

Telpas norobežojošo konstrukciju materiālu ietekme uz mikroklimata stabilizāciju

Janis Klavins, JSC Lode

Kopsavilkums. Nekustamā īpašuma vērtības kritērijiem ir patiesi jāatspoguļo nekustamā īpašuma spēju apmierināt visas sabiedrības vajadzības gan šodien, gan visā īpašuma eksistences dzīves ciklā. Ir nepieciešams adekvāti novērtēt likumsakarības, kuras nosaka telpas energopatēriņa un mikroklimata izmaiņu atkarību gan no iekštelpu ekspluatācijas mainīgā režīma, gan no apkārtējās vides mainīgo un dinamisko procesu ietekmes, gan no norobežojošo konstrukciju materiālu fizikālajām īpašībām. Tikai novērtējot visu faktoru dinamisko ietekmi, ir iespējams izveidot norobežojošo konstrukciju no vispiemērotākajiem materiāliem ar vispiemērotākajiem parametriem, lai sasniegtu mērķi – optimālu telpas mikroklimatu reizē ar vislielāko būves energoefektivitāti. Lai veiktu faktoru novērtējumu, materiālu optimizāciju, kā arī sagatavotu izziņas materiālu ēku projektēšanai, ir nepieciešams izstrādāt konkrētu multifizikālu dinamisko parametru skaitliskās analīzes modeli sistēmai: materiāls–termālā vide (ISO7330)–mikroklimats. Šāda materiālu īpašību ietekmes modelēšana un to struktūras optimizācija ļaus garantēt aktuālo būvniecības risinājumu konkurētspēju un nodrošinās šo konstrukciju ilgtspējīgu pielietojumu perspektīvā.

Atslēgas vārdi: termālā masa, mikroklimats, energoefektivitāte, A kategorijas komforts, mitruma un siltuma akumulācija.

IEVADS

Latvijas ekonomiskās attīstības pēdējo gadu būtiskākā mācība ir atziņa par ekonomisko procesu cikliskumu. Reizē ar iegūto pieredzi būtiski ir mainījusies sabiedrības attieksme pret vērtībām - gan materiālām, gan garīgām. Vērtības jēdziens kā nekad agrāk tiek saistīts ar kvalitāti un tās nemainīgumu gan aktuālajā lietošanas brīdī, gan kvalitātes kritēriju saglabāšanās garantijām paredzamajā nākotnē. Viens no šodienas ekonomisko procesu galvenajiem ekonomiskajiem cēloņiem ir saistīts ar nekustamā īpašuma tirdzniecības krīzi. Tādēļ to vērtības kritēriju apzināšana, kas patiesi atspoguļo nekustamā īpašuma spēju apmierināt visas sabiedrības vajadzības gan šodien, gan visā īpašuma eksistences ciklā, ir ļoti nozīmīgas Latvijas sabiedrībai. Šādiem kritērijiem ir adekvāti jāatspoguļo visi būvobjektā norītošie procesi, kas atkarīgi gan no iekštelpu ekspluatācijas mainīgajiem režīmiem, gan no apkārtējās vides mainīgo un dinamisko procesu ietekmes.

Tikai vadoties no patiesu kritēriju vērtībām ir iespējams prognozēt, modelēt, realizēt konkrētos būvmateriālos un būvkonstrukcijās, kā arī visbeidzot praksē pārbaudīt iespējas sasniegt telpas un ēkas īpašību optimālo kompleksu, kas garantē tai ilgtspējīgu kvalitāti.

Šajā darbā tiks aplūkots aktuālo būvniecības fizikālo kritēriju adekvātums un to piemērošanas prakse populārākajiem Latvijas būvmateriāliem un būvkonstrukcijām,

kā arī izvirzīti un pamatoti tālākas kritēriju izpētes un jauna tipa būvmateriālu izveidošanas uzdevumi.

NEKUSTAMĀ ĪPAŠUMA KVALITĀTES NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Liberālā kapitālisma tirgus mehānismi nekustamā īpašuma sfērā sabiedrību motivē definēt – kas ir nekustamā īpašuma kvalitāte un kādi tās parametri ir spējīgi saglabāt savu vērtību, mainoties tirgus apstākļiem, vides nosacījumiem un sabiedrības attieksmei pret nekustamo īpašumu.

Nekustamā īpašuma un būvindustrijas nozarē nezūdošas vērtības apzīmē ar jēdzienu – „Ilgtspējīga celtniecība”.

Šāds celtniecības princips rūpējas par optimālo kompromisu starp šodienas patēriņa optimālajiem parametriem un rītdienas vides resursiem, kā arī nodrošina šodienas paaudzes radītās kvalitātes adekvātu novērtējumu nākotnes sabiedrībā [1].

1.TABULA

ILGTSPĒJĪGĀS CELTNIETĪBAS NACIONĀLĀ VĒRTĪBU SISTĒMA' BREEAM LV'

Sadaļas Nr.	KATEGORIJA	Vērtējuma svara %
1.	Enerģija	19%
2.	Veselība & komforts	15%
3.	Materiāli	12,5%
4.	Būvniecības process/ēkas pārvalde	8%
5.	Piesārņojums	10%
6.	Ekoloģija	10%
7.	Transports	8%
8.	Ūdens	8%
9.	Atkritumi	7,5%
	Summa	100,0%

Katram, pirmajā tabulā atspoguļotajam, vērtības parametram tiek piešķirts konkrēts nozīmīguma īpatsvars kopējā ēkas kvalitātes parametru novērtējumā.

