

THE PROBLEMS OF RETROFITTING OF DWELLINGS

V. Stankevičius & A. Burlingis

To cite this article: V. Stankevičius & A. Burlingis (1996) THE PROBLEMS OF RETROFITTING OF DWELLINGS, *Statyba*, 2:5, 71-79, DOI: [10.1080/13921525.1996.10531550](https://doi.org/10.1080/13921525.1996.10531550)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1996.10531550>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 63

GYVENAMŲJŲ NAMŲ APŠILTINIMO PROBLEMOS

V. Stankevičius, A. Burlingis

Brangstant energijai pradėjome taupyti šilumą. Akivaizdu, jog pastatai yra prastai apšiltinti, todėl jiems šildyti suvartojame nemažai kuro. Atrodytų, viskas aišku - reikia papildomai apšiltinti pastatų atitvaras, ir tokiu būdu bus galima sutaupyti apie 50% šilumos energijos per šildymo laikotarpį. Dažniausiai taip ir sako apšiltinančias medžiagas parduodančių firmų atstovai - jūs sutaupsite tam tikrą kiekį šilumos. Tačiau visada nutylima, kiek lėšų prireiks, norint papildomai apšiltinti pastatą. Su naujai statomais pastatais viskas aišku - apšiltinančios medžiagos nedaug padidina bendrąsias statybos išlaidas.

Daug sudėtingiau su senesniais pastatais. Papildomai įdėtos lėšos jiems apšiltinti dažniausiai neatsiperka, kadangi didžiąją lėšų dalį sudaro ne apšiltinančios medžiagos kaina, bet išorinė apdaila, įvairios papildomos medžiagos bei išlaidos, taip pat darbo kaina.

Šilumą taupyti apsimoka priklausomai nuo šiluminės energijos kainos, statybinių medžiagų bei darbų kainos, nuo žemiausios palūkanų normos rinkoje, iš dalies - nuo gyventojų uždarbio dydžio. Jeigu kasmetiniai sutaupymai, papildomai apšiltinant pastatus, duotų pelną, didesnę už žemiausią rinkos palūkanų normą, vertėtų išleisti pinigus papildomam apšiltinimui, nei laikyti banke.

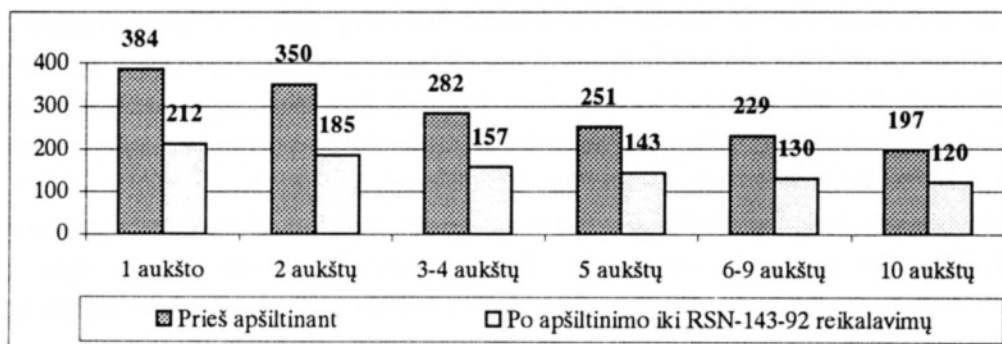
Anksčiau pastatytų gyvenamųjų namų atitvarų apšiltinimo būklė pateikta 1 lentelėje, o Lietuvos gyvenamojo fondo duomenys - atitvarų plotai F (ASI darbuotojos R.Levandauskienės), vidutiniai metiniai šilumos nuostoliai šildymui Q bei kiti duomenys iki 1995 01 01 - pateikti 2 lentelėje bei 1 paveiksle. Po apšiltinimo iki RSN-143-92 "Pastatų atitvarų šiluminė technika" reikalavimų šilumos nuostoliai sumažėtų iki 1 paveiksle pateiktų reikšmių.

Remiantis Energetikos instituto darbuotojo habil.dr. V.Jankausko nuomone, artimiausią dešimtmetį Lietuvoje dėl lėšų paklausos, ekonominiams skaičiavimams reikėtų imti 10% gryną pelno/palūkanų normą. Pasaulyje šiuo metu yra laukiamas 2.5% santykinis kuro brangimas. Galbūt, kainos ir nekis. Lietuvoje per artimiausius 10 metų, pasak habil.dr. V.Jankausko, nuo 1995 iki 2000 metų vidutinis santykinis šilumos brangimas gali sudaryti apie 6% per metus, o nuo 2000 iki 2005 metų - apie 4.9%/metai. Vadinasi, per ateinančią dešimtmetį Lietuvoje vidutinis santykinis (grynas) šilumos brangimas gali sudaryti apie 5.4% kasmet. Remiantis šiomis prielaidomis bei tuo, kad paskola pastatams apšiltinti šiuo metu teikiama 10-čiai metų (dauguma gyventojų neturi "laisvų" pinigų), galima suskaičiuoti didžiausius dar atsiperkančius įdėjimus pastato atitvaroms papildomai apšiltinti iki RSN-143-92 reikalavimų. Skaičiavimai, pateikti 3, 4 lentelėse (bei 2, 3 ir 4 pav.), apytiksliai parodo lėšų dydį, dar leidžiamą naudoti atitvaroms apšiltinti. Iš šių lentelių matome, jog daugelis atitvaras apšiltinančių priemonių neatsiperka. Reikia pridurti, kad gyventojams, ypač neturtingiems, patraukliausias yra paprastas 2 - 5 metų atsipirkimo laikas. Leistinos lėšos papildomai atitvaroms apšiltinti yra parodytos 2 paveiksle.

