

LATVIJAS BETONA SAVIENĪBA

[HTTP://FB.COM/BETONASAVIENIBA](http://fb.com/betonasavieniba)



Latvijas Betona savienības XXIX zinātniski tehniskā konference

PREZENTĀCIJU APKOPOJUMS

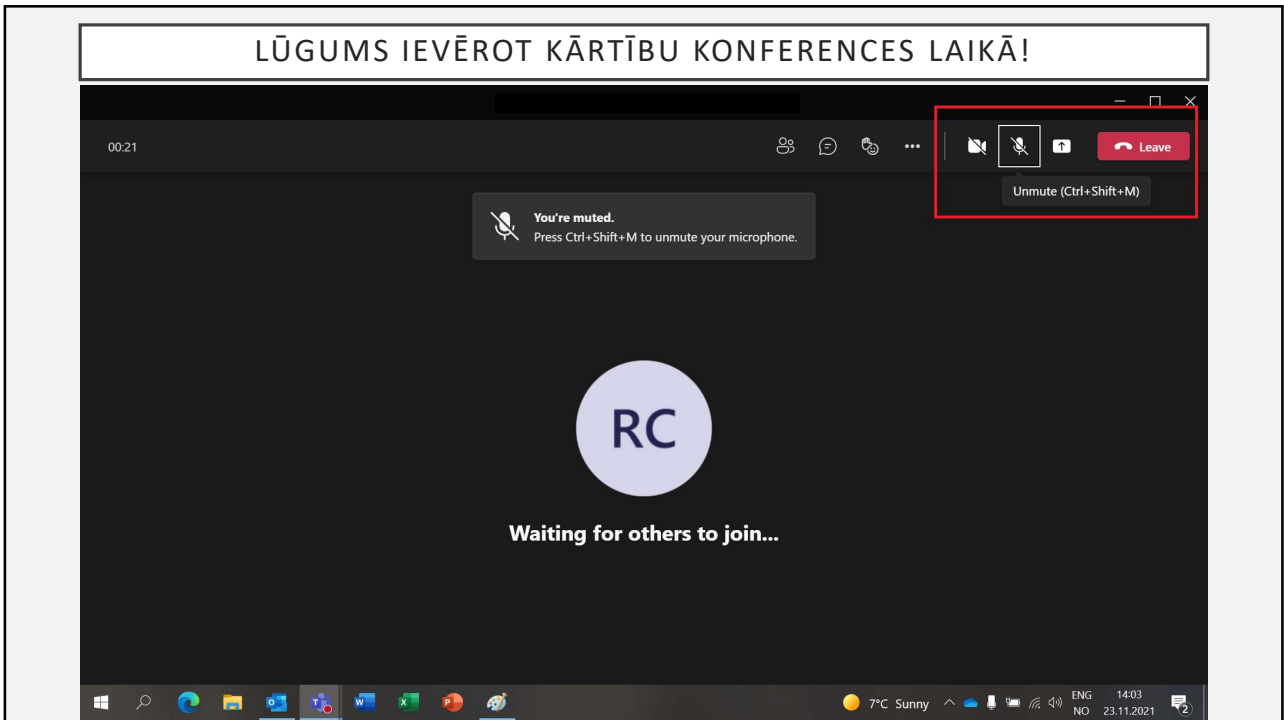
Latvijas Betona savienība
Kaļķu iela 1, LV-1050, Rīga, Latvija.

