

RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA

Māris Liepiņš

PAR ĒKU ENERGOEFEKTĪVĪTI

Metodiskie norādījumi diplomantiem

RĪGA
2018. gads

Saturs

1. Vispārīgi jautājumi.....	5
2. Ēku energoefektivitātes minimālās prasības	6
3. Ēku energosertifikāts un ēku pagaidu energosertifikāts.....	7
4. Norobežojošo konstrukciju energoefektivitātes rādītāji.....	8
5. Ēkas norobežojošo konstrukciju energoefektivitātes aprēķins.....	10
5.1. Ēkas siltuma zudumu koeficientu noteikšana	10
5.2. Norobežojošo konstrukciju aprēķina siltuma caurlaidības koeficientu noteikšana	11
5.3. Aprēķina piemērs	Error! Bookmark not defined.
Pielikums.....	22
Ēkas energosertifikāts	22
Ēkas pagaidu enegosertifikāts.....	26
Izmantotā literatūra	29

1. Vispārīgi jautājumi

Ar 2013. gada 9. janvāri ir stājies spēkā 2012. gada 6. decembrī Saeimas pieņemtais jaunais Ēku energoefektivitātes likumu. Likuma mērķis ir veicināt energoresursu racionālu izmantošanu, uzlabojot ēku energoefektivitāti, kā arī informējot sabiedrību par ēku enerģijas patēriņu. Jaunajā likumā tāpat kā iepriekšējā būtiska vērība pievērsta ēku energosertifikācijai. Likumā iekļautas tiesību normas, kas izriet no Eiropas Parlamenta, un Padomes 2010. gada 19. maija direktīvas 2010/31/ES par ēku energoefektivitāti.

2013. gada vidū apstiprināti Ēku energoefektivitātes likumam pakārtotie noteikumi:

- Ministru kabineta 2013. gada 25. jūnija noteikumi Nr.348 „Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode” (turpmāk-MK noteikumi Nr.348);
- Ministru kabineta 2013. gada 9. jūlija noteikumi Nr.383 „Noteikumi par ēku energosertifikāciju” (turpmāk-MK noteikumi Nr.383);
- Ministru kabineta 2013. gada 9. jūlija noteikumi Nr.382 „Noteikumi par neatkarīgiem ekspertiem ēku energoefektivitātes jomā” (turpmāk-MK noteikumi Nr.382).

Noteikumi nosaka:

- 1) energoefektivitātes minimālās prasības jaunbūvēm un rekonstruējamām ēkām;
- 2) ēku energoefektivitātes aprēķina metodi;
- 3) kārtību, kādā veicama ēku energosertifikācija, kā arī attiecīgās ēkas energosertifikāta veidu, paraugu, energosertifikāta saturu, izsniegšanas un reģistrācijas kārtību;
- 4) kārtību, kādā Ekonomikas ministrija pārbauda energosertifikāciju un Būvniecības, enerģētikas un mājojumu valsts aģentūra apkopo, aktualizē un izmanto informāciju par izsniegtajiem ēku energosertifikātiem;
- 5) energoefektivitātes prasības licencēta energoapgādes komersanta valdījumā esošām centralizētām siltumapgādes sistēmām un to atbilstības pārbaudes kārtību;
- 6) pārbaudes kārtību apkures katliem, kuru nominālā jauda ir lielāka par 20 kW, un gaisa kondicionēšanas sistēmām, kuru nominālā jauda ir lielāka par 12 kW;
- 7) prasības energoauditoriem, viņu atbildību, kā arī sertifikācijas un uzraudzības kārtību.

Energoefektivitāte pēc definīcijas nozīmē enerģijas lietderīgu izmantošanu. Lai samazinātu enerģijas patēriņu ēkā, ir nepieciešams saprast, kādi siltuma zudumi ir jākompensē, kāpēc tie ir radušies un kādi energoefektivitātes pasākumi ir jāveic. Tā kā katra māja ir unikāla, tad arī energoefektivitātes pasākumi katrai ēkai būs atšķirīgi.

Atbilstoši Ēku energoefektivitātes likumam ēkas energoefektivitāte ir relatīvs enerģijas daudzums, kas raksturo konkrētās ēkas apkurei, ventilācijai, dzesēšanai, apgaismojumam un karstā ūdens apgādei nepieciešamās enerģijas patēriņu ēkas tipam raksturīgos ekspluatācijas apstākļos. Ēkas energoefektivitāti izsaka kilovatstundās uz kvadrātmetru gadā (kWh/m² gadā).

Vairumam pagājušajā gadsimtā uzceltu daudzstāvu dzīvojamo ēku siltumenerģijas patēriņš apkurei un karstā ūdens sagatavošanai ir robežās no 150 līdz 350 kWh/m² gadā. Pēc dažu ekspertu vērtējuma pareizi uzprojektētai un kvalitatīvi uzceltai ēkai iespējams iztikt ar 50 līdz 60 kWh/m² gadā.

Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode nosaka divu veidu novērtējumus:

- ēkas aprēķinātās energoefektivitātes novērtējums;
- ēkas izmērītās energoefektivitātes novērtējums.

Ēkas aprēķinātās energoefektivitātes novērtējums ir energoefektivitātes novērtējums, kuru veic, pamatojoties uz aprēķiniem par *enerģijas patēriņu ēkas apkures, dzesēšanas, ventilācijas, karstā ūdens sagatavošanas un apgaismojuma vajadzībām*. Ēkas aprēķināto energoefektivitātes novērtējumu var iegūt gan esošām ēkām, gan projektējamām ēkām (jaunbūvēm un rekonstruējamām). Aprēķinos ņem vērā ne tikai ēkas norobežojošo konstrukciju un ēkas tehnisko sistēmu faktorus, *bet arī klimatiskos datus, saules ietekmi, telpu ekspluatācijas režīmus, kā arī faktorus, ko rada cilvēki un ēkā izvietotās iekārtas*.

Aprēķinos ņem vērā visu kondicionētu (apkurinātu vai dzesētu) telpu platības, kā arī nekondicionētu telpu platības, ja gaisa temperatūra tajās ziemā atšķiras no āra, gaisa temperatūras vairāk par 4°C.

Ēkas izmērītās energoefektivitātes novērtējumu var iegūt tikai esošajām ēkām, ja iepriekšējā laika periodā ir veikta energonesēju uzskaitē.

Ēkas energosertifikācija — process, kurā nosaka ekspluatējamās ēkas vai tās daļas energoefektivitāti un izsniedz ēkas energosertifikātu, vai nosaka projektējamās, pārbūvējamās vai atjaunojamās ēkas vai tās daļas plānoto energoefektivitāti un izsniedz ēkas pagaidu energosertifikātu;

Ēku energosertifikācija dod iespēju potenciālajam ēkas pircējam vai īrniekam uzzināt, kāds ir piedāvātās ēkas enerģijas patēriņš ekspluatācijas laikā. Tāpat ēkas energoefektivitātes novērtējums var būt noderīgs pašiem ēku īpašniekiem vai pārvaldītājiem. Novērtējot ēkas energoefektivitāti neatkarīgs eksperts ne tikai aprēķina, kāds ir ēkas enerģijas patēriņš, bet arī dod ieteikumus ēkas energoefektivitātes uzlabošanai.

MK noteikumi Nr.383 nosaka ēku energosertifikācijas kārtību, ēkas energoefektivitātes sertifikāta un ēkas pagaidu energosertifikāta paraugu, reģistrācijas kārtību, ēku energoefektivitātes salīdzinošo vērtēšanas sistēmu, ēku energoefektivitātes klasifikācijas sistēmu, energoefektivitātes prasības un augstas efektivitātes sistēmu izmantošanas prasības gandrīz nulles enerģijas ēkām, pārbaudes kārtību un termiņus apkures sistēmām un gaisa kondicionēšanas sistēmām.

Salīdzinošā vērtēšanas skalā (3. pielikums) ēkas tiek iedalītas klasēs pēc energoefektivitātes rādītājiem: C, D, E un F klase atbilst pamata energoefektivitātes klasēm, A un B klase atbilst paaugstinātas energoefektivitātes klasēm un tās tiek noteiktas atsevišķi dzīvojamām un nedzīvojamām ēkām (sīkāk MK noteikumu Nr.383 14. punktā).

2. Ēku energoefektivitātes minimālās prasības

Ēkas energoefektivitātes minimālās prasības noteiktas saskaņā ar ēku energoefektivitātes likuma 4. pantu, normatīvajiem aktiem būvniecības jomā un piemērojamiem standartiem. Tās piemēro projektējamām, rekonstruējamām vai renovējamām ēkām, kā arī visām jaunbūvēm. Minimālo prasību izmaiņa laika gaitā norādīta, MK noteikumu Nr. 383 5. pielikumā

Ēkas energoefektivitātes minimālās prasības piemēro:

- ēkas ārējo norobežojošo konstrukciju būvelementu kopējiem siltumtehnikajiem parametriem;
- ēkas tehniskām sistēmām (apkures, dzesēšanas, ūdensapgādes, ventilācijas, gaisa kondicionēšanas, apgaismošanas, saules un citām).

