

ĒKU ENERGOEFEKTIVITĀTE MŪSDIENĀS ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS TODAY

Authors: **Līga ŠMATE**, e-mail: ls16041@edu.rta.lv, phone: 25241664

Arturs CŪKMAČS, e-mail: ac20052@edu.rta.lv, phone: 27082898

Scientific supervisor: **Staņislavs PLEIKŠNIS**, Mg.sc.env, e-mail:

stanislavs.pleiksnis@inbox.lv

Rezekne Academy of Technologies

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Nowadays, we hear the words energy efficiency and zero energy building more and more often. The concept of zero-energy building and energy-efficient building is becoming the goal of building design. Sustainable construction, which includes proper methods, materials, technologies, can ensure environmentally friendly use of natural resources and mitigation of global warming. Construction is an industry that does not stand still and almost all the time we see the construction of new buildings, the renovation of existing buildings, etc., but do these buildings meet modern standards? The authors will perform the necessary calculations to find out to what extent a real construction object meets modern requirements and how the energy efficiency of this object could be further improved.*

Keywords: *energy efficiency, zero-energy building, energy, construction.*

Ievads

Mūsdienās ēku un būvju energoefektivitātes uzlabošana ir viena no aktuālākajām problēmām, gan arī mērķiem. Energoresursu zudumu samazināšana, kas tiek novirzīta dzīvojamo telpu dzīvības uzturēšanai, dod būtisku enerģijas taupīšanas efektu, ietaupa milzīgus naudas līdzekļus, padara mājokli labāku un praktiskāku. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2018/844/ES (2018. gada 30. maijs) par ēku energoefektivitāti nosaka, ka “gandrīz nulles enerģijas ēka” ir ēka ar ļoti augstu energoefektivitāti, kā noteikts saskaņā ar I pielikumu, kurā norādīts, ka ēkas energoefektivitāti nosaka, pamatojoties uz aprēķināto vai faktisko enerģiju, ko gadā patērē, lai izpildītu dažādas vajadzības, kas saistītas ar tās tipisku lietošanu, un tā atspoguļo apkures siltumenerģijas pieprasījumu un dzesēšanas siltumenerģijas pieprasījumu (enerģija, kas vajadzīga, lai novērstu pārkaršanu), lai uzturētu ēkai paredzētos temperatūras apstākļus un māsaimniecības vajadzības pēc karstā ūdens. Ēkas energoefektivitāti izsaka pārredzamā veidā, un tajā ietver energoefektivitātes rādītāju un skaitlisku norādi par primārās enerģijas izmantošanu, pamatojoties uz katra enerģijas nesēja primārās enerģijas faktoriem, kā pamatā var būt valsts vai reģionālās vidēji aprēķinātās gada vērtības vai konkrēta vērtība ražošanai uz vietas. Turklāt gandrīz nulles vai ļoti maza daudzuma vajadzīgo enerģiju būtu ļoti lielā mērā jāsedz no atjaunojamajiem enerģijas avotiem, tostarp uz vietas vai netālu ražotu enerģiju no atjaunojamajiem avotiem [1].

Dalībvalstis nodrošina, ka:

- a) līdz 2020. gada 31. decembrim visas jaunās ēkas ir gandrīz nulles enerģijas ēkas; un
- b) pēc 2018. gada 31. decembra jaunās ēkās, kurās atrodas valsts iestādes un kuru īpašnieces ir valsts iestādes, ir gandrīz nulles enerģijas ēkas [2].

Savukārt Latvijas normatīvajos aktos Ēka klasificējama kā gandrīz nulles enerģijas ēka, ja tā atbilst visām šādām prasībām:

- ēkas enerģijas patēriņš apkurei nepārsniedz šo noteikumu 3. pielikumā norādīto līmeni A klases ēkai;
- ēkas primārās neatjaunojamās enerģijas patēriņš apkurei, karstā ūdens apgādei, mehāniskajai ventilācijai, dzesēšanai un apgaismojumam (piemēro nedzīvojamām ēkām) nepārsniedz šo noteikumu 3. pielikuma 2. un 3. tabulā norādītās vērtības A klases ēkām;
- ēkā ir uzstādīto inženiersistēmu enerģiju patērējošas iekārtas, kuras atbilst ekodizaina prasībām un kuru energomarķējums – vismaz A klasei, ja atbilstošas energomarķējuma prasības ir noteiktas normatīvajos aktos;
- ēkā ir nodrošināta atbilstība šo noteikumu 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. un 16. punktā minētajām prasībām un telpu mikroklimata atbilstība būvniecības normatīvajiem aktiem un prasībām higiēnas un darba aizsardzības jomā [3].

