty vznikajúce pri výrobe tepla. Zjednodušenou metódou možno vypočítať potrebu tepla na prípravu TV na základe podlahovej plochy pri definovanej teplote TV $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teploty studenej vody $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ takto:

$$Q_W = Q_{W,A} \cdot A \quad (\text{kWh/rok}) \quad (4.1)$$

kde:

- $Q_{W,A}$ – je špecifická potreba tepla na jednotku plochy (kWh/(m².a));
 A – podlahová plocha (m²), rovná sa mernej ploche A_b .

4.1.2 Tepelná strata z distribúcie TV

Výpočet tepelnej straty zo systému distribúcie TV sa vykoná podľa STN EN 15316-3. Tepelná strata z distribúcie TV sa vypočíta ako súčet tepelných strát z úseku distribučného systému a tepelná strata z cirkulácie:

$$Q_{W,d} = \sum Q_{W,d,i} + Q_{W,d,c} \quad (\text{kWh}) \quad (4.2)$$

kde:

- $Q_{W,d,i}$ – je tepelná strata z úseku distribučného systému (kWh);
 $Q_{W,d,c}$ – tepelná strata z cirkulácie (kWh).

4.1.2.1 Tepelná strata úseku potrubia distribučného systému

Ak sa teplá voda odoberá, k tepelným stratám dochádza len vplyvom materiálu rúrok, prípadne hrúbky a materiálu izolácie:

$$Q_{W,d,i} = \frac{1}{1000} \cdot U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{W,d,i} - \theta_{amb}) \cdot t_W \quad (\text{kWh}) \quad (4.3)$$

kde:

- U_i – je lineárny súčinatel' prechodu tepla potrubím (W/(m.K));
 L_i – dĺžka úseku potrubia, vrátane ekvivalentnej dĺžky pre zohľadnenie armatúr podľa Tab. 3.5 (m);
 $\theta_{W,d,i}$ – priemerná teplota vody v úseku potrubia (°C);
 θ_{amb} – priemerná teplota okolia (°C);
 t_W – čas odberu teplej vody (h).

4.1.2.2 Tepelná strata potrubia v dôsledku stagnácie TV

V prípade dlhšieho časového úseku bez odberu teplej vody (čas stagnácie teplej vody), dochádza k poklesu teploty vody na teplotu okolia. V tomto prípade sa uvažuje len tepelná kapacita vody a objem stagnujúcej vody v rúrkach vzhl'adom na to, že tepelná izolácia tento pokles neovplyvní. Tepelná strata sa vypočíta pomocou vzťahu:

$$Q_{W,d,i} = \frac{365}{3600} \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_{W,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{tap} \quad (\text{kWh}) \quad (4.4)$$

kde:

c_W – je merná tepelná kapacita vody (J/(kg.K));

V_W – objem vody v rúrkach (m^3);

$\theta_{W,d}$ – priemerná teplota vody v potrubí ($^\circ\text{C}$);

θ_{amb} – priemerná teplota okolia ($^\circ\text{C}$);

N_{tap} – počet odberov teplej vody (-).

4.1.2.3 Tepelná strata cirkulačného okruhu distribučného systému počas cirkulácie

Tepelná strata z cirkulačného potrubia počas cirkulácie sa vypočíta rovnakým spôsobom, ako je to popísané pri výpočte tepelnej straty z úseku potrubia teplej vody.

4.1.2.4 Tepelná strata cirkulačného okruhu počas obdobia bez cirkulácie

Ak cirkulačné potrubie nie je prevádzkované nepretržite, tepelná energia z tohto potrubia uniká do okolitého prostredia. Takáto situácia môže nastať napríklad pri odstavení cirkulácie TV počas noci kvôli šetreniu energie. Táto tepelná strata sa vypočíta pomocou vzťahu:

$$Q_{W,d,off} = \frac{365}{3600} \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_{W,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{norm} \quad (\text{kWh}) \quad (4.5)$$

kde:

c_W – je tepelná kapacita vody (J/(kg.K));

V_W – objem vody v rúrkach (m^3);

$\theta_{W,d}$ – priemerná teplota vody v potrubí ($^\circ\text{C}$);

θ_{amb} – priemerná teplota okolia ($^\circ\text{C}$);

N_{norm} – počet operačných cyklov cirkulačného čerpadla za deň (-); pri odstavení cirkulačného čerpadla TV počas noci sa uvažuje s 1 operačným cyklom.

4.1.3 Stanovenie vlastnej elektrickej energie cirkulačných čerpadiel

Energiu potrebnú na prevádzku cirkulačného čerpadla možno zjednodušeným spôsobom vypočítať takto:

$$W_{d,pump} = \frac{365}{1000} \cdot f_{pump} \cdot P_{pump} \quad (\text{kWh}) \quad (4.6)$$

kde:

f_{pump} je prevádzkový čas čerpadla (h/deň);

P_{pump} – príkon čerpadla (W).

4.1.4 Tepelná strata z akumulácie TV

Tepelná strata z akumulácie TV predstavuje tepelnú stratu prechodom tepla cez steny zásobníka a vypočíta sa podľa STN EN 15316-5. Tepelná strata z akumulácie TV sa stanoví z hodnoty pohotovostnej tepelnej straty s prispôsobením aktuálneho teplotného rozdielu:

$$Q_{W,s} = \frac{\theta_{W,s} - \theta_{\text{amb}}}{\theta_{s,s-b}} \cdot Q_{s-b} \quad (\text{kWh}) \quad (4.7)$$

kde:

$\theta_{W,s}$ je priemerná teplota vody v zásobníku ($^{\circ}\text{C}$);

θ_{amb} – priemerná teplota okolia ($^{\circ}\text{C}$);

$\theta_{s,s-b}$ – teplotný rozdiel medzi teplotou vody v zásobníku a teplotou okolia pri meraní pohotovostnej tepelnej straty ($^{\circ}\text{C}$);

Q_{s-b} – pohotovostná tepelná strata zásobníka (kWh/deň).

Tabuľka 4.1. Minimálna hrúbka tepelnej izolácie zásobníkov TV pre teplotu vody $55\ ^{\circ}\text{C}$, teplotu vzduchu $20\ ^{\circ}\text{C}$ a súčinom tepelnej vodivosti izolácie $0,043\ \text{W}/(\text{m.K})$, vypočítaná podľa maximálnej prípustnej dennej straty $O_{Z,\text{adm}}$ (Tomašovič a kol., 2006)

Objem zásobníka (l)	Plocha povrchu zásobníka (m^2)	$Q_{Z,\text{adm}}$ (kWh/deň)	Min. hrúbka izolácie $d_{i,\text{min}}$ (mm)
250	1,89	3,2	16
400	2,74	4,4	17
630	4,25	6	19
1000	6,13	8	19
1600	8,2	11	20
2500	10,2	15	20
4000	13,63	20	21
6300	19,03	27	22
10 000	27,3	36	23

Pre nové zásobníky TV sú hodnoty pohotovostnej tepelnej straty dostupné. Ak hodnota pohotovostnej tepelnej straty nie je dostupná, možno ako orientačnú použiť hodnotu maximálnej prípustnej dennej tepelnej straty $Q_{Z,adm}$ podľa Tab. 4.1.

4.1.5 Tepelná strata z výroby TV

Pri podsystéme výroby TV sa postupuje rovnako, ako pri zdroji tepla pre systém vykurovania. Tepelná strata z výroby TV, $Q_{W,g}$, sa v tomto prípade vypočíta so zohľadnením účinnosti zariadenia na výrobu TV. Ak nie sú dostupné bližšie informácie o účinnosti zdroja tepla, možno použiť hodnoty z Tab. 3.10, stĺpec „Faktor transformácie a distribúcie energie.“ V prípade, ak je zdrojom tepla kotol, možno tepelnú stratu z výroby tepla vyjadriť podľa rovnice 3.22.

4.1.6 Potreba energie na prípravu TV

Potreba energie na prípravu TV sa stanoví výpočtom potreby tepla na prípravu TV a pripočítaním strát z podsystémov systému prípravy TV:

$$Q_{TV} = Q_W + Q_{W,d} + W_{W,d,pump} + Q_{W,s} + Q_{W,g} \quad (\text{kWh/rok}) \quad (4.8)$$

kde:

- Q_W je potreba tepla na prípravu TV (kWh);
- $Q_{W,d}$ – tepelná strata z distribúcie TV (kWh);
- $W_{W,d,pump}$ – energia potrebná na prevádzku cirkulačného čerpadla (kWh);
- $Q_{W,s}$ – tepelná strata z akumulácie TV (kWh);
- $Q_{W,g}$ – tepelná strata z výroby TV (kWh).

4.2 PRÍKLAD

4.2.1 Potreba tepla na prípravu TV – zjednodušená metóda

Zjednodušenou metódou vypočítať potrebu tepla na prípravu TV na základe podlahovej plochy pri definovanej teplote TV $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplote studenej vody $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ takto:

$$Q_W = Q_{W,A} \cdot A = 20 \cdot 4403,4 = 88\,068 \text{ kWh}$$

kde:

$Q_{W,A}$ – špecifická potreba tepla na jednotku plochy ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$). 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 $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.

A – rovná sa mernej ploche $A_b = 4\ 403,4 \text{ m}^2$.

4.2.2 Tepelná strata z distribúcie TV

Celková tepelná strata z distribučného systému TV je:

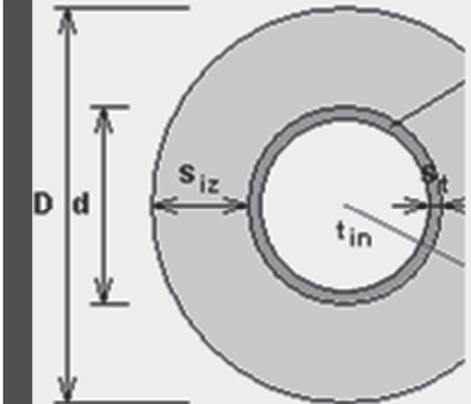
$$Q_{W,d} = \sum Q_{W,d,i} + Q_{W,d,c} = 83\ 221 + 3\ 577 = 86\ 798 \text{ kWh}$$

4.2.2.1 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 nasledovných údajov:

- prívodné ležaté aj cirkulačné potrubie TV je z oceľových závitových pozinkovaných rúr svetlosti DN 40, resp. DN 32. Súčiniteľ tepelnej vodivosti oceľovej rúry je $\lambda = 50 \text{ W}/(\text{m.K})$;
- ležaté potrubia sú izolované minerálnou vlnou s hrúbkou 30 mm, ktorá je čiastočne poškodená a zdegenerovaná. Uvažuje sa preto so súčiniteľom tepelnej vodivosti minerálnej vlny $\lambda = 0,07 \text{ W}/(\text{m.K})$;
- v objekte sú 4 inštalačné šachty, v každej je stúpacie prívodné aj cirkulačné potrubie TV z oceľových závitových pozinkovaných rúr. Súčiniteľ tepelnej vodivosti oceľovej rúry je $\lambda = 50 \text{ W}/(\text{m.K})$;
- stúpacie potrubia sú izolované len plstenými pásmi hrúbky do 5 mm, na niektorých miestach poškodenými. Izolácia z plstených pásov sa vo výpočte zanedbala.

Na Obr. 4.1 je príklad výpočtu lineárneho stratového súčiniteľa ležatého prívodného potrubia.

Izolace -- Vlastní hodnoty -- Rozměry izolace Tloušťka <input type="text" value="30"/> mm Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = <input type="text" value="0.07"/> W / m K	
Trubka Ocelové trubky závitové běžné -- Rozměry trubky - DN 40 (1 1/2") -- Průměr d = <input type="text" value="48.3"/> mm Tloušťka stěny s_t = <input type="text" value="3.25"/> mm Souč. tepelné vodivosti λ_t = <input type="text" value="50"/> W / m K	<i>Rozsah provozních teplot: není uveden</i>
 $D = d + 2 s_{iz} = 108.3 \text{ mm}$	trubí Iota média t_{in} = <input type="text" value="57,5"/> °C Iota v okolí potrubí t_{out} = <input type="text" value="10"/> °C aktivní vlhkost vzduchu r_h = <input type="text" value="65"/> % ??? Iota rosného bodu t_w = <input type="text" value="3.8"/> °C Súčinitel prechodu tepla α_e = <input type="text" value="10"/> W / m ² K Dĺžka potrubí l = <input type="text" value="1"/> m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) <input style="width: 150px;" type="text" value="DN 10 - DN 15"/> => $U_o,193/2007 = 0.15 \text{ W / m K}$	
Súčinitel prostupu tepla izolovaného potrubí <input style="width: 150px;" type="text" value="0.469 ≤ 0.15"/>	$U_o = 0.469 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow \text{NEVYHOUJE}$ (približná tl. izolace = 422 mm)

Obr. 4.1. Výpočet lineárneho stratového súčiniteľa prívodného potrubia TV na prízemí

Lineárny stratový súčiniteľ potrubia sa vypočítal pomocou programu na nasledujúcej internetovej stránke:

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

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

- U_i – lineárny stratový súčinitel' zodpovedá hodnote U_o na Obr. 4.1 v obdlžníku. Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 4.2;
- $\theta_{W,d,i}$ – stredná teplota teplonosnej látky zodpovedá hodnote t_{in} na Obr. 4.1. Uvažuje sa s maximálnym rozdielom teploty vody medzi výstupným a vratným otvorom zásobníka 5 K (vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z.), preto sa použila stredná teplota vody v rozvodoch $\theta_m = 60^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} / 2 = 57,5^\circ\text{C}$;
- θ_i – teplota okolitého prostredia zodpovedá hodnote t_{out} na Obr. 4.1. 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. 4.2;
- t_W – počet prevádzkových hodín; počet dní prípravy TV = 365 dní. Počet prevádzkových hodín je $365 \cdot 24 = 8760$ hod.

V Tab. 4.2 sú vlastnosti rozvodov TV na nevykurovanom 1. NP a v šachtách, na základe ktorých sa vypočítala tepelná strata úseku potrubia s cirkuláciou TV.

Tabuľka 4.2. Vlastnosti rozvodov TV na nevykurovanom prízemí a v šachtách

DN potrubia (mm)	Lineárny stratový súčinitel' Ψ (W/(m.K))	Dĺžka rozvodu L (m)	Teplota okolitého prostredia θ_i ($^\circ\text{C}$)	Identifikácia potrubia	Izolácia
40	0,469	7	10	prívod 1.NP	30 mm
32	0,432	6	10	prívod 1.NP	30 mm
25	1,058	56	15	prívod šachta	plstený pás*
20	0,845	76	15	prívod šachta	plstený pás*
20	0,330	13	10	cirkulácia 1.NP	30 mm
15	0,672	132	15	cirkulácia šachta	plstený pás*

* izolácia z plstených pásov sa vo výpočte zanedbala

Výpočet tepelnej straty distribučným potrubím TV:

$$\begin{aligned}
 Q_{W,d,i} &= 1/1000 \cdot U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{W,d,i} - \theta_{amb}) \cdot t_W \\
 &= 1/1000 \cdot (0,469 \cdot 7 \cdot (57,5 - 10) + 0,432 \cdot 6 \cdot (57,5 - 10) \\
 &\quad + 1,058 \cdot 56 \cdot (57,5 - 15) + 0,845 \cdot 76 \cdot (57,5 - 15)) + 0,33 \cdot 13 \cdot (57,5 - 10) \\
 &\quad + 0,672 \cdot 132 \cdot (57,5 - 15) \cdot 8760 = 83\,221 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

4.2.2.2 Tepelná strata potrubia v dôsledku stagnácie TV

Tepelná strata potrubia v dôsledku stagnácie TV sa vypočíta pre pripájacie potrubia od stúpacích potrubí k výtokovým 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:

$$Q_{W,d,i} = \frac{365}{3600} \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_{W,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{tap}$$

$$= \frac{365}{3600} \cdot 4181 \cdot 0,045 \cdot (57,5 - 20) \cdot 5 = 3577 \text{ kWh}$$

kde:

c_W – je tepelná kapacita vody, $c_W = 4181 \text{ J/(kg.K)}$;

V_W – objem vody v rúrkach je vypočítaný z dĺžky a priemeru potrubia, $V_W = 0,045 \text{ m}^3$;

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

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

N_{tap} – počet odberov teplej vody, teda, kol'kokrát za deň TV v potrubiah 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 inštalačnej šachty po výtokové armatúry v kuchyni a v kúpeľni. V tomto prípade sú na podlaží 4 byty, celková dĺžka potrubí na podlaží je $5,3 + 5,4 + 5,3 + 5,4 = 21,4 \text{ m}$. Táto dĺžka sa vynásobila počtom obytných podlaží (12) v bytovom dome. Dimenzia potrubí v bytoch je DN 15, teda $V_W = (21,4 \cdot 12) \cdot (3,14 \cdot 0,015^2 / 4) = 0,045 \text{ m}^3$.

Pretože táto tepelná strata prispieva k vykurovaniu bytov, možno časť tejto straty počas vykurovacej sezóny považovať za spätné získateľnú tepelnú stratu a odpočítať ju od potreby energie na vykurovanie vypočítanej v 3.2.6. Spätné získateľná tepelná strata z distribúcie TV počas vykurovacej sezóny sa vypočíta takto:

$$Q_{W,d,i} = \frac{212}{3600} \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_{W,d} - \theta_{amb}) \cdot N_{tap}$$

$$= \frac{212}{3600} \cdot 4181 \cdot 0,045 \cdot (57,5 - 20) \cdot 5 = 2077 \text{ kWh}$$

kde:

c_w – je tepelná kapacita vody, $c_w = 4181 \text{ J/(kg.K)}$;

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

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

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

N_{tap} – počet odberov teplej vody, teda, kol'kokrát za deň TV v potrubiah vychladne.

V tomto príklade sa uvažuje 5-krát za deň.

4.2.2.3 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 potrubí počas technickej prestávky, toto vychladnutie sa vo výpočte zanedbalo.

4.2.2.4 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.

4.2.3 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.

4.2.4 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).

4.2.5 Potreba energie na prípravu TV

Potreba energie na prípravu TV:

$$Q_{TV} = Q_w + Q_{w,d} = 88\ 068 + 86\ 798 = 174\ 866 \text{ kWh}$$

Merná potreba energie na prípravu TV:

$$Q_{TV,m} = Q_{TV}/A_b = 174\ 866/4403,4 = 39,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Výpočet potreby energie na prípravu TV je zhrnutý v Tab. 4.3.

Tabuľka 4.3. Výpočet mernej potreby energie na prípravu TV – skutkový stav

Sledovaný údaj	Označenie	Jednotka	Vypočítaná hodnota
Potreba tepla na prípravu TV	Q_w	kWh/rok	88 068
Tepelná strata z distribúcie TV	$Q_{w,d}$	kWh/rok	86 798
Potreba energie na prípravu TV	Q_{TV}	kWh/rok	174 866
Podlahová plocha budovy	A_b	m^2	4403,4
Merná potreba energie na prípravu TV	$Q_{TV,m}$	kWh/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})	39,7

5 POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE PO OBNOVE

5.0 ÚVOD

5.0.1 Opis situácie

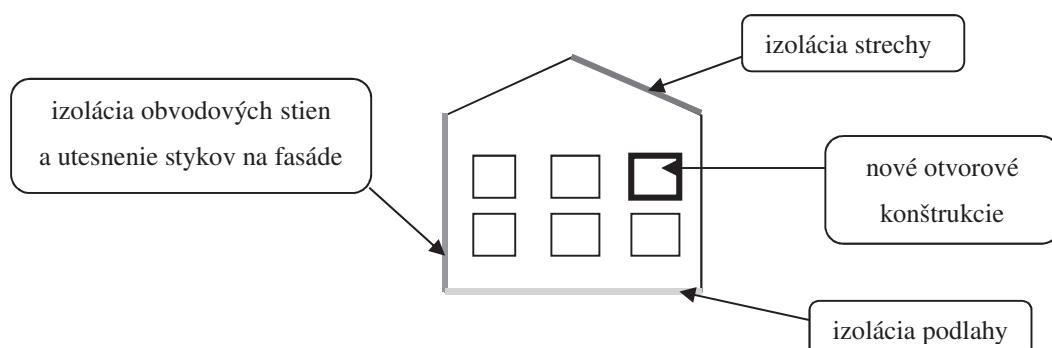
Výpočet potreby energie pre súčasný stav máš už hotový a postupne si sa prepracoval(a) k očakávanému výstupu tvojej práce – návrhu a posúdeniu vplyvu energeticky úsporných opatrení.

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 TEPOVÝMENNOM 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 viaceré parametre,

napríklad výmenou otvorových konštrukcií sa nielen zníži tepelná strata prechodom tepla vplyvom lepšieho tepelného odporu, ale aj tepelná strata vetraním vplyvom vyšej 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 lamiel na báze minerálnej vlny, v súlade s požiadavkami na protipožiarnu bezpečnosť. Celoplošným zateplením sa okrem iného odstránia tepelné mosty, odstráni sa prípadné zatekanie zrážkovej vody a predĺži sa životnosť stavebných konštrukcií a budovy. Hrúbka zateplenia sa stanoví podrobnným 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 podrobnným výpočtom v projektovej dokumentácii.

5.1.3 Strop nad suterénom a podlaha na teréne

Upistenie tepelnotechnických vlastností možno zabezpečiť dodatočným zateplením stropnej dosky zospodu nalepením tepelnoizolačných dosiek hrúbky stanovenej podrobnným 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 zateplňovacím systémom z dvoch rôznych zateplňovacích 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 výtahového 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 $U_W = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

5.2.1.4 Otvorové konštrukcie v priestore schodiska a výťahu

V priestore výťahu sa navrhuje nahradíť 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 nahradíť 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, otvárovými, 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 splňajú požiadavku na súčiniteľ prechodu tepla.

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

Stavebná konštrukcia	Súčinieľ prechodu tepla U (W/(m ² .K))	Odporučaná hodnota U_{rl} (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 navrhnutej 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 teplovymenná 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 súčinatel prechodu tepla: $U_m = H_T / \sum A_i = 0,41$ W/m ² K								
Započítanie vplyvu tepelných mostov ¹⁾ :	exaktne paušálne							
Paušálne:	$\Delta U = 0,05$ Zateplované konštrukcie							
	$\Delta U = 0,10$ Jednovrstvové murované konštrukcie							
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov: $\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i = 183,02$ W/K								

Pokračovanie Tabuľky 5.3.

Intenzita výmeny vzduchu						
Opis otvorovej konštrukcie		Celková dĺžka otvorových škár l (m)	Súčin. priezvdušnosti otvor. výplní $i \cdot 10^4$ ($\text{m}^2/(\text{s.Pa}^{0,67})$)			
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.	Vymené plastové okná a dvere (byty)	946,0	1,00			
Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná: $n_{\text{inf}} = 0,47 \text{ l/h}$, použitá intenzita výmeny vzduchu: $n_{\text{inf}} = 0,50 \text{ l/h}$						
Vnútorné tepelné zisky						
Vnútorné tepelné zisky: $Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b = 112\ 152,5 \text{ kWh/a}$						
$q_i =$	4.00 W/m ²	<u>5.00 W/m²</u>	6.00 W/m ²			
	Rodinný dom	<u>Bytový dom</u>	Verejná budova			
Solárne tepelné zisky						
Orientácia	Intenzita slnečného žiarenia I_{si} (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: $Q_s = 43\ 474,3 \text{ kWh/a}$						
Merná tepelná strata						
Merná tepelná strata prechodom: $H_T = \sum b_x \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \sum A_i = 1518,2 \text{ W/K}$						
Merná tepelná strata vetraním ³⁾ : $H_V = \rho_a \cdot c_a \cdot n_{\text{inf}} \cdot V / 3600 = 1727,8 \text{ W/K}$						
Merná tepelná strata: $H = H_V + H_T = 3246,0 \text{ W/K}$						
Potreba tepla na vykurovanie						
Celkové vnútorné zisky: $Q_{\text{gn}} = Q_s + Q_i = 155\ 626,8 \text{ kWh/a}$						
Faktor využitia tepelných ziskov: $\eta_{\text{gn}} = 0,84$						
Potreba tepla na vykurovanie: $Q_H = (H_T + H_V) \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_{e,m}) \cdot t \cdot 0,024 - 0,84 \cdot (Q_i + Q_s) = 135\ 860,2 \text{ kWh/a}$						
Merná potreba tepla na vykurovanie: $Q_{H,\text{nd}} = Q_H / A_b = 30,28 \text{ kWh/m}^2$						
Vyhodnotenie						
Odporúčaná hodnota $Q_{H,\text{nd},rl,1}^{(4)}$ $Q_{H,\text{nd},rl,1} = 25 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)}$		$Q_{H,\text{nd}} > Q_{H,\text{nd},rl,1}$		Nevyhovuje		

¹⁾ Podľa STN 73 0540-2/Z1 možno za predpokladu spojitej 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): $g_{\text{gl}} = 0,60$;
- nové plastové okná v schodiskovej a výtahovej časti: $g_{\text{gl}} = 0,60$;
- vymené plastové okná a dvere (aj lodžia): $g_{\text{gl}} = 0,60$.

³⁾ Tieniaci 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 vypočítať 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 prispôsobiť 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 / kotel	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 $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m.K})$ 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, vzhl'adom na zmenu tepelnej bilancie po zateplení je však potrebné sústavu preregulovať. Uvažuje sa s pôvodnými termostatickými ventilmi, osadenými pri predošлом 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 príklade sa uvažuje s teplotným spádom po obnove $75/65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Toto opatrenie priamo ovplyvní tepelnú stratu z odovzdávania tepla, pretože sa zníži teplotný gradient vzduchu v miestnostiach, čím sa zvýší 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 príklade 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:

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

kde:

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

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

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

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

kde:

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

$\Delta\theta_{\text{int,inc}}$ – 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 dvojrúrkový 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 počítá 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/automatizácii 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 prívodnej 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 prívodnej vody, má hodnotu $75 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

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

θ_{i} – teplota vzduchu v priestore, má hodnotu $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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 :

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

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

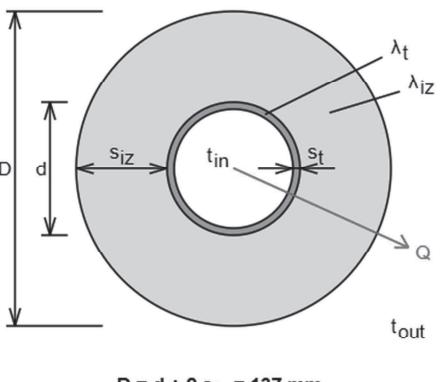
$$\theta_m = \frac{\theta_s + \theta_r}{2} = \frac{38,1 + 34,3}{2} = 36,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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. Súčinitel' 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 spätné získateľnú tepelnú stratu. Tieto potrubia zostávajú bez tepelnej izolácie.

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

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

Izolace -- Vlastní hodnoty -- Rozměry izolace Tloušťka s_{iz} = <input type="text" value="40"/> mm Souč. tepelné vodivost λ_{iz} = <input type="text" value="0,036"/> W / m K	
Trubka Ocelové trubky bezešvé Rozměry trubky - DN 50 (2") Průměr d = <input type="text" value="57"/> mm Tloušťka stěny s_t = <input type="text" value="2.9"/> mm Souč. tepelné vodivost λ_t = <input type="text" value="50"/> W / m K	<i>Rozsah provozních teplot: není uveden</i>
 $D = d + 2 s_{iz} = 137 \text{ mm}$	Potrubí Teplota média t_{in} = <input type="text" value="36,2"/> °C Teplota v okolí potrubí t_{out} = <input type="text" value="10"/> °C Relativní vlhkost vzduchu r_h = <input type="text" value="65"/> % ???
	Teplota rosného bodu t_w = <input type="text" value="3.8"/> °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu a_e = <input type="text" value="10"/> W / m ² K Délka potrubí l = <input type="text" value="1"/> m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	<input type="text" value="DN 10 - DN 15"/> => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.245 \Rightarrow 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow \text{NEVYHOUVUJE}$ (približná tl. izolace = 96.6 mm)

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

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

- Ψ je lineárny stratový súčinitel zodpovedá hodnote U_o na Obr. 6.1 v obdĺžniku.
- Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 6.2;
- θ_m – stredná teplota teplenosnej látky zodpovedá hodnote t_{in} na Obr. 6.1. Použila sa vypočítaná priemerná hodnota $\theta_m = 36,2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

- θ_i – teplota okolitého prostredia zodpovedá hodnote t_{out} na Obr. 6.1. Pre ležaté potrubia na prízemí uvažujeme $\theta_i = 10^\circ\text{C}$;
- 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 súčinatel' 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 obejových 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) = $212 \cdot 24 = 5088$ hod
- f_{NET} – korekčný faktor hydraulickej sústavy, pre dvojrúrové 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 $4,18 \text{ kJ/(kg.K)}$;
- ρ – hustota vykurovacej látky má hodnotu 1000 kg/m^3 ;
- $\Delta \vartheta_{\text{dis,des}}$ – projektovaný teplotný spád má hodnotu 10 K ($75/65^\circ\text{C}$).

