

Ēku siltuma zudumu kompleksā analīze

Staņislavs Gendelis

Andris Jakovičs

LU Fizikas un matemātikas fakultātes Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorija

Analizējot ēkas siltuma zudumus un siltuma patēriņa samazināšanas iespējas, visefektīvāk lietot kompleksu pieeju, kurā ietilpst kvalitatīvais termogrāfiskais apsekojums un kvantitatīvie siltuma caurlaidības un gaisa apmaiņas mērījumi, kā arī ēkas siltuma patēriņa matemātiskais modelis.

Latvijā viens no būtiskākajiem enerģijas patērētājiem apkures sezonā ir ēkas. Pēdējos gados celtās ēkas pārsvarā atbilst Latvijā nesēn pieņemtajam būvnormatīvam LBN 002-01 *Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika*, taču, apsekojot virkni agrāk celtu ēku pirms to renovācijas, konstatēti būtiski siltuma izolācijas defekti. Tādēļ nepieciešams komplekss to siltuma zudumu monitorings un enerģijas patēriņa analīze, ko visefektīvāk var veikt, izmantojot parādīto shēmu.

Noteikt siltuma zudumu raksturu kvalitatīvi un atrast būtiskus defektus ārējās norobežojošās konstrukcijās iespējams, izmantojot termogrāfisko ekspresanalīzi, kuras rezultātā tiek mērīta un vizuāli attēlota virsmas temperatūra. Tā dod vispārēju priekšstatu par atšķirīgu būvelementu uzbūvi, kas savukārt palīdz izvēlēties vietas, kur jāveic siltuma zudumu kvantitatīvie mērījumi.

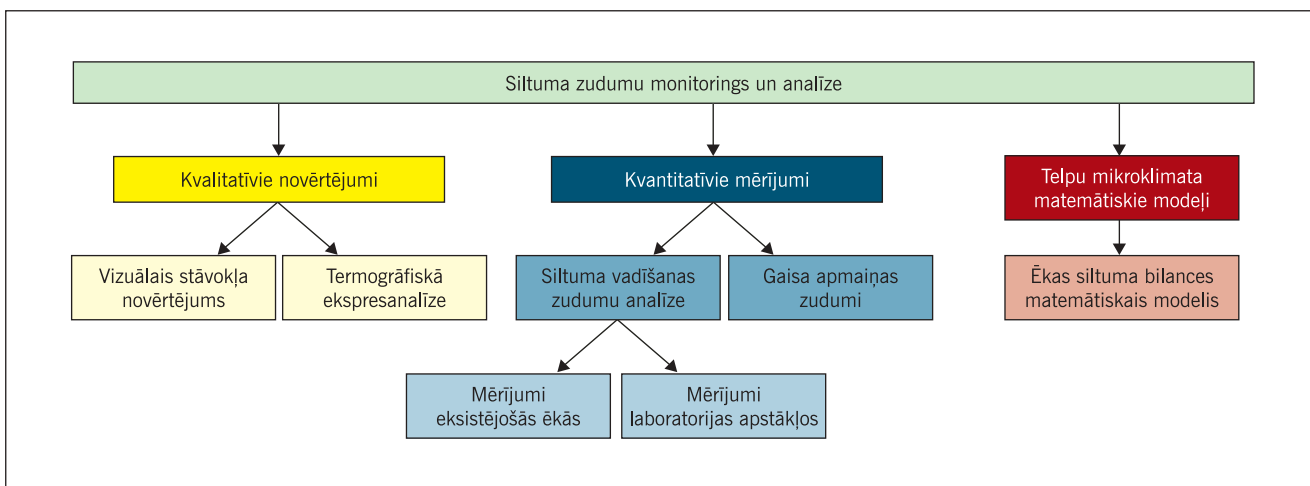
Būvkonstrukciju siltuma caurlaidības mērījumus iespējams veikt gan pašā ēkā, gan arī izmantot analogus siltuma caurlaidības koeficienta mērījumus gatavām būvkonstrukcijām (piemēram, logiem vai durvīm) laboratorijas apstākļos. Ar šādu mērījumu palīdzību var novērtēt zināmu būvkonstrukciju siltuma caurlaidības atbilstību Latvijas būvnormatīvam LBN 002-01 un inženiertehniskajiem aprēķiniem, kā arī noteikt siltuma caurlaidību būvkonstrukcijām ar nezināmu uzbūvi.

