

ANDRIS VULĀNS, MG. SC. ING.  
AUTORA ATTĒLI

# Ēku energoefektivitātes vājie posmi

Mūsdienu reti kuru var pārsteigt ar energoefektivitāti, jo tā ir visapkārt – energoefektīvs apgaismojums, energoefektīvas ēkas, energoefektīvas elektropreces un arvien plašāka atjaunojamo energoresursu izmantošana sadzīvē. Kopumā aina šķiet nevainojama, un sabiedrība lieliem soļiem acīmredzami virzās energoefektīvas domāšanas virzienā, jo tas ir ne tikai moderni, bet, protams, arī dzīves nepieciešamība. Jēdziens «energoefektīva ēka», tajā skaitā zema enerģijas patēriņa vai pasīva ēka, zināms arvien lielākai sabiedrības daļai, kas kaut nedaudz interesējas par mājokļa enerģijas patēriņa samazināšanas iespējām un risinājumiem.

Tomēr jāatzīst, ka ēku energoefektivitātes kustības iespaidā netiek ievēroti un bieži vien tiek aizmirsti būtiski pamatprincipi, kas saistās ar energoefektīvas ēkas izveidi. Iespējams, pārāk negatīvs vērtējums, taču līdz šim realizēto projektu liecības vēstī, ka situācija energoefektīvu māju būvniecībā nav nemaz tik spidoša.

## Projektēšanas problēmas

Pamatproblēma ir kompetences un energoefektīvu ēku projektu realizācijas sistēmas trūkumā ēkas projektēšanas un būvniecības posmos. Varētu pat teikt, ka var necerēt uz labiem projekta realizācijas rezultātiem, ja visos svarīgākajos ēkas būvniecības etapos nebūs iesaistīti kompetenti savas jomas speciālisti un būvuzņēmēji.

Praksē pirmās lielās kļūdas bieži tiek pieļautas jau projekta izstrādes stadijā, jo

vairākumā gadījumu ar energoefektīvo ēku projektu izstrādi nodarbojas tie paši cilvēki, kas ēkas projektēja arī pirms 5, 10 vai 20 gadiem. Laika ritums ir nepielūdzams, un vienā vai divos gados gandrīz nav iespējams izglītot visas projektā iesaistītās puses, lai projektu veiksmīgi realizētu un, pats svarīgākais, sasniegtu noteiktos zemos ēkas enerģijas patēriņa rādītājus.

Sabiedrībai būtu jāapzinās, ka energoefektīvu ēku projektu izstrāde pirmām kārtām saistīta ar daudz detalizētāku projekta dokumentācijas izstrādi un dziļāku iespējamo inženiersistēmu risinājumu analīzi, un tam būtu jābūt pašsaprotamam procesam, nevis kā kaut kam ārkārtējam.

Ēkā lietojamo materiālu izvēlei un specifiskajām jābūt ļoti pārdomātām un pamatotām. Jau projekta stadijā izstrādāto mezglu skaitam jābūt tādā apjomā un detalizācijas pakāpē, lai varētu pietiekami precīzi veikt visus turpmākos siltumtehnikos aprēķinus, inženiersistēmu izvēli un būvdarbus.

Uzskatāmības labad apskatīsim piemēru ar logu definējuma parametriem. Daudzos energoefektīvos projektos kā liels sasniegums tiek uzskatīts ieprojektēts logs ar tā saukto **trīs stiklu paketi**. Taču rezultātā no šāda definējuma faktiskais labums var būt ļoti minimāls, jo:

- ▶ stikla paketes siltumtehnikos rādītājus būtiski ietekmē nevis stiklu skaits, bet attālums starp tēm;
- ▶ loga kopējais siltuma caurlaidības koeficients ( $W/m^2 \times K$ ) atkarīgs ne tikai no stikla paketes, bet arī loga profila siltuma caurlaidības koeficienta, stiklus atdalošās starp-

likas siltumtehnikās vērtības, kā arī loga iebūves termiskā tilta vērtības;

▶ loga kopējo siltuma caurlaidības koeficienta vērtību ietekmē arī loga profila un stikla paketes laukuma attiecība.

