

BŪV INŽENIERIS

Sveicam 2023. gada labākās būves Latvijā
Stingrs tvēriens un uzdrīkstēšanās. Vija Gēme
Greznās Langberga villas renesanse Ventspilī
Savrupā koka arhitektūras pērle Aizpute
***Rail Baltica* projekts Latvijā. Fakti un skaitļi**

2024. gada augusts Nr. 99
Cena 6 eiro

ISSN 1691-9262



9 771 691 192 600 9 1

0 8



Latvijas Būvzinieņu savienības
izdevums



Zinātniski praktiskā konference

Latvijas Būvzinātnieku savienības 100 gadi un loma

Latvijas un Eiropas būvindustrijas attīstībā

Veltīta Latvijas Būvzinātnieku savienības dibināšanas simtgadei un
35. gadskārtai kopš LBS atjaunošanas

Rīgā 24. maijā

Pateicamies atbalstītājiem



Ekonomikas ministrija



Vides aizsardzības un
reģionālās attīstības ministrija



Saturs

IEVADS	2
AKTUALITĀTES	
Latvijas būvniekiem Baltijā lielāka pieredze, pieticīgāki rezultāti	4
Ko aizgūt no FIDIC būvdarbu apmaksā?	10
GADA LABĀKĀ BŪVE LATVIJĀ 2023	14
PERSONĪBA	
Katram ir sava stiprā puse, vien jāmacās to likt lietā	30
Stingrs tvēriens un uzdrīkstēšanās	44
BŪVE	
Atdzimis viens no Ventpils greznākajiem vēsturiskajiem namiem	58
Biroju ēkas jaunbūve <i>New Hanza</i> pilsētvidē	68
KOKA BŪVE	
Koka konstrukcijas jaunajā kokaudzētavā <i>Mežvidi</i>	80
INŽENIERIJA	
Plastiskā rukuma plaisu novēršana betonā	86
STANDARTI	
Zināšanas un pieredze, kas pieejama ikvienam.	94
Kā top standarti	
ENERGOEFĒKTĪVĀKĀS ĒKAS DIENASGRĀMATA	
Ēku vadības problēmas un risinājumi	98
INFRASTRUKTŪRA	
<i>Rail Baltica</i> Rīgā – ceļš no izpētēm līdz tehniskajiem risinājumiem	118
MANTOJUMS	
Īpašā, savrupā un autentiskā arhitektūras pērle Aizpute	134
BRĪVBRĪDIM	143

Plastiskā rukuma plaisu novēršana betonā

Rolands Cepurītis, Dr. ing., asociētais profesors Norvēģijas Zinātnes un tehnoloģiju universitātē (NTNU), Latvijas Betona savienības valdes priekšsēdētājs un SIA *Primekss* tehnoloģiju direktors

Jānis Zāle, SIA *Schwenk Latvija* materiālu kvalitātes un produktu tehnoloģijas daļas vadītājs, Latvijas Betona savienības valdes loceklis

Lauri Labe, *Betoonimeister* kvalitātes vadītājs

Betona un dzelzsbetona konstrukciju plaisāšana ir betonētājiem labi zināma problēma. Parasti betons saplaisā stiepes slodzes ietekmē, jo betonam ir salīdzinoši zema stiepes izturība, kas ir aptuveni 10 reizes zemāka par tā spiedes izturību.

