

JĀZEPS PAPLAVKIS
DR.SC.ING.

Latvijas Saeima ir pieņēmusi un Valsts prezidents ir izsludinājis «Ēku energoefektivitātes likumu». Saskaņā ar šo likumu Latvijas Republikas Ministru kabinets (MK) ir izdevis «Noteikumus par ēku energosertifikāciju», kas ir spēkā no 2009. gada 30. janvāra, un «Ēkas energoefektivitātes aprēķina metodi», kura ir spēkā no 2009. gada 1. marta.

Privātmājas jaunbūves energoefektivitāte

Pamatojoties uz «Ēku energoefektivitātes likuma» 11. pantu, projektiem jaunbūvēm un rekonstruējamām ēkām jāizsniedz ēkas pagaidu energosertifikāts, kura derīgums ir 2 gadi. Šā paša likuma 10. pants nosaka, ka energosertifikātu izsniedz energoauditors. Tā kā sertificētu energoauditoru skaits vēl nav pietiekams, Ekonomikas ministrija akceptē, ka pagaidu energosertifikātu jaunbūvēm izsniedz ēku projektētājs.

Tāpēc projektētājiem rodas daudz jautājumu, kā praktiski izveidot energosertifikātu un aprēķināt kopējos siltuma zudumus ēkā.

Grūtības rada tas, ka «Ēkas energoefektivitātes aprēķina metodes» lietošana prasa noteiktu sagatavotību un zināšanas būvfizikā. Tas inženierim-būvkonstruktoram vai arhitektam bieži vien rada problēmas, jo ēkas energoefektivitātes aprēķina metodei nav pielikuma ar metodiskiem noteikumiem, ievaddatiem un aprēķina piemēriem vai ieteikumiem, lai izmantotu konkrētu datorprogrammu.

Izstādē «Māja 2009» rīkotajā seminārā Ķipsalā Ekonomikas ministrijas pārstāvis informēja, ka attiecīga datorprogramma, kas piemērota minētajai metodei un MK noteikumiem par ēku energosertifikāciju, tiks izstrādāta līdz 2009. gada beigām.

Kā rīkoties līdz šīs datorprogrammas izstrādei?

Mūsdienās eksistē vairākas datorprogrammas, kas aprēķina siltuma zudumus ar tā dēvēto statisko vai dinamisko metodi (<http://apps1.eere.energy/buildings/tools.directory/>). Visas šīs programmas izstrādātas saskaņā ar standarta EN ISO 13790:2008 prasībām. Šī standarta prasības ievērotas, veidojot arī MK apstiprināto «Ēku energoefektivitātes aprēķina metodi». Tāpēc mūsu

ieteikums projektētājiem ir izmantot kādu no šīm datorprogrammām, jo tās sniedz pie tiekami precīzu gala rezultātu.

Tālāk parādīsim privātmājas jaunbūves siltuma zudumu aprēķina rezultātus gan pēc būvnormatīvā LBN 002-01 lietotās metodes, gan ar datorprogrammu «DOF-Energia 2.0», ko izmanto vairākās valstis.

Saskaņā ar «Ēku energoefektivitātes likumu» energoefektivitāti nosaka, nēmot vērā attiecīgās ēkas:

- norobežojošo konstrukciju siltumvadīspēju;
- apkures sistēmu;
- karstā ūdens apgādi;
- gaisa kondicionēšanas sistēmas;
- ventilāciju;
- iebūvētās apgaismes sistēmas;
- novietojumu.

Norobežojošo konstrukciju siltuma zudumi saskaņā ar būvnormatīvu LBN 002-01 metodi

Būvnormatīvā LBN 002-01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika» ir noteiktas norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidības koeficientu U_{RN} (W/m^2K) normatīvās vērtības, piemēram, sienām ar masu $100 kg/m^2$ un vairāk

$U_{RN}=0,3 \times k$, (W/m^2K), kur k – temperatūras faktors $k=19/(\Theta_i - \Theta_e)$; Θ_i – iekštelpu temperatūra, Θ_e – vidējā gaisa temperatūra.

