

JĀZEPS PAPLAVSKIS

DR. SC. ING.

Valstīs, kur klimats ir līdzīgs kā Latvijā, no kopējā enerģijas patēriņa apmēram 25% attiecas uz transportu, 25% uz rūpniecību un 50% uz ēku apkuri un karstā ūdens apgādi.

Kāpēc jāmaina domāšana, projektējot zema energopatēriņa dzīvojamās mājas

Tāpēc energoefektivitātei ēku ekspluatācijā un projektēšanā tiek veltīta liela vērība visās valstīs, arī tādās ar saviem energoresursiem bagātās kā Norvēģija un Krievija. Tas atspoguļojas gan publikācijās, gan dažādos normatīvajos dokumentos. Latvijā saskaņā ar Ēku energoefektivitātes likumu energoefektivitāti nosaka, ņemot vērā: ēkas norobežojošo konstrukciju siltumvadītspēju, apkures sistēmu, karstā ūdens apgādi, gaisa kondicionēšanas sistēmu, ventilāciju, iebūvētās apgaismes sistēmas, novietojumu.

Svarīgi ir tas, ka energoefektivitātes kritērijs ir ne tikai LBN 002-01 siltuma caurlaidības koeficienta U_{RN} (W/m^2K) vērtību ievērošana [1], bet kopējie siltumzudumi uz apkurināmās platības $1 m^2$ gada laikā. Tātad, lai samazinātu enerģijas patēriņu apkurei, karstā ūdens apgādei un elektroenerģijai, projektētājiem jāmaina domāšana.

Jāatceras, ka ēkas siltumzudumu samazināšana sākas ar projekta arhitektoniskā risinājuma izstrādi. Arhitektam jāatrod kompromiss starp ēkas funkciju un estētiku, ievērojot pēc iespējas mazāku ārējās virsmas un apkurināmā būvtilpuma attiecību, optimālu logu virsmas attiecību pret grīdas laukumu, ēkas novietojumu un stikloto virsmu orientāciju pret debespusēm. Konstruktoram jādomā par norobežojošo konstrukciju materiāliem un mezglu risinājumiem. Ventilācijas inženierim jāizvēlas tādi tehnisko risinājumu varianti, kas ekonomē enerģiju un nodrošina nepieciešamo gaisa apmaiņu. Apkures speciālistam jāatrod optimālākais apkures variants. Praktiski visus šos jautājumus ir grūti noteikt izolēti, un labākos rezultātus var sasniegt tad, ja pie projekta strādā visu minēto speciālistu kolektīvs.

Jāteic, ka ne mazāk svarīgs par siltumzudumu samazināšanu ir veselīgs mikroklimats dzīvojamās telpās. Higiēnas speciālistu

pētījumi ir apstiprinājuši, ka lielākā daļa hronisko slimību cilvēkiem rodas sliktā telpu mikroklimata dēļ. Saskaņā ar sanitārajām normām to nosaka temperatūra, relatīvais gaisa mitrums un CO_2 saturs gaisā. Labvēlīgu šo parametru nodrošināšana saistīta ar zināmiem izdevumiem ventilācijas un apkures sistēmu izbūvē. Svarīga nozīme ir arī norobežojošo konstrukciju materiāliem. Diemžēl daudzas firmas joprojām strādā pēc principa – «lētāk uztaisīt un dārgāk pārdot». Arī būvuzraudzība celtniecības laikā ne vienmēr ir vajadzīgajā līmenī vai tās vispār nav.

Uz cilvēku pašsajūtu lielu iespaidu atstāj CO_2 daudzums telpā. Ja gaisa apmaiņa neatbilst sanitārajām normām, vērojami tādi negatīvi simptomi kā acu un aizdegunes iekaisums, galvassāpes, migrēna, nogurums.