Prietok sa vypočíta 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 získateľná časť vlastnej spotreby energie

Vzhľadom na to, že obejové čerpadlo sa nachádza v nevykurovanej časti budovy, spätné získateľná časť vlastnej spotreby energie sa v tomto prípade do energetickej bilancie nezapočítava.

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 spätné získateľnej tepelnej straty sa vypočíta takto:

$$\begin{aligned} Q_{VYK} &= Q_H + Q_{em,ls} + Q_{H,dis,ls,an} + W_{H,dis,aux,an} = 135\ 860 + 8669 + 5001 + 1566 \\ &= 151\ 096 \text{ kWh/rok} \end{aligned}$$

Merná potreba energie na vykurovanie bez zohľadnenia spätné 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 spätné získateľnú časť energie zo systému prípravy TV (časť rozvodov TV v bytoch). Výpočet spätné získateľnej tepelnej straty zo systému prípravy TV je uvedený v 7.2.2.4. Výpočet potreby energie na vykurovanie so zohľadnením spätné 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 spätné získateľnej tepelnej straty	Q_{VYK}	kWh/rok	151 096
Spätné získateľná tepelná strata zo systému prípravy TV	$Q_{W,d,i}$	kWh/rok	2077
Potreba energie na vykurovanie po zohľadnení spätné 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/(m}^2\cdot\text{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. Vypočítaj 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. Vyhláska MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. odporúča distribučnú sústavu novej budovy alebo významne obnovenej 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 vytiekala 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 sprich	Potreba vody
Termostatický zmiešavač, sprchy	Potreba vody
Časové riadenie prevádzky cirkulačných čerpadiel 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:

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

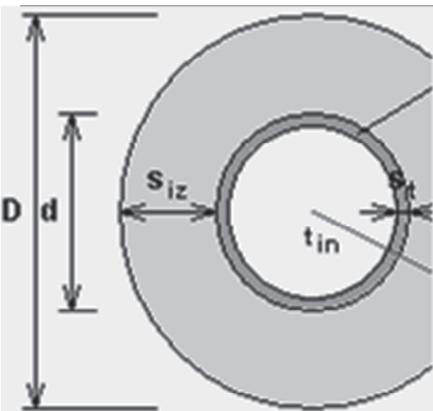
7.2.2.3 Tepelná strata úseku potrubia s cirkuláciou TV

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:

- prívodné ležaté aj cirkulačné potrubie TV je z oceľových závitových pozinkovaných rúr svetlosti DN 40, resp. DN 32. Súčinieľ 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 prívodné aj cirkulačné potrubie TV z oceľových závitových pozinkovaných rúr. Súčinieľ 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 súčinitela ležatého prívodného potrubia. Tepelná strata distribučného systému sa vypočítala pomocou programu na nasledujúcej internetovej stránke:

<http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhovehoprurezu>

<p>Izolace</p> <p>-- Vlastní hodnoty --</p> <p>Rozměry izolace</p> <p>Tloušťka <input type="text" value="30"/> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = <input type="text" value="0.036"/> W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Ocelové trubky závitové běžné ▾</p> <p>Rozměry trubky - DN 40 (1 1/2") ▾</p> <p>Průměr d = <input type="text" value="48.3"/> mm</p> <p>Tloušťka stěny s_t = <input type="text" value="3.25"/> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti λ_t = <input type="text" value="50"/> W / m K</p>	<p>Rozsah provozních teplot: není uveden</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 108.3 \text{ mm}$</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média t_{in} = <input type="text" value="57,5"/> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí t_{out} = <input type="text" value="10"/> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu r_h = <input type="text" value="65"/> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu t_w = <input type="text" value="3.8"/> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu a_e = <input type="text" value="10"/> W / m² K</p> <p>Délka potrubí l = <input type="text" value="1"/> m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p> <p><input type="text" value="DN 10 - DN 15"/> => $U_o, 193/2007 = 0.15 \text{ W / m K}$</p>	<p><input type="text" value="U_o = 0.259 < 0.15 \text{ W / m K} => NEVYHOVUJE (přibližná tl. izolace = 81.3 mm)"/></p>

Obr. 7.1. Výpočet lineárneho stratového súčiniteľa prívodného potrubia TV na prízemí

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

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

Hodnoty použité vo výpočte sú v Tab. 7.2;

$\theta_{W,d,i}$ – stredná teplota teplenosnej 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 $\theta_m = 60 \text{ }^\circ\text{C} - 5 \text{ }^\circ\text{C} / 2 = 57,5 \text{ }^\circ\text{C}$;

θ_i – teplota okolitého prostredia zodpovedá hodnote t_{out} na Obr. 7.1. Uvažuje sa $10 \text{ }^\circ\text{C}$ pre ležaté potrubia na prízemí a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 súčinieľ 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 výtokovým 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:

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

kde sa pri výpočte použili tieto vstupné údaje:

- c_w – je merná tepelná kapacita vody ($J/(kg \cdot K)$), má hodnotu $4181 J/(kg \cdot K)$;
 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 vypočíta takto:

Z pôdorysu sa zistila dĺžka potrubia TV v jednotlivých bytoch na typickom podlaží od inštalačnej 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 spätné získateľnú tepelnú stratu a odpočítať ju od potreby energie na vykurovanie vypočítanej v 6.2.2.6. Spätné 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, $c_w = 4181 J/(kg \cdot K)$;
 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 potrubiah 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:

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

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-ekonomicke vyhodnotenie navrhovaných úsporných opatrení. Konkrétnie 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-ekonomicke vyhodnotenie je dôležitou súčasťou projektov obnovy. Cieľom technicko-ekonomickeho 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-ekonomickeho 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 usporenú 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 ekonomicke 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, ocel' 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 ľahko predpovedať, okrem iného aj preto, že sa môže lísiť 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 ušľú 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 tej 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 začiatočná 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:

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

kde:

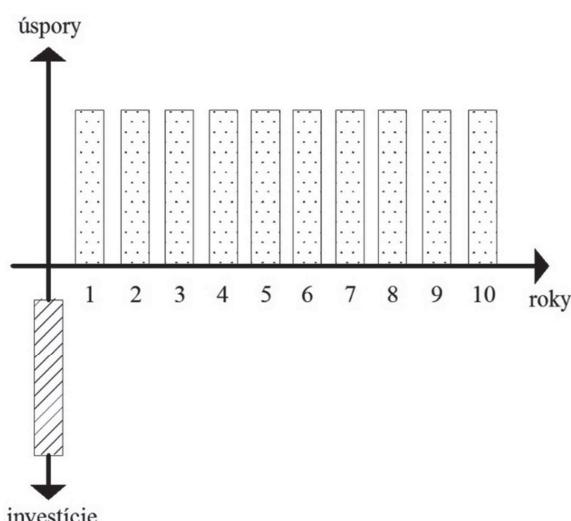
r je reálna úroková miera (%);

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.

$$NPVQ = \frac{NPV}{I} \quad (-) \quad (8.6)$$

kde:

NPV je čistá súčasná hodnota;

I sú investície (€).

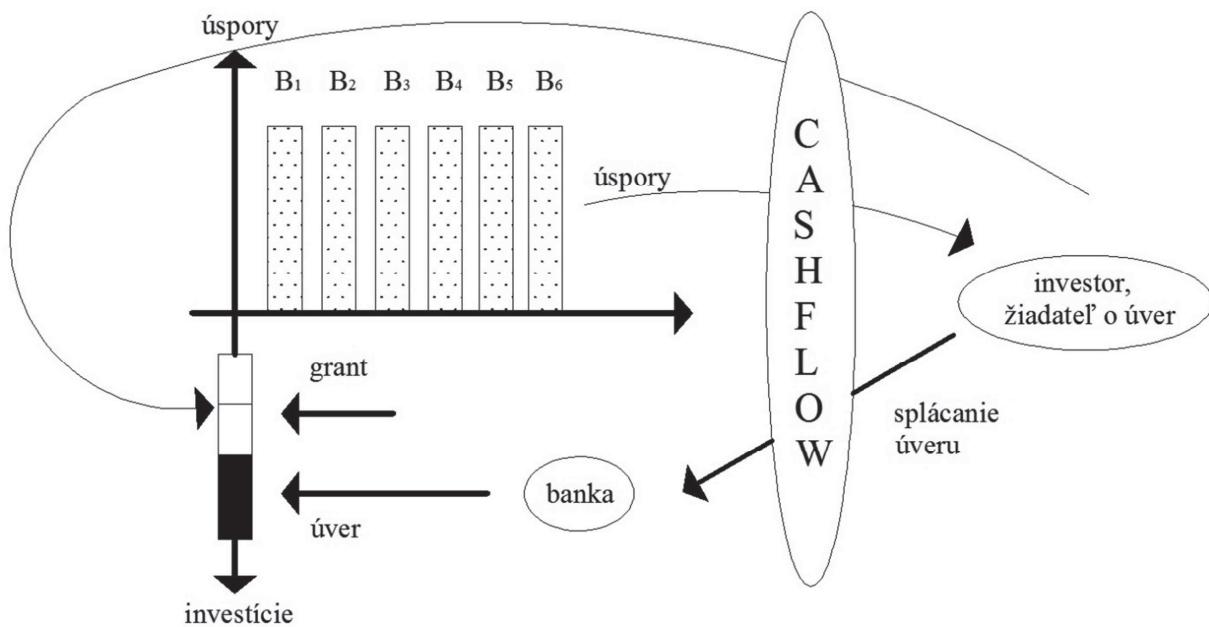
Kladný NPVQ indikuje ziskové opatrenie (projekt), zatiaľ čo záporný NPVQ indikuje neziskové opatrenie (projekt). Najvyšší NPVQ indikuje najziskovejšie opatrenie (projekt). Metóda NPVQ je vhodná na zoradenie energeticky úsporných opatrení z hľadiska ziskovosti.

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. Nositel' 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

Vezmieme 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 inštitúcie. 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 rámiku). 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)

(Roky)	Úroková miera n_r (%)									
	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 energeticky úsporných 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 zateplňovacieho systému obvodového plášťa, 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 rozpočítať. 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 obejové čerpadlo. Úspora elektrickej energie vplyvom zateplenia a výmeny okien bola pomerne nízka. Preto sa pre zjednodušenie prisúdila celá úspora elektrickej energie pre obejové čerpadlo len výmene obejového 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).

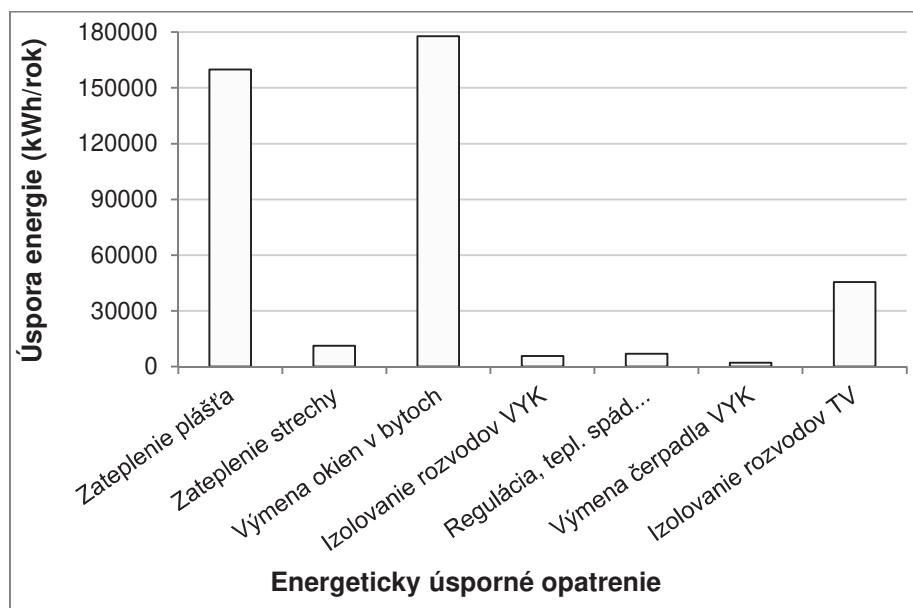
Hydraulické preregulovanie, automatická regulácia a zníženie teplotného spádu sú opatrenia, ktorých realizácia je nevyhnutná na to, aby sa v plnej miere prejavil účinok zateplenia a aby sa zlepšila efektívnosť prevádzky vykurovacieho systému. Celkovú úsporu energie týmito opatreniami môže byť zložité vyčísliť. 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, viedie 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 ekonomickej 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 mieri 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 zohľadením 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, konkrétnie hrubej návratnosti, čistej súčasnej hodnoty (NPV) a koeficientu čistej súčasnej hodnoty (NPVQ).

8.2.2.1 Hrubá návratnosť

Ročná úspora energie a financí 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 preregulovanie, automatická regulácia, zníženie teploplotného 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 vychádzat 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 Koeficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ)

Koeficient 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 finančovať 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 finančovať 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 príklade 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 päťach 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 neznižovala 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 prenásobením 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

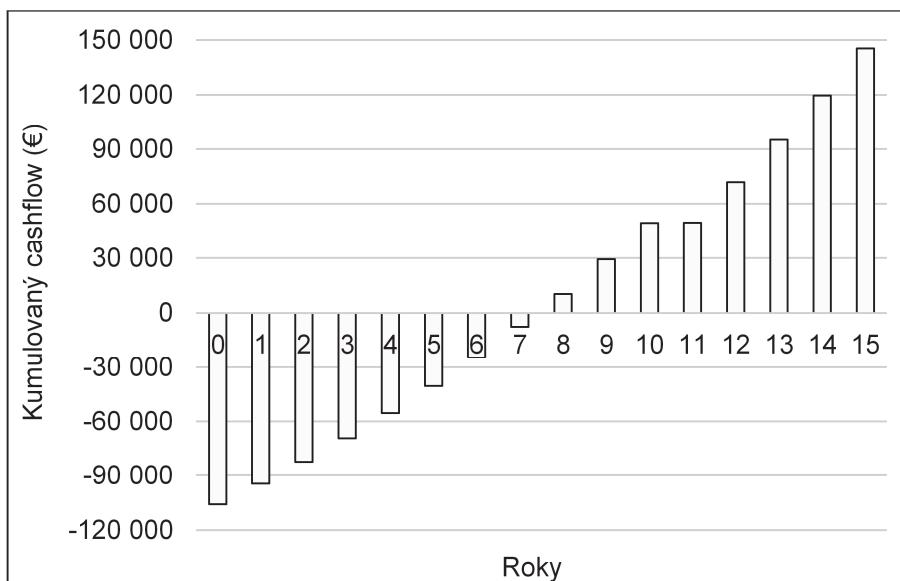
Výpočet kumulovaného cashflow je v Tab. 8.8 pre prvých 15 rokov od počiatočnej investície. Jednotlivé stĺpce možno interpretovať takto:

- Stĺpec 1: počiatočná 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 päťe rozvodov a v bytoch, spolu s hydraulickým vyregulovaním. Pri výpočte dodatočnej investície sa zobraza 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 prenásobením úspory energie v roku 1 a ceny energie v roku 1. V ostatných rokoch sa finančná úspora z 1. roku navýšuje 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 predošлом roku hodnota čistého cashflow v súčasnom roku, teda v našom prípade počiatočný 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 spotrebujúce 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 splňať 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)	Súčinieľ 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
Ultranízkoenergetické 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		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: Ulica, číslo: Obec: Okres:	Parc. č.: Katastrálne územie: Podiel celkovej podlahovej plochy: kategória: kategória:	Parc. č.: Katastrálne územie: Podiel celkovej podlahovej plochy: kategória: kategória:	%
Účel spracovania: foto	Kategória budovy: Globálny ukazovateľ: Primária energia Nízka potreba energie A0/A1/A B C D E F G	Vykurovanie Energetická trieda A B C D E F G	Výsledok hodnotenia: Potreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Splňa požiadavku (áno / nie): Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a) pre K deň: Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² .a) (3422 K deň): Požiadavka podla STN 73 0540-2 - Energetické kritérium: Splňa požiadavku (áno / nie):
Celková podlahová plocha v m ² : Rok kolaudácie budovy: Posledná významná obnova: Hodnotenie jednotlivých miest spotreby Potreba energie na vykurovanie: A B C D E F G	Celková potreba energie kWh/(m ² .a) A0 A0	Príprava tepelnej vody Energetická trieda A B C D E F G	Výsledok hodnotenia: Potreba energie na prípravu tepelnej vody v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Splňa požiadavku (áno / nie):
Rok Spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a): Podiel energie z obnoviteľných zdrojov: Obnoviteľný zdroj pre výrobu tepia na vykurovanie: Obnoviteľný zdroj pre ohrev tepelnej vody: Rakúperácia tepia: Sposob výroby elektriny z obnoviteľného zdroja: Explorovaná energia z obnoviteľného zdroja (druh) v kWh/(m ² .a): Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)	Normalizované hodnotenie: Prevídzkové hodnotenie: Minimálna požiadavka R _c : Typická budova R _c :	Chladenie/vetranie Energetická trieda A B C D E F G	Výsledok hodnotenia: Potreba energie na chladienie a vetranie v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Splňa požiadavku (áno / nie):
Hameraná spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a): Rok Spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a): Podiel energie z obnoviteľných zdrojov: Obnoviteľný zdroj pre výrobu tepia na vykurovanie: Obnoviteľný zdroj pre ohrev tepelnej vody: Rakúperácia tepia: Sposob výroby elektriny z obnoviteľného zdroja: Explorovaná energia z obnoviteľného zdroja (druh) v kWh/(m ² .a): Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)	Priemer %	Osvetlenie Energetická trieda A B C D E F G	Výsledok hodnotenia: Potreba energie na osvetlenie v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Splňa požiadavku (áno / nie):
Máryň opotrebiť na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy: Obvodový plášť: Strecha: Podlahy: Otvorové konštrukcie: Vykurovanie: Príprava tepelnej vody: Chladienie/vetranie: Osvetlenie: Obnoviteľné zdroje energie: Iné:	Platnosť najviac do: Meno a priezvisko oprávnenej osoby: Obchodné meno a sídlo: IČO: Kontakt:	Celková potreba energie budovy Energetická trieda A B C D E F G	Výsledok hodnotenia: Celková potreba energie budovy v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Splňa požiadavku (áno / nie):
Dátum vyhotovenia: Platnosť najviac do: Meno a priezvisko oprávnenej osoby: Obchodné meno a sídlo: IČO: Kontakt:	Popis a pečačka	Primária energia Energetická trieda A0 A1 B C D E F G	Výsledok hodnotenia - globálny ukazovateľ: Primária energia v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Splňa požiadavku (áno / nie): Meno a priezvisko oprávnenej osoby pre tepelnú ochranu budov: Obchodné meno a sídlo: Identifikačné číslo: Zápis:
			Register: Podpis a pečačka
			Strana 2

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 núteneho vetrania a chladenia.

Na poslednej, ôsmej strane EC, sa uvádzajú výsledky súvisiace s navrhovanými opatreniami pre jednotlivé miesta spotreby, konkrétnie 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 uvádzajú grafy 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:	Názov budovy: Ulica, číslo: Obec: Kategória budovy:	Parc. č.: Katastrálne územie:		
Tepelná ochrana budov		Možná úspora energie po vykonaní navrhovaných úprav			
Spôsob hodnotenia: Objemový objem V_0 = Celková podlahová plocha A_0 = Faktor tvaru f = Konštrukčná výška podlažia h_k = Klimatické podmienky: Podpis a pečiatka	Parc. č.: Katastrálne územie: normalizované počet dennostupňov: K.deň Podklad pre normalizované hodnotenie Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² .a) Meno a prízvisko oprávnenej osoby: Obchodné meno a sídlo: Identifikačné číslo: Register: č. zápisu: Posúdenie energetického kritéria podľa STN 730540 Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² .a) (3422 K.deň): Požiadavka (STN 73.0540) - Energetické kritérium: Späť požiadavku (áno / nie):	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a) Potreba tepla na vykurovanie Potreba energie: na vykurovanie na pripravu tepelnej vody na chladienie a vetranie na osvetlenie Celková potreba energie v kWh/(m ² .a): Primária energia v kWh/(m ² .a): CO ₂ emisie v kg/(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 %		
Popis aktuálneho stavu		Celková potreba energie Vykurovanie Priprava tepelnej vody Chladienie a vetranie Osvetlenie		Potreba primárnej energie a CO₂ emisie Primária energia v kWh/(m ² .a) CO ₂ emisie v kg/(m ² .a)	
Obvodový plášť: Strecha: Otvorové konštrukcie: Podlaha na teréne/strop nad nevykurovaným suterénom: Iné:	Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy Obvodový plášť: Strecha: Otvorové konštrukcie: Podlaha na teréne/strop nad nevykurovaným suterénom: Iné:	Navrhované opatrenia Obvodový plášť: Strecha: Podlaha: Otvorové konštrukcie: Vykurovanie: Priprava tepelnej vody: Chladienie/vetranie: Osvetlenie: Obnoviteľný zdroj energie: Iné:	Globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných opatrení A0 A1 B C D E F G Orientočná návratnosť investícii rokov		
Č.f....f.....EC		Strana 3		Č.f....f.....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 Odporúčaný postup výpočtu

Pri zhotovení energetického certifikátu sa odporúča dodržať postup výpočtu uvedený v prílohe č. 4 k vyhláške MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. Odporúčaný 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 porovnajú 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 porovnajú 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
rodinné domy		≤ 54	55 – 108	109 – 216	217 – 324	325 – 432	433 – 540	541 – 648
bytové domy		≤ 32	33 – 63	64 – 126	127 – 189	190 – 252	253 – 315	316 – 378
administratívne budovy		≤ 61	62 – 122	123 – 255	256 – 383	384 – 511	512 – 639	640 – 766
budovy škôl a školských zariadení		≤ 34	35 – 68	69 – 136	137 – 204	205 – 272	273 – 340	341 – 408
budovy nemocníc		≤ 98	99 – 197	198 – 393	394 – 590	591 – 786	787 – 982	983 – 1179
budovy hotelov a reštaurácií		≤ 82	83 – 164	165 – 328	329 – 492	493 – 656	657 – 820	821 – 984
športové haly a iné budovy určené na šport		≤ 46	47 – 92	93 – 181	182 – 272	273 – 362	363 – 453	454 – 543
budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby		≤ 107	108 – 213	214 – 425	426 – 638	639 – 850	851 – 1062	1063 – 1275

Budovu so zmiešaným účelom užívania treba zatrídiť do energetickej triedy podľa škály hodnotenia, ktorá sa určí váženým priemerom z hodnôt pre jednotlivé kategórie budov podľa celkovej podlahovej plochy časti 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 zhodenie 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:

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

kde:

- Q_H – je potreba tepla na vykurovanie (kWh);
 $Q_{em,ls}$ – tepelná strata systému odovzdávania tepla (kWh);
 $Q_{H,dis,ls,an}$ – tepelná strata z rozvodov vykurovacieho systému (kWh);
 $W_{H,dis,aux,an}$ – 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:

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

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);

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

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

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

Od potreby tepla a tepelných strát sa ešte odpočíta spätné 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	$Q_{\text{em},\text{ls}}$	kWh/rok	8669
Tepelná strata z rozvodov	$Q_{H,\text{dis},\text{ls},\text{an}}$	kWh/rok	5001
Tepelná strata z výroby	$Q_{H,g}$	kWh/rok	28 164
Spätné získateľná tepelná strata zo systému prípravy TV	$Q_{W,\text{d},\text{i}}$	kWh/rok	2077
Dodané teplo		kWh/rok	175 617
Vlastná spotreba energie	$W_{H,\text{dis},\text{aux},\text{an}}$	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:

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

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 (CO_2)

Na výpočet primárnej energie a emisií CO_2 sa odporúča použiť tabuľku podľa vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. (Tab. 9.8).

Tabuľka 9.8. Výpočet primárnej energie a emisií CO_2

Č.r.	Energetický nosič / miesto spotreby	Potreba energie	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	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO_2
1	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	V budove a v blízkosti												
7	Mimo pozemku užívanej s budovou												

Pokračovanie Tabuľky 9.8.

Č.r.	Energetický nosič / miesto spotreby	Potreba energie	Vykurovací olej	Zemný plyn	Uhlie	Zemný plyn – diaľkové vykurovanie	Diaľkové ohladienie	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	Straty pri výrobe	11,8				11,8									
9	Mimo budovy	Straty pri distribúcií 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	Primária 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 INOREG (www.inforeg.sk), kde sa vyplnia všetky potrebné údaje o budove a o jednotlivých miestach spotreby a po potvrdení sa automaticky pridelí evidenčné číslo a vygeneruje sa certifikát. Okrem toho sa po prihlásení do INOREG-u automaticky vyplnia identifikačné údaje oprávnenej osoby a pridelí 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



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 BUDOVY

Kategória budovy	Celková potreba energie	Primária energia
Globálny ukazovateľ: Primária energia	62 kWh/(m ² .a)	97 kWh/(m ² .a)
Nízka potreba energie		
A0/A1/A		
B	R _r	B
C	R _s	
D	R _s	
E	R _s	
F	R _s	
G	R _s	
Vysoká potreba energie		
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/(m ² .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/(m ² .a)):	
Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)	16,3



Návrh opatrení na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy:

Obvodový pláž: Nenavrhujú sa úpravy

Strecha: Nenavrhujú sa úpravy

Podlaha: Nenavrhujú sa úpravy

Otvorové konštrukcie: Nenavrhujú sa úpravy

Výkurovanie: Nenavrhujú sa úpravy

Priprava 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

ENERGETICKY CERTIFIKAT

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	28 - 53	B
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	
B	14 - 26	
C	27 - 39	C
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

Chladenie/vetranie

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

Výsledok hodnotenia:

Potreba energie na chladenie 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	41 - 79	B
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	
A1	33 - 63	
B	64 - 126	B
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 oprávnej 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																					
Obostavaný objem Vb=	12 830,20 m ³																					
Celková podlahová plocha Ab=	4 486,10 m ²																					
Faktor tvaru f =	0,29 l/m																					
Konštrukčná výška podlažia hk =	2,86 m																					
Klimatické podmienky:	normalizované	počet dennostupňov: 3422 K.deň																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Podklad pre normalizované hodnotenie</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m².a)</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Meno a priezvisko oprávnejenej osoby:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Obchodné meno a sídlo:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Identifikačné číslo:</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">Register:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Čízpisu:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m².a) (3422 K.deň):</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Požiadavka podľa STN 73 0540-2 - Energetické kritérium</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">25</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Splňa požiadavku (áno/nie)</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">nie</td> </tr> </table>			Podklad pre normalizované hodnotenie		Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² .a)	30	Meno a priezvisko oprávnejenej osoby:		Obchodné meno a sídlo:		Identifikačné číslo:	Register:	Čízpisu:		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	Splňa požiadavku (áno/nie)	nie
Podklad pre normalizované hodnotenie																						
Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² .a)	30																					
Meno a priezvisko oprávnejenej osoby:																						
Obchodné meno a sídlo:																						
Identifikačné číslo:	Register:																					
Čízpisu:																						
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																					
Splňa požiadavku (áno/nie)	nie																					
<p> podpis a pečiatka</p>																						
<p>Popis aktuálneho stavu</p>																						
Obvodový plášt	Skladba obvodového plášta je nasledovná: omietka, vnútorná, hr. 0,01m; železobetón, hr. 0,15m; tepelná izolácia z penového polystyrenu, hr. 0,06m; 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. Súčineteľ prechodu tepla obvodového plášta U = 0,19 W/(m ² .K).																					
Strecha	Skladba strechy je nasledovná: omietka, vnútorná, hr. 0,01m; stropný panel, železobetónový, hr. 0,15m; tepelná izolácia z penového polystyrenu, hr. 0,05m; panel, pôrobetónový, hr. 0,1m; hydroizolácia, hr. 0,015m; tepelná izolácia, hr. 0,3m. Súčineteľ prechodu tepla obvodového plášta U = 0,10 W/(m ² .K).																					
Otvorové konštrukcie	V polovici bytov a v schodiskovej a výtahovej časti sú otvorové konštrukcie s plastovým profilom a s izolačným trojsklikom s nízkoemisnou vrstvou, plneným argónom; súčineteľ prechodu tepla týchto otvorových konštrukcií Uw = 1,0 W/(m ² .K). V polovici bytov sú otvorové konštrukcie s plastovým profilom a s izolačným dvojsklikom s nízkoemisnou vrstvou, plneným argónom; súčineteľ prechodu tepla týchto otvorových konštrukcií Uw = 1,3 W/(m ² .K).																					
<p>Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti</p>																						
Obvodový plášt	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	Parc.č.: 3865/1
Ulica, číslo:	Smolenická 1	Katastrálne územie: Petržalka
Obec:	Bratislava	
Okres:	Bratislava	
Kategória budovy:	2 - bytový dom	

Vykurovanie

Spôsob hodnotenia:	Normalizované
Typ vykurovacieho systému:	Teplovodné konvekčné vykurovanie vykurovacími telesami
Energetický nosič/fosilné 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 hlavicami.



podpis a pečiatka

Potreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a)	33
Požiadavka	27
Splňa požiadavku (áno/nie)	nie

Meno a priezvisko oprávnejnej osoby:

Obchodné meno a sídlo:

Identifikačné číslo: Register: Č.zápisu:

Meno a priezvisko zhotoviteľa

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 umiestnej 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 hlavicami. Obeh vykurovacej látky sa zabezpečuje obehomvým čerpadlom s frekvenčným meničom otáčok.