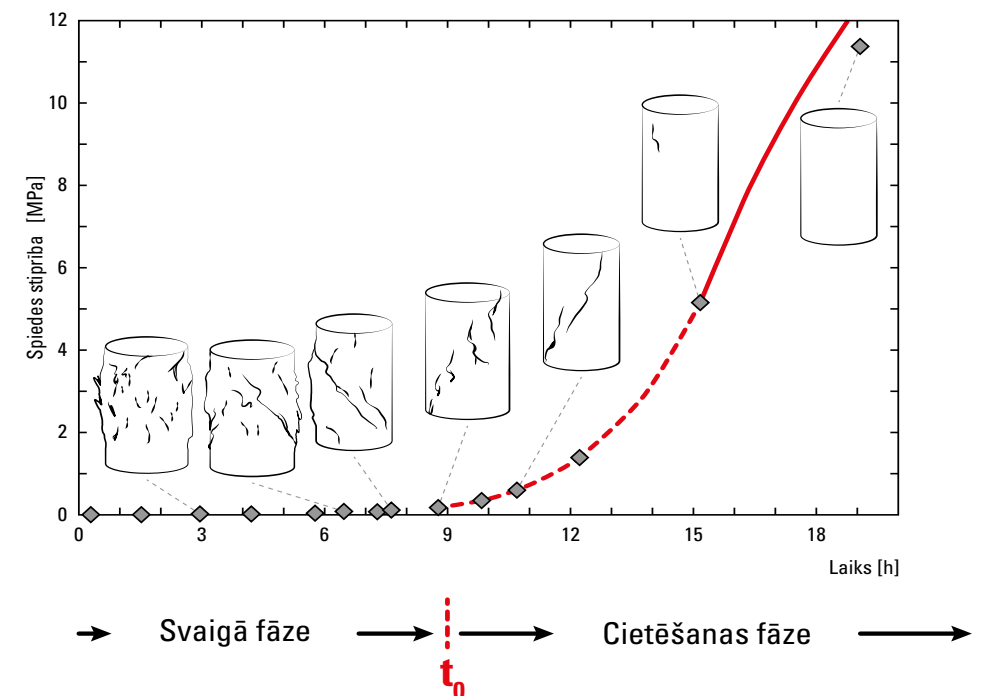
Citiem vārdiem sakot, tas nozīmē, ka uz sacietējuša betona kuba varētu novietot lielu slodzi, neveidojot plaisas, bet, tam pašam kubam piekarinot svaru no apakšas, betons stiepē saplaisātu jau pie aptuveni 1/10 no tās pašas slodzes, ko tas varēja nesaplaisājis izturēt spiedē. Lai gan plaisāšana galvenokārt notiek, sacietējušam betonam tiekot stieptam, mehānismi un iemesli, kas izraisa stiepi betona šķēsgriezumā, var būt ļoti dažādi, un daudzos gadījumos tie ir ārpus betonētāja tiešas kontroles. Tie ir, piemēram, tādi stiepi izraisoši mehānismi, kas saistīti ar betona un dzelzsbetona konstrukciju konstruktīvo risinājumu, betona maisījuma īpašībām, ārējās vides apstākļiem vai visbiežāk – visu šo faktoru kombinācijām. Tomēr ir viens betona plaisāšanas mehānisms, precīzāk – iemesls, kur betonētāji ir galvenie procesa dalībnieki, kuri spēj to novērst, pareizi plānojot un paveicot betona ieklāšanas darbības būvobjektā. Tā ir

betona plaisāšana plastiskā rukuma ietekmē.

