

Tā kā gāzbetonam ir augsta siltumizolēšanas spēja, Latvijas būvnormatīvā LBN 002–01 noteiktās siltuma caurlaidības koeficienta  $U_{RN}$  ( $W/m^2K$ ) vērtības var nodrošināt vienslāņa homogēnās ārsienas bez papildu siltinājuma. Ārsienas biezums atkarībā no izvēlētās tilpummas nepārsniedz 300–400 mm. Tas ne tikai samazina ārsienas izmaksas, bet arī ievērojami vienkāršo konstruktīvo mezglu risinājumus ēkas jumta, pārseguma un pamatu līmenī, kā arī ēkas stūros.

**JĀZEPS PAPLAVSKIS**  
DR. SC. ING.

## Mitrumums gāzbetona vienslāņa ārsienās

Tomēr dažkārt, sevišķi no gāzbetona konkurentiem, var dzirdēt iebildumus: pirmkārt, gāzbetona siltumizolējošās spējas ir tikai sausam materiālam, reālās konstrukcijas vienmēr satur mitrumu, kas ievērojami samazina gāzbetona siltumizolējošās spējas; otrkārt, ziemā vienslāņa konstrukcijās veidojas t.s. rasas punkts, uzkrājas kondensāts, samazinot ārsienas siltumizolējošās spējas. Vasarā, kondensātam izzūstot, uz iekšējās apdares var rasties pelējums un citi bojājumi. Publikācijās, piemēram, [www.aeroc.lv](http://www.aeroc.lv), [www.ytong-silka.de](http://www.ytong-silka.de), uz jautājumiem sniegtas atbildes, pamatojoties uz eksperimentāliem datiem. Ņemot vērā projektētāju un klientu ieinteresētību un problēmas aktualitāti, minētos jautājumus šajā rakstā analizēsim sīkāk.

### Gāzbetona ārsienas žūšana

Gāzbetona sienu bloki, līdzīgi kā keramzītbetona vai betona bloki, satur tehnoloģisko mitrumu. Celtniecības gaitā mitrumums blokos var palielināties atmosfēras nokrišņu un ūdens ietekmē, kas ir līmē, javā un apdares materiālos, tādējādi sasniedzot līdz 40% svāra.

Mitrai sienai siltumizolācijas spējas ir zemākas nekā sausai, tāpēc svarīgi zināt, cik ātri žūst ārējā siena un par cik pirmajā apkures sezonā siltuma zudumi ir lielāki nekā pēc sienas izžūšanas.

Tallinas Tehniskajā augstskolā (TTU) veikto mērījumu rezultāti rāda, ka vienslāņa ārējā siena no «AEROC» blokiem «EcoTerm 375» ar tilpummasu  $375 \text{ kg/m}^3$  un ar ārējo apdari ar 5 mm biezu «Maxit Serpo» sastāvu (ūdens tvaika pretestības faktors  $\mu=21,0$ ) līdzsvara mitrumu 5% sasniedz jau pēc otrās apkures sezonas (1. att.).

Salīdzinājumam: gāzbetona siena bez apdares līdzsvara mitrumu 4% sasniedz jau pēc pirmās apkures sezonas (5).

Kā redzams 1. att., sākumā ārsienas žūst ātri, un apkures sezonas sākumā tās mitrumums jau ir

10–15%. Tādam mitrumam nav lielas ietekmes uz mājokļa siltuma zudumiem.

Gāzbetona ārsienas nežūst ilgāk kā sienas no citiem materiāliem (keramzītbetons + siltinājums, koks, keramika u.c.), un atkarībā no izvēlētā ārējās apdares materiāla ūdens tvaika pretestības faktora  $\mu$  vērtības līdzsvara mitrumums 4–5% tiek sasniegts jau pēc pirmā vai otrā apkures perioda.

### Sorbcijas mitrumums

Sorbcijas mitrumums ir mitruma daudzums, ko materiāls uzņem (absorbē) no mitruma gaisā. Laboratorijas apstākļos tas tiek mērīts stacionārā relatīvā gaisa mitruma režīmā. Parasti relatīvais mitrumums dzīvojamās telpās atkarībā no gadalaika ir 25–50%, pirtīs un vannas istabās – līdz 97%.

