

PRÍLOHA č. 6

Úsporné opatrenia pre zníženie spotreby tepla zateplením objektu

ÚSPORNÉ OPATRENIE PRE ZNÍŽENIE SPOTREBY TEPLA ZATEPLENÍM OBYTNÉHO DOMU

Od počiatku realizácie výstavby bytových domov v panelových technológiách až do súčasného obdobia sa uplatňovali rôzne typy stavebných sústav, ktoré sú rozlíšiteľné hlavne podľa technológií a použitých materiálov obvodového plášťa, ktoré zodpovedajú technickým požiadavkám v príslušnom období realizácie.

Bytové domy na Slovensku boli postavené najmä veľkopanelovými technológiami s betónovými obvodovými stenami a s ľahkými plnivami (troskopemzobetón, keramzitbetón), pórobetónovými a od začiatku osemdesiatych rokov aj vrstvenými s tepelnou izoláciou z penového polystyrénu.

Najväčším nedostatkom bytových domov postavených do roku 1992 je vysoká spotreba energie pri prevádzke.

Nepriesvitná časť obvodového plášťa má 45 – 50 % podiel na ploche stavebných konštrukcií, ktorými sa tepelné straty uskutočňujú a cca 30 - 35 % podiel na tepelných stratách obytnej budovy. Väčšina obvodových stien existujúcich panelových domov má tepelný odpor $R < 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Priesvitné časti obvodového plášťa tvorené oknami a balkónovými dverami sa podieľajú 15 – 30 % na ploche stavebných konštrukcií, ktorými sa uskutočňujú straty tepla bytového domu, ale výška straty tepla predstavuje až 30 – 55 % z celkových strát.

Tepelnoizolačné vlastnosti okien a balkónových dverí sú 2 – 3 krát nižšie ako tepelnoizolačné vlastnosti plnej - nepriesvitnej časti obvodového plášťa. Navyše škárami medzi krídlami a rámom priesvitnej konštrukcie sa uskutočňuje nežiadúca výmena vzduchu infiltráciou. Tepelné straty vznikajú aj nedostatočne zaizolovanou a zatesnenou škárou medzi priesvitnou a plnou časťou obvodového plášťa.

Bytové domy realizované v panelových technológiách sú zväčša postavené s plochými strechami. Podiel plochy strechy na celkovej ploche konštrukcií budovy, ktorými sa uskutočňujú tepelné straty, je závislý na podlažnosti objektu. U nízkopodlažného domu môže mať strecha podiel cca 30 %. Narastaním poschodí sa tento podiel znižuje. Plocha strechy u viac ako 10 podlažného domu je cca 10 % z celkovej ochladzovanej plochy, pričom tepelné straty činia cca 3 – 8 % z celkových strát. Tepelný odpor strešného plášťa je v závislosti na období realizácie v rozpätí $0,65 - 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$. Podiel strát tepla do terénu objektu predstavuje cca 3 – 6 % z celkových strát.

Nároky na tepelný odpor stavebných konštrukcií sa postupom času pod vplyvom rastúcich cien energií menili. V minulosti navrhované konštrukcie nevyhovujú dnešným prísnejším požiadavkám a na dosiahnutie normou odporúčaných hodnôt je potrebné pristúpiť k dodatočnému zatepleniu jednotlivých stavebných konštrukcií, ktorými sa tepelné straty uskutočňujú.

Argumenty pre zatepl'ovanie objektov

Je všeobecne známe, že v priemernej domácnosti sa cca 60% z celkovej spotreby energie spotrebuje práve na vykurovanie. Zatepl'ovanie objektov sa uskutočňuje ako logický dôsledok potreby zníženia spotreby energie a nákladov, zlepšenia fyzického stavu budov, odstránenia nedostatkov vyplývajúcich zo zanedbania údržby, snahy zabezpečiť technické parametre zodpovedajúce požiadavkám kladeným na stavebné konštrukcie a budovy v súčasnosti.