Ēkas norobežojošo konstrukciju būvelementu siltumtehnikie parametri ir noteikti ar Ministru kabineta 2015. gada 30. jūnija noteikumiem Nr.339 apstiprinātajā Latvijas būvnormatīvā LBN 002-15 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”.

Ēkas tehniskajām sistēmām spēkā esošos būvniecību regulējošos normatīvajos aktos energoefektivitātes prasības pagaidām nav īpaši atrunātas vai arī iekļautas deklaratīvā veidā, taču ar laiku varētu būt noteiktas konkrētas tehniskas prasības.

3. Ēku energosertifikāts un ēku pagaidu energosertifikāts

Ēku energosertifikāts jeb ēku pagaidu energosertifikāts jeb energoefektivitātes novērtējums ir dokuments, kurā nosaka ēkas energoefektivitāti. Līdzīgi kā jebkurai elektroprecei ir savs enerģijas patēriņa klasifikators, saskaņā ar jauno būvniecības likumu šāds novērtējums jāveic arī ēkām.

Noteikumi nosaka divu veidu sertifikātus:

- ēkas energoefektivitātes sertifikāts (esošām ēkām saskaņā ar 1.pielikumu), kas būs derīgs 10 gadus;
- ēkas energoefektivitātes pagaidu sertifikāts (jaunbūvēm un rekonstruējamām ēkām saskaņā ar 2.pielikumu), kas būs derīgs 2 gadus.

Pēc ēkas energosertifikātā vai pagaidu energosertifikātā ietvertajiem rādītājiem ēkas īpašnieks, apsaimniekotājs vai pircējs varēs salīdzināt konkrētās ēkas energoefektivitātes rādītājus ar citām ēkām. Tāpat varēs lemt par iespējām realizēt energoauditora ieteikumus ēkas energoefektivitātes uzlabošanai (piemēram, siltināt ēku).

Ēkas energoefektivitāti izsaka ar kopējiem gada rādītājiem:

- enerģijas patēriņam - kilovatstundas uz kvadrātmetru gadā (kWh/m^2 gadā);
- oglekļa dioksīda emisijas novērtējumam - kilogrami oglekļa dioksīda uz kvadrātmetru gadā (kgCO_2/m gadā).

Oglekļa dioksīds (CO_2) rodas fosilā kurināmā degšanas procesā enerģijas ražošanai, t.sk. ēkas apkurei, dzesēšanai, kastā ūdens sagatavošanai un elektroenerģijai. Ēkām ar vienādu enerģijas patēriņu var būt atšķirīgs oglekļa dioksīda emisijas daudzums. Piemēram, pie vienāda enerģijas patēriņa ēkai, kas tiek kurināta ar akmeņoglēm, ir vairāk nekā par 30% liekāks oglekļa dioksīda emisijas faktors nekā ēkai, kurai kā kurināmo izmanto dabasgāzi.

Ēkas energoefektivitātes sertifikātam vai pagaidu sertifikātam jāpievieno pielikums, kurā uzrāda aprēķinos izmantotās ievaddatu vērtības, norādot datu iegūšanas veidu un datu avotu: telpu platības, aprēķina temperatūras, norobežojošo konstrukciju laukumus, termisko tiltu garumus, siltuma zudumu koeficientus, uzskaitītās enerģijas un energonesēju patēriņu, aprēķinos pieņemtās vērtības, aprēķinu precizēšanai izmantotos koeficientus.

Ēku energoefektivitātes likums nosaka, ka ēku energosertifikāciju tiesīga veikt persona ar atbilstošu kompetenci – neatkarīgs eksperts.

Šo speciālistu kompetencē ir ēkas energoefektivitātes novērtēšana un ēkas energoefektivitātes sertifikāta izsniegšana, projektējamo jaunbūvju un rekonstruējamu ēku energoefektivitātes novērtēšana un ēkas energoefektivitātes pagaidu sertifikāta izsniegšana, kā arī apkures katlu un gaisa kondicionēšanas sistēmu energoefektivitātes pārbaude un pārbaudes akta izsniegšana.

Neatkarīgs eksperts nepieļauj rīcību, kas pasūtītāja vai citas personas interesēs varētu mazināt iegūto rezultātu pareizību, novērtējuma objektivitāti un ticamību.

Neatkarīga eksperta kompetences prasības un kompetences apliecināšanas kārtību, neatkarīga eksperta reģistrācijas un uzraudzības kārtību, kā arī neatkarīgu ekspertu reģistra datu saturu un izmantošanas kārtību nosaka Ministru kabinets.

4. Norobežojošo konstrukciju energoefektivitātes rādītāji

Būvprojektā norāda ēkas kopējos siltumenerģijas zudumus $E_{\Sigma G}$ kilovatstundās ($\text{kW}\cdot\text{h}$) un ēkas energoefektivitātes raksturojumu e_G kilovatstundās uz kvadrātmetru ($(\text{kW}\cdot\text{h})/\text{m}^2$) normatīvā gada laikā, ko nosaka saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 348. Aprēķināto ēkas energoefektivitātes raksturojumu e_G izmanto projektējamo, rekonstruējamo vai renovējamo ēku, kā arī visu jaunbūvju energosertifikātu sastādīšanā.

Vienkāršības dēļ pieņemsim, ka siltuma zudumi rodas tikai apkures sezonas laikā un visu ēku uzskatīsim kā vienu zonu

Ēkas kopējos siltumenerģijas zudumus kilovatstundās ($\text{kW}\cdot\text{h}$) gada laikā nosaka, izmantojot šādu formulu:

$$Q_{\Sigma G} = H_T \times (\Theta_i - \Theta_e) \times t_{\text{apk}} \times 10^{-3}, \quad (1)$$

kur H_T - ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients vatos uz grādu (W/K);

Θ_i - iekštelpu aprēķina temperatūra ($^{\circ}\text{C}$), kas izvēlēta atbilstoši ēkas izmantošanai (meklēt vai nu LBN 211-15 (2.tabula) vai atbilstošos MK noteikumos);

Θ_e - āra gaisa vidējā temperatūra $^{\circ}\text{C}$ apkures periodā, ko nosaka saskaņā ar MK 2016.30. jūnija noteikumiem Nr.338 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-15 "Būvklimatoloģija" 7. tabulu (1. tabula šajā metodikā);

Ja objekta vieta tabulā nav norādīta, izvēlas tuvāko tabulā norādīto vietu

t_{apk} - apkures sezonas ilgums stundās (h).

t_{apk} nosaka sekojoši:

$$t_{\text{apk}} = D \times 24, \quad (2)$$

kur D - apkures perioda ilgums, ko nosaka saskaņā ar MK 2016. gada 30. jūnija noteikumiem Nr.338 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-15 "Būvklimatoloģija" 7. tabulu (1.tabula);

Ēkas energoefektivitātes raksturojumu (īpatnējo siltuma zudumu koeficientu) e_G kilovatstundās uz kvadrātmetru ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$) nosaka, izmantojot šādu formulu:

$$e_G = Q_{\Sigma G} / L, \quad (3)$$

kur L - ēkas kopējā apkurināmā platība (m^2).

Apkures perioda ilgums un vidējā gaisa temperatūra (° C)

1.tabula

Nr. p.k.	Vieta	Diennakts vidējā gaisa temperatūra ± 8 ° C	
		perioda ilgums (dienas)	vidējā temperatūra (° C)
1.	Ainaži	205	-0,5
2.	Alūksne	214	-1,9
3.	Daugavpils	205	-1,3
4.	Dobele	204	-0,4
5.	Liepāja	193	0,6
6.	Mērsrags	211	0,4
7.	Priekuli	208	-1,1
8.	Rīga	203	0,0
9.	Stende	209	-0,2
10.	Zilāni	206	-1,3

Iekšējā gaisa temperatūra un ventilācijas gaisa apmaiņas apjoms dzīvojamo namu telpās

2. tabula

Nr.p.k.	Telpa	Iekštelpu gaisa temperatūra aukstajā gadalaikā (°C*)	Izvadāmā gaisa daudzums vai gaisa apmaiņas biežums stundā
1	2	3	4
1.	Dzīvojamā istaba un guļamistaba	18	vismaz 3 m ³ /m ²
2.	Virtuve:	18	
2.1.	apgādāta ar elektrisko plīti		vismaz 60 m ³
2.2.	apgādāta ar gāzes plīti		vismaz 60 m ³ , ja ir divriņķu plīts vismaz 75 m ³ , ja ir trīsriņķu plīts vismaz 90 m ³ , ja ir četrrīņķu plīts
3.	Vannas istaba	25	vismaz 25 m ³
4.	Tualete	18	vismaz 25 m ³
5.	Savietotais sanitārais mezgls	25	vismaz 50 m ³
6.	Ēkas koplietošanas vestibils, kāpņu telpa un koridors	16	vismaz 1 m ³ /m ²
7.	Publiskās telpas (ja nav īpašu nosacījumu)	18	vismaz vienreizēja gaisa apmaiņa
8.	Atkritumu savākšanas kamera	5	vismaz vienreizēja gaisa apmaiņa divās stundās
9.	Lifta mašīntelpa**	5	vismaz 0,5 m ³ /m ²

Piezīmes

1. * Dzīvokļa stūra telpā temperatūrai jābūt par 2°C augstākai, nekā norādīts tabulā.
2. ** Gaisa temperatūra lifta mašīntelpā siltajā gada laikā nedrīkst būt augstāka par 40°C.