Iné:

Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy

Vykurovanie:

Nenavrhujú sa úpravy.

Iné:

č.

Strana 4

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 oprávnej osoby:

Obchodné meno a sídlo:

Identifikačné číslo: Register: Č.zápisu:
Meno a priezvisko zhotoviteľa

Popis aktuálneho stavu

Príprava teplej vody:

Tepelná energia na orev teplej vody sa vyrába v centralizovanom zdroji tepla, z ktorého sa teplo do bytového domu odovzdáva pomocou výmenníka tepla v odovzdávacej stanici tepla umiestnej 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 ciruľačné čerpadlo TV sú umiestnené v objekte odovzdávacej stanice tepla, teda mimo bytového domu. Rozvody TV sú z oceľových 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

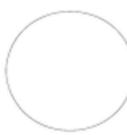
Príprava teplej vody:

Nenavrhujú sa úpravy.

Iné:

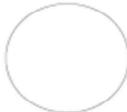
Obr. 9.7. Piata strana energetického certifikátu – príprava teplej vody

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
Chladenie a vetranie	
Spôsob hodnotenia: Typ systému chladenia/vetrania: Energetický nosič: Meranie a regulácia: Obnoviteľný zdroj energie: Klimatické podmienky: počet dennostupňov: K.deň	
NEHODNOTÍ SA	
 podpis a pečiatka	Potreba energie na chladenie a vetranie v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Spĺňa požiadavku (áno / nie): Meno a priezvisko oprávnej osoby: obchodné meno a sídlo: Identifikačné číslo: Register: č.zápisu: Meno a priezvisko zhотовiteľa:
Popis aktuálneho stavu	
Chladenie/vetranie: <div style="background-color: #cccccc; height: 150px;"></div>	
Iné: <div style="background-color: #cccccc; height: 150px;"></div>	
Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy	
Chladenie/vetranie: <div style="background-color: #cccccc; height: 150px;"></div>	
Iné: <div style="background-color: #cccccc; height: 150px;"></div>	
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: Šmolenická 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 (panela, turbíny): Množstvo vyrobenej elektriny:	
Potreba energie na osvetlenie v kWh/(m ² .a): Požiadavka: Spĺňa požiadavku (áno / nie):	
 podpis a pečiatka	Celkový inštalovaný výkon vo W: meno a priezvisko oprávnejnej osoby: Obchodné meno a sídlo: Identifikačné číslo: Register: č.zápisu: meno a priezvisko zhotoviteľa:
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/(m ² .a)	Potreba tepla/energie- po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a)	Úspora tepla/energie v kWh/(m ² .a)	Úpora 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/(m ² .a):	62	62	0	0
Primárna energia v kWh/(m ² .a):	97	97	0	0
CO ₂ emisie v kg/(m ² .a):	16	16	0	0
Celková potreba energie	<small>Aktuálny stav</small>		Potreba primárnej energie a CO₂ emisie	
	<small>Stav po navrhovaných opatreniach</small>			
0	20	40	60	80
100	120	140	160	180
Vykurovanie	Príprava teplej vody	Chladenie a vetranie	Osvetlenie	
			Primárna energia v kWh/(m ² .a):	CO ₂ emisie v kg/(m ² .a):
<small>Globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných úprav</small>				
Navrhované opatrenia	<small>A0 A1 B C D E F G</small>			
Obvodový pláž:	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:	<small>Orientečná návratnosť investícií:</small>			
Meno a priezvisko oprávnenej osoby:				
Odchodné meno a sídlo:				
Identifikačné číslo:	Registračné číslo:	Číslo zápisu:	Podpis	
<small>č.</small> 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 hlavicami, 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 inšpekcii 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, práčovne 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 audity určuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2012/27/EÚ z 25. októbra 2012, podľa ktorej energetické audity 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 návratnosti (SPP) s cieľom zohľadniť dlhodobé úspory, zostatkové hodnoty dlhodobých investícii 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 priostený 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 aktualizačnej 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 mi. 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.

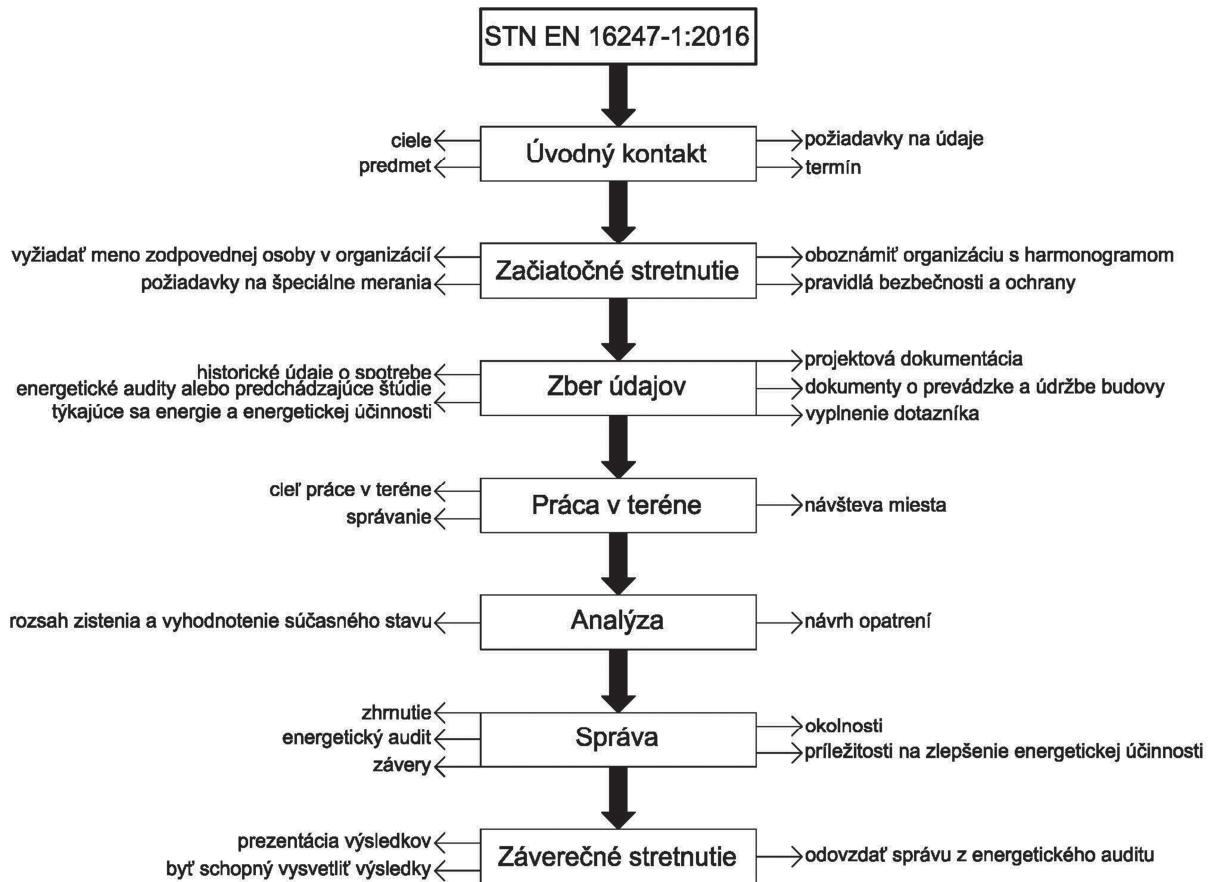
Energetický audit sa môže vykonať aj na základe výzvy z rôznych operačných programov, ktoré sú aktuálne ponúkané na Slovensku. Odporúčania na spracovanie takýchto typov audit poskytuje SIEA.

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 s kladá z týchto častí:

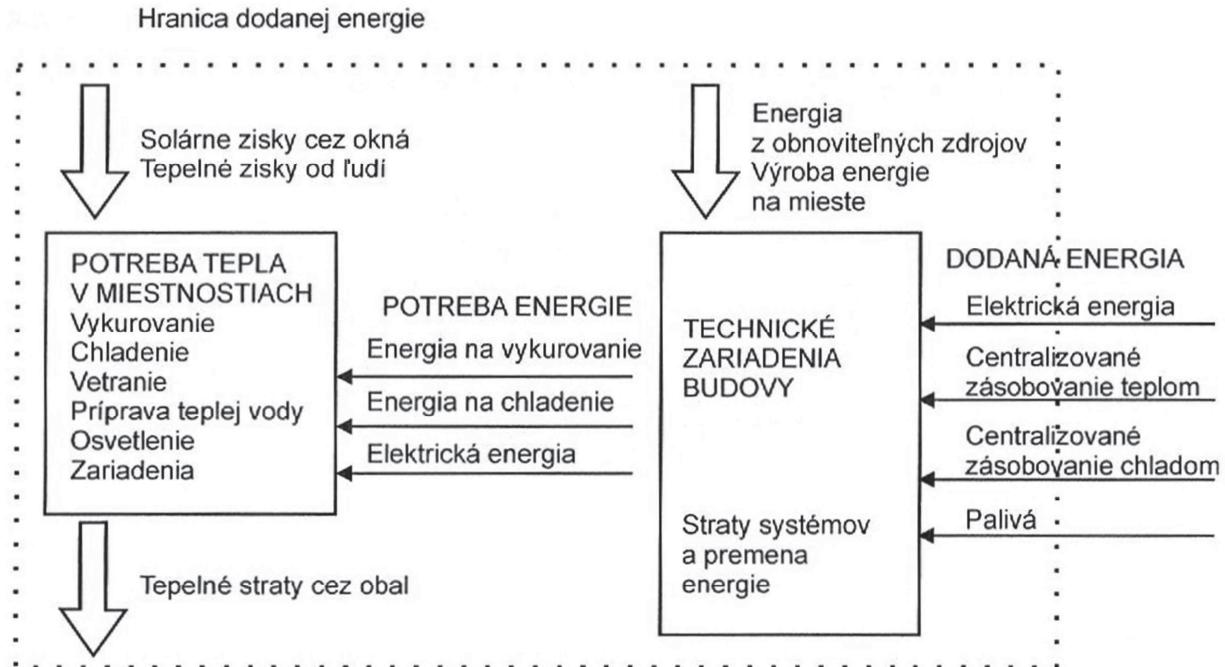
- Časť 1: Všeobecné požiadavky;
- Časť 2: Budovy;
- Časť 3: Procesy;
- Časť 4: Doprava;
- Časť 5: Kompetencie energetických audítorov.

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 finančného 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 SRÁVY 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. „manažérské zhrnutie“, ktorého cieľom je získať zrozumiteľný prehľad o všetkých dôležitých energetických vstupoch a výstupoch, technických, ekonomických a environmentálnych ukazovateľoch tak, aby ich objednávateľ auditu vedel využiť pre svoje potreby.

Je vhodné rozdeliť správu z energetického auditu na dve časti:

1. Manažérské zhrnutie, kde sa budú nachádzať všetky požadované vstupy a výstupy
2. Prílohy, ktorá bude obsahovať podrobne údaje ako sú záznamy o spotrebe energie, technické, ekonomicke, 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 ekonomicke 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 ekonomickeho hodnotenia
- Príloha č. 3 Súhrnný informačný list
- Príloha č. 4 Zoznam opatrení
- Príloha č. 5 Ekonomicke 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	<ul style="list-style-type: none"> - energetický certifikát potrebný ku kolaudácii, pri predaji či prenájme nehnuteľnosti - preukázanie energetickej hospodárnosti a zatriedenia budovy do energetickej triedy 	<ul style="list-style-type: none"> - informácia pre objednávateľa o potenciálnych energetických úsporách, o vhodných úsporných opatreniach a ich ziskovosti
Metodika výpočtu	<ul style="list-style-type: none"> - jednotná metodika presne podľa všeobecne záväzných predpisov - pri normalizovanom hodnotení sa používajú normalizované údaje o klíme, užívaní a čiastočne aj o technických systémoch 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - tepelná ochrana, vykurovanie, príprava teplej vody, vetranie a klimatizácia, osvetlenie 	<ul style="list-style-type: none"> - všetky miesta spotreby energie vrátane technológie
Výstup	<ul style="list-style-type: none"> - energetický certifikát 	<ul style="list-style-type: none"> - správa z energetického auditu - súhrnný informačný list
Platnosť	<ul style="list-style-type: none"> -maximálne 10 rokov od dátumu vyhotovenia en. certifikátu 	<ul style="list-style-type: none"> - nie je stanovená všeobecne, avšak pre veľké podniky je povinnosť vyhotoviť audit každé 4 roky
Oprávnená osoba	<ul style="list-style-type: none"> - odborne spôsobilá osoba pre energetickú certifikáciu – osvedčenie vydáva SKSI 	<ul style="list-style-type: none"> - energetický audítör zapísaný v zozname energetických audítörov – 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 kompletnej správa z energetického auditu by mala obsahovať tieto hlavné časti:

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

- opis odporúčaných energeticky úsporných opatrení,
- environmentálne prínosy a zlepšenia životného prostredia,
- realizačný plán,
- finančný plán,
- opis navrhovaného spôsobu prevádzky, údržby a energetického manažmentu.

Tabuľka 10.2. Potenciál energeticky úsporných opatrení

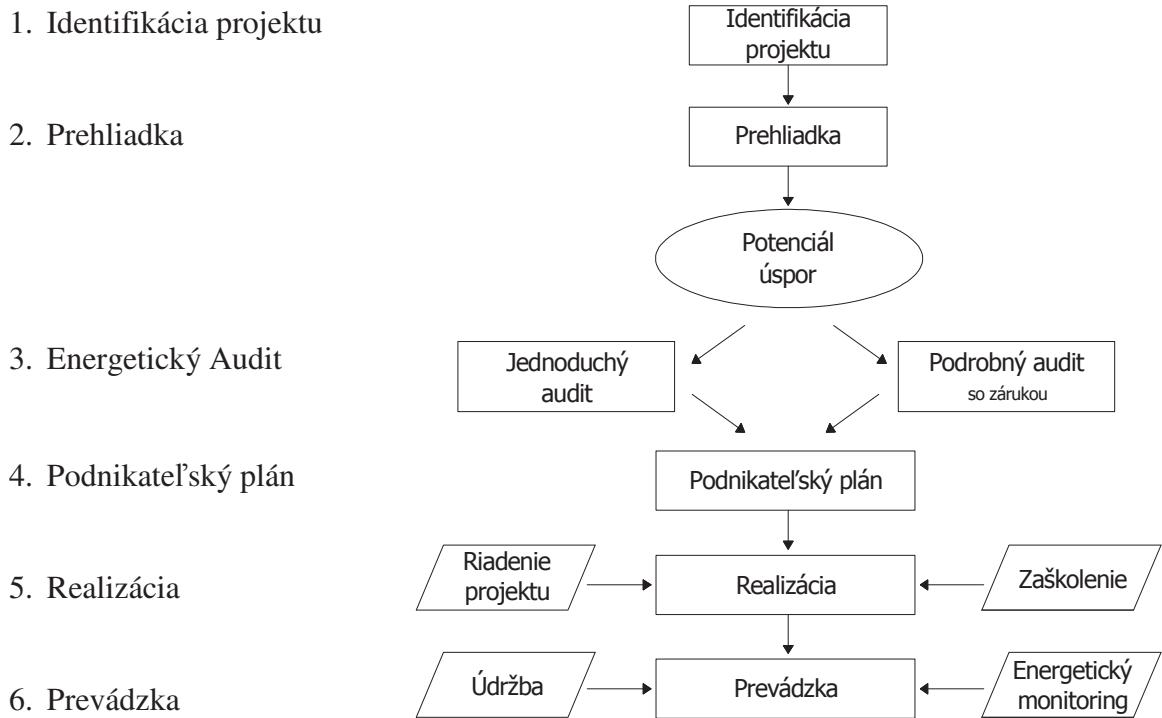
Opatrenia	Potenciál úspor energie				
	Investície (€)	Úspora (kWh/rok)	Úspora (€/rok)	Návratnosť (roky)	NPVQ*
1. Úsporné sprchy	400	3500	350	0,9	6,90
2. Automatická regulácia	20 000	148 250	14 300	1,4	4,02
3. Manuál prevádzky a údržby / energetický monitoring	20 000	45 200	3530	5,7	0,61
4. Spätné získavanie tepla, systém vetrania	25 000	47 240	4220	5,5	0,27
5. Hydraulické vyregulovanie a termostatické ventily	53 000	73 340	7330	7,1	0,26
6. Izolácia potrubí, ventilov atď.	9500	17 170	1720	5,5	0,26
7. Izolácia atiky	12 500	20 270	2030	6,2	0,14
8. Nové okná	260 000	246 090	24 610	10,6	-0,14
9. Izolácia fasády	185 000	106 310	10 630	17,4	-0,29
Spolu ENCON opatrenia	584 400	707 470	68 750	8,5	

*) Reálna úroková miera = 7 %

10.8 PROCES PRÍPRAVY PROJEKTU OBNOVY

Každá budova je jedinečná. Preto sa musí každý projekt obnovy spracovať osobitne s cieľom nájsť individuálne energeticky úsporné možnosti. Vlastník budovy by tiež mohol mať iný plán na obnovu budovy a iné požiadavky na zisk z opatrení (maximálnu návratnosť). Preto je potrebné nájsť nielen možnosti, ale zvážiť aj ekonomicke dôsledky projektu skôr, ako sa bude venovať čas podrobnejšiemu prieskumu. Projekt by sa mal spracovávať krok za krokom. Výsledky každého kroku sa mali vyhodnotiť a potom urobiť rozhodnutie, či je, alebo nie je výhodné pokračovať v procese ďalej.

Proces prípravy projektu obnovy sa prekrýva s procesom energetického auditu na Obr. 10.1. Celkový proces prípravy projektu možno rozdeliť, ako to znázorňuje schéma na Obr. 10.3, do šiestich hlavných krokov.



Obr. 10.3. Schematické znázornenie energeticky efektívneho procesu

Ak informácie získané počas Identifikácie projektu odhalia, že ide o energeticky úsporný projekt tak je vykonaná prehliadka objektu. Prehliadka stanoví, či by mohli byť realizované výhodné energeticky úsporné opatrenia vrátane celkového potenciálu energetických úspor, požadovaných investícií a zodpovedajúcu návratnosť. Ak vlastník budovy zistí priaznivé možnosti úspor proces bude pokračovať Energetickým Auditom, ktorý predstavuje podrobnejšie preskúmanie existujúcej situácie, navrhnutých opatrení plus návrh realizácie a finančný plán. Ak sú potrebné vonkajšie zdroje financovania projektu, potom projekt pokračuje vypracovaním Podnikateľského plánu. Počas Realizácie je dôležité riadiť všetky aktivity v súlade s rozpočtom, časovým plánom, požadovanou kvalitou, zákonmi a kontrolami. To si vyžaduje dobré riadenie projektu a zabezpečenie kvality. Personál prevádzky a údržby by mal byť dôkladne zaškolený a oboznámený so všetkými systémami a zariadeniami. Toto zaškolenie zabezpečí energeticky úspornú Prevádzku budovy. Dobrý program prevádzky a údržby a sledovanie energií bude prispievať k zabezpečeniu spotreby na permanentne nízkej úrovni.

10.9 IDENTIFIKÁCIA PROJEKTU

Identifikácia projektu v sebe zahŕňa:

- dialóg s vlastníkom budovy (investorom),
- zozbieranie hlavných údajov o budove a technických inštaláciách,
- zozbieranie štatistik spotrieb energií z predchádzajúcich rokov,
- zhodnotenie vlastníkovho záujmu o celkovú realizáciu projektu,
- zhodnotenie investorových možností.

Ak fáza identifikácie projektu poukazuje na možnú výnosnosť a projekt sa zdá byť výhodný, proces môže pokračovať prehliadkou.

10.10 PREHЛИADKA

Pri prehliadke by sa mali vykonať tieto činnosti:

- príprava,
- inšpekcia,
- presný opis skutkového stavu,
- energetické výpočty a ekonomicke hodnotenie energeticky úsporných opatrení,
- vypracovanie správy z prehliadky,
- prezentácia a odborná diskusia s vlastníkom budovy s dohovorom o ďalšom postupe.

V správe z prehliadky sú prezentované jedine kľúčové ekonomicke výpočty, ako je znázornené v Tab. 10.3.

Tabuľka 10.3. Správa z prehliadky – vyhodnotenie zisku

Správa z prehliadky – vyhodnotenie zisku			
Úspory energie	350 000 kWh/rok	Čisté úspory	35 000 €/rok
Investície	130 700 €	Hrubá návratnosť	3,7 roka

Výsledky prezentované v správe z prehliadky majú presnosť $\pm 20\%$. Všetky energeticky úsporné opatrenia, ktoré sa uvažujú v projekte a vypočítá sa pre ne aj návratnosť, sú zoradené v zozname bez jednotlivých údajov o výške potrebných investícií a výške energetických úspor (Tab. 10.4).

Tabuľka 10.4. Odporúčané energeticky úsporné opatrenia

Odporúčané energeticky úsporné opatrenia
1. Tepelná izolácia podlahy podkrovia
2. Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily
3. Tepelná izolácia potrubí, armatúr atď.
4. Automatický regulačný systém
5. Manuál prevádzky a údržby/Systém energetického manažmentu
6. Spätné získavanie tepla, systém vetrania
7. Energeticky úsporné sprchy

Vlastník budovy môže chcieť realizovať niektoré z uvažovaných renovačných opatrení a/alebo opatrení na zlepšenie vnútornej klímy. Tieto opatrenia by takisto mali byť zoradené v zozname v správe z prehliadky (Tab. 10.5).

Tabuľka 10.5. Prípadné (dôležité) renovačné opatrenia

Prípadné (dôležité) renovačné opatrenia
8. Tepelná izolácia vonkajších stien
9. Nové okná

Ked' sa fáza prehliadky skončí a vlastník budovy sa rozhodne pokračovať v procese, podpíše sa ďalšia zmluva týkajúca sa energetického auditu.

10.11 ENERGETICKÝ AUDIT

V závislosti od potrieb a požiadaviek vlastníka budovy existujú dve alternatívy energetického auditu:

- jednoduchý energetický audit – je lacnejší, s presnosťou ± 10 až 15% ;
- detailný energetický audit – je drahší, ale obsahuje aj záruku dosiahnutia energetických úspor s presnosťou ± 5 až 10% .

Správa z energetického auditu poskytuje detailnejšie ekonomicke výpočty pre každé opatrenie. Opatrenia sú zoradené v závislosti od ziskovosti (koeficient čistej súčasnej hodnoty – Net Present Value Quotient).

Tabuľka 10.8. Detailné ekonomické výpočty pre jednotlivé opatrenia

Opatrenia	Potenciál úspor energie – energetický audit				
	Investície (€)	Úspory (kWh/rok)	(€/rok)	Návratnosť (rok)	NPVQ
1. Úsporné sprchy	400	3500	350	0,9	6,90
2. Automatická regulácia	20 000	148 250	14 300	1,4	4,02
3. Manuál prevádzky a údržby/energetický monitoring	20 000	45 200	3530	5,7	0,61
4. Spätné získavanie tepla, systém vetrania	25 000	47 240	4220	5,5	0,27
5. Hydraulické vyregulovanie a termostatické ventily	53 000	73 340	7330	7,1	0,26
6. Izolácia potrubí, ventilov atď.	9500	17 170	1720	5,5	0,26
7. Izolácia atiky	12 500	20 270	2030	6,2	0,14
Spolu energeticky úsporné opatrenia	139 400	355 060	33 510	4,1	
8. Nové okná	260 000	246 090	24 610	10,6	-0,14
9. Izolácia fasády	185 000	106 310	10 630	17,4	-0,29
Spolu všetky opatrenia	584 400	707 470	68 750	8,5	

Popri realizácii energeticky úsporných opatrení sa často požaduje aj všeobecná renovácia celej budovy a zlepšenie vnútornej klímy. Je veľmi dôležité, aby sa všetky potrebné opatrenia zahrnuli do jedného projektu, a to:

- úspory energie,
- renovácia,
- zlepšenie vnútornej klímy.

Energetický audítör by mal zabezpečiť, aby renovačné opatrenia a opatrenia na zlepšenie vnútornej klímy boli spravené energeticky úsporným postupom.

Nové okná sú považované za nevhodné opatrenie len vzhľadom na úspory energie. Ale ak sú okná staré, niektoré môžu byť rozbité, poškodené alebo s vysokou infiltráciou, potom je potrebné zahrnúť toto opatrenie ako súčasť projektu.

Energetický audítör by mal zvážiť použitie nových energeticky účinnejších okien, nie len ich výmenu za rovnaký typ okien. Zvyšujúce sa investície v porovnaní so zvyšujúcimi sa úsporami (menšia $U_{\text{okná}}$) by veľakrát poskytli dobrú ziskovosť. Rovnakým prípadom je obvodová stena, ktorá ak je poškodená musí byť opravená, oprava obvodového plášťa by mohla byť spojená s pridaním vonkajšej tepelnej izolácie stien.

10.12 PODNIKATEĽSKÝ PLÁN

Ak nastane situácia, že energeticky úsporné opatrenia a renovačné opatrenia sa nedajú finančne pokryť z vlastných zdrojov vlastníka budovy, sú potrebné vonkajšie zdroje financovania (napr. úver). Základným predpokladom na získanie úveru pre veľké projekty, osobitne od medzinárodných finančných inštitúcií, je vypracovanie podnikateľského plánu.

Hlavné časti štandardného podnikateľského plánu sú:

1. vykonávací súhrn,
2. údaje o dlžníkovi,
3. informácia o projekte,
4. environmentálne prínosy projektu,
5. prehľad trhu,
6. plán financovania,
7. finančné prognózy,
8. realizácia projektu.

V prípade menších projektov alebo projektov, ktoré môžu financovať miestne banky či iné finančné inštitúcie, ktoré sú nositeľmi zvláštnych programov pre úspory energií, často postačuje zahrnúť osobitnú kapitolu pre financovanie do správy z energetického auditu. Veľmi často majú energeticky úsporné fondy už vopred pripravené príslušné formuláre, na ktorých vyplnenie stačia údaje v správe z energetického auditu.

10.13 REALIZÁCIA

Po prezentácii výsledkov energetického auditu vlastníkovi budovy a zabezpečení financovania projektu sa môže podpísat' zmluva o realizácii, ktorá v sebe zahŕňa tieto činnosti:

- organizácia projektu,
- návrh/projekcia,
- kontrahovanie dodávok,
- realizácia a montáž,
- kontrola dodávky a skúšky,

- prebratie diela a jeho uvedenie do prevádzky,
- dokumentácia skutočného vyhotovenia,
- zaškolenie personálu prevádzky a údržby.

Firma zodpovedajúca za energetický audit – dodávateľ projektu – môže byť zodpovedná za celkový manažment projektu, alebo si môže vlastník budovy – investor – riadiť projekt sám. Ak však vlastník budovy žiada záruku na úroveň spotreby energie od firmy zodpovedajúcej za energetický audit, tá musí byť zodpovedná za celý manažment projektu.

Zabezpečenie kvality je mimoriadne dôležité počas celej implementácie, od začiatku s vytvorením návrhu/projektovej činnosti cez všetky fázy realizácie projektu až po prevzatie diela a jeho uvedenie do prevádzky.

10.14 PREVÁDZKA A ÚDRŽBA

Na zabezpečenie správnej prevádzky nových zariadení počas ich životnosti a zníženie nákladov na prevádzku (vrátane energie), údržbu a opravy sa odporúča vytvoriť manuál prevádzky a údržby.

Tri základné ciele vytvorenia takýchto manuálov sú:

- zabezpečiť vhodné podmienky pre technologickú prevádzku budovy,
- udržiavať náklady na energie permanentne na minimálnej úrovni,
- predchádzať veľkým a drahým opravám.

Dokázalo sa, že tieto tri ciele môžu byť dosiahnuté vytvorením a dodržiavaním manuálu na prevádzku a údržbu budovy.