Bez siltuma vadīšanas zudumiem ir jānovērtē arī ar gaisa apmaiņu saistītie (konvektīvie) siltuma zudumi, kas atkarībā no ēkas stāvokļa var būt ievērojami un pat noteicoši. To mērīšanai izmanto standartizētu mēriekārtu *BlowerDoor*, kuras darbības pamatā ir spiedienu starpības radīšana starp telpu un āra gaisu. Tiek noteikts ieplūstošā gaisa daudzums laika vienībā, kas arī ir kvantitatīvs rādītājs gaisa apmaiņai pie uzdotās spiedienu starpības.

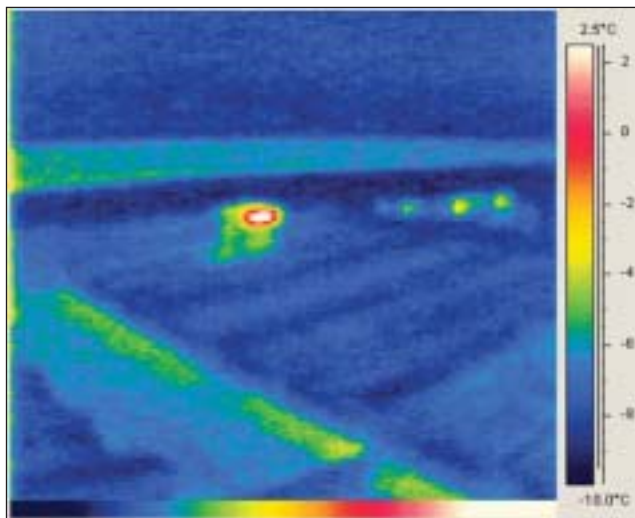
Visbeidzot, noteikt ēkas siltuma daudzuma patēriņu, analizēt tās siltuma zudumu sadalījumu pa veidiem un būvelementu tipiem iespējams, izmantojot ēkas siltuma bilances matemātisko modeli. Lietojot to, iespējams atrast kritiskos elementus norobežojošās konstrukcijās, kuru nomaiņa vai uzlabošana ir visefektīvākā.

Termogrāfiskais apsekojums

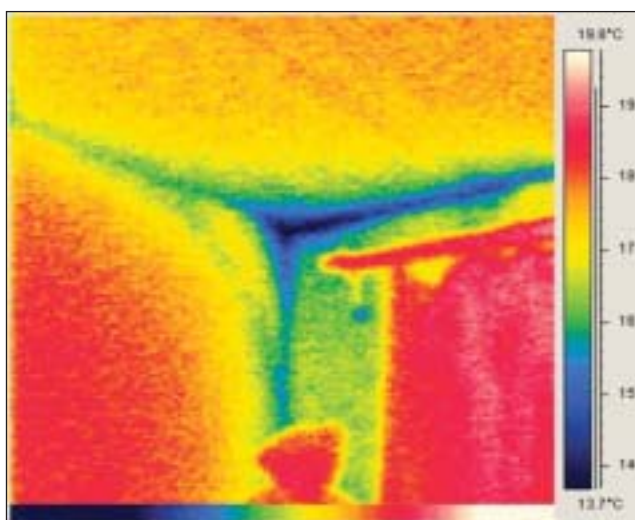
Kvalitatīvai norobežojošo konstrukciju siltuma zudumu analīzei izmanto termogrāfisko metodi, kas balstīta uz ķermeņu izstarotās infrasarkanā elektromagnētiskā viļņu intensitātes un tā maksimuma atkarības no ķermeņa temperatūras reģistrēšanas. To uzveršanai un attēlošanai izmanto speciālas iekārtas – t.s. termovizorus. Tā kā metode balstās uz starojuma reģistrāciju no virsmas, tad tās