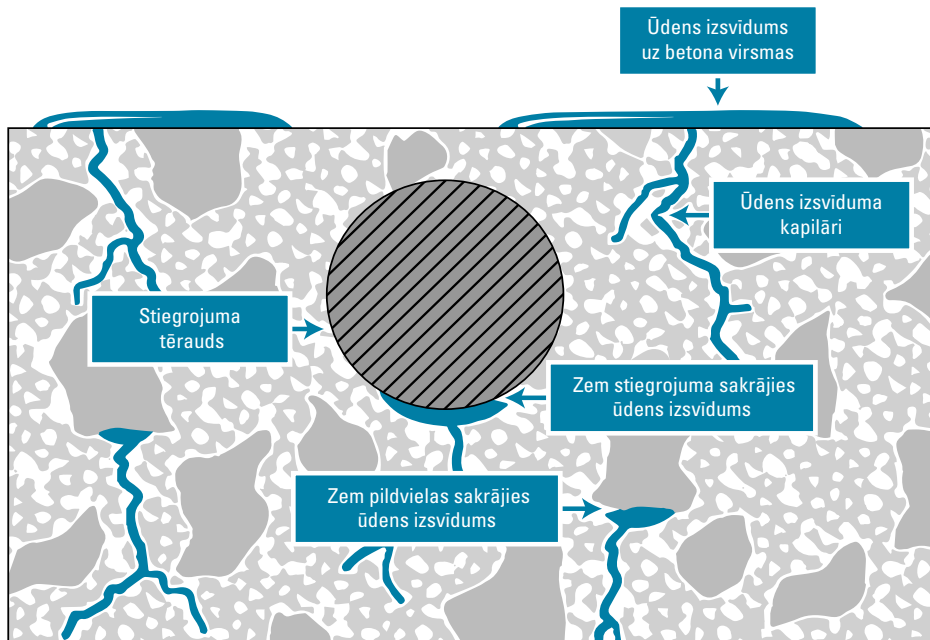
Betona plaisāšana plastiskā rukuma ietekmē agrāk bieži tika saistīta tikai ar betonēšanu karsta un sausa klimata apstākļos, taču pašlaik situācija mainās, attiecīgi mainoties arī modernā betona īpašībām (sīkāk par to šajā rakstā mazliet tālāk). Šāda veida plaisu attīstīšanās notiek uz betonēšanas laikā atklātām svaiga betona virsmām, īpaši dažādās plātņu konstrukcijās, kā arī sijās un pamatu konstrukcijās. Tās var attīstīties jebkuros klimata apstākļos, ja ūdens iztvaikošanas ātrums no svaigā betona virsmas ir lielāks par ātrumu, ar kādu notiek ūdens migrācija uz neseklātā betona virsmu no konstrukcijas zemākajiem slāņiem (ūdens izsvīduma veidošanās uz svaigā betona virsmas). Par šādu plaisu rašanās galveno iemeslu tādējādi tiek uzskatīts straujš un pārmērīgs ūdens zudums no svaigā betona, kas pamatā notiek, ūdenim iztvaikojot pie atklātās betona virsmas. Citiem vārdiem sakot, ikreiz, kad betona ūdens izsvīduma (*concrete bleeding* – angļu val.) rašanās ātrums uz betona virsmas būs mazāks par ūdens iztvaikošanas ātrumu pie virsmas, pastāv risks, ka joprojām nesacietējušais jeb svaigais betons izžūs un saplaisās – ļoti līdzīgi, kā notiek ar mitriem dubļiem, kad tie izžūst un saplaisā saulē (skat. 1. attēlu).



1. attēls. (a) plastiskā rukuma plaisas, kas radušās, mitriem dubļiem izžūstot saulē; (b) plastiskā rukuma plaisas sacietējušā betonā (plaisas radās vēl pirms betona saistīšanās, t. i., kamēr betons vēl bija svaigs).



2. attēls. Svaigs betons vispirms uzvedas kā šķidrums, tālāk notiek saistīšanās (parasti 4–9 stundas pēc betona ieklāšanas; šeit apzīmēts ar laiku $t_0=9$ stundām); pēc tam betons sāk iegūt stingumu un stiprību kā cietviela.