Zabezpečenie tepelnej ochrany budovy dodatočným zateplením má tieto hlavné priaznivé účinky :

- zníženie spotreby energie na vykurovanie
- odstránenie hygienických nedostatkov (plesne)
- vytváranie podmienok tepelnej pohody v bytoch zvýšením vnútornej povrchovej teploty stien
- zvýšenie tepelnej zotrvačnosti stavebných konštrukcií a spomalenie chladnutia miestností pri odstávke vykurovania
- odstránenie nedostatkov v tesnosti obvodových konštrukcií
- zamedzenie korózie výstuže v stykových bodoch
- zníženie vplyvu teplotného rozdielu pôsobiaceho na nosné konštrukcie

Spôsoby zatepl'ovania

Obvodový plášť - nepriesvitná časť

Pre zateplenie obvodového plášťa je možné použiť systémy kontaktné s vrstvami na seba naväzujúcimi a systémy odvetrané, ktoré majú medzi tepelnoizolačnou vrstvou a povrchovou úpravou odvetranú vzduchovú vrstvu.

Medzi v súčasnosti najčastejšie používané zatepl'ovacie systémy kontaktné (KZS) patria systémy TERRANOVA a BAUMIT zo starších sú známe systémy LOBA, RENOV, STO, CAPAROL.

Tepelnoizolačnú vrstvu KZS tvoria dosky z:

- penového alebo extrudovaného polystyrénu
- minerálnovláknitých dosiek
- kombinovaných dosiek

pričom STN 73 0802 Požiarna bezpečnosť stavieb hovorí že, ak je výška stavby $h > 22,5$ m, je možné v zatepl'ovacom systéme použiť iba neľahko horľavé materiály. Nie je možné do výšky $h = 22,5$ m použiť ako tepelnú izoláciu plasty (napr. polystyrén) a nad túto výšku použiť iné neľahko horľavé materiály (napr. nobasil)

Povrchovú vrstvu delíme podľa omietok a ich štruktúry:

- minerálne
- silikátové
- akrylátové
- silikónové

pritom všetky môžu byť hladké alebo ryhované.

Výhody kontaktného zatepl'ovacieho systému:

- kompaktnosť vrstvenej konštrukcie
- nedochádza k oslabeniu tepelnoizolačnej vrstvy

- možnosť výberu zo širokej škály farieb povrchovej omietky

Z odvetraných zatepľovacích systémov sú u nás známe: COLOROC (fasádny prvok sú profilované betónové kamene), TATRANEC (fasáda keramické obkladové dosky), SPIDI (rôzne druhy obkladových materiálov).

Výhody odvetraného zatepľovacieho systému:

- vysoká životnosť (tým, že je systém odvetraný nenastáva kondenzácia vodných pár
- suchá montáž nelimitovaná vonkajšou teplotou ani sezónnosťou
- vysoká variabilita štruktúry obkladových materiálov (tvarované plechy, Slovinyl Siding, cementovláknité a drevovláknité dosky, keramický obklad, betónové tvarovky)

Okenné a dverné otvory

Najjednoduchším opatrením je dôsledné utesnenie všetkých škár profesionálne nainštalovaným tesnením, ktoré treba pravidelne udržiavať. Ak sa nedá vysoká infiltrácia odstrániť týmto spôsobom, oplatí sa okná príp. dvere vymeniť. Tieto opatrenia sú efektívne, ak sú otvorové výplne do značnej miery opotrebované, zdeformované resp. sú po predpokladanej dobe životnosti. Podstatné zníženie tepelných strát o 30 - 50 % je možné dosiahnuť použitím okien s izolačnými dvoj alebo trojsklami.

Zníženie infiltrácie tepla z bytov do nevykurovaných priestorov (chodby, schodiská) a úniku tepla cez vstupné dvere možno dosiahnuť osadením dvojitéch vstupných dvier a zvýšením tepelnoizolačných vlastností zasklených i nezasklených častí dvier.

Strešný plášť

Zvýšenie tepelného odporu strešného plášťa je možné dosiahnuť použitím rôznych zatepľovacích systémov jednoplášťových a dvojplášťových striech. Účinnosť zateplenia dvojplášťových striech sa dosiahne iba pri vytvorení podmienok uzatvorenej vzduchovej vrstvy. V súčasnosti jedným z riešení aj zateplenia existujúcej strechy je realizácia obytnej nadstavby so šikmou strechou. Najbežnejšie prevedenia zateplenia strešného plášťa sú:

- striekaným polyuretánom
- prídavnou tepelnou izoláciou s novou hydroizolačnou vrstvou systémom obrátenej strechy