Nemot vērā visus ietekmējošos faktorus, loga faktiskā siltuma caurlaidības koeficienta vērtība var svārstīties no 20 līdz 60% un loga siltumtehnikie parametri ne ar ko daudz neatšķirsies no loga ar siltumtehnikiski labu divu stiklu paketi.

Diemžēl līdzīgu siko neprecizitāšu projektos ir milzum daudz, piemēram, netiek ievērtēts būvelementa siltumtehnikais nehomogēniskums un termisko tiltu vājinājumi, siltumizolācijas materiālu siltumtehnikie parametri tiek pieņemti, neievērtējot labojuma koeficientus, netiek ievērtēts logu noēnojums u.tml. Rezultātā no šāda energoefektīva projekta labākajā gadījumā iegūst ēku, kura atbilst normatīvajam LBN 002-01 prasībām, bet nekādā gadījumā tā nekļūst par ēku ar īpatnējo siltumenerģijas patēriņu zem 50–60 kWh/m<sup>2</sup> gadā, kas uzskatāms par atbilstošu energoefektīvas ēkas līmenim.

## Ēkas gaiscaurlaidība un ventilācija

Vēl viena energoefektīvu ēku projektu problēma ir ēkas gaiscaurlaidības rādītāju definēšana un kontrole būvniecības procesā. Ar siltumizolācijas materiālu biežuma uzrādīšanu problēmu nav, un ieprojektēt 200, 300 vai 400 mm siltumizolācijas biežumu nevienam nesagādā grūtības, bet pa-reizi izstrādāt mezglu risinājumus, lai

1. tabula. Trīs stiklu paketes loga siltumtehnikās variācijas (loga ārējās dimensijas 1,23x1,48 m)

Trīs stiklu pakete	W/m <sup>2</sup> ×K
Attālums starp stikliem 18 mm un inertās gāzes pildījums	0,50
Attālums starp stikliem 10 mm un inertās gāzes pildījums	0,80
Attālums starp stikliem 12 mm un inertās gāzes pildījums	0,70
Divu stiklu loga profils ( $U_f = 1,3 W/m^2 \times K$ ), alumīnija starpliņa, profila daļa 20%, stikla paketes $U_g = 0,70 W/m^2 \times K$	1,03
Divu stiklu loga profils ( $U_f = 1,3 W/m^2 \times K$ ), alumīnija starpliņa, profila daļa 25%, stikla paketes $U_g = 0,70 W/m^2 \times K$	1,23
Loga profils ( $U_f = 1,3 W/m^2 \times K$ ), «Swisspacer» starpliņa, profila daļa 25%, divu stiklu pakete ( $U_g = 1,0 W/m^2 \times K$ )	1,26
Trīs stiklu loga profils ( $U_f = 0,90 W/m^2 \times K$ ), «Swisspacer» starpliņa, profila daļa 30%, stikla paketes $U_g = 0,50 W/m^2 \times K$	0,78



Izmantota nepareiza blīvējošā lente (vēja izolācija, nevis tvaika izolācija) un tās iestrāde veikta nekvalitatīvi un ar neatbilstošu hermētīki.



Blīvējošā lente iestrādāta nekvalitatīvi, nav veikta virsmas sagatavošana.

sasniegtu nepieciešamo ēkas gaiscaurlaidības līmeni, izdodas ne katram.

Attiecībā uz definējamiem ēku gaiscaurlaidības rādītājiem Latvijas būvpraksē šobrīd vērojamas divas galējības – ir projekti, kuros definētas nepamatoti augstas ēku gaiscaurlaidības prasības, un projekti, kas tiek virzīti kā energoefektīvi projekti, bet prasības par gaiscaurlaidību atstātas Latvijas būvnormatīva līmenī.

### Ēku gaiscaurlaidības normatīvās prasības

Latvijas būvnormatīvā LBN 002-01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnikā» IV nodaļā noteikts, ka «maksimālā pieļaujamā gaiscaurlaidība, ja spiediena starpība ir 50 Pa, dzīvojamām mājām, pansionātiem, slimnīcām un bērnudārzēm ir  $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{xh})$ , publiskajām ēkām, izņemot pansionātus un slimnīcas, –  $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{xh})$ , ražošanas ēkām –  $6 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{xh})$ ».