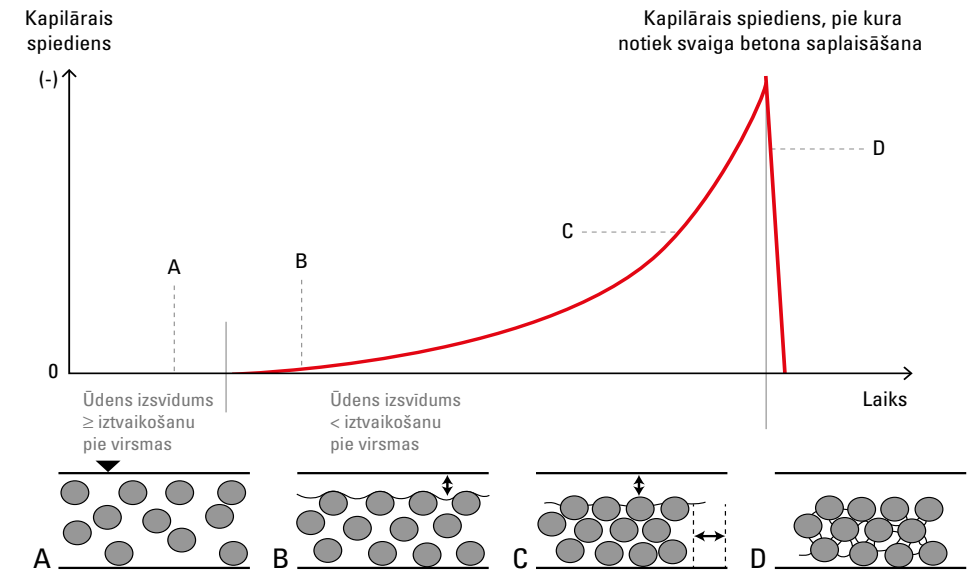


3. attēls. Ūdens izsvīduma rašanās uz svaigā betona virsmas ūdens un pārējo betona sastāvdaļu materiālu dažādā blīvuma dēļ. Ūdens pārvietojas uz virsmu pa kapilāru kanāliem, kas rodas svaigajā betonā, tam esot miera stāvoklī.

Vispārīgs betona plastiskā rukuma plaisāšanas mehānisms

Betons ir materiāls, kas uzreiz pēc iejaukšanas uzvedas kā plūstošs šķidrums, bez stingrības vai stiprības, tāpēc to var sūknēt un ieliet gandrīz jebkādas formas veidņos. Turpinoties cementa hidratācijas (cietēšanas) reakcijai ar ūdeni, betons pamazām sāk zaudēt plūstamību un pēc tam kādā brīdī sacietē. Tas nozīmē, ka cementa hidratācijas produkti sāk savstarpēji veidot telpisku stingru režģi, kas var sākt uzņemt slodzi (skat. 2. attēlu). Betona sacietēšana jeb pārvēršanās no šķidrums par cietvielu parasti notiek pirmo 4–9 stundu laikā pēc betona iejaukšanas atkarībā no betona īpašībām un apkārtējās vides temperatūras. Šo laiku, kad norisinās betona pāriešana no viena agregātstāvokļa otrā, sauc par betona saistīšanos. Kamēr betons joprojām ir šķidrums un atstāts miera stāvoklī veidnēs (to pieņemts saukt par svaigu betonu), betonā norisinās process, ko sauc par betona ūdens izsvīdumu – daļas no iejaukšanā lietotā ūdens migrācija uz betona virsmu (skat. 3. attēlu). Galvenais šīs parādības dzinējspēks ir gravitācija, jo betona iejaukšanai lietotā ūdens blīvums (1000 kg/m^3) ir vairākas reizes mazāks nekā citu galveno sastāvdaļu daļiņu blīvums (cementam tas ir aptuveni 3000 kg/m^3 , betona pildvielām – $2700\text{--}2900 \text{ kg/m}^3$).

Ūdens izsvīdums pie betona virsmas iztvaikos tieši tāpat kā no jebkuras citas, piemēram, diķa, ezera vai upes ūdens, virsmas. Tiklīdz ūdens iztvaikošanas ātrums būs lielāks nekā ūdens izsvīduma migrācijas ātrums līdz betona virsmai, pie betona virsmas, tai izžūstot, starp betona smalkajām daļiņām, piemēram, cementa graudiem, radīsies ūdens menisks līdzīgi kā ļoti maza diametra caurulītē (kapilārā). Šis menisks kapilārā (ūdens virsmas spraiguma) spēku ietekmē tuvinās betona smalkās daļas citai, liekot svaigā betona apjomam pie virsmas samazināties (saīsināties). Ja šo saīsināšanos aizkavēs (neļaus tai

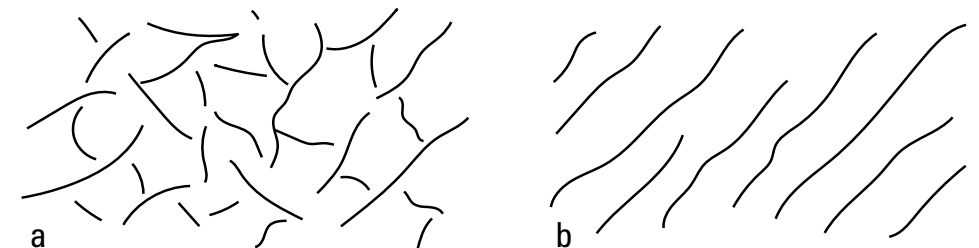


4. attēls. Kapilārā spiediena veidošanās starp smalkajām betona daļiņām – cementu, citām saistvielām un pildvielu smalkajām daļiņām – uz svaigas betona virsmas, kad ūdens iztvaikošanas ātrums no betona virsmas pārsniedz ūdens izsvīduma veidošanās ātrumu. Kad kapilārais spiediens pārsniedz noteiktu sliekšni, betonā veidojas plastiskā rukuma plaisas, kādas redzamas 1. attēlā (b).