Modelový príklad zateplenia bytového domu

Objekt je realizovaný v konštrukčnom systéme T 06B – Košice, vežový typ, ako 14 podlažný s 13 nadzemnými podlažiami a suterénom zapusteným z 2/3 pod úroveň okolitého terénu. Objekt bol odovzdaný do užívania v roku 1973. Ďalšie vstupné údaje o objekte :

- Počet bytov v objekte 64
- Počet bývajúcich osôb 184
- Ročná priemerná spotreba tepla na vykurovanie 1 948 GJ
- Cena tepla od dodávateľa, vrátane DPH 620 Sk/GJ

Stavebné konštrukcie

Nosný stenový systém je v oboch na seba kolmých smeroch tvorený železobetónovými stenami hrúbky 140 mm. Modulová osnova je 3,6 m, konštrukčná výška podlaží 2,80 m. Obvodový plášť je predsadený jednovrstvový zo samonosných troskopemzobetónových panelov hr. 320 m. Výpočtová hodnota tepelného odporu, za predpokladu objemovej hmotnosti troskopemzobetónu $\rho = 1\,400 \text{ kg/m}^3$ je $R = 0,4747 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Strešná konštrukcia je riešená ako dvojplášťová . V prevetrávanom medzistrešnom priestore sú vedené rozvody vykurovania a cirkulácie teplej úžitkovej vody. Výpočtová hodnota tepelného odporu spodného plášťa strešnej konštrukcie je $R = 1,190 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Okenné konštrukcie a loggiové dvere sú drevené zdvojené. Loggie sú predsadené samonosné pripojené k nosnej sústave objektu.

Pôdorysné rozmery objektu sú $22,23 \times 21,04 = 467,7 \text{ m}^2$ a výška objektu $h = 38,5 \text{ m}$.

Nedostatky pôvodného stavu stavebnej konštrukcie

Tepelné nedostatky prejavujúce sa prítomnosťou plesní v kútoch pri podlahe a stope prevažne u bytov s orientáciou na severnú náveternú stranu. Tepelnotechnické vlastnosti obvodového plášťa nespĺňali záväznú podmienku pre povrchovú kondenzáciu uvedenú v čl. 3 STN 73 0540/Z5 - Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov a podmienku o maximálnej spotrebe energie čl. 21 STN 73 0540/Z5, $E_2 < E_{2N} = 130 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$, ktoré boli platné v období realizácie zateplenia.

Statické nedostatky prejavujúce sa u loggií. Steny a stropy loggií vykazovali poškodenie od odlupovania povrchovej úpravy až po rozpad betónového povrchu s obnažením výstužných vložiek prefabrikátov. Na severnej fasáde stredná stena loggií vykazovala šupinový rozpad povrchovej vrstvy betónu. Príčinou vzniku týchto porúch bola nefunkčná hydroizolácia podláh loggií a prestárnuté oplechovanie čiel loggií, v dôsledku čoho dochádzalo k zatekaniu zrážkovej vody do konštrukcií a následnej degradácii betónu a korózii výstužných vložiek. Poškodenie stien bolo hlavne v krížovom styku susedných stropov so strednou loggiovou stenou.

Zateplenie objektu

Zateplenie objektu bolo realizované kontaktným zatepl'ovacím systémom Baumit. Ako tepelná izolácia bol do výšky 22,5 m použitý erudovaný polystyrén EPS – F a nad výšku

22,5 m bol ako tepelná izolácia použitý Nobasil. Rôzna tepelná izolácia si vyžaduje i rôznu povrchovú úpravu. Jednotkové ceny pri použití obidvoch tepelných izolácií sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách.