Savukārt Vācijā saskaņā ar DIN 4108-7 noteikts:

- ▶ ēkās ar dabīgo vēdināšanu gaisa apmaiņas kārtā nevar pārsniegt  $n_{50, \text{max}} = 3.0 \text{ 1/h}$ ;
- ▶ ēkās ar mehānisko ventilācijas sistēmu gaisa apmaiņas kārtā nevar pārsniegt  $n_{50, \text{max}} = 1,5 \text{ 1/h}$ .

Pasīvās mājas standartiem atbilstošas mājas gaisa apmaiņas kārtā ir  $n_{50, \text{max}} = 0,6/\text{h}$ .

Ja, piemēram, veicot ēkas renovāciju plānojamo īpatnējo siltumenerģijas patēriņu  $60 \text{ kWh/m}^2$  gadā, tiek noteikta pasīvās mājas standartiem atbilstoša gaisa apmaiņas kārtā, var rasties ekonomiski nepamatots būvdarbu sadārdzinājums. Pilnīgi normāli būtu, ja sasniedzamais rādītājs ( $n_{50}$ ) ir  $1,0\text{--}1,5/\text{h}$ . Ja dzīvojamo māju vai sabiedrisko ēku veido kā energoefektīvu projektu, bet ēkas gaiscaurlaidības prasības netiek definētas augstākas par LBN līmeni, rezultāts var būt  $10\text{--}15\%$  jeb ap  $10 \text{ kWh/m}^2$  siltumenerģijas patēriņa pieauguma gadā.

Ir ļoti svarīgi apzināties, ka zema ēkas konstrukciju gaiscaurlaidība nav saistīta ar konstrukciju elpošanu un/vai telpu ventilāciju, bet gan ar konstruktīvajiem neblīvēumiem, kas galvenokārt var veidoties norobežojošo konstrukciju salaidumu vietās. Un nav iespējams uzbūvēt energoefektīvu ēku, neierīkojot ēkā mehāniskās ventilācijas sistēmu, bez kuras nevar sasniegt ēkas īpatnējo siltumenerģijas patēriņu zem  $45\text{--}50 \text{ kWh/m}^2$  gadā.

Ēkas nepieciešamās gaiscaurlaidības nodrošināšana ir izaicinājums gan projektētājam, gan būvniekam. Un, kā rāda pašreizējā prakse, ja šo darbu plānošana projekta stadijā tiek atstāta novārtā un uzticēta būvniekam, rezultāts parasti ir neapskaužams – iztērēti līdzekļi, materiāli un laiks, bet vēlamā rezultāta nav, jo lietoti neatbils-

toši blīvējošie materiāli un darbi veikti ļoti nekvalitatīvi.

Redzot šādus realizētus risinājumus objektos, rodas jautājums, kur tajā brīdī bija būvuzraugs. Atbilde: būvuzraugs darīja visu atbilstoši savām pilnvarām, jo «būvuzraudzības mērķis ir nepieļaut būvniecības daļībnieku patvaļīgas atkāpes no akceptēta būvprojekta, nepieļaut patvaļīgas atkāpes no būvprojektā un darbu veikšanas projektā noteiktās darbu veikšanas tehnoloģijas».

Līdz ar to, ja projekts nesatur nepieciešamo informāciju par ēkas gaiscaurlaidības risinājumiem, būvuzraudzība nosacīti ir bezspēcīga un rīkojas atbilstoši savai kompetencei. Ja būvuzraugs nav papildus izglītojies par šiem jautājumiem, arī viņam nebūs pa spēkam veikt kvalitatīvu kontroli par specifiskiem jautājumiem saistībā ar dažādiem energoefektīviem risinājumiem.