Vislielākais vērtības īpatsvars tiek attiecināts uz ēkas enerģijas parametriem – 19% un ēkas telpu spēju nodrošināt tās lietotājiem veselību un komfortu – 15%.

ĒKAS ENERĢĒTISKO PARAMETRU UN ĒKAS MIKROKLIMATA OPTIMIZĀCIJAS PROBLĒMA

Ēkas enerģijas parametrus Latvijā nosaka „Ēku energoefektivitātes likums un normatīvās prasības ēku energoefektivitātei”[2].

Prasības ēkas telpu mikro klimatam tiek noteiktas saskaņā ar „Higiēnas normām, projektēšanas normatīviem un ēku termālās vides parametru starptautiskajiem standartiem”[3].

Viena no galvenajām problēmām gan pašreizējā ES, gan Latvijas ēku energopatēriņu un telpu mikroklimatu reglamentējošajā normatīvajā bāzē ir būtiskas pretrunas starp šīm divām kritēriju grupām, kaut arī, piem., standarta LVS EN 15251 [4] ievadā ir teikts, ka energosertifikācijai nav jēgas atrauti no telpu mikroklimata sertifikācijas.

Abu augšminēto ēkas kvalitātes parametru atbilstības novērtēšana nav iespējama bez atbilstošu kritēriju definēšanas, kuri ņem vērā un adekvāti atspoguļo enerģētisko parametru un mikroklimata parametru savstarpējo dinamisko mijiedarbību. Diemžēl līdz šim lietotie būvniecības fizikālie kritēriji raksturo parādības pie nosacījumiem, ka mijiedarbība ir sasniegusi līdzsvara parametrus un kritērijs tiek fiksēts statiskā režīmā.

Reālajā ekspluatācijas režīmā tas nekad nav novērojams.

Uzspīdot saulei, ēkā caur katru m² logu platības ieplūst saules starojuma enerģijas plūsma, kas atkarībā no noēnojuma un sezonas svārstās no 80 – 900 W/m². Ienākot klasē skolēniem vai birojā darbiniekiem, tie katrs izdala aptuveni 100 W enerģijas un aptuveni 50 - 70 gr/stundā ūdens tvaiku, kā arī patērē 10 litrus gaisa/sekundē, piesātinot to ar CO₂.

Lai telpā tiktu saglabāti A kategorijas mikroklimata parametri, CO₂ koncentrācija nedrīkst pārsniegt 460 ppm, telpas temperatūra nedrīkst pārsniegt 25,5°C, telpas gaisa kustības ātrums nedrīkst pārsniegt 0,18 m/s un gaisa mitrums nedrīkst pārsniegt 60% [5].

Mainoties telpas gaisa temperatūrai, spiedienam un mitrumam telpā, enerģija tiek pārvadīta gan ar konvekcijas plūsmām, starojumu, gan ar gāzu un mitruma difūziju ēkas konstrukciju materiālos. Tiek novērotas atbilstošas dinamiskas novirzes no telpas optimālā mikroklimata parametriem. Reizē mainās arī pašu materiālu parametri - kļūstot siltākiem/ aukstākiem un mitrākiem/ sausākiem atkarībā no materiālu fizikālām un ķīmiskām īpašībām, to mikro- un makrostruktūras dinamiski mainās tādējādi, ka ietekmē tos materiālu parametrus, kuri savukārt būtiski ietekmē telpas mikroklimatu – siltumvadītspēju, siltumietilpību, gāzu un tvaiku caurlaidību, mitruma vadītspēju, kā arī to masu, lineāros izmērus vai tilpumu. Tabulārie, konkrētos laboratorijas apstākļos noteiktie materiālu parametru raksturojošie kritēriji neļauj adekvāti prognozēt ēkas norobežojošo konstrukciju ietekmi uz telpas temperatūras, mitruma un gaisa ātruma izmaiņām. Šie kritēriji ir pielietojami statiskos apstākļos, kuros tiek pieņemts, ka eksistē līdzsvara režīms, plūsmas ir lamināras, izmaiņas lineāras, siltuma akumulācija vai ģenerācija procesos, kuros iesaistās masa ar mainīgu temperatūru un mitrumu, netiek ņemtas vērā.

BŪVMATERIĀLU ĪPAŠĪBU ADEKVĀTAS IZPĒTES NOZĪME ENERGOEFEKTIVITĀTES UN MIKROKLIMATA OPTIMĀLĀS KOMBINĀCIJAS NODROŠINĀŠANĀ

Pašlaik nav pietiekamu zināšanu un praktisku konstruktīvo risinājumu paraugu, kā reizē sasniegt augstāko kvalitātes līmeni sekojošu prasību izpildei:

- minimāls enerģijas patēriņš un maksimāla ēkas energoefektivitāte;
- augstākās kategorijas komforta līmenis (skat. 2. tabulu);
- minimāls būvmateriālu patēriņš un ventilācijas/gaisa kondicionēšanas iekārtu pielietojums;

- maksimāls atjaunojamo energoresursu un vietējo būvmateriālu resursu pielietojums ar vismazāko ietekmi uz vidi konstrukciju visā dzīves laikā.