brīvi realizēties), piemēram, veidņi, stiegrojums, šķērsgriezuma augstuma izmaiņas, berze pret pamatni vai diferencēta saīsināšanās dažādos betona slāņos (virsējais slānis, kas izžūst, un zemākie slāņi, kuri turpina būt piesātināti), svaigais betons tiks stiepts, un svaigā betona ļoti zemās stiepes noturības dēļ tajā ātri veidosies plaisas (skat. 4. attēlu).

Betona plastiskā rukuma plaisāšana parasti

notiek pirmajās 24 stundās kopš betona iejaukšanas. Šāda veida plaisas parasti sākas no betona virsmas un attīstās dziļāk konstrukcijā, kā arī bieži veido virsmā zirnekļa tīklam līdzīgu rakstu vai arī ir izkārtotas paralēli. Ja ūdens iztvaikošanu no betona virsmas spēcīgi ietekmē vēja ātrums apkārtējā vidē, tad plaisas parasti veidojas perpendikulāri galvenajam vēja virzienam (skat. 5. attēlu). Parasti,



5. attēls. Tipiski betona plastiskā rukuma plaisu raksti: (a) vispārīgs raksts; (b) raksts, kad ūdens iztvaikošanu no betona virsmas spēcīgi ietekmē vēja ātrums apkārtējā vidē un plaisas veidojas perpendikulāri galvenajam vēja virzienam. Praksē šīs plaisas bieži vien var būt dažādas abu šo rakstu kombinācijas.



6. attēls. Plastiskā rukuma plaisu raksts betona grīdas plātnes virsmā, kuras gludā gala apstrāde panākta ar svaiga betona slīpēšanas paņēmieni. Sākotnēji plaisas tika aizvērtas pie virsmas ar mehānisko slīpmašīnu lāpstīņām, taču laika gaitā tās tāpat kļūst redzamas, betonam turpinot žūt un saīsināties (sarukt) jau žūšanas rukuma iespaidā un/vai konstrukcijai atdzīstot, un/vai situācijā, kad betona virsma tiek samitrināta.

tomēr ne vienmēr, plaisas ir 50–1000 mm garas, 1–3 mm platas un ar 50–700 mm atstarpi. Dažreiz plaisas var izplatīties dziļi betona elementā vai pat cauri visam betona šķērs griezumam. Ja betona virsmas gala apstrāde ietver svaiga betona slīpēšanu, dažos gadījumos šajā procesā plaisas pie virsmas tiek aizvērtas, tomēr vēlāk tās tāpat kļūst redzamas jau pirmajā mēnesī pēc betona kopšanas pabeigšanas, betonam turpinot izžūt un sarauties jau žūšanas rukuma ietekmē (skat. 6. attēlu).

Faktori, kas palielina betona plastiskā rukuma plaisu rašanās risku

Betona plaisāšanas risku tā agrīnajā vecumā var ietekmēt daudzi faktori. Ūdens un cementa attiecība, cementa tips, šķiedru pievienoša-

na, betona piedevas, konstrukcijas ģeometriskie izmēri, betona smalko daļiņu saturs, betona virsmas temperatūra un ārējās vides apstākļi (t. i., gaisa relatīvais mitrums, temperatūra un vēja ātrums pie betona virsmas) var palielināt vai samazināt betona plastiskā rukuma plaisu rašanās risku.