Kompleksā siltuma zudumu monitoringa shēma



Siltā gaisa izplūde caur ventilācijas atveri uz jumta un jumta konstrukcijas salaiduma vietā

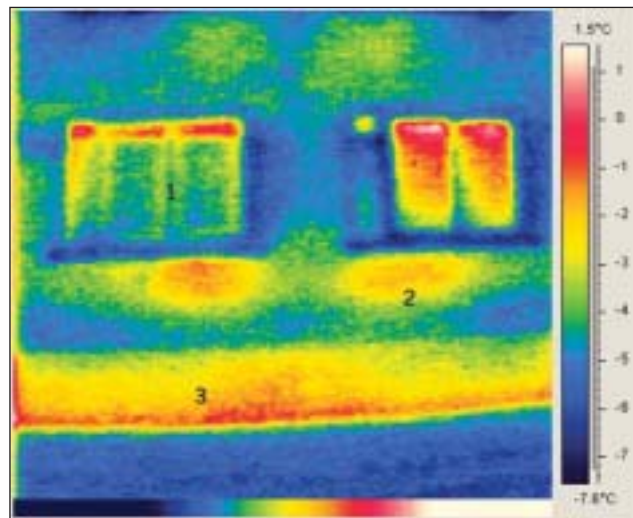


Pazeminātas virsmas temperatūras dēļ stūri iespējama ūdens tvaiku kondensēšanās

lietojumu un rezultātu precizitāti ievērojami ietekmē dažādi ārējie faktori, piemēram, no virsmām atstarotais Saules starojums vai virsmas emisijas koeficients arī būtiski ietekmē rezultātu precizitāti. Metode ir lietojama tikai apkures sezonas laikā, t.i., ja pastāv ievērojama temperatūras starpība starp iekštelpām un āra gaisu.

Termogrāfiskā analīze ļauj atklāt būtiskus siltuma un mitruma izolācijas defektus un nepilnības ēku norobežojošās konstrukcijās un to salaiduma vietās, kā arī slēptos būvkonstrukciju elementus, siltuma tiltus un gaisa apmaiņas zonas ēkas ārējās būvkonstrukcijās. Termogrāfiskais apsekojums tiek veikts atbilstoši standartam *EN 13187*, kur norādīti arī nosacījumi meteoroloģiskajiem apstākļiem, kuros apsekojumu drīkst veikt.

Šī metode tiek rekomendēta lietošanai kopā ar pārspiediena/zemspiediena iekārtu (piemēram, *Blower Door*), jo spiedienu starpības rezultātā palielinās gaisa plūsmas intensitāte caur neblīvām vietām un bieži vien atklājas jauni defekti un tādas gaisa noplūdes



1. Ievērojami mazāka virsmas temperatūra pakešlogam salīdzinājumā ar parasto logu. 2. Tuvu sienai novietoti apkures radiatori. 3. Lieli siltuma zudumi no silta pagraba

vietas, kas pie mazas spiedienu starpības nav pamanāmas. Lietojot šādu pieeju, iespējams atrast defektus ēkas ārējā čaulā, kas ir saistīti ar dažādām atverēm un spraugām, caur kurām plūst gaiss, vai izteiktiem siltuma tiltiem.

Termogrāfisko apsekojumu rezultātā tiek identificētas ne tikai kritiskās vietas norobežojošās konstrukcijās, bet var noteikt arī dažādu virsmu temperatūru starpību, kas liecina par dažādām būvelementu siltuma caurlaidībām vienādu iekštelpu temperatūru gadījumā. Siltuma zudumu kvantitatīvā raksturlieluma – siltuma caurlaidības koeficienta – noteikšanai šādās būvkonstrukcijās ir nepieciešami atsevišķi mērījumi. Ja būvkonstrukcijas ir viena un tā paša veida, tad dažādas temperatūras ēkas ārpusē liecina par temperatūru atšķirību telpās vai pie būvkonstrukciju iekšējās virsmas. Piemēram, tuvu sienai novietots apkures sistēmas radiators vai auksti bēniņi salīdzinājumā ar dzīvokļiem.