Tātad, lai saprastu, cik lielā mērā ēka atbilst gandrīz nulles enerģijas ēkai, nepieciešams arī zināt ēkas energoefektivitāti-relatīvs enerģijas daudzums, kas raksturo konkrētās ēkas apkurei, ventilācijai, dzesēšanai, apgaismojumam un karstā ūdens apgādei nepieciešamās enerģijas patēriņu ēkas tipam raksturīgos ekspluatācijas apstākļos. Lai šo daudzumu noskaidrotu, ir jāveic 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 [4].

Materiāli un metodes

Ēku un būvju energoefektivitātes uzlabošanas programma paredz veselu pasākumu īstenošanu gan objektu būvniecības, rekonstrukcijas un remonta stadijā, gan to ekspluatācijas stadijā. Galvenie energoefektivitātes pasākumi ir vērsti uz ēkas siltuma zudumu samazināšanu.

Kā liecina prakse, aptuveni 40% siltumenerģijas ziemā faktiski tiek tērēti gaisa sildīšanai ārpusē. No šīs summas aptuveni 40% zaudējumu ir sienām, 20% logu un durvju ailēm, 20% jumtam, 20% pagrabā un ventilācijas sistēmā. Lai samazinātu šos enerģijas zudumus, energoefektivitātes uzlabošanai tiek veikti šādi pasākumi:

- norobežojošo konstrukciju siltināšana ar nesaraucamas siltumizolācijas kontūras izveidi;
- izturīgas siltumizolācijas izvēle, kas saglabā savas īpašības daudzu gadu kalpošanas laikā;
- logu uzstādīšana ar energotaupīgajiem stikla pakešu logiem;
- siltināto ieejas durvju uzstādīšana dzīvokļos un ieejās;
- durvju aizvērēju uzstādīšana, kas novērš piekļuves durvju atstāšanu vaļā;
- apkures radiatoru uzstādīšana ar individuāliem jaudas regulatoriem dzīvokļos;
- atteikums no seriālās pieslēguma shēmas apkures radiatoriem.

Ēku energoefektivitātes paaugstināšana paredz arī virkni pasākumu, kas paredzēti galveno energoresursu - elektroenerģijas, karstā un aukstā ūdens, kā arī siltumenerģijas visekonomiskākā patēriņa nodrošināšanai. Energoresursu zudumi var būt saistīti ar inženiersistēmu nepilnībām, kā arī ar patērētāju neracionāliem tēriņiem. Karstā ūdens tīklos (kā arī siltumtīklos) nepieciešams nodrošināt efektīvu siltumizolāciju, izmantojot kvalitatīvus mūsdienīgus materiālus. Turklāt ir jāveic darbs, lai novērstu ūdens noplūdi. Lai to izdarītu, karstā un aukstā ūdens padeves vadiem jābūt izgatavotiem no augstas kvalitātes plastmasas caurulēm, kas paredzētas ilgstošai darbībai.

Runājot par elektroenerģiju, var teikt, ka ievērojama daļa tās zudumu krīt uz sabiedrisko vietu apgaismojumu. Ar pastāvīgu apgaismojumu ierīces apgaismo tukšās telpas līdz pat 90%

no kopējā laika. Preventīvie pasākumi būtu apgaismojuma automatizācija, uzstādot kustības sensorus [5].

Uzdevums: Noteikt projektētās nedzīvojamās ēkas (noliktavas) Rēzeknē energoefektivitāti, t.i., īpatnējo siltuma zuduma koeficientu ϵ un novērtēt iegūto rezultātu.