Ir atrodami pētījumi, kas liecina, ka moderno un mūsdienu betona maisījumu raksturojošās īpašības, piemēram, palielināts smalko daļu daudzums betonā (pie virsmas veidosies vidēji mazāki kapilāri, un, betonam izžūstot, tajos būs lielāks kapilārais spiediens) un lielāks superplastifikatora daudzums vai zemāka ūdens/cementa attiecība (mazāk kopējā brīvā ūdens betona maisījumā, tātad arī mazāks sagaidāmais ūdens izsvīdums pie virsmas) radīs palielinātu betona plastiskā rukuma plaisāšanas risku. Tomēr precīza betona ūdens izsvīduma ātruma prognozēšana ir ļoti sarežģīta, un līdz šim nav radīti praktiski lietojami modeļi, lai ticami prognozētu betona ūdens izsvīduma rašanās ātrumu pie virsmas, kas izsakāms $\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$ vienībās. Vairākos novecojušos literatūras avotos var atrast rekomendāciju, ka pastāv augsts risks attiecībā uz betona plastisko rukuma plaisu rašanos, kad ūdens iztvaikošanas ātrums no svaigā betona virsmas pārsniedz $1 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$, no otras puses, arī netieši rekomendējot, ka tas ir praktiski sagaidāmais lēnākais betona ūdens izsvīduma rašanās ātrums. Taču betona tehnoloģija pēdējā desmitgadē ir būtiski mainījusies. Mūsdienās konstrukcijās tiek lietots vidēji daudz augstākas stiprības klases betons, un betona konstrukcijas tiek projektētas līdz pat 100 un vairāk gadu kalpošanas laikam (piemēram, *Rail Baltica* projekta betona konstrukcijas), notiek klinkera daudzuma samazināšana cementā, lai samazinātu tā vides nospiedumu (cements tāpēc jāsamazina), betonā tiek lietots daudz vairāk un spēcīgākas iedarbības ūdens daudzumu samazinošo piedevu – superplastifikatoru. Tāpēc faktiski sagaidāmais zemākais betona ūdens izsvīduma rašanās ātrums pie betona virsmas ir daudz mazāks, un

attiecīgi ir arī krietni grūtāk paredzēt, pie kāda ūdens iztvaikošanas ātruma no betona virsmas radīsies plastiskās rukuma plaisas. Jaunākie pētījumi rāda, ka betona plastiskās plaisāšanas riska robeža šī brīža betonā ir daudz zemāka par agrāk rekomendēto, proti, ka tāds risks pastāvēs jau pie $0,1\text{--}0,2 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$ ūdens iztvaikošanas ātruma no betona virsmas. Citiem vārdiem sakot, ar moderniem betona maisījumiem, ar kādiem betonētāji pašlaik strādā, šāds risks ir gandrīz vienmēr (skat. tālāk tekstā), ja vien netiek īstenoti pareizi preventīvie pasākumi betonēšanas laikā.

Runājot par apkārtējās vides apstākļiem, betona plastiskā rukuma plaisu rašanās risks būs lielāks, ja lielāks būs ūdens iztvaikošanas ātrums no svaigā betona virsmas. Galvenie faktori, kas ietekmē iztvaikošanas ātrumu no svaigā betona virsmas, ir gaisa relatīvais mitrums, betona un gaisa temperatūra un vēja ātrums betonēšanas darbu laikā. Ūdens iztvaikošanas ātrumu no svaigā betona virsmas

ir daudz vieglāk izmērīt un modelēt (nekā betona ūdens izsvīduma rašanās ātrumu). To var aplēst pēc formulas:

$$E = 5 \times ([T_c + 18]^{2.5} - r \times [T_a + 18]^{2.5}) \times (V + 4) \times 10^{-6},$$

kur

E = ūdens iztvaikošanas ātrums no svaigā betona virsmas [$\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$];

T_c = betona (ūdens virsmas) temperatūra [$^{\circ}\text{C}$];

T_a = gaisa temperatūra virs svaigā betona virsmas [$^{\circ}\text{C}$];

r = relatīvais mitrums virs svaigā betona virsmas [%/100];

V = vēja ātrums virs svaigā betona virsmas [km/h].

Daži aprēķina piemēri faktiski iespējamām betonēšanas dienām Rīgā 2023./2024. gadā ir parādīti 1. tabulā.