Ēkai, kas tiek būvēta Rīgas reģionā, vidējā gaisa temperatūra ir $0^\circ C$ (sk. LBN 003-01 «Būvklimatoloģija»).

Ja iekštelpu temperatūra ir $+18^\circ C$, tad $k=19/(18-0)=1,056$. Ja iekštelpu temperatūra ir $+19^\circ C$, tad $k=19/(19-0)=1,0$. Ja iekštelpu temperatūra ir $+20^\circ C$, tad $k=19/(20-0)=0,95$.

Turpmākajos aprēķinos pieņemsim, ka iekštelpu temperatūra ir $+19^\circ C$, kas atbilst būvnormatīvam LBN 211-98 «Daudzstāvu daudzdzīvokļu nami». Tādējādi visām norobežojošām konstrukcijām mūsu piemērā temperatūras faktors $k=1,0$.

Būvnormatīvs LBN 002-01 nosaka prasības ne tikai ēkas atsevišķu norobežojošo konstrukciju siltumcaurlaidībai, bet arī visas ēkas siltuma zudumiem, izmantojot ēkas siltuma zudumu koeficientu H_T (W/K).

Visas ēkas aprēķina siltuma zudumi nedrīkst pārsniegt normatīvo siltuma zudumu koeficienta vērtību H_{TR}

$$H_T \leq H_{TR}, H_{TR} = h_A \times A, \text{ kur}$$

h_A – ēkas normatīvais īpatnējo siltuma zudumu koeficients $W/(m^2 \times K)$, ko nosaka saskaņā ar būvnormatīva LBN 002-01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika» 12. punktu. Divstāvu ēkām $h_A=0,8(W/m^2K)$.

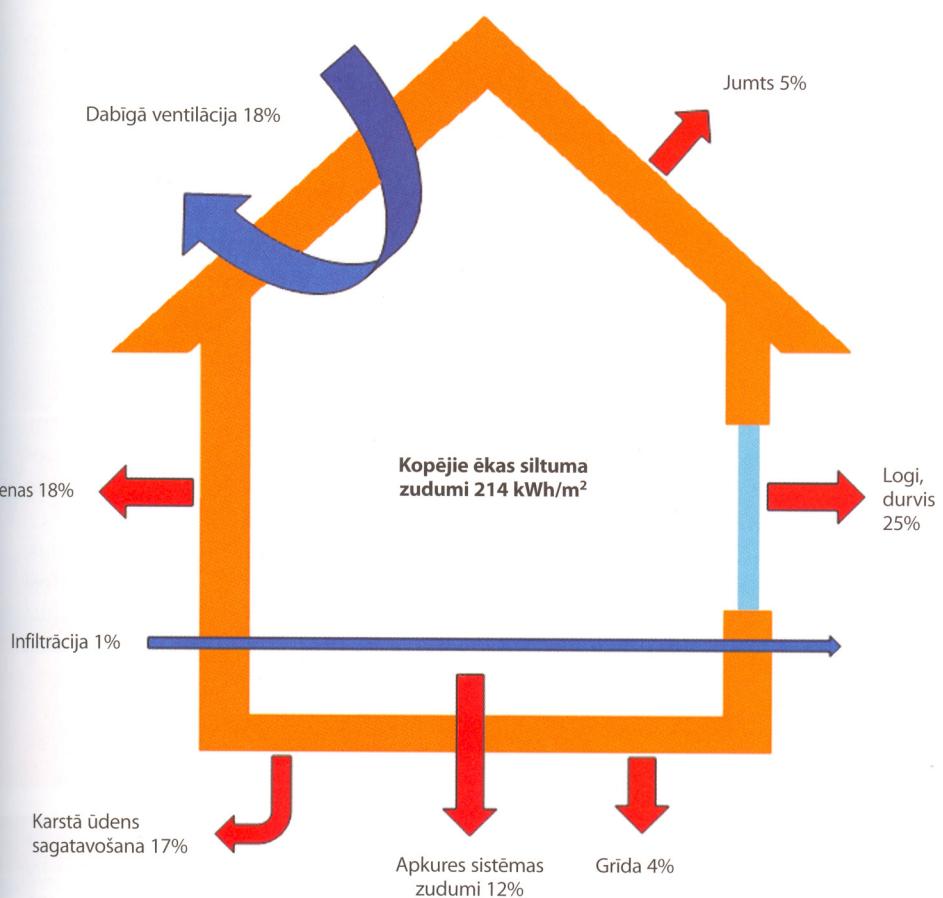
A – dzīvojamās mājas apkurināmo grīdas laukumu summa visos stāvos.