Siltuma caurlaidības koeficienta mērījumi

Enerģijas daudzumu laika vienībā, kas iziet caur būvelementa laukuma vienību, raksturo siltuma caurlaidības koeficients U (W/m^2K) (lieto arī apgrieztu lielumu – siltuma pretestības koeficientu R). Šī kvantitatīvā siltuma vadīšanas zudumu rādītāja noteikšanai izmanto divas metodes – diferenciālo un integrālo. Pirmā balstīta uz siltuma plūsmas blīvuma un temperatūru starpības mē-

Dažu mērījumos noteikto un teorētiski aprēķināto U vērtību salīdzinājums

Konstrukcija	Mērījumos noteikts	Teorētiski aprēķināts	LBN 002-01
Ārsienas panelis	1,2	0,8	0,3
Silikātķieģeļu mūris	1,8	1,3	0,3
Bēniņu pārsegums	1,0	0,7	0,2
Pagraba pārsegums	0,8	0,4	0,25

Mērījumos iegūto rezultātu piemēri dažāda tipa stikla paketēm

Rūšu skaits	Selektīvs pārklājums	Attālums starp rūtīm (mm)	Pildījums	U (W/m ² K)
2	nav	12	nav	2,8
2	nav	15	kriptons	2,3
3	nav	10/12	gaiss	1,9
2	k stikls	15	gaiss	1,8
2	Planitherm	12	gaiss	1,7
2	Planitherm	12	argons	1,4
2	Planitherm	12	kriptons	1,2
3	Planitherm	12/150	kriptons /gaiss	0,9

rījumiem. Otrajā reģistrē kopējo enerģijas daudzumu, kas ilgākā laika periodā izplūst caur būvelementa laukumu pie dotās temperatūru starpības.

Uzceltu ēku būvelementu siltuma caurlaidības mērījumos izmanto mērsistēmu, kas ilgākā laika periodā reģistrē temperatūras elementu abās pusēs un siltuma plūsmas blīvumu caur to – tiek lietota diferenciālā metode. Mērījumi ilgst vairākas nedēļas atkarībā no būvelementa U vērtības un temperatūru starpības. Procesi reālos ēkas ekspluatācijas apstākļos parasti ir nestacionāri – temperatūras un līdz ar to siltuma plūsma ir mainīga, tāpēc siltuma caurlaidības koeficienta vērtības noteikšanai tiek lietota speciāli izstrādāta matemātiskā metode, kas ievēro arī būvelementa termisko inerģi.

Izmantojot LU VTPMM laboratorijā izveidotu mēraparatūru un minēto apstrādes matemātisko algoritmu, ir veikti daudzi mērījumi dažāda tipa ēkām vairākās Latvijas pilsētās. Pārsvārā eksperimentā noteiktais siltuma caurlaidības koeficients izrādījās lielāks par teorētiski sagaidāmo un pat 5–7 reizes pārsniedza Latvijas būvnormatīvā *LBN 002-01* noteikto. Piemēram, ārsienām $U_{\text{normatīvā}}=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, bet mērījumos noteikts līdz pat $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tas galvenokārt izskaidrojams ar būvniecības prasī-

bu neievērošanu, vai arī ar laika gaitā notikušām izmaiņām pašā būvkonstrukcijā.

Kā viegli var pārliecināties, reālos ekspluatācijas apstākļos siltuma zudumi caur norobežojošām konstrukcijām var būtiski pārsniegt ne tikai normatīvos, bet arī atbilstoši būvkonstrukcijas struktūrai inženiertehniski aprēķinātos. Tāpēc šāda veida mērījumi ir nepieciešami ekspluatācijā esošām ēkām un ieteicami jaunceļamo ēku darba kvalitātes kontrolei.