1 lentelė. Lietuvos gyvenamųjų namų sienų, pastogės perdangų ir sutapdintų stogų šiltinančios savybės

Eil. Nr.	Atitvaros pavadinimas	Storis, cm	Tankis ρ , kg/m^3	Šilumos varža R, $\text{m}^2\text{K/W}$
SIENOS				
1	Medinės	15		1.2-2.0
2	Mūrinės tinkuotos: -pilnavidurių plytų -skylėtų plytų	51 51		0.82 1.0
3	Mūrinės su silikatinių plytų išorės apdaila	51		0.8
4	Mūrinės su keraminių plytų išorės apdaila: -pilnavidurių plytų -skylėtų plytų	51 51		0.8 0.92
5	Keramzitbartonio plokščių	35	1400	0.7
6	Keramzitbartonio monolito	45	1400	0.85
7	Dujų betono plokščių	30	1000-800	0.8-0.97
8	Palengvintos iš dujų silikato blokelių	32	600	1.08
9	Mūrinės su oro tarpu: -pilnavidurių plytų -skylėtų plytų	42 42		0.78 0.87
PASTOGĖS PERDANGOS				
10	Medinės su spalių užpilu	15		1.45
11	Keraminių blokelių su šlako užpilu	15-20		1.24
12	G/b su šlako užpilu	15-20		1.0
SUTAPDINTI STOGAI				
13	G/b apšiltinti dujų betonu arba dujų silikatu	24	550	1.45
14	G/b apšiltinti dujų betonu	12 16	400 400	1.27 1.48
15	G/b apšiltinti kalibruotu dujų betonu	24 12 16 24	400 350 350 350	2.07 1.32 1.61 2.18
16	G/b apšiltinti maišperličiu	8 16	100-150 100-150	1.92 3.38
17	G/b apšiltinti mineralinės vatos plokštėmis	6 12	175 175	1.39 2.31M

Vidutiniškai 1m^2 grindų; nuostoliai $\text{kWh}/(\text{m}_{\text{gr}}^2 \cdot \text{metai})$



Pastaba: šilumos nuostoliai skaičiuoti esant $T_v = 20^\circ\text{C}$; $Z = 220$ parų; $T_{i\text{š vid.}} = +0.5^\circ\text{C}$.

1 pav. Pastatų vidutiniai metiniai lyginamieji šilumos nuostoliai *prieš* ir *po apšiltinimo* iki RSN-143-92 reikalavimų

2 lentelė. Gyvenamųjų namų atitvarų plotai (1995.01.01) F (mln. m²) ir vidutiniai metiniai šilumos nuostoliai Q*10¹² (Wh) Lietuvoje
(Tv=20°C; Z=220 parų; T_{iš.vd.}= +0.5°C; šildymo sezono pradžios/pabaigos temperatūra T_{iš.pr.}= +10°C)