Tādējādi raksta ievaddaļas noslēgumā var secināt, ka ēkas projektēšana ar zemu energopatēriņu un komfortablu mikroklimatu telpās ir visai sarežģīts process, kas prasa vairāku kompetentu speciālistu līdzdalību. Vienā rakstā nav iespējams vispusīgi izanalizēt dažādus optimālos variantus. Uz vairākiem jautājumiem centāmiē atbildēt seminārā, kuru «Aeroc» SIA rīkoja sadarbībā ar Ekonomikas ministriju un Rīgas Tehnisko universitāti. Semināra materiāli ir pieejami mājaslapas www.aeroc.lv sadaļā «lejupielādēt failus» (sk. 2009. gada 15. maija seminārs «Ēku energoefektivitāte un energosertifikācija»).

Šoreiz vairāk pievērsīšos diviem jautājumiem:

- ▶ Vai Ēku energoefektivitātes likums pieprasa projektēt zema energopatēriņa ēkas.
- ▶ Vai pasīvajai mājai pastāv alternatīva, kā efektīvi samazināt enerģijas patēriņu apkurei.

Lai atbildētu uz pirmo jautājumu, vispirms precizēšu terminu «zema energopatēriņa ēka». Saskaņā ar Eiropas Savienībā

pieņemto gradāciju šādas ēkas gada patēriņš uz $1 m^2$ apkurināmās platības nepārsniedz **40 kWh/m²**; pasīvajai mājai Vācijā – **15 kWh/m²**, pasīvajai mājai Ziemeļvalstīs pēc speciālistu uzskata – **25 kWh/m²**. Aprēķinot kopējo rādījumu, šim skaitlim jāpieskaita enerģijas patēriņš karstā ūdens apgādei, sadzīves tehnikai un apgaimei. Vidēji tas svārstās no 60 līdz 80 kWh/m².

1. ttēlā ir parādīts energoefektivitātes novērtējums saskaņā ar Ēku energoefektivitātes likumu. Kā redzams, tajā pietiek ar kopējā enerģijas patēriņa (apkure + karstais ūdens + elektrība) norādi skalā «ļoti labi – ļoti slikti». Nav jāuzrāda ne energoefektivitātes klase, kā tas pieņemts visās Latvijas kaimiņvalstīs, ne maksimāli pieļaujamais patēriņš, kā noteikts, piemēram, Igaunijā (vienģimenes ēkai – 180 kWh/m²).

Tādas atšķirības izskaidrojamas ar to, ka Eiropas Padomes un Parlamenta 2004. gada 31. marta direktīva 2002/91/EK no 2009. gada pieprasa sertificēt gan projektējamās, gan jau uzbūvētās ēkas. Tiesa, katrai valstij ir tiesības pēc sava ieskata norādīt vai nenorādīt minimālās prasības kopējam enerģijas patēriņam. Speciālistu grupa, kas izstrādāja Ēku energoefektivitātes likumu Latvijā, dotajā etapā tās noteikt uzskatīja par nevajadzīgu un palika pie ieteikuma energosertifikātam pievienot priekšlikumus energoefektivitātes uzlabošanai. Ņemot vērā sociālos un politiskos aspektus, šo variantu var uzskatīt par pamatotu: krasa šo prasību paaugstināšana neizbēgami saistīta ar dzīvojamās platības kvadrātmetra izmaksu sadārdzinājumu. Eiropas Savienībā lielākoties ir pieņemts: lai dabūtu bankas kredītu dzīvoklim vai mājai, neto algai jābūt ne mazākai par $1 m^2$ dzīvojamās platības izmaksu. Tāpēc, ja tiks strauji paaugstinātas $1 m^2$ izmaksas, daudzi nespēs atrisināt savas sadzīves problēmas, sevišķi pašreizējā ekonomiskajā situācijā.

Tātad atbilde uz pirmo jautājumu ir: Ēku energoefektivitātes likums nepieprasa projektēt zema energopatēriņa vai pasīvās ēkas. Pašreiz tas notiek pēc brīvprātības principa. Taču nav pamata to aizmirst pavisam, jo ir Eiropas Parlamenta lēmums, ka līdz 2019. gadam visām jaunbūvēm jāatbilst nulles enerģijas prasībām, respektīvi, tām jāsarāžo tik daudz, cik patērē apkurei. Tāpēc, lai pasīvā vai zema energopatēriņa ēka atbilstu nulles enerģijas prasībām, apkurei jāizmanto ne tikai zemes siltumsūkņa, bet arī solārā vai vēja enerģija. Tomēr, lai nodrošinātu varbūtēju enerģijas patēriņa mainīgumu arī nulles enerģijas mājām, tiek iekļauts pieslēgums vietējam energotīklam.