H_{TR} aprēķinā netika nēmta vērā termisko tiltu ietekme, jo konkrētajā projektā paredzētas ārsienas no jaunās paaudzes gāzbetona, kam nav termisko tiltu.

Mūsu piemērā kopējais apkurināmās grīdas laukums abos stāvos $A=132m^2$ un $H_{TR}=0,8 \times 132=105,6 (W/K)$.

Pieņemsim, ka projektētājs ēkas projektā ir paredzējis tādus ārejo norobežojošo konstrukciju un stikloto virsmu risinājumus, kam aprēķina U vērtība saskan ar normatīvām U_{RN} vērtībām.

Pārbaudīsim, vai šajā gadījumā privātmājas jaunbūvei, kam jumta laukums ir $66 m^2 U=0,2 W/m^2 K$ ārsienu laukums ir $170 m^2 U=0,3 W/m^2 K$ grīdas laukums ir $66 m^2 U=0,25 W/m^2 K$ stikloto virsmu laukums ir $40 m^2 U=1,8 W/m^2 K$,



Attēls. Kopējie siltuma zudumi privātmājai.

aprēķina h_A vērtība nepārsniedz būvnormatīvā LBN 002-01 uzrādito pieļaujamo vērtību jeb $h_A \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$:
jumts $66 \times 0,2 = 13,2 \text{ W/K}$
ārsienas $170 \times 0,3 = 51 \text{ W/K}$
grīda $66 \times 0,25 = 16,5 \text{ W/K}$
logi $40 \times 1,8 = 72 \text{ W/K}$
 $152,7 \text{ W/K}$
 $h_A = 152,7 : 66 = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Piezīme: h_A aprēķinā par grīdas laukumu tiek ņemts vērā tikai pirmā stāva grīdas laukums.

Ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients $H_T = 0,45 \times 132 = 59,4 \text{ W/K}$ nepārsniedz normatīvo $H_{TR} = 105,6 (\text{W/K})$ vērtību. Līdz ar to šis LBN 002-01 punkts ir izpildīts un var pievērsties kopējam siltuma zuduma aprēķinam caur ēkas norobežojošām konstrukcijām.

«Ēku energoefektivitātes likuma» 11. pants nosaka, ka energoefektivitātes rādītājus jaunbūvēm norāda būvprojektā būvniecības normatīvajos aktos noteiktajā kārtībā.

Vienīgais būvniecības normatīvais dokument, kur šī aprēķina metode norobežojošām konstrukcijām ietverta, ir LBN 002-01, kurā 2006. gada 26. septembrī saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr. 791 tika veikti grozījumi. Atbilstoši šiem grozījumiem būvprojektos obligāti jānorāda kopējie siltumenerģijas zudumi $E_{\Sigma G}$ kilovatstundās un īpatnējo siltuma zudumu koeficients e_G kilovatstundās uz kvadrātmētru normatīvajā gada laikā.

$E_{\Sigma G} = H_T \times T_{gd} \times 24 \times 10^{-3} \text{ kWh}$, kur
 H_T – ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients vatos uz grādu (W/K),

T_{gd} – normatīvais grāddienu skaits būvietā viena gada apkures periodā, ko nosaka saskaņā ar formulu

$$T_{gd} = \sum D(\Theta_i - \Theta_e), \text{ kur}$$

$\sum D$ – apkures dienu skaits būvietā, ko nosaka saskaņā ar LBN 003-01 «Būvklimatoloģija»,

$$\Theta_i – iekšelpu temperatūra, {}^\circ\text{C},$$

Θ_e – vidējā gaisa temperatūra, ${}^\circ\text{C}$ apkures periodā.