2. TABULA

GALVENĀS PRASĪBAS A KATEGORIJAS KOMFORTA LĪMENIM

Galvenie kritēriji	A kategorijas komforts saskaņā ar LVS EN ISO7730 LVS CR 1752
Komforta kritēriji vasarai	Gaisa temperatūra 23,5 līdz 25,5 °C Gaisa mitrums < 60% Gaisa kustības ātrums < 0,18 m/sek.
Komforta kritēriji ziemai	Gaisa temperatūra 21 līdz 23 °C Gaisa mitrums >40% Gaisa kustības ātrums <0,15 m/sek.
Gaisa apmaiņa telpās	10 litri sek. uz cilvēku
Apgaismojuma līmenis	Gaismas līmenis uz darba virsmas 300 lux
Trokšņu līmenis	< 30 dB

Šobrīd šo daļēji pretrunīgo prasību nodrošināšana ir kļuvusi par reālu izaicinājumu visas Eiropas būvindustrijai. Eiropas Padomes būvniecības direktīvas prasības ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmām ir drauds tām valstīm, kas cenšas uzlabot vienpusīgi tikai ēku enerģētiskos raksturlielumus, ignorējot gaisa kvalitātes un mikroklimata nodrošināšanu iekštelpās. Tikai atrodot optimālu līdzsvaru starp ēkas mikroklimata rādītājiem un ēkas energoefektivitāti, var nodrošināt kvalitātes kritēriju izpildi kopumā.

Ēkas atbilstība augošajām sabiedrības prasībām pēc veselīgas dzīves vides un komforta nosaka ēku vērtības saglabāšanos nekustamā īpašuma tirgū perspektīvā.

Problemātiska šādā kontekstā, piemēram, ir minerālvates vai putupolimēru materiālu dominējošas izmantošanas prakse gan vieglajās būvkonstrukcijās, gan siltinot kapitālas ēkas. Tehnoloģiski nepareiza un pavirša šo materiālu iestrāde sekmē pastiprinātus konvektīvos siltuma zudumus, mitruma neatgriezenisku uzkrāšanos un mikroorganismu vairošanās rezultātā rada draudus veselībai. Ļoti mazā šo materiālu īpatnējā siltuma un mitruma akumulācijas spēja būtiski palielina apkurei, ventilācijai un telpu kondicionēšanai nepieciešamās enerģijas patēriņu. Sevišķi tas attiecināms uz objektiem, kuriem raksturīgas ievērojamas telpas noslodzes un klimata svārstības – skolām, birojiem, dažādiem klientu apkalpes centriem. Lai kompensētu dinamiskās mikroklimata svārstības un nodrošinātu telpām A kategorijas termālās vides mikroklimata parametrus, plaši tiek praktizēts sarežģītu, dārgu un enerģētiski neefektīvu mikroklimata parametru automatizētu vadības sistēmu pielietojums. Ja šādas sistēmas projekta resursi neļauj uzstādīt, vai arī tās iziet no ierindas, tad atliek alternatīva – ēkas lietotājiem nākas samierināties ar to, ka augstākās A kategorijas mikroklimatu var telpās nodrošināt tikai ierobežotu laiku pie ierobežotas telpas noslodzes.

Projektējot pēc esošajiem statistiskajiem materiālu parametru kritērijiem, praksē iegūsim būvi, kurā Latvijas klimatam tipiskās diennakts temperatūru svārstības, kā arī vēja un solārās radiācijas ikdienas izmaiņas neļauj sasniegt projektā prognozēto energoefektivitāti un reizē neļaus arī garantēt, ka tiks sasniegts projektā paredzētais komforta līmenis. Praksē

pārbaudot ēku energoefektivitāti ar modernajām testēšanas metodēm un veicot energopatēriņa monitoringu, nākas konstatēt, ka projektētie un sasniegtie parametri atšķiras pat par 40%.

Ieviešoties praksē ēku sertifikācijai ne tikai pēc energoefektivitātes kritērija, bet arī pēc BREEAM LV kompleksā ēkas kvalitātes novērtējuma, šādu neveiksmīgu risinājumu nekustamā īpašuma cena nākotnē būs nekonkurētspējīga un šodienas zināšanu trūkums, kā rast pareizu risinājumu, perspektīvā rezumēsies tiešos īpašuma vērtības zaudējumos. Lai novērstu šādu situāciju, ir nepieciešams pārņemt progresīvāko valstu praksi un veikt nacionālajā būvpraksē pielietoto konstrukciju parametru izmaiņas dinamikas izpēti Latvijas klimata apstākļos. Iegūtie kritēriji ir jāpārbauda, matemātiski modelējot telpu parametrus, un rezultāti ir jāadaptē pielietojumam nacionālajā būvpraksē.