Ja gaisa relatīvais mitrumums ir līdz 50%, sorbcijas mitruma starpība starp gāzbetonu, keramzītbetonu un keramisko ķieģeli vai keramiskajiem blokiem ir tikai 2–3% (2. att.), un tas praktiski neietekmē sienu konstrukciju siltuma izolācijas spējas. Ja gāzbetons tiek izmantots mitrās telpās ar relatīvo mitrumu līdz 97% (dušas telpa, pirts, dažas ražošanas telpas), sienu iekšējā virsma jāapstrādā ar materiālu, kas aizsargā no mitruma.

Ārējās sienas žūšana noris gan apkures periodā, gan arī vasarā. Tomēr mitruma kustības virziens ziemā un vasarā ir atšķirīgs. Ziemā mitrumums virzās no telpas iekšpuses uz āru, bet vasarā otrādi. Praktiski tas nozīmē, ka līdzsvara mitrumums sienā tiek sasniegts, kad tās sākotnējais mitrumums samazinās līdz sorbcijas mitruma lielumam attiecīgajā gaisa relatīvajā mitrumā telpā (skat. 1., 2. att.).

### Kondensāta veidošanās iespēja ārējās vienslāņa sienās

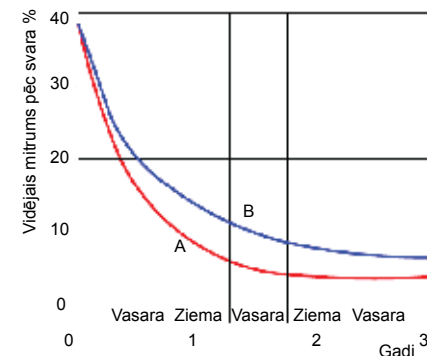
Dažkārt publikācijās un reklāmas materiālos sastopams kļūdainais viedoklis par mitruma režīmu vienslāņa konstrukcijas sienās, tajā skaitā arī gāzbetona sienās ziemā. Kā iemesls tiek minēta kondensāta vai tā sauktā rasas punkta rašanās iespēja.

Kā zināms, aukstā laikā temperatūras nulles punkts atrodas sienas iekšienē, t.i., sienas ārējā daļa atrodas mīnus temperatūras zonā. No tā tiek secināts, ka ūdens tvaiks, kas atrodas sienas materiāla porās, ārsienas mīnus temperatūras zonā kondensējas un sasalst.

Tas, ka daļa sienas atrodas mīnus temperatūras zonā, vēl nenozīmē, ka šajā sienas daļā veidojas kondensāts. Atbilstoši fizikas likumiem ūdens tvaiks kondensējas tad, ja konkrētajā temperatūrā tiek pārsniegts noteikts mitruma saturs, t.i., piesātinātā ūdens tvaika daudzums gaisā ( $g/m^3$ ). Jo augstāka gaisa temperatūra, jo lielāks tajā ūdens tvaika saturs, kurā rodas kondensāts.

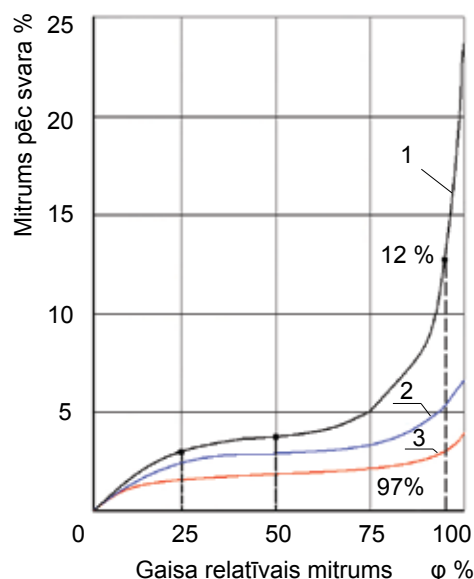
Pazeminoties temperatūrai, ūdens tvaika daudzums gaisā, kurā rodas kondensāts, samazinās. Arī mīnus grādu temperatūrā kondensāts neveidojas, ja faktiskais ūdens tvaika daudzums materiāla porās nav lielāks kā piesātinātā ūdens tvaika daudzums gaisā ( $g/m^3$ ).

Ūdens tvaiks nekondensējas arī mīnus grādu temperatūrā tik ilgi, kamēr ūdens tvaika daudzums gaisā nepārsniegs piesātinātā ūdens tvaika saturu.



A – gāzbetona 300 mm ārsienas bez apdares /5/. B – «AEROC EcoTerm» 375 mm ārsienas. Apdare ar «Maxit Serpo» sastāvu ( $\mu=21$ ).

1. att. Gāzbetona ārsienas žūšana.