Pārejai uz nulles enerģijas mājām jānotiek pa posmiem. Tas prasa ilgāku laiku, vispusīgu jautājumu analīzi, speciālistu diskusijas un faktiskā enerģijas patēriņa pārbaudi objektā.

Tālāk apskatīšu otro jautājumu, t.i., vai pasīvai mājai pastāv alternatīva, kā efektīvi samazināt enerģijas patēriņu apkurei.

Pasīvās mājas koncepcija pasaulē vairs nav jaunums. Tās pamatlicējs ir vācu pētnieks Volfgangs Feists. Pie šīs koncepcijas radīšanas strādājuši ir arī zviedru profesors Bo Adamsons un ASV pētnieks Džeimss Kečadorians (James Kachadorian). 1996. gadā V. Feists Darmstatē nodibināja Pasīvās mājas institūtu (Passivhaus Institut). Kopš tā laika pagājuši 13 gadi, un viņa ideja ir pārņēmusi Vāciju un Austriju, taču tāpat ēkas, kas šim standartam atbilst pilnībā vai tikai daļēji, ir radītas arī citās valstīs.

Ļoti augstas siltumcaurlaidības koeficienta U (W/m^2K) prasības tiek uzstādītas ārējām norobežojošajām konstrukcijām (sk. 1. tab.), tāpēc siltumizolācijas biezums tādās ēkās mūsu klimatiskajos apstākļos sa-

sniedz 60–70 cm tagadējā būvnormatīva LBN 002-01 prasīto 10–15 cm vietā. Taču raksturīgākais pasīvajām mājām ir tas, ka tajās nav apkures sistēmas ar silto grīdu vai radiatoriem. Ja ziemā apkures nepietiek, temperatūra tiek regulēta ar siltā gaisa padevi pa ventilācijas sistēmu. Termins «pasīvā māja» radies tāpēc, ka apkurei tiek izmantota nevis aktīvā enerģija no elektrotīkla vai apkures katla, bet gan tikai pasīvā enerģija, respektīvi, tā, ko rada telpās esošie cilvēki, sadzīves tehnika un solārā enerģija pa logiem. Kā jau minēju, pasīvās mājas apkurei Vācijā un Austrijā tiek patērēti tikai 15 kWh/ m^2 . Tāpēc ideja par māju, kas pēc būtības atgādina termosu, ir visnotaļ pievilcīga.

Arī Latvijā visi autori ir tikai «par», turklāt pasīvās mājas koncepcija galvenokārt tiek saistīta ar tā saucamo zaļo būvniecību. Šajā ziņā atšķiras A. Builevica raksts «Pasīvās mājas modelis Latvijas klimatiskajos apstākļos» (Latvijas Būvniecība, 2007, nr. 5), kurā uzskaitītas ne tikai priekšrocības, bet arī problēmas. Minēšu dažas no tām.

Pirmkārt, problēmas var radīt slikta būvdarbu kvalitāte. Pasīvajā mājā nedrīkst būt termiskie tilti, tāpēc savienojumi jāaizpilda ar milimetra precizitāti. Pasīvajai mājai jābūt gaisa necaurlaidīgai, ko siltinātās vairakslāņu konstrukcijās grūti sasniegt. Plānojumā jāņem vērā, ka pasīvajai ēkai nav bēniņu, logus nevar paredzēt visās debespusēs. Tāpēc jāsamierinās, ka logu kaut kur nebūs vai tie būs mazāki.