5. Ēkas norobežojošo konstrukciju energoefektivitātes aprēķins

5.1. Ēkas siltuma zudumu koeficientu noteikšana

Būvnormatīvā LBN 002-15 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika” galvenie ēku siltumtehniekie rādītāji ir ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients (H_T , W/K) un normatīvais siltuma zudumu koeficients (H_{TR} W/K).

Ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficientu H_T vatos uz grādu (W/K) nosaka saskaņā ar 4. formulu. Aprēķina siltuma zudumu vērtības nosaka atbilstoši tām raksturlielumu vērtībām, kuras lietotas aprēķinos, veicot būvprojektēšanu, un fiksētas būvprojektā.

$$H_T = \sum U_i A_i + \sum \psi_j l_j + \sum \chi_k, \quad (4)$$

- kur U_i – būvelementa i aprēķina siltuma caurlaidības koeficients W/(m²·K);
 A_i – būvelementa i projektējamais laukums (m²);
 ψ_j – lineārā termiskā tilta j aprēķina siltuma caurlaidības koeficients W/(m·K);
 l_j – lineārā termiskā tilta j projektējamais garums (m);
 χ_k – punktveida termiskā tilta k punkta aprēķina siltuma caurlaidības koeficients (W/K).

Normatīvo siltuma zudumu koeficientu H_{TR} (W/K) nosaka saskaņā ar 5.formulu. Normatīvo siltuma zudumu aprēķiniem izmanto būvnormatīvā LBN 002-01 noteiktās parametru normatīvās vērtības.

$$H_{TR} = \sum U_{RNi} A_i + \sum \Psi_{RNj} l_j, \quad (5)$$

- kur U_{RNi} – būvelementa i normatīvais siltuma caurlaidības koeficients W/(m²·K), ko nosaka saskaņā ar 3. tabulu;
 Ψ_{RNj} – lineārā termiskā tilta j normatīvais siltuma caurlaidības koeficients W/(m · K), ko nosaka saskaņā ar 3.tabulu.

Siltuma caurlaidības koeficientu normatīvās un maksimālās vērtības

3. tabula

Nr.p.k.	Būvelementi	Normatīvās vērtības U_{RN}			Maksimālās vērtības U_{RM}		
		Dzīvojamās mājas, pensionāti slimnīcas un bērnu dārzi	Publiskās ēkas, izņemot pensionātus, slimnīcas un bērnu dārzus	Ražošanas ēkas	Dzīvojamās mājas, pensionāti, slimnīcas un bērnu dārzi	Publiskās ēkas, izņemot pensionātus, slimnīcas un bērnu dārzus	Ražošanas ēkas
1.	Jumti un pārsegumi, kas sakaras ar āra gaisu	0,15 κ*	0,20 κ	0,25 κ	0,20 κ	0,25 κ	0,35 κ
2.	Grīdas uz grunts	0,15 κ	0,20 κ	0,30 κ	0,20 κ	0,25κ	0,4 κ
3.	Sienas	0,18 κ	0,20 κ	0,25 κ	0,25 κ	0,25 κ	0,30 κ
4.	Logi, durvis un citas stiklotas konstrukcijas						
4.1.	Logi, balkona durvis un citas stiklotas konstrukcijas	1,30 κ	1,40 κ	1,60 κ	1,80 κ	1,80 κ	1,80 κ
4.2.	Ēku ārdurvis	1,80 κ	2,00 κ	2,20 κ	2,30 κ	2,50 κ	2,70 κ
5.	Termiskie tilti ψ_R	0,10 κ	0.15 κ	0,30 κ	0,15 κ	0,20κ	0,35κ

* κ- temperatūras faktors.

Ar temperatūras faktora κ starpniecību tiek ņemta vērā iekštelpu temperatūra un ēkas atrašanās vieta. Temperatūras faktoru κ aprēķina saskaņā ar 6.formulu vai nosaka izmantojot [1] 8. tabulu (kvadrātiekvāds norādīts izmantotās literatūras kārtas Nr.).

$$\kappa = 19 / (\Theta_i - \Theta_e), \quad (6)$$

kur Θ_i – iekštelpu aprēķina temperatūra ($^{\circ}\text{C}$), kas izvēlēta atbilstoši ēkas izmantošanai;
 Θ_e – āra gaisa vidējā temperatūra apkures sezonas laikā ($^{\circ}\text{C}$) atbilstoši Latvijas normatīvam LBN 003-15 "Būvklimatoloģija" vai temperatūra blakus telpā, ja aprēķinu veic būvelementam, kas atrodas starp divām blakus telpām.
Iekštelpu temperatūra Θ_i norādīta LBN 211-15 vai atbilstošos MK noteikumos.

Saskaņā ar iepriekš minēto, ēkas energoefektivitāti iespējams novērtēt, zinot, dotās, ēkas, būvelementu laukumus, kā arī to aprēķina, normatīvos un maksimālos siltuma caurlaidības koeficientus U , U_{RN} un U_{RM} . LBN 002-15 nosaka, ka ēku būvelementu siltuma caurlaidības koeficientu vērtībām jāatbilst normatīvajām vērtībām ($U \leq U_{RN}$), bet, ja tas nav iespējams, tās nedrīkst pārsniegt maksimālās vērtības U_{RM} (3. tabula).

Ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients H_T , saskaņā ar LBN 002-15 14. punktu nedrīkst pārsniegt šī koeficienta normatīvo vērtību H_{TR} .

Jāņem vērā, ka, izdarot normatīvā siltumu zudumu koeficienta H_{RT} aprēķinu, tiek ievērots t.s. **paraugēkas** princips. To raksturo LBN 002-15 17. punkts, kas nosaka sekojošo:

Logu, stiklotu paneļu un citu stiklotu virsmu laukumā nedrīkst pārsniegt LBN 002-01 16.punktā noteiktos 20% no katra stāva apkurināmās grīdas laukuma. Logu laukumu palielinājumu kompensē ar zemākām logu vai citu būvelementu siltuma caurlaidības koeficientu vērtībām, lai nodrošinātu faktiskās ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficientu H_T vienādu vai mazāku par normatīvās ēkas aprēķina siltuma caurlaidības koeficientu H_{TR} .

5.2. Norobežojošo konstrukciju aprēķina siltuma caurlaidības koeficientu noteikšana

5.2.1. Siltuma caurlaidības koeficientu noteikšanas pamatprincipi:

Normatīvos siltuma caurlaidības koeficientus U_{RN} nosaka saskaņā ar 3.tabulā dotajām siltuma caurlaidības koeficientu vērtībām. Piemēram, dzīvojamo ēku sienām $U_{RN} = 0,18\kappa$. Tālāk, saskaņā ar 6. formulu vai [1] 8. tabulu nosaka temperatūras faktoru κ un aprēķina U_{RN} skaitlisko vērtību.

Jāņem vērā, ka normatīvās vērtības U_{RN} un maksimālās vērtības U_{RM} grīdām, kas saskaras ar āra gaisu, ir tādas pašas kā jumtiem, bet grīdām virs neapkurinātiem pagrabiem - tādas pašas kā grīdām uz grunts.

Reālās konstrukciju siltuma caurlaidības koeficientu vērtības U nosaka sekojoši:

- sienām, jumtiem, pārsegumiem un grīdām, kas ir saskarē ar āra gaisu, - saskaņā ar standartu LVS EN ISO 6946;

Aprēķinā izmanto sakarību $U = 1/R$. Šajā gadījumā vispirms atrod konstrukcijas summāro termisko pretestību $R_T = \sum R_i$, kur R_i atsevišķa konstrukcijas slāņa termiskā pretestība, un tad aprēķina U vērtību. Piemēram, ja $R_T = 2,87 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, tad $U = 1/2,87 = 0,35 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$.

- grīdām, kam nav saskares ar āra gaisu, - saskaņā ar standartu LVS EN ISO 13370. Tās ir grīdas uz grunts bez sānu virsmas izolācijas un ar sānu virsmas izolāciju.
- logiem un durvīm aprēķina vai nosaka atbilstoši standartam LVS ISO 10077-1.