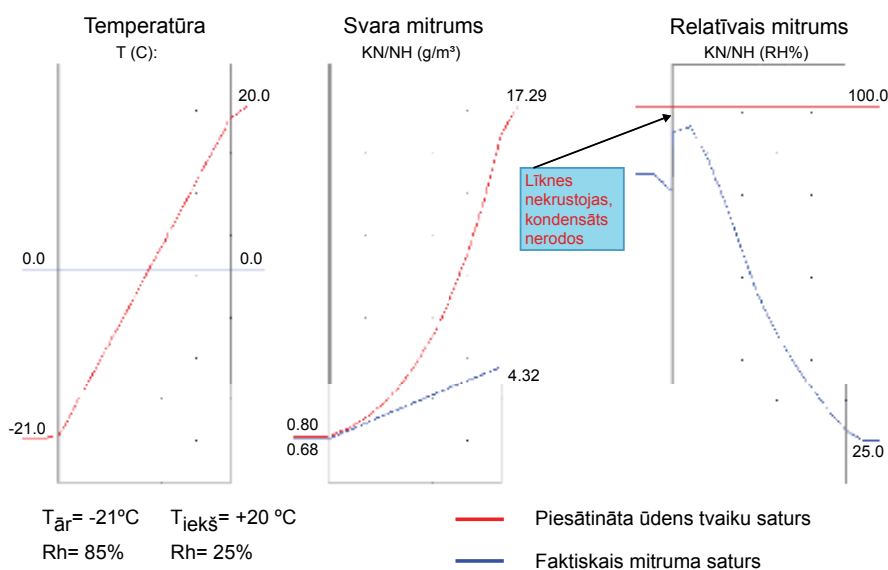
1. Gāzbetons, 2. Keramzītbetons, 3. Māla ķieģeļi

Att. 2 – Dažādu materiālu sorbcijas mitrums.

Faktisko ūdens tvaika daudzumu un piesātināta ūdens tvaika saturu sienas materiāla porās var aprēķināt, zinot materiāla un atsevišķu slāņu raksturojumus, kā arī sienas iekšējos un ārējos ekspluatācijas apstākļus. Ir dažādas aprēķina metodes, tajā skaitā LVS–EN ISO 13788:2001 standarta metodika. Standarts izmantots aprēķina datorprogrammā «DOF Therm 2.2», ar kuru analizējam 375 mm biezas gāzbetona sienas materiālu mitruma režīmu ziemā.

Aprēķini rāda (3. att.), ka mitruma kondensācijas bīstamības sienā nav tik ilgi, kamēr faktiskais ūdens tvaika saturs ārīsenā ir mazāks par piesātinātā ūdens tvaika saturu ārīsenā. Tādēļ 375 mm bieza gāzbetona siena ar ārējo apdari, kurai  $\mu \leq 15$ , nav pakļauta kondensāta rašanās iespējai pat ļoti aukstos laika apstākļos, ja āra aprēķina temperatūra ir zemāka par  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ .

Sevišķi jāpievērš uzmanība apmetuma biežumam un ūdens tvaika caurlaidībai. Piemērā izmantots «Sakret MRP» 5 mm biezs polimērmīnērālu apmetums, kura ūdens tvaika pretestības faktors  $\mu=11,8$  (saskaņā ar TTU pētījumiem). Ja izmanto ārējo apdari ar daudz zemākiem ūdens tvaika caurlaidības rādītājiem, tas var izraisīt mitruma kondensāciju uz kontaktpusmas starp ārējo apdari un gāzbetonu. Tāpēc gāzbetona bloku ārējai apdarei jāizmanto dekoratīvais apmetums, kura ūdens tvaika pretestības faktors ir  $\mu \leq 15$ . Tas atbilst arī standarta LVS–EN 998–11:2003 prasībām siltināšanas un remonta javu maisījumiem.



Att. 3 – Temperatūras un mitruma sadalījums vienslāņa 375 mm biežā gāzbetona ārīsenā ar tilpummasu  $375\text{ kg/m}^3$  un 5 mm biezu ārējo apdari ar Sakret MRP sastāvu ( $\mu=11,8$ ).

Pretējā gadījumā aukstās ziemās iespējama kondensāta un ledus veidošanās sienā starp ārējo apmetumu un gāzbetona blokiem. Tas savukārt var izraisīt plaisu veidošanos vai arī citus fasādes bojājumus.