PASAULES PIEREDZE UN MODERNĀKIE RISINĀJUMI

Pasaules attīstītās lielvalstīs tiek pētīti visdažādākie paņēmieni mājokļa energoefektivitātes un komforta kritēriju optimālās kombinācijas sasniegšanai. Piemēram., Vācijā un Austrijā kontekstā ar zema enerģijas patēriņa (<30-50 kWh/m² gadā) un pasīvo ēku (<15 kWh/m² gadā) koncepciju izstrādi un būvniecību tiek pievērsta pastiprināta uzmanība telpu mikroklimata komforta optimālo kritēriju sasniegšanai. Pieaugot telpu norobežojošo konstrukciju siltumpretestībai, arvien grūtāk ir sasniegt stabilus mikroklimata termālā komforta kritērijus. Šādi perspektīvi būvkonstrukciju risinājumi ir iespējami, nodrošinot pietiekami lielu sienu konstrukciju laukuma masu (>100 kg/m²), mērķtiecīgi veidojot mikro- un makrostruktūras ar vēlamām, būtiski anizotropām fizikālajām īpašībām, izmantojot nesošo konstrukciju materiālu atgriezeniskus siltuma un mitruma akumulācijas un atdeves procesus. Lai paaugstinātu telpas norobežojošo konstrukciju siltumakumulācijas spēju, tiek pētīta iespēja pielietot PCM (Phase Change Materials) integrāciju ēku keramikas mūra elementu dobumos [6]. PCM tipa vielām, mainoties agregātstāvoklim konkrētā temperatūrā, izdalās vai tiek absorbēts ievērojams siltuma apjoms. Telpu mikroklimata stabilizācijai tiek piedāvāti sāļu šķīdumi vai kristālhidrāti, parafīna grupas vielas, taukskābes, cukuru alkoholi. Tajā pašā laikā šādam termodinamiski ļoti efektīvam paņēmienam ir pielietojuma ierobežojumi no ugunsdrošības, higiēnas un veselības viedokļa [7 – 11]. Tādēļ efektīvākais paņēmieni, kā stabilizēt telpas mikroklimata termālā komforta kritēriju svārstības, ir termālās masas paņēmieni. Šāda termālā masa tiek iebūvēta gan telpas sienās, gan grīdā un griestos. Šādu izstrādājumu pielietojums pārsegumu un sienu konstrukcijās attēlots 1. un 2.attēlā.

Šādu materiālu termālās masas efekts balstās uz siltuma plūsmas mehāniku, kas parādīta 3. attēlā.

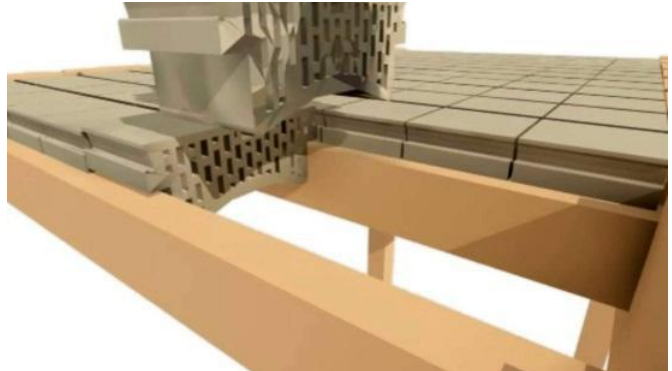
Bloka KERATERM 44 sienas biezums ir 44 cm, dobumu sienīņu garums ir 108 cm.

Siltuma plūsmas sadalās :

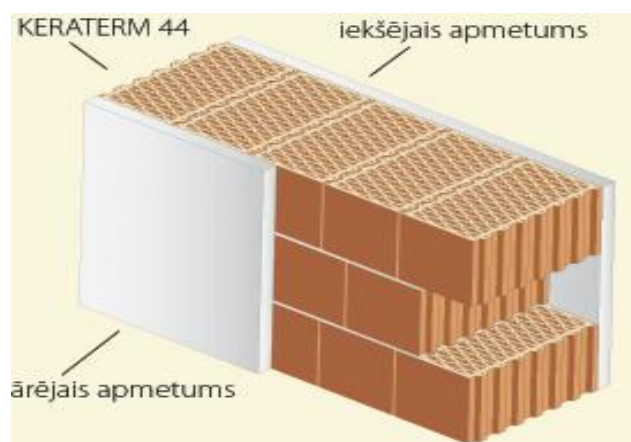
- pa 108 cm līkloču ceļu, kura siltuma vadītspēja $\lambda = 0,22$ W/(m*K);

- pa 44 cm ceļu pārvarot dobumu barjeras, kas pildītas ar gaisu, kura $\lambda = 0,04$ W/(m*K).

50% no materiāla kopējā tilpuma aizņem keramika, atlikušo aizņem gaiss. Ekvivalentā siltuma vadītspēja šādam mūra elementam ir 0,13 W/(m*K).