5.2.2. Siltuma caurlaidības koeficienta grīdai uz grunts bez sānu virsmas izolācijas (bāzes siltuma caurlaidības koeficienta U_0) noteikšana:

1. Nosaka grīdas raksturojošo izmēru B' , m;

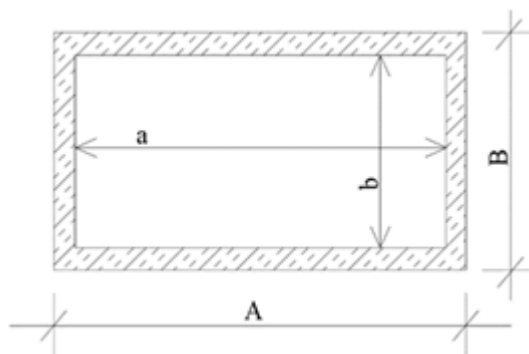
$$B' = \frac{A}{0,5P}, \text{ m}, \quad (7)$$

kur A – grīdas platība, m^2 ;

P – grīdas perimetrs, m.

Grīdas perimetrs P ir grīdas atklātais perimetrs: pilns ārējo sienu, kas atdala apkurināto ēku no ārējās vides vai neapkurinātas daļas, garums. Ļoti garām grīdām B' ir vienāds ar grīdas platumu, bet kvadrātiskai grīdai tas ir vienāds ar pusi no sānu lieluma.

Veselai ēkai P ir ēkas kopējais ārējais perimetrs, A ir ēkas pirmā stāva platība (skat. *1.att.*)



1.att. Veselas ēkas grīdas laukuma un ārējās sienas attēls

Grīdas platība: $A = a \cdot b$;
Perimetrs: $P = 2A + 2B$,

2. Nosaka grīdas ekvivalento biezumu d_t , m (9.formula). Ekvivalentais biezums ir grunts biezums, kam ir tāda pati termiskā pretestība, kā apskatāmajai grīdai

$$d_t = w + \lambda(R_{SI} + R_f + R_{SE}), \text{ m}, \quad (8)$$

kur w – pilns sienas biezums, ieskaitot visus, sienas slāņus, m;
 λ – nesasalušas grunts siltumvadītspēja, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;
 R_{SI} – iekšējās virsmas siltuma zudumu pretestība, $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
 R_f – grīdas konstrukcijas siltuma zudumu pretestība, $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
 R_{SE} – ārējās virsmas siltuma zudumu pretestība, $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Grunts siltumvadītspējai pieņem sekojošas vērtības: māla iežiem un nogulu iežiem – $1,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, smiltīm un grantij – $2,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, homogeniem kalnu iežiem – $3,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Ja datu par grunts sastāvu nav, zemes siltumvadītspēju pieņem – $2,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Grīdas konstrukcijas siltuma zudumu pretestību R_f nosaka kā grīdas konstrukcijas atsevišķu slāņu termisko pretestību summu. Virsmu termiskās pretestības R_{SI} un R_{SE} nosaka saskaņā ar 4.tabulu.

3. Nosaka bāzes siltuma caurlaidības koeficientu U_0 , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$;

Ja $d_t < B'$ (neizolētas un vāji izolētas grīdas), tad:

$$U_o = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1\right), \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Norobežojošas konstrukcijas virsmas termiskās pretestība

4.tabula

	Siltuma plūsmas virziens		
	Uz augšu	Horizontāli	Uz leju
Iekšējās virsmas termiskās pretestība R_{Si}	0,10	0,13	0,17
Ārējās virsmas termiskās pretestība R_{Se}	0,04	0,04	0,04

Ja $d_t \geq B'$ (labi izolētas grīdas), tad:

$$U_o = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}, \frac{W}{m^2 \cdot K}, \quad (10)$$

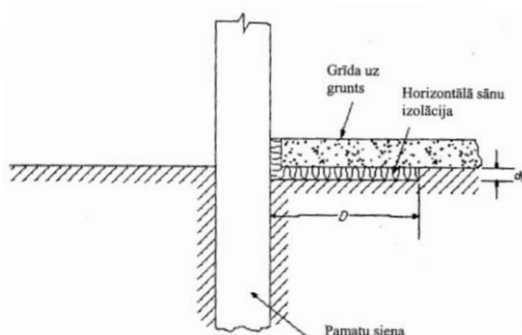
kur λ – nesasalušas grunts siltumvadītspēja, W/(m·K);
 B' – grīdas raksturojošais izmērs, m;
 d_t – grīdas ekvivalents biezums, m.

5.2.3. Siltuma caurlaidības koeficienta grīdai uz grunts ar sānu virsmas izolāciju U noteikšana:

- 1., 2. un 3. punkts tādi paši kā grīdai bez sānu virsmas izolācijas
4. Nosaka sānu faktoru $\Delta\Psi, W/m \cdot K$;

Pie horizontālas sānu izolācijas, kas ierīkota pa ēkas perimetru (sk. *1.zīm.*) sānu faktors ir:

$$\Delta\Psi = \frac{\lambda}{\pi} \left[\ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) \right], \quad (11)$$



1.zīm. Horizontālās sānu izolācijas shematiskais attēls

Savukārt pie vertikālas izolācijas, kas ierīkota pa ēkas perimetru zem zemes virsmas līmeņa vertikāli (*2.zīm.*), kā arī ja pamatu siltumvadītspēja ir mazāka par zemes siltumvadītspēju (*3.zīm.*):

$$\Delta\Psi = \frac{\lambda}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2D}{d_t + d'}\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t} + 1\right) \right], \frac{W}{m \cdot K}, \quad (12)$$

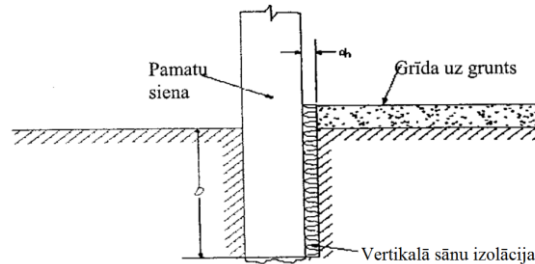
$$d' = R' \lambda, \quad (13)$$

- kur D – izolācijas slāņa raksturojošais lielums (platums, dziļums), m;
dziļums zem zemes virsmas līmeņa (metros).
 d' – papildus ekvivalentais biežums, kas rodas pateicoties sānu izolācijai, m.
 R' – papildus siltuma zudumu pretestība, kas veidojas pateicoties sānu izolācijai, m^2

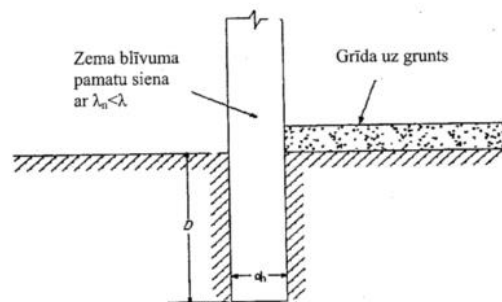
Papildus siltuma zudumu pretestība R' ir starpība starp izolācijas slāņa siltuma zudumu pretestību un zemes siltuma zudumu pretestību, ko šis slānis aizvieto.

$$R' = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda}, \frac{m^2 \cdot K}{W}; \quad (14)$$

- kur R_{ins} – sānu izolācijas siltuma zudumu pretestība;
 d_{ins} – izolācijas slāņa biežums, m;
 λ – nesasalušas grunts siltumvadītspēja, smiltij 2,0 W/mK;



2.zīm. Vertikālā sānu izolācija (izolācijas slānis)



3.zīm. Vertikālā sānu izolācija (pamati)

5. Nosaka grīdas siltuma caurlaidības koeficientu

$$U = U_0 + 2\Delta\Psi/B', \frac{W}{(m^2 \cdot K)} \quad (15)$$

5.2.4. Logiem un durvīm siltuma caurlaidības koeficientu aprēķina, vai nosaka atbilstoši standartam LVS ISO 10077-1.

Loga (window, indekss - w) un durvju (door, indekss – d) siltuma caurlaidības koeficients U_w , attiecīgi durvju U_d , veidojas no rāmja (frame, indekss –f) U_f un stiklojuma (glazing, indekss –g) U_g siltuma caurlaidības koeficientiem, ņemot vērā lineāro termisko tiltu

uz rāmja un stiklojuma robežas. Ja stiklojums tiek aizvietots ar necaurspīdīgiem paneļiem, formulas papildinās ar trešo komponentu - paneļa siltuma caurlaidības koeficientu (panel, indekss – p).



Ja ēkai izvēlēti logi vai durvis ar firmas norādītiem siltuma caurlaidības koeficientiem U_w (U_d), tad šie koeficienti arī tiek izmantoti tālākos aprēķinos. Pretējā gadījumā koeficienti ir jānosaka.