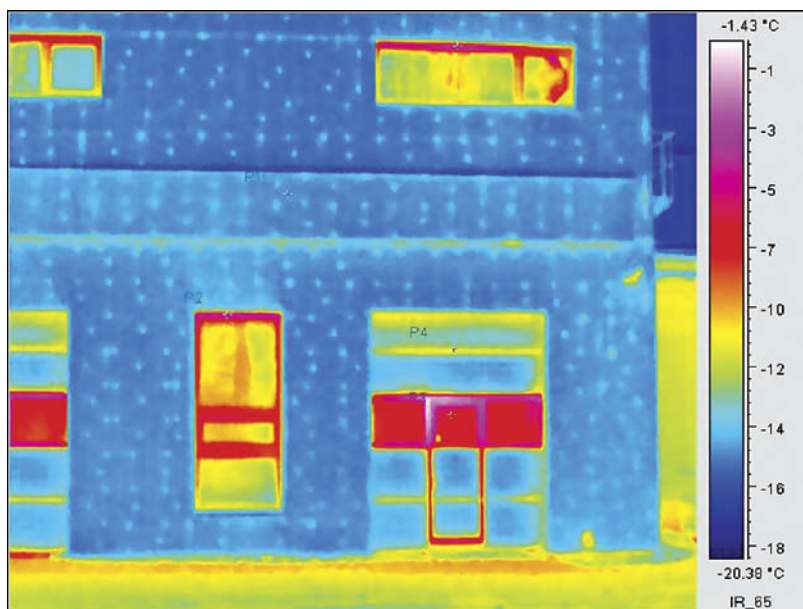
Nenoliedzami, visu vainu nevar novelt uz projektu, bet, ņemot vērā, ka būvnieks un būvuzraugs balstās uz projekta dokumentāciju un tajā norādītajiem materiāliem un risinājumiem, energoefektīvu ēku projektu sagatavošanai būtu jāpievērš lielāka speciālistu uzmanība.

Nedetalizējot projekta risinājumus, būvniekam ir vairāk iespēju atkāpties no projekta pamatrisinājumiem, tādējādi vēl vairāk pasliktinot situāciju. Var minēt tipisku kļūdu projektos, kad tiek pieļauta siltumizolācijas materiālu nomaina uz tā dēvētajiem analogajiem siltumizolācijas materiāliem. Līdz ar to būvnieks var nomainīt jebkuru projektā paredzēto materiālu uz sev vēlamu bez jebkādiem sarežģījumiem, jo pēc būtības vārds «analog» nozīmē ‘tas, kas ir līdzīgs, atbilstīgs kam citam’. Pareiza pieeja: materiālu nomaina pieļaujama stingri saskaņā ar projektā atrunātajiem materiāla kvalitātes kritērijiem, kas savukārt izriet no attiecīgā siltumizolācijas materiāla ISO standarta.

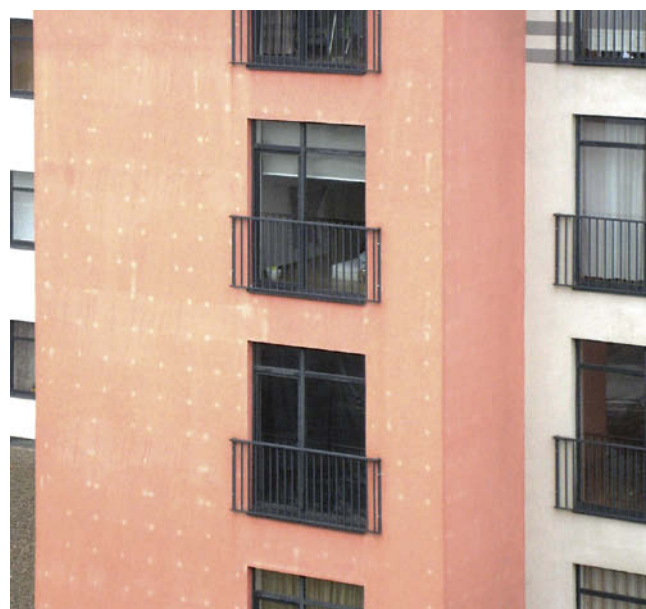
Protams, šāda projektu detalizācija ir papildu darbs projekta autoriem, un arhitekts var nepārzināt visas specifiskās tehniskā rakstura niansas, kas energoefektīvo ēku projektos ir ļoti būtiskas un kuru ievērošana ir vitāli svarīga. Un atkal atduramies pret kompetenci un vajadzību pēc jauniem risinājumiem projektu izstrādes un ēku būvniecības procesā. Jādomā un jārikojas energoefektīvi pareizi! Tādēļ nepieciešams piesaistīt un sadarboties ar attiecīgās kompetences speciālistiem, kas šos jautājumus pārzina un spēj rast vajadzīgo risinājumu jebkurā projekta un ēkas būvniecības stadijā.