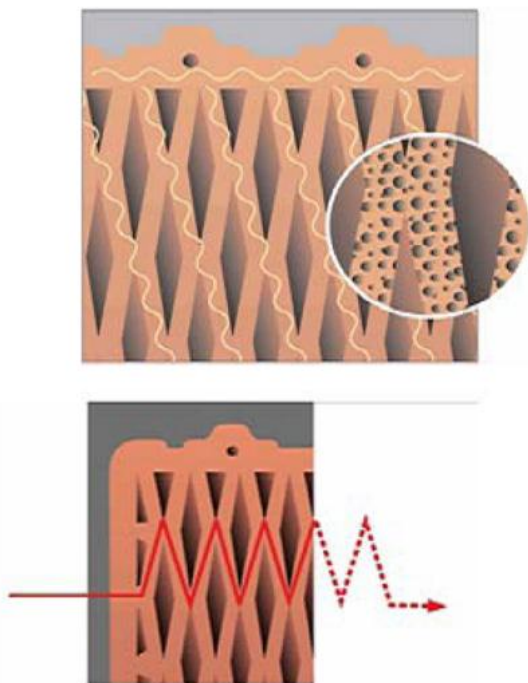
1.att. Termālās masas konstrukcijas risinājums ēkas pārsegumā izmantojot dobus keramikas blokus.



2.att. Termālās masas konstrukcijas risinājums ēkas ārsienā izmantojot dobus keramikas blokus.

Siltuma plūsmas enerģijai, veicot 108 cm garu ceļu, ir nepieciešams laiks, lai paaugstinātu temperatūru izstrādājuma aukstajā pusē. Jo lielāka masa šim ceļam, jo lielāks siltuma daudzums tiks absorbēts un jo lēnākas būs temperatūras

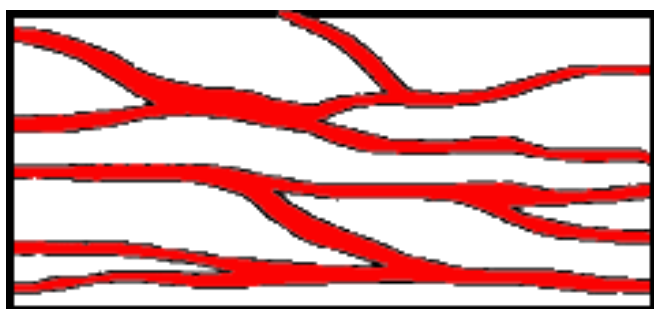
izmaiņas. Izmainot ceļa garumu un siltuma plūsmas ceļa masu, kā arī siltumvadītspēju, ir iespējams regulēt izstrādājuma virsmas temperatūras izmaiņu dinamiku, reizē nepaaugstinot kopējos siltuma zudumus telpā, kuru veido šādas norobežojošās konstrukcijas.



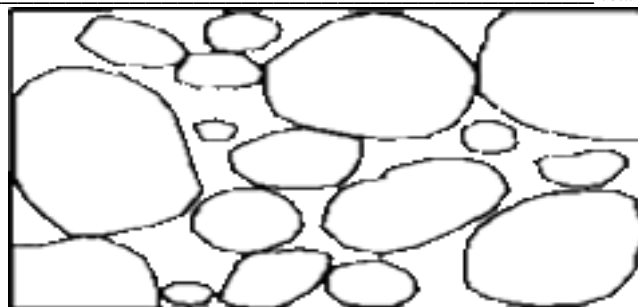
3.att. Siltuma plūsmas virzības principi dobus keramikas mūra elementos.

Šādu dobu anizotropu materiālu siltumietilpību un līdz ar to arī stabilizējošās mikroklimata īpašības būtiski ietekmē arī materiāla mitruma un gāzu vadītspēja. Materiāliem mitruma vadītspējas mehānismu varam nosacīti iedalīt divās lielās grupās - kapilārajā un celulārajā struktūras tipā. Kapilārajām struktūrām ir raksturīgs straujš mitruma transporta pieaugums, sasniedzot kapilāru slapēšanās robežlielumu – šāds robežlielums keramikas materiāliem iestājas jau pie 0,8 masas % (1,2 tilpuma %) mitruma saturs. Ir jāatzīmē, ka mitruma vadītspēja pieaug, pieaugot materiāla mitruma saturam [12].

Celulārajās struktūrās mitruma vadība saskaņā ar kapilāro mehānismu norit tikai pie būtiski augstāka mitruma saturs – piemēram, gāzbetonam kapilārā mitruma plūsma novērojama, mitruma saturam pārsniedzot 15-20% masas %. Mitrums saturam samazinoties, materiāls žūst tikai atbilstoši tvaiku difūzijas mehānismam.



4.att. Dažādas izcelsmes būvmateriālu poru struktūru atšķirības – kapilāra poru struktūra (poraina keramika, koks).



5.att. Dažādas izcelsmes būvmateriālu poru struktūru atšķirības - celulāra poru struktūra (betons, gāzbetons).

Minētās mikrostruktūras atšķirības pamato ātro žūšanas procesu keramikas materiāliem un ilgo žūšanas procesu gāzbetonam un betonam.

TELPU MIKROKLIMATA TERMĀLĀS VIDES PROCESU DINAMIKA

Ekspluatācijas praksē mitruma vadītspēju un siltuma vadītspēju ir jāaplūko savstarpējās mijiedarbības dinamikā. Šādi procesi telpās ir parasta parādība. Ja klasē, kuras sienas ir izveidotas no ideāla siltumizolatora uz 60 minūtēm atrodas 30 skolēnu, tad ir jāreķinās ar to, ka telpā tiks pievadīts $30 \times 100 \text{ W} = 3000 \text{ W}$ enerģijas kopā ar $30 \times 70 \text{ gr/st} = 2100 \text{ gr}$ ūdens tvaiku. Tātad telpas gaisam ir jāuzņem 3 kW siltumenerģijas un 2,1 kg ūdens tvaiku. Ja telpā ir 500 m^3 gaisa ar 70% gaisa mitrumu stundas sākumā un telpas norobežojošās konstrukcijas neuzņem siltumu, tad gaiss stundas laikā uzsils par $3000 \text{ Wh} / (0,333 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}) \times 500 \text{ m}^3) = 18 \text{ }^\circ\text{C}$.