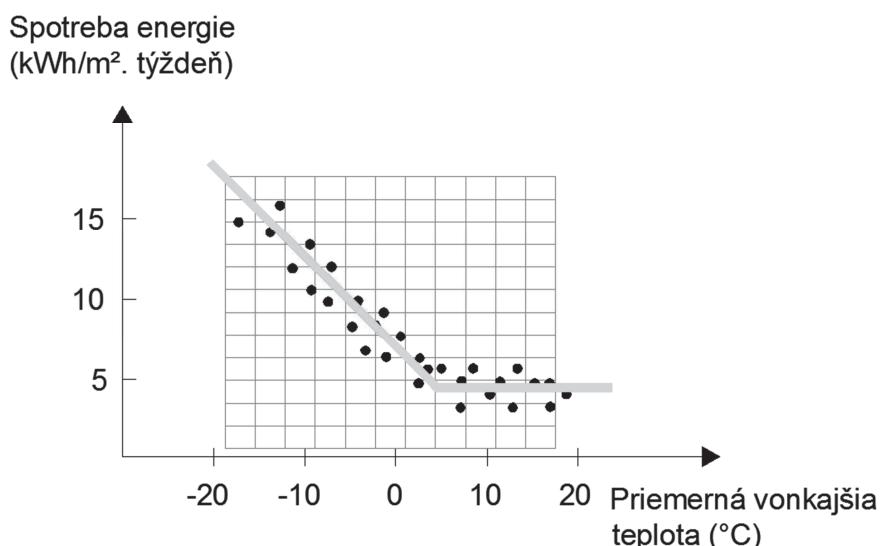
Na presné prevádzkovanie a údržbu rozhodne treba vedieť:

- ako by mali jednotlivé zariadenia pracovať,
- ktoré zariadenia si vyžadujú pravidelnú údržbu,
- ako udržiavať inštalačie,
- kedy vykonávať údržbu,
- kto je zodpovedný za práce.

Tieto informácie musia byť ľahko dostupné a ľahko použiteľné v manuáli prevádzky a údržby.

10.15 ENERGETICKÝ MANAŽMENT

Energetický manažment predstavuje systematický postup, v ktorom sa každý týždeň urobí zápis nameraných hodnôt a kontrola spotreby energie a prevádzkových podmienok v budovách. Každý týždeň sa tiež urobí porovnanie nameranej spotreby s naplánovanou spotrebou a na základe toho personál zodpovedný za prevádzku a údržbu môže zabezpečiť optimálnu prevádzku technických zariadení budov. Základný nástroj systému energetického manažmentu tvorí energeticko-teplotný diagram – ET-diagram (Obr. 10.4). Každá budova má svoju vlastnú jedinečnú ET-krivku (čiara v diagrame), ktorá môže byť vytvorená na základe energetických výpočtov. Táto ET-krivka ukazuje, aká by mala byť spotreba energie v závislosti od vonkajšej teploty pri správnych prevádzkových podmienkach.



Obr. 10.4. ET-krivka

Ak je týždenná spotreba o 10 % väčšia oproti naplánovanej spotrebe, potom by mali byť urobené rozhodnutia na určenie príčiny a urobenie nápravy.

Vytvorený týždenný program pre personál prevádzky a údržby zahŕňa:

- odčítavanie hodnôt z meračov energie v budove a výpočet špecifickej spotreby energie,
- zapisovanie priemerných vonkajších teplôt za príslušné obdobie,
- zakreslenie oboch hodnôt do ET-diagramu,
- označenie odchýlky od ET-krivky, ktorá poukazuje na možné poruchy zariadení alebo na nesprávne nastavenie parametrov zariadení. Určiť príčinu vzniknutých odchýliek a odstrániť ju.

Zavedenie systému energetického manažmentu v budove umožní prevádzkovému personálu:

- riadiť a upravovať prevádzku všetkých technických zariadení,
- odhaliť chyby v prevádzke a prevádzkových postupoch,
- znižovať energetickú spotrebu,
- dokumentovať a preukázať výsledky implementácie energeticky úsporných opatrení.

11 PREHLIADKA

11.1 ÚVOD K PREHLIADKE

Ak sa projekt ukáže ako zaujímavý a sľubný, jeho skutočné možnosti a skutočný zisk z projektu sa musia presnejšie určiť pre potreby vlastníka objektu – investora. V záujme určenia, ktoré energeticky efektívne opatrenia sa môžu skutočne realizovať a ktoré nie, mal by proces pokračovať ďalšou etapou, ktorá sa nazýva prehliadka.

Prehliadka začína krátkou inšpekciou. To umožní energetickému audítoriu špecifikovať stav stavebných konštrukcií, technických a technologických systémov, ako aj spôsob prevádzkovania a užívania budovy. Na základe týchto zistení sa môžu urobiť technické a ekonomicke výpočty na určenie celkového potenciálu úspor energie.

Počas prehliadky možno použiť dostupný program na zhodnotenie súčasného stavu a stanovenie vzniknutých úspor z rôznych opatrení. Výsledky sú prezentované v správe z prehliadky, v ktorej sa nachádza aj nasledovná klúčová Tab. 11.1. Výsledky prezentované v správe z prehliadky majú presnosť $\pm 20\%$.

Tabuľka 11.1. Správa z prehliadky

Správa z prehliadky – klúčová tabuľka			
Úspory energie	350 000 kWh/rok	Finančné úspory	27 000 €/rok
Investície	130 700 €	Hrubá návratnosť	3,4 roky

11.2 CIELE

Prehliadka má dva základné ciele:

1. Zistiť celkový potenciál úspor energie a požadované investície

Potenciál úspor energie obsahuje:

- výhodné, energeticky efektívne opatrenia,
- energetické úspory,
- požadované investície,
- vyhodnotenie ziskovosti.

Ak sú energeticky efektívne opatrenia výhodné, treba sa snažiť dosiahnuť ďalší cieľ prehliadky:

2. Presvedčiť vlastníka budovy o pokračovaní energeticky efektívneho procesu

Pokračovaním energeticky efektívneho procesu sa myslí vykonanie tzv. energetického auditu. Energetický audit môže byť jednoduchý, s presnosťou $\pm 10 \div 15\%$, alebo detailný, s presnosťou $\pm 5 \div 10\%$. Detailný energetický audit sa vykonáva vtedy, keď vlastník budovy požaduje aj záruku energetických úspor; záruka sa vzťahuje na hodnotu spotreby energií *po* realizovaní energeticky efektívnych opatrení.

11.3 PROCES PREHLIADKY

Pri prehliadke by sa mali vykonať procesy s použitím zodpovedajúcich nástrojov/formulárov. Detailné opisy jednotlivých aktivít procesu vysvetlíme v ďalších kapitolách.

Po podpísaní zmluvy sa môže uskutočniť prehliadka, proces prehliadky môže byť vykonaný pomocou nasledujúcich hlavných častí:

- príprava,
- inšpekcia,
- opis stavu budovy a určenie opatrení,
- energetické výpočty,
- ekonomické výpočty,
- príprava správy z prehliadky,
- prezentácia.

Na vyhodnotenie celej budovy, musí mať energetický audítor príslušné znalosti z konštrukcií stavieb ako aj z automatických a elektrických systémov. Počas inšpekcie by mali byť skontrolované technické dátá, normy, riešenia a funkcie všetkých systémov. Pre niektoré projekty by mohol byť vytvorený tím odborníkov, ktorý obsiahne všetky hodnotené časti.

11.4 PRÍPRAVA

Počas prípravy na inšpekcii by sa mali uskutočniť tieto najhlavnejšie aktivity:

- zozbieranie hlavných údajov o budove,
- zozbieranie technických výkresov, špecifikácií a technických správ,
- vyhodnotenie zozbieraných informácií,
- príprava na inšpekcii.

Základné informácie majú byť zozbierané už počas fázy identifikácie projektu, kde by sa mali identifikovať všetky dostupné materiály (výkresy a opisy). V tomto štádiu by sa mali zozbierať a detailne prekontrolovať. Čím viac informácií sa vám podarí zozbierať počas prípravy, tým bude inšpekcia úspešnejšia!

Výkresy a technické opisy zariadení a systémov vám umožnia oboznámiť sa s budovou už pred inšpekciami a v tomto štádiu možno určiť aj oblasti konkrétneho záujmu.

Ak je špecifická spotreba energie ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{r})$) väčšia ako celková spotreba, je to indikácia potenciálu úspor energie budovy. Čím je hodnota špecifickej spotreby energie väčšia, tým vyšší je aj potenciál úspor energie.

Niekedy je hodnota špecifickej spotreby energie nízka. V tom prípade treba byť počas inšpekcie veľmi pozorný. Budova je prevádzkovaná buď veľmi efektívne (pre vás nešťastne), alebo časti technických systémov sú pokazené, príp. vypnuté, systém vetrania je permanentne mimo prevádzky, vnútorná teplota v budove je veľmi nízka atď. V podobných budovách sú vnútorné podmienky veľmi odlišné od definovaných/požadovaných prevádzkových podmienok, dôsledkom čoho je znížený komfort a zlá vnútorná klíma. V takejto budove treba realizovať renovačné opatrenia a zvýšiť kvalitu vnútornej klímy.

Pri príprave na inšpekcii možno použiť nasledujúce formuláre:

Všeobecné údaje o budove						
Budova						
Adresa						
Kontaktná osoba			Telefón			
Typ budovy*			Rok výstavby			
Vykurovaná plocha/objem	m ²	m ³	Prevádzkový čas	h/d	d/týžd	
Rok	Elektrická energia	Zemný plyn	CZT	Vykur. olej	Iné	Spolu
Spotreba energie pred ENCON	(kWh/r)					
Náklady na energie pred ENCON	(€/r)					
Súčasná cena energie a jednotka	(€/l)					
Súčasná cena energie za kWh	(€/kWh)					
Špecifická spotreba	(kWh/(m ² .r ¹))					
Poznámky:						

DOSTUPNÉ INFORMÁCIE	
Stavebné výkresy budovy	
Výkresy inštalácií	
Technické špecifikácie zariadení	
Meranie spotreby energií	
Iné údaje	
VŠEOBECNÉ EKONOMICKE INFORMÁCIE	
Kto platí náklady na energie?	
Kto platí náklady na údržbu?	
Kto platí renovácie/investície?	
Kontraktačný partner?	
Renovácia počas posledných 3 rokov?	
Možnosti financovania?	
Poznámky:	

Vyplnil Dátum:

Všeobecné údaje o budove				
Stavebné konštrukcie				Poznámky
Steny:	<input type="checkbox"/> tehla	<input type="checkbox"/> betón	<input type="checkbox"/> drevo	izoláciamm
Zasklenie:	<input type="checkbox"/> jednoduché	<input type="checkbox"/> zdvojené	<input type="checkbox"/> trojité	
Rámy okien:	<input type="checkbox"/> drevo	<input type="checkbox"/> hliník	<input type="checkbox"/> plast	
Strecha:	<input type="checkbox"/> krov/podkrovie		<input type="checkbox"/> plochá	
	<input type="checkbox"/> betón	<input type="checkbox"/> drevo		izoláciamm
Podlaha na:	<input type="checkbox"/> prírodný terén		nevykurovaný terén	izoláciamm
Viditeľné tepelné mosty:			
Viditeľné závady:	<input type="checkbox"/> styky	<input type="checkbox"/> okná	<input type="checkbox"/> dvere	
Vykurovací systém				Poznámky
Zdroje energie:	<input type="checkbox"/> CZT	<input type="checkbox"/> vyk.olej	<input type="checkbox"/> zemný plyn	
	<input type="checkbox"/> el.energia	<input type="checkbox"/> iné.....		výkon.....kW
Systém:	<input type="checkbox"/> vyk.telesá	<input type="checkbox"/> konvektory	<input type="checkbox"/> iné.....	
	<input type="checkbox"/> elektrický priamovýhrevný		<input type="checkbox"/> teplovodný	
	<input type="checkbox"/> jednorúrkový	<input type="checkbox"/> dvojrúrkový		
Term. ventily	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> staré	<input type="checkbox"/> moderné	
Automatická regulácia:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> stará	<input type="checkbox"/> moderná	
Nočný teplotný útlm:		<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> áno	
Netesnosti:				
Izolácie:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> staré	<input type="checkbox"/> moderné	
Systém vetrania				Poznámky
Systém:	<input type="checkbox"/> prirodzené	<input type="checkbox"/> odsávanie	<input type="checkbox"/> nútene rovnotlakové	
		prietok vzduchum ³ /h	prevádzkový čash/týžd.	
Systém SZT:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> áno	typ:.....	
Aut. regulácia:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> stará	<input type="checkbox"/> moderná	
Príprava TV				Poznámky
Zdroj energie:	<input type="checkbox"/> CZT	<input type="checkbox"/> vyk.olej	<input type="checkbox"/> zemný plyn	
	<input type="checkbox"/> el.energia	<input type="checkbox"/> iné.....		príkon.....kW
Automatická regulácia:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> stará	<input type="checkbox"/> moderná	
Vodomer:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> áno		
Rozvod:	<input type="checkbox"/> osobitný	<input type="checkbox"/> spolu s vykurovaním		
Netesnosti:				
Izolácie:	<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> staré	<input type="checkbox"/> moderné	
Ventilátory a čerpadlá				Poznámky
Ventilátory:kWW.m ⁻²	Prevádzkový čash.týžd. ⁻¹	
Čerpadlá:kWW.m ⁻²	Prevádzkový čash.týžd. ⁻¹	
Iné (vrátanie chladenia)				Poznámky

11.5 INŠPEKCIÁ

Inšpekcia (alebo iným slovom prehliadka) je nevyhnutná na určenie skutkového stavu budovy, technických inštalácií, potrieb užívateľov a prevádzkových podmienok, na určenie

možností uplatnenia energeticky úsporných opatrení a potrieb renovačných opatrení/zlepšenia vnútornej klímy.

Počas inšpekcie je dôležité nájsť všetky energeticky efektívne a renovačné opatrenia v oblastiach:

- stavebné konštrukcie,
- vykurovací systém,
- systém vetrania,
- systém prípravy TV,
- ventilátory a čerpadlá,
- systém osvetlenia,
- klimatizácia,
- prevádzkové postupy a údržba,
- potreby užívateľov.

Kontrolný zoznam by mal byť použitý na zabezpečenie správneho pokrytia všetkých oblastí. Preverte si, či zástupca vlastníka budovy bude pri inšpekcii zúčastnený, pokiaľ možno mohla by to byť osoba, ktorá sa stará o prevádzku a údržbu v budove. Tento človek by mal sprevádzať energetických audítorov po celej budove a mohol by im poskytnúť veľa cenných informácií, ktoré by inak boli ťažko dostupné.

Dôležité je vykonať inšpekciu dôkladne a efektívne. Nemalo by to však spotrebovať veľa času. Toto je časť prehliadky a nie detailného energetického auditu.

Ak ste čas využili efektívne, budete dostatočne dobre poznať budovu, čo je nevyhnutné pre nasledujúce výpočty. Kontrolný zoznam z inšpekcie zahŕňa väčšinu potrebných informácií, ale ak je to nevyhnutné, nezabudnite si robiť vlastné poznámky. Veľmi užitočné sú aj vlastné skice a nákresy.

V budove by sa mali nájsť rozličné typy okien, stien atď. Všetky vyskytujúce sa typy by sa mali zaškrtnúť v kontrolnom zozname, spolu s odhadovanými plochami rozličných typov okien, stien atď.

Ak chcete získať hodnoty, ktoré naznačujú úroveň vnútorných teplôt v budove, potrebné je priniesť si zariadenia na meranie vnútornej teploty.

V Tab. 11.2 sa uvádzajú výber z kontrolného formulára z inšpekcie pre okná.

Na základe zhromaždených údajov z tejto jednej inšpekcie musíte vypracovať všetky energetické výpočty. Preto je veľmi dôležité, aby sa kontrolný zoznam z inšpekcie dôkladne vyplnil.

Popri skúmaní skutkového stavu počas inšpekcie je dôležité nájsť aj možné energeticky efektívne a renovačné opatrenia. Preto kontrolný zoznam z inšpekcie obsahuje aj zoznam možných opatrení (Tab. 11.3), napríklad aj pre obvodový plášť budovy.

Kontrolný zoznam z inšpekcie pokrýva všetky systémy, ktoré by sa mali určiť počas inšpekcie: všeobecné informácie, prevádzkové podmienky, spotreba vody a energie, obvodový plášť budovy, rôzne zariadenia, klimatizácia a vonkajšie inštalácie.

Tabuľka 11.2. Výber z kontrolného formulára z inšpekcie

Okná					
Všeobecné vyhodnotenie súčasného stavu okien:			<input checked="" type="checkbox"/> Staré	<input type="checkbox"/> Prijateľné	<input type="checkbox"/> Dobré
Celková plocha okien:			360 m ²	U hodnota (priemerná):	2,8 W/m ² K
Materiál:	<input checked="" type="checkbox"/> Drevo (D)	<input type="checkbox"/> Hliník (Hl)	<input type="checkbox"/> Plast (P)	<input type="checkbox"/> Ocel' (O)	
Typ:	<input checked="" type="checkbox"/> Jednoduchý rám (J)	<input type="checkbox"/> Zdvojený rám (D)		<input type="checkbox"/> Pevný rám (P)	
	<input type="checkbox"/> Jednoduché zasklenie	<input checked="" type="checkbox"/> Dvojité zasklenie (2Z)		<input type="checkbox"/> Trojité zasklenie (3Z)	
	(1Z)				

Poznámka: Je potrebné utesnenie okien

Tabuľka 11.3. Možnosti energeticky efektívnych a renovačných opatrení – obvodový plášť budovy

Možnosti energeticky efektívnych a renovačných opatrení – obvodový plášť budovy	
<input type="checkbox"/> Dodatočná tepelná izolácia, obvodové steny	<input type="checkbox"/> Utesnenie spojov na fasáde
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava dverí	<input type="checkbox"/> Nové dvere
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava okien	<input type="checkbox"/> Nové okná
<input checked="" type="checkbox"/> Utesnenie okien, dverí	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Dodatočná tepelná izolácia, podlaha	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Dodatočná tepelná izolácia, strecha	<input type="checkbox"/>

11.6 OPIS EXISTUJÚCEHO STAVU

Po vykonaní inšpekcie by sa mali urobiť všetky energetické a ekonomicke výpočty. Na prípravu vstupných hodnôt do týchto výpočtov treba urobiť opis existujúceho stavu, ktorý je vlastne zhrnutím všetkých dostupných informácií. Obsahuje:

- kontrolný zoznam z inšpekcie,
- výkresy,
- technické špecifikácie,
- vlastné záznamy/skice.

V tomto stupni by sa mali zaznamenať aj všeobecné poznámky, ktoré sa týkajú renovačných opatrení a opatrení na zlepšenie vnútornej klímy. Poznámky sa použijú na prezentovanie celkového určenia budovy v správe z prehliadky.

Aby sme mohli urobiť energetické a ekonomicke výpočty, treba mať dobrý prehľad o budove:

- treba si prezrieť ešte raz kontrolný formulár z inšpekcie a zozbierané informácie,
- urobiť si krátke poznámky a odhady na zhodnotenie stavu budovy,
- určiť možné energeticky efektívne a renovačné opatrenia.

Pretože celkový čas na vykonanie prehliadky je ohraničený (asi 40 až 60 hodín pre skúseného energetického audítora v závislosti od veľkosti a zložitosti projektu), pre vlastníka budovy sa pripraví iba krátka správa z prehliadky. Netreba pripraviť opis existujúceho stavu písomne.

11.7 ENERGETICKÉ VÝPOČTY

Môžu sa vykonať dva energetické výpočty:

- súčasná situácia (pred energeticky efektívnymi opatreniami),
- energetické úspory pomocou energeticky efektívnych a renovačných opatrení.

Sčítaním úspor z energeticky efektívnych a renovačných opatrení sa získa energetická spotreba po procese energetických úspor a renovácií.

11.7.1 Spotreba energie pred procesom energetických úspor

Na základe informácií zhromaždených počas inšpekcie možno vypočítať všetky hodnoty existujúcich parametrov a doplniť ich do stĺpca „Skutočné“, ako je znázornené v Tab. 11.4. Vypočítaná dodaná energia na vykurovanie je $255 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$.

Po vykonaní jednoduchých výpočtov pre každú bilančnú položku (vykurovanie, vetranie, príprava TV atď.) vypočítaná spotreba energie by mala vstupovať do energetickej bilancie projektu – časti prehliadka. Tiež by tam mali vstupovať namerané hodnoty spotreby energie.

V príklade v Tab. 11.4 je nameraná spotreba energie len z CZT (vykurovanie, vetranie a príprava TV) a elektrika (ventilátory, čerpadlá, osvetlenie a iné) nie pre každú bilančnú položku samostatne. V budove sa nenachádza systém chladenia.

Pri opise existujúceho stavu budovy sú použité tri výrazy: „vypočítaný“, „nameraný“ a „skutočný“. Ak je vnútorná teplota príliš nízka alebo niektoré zariadenia sa nepoužívajú, vypočítaná základná spotreba energie na základe navrhnutej vnútornej teploty a prevádzkového modelu by sa mala použiť ako základ pre výpočet úspor z rôznych opatrení.

Ak vznikli veľké odchýlky medzi nameranými a vypočítanými spotrebami energií, môžu byť zlé vstupné parametre opísane pri súčasnom stave budovy „Skutočný“. Je potrebná správna kalibrácia modelu v programe až kým vypočítaná spotreba energie neodráža súčasnú situáciu. Pred nastavením vstupných hodnôt do výpočtov treba skontrolovať či sú hodnoty z meračov odčítané správne.

Tabuľka 11.4. Energetická bilancia – prehliadka

Energetická bilancia – prehliadka				
Bilančná položka	Pred procesom úspor energie vypočítané	Pred procesom úspor energie namerané	Pred procesom úspor energie skutočné	Po procese úspor energie a renovácii
	(kWh/(m ² rok))	(kWh/(m ² rok))	(kWh/(m ² rok))	(kWh/(m ² rok))
1. Vykurovanie	255	302		
2. Vetranie	51			
3. Príprava TV	10			
4. Ventilátory a čerpadlá	15	69		
5. Osvetlenie	33			
6. Rôzne	26			
7. Chladenie	0	0		
Spolu	390	371		

11.7.2 Energetické úspory z energeticky efektívnych opatrení

Ďalší krok je vypočítať úspory dosiahnuté energeticky efektívnymi a renovačnými opatreniami.

V kontrolnom formulári z inšpekcie sú vyznačené všetky do úvahy prichádzajúce energeticky efektívne opatrenia.

Aby sa mohli stanoviť energetické úspory z týchto energeticky efektívnych opatrení, musia sa vypočítať nové hodnoty pre zmenené parametre, ktoré sú vyplnené v stĺpci namerané energeticky efektívne opatrenia.

Ďalší krok je prevod vypočítaných úspor energií ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$) na potenciál úspor energie (Tab. 11.5), kde má každé opatrenie priradený krátky opis. Pri prenásobení s vykurovanou plochou objektu dostaneme celkové úspory energií (kWh/rok).

Tabuľka 11.5. Potenciál úspor energie (príklad)

Opatrenia	Potenciál úspor energie					
	($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$)	Úspory energií (kWh/rok)	$\Delta \text{P}&\text{U}$ ($\text{€}/\text{rok}$)	Úspory ($\text{€}/\text{rok}$)	Investície (€)	Návratnosť (rok)
Zateplenie obvodových stien	30,66	88 914				
Nové okná	81,74	236 930				
Zateplenie podlahy podkrovia	7,01	20 329				
Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily	25,09	72 761				
Tepelná izolácia potrubí, armatúr, atď.	5,76	16 704				
Automatický regulačný systém	49,89	144 681				
Manuál prevádzky a údržby/Systém energetického manažmentu	15,19	44 051				
Spätné získavanie tepla, systém vetrania	19,85	47 243				
Energeticky úsporné sprchy	1,84	4369				
Spolu	237	676 000				

11.8 EKONOMICKÉ VÝPOČTY

Ekonomické výpočty počas etapy prehliadky zahŕňajú tri prvky:

- energetické úspory (€/rok),
- investície (€),
- vyhodnotenie ziskovosti (hrubá návratnosť, roky).

Pri počítaní výšky potrebných investícií sa používajú všeobecné ceny výrobkov na základe skúseností, počas prehliadky nie je dostaok času na výberové konania a zháňanie cenových ponúk.

Investície musia zahŕňať všetky náklady spojené s energeticky efektívnym opatrením, nie iba náklady za zariadenie (Tab. 11.6).

Tabuľka 11.6. Energeticky efektívne opatrenia – investície (príklad)

Energeticky efektívne opatrenia – investície	
Opatrenia: Zateplenie obvodového plášťa	
Návrh/Projekcia	10 000
Manažment projektu	6000
Prvky/materiál	55 000
Montáž	65 000
Prevádzkové skúšky, kontrola montáže	3000
Dokumentácia skutočného vyhotovenia	3000
Iné náklady	2000
Dane, DPH	36 000
Celkové investičné náklady	180 000 €

Celkové investície na všetky energeticky efektívne opatrenia sa teraz môžu preniesť do formulára potenciálu úspor energie.

Dôležité je použiť správne ceny energie (zodpovedajúce uvažovaným zdrojom energií). Keď sa úspory na každé energeticky efektívne opatrenie prepočítavajú na peniaze, t. j. ak opatrenie šetrí energiu získanú spálením plynu, musí sa pri prepočte úspor použiť cena zemného plynu.

11.8.1 Potenciál úspor energie

Potenciál úspor energie je zhrnutie úspor, investícií a návratnosti. Ak už máme vypočítané úspory a potrebné investície, musíme urobiť iba výpočet návratnosti (ziskovosti).

Kritériom hodnotenia zisku, ktoré je použité pri prehliadke, je často návratnosť (PB) vyjadrená v rokoch. Vzorec na výpočet návratnosti je

$$\text{Návratnosť } t' (\text{PB}) = \frac{\text{Investície}}{\text{Úspory}} \quad (\text{roky}) \quad (11.1)$$

Pretože sa úroky a inflácia neberú do úvahy, metóda sa môže použiť iba pre výpočty s krátkym časom trvania projektu (3 až 5 rokov) alebo na hrubšie odhady, ako je napr. prehliadka.

Kritériá návratnosti sa môžu meniť v závislosti od vlastníka budovy. Niektorí nepokladajú za opatrenia s hrubou návratnosťou vyššou ako 3 roky za energeticky efektívne, iní budú akceptovať aj hrubú návratnosť opatrení asi 6 až 7 rokov. Skutočné kritériá návratnosti sa majú definovať vlastníkom budovy počas fázy identifikácie projektu, alebo čo najskôr počas fázy prehliadky.

11.8.2 Vnútorná miera výnosnosti

Na presnejší výpočet ziskovosti a splatenia prostredníctvom čistej súčasnej hodnoty (NPV) sa má vypočítať vnútorná miera výnosnosti. Ak sa hodnotia opatrenia z hľadiska ziskovosti, používa sa koeficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ). Takéto podrobne výpočty sa realizujú počas fázy energetického auditu, najneskôr vo fáze prípravy podnikateľského plánu.

Treba vypočítať hrubú návratnosť pre každé energeticky efektívne opatrenie a výsledky doplniť do formulára potenciálu úspor energie (Tab. 11.7).

Prehliadka: Vlastníkovi budovy sa vždy prezentuje iba potenciál energetických úspor, výpočty každého opatrenia sa používajú iba pre vnútorné použitie v audítorskej spoločnosti.

Tabuľka 11.7. Návratnosť ekonomickej efektívnych opatrení

Opatrenia	Potenciál úspor energie					
	Úspory energií		Ekonomika			
	(kWh/(m ² rok))	(kWh/rok)	Δ P&Ú (€/rok)	Úspory (€/rok)	Investície (€)	Návratnosť (rok)
Tepelná izolácia obvodových stien	30,66	88 914	0	8890	180 000	20,2
Nové okná	81,74	236 930	0	23 690	201 600	8,5
Tepelná izolácia podlahy podkrovia	7,01	20 329	0	2030	11 000	5,4
Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily	25,09	72 761	0	7280	49 800	6,8
Tepelná izolácia potrubí, armatúr atď.	5,76	16 704	0	1670	7000	4,2
Automatický regulačný systém	49,89	144 681	300*	14 170	22 400	1,6
Manuál prevádzky a údržby/systém energetického manažmentu	15,19	44 051	800*	3600	18 100	5,0
Spätné získavanie tepla, systém vetrania	19,85	47 243	400*	5740	22 000	3,8
Energeticky úsporné sprchy	1,84	4369	0	570	400	0,7
Spolu (energeticky efektívne opatrenia)	237	676 000	1 500	35 060	130 700	3,7
Spolu (energeticky efektívne a renovačné opatrenia)	205,53	489 130	1 500	67 640	512 300	7,5

*) V ďalších nákladoch, ktoré sú navyše, je zahrnutá iba vonkajšia prevádzková spoločnosť. Zvyšné povinnosti prevádzky a údržby (P&Ú) bude realizovať súčasný personál prevádzky a údržby bez ďalších nákladov v porovnaní so súčasným stavom.

11.9 SPRÁVA Z PREHLIADKY

Na základe zistení a výpočtov sa pripraví krátka správa z prehliadky s najdôležitejšími tabuľkami a odporúčaním príslušných energeticky efektívnych a renovačných opatrení (Obr. 11.1, Tab. 11.8 a Tab. 11.9). Odporúčajú sa aj potrebné renovačné opatrenia (Tab. 11.10).