Saskaņā ar LBN 003-01 Rīgā $\Sigma D = 203$ dienas un $Q_e = 0 {}^\circ\text{C}$. Ja $Q_i = 19 {}^\circ\text{C}$, tad

$$E_{\Sigma G} = 59,4 \times 203 \times 19 \times 24 \times 10^{-3} = 5498 \text{ kWh}$$

$$e_G = \frac{E_{\Sigma G}}{L} = \frac{5498}{132} = 41,7 \text{ kWh/mI}$$

kur e_G – ēkas īpatnējo siltuma zudumu koeficients,

L – kopējā ēkas apkurināmā platība abos stāvos.

Izmantojot šo vienkāršoto metodi, jāņem vērā, ka:

Pirmkārt, šī metode neļauj novērtēt visus ēkas siltuma zudumus, bet tikai siltuma zudumus caur ēkas norobežojošām konstrukcijām.

Otrkārt, kā savā rakstā norādījuši Andris Krēslīņš un Anatolijs Borodiņecs, vienkāršotā metode «nav 100% precīza un tās izmantošana var noteikt stingrākas prasības ēkas norobežojošo konstrukciju siltumtehniskajām išaizībām, sevišķi mazstāvu apbūvei. Vienkāršotās metodes izmantošana var novest pie tā, ka ēkas būs jābūvē no norobežojošām konstrukcijām ar zemākiem siltumcaurlaidības koeficientiem, kas savukārt palielinās ēkas celtniecības izmaksas.»¹

Tāpēc, lai aprēķinātu visus ēkas siltuma zudumus, tai skaitā pārbaudītu vienkāršotās metodes precīzitāti, par pamatu jāņem vai nu «Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode» (MK noteikumi Nr. 39) vai arī datorprogramma, kuras ievaddatos iekļauti visi raksturlielumi, kas jāņem vērā saskaņā ar šo aprēķina metodi. Visertākais variants, protams, ir datorprogramma, jo tā ļauj ātri un vispusīgi analizēt visus iespējamos variantus siltuma zudumu samazināšanai, kā arī vajadzīgā mikroklimata nodrošināšanai dzīvojamās telpās.

Ar «Ēku energoefektivitātes likuma» pieņemšanu projektētājiem pilnīgi jāmaina pieja ēku projektēšanā. Ja pirms šī likuma pieņemšanas, lai saņemtu būvatļauju, pieteikta ar ēkas plāna, griezumu un fasādes risinājumiem, paskaidrojuma rakstā atsaucoties tikai uz siltumcaurlaidības koeficiente U_{RN} normatīvo vērtību nodrošināšanu, tad tagad projektam jāpievieno energosertifikāts.

Tāpēc, lai samazinātu apkures izdevumus, projektētājam jāatceras, ka ēkai jābūt pēc iespējas minimālai ārējās virsmas un apkurināmā būvtilpuma attiecībai, optimālai logu virsmas attiecībai pret grīdas laukumu, jāņem vērā ventilācijas sistēmas,

apkures sistēmas, ēkas orientācija, kā arī norobežojošo konstrukciju materiāla izvēle un pārējo faktoru ietekme. Tam visam jānodrošina ne tikai minimāli ēkas apkures izdevumi, bet arī veselīgs mikroklimats dzīvojamās telpās. Higiēnas speciālistu pētījumi ir apstiprinājuši, ka lielākā daļa hronisko slimību cilvēkiem rodas slikta telpu mikroklimata dēļ.

Lai analizētu šos faktorus un noteiktu kopējos ēkas siltuma zudumus, tika izmantotas datorprogrammas «DOF-Energia 2.0» Somijā lietotā versija, kas apstrādāja visus vajadzīgos ievaddatus.