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

1. tabula

Ēkas tehniskie raksturojumi

Būvniecības vieta	Rēzekne	Projekta uzd.
Ēkas tips	Nedzīvojamā ēka (Noliktava)	Projekta uzd.
Stāvu skaits	1	Projekta uzd.
Iekštelpu temperatūra	$\Theta_i = 18^\circ\text{C}$	MK not. Nr.359
Vid. temper. apkures sezonā	$\Theta_e = - 0,5^\circ\text{C}$	LBN 003-19 7.tab
Apkures perioda ilgums	$\Sigma D = 202$ dienas	LBN 003-19 7.tab.
Kopīgā apkurināmās grīdas platība	$L = 3024 \text{ m}^2$	Projekts
Grīda uz grunts 1. stāvā	$A = 3024 \text{ m}^2$ (laukums) Silt. caurl. koef. $U = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts Silt.tehn. apr.
1. stāva pārsegums (bēniņi)	$A = 3024 \text{ m}^2$ Silt. caurl. koef. $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts Silt.tehn. apr.
Sienas	$A = 1572 \text{ m}^2$ Silt. caurl. koef. $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts Silt.tehn. apr.
Logi *	$A = 291 \text{ m}^2$, $U_w = 1,95 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts
Ārdurvis	$A = 17,5 \text{ m}^2$, $U_d = 2,94 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Projekts
Termisko tiltu kopējais garums	$P_{tt} = 883 \text{ m}$	Projekts
Ēkas perimetrs	$P = 240 \text{ m}$	Projekts
Pirmā stāva grīdas platība	$A = 3024 \text{ m}^2$	Projekts

Ja projekta izstrādāšanas gaitā logu (durvju) siltuma caurlaidības koeficients nav noteikts no firmu katalogiem (kā šajā piemērā), tad to izdara sekojošā secībā:

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

Aprēķina secība

- 1) Nosaka lineāra tilta siltuma caurlaidības koeficienta vērtības. Tā, ka sienu un pārsegumu un grīdu siltumizolācija nav tieši savienota, bet to pārse dz vairāk nekā par 200 mm, pieņem termiskā tilta ēkas perimetra garumā pirmā stāva grīdas un bēniņu pārseguma līmenī lineāra tilta siltuma caurlaidības koeficientu $\Psi = 0,1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.
- 2) Pakešu logiem papildus ņem vērā termiskos tiltus pa perimetru logu un sienu sadurvietās, $\Psi = 0,1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- 3) Nosaka aprēķina siltuma zuduma koeficientu un H_T (4. formula), aprēķinu rezultātus apkopo 2. tabulā:

2. tabula

Normatīvais un aprēķina siltuma zudumu koeficienti

Būvelements	Laukums m^2	Garums, m	U_i $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Ψ_j $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$U_i A_i$ $\Psi_j l$ W/K
Siena	1572		0,16		251,52
2. stāva pārsegums	3024		0,19		574,56
1. stāva grīda	3024		0,15		453,60
Logi: normatīvā ēka reālā ēka	291		1,95		567,45
Ārdurvis	17,5		2,94		51,45
Termiskie tilti–g/s, p/s, logi, ārdurvis		883		0,1	88,3
Σ					1986,88

Ēkas kopējos siltumenerģijas zudumus kilovatstundās ($\text{kW}\cdot\text{h}$) 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 ($^{\circ}\text{C}$), kas izvēlēta atbilstoši ēkas izmantošanai;

Θ_e – āra gaisa vidējā temperatūra $^{\circ}\text{C}$ apkures periodā saskaņā ar LBN 003-19;

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

$$t_{\text{apk}} = D \times 24 = 202 \times 24 = 4848 \text{ h},$$

kur: D – apkures perioda ilgums, ko nosaka saskaņā ar LBN 003-19 “Būvklimatoloģija” 7. tabulu (1. tabula šajā metodikā).