## Vai papildu siltinājums novērs kondensāta veidošanos

Līdz šim diezgan izplatīts ārīseni konstrukcijas variants ir sienas no 200 mm bieziem keramzītbetona vai gāzbetona blokiem ar 100 mm biezu papildu siltinājumu no putu polistirola vai minerālvates. Šāda ārīsenas atbilstoši būvnormatīvam LBN 002–01 nodrošina maksimāli pieļaujamo siltuma caurlaidības koeficienta  $U_{RN} \leq 0,30\text{ W/m}^2\text{K}$  vērtību.

Kas attiecas uz siltumizolācijas materiāla izvēli, lielākajā tiesā gadījumu vienīgais kritērijs ir materiāla izmaksa. Tāpēc priekšroka tiek dota putu polistirolam. Diemžēl netiek ņemta vērā būvnormatīva LBN 002–01 p. 25 prasība: «Ja būvelements sastāv no dažādiem slāņiem, tā siltajā pusē esošo slāņu kopējais ūdens tvaika pretestības gaisa difūzijas ekvivalents  $S_d$  ir vismaz piecas reizes lielāks par aukstajai pusei pieguļošo slāņu kopējo ūdens tvaika pretestības gaisa difūzijas ekvivalentu  $S_{d,0}$ »

Minētajai ārīsenai ar putu polistirola siltinājumu šis rādītājs ir nevis 5, bet 0,21, t.i., pilnīgi neapmierina LBN 002–01 prasību. Ja siltinājums ir no minerālvates, minētais rādītājs ir 6,15, un tas izpilda būvnormatīva LBN 002–01 p. 25 prasību.

Starpība dotos izskaidrojama ar to, ka putu polistirolam (EPS) ūdens tvaika pretestības faktors  $\mu=60$ , bet minerālvatei 60 reizes mazāks, t.i.,  $\mu=1$  (1).

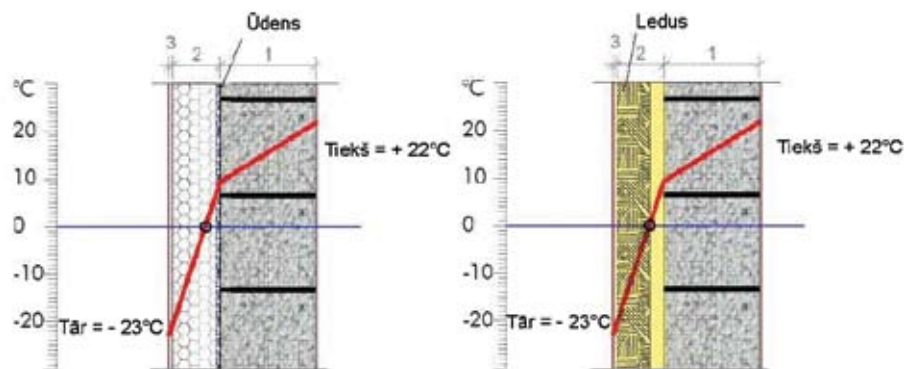
Atkāpes no būvnormatīva LBN 002–01 25. punktā noteiktajām prasībām pieļaujamas, ja tās pamatotas ar aprēķinu, kas apliecina, ka kondensāta uzkrāšanās bilance gada laikā nav pozitīva un nekaitē konstrukcijai.

Būvnormatīvā LBN 002–01 nav dota kondensāta aprēķina metode. Tiek izmantotas vairākas aprēķinu metodes, t.sk. arī metode, kas ir RTU izstrādātais metodiskajos noteikumos (7).

Jebkurai aprēķina metodei svarīga ir izejas datu izvēle. Šajā ziņā diskutējams ir jautājums par ārējās temperatūras izvēli ziemā, kad ārīsenas konstrukcijā var uzkrāties kondensāts.

Būvnormatīva LBN 002–01 31. punkts iesaka veikt aprēķinus, ņemot vērā ziemas temperatūru gada laikā. Rīgā saskaņā ar būvnormatīvu LBN 003–01 vidējā gaisa temperatūra ziemā ir no  $-0,6\text{ }^\circ\text{C}$  līdz  $-4,7\text{ }^\circ\text{C}$ . Taču daži speciālisti uzskata, ka mūsu klimatiskajos apstākļos pareizāk būtu aprēķinos pieņemt  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  vai  $-15\text{ }^\circ\text{C}$ .