Klientam, kas vēlas uzbūvēt sev pasīvo māju, jāreķinās ar komforta ierobežojumiem. Tā, piemēram, logus drīkst atvērt tikai karstās vasaras dienās. Gaisa apmaiņai pa ventilācijas sistēmu jābūt pilnībā automatizētai un drošai ekspluatācijā. Ventilācijas sistēmai ziemā automātiski jāregulē

siltā gaisa padeve atkarībā no tā, cik cilvēku un cik ilgi uzturas telpās, vai ir ieslēgta sadzīves tehnika un cik intensīva ir solārā enerģija, kas iekļūst pa logiem. Sakarā ar to daži speciālisti ironizē, ka Ziemeļvalstu klimatā pasīvā māja bez papildu apkures sistēmas ir kārtējais mēģinājums radīt «perpetuum mobile». Zināmā mērā to apliecina arī pieredze Norvēģijā, Zviedrijā un Somijā – ja ēkā nebija paredzēta papildu apkure ar silto grīdu vai radiatoriem, cilvēki izjuta lielu diskomfortu.

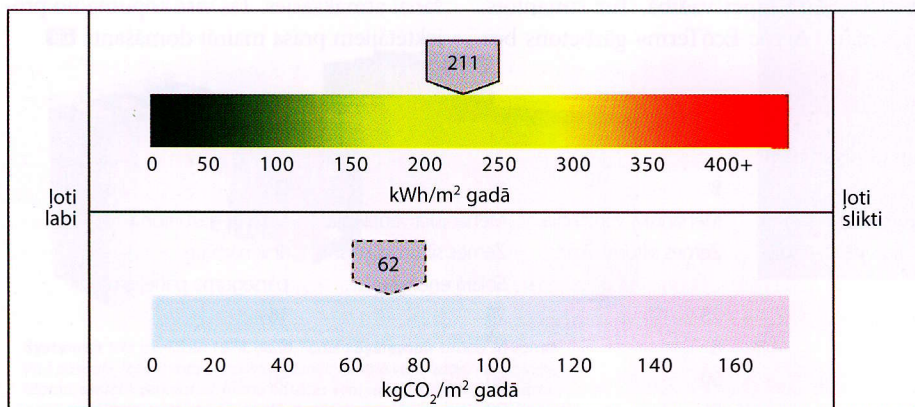
Norvēģijas pieredze parādīja: ja pasīvās mājas koncepcija izmantota tikai daļēji, salīdzinājumā ar Latviju bargajos klimatiskajos apstākļos, reāli var sasniegt ļoti nelielu enerģijas patēriņu apkurei (15–30 kWh/ m^2). Tas nozīmē, ka ēkai jābūt bez aukstuma tiltiem, ar ļoti mazu gaisa caurlaidību un logiem, kuru U_{RN} vērtība nepārsniedz 1,0 W/m^2K . Apkurei ar silto grīdu vai radiatoriem energopatēriņa izdevumu samazināšanai sevišķa vēriba tiek pievērsta nevis maksimālai siltumizolācijas biezuma palielināšanai, bet ventilācijas sistēmām ar gaisa rekuperāciju, zemes siltumsūkņu un solārās enerģijas izmantošanu. Citiem vārdiem sakot, šajā gadījumā faktiski ir runa nevis vairs par pasīvās mājas standartu, bet par zema energopatēriņa mājas koncepciju.

Pasīvajā mājā galvenā koncepcija ir orientēta uz norobežojošo konstrukciju siltināšanu ar minerālvati līdz 60–70 cm biezumam, savukārt zema energopatēriņa ēkā tādu pašu efektu var sasniegt ar plānāku siltumizolācijas slāni, izmantojot inženiertehniskās iekārtas – efektīvu ventilācijas sistēmu, zemes siltumsūkņus un solāro enerģiju karstā ūdens sagatavošanai. Tāpēc zema energopatēriņa māja ir alternatīva pasīvajai ēkai – kas ļoti svarīgi Latvijas klimatiskajos apstākļos.

