

Daudzdzīvokļu ēka Tālvaiža ielā 1,
Rīgā, būvēta no «Aeroc» blokiem.
Arhitektu birojs «Tectum».



JĀZEPS PAPLAVSKIS, DR. SC. ING.

Gāzbetona mitrums un energoefektivitāte ekspluatācijas sākuma periodā

Raksts iecerēts kā diskusijas sākums par to, kādu ietekmi uz ēkas energoefektivitāti rada gāzbetona ārsienu mitrums ekspluatācijas sākuma periodā. Diskusijas nepieciešamība izriet no iegūtajiem pētījumu rezultātiem LU Botāniskajā dārzā (skat. www.eem.lv), kuri atspoguļoti vairākās publikā-

cijās medijos (skat. 1, 2, 3 un 4). Pētījums ir tikai sākuma stadijā, taču no tā jau izdarīti vairāki vispārinoši secinājumi.

■ «Visticamāk, Latvijas klimatiskajos apstākļos iebūvēts, nosiltināts un apmests gāzbetona bloks nemaz nespēj izzūt līdz tādai pakāpei, lai tā siltumcaurlaidība kļūtu salīdzināma ar citām būvkonstrukcijām.» (3)

■ «Cilvēka fizioloģiskā komforta nodrošināšanai telpas gaisa relatīvais mitrums ieteicams robežās no 40% līdz 60%, bet tam nevajadzētu būt zem 30% un virs 70%.

No šāda aspekta, vide gāzbetona būvēs to sākotnējās ekspluatācijas periodā (iespējams, pat vairākus gadus) ir nelabvēlīga.» (1)

■ «Pirmo astoņu mēnešu rezultāti rāda, ka lielākais energopatēriņš bija stendam, kas būvēts no gāzbetona blokiem. Šī konstruktīvā risinājuma ēkā diezgan ilgu laiku turējies 90–100% mitrums, māja tērējusi 1,8 reizes vairāk siltuma nekā citas.» (2)

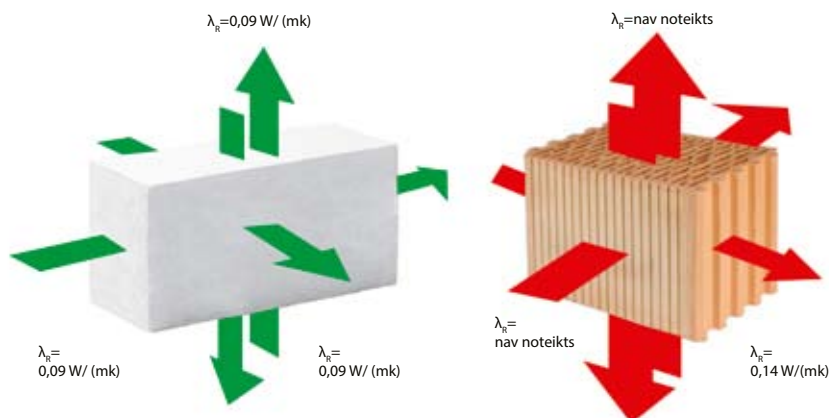
PRETRUNAS PĒTĪJUMOS

Šie secinājumi ne tikai ir pretrunā ar citiem eksperimentālajiem pētījumiem un ēku ekspluatācijas pieredzi, par ko tika informēti publikācijas autori, bet tajos arī tiek prognozēti gala rezultāti bez jebkāda argumentēta pamatojuma. Ja lasītājam, piemēram, nav citas informācijas, kā tikai tā, kas norādīta publikācijās (1, 2, 3, 4) par pētījumiem LU Botāniskajā dārzā, tad viņam neizbēgami rodas maldīgs priekšstats par situāciju reālajos objektos, kuru ārīsienu lietots gāzbetons. Zinātniski praktiskā semināra prezentācijās (11) ir daži precizējoši dati, taču tie būtiski nemaina secinājumus, kas norādīti publikācijās (1, 2, 3).

Vispirms atzīmēsim, ka visām mūra ārīsienu konstrukcijām (gāzbetons, keramzītbetons, betona bloki), t.sk. arī māla blokiem un vairākslāņu dzelzsbetona ārīsienu paneļiem, ekspluatācijas sākuma periodā ārīsienu mitrums ir lielāks par to līdzsvara vai aprēķina mitrumu. Tas saistīts gan ar tehnoloģisko mitrumu, kas rodas ražošanas procesā, gan ar mitrumu, kas rodas mūra konstrukcijā no mūrjavas, apmetuma un atmosfēras nokrišņiem. Šis mitruma saturs, kā arī ārīsienu žūšanas ātrums dažādiem materiāliem var būt atšķirīgs.