Tab. č.1 Tepelná izolácia erudovaný polystyrén EPS – F

Skladba systému	mj	Sk / m ² (bez DPH)	Poznámka	R (m ² .K/W)
stierkova lepiaca malta	kg	118,20		
polystyrén EPS – F	m ²	140	hr. 70 mm	1,707
sklotextilná mriežka	m ²	33		
hmoždinky 140 mm	ks	18	Spotreba na m ² 4 ks	
Granopor. omietka	m ²	211,20	hr.2 mm	0,011
Spolu		520,40		min. 1,718

Tab. č.2 Tepelná izolácia Nobasil

Skladba systému	mj	Sk / m ² (bez DPH)	Poznámka	R (m ² .K/W)
stierkova lepiaca malta	kg	180		
Nobasil TF	m ²	386	hr. 70 mm	1,842
sklotextilná mriežka	m ²	33		
hmoždinky 140 mm	ks	27	Spotreba na m ² 6 ks	
Silikón. omietka	m ²	270,80	hr.2 mm	
Spolu		896,80		min. 1,842

Po zateplení sa tepelný odpor obvodového plášťa zvýšil min na :

1. podľa skladby vrstiev použitého zatepľovacieho systému uvedeného v tabuľke č.1 na $R = 2,1927 \text{ m}^2.\text{K/W}$.
2. podľa skladby vrstiev použitého zatepľovacieho systému uvedeného v tabuľke č.2 na $R = 2,3167 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

V obidvoch prípadoch je hodnota tepelného odporu v súlade s STN 73 0540, ktorá pre obnovované budovy doporučuje hodnotu tepelného odporu $R \text{ min. } 2,000 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

K cene uvádzaného stavebného materiálu je nutné prirátat cenu práce, ktorej výška je cca 350,- Sk/m².

Potom pri zateplení **polystyrénom EPS - F** vychádza jednotková cena **870 Sk/m²** a pri zateplení **Nobasilom** cca **1 250 Sk/m²**. Ceny boli platné pre rok 2004 a sú uvedené bez DPH.

V doterajšej praxi bol výklad znenia čl.117 STN 73 0802, že je možná kombinácia materiálov v konštrukciách dodatočného zateplenia obvodových stien, ktoré tvoria požiarneho pás alebo sú v požiarne nebezpečnom priestore v stavbe s výškou viac ako $h = 22,5$ m takým spôsobom, že do $h = 22,5$ m sa použije ako tepelná izolácia plast a vo výške $h > 22,5$ m sa použije ako tepelná izolácia neľahko horľavý materiál a takýmto spôsobom bol zateplený aj predmetný objekt.

Výpočet investícií pri kombinovanom spôsobe zateplenia a pri zateplení celého objektu tepelnou izoláciou Nobasil TF

1. Výška investície zateplenia kontaktným systémom, Baumit pri použití kombinácie tepelnoizolačných materiálov :

$h \leq 22,5$ m 1 719 m²

$h > 22,5$ m 1 076 m²

2 840 530,- Sk bez DPH, resp. 3 380 493,- Sk s DPH.

2. Výška investície zateplenia kontaktným systémom Baumit pri použití tepelnej izolácie Nobasil TF (rešpektovanie čl. 117 STN 73 0802) :

3 493 750,- Sk bez DPH, resp. 4 157 563,- Sk s DPH.

Po prepočítaní spotreby tepla na vykurovanie objektu cez 25 ročný priemerný počet dennostupňov je predpokladaná ročná úspora tepla v objekte **606 GJ**, čo predstavuje **25,6 %** oproti spotrebe tepla pred zateplením.

V obidvoch prípadoch zateplenia bolo uvažované s rovnakou výškou úspory aj keď je hodnota tepelného odporu mierne odlišná v prospech druhej varianty zateplenia.

V ekonomickom hodnotení sa predpokladá že investor (Spoločenstvo vlastníkov bytov) nie je platcom DPH.

Financovanie zateplenia objektu sa predpokladá, že bude zabezpečené úverom vo výške celkovej investície s úrokovou sadzbou 5% p. a. na desať rokov s ročnou anuitnou splátkou.

Splácanie úveru v dvoch variantoch riešenia :

1. Zateplenie kontaktným systémom Baumit pri použití kombinácie tepelnoizolačných materiálov
2. Zateplenia kontaktným systémom Baumit pri použití tepelnej izolácie Nobasil TF

je uvedené v nasledovných tabuľkách.