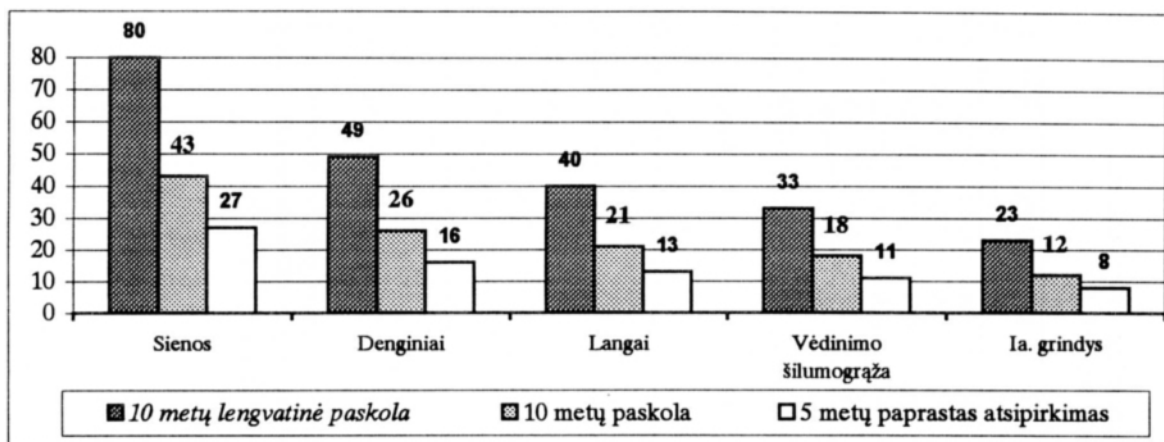
Eil. Nr.	Atitvara	Pastato aukštųingumas		1 aukšto		2 aukštų		3-4 aukštų		5 aukštų		6-9 aukštų		10 ir > aukštų		IŠ VISO:	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q	F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
1	SIENOS, mln. m ²	36.43	3.41	15.68	1.79	2.54	0.29	20.79	2.38	5.40	0.62	1.08	0.12	81.92	8.61		
2	DENGINIAI, mln. m ²	32.22	2.14	7.00	0.50	1.02	0.07	6.01	0.43	0.78	0.055	0.15	0.011	47.18	3.21		
3	LANGAI, mln. m ²	6.60	1.58	2.83	0.69	0.51	0.125	4.27	1.05	0.96	0.24	0.23	0.056	15.40	3.74		
4	Ia. GRINDYS, mln. m ²	31.66	1.67	7.48	0.395	1.01	0.053	5.94	0.314	0.78	0.041	0.15	0.008	47.02	2.48		
5	IŠ VISO:	106.91	8.80	32.99	3.38	5.08	0.54	37.01	4.17	7.92	0.956	1.61	0.195	191.52	18.04		
6	Bendras gyvenamas plotas, mln. m ²	28.02		12.06		2.54		23.1		6.01		1.54		73.27			
7	Bendro gyvenamo ploto dalis, %	38.2%		16.5%		3.5%		31.5%		8.2%		2.1%		100%			
8	Lyginamieji šilumos nuostoliai per atitvaras, kWh/m ² *metai.		314		280		212		181		159		127		246		
9	Bendri (su vėdinimu + infiltracija) šilumos nuostoliai, kWh/m ² *metai.		384		350		282		251		229		197		316		
10	Šildymo sezono pradžios-pabaigos lauko oro temperatūra, °C	+10°C		+10°C		+10°C		+10°C		+10°C		+10°C		+10°C		+10°C	
	Vidutinės lyginamosios išlaidos šildymui, Lt/m ² * mėnuo, kai šilumos kaina 0.072 Lt/kWh, esant Tv=20°C.	3.83	4.00	3.50	3.65	2.81	2.94	2.50	2.61	2.29	2.39	1.97	2.05	3.15	3.29		
12	Tas pats, esant Tv=18°C.	3.44	3.58	3.14	3.28	2.53	2.69	2.25	2.36	2.05	2.15	1.77	1.90	2.83	2.97		

PASTABA: skaičiavimai pagrįsti tokiais dydžiais - infiltracija + vėdinimas - 0.8 karto/h; patalpų švarus aukštis H=2.55m; mėnuo=30.5 dienos.

Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų U (W/m²K) reikšmės: Ia. pastatai - sienos U=0.91; langai U=2.33; Ia. grindys U=0.833; denginiai U=0.645.

Ia. ir daugiaaukščių pastatų - sienos U=1.11; langai U=2.38; Ia. grindys U=0.833; denginiai U=0.69. Vidutinė nešildomo rūšio arba Ia. pagrindžio temperatūra per šildymo sezoną imta +8°C. Skaičiuojant neatsižvelgta į vidinius šilumos išsiskyrimus bei pritekėjimus nuo saulės spinduliavimo, kadangi šilumos reguliavimas vis dar arba rajoninis (šilumos tinklai), arba rankinis (daugumoje privačių namų). Nuostolių dydis gali kisti apie 30%, priklausomai nuo konkretaus šildymo sezono T_{iš.vd.} bei Z pokyčių.

Vidutiniškai 1m² atitvaros; ribiniai įdėjimai Lt/m_{at}²



Pastaba: - išlaidos skaičiuotos esant $T_v=20^{\circ}\text{C}$; $Z=220$ parų; $T_{iš.vid.} = +0.5^{\circ}\text{C}$;

- išlaidos vėdinimo šilumogražai pateiktos 1 m² grindų; tai gali būti ir šilumos nuostolių dėl vėdinimo + infiltracijos sumažinimas pusiau, sandarinant langus ir duris;

- **ekonominės skaičiavimo sąlygos:**

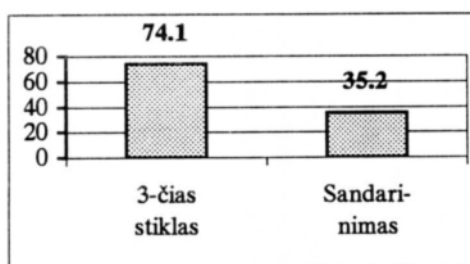
- dabartinė šilumos kaina $C=0.072$ Lt/kWh;

- 10 metų paskola: grynas pelnas (palūkanos) $p=10\%$ /metai; santykinis (grynas) šilumos brangimas $e=5.4\%$ /metai.

