

ILZE DIMDIŅA, MG. SC. ING.,
STANISLAVS GENDELIS,
DR. FIZ., ASOCIĒTAIS PROFESORS,
ANDRIS JAKOVIČS, DR. FIZ.
FOTO: STANISLAVS GENDELIS*

Eksperimentālo stendu energoefektivitātes un telpu mikroklimata monitoringa projekts

Paaugstinoties ēku konstrukciju un inženiersistēmu energoefektivitātes prasībām (Eiropas Parlamenta direktīva 2010/31/ES), vienlīdz liela uzmanība jāpievērš arī iekštelpu termiskā komforta apstākļiem. Ēkas konstrukciju un inženiersistēmu uzdevums tādējādi ir ar minimāliem energoresursiem mainīgos meteoroloģiskajos apstākļos (temperatūra, mitrums, vēja ātrums, saules starojums u.c.) nodrošināt pēc iespējas nemainīgi kvalitatīvu iekštelpu gaisa vidi. Ēkas konstrukciju izvēle ietekmē sākotnējās investīcijas un ekspluatācijas izmaksas, kā arī ēkas ilgtspēju un to izmantojošo cilvēku veselību ilgtermiņā, ko nosaka izvēlēto konstrukciju īpašības (piemēram, siltumenerģe, higroskopiskums u.c.) un to ietekme uz iespējām sasniegt vēlamās ēkas energoefektivitātes un iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus.

Tādēļ svarīgi izstrādāt ēku konstrukciju ietekmes uz ēku energoefektivitāti un iekštelpu mikroklimatu multifizikālu modeli, kas ļauj mainīgos klimatiskajos apstākļos virtuāli pētīt dažādas eksperimentālās ēku

konstrukcijas. Datormodeļa izmantošana var vienkāršot un veicināt jaunu būvkonstrukciju un būvmateriālu izstrādi un ekonomiski pamatotu būvniecības risinājumu izvēli, kā arī ēkas iekštelpu mikroklimata un ar to saistītās cilvēku veselības un pašsajūtas uzlabošanu, kas paaugstina darba produktivitāti. Vienlaikus šāda modeļa vispusīgai pārbaudei nepieciešama tā pieņēmumu eksperimentāla verifikācija – to paredzēs veikt, uzbūvējot īpašus testēšanas standus.

Turpinājumā tiks īsi raksturoti izpildes stadijā esošā ēku energoefektivitātes un iekštelpu gaisa kvalitātes monitoringa projekta laikā izstrādātā koncepcija, testa stendu būvkonstruktīvie un inženiertehniskie risinājumi, kā arī plānotie mikroklimata parametru mērījumi.

Izvēli atšķirīgajām testēšanas stendu ārējām norobežojošajām konstrukcijām noteica kritērijs pēc iespējas izmantot no vietējām izejvielām ražotus būvmateriālus un augstvērtīgus siltumizolācijas materiālus. Monitoringa laikā jānodrošina āra gaisa un iekštelpu mikroklimata parametru mēri-

jumi (piemēram, temperatūra, relatīvais mitrums, gaisa plūsmas ātrums u.c.), kā arī katra stenda energoresursu patēriņš apsildei, dzesēšanai un ventilācijai.

Sagaidāmie āra un iekštelpu gaisa, būvkonstrukciju stāvokļa un enerģijas patēriņa monitoringa dati nodrošinās iespēju analizēt un salīdzināt atšķirīgos būvkonstruktīvos risinājumus savā starpā un tiks izmantoti arī multifizikālā modeļa verifikācijai.**