Kopējie siltumenerģijas zudumi gada laikā:

$$Q\Sigma G = 1986,88 \times ((18 - (-0,5)) \times 4848 \times 10^{-3}) = 178199,29 \text{ kWh}$$

Ēkas energoefektivitātes raksturojumu (īpatnējo siltuma zudumu koeficientu) eG kilovatstundās uz kvadrātmetru ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$) nosaka, izmantojot 3.formulu:

$$eG = Q\Sigma G / L = 178199,29 / 3024 = 58,93 \text{ kWh}/\text{m}^2 \text{ gadā},$$

kur: L – ēkas kopējā apkurināmā platība, m^2 [6].

Piezīme. 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.

Rezultāti un to izvērtējums

Izvērtējot iegūtos rezultātus, varam secināt, ka noliktavas ēkas energoefektivitātes rādītājs ir 58,93 kWh/m² gadā, kas nozīmē, ka ēka atbilst gandrīz nulles enerģijas ēkai, jo "Ēku energoefektivitātes aprēķina metodes un ēku energosertifikācijas noteikumos" tiek noteikts, ka nedzīvojamo ēku energoefektivitātes minimālais pieļaujama neatjaunojamās primārās enerģijas patēriņa līmenis (A klase) projektējamām ēkām (jaunbūvēm) ir ≤ 120 kWh/m² gadā.

Summary

Today, an integral part of construction is the compliance of the object under construction with the requirements of both the European Union and Latvian regulatory acts, including compliance with energy efficiency and efficient use and reduction of energy. Constructions must refer to the concept of zero-energy buildings. On the other hand, in order for the building to correspond to an almost zero-energy building, it is important to assess the building's energy efficiency and heat loss. In order to assess whether we are keeping up with modern energy efficiency requirements, the new construction of the warehouse building was studied, and its technical parameters were evaluated to evaluate the results. Mainly, choosing the right materials and thermal insulation ensures the reduction of heat losses and the general energy efficiency of the building. In this case, a warehouse building was evaluated, the roof and exterior walls of which are made of "sandwich" type panels while the floor is designed of reinforced concrete. First of all, the building's technical indicators, which are necessary for determining both the building's heat loss and energy efficiency, were collected. When calculating the heat loss coefficients, it was found that the heat transmission coefficients for windows and doors do not meet the requirements of regulatory acts (for windows, the U value was calculated as 1.95 W/(m²K), but the minimum value can be 1.3 W/(m²K), while for doors the U value was calculated to be 2.94 W/(m²·K), while the permissible minimum is 2.2 W/(m²·K). When evaluating the existing heat losses, the total heat energy losses during the year were also calculated. Based on the heat energy loss calculators, the total the energy efficiency of the building, which despite the deviations of the coefficients, meets the requirements of regulatory acts. However, it is important to remember that it is not possible to make completely accurate calculations, because there are other factors, including heat loss through ventilation, which were not included in the calculations.

Literatūra

1. *Par energoefektivitāti.* (2018., 30.maijs). EIROPAS PARLAMENTA UN PADOMES DIREKTĪVA (ES) 2018/844. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva (ES) 2018/ (2018. gada 30. maijs), ar ko groza Direktīvu 2010/31/ES par ēku energoefektivitāti un Direktīvu 2012/27/ES par energoefektivitāti (europa.eu), sk.18.03.2023
2. Ekonomikas ministrija. (2020., 25.febr.). *Gandrīz nulles enerģijas ēkas un ēku energoefektivitātes minimālās prasības.* Gandrīz nulles enerģijas ēkas | Ekonomikas ministrija (em.gov.lv), sk.18.03.2023
3. *Ēku energoefektivitātes aprēķina metodes un ēku energosertifikācijas noteikumi.* (2021., 8.apr). Ministru kabineta noteikumi Nr. 222. Ēku energoefektivitātes aprēķina metodes un ēku energosertifikācijas noteikumi (likumi.lv), sk.18.03.2023
4. *Ēku energoefektivitātes likums.* (2013.,1.sept). Latvijas Republikas likums. Ēku energoefektivitātes likums (likumi.lv), sk.22.03.2023
5. *Ēku energoefektivitātes paaugstināšana* Повышение энергоэффективности зданий (ackye.ru), sk. 14.04.2023
6. *Par ēku energoefektivitāti* https://www.rck.lv/wp-content/uploads/2020/05/ParEkuEnergoefektivitati2020.pdf, sk. 15.04.2023