Taču šāda tipa mērījumu veikšanai nepieciešama ievērojama temperatūru starpība mērāmo būvkonstrukciju abās pusēs un pietiekoši liels tās homogēnais laukums. Ja šādus apstākļus mērījumu laikā nevar nodrošināt, minētā mērīšanas metode dod neprecīzu rezultātu. Tādā gadījumā var lietot citu metodi – t.s. integrālo metodi jeb gatavo būvizstrādājumu mērījumus laboratorijas apstākļos, kad iespējams nodrošināt kvazistacionāru temperatūras režīmu, tādā veidā praktiski izslēdzot ar nestacionāriem procesiem saistītās problēmas.

Šādu mērījumu veikšanai LU Fizikas un matemātikas fakultātē ir uzbūvēta speciāla termiskā kamera. Mērījumi notiek saskaņā ar standartu *LVS EN ISO 8990*. Iekārtas darbības laikā vienā tās daļā (dzēsēšanas kamerā) tiek uzturēta zema temperatūra (0–5°C), bet tās otrā pusē (sildkamerā) – augsta temperatūra (25–30°C). Starp šīm divām kamerām tiek ievietots mērāmais objekts, kura izmēri ir zināmi. Lai nodrošinātu siltuma plūsmu tikai uz dzēsēšanas kameru, sildkamerai apkārt izveidota kompensācijas kamera – ja abu kameru temperatūras sakrīt, tad siltuma zudumi citos virzienos praktiski ir izslēgti. Tiek uzskaitīts enerģijas patēriņš un mērījumu ilgums, kā rezultātā, zinot būvkonstrukcijas laukumu, tiek aprēķināts siltuma caurlaidības koeficients visam objektam kopumā.

Šāda tipa mērījumi ir plaši lietojami sarežģītu un izteikti nehomogēnu konstrukciju siltumtehniko īpašību pētījumos, piemēram, logiem, kuru rāmja siltuma caurlaidība nav vienāda visās tā vietās un noteikt to precīzi ar diferenciālo metodi nav iespējams. Tāpat arī ar diferenciālo metodi nevar noteikt salaidumu vietu un neblīvējumu ietekmi uz kopējiem siltuma zudumiem.



Logs mērījumiem sagatavotajā termokamerā. Skats no sildkamas



Durvis mērījumiem sagatavotajā termokamerā. Skats no dzēsēšanas kameras



Siltuma plūsmas sensori ārsienas un bēniņu pārseguma mērījumos

Kā redzams, atkarībā no paketes izmantotā pārklājuma un pildījuma loga siltuma caurlaidība var ievērojami atšķirties, bieži vien tā ir atkarīga arī no izmantotā profila.

Ēkas blīvējuma pakāpes mērījumi

Līdz šim apskatītās eksperimentālās metodes lietojamas vadīšanas siltuma zudumu noteikšanai caur būvkonstrukcijām. Ēkām ar kvazitātīvu ventilācijas sistēmu un blīvām norobežojošām konstrukcijām šā tipa siltuma zudumi ir noteicošie, ta-



Iespējamās gaisa ieplūdes vietas ēkā

Ķu daudzām ēkām būtiski siltuma zudumi ir saistīti ar gaisa masu apmaiņu. Tas attiecas uz nepietiekoši noblīvētām sienām vai ēkām ar ventilācijas sistēmas defektiem, kas var radīt papildu ar gaisa cirkulāciju saistītus zudumus. Konvektīvo siltuma zudumu eksperimentālai noteikšanai izmanto speciālu iekārtu *Blower Door*.