Kombinácia tepelnoizolačného materiálu

Investičný náklad (Sk):	3 380 493	
Ročná úspora nákladov (Sk):	375 720	IRR: 16,85%
Financovanie vlastnými prostriedkami (Sk):	0	
Financovanie z bankového úveru (Sk):	3 380 493	
Miera nákladov na vlastný kapitál (%):	1,5	
Úroková miera úveru (%):	5	
Doba splatnosti úveru (roky):	10	
Ročná periodicita splácania úveru:	1	
Nominálna diskontná miera (%):	4,05	
Miera Inflácie (%):	2,8	
Reálna diskontná miera (%):	1,22	

Rok investície	Ročné zvýšenie cien energie	Ročná úspora (Sk)	Diskontovaná ročná úspora (Sk)	Čistá súčasná hodnota (Sk)	Splátka úveru (Sk)	Peňažný tok (Sk)
0	-					
1	1,070	402 020	397 191	-2 983 302	-507 074	-109 883
2	1,070	430 162	419 888	-2 563 414	-490 171	-180 166
3	1,070	460 273	443 883	-2 119 531	-473 269	-209 552
4	1,070	492 492	469 249	-1 650 281	-456 367	-196 669
5	1,070	526 967	496 065	-1 154 217	-439 464	-140 069
6	1,070	563 854	524 413	-629 804	-422 562	-38 218
7	1,070	603 324	554 381	-75 423	-405 659	110 504
8	1,070	645 557	586 061	510 637	-388 757	307 808
9	1,070	690 746	619 552	1 130 189	-371 854	555 505
10	1,070	739 098	654 956	1 785 146	-354 952	855 510
11	1,070	790 835	692 384	2 477 530		1 547 894
12	1,070	846 193	731 951	3 209 481		2 279 845
13	1,070	905 427	773 779	3 983 260		3 053 624
14	1,070	968 807	817 997	4 801 257		3 871 621
15	1,070	1 036 623	864 742	5 665 998		4 736 363
16	1,070	1 109 187	914 158	6 580 156		5 650 521
17	1,070	1 186 830	966 398	7 546 554		6 616 919
18	1,070	1 269 908	1 021 623	8 568 178		7 638 542
19	1,070	1 358 802	1 080 005	9 648 182		8 718 547
20	1,070	1 453 918	1 141 722	10 789 905		9 860 269

Tepelnoizolačný materiál NOBASIL TF

Investičný náklad (Sk):	4 157 563	
Ročná úspora nákladov (Sk):	375 720	IRR: 13,90%
Financovanie vlastnými prostriedkami (Sk):	0	
Financovanie z bankového úveru (Sk):	4 157 563	
Miera nákladov na vlastný kapitál (%):	1,5	
Úroková miera úveru (%):	5	
Doba splatnosti úveru (roky):	10	
Ročná periodicita splácania úveru:	1	
Nominálna diskontná miera (%):	4,05	
Miera Inflácie (%):	2,8	
Reálna diskontná miera (%):	1,22	

Rok investície	Ročné zvýšenie cien energie	Ročná úspora (Sk)	Diskontovaná ročná úspora (Sk)	Čistá súčasná hodnota (Sk)	Splátka úveru (Sk)	Peňažný tok (Sk)
0	-					
1	1,070	402 020	397 191	-3 760 372	-507 074	-109 883
2	1,070	430 162	419 888	-3 340 484	-490 171	-180 166
3	1,070	460 273	443 883	-2 896 601	-473 269	-209 552
4	1,070	492 492	469 249	-2 427 351	-456 367	-196 669
5	1,070	526 967	496 065	-1 931 287	-439 464	-140 069
6	1,070	563 854	524 413	-1 406 874	-422 562	-38 218
7	1,070	603 324	554 381	-852 493	-405 659	110 504
8	1,070	645 557	586 061	-266 433	-388 757	307 808
9	1,070	690 746	619 552	353 119	-371 854	555 505
10	1,070	739 098	654 956	1 008 076	-354 952	855 510
11	1,070	790 835	692 384	1 700 460		1 547 894
12	1,070	846 193	731 951	2 432 411		2 279 845
13	1,070	905 427	773 779	3 206 190		3 053 624
14	1,070	968 807	817 997	4 024 187		3 871 621
15	1,070	1 036 623	864 742	4 888 928		4 736 363
16	1,070	1 109 187	914 158	5 803 086		5 650 521
17	1,070	1 186 830	966 398	6 769 484		6 616 919
18	1,070	1 269 908	1 021 623	7 791 108		7 638 542
19	1,070	1 358 802	1 080 005	8 871 112		8 718 547
20	1,070	1 453 918	1 141 722	10 012 835		9 860 269