Koeficienta noteikšanas secība logiem varētu būt šāda:

1. apkopo logu konstrukcijas parametrus
 - 1.1. rāmja tips, rāmja laukuma īpatsvars;
 - 1.2. stiklojuma kārtu skaits un attālumi starp stikliem, stikla emisijas spēja ϵ , aizpildījums;
2. nosaka rāmja siltuma caurlaidības koeficientu U_f , $W/(m^2 \cdot K)$; (izmanto ražotājfirmas uzdoto vērtību jeb pēc 5. tab.);
3. nosaka stiklojuma siltuma caurlaidības koeficientu U_g , $W/(m^2 \cdot K)$; (7. tab.);
4. zinot rāmja īpatsvaru un stiklojuma un rāmja siltuma caurlaidības koeficientus, nosaka loga siltuma caurlaidības koeficientu U_w , $W/(m^2 \cdot K)$; (8. vai 9. tab.)

Plastikāta logu rāmju siltuma caurlaidības koeficienti

5. tabula

Rāmja materiāls	Rāmja veids	U_f $W/(m^2 \cdot K)$
Poliuretāns (PUR)	Ar metāla karkasu, PUR biežums ≥ 5 mm	2,8
PVC profili ar dobumiem ¹	ārpusē  iekšpusē Divas tukšas kameras	2,2
	ārpusē  iekšpusē Trīs tukšas kameras	2,0

1) Attālums starp tukšo kameru sienām vismaz 5 mm

Durvīm:

- 1) ja durvju konstrukcija līdzīga logu konstrukcijai, tad U_d nosaka tāpat kā logiem;
- 2) ja durvis no masīva materiāla, tad var izmantot izteiksmi, kas paredzēt blīviem slēģiem:

$$U_d = 1 / (0,95R_d + 0,17), \text{ kur } R_d - \text{durvju termiskā pretestība}$$

5.2.5. Termiskajiem tiltiem Ψ_j un χ_k vērtības nosaka saskaņā ar standartu LVS EN ISO 10211-1, LVS ISO 10211-2 vai LVS ISO 14683.

Termiskais tilts ir ēkas daļa, kur viendabīgo norobežojošo konstrukciju termisko pretestību jūtami izmaina sekojošie faktori:

- a) norobežojošo konstrukciju, vai to daļu šķērso materiāli ar atšķirīgu siltumvadītspēju un/vai izmainās materiāla biežums ;
- b) ir starpība starp būvelementa ārējiem un iekšējiem izmēriem, kā tas ir, piemēram, sienu/griestu/grīdas savienojuma vietas.

Termiskā tilta zonās veidojas divdimensiju un trīsdimensiju siltuma plūsmas. To aprēķinu nevar veikt ar manuālām metodēm, un obligāti jāizmanto aprēķina datorprogrammas.

Diplomprojekta izstrādē termisko tiltu ietekme uz ēkas siltuma zudumiem, atkarībā no uzbūves, jāievērtē pirmā stāva grīdu un sienu savienojumu vietās; logu, durvju rāmju un sienu pieslēguma vietās; pārsegumu balstījuma zonās (6. tabula).

Lineārie termiskie tilti grīdām uz grunts un pārsegumu balstījuma zonās.

6. tabula

Izolācijas veids	Lineārā tilta siltuma caurlaidības koeficients Ψ , W/m·K
Neizolēta grīda, vai grīdas/pārseguma izolācija savienota ar sienas izolāciju	0,0
Sienas izolācija nav tieši savienota ar grīdas/pārseguma izolāciju, bet pārsedz to vismaz par 200 mm.	0,1
Sienas izolācija nav savienota ar grīdas un pārseguma izolāciju	0,2

Pakešu logiem rāmju un sienu sadurvietām papildus ņem vērā termiskos tiltus, $\Psi = 0,1$ W/m·K

Siltuma caurlaidības koeficienti U_g , W/(m K) stikla paketēm ar dažādu aizpildījumu
7. tabula

Stiklojums			Starpstiklu aizpildījuma gāze ar koncentrāciju >90%			
stikls	emisijas spēja	izmēri, mm	gaiss	argons	kriptons	SF6
bez pārklājuma (parastais)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0
		4-9-4	3,0	2,8	2,6	3,1
		4-12-4	2,9	2,7	2,6	3,1
		4-15-4	2,7	2,6	2,6	3,1
		4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1
viena pārklāta virsma	<0,4	4-6-4	2,9	2,6	2,2	2,6
		4-9-4	2,6	2,3	2,0	2,7
		4-12-4	2,4	2,1	2,0	2,7
		4-15-4	2,2	2,0	2,0	2,7
		4-20-4	2,2	2,0	2,0	2,7
viena pārklāta virsma	<0,2	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3
		4-9-4	2,3	2,0	1,6	2,4
		4-12-4	1,9	1,7	1,5	2,4
		4-15-4	1,8	1,6	1,6	2,5
		4-20-4	1,8	1,6	1,6	2,5
viena pārklāta virsma	<0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1
		4-9-4	2,1	1,7	1,3	2,2
		4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3
		4-15-4	1,6	1,4	1,3	2,3
		4-20-4	1,6	1,4	1,3	2,3
viena pārklāta virsma	<0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0
		4-9-4	2,0	1,6	1,3	2,1
		4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,2
		4-15-4	1,5	1,2	1,1	2,2
		4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2
bez pārklājuma (parastais)	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	2,0
		4-9-4-9-4	2,0	1,9	1,7	2,0
		4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0
divas virsmas pārklātas	<0,4	4-6-4-6-4	2,0	1,7	1,4	1,6
		4-9-4-9-4	1,7	1,5	1,2	1,6
		4-12-4-12-4	1,5	1,3	1,1	1,6
divas virsmas pārklātas	<0,2	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3
		4-9-4-9-4	1,4	1,2	0,9	1,3
		4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,4
divas virsmas pārklātas	<0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,2
		4-9-4-9-4	1,3	1,0	0,8	1,2
		4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2
divas virsmas pārklātas	<0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,3	0,9	1,1
		4-9-4-9-4	1,2	0,9	0,7	1,1
		4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1

Logu ar rāmja laukuma 20% īpatsvaru siltuma caurlaidības koeficienti $U_w, W/(m^2 K)$
8. tabula

Stiklojuma veids	$U_g, W/(m^2.K)$	$U_f, W/(m^2K)$								
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Vienkāršs	5,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,0
Dubults	3,3	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,0	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,6
	2,5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,3
	2,1	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5
1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
Trīskāršs	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,9
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	2,2
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0
0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,8	

Logu ar rāmja laukuma 30% īpatsvaru siltuma caurlaidības koeficienti $U_w, W/(m^2 K)$
9. tabula

Stiklojuma veids	$W/(m^2.K)$	$U_f, W/(m^2K)$								
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Vienkāršs	5,7	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
Dubults	3,3	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3,1	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	4,3
	2,9	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,2	3,3	4,1
	2,7	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,9
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,8
	2,1	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,6
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1,7	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,1	
Trīskāršs	2,3	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,7
	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,6
	1,9	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8
	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,6
0,5	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5	

5.3. Ēkas energoefektivitātes aprēķina piemērs

Darba uzdevums: Noteikt Balvos projektētās publiskās ēkas (biroja) energoefektivitāti t. i. Īpatnējo siltuma zudumu koeficientu ϵ un novērtēt iegūto rezultātu.

Vispirms tabulā apkopo ēkas tehniskos rādītājus saskaņā ar projekta uzdevumu, projekta izstrādes gaitā veiktajiem siltumtehnikajiem aprēķiniem un LBN norādēm.