Šāda teorētiska gaisa temperatūras paaugstināšanās ir iespējama, protams, tikai tad, ja norobežojošās konstrukcijas neakumulē siltuma enerģiju un ja telpā nenotiek karstā gaisa nomaīņa ar aukstu gaisu. Bet tajā pašā laikā ēka vairāk līdzināsies termosam – jo augstāka būs konstrukciju siltumpretestība un jo mazāka būs to siltuma akumulācija, jo lielākas būs gaisa temperatūras svārstības, mainoties telpas energonoslodzei.

Izejot no augšminētā pieņēmuma, ka telpā ar 500 m^3 tilpumu atrodas 30 skolēnu, gaisa mitrums pieaugs par $4,2 \text{ gr/m}^3$. Ja telpas sākuma temperatūra bija, pieņemsim, $20 \text{ }^\circ\text{C}$, tad gaisa mitruma saturs bija 12 gr/m^3 un, pieaugot mitruma saturam līdz 16 gr/m^3 , var sākties kondensācija uz virsmām, kuru temperatūra ir $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Ja šādas virsmas ir ar kapilāru uzbūvi, tās transportēs mitrumu virzienā no pārsātinātās puses uz mitruma deficīta pusi. Reizē šādu materiālu siltumvadītspēja mainīsies - jo lielāks mitruma saturs, jo lielāka siltumvadītspēja. Līdzīgi – jo siltāks materiāls, jo tā siltumvadītspēja paaugstinās. Tādēļ eksistē pārrēķina formulas, kuras ļauj noteikt materiāla īpašību izmaiņas, mainoties tā temperatūrai un mitrumam.

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a$$

Temperatūras pārrēķina reizinātājs F_T tiek noteikts šādi:

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)}; \quad (1)$$

kur: f_T – temperatūras pārrēķina koeficients;
 T_1 – pirmās apstākļu izlases temperatūra;
 T_2 – otrās apstākļu izlases temperatūra.
Mitruma pārrēķins, ja ir dots masas masā mitrums:

$$F_m = e^{f_u(u_2 - u_1)}; \quad (2)$$

kur: f_u – masas masā mitruma pārrēķina koeficients (ja ir dots masas masā mitrums);

u_1 – pirmās apstākļu izlases masas masā mitrums;

u_2 – otrās apstākļu izlases masas masā mitrums;

Fa – siltumizolācijas materiāla novecošanās faktors, materiālam laika gaitā sablīvējoties vai polimerizējoties un tādējādi zaudējot savas siltumizolācijas īpašības.

Augšminētās likumsakarības ir iekļautas būvnormatīvos. Tomēr projektēšanas praksē ir nepieciešams izziņas materiāls, kas ļautu noteikt telpu norobežojošo būvkonstrukciju akumulējošās jaudas parametrus un to reakcijas ātrumu uz mikroklimata izmaiņām.

Reālos apstākļos lielu lomu spēlē arī gaisa plūsmas konvekcija, kura pievada siltumu un mitrumu norobežojošajām konstrukcijām, šo konstrukciju sākuma siltums un mitrums, konstrukciju izvietojums attiecībā pret starojuma avotiem un zemes smaguma spēka vektoru u.tml.

Šī ilustrācija palīdz izprast telpas dažādu faktoru relatīvās ietekmes nozīmīgumu uz rezultējošajām telpas mikroklimata parametru izmaiņām un šo likumsakarību modelēšanas nepieciešamību. Tikai novērtējot visu faktoru dinamisko ietekmi, ir iespējams izveidot norobežojošo konstrukciju no vispiemērotākajiem materiāliem ar vispiemērotākajiem parametriem, lai sasniegtu mērķi – optimālu telpas mikroklimatu reizē ar vislielāko būves energoefektivitāti.

IZPĒTES UZDEVUMI NOROBEŽOJOŠO KONSTRUKCIJU OPTIMIZĀCIJAI

Lai risinātu iepriekš identificētās problēmas, ir nepieciešams:

- apkopot līdzšinējo pasaules pētījumu rezultātus un esošo pieredzi par mūsdienīgiem būvkonstruktīvajiem risinājumiem un to ietekmi uz ēku energoefektivitātes un telpu mikroklimata raksturlielumiem, kā arī apkopot laboratorijas mērījumos iegūtos un papildināt/precizēt modelēšanai nepieciešamos datus par potenciāli izmantojamo būvmateriālu fizikālajām īpašībām dinamiskos apkārtējās vides izmaiņu apstākļos;
- iespējamo konstruktīvo risinājumu parametru salīdzinošām izvērtējumam atlasīt un pilnveidot kritērijus telpu energoefektivitātei un telpu A kategorijas termālās vides mikroklimata nodrošināšanai. Izmantojot esošās izstrādes, inženierfizikālās sakarības un empīriskos datus, veidot savstarpēji saistītus dinamiskos modeļus, kas apraksta ēkas energopatēriņa un telpu mikroklimata izmaiņas atkarībā no norobežojošo būvkonstrukciju veida un tajās izmantoto materiālu īpašībām;
- veikt izstrādāto modeļu pārbaudi dažādām tipiskām patlaban lietotām ārējām norobežojošām konstrukcijām un tajās izmantotajiem materiāliem tipiskos dinamiskos ārējo apstākļu (temperatūra, vējš, mitrums, Saules starojums) maiņas režīmos;