- 10 metų lengvatinė paskola: vidutinė infliacija per 10 metų imta $i=15\%$ /metai; vardinės lengvatinės banko palūkanos $p_n=13\%$ /metai; santykinis (grynas) šilumos brangimas $e=5.4\%$ /metai.

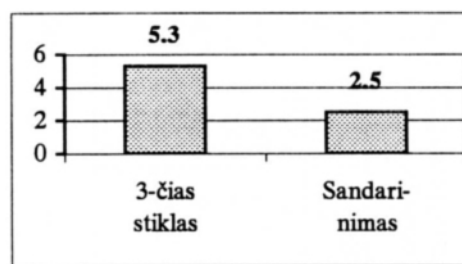
2 pav. Vidutiniai didžiausi dar atsiperkantys įdėjimai atitvaros apšiltinimui iki RSN-143-92 reikalavimų

Langai, sutaupymai kWh/m²*metai



3 pav. Šilumos sutaupymai, kWh/m²*metai

Langai, sutaupymai Lt/m²*metai



4 pav. Lėšų sutaupymai, Lt/m²*metai

Pastaba: sutaupymai dėl 3-čio stiklo pateikti 1 m² atitvaros, o sutaupymai sandarinant - 1 m² grindų ploto.

Skaičiavimų sąlygos: patalpų vidaus temperatūra $T_v=20^{\circ}\text{C}$; šildymo trukmė $Z=220$ parų; vidut. lauko temperatūra šildymo laikotarpiu $T_{iš.vid.} = +0.5^{\circ}\text{C}$; šilumos kaina $C=0.072$ Lt/kWh.

Galimi sutaupymai, sandariai įstačius 3-čią stiklą (1 m_{atit.}² atitvaros):

$$\Delta T = T_v - T_{iš.vid.} = 19.5^{\circ}\text{C}; \text{ atitvaros plotas } F = 1 \text{ m}^2; \Delta U = 2.38 - 1.66 = 0.72.$$

$$\Delta Q = (\Delta U * \Delta T * F * Z * 24) / 1000 \text{ [kWh/m}_{atit.}^2 \text{ metai]}.$$

$$\Delta Q = (0.72 * 19.5 * 1 * 220 * 24) / 1000 = 74.13 \text{ [kWh/m}_{atit.}^2 \text{ metai]}.$$

$$S = 74.13 * 0.072 = 5.30 \text{ [Lt/m}_{atit.}^2 \text{ metai]}.$$

Galimi sutaupymai užsandarinant langus ir duris:

$\Delta Q = (\Delta n * 0.335 * \Delta T * H * Z * 24) / 1000$ [kWh/m_{gr.}² metai], čia Δn - skirtumas tarp senojo didesnio ir naujojo mažesnio patalpos oro pasikeitimų skaičiaus per valandą.

3 lentelė. Didžiausi dar atsiperkantys įdėjimai Lietuvos sąlygomis papildomai ativaroms apšiltinti iki RSN-143-92 reikalavimų, I_R (Lt/m_g^2 ; Lt/m_{at}^2), kai paskolos laikotarpis 10 metų

Eil. Nr.	Pastato aukštumas	1 aukšto		2 aukšto		3-4 aukšto		5 aukšto		6-9 aukšto		10 ir > aukšto		Vidutiniškai	
		ΔQ	S I_R	ΔQ	S I_R	ΔQ	S I_R	ΔQ	S I_R	ΔQ	S I_R	ΔQ	S I_R	ΔQ	S I_R
1	Apšiltinimo vieta Slenas(iš lauko), N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 8.0.	62.5	4.50 36.00	83.3	6.00 48.00	83.5	6.00 48.00	83.7	6.03 48.24	83.9	6.04 48.32	80.6	5.80 46.40	74.2	5.34 42.72
2	Denginiai, N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 8.0.	44.7	3.22 25.76	45.7	3.29 26.32	43.1	3.11 24.88	45.8	3.29 26.32	44.9	3.23 25.84	46.7	3.36 26.88	45.0	3.24 25.92
3	Langai, N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 8.0.	33.3	2.40 19.20	38.9	2.80 22.40	39.2	2.82 22.56	39.8	2.87 22.96	43.8	3.15 25.20	39.1	2.82 22.56	37.0	2.66 21.28
4	Ia. grindys, N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 8.0.	21.2	1.52 12.16	20.7	1.49 11.92	20.8	1.50 12.00	20.9	1.50 12.00	20.5	1.48 11.84	20.0	1.44 11.52	21.1	1.52 12.16
5	Iš viso vidutiniškai 1 m ² grindų ploto.	172	12.38 99.04	165	11.88 95.04	125	9.00 72.00	108	7.78 62.24	99	7.13 57.04	77	5.54 44.32	141	10.15 81.20
6	Vėdinimo šilumograža su $\eta = 50\%$, ilgaamžiškumas N=10 metų, perskaiciavimo (diskonto) daugiklis - 8.0. // $\Delta Q, S, I_R - i 1m_g^2$.	31	2.23 17.84	31	2.23 17.84	31	2.23 17.84	31	2.23 17.84	31	2.23 17.84	31	2.23 17.84	31	2.23 17.84
7	Iš viso vidutiniškai 1 m ² grindų ploto, <i>įskaitant vėdinimo šilumogražą</i> su su $\eta = 50\%$.	203	14.61* 116.88	196	14.11* 112.88	156	11.23* 89.84	139	10.01* 80.08	130	9.36* 74.88	108	7.77* 62.16	172	12.38* 99.04