### 2. tabula. Privātmājas energopatēriņa varianti

Varianta nr.	Ārsienas	Jumts	Grīda	Logu raksturojums	Ēkas blīvums, 1/h	Ventilācija	Piezīmes	kWh/m <sup>2</sup> , 21 °C
	Siltumizolācijas materiāla biezums, mm							
1.	245	300	200	2 stikli, koka profils	4,5	Dabīgā	Lielie logi uz Z	123
2.	245	300	200	3 stikli, PVC profils	4,5	Dabīgā	Lielie logi uz Z	112
3.	345	400	300	2 stikli, koka profils	4,5	Dabīgā	Lielie logi uz Z	101
4.	345	400	300	2 stikli, koka profils	1	Dabīgā	Slikts gaiss	78
5.	245	300	200	3 stikli, PVC profils	4,5	Dabīgā	Lielie logi uz Z	100
6.	245	300	200	3 stikli, PVC profils	1	Rekuperācija (85%)	Lielie logi uz Z	88
7.	345	400	300	3 stikli, PVC profils	4,5	Dabīgā	Lielie logi uz Z	90
8.	345	400	300	3 stikli, PVC profils	1	Rekuperācija (85%)	Lielie logi uz D	64



Dībeļu termiskās plūsmas atšķirības (vizualizācija, lietojot termogrāfijas metodi).



Dībeļu termiskās plūsmas atšķirības uz ārsienas virsmas.

### Projektu risinājumu siltumtehnikā analīze

Izstrādājot energoefektīvus projektus Latvijā, novārtā tiek atstāta ēkas energopatēriņa analīze, kas faktiski ir pamatu pamats jebkuram projektam. Projektējot un būvējot, teiksim, būvnormatīvam LBN 002-01 atbilstošās ēkas, siltumtehnikā aprēķini bija tikai formalitāte un visbiežāk aprobežojās ar ārsienas vai jumta konstrukcijas siltuma caurlaidības koeficienta vienkāršotu aprēķinu. Tādas pieejas rezultātā ir sabūvētas jaunbūves, kuru faktiskais siltumenerģijas patēriņš būtiski neatšķiras no padomju laikā celtajām ēkām.

Šobrīd līdzīgi tiek turpināta arī energoefektīvo ēku projektēšana – bez jebkādas analīzes par izmantojamo risinājumu un

arhitektūras formu ietekmi uz ēkas energopatēriņa bilanci.

Ēkas, kuru patēriņš ir 100 vai 150 kWh/m<sup>2</sup> gadā, pēc siltumtehnikā uzvedības kardināli atšķiras no ēkām, kurām patēriņš ir mazāks par 60 kWh/m<sup>2</sup> gadā. Tādās ēkās būtiska ir ēkas orientācija pret debesspusēm, stikloto virsmu laukuma attiecība, termisko tiltu daudzums, ventilācijas sistēmas efektivitāte.

Uzskatāmībai 2. tabulā apkopoti dati par kādu privātmāju, un redzams, kā atkarībā no dažādiem parametriem mainās ēkas siltumenerģijas patēriņš.

Energoefektīvā ēkā jāpievērš uzmanība arī termisko tiltu esamībai konstrukcijās un maksimāli rūpīgi jāizstrādā mezglu risinājumi, kuros termisko tiltu negatīvā ie-

tekme būtu minimāla. Mūsdienās ir plašs datorprogrammu nodrošinājums, ar kurām iespējams veikt dažāda veida siltumtehnikā analīzes un izvērtēt projekta risinājumu piemērotību.