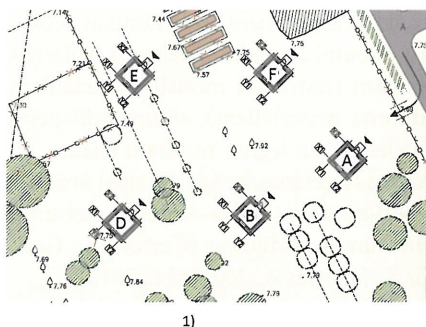
Eksperimentālie stendi

Projekta laikā no atšķirīgiem ārēsienu materiāliem (A, B, C, D, E tips) tiek būvēti pieci testēšanas stendi, kas ir identiski pēc lieluma, plānojuma, ģeogrāfiskā novietojuma un inženiersistēmu risinājuma. Visi stendi orientēti vienādi pret sauli, un tiem nodrošināts vienāds noēnojums (skat. 1. att.).

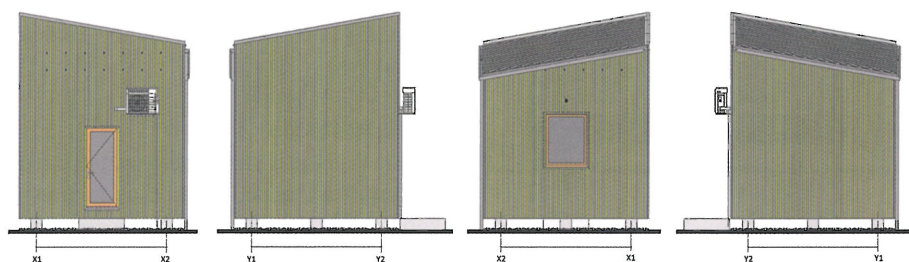
Būvkonstruktīvie risinājumi paredz iespēju robežās samazināt vai novērst termiskos tiltus. Visu tipu ārēsienu konstrukciju U vērtība paredzēta vienāda ar 0,16 W/(m²K), aprēķināta saskaņā ar standartu

1. tabula. Ārēsienu konstrukcijas slāņu materiāli un biezums (mm)

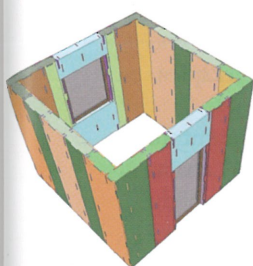
A tips (701,5)		B tips (561,5)	C tips (387,5)	D tips (606,5)	E tips (516,5)
Ārējā apdare – koka latu dekoratīvais apšuvums (40)					
Saplākšņa sedzošā plāksne WG; BB/WG (6,5)					
Gaiss/vertikāls koka latojums (30)					
Pretvēja plāksne «Paroc Cortex» (30)			Saplākšņa karkass/izolācija «Paroc eXtra plus» (21/ (100+100))	Kaļķa–cementa apmetums «SAKRET» (15)	Dores frēzbalķi (200)
Izolācija «Paroc eXtra plus»/ koka horizontāls latojums (125)	Izolācija «Paroc eXtra plus»/ koka horizontāls latojums (50)	Eksperimentālie keramiskie bloki ar aizpildītiem dobumiem (500)		Izolācija «Paroc eXtra plus»/koka horizontāls latojums (100)	
Kaļķa–cementa apmetums «SAKRET» (15)	Kaļķa–cementa apmetums «SAKRET» (15)				Izolācija «Paroc eXtra plus»/koka vertikāls latojums (100)
Keramiskie bloki «KERATERM» 44 (440)	Gāzbetona bloki «AEROC Eco Term Plus» (375)				
Iekšējā apdare – kaļķa–cementa apmetums «SAKRET» (15)			Iekšējā apdare – vertikāls koka apšuvums (40)		



1. attēls. Testa standu novietojums: 1) orientācija; 2) būvdarbi.



2. attēls. Testēšanas standu fasādes.



3. attēls. Saplākšņa karkasa konstrukcijas montāžas shēma (C tips).

(LVS EN ISO 6946). Savukārt logiem un durvīm (REHAU) $U < 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Testa standi novietoti dabiskos apstākļos pilsētvidē Rīgā (LU Botāniskā dārza teritorijā), ko raksturo auksts piejūras klimats (skat. 1. att.).