PASTABA: skaičiavimai galioja, jei pastato ativaros likutinis ilgaamžiškumas po atnaujinimo bus ne mažesnis už taupymo priemonės norminį ilgaamžiškumą arba paskolos laikotarpį (pvz., langų); * atvirktiniu keliu suskaičiuoti dydžiai, žinant I_R bei bendrąjį perskaiciavimo (diskonto) daugiklį $\alpha = 8.0$.

Kitos skaičiavimo sąlygos: 1. Skaičiuota, esant $T_v = 20^\circ C$; $Z = 220$ parų; $T_{is\ vmd} = +0.5^\circ C$; $H_{pat} = 2.55m$.

2. Skaičiavimuose imta - dabartinė šilumos kaina $C = 0.072$ Lt/kWh;

- santykinis (grynas) vidutinis šilumos brangimas $e = 5.4\%/metai$;

- skaičiuotina gryna pelno(diskonto) norma Lietuvoje $p = 10\%/metai$;

- perskaiciavimo (diskonto) daugiklis α skaičiuojamas

$$\alpha = \frac{1 - (1 + \frac{p-e}{1+e})^{-N}}{\frac{p-e}{1+e}} \quad arba \quad \alpha = \frac{1 - (1+r)^{-N}}{r}, \quad r = \frac{p-e}{1+e};$$

čia e, p - santykinis vidutinis šilumos brangimas bei gryna pelno(palūkanų) norma, imami vieneto dalimis;

r - gryna diskonto(nuvertėjimo) norma, *įvertinant santykinį šilumos brangimą e* ;

N - paskolos laikotarpis(mūsų atveju); norminis taupymo priemonės ilgaamžiškumas; laisvai pasirinktas norimas taupymų laikotarpis (metai).

Žymėjimai:

ΔQ - sutaupymai, kWh/m_{at}²*metai;

S - sutaupymai, Lt/m_{at}²*metai;

I_R - ribiniai įdėjimai, Lt/m_{at}².

4 lentelė. Didžiausi dar atsiperkantys įdėjimai Lietuvos sąlygomis papildomai atitvaroms apšiltinti iki RSN-143-92 reikalavimų, I_R (Lt/m_{gr}^2 ; Lt/m_{at}^2), kai *lengvatinės* paskolos laikotarpis 10 metų

Eil. Nr.	Pastato aukštینگumas	1 aukšto			2 aukštų			3-4 aukštų			5 aukštų			6-9 aukštų			10 ir > aukštų			Vidutiniškai		
		ΔQ	S	I_R	ΔQ	S	I_R	ΔQ	S	I_R	ΔQ	S	I_R	ΔQ	S	I_R	ΔQ	S	I_R	ΔQ	S	I_R
1	Apšiltinimo vieta Sienos(iš lauko), N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 15.0.	62.5	4.50	67.50	83.3	6.00	90.00	83.5	6.00	90.00	83.7	6.03	90.45	83.9	6.04	90.60	80.6	5.80	87.00	74.2	5.34	80.10
2	Denginiai, N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 15.0.	44.7	3.22	48.30	45.7	3.29	49.35	43.1	3.11	46.65	45.8	3.29	49.35	44.9	3.23	48.45	46.7	3.36	50.40	45.0	3.24	48.60
3	Langai, N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 15.0.	33.3	2.40	36.00	38.9	2.80	42.00	39.2	2.82	42.30	39.8	2.87	43.05	43.8	3.15	47.25	39.1	2.82	42.30	37.0	2.66	39.90
4	Ia. grindys, N=30 metų; paskola 10 metų; perskaiciavimo(diskonto) daugiklis - 15.0.	21.2	1.52	22.80	20.7	1.49	22.35	20.8	1.50	22.50	20.9	1.50	22.50	20.5	1.48	22.20	20.0	1.44	21.60	21.1	1.52	22.80
5	Iš viso vidutiniškai 1 m ² grindų ploto.	172	12.38	185.70	165	11.88	178.20	125	9.00	135.00	108	7.78	116.70	99	7.13	106.95	77	5.54	83.10	141	10.15	152.25
6	Vėdinimo šilumogrąža su $\eta = 50\%$, ilgaamžiškumas N=10 metų, perskaiciavimo (diskonto) daugiklis - 15.0. // $\Delta Q, S, I_R - i 1m_{gr}^2$.	31	2.23	33.45	31	2.23	33.45	31	2.23	33.45	31	2.23	33.45	31	2.23	33.45	31	2.23	33.45	31	2.23	33.45
7	Iš viso vidutiniškai 1 m ² grindų ploto, įskaitant vėdinimo šilumogrąžą su $\eta = 50\%$.	203	14.61*	219.15	196	14.11*	211.65	156	11.23*	168.45	139	10.01*	150.15	130	9.36*	140.40	108	7.77*	116.55	172	12.38*	185.70

PASTABA: skaičiavimai galioja, jei pastato atitvaros likutinis ilgaamžiškumas po atnaujinimo bus ne mažesnis už taupymo priemonės norminį ilgaamžiškumą arba paskolos laikotarpį (pvz. langų); * atvirktiniu keliu suskaičiuoti dydžiai, žinant I_R bei bendrąjį perskaiciavimo (diskonto) daugiklį $\alpha = 15.0$.