Māla bloku ražotāji un pārdevēji savās reklāmās (4) uzsver, ka «māla keramikas

Udens uzsūce LVS EN772-11



1. attēls. Gāzbetona un māla keramisko bloku siltumvadītspēja un ūdens uzsūce.

blokiem siltumvadāmības koeficients saglabājas tāds, kā to sākotnēji deklarējis ražotājs, jo tiek deklarēts sausam materiālam, kāds nonāk arī līdz būvlaukumam». Šāda informācija ir tikai daļēji pareiza. Māla keramikas blokiem nav tehnoloģiskā mitruma, taču tiem ir ievērojami lielāka, salīdzinot ar gāzbetonu, kapilārā ūdens uzsūce (1. att.). 1. attēlā redzams, ka izmēģinājumā, kurš veikts saskaņā ar LVS EN 772-11 norādīto metodiku, kapilārā ūdens uzsūce māla keramikas blokiem ir apmēram 3 reizes lielāka par gāzbetona kapilārā ūdens uzsūci. Tas saistīts ar ļoti atšķirīgu slēgto un atklāto poru struktūru šajos materiālos. Tāpēc āršienā no māla keramikas blokiem uzsūc ūdeni no mūrjavas, apmetuma, kā arī no nokrišņiem, un reālā konstrukcijā ekspluatācijas sākuma periodā siena nekad nav sausa.

Otra principiālā atšķirība starp māla keramikas un gāzbetona blokiem ir tā, ka māla blokiem siltumvadītspēja visos vir-

zienos nav vienāda. Tas jāņem vērā ēkas stūru mūrēšanā, lai izslēgtu caurslašanu.

Visiem bloku ražotājiem saskaņā ar standartu (8) obligāti jādeklarē sausa materiāla siltumvadītspēja λ_{10dry} (W/mK). Labojuma koeficients, kurš ņem vērā mitruma ietekmi, tiek pieņemts vai nu saskaņā ar būvnormatīvu LBN 002-01 (7), vai saskaņā ar standartu LVS EN 1745. Taču abos gadījumos aprēķina siltumvadītspēja λ_U tiek noteikta nevis ekspluatācijas sākuma periodam, bet ilgstošam ēkas ekspluatācijas periodam pie līdzsvara mitruma. Tas projektētājiem bieži rada neskaidrību, jo ne bloku ražotājs, ne būvnormatīvs (7) neuzrāda āršienas līdzsvara mitruma pēc svara lielumu.

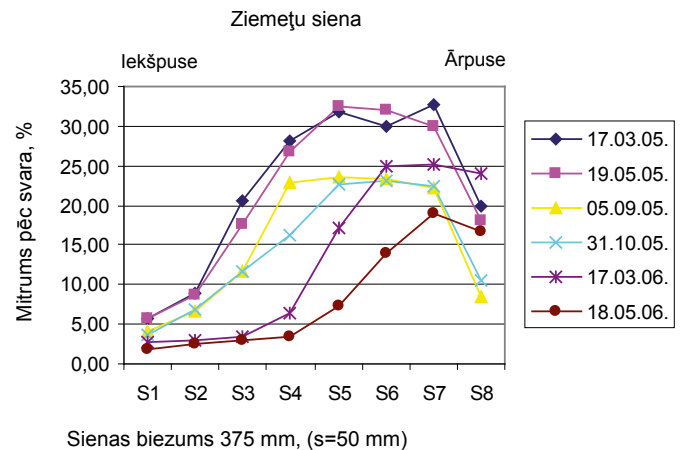
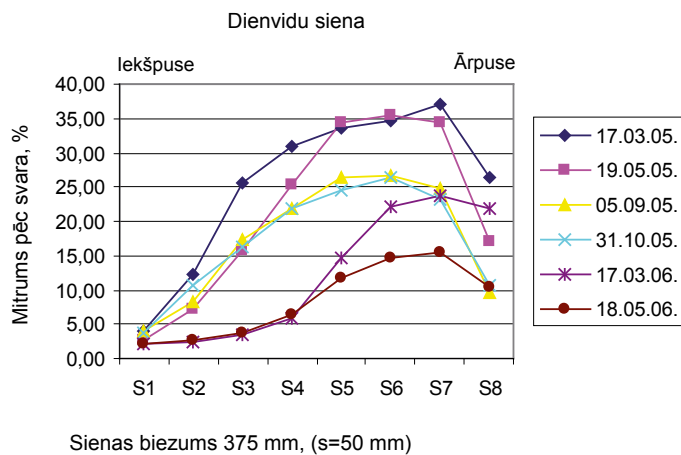
Gāzbetonam, pamatojoties uz eksperimentālo pētījumu rezultātiem, āršienas līdzsvara mitrums pēc svara klimatiskajos apstākļos, kas līdzīgi Latvijas klimatiskajiem apstākļiem, ir 4% līdz 6%, vidēji 5%. Šādi lielumi norādīti arī Krievijas, Ukrainas un