Mēs savos aprēķinos izmantojam datorprogrammu «DOF Therm 2.2», pieņemot ārējo gaisa temperatūru  $-21\text{ }^\circ\text{C}$ , kas saskaņā ar LBN 003–01 atbilst visaukstāko piecu dienu vidējai gaisa temperatūrai Rīgā. Ja ar šādiem izejas datiem kondensāts sienās neveidojas, tad ir garantija, ka sienai žūstot, pelējums vai citi defekti uz iekšējām ārīsenas virsmām neveidosies.



1. Keramzībetona bloki 200 mm
2. Putupolistirols 100 mm
3. Apmetums 4 mm

1. Keramzībetona bloki 200 mm
2. Minerālvate 100 mm
3. Apmetums 4 mm

**Att. 4** – Ūdens kondensācijas un apledojuma zonas siltinātās keramzībetona ār sienās.

Atgriezīsimies pie jautājuma, vai papildu siltinājums novērš kondensāta rašanos, – uzrādīsim TTU eksperimentālos datus (6).

4. attēlā parādīta keramzībetona sienu konstrukcija ar putu polistirola un minerālvates siltinājumu. Ārējā gaisa temperatūra eksperimenta laikā sasniedza  $-23^{\circ}\text{C}$ . Kā redzams 4. att., temperatūras nulles punkts atrodas siltumizolācijas slānī. Pēc eksperimenta, demontējot sienu, izrādījās, ka kondensāts sienā bija radies abos gadījumos. Variantā ar putu polistirola siltinājumu tika konstatēts ūdens uz kontaktpvirsmas starp keramzībetona blokiem un putu polistirolu. Variantā ar minerālvates siltinājumu tika konstatēts ledus tajā siltumizolācijas daļā, kas atradās minus temperatūras zonā.

Eksperimenta rezultāti sniedz atbildi uz to, kāpēc daudzās ēkās uz ār sienu iekšējās virsmas rodas pelējums un citi defekti. Vasarā mitrums nevar pārvietoties uz sienas ārpusi, ja ūdens tvaika pretestības faktors  $\mu$  siltumizolācijai vai ārējās apdares slānim izvēlēts nepareizi. Iekštelpu ventilācija ne vienmēr dod vēlamo efektu.

Eksperimenta rezultāti rada iespēju secināt – ja siltumizolācijai tiek izmantota minerālvate, tad, pareizi izvēloties ūdens tvaika pretestības faktoru ārējās apdares slānim ( $\mu \leq 15$ ), kondensāts ār sienā neradīsies. Taču, ja siltinājums ir no putu polistirola, tas nedod efektu, jo mitrums sakrājas nevis aiz ārējā apdares slāņa, bet starp putu polistirolu un ār sienu blokiem.

Pārbaudot 4. attēlā redzamajām ār sienu konstrukcijām kondensāta rašanās iespēju ar datorprogrammu «DOF Therm 2.2», ieguvām aprēķinu rezultātus, kas pilnīgi saskanēja ar eksperimenta rezultātiem. Kā redzam, gan vienkāršotā aprēķina metode, kas ir būvnormatīvā

LBN 002–01 p. 25, gan aprēķini ar datorprogrammu «DOF Therm 2.2» parādīja, ka putu polistirols nav piemērots siltumizolācijas materiāls keramzībetona vai gāzbetona ār sienām.

## Aprēķina siltumvadītspēja $\lambda_U$ (W/mK)

Viens no projektētāju visbiežāk uzdotajiem jautājumiem ir gāzbetona aprēķina siltumvadītspēja. Latvijas būvnormatīvs uz šo jautājumu tiešu atbildi nedod. Piemēram, būvnormatīvā LBN 002–01 aprēķina siltumvadītspējas  $\lambda_d$  noteikšanai tiek rekomendēta metodika, kas pārņemta no siltumizolācijas materiāliem, piemēram, minerālvates. Tāpēc būvnormatīvā ir tādi jēdzieni kā «siltumvadītspējas klase», «korekcijas faktors novērtētajai standartnovirzei» un «novecošanās faktors». Šo jēdzienu nav harmonizētajā standartā LVS–EN 1745:2002, ar kuru saskaņā visiem būvmateriālu bloku, t.sk. gāzbetona, ražotājiem jādeklarē sausa materiāla siltumvadītspēja  $\lambda_{10dry}$  (W/mK).

Būvnormatīvā LBN 002–01 p. 36 ir formula, ar ko nosaka korekcijas faktoru pārejai uz dažāda mitruma vidēm. Taču būvnormatīva pielikuma 6. tabulā gāzbetonam nav doti aprēķinam nepieciešamie konversijas koeficienti  $f_U$  un  $U_{23,50}$ .