Ēku energoefektivitātes aprēķinu metodē visi nepieciešamie ievaddati nav ieņemti. Dažos gadījumos ir norādita atsauksme uz citiem normatīviem aktiem, taču arī tos iespējams dažādi interpretēt, it sevišķi, ja atsaucas uz Eironormatīviem EN, kas nesniedz rekomendācijas konkrētai valstij.

«DOF-Energia 2.0» izmantoja šādus ievaddatus:

Norobežojošas konstrukcijas. Privātmājas norobežojošo konstrukciju laukumus un aprēķina U(W/m²K) vērtības skaitā iepriekš.

Apkures sistēma. Apkures sistēmas energonesējs – dabas gāze.

Karstā ūdens apgāde. Karstā ūdens patēriņš 1 cilvēkam tika pieņemts 50 l/dienā. 4 cilvēku ģimenei gadā siltā ūdens patēriņš ir 73 m³.

Gaisa kondicionēšanas sistēmas. Privātmājai paredzētas ārsienas no jaunās paudzes gāzbetona, kura siltuminerces rādītāji nepieprasī gaisa kondicionēšanu karstās vasaras dienās.

Ventilācija. Aprēķinos pieņemts, ka privātmājas telpās pilnīga gaisa apmaiņa notiek 2 stundu laikā.

Elektroenerģijas patēriņš. Aprēķinos pieņemti šādi elektroenerģijas patēriņi:

- apgaismei 7 kWh/m² gadā
- ventilācijas iekārtām ar gaisa sasildīšanu 7 kWh/m² gadā
- pārējām iekārtām 36 kWh/m² gadā.
- kopā 50 kWh/m² gadā.

Ja ēkai ir dabīgā ventilācija, tad kopējais elektroenerģijas patēriņš ir 43 kWh/m².

Infiltrācija. Infiltrācijas jeb norobežojošo konstrukciju gaisa caurlaidības (ēkas caurpūšamība vēja ietekmē) siltuma zudumu aprēķini tika pieņemti atbilstoši mērījumiem, kas veikti jaunās paudzes gāzbē-

tona ēkām ($n_{50}=1$ jeb 1m³/m² stundā, ja spiediena starpība ir 50 Pa).

Vēl «DOF-Energia 2.0» nem vērā apkures sistēmas siltuma zudumus, kā arī siltumenerģijas ieguvumus.

Siltumenerģijas ieguvumi ir ieguvumi no saules enerģijas, siltuma, ko izdala telpā esošie cilvēki un sadzīves iekārtas.

Veidojot kopējo ēkas enerģijas patēriņa bilanci, no kopējiem siltuma zudumiem tiek atskaitīti siltuma enerģijas ieguvumi.

Kopējo ēkas siltuma zudumu aprēķina rezultāti parādīti attēlā.

Redzamie gada rezultāti ļauj izdarīt šādus secinājumus:

1) plaši izplatītais uzsvars, ka privātmājas siltuma zudumu samazināšanā galvenais ir ārsieni nosiltināšana, nav precīzs. Lielākie siltuma zudumi ēkā notiek caur logiem un dabīgās ventilācijas sistēmu;

2) būvnormatīva LBN 002-01 vienkāršotā metode siltuma zudumu aprēķinam caur norobežojošām konstrukcijām salīdzinājumā ar «DOF-Energia 2.0» sniedz ļoti atšķirīgus rezultātus – tā uzrāda 2 reizes mazākus siltuma zudumus, tāpēc metodes lietošana siltuma zudumu aprēķināšanā privātmājām ir apšaubāma.

Kādi šajā situācijā ir ieteikumi kopējo siltuma zudumu samazināšanai?

Konkrētajā projektā logu virsma ir 30% grīdas laukuma. LBN 002-01 par optimālu uzskata 20% grīdas laukuma.

Ja logu izmērus atstāj nemainītus, tad U (W/m²K) vērtību logiem var samazināt no 1,8 līdz 1,4 W/m²K, jo šādus logus Latvijā rāzo, piemēram, «Holz plus sistēmas logi».