Baltkrievijas normatīvos. Kā jau atzīmējām, Latvijas normatīvos tādas norādes nav.

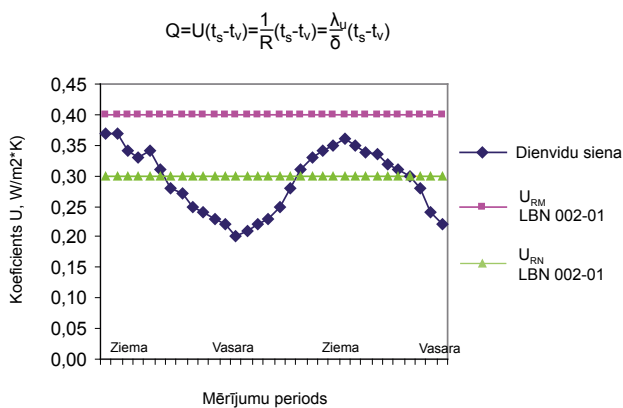
Nākamais būtiskais jautājums, kas diskusijā jāņem vērā, ir tas, ka ēkas energoefektivitātes aprēķina metode (11) neprasa veikt siltuma zudumu aprēķinu ēku ekspluatācijas sākuma periodam, bet tikai ilgstošam periodam, izmantojot aprēķina siltumvadītspējas λ_U (W/mK) vērtības pie līdzsvara mitruma. Ja šī starpība ir būtiska, piemēram, 1,8 reizes, kā tas norādīts publikācijā (2), tad tas būtu jāņem vērā apkures sistēmas jaudas izvēlē un kalkulejot apkures izmaksas ēku ekspluatācijas sākuma periodā.

ĀRSIENU MITRUMS

Nemot vērā, ka āršienas mitrums samazina to siltumvadītspēju un līdz ar to palielina siltuma zudumus caur āršienām, apskatīsim pētījumu rezultātus par mērījumiem, kuri veikti vienslāņa 375 mm biežā gāzbetona āršienā ar blīvumu $\rho=375\pm 25$ kg/m³ un ārējo apdari ar plānkārtas 5 mm

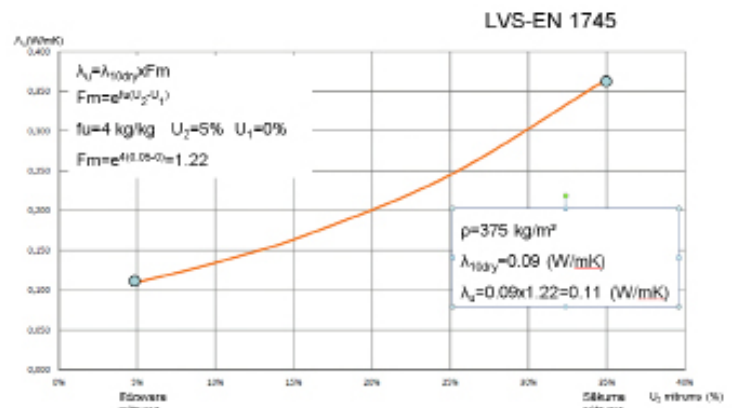


2. attēls. Mitruma sadalījums āršienā.