- ņemot vērā minētos ārējo faktoru dinamiskos efektus, izveidot siltuma, mitruma, gāzes un skaņas pārnese procesu multifizikālu modeli saistītai skaitliskai analīzei un to aprobēt kompozītos lielformāta mūra elementos;

- veikt modelēšanas rezultātā atlasīto konstruktīvo risinājumu īpašību optimizāciju, variējot mūra elementu izmērus, materiālus, makroskopisko dobumu skaitu, izmērus, formu, orientāciju un pildījumu, kā arī pamatmateriāla mikrostruktūru – porozitāti, poru izmēru sadalījumu u.c. raksturlielumus.

Aplūkotais problēmas risinājums var tikt balstīts uz savstarpēji saistītas energoefektivitātes un telpu mikroklimata dinamiskas modeļu sistēmas izveidi. Izmantojot procesu multifizikālo modelēšanu, efektīvi tiks izmantotas gan esošās iestrādes šajā jomā, gan skaitļošanas resursi un modelēšanas pieredze. Saņemot šādu izziņas bāzi, Latvijas būvindustrijas uzņēmējiem pavērsies iespēja minimizēt eksperimentālā darba resursu apjomu, izstrādājot konkurētspējīgus optimizētus norobežojošo konstrukciju risinājumus.

Gan Latvijas makroekonomikai, gan globālo vides resursu ilgtspējīgai izmantošanai ir būtiski, lai rezultāts tiktu sasniegts, maksimāli izmantojot vietējās izejvielas (tie ir: māls, ģipsis, kaļķakmens, dolomīts, smilts, koks, kūdra, salmi, niedres, kaņepes, līni u.c.). Šādu vietēju produktu ražošanas novērš materiālu transportu tālās distancēs, ļauj izveidot būvkonstrukcijas ar augstu kvalitāti un zemām izmaksām. Materiālu īpašību ietekmes modelēšana ļaus garantēt šādu risinājumu konkurētspēju gan aktuālos būvrisinājumos, gan nodrošinās šo konstrukciju ilgtspējīgu pielietojumu perspektīvā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. ASTM E2114-06a, "Standard Terminology for Sustainability Relative to the Performance of Buildings," Vol.4.12, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 2006, page3, 10 p.
2. LBN 231-03 "Ēku apkure un ventilācija", 24 lpp; MK noteikumi Nr. 39 "Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode", 22 lpp/, MK noteikumi Nr.1064 no 23.11.2010., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-01 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika", 19 lpp., "Ēku energoefektivitātes likums", 2008, 5 lpp, Eiropas Padomes direktīva 2002/91/E, 60 lpp.
3. MK Nr.125 "Darba aizsardzības prasības darba vietās" no 27.03.2002., 10 lpp.; LVS EN ISO 7730 „Siltuma vides ergonomika. Termālā komforta analītiska noteikšana un interpretācija, izmantojot paredzamā vidējā balsojuma (PMV) un paredzamā neapmierināto personu procenta (PPD) indeksu kalkulāciju un lokālā termālā komforta kritērijus”, 52 lpp., MK noteikumi nr. 534 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03 Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija" spēkā no 01.01.2004., 25 lpp.; Latvijas būvnormatīvs LBN 007-10 "Nekaitīguma prasības būvēm" MK Nr.1031 no 09.11.2010., 5 lpp.; LBN 208-08 "Publiskas ēkas un būves" MK Nr.567 no 21.07.2008., 25 lpp; LBN 211-08 "Daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamie nami" MK Nr. 102 no 03.02.2009., 41 lpp; LVS EN 12464-1:2003 "Gaisma un apgaismojums - Darbvieta apgaismojums - 1.daļa: Darbvietas telpās", 27 lpp.
4. LVS EN 15251:2007 „Telpu mikroklimata (gaisa kvalitātes, temperatūras režīma, apgaismojuma un akustikas) parametri ēku projektēšanai un to energoefektivitātes novērtēšanai”, 52 lpp.
5. LVS CR 1752:2008 „Ēku ventilācija. Iekštelpu vides projektēšanas kritēriji”, 57 lpp.
6. **Korjenic, A., Bednar, T.** Phase change materials integrated into vertically perforated clay units – innovative systems for passive climatisation of energy-efficient buildings. *In: Annual for the Brick and Tile, structural ceramics and clay pipe industries, Technische Universitet Wien, Institut für Hochbau und Technologie Zentrum für Bauphysik und Bauakustik*, 2010, s.55-73.