Tabuľka 11.8. Príklad odporúčaných opatrení

Energetické úspory	268 000 kWh/rok	Finančné úspory	27 000 €/rok
Investície	91 000 €	Hrubá návratnosť	3,4 roky
Určený potenciál energetických úspor je 350 000 kWh/rok (31 %).			
Pri realizovaní energeticky úsporných opatrení s celkovými investíciami približne 130 700 €, bude možné znížiť prevádzkové náklady na 35 000 €/rok. Tieto zodpovedajú hrubej návratnosti 3,7 roka.			
Po realizovaní aj renovačných opatrení (po dohode s vlastníkom budovy) sa môže celkovo ušetriť 676 000 kWh/rok (59 %).			
V tomto prípade budú celkové investície približne 512 000 € a celkové zníženie prevádzkových nákladov o 67 000 €/rok. Toto zodpovedá návratnosti 7,5 roka.			

VNÚTORNÁ KLÍMA

Vnútorná klíma budovy je celkom dobrá, počas zimy sú tam však značné problémy s prievanom. Spôsobujú ho netesnosti v blízkosti okien, ako aj spodný prievan spôsobený oknami. Preto by sa mali okná vymeniť.

ÚDRŽBA

V budove nie je zavedený žiadny systém prevádzky a údržby. Energetickú účinnosť budú zvyšovať nielen navrhnuté zlepšenia a zavedenie systému prevádzky a údržby a sledovanie energií, ale dosiahne sa aj zníženie dlhodobých nákladov na údržbu.

Obr. 11.1. Príklad správy z prehliadky

Tabuľka 11.9. Príklad navrhovaných energeticky efektívnych opatrení

Navrhované energeticky efektívne opatrenia
1. Tepelná izolácia podlahy podkrovia
2. Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily
3. Tepelná izolácia potrubí, armatúr atď.
4. Automatický regulačný systém
5. Manuál prevádzky a údržby/systém energetického manažmentu
6. Spätné získavanie tepla, systém vetrania
7. Energeticky úsporné sprchy

Tabuľka 11.10. Príklad navrhovaných renovačných opatrení

Renovačné opatrenia
8. Tepelná izolácia vonkajších stien v kombinácii s plánovanou opravou fasády.
9. Nové okná

11.10 PREZENTÁCIA

Správa z prehliadky sa má prezentovať vlastníkovi budovy a zástupcovi technického manažmentu. Jej cieľom je presvedčiť vlastníka budovy na pokračovanie v energeticky efektívnom procese energetickým auditom.

Prezentácia sa musí veľmi dobre pripraviť. Netreba príliš zachádzat' do technických detailov, ale zamerať sa na ziskovosť opatrení pre vlastníka budovy.

Vlastník budovy sa pravdepodobne počas prezentácie nerozhodne, či bude pokračovať v procese. Do konca stretnutia sa preto treba dohodnúť na ďalších krokoch a stanoviť si čas na nasledujúce stretnutie alebo telefonický rozhovor.

11.11 KONTROLNÉ FORMULÁRE Z INŠPEKCIÉ

Na inšpekciu možno použiť nasledujúce formuláre:

Kontrolný formulár z inšpekcie	
1 Všeobecné podmienky	
áno nie	áno nie
Vnútorná klíma <input type="checkbox"/> zlá <input type="checkbox"/> priemerná <input type="checkbox"/> dobrá Inštalované meranie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CZT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> vykurovací olej <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> zemný plyn <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> elektrická energia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> studená voda <input type="checkbox"/> iné	Manuál prevádzky a údržby (existuje pre) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> systém vykurovania <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> systém vetrania <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> systém prípravy TV <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> systém osvetlenia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> systém chladenia <input type="checkbox"/> iné
	Dohody o poskytovaní služieb systém vykurovania systém vetrania systém prípravy TV systém osvetlenia systém chladenia iné
Poznámky	
ENCON opatrenia	
<input type="checkbox"/> Systém energetického manažmentu <input type="checkbox"/> Systém manažmentu budovy <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manuály prevádzky a údržby <input type="checkbox"/> Zaškolenie personálu prevádzky a údržby <input type="checkbox"/>

Kontrolný formulár z inšpekcie

2 Stavebné konštrukcie

áno nie	áno nie
<p>Steny</p> <input type="checkbox"/> tehla <input type="checkbox"/> betón <input type="checkbox"/> drevo hrúbka izolácie mm plocha obvodových stien m ² <p>Zasklenie</p> <input type="checkbox"/> jednoduché <input type="checkbox"/> zdvojené <input type="checkbox"/> trojité <p>Rámy okien</p> <input type="checkbox"/> drevo <input type="checkbox"/> hliník <input type="checkbox"/> plast <p>Plocha okien</p> m ² <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> izolačné dvojsklá <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> zasklenie so selektívnymi vrstvami <p>Strecha</p> <input type="checkbox"/> krov/podkrovie <input type="checkbox"/> plochá <input type="checkbox"/> betón <input type="checkbox"/> drevo hrúbka izolácie mm plocha strechy s tep.stratami m ²	<p>Strop nad nevykurovaným podlažím</p> <input type="checkbox"/> zemina hrúbka izolácie mm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> viditeľné tepelné mosty viditeľné poškodenia: <input type="checkbox"/> styky <input type="checkbox"/> okná <input type="checkbox"/> dvere plocha podlahy s tep. stratan m ² svetlá výška podlažia m

Poznámky

ENCON opatrenia v stavebných konštrukciách

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Dodatočná tepelná izolácia
<input type="checkbox"/> Oprava dverí
<input type="checkbox"/> Nové dvere
<input type="checkbox"/> Utesnenie okien, dverí
<input type="checkbox"/> Nové okná
<input type="checkbox"/> Dodatočná tepelná izolácia, podlaha prízer | <input type="checkbox"/> Utesnenie stykov vo fasádach
<input type="checkbox"/> Oprava vrát
<input type="checkbox"/> Nové vráta
<input type="checkbox"/> Oprava okien
<input type="checkbox"/> Dodatočná tepelná izolácia |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |

Kontrolný formulár z inšpekcie

3 Vykurovací systém

áno nie

Zdroj energie	<input type="checkbox"/> CZT-priamo <input type="checkbox"/> CZT-OST <input type="checkbox"/> vyk. olej <input type="checkbox"/> plyn <input type="checkbox"/> uhlie <input type="checkbox"/> el.energia <input type="checkbox"/> tep.čerpadlo <input type="checkbox"/> drevo <input type="checkbox"/> iné výkon kW	Distribučný systém <input type="checkbox"/> jednorúrkový <input type="checkbox"/> dvojrúrkový <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Hydraulicky vyregulovaný <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Termostatické ventily Systém automatickej regulácia, zdroj tepla <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> starý <input type="checkbox"/> moderný <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Teplotný útlm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Netesnosti <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tepelná izolácia potrubí, armatúr atď. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uzavretá tlaková expanzná nádoba <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uzavieracia klapka, horák <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cirkulácia vody v neprevádzkovaných kotloch
Vykurovací systém	<input type="checkbox"/> konvektory <input type="checkbox"/> vyk. telesá <input type="checkbox"/> stropné vyk. <input type="checkbox"/> el. priamovýhrevný <input type="checkbox"/> teplovodný <input type="checkbox"/> iný	

Poznámky

ENCON opatrenia vo vykurovacom systéme

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému
<input type="checkbox"/> Výmena nefunkčných termostatických ventilov
<input type="checkbox"/> Nový automatický regulačný systém
<input type="checkbox"/> Inštalácia uzavretej expanznej nádoby
<input type="checkbox"/> Vyčistenie kotla
<input type="checkbox"/> Sekvenčné riadenie horáka
<input type="checkbox"/> Inštalácia spalinovej klapky
<input type="checkbox"/> Tepelná izolácia potrubí, armatúr, atď.
<input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Inštalácia termostatických ventilov
<input type="checkbox"/> Oprava automatického regulačného systému
<input type="checkbox"/> Nočný teplotný útlm
<input type="checkbox"/> Nastavenie horáka/kotla
<input type="checkbox"/> Nový horák/kotol
<input type="checkbox"/> Zabránenie cirkulácií cez neprevádzkované kotly
<input type="checkbox"/> Odstránenie netesností
<input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a a údržby
<input type="checkbox"/> |
|---|---|

Kontrolný formulár z inšpekcie

4 Vetrací systém

áno nie	áno nie
Vetrací systém <p><input type="checkbox"/> prirodzené</p> <p><input type="checkbox"/> nútene odsávanie <input type="checkbox"/> rovnovážne</p> <p>dodávka vzduchu m³.h⁻¹</p> <p>prevádzkový čas h.týžd.⁻¹</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Chladič kW Systém automatickej regulácie, vetranie <p><input type="checkbox"/> žiadna <input type="checkbox"/> stará <input type="checkbox"/> moderná</p> <p>Teplota (°C) nastavené namerané</p> <p>prívod </p> <p>odvod </p> <p>iné </p> <p>Klapky <input type="checkbox"/> nefunkčné</p> <p><input type="checkbox"/> zatvárajúce <input type="checkbox"/> tesné</p> <p>Filter <input type="checkbox"/> prívod <input type="checkbox"/> odvod</p> <p>Izol. potrubí <input type="checkbox"/> prívod <input type="checkbox"/> odvod</p>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Výmenník tepla (SZT) % typ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cirkulácia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Vyregulovaný systém <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Zvlhčovanie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Teplovzdušné vykurovanie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ohrievač <input type="checkbox"/> vodný <input type="checkbox"/> elektrický výkon kW	

Poznámky

ENCON opatrenia v systéme vetrania

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Vyregulovanie prietokov v potrubiah VZT
<input type="checkbox"/> Inštalácia dvojstupňovo riadených elektromotorov
<input type="checkbox"/> Inštalácia výmenníka SZT
<input type="checkbox"/> Vyčistenie výmenníka SZT
<input type="checkbox"/> Inštalácia časového riadenia prevádzky VZT
<input type="checkbox"/> Nová automatický riadiaci systém
<input type="checkbox"/> Inštalácia/výmena filtrov
<input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a údržby
<input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Inštalácia tesných klapiek
<input type="checkbox"/> Inštalácia nových ventilátorov
<input type="checkbox"/> Nový vetrací systém s výmenníkmi SZT
<input type="checkbox"/> Frekvenčné riadenie otáčok ventilátorov
<input type="checkbox"/> Oprava automatického riadiaceho systému
<input type="checkbox"/> Kontrola prítomnosti osôb
<input type="checkbox"/> Neprevádzkovanie vlhčenia
<input type="checkbox"/> |
|---|---|

Kontrolný formulár z inšpekcie

5 Príprava TV

<p>áno nie</p> <p>Zdroj energie</p> <p><input type="checkbox"/> CZT-priamc <input type="checkbox"/> CZT-OST <input type="checkbox"/> výk.olej <input type="checkbox"/> plyn <input type="checkbox"/> el.energia <input type="checkbox"/> iné výkon kW</p> <p>Stav zariadení na výrobu tepla</p> <p><input type="checkbox"/> zlý <input type="checkbox"/> priemerný <input type="checkbox"/> dobrý</p> <p>Rozvodné potrubia</p> <p><input type="checkbox"/> osobitne <input type="checkbox"/> spolu s vykurovaním <input type="checkbox"/> Zásobníkový ohrievač litrov °C <input type="checkbox"/> Úsporné sprchové hlavice <input type="checkbox"/> Termostatický zmiešavač, sprchy <input type="checkbox"/> Automatický start/stop sprchy Počat sprchovaní za týždeň:</p>	<p>áno nie</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Umývanie podlahy <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Studený obed <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Teplý obed <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Vysoká teplota TV (>70 °C) Umývanie/pranie <input type="checkbox"/> šaty <input type="checkbox"/> nádoby/riad</p> <p>Systém automatickej regulácie TV</p> <p><input type="checkbox"/> žiadny <input type="checkbox"/> starý <input type="checkbox"/> moderný <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Termostatické riadenie teploty TV °C <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Časové riadenie cirkulačných čerpadiel Netesnosti <input type="checkbox"/> WC, výtok.armatúry <input type="checkbox"/> distribuč.systém <input type="checkbox"/> iné</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tepelná izolácia potrubí, armatúr atď.</p>		
<p>Obytné budovy: Priemerná plocha bytu m² Počet osôb v byte</p>			
<p>Poznámky</p> <p>.....</p>			
<p>ENCON opatrenia v systéme prípravy TV</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Úsporné sprchové hlavice <input type="checkbox"/> Termostatický zmiešavač, sprchy <input type="checkbox"/> Časové riadenie prevádzky cirkulačných čerpadiel <input type="checkbox"/> Spätné získavanie tepla z odpadovej vody <input type="checkbox"/> Tepelná izolácia potrubí,armatúr,atď. <input type="checkbox"/> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Časové ovládanie prevádzky sprch <input type="checkbox"/> Termostatické riadenie teploty TV <input type="checkbox"/> Inštalácia tepelného čerpadla <input type="checkbox"/> Oprava netesností <input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a údržby <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Úsporné sprchové hlavice <input type="checkbox"/> Termostatický zmiešavač, sprchy <input type="checkbox"/> Časové riadenie prevádzky cirkulačných čerpadiel <input type="checkbox"/> Spätné získavanie tepla z odpadovej vody <input type="checkbox"/> Tepelná izolácia potrubí,armatúr,atď. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Časové ovládanie prevádzky sprch <input type="checkbox"/> Termostatické riadenie teploty TV <input type="checkbox"/> Inštalácia tepelného čerpadla <input type="checkbox"/> Oprava netesností <input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a údržby <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Úsporné sprchové hlavice <input type="checkbox"/> Termostatický zmiešavač, sprchy <input type="checkbox"/> Časové riadenie prevádzky cirkulačných čerpadiel <input type="checkbox"/> Spätné získavanie tepla z odpadovej vody <input type="checkbox"/> Tepelná izolácia potrubí,armatúr,atď. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Časové ovládanie prevádzky sprch <input type="checkbox"/> Termostatické riadenie teploty TV <input type="checkbox"/> Inštalácia tepelného čerpadla <input type="checkbox"/> Oprava netesností <input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a údržby <input type="checkbox"/>		

Kontrolný formulár z inšpekcie

6 Ventilátory, čerpadlá

áno nie	áno nie
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ventilátor, prívod kW	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Čerpadlá, chladenie kW
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ventilátor, odvod kW spolu ventilátory kW.m ⁻² prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹	spolu W.m ⁻² prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Čerpadlá, vyk./vetr. kW spolu W.m ⁻² prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Iné čerpadlá kW spolu W.m ⁻² prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Čerpadlá, TV spolu W.m ⁻² prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹	

Poznámky

ENCON opatrenia v prevádzke ventilátorov a čerpadiel

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Časové riadenie prevádzky ventilátorov | <input type="checkbox"/> Časové riadenie prevádzky cirk.čerpadiel TV |
| <input type="checkbox"/> Frekvenčné riadenie ventilátorov | <input type="checkbox"/> Frekvenčné riadenie čerpadiel |
| <input type="checkbox"/> Inštalácia nových ventilátorov | <input type="checkbox"/> Inštalácia nových čerpadiel |
| <input type="checkbox"/> Inštalácia dvojstupňovo riadených motorov ventilátorov | <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Kontrolný formulár z inšpekcie

7 Osvetlenie

áno	nie	áno	nie
Zdroje svetla, hlavný typ		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Zdroje svetla, pravidelné čistenie	
<input type="checkbox"/> Žiarovky		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Časové riadenie	
<input type="checkbox"/> Žiarivky		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kontrola prítomnosti osôb	
<input type="checkbox"/> Energeticky úsporné zdroje			
vek inštalácií	rokov	<input type="checkbox"/>	
súčasný príkon	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	<input type="checkbox"/>	
prevádzkový čas	$\text{h} \cdot \text{týžd.}^{-1}$	<input type="checkbox"/>	
Poznámky			
ENCON opatrenia v systéme osvetlenia			
<input type="checkbox"/> Inštalácia energeticky úsporného systému osvetlenia		<input type="checkbox"/> Riadenie podľa konštantnej intenzity osvetlenia	
<input type="checkbox"/> Inštalácia automatického riadiaceho systému		<input type="checkbox"/> Kontrola prítomnosti osôb	
<input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a údržby		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Kontrolný formulár z inšpekcie

8.1 Rôzne využiteľné

áno nie

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Počítače, počet	Spolu, súčasný príkaz	W.m ⁻²	
		inštalovaný príkaz	kW	Prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹
		prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kopírky	kW		
		prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹		
<input type="checkbox"/>		Iné	kW		
		prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹		

8.1 Rôzne nevyužiteľné

áno nie

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zariadenie	kW	Spolu, súčasný príkaz	W.m ⁻²
		prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹	Prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Výťah	kW		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Práčovňa	kW		
<input type="checkbox"/>		Iné	kW		
		prevádzkový čas	h.týžd. ⁻¹		

Poznámky

ENCON opatrenia v prevádzke rôznych zariadení

- | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Obmedzenie maxima odoberaného príkonu | <input type="checkbox"/> | Informovanie a školenie užívateľov |
| <input type="checkbox"/> | Vypínanie zariadení po prevádzkovom čase | <input type="checkbox"/> | |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | |

Kontrolný formulár z inšpekcie

9 Chladenie

áno	nie
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Chladiaci systém (klimatizácia)	
<input type="checkbox"/> Chladenie vetracím vzduchom	
<input type="checkbox"/> Parapetné klimatiz. jednotky(fan-coily)	
<input type="checkbox"/> Chladené stropy	
<input type="checkbox"/> Iné	
celkový výkon kW	
prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹	
obdobie s prevádzkou chladenia d.r ⁻¹	
návrhová teplota, leto °C	
max. vnútorná teplota °C	
teplota vzduchu, prívod °C	
čerpadlá kW	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Voľné chladenie	
Systém automatickej regulácie	
<input type="checkbox"/> žiadny <input type="checkbox"/> starý <input type="checkbox"/> moderný	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Chladenie výpočtových stredísk, atď.	
celkový výkon kW	
prevádzkový čas h.týžd. ⁻¹	
čerpadlá kW	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Meranie spotreby energie	

Poznámky

ENCON opatrenia v chladení

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Voľné chladenie | <input type="checkbox"/> Sekvenčné riadenie vykurovanie/chladenie |
| <input type="checkbox"/> Oprava automatického riadiaceho systému | <input type="checkbox"/> Nový automatický riadiaci systém |
| <input type="checkbox"/> Manuál prevádzky a údržby | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Kontrolný formulár z inšpekcie

10 Vonkajšie

áno nie

áno nie

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Vonkajšie osvetlenie, hlavný typ <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Žiarovky <input type="checkbox"/> Žiarivky <input type="checkbox"/> Energeticky úsporné zdroje <ul style="list-style-type: none"> vek inštalácií rokov súčasný príkon W.m^{-2} prevádzkový čas h.týžd.⁻¹ | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ohrev plôch/topenie snehu <ul style="list-style-type: none"> súčasný príkon W.m^{-2} plocha m^2 prevádzkový čas h.týžd.⁻¹ |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ohrev strojov <ul style="list-style-type: none"> súčasný príkon W.m^{-2} prevádzkový čas h.týžd.⁻¹ | |

Poznámky

ENCON opatrenia, vonkajšie

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Obmedzenie maxima odoberaného príkonu | <input type="checkbox"/> Inštalácia fotobuniek pre systém vonkajšieho osvetlenia |
| <input type="checkbox"/> Časové riadenie ohrevu strojov | <input type="checkbox"/> Časové riadenie ohrevu plôch/topenia snehu |
| <input type="checkbox"/> Automatická regulácia ohrevu plôch | <input type="checkbox"/>
..... |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12 TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE

12.1 ÚVOD K TECHNICKO-EKONOMICKÉMU VYHODNOTENIU

Technicko-ekonomicke vyhodnotenie spolu s vyhodnotením ziskovosti je dôležitou súčasťou všetkých projektov.

V prvom štádiu hodnotenia sa za normálnych podmienok neuvažuje o dôležitosti financovania projektu, preto technicko-ekonomicke vyhodnotenie neberie do úvahy záujem o úver, dane, granty, dotácie atď.

Táto kapitola predstavuje úvod do štandardných metód technicko-ekonomickeho vyhodnotenia projektu s príkladmi, ktoré sa týkajú energeticky efektívnych opatrení v budovách. Zahŕňa tieto hlavné prvky:

- ekonomicke parametre,
- základné ekonomicke vzťahy,
- výpočet ziskovosti.

Cieľom technicko-ekonomickeho vyhodnotenia je nájsť ziskovosť jednotlivých energeticky efektívnych opatrení a správne ich zoradiť. Na konci tejto časti sú uvedené základné princípy vypočítania hotovostných tokov projektu, kde sa hlavná pozornosť sústredí na financovanie projektu.

12.2 EKONOMICKE PARAMETRE

Z hľadiska presnosti analýzy ziskovosti je veľmi dôležité, aby sa čo najsprávnejšie kvantifikovali ekonomicke parametre, ktorými sú:

- | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|
| • investície | I_0 | (€), |
| • ročná úspora | B | (€/rok), |
| • technická/ekonomická životnosť | n | (rok), |
| • miera inflácie | $b \cdot 100$ | (%), |
| • nominálna úroková miera | $n_r \cdot 100$ | (%), |
| • reálna úroková miera | $r \cdot 100$ | (%). |

12.3 INVESTÍCIE

Investičné náklady I_0 zahŕňajú všetky výdavky spojené s celkovou investíciou, ktoré musí zákazník – klient zaplatiť. Bežne sú to tieto oblasti:

- návrh/projekcia,
- manažment projektu/kontrola kvality,
- prvky/materiál,
- realizácia a montáž,
- kontrola dodávky a skúšky,
- dokumentácia skutočného vyhotovenia,
- prebratie diela a jeho uvedenie do prevádzky,
- zaškolenie personálu prevádzky a údržby,
- iné náklady,
- dane, DPH.

12.4 ROČNÁ ÚSPORA

Ročná úspora B (€/rok) pri investíciách do energeticky efektívnych opatrení sa zjednodušene vypočíta podľa vzťahu:

$$B = S \cdot E + F \quad (\text{€/rok}) \quad (12.1)$$

kde:

- B – je ročná úspora (€/rok),
 S – úspora energie za rok (kWh/rok),
 E – cena energie (€/kWh),
 F – znížené poplatky (€/rok).

Ak si meranie vyžaduje dodatočnú údržbu (nová inštalácia), tieto náklady sa musia zahrnúť do výpočtu čistej ročnej úspory:

$$B = S \cdot E + F - \Delta P & U \quad (\text{€/rok}) \quad (12.2)$$

V prípade investičných projektov, kde sa investície realizujú s cieľom tvorby príjmu z aktivít na trhu s energiami:

- S je množstvo energie, ktorá sa predá na trhu,
- B – príjem z predaja vyprodukovej energie po odčítaní nákladov na prevádzku a údržbu, t. j. hotovostný príjem,
- E – aktuálna cena energie na trhu,
- $\Delta P&U$ sú zmeny v nákladoch na prevádzku a údržbu (+ alebo -).

12.5 TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ ŽIVOTNOSŤ

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

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

Kedzie prvky/zariadenia sa často vymieňajú oveľa skôr, ako sú neschopné prevádzky v dôsledku rýchleho vývoja novších a efektívnejších zariadení je ich ekonomická životnosť zvyčajne kratšia, ako technická. Zmeny v normách a predpisoch, ceny energie, požiadavky na komfort obsluhy atď., tiež vedú k výmene týchto komponentov pred uplynutím ich technickej životnosti.

Napríklad, počítač má technickú životnosť 7 až 10 rokov, ale ekonomická životnosť je maximálne 3 roky. Po troch rokoch si potrebný softvér vyžaduje počítač s oveľa vyššími kvalitatívnymi a výkonnostnými parametrami na efektívnu prevádzku.

Na výpočet technicko-ekonomických hodnotení sa používa ekonomická životnosť zariadení. Tab. 12.1 znázorňuje ekonomickú životnosť vybraných častí vykurovacej sústavy, podľa EN 15459, príloha A. Tab. 12.2 znázorňuje ekonomickú životnosť, ktorá sa používa pri energeticky efektívnych projektoch v Nórsku.

Tabuľka 12.1. Ekonomická životnosť vybraných častí vykurovacej sústavy

Zariadenia	Ekonomická životnosť (rok)	Zariadenia	Ekonomická životnosť (rok)
Kotly	20	Tepelné čerpadlá	15 – 20
Olejové a plynové horáky	10	Merače	10
Centrálna regulácia	15 – 25	Regulované čerpadlá	10 – 15
Automatická kontrola ventilov	15	Automatizovaná ochrana ventilov	15
Ručná kontrola ventilov	30	Ocel'ové potrubia – otvorený systém	30
Elektrické konvektory	20 – 25	Ocel'ové potrubia – uzavretý systém	15
Kruhová klimatizačná jednotka	15	Radiátorové termostaty	15
Statická klimatizačná jednotka	20	Termostatické ventily	20

Tabuľka 12.2. Ekonomická životnosť, ktorá sa používa pri energeticky efektívnych projektoch v Nórsku

Zariadenia	Ekonomická životnosť (rok)	Zariadenia	Ekonomická životnosť (rok)
Konštrukcia budovy / obvodový plášť	60	Osvetlenie	20
Centrálna regulácia	15	Zariadenia na úsporu vody	5 – 10
Tepelná izolácia st. konštrukcií	40	Nové okná	30
Tepelná izolácia potrubí	15	Utesnené okná	5

12.6 MIERA INFLÁCIE

Inflácia sa definuje ako priemerný vzostup cien všetkých tovarov za rok. Miera inflácie (*b*) sa dá len ľažko predpovedať, pretože sa môže lísiť v závislosti od rozličných typov tovarov a služieb i spotrebnych poplatkov (vrátane energie a vody). Môžu vznikať značné rozdiely medzi krajinami. Veľké rozdiely vznikajú aj v dôsledku rôznych období v ekonomickej rozvoji krajiny.

12.7 ÚROKOVÁ MIERA

Úroková miera (*d*) sa používa na výpočet súčasnej hodnoty napríklad pre budúce úspory energií či presné investičné náklady. Úroková miera je nominálna alebo reálna, pričom reálna úroková miera je nastavená na eliminovanie vplyvu očakávanej inflácie.

Investori majú rôzne požiadavky a úroková miera použitá na výpočet ziskovosti sa môže pre rozličných investorov značne odlišovať. Okrem toho úroková miera v projektoch financovaných zo štátneho alebo regionálneho rozpočtu je presne stanovená štátnymi/regionálnymi orgánmi a je často nižšia, ako sa používa pre súkromných investorov.

12.7.1 Nominálna úroková miera

Nominálna úroková miera (n_r) zahŕňa celkovú infláciu.

Ak klient neposkytne žiadne špecifické požiadavky, na začiatku môže energetický audítör použiť bezrizikovú úrokovú mieru ako nominálnu úrokovú mieru. Za normálnych podmienok ide o štátne/vládne výnosy, ktoré sú stanovené rovnako ako bezrizikové sadzby. Pre súkromných klientov je nominálna úroková miera zvyčajne vyššia, ako pre verejných klientov.

12.7.2 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.

Reálna úroková miera so zohľadením inflácie sa vypočíta podľa vzťahu

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b} \quad (\%) \quad (12.3)$$

Príklad

Reálna úroková miera

Nominálna úroková miera $n_r = 25\%$

Inflácia $b = 18\%$

Aká bude reálna úroková miera?

$$r = \frac{0,25 - 0,18}{1 + 0,18} = 0,059 = \underline{\underline{5,9\%}}$$

V prípade, že hodnota dôležitých parametrov, napr. cena energie, sa vyuvíja veľmi odlišne v porovnaní s priemernou hodnotou inflácie, potom by mala úroková miera zohľadniť aj mieru relatívnej inflácie (e) konkrétneho parametra.

Reálna úroková miera so zohľadnením inflácie a relatívnej inflácie je

$$r = \frac{1}{1 + e} \cdot \left[\frac{n_r - b}{1 + b} - e \right] \quad (\%) \quad (12.4)$$

Ak sa na výpočet ziskovosti použije reálna úroková miera, potom by ďalšie úspory mali vychádzať zo súčasných cien energií a nemali by sa navyšovať prostredníctvom inflácie. Ak sa na začiatku použije nominálna úroková miera, potom by sa ďalšie úspory mali navýsiť o infláciu.

12.8 ZÁKLADNÉ EKONOMICKÉ VZŤAHY

12.8.1 Uloženie peňazí do banky (pohyb v čase vpred)

Ak sa do banky vloží suma peňazí B_0 (€) a nominálna úroková miera je i_r , aká suma peňazí bude v banke po uplynutí n rokov?

B_0 je suma vložená do banky dnes,

B_n – suma po n rokoch,

i . 100 – nominálna úroková miera v banke,

n – počet rokov, počas ktorých sú peniaze uložené v banke.

Suma peňazí v banke bude:

$$\bullet \text{ po jednom roku } B_1 = B_0 + B_0 \cdot i = B_0 (1 + i) \quad (12.5)$$

$$\bullet \text{ po dvoch rokoch: } B_2 = B_1 + B_1 \cdot i = B_0 (1 + i)^2 \quad (12.6)$$

$$\bullet \text{ po } n \text{ rokoch } B_n = B_0 (1 + i)^n \quad (12.7)$$

Príklad

Uloženie peňazí do banky

Dnes máte na účte 1500 € a úroková miera v banke je 15 %. Koľko peňazí budete mať na účte po 5 rokoch?