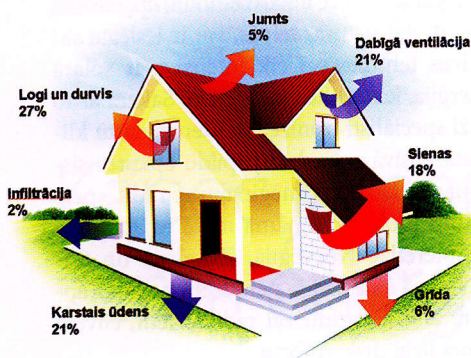
Turpmāk par to, kādu efektu apkures enerģijas samazināšanā var sasniegt, nemainot LBN 002-01 norādītās norobežojošo konstrukciju U_{RN} vērtības un izmantojot iekārtas ar dabīgo ventilāciju ar gaisa rekuperāciju, zemes siltumsūkņus un solāro enerģiju karstā ūdens sagatavošanai.

2. attēlā ir parādīts kopējā siltumzudumu sadalījums ēkā ar dabīgo ventilāciju, kurai:

- ▶ jumta laukums ir 66 m^2 , $U=0,2 W/m^2K$
- ▶ ārējo sienu laukums ir 170 m^2 , $U=0,3 W/m^2K$
- ▶ grīdas laukums ir 66 m^2 , $U=0,25 W/m^2K$
- ▶ apkurināmā platība ir 132 m^2



1. att. Energoefektivitātes novērtējums pēc Ēku energoefektivitātes likuma.



2. att. Siltumzudumu sadalījums ēkā ar dabīgo ventilāciju.

► stikloto virsmu laukums ir 40 m^2 , $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kā redzams 3. attēlā, lielākie siltumzudumi notiek nevis pa ār sienām, kā bieži domā, bet pa stiklotajām virsmām (27%) un ar dabīgo ventilāciju (21%); karstā ūdens sagatavošana sastāda 21%.

Kādas ir kopējo siltumzudumu vai enerģijas patēriņa samazināšanas iespējas? Ar datorprogrammu «DOF-Energia 2.0» veiksīm dažus aprēķinus:

A variants – dabisko ventilāciju aizvieto ar mehānisko ventilāciju un gaisa rekuperāciju (sasildīšanu–atdzesēšanu). Tā kā Latvijas būvnormatīvā ir salīdzinoši zemas prasības logu siltumcaurlaidības koeficientam $U_{RN}=1,8 \text{ (W/m}^2\text{K)}$, aprēķinā pieņemts logiem $U=1,4 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ – tādus Latvijā izgatavo vairākas firmas.

B variants – tas pats, kas A variantā ar zemes siltumsūkni.

C variants – tas pats, kas B variantā ar solārā enerģiju siltā ūdens sagatavošanai.

D variants – mehāniskā ventilācija ar gaisa rekuperāciju, zemes siltumsūkni un solārā enerģija siltā ūdens sagatavošanai.

Norobežojošās konstrukcijas:

- ār sienas no 375 mm gāzbetona blokiem bez papildus siltinājuma, tilpummasa – 300 kg/m^3 , $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- jumts no 250 mm gāzbetona paneļiem, tilpummasa – 470 kg/m^3 un 200 mm minerālvates siltinājums, $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- pagrabstāva pārsegums no 250 mm gāzbetona paneļiem, tilpummasa – 470 kg/m^3 un 150 mm minerālvates siltinājums, $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- logi ar $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Šādu logu ražošana ir apgūta Latvijā [9].

Iespējams, 2. tabulas rezultāti arī speciālistiem ir visai negaidīti un ļauj izdarīt šādus secinājumus:

- nemainot normatīvās LBN 002-01 U_{RN} vērtības (neskaitot logus), enerģijas patēriņš apkurei var sasniegt $25\text{--}28 \text{ kWh/m}^2$, kas ir ļoti augstas klases rādītājs;
- salīdzinot C un D variantu, redzams, ka tālāka siltumcaurlaidības koeficienta vērtības paaugstināšana dod zināmu efektu – praktiski tiek sasniegts pasīvās mājas enerģijas patēriņa līmenis: 16 kWh/m^2 . Papildus siltinājuma biežums šajā gadījumā nav $60\text{--}70 \text{ cm}$, kā tas ir pasīvajā mājā, bet $15\text{--}20 \text{ cm}$;
- vislielāko efektu dod nevis maksimāla siltumizolācijas palielināšana, bet inženiertehniskās iekārtas (ventilācija ar gaisa rekuperāciju, siltumsūkni, solārā enerģija karstā ūdens sagatavošanai).