2021



Latvijas Betona savienības XXIX zinātniski tehniskās konferences 25.11.2021 programma

Autors	Tēma	Sākums	Ilgums
Pieslēgšanās konferencei		08:30	00:30
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Konferences atklāšana, LBS atskaite par 2021. gadu	09:00	00:20
V.A. Lapsa, LBS goda priekšsēdētājs	Konkurētspējas kritērijs - kvalitātes cena	09:20	00:20
Sesija I: Plaisas betonā- plastiskais rukums (moderators: Jānis Zāle)			
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Plaisas betonā	09:40	00:25
Mārtiņš Suta (RTU/ Primekss)	Betona plastisko rukuma plaisu rašanās teorētiskie aspekti	10:05	00:15
Aldis Zēgelis (Primekss)	Sagaidāmais ūdens izsvīduma apmērs reālās betona konstrukcijās: lauka mērījumi	10:20	00:15
Kaspars Kravalis (Velve MS)	Praktiskās metodes plastisko plaisu riska samazināšanai betona konstrukcijās	10:35	00:15
Gatis Vilks (BICP)	Rukuma radītās piepūles konstrukcijās. Plaisu ietekme uz betona konstrukciju ilgmūžību	10:50	00:15
Egils Emersons (Betonom.lv)	Plaisu remonts betonā saskaņā ar EN 1504-5	11:05	00:15
Pauze		11:20	00:15
Genādijs Šahmenko (RTU), Tomasz Nowacki (STACHEMA Polska)	XVIII Latvijas betona olimpiādes rezultāti, STACHEMA Polska balvu pasniegšana	11:35	00:15
Sesija II: Vispārējās nozares aktualitātes un inovācijas (moderators: Jānis Freibergs)			
Jānis Zāle (Schwenk)	LBS TK-01 Betona salturība	11:50	00:15
Māris Šinka (RTU)	3-D betona drukāšanas perspektīvas Latvijā	12:05	00:15
Genādijs Šahmenko (RTU)	Vieglais cementa kompozīts ar putustikla granulām un PVA šķiedrām	12:20	00:15
Cyprian Pełczyński (STACHEMA Polska)	Influence of selected admixtures on concrete shrinkage and other parameters	12:35	00:15
Aleksejs Tatarinovs (RTU)	Assessment of concrete surface destruction using innovative NDT technology	12:50	00:15
Ulvis Skadiņš un Mareks Bokta (LLU)	Īsšķiedru betona paliekošās stiprības noteikšana un izmantošana konstrukciju aprēķinos	13:05	00:15
Karunamoorthy Rengasamy Kannathasan (RTU)	Fiber degradation in concrete subjected to open flame	13:20	00:15
Krishna Kiran (RTU)	Bending properties investigation of short glass fiber reinforced concrete	13:35	00:15
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Jautājumi, diskusijas un konferences noslēgums	13:50	00:30



Aktualitātes

Betona savienība jaunā statusā

Genādijs Šahmenko,
RTU Būvmateriālu un būvizrādājumu katedras vadošais pētnieks

Atbilstoši Latvijas Betona savienības ilggadējo biedru vēlmēm pārcelt organizācijas darbību neatkarīgā statusā dibināta jauna biedrība, kas turpinās 1995. gadā aizsāktu un trīs desmitgades vadīto ieguldījumu betona un dzelzsbetona nozares attīstībā.

Betona savienības valde 2019. gada beigās pieņēma lēmumu pārcelt to par neatkarīgu sabiedrisko organizāciju, reģistrējot Uzņēmumu reģistrā (UR).
Sārunu ceļā izveidojās dibinātāju kodols – četras struktūras, kuru pārstāvi izstrādāja atjaunotus statusus un parakstīja dibināšanas dokumentus, iesniedzot reģistrācijai UR. 2020. gada 2. novembrī pieņemts lēmums par Latvijas Betona savienības reģistrāciju. Statutos fiksēts, ka pārražinotā Betona savienība ir turpinājums 1995. gada 7. martā dibinātajai biedrībai.
Betona savienības dibinātājbiedri ir: Rīgas Tehniskā universitāte, Schwenk Latvija, Baltik Saule, Primekss. Par biedrības Goda priekšsēdētāju izvēlēts ģeodēzists Viļevs Arņjs Lapsa, izceļot viņa izcilu zinātnisko un inovatīvo ieguldījumu betona un dzelzsbetona tehnoloģiju jomā, kā arī par Betona savienības darbības nodrošinātājiem. Betona savienības vadību: Rolands Cepurītis – valdes priekšsēdētājs, Genādijs Šahmenko un Ināris Zāle – valdes locekļi. Pieņemts lēmums algot vienu darbinieku – izpilddirektoru, konkursa kārtībā amatam izraugoties Jāni Freibergu.
Aicinām ikvienu ar betona un dzelzsbetona nozari saistīto profesionāli un uzņēmuma kārtā par Betona savienības biedru, aktīvi piedalīties statusos definēto mērķu izpildē un interešu pārstāvēšanā.
Vairāk informācijas mājaslapā bilbs.lv. Bl