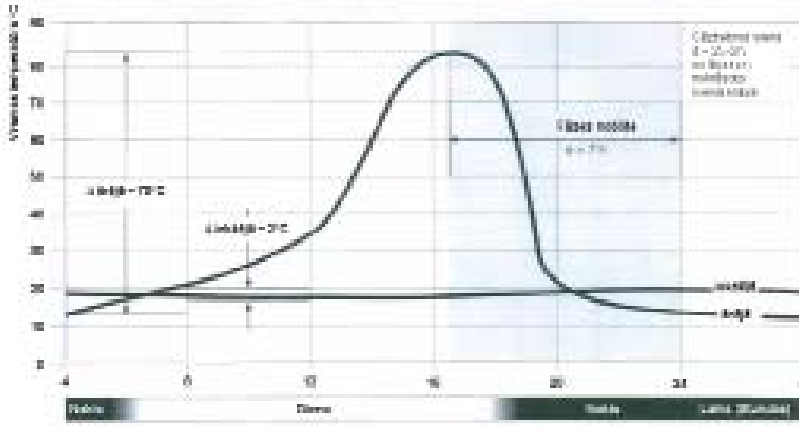
3. attēls. Siltuma caurlaidības koeficienta U izmaiņas atkarībā no siltuma plūsmas Q.

R – siltuma pretestība m²K/W,
 λ_u – siltumvadītspēja W/mK,
 δ – sienas biezums m,
 t_s – iekšējā temperatūra,
 t_v – ārējā temperatūra.



4. attēls. Aprēķina siltumvadītspēja atkarībā no mitruma pēc svara.

λ_{10dry} – sausa materiāla siltumvadītspēja,
 F_m – labojuma koeficients,
 F_u – konstante,
 U_2 – līdzsvara mitrums,
 U_1 – sausa materiāla mitrums.



5. attēls. Gāzbetona ār sienas siltuma inerence.

Aprēķinā enerģija gadā – 60 kWh/m²
 Piegādātā enerģija gadā – 66.7 kWh/m²
 Vidējā vērtība mēnesī – 5.5 kWh/m²



6. attēls. Piegādātās enerģijas patēriņš kWh/m² pirmajā gadā.

biezu apmetumu, kuram ūdens tvaika pretestības faktors $\mu=20$. Šo pētījumu rezultāti ir atspoguļoti publikācijā (5) un mājaslapā www.aeroc.lv. Tāpēc šajā publikācijā pieskarsimies tikai jautājumam par būtiskām atšķirībām mitruma mērījumu metodikā, kura tika veikta pētījumos (5) un LU Botāniskajā dārzā (skat. www.eem.lv).

Mitruma sadalījums ār sienā parādīts 2. attēlā. Sienā ar biezumu 375 mm ar urbumu palīdzību tika ņemti cilindriski paraugi ik pēc 50 mm, kurus izžāvēja +105 °C līdz pastāvīgam svaram. 2. attēls uzrāda, ka mitruma sadalījums sienas biezumā nav vienmērīgs. Visātrāk izžūst sienas iekšējā puse. Tas izskaidrojams ar to, ka telpas iekšpusē visa eksperimenta laikā relatīvais gaisa mitrums ar ventilācijas sistēmu tika uzturēts atbilstoši sanitārajām normām no 35% apkures periodā ziemas mēnešos un 55% vasaras mēnešos. Tajā pašā laikā eksperimenta sākumā sienas svara mitrums bija 30–35%. Līdz ar to gaisa relatīvais mitrums gāzbetona porās bija ievērojami lielāks par relatīvo gaisa mitrumu telpas iekšpusē. Žūšanas process ir ūdens un gaisa molekulu

kustība. Saskaņā ar fizikas likumiem šī molekulu kustība notiek virzienā no vides ar lielāku ūdens molekulu koncentrāciju uz vidi ar mazāku molekulu koncentrāciju. Tāpēc ār sienas intensīvāk žūst virzienā uz sienas iekšpusi.

Ār sienas vidējās mitruma vērtības visa 3 gadu eksperimenta laikā ir grafiski norādītas publikācijā (5) un mājaslapā www.aeroc.lv. Pirmajā gadā ār sienas svara mitrums samazinās strauji no 35% līdz 16%, otrajā gadā no 16% līdz 8%, trešajā gadā tikai no 8% līdz 5%, kas ir ār sienas līdzsvara mitrums. Šie dati sakrīt vai ir ļoti tuvu tiem datiem, kas publicēti Vācijā, Somijā, Krievijā un Ukrainā, neraugoties uz to, ka ār sienas konstrukcijas un gāzbetona biezums bija atšķirīgi.