1. tabulā redzamā informācija liecina, ka pietiekami augstu ūdens iztvaikošanas ātrumu no svaigā betona virsmas ($0,1\text{--}0,2 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$) Latvijas klimatiskajos apstākļos var vērot

Gadalaiks	Diena Rīgā 2023./2024. gadā*	Betona temperatūra (T_c)	Gaisa temperatūra (T_a)	Relatīvais mitrums (r)	Vēja ātrums (V)	Ūdens iztvaikošanas ātrums (E)
		[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]	[km/h]	[$\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$]
Rudens	14.09.2023.	17	17	66	25	0,36
	30.09.2023.	18	18	69	12	0,19
Ziema	16.12.2023.	15	3	96	8	0,26
	22.12.2023.	15	3	89	25	0,65
Pavasaris	16.03.2024.	15	5	76	6	0,22
	18.03.2024.	15	9	43	37	0,95
Vasara	08.06.2024.	16	16	72	8	0,11
	16.06.2024.	25	25	42	14	0,63

* <https://www.timeanddate.com/weather>

1. tabula. Ūdens iztvaikošanas ātruma aprēķinu piemēri dažām izvēlētām dienām Rīgā plkst. 12, pamatojoties uz tiešsaistē pieejamo vēsturisko laikapstākļu informāciju. Aprēķinos pieņemts, ka svaigā betona temperatūra ir vismaz $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ vai vienāda ar apkārtējās vides temperatūru, ja tā bija augstāka par $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

jebkurā gadalaikā, lai arī vidēji visaugstākais iztvaikošanas ātrums, protams, būs vasarā. Tāpat jebkurā gadalaikā ir dienas, kad ūdens iztvaikošanas ātrums ir daudzkārt lielāks nekā praktiski sagaidāmais ūdens izsvīduma rašanās ātrums pie svaigā betona virsmas. Tas nozīmē, ka, veicot betonēšanu Latvijas klimatiskajos apstākļos, risks saskarties ar betona plastiskā rukuma plaisu rašanos ir gandrīz jebkurā mēnesī un jebkurā sezonā.

Betona plastiskā rukuma plaisu novēršana

Ņemot vērā betona plastisko rukuma plaisu rašanās mehānismus, kļūst skaidrs, ka no šāda veida betona saplaisāšanas ir iespējams izvairīties, ja ūdens izsvīduma rašanās ātrums pie betona virsmas (citiem vārdiem – brīvā ūdens migrācijas ātrums uz svaigā betona virsmu) būs lielāks nekā ūdens iztvaikošanas ātrums pie virsmas, novēršot virsmas izžūšanu un tālāk kapilārā spiediena rašanos, kas novedīs pie betona plaisāšanas.

Kā jau minēts, modernajiem betona veidiem jau pēc noklusējuma ir samazināts ūdens izsvīduma rašanās ātrums. No betona tehnoloģijas viedokļa arī nav iespējams droši garantēt noteiktu ūdens izsvīduma izdalīšanās ātrumu, jo to būtu pārāk grūti kontrolēt. Pārāk augsts ūdens izsvīduma rašanās ātrums arī nav vēlams. Ja tas tiks apvienots ar zemu iztvaikošanas ātrumu uz virsmas, tas var novest pie lokāli augstas ūdens/cementa attiecības betona virsmas slāni, kā rezultātā radīsies problēmas ar vāju virsmu, virsmas putekļošanu un vēlāku virsmas plaisāšanu jau betona žūšanas rukuma rezultātā (ūdens iztvaikošana no sacietējuša betona).

No otras puses, aplūkojot pasākumus, kas ieteicami ūdens iztvaikošanas novēršanai no svaigā betona virsmas, tipiskie literatūrā minētie ieteikumi ir šādi:

- svaigās betona virsmas pārklāšana ar plēvi;
- vēja barjeru izmantošana, lai samazinātu ūdens iztvaikošanas ātrumu;
- iztvaikojušā ūdens apjoma kompensēšana, betona virsmu no jauna samitrinot (rasinot);



7. attēls. Uzsmidzināmās betona kopšanas membrānas uzklāšana uz tikko nolidzinātas svaigā betona virsmas grīdas uz grunts betonēšanas laikā.

- izmantot uzsmidzināmās (šķidrās) ūdens pretiztvaikošanas un/vai betona kopšanas membrānas, kas ir piemērotas uzklāšanai uz svaiga betona.