IEPAZĪŠANĀS

SĀKUMS
ZIŅAS
SERTIFIKĀCIJA
ŽURNĀLS "E"

Mājas > Nozares vēstis > Latvijas Betona savienība – jaunā statusā

Nozares vēstis

Latvijas Betona savienība – jaunā statusā

08/04/2021 495 0

← Dalīties

30

LBS BIEDRI: 11/2021

LBS dibinātājbiedri ir:

1. Rīgas Tehniskā universitāte
2. SCHWENK Latvija
3. Baltik Saule
4. Primekss

Šobrīd LBS biedri ir:

5. Velve MS tehnoloģijas
6. Semtu
7. A7 betons
8. Koro būve
9. Rīgas Celtniecības koledža
10. Stachema Polska
11. Betonam.lv
12. Prefabrica
13. Sakret
14. PERI Latvija

24/11/2021

4

LBS BIEDRI: 11/2021

Akadēmijas pārstāvji	Cementa ražotāji un piegādātāji	Betona piedevu ražotāji	Transportbetona ražotāji	Veidņu un citu betona konstrukciju materiālu piegādātāji	Sauso maisījumu un citu cementa bāzes būvmateriālu ražotāji	Saliekamā dzelzsbetona ražotāji	Būvuzņēmēji
RTU	SCHWENK Latvija	Velve MS tehnoloģijas	SCHWENK Latvija	Betonam.lv	Sakret	Prefabrica	Primekss
RCK	Baltik Saule	Semtu		PERI Latvija			Koro būve
		Stachema Polska					A7 betons

24/11/2021

5

LBS ATSKAITE PAR 2021. GADU

LBS valdes pārskats par padarīto 2021. gadā:

- 2.1. Administratīvie jautājumi
- 2.2. Informācija par TK 1 "Salturība" darbību
- 2.3. LVS 156-1 (nac. pielikums LVS EN 206) – ieteikumi izmaiņām jaunajā redakcijā
- 2.4. Informācija par topošo "Betona rokasgrāmatu"
- 2.5. Informācija par LBS valdes locekļa Jāņa Zāles rīkoto semināru tematiku
- 2.6. TK 2 – pastāvīga LBS biedru komiteja, LBS publisko tehnisko dokumentu apstiprināšanai
- 2.7. LBS mini seminārs: eksponētās betona virsmas
- 2.8. **LBS ikgadējā zinātniski-tehniskā konference**