B_0	1500 €
i	0,15
n	5 rokov

$$B_5 = B_0 \cdot (1 + i)^5 = 1500 \cdot (1,15)^5 = 3017 \text{ €}$$

12.8.2 Diskontovaná hodnota (pohyb v čase vzad)

Ak bude suma B_n (€) v banke n rokov, aká je zodpovedajúca hodnota B_0 (€) týchto peňazí v súčasnosti? Na výpočet B_0 sa použije rovnaký vzťah ako na výpočet úspor.

$$B_0 = \frac{B_n}{(1+i)^n} \quad (\text{€}) \quad (12.8)$$

Príklad

Diskontovaná hodnota

O 10 rokov potrebujete mať na vašom účte 20 000 €. Koľko peňazí musíte vložiť na účet dnes, keď sa predpokladá 5-percentná priemerná úroková miera v banke?

$$B_0 = \frac{B_{10}}{(1+i)^{10}} = \frac{20\,000}{(1+0,05)^{10}} = 12\,278 \text{ €}$$

Diskontovaná (súčasná) hodnota budúcich úspor sa počíta podobným spôsobom:

$$\text{Diskontovaná hodnota} = \frac{B_n}{(1+d)^n} \quad (12.9)$$

kde:

B_n sú úspory/zárobky po n rokoch,

d je nominálna alebo reálna úroková miera

- ak sa hodnota B_n navýší prostredníctvom inflácie, potom sa použije nominálna úroková miera (n_r),
- ak sa hodnota B_n nenavýší, potom sa použije reálna úroková miera (r),

$\frac{1}{(1+d)^n}$ je diskontný faktor.

12.9 VÝPOČET NÁVRATNOSTI

Existuje množstvo metód výpočtu ziskovosti investície, napr. podľa:

- hrubej návratnosti,
- čistej súčasnej hodnoty,
- koeficientu čistej súčasnej hodnoty,
- čistej návratnosti.
- vnútorného výnosového percenta.

Pochopenie koncepcie diskontovanej hodnoty a čistej súčasnej hodnoty je predpokladom na zvládnutie väčšiny metód výpočtu ziskovosti.

Spoločné parametre pre všetky metódy sú:

- investície I_0 (€),
- ročná úspora B (€/rok),
- ekonomická životnosť n (rok),
- reálna úroková miera $r \cdot 100$ (%).

12.9.1 Metóda hrubej návratnosti

Hrubá návratnosť – Payback (PB) – je čas v rokoch, za ktorý sa splatia investície, pričom sa predkladajú rovnaké ročné úspory energie ($B_1 = B_2 = \dots = B_n$)

$$\text{Hrubánávratnosť (PB)} = \frac{\text{Investície}}{\text{Ročné úspory}} = \frac{I_0}{B} \text{ (rok)} \quad (12.10)$$

Ak je hrubá návratnosť dlhšia ako ekonomická životnosť, potom opatrenie nie je ziskové.

Metóda hrubej návratnosti je najvhodnejším 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.

Príklad

Hrubá návratnosť investícií

Jednotka spätného získavania tepla (SZT) je inštalovaná v systéme vetrania. Výška investičných nákladov je 10 000 €, ročná úspora je 2500 €. Aká je hrubá návratnosť investície?

$$PB = \frac{I_0}{B} = \frac{10\ 000}{2\ 500} = 4 \text{ roky}$$

12.9.2 Metóda čistej súčasnej hodnoty

V dôsledku inflácie ceny relatívne rastú, 1000 € v roku 2009 nebude mať nikdy rovnakú hodnotu ako 1000 € v roku 2008. Za ne možno kúpiť rovnaké množstvo tovarov a služieb ako za 1000 €₂₀₀₈. Rovnaké pravidlo platí aj pre úspory energie.

Aby sa mohla zosumarizovať diskontovaná hodnota ročných úspor, musí sa určiť referenčný rok, na ktorý sa budú vzťahovať všetky hodnoty investícií a úspor. Nie je dôležité, ktorý rok si zvolíte za referenčný, ak sa všetky príjmové a výdajové platby budú vzťahovať na rovnaký referenčný rok. Obyčajne sa vyberie ten rok, v ktorom sa realizovali investície (rok 0).

Čistá súčasná hodnota – Net Present Value (NPV) – opatrenia na úsporu energie je súčasná hodnota všetkých budúcich ročných úspor počas ekonomickej životnosti zariadenia (od roku 1 do roku n) mínus začiatočná investícia (rok 0):

Čistá súčasná hodnota (NPV) = diskontovaná hodnota úspor – investície

Kritérium ziskovosti: $NPV > 0$

Ak sú ročné úspory pre každý rok rozličné, potom sa čistá súčasná hodnota vypočíta podľa vzťahu

$$NPV = \left(\frac{B_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n} \right) - I_0 \quad (\text{€}) \quad (12.11)$$

V energeticky efektívnych projektoch sa úspory často predpokladajú v rovnakej výške, teda $B_1 = B_2 = \dots = B_n$. Potom sa rovnica na výpočet čistej súčasnej hodnoty môže matematicky zjednodušiť

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_0 \quad (12.12)$$

Diskontovanie ďalších úspor/zárobkov k súčasnej hodnote nie je rovnaké ako nastavenie ich ďalších hodnôt spôsobené celkovou infláciou. Dokonca, keď úspory/zárobky (alebo ceny) prevyšujú konštantné hodnoty, musia byť diskontované s reálnou úrokovou mierou, ktorá odráža pokles hodnoty peňazí.

Príklad

Čistá súčasná hodnota

Majiteľ budovy sa rozhodne vo svojej budove inštalovať termostatické ventily.

S použitím nasledujúcich údajov určite, či je investícia zisková.

Investície	I_0	2300	€
Ročná energetická úspora	S	19 000	kWh/rok
Cena energie	E	0,03	€/kWh
Ekonomická životnosť	n	10	roky
Nominálna úroková miera	$n_r \cdot 100$	34	%
Inflácia	$b \cdot 100$	25	%

Čistá ročná úspora

$$B = S \cdot E = 19 000 \cdot 0,03 = 570 \text{ €/rok}$$

Reálna úroková miera:

$$r = \frac{n_r - i}{1 + i} = \frac{0,34 - 0,25}{1 + 0,25} = 0,07 = 7\%$$

Čistá súčasná hodnota:

$$NPV = B_1 \cdot \frac{1 - (1 + r)^n}{r} - I_0 = 570 \frac{1 - (1 + 0,07)^{-10}}{0,07} - 2300 = 1703 \text{ €}$$

Hodnota NPV je kladná, čo znamená, že investícia je zisková.

12.9.3 Koeficient čistej súčasnej hodnoty

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

$$NPVQ = \frac{NPV}{I_0} \quad (12.13)$$

Najvyšší NPVQ indikuje najziskovejší projekt. Metóda NPVQ je veľmi vhodná na zoradenie energeticky úsporných opatrení z hľadiska ziskovosti.

Príklad

Koeficient čistej súčasnej hodnoty

Ktoré z týchto energeticky úsporných opatrení je najziskovejšie?

1. Inštalácia termostatických ventilov s celkovým investičným nákladom 2300 € a ročnou úsporou 570 €.
2. Inštalácia jednotky na spätné získavanie tepla (SZT) v systéme vetrania s celkovým investičným nákladom 10 000 € a ročnou úsporou 2500 €.

		Termostatické ventily	Jednotka SZT
Investície	I_0	2300 €	10 000 €
Čistá ročná úspora	B	570 €/rok	2500 €/rok
Ekonomická životnosť	n	10 rokov	15 rokov
Reálna úroková miera	$r \cdot 100$	7 %	7 %
Hrubá návratnosť		4 roky	4 roky

Aká je hodnota NPVQ pre každé energeticky úsporné opatrenie?

1. Termostatické ventily

Čistá súčasná hodnota pre termostatické ventily je vypočítaná v predchádzajúcim príklade:

$$NPV_1 = 1703 €$$

$$NPVQ_1 = \frac{NPV}{I_o} = \frac{1703}{2300} = 0,74$$

To znamená, že na každé investované 1 € dostane vlastník budovy ročný výnos vo výške 0,74 €.

2. Jednotka SZT

$$NPV_2 = B_1 \cdot \frac{1 - (1 + r)^n}{r} \quad I = 2500 \quad \frac{1 - (1 + 0,07)^{-15}}{0,07} - 10\ 000 = 12\ 770 \text{ €}$$

$$NPVQ_2 = \frac{NPV}{I_o} = \frac{12770}{10000} = 1,28$$

Obidve energeticky úsporné opatrenia sú ziskové a majú hrubú návratnosť štyri roky. Napriek tomu inštalácia jednotky spätného získavania tepla je ziskovejšia, pretože má vyšší NPVQ. Dôvod, ktorý spôsobuje rozdiely medzi opatreniami je ekonomická životnosť, každé opatrenie zvlášť vytvára úspory na 10 a 15 rokov.

12.9.4 Metóda čistej návratnosti

Čistá návratnosť – Pay-Off (PO) – je čas do splatenia investície, v ktorom je zohľadnená aj reálna úroková miera. To znamená, že je to čas, za ktorý sa $NPV = 0$

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1 + r)^n}{r} - I_0 = 0 \tag{12.14}$$

Riešenie tejto rovnice možno dosiahnuť iteráciou, použitím faktora anuity alebo použitím programu. Faktor anuity počítame podľa vzťahu

$$f = \frac{B}{I_0} = \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}} = \text{faktoranuity} \tag{12.15}$$

Ak poznáme faktor anuity (f) a reálnu úrokovú mieru (r), čistá návratnosť (n) sa môže určiť z tabuľky anuity (pozri nižšie), ako je znázornené v príklade.

Príklad

Čistá návratnosť

Investície	I_0	71 500 €
Čistá ročná úspora	B	15 000 €/rok
Reálna úroková miera	$r \cdot 100$	7 %

$$\text{Faktor anuity: } f = \frac{B}{I_0} = \frac{15000}{71500} = 0,2098$$

Tabuľky anuity pre rôzne kombinácie počtu rokov splácania a reálnej úrokovej miery sú uvedené nižšie. Pri reálnej úrokovej miere 7 % a anuite 0,2098 je hrubá návratnosť 6 rokov.

Roky <i>n</i>	Úroková miera r %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,0100	1,0200	1,0300	1,0400	1,0500	1,0600	1,0700	1,0800	1,0900	1,1000
2	0,5075	0,515	0,5226	0,5302	0,5378	0,5454	0,5531	0,5608	0,5685	0,5762
3	0,3400	0,3468	0,3535	0,3603	0,3672	0,3741	0,3811	0,3880	0,3951	0,4021
4	0,2563	0,2626	0,269	0,2755	0,2820	0,2886	0,2952	0,3019	0,3087	0,3155
5	0,2060	0,2122	0,2184	0,2246	0,2310	0,2374	0,2439	0,2505	0,2571	0,2638
6	0,1725	0,1785	0,1846	0,1908	0,1970	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	0,1610	0,1675	0,1740	0,1807	0,1874
9	0,1167	0,1225	0,1284	0,1345	0,1407	0,1470	0,1535	0,1601	0,1668	0,1736
10	0,1056	0,1113	0,1172	0,1233	0,1295	0,1359	0,1424	0,1490	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
13	0,0824	0,0881	0,0940	0,1001	0,1065	0,1130	0,1197	0,1265	0,1336	0,1408
14	0,0769	0,0826	0,0885	0,0947	0,1010	0,1076	0,1143	0,1213	0,1284	0,1357
15	0,0721	0,0778	0,0838	0,0899	0,0963	0,1030	0,1098	0,1168	0,1241	0,1315
16	0,0679	0,0737	0,0796	0,0858	0,0923	0,0990	0,1059	0,1130	0,1203	0,1278
17	0,0643	0,0700	0,0760	0,0822	0,0887	0,0954	0,1024	0,1096	0,1170	0,1247
18	0,0610	0,0667	0,0727	0,0790	0,0855	0,0924	0,0994	0,1067	0,1142	0,1219
19	0,0581	0,0638	0,0698	0,0761	0,0827	0,0896	0,0968	0,1041	0,1117	0,1195
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	0,0640	0,0710	0,0782	0,0858	0,0937	0,1018	0,1102
30	0,0387	0,0446	0,0510	0,0578	0,0651	0,0726	0,0806	0,0888	0,0973	0,1061
40	0,0305	0,0366	0,0433	0,0505	0,0583	0,0665	0,0750	0,0839	0,0930	0,1023
50	0,0255	0,0318	0,0389	0,0466	0,0548	0,0634	0,0725	0,0817	0,0912	0,1009
60	0,0222	0,0288	0,0361	0,0442	0,0528	0,0619	0,0712	0,0808	0,0905	0,1003

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1,1100	1,1200	1,1300	1,1400	1,1500	1,1600	1,1700	1,1800	1,1900	1,2000
2	0,5839	0,5917	0,5995	0,6073	0,6151	0,6230	0,6308	0,6387	0,6466	0,6545
3	0,4092	0,4163	0,4235	0,4307	0,4380	0,4453	0,4526	0,4599	0,4673	0,4747
4	0,3223	0,3292	0,3362	0,3432	0,3503	0,3574	0,3645	0,3717	0,3790	0,3863
5	0,2706	0,2774	0,2843	0,2913	0,2983	0,3054	0,3126	0,3198	0,3271	0,3344
6	0,2364	0,2432	0,2502	0,2572	0,2642	0,2714	0,2786	0,2859	0,2933	0,3007
7	0,2122	0,2191	0,2261	0,2332	0,2404	0,2476	0,2549	0,2624	0,2699	0,2774
8	0,1943	0,2013	0,2084	0,2156	0,2229	0,2302	0,2377	0,2452	0,2529	0,2606
9	0,1806	0,1877	0,1949	0,2022	0,2096	0,2171	0,2247	0,2324	0,2402	0,281
10	0,1698	0,1770	0,1843	0,1917	0,1993	0,2069	0,2147	0,2225	0,2305	0,2385
11	0,1611	0,1684	0,1758	0,1834	0,1911	0,1989	0,2068	0,2148	0,2229	0,2311
12	0,1540	0,1614	0,1690	0,1767	0,1845	0,1924	0,2005	0,2086	0,2169	0,2253
13	0,1482	0,1557	0,1634	0,1712	0,1791	0,1872	0,1954	0,2037	0,2121	0,2206
14	0,1432	0,1509	0,1587	0,1666	0,1747	0,1829	0,1912	0,1997	0,2082	0,2169
15	0,1391	0,1468	0,1547	0,1628	0,1710	0,1794	0,1878	0,1964	0,2051	0,2139
16	0,1355	0,1434	0,1514	0,1596	0,1679	0,1764	0,1850	0,1937	0,2025	0,2114
17	0,1325	0,1405	0,1486	0,1569	0,1654	0,1740	0,1827	0,1915	0,2004	0,2094
18	0,1298	0,1379	0,1462	0,1546	0,1632	0,1719	0,1807	0,1896	0,1987	0,2078
19	0,1276	0,1358	0,1441	0,1527	0,1613	0,1701	0,1791	0,1881	0,1972	0,2065
20	0,1256	0,1339	0,1424	0,1510	0,1598	0,1687	0,1777	0,1868	0,1960	0,2054
25	0,1187	0,1275	0,1364	0,1455	0,1547	0,1640	0,1734	0,1829	0,1925	0,2021
30	0,1150	0,1241	0,1334	0,1428	0,1523	0,1619	0,1715	0,1813	0,1910	0,2008
40	0,1117	0,1213	0,1310	0,1407	0,1506	0,1604	0,1703	0,1802	0,1902	0,2001
50	0,1106	0,1204	0,1303	0,1402	0,1501	0,1601	0,1701	0,1800	0,1900	0,2000
60	0,1102	0,1201	0,1301	0,1401	0,1500	0,1600	0,1700	0,1800	0,1900	0,2000

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1,2100	1,2200	1,2300	1,2400	1,2500	1,2600	1,2700	1,2800	1,2900	1,3000
2	0,6625	0,6705	0,6784	0,6864	0,6944	0,7025	0,7105	0,7186	0,7267	0,7348
3	0,4822	0,4897	0,4972	0,5047	0,5123	0,5199	0,5275	0,5352	0,5429	0,5506
4	0,3936	0,4010	0,4085	0,4159	0,4234	0,4310	0,4386	0,4462	0,4539	0,4616
5	0,3418	0,3492	0,3567	0,3642	0,3718	0,3795	0,3872	0,3949	0,4027	0,4106
6	0,3082	0,3158	0,3234	0,3311	0,3388	0,3466	0,3545	0,3624	0,3704	0,3784
7	0,2851	0,2928	0,3006	0,3084	0,3163	0,3243	0,3324	0,3405	0,3486	0,3569
8	0,2684	0,2763	0,2843	0,2923	0,3004	0,3086	0,3168	0,3251	0,3335	0,3419
9	0,2561	0,2641	0,2722	0,2805	0,2888	0,2971	0,3056	0,3140	0,3226	0,3312
10	0,2467	0,2549	0,2632	0,2716	0,2801	0,2886	0,2972	0,3059	0,3147	0,3235
11	0,2394	0,2478	0,2563	0,2649	0,2735	0,2822	0,2910	0,2998	0,3088	0,3177
12	0,2337	0,2423	0,2509	0,2596	0,2684	0,2773	0,2863	0,2953	0,3043	0,3135
13	0,2292	0,2379	0,2467	0,2556	0,2645	0,2736	0,2826	0,2918	0,2984	0,3078
14	0,2256	0,2345	0,2434	0,2524	0,2615	0,2706	0,2799	0,2891	0,2984	0,3078
15	0,2228	0,2317	0,2408	0,2499	0,2591	0,2684	0,2777	0,2871	0,2965	0,3060
16	0,2204	0,2295	0,2387	0,2479	0,2572	0,2666	0,2760	0,2855	0,2950	0,3046
17	0,2186	0,2278	0,2370	0,2466	0,2558	0,2652	0,2747	0,2843	0,2939	0,3035
18	0,2170	0,2263	0,2357	0,2451	0,2546	0,2641	0,2737	0,2833	0,2930	0,3027
19	0,2158	0,2251	0,2346	0,2441	0,2537	0,2633	0,2729	0,2826	0,2923	0,3021
20	0,2147	0,2242	0,2337	0,2433	0,2529	0,2626	0,2723	0,282	0,2918	0,3016
25	0,2118	0,2215	0,2313	0,2411	0,2509	0,2608	0,2707	0,2806	0,2905	0,3004
30	0,2107	0,2206	0,2305	0,2404	0,2503	0,2603	0,2702	0,2802	0,2901	0,3001
40	0,2101	0,2201	0,2301	0,2400	0,2500	0,2600	0,2700	0,2800	0,2900	0,3000
50	0,2100	0,2200	0,2300	0,2400	0,2500	0,2600	0,2700	0,2800	0,2900	0,3000
60	0,2100	0,2200	0,2300	0,2400	0,2500	0,2600	0,2700	0,2800	0,2900	0,3000

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	1,3100	1,3200	1,3300	1,3400	1,3500	1,3600	1,3700	1,3800	1,3900	1,4000
2	0,7429	0,7510	0,7592	0,7674	0,7755	0,7837	0,7919	0,8002	0,8084	0,8167
3	0,5584	0,5662	0,5740	0,5818	0,5897	0,5976	0,6055	0,6134	0,6214	0,6294
4	0,4694	0,4772	0,4850	0,4929	0,5008	0,5087	0,5167	0,5247	0,5327	0,5408
5	0,4185	0,4264	0,4344	0,4424	0,4505	0,4586	0,4667	0,4749	0,4831	0,4914
6	0,3865	0,3946	0,4028	0,4110	0,4193	0,4276	0,4359	0,4443	0,4528	0,4613
7	0,3652	0,3735	0,3819	0,3903	0,3988	0,4073	0,4159	0,4245	0,4332	0,4419
8	0,3504	0,3589	0,3675	0,3762	0,3849	0,3936	0,4024	0,4113	0,4201	0,4291
9	0,3399	0,3487	0,3575	0,3663	0,3752	0,3841	0,3931	0,4022	0,4112	0,4203
10	0,3323	0,3412	0,3502	0,3592	0,3683	0,3774	0,3866	0,3958	0,4050	0,4143
11	0,3268	0,3358	0,3450	0,3542	0,3634	0,3727	0,3820	0,3913	0,4007	0,4101
12	0,3226	0,3319	0,3411	0,3505	0,3598	0,3692	0,3787	0,3881	0,3976	0,4072
13	0,3196	0,3289	0,3383	0,3477	0,3572	0,3667	0,3763	0,3859	0,3955	0,4051
14	0,3172	0,3267	0,3362	0,3457	0,3553	0,3649	0,3746	0,3842	0,3939	0,4036
15	0,3155	0,3251	0,3346	0,3443	0,3539	0,3636	0,3733	0,3831	0,3928	0,4026
16	0,3142	0,3236	0,3335	0,3432	0,3529	0,3626	0,3724	0,3822	0,3920	0,4018
17	0,3132	0,3229	0,3326	0,3424	0,3521	0,3619	0,3718	0,3816	0,3915	0,4013
18	0,3124	0,3222	0,3320	0,3418	0,3516	0,3614	0,3713	0,3812	0,3910	0,4009
19	0,3118	0,3216	0,3315	0,3413	0,3512	0,3610	0,3709	0,3808	0,3907	0,4007
20	0,3114	0,3212	0,3311	0,3410	0,3509	0,3608	0,3707	0,3806	0,3905	0,4005
25	0,3104	0,3203	0,3303	0,3402	0,3502	0,3602	0,3701	0,3801	0,3901	0,4001
30	0,3101	0,3201	0,3301	0,3401	0,3500	0,3600	0,3700	0,3800	0,3900	0,4000
40	0,3100	0,3200	0,3300	0,3400	0,3500	0,3600	0,3700	0,3800	0,3900	0,4000
50	0,3100	0,3200	0,3300	0,3400	0,3500	0,3600	0,3700	0,3800	0,3900	0,4000
60	0,3100	0,3200	0,3300	0,3400	0,3500	0,3600	0,3700	0,3800	0,3900	0,4000

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	1,4100	1,4200	1,4300	1,4400	1,4500	1,4600	1,4700	1,4800	1,4900	1,5000
2	0,8249	0,8332	0,8415	0,8498	0,8582	0,8665	0,8749	0,8832	0,8916	0,900
3	0,6374	0,6454	0,6535	0,6616	0,6697	0,6778	0,6859	0,6941	0,7023	0,7105
4	0,5489	0,5570	0,5652	0,5733	0,5816	0,5898	0,5981	0,6064	0,6147	0,6231
5	0,4997	0,5080	0,5164	0,5248	0,5332	0,5416	0,5501	0,5587	0,5672	0,5758
6	0,4698	0,4783	0,4869	0,4956	0,5043	0,5130	0,5217	0,5305	0,5393	0,5481
7	0,4507	0,4595	0,4683	0,4772	0,4861	0,4950	0,5040	0,5130	0,5220	0,5311
8	0,4380	0,4470	0,4561	0,4652	0,4743	0,4834	0,4926	0,5018	0,5110	0,5203
9	0,4295	0,4387	0,4479	0,4572	0,4665	0,4758	0,4851	0,4945	0,5039	0,5134
10	0,4236	0,4330	0,4424	0,4518	0,4612	0,4707	0,4802	0,4897	0,4993	0,5088
11	0,4196	0,4291	0,4386	0,4481	0,4577	0,4673	0,4749	0,4865	0,4962	0,5058
12	0,4167	0,4263	0,4360	0,4456	0,4553	0,4650	0,4747	0,4844	0,4941	0,5039
13	0,4148	0,4244	0,4342	0,4439	0,4536	0,4634	0,4732	0,4830	0,4928	0,5026
14	0,4134	0,4231	0,4329	0,4427	0,4525	0,4623	0,4721	0,4820	0,4919	0,5017
15	0,4124	0,4222	0,4320	0,4419	0,4517	0,4616	0,4715	0,4813	0,4912	0,5011
16	0,4117	0,4215	0,4314	0,4413	0,4512	0,4611	0,4710	0,4809	0,4908	0,5008
17	0,4112	0,4211	0,4310	0,4409	0,4508	0,4607	0,4707	0,4806	0,4906	0,5005
18	0,4108	0,4208	0,4307	0,4406	0,4506	0,4605	0,4705	0,4804	0,4904	0,5003
19	0,4106	0,4205	0,4305	0,4404	0,4504	0,4603	0,4703	0,4803	0,4903	0,5002
20	0,4104	0,4204	0,4303	0,4403	0,4503	0,4602	0,4702	0,4802	0,4902	0,5002
25	0,4101	0,4201	0,4301	0,4400	0,4500	0,4600	0,4700	0,4800	0,4900	0,5000
30	0,4100	0,4200	0,4300	0,4400	0,4500	0,4600	0,4700	0,4800	0,4900	0,5000
40	0,4100	0,4200	0,4300	0,4400	0,4500	0,4600	0,4700	0,4800	0,4900	0,5000
50	0,4100	0,4200	0,4300	0,4400	0,4500	0,4600	0,4700	0,4800	0,4900	0,5000
60	0,4100	0,4200	0,4300	0,4400	0,4500	0,4600	0,4700	0,4800	0,4900	0,5000

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	1,5100	1,5200	1,5300	1,5400	1,5500	1,5600	1,5700	1,5800	1,5900	1,6000
2	0,9084	0,9168	0,9253	0,9337	0,9422	0,9506	0,9591	0,9676	0,9761	0,9846
3	0,7188	0,7270	0,7353	0,7436	0,7519	0,7603	0,7686	0,7770	0,7854	0,7938
4	0,6315	0,6399	0,6483	0,6568	0,6653	0,6738	0,6823	0,6909	0,6994	0,7080
5	0,5844	0,5931	0,6018	0,6105	0,6192	0,6280	0,6368	0,6456	0,6544	0,6633
6	0,5570	0,5659	0,5748	0,5838	0,5927	0,6180	0,6108	0,6198	0,6289	0,6380
7	0,5402	0,5493	0,5585	0,5676	0,5768	0,5861	0,5953	0,6046	0,6139	0,6232
8	0,5296	0,5389	0,5483	0,5576	0,5670	0,5764	0,5859	0,5953	0,6048	0,6143
9	0,5228	0,5323	0,5418	0,5513	0,5609	0,5704	0,5800	0,5896	0,5992	0,6089
10	0,5184	0,5280	0,5376	0,5473	0,5570	0,5666	0,5763	0,5860	0,5958	0,6055
11	0,5155	0,5252	0,5350	0,5447	0,5545	0,5642	0,5740	0,5838	0,5936	0,6034
12	0,5137	0,5234	0,5332	0,5431	0,5529	0,5627	0,5726	0,5824	0,5923	0,6021
13	0,5124	0,5223	0,5321	0,5420	0,5519	0,5617	0,5716	0,5815	0,5914	0,6013
14	0,5116	0,5215	0,5314	0,5413	0,5512	0,5611	0,5710	0,5810	0,5909	0,6008
15	0,5111	0,5210	0,5309	0,5408	0,5508	0,5607	0,5707	0,5806	0,5906	0,6005
16	0,5107	0,5206	0,5306	0,5405	0,5505	0,5605	0,5704	0,5804	0,5904	0,6003
17	0,5105	0,5204	0,5304	0,5404	0,5503	0,5603	0,5703	0,5802	0,5902	0,6002
18	0,5103	0,5203	0,5303	0,5402	0,5502	0,5602	0,5702	0,5802	0,5901	0,6001
19	0,5102	0,5202	0,5302	0,5401	0,5501	0,5601	0,5701	0,5801	0,5901	0,6001
20	0,5101	0,5201	0,5301	0,5401	0,5501	0,5601	0,5701	0,5801	0,5901	0,6000
25	0,5100	0,5200	0,5300	0,5400	0,5500	0,5600	0,5700	0,5800	0,5900	0,6000
30	0,5100	0,5200	0,5300	0,5400	0,5500	0,5600	0,5700	0,5800	0,5900	0,6000
40	0,5100	0,5200	0,5300	0,5400	0,5500	0,5600	0,5700	0,5800	0,5900	0,6000
50	0,5100	0,5200	0,5300	0,5400	0,5500	0,5600	0,5700	0,5800	0,5900	0,6000
60	0,5100	0,5200	0,5300	0,5400	0,5500	0,5600	0,5700	0,5800	0,5900	0,6000