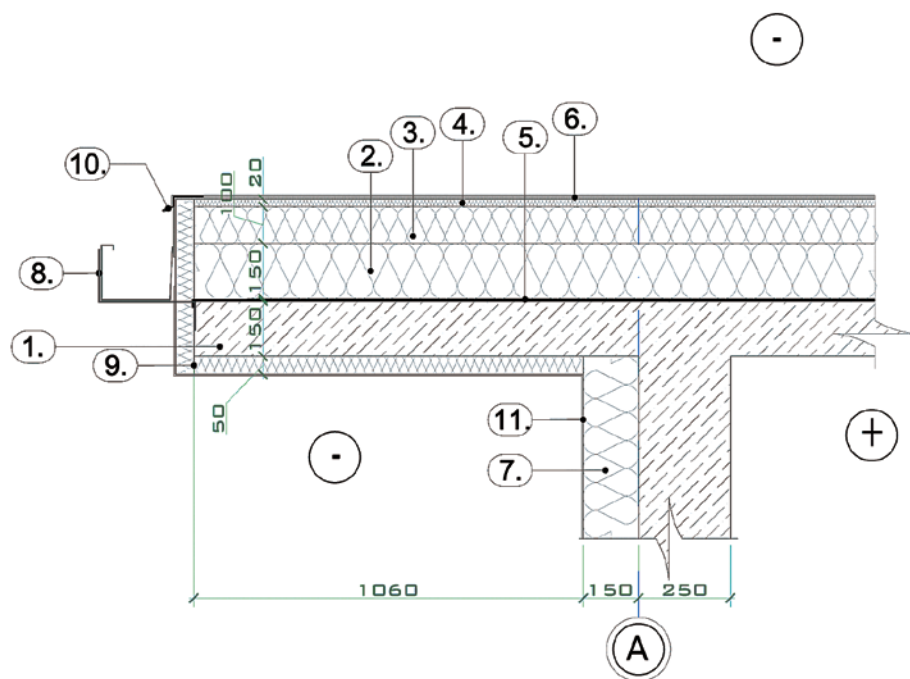
Apskatīsim divus termisko tiltu analīzes piemērus.

**1. piemērs.** Ārsienas siltināšana ar 200 mm siltumizolācijas materiālu, stiprināšanai izmantojot arī dībeļus.

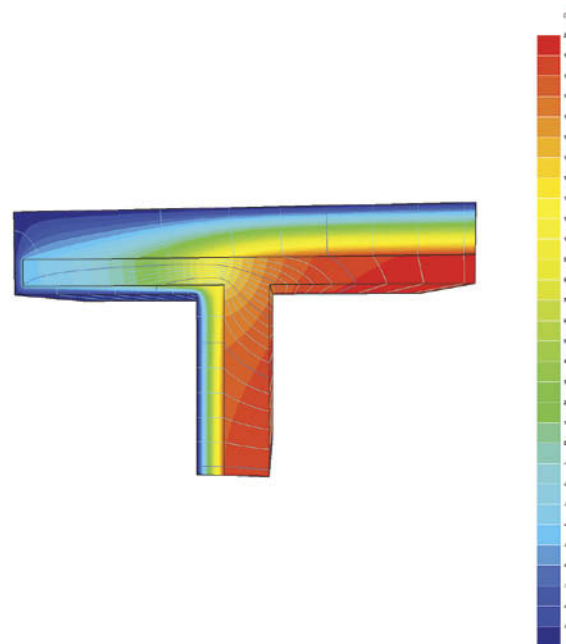
Dībelis ir termiskais tilts, ko nepieciešams ievērtēt būvelementa siltumtehnikā aprēķinā.

Neievērtējot dībeļu siltumtehnikā vājīnājumu, tiek iegūtas būvelementu siltumtehnikā rādītāju vērtības, kas ir par 8–15% labākas. Piemēram, māla ķieģeļu mūra sienas U vērtība, neievērtējot dībeļu





Mezglas rasējums.



Mezglas datorsimulācijas rezultāts.

vājinājumu, būs  $0,165 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ , bet ar piecu dībeļu uz  $\text{m}^2$  vājinājumu  $U$  vērtība būs  $0,181 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ . Nelielas privātmājas gadījumā tas ir aptuveni  $2,5 \text{ kWh}/\text{m}^2$  gadā jeb enerģijas patēriņa palielinājums par 5–10%.

**2. piemērs.** Jumta betona pārkares termiskais tilts.

Ja paskatās uz mezglu, šķiet, viss ir izdarīts pareizi – betona pārkares visapkārt nosegta ar 50 mm biezu siltumizolācijas materiālu. Taču šādā izpildījumā mezgla termiskā tilta vērtība būs  $0,211 \text{ W}/(\text{m K})$ , kas neatbilst pat LBN 002–01 dzīvojamu māju normatīvajai termisko tiltu vērtībai, kur nu vēl zema enerģijas patēriņa ēkas kritērijiem. Šāda termiskā tilta 20 metri rada teju  $400 \text{ kWh}/\text{gadā}$ , kas energoefektīvai mājai būs papildu dažas  $\text{kWh}/\text{m}^2$  gadā.