24/11/2021

6

2.4. INFORMĀCIJA PAR TOPOŠO "BETONA ROKASGRĀMATU"

 <p>BETONS: normatīvi, veidi, ražošana un betonēšanas darbu tehnoloģija praktiķiem</p> <p>Pirmais izdevums</p> <p>Autori: Jānis Zāle, Jegors Golubevs, Aldis Latviešs, Gendrijs Salmenko, asociālais profesors, Dr. Rolands Čepurītis, asociālais profesors, Dr.</p> <p>Redaktors: Rolands Čepurītis, asociālais profesors, Dr.</p> <p>Latvijas Betona savienība Kaļķu iela 1, LV-1050, Rīga, Latvija 2021</p> 	<h3>Saturs</h3>			
	<p>Informācija par Latvijas Betona savienību un LBS biedru saraksts 06</p> <p>Ievads 08</p> <p>Modeļu betona sastāvs 12</p> <p>Grāmatas struktūra 15</p>	<p>I daļa</p> <p>Standarti betona un dzelzsbetona konstrukcijām 16</p> <p>II daļa</p> <p>Betons: veidi, tehniskie parametri un apzīmējumi 22</p> <p>Sociētēja betona īpašības un atbilstības novērtšana 24</p> <p>Spiedes stiprība 24</p> <p>Galvenie faktori, kas nosaka betona spiedes stiprību 29</p> <p>Ārējās vides iedarbības klases atbilstoši standartam LVS 156-1 31</p> <p>Dāmeņcaurības klase 36</p> <p>Ārējās iedarbības klases atbilstības novērtšana 37</p> <p>ES un Latvijā nestandardizētas vides iedarbības klases 37</p> <p>Betona veidi 39</p>	<p>III daļa</p> <p>Ražošana un piegāde 44</p> <p>Izgatavošana 44</p> <p>Cements 44</p> <p>Pildvielas 48</p> <p>Disperģents piedevs (iekļauot minerālos pildvielas un pigmentus) 52</p> <p>Betona piedevs (šķīdinātāji) 53</p> <p>Betona ražošana ierīcēs 54</p> <p>Prasības ārējās vides iedarbības klases nodrošināšanai 54</p> <p>Svaigā betona testēšana 55</p> <p>Paraugu paraugņu pareizība 58</p> <p>Betona iesnieguma noteikšana 58</p> <p>Grāmatas satura noteikšana 60</p> <p>Svaigā betona 60</p> <p>Betona stiprības testēšanas paraugu iegatavošana 60</p> <p>Kubiju iegatavošana 61</p> <p>Kubiju cehēšana 61</p>	<p>IV daļa</p> <p>Betonēšanas darbi 62</p> <p>Betona izvēle un pasūtīšana 62</p> <p>Betona pasūtīšana 64</p> <p>Betona pieņemšana un betonēšanas darbi 65</p> <p>Darba drošība 65</p> <p>Veidi un papildaprīkojumi 66</p> <p>Betona spiediens uz veidņiem 66</p> <p>Piegāde un sūkņošana 67</p> <p>Betona kvalitātes kontrole objektā 67</p> <p>Betona iemaldīšana 67</p> <p>Vairotņu betonēšanas sloņu savienošana 68</p> <p>Nobīvēšana 68</p> <p>Betona kopšana 69</p> <p>Kāpēc ir jāpārbauda veidņu? 69</p> <p>Kādas ir vispārējās sastopamās nepareizības betonēšanas laikā? 69</p> <p>Kādi ir veidņu kopšanas veidi? 71</p> <p>Kādas ir pareizās kopšanas metodes? 71</p> <p>Visura 71</p> <p>Ziema 74</p>
		<p>PIELIKUMS I 77</p> <p>Betona būvstrādājumi (Regulas 305/2011 saskaņotie standarti) 77</p> <p>Betona izvēles saskaņotie standarti (Regulas 305/2011 saskaņotie standarti) 78</p>	<p>PIELIKUMS II 79</p>	

2.5 LBS VALDES LOCEKĻA JĀŅA ZĀLES RĪKOTO SEMINĀRU TEMATIKA

BETONS

Standarti. Darbu izpilde. Praktiskie aspekti.