Ēku blīvējuma pakāpes (jeb gaisa apmaiņas koeficienta) noteikšanai tiek izmantots īpašs ventilators ar nepārtraukti regulējamu apgriezīgu skaitu, kas komplektēts ar spiediena un ventilatora ražības mēriekārtām, kā arī rāmi un audumu sistēmas blīvēšanai kādā no pētāmās ēkas atverēm (parasti durvīs). Saskaņā ar atbilstošo standartu *LVS EN ISO 9972* mērījumi tiek veikti telpās, radot 50 Pa zemāku vai augstāku spiedienu nekā ārā.

Ēkām ar lielu gaisa tilpumu vai ļoti slikti noblīvētām ēkām vienas *Blower Door* iekārtas ražība var izrādīties nepietiekama, lai radītu 50 Pa spiedienu starpību. Tad praksē var lietot vairākas iekārtas, vai arī mērījumus veikt gaisa apmaiņas ziņā atdalītiem šīs ēkas

Iekārtas *BlowerDoor* kopskatsMērījumi ar iekārtu *BlowerDoor*

blokiem. Šinī gadījumā standarts pieļauj veikt mērījumus arī pie 2 reizes mazākas spiedienu starpības (25 Pa) un rezultātus pārrēķināt, izmantojot ekstrapolāciju.

Lai atrastu neblīvo vietu novietojumu ēkas ārējā čaulā, īpaši ieteicams veikt mērījumus vienlaicīgi ar termogrāfisko diagnostiku. Zemspiediena apstākļos telpā ieplūst aukstais āra gaiss, kas attiecīgajās vietās pazemina būvkonstrukciju iekšējo virsmu temperatūru, ko termogrāfiski var ērti konstatēt. Savukārt, ja telpā radīts pārspiediens, siltā gaisa izplūžu vietas termogrāfiski būs ērti diagnosticējamas, apsekojot ēku no ārpuses. *Blower Door* iekārtu var lietot arī speciāliem mērķiem atsevišķu būvkonstrukciju montāžas kvalitātes pārbaudei uzceltajās ēkas, piemēram, lai noteiktu, cik kvalitatīvs ir logu blīvējums.

Gaisa apmaiņas koeficientu pie 50 Pa spiedienu starpības aprēķina, gaisa plūsmas intensitāti dalot ar ēkas gaisa tilpumu (mērvienība 1/h), tādā veidā tiek noteikts, cik reizes stundas laikā nomainās telpās esošais gaiss. Latvijas būvnormatīvā *LBN 002-01* tiek ierobežota maksimāli pieļaujamā gaisa apmaiņas vērtība, kas ir normēta uz grīdas laukumu (mērvienība m/h).

Gaisa apmaiņas vērtība ēkām bez piespiedu ventilācijas normālos apstākļos ir 0,7–0,8 1/h, turpretim veiktie mērījumi dažādās sabiedriskās un dzīvojamās ēkās Latvijā pirms to rekonstrukcijas parāda ievērojami lielākas gaisa apmaiņas koeficienta vērtības 1,0–1,4 1/h, kas ļoti būtiski palielina nelietderīgos siltuma zudumus. Ja ēkā uzstādīta regulējama ventilācijas sistēma, tad atbilstoši ēkas izmantošanas veidam gaisa apmaiņa tajā var būt ievērojami mazāka.

Mērījumi lielpaneļu ēku dzīvokļos parādīja, ka pie slēgtām ventilācijas atverēm gaisa apmaiņas vērtība pie 50 Pa spiedienu starpības ļoti stipri atkarīga no logu un ārdurvju stāvokļa (5–12 1/h). Pie atvērtām ventilācijas atverēm gaisa apmaiņas intensitāte savukārt var būtiski atšķirties apakšējos un augšējos ēkas stāvos. Savukārt daudzstāvu ēku kāpņu telpā ar izteikti neblīviem logiem un atvērtām durvīm gaisa apmaiņas koeficients sasniedz pat 100 1/h (!). Šajā gadījumā siltuma zudumi konvekcijas ceļā no ēkas ir daudz lielāki par zudumiem siltuma vadīšanas ceļā.