Kitos skaičiavimo sąlygos: 1. Skaičiuota, esant $T_v = 20^\circ C$; $Z = 220$ parų; $T_{is,vm} = +0.5^\circ C$; $H_{p,at} = 2.55m$.

2. Skaičiavimuose priimta - dabartinė šilumos kaina $C = 0.072$ Lt/kWh;

- santykinis (grynas) vidutinis šilumos brangimas $e = 5.4\%/metai$;

- vardinė (nominali) banko *leigvatinė* palūkanų norma $p_n = 13\%/metai$;

- imta vidutinė infliacija per ateinančius 10 metų apie $i = 15\%/metai$;

- perskaiciavimo (diskonto) daugiklis α skaičiuojamas

$$\alpha = \frac{1 - (1 + r)^{-N}}{r}, \quad r_i = \frac{p_n - i}{1 + i}, \quad r = \frac{i - e}{1 + e};$$

čia e, p_n - santykinis vidutinis šilumos brangimas bei vardinė banko palūkanų norma, imami vieneto dalimis;

r_i - gryna palūkanų(diskonto) norma, *įvertinant infliaciją i*, t.y. atmetant ją;

r - gryna diskonto(nuvertėjimo) norma, *įvertinant dar ir santykinį šilumos brangimą e*;

mums bus $r = 6.77\%/metai$;

N - paskolos laikotarpis (metai).

Žymėjimai:

ΔQ - sutaupymai, kWh/m²*metai;

S - sutaupymai, Lt/m²*metai;

I_R - ribiniai įdėjimai, Lt/m².

Jei laikysime, kad per šildymo laikotarpį pastatų vidutinis oro pasikeitimų skaičius $n_s=0.9$ k/h, o naujasis oro pasikeitimų skaičius užsandinus langus ir duris $n_n=0.5$ k/h, tai oro pasikeitimų skirtumas $\Delta n=0.4$ k/h; patalpų "švarus" aukštis $H=2.55$ m.

$$\Delta Q=(0.4*0.335*19.5*2.55*220*24)/1000=35.18 \text{ [kWh/m}_{gr}^2 \text{ metai]},$$

$$S=35.18*0.072=2.53 \text{ [Lt/m}_{gr}^2 \text{ metai]}.$$

Šiuo metu, atsižvelgiant į šilumą taupančių priemonių atsipirkimą bei įdedamų lėšų dydį, galima siūlyti šiuos taupymo būdus tokia eilės tvarka:

1. Langų ir durų sandarinimas (sutaupymo galimybės nuo 9% 1-aukščiuose iki 17% daugiaaukščiuose namuose; atsiperka per 1.5-3 metus; lėšų įdėjimai nedideli);
2. Taupių dušo galvučių įrengimas (kaina apie 50 Lt; sutaupo apie 10% karšto vandens, tačiau tai labai priklauso nuo gyventojų įpročių);
3. Vandens čiaupų tėkmės ribotuvų įrengimas (sutaupoma panašiai, kaip ir taupių dušo galvučių įstatymas);
4. Visų blogai apšiltintų vamzdynų papildomas apšiltinimas, ypač rūsiuose, šilumos punktuose (greitai atsiperkanti ir santykinai pigi priemonė);
5. Atspindinčių plėvelių įrengimas už radiatorių /iki 45% sutaupymų per sieną/ (*čia reikia pabrėžti, jog tarp radiatoriaus ir sienos turi būti bent 20 mm oro tarpas; paskutiniai tyrimai šioje srityje[2]: gaminant atspindinčios plėvelės pagrindą su keteromis, sukuriama konvekcija kylantys oro srautai, kurie neleidžia užsistovėti orui už radiatoriaus ir didėti oro temperatūrai; tokia keterota atspindinti plėvelė padeda sutaupyti iki 15% patalpų šilumos /kol ji nauja ir neapdulkėjusi/; deja, daug kur įrengti ketiniai radiatoriai tiesiog glaudžiasi su sienos paviršiumi, todėl tokiomis sąlygomis neįmanoma panaudoti atspindinčių plėvelių*);
6. Trečio stiklo (arba skaidrios lavsaninės plėvelės/paketo; paketas- 5-8%) įstatymas į langą (stiklas atsiperka per 9-12 metų, sutaupo apie 4-6% šilumos; pagerina vidaus klimatą) */plačiau žiūrėti 3 ir 4 pav./*;
7. Priemonių derinys: atspindinčių šilumą žaliuzių įstatymas į lango tarpstiklę, neužtraukiant sunkiųjų užuolaidų ant langų ir *radiatorių* sutemus; tai siūloma daryti, kai gyventojas nori pasikabinti žaliuzes ir dėl kitų (ne šilumos taupymo) priežasčių (bendruosius šilumos nuostolius galima sumažinti 4-5% arba 26-27% per langus);
8. Šildymo sistemos hidraulinis suderinimas /stovų krūvio suderinimas/ (iki 5% sumažėja šilumos nuostoliai);
9. Pastato šilumos apskaitos įrengimas (tai neišvengiamai būtina priemonė taupyti);
10. Šildymo sistemos automatinis reguliavimas:
 - šilumos punkto/katilo darbas atsižvelgiant į lauko temperatūrą (sutaupoma iki 5% šilumos šildymui),
 - šildymo sumažinimas naktį 3-5°C (sutaupoma 5-8% šilumos šildymui),
 - skirtingos patalpų temperatūros palaikymas dieną pagal aplinkybes,
 - radiatorinių termoventilių su šilumos suvartojimo radiatoriniais davikliais įrengimas, t.y. kiekvienos patalpos temperatūros reguliavimas bei apskaita (sutaupoma 5% šilumos šildymui);
11. Pastogės grindų apšiltinimas mažaaukščiuose pastatuose, ypač jei tai gali atlikti pats savininkas (galima sutaupyti apie 16% šilumos 1-aukščiuose ir 9% 2-aukščiuose namuose; paprastas atsipirkimo laikas 10-13 metų 1-aukščiams ir 20-24 metai 2-aukščiams namams);
12. Aklinių galinių sienų apšiltinimas iš vidaus, jei tai gali atlikti pats savininkas (visas daugiaaukštis namas gali sutaupyti apie 4% šilumos, tačiau atskiras butas gali sutaupyti nuo 12% viršutiniame aukšte iki 16% viduriniame);

13. Rūsio lubų arba rūsio sienų apšiltinimas mažaaukščiuose pastatuose, jei tai gali atlikti pats savininkas (galima sutaupyti 6% šilumos 1-aukščiuose, 4% 2-aukščiuose, apie 2.5% 5-aukščiuose ir 1.3% 10-aukščiuose namuose).

14. Lodžijų ir balkonų įstiklinimas, ypač jei jos iš P, PV, PR, V pusės (taupant šilumą atsiranda dar ir papildoma erdvė, pagerėja greta esančios patalpos vidaus klimatas žiemą, tačiau ši erdvė turi būti vėdinama);

Visi anksčiau minimi sutaupyti šilumos % *nesumuojami*. Jie gaunami, įvertinant prieš tai panaudotus taupymo būdus.

Iš tikrųjų tik 8-10 šilumos taupymo būdai visas kitas taupymo galimybes paverčia tikrove, tačiau visada tikslinga pirmiau įgyvendinti pačias pigiausias ir veiksmingiausias priemones, ypač jei jos pagerina vidaus klimatą - žiemą pakelia patalpų temperatūrą. Mažai kainuojančios, tačiau taip pat labai svarbios yra tokios priemonės:

- einamojo remonto bei priežiūros praktinių taisyklių sudarymas ir jų laikymasis šilumos punktuose, katilinėse, šildymo, karšto vandens, šalto vandens sistemose,

- energostabos įvedimas (ypač esant automatiniam šildymo sistemos reguliavimui), t.y. kiekvieną savaitę stebėti ir užrašyti žurnale duomenis apie suvartotą energiją šildymui ir karštam vandeniui gyvenamajame name, lyginti su teoriniu arba praktiniu šilumos suvartojimu, priklausančiu nuo vidutinės lauko temperatūros per savaitę; tai leidžia labai greitai pastebėti sutrikimus ir nedelsiant juos ištaisyti.

Vėdinimo šilumogražos įrengimas kol kas neatsiperka, be to, tai sunku įrengti jau pastatytuose ir tam nepritaikytuose betoniniuose mūriniuose pastatuose (galima sutaupyti iki 8% šilumos 1-aukščiuose, 13% 5-aukščiuose, 16% 10-aukščiuose namuose). Apšiltinti sienas iš lauko taip pat kol kas neapsimoka, nors tokiu būdu galima sutaupyti apie 21% šilumos 1-aukščiuose, 34% 5-aukščiuose, 36% 10-aukščiuose namuose. Norint, kad šiltinimo priemonės atsipirktų, reiktų atskirti kapitaliniam remontui ir šiltinimui skirtų lėšų finansavimo šaltinius, kadangi taupo tik šiltinimas, o jo dėka norima atpirkti ir kapitalinio remonto išlaidas. Teikiant paskolas, teisingiausia būtų lengvatines paskolas skirti pastatų kapitaliniam remontui, o paskolas be lengvatų - šilumą taupančioms priemonėms pastatuose įrengti. Pirmiausiai apšiltinti reiktų tuos gyvenamuosius namus, kuriems reikalingas neatidėliotinas kapitalinis remontas.