Pavisam cita ār sienas mitruma mērījumu metodika tika lietota stendos LU Botāniskajā dārzā, kur urbumi netika veikti un mitruma sadalījums sienas biezumā netika noteikts. Nepietiekamas ventilācijas intensitātes dēļ stenda iekšpusē relatīvais gaisa mitrums ilgu laiku (apmēram 9 mēnešus) turējās diapazonā no 80% līdz 100%. Ār

siena no abām pusēm tika apmesta ar 15 mm biezu apmetumu, kam μ vērtības ir apmēram 2 reizes lielākas par ūdens tvaika pretestības faktora μ vērtībām gāzbetonam. Praktiski tas nozīmē, ka gāzbetona ār sienas bija iekapsulētā vidē, kur materiāla žūšana nav iespējama. Mitrums sienā tika mērīts ar vienu sensoru, kas mēra nevis gāzbetona svara mitrumu, bet relatīvo gaisa mitrumu materiāla porās. Pāreja no relatīvā gaisa mitruma gāzbetona porās uz gāzbetona svara mitrumu bez speciālas tarēšanas liknes nav iespējama.

Tādējādi jāsecina, ka eksperimentu autoriem LU Botāniskajā dārzā nav informācijas par gāzbetona svara mitruma izmēģinājumu stendā ne eksperimenta sākumā, t.i., 2013. gada janvārī, ne visa eksperimenta laikā, t.i., līdz 2014. gada aprīlim. Tāpēc nav saprotams, uz kādu datu pamata eksperimentu autori izdara secinājumus par gāzbetona ār sienas mitruma saturu un sienu žūšanas ātrumu (3).

TELPU MIKROKLIMATS

Sanitārajām normām atbilstoša mikroklimata nodrošināšana dzīvojamās telpās ir svarīgākais projektētāju, arhitektu, konstruktoru, apkures un ventilācijas sistēmu speciālistu uzdevums. Higiēnas speciālistu pētījumi ir pierādījuši, ka daudzu hronisku slimību cēlonis ir slikts mikroklimats telpās, kurās pastāvīgi vai ilgu laiku atrodas cilvēki. Svarīgākie telpu mikroklimata rādītāji ir gaisa apmaiņas intensitāte, gaisa relatīvais mitrums, temperatūras svārstības un CO₂ saturs.

Eksperimentālajā stendā ar gāzbetona ār sienām LU Botāniskajā dārzā tā vietā, lai nodrošinātu gaisa relatīvo mitrumu robežās no 40% līdz 60%, gaisa relatīvais mitrums ilgu laiku turējās robežās no 80% līdz 100%. Tāpēc pie iekštelpu temperatūras +19 °C līdz +21 °C jau pēc 2 mēnešiem ār sienas stūros parādījās pelējums, kas absolūti nav pieļaujams dzīvojamās telpās.

Mūsaprāt, eksperimenta autori pieļāva principiālu kļūdu, jo izvēlējās vienādu gaisa apmaiņas intensitāti visos stendos. Ār sienas stendos no frēzbaļķiem un saplākšņiem ir rūpnieciski izgatavotas un izžāvētas, tajā pašā laikā mūra sienās sākuma periodā ir lielāks mitruma saturs. Sienai žūstot, šis liekais mitrums jāizvada no telpas. Protams, tas sākuma periodā palielina enerģijas patēriņu ventilācijai, taču to var kompensēt mūra sienu mazāka gaiscaurlaidība un lielāka siltuma inerence.

Rezumējot gāzbetona mitruma saturu un mikroklimata mērījumus izmēģinājuma stendā, **var izdarīt secinājumus tikai par to, kas notiek, ja telpas ar gāzbetona ār sienām sākuma periodā tiek**

1. tabula. Aprēķina enerģijas patēriņš.

Enerģijas patēriņš	kWh/m ² gadā
Apkure	25
Karstais ūdens	9
Elektroenerģija apgaismojumam	7
Elektroenerģija sadzīves tehnikai	13
Elektroenerģija ventilācijai	6
Kopā	60
primārās enerģijas patēriņš (60x1,5), kur 1,5 ir pārejas koeficients primārajai elektroenerģijai	90
Energopatēriņa klase	A

ekspluatētas tā, kā to nedrīkst darīt. Atzīmēsim, ka eksperimenta pamatnostādņēs, skat. www.eem.lv, tika plānoti pavisam citi pētījuma uzdevumi.