Eiropas standarta un nacionālā pielikuma prasības

Betona kvalitātes novērtēšana objektā, betona pieņemšana

Betona konstrukciju izgatavošana – standarta prasības

Sociētēja betona testēšana objektā – urbtie paraugi un negraujošās metodes

2.6 TK 2 – PASTĀVĪGA LBS BIEDRU KOMITEJA

TK2 – pastāvīga LBS biedru komiteja, LBS publisko tehnisko dokumentu apstiprināšanai

LATVIJAS
BETONA
SAVIENĪBA



LATVIAN CONCRETE ASSOCIATION
BETON-VEREIN LETTLANDS
LETTISKA BETONGFÖRENINGEN
ASSOCIATION LETTONE DU BÉTON
ASSOCIACION LETONA DEL HORMIGON
LATVIJŠKĀJĀS BĒTOHA

LBS pozīcijas paziņojums #1

Ārējās iedarbības klases atspoguļošana betona piegādes dokumentos.

LVS 156-1 standartā ir noteiktas minimālās prasības betona sastāvam, lai būtu iespējams apliecināt betona atbilstību noteiktai ārējās vides iedarbības klasei. Visas ārējās vides iedarbības klases tiek apzīmētas ar burtu kodu, kas definē noteiktu iedarbības veidu (XA – ķīmiskā korozija, XC – karbonizācija utml.) un ar ciparu no 1 līdz 3 vai 4, kurš atspoguļo dotās ārējās iedarbības veidu, no vajākas (1) līdz stiprāki (4). Iznēmums ir tikai betona sala izturībai (XF klases), kurai ārējās vides iedarbība ir sadalīta divās savstarpēji nesaistītās apakšgrupās: XF1/XF3 un XF2/XF4.

Praksē bieži pastāv gadījumi, kad projektā noteiktā betona stiprības klase nodrošina augstāku ārējās vides iedarbības klasi, kā projektā noteikts. Betona ražotājs attiecīgi piegādes dokumentos to arī norāda, kaut arī tā ir augstāka (ar lielāku noturību un ilgmūžību), nekā norādīts projektā.

Piemēram, betona stiprības klase C35/45 Latvijas apstākļos parasti izpilda jebkurai karbonizācijas klasei noteiktos betona sastāvu ierobežojošos kritērijus, t.i., no XC1 līdz XC4, un atbilstoši standartam LVS EN 206 ražotājs norāda maksimālo izpildīto ārējās vides iedarbības klasi, proti, XC4. Ja projektā noteikts, ka ārējās iedarbības klasei jābūt XC2, bet stiprības klasei C35/45, tad piegādātais betons jebkurā gadījumā atbildīs XC4, kaut arī projektā minēta tikai XC2.

24/11/2021

9

2.8 LBS IKGADĒJĀ ZINĀTNISKI-TEHNISKĀ KONFERENCE

Latvijas Betona savienības XXIX zinātniski tehniskās konferences 25.11.2021 programma

Autors	Tēma	Sākums	Ilgums
Pieslēgšanās konferencei		08:30	00:30
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Konferences atklāšana, LBS atskaite par 2021. gadu	09:00	00:20
V.A. Lapsa, LBS goda priekšsēdētājs	Konkurētspējas kritērijs - kvalitātes cena	09:20	00:20
Sesija I: Plaisas betonā- plastiskais rukums (moderatori: Jānis Zāle)			
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Plaisas betonā	09:40	00:25
Mārtiņš Suta (RTU/ Prīmekss)	Betona plastisko rukuma plaisu rašanās teorētiskie aspekti	10:05	00:15
Aldis Zēģelis (Prīmekss)	Sagaidāmais ūdens izsvīduma apmērs reālās betona konstrukcijās: lauka mērījumi	10:20	00:15
Kaspars Kravalis (Velve MS)	Praktiskās metodes plastisko plaisu riska samazināšanai betona konstrukcijās	10:35	00:15
Gatis Vilks (BICP)	Rukuma radītās piepūles konstrukcijās. Plaisu ietekme uz betona konstrukciju ilgmūžību	10:50	00:15
Egīls Emersons (Betonam.lv)	Plaisu remonts betonā saskaņā ar EN 1504-5	11:05	00:15
Pauze		11:20	00:15
Genādijs Šahmenko (RTU), Tomasz Nowacki (STACHEMA Polska)	XVIII Latvijas betona olimpiādes rezultāti, STACHEMA Polska balvu pasniegšana	11:35	00:15