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
1	1,6100	1,6200	1,6300	1,6400	1,6500	1,6600	1,6700	1,6800	1,6900	1,7000
2	0,9931	1,0017	1,0102	1,0188	1,0274	1,0359	1,0445	1,0531	1,0617	1,0704
3	0,8022	0,8107	0,8191	0,8276	0,8361	0,8447	0,8532	0,8617	0,8703	0,8789
4	0,7167	0,7253	0,7340	0,7427	0,7514	0,7601	0,7688	0,7776	0,7864	0,7952
5	0,6721	0,6810	0,6900	0,6989	0,7079	0,7169	0,7259	0,7349	0,7440	0,7530
6	0,6472	0,6563	0,6655	0,6747	0,6839	0,6931	0,7024	0,7117	0,7209	0,7303
7	0,6326	0,6419	0,6513	0,6607	0,6701	0,6796	0,6890	0,6985	0,7080	0,7175
8	0,6238	0,6334	0,6429	0,6525	0,6621	0,6716	0,6813	0,6909	0,7005	0,7102
9	0,6185	0,6282	0,6379	0,6475	0,6573	0,6670	0,6767	0,6864	0,6962	0,7060
10	0,6153	0,6250	0,6348	0,6446	0,6544	0,6642	0,6740	0,6838	0,6936	0,7035
11	0,6133	0,6231	0,6329	0,6428	0,6526	0,6625	0,6724	0,6823	0,6922	0,7020
12	0,6120	0,6219	0,6318	0,6417	0,6516	0,6615	0,6714	0,6813	0,6913	0,7012
13	0,6113	0,6212	0,6311	0,6410	0,6510	0,6609	0,6709	0,6808	0,6908	0,7007
14	0,6108	0,6207	0,6307	0,6406	0,6506	0,6605	0,6705	0,6805	0,6904	0,7004
15	0,6105	0,6204	0,6304	0,6404	0,6504	0,6603	0,6703	0,6803	0,6903	0,7002
16	0,6103	0,6203	0,6303	0,6402	0,6502	0,6602	0,6702	0,6802	0,6902	0,7001
17	0,6102	0,6202	0,6302	0,6401	0,6501	0,6601	0,6701	0,6801	0,6901	0,7001
18	0,6101	0,6201	0,6301	0,6401	0,6501	0,6601	0,6701	0,6801	0,6901	0,7000
19	0,6101	0,6201	0,6301	0,6401	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000
20	0,6100	0,6250	0,6300	0,6400	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000
25	0,6100	0,6250	0,6300	0,6400	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000
30	0,6100	0,6250	0,6300	0,6400	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000
40	0,6100	0,6250	0,6300	0,6400	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000
50	0,6100	0,6250	0,6300	0,6400	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000
60	0,6100	0,6250	0,6300	0,6400	0,6500	0,6600	0,6700	0,6800	0,6900	0,7000

Roky <i>n</i>	Úroková miera <i>r</i> %									
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1	1,7100	1,7200	1,7300	1,7400	1,7500	1,7600	1,7700	1,7800	1,7900	1,8000
2	1,0790	1,0876	1,0963	1,1050	1,1136	1,1223	1,1310	1,1397	1,1484	1,1571
3	0,8875	0,8961	0,9047	0,9134	0,9220	0,9307	0,9394	0,9481	0,9568	0,9656
4	0,8040	0,8129	0,8217	0,8306	0,8395	0,8484	0,8574	0,8663	0,8753	0,8842
5	0,7621	0,7712	0,7804	0,7895	0,7987	0,8078	0,8170	0,8262	0,8355	0,8447
6	0,7396	0,7489	0,7583	0,7677	0,7771	0,7865	0,7959	0,8053	0,8148	0,8242
7	0,7270	0,7365	0,7461	0,7556	0,7652	0,7748	0,7844	0,7940	0,8036	0,8133
8	0,7198	0,7295	0,7392	0,7489	0,7586	0,7683	0,7781	0,7878	0,7976	0,8073
9	0,7157	0,7255	0,7353	0,7451	0,7549	0,7647	0,7745	0,7844	0,7942	0,8041
10	0,7133	0,7232	0,7331	0,7429	0,7528	0,7627	0,7726	0,7825	0,7923	0,8022
11	0,7119	0,7219	0,7318	0,7417	0,7516	0,7615	0,7714	0,7814	0,7913	0,8012
12	0,7111	0,7211	0,7310	0,7410	0,7509	0,7609	0,7708	0,7808	0,7907	0,8007
13	0,7107	0,7206	0,7306	0,7406	0,7505	0,7605	0,7705	0,7804	0,7904	0,8004
14	0,7104	0,7204	0,7303	0,7403	0,7503	0,7603	0,7703	0,7802	0,7902	0,8002
15	0,7102	0,7202	0,7302	0,7402	0,7502	0,7602	0,7701	0,7801	0,7901	0,8001
16	0,7101	0,7201	0,7301	0,7401	0,7501	0,7601	0,7701	0,7801	0,7901	0,8001
17	0,7101	0,7201	0,7301	0,7401	0,7501	0,7601	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
18	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
19	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
20	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
25	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
30	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
40	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
50	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000
60	0,7100	0,7200	0,7300	0,7400	0,7500	0,7600	0,7700	0,7800	0,7900	0,8000

12.9.5 Vnútorná miera výnosu

Vnútorné výnosové percento (IRR) predstavuje úrokovú mieru, pri ktorej sa čistá súčasná hodnota budúcich úspor/cashflow bude rovnať investičným nákladom počas ekonomickej životnosti investície

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_0 = 0 \quad (12.16)$$

Riešenie tejto rovnice možno dosiahnuť iteráciou, použitím faktora anuity alebo použitím programu.

Ak poznáme faktor anuity (*f*) a ekonomickú životnosť (*n*), možno vnútorné výnosové percento určiť z tabuľky anuity.

Príklad

Výpočet ziskovosti

Do vetricieho systému základnej školy nainštalovali systém spätného získavania tepla.

Investície	I_0	10 500 €
Čistá ročná úspora	S	30 000 kWh/rok
Cena energie	E	0,06 €/kWh
Ekonomická životnosť'	n	10 rok
Nominálna úroková miera	$n_r \cdot 100$	30 %
Inflácia	$b \cdot 100$	20 %

Aká je ziskovosť tohto energeticky úsporného opatrenia?

Reálna úroková miera

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b} = \frac{0,30 - 0,20}{1,20} = 0,083 = 8,3 \%$$

Hrubá návratnosť'

Čistá ročná úspora vo finančnom vyjadrení:

$$B = S \cdot E = 30 000 \text{ kWh/rok} \cdot 0,06 \text{ €/kWh} = 1800 \text{ €/rok}$$

$$PB = \frac{I_0}{B_1} = \frac{10.500}{1.800} = 5,8$$

Čistá súčasná hodnota

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_0 = 1800 \cdot \frac{1 - (1 + 0,083)^{10}}{0,083} - 10 500 = 1399$$

$NPV > 0 \Rightarrow$ opatrenie je ziskové

Koeficient čistej súčasnej hodnoty

$$NPVQ = \frac{NPV}{I_0} = \frac{1399}{10 500} = 0,13$$

Čistá návratnosť

Faktor anuity

$$f = \frac{B}{I_0} = \frac{1800}{10\ 500} = 0,17$$

Podľa tabuľky anuity:

$r = 8,3\%$ a $f = 0,17 \Rightarrow$ čistá návratnosť = asi 8,3 rokov,

čistá návratnosť < ekonomická životnosť \Rightarrow opatrenie je ziskové.

Vnútorná miera výnosu

Z tabuľky anuity:

$n = 10$ rokov a $f = 0,17 \Rightarrow IRR = 11\%,$

vnútorná miera výnosu > reálna úroková miera \Rightarrow opatrenie je ziskové.

Rozdiel medzi hrubou návratnosťou (5,8 rokov) a čistou návratnosťou (8,3 roka) je 2,5 roka, čo predstavuje, že hrubá návratnosť je 1,5-krát kratšia, ako čistá návratnosť. To znamená, že rozdiel medzi hrubou a čistou návratnosťou sa s časom rýchle zvyšuje.

12.10 CELKOVÁ ZISKOVOSŤ BALÍKA OPATRENÍ

Ak energetický audítör určil niekoľko ziskových energeticky úsporných a renovačných opatrení, vznikne tzv. balík opatrení, pre ktorý by bolo zaujímavé vypočítať celkovú ziskovosť. Tento uskutočnený výpočet možno tiež porovnať s inými balíkmi opatrení (alebo alternatívami) a podľa ziskovosti ich zoradiť do rebríčka.

Na výpočet ziskovosti celého balíka treba definovať obdobie skúmania (p), počet rokov, počas ktorých sa bude ziskovosť analyzovať. Dĺžka skúmaného obdobia sa bude definovať individuálne pre každý projekt v závislosti od požiadaviek klienta. Pre energeticky úsporné projekty v budovách by skúmané obdobie mohlo byť väčšinou 10 – 15 – 20 rokov.

Ak všetky opatrenia v balíku majú ekonomickú životnosť väčšiu, ako je dĺžka skúmaného obdobia, potom sa môže ziskovosť balíka opatrení vypočítať podľa postupov

uvedených v predchádzajúcej kapitole, kde sa ekonomická životnosť rovná obdobiu skúmania. Bežnejšie však je, že niektoré opatrenia majú kratšiu ekonomickú životnosť. Takýto prípad je znázornený v Tab. 12.3, kde je dĺžka skúmaného obdobia 15 rokov.

Tabuľka 12.3. Príklad celkovej ziskovosti balíka opatrení

Opatrenia	Investícia (€)	Čisté úspory (€/rok)	Ekonomická životnosť (roky)
1. Nainštalovanie umývačiek riadu	4000	1200	7
2. Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily	15 000	3500	10
3. Nové automatizované systémy riadenia vykurovania	14 000	3700	15
4. Nové okná	40 000	3000	20
Všetky opatrenia spolu	73 000	11 400	

Po skončení ekonomickej životnosti prvých dvoch opatrení sú potrebné dodatočné investície na to, aby tieto opatrenia aj nadálej zabezpečovali úspory.

Množstvo dodatočných investícií pre každé opatrenie je vecou individuálneho stanoviska energetického audítora. Tieto investície môžu byť rovnaké, ako boli počiatočné náklady, alebo je potrebná iba časť z nich. Dôležité je, aby sa opatrenie zlepšovalo a nadálej poskytovalo pôvodnú úroveň úspor a funkčnosti.

Pre nasledujúci príklad, uvedený v Tab. 12.4, budú potrebné dodatočné investície.

Prepokladá sa, že výmena umývačiek riadu bude potrebná po 8 a 15 rokoch. Pre druhé opatrenie, v prípade správneho udržiavania pôvodných inštalácií, nebude potrebná kompletná výmena zariadení.

Vzhľadom na potrebu dodatočných investícií sa môže ziskovosť celého balíka opatrení vypočítať použitím nasledujúcich parametrov:

- počiatočné investície I_0 (€),
- čistá ročná úspora B (€/rok),
- dodatočné investície za rok i I_i (€),
- ekonomická životnosť n (rok),
- reálna úroková miera $r \cdot 100$ (%),
- obdobie skúmania p (rok).

Tabuľka 12.4. Príklad dodatočných investícií

Opatrenia	Výška dodatočných investícií (€)	Dodatočné investície po rokoch
1. Nainštalovanie umývačiek riadu	4000	8 až 15
2. Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily	10 000	11

Metóda hrubej návratnosti

Hrubá návratnosť (PB) balíka opatrení je podobná, ako pri metóde hrubej návratnosti opísanej v kap. 2.10.9.1 – predstavuje roky do splatenia počiatočných investícií v balíka opatrení a predpokladajú sa rovnaké ročné úspory ($B_1 = B_2 = \dots = B_n$):

$$\text{Hrubánávratnosť (PB)} = \frac{\text{Investície}}{\text{Ročné úspory}} = \frac{I_0}{B} \text{ (rok)} \quad (12.17)$$

Táto metóda vyhovuje len na prvotné vyhodnotenie ziskovosti celého balíka opatrení. Ak sa potreba dodatočných investícií objaví až po roku od hrubej návratnosti, neberieme to do úvahy. Ak vypočítaná hrubá návratnosť je dlhšia ako najkratšia ekonomická životnosť v rámci balíka opatrení, výpočet hrubej návratnosti bol klamlivý.

Hrubá návratnosť na ukážkovom projekte:

$$PB = \frac{I_0}{B} = \frac{73\ 000}{11\ 400} = 6,4 \text{ (roka)}$$

Metóda čistej súčasnej hodnoty

Čistá súčasná hodnota (NPV) balíka opatrení je súčasná hodnota všetkých budúcich ročných úspor minus súčasná hodnota budúcich dodatočných investícií počas obdobia skúmania (od roku 1 do roku n) a minus počiatočná investícia (rok 0)

$$NPV = \sum_{i=1}^p \frac{(B_i - I_i)}{(1+r)^i} - I_0 \quad (\text{€}) \quad (12.18)$$

alebo

$$NPV = \left(\frac{B_1 - I_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2 - I_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_p - I_p}{(1+r)^p} \right) - I_0 (\epsilon) \quad (12.19)$$

Čistá súčasná hodnota (NPV) pre ukážkový projekt s 5 % reálnou úrokovou mierou:

$$NPV = \left(\frac{11400}{(1+0,05)^1} + \dots + \frac{11400}{(1+0,05)^7} + \frac{11400 - 4000}{(1+0,05)^8} + \frac{11400}{(1+0,05)^9} + \frac{11400}{(1+0,05)^{10}} + \frac{11400 - 10000}{(1+0,05)^{11}} + \frac{11400}{(1+0,05)^{12}} + \dots + \frac{11400 - 4000}{(1+0,05)^{15}} \right) - 73000 = 34850$$

Čistá súčasná hodnota NPV = 34 850 €

Koeficient čistej súčasnej hodnoty

Koeficient čistej súčasnej hodnoty (NPVQ) je vyjadrený ako pomer čistej súčasnej hodnoty počas obdobia skúmania a počiatočných investícií celého balíka opatrení

$$NPVQ = \frac{NPV}{l_o} \quad (12.20)$$

Koeficient čistej súčasnej hodnoty pre ukážkový projekt

$$NPVQ = \frac{NPV}{l_o} = \frac{34850}{73000} = 0,48$$

Metóda čistej návratnosti

Výpočet čistej návratnosti – Pay off (PO) – by bol klamlivý, čo je spôsobené dôsledkami dodatočných investícií.

Vnútorná miera výnosu

Vnútorná miera výnosu (IRR) predstavuje takú úrokovú mieru, pri ktorej sa čistá súčasná hodnota peňažných tokov (úspory a dodatočné investície) bude rovnať pôvodným investičným nákladom počas skúmaného obdobia pre balík opatrení

$$NPV = \sum_{i=1}^p \frac{(B_i - I_i)}{(1+r)^i} - I_0 = 0 \quad (12.21)$$

alebo

$$\left(\frac{B_1 - I_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2 - I_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_p - I_p}{(1+r)^p} \right) = I_0 \quad (12.22)$$

r (=IRR) môže byť vypočítané iteráciou alebo použitím programu.

Vnútorná miera výnosu (IRR) pre ukážkový projekt podľa vzorca a iterácie predstavuje hodnotu:

$$IRR = 11,8 \%$$

Ziskovosť každého opatrenia a tiež ziskovosť celého balíka opatrení pre ukážkový projekt je v Tab. 12.5.

Tabuľka 12.5. Príklad ziskovosti jednotlivých opatrení a ziskovosť celého balíka pre ukážkový projekt.

Opatrenia	I_0 (€)	B (€/rok)	n (roky)	Hrubá návratnosť (roky)	NPV	NPVQ	IRR (%)
Nainštalovanie umývačiek riadu	4000	1200	7	3,3	2994	0,74	23,0
Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily	15 000	3500	10	4,3	12 026	0,80	19,4
Nové automatizované systémy riadenia vykurovania	14 000	3700	15	3,8	24 405	1,74	25,6
Nové okná	40 000	3000	20	13,3	-2613	-0,07	4,2
Všetky opatrenia spolu	73 000	11 400		6,4	34 850	0,48	11,8

Dodatočné investície pre ukážkový projekt sú v Tab. 12.6.

Tabuľka 12.6. Príklad dodatočných investícií pre ukážkový projekt

Opatrenia	Výška dodatočných investícií (€)	Dodatočné investície po rokoch
1. Nainštalovanie umývačiek riadu	4000	8 až 15
2. Hydronické vyregulovanie vykurovacieho systému a termostatické ventily	10 000	11
Celkové dodatočné investície	14 000	

12.11 NÁKLADY POČAS ŽIVOTNOSTI

Analýza nákladov počas životnosti – Life Cycle Costs (LCC) – je ekonomickou metódou vyhodnotenia projektu, v ktorom sa objavujú všetky náklady, ako sú náklady na budovu, majetok, prevádzku, údržbu a napokon aj náklady na demontovanie/odstránenie projektu. V analýze nákladov počas životnosti predstavujú náklady v rôznom čase ich diskontovanú súčasnú hodnotu.

Analýza nákladov počas životnosti je vhodná najmä na vyhodnotenie rozličných návrhových alternatív budovy za takých podmienok, aby boli splnené všetky požiadavky. Tieto však majú odlišné počiatočné náklady, odlišnú prevádzku, údržbu, náklady na opravu a možnú odlišnú životnosť.

Analýza nákladov počas životnosti je tiež vhodná na vyhodnotenie energeticky úsporných projektov vyhodnotí ziskovosť podľa rôzne zadaných opatrení alebo ako porovnanie dvoch alternatív.

Metóda nákladov počas životnosti poskytuje lepší odhad pre dlhotrvajúcu efektívnosť nákladov vynaložených na daný projekt/opatrenie oproti iným ekonomickým metódam, ktoré sa sústredia len na počiatočné investície a prevádzkové náklady v priebehu prvých rokov. V rovnakom čase si analýza nákladov počas životnosti vyžaduje viac informácií, ako iné metódy na hodnotenie ziskovosti.

Životnosť nákladov pre budovy sa vypočíta podľa vzorca

$$LCC = I_0 + \sum_{j=1}^n I_j \cdot (1+r)^{-j} + \sum_{i=1}^n (A_i + O_i + M_i + C_i + Cl_i + S_i) \cdot (1+r)^{-i} \pm Res \cdot (1+r)^{-n} \quad (12.23)$$

kde:

I_0 sú pôvodné investície v roku 0,

I_j – dodatočné investície (náklady na výmenu) v roku j od dokončenia projektu,

- A_i – administratívne náklady (manažment budovy, správa, poistenie, dane a poplatky),
 O_i – prevádzkové náklady,
 M_i – náklady na údržbu,
 C_i – náklady na spotrebu (energie, vody a odpad),
 Cl_i – náklady na čistenie,
 S_i – náklady na servis (aktivity podporujúce vnútorné činnosti: recepcia, jedáleň, IT, kopírovacie služby, bezpečnosť atď.),
 R_{es} – zvyšná hodnota (náklady (+) na demolovanie/odstránenie alebo príjmy (-) z predaja budovy či nejakého zariadenia v roku n od začatia projektu),
 r – úroková miera,
 n – skúmané obdobie a/alebo predpokladaná životnosť.

Ak sú prevádzkové náklady rovnaké, vzorec bude takýto

$$\begin{aligned}
 LCC = & I_0 + \sum_{j=1}^n I_j \cdot (1+r)^{-j} + \sum_{i=1}^n M_i \cdot (1+r)^{-i} \cdot \\
 & (A + O + C + Cl + S) \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} \pm Res \cdot (1+r)^{-n}
 \end{aligned} \tag{12.24}$$

Najnižšie náklady počas životnosti poukazujú na najziskovejšie investície, opatrenie alebo riešenie.

Rôzni klienti môžu mať rozličné požiadavky na obdobie skúmania, ktoré by sa malo vybrať na výpočet. Najkratšie obdobie skúmania predstavuje najkritickejšie obdobie na stanovenie zvyšnej hodnoty. Rôzni klienti môžu mať tiež rozličné požiadavky na úroveň poskytnutia pôžičky, na výšku diskontnej sadzby.

Ak je obdobie skúmania dlhšie, ako ekonomická životnosť systémov alebo opatrení, do výpočtu musia byť zahrnuté aj dodatočné investície podľa daného vzorca. Ak bude počas obdobia skúmania potrebných niekoľko dodatočných investícií, každá z nich by mala byť pripočítaná. Ak ide o porovnanie dvoch alternatív, tie sa musia posudzovať pre rovnakú dĺžku skúmaného obdobia.

Ked' je spravená analýza nákladov počas životnosti, tak sa na porovnanie alternatív energeticky úsporných opatrení alebo projektov nepočítajú tie parametre, ktoré neovplyvňujú žiadne alternatívy, napríklad administratívne náklady či náklady na čistenie a servisné služby.

12.12 HOTOVOSTNÝ TOK

Pre nositeľa projektu (potenciálneho dlžníka – ak si požičia finančné zdroje) sú dôležité aj ročné ekonomicke dôsledky, ktoré závisia od spôsobu financovania projektu. Nositeľ projektu bude investovať čiastočne vlastné prostriedky (kapitál), splácať úver a má mať zabezpečené znížené náklady za energie (úspory). Tieto údaje zistí z hotovostného toku (cashflow).

Príklad

Výpočet hotovostného toku

Investície	114 900	€
Čistá ročná úspora	29 800	€/rok
Úroková miera	5	%
Ekonomická životnosť	10	rokov

Projekt bude financovaný spôsobom uvedeným v Tab. 12.7.

Tabuľka. 12.7 Financovanie.

Finančné zdroje	Investície (€)	Úroková miera (%)	Splatnosť (roky)
Úver z fondu pre energeticky úsporné projekty	60 000	6	5
Úver z banky	30 000	12	8
Vlastný kapitál	24 900		
Spolu	114 900		

Čisté úspory:

Úspory sa každoročne zvyšujú v dôsledku inflácie o 5 %:

1. rok 29 800 €
2. rok 29 800 . 1,05 = 31 290 €
3. rok 31 290 . 1,05 = 32 855 €

Úver:

Obidva úvery sú úvery s anuitou. Približný výpočet sa môže urobiť pomocou faktora anuity:

Úver 1 Dané ročné splátky sú: 6 % úroková miera a dĺžka splatnosti je 5 rokov $\Rightarrow f = 0,2374$ (z tabuľky anuity) $\Rightarrow 14 244$ €/rok.

Úver 2 Dané ročné splátky sú: 12 % úroková miera a dĺžka splatnosti je 8 rokov $\Rightarrow f = 0,2013$ (z tabuľky anuity) $\Rightarrow 6039 \text{ €/rok}$.

Úver 1. až 5. rok (úver 1 + úver 2) 20 283 €/rok.

Úver 6. až 8. rok (úver 2) 6039 €/rok.

Hotovostný tok v projekte potom vyzerá tak, ako sa uvádzajú v Tab. 12.8.

Tabuľka 12.8. Príklad hotovostného toku (cashflow)

Hotovostný tok	Roky								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Investície	(114 900)								
Financovanie:									
Úver z fondu pre energeticky úsporné projekty	60 000								
Úver z banky	30 000								
Vlastný kapitál	24 900								
Dlhová služba		(20 283)	(20 283)	(20 283)	(20 283)	(20 283)	(6039)	(6039)	(6039)
Čisté úspory		29 800	31 290	32 855	34 497	36 222	38 033	39 935	41 932
Čistý hotovostný tok	(24 900)	9517	11 007	12 572	14 214	15 939	31 994	33 896	35 893
Kumulovaný hotovostný cashflow	(24 900)	(15 383)	(4376)	8196	22 410	38 349	70 343	104 239	140 132

Vo finančných kalkuláciách znamenajú čísla v zátvorkách mínus (výdavky/peniaze von).

Kladný hotovostný tok z hľadiska nositeľa projektu znamená peniaze dovnútra (čisté úspory sú väčšie ako náklady na splatenie úveru) a záporný hotovostný tok znamená peniaze von (náklady na splatenie úveru sú väčšie ako čisté úspory).

Vlastný kapitál je splatený nositeľom (vlastníkom) projektu, a preto v roku 0 predstavuje pre neho negatívny hotovostný tok.

Kumulovaný hotovostný tok sa stáva pozitívnym po troch rokoch, čo znamená, že po tomto období je vlastný kapitál vrátený (Tab. 12.8).

13 SOFTVÉR NA ENERGETICKÝ AUDIT A CERTIFIKÁCIU BUDOV

Pri výkone energetického auditu a certifikácie budov je potrebné spracovať veľké množstvo údajov. Predmetom môžu byť budovy, technické zariadenia ale aj celé výrobné podniky, organizácie a štátne inštitúcie. Pri spracovaní energetického auditu a certifikátu je nutné dodržať ustanovenia zákonov, technických noriem a iných záväzných predpisov, ktoré obsahujú veľké množstvo údajov, požiadaviek a kritérií. Okrem toho je potrebné zozbierať množstvo údajov o objednávateľovi, prevádzkovateľovi, vlastníkovi alebo prenajímateľovi. Takto vznikne obrovský súbor informácií, s ktorým energetický audítor či certifikátor musí pracovať. Je to náročný proces, ktorý je ťažké realizovať bez vhodného výpočtového nástroja. Takúto úlohu nezvládne jednoduchá tabuľková aplikácia bez možnosti využitia prístupu k vybraným údajom zo zákonov, vyhlášok a technických noriem. Optimálnym riešením je databázová aplikácia, ktorá umožní využiť výpočtové metódy, údaje z rôznych databáz až po tlačové výstupy predpísaných formulárov a správ vrátane finálnej správy z energetického auditu, ako aj z energetickej certifikácie budov.

13.1 PRÁCA SO SOFTVÉROM I+

I+ je databázová aplikácia doplnená modulmi na výpočet a tlač dokumentov súvisiacich s energetickým hodnotením budov, technických a technologických zariadení, zdrojov energie, rozvodov energie, osvetlenia, dopravy a iných spotrebičov energie. Umožňuje tímovú prácu pri spracovaní energetických auditov, projektových energetických hodnotení, energetických certifikátov a podobne. Na tento účel softvér I+:

- obsahuje údaje a požiadavky technických noriem a právnych predpisov;
- umožňuje tlač formulárov pre energetické audity, energetické certifikáty budov a technické správy v predpísanej forme;
- obsahuje editovateľné katalógy materiálov, konštrukcií, potrubných systémov atď.

13.2 PRÍKLAD EDITAČNÝCH OKIEN

I+ umožňuje spracovať výpočet a kompletnú správu z energetického auditu či energetickej certifikácie budovy podľa požiadaviek súčasnej legislatívy, vrátane návrhu opatrení a ich energetického, environmentálneho a ekonomickeho využitia. Na Obr. 13.1 je príklad editačného okna, v ktorom možno zadať základné parametre o budove a jej technických systémoch.

Budovy

Audi: **Administratívna budova**

Budova: **1 B1 administratívna budova**

I. Účel a spôsob využitia

Kategória budovy:	Administratívna budova
Charakter budovy:	Rekonštrukcia
Merná plocha:	63042 m ²
Obohatovaný objekt:	209591 m ²
Kraj. územie:	Banská Bystrica
Parcelné číslo:	378/12, 378/10
Zásobník užívania:	
Zdrovne / vek / zoznam:	
Initiatívny odberateľ výkona celkom:	[MW]
Initiatívny spätný výkona celkom:	[MW]
Dostihovnosť odberateľ výkona celkom:	[MW]
Dĺžka sezóny:	Výročovanie: 933 [d] Chladienie: 793 [d]
Prevádzka: 6,0 [h/den] 7,0 [deň/výk.]	

3. Spotreba tepla a energie na prevádzku

Namerané spotreba energie a pomery reál/vypoč. spotreby

Nameraná / vypoč. spotreba energie pred a po opatreniach:	10,7 21,3 [kWh/m ²] 0,4999
Jednotec cena (teplo / elektrina) / mēs.	0,0350 0,1490 0,0000 [€/kWh]
Predpokladané investície do stavebých úprav a zariadení:	876 000,00 [€]
Preplňovaný tepelný príkon pred a po opatreniach:	362,3 169,1 [kW]
Potreba energie na vyskrovovanie préd a po opatreniach:	76,0 35,0 [kWh/m ²]
Straty vo výkrovovaných miestach pred a po opatreniach:	7,4 3,4 [kWh/m ²]
Potreba energie na prípravu TV préd a po opatreniach:	7,0 7,0 [kWh/m ²]
Straty v distribúcii a príprave TV préd a po opatreniach:	2,7 1,6 [kWh/m ²]
Potreba energie na chladienie a NV préd a po opatreniach:	0,0 0,0 [kWh/m ²]
Potreba energie na otvetvenie préd a po opatreniach:	18,0 7,0 [kWh/m ²]
Emissia CO ₂ préd a po opatreniach:	23,4 9,9 [kg/m ²]
OZE, reloper. a zogen energie préd a po opatř.: 0,0 [MWh]	
Teplá preď a po opatreniach: 281,4 [MWh]	
Elektrina préd a po opatreniach: 16,8 14,9 [MWh]	
Ini energie préd a po opatreniach: 0 [MWh]	

2. Potreba tepla na výk. préd a po opatreniach

Potreba tepla na výk. préd a po opatř.: 61,0 | 32,0 [kWh/m²]
Úm. préd a po opatreniach: 0,0 | 0,3 [W/m²/K]

4. Iné

Ekonomické a energetické údaje

Práce	z predajom energie	ostatné	Niekedy sa investíciu	na energiu	osobní	Rodené náklady	oprava a údržba	ostatné	celkom	Spotreba	
(Euro/a)	(Euro/a)	(Euro/a)	(Euro)	(Euro)	(Euro)	(Euro/a)	(Euro/a)	(Euro/a)	(Euro/a)	(kWh/m ²)	(MWh/a)
pôvodne				39 357			38 357	110,7	697,9		
po opatreniach				21 741			21 741	22,3	145,9		
rozdiel	0	0	-376 100	0	17 617	0	0	0	17 617	87,4	531,0

Environmentálne údaje

Znečisťujúce látky [tony/a]	NO _x	CO	CO ₂	Tub. látky	PM10
pôvodne	802	0,02	0,02	147,24	0,286
po opatreniach	1 179	0,04	0,08	24,54	0,060
rozdiel	0,38	0,02	0,06	122,60	0,226

Detaily

Poznámky

Zadanie vstupných údajov a výpočet tepelných strát, projektovaného tepelného príkonu, potreby tepla na vetranie a ostatných parametrov potrebných na ďalší výpočet pre jednotlivé teplotné zóny je možné v okne „Teplotná zóna podrobne“. Tu možno navoliť z databázy konštrukcie stien, stropov, podláh a okien.