Ēkas tehniskie raksturojumi

10. tabula

Būvniecības vieta	Balvi	Projekta uzd.
Ēkas tips	Publiskā ēka	Projekta uzd.
Stāvu skaits	2	Projekta uzd.
Iekštelpu temperatūra	$\Theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	MK not. Nr.359
Vid. temper. apkures sezonā	$\Theta_e = -1,9 \text{ }^\circ\text{C}$	LBN 003-15 7.tab
Apkures perioda ilgums	$\Sigma D = 206$ dienas	LB N 003-15 7.tab.
Kopīgā apkurināmās grīdas platība	$L = 1334 \text{ m}^2$	Projekts
Grīda uz grunts 1. stāvā	$A = 672 \text{ m}^2$ (laukums) Silt. caurl. koef. $U = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts Silt.tehn. apr.
2. stāva pārsegums (bēniņi)	$A = 672 \text{ m}^2$ Silt. caurl. koef. $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts Silt.tehn. apr.
Sienas	$A = 752 \text{ m}^2$ Silt. caurl. koef. $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts Silt.tehn. apr.
Logi *	$A = 291 \text{ m}^2$, $U_w = ?$	Projekts
Ārdurvis	$A = 17,5 \text{ m}^2$, $U = 2,94 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts
Termisko tiltu kopējais garums	$P = P_{g/s} + P_{p/s} + P_l + P_d = 883 \text{ m}$	Projekts
Ēkas perimetrs	$P = 112 \text{ m}$ (22×34)	Projekts
Pirmā stāva grīdas platība	$A = 672 \text{ m}^2$	Projekts

*Ja projekta izstrādāšanas gaitā logu siltuma caurlaidības koeficients nav noteikts (kā šajā piemērā), tad to izdara sekojošā secībā:

- 1) a-izvēlamie PVC profila rāmi ar trim tukšām kamerām un 20% rāmja īpatsvaru;
- 2) b-stiklojums ar emisijas spēju $\epsilon < 0,2$, 4-15-4 un gaisa pildījumu;
- 3) saskaņā ar 5. tabulu rāmja siltuma caurlaidības koeficientu $U_f = 2,0 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$;
- 4) saskaņā ar 6.tabulu stiklojuma siltuma caurlaidības koeficients $U_g = 1,8 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$;
- 5) saskaņā ar 7. tabulu nosaka logu siltuma caurlaidības koeficientu $U_w = 1,95 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$.

Ja logi izvēlēti no firmu katalogiem, tad jānorāda firma un loga tips un tā siltuma caurlaidības koeficients.

Aprēķina secība.

1) Pārbauda, vai logu platība atbilst LBN 002-15 17. punkta prasībām, normatīvajā ēkā logu platība nedrīkst pārsniegt 20% no visu stāvu apkurināmās grīdas platības. Dotajai ēkai tas ir $1334 \times 0,2 = 267 \text{ m}^2$. Tātad projektējamai ēkai logu platība ir $291 - 267 = 24$ par 24 m^2 lielāka, nekā normatīvajā ēkā. Tas nozīmē, ka normatīvajā ēkā sienu platība būs par 24 m^2 lielāka nekā projektējamajā ēkā, t.i., $752 + 24 = 776 \text{ m}^2$.

Ja logu platība nepārsniedz 20 % no visu stāvu apkurināmās grīdas platības, tad sienu platību normatīvajā ēkā atstāj nemainīgu.

2) Tā kā sienu un pārsegumu un grīdu siltumizolācija nav tieši savienota, bet to pārsedz vairāk nekā par 200 mm, pieņem termiskā tiltā ēkas perimetra garumā pirmā stāva grīdas un bēniņu pārseguma līmenī siltuma caurlaidības koeficientu pēc 6. tabulas $\Psi = 0,1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

3) Pakešu logiem papildus ņem vērā termiskos tiltus pa perimetru logu un sienu sadurvietās, $\Psi = 0,1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

4) Nosaka projektējamās ēkas konstruktīvo elementu normatīvos siltuma caurlaidības koeficientus U_{RN} un Ψ_{RN} .

Tā kā šie lielumi ir atkarīgi no temperatūras faktora κ , vispirms nosaka κ pēc 6. formulas vai izmantojot [1] 8. tabula:

$$\kappa = 19 / (\Theta_i - \Theta_e) = 19 / (20 - (-1,9)) = 0,87$$

Tā kā Balviem vidējā temperatūra apkures sezonas laikā nav uzrādīta, temperatūra tie ņemta tuvākai vietai Alūksnei (1. tabula).

Nosaka ēkai normatīvos siltuma caurlaidības koeficientus (3.tabula):

Sienu	$U_{RN} = 0,2\kappa = 0,2 \cdot 0,87 = 0,17 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
Grīdai	$U_{RN} = 0,2\kappa = 0,2 \cdot 0,87 = 0,17 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
Pārsegumam	$U_{RN} = 0,2\kappa = 0,2 \cdot 0,87 = 0,17 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
Logiem	$U_{RN} = 1,4\kappa = 1,4 \cdot 0,87 = 1,22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
Ārdurvīm	$U_{RN} = 2,0 \kappa = 2,0 \cdot 0,87 = 1,74 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
Termiskiem tiltiem	$\Psi_{RN} = 0,15\kappa = 0,15 \cdot 0,87 = 0,13 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$..

5) Nosaka normatīvo un aprēķina siltuma zuduma koeficientus H_{TR} un H_T (4. un 5.formula), aprēķinu rezultātus apkopo 11. tabulā:

Normatīvais un aprēķina siltuma zudumu koeficienti

11. tabula

Būvelements	Laukums m^2	Garums m	U_j $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	Ψ_j $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$	U_{RN} $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	Ψ_{RN} $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$	$U_i A_i$ Ψ_j W/K	$U_{RN} A_i$ $\Psi_{RN} l_i$ W/K
Siena: normatīvā ēka	776				0,17			131,92
reālā ēka	752		0,16				120,32	
2. stāva pārsegums	672		0,19		0,17		127,68	114,24
1. stāva grīda	672		0,15		0,17		100,80	114,24
Logi: normatīvā ēka	267				1,4			373,8
reālā ēka	291		1,95				567,45	
Ārdurvis	17,5		2,94		1,74		51,45	30,45
Termiskie tilti—g/s, p/s, logi, ārdurvis		883		0,1		0,15	88,3	132,45
Σ							1056,00	891,1

$$H_T = 1056,00 > H_{TR} = 891,1$$

Iegūtais rezultāts neatbilst būvnormatīva LBN 002-15 prasībām, jo ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients H_T , ir lielāks par normatīvo siltuma zudumu koeficientu H_{TR} .

Šajā gadījumā problēmu vienkārši varētu atrisināt, izvēloties logus ar mazāku siltuma caurlaidības koeficientu (firmu katalogos var atrast logus ar siltuma caurlaidības koeficientu pat zem 1.

Ēkas kopējos siltumenerģijas zudumus kilovatstundās (kW·h) gada laikā nosaka, izmantojot 1.formulu:

$$Q_{\Sigma G} = H_T \times (\Theta_i - \Theta_e) \times t_{\text{apk}} \times 10^{-3}$$

kur H_T – ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients vatos uz grādu (W/K);

Θ_i – iekštelpu aprēķina temperatūra (°C), kas izvēlēta atbilstoši ēkas izmantošanai;

Θ_e – āra gaisa vidējā temperatūra °C apkures periodā saskaņā ar LBN 003-15 "Būvklimatoloģija" 7. tabulu (1. tabula);

Tā kā Balvi tabulā nav norādīti, izvēlamies tuvāko vietu - Alūksni

t_{apk} – apkures sezonas ilgums stundas, ko nosaka ar 2. formulu;

$$t_{\text{apk}} = D \times 24 = 214 \times 24 = 5136 \text{ h,}$$

kur D – apkures perioda ilgums, ko nosaka saskaņā ar LBN 003-15 "Būvklimatoloģija" 7. tabulu (1. tabula);

Līdz ar to kopējie siltumenerģijas zudumi gada laikā

$$Q_{\Sigma G} = 1056 \times ((20 - (-1,9)) \times 5136) = 118777,2 \text{ kWh}$$

Ēkas energoefektivitātes raksturojumu (īpatnējo siltuma zudumu koeficientu) e_G kilovatstundās uz kvadrātmetru (kW·h/m²) nosaka, izmantojot 3.formulu:

$$e_G = Q_{\Sigma G} / L = 118777,2 / 1334 = 89,4 \text{ kWh/m}^2 \text{ gadā}$$

kur L – ēkas kopējā apkurināmā platība m².

Secinājumi. *


* Secinājumos tiek novērtēti iegūtie rezultāti. Jānorāda, vai iegūta siltuma zudumu koeficienta vērtība atbilst mūsdienu prasībām un kā, iespējams, izmainīsies siltuma zudumu koeficienta vērtība, ja tiks ņemti vērā visi to iespaidojošie faktori.

Piezīme. Jāņem vērā, ka pēc iegūtā siltuma zudumu koeficienta tikai aptuveni var spriest par ēkas energoefektivitāti. Lai veiktu pilnu energoefektivitātes aprēķinu, papildus jānosaka siltuma zudumi ar ventilāciju, nepieciešamais enerģijas daudzums siltajam ūdenim un apgaismojumam un siltuma ieguvumi no saules enerģijas un cilvēku un iekārtu darbības.