Pielikuma 7. tabulā nav uzrādīta gāzbetona siltumvadītspēja  $\lambda$ , īpatnējā siltumietilpība  $J$  un ūdens tvaika pretestības faktors  $\mu$ .

2006. gadā komisijā, kura izstrādāja grozījumus būvnormatīvam LBN 002–01, tika apspriesta nepieciešamība papildināt būvnormatīvu. Rezultātā tika precizēts p. 44 formulējums, ar kuru saskaņā «biežāk lietojamo siltumizolācijas materiālu labojuma koeficientu  $\Delta\lambda_w$  pieņem saskaņā ar būvnormatīva pielikumu 2. tabulu, ja

harmonizētā būvzstrādājumu standartā nav noteikts citādi».

Tā kā gāzbetona izstrādājumi tiek sertificēti saskaņā ar harmonizēto Eiropas standartu LVS–EN 1745:2002 un marķēti ar CE zīmi, siltumvadītspējas vērtība sausam materiālam  $\lambda_{10dry}$  un labojuma koeficients  $F_{m,r}$  kas ņem vērā materiāla mitruma ietekmi, jāpieņem saskaņā ar harmonizētā Eiropas standarta prasībām.

Katram bloku ražotājam CE zīmes marķējumā obligāti jādeklarē sausa materiāla siltumvadītspējas vērtība  $\lambda_{10dry}$ . Aprēķina siltumvadītspējas vērtības  $\lambda_U$  vai  $\lambda_{design}$  ražotājam jādeklarē izstrādājuma lietošanas instrukcijā, ņemot vērā labojuma koeficientus gan mitruma, gan arī mūrjvas šuvju ietekmei.

Diemžēl ne visi bloku ražotāji uzrāda aprēķina siltumvadītspējas vērtības  $\lambda_U$  vai  $\lambda_{design}$ .

Ja projektētāja rīcībā nav Eiropas standarta LVS–EN 1745:2002, gāzbetona mūrī ar līmjavas šuvēm labojuma koeficientu  $\Delta\lambda_w$  var pieņemt saskaņā ar būvnormatīva LBN 002–01 pielikuma 2. tabulu. Piemēram, gāzbetonam ar tilpummasu  $300\text{ kg/m}^3$   $\lambda_{10dry} = 0,072\text{ W/mK}$ ,  $\Delta\lambda_w = 0,015\text{ W/mK}$ ,  $\lambda_U = 0,072 + 0,015 = 0,087\text{ W/mK}$ ,

kur  $\lambda_U$  – aprēķina siltumvadītspēja,

$\lambda_{10dry}$  – sausa materiāla siltumvadītspēja, ko deklarē bloku ražotājs,

$\Delta\lambda_w$  – labojuma koeficients saskaņā ar LBN 002–01 2. tabulu.

Ja līmjavas vietā tiek lietota mūrjva, bloku ražotājam jāuzrāda arī labojuma koeficients, kas ņem vērā mūrjvas šuvju ietekmi.

## SECINĀJUMI

Gāzbetona ār sienas nezust ilgāk par sienām no citiem materiāliem (keramzībetons + siltinājums, koks, keramika), un atkarībā no ārējās apdares materiāla ūdens tvaika pretestības faktora  $\mu$  vērtības līdzsvara mitrums 4–5% tiek sasniegts jau pēc pirmā vai otrā apkures perioda.

Ja vienslāņa gāzbetona ār sienās ārējam apdares slānim  $\mu \leq 15$  un biežums 5–6 mm, kondensāts ziemā sienās nerodas.

Gāzbetons saglabā augstus siltumpretestības rādītājus gan zūšanas laikā, gan arī sasniedzot līdzsvara mitrumu.

### Avoti:

1. LBN 002–01 «Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika».
2. LBN 003–01 «Būvklimateoloģija».
3. www.aeroc.lv.
4. www.ytong-silka.de.
5. Homann M. «Porenbeton Handbuch», 2008, Gütersloh.
6. Jōgioja E., Reinpuu R., Mironova J. «Tallinna Tehnikakooli toimetised», nr. 8, 2005.
7. Borodiņecs A., Krēslinš A. «RTU rekomendācijas būvnormatīva LBN 002–01 pielietošanai ēku projektēšanā un būvniecībā», Rīga, 2007.