Teplotná zóna podrobne

Počet podlaží:	6,0
Celková výška:	20,15
Priem. výška podlažia:	3,32
Sírka:	13,20
Dĺžka:	60,15
Obvod:	146,70
Zastavaná plocha:	12,40,61
Merná plocha:	6304,16
Obohat. objektu:	20959,15
Okna a dvere:	
južné	0,75
juhovýchodné	0,74
západné	0,75
východné	0,14
severovýchodné	0,53
severozápadné	0,4
severné	0,75
horizontálne	0,14
Okna a dvere spolu:	1178,6
Počet otvorených konštrukcií z fasády [%]:	22,22
plochy stien a stropov za dverej a s otvormi:	
Steny:	
južné	31,10
juhovýchodné	31,70
západné	34,80
východné	32,90
severovýchodné	22,00
severozápadné	0,00
severné	11,30
Steny nad terénom:	4110,8
Steny pod terénom:	142,9
Poddlaž spolu:	1240,6
Pod terénom:	0,00
Stropy a strechy:	1240,6
Teplotné nostry:	0,01,0,05,0,02,0,03
Obalev kén. spolu:	192,3
Vetranie:	
Zhlčovanie:	
Odvlhčovanie:	
Vnútorné konštr.:	

Kategória budovy: Administratívna budova

Charakter: Rekonštrukcia

Miesto: Banská Bystrica

Teplotná oblasť záma: 3 | leto A | Veterán oblast: Veterán <2,0 m/s

Nadmorská výška [m.n.m.]: 370,00

Počet dňa výk. obdobia: 237

Priemerná vonkajšia teplota [oC]: 3,1

Vonkajšia teplota v zime T_z [oC]: -15,00

Vnitrom. teplota v lete T_l [oC]: 26,00

Vnitrom. teplota v zime T_w [oC]: 20,00

Počet dennostupňov: 3868 || 4010

Faktor zakruhania Fhr:

Čas zakruhania [h/d]: 0

Projektované zmeneňanie teploty [K]:

Faktor pre výšku nad Sm: 1,00

Počet používateľov: 315,21

Vnútorný zisik [W/m²]: 4,00

Súčinniteľ využitia zisikov: 0,85

Účel výpočtu:

Druh a metóda výpočtu: ISO 52016-1, lokálne údaje

Projektovaný príkon [kW]: 262,3

Priek. spolu [W/m²]: 41,6

Merný tepelný tok [W/K]: 7494,9

Prehodom tepla: 5049,9

Vetranie: 2445,0

Merné tepelné toky spolu [W/K.m²]: 1,1

Straty spolu [kW]: 262,3

Typické konštrukcie > TOB >

Kontrola vstupov: Teplá stabilita >

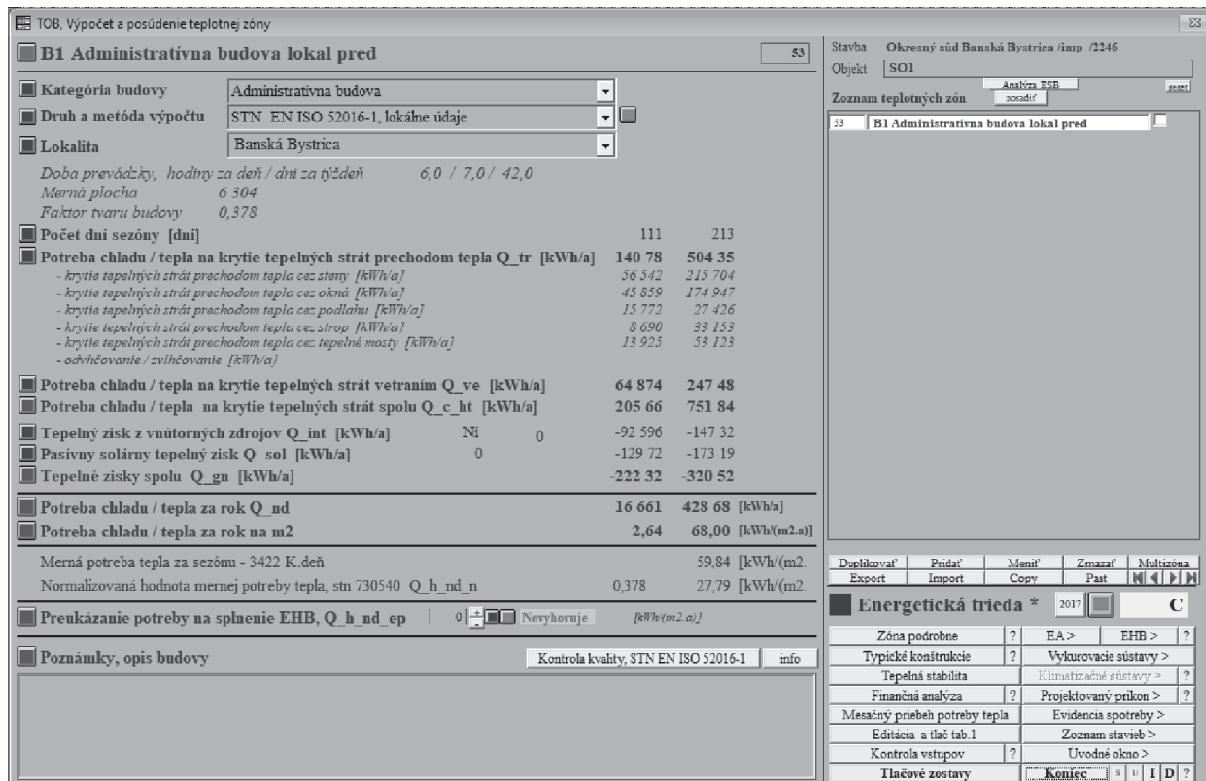
Kontrola a prepočet > výpis: Zoznam stavieb >

Kontrolný výpis - detaily > Úvodné okno >

Tlakové zostavy: Koniec | S | I | D | ?

Obr. 13.2. Editačné okno „Teplotná zóna podrobne“

V editačnom okne „TOB, Výpočet a posúdenie teplotnej zóny“ možno počítať potrebu tepla a chladu v súlade s STN EN ISO 52016-1 a STN 73 0540, ako i posúdiť stavebné konštrukcie a potrebu tepla podľa STN 73 0540. V tomto okne je možnosť vyberať z databázy predvolených klimatických oblastí pre každý okres, alebo priamo zadať klimatické údaje pre vlastnú lokalitu.



Obr. 13.3. Editačné okno „TOB, Výpočet a posúdenie tepelnej zóny“

Editačné okno pre spracovanie EA časť „Zoznam odporúčaných opatrení“ umožňuje výpočet jednoduchej a reálnej doby návratnosti, úspor energie, CO₂ a finančných úspor pre jedno alebo celý súbor opatrení (Obr. 13.4). Tu možno zostaviť tzv. odporúčaný variant obnovy budovy.

Obr. 13.4. Editačné okno „Zoznam odporúčaných opatrení“

Softvér umožňuje podrobne zadať ekonomické parametre investičného projektu (Obr. 13.5). Na základe energetických výpočtov a zadaných ekonomických parametrov softvér v editačnom okne „Ekonomické parametre investičného projektu“ zobrazí ukazovatele návratnosti ako sú jednoduchá návratnosť, miera výnosnosti, čistá súčasná hodnota a ďalšie (Obr. 13.6).

Obr. 13.5. Editačné okno „Ekonomické parametre investičného projektu“

Výsledky ekonomickej vyhodnotenia časť 1.									Udaje z opatrení		
Tržby z predaja energie			Investičné náklady ostatné energetické			Energia celkom			Ročné úspory		
[Euro/a]	[Euro/a]	[Euro]	[Euro]	[Euro]	[Euro]	[MWh/a]	[Euro/a]	[Euro/a]	na osobné energiu	na opravy a údržbu	spolu
Pred opatreniami	0	0		5 052	690 993		0	0	0	0	690 993
Opatrenia spolu	0	0	6 217 600	0	3 379	403 139	0	0	0	0	403 139
Rozdiel	0	0		-2 374	-287 854		0	0	0	0	-287 854

Náklady na realizáciu súboru opatrení, investičné náklady, IN, energetické technológie
Náklady na realizáciu súboru opatrení, investičné náklady, IN, výrobne technológie
Náklady na realizáciu súboru opatrení, investičné náklady, IN spolu
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (+ zvýšenie, - zníženie)
Zmena osobných nákladov, napr. mzdy, poistne, ...(+/-)
Zmena ostatných prevádzk.nákladov, napr.opravy a údržba, služby, rézia, poist. majetku, ... (+/-)
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napr. emisie, odpady a iné (+/-)
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využitie odpadov, ... (+/-)

Výsledky ekonomickej vyhodnotenia časť 2.

Prínosy realizácie súboru opatrení celkom, cash flow, CF	287,9 [tis.Euro]	Investičný projekt
Doba hodnotenia, doba životnosti zariadenia, Tž	22 roky	Tab.č.1.1 Struktúra údajov
Diskontný faktor, r (%)	1 %	Tab.č.1.2 Bilancia premeny
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	21,6 roky	Tab.č.2.1 Bilancia spotreby
Reálna doba návratnosti (Tsd)	22,00 roky	Tab.č.2.2 Bilancia spotreby - 2.časť
Čistá súčasná hodnota (NPV)	403,0 [tis.Euro]	Tab.č.3.2 Ekonom.vyhodnotenie
Vnútorné výnosové percento (IRR)	0,5 %	Investičný projekt
Daň z príjmov	0,0 [tis.Euro]	Súbor údajov
Priprastok čistého zisku	403,0 [tis.Euro]	Súbor opatrení
Iné údaje:		Miesta spotreby, výroby

Sledované obdobie po opatreniach od: 2016
Sledované obdobie od - do: 2013 2015

Graf ročné náklady Graf tržby za rok Základné údaje
Tab.č.1.1 Struktúra údajov Budovy
Tab.č.1.2 Bilancia premeny Techn. zariadenia
Tab.č.2.1 Bilancia spotreby Osvetlenie
Tab.č.2.2 Bilancia spotreby - 2.časť Doprava
Tab.č.3.2 Ekonom.vyhodnotenie Zdroje energií
Investičný projekt Rozvody energií
Súbor údajov Iné
Súbor opatrení EH >
Miesta spotreby, výroby Zoznam stavieb, ...>
Ceny dodávok, práca a služieb Uvodné okno >
Tlačové zostavy Koniec I D ?

Obr. 13.6. Príklad editačného okna „Ekonomicke vyhodnotenie“

Editačné okno pre spracovanie tlačových zostáv energetického auditu umožňuje editovať a tlačiť správu z energetického auditu vrátane príloh podľa vyhlášky MH SR č. 179/2015 Z. z. Príloha č. 1 až Príloha č. 5 a Súbor údajov pre monitorovací systém (Obr. 13.7). Softvér disponuje aj vzorom tabuľiek podľa SIEA pre čerpanie európskych fondov.

Energetický audit - tlačové zostavy									
Správa z EA		Administrativná budova							
Kryci list	Titulný list	počet strán: 1	Odovzd. protokol	tlač väčšto					
kryci list	titulný list	str 1	str 2	str.3	str.4	str.4 fondy	str 5		
Príloha: , tabuľky 1.1 až 3.2 a súbor údajov k vyhl. 179/2014									
Príloha 2 titul	Tab.č.1.1	Tab.č.1.2	Tab.č.2.1	Tab.č.2.2	Tab.č.3.1 a 3.2	Súbor údajov	Súhrnný inf. list		
Príloha 2 titul	str 1 Tab.č.1.1	str 2 Tab.č.1.2	str 3 Tab.č.2.1	str 4 Tab.č.2.2	str 5 Tab.č.3.1	str 6 Súbor údajov	Info list/Rekap.list	str.1 (8) Sumar.list	
Príloha: , fotodokumentácia a grafické prílohy									
Obsah	Graf energ. výstupy	počet strán: 0	Graf energ. výstupy	Graf pojmy	Graf náklady				
Fotodokumentácia									
Tabuľky SIEA - rekapačný list									
Tabuľky SIEA - rekapačný list									

Zoznam príloh číslo
Súhrnná Prílohy podľa vyhlášky strana
Tab.č.1.1 Struktúra údajov 0
Tab.č.1.2 Bilancia premeny 0
Tab.č.1.2 Bilancia premeny 0
Tab.č.2.2 Bilancia spotreby 2 0
Tab.č.3.1 a 3.2 0
Súbor údajov 0
Súhrnný inf. list 0
Zoznam opatrení
Ekonomicke parametre invest.projektu
Budovy
Energeticky významné technológie
Osvetlenie
Doprava
Zdroje energie
Rozvody energie
Iné
Grafické prílohy a fotodokumentácia
Fridencie o energ. stupňoch
Fridencie o príjimoch a výdavkoch
Fridencie údajov o znečisť. látikach
Ceny prác a dodávok
Výhľadiskové pohľady
Ostatné
Nečíslované strany
Číselované strany
Implicitne označená príloha - fondy
Uvodné okno > Koniec I D ?

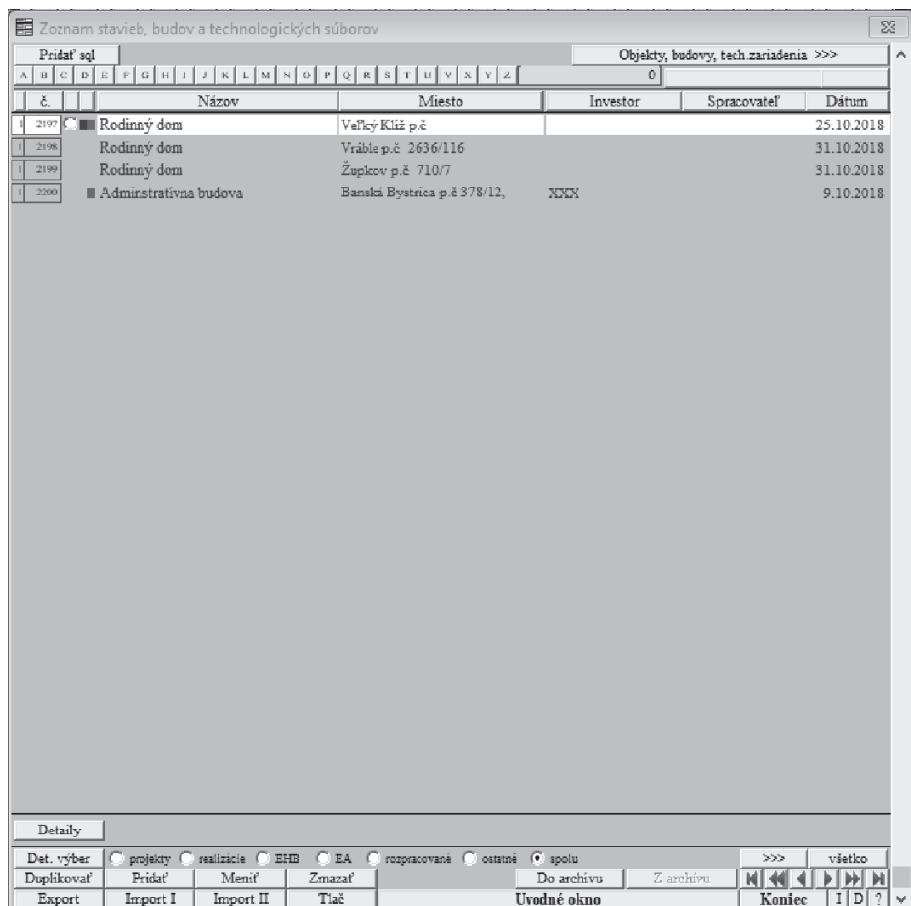
Obr. 13.7. Editačné okno „Tlačové zostavy“

Obr. 13.8 ukazuje editačné okno „EH Energetická hospodárnosť“ pre spracovanie energetickej hospodárnosti budov - výpočet potreby energie pre jednotlivé miesta spotreby

ako sú vykurovanie, príprava TV, vetranie a chladenie a osvetlenie, vrátane výrobných, distribučných a odovzdávacích systémov. Je možné zostaviť kombinácie rôznych riešení. V jednom okne možno posúdiť budovu pred opatreniami, po opatreniach, podľa normalizovaných podmienok alebo podľa lokálnych klimatických podmienok. Výpočet možno robiť pre všetky kategórie budov vrátane kategórie „Ostatné budovy“.

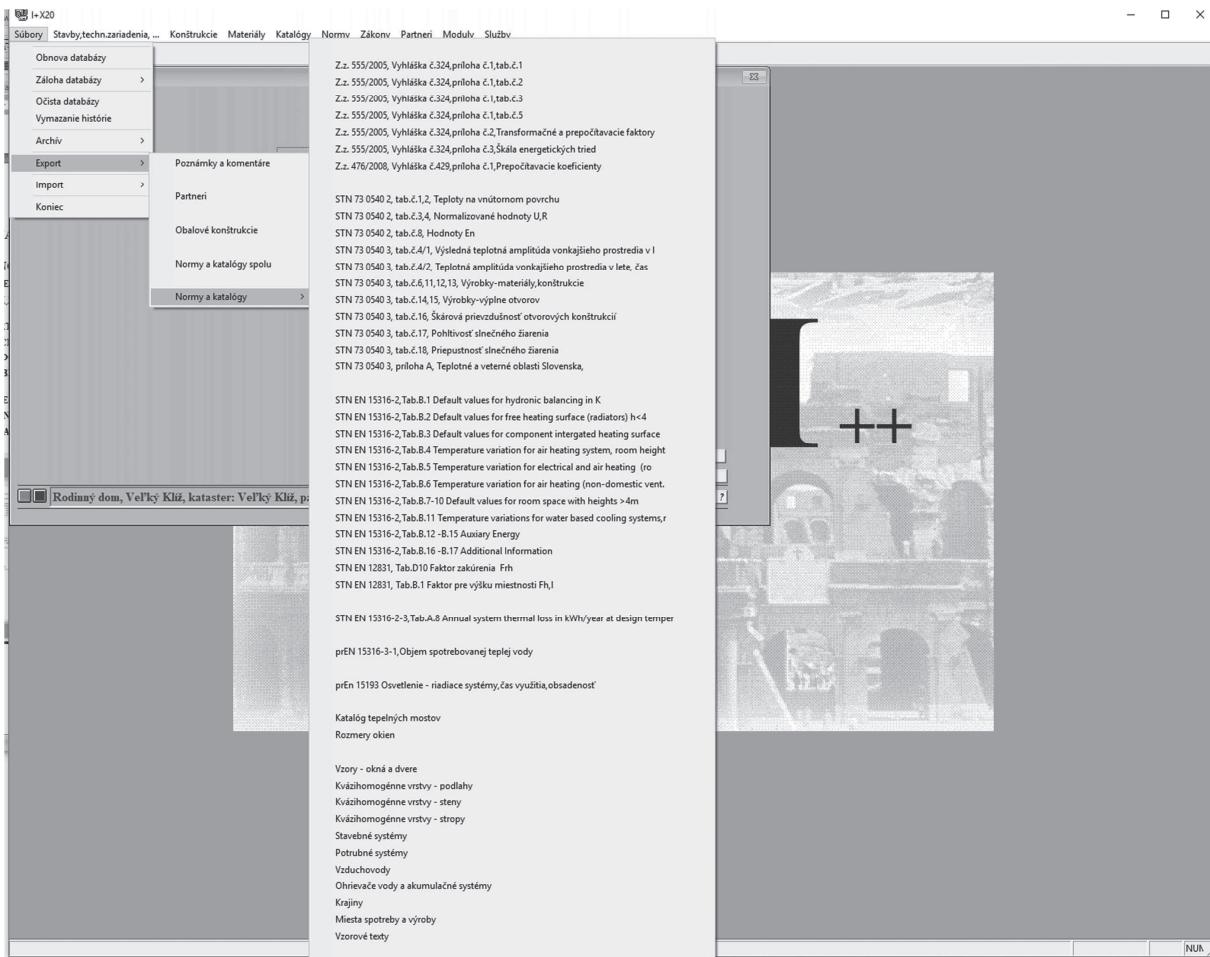
Obr. 13.8. Editačné okno „Energetická hospodárlosť“

Jedna z najväčších výhod softvéru je možnosť vytvoriť databázu stavieb, prevádzkových alebo technologických súborov, ktoré možno kopírovať, exportovať alebo importovať v lokálnej sieti alebo cez web, čo veľmi zefektívňuje tímovú prácu (Obr. 13.9).



Obr. 13.9. Editačné okno „Zoznam stavieb, budov a technologických súborov“

Energetický audit je výsledkom práce kolektívu spoluautorov, ktorí spolu komunikujú, vymieňajú a zdieľajú si informácie potrebné pre jednotlivé štádia výpočtu až po finálny výstup. Import a export je možný pre všetky dielčie fázy práce ako je výpočet tepelnej ochrany budov, energetickej hospodárnosti budov a samotného energetického auditu. Rovnako možno exportovať a importovať katalógy materiálov, konštrukcií, klimatických oblastí, potrubných a výrobných systémov (Obr. 13.10).



Obr. 13.10. Zoznam noriem a katalógov

13.3 ZÁVER

Spracovanie energetického auditu si vyžaduje zozbieranie a vyhodnotenie veľkého množstva údajov z rôznych oblastí, čo vyžaduje spoluprácu viacerých odborníkov, ktorí musia zohľadniť množstvo technických a právnych noriem. Softvér by mal v prvom rade uľahčiť spoluprácu medzi spracovateľmi tým, že čiastočné výsledky budú kompatibilné a prenositeľné na ďalšie spracovanie. Rovnako je dôležité, aby softvér každému spracovateľovi, pre každú oblasť a fázu práce ponúkal požadované výpočtové metódy a databázy vstupných údajov. Nevyhnutnou podmienkou je, aby tieto databázy boli editovateľné, to znamená aby bolo do nich možné pridávať vlastné informácie napr. o materiáloch, konštrukciách, výrobných systémoch. V každom štádiu je potrebné spracovať aj čiastočné výstupy, ktoré tvoria samostatné časti energetického auditu alebo aj iných dokumentov ako sú projektové energetické hodnotenia, energetické certifikáty alebo investičné projekty pre napr. garantované energetické služby. Software I+ toto všetko umožňuje, čo bolo overené na stovkách energetických auditoch a tisícach energetických certifikátov a projektových energetických hodnoteniach.

LITERATÚRA

CHMÚRNY, I. *Tepelná ochrana budov*. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 80-889-0527-3

DAHLSVEEN, T. – PETRÁŠ, D. – CHMÚRNY, I. – SMOLA, A. – LULKOVIČOVÁ, O. – FÜRI, B. – KONKOL, R. *Energetický audit a certifikácia budov*. Bratislava: Jaga, 2008. ISBN 978-80-8076-063-2

HROMNÍKOVÁ, M. *Obnova bytového fondu*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2004. ISBN 80-227-2123-9

Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky. *Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie*. Bratislava, 2013.

TOMAŠOVIČ, P. – BEŤKO, B. – PERÁČKOVÁ, J. *Zvuková a tepelná ochrana v budovách*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 978-80-2272-394-7

Zákon č. 300/2012 Z. z. z 18. septembra 2012, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 321/2014 Z. z. z 21. októbra 2014 o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Zákon č. 555/2005 Z. z. z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Zákon č. 150/2013 Z. z. z 15. mája 2013 o Štátom fonde rozvoja bývania.

Zákon č. 443/2010 Z. z. z 26. októbra 2010 o dotáciách na rozvoj bývania a o sociálnom bývaní.

Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 z 12. novembra 2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 324/2016 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 284/2013 Z. z. z 20. augusta 2013 o podrobniacích o výške poskytovanej podpory zo Štátneho fondu rozvoja bývania, o všeobecných podmienkach poskytnutia podpory a o obsahu žiadosti.

Vyhláška Ministerstva hospodárstva č. 14/2016 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla a teplej vody.

Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 319/2015 Z. z. o skúške odbornej spôsobilosti na výkon činnosti energetického audítora.

Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite.

Vyhláška Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 59/2008 Z. z. zo 14. februára 2008, ktorou sa mení a dopĺňa vyhlášku Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 328/2005 Z. z., ktorou sa určuje spôsob overovania hospodárnosti prevádzky sústavy tepelných zariadení, ukazovatele energetickej účinnosti zariadení na výrobu tepla a distribúciu tepla, normatívne ukazovatele spotreby tepla, rozsah ekonomicky oprávnených nákladov na overenie hospodárnosti prevádzky sústavy tepelných zariadení a spôsob úhrady týchto nákladov.

STN 73 0540-1 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.

Časť 1: Terminológia.

STN 73 0540-2 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.

Časť 2: Funkčné požiadavky.

STN 73 0540-2/Z1 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky.

STN 73 0540-3 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.

Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov.

STN EN ISO 12241 Tepelná izolácia technických zariadení budov a priemyselných inštalácií.

Výpočtové pravidlá.

STN EN 1264-3 Vykurovacie a chladiace systémy zabudované pod povrchom s vodou ako teplonosnou látkou. Časť 3: Dimenzovanie.

STN EN 12831-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 1: Tepelný príkon, Modul M3-3.

STN EN 15316-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 1: Všeobecné a energetické vyjadrenie výkonnosti.

STN EN 15316-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 2: Systémy odovzdávania tepla a chladu do priestoru.

STN EN 15316-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3: Systémy rozvodu tepla, chladu a teplej úžitkovej vody.

STN EN 15316-4-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-1: Systémy výroby tepla a prípravy úžitkovej teplej vody, spaľovacie systémy (kotly, biomasa).

STN EN 15316-4-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-2: Systémy výroby tepla, systémy tepelného čerpadla.

STN EN 15316-4-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-3: Systémy výroby tepla, tepelné solárne a fotovoltaické systémy.

STN EN 15316-4-4 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-4: Systémy výroby tepla, systémy kombinovanej výroby elektriny a tepla integrované v budovách.

STN EN 15316-4-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-5: Diaľkové vykurovanie a chladenie.

STN EN 15316-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 5: Vykurovanie a skladovacie systémy úžitkovej teplej vody (nie chladenie).

STN EN 15459 Energetická hospodárnosť budov. Postupy ekonomickeho hodnotenia energetických systémov v budovách.

STN EN 16247-1 Energetické audity. Časť 1: Všeobecné požiadavky.

STN EN 16247-2 Energetické audity. Časť 2: Budovy.

STN EN 16247-3 Energetické audity. Časť 3: Procesy.

STN EN 16247-4 Energetické audity. Časť 4: Doprava.

STN EN 16247-5 Energetické audity. Časť 5: Kompetentnosť energetických audítorov.

STN EN ISO 10077-1 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 1: Všeobecne.

STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobnejšie výpočty.

STN EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy.

STN EN ISO 13789 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním. Výpočtová metóda.

STN EN ISO 13790/NA Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie.

STN EN ISO 52016-1 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby tepla na vykurovanie a chladenie, vnútorné teploty a cieľná a latentná tepelná záťaž. Časť 1: Výpočtové postupy.

STN EN ISO 6946 Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda.

<http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-teplna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>

<http://www.kurzy-online.sk/makroekonomika/inflacia/>

<http://www.sfrb.sk/>

<http://portal.gov.sk>

<http://www.nbs.sk>

<http://portal.statistics.sk>

<http://www.urso.gov.sk>

doc. Ing. Michal Krajčík, PhD. – prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
Ing. Ingrida Skalíková

ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOV

Vydala Slovenská technická univerzita v Bratislave vo Vydavateľstve SPEKTRUM STU,
Bratislava, Vazovova 5, v roku 2019.

Edícia skript

Rozsah 220 strán, 33 obrázkov, 95 tabuliek, 11,967 AH, 12,308 VH, 2. doplnené vydanie,
edičné číslo 6010, tlač ForPress NITRIANSKE TLAČIARNE, s. r. o.

85 – 206 – 2019

ISBN 978-80-227-4903-9

ISBN 978-80-227-4462-1 (1. vydanie, r. 2015)