Svaigā betona virsmas pārklāšana ar plēvi ir ļoti efektīvs pretiztvaikošanas pasākums, tomēr tas var atstāt nospiedumus betona virsmā, un to ir grūti realizēt lielās platībās. Tāpat vēja iedarbības dēļ plēvi ir grūti noturēt vietā, betonējot ārā atklātās vietās. Iztvaikojušā ūdens kompensēšana, rasinot betona virsmu, var būt efektīvs risinājums, taču ir nepieciešama ļoti rūpīga pieeja un pieredze, un to ne vienmēr ir viegli paveikt būvlaukuma apstākļos. Tāpēc pieredzes un mācību trūkuma dēļ virsmas rasināšana praksē daudzos gadījumos beidzas ar pārāk liela ūdens apjoma izsmidzināšanu (uzliešanu) uz svaigā betona virsmas, kas noved pie tās īpašību pasliktināšanās.

Lai visefektīvāk izvairītos no plastiskā rukuma plaisu rašanās, šā raksta autori rekomendē uzsmidzināmo ūdens pretiztvaikošanas un/vai betona kopšanas membrānu lietošanu uzreiz pēc betona iestrādes konstrukcijām un nolidzināšanas jebkurām konstrukcijām ar lielu brīvās virsmas laukumu betonēšanas laikā (galvenokārt pārsegumu un grīdu plātnes, betona ceļu segumi, pamatu pēdas un



8. attēls. Uzsmidzināmā betona kopšanas membrāna (baltā krāsā) uzklāta uz tikko nolidzinātas svaigā betona virsmas. Nākamajā sekcijā (pa kreisi) attēla uzņemšanas brīdī vēl notiek betona nolidzināšana, kam tūlīt sekos šīs plātnes virsmas daļas pārklāšana ar betona uzsmidzināmo kopšanas membrānu.

plātnes u. c.) visos gadījumos neatkarīgi no ārējās vides apstākļiem. Uzsmidzināmās pretiztvaikošanas un betona kopšanas membrānas ir speciāli būvķīmijas produkti, kas paredzēti uzklāšanai uz svaiga betona, kur tie veido membrānu, kas aizkavē ūdens iztvaikošanu no svaigā betona virsmas (skat. 7. un 8. attēlu). Šos materiālus ir iespējams iegādāties no visiem lielākajiem būvķīmijas ražotājiem un piegādātājiem. Lietotāji tiek aicināti vienmēr kārtīgi izlasīt un sekot konkrētā produkta lietošanas instrukcijai attiecībā uz iespēju produktu atšķaidīt ar ūdeni, rekomendēto uzklāšanas apjomu (parasti izsaka g/m² vai kg/m²) un pieļaujamo betona virsmas gala apstrādi (piemēram, svaiga betona tālāko slīpēšanu) un betona virsmas gala pārklājuma ierīkošanu (piemēram, linoleja pielīmēšanu). Lai šo būvķīmijas produktu lietošana būtu efektīva, nepieciešams izstrādāt to lietošanas procedūru, ar kuru iepazīstināt gan betonēšanas darbu vadītājus, gan arī pašus betonētājus, jo tikai pareiza un tūlītēja uzsmidzināmo

membrānu uzklāšana dos vēlamo efektu. Lai to sasniegtu, laikus jāgādā, lai pirms betonēšanas būvobjektā būtu piegādāta piemērota un ar konkrēto produktu jau pārbaudīta uzsmidzināšanas iekārta vai vairākas, ja nepieciešams. Raksta autori aicina betonētājus kritiski salīdzināt uzsmidzināmo membrānu produktus no tirgū pieejamā klāsta, jo, lai arī neviena no uzsmidzināmajām membrānām nenodrošina 100 % efektivitāti attiecībā uz ūdens iztvaikošanas aizkavēšanu, tomēr daži produkti ir daudz efektīvāki par pārējiem.

Noslēgumā, apkopojot rakstā minēto informāciju par mūsdienu betonu raksturojošajām īpašībām, var secināt – lai izvairītos no betona plastiskā rukuma plaisām un nodrošinātu betona konstrukciju ilgmūžību, mūsdienās betons pieprasa kopšanu uzreiz pēc konstrukcijas virsmas nolidzināšanas neatkarīgi no ārējiem apstākļiem. Katra betonētāja pienākums ir demonstrēt savas prasmes ne tikai betona iestrādē, bet arī tūlītējā un pareizā tā kopšanā. BI