Atgriezīsimies pie eksperimenta rezultātiem, kas tika veikti ar vienslāņa gāzbetona ār sienām. Uz siltuma zudumiem caur ār sienām, kā zināms, atstāj iespaidu mitruma ietekme uz siltumvadītspēju un siltuma caurlaidības koeficienta U izmaiņām atkarībā no siltuma plūsmas Q . 4. attēlā parādīta aprēķina siltumvadītspēja atkarībā no mitruma satura pēc svara atbilstoši harmonizētā standarta LVS-EN1745 prasībām. Varam secināt, ka starp λ_U (W/mK) un gāzbetona svara mitrumu eksistē eksponenciālā sakarība. Mērot siltuma plūsmu Q caur ār sienām, ir iespējams noteikt, kā mainās diennakts laikā vai garākā laika periodā, piemēram, ziemā un vasarā, siltuma caurlaidības koeficients U (4. att.). Būvnormatīvā LBN 002-01 pieņemts, ka U (W/m²K) vērtība aprēķina periodā nemainās, piemēram, iepriekšējā būvnormatīvā bija noteikts, ka $U_{RN}=0,30$ (W/m²K). Tā ir vienkāršota pieeja. 4. attēlā redzams, ka siltuma caurlaidības koeficients U (W/m²K) faktiski ir ar mainīgu vērtību. Pieņemot U (W/m²K) vērtības konstantas, tiek vienkāršota siltuma zudumu aprēķina metode. Svarīgi, lai siltuma zudumu aprēķina gala rezultāts neatšķirtos no faktiskā rezultāta vairāk par 10%. Vienslāņa gāzbetona ār sienai aprēķina U (W/m²K) vērtība bija 0,28. 4. attēlā šī vērtība labi saskan ar mērījumu rezultātiem.

ĀRSIENU SILTUMA INERCE

Siltuma inerces būtība ir materiāla spēja sasilt un atdot iegūto siltumu. Masīvas ār sienas no gāzbetona, keramzītbetona vai māla blokiem, salīdzinot ar vieglām koka karkasa konstrukcijām, kurās siltinājums ir minerālvate, sasilst lēnāk un iegūto siltumu atdod ilgāk. Gāzbetona ār sienās tas uzskatāmi redzams 5. Attēlā (13). Sienas ārējā virsma vasaras periodā var sakarst līdz +80 °C. Sienai atdzīstot, palielinās sienas

iekšējās virsmas temperatūra, kura atbilstoši sanitārajām normām nedrīkst pārsniegt 2 °C. Ja telpas iekšējā temperatūra vasaras periodā ir lielāka par +24 °C, jāieslēdz gaisa kondicionēšanas sistēma. Kā redzam 5. attēlā, gāzbetona ār sienām tas nav jādara, jo tajās nobīde ir pietiekami liela (7,5 stundas), siena atdziest lēnām, un iekšējā virsma sasniedz temperatūras maksimumu pieaugumu tikai nakts vidū. Tāpēc karstās vasaras dienās ēkās ar masīvām ār sienām saglabājas patīkams vēsums, bet ziemas periodā vienmērīgs siltums. To apliecina arī eksperimentālie mērījumi, kas uzrādīti mājaslapā www.aeroc.lv.

ENERĢIJAS PATĒRIŅŠ GĀZBETONA MĀJĀ

Sadarbībā ar Tallinas Tehnisko Universitāti tika veikts monitorings gāzbetona viengimenes mājai, ietverot gaisa caurlaidības mērījumus, termogrāfiskos mērījumus, termisko tiltu mērījumus un piegādātās enerģijas fiksēšanu katrā mēnesī. Detalizēta informācija par ēkas konstruktīvo risinājumu norādīta publikācijā (6) un mājaslapā www.aeroc.lv.