Pielikums

Ēkas energosertifikāts

1.pielikums

ĒKAS ENERGOSERTIFIKĀTS		 [Ēkas attēls]																																										
REGISTRĀCIJAS NUMURS _____																																												
DERĪGS LĪDZ _____																																												
1. ĒKAS TIPS	<i>[Saskaņā ar Ministru kabineta 2013.gada 9.jūlija noteikumu Nr.383 "Noteikumi par ēku energosertifikāciju" 6.1.apakšpunktu]</i>																																											
2. ADRESE	<i>[Iela, ēka, ciems, pagasts vai pilsētas lauku teritorija, pilsēta, novads, apriņķis, pasta indekss]</i>																																											
3. ĒKAS DAĻA	<i>[Norāda, ja novērtēta ēkas daļa]</i>																																											
4. ĒKAS VAI TĀS DAĻAS KADAŠTRA APZĪMĒJUMS	<i>[XXXX XXX XXXX XXX XXX]</i>																																											
5. ĒKAS ENERGOSERTIFICĒŠANAS NOLŪKS	[] pārdošana, [] izīrēšana/iznomāšana, [] brīvprātīgi, [] valsts/pašvaldības publiska ēka																																											
6. ĒKAS RAKSTUROJUMS	Pirmreizējais ekspluatācijā pieņemšanas gads _____ Rekonstrukcijas/renovācijas gads _____ Stāvu skaits _____ virszemes, _____ pazemes, [] mansards, [] jumta stāvs Kopējā platība _____ m ² Aprēķina platība _____ m ²																																											
7. ĒKAS ENERGOEFEKTIVITĀTES NOVĒRTĒJUMS	<table border="0"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">ATSAUCES VĒRTĪBAS</th> <th style="text-align: center;">ĒKAS KLASĒ</th> <th style="text-align: right;">ĒKAS ENERGOEFEKTIVITĀTES RĀDĪTĀJI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A →</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>Enerģijas patēriņa novērtējums: kWh/m² gadā</td> </tr> <tr> <td>B →</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td>- apkurei _____</td> </tr> <tr> <td>C →</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td>- karstā ūdens sagatavošanai _____</td> </tr> <tr> <td>D →</td> <td style="text-align: center;">150</td> <td>- mehāniskajai ventilācijai _____</td> </tr> <tr> <td>E →</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td>- apgaismojumam _____</td> </tr> <tr> <td>F →</td> <td style="text-align: center;">250</td> <td>- dzesēšanai _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">300</td> <td>Patēriņš kopā</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">350</td> <td>No atjaunojamiem energoresursiem ēkā _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">400+</td> <td>saražotā vai iegūtā enerģija _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Koģenerācijā saražotā enerģija _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Primārās enerģijas novērtējums _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">kg CO₂/m² gadā</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Oglekļa dioksīda emisijas novērtējums _____</td> </tr> </tbody> </table>		ATSAUCES VĒRTĪBAS	ĒKAS KLASĒ	ĒKAS ENERGOEFEKTIVITĀTES RĀDĪTĀJI	A →	0	Enerģijas patēriņa novērtējums: kWh/m ² gadā	B →	50	- apkurei _____	C →	100	- karstā ūdens sagatavošanai _____	D →	150	- mehāniskajai ventilācijai _____	E →	200	- apgaismojumam _____	F →	250	- dzesēšanai _____		300	Patēriņš kopā		350	No atjaunojamiem energoresursiem ēkā _____		400+	saražotā vai iegūtā enerģija _____			Koģenerācijā saražotā enerģija _____			Primārās enerģijas novērtējums _____			kg CO ₂ /m ² gadā			Oglekļa dioksīda emisijas novērtējums _____
ATSAUCES VĒRTĪBAS	ĒKAS KLASĒ	ĒKAS ENERGOEFEKTIVITĀTES RĀDĪTĀJI																																										
A →	0	Enerģijas patēriņa novērtējums: kWh/m ² gadā																																										
B →	50	- apkurei _____																																										
C →	100	- karstā ūdens sagatavošanai _____																																										
D →	150	- mehāniskajai ventilācijai _____																																										
E →	200	- apgaismojumam _____																																										
F →	250	- dzesēšanai _____																																										
	300	Patēriņš kopā																																										
	350	No atjaunojamiem energoresursiem ēkā _____																																										
	400+	saražotā vai iegūtā enerģija _____																																										
		Koģenerācijā saražotā enerģija _____																																										
		Primārās enerģijas novērtējums _____																																										
		kg CO ₂ /m ² gadā																																										
		Oglekļa dioksīda emisijas novērtējums _____																																										
Atsauces vērtības: A klase – gandrīz nulles enerģijas ēka; B klase – zema enerģijas patēriņa ēka; C klase – atbilst prasībām jaunām ēkām; D klase – atbilst prasībām rekonstruējamām ēkām; E klase – atbilst ēkas tipam atbilstošam vidējam patēriņam; F klase – atbilst ēkas tipam pieļaujamam enerģijas patēriņa līmenim.																																												

8. ĒKAS ENERGOŠERTIFIKĀTA IZDEVĒJS

Neatkarīgs eksperts [Vārds un uzvārds]
 Reģistrācijas numurs [Neatkarīga eksperta reģistrācijas numurs neatkarīgu ekspertu reģistrā]
 Firma [Nosaukums, reģistra numurs un adrese, ja neatkarīgs eksperts pārstāv firmu]
 Datums* Paraksts*

Piezīme. *Dokumenta rekvizītus "Datums" un "Paraksts" neaizpilda, ja dokuments sagatavots atbilstoši normatīvajiem aktiem par elektronisko dokumentu noformēšanu.

2.lapa

9. ĒKAS NOROBEŽOJOŠO KONSTRUKCIJU ĪPATNĒJAIS SILTUMA ZUDUMU KOEFICIENTS	H_T/A_{apr} _____ W/m^2K
H_T un H_{TA} – faktiskais un normatīvais ēkas norobežojošo konstrukciju siltuma zudumu koeficients, kas aprēķināts saskaņā ar normatīvajiem aktiem būvniecības jomā	H_{TA}/A_{apr} _____ W/m^2K
10. ĒKAS VENTILĀCIJAS ĪPATNĒJAIS SILTUMA ZUDUMU KOEFICIENTS	H_{Ve}/A_{apr} _____ W/m^2K
H_{Ve} – faktiskais ēkas ventilācijas siltuma zudumu koeficients, kas aprēķināts saskaņā ar ēkas energoefektivitātes aprēķina metodi	

11. ENERĢIJAS UZSKAITE UN SADALĪJUMS APKURES UN KARSTĀ ŪDENS SISTĒMĀS

Kalendāra gads vai periods (no–līdz)	Energoresējs		Apkurei			Karstā ūdens apgādei	
	nosaukums	uzskaitītais daudzums	MWh	klimata korekcija***	kWh/m ² gadā	MWh	kWh/m ² gadā
		** kWh					

Piezīmes.

** Dati par faktiski uzskaitītajiem energoresējiem par pēdējiem pieciem gadiem vai sezonām faktiski uzskaitītajās mērvienībās (t, m³, MJ, kcal vai cita).

*** Klimata korekcijas koeficients attiecīgajai apkures sezonai patērīga normalizēšanai uz normatīvo apkures grādu dienu skaitu.

12. PIELIKUMI UN PIEVIENOTIE DOKUMENTI (dokumenta nosaukums, datums, numurs un lapu skaits):

- 1) pārskats par ekonomiski pamatotiem energoefektivitāti uzlabojošiem pasākumiem, kuru īstenošanas izmaksas ir rentablas paredzamajā (plānotajā) kalpošanas laikā
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) ..

13. NEATKARĪGA EKSPERTA APLIECINĀJUMS

Apliecinu, ka ēkas energosertifikāts sastādīts, nepieļaujot rīcību, kas manis paša, pasūtītāja vai citas personas interesēs varētu mazināt iegūto rezultātu pareizību, novērtējuma objektivitāti un ticamību.

_____ (vārds, uzvārds)

_____ (paraksts****)


_____ (datums****)

*Piezīme. **** Dokumenta rekvizītus "paraksts" un "datums" neaizpilda, ja dokuments sagatavots atbilstoši normatīvajiem aktiem par elektronisko dokumentu noformēšanu.*