### Secinājumi

Ja plāno ēku energoefektivitāti, balstoties uz līdzšinējo būvniecības pieredzi, kas izriet no padomju laika būvniecības prakses vai LBN prasībām, energoefektīvu ēku būvniecības procesi izskatās pietiekami viegli realizējami un vienkārši. Tomēr vispārīga un neadekvāta pieeja energoefektīvu projektu izstrādē un realizācijā ātri vien vainagosies ēkas enerģijas patēriņa pieaugumā par 10 un pat  $50 \text{ kWh}/\text{m}^2$  gadā, un tādos gadījumos par energoefektīvu ēku neviens vairs nerunā.

Savukārt detalizēti un kvalitatīvi izstrādāti energoefektīvu ēku projekti ietver pavisam jaunu būvniecības pieeju un domāšanu, kā arī sniedz risinājumus, kas pēc būtības funkcionē reālajā dzīvē un sniedz maksimālu atdevi visā ēkas ekspluatācijas laikā.

### Pozitīvie piemēri

Nenoliedzami, arī Latvijā veidojas pozitīvo piemēru bilance energoefektīvu ēku projektēšanā un būvniecībā. Piemēram, Ventspils domes ēkas renovācijas projekts, Ventspils ambulatorās veselības aprūpes centra jaunbūve, SIA «Valmiera–Andren» ražošanas ēkas renovācijas projekts, AS «Dinex Latvia» ražošanas ēkas renovācijas projekts, viengimenes ēka «Daugaviņas» Tinūžu pagastā, biroja ēka Kūrmājas prospektā 8/10, Liepājā.

Šie pozitīvie piemēri atspoguļo rakstā aktualizēto tēmu, jo visos objektos izmantota energoefektīvas ēkas projektēšanas un būvniecības pieeja:

- ▶ projektēšanas stadijā arhitekts veicis vairākus papildu sagatavošanās darbus – detalizēti izstrādāti mezgli, skaidri definēti būvdarbu kvalitātes kontroles principi un sasniedzamie rādītāji;
- ▶ projekta realizācijai piesaistīti kompetenti cilvēki specifiskos energoefektivitātes jautājumos – termisko tiltu analizē, norobežojšo konstrukciju blīvības risinājumu izstrādē, siltumizolācijas materiālu tehnis-

kajos parametros, ar pieredzi ēku kompleksā energopatēriņa analīzes veikšanā;

- ▶ būvdarbus veic būvuzņēmējs ar pieredzi energoefektīvu ēku būvniecībā, un pamatmērķis ir projektā definēto rādītāju sasniegšana;
- ▶ ēkas būvniecības stadijā tiek veiktas regulāras kvalitātes kontroles pārbaudes, piemēram, ēkas gaiscaurlaidības (BlowerDoor) tests, lai jau savlaicīgi identificētu un novērstu atklātās nepilnības.

Tāda kompleksa un atbildīga pieeja ne tikai garantē definēto rezultātu sasniegšanu, bet reizēm pat patiekami pārsteidz, ļaujot sasniegt vēl labākus rezultātus, nekā cerēts.

Piemēram, patlaban jau divās sabiedriskā rakstura ēkās sasniegtais ēkas gaiscaurlaidības rādītājs ir daudz labāks, nekā bija pieņemts projektā, t.i., sasniedzamais rādītājs bija  $n_{50 \text{ max}} = 0,6 \text{ l/h}$ , bet sasniegti rezultāti  $0,39$  un  $0,34 \text{ l/h}$ . **LB**

Andris Vulāns



### ANDRIS VULĀNS

Mg. sc. ing., būvfizikas eksperts, piedalījies daudz Latvijas energoefektīvu ēku projektu realizācijas dažādās stadijās – pasūtītāja konsultācijas par

ēku energoefektivitāti, darbs projektēšanas, būvuzraudzības procesā, gaiscaurlaidības testu un siltumtehniko aprēķinu veikšana. [www.buvfizika.lv](http://www.buvfizika.lv).