Remiantis norvegų konsultacinės firmos ENSI (Energy Saving International AS) praktinių stebėjimų duomenimis, galima sutaupyti tokiais būdais:

- energostabos įvedimas - sutaupoma 3% bendro energijos suvartojamo kiekio (šildymui + karštam vandeniui);

- einamojo remonto bei priežiūros taisyklių sudarymas ir laikymasis - sutaupoma 3% bendro energijos suvartojamo kiekio, atmetus prieš tai panaudotas taupymo priemones sutaupymus;

- šildymo sistemos hidraulinis suderinimas padeda sutaupyti iki 5% suvartotos šilumos šildymui;

- šildymo sistemos automatinio reguliavimo įvedimas sutaupo taip pat iki 5% suvartotos šilumos patalpų šildymui, atmetant anksčiau pritaikytas priemones sutaupymus;

- radiatorinių termoventilių įrengimas su vietiniais šilumos vartojimo davikliais - iki 5% suvartotos šilumos šildymui, atmetant anksčiau pritaikytų taupančių priemonių sutaupymus;

- karšto vandens sistemos automatini temperatūros reguliavimas - sutaupoma apie 10% šilumos karštam vandeniui paruošti.

Vengrijoje šildymo sistemos automatinio reguliavimo ir šilumos apskaitos įvedimas davė dar geresnius rezultatus[1]. Buvo paimti du vienodi šalia stovintys 10-ties aukštų gyvenamieji paneliniai namai - geros būklės, pastatyti prieš 12 metų. Pertvarkymams buvo panaudotos tokios priemonės: radiatoriniai termoventiliai, radiatoriniai šilumos matavimo davikliai, vandens skaitikliai butuose, viso namo šilumos skaitiklis, viso namo karšto vandens debito ir šilumos skaitikliai, 2-jų zonų (fasadams) šildymo sistemos temperatūros skaitmeninis

regulatorius pagal lauko oro temperatūrą (šilumos punkte), patalpų temperatūros skirtingas nustatymas per parą bei savaitę, slėgių skirtumo regulatorius šildymo sistemoje (šilumos punkte), automatinis su elektros pavara trieigis vandens sumaišymo čiaupas šildymo sistemoje (šilumos punkte), siurblys su dažnuminiu greičio keitikliu (šilumos punkte).

Gauti tokie bandymo rezultatai (lyginant su palyginamuoju nepertvarkytu namu) :

- bendras šiluminės energijos suvartojimas mažesnis 38 %;
- šilumos suvartojimas šildymui mažesnis 35 %;
- šilumos suvartojimas karštam vandeniui paruošti mažesnis 44 %;
- karšto vandens suvartota 60 % mažiau.

Taip pat pastebėti dideli šilumos suvartojimo skirtumai atskiruose butuose, priklausantys nuo gyventojų įpročių.

Ir Lietuvoje didžiausias dėmesys turėtų būti skirtas šildymo sistemoms pertvarkyti, t.y. automatizuoti bei kruopščiai vartojimo apskaitai įvesti tiek visam pastate, *tiek butuose* (dalis taupymo priemonių, kurios neapsimoka visam namui, gali apsimokėti atskiram butui), nes tikėtis greito geranoriško gyventojų įpročių pasikeitimo taupant ir neturint iš to naudos, būtų beveik beviltiška.

Literatūra

1. Gyorgy Boganyi and Preben Caroe. Energy Saving in District Heating. Phare project, Eger, Hungary // Energy Efficient Building. 1994, p. 171 -174. Published by James and James Limited. London, UK, 344 p.
2. Nick Christy. Reducing Heat Loss Behind Radiators. The novitherm insulation panel // Sustainable and Energy Efficient Building. 1995, p. 168 -170. Published by James and James Limited. London, UK, 432 p.

Įteikta 1996 01 20

THE PROBLEMS OF RETROFITTING OF DWELLINGS

V. Stankevičius, A. Burlingis

S u m m a r y

With the rise of energy prices, the need for saving energy have increased. The existing buildings are poorly insulated, so it seems enough to insulate building envelope additionally and in such a way to save about 50% of annual energy consumption for heating. But there are some problems here. With new constructions everything is clear - the insulating materials do not enlarge the overall cost of building too much. But the situation becomes much more complicated with the existing poorly insulated buildings. The profitability of energy savings in dwelling buildings depends on the relationship between the prices of energy, building materials and workmanship, the market lowest interest rate and partly on average earnings of the inhabitants. The paper submits the data of Lithuania's dwelling stock - thermal conditions of enclosures, dwelling areas, annual average heat losses before and after insulation of enclosures according to the requirements of the building code RSN-143-92 "Thermal Technique of Buildings". We have also calculated the limit investments into additional insulation of enclosures, depending on duration of a bank loan, a bank interest rate, present price of heating and expected probable relative energy price increase in Lithuania. The paying back energy conservation measures and priorities of realization of those measures are suggested under Lithuanian conditions too.