Ekonomikas ministra vietā – iekšlietu ministrs Rihards Kozlovskis

Ēkas pagaidu enegosertifikāts

1.lapa

<h2>ĒKAS PAGaidu ENERGOSERTIFIKĀTS</h2>		 [Ēkas attēls]
REGISTRĀCIJAS NUMURS _____ DERĪGS LĪDZ _____		
1. ĒKAS TIPS	<i>[Saskaņā ar Ministru kabineta 2013.gada 9.jūlija noteikumu Nr.383 "Noteikumi par ēku energosertifikāciju" 6.1.apakšpunktu]</i>	
2. ADRESE	<i>[Iela, ēka, ciems, pagasts vai pilsētas lauku teritorija, pilsēta, novads, apriņķis, pasta indekss]</i>	
3. ĒKAS DAĻA	<i>[Norāda, ja novērtēta ēkas daļa]</i>	
4. ĒKAS VAI TĀS DAĻAS KADASTRA APZĪMĒJUMS	<i>[XXXX XXX XXXX XXX XXX]</i>	
5. ĒKAS ENERGOSERTIFICĒŠANAS NOLŪKS	[<input type="checkbox"/>] jaunbūve, [<input type="checkbox"/>] rekonstrukcija, [<input type="checkbox"/>] renovācija	
6. ĒKAS RAKSTUROJUMS	Pirmreizējais ekspluatācijā pieņemšanas gads _____ Rekonstrukcijas/renovācijas gads _____ Stāvu skaits _____ virszemes, _____ pazemes, [<input type="checkbox"/>] mansards, [<input type="checkbox"/>] jumta stāvs Kopējā platība _____ m ² Aprēķina platība _____ m ²	
7. ĒKAS ENERGOEFEKTIVITĀTES NOVĒRTĒJUMS	ATSAUCES VĒRTĪBAS	
	ĒKAS KLASĒ	ĒKAS ENERGOEFEKTIVITĀTES RĀDĪTĀJI
A →	0	Enerģijas patēriņa novērtējums: kWh/m ² gadā
B →	50	- apkurei _____
C →	100	- karstā ūdens sagatavošanai _____
D →	150	- mehāniskajai ventilācijai _____
E →	200	- apgaismojumam _____
F →	250	- dzesēšanai _____
	300	Patēriņš kopā _____
	350	No atjaunojamiem energoresursiem ēkā saražotā vai iegūtā enerģija _____
	400+	Kogenerācijā saražotā enerģija _____
	kWh/m² gadā	Primārās enerģijas novērtējums _____
		kg CO₂/m² gadā
		Ogļekļa dioksīda emisijas novērtējums _____

Atsauces vērtības:
A klase – gandrīz nulles enerģijas ēka;
B klase – zema enerģijas patēriņa ēka;
C klase – atbilst prasībām jaunām ēkām;
D klase – atbilst prasībām rekonstruējamām ēkām;
E klase – atbilst ēkas tipam atbilstošam vidējam patēriņam;
F klase – atbilst ēkas tipam pieļaujamam enerģijas patēriņa līmenim.

8. ĒKAS ENERGOsertifikāta Izdevējs

Neatkarīgs eksperts [Vārds un uzvārds]

Reģistrācijas numurs [Neatkarīga eksperta reģistrācijas numurs neatkarīgu ekspertu reģistrā]

Firma [Nosaukums, reģistra numurs un adrese, ja neatkarīgs eksperts pārstāv firmu]

Datums*

Paraksts*

Piezīme. * Dokumenta rekvizītus "Datums" un "Paraksts" neaizpilda, ja dokuments sagatavots atbilstoši normatīvajiem aktiem par elektronisko dokumentu noformēšanu.

2.lapa

9. Ziņas par ēkas pieņemšanu ekspluatācijā

(aizpilda pēc ēkas nodošanas ekspluatācijā):

Datums _____

10. Ēkas norobežojošo konstrukciju īpatnējais H_T/A_{apr} _____ W/m²K**Siltuma zudumu koeficients** H_{TA}/A_{apr} _____ W/m²K

H_T un H_{TA} – faktiskais un normatīvais ēkas norobežojošo konstrukciju siltuma zudumu koeficients, kas aprēķināts saskaņā ar normatīvajiem aktiem būvniecības jomā

11. Ēkas ventilācijas īpatnējais siltuma zudumu H_{Ve}/A_{apr} _____ W/m²K**koeficients**

H_{Ve} – faktiskais ēkas ventilācijas siltuma zudumu koeficients, kas aprēķināts saskaņā ar ēkas energoefektivitātes aprēķina metodi

12. Pielikumi un pievienotie dokumenti (dokumenta nosaukums, datums, numurs un lapu skaits):

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) ..

13. Neatkarīga eksperta apliecinājums

Apliecinu, ka ēkas pagaidu energosertifikāts sastādīts, nepieļaujot rīcību, kas manis paša, pasūtītāja vai citas personas interesēs varētu mazināt iegūto rezultātu pareizību, novērtējuma objektivitāti un ticamību.

_____ (vārds, uzvārds)

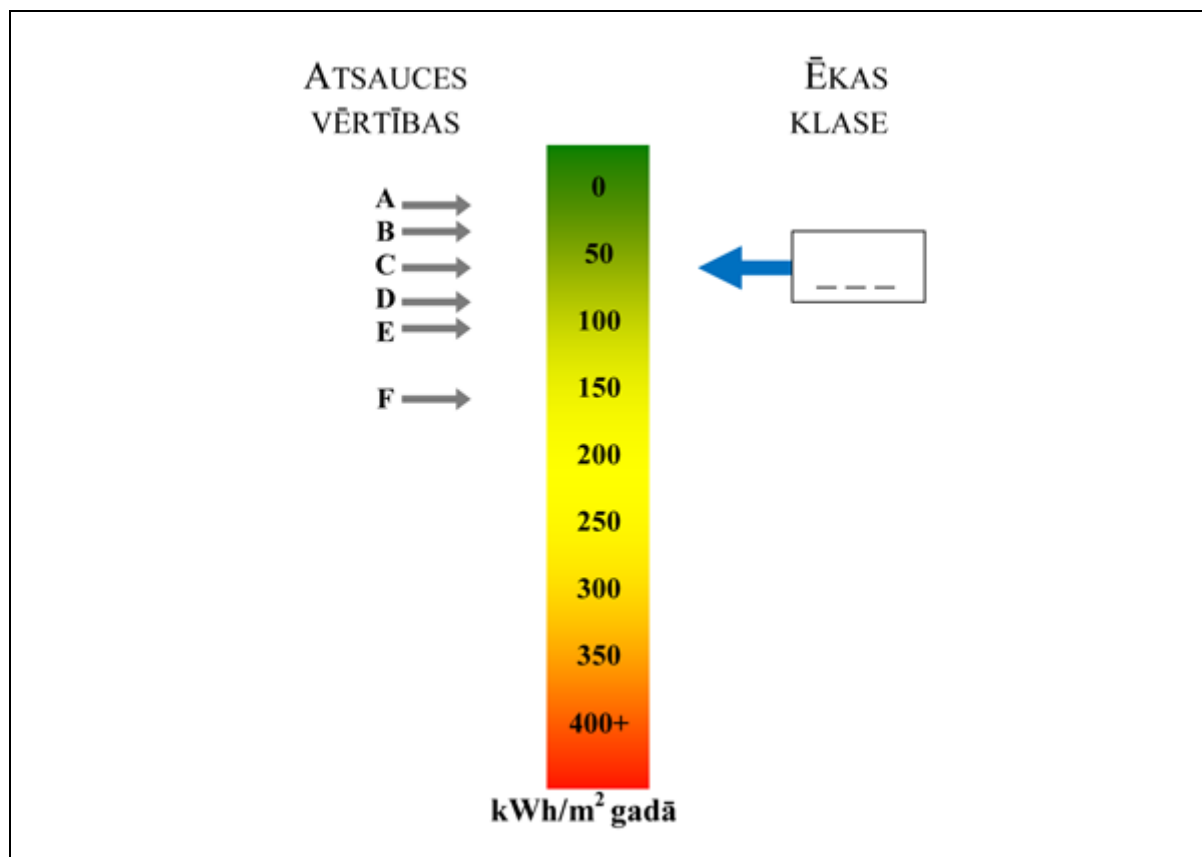
_____ (paraksts**)

_____ (datums**)

Piezīme. ** Dokumenta rekvizītus "paraksts" un "datums" neaizpilda, ja dokuments sagatavots atbilstoši normatīvajiem aktiem par elektronisko dokumentu noformēšanu.

Ekonomikas ministra vietā – iekšlietu ministrs Rihards Kozlovskis

Salīdzinošā vērtēšanas skala



Izmantotā literatūra

1. LBN 002-15"Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika"
2. LBN 003-15 „ Būvklimatoloģija”
3. LBN 211-15 „ Dzīvojamās ēkas”
4. Ēku energoefektivitātes likums
5. MK noteikumi Nr. 348, 359, 382, 383.
6. Belindževa-Korkla O. Norobežojošo konstrukciju siltumtehnikie aprēķini. Metodiskie norādījumi LBN 001-01 izmantošanai. – Rīga: RTU izdevniecība, 2002. – 168 lpp.
7. Belindževa- Korkla O. Metodiskie norādījumi praktiskajiem darbiem priekšmetā „Būvniecības siltumfizika” – Rīga: RTU izdevniecība, 2004. – 84 lpp.
8. Borodiņecs A., Krēsliņš A. Būvniecības siltumfizika ēku projektētājiem. – Rīga: RTU izdevniecība, 2007.–132.lpp.
9. Liepiņš M. Norobežojošo konstrukciju siltumtehnikais aprēķins saskaņā ar LBN 002-01 – Rīga: RCK, 2006. – 32 lpp.
10. Liepiņš M. Par ēku energoefektivitāti – Rīga: RCK, 2017. – 27 lpp.