Ēkas siltuma bilances modelis

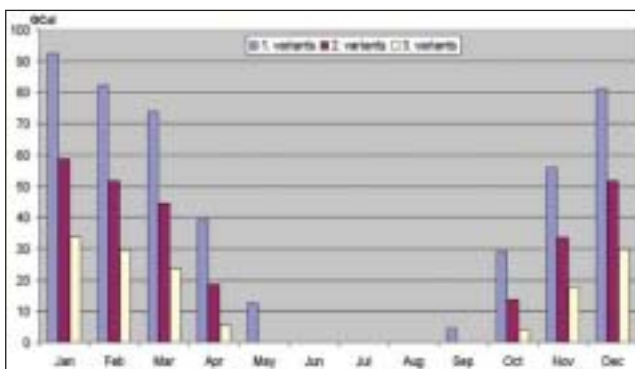
Iepriekšminētie kvantitatīvie mērījumi sniedz priekšstatu par siltuma zudumiem vadīšanas ceļā, caur kāda konkrēta būvelementa laukuma vienību, vai arī par konvektīvajiem siltuma zudumiem ēkā vai tās blokā. Novērtēt katru no tiem ietekmi uz visas ēkas kopējo siltuma patēriņu, kā arī noteikt būvelementus ēkas ārējā čaulā, caur kuriem ir vislielākie siltuma zudumi, iespējams, veidojot ēkas siltuma bilances modeli, kas ietver sevī šos parametrus.

LU VTPMM laboratorijā sadarbībā ar SIA *Procesu analīzes un izpētes centrs* ir izstrādāta speciāla programmatūra *HeatMod*, kas ļauj veidot ēku vai tās atsevišķu bloku siltuma bilances matemātiskos modeļus, bāzējoties uz standartu *EN 832*, kā arī noteikt projekta atbilstību Latvijas būvnormatīvam *LBN 002-01*.

Siltuma bilances modelis var būt lietderīgs, arī gatavojot ēku renovācijai. Variējot modelī dažādu būvelementu siltuma caurlaidības vai laukumus, var noteikt siltināšanas un elementu nomainības



HeatMod: Būvelementa parametru uzdošana un aprēķins



HeatMod: Apkures siltuma patēriņa salīdzinājums dažādos ēkas renovācijas variantos pa mēnešiem

efektīvāko variantu. Zinot materiālu un darbu izmaksas, ātri var aprēķināt arī renovācijas atmaksāšanās periodu. Izmantojot matemātisko modeli, var noteikt arī ēkas projekta atbilstību Latvijas būvnormatīva LN 002-01 prasībām.

Saskaņā ar Latvijas būvnormatīva prasībām kopējie siltuma zudumi tiek aprēķināti, ņemot vērā tikai būvelementu siltuma caurlaidības un to laukumus, kā arī lineāros un punktveida termiskos tiltus. Visai ēkai nosaka faktisko siltuma zudumu koeficientu, kas nedrīkst pārsniegt normatīvo vērtību, kuras aprēķinā izmanto normatīvās siltuma caurlaidības vērtības. Katra atsevišķa būvelementa siltuma caurlaidības koeficients U var pārsniegt normatīvo vērtību, bet nedrīkst pārsniegt maksimālo vērtību. Normatīvās un maksimālās siltuma zudumu koeficienta vērtības dzīvojamām, publiskajām un ražošanas ēkām atšķiras. Aprēķinos tiek izmantots arī temperatūras faktors, kas koriģē noteiktās normatīvās un maksimālās vērtības, ja temperatūru starpība atšķiras no 19°C .

