



ANDRIS JAKOVIČS, DR. FIZ.,
ILZE DIMDIŅA, MG. SC. ING.,
STAŅISLAVS GENDELIS, DR. FIZ.

Materiālu ietekme uz ēkas funkcionēšanu

LU Fizikas un matemātikas fakultātē šī gada 22. maijā notika zinātniski praktiskais seminārs, kurā dalībnieki tika iepazīstināti ar 2013./2014. gada apkures sezonas pētījumu rezultātiem LU Botāniskajā dārzā izveidotajos ēku testēšanas standos (pētījums ar ESF finansiālo atbalstu, projekta numurs 2013/0027/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/007). Šajā rakstā sniegts ieskats iegūtajos mikroklimate un energoefektivitātes izpētes rezultātos dažādo būvkonstrukciju testēšanas standos. Informāciju par Latvijas Universitātes testa standu būvniecības gaitu un inženiertehnisko aprīkojumu žurnālā

«Latvijas Būvniecība» vairāk var atrast iepriekšējos numuros [1, 2, 3].

Testa būvēs izmantoti atšķirīgi būvmateriāli ārējo konstrukcijām, un aprakstā tiek lietoti šādi standu apzīmējumi:

- gāzbetona bloki – AER;
- viegla karkasa ēka no saplākšņa paneļiem ar akmensvates pildījumu un fibrolītu iekšpusē – PLY;
- eksperimentālie keramiskie bloki ar putu polistirola siltumizolācijas granulu pildījumu dobumos – EXP;
- frēzbaļķi – LOG;
- keramiskie bloki – CER.

Lai nodrošinātu vienādu aprēķina siltuma caurlaidības koeficienta U vērtību,

visas ārējo konstrukcijas siltinātas ar elastīgo akmensvati. Visi eksperimentālie standi ir vienādi orientēti pret debespusēm un vienādi pēc lieluma – iekštelpu platība 9 m^2 , griestu augstums 3 m . Izmantojot sildīšanai un dzesēšanai siltumsūkni (gaiss–gaiss) ar integrētu svaigā gaisa padevi kontrolētai telpas ventilācijai, visos standos nodrošināti vienādi mikroklimate uzstādījumi.

Visu testēšanas standu projektētie raksturlielumi ir vienādi:

- ārējo un pārsegumu konstrukciju U vērtība $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (saskaņā ar standartu LVS EN ISO 6946);
- logs dienvidu pusē ar trīs stiklu paketi un durvīm ziemeļu pusē, U vērtība attiecīgi $0,72$ un $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, g vērtība $0,5$;
- telpas gaisa apmaiņa ar intensitāti n vidēji $0,45 \text{ 1/h}$;
- uzstādītā telpas gaisa temperatūra apkures periodā $+19 \text{ }^\circ\text{C}$.

BŪVKONSTRUKCIJU SILTUMA CAURLAIDĪBA

Sākotnēji 2012. gadā projektētā testa būvju norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidības U vērtība bija būtiski labāka, nekā noteica tobrīd spēkā esošie LR būvnormatīvi. Šī gada 22. aprīlī spēkā stājās grozījumi LBN 002–01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika» (turpmāk – LBN 002–01), būtiski paaugstinot prasības būvkonstrukciju siltuma caurlaidības koeficienta normatīvajai vērtībai [4], bet standu projektētā vērtība joprojām ir nedaudz labāka, nekā noteikts izmainītajā LBN 002–01. Lai pārbaudītu faktisko būvkonstrukciju siltuma caurlaidības koeficientu atbilstību plānotajam, tika veikti atkārtoti dažādo standu būvkonstrukciju faktiskās siltuma caurlaidības vērtības mērījumi (1. attēls). Pirmie mērījumi tika veikti pirmās apkures sezonas laikā 2013. gada pavasarī drīz pēc standu izbūves. U vērtības mērījumi tika veikti atkārtoti dažādos laika periodos otrajā apkures sezonā, kad temperatūra ārā pazeminājās zem $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. Atkārtotie mērījumi un dažādās mērījumu vietas izskaidro iegūto relatīvi lielo mērījumu rezultātu izkliedi, jo konstrukcijās ir šuves (piem., mūrjava starp blokiem) un karkasa elementi. Veicot atkārtotus mērījumus, tika konstatēts, ka mērījumu



AER



PLY



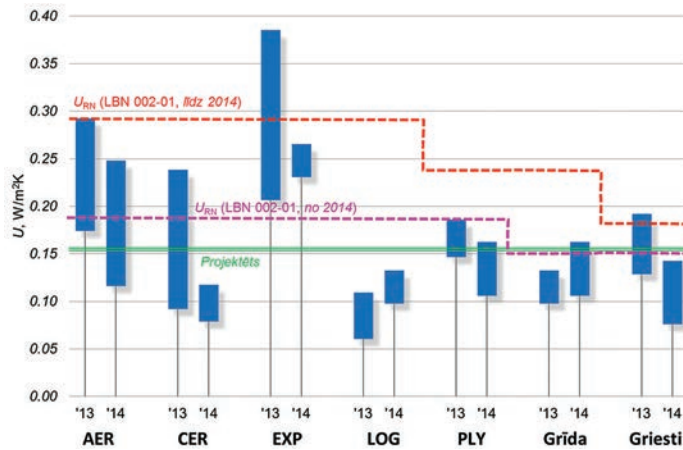
EXP



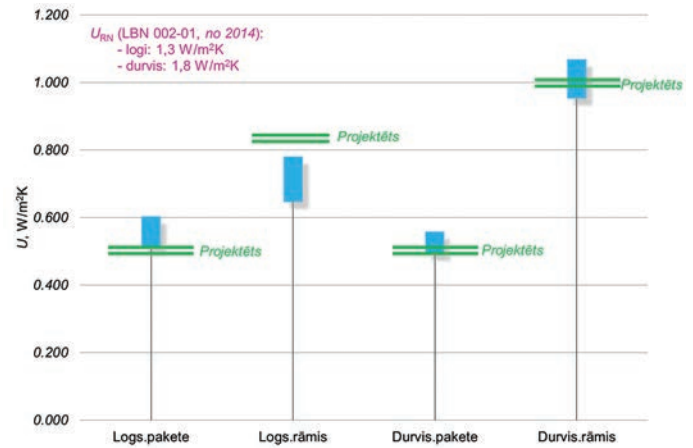
LOG



CER



1. attēls. Dažādo ārsienu būvkonstrukciju, grīdas un griestu faktiskā siltuma caurlaidība U laika periodā drīz pēc to izbūves (2013. g. pavasaris) un pēc gada (2014. g. pavasaris). Ar raustītu līniju norādītas LBN 002-01 normatīvās U_{RN} prasības līdz 22.04.2014. un pašlaik spēkā esošās.



2. attēls. Loga/durvju stikla paketes un rāmja faktiskās siltuma caurlaidības U.

rezultātu izkliede lielākajai daļai konstrukciju būtiski samazinājās. To nosaka sākotnējā būvkonstrukciju mitruma lomas samazināšanās, konstrukcijām žūstot.

Kopumā veikto U mērījumu rezultāti parāda, ka:

- PLY un CER stenda ār sienām, kā arī grīdas un griestu konstrukcijām siltuma caurlaidība jau sākotnēji ir tuva aprēķinu vērtībām un arī pēc vasaras to U vērtība stabilizējas tuvu tām;

- AER un EXP stenda ār sienu siltuma caurlaidība sākotnēji būtiski pārsniedz aprēķina vērtības, ko nosaka paaugstinātais mitruma saturs tajās. Tā un šuvju ietekmē, tāpat kā CER ār sienā, vērojama ļoti liela mērījumu rezultātu izkliede;

- LOG stenda ār sienas sākotnējā siltuma caurlaidība ir būtiski mazāka par aprēķina vērtību. Tā iemesls, visticamāk, ir mazais sākotnējais mitrums koka izstrādājumos pēc to žāvēšanas;

- visām mūra konstrukcijām (AER, EXP, CER) vērojama siltuma caurlaidības samazināšanās tendence laikā. To nosaka sākotnējā mitruma samazināšanās tajās. Tas izpaužas arī PLY ār sienā, kura no iekšpuses ir apmesta;

- AER ār sienas siltuma caurlaidībai ir tendence samazināties un lēni tuvoties aprēķina vērtībai – tendencei saglabāties, tomēr nav garantēta aprēķina vērtību sasniegšana arī ilgākā laika periodā;

- sagaidāms, ka EXP stenda ār sienas U vērtība stabilizēsies pie augstākas vērtības nekā aprēķinātā. Iemesls ir mazāka ar siltuma izolācijas materiālu pildīto dobumu daļa (45%, nevis plānotie 53%) eksperimentālajos keramikajos blokos;

- LOG stenda ār sienas siltuma caurlaidībai, tāpat kā grīdas U vērtībai, ir tendence laikā nedaudz pieaugt. Iemesls, visticamāk, ir

sauso konstrukciju mitruma palielināšanās reālos Latvijas klimatiskajos apstākļos ar relatīvi augstu āra gaisa mitrumu;

- CER, LOG un PLY stendam pēc pārejas perioda sagaidāms aptuveni vienāds siltuma enerģijas patēriņš uzdotas telpu temperatūras uzturēšanai apkures sezonā – līdzšinējie integrālā energopatēriņa mērījumi to apstiprina.

Logu un durvju siltuma caurlaidības mērījumu rezultāti parādīti 2. attēlā. Redzams, ka iegūtās vērtības ir ļoti tuvas ražotāja specificētajām. To nodrošina 3 stiklu paketes izmantošana un mūsdienīga daudzkameru plastmasas rāmja konstrukcija ($U_w=0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_D=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), kas Latvijā vēl nav kļuvusi par masveida parādību, kaut arī būtu atbilstoša klimatiskajiem apstākļiem. Šis risinājums tika izvēlēts, lai mazinātu siltuma caurlaidību atšķirību starp sienu konstrukcijām, kur izvēlēta mērķa vērtība bija $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, logam/durvīm sākotnēji bija plānots risinājums ar U_w vērtību virs $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liela siltuma caurlaidības atšķirība logam vai durvīm ar līdzās esošo sienu vairo risku, ka uz šīm konstrukcijām, it sevišķi to apakšējā daļā, var veidoties kondensāts, jo ir būtiski pazemināta to virsmas temperatūra.

Ēkām ar augstākām prasībām (dzīvojamās mājas, pansionāti, slimnīcas un bērnudārzi), ja temperatūras faktora vērtība k ir 1, jauno LBN 002-01 normatīvo prasību vērtība ār sienām $U_{RN}=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ tikai nedaudz pārsniedz stendu projektētās vērtības, bet pārsegumiem (griestiem un grīdai) stendu projektētā vērtība sakrīt ar normatīvo. Jānorāda, ka logiem un durvīm U_{RN} un U_{RM} jaunajā LBN 002-01 versijā joprojām būtiski atpaliek no tehniskajām iespējām, ko Latvijā var realizēt par pamatotām izmaksām, t.i., normatīva prasības

joprojām varēs izpildīt, nelietojot Latvijas klimatam piemērotās trīs stiklu paketes.

MITRUMA IETEKME

Uz būtiskām būvkonstrukciju mitruma atšķirībām netieši norāda ļoti atšķirīgs relatīvais gaisa mitrums stendos pie vienādas gaisa apmaiņas intensitātes tajos. 3. attēlā apkopotu mērījumu dati par 1 kalendāro gadu.

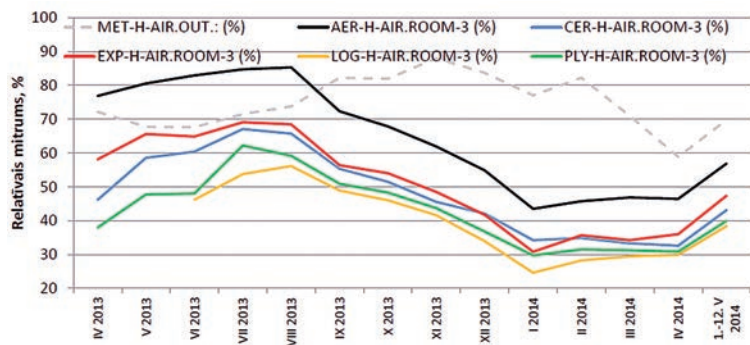
Kopējā testēšanas stendu telpas gaisa relatīvā mitruma aina gada laikā ir cikliska atbilstoši absolūtā mitruma izmaiņām āra gaisā. Otrā apkures perioda (2013./2014. g. apkures sezona) beigās raksturīgais telpu mitruma līmenis tomēr ir zemāks nekā pēc pirmā perioda 2013. gada maijā. Raksturīgi, ka bez papildu gaisa mitrināšanas/sausināšanas:

- relatīvais mitrums AER stendā normālas ventilācijas režīmā ir samazinājies salīdzinājumā ar 2013. g. pavasari, bet tomēr sasniedz 70% un ir pie termiskā komforta nosacījumu pieļaujamās augšējās robežas;

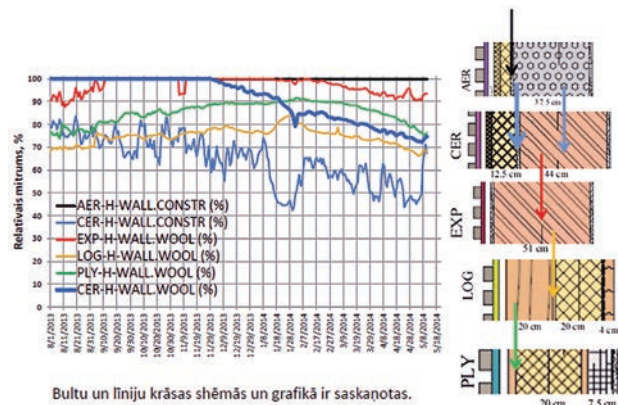
- CER, EXP, PLY stendā mitrums ir optimāla komforta robežās starp 40 un 60%;

- frēzbaļķu stendā (LOG) vidējais relatīvais gaisa mitrums (35%) ir nedaudz zem optimālā komforta robežas.

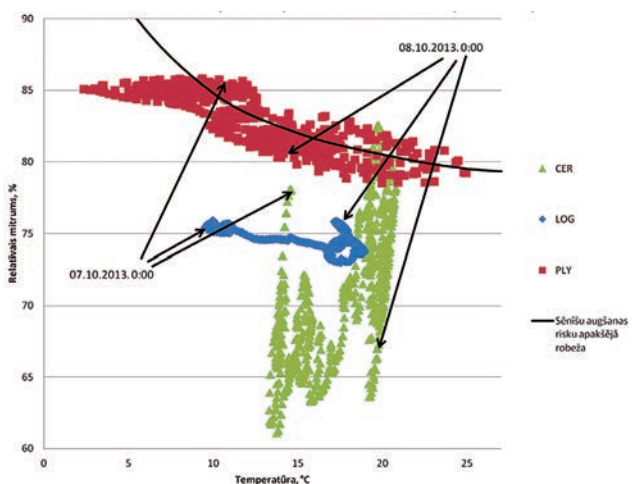
Kā redzams 3. attēlā, apkures sezonai sākoties, ar nepārtrauktu telpas ventilāciju gaisa relatīvais mitrums telpā samazinās. Āra gaisa relatīvā mitruma pieaugums apkures perioda sākumā ir mēnīgs, jo, pazeminoties āra gaisa temperatūrai, absolūtais ūdens daudzums gaisā ievērojami samazinās. Tādējādi Latvijai raksturīgā klimatā telpu konstrukciju žāvēšana ar ventilāciju ir efektīva apkures periodā, patērējot energoresursus āra gaisa uzsildīšanai līdz vēlamajai telpas temperatūrai, un, ja nepieciešams, ar mehānisko ventilāciju, patērējot elektroenerģiju ventilatoru darbināšanai. Savukārt



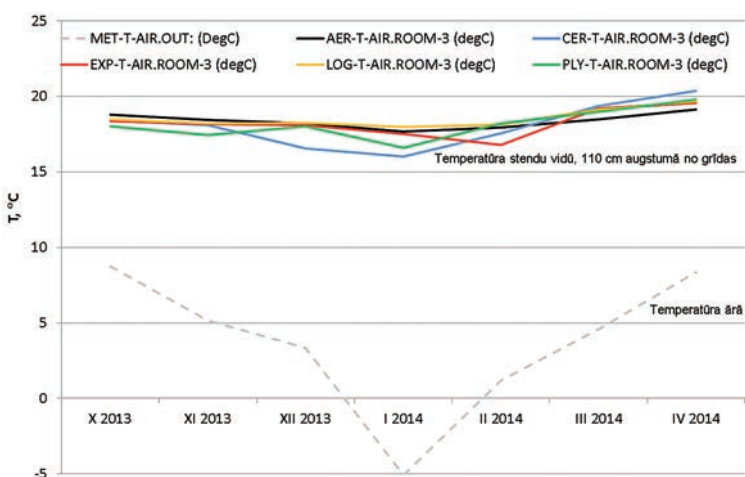
3. attēls. Vidējais gaisa relatīvais mitrums stendos dažādos mēnešos.



4. attēls. Relatīvais mitrums konstrukcijās dažādās vietās.



5. attēls. Relatīvā mitruma atkarība no temperatūras izvēlētā rudens periodā 2013. g., kad sāka telpu apkure.



6. attēls. Mēneša vidējā gaisa temperatūra stendos 2013./2014. g. apkures periodā.

normālos telpu ekspluatācijas apstākļos, kad konstrukciju žāvēšana nav nepieciešama un ir nodrošināta normatīvajām prasībām atbilstoša telpu ventilācija, atkarībā no ventilācijas intensitātes un apdares materiāliem (LOG) telpu gaisu apkures periodā var būt nepieciešams mitrināt, lai nodrošinātu cilvēkam optimālus gaisa parametrus (relatīvais mitrums 40–60%, telpas gaisa temperatūra +19–25 °C). Āra gaisa temperatūrai paaugstinoties apkures perioda beigās, pieaug āra gaisa absolūtais mitruma saturs, kas ar ventilāciju nonāk arī telpās. Attiecīgi, kā redzams 3. attēlā, telpas absolūtais un relatīvais mitrums visos testa stendos palielinās. Tur redzamās telpu un āra gaisa relatīvā mitruma svārstības gada garumā uzskatāmi parāda, kāpēc mitru ēku konstrukciju (AER, EXP, CER) žūšanai nepieciešams ilgstošs laika periods, kas atkarībā no konstrukciju risinājuma var sasniegt vairākus gadus. Savukārt koka konstrukcijas telpas apdarē (LOG) nodrošina telpas gaisa relatīvā mitruma svārstības mazākā amplitūdā.

Mitruma mērījumi konstrukciju iekšienē no 2013. gada rudens līdz apkures sezonas beigām 2014. gadā redzami 4. attēlā,

kam pievienots shematiskais testa stendu ār-sienas konstrukcijas griezumam ar mitruma sensoru izvietojumu.

Par kritisku uzskatāma zona akmensvatē pie frēzbaļķa LOG ār-sienas konstrukcijā, PLY saplākšņa paneļu ār-sienā akmensvatē pie ārējā saplākšņa un CER, EXP un AER stenda ār-sienas siltinājuma slāņos. No mitruma mērījumiem konstrukcijās izriet, ka:

- AER un EXP stenda ār-sienas parāda žūšanas tendences, tomēr mitruma līmenis tajās vairāk nekā gadu pēc izbūves un pilnas apkures sezonas vēl aizvien ir augsts – AER ār-sienā relatīvais mitrums saglabājas 100%. Gāzbetona gadījumā iemesls ir pašu bloku ūdens saturs, eksperimentālo bloku gadījumā tas ir mitrums dobumos un mūrjavā;
- CER stenda ār-sienā sākotnējais mitrums faktiski ir zudis – nav vērā ņemama mitruma paaugstinājuma;
- PLY un it īpaši LOG stenda ār-sienās eksperimentos nav konstatēta labvēlīga vide sēnišu veidošanās riskiem – šis rezultāts saskan arī ar ilgtermiņa modelēšanas rezultātiem;
- lai sākotnēji mitrajās AER un EXP ār-sienas konstrukcijās nonāktu pie kvazistacionāra mitruma režīma ar svārstībām tikai sezo-

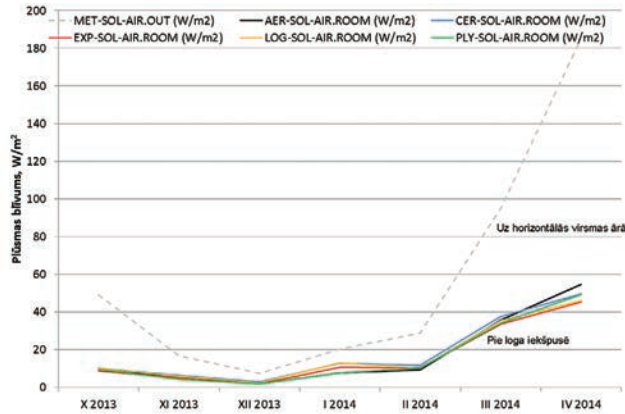
nālos ciklos, mērījumi jāturpina vēl vismaz 2 gadus.

Mitruma un temperatūras monitoringa dati būvkonstrukciju iekšienē ļauj novērtēt arī sēnišu augšanas riskus tajās – skatīt 5. attēlu. Apskatot īsu laika periodu oktobrī nedēļu pēc apkures sākšanas, kad uzstādītā kondicionēšanas temperatūra ir +19 °C, apstiprinās jau iepriekš teiktas:

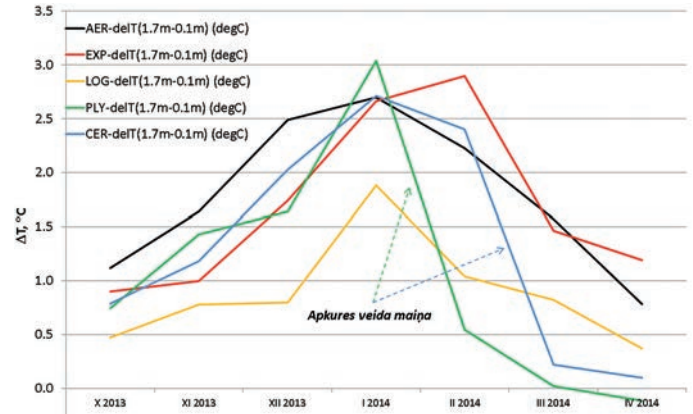
- LOG stenda ār-sienā apstākļi ir zem sēnišu augšanas riska apakšējās robežvērtības;
- CER stendā šīs robežvērtības izsliecīgi tiek sasniegtas, bet risku gandrīz nav;
- PLY stendā temperatūra un mitrums ārējā siltumizolācijas slāni svārstās sēnišu augšanas riska robežlīknes zonā. Tā iemesls ir relatīvi lielā ārējā saplākšņa slāņa tvaiku pretestība, ko varētu samazināt, saplākšni perforējot.

ENERGOPATĒRĪNŠ TELPU APSILDEI RUDENĪ UN ZIEMĀ

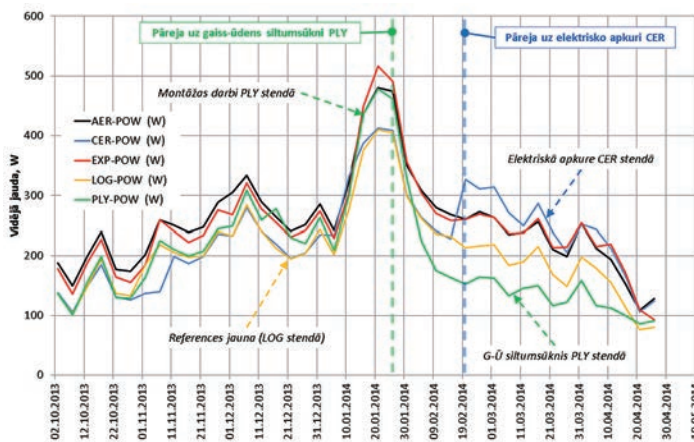
Pirmie energopatēriņa mērījumi stendos pēc to izbūves pabeigšanas 2012./2013. g. ziemā tika veikti 2013. g. martā un aprīlī, kad tika nodrošināta normāla to iekštelpu ventilācija un bija uzstādīta noteikta telpu



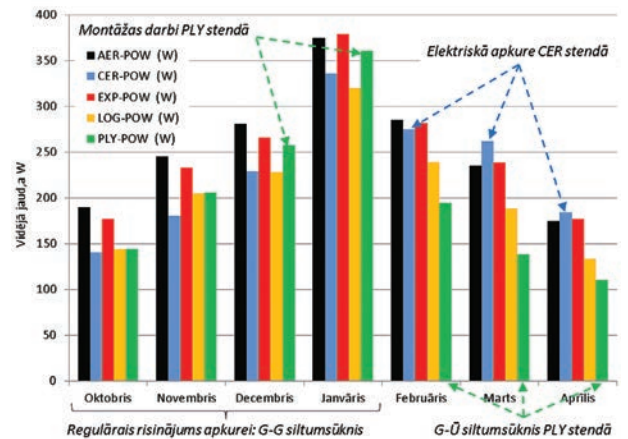
7. attēls. Mēneša vidējā solārā starojuma intensitāte ārā un loga iekšpusē telpā.



8. attēls. Gaisa temperatūras sadalījuma nevienmērība testa stendos 2013./2014. g. apkures periodā, starpība iegūta, mērot temperatūru 0,1 un 1,7 m augstumā no grīdas.



9. attēls. Pievadītās elektriskās jaudas izmaiņas 2013./2014. g. apkures periodā, vidēji pa 5 diennakšu periodu ($T_{\text{gaisa}} = +19 \text{ }^\circ\text{C}$, $n=0,45 \text{ 1/h}$).



10. attēls. Kopējā pievadītā mēneša vidējā jauda 2013./2014. g. apkures periodā.

temperatūra ($T = +18 \text{ }^\circ\text{C}$, $n = 0,45 \text{ 1/h}$). Mērījumu rezultāti liecināja, ka stendu no gāzbetona (AER) un eksperimentālajiem blokiem (EXP) siltuma zudumi par 25–30% pārsniedz siltuma zudumus no stenda ar tradicionālajiem lielgabarieta keramikajiem blokiem (CER) ar siltuma izolācijas slāni [3]. Tas nepārsteidz, jo, kā jau parādīts 1. attēlā, AER un EXP bloku ārējās faktiskās siltuma caurlaidība U būtiski pārsniedz prognozēto vērtību $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ un sasniedz $0,25\text{--}0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tas, ka siltuma patēriņš nedubultojas proporcionāli divkāršai sienu siltuma caurlaidībai, saprotams, jo siltuma apmaiņa notiek arī caur griestiem/grīdu un logiem/durvim, kuru U vērtība visiem stendiem aptuveni vienāda. Turklāt būtisku daļu siltuma bilancē veido konvektīvie siltuma zudumi, ko nosaka ventilācijas gaisa apmaiņa – tā kā gaisa apmaiņas intensitāte visos stendos ir vienāda, tad arī šie zudumi visos stendos ir gandrīz vienādi.

Arī 2013./2014. g. apkures sezonā testēšanas stendos uzstādītie telpas parametri bija līdzīgi: temperatūra $+19 \text{ }^\circ\text{C}$, gaisa apmaiņa $0,45 \text{ 1/h}$. Temperatūras uzturēšanai

stendos tiek izmantoti gaiss–gaiss siltumsūkņi ar integrētu ventilācijas svaigā gaisa padevi. Dažādu siltumsūkņu tehnoloģisko risinājumu energoefektivitātes un viendabīga telpas mikroklimata uzturēšanas iespēju salīdzināšanai no 2014. gada februāra papildus uzstādīts siltumsūknis gaiss–ūdens PLY stendā un no februāra vidus uzstādīta elektriskā apkure CER stendā.

Āra gaisa un telpas temperatūras monitoringa rezultāti 6. attēlā atspoguļo, ka temperatūra telpas vidū 110 cm augstumā no grīdas atšķiras no uzstādītās. Temperatūras pieaugums skaidrojams ar siltuma ieguvumiem no saules, kas, kā redzams 7. attēlā, pieaug pavasara mēnešos, bet telpas iekšpusē nepārsniedz 30% globālā starojuma siltuma plūsmas blīvumu. Papildu atkāpes no telpā uzstādītās temperatūras skaidrojamas ar temperatūras sadalījuma nevienmērību visā telpas tilpumā, ko būtiski ietekmē apkures sistēmas izvēle – to uzskatāmi parāda 8. attēls. Gaisa apsildes sistēmai šī izkliede ir vislielākā – pārejot uz tradicionālo apkuri ar elektriskajiem vai silta ūdens konvektoriem, temperatūras starpība radikāli samazinās.

2013. gada rudenī situācija energopatēriņa ziņā principiāli netika mainījies, kaut arī proporcijas starp patēriņu dažādos stendos atkarībā no konkrētā izvēlēta salīdzināšanas perioda nedaudz mainās. To uzskatāmi 9. attēlā parāda pievadītās elektriskās jaudas izmaiņas, lai nodrošinātu stendu apsildi apkures sezonā. Mēneša vidējā elektroenerģijas jauda, ar kādu darbinātas stendu iekārtas, apkopota 10. attēlā. Papildus 9. attēlā fiksēts periods ar palielinātu elektroenerģijas patēriņu PLY stendā, lai nodrošinātu alternatīvās siltumsūkņa gaiss–ūdens sistēmas izbūvi, kā arī fiksēti periodi, kuros notikusi apkures sistēmas maiņa PLY un CER stendā. Pirmajos 3 apkures sezonas mēnešos energopatēriņš AER stendā kopumā ir par 25% lielāks nekā CER un LOG stendā, t.i., proporcija ir saglabājusies tuva tai, kāda tā bija pirmajos divos stendu ekspluatācijas mēnešos pēc to izbūves – 2013. gada martā un aprīlī. Tas apstiprina jau iepriekš teikto, ka AER konstrukcijas žūšanas procesi ir ļoti lēni un, kā to apstiprina arī ražotāja pārstāvji, var turpināties vairākus gadus.

Tas, cik strauji laikā pieaug summārais energoresursu patēriņš stendu apsildei, atkarīgs no āra gaisa temperatūras – tai pazeminoties, apkures jauda lineāri pieaug. Tā kā apkures sākuma periodā dominēja apmācies laiks ar relatīvi mazu solārā starojuma intensitāti, apkures jaudu pie fiksētas uzstādītās iekštelpu temperatūras pamatā nosaka āra gaisa temperatūras svārstības, piem., būtiski pazeminoties āra temperatūrai decembra un janvāra vidū, attiecīgi pieaug nepieciešamā apkures jauda, un janvāra vidū tā CER un LOG standā sasniedz 360 W, bet EXP un AER standā pat 470–480 W, t.i., tā ir par 30–35% lielāka.

Jānorāda, ka 9. un 10. attēlā norādītā elektroenerģijas jauda apkurei ir apsildes iekārtu (gaiss–gaiss un gaiss–ūdens siltumsūkņi, elektriskā apsildes ierīce), kuras uzstādītas dažādos stendos, elektroenerģijas patēriņš. Šajā lielumā nav iekļauts ventilācijas sistēmas motora, kura ģenerētais siltums izdalās ārā, darbināšanai nepieciešamais elektrības patēriņš un arī ar iekšējiem siltuma avotiem, kas imitē cilvēka klātbūtni, saistītais elektroenerģijas patēriņš stendos.

Siltumsūkņu sarazotā siltuma daudzuma attiecību pret to patērēto enerģijas daudzumu kādā laika periodā sauc par sezonālo veiktspējas koeficientu SCOP (seasonal coefficient of performance). Tas var būt būtiski mazāks par standartizētos apstākļos noteikto efektivitāti COP (coefficient of performance), ko uzdod ražotāji pie nominālas āra un iekštelpas gaisa temperatūru starpības un pie maksimālas ražības [5]. Jānorāda, ka lietotajam svarīgs ir tieši SCOP, jo no tā būs atkarīgas faktiskās apkures izmaksas, izmantojot viena vai cita veida siltumsūkņus, bet SCOP arī vienam un tam pašam siltumsūkņim var atšķirties atkarībā no:

- āra gaisa temperatūras;
- apkures sistēmas darba temperatūras;
- enerģijas akumulācijas iespējām sistēmā;
- enerģijas pārvades zudumiem sistēmā;
- tā, cik tuvs sūkņa darbības režīms ir projektētajam (nominālajam) režīmam;
- vai sūkņi ir vai nav aprīkoti ar inverteri un kāds ir zemākais ražības sliekšnis, līdz kuram iekārta strādās ieslēgts/izslēgts režīmā.

Detalizēti dažāda veida siltumsūkņu SCOP un dzesēšanas sezonai arī SEER koeficientu pētījumi ekspluatācijas apstākļos plānoti 2014.–2015. g., uzstādot dažādos stendos atšķirīgus gaiss–gaiss un gaiss–ūdens siltumsūkņus un salīdzinot to patērēto elektroenerģiju ar elektriskās apkures sistēmas patēriņu. Pašreizējie provizoriskie vērtējumi stendos esošajiem gaiss–gaiss siltumsūkņiem, salīdzinot to patērēto elektroenerģiju ar modelaprēķinu stendu siltuma bilancei, izmantojot ar programmu «HetMod» iegūtās vērtības, parāda esošajos

ekspluatācijas apstākļos to SCOP=1,5–1,7, kaut arī standartizēti noteiktā COP vērtība ir 3 reizes augstāka – COP=5,0. Galvenie atšķirību iemesli ir tas, ka

- COP tiek noteikts +7 °C āra gaisa temperatūrā, bet ekspluatācijas apstākļos Latvijas klimatā šī temperatūra vidēji aukstajā gada laikā ir zemāka – Rīgā normatīvā apkures sezonas temperatūra ir 0 °C;
- sūkņa nominālā jauda ir vismaz 5 reizes lielāka nekā maksimāli nepieciešamā momentānā jauda sildīšanai zemā āra gaisa temperatūrā, un sūkņi lielu daļu laika strādā «stand by» režīmā, bet tērē elektroenerģiju;
- gaiss–gaiss siltumsūkņi nav enerģijas akumulācijas iespēju.

Tādējādi, protams, sagaidāms, ka, piešķaņojot sūkņa nominālo jaudu faktiskajam patēriņam, SCOP pieaugs. Novērtējumi rāda, ka ar pašreizējām elektroenerģijas cenām siltumsūkņu lietošana ekonomiski atmaksājas, ja to SCOP pārsniedz 3,0–3,5. Izmantojot mūsdienīgas konstrukcijas siltumsūkņus ar COP>5, optimāli izvēloties sistēmu un to kvalitatīvi izbūvējot, šādas SCOP vērtības ir iespējams sasniegt.

Ņemot vērā iepriekš teikto un iegūtos rezultātus, var secināt, ka A kategorijas komforta līmeņa un energoefektivitātes nodrošināšanai ārējām norobežojošajām konstrukcijām vēlamas šādas īpašības:

- ārējām būvkonstrukciju slānim jānodrošina nepieciešamās (atbilstoši būvnormatīvam vai stingrākiem projekta uzstādījumiem energoefektivitātes aspektā) siltuma izolācijas īpašības, lai konstrukcijai kopumā garantētu mazu siltuma caurlaidību U un minimizētu siltuma tiltus;
- konstrukcijas iekšējam slānim savukārt jābūt ar labām siltuma akumulācijas, mitruma akumulācijas un caurlaidības īpašībām, lai nepieciešamības gadījumā nodrošinātu gan papildus siltuma un mitrumu

akumulāciju, gan arī to atdevi, mainoties apstākļiem telpā.

Šajos eksperimentos Latvijas klimatā ir divi stendi (EXP, CER), kuru ārēnās satur keramikas blokus, bet enerģijas patēriņš šiem stendiem krasi atšķiras. Viens no faktoriem ir dobumu pildījuma ar polistirola granulām uzkrātais mitrums, kas no konstrukcijas difundē ļoti lēni, jo bloki ir apmesti no abām pusēm. Turklāt eksperimentālā (EXP) bloka faktiskā siltuma caurlaidība atšķiras no aprēķinos izmantotās vērtības arī tādēļ, ka faktiskā dobumu daļa izgatavošanas tehnoloģiskā procesa atšķirību dēļ ir mazāka, nekā plānots – nevis 53%, bet gan tikai 46%. Tāpēc keramikas bloku raksturlielumus Latvijas klimata apstākļos salīdzinājumā ar citiem stendu materiāliem jānovērtē, balstoties uz (CER) stenda mērījumu rezultātiem. Savukārt AER stenda gāzbeta ārēnu lielās siltuma caurlaidības iemesls ir lielais sākotnējais ūdens daudzums tajos, kas izdalās ļoti lēni gan materiāla poru struktūras īpatnību dēļ, gan arī tādēļ, ka bloki no abām pusēm ir apmesti. Te jānorāda, ka visi mūra elementi (arī keramiskie CER bloki) ir abpusēji apmesti, tādējādi nodrošinot tvaika difūzijai no tiem vienādu apstākļus visos gadījumos.

Papildus šajā rakstā atspoguļotajam ēkas energoefektivitātes salīdzinājumam seminārā tika prezentēti pirmie mērījumu rezultāti, kas iegūti vides mikrobioloģiskajos un gaisa kvalitātes mērījumos no dažādām būvkonstrukcijām veidotajos stendos, kā arī detalizētāk analizēta siltumsūkņu faktiski sasniegtā energoefektivitāte Latvijas klimatā. Vairāk par projektu un tā rezultātiem var uzzināt mājaslapā www.eem.lv.

Pētījuma rezultāti par periodu 2011.–2013. g. apkopoti un izdoti grāmatā «Būvkonstrukciju energoefektivitāte un ilgtspēja Latvijas klimatā» [6]. **LB**

Atsauce

Pētījumu «Latvijas klimatam un kvalitatīvas dzīves vides nodrošināšanai piemērotu ilgtspējīgu un sistemātisku risinājumu izstrāde gandrīz nulles patēriņa ēkām» veic Latvijas Universitāte ar ESF finansiālo atbalstu (projekta numurs 2013/0027/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/007). Pētījums turpina no 2011. līdz 2013. gadam realizēto LU pētījumu ar ERAF finansiālo atbalstu «ES energoefektivitātes un optimāla telpu mikroklimata prasībām atbilstoša kompozīta ēkas ārēnās konstruktīvā risinājuma no vietējām izejvielām izstrāde, izmantojot multifizikālās modelēšanas metodi» (projekta numurs 2011/0003/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/041), kā arī izmanto no tālāk attīsta tā rezultātus un izveidoto pētniecisko bāzi – programmatūru un eksperimentālo poligonu. Kā vienu no LU Fizikas un matemātikas fakultātes pētnieku sasniegumiem var minēt fakultātes telpās Zeļļu ielā 8, Rīgā, 26. jūnijā atklāto Energoefektivitātes centru. Centrā uzstādītās gatavo būvkonstrukciju (logu, durvju u.c.) siltuma caurlaidības noteikšanas iekārtas konstrukcijā pirmo reizi pasaulē lietoti vakuuma izolācijas paneļi, kas ļāva būtiski samazināt iekārtas izmērus. Centrā ierīkota arī pirmā Latvijā caurspīdīgo konstrukciju solārās enerģijas caurlaidības un virsmu emisijas dažādos viļņa garumos noteikšanas iekārta, kā arī reālās gaisa apmaiņas un gaisa «vecuma» noteikšanas iekārta. Papildus centrā pētniecībai pieejama paaugstinātas ražības ēku standartizētas gaisa apmaiņas noteikšanas sistēma, zinātniskā infrasarkanā termokamera ar augstu termālo jutību un precizitāti, kas ļauj veikt mērījumus arī šķidrājiem metāliem, kā arī mērsistēma cilvēka termiskā komforta apstākļu mērījumiem, t.sk. starojuma asimetrijas, vertikālās temperatūras diferences u.c. parametri noteikšanai. Centrs tika izveidots ar ERAF finansiālo atbalstu (projekts Nr. 2011/0060/2DP/2.1.1.3.1/11/PIA/VIAA/007).

- Avoti:** 1. Jakovičs A., Dimdiņa I. Eksperimentāla būvrisinājumu testēšana. Latvijas Būvniecība, nr. 3(32)/12, 90. lpp. 2. Jakovičs A., Gendelis S., Dimdiņa I. Eksperimentālo stendu energoefektivitātes un telpu mikroklimata monitoringa projekts. Latvijas Būvniecība, nr. 6(35)/12, 84.–86. lpp. 3. Jakovičs A., Gendelis S., Dimdiņa I. Arkonstrukciju materiālu ietekme uz ēkas energoefektivitāti ekspluatācijas sākuma apstākļos. Latvijas Būvniecība, nr. 6(41)/13, 84.–86. lpp. 4. LR Ministru kabinets. Noteikumi Nr. 495 no 27.11.2001., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002–01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnikas». – Rīga: Latvijas Vēstnesis, 2001. 5. Dimdiņa I. Siltumsūkņa jaudas ietekme uz sasniedzamo energoefektivitāti auksta klimata apstākļos. Latvijas Būvniecība, nr. 2(43)/14, 91.–93. lpp. 6. Jakovičs A., Gendelis S., Ozoliņš A. u.c. Būvkonstrukciju energoefektivitāte un ilgtspēja Latvijas klimatā. Latgales druka. 2013. 323. lpp.