Starp citu, Zviedrijā, kur klimatiskie apstākļi līdzīgi kā Latvijā, vidējais enerģijas patēriņš ģimenes mājas apkurei, karstā ūdens sagatavošanai un elektrībai ir 150 kWh/m^2 .

Patikami, ka zema energopatēriņa ēkas koncepciju praktiskas sākuši lietot arī projektētāji un celtnieki Latvijā. Piemēram, ciemats «Baložu Venēcija», kas uzcelts būvzinženiera Māra Lipas vadībā. Tur izmantots: ār sienām «Aeroc EcoTerm» gāzbetons bez

papildu siltinājuma, apkurei – zemes un gaisa siltumsūkni, kā arī saules kolektori karstā ūdens sagatavošanai. Līdzīgu projektu Ogres novadā realizējusi SIA «Artiva» Artura Gredzena vadībā [8]. Ģimenes mājas projektēšanā izmantota nevis pasīvās, bet zema energopatēriņa ģimenes mājas koncepcija, t.i., ventilācija ar gaisa rekuperāciju, zemes siltumsūkni, apkure ar silto grīdu. Konstrukcija – rūpnieciski ražoti koka karkasa elementi. Siltinājums: ār sienās beramā ekovate 27 cm biežumā, aukstajā bēniņu telpā – $40\text{--}60 \text{ cm}$. Trīs gadu ekspluatācijas pieredze parāda: vidējais energopatēriņš sastāda 23 kWh/m^2 , kas ir ļoti tuvs 2. tabulas datiem (sk. B variantu).

Kas attiecas uz siltumizolācijas biežumu Ogres projektā, tad koka karkasa ēkām, salīdzinot ar masīvajām gāzbetona, keramikas bloku un masīvkoka ār sienām, ir mazāka siltumnerce un lielāka gaiscaurlaidība. Tas jākompensē ar biežāku siltumizolācijas slāni. Realizējot zema energopatēriņa ēkas koncepciju, var sasniegt tikpat zemu enerģijas patēriņu apkurei kā pasīvajā mājā. Taču šai koncepcijai ir būtiska priekšrocība, jo nav jāsaskaras ar iepriekš minētajām pasīvās mājas problēmām. Zema energopatēriņa ēkas koncepcija pilnībā atbilst ilgtspējīgas jeb biedrības «Zaļās mājas» formulētajiem kritērijiem.

Slēdziens

Enerģopatēriņa samazināšana jāsāk ar ēkas arhitektonisko risinājumu un vispusīgu siltumzudumu samazināšanas analīzi jau projektēšanas stadijā. Projektu mainīšana celtniecības laikā vai pēc būvdarbu pabeigšanas ievērojami sadārdzina visas izmaksas. Lēmumiem jāpievieno ekonomiskie aprēķini ar prognozi par to, cik ilgā laikā izdevumi enerģijas patēriņa samazināšanai atmaksāsies. Tas viss kopumā no projektētājiem prasa mainīt domāšanu. **LB**

Variants		Ar LBN 002-01 norādītam URN vērtībām			
		A	B	C	D
Enerģijas patēriņš kWh/m^2	Dabīgā ventilācija	Mehāniskā ventilācija ar gaisa rekuperāciju	Mehāniskā ventilācija. Zemes siltumsūkni.	Mehāniskā ventilācija. Zemes siltumsūkni. Solārā enerģija	Māja ar gāzbetona ār sienām un pārseguma paneļiem
Apkurei un ventilācijai	136	98	28	25	16
Karstā ūdens sagatavošanai	32	32	8	5	5
Elektrībai	43	50	50	50	50
Kopā	211	180	86	80	71

Piebilde. Visos variantos telpu apkurei tiek izmantota siltā grīda un radiatori.