7. ECA (2005). Harmonisation of indoor material emissions labelling systems in the EU: inventory of existing schemes. European Collaborative Action; Urban air, indoor environment and human exposure, Report no.24, European Commission, 2005, EUR 21891 EN, 47 p.
8. **Yu, C., Crump, D.** VOC emissions from building products. BRE Digest 464, Part 1: Sources, testing and emission data, Part 2: Control, evaluation and labelling schemes, BRE Press, Watford, UK, 2002, 17-35.
9. **Crump, D.** Harmonisation of material labelling schemes in the EU. *In: Proceedings of the 12th annual UK review meeting on outdoor and indoor air pollution research*, Cranfield University, 2009, 56 -60.
10. **Bluyssen, P. M.** The Indoor Environment Handbook: How to make buildings healthy and comfortable. Earthscan, London, 2009, 290 p.
11. **Bluyssen P.M. et al.** Actions to reduce the impact of construction products on indoor air: outcomes of the European project HealthyAir, Indoor and Built Environment, 2010, 327-339.
12. **P.Häupl.** Bauphysik Klima Wärme Feuchte Schall, Grundlagen, Anwendungen, Beispiele, Ernst&Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH und Co.Kg, Berlin, 2008, s. 367- 547.
13. **Bluyssen P.M. et al.** Actions to reduce the impact of construction products on indoor air: outcomes of the European project HealthyAir, Indoor and Built Environment, 2010.
14. **P.Häupl.** Bauphysik Klima Wärme Feuchte Schall, Grundlagen, Anwendungen, Beispiele, Ernst&Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH und Co.Kg, Berlin, 2008, s 367- 547.

Jānis Klaviņš, Dr.sc.ing.
AS LODE Attīstības direktors
AS LODE, Brīvības iela 155, Rīga, LV-1012
Mob.t. +371 29279750, Fakss +371 64120113
janis.klavins@lode.lv

Janis Klavins. Effect of Space Delimiting Construction Materials on the Microclimate Stabilization

Real estate valuation has to truly reflect its ability to satisfy all needs of the society both at present and throughout the life cycle of the property. It is necessary to adequately evaluate the regularities determining dependence of the space energy consumption and microclimate change both on variable interior working conditions and impact of environmental variable and dynamic processes, and on physical properties of space delimiting construction materials. Only having evaluated dynamic influence of all factors it is possible to create delimiting constructions from the most suitable materials with the most appropriate parameters and to accomplish the purpose – to provide optimal microclimate of the space together with the largest energy efficiency of the building. To make an evaluation of factors, optimization of materials as well as the preparation of reference materials for the design of buildings it is necessary to solve the following tasks:

1. To compile existing data on the physical properties of building materials used in the circumstances of dynamic environmental changes.
2. To select and improve criteria for space energy efficiency and provision of thermal environment microclimate for space category A.
3. To create dynamic models describing changes in building energy consumption and microclimate depending on the type of building delimiting constructions and properties of the used materials
4. To test the developed models for different constructions and the materials used in typical dynamic thermal environment conditions.
5. To create multi-physical model of heat, moisture, gas and sound transfer processes related to the numerical analysis and to approximate it on the large-scale composite masonry elements.
6. To optimize the properties of the constructive solutions selected in the process of simulation .

Such modeling of the material properties and optimization of the structure will guarantee the competitiveness of the current building solutions and will provide the perspective sustainable application of such constructions.

Янис Клявиньш. Влияние материалов ограждающих конструкций на стабилизацию микроклимата помещений

Критерии оценки ценности объектов недвижимости должны правдиво отражать применимость недвижимого имущества к удовлетворению как настоящих, так и перспективных требований общества в течение всего жизненного цикла здания. Требуется адекватно оценить закономерности, которые определяют взаимосвязь параметров, влияющих на изменение энергопотребления и микроклимата в зависимости как от перемены режимов эксплуатации, так и от изменчивых параметров динамических процессов влияния окружающей среды и физических свойств материалов ограждающих конструкций.

Только определяя динамическое влияние всех факторов можно создать ограждающую конструкцию, состоящую из соответствующих материалов с наиболее соответствующими свойствами, и обеспечить цель –оптимальный микроклимат помещения наряду с наивысшей энергоэффективностью здания.

Для обеспечения оценки факторов, оптимизации материалов, а также подготовки исходных сведений для проектирования требуется решение следующих задач:

1. Обобщить существующие сведения о физических свойствах строительных материалов в условиях динамического влияния окружающей среды.
2. Отобразить и усовершенствовать критерии энергоэффективности и термальной среды помещений на уровне А категории микроклимата.
3. Создать динамические модели, которые описывают энергопотребление и изменение микроклимата помещений в зависимости от вида ограждающих конструкций и свойств применяемых материалов.
4. Осуществить проверку разработанных моделей для различных конструкций и применяемых материалов в типичных динамических режимах термальной среды.
5. Создать мультифизикальную модель процессов переноса тепла, влаги и звука для связанного цифрового анализа и опробовать в случае применения крупноразмерных кладочных элементов.
6. Осуществить оптимизацию свойств конструктивных решений, отобранных путём моделирования.

Указанная моделирование влияния свойств и оптимизация структуры материалов позволит гарантировать конкурентноспособность строительных решений и обеспечить устойчивое применение данных конструкций в перспективном будущем.