Vispārējā gadījumā ēkas apkures siltuma patēriņu nosaka:

- siltuma vadīšanas un starojuma zudumi caur ārējiem būvelementiem un siltuma atdeve no to virsmas. Šos zudumus raksturo ar attiecīgo būvelementu siltuma caurlaidības vērtībām;
- konvektīvie siltuma zudumi, siltajam iekštelpu gaisam apmaiņoties ar auksto āra gaisu. Šos zudumus raksturo ar ēkas gaisa apmaiņas koeficientu;
- saules radiācijas avoti, ko nosaka tiešais starojums caur caurspīdīgiem elementiem un siltuma absorbcija uz necaurspīdīgu būvelementu virsmas;

- iekšējie siltuma avoti (elektriskās iekārtas, mākslīgais apgaismojums, cilvēku un dzīvnieku ķermeņu siltums u.c. faktori) un pārējie siltuma zudumi (siltā ūdens patēriņš, kanalizācija, gaisa mitrums u.tml.).

Siltuma vadīšanas un ar gaisa apmaiņu saistītie zudumi ir proporcionāli konkrēto iekštelpu un āra temperatūru starpībai. Caurspīdīgiem un daļēji caurspīdīgiem būvelementiem to siltuma caurlaidības vērtībā iekļauti arī starojuma siltuma zudumi. Ar ūdens apmaiņu un gaisa mitrumu saistītie zudumi ir ļoti mazi salīdzinājumā ar iepriekšminētajiem un parasti netiek ievēroti. Gan konvektīvie zudumi, gan arī iekšējie siltuma avoti ir būtiski atkarīgi no cilvēku paradumiem un sabiedrisko vai rūpniecisko telpu izmantošanas rakstura. Normatīvos pēc datu statistiskās analīzes veikti vidēji pieņēmumi par tipisko enerģijas ģenerāciju telpās ar dažādu lietojumu.

EN 832 aprēķinu metode bāzēta uz ēkas mēneša enerģijas bilanci kvazistacionārā stāvoklī, kurā ievērotas iekšējo un saules enerģijas avotu dinamiskās ietekmes, kas daļēji nodrošina noteiktas iekštelpu temperatūras uzturēšanai vajadzīgo siltuma daudzumu. Tādējādi metode ļauj aprēķināt t.s. *tīro* siltuma patēriņu, kurš jānodrošina ar apkures sistēmas elementu palīdzību. Summējot visu mēnešu pozitīvos siltuma patēriņa daudzumus, iegūst gada kopējo patēriņu. Aprēķinos tiek izmantotas Latvijas raksturīgās vidējās mēnešu temperatūras dažās pilsētās un saules starojuma intensitātes.

Metodika šajā formulējumā lietojama ēkām, kuras iespējams sadalīt telpu blokos, katrā no kuriem temperatūra tuvināti ir nemainīga, t.i., $\Delta T < 4^{\circ}\text{C}$. Katrai šādai telpu grupai tiek veidota atsevišķa siltuma bilance un beigās iegūtie siltuma patēriņi tiek summēti. Tā iespējams ievērot reāli eksistējošās temperatūru atšķirības, piemēram, kāpņu telpās un dzīvokļos. Tuvināti iespējams ievērot arī uzdotu temperatūras režīmu, piemēram, temperatūras pazemināšanu naktīs ietekmē.

Analizējot siltuma zudumu avotus ēkas norobežojošās konstrukcijās, kritiskiem būvelementiem modeļa ietvaros iespējams variēt siltuma caurlaidības koeficienta vērtību un/vai laukumu, tādā veidā ietekmējot kopējo siltuma patēriņu. Zinot nepieciešamās izmaksas un siltuma daudzuma ekonomiju pēc būvelementu nomaiņas, var ērti aprēķināt ekonomisko izdevīgumu un investīciju atmaksāšanās laiku. Ja tiek apskatīta ēka ar neapmierinošu logu blīvumu, jāņem vērā, kā līdz ar logu nomaiņu samazināsies arī konvektīvie siltuma zudumi, kas parasti ir ievērojams siltuma zudumu avots šādās ēkās. EA

Plašāka informācija:

LU Fizikas un matemātikas fakultātes

Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorija

Zelīņu ielā 8

Rīgā, LV-1002

Tālr. 7033780

Fakss 7033781

E-pasts: stasis@modlab.lv

www.modlab.lv