24/11/2021

10

2.8 LBS IKGADĒJĀ ZINĀTNISKI-TEHNISKĀ KONFERENCE

Sesija II: Vispārējās nozares aktualitātes un inovācijas (moderators: Jānis Freibergs)			
Jānis Zāle (Schwenk)	LBS TK-01 Betona salturība	11:50	00:15
Māris Šinka (RTU)	3-D betona drukāšanas perspektīvas Latvijā	12:05	00:15
Genādijs Šahmenko (RTU)	Vieglais cementa kompozīts ar putustikla granulām un PVA šķiedrām	12:20	00:15
Cyprian Pelczyński (STACHEMA Polska)	Influence of selected admixtures on concrete shrinkage and other parameters	12:35	00:15
Aleksejs Tatarinovs (RTU)	Assessment of concrete surface destruction using innovative NDT technology	12:50	00:15
Ulvis Skadiņš un Mareks Bokta (LLU)	Īsšķiedru betona paliekošās stiprības noteikšana un izmantošana konstrukciju aprēķinos	13:05	00:15
Karunamoorthy Rengasamy Kannathasan (RTU)	Fiber degradation in concrete subjected to open flame	13:20	00:15
Krishna Kiran (RTU)	Bending properties investigation of short glass fiber reinforced concrete	13:35	00:15
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Jautājumi, diskusijas un konferences noslēgums	13:50	00:30

BŪVMATERIĀLU, KONSTRUKCIJU UN BŪVES KONKURĒTSPĒJAS KRITĒRIJS IR KVALITĀTES CENA

Latvijas Publisko iepirkuma likuma (14. 09. 2021. g. redakcijā) 51.panta "Piedāvājuma izvērtēšanas kritēriji" 1.punktā ir noteikts, ka līguma slēgšanas tiesības ir jāpiešķir saimnieciski visizdevīgākajam piedāvājumam. Šī paša panta 2.punkts šo jēdzienu paskaidro kā sastāvošu no 1.tabulā norādītajiem kritērijiem(1).

Tabula № 1

№	Saimnieciskā izdevīguma kritēriji	Kritēriju ietekmes novērtējums un komentāri
1.	Cena vai izmaksas	Vai PI likums šeit atstāj brīvu izvēli?
1.1	Aprites cikla izmaksas	Tā nav nauda, bet gan tās ātrums. Lai noteiktu pilnas aprites izmaksas, projektā ir jāuzrāda objekta kalpošanas laiks.
2.	Kvalitāte:	Šis kritērijs ir subjektīvs un atkarīgs no brīvi izvēlēta prototipa.
2.1	Tehniskās priekšrocības	
2.2.	Estētiskās priekšrocības	Subjektīvs kritērijs, tāpat kā māksla
2.3	Funkcionālās īpašības	Katram objektam ir vairākas normatīvas funkcijas
2.4.	Atbilstība universālam dizainam	Ērta pieejamība, to nosaka objekta arhitektūra
2.5	Pieejamība	p.2.4. atkātojums
2.6	Sociālās prasības	Tās ir vairākas un tās nosaka sociālās palīdzības likums , 29.11.2006
2.7	Vides aizsardzības prasības	Tās ir vairākas un tās nosaka vides aizsardzības likums , 29.11.2006
2.8	Inovatīvie raksturlielumi	Atbilst ES Parlamenta un Padomes direktīvas 2014/24/ES 47.punktam par pētniecības un tās rezultātu praktisko izmantošanu, t.i. inovācijas, kā arī sociālo problēmu risinājumi, kurus nodrošina ēku tirgus cenu kritumu (2).
2.9.	Pārdošanas nosacījumi	Nav reglamentēti
3