Aprēķina enerģijas patēriņš norādīts 1. tabulā. Piegādātās enerģijas patēriņš pirmajā gadā nolasāms 6. attēlā. Ēkā būvdarbi tika pabeigti rudenī, un enerģijas patēriņa mērījumi sākās ar janvāri. Kā redzams 6. attēlā, faktiskā piegādātā enerģija gadā ir 66,7 kWh/m², aprēķinātā ir 60 kWh/m². Šis enerģijas patēriņa vērtības iekļauj enerģijas patēriņu apkurei, ventilācijai, karstajam ūdenim un elektroenerģiju sadzīves vajadzībām. Tātad pirmajā gadā kopējais piegādātās enerģijas patēriņš ir apmēram par 10% lielāks, salīdzinot ar aprēķināto. Taču jau otrajā gadā, neraugoties uz auksto ziemu, piegādātās enerģijas patēriņš bija par 7,7% mazāks, salīdzinot ar aprēķināto (sk. 1. tab.).

Atzīmēsim, ka ēka ar parametriem, kas norādīti 1. tabulā, atbilst nulles enerģijas ēkas prasībām, kuras norādītas likuma (12) 17. punktā. SIA «Aeroc» 2014. gadā rīkoja

konkursu par energoefektīvu viengimenes ēku ar vienslāņa gāzbetona ār sienām. Konkursa rezultāti (sk. www.aeroc.lv) parādīja, ka viengimenes ēkās, kuru norobežojošo konstrukciju U_{RN} vērtības atbilst iepriekšējam LBN 002-01 prasībām, kopējais faktiskais primārās enerģijas patēriņš vairākām ēkām ir no 78 kWh/m² līdz 146 kWh/m², kas ir augsts rādītājs, jo ēkas klase atbilst ne tikai C klases prasībām, bet arī A un B klases prasībām.

Secinājumi, kas veikti publikācijās (1, 2, 3), neatbilst rezultātiem, kuri sasniegti citos eksperimentos un situācijai reālās ēkās. Mūsuprāt, tam galvenais iemesls ir metodiskās atšķirības eksperimentālajos pētījumos.

SECINĀJUMI

- Katram ār sienu materiālam un sienas konstrukcijai ir savas īpatnības, un reālos ekspluatācijas apstākļos sienu risinājumi darbojas atšķirīgi.
- Kopējais enerģijas patēriņš apkurei un ventilācijai + karstais ūdens + sadzīves elektrība ēkas ekspluatācijas sākuma periodā, t.i., pirmajā gadā, ja māja tiek nodota ekspluatācijā tieši pirms apkures perioda sākuma, ir par 9–10% lielāks, salīdzinot ar aprēķināto.
- Jau otrajā gadā kopējais enerģijas patēriņš ir par 7,7% mazāks, salīdzinot ar aprēķināto vērtību.
- Sanitārajām normām atbilstoša mikroklimata nodrošināšanai dzīvojamās telpās ēkai jābūt apgādātai ar regulējamu ventilācijas sistēmu un gaisa rekuperāciju.

Avoti: 1. A. Jakovičs, I. Dimdiņa, S. Gendelis «Ārējo konstrukciju materiālu ietekme uz ēkas energoefektivitāti ekspluatācijas sākuma posmā». «Latvijas Būvniecība», nr. 6(41)/13. 2. S. Kņipše «Mitruma «apēd» vairāk siltuma nekā aplēsts». «Dienas Bizness», 2013. g. 11. nov. 3. www.eem.lv Eksperts: «Būvju energoefektivitāti Latvijā visvairāk ietekmē mitrums un gaisa apmaiņa». 4. «Latvijas zinātnieki atklājuši Latvijas klimatam piemērotākos celtniecības blokus». Reklāmas raksts «Latvijas Būvniecība», nr. 2(43)/14. 5. J. Paplavskis «Mitruma gāzbetona vienslāņa ār sienās». «Latvijas Būvniecība», nr. 2(31)/12. 6. J. Paplavskis «Zema energopatēriņa AEROC māja Sāremā». «Latvijas Būvniecība», nr. 2(25)/11. 7. Latvijas būvnormatīvs LBN 002-01. 8. Harmonizētais Eirotstandarts LVS-EN1745. 9. Eirotstandarts LVS-EN772-11. 10. Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode. MK noteikumi nr. 39 no 13.01.2009. 11. Zinātniski praktiskā semināra 22.05.2014. prezentācijas. www.eem.lv. 12. Noteikumi par ēku energosertifikāciju. MK noteikumi nr. 383 no 09.07.2013. 13. «Porenbeton Handbuch». Wisbaden, 2002.