Dabīgās ventilācijas vietā var plānot piespiedu mehānisko ventilāciju ar gaisa sasildīšanu. Šie pasākumi ļauj kopējos siltuma zudumus samazināt līdz 176 kW/m²;

Siltuma zudumus vēl vairāk iespējams samazināt ar zemes siltumsūkņiem un saules enerģiju karstā ūdens sagatavošanai – zudumi tiks samazināti līdz 80 kWh/m².

Vidējais rādītājs Zviedrijā ir 150 kWh/m², normatīvais rādītājs Igaunijā, sākot ar šo gadu, 180 kWh/m².

Ārsieni U (W/m²K) vērtības samazināšana no 0,3W/m²K līdz 0,2W/m²K jeb viendabīgas sienas papildu siltināšana ļauj kopējos siltuma zudumus samazināt tikai par 2%, taču ārsieni sadārdzinājums ir ievērojami lielāks;

Ļoti liela nozīme siltuma zudumu samazināšanā ir ēkas gaisa caurlaidībai. Šajā

zīņā neapšaubāmas priekšrocības ir viendaibīgām sienām, piemēram, no gāzbetona vai keramiskiem blokiem;

Ja projektā jaunās paudzes gāzbetona sienas aizvietotu ar siltinātām koka karkasa sienām (U=0,25 kWh/m²), kam ir ievērojami lielāka gaisa caurlaidība ($n_{50}=6$), tad kopējie ēkas siltuma zudumi infiltrācijas ietekmē sasniegtu 237 kWh/m².

Slēdziens

Rakstā aplūkota viena no iespējamām kopējos siltuma zudumu aprēķina metodēm, kas ļauj projekttējam analizēt gan kopējos siltuma zudumus, gan ieteikumus to samazināšanai.

Zinot kopējos ēkas siltuma zudumus, var noformēt energosertifikātu atbilstoši «Noteikumiem par ēku energosertifikāciju» (MK noteikumi Nr. 40), tai skaitā aprēķināt oglekļa dioksida (CO₂) emisiju. ■■■



**JĀZEPS
PAPLAVSKIS**

1957. gadā beidzis Rīgas Celtniecības tehnikumu, ieguvis būvtehnika specjalitāti. 1962. gadā absolvējis Rīgas Politehnisko institūtu būvinžiera specialitātē. Studējis aspirantūru Maskavā, saņēmis vecākā zinātniskā līdzstrādnieka grādu. Strādājis Valmieras «ZET Latvenergo», Silikātbetona institūtā par laboratorijas un nodajas vadītāju, no 1982. līdz 1991. gadam – Silikātbetona institūta direktora vietnieks zinātniskajā darbā. Kopš 1991. gada AS AEROC padomes loceklis un valdes priekšsēdētājs. 1991. gadā ieguvis Igaunijas valsts prēmiju tehnikas nozarē, ir Ukrainas Celtniecības akadēmijas iestenais loceklis.

1 Krēslīš A., Borodiņecs A. Ēku atsevišķu norobežojošo konstrukciju siltumtehniskās ipašības saskārjā ar LBN 002-01 prasībām //Latvijas Būvniecība, 2008, Nr. 2.

Avoti

1. Ēku energoefektivitātes likums. 2. LBN 002-01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika».
3. LBN 003-01 «Būvklimatoloģija». 4. LBN 211-98 «Daudzstāvu daudzdzīvokļu namī». 5. Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode. Ministru kabineta noteikumi Nr.39. 6. Noteikumi par ēku energosertifikāciju. Ministru kabineta noteikumi Nr. 40. 7. Borodiņecs A., Krēslīš A. Ēku atsevišķu norobežojošo konstrukciju siltumtehniskās ipašības saskārjā ar LBN 002-01 prasībām // Latvijas Būvniecība, 2008, Nr. 2. 8. Borodiņecs A., Krēslīš A. Latvijas būvnormatīva LBN 002-01»Norobežojošo konstrukciju siltumtehnika» pamatprasības // Latvijas Būvniecība, 2007, Nr. 1.