Testēšanas standu projektēšanā tika saņemti risinājumi, lai pēc iespējas samazinātu sākotnējās atšķirības prognozētajā enerģijas patēriņā, tādējādi nodrošinot pamatu korektai faktiskā patēriņa un iekšējo mikroklimata mērījumu datu analīzei un interpretācijai.

Katrs stands imitē atsevišķi stāvošu ēku ar iekšējo (3 m x 3 m = 9 m² grīdas platība, 3 m griestu augstums), logu un ieejas

durvīm – skat. 2. att. Katra būve izvietota uz balstiem, tai nav saskares ar grunti. Bēniņi ir ventilējami, un pārseguma siltuma izolācija veidota, izmantojot koka skaidu vati. Termisko tiltu novēršanai loga un durvju konstrukcijas montāža iznesta uz siltumizolācijas slāni (skat. 2. att.).

Ventilēto ārējo fasāžu konstrukcijas pamatmateriāls atšķirīgiem standiem ir šāds:

- A tips – keramiskie bloki «KERA-TERM 44» (440 mm) ar siltinājumu ārpusē;
- B tips – gāzbetona bloki «AEROC Eco Term Plus» (375 mm) ar siltinājumu ārpusē;
- C tips – eksperimentāls bērza saplākšņa panelis (296 mm) ar «PAROC» siltumizolācijas pildījumu un fibrolīta plāksni (70 mm), ko izstrādājis arhitekts M. Ošāns sadarbībā ar AS «Latvijas Finieris» (skat. 3. att.);
- D tips – eksperimentālie keramiskie bloki (500 mm) ar siltumizolācijas granulu pildījumu dobumos (izstrādāti sadarbībā ar SIA «Lode»);
- E tips – Dore frēzbalķi (200 mm) ar siltinājumu iekšpusē.

Projektā eksperimentālā kārtā izstrādāti divi inovatīvi risinājumi.

Eksperimentālo bloku ar dažādu dobumu ģeometriju un pildījuma materiāliem siltumvadītspēja tika skaitliski modelēta un analizēta projekta ietvaros (skat. 3. att.).



YIT Celtniecība lepojas ar savām 100 gadu ilgjām būvniecības un nekustamo īpašumu projektu attīstības tradīcijām. Šo gadu laikā YIT ir audzis kopā ar klientiem, attīstoties no lokāla Somijas būvniecības uzņēmuma par nozīmīgu uzņēmumu grupu celtniecības un nekustamo īpašumu jomā.

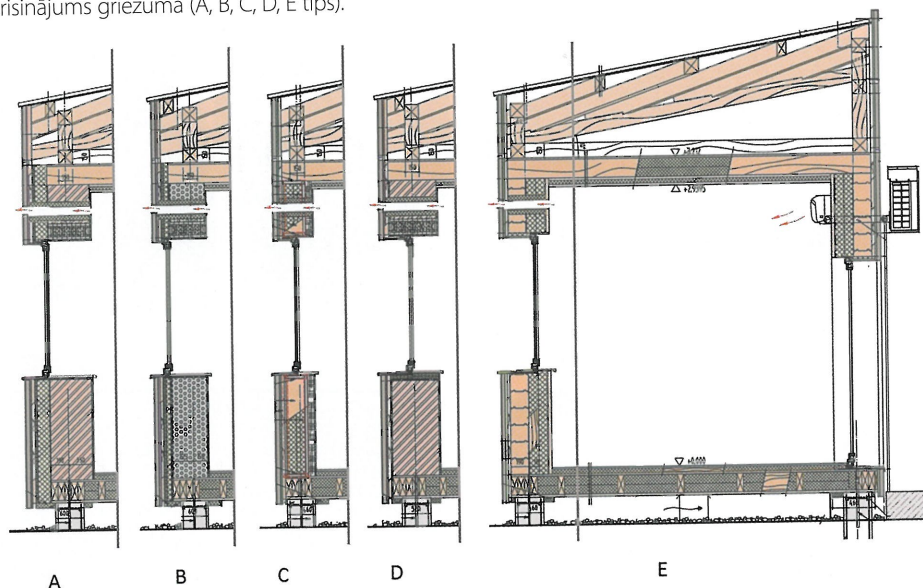
Mūsu darbības jomas:

- nekustamo īpašumu projektu attīstīšana,
- vispārējo celtniecības darbu veikšana un vadišana,
- inženiertīklu un inženierbūvju celtniecības darbu veikšana un vadišana,
- vispārējo celtniecības darbu būvuzraudzība.

Mēs būvējam, attīstām un uzturam labu dzīves vidi Eiropas Ziemeļvalstīs, Baltijas valstīs, Centrāleiropā un Krievijā.

SIA "YIT Celtniecība"
K. Ulmaņa gatve 86F, Rīga, LV-1046
Tālr. 67606900. Fakss 67606901
E-pasts: celtnieciba@yit.lv
www.yitmajas.lv. www.yit.lv

4. attēls. Testēšanas stendu būvkonstruktīvais un inženiertehniskais risinājums griezumā (A, B, C, D, E tips).



Atšķirīgo ārējo konstrukciju tipu slāņi un to biezums apkopoti 1. tabulā, stendu būvkonstruktīvie risinājumi griezumā parādīti 4. attēlā.

Iekštelpu mikroklimata nodrošināšana

Iekštelpu mikroklimata parametriem tipiskos āra klimata apstākļos darba zonā jāatbilst A kategorijas biroju telpas prasībām (LVS CR 1752:2002, LVS EN 15251:2007): iekštelpas temperatūra vasarā $+24,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, gaisa kustības ātrums mazāks par $0,18\text{ m/s}$, ziemā $22,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, gaisa kustības ātrums mazāks par $0,15\text{ m/s}$; relatīvais mitrums $30\div 70\%$; trokšņu līmenis $\leq 30\text{ dB(A)}$. Iekšējā jānodrošina nepārtraukta gaisa apmaiņa ar intensitāti $0,6/\text{h}$, kas nozīmē, ka telpā (27 m^3) nepieciešams pievadīt un aizvadīt $16,2\text{ m}^3/\text{h}$ gaisa.

Iekštelpu vides mikroklimata parametru – temperatūras, relatīvā mitruma un gaisa apmaiņas – nodrošināšanai katrs testēšanas stends tiks aprīkots ar gaisa siltum-sūkni «Ururu-Sarara», DAIKIN.

Gaisa kondicionēšanas iekārtas uzstādīšana paredzēta virs durvīm. Gaisa noplūde no telpas paredzēta pārspiediena ietekmē caur dabiskās ventilācijas kanālu virs loga konstrukcijas, kas aprīkots ar gravitācijas resti, skat. 4. att.

Šīs apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas inženiertehniskais risinājums izstrādāts un iekārtas izvēle veikta sadarbībā ar SIA «Indutek LV».

Mērījumi

Testēšanas stendu inženiertehnisko risinājumu efektivitātes un būvdarbu kvalitātes kontrolei, kā arī lai noteiktu katra objekta sākotnējos parametrus, paredzēts veikt ēku termogrāfiju (LVS EN 13187:2002), blīvuma pārbaudi ar pārspiediena/zemspiediena metodi (LVS EN 13829:2002) un būvkonstrukciju siltuma caurlaidības mērījumus.

Visos stendos nepārtraukti tiks nodrošināti būtisko parametru mērījumi: temperatūra un relatīvais mitrums (vairākās vietās, t.sk. konstrukcijā), spiediens un spiediena starpība, solārais starojums, gaisa plūsmas ātrums u.c. Katram testa stendam paredzēta individuāla energoresursu patēriņa (elektrības) uzskaitē. Izveidotā datu uzkrāšanas, pārsūtīšanas un apstrādes programmatūra nodrošina automātisku datormonitoringu. Periodiski plānots veikt arī siltuma plūsmu caur konstrukcijām un izvēlētu gāzu koncentrācijas mērījumus.

Paredzēts nodrošināt arī nepārtrauktus temperatūras, relatīvā mitruma, vēja ātruma un virziena, spiediena un solārā starojuma mērījumus ārējā vidē.

Modelēšana

Projekta laikā:

► jau izveidoti stendu vienkāršoti multifizikāli modeļi, kas ļauj analizēt būvkonstrukciju siltumenerģijas ietekmi uz telpas temperatūras izmaiņām (Dzenis T., Gendelis S., Jakovičs A., 2012);

► veikta eksperimentālo keramikas bloku, kuru dobumi aizpildīti ar siltuma izolācijas granulām (izstrādāti modeļi ar dažādiem pildījuma materiāliem), siltumvadītspējas modelēšana un iegūto rezultātu analīze, lai izvēlētos testēšanas stenda (D tips) ārējo eksperimentālo bloku sastāvu, dobumu formu un aizpildījumu (Čertoks S., Gendelis S., Jakovičs A., Kļaviņš J., 2012);

► izveidota metodika un veikta siltuma un mitruma pārnese procesu matemātiskā analīze piecu veidu vairāku slāņu būvkonstrukcijās, t.sk. arī mainīgas temperatūras starpības apstākļos (Ozoliņš un Jakovičs, 2012).

Perspektīvas

Šie testēšanas stendi perspektīvā var tikt izmantoti arī, lai pētītu citu ēkas apkures un kondicionēšanas sistēmu energoefektivitāti un spēju nodrošināt noteiktus iekštelpu mikroklimata parametrus.

Konkrētā projekta laikā nav paredzēts veikt VOC koncentrācijas mērījumus, bet testa stendu risinājums un aparātūra ir piemērota, lai veiktu izdalījumu mērījumus no iekšējās apdares materiāliem telpu ekspluatācijas apstākļos.

Salīdzināšanai un eksperimentālu konstruktīvu risinājumu testēšanai Latvijas klimata apstākļos var izbūvēt arī papildu stendus, lai izvērtētu to ilgtspēju, energoefektivitāti un ietekmi uz iekštelpu mikroklimatu. **LE3**

Apiecinājums.

Pētījums tiek veikts ar ERAF finansiālo atbalstu, projektu realizē Latvijas Universitāte, Nr. 2011/0003/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/041.

Atsauces: 1 Dzenis T., Gendelis S., Jakovičs A. 2012. Research of Composite Constructions' Impact on the Energy Efficiency of Buildings. Proceedings of the 3rd International Conference Advanced Construction, Kaunas, 2012. 2 Čertoks S., Gendelis S., Jakovičs A., Kļaviņš J. 2012. Mathematical modelling of ceramic block heat transfer properties. Proceedings of the 3rd International Conference Advanced Construction, Kaunas, 2012. 3 Ozoliņš A., Jakovičs A. 2012. Heat and moisture transfer in the multi-layer walls: interaction and influence on the heat loss in the circumstances of changeable external temperature. Latvian journal of physics and technical sciences, 2012, Vol. 49, No. 6.

*Ilze Dimdiņa, LU Fizikas un matemātikas fakultāte, RTU Būvniecības fakultāte, Andris Jakovičs, LU Fizikas un matemātikas fakultāte, Staņislavs Gendelis, LU Fizikas un matemātikas fakultāte

**Par ilgtermiņa sadarbības partneri Latvijas Universitātei, kas realizē testa ēku unikālo projektu Latvijas kontekstā, šā gada rudenī kļuva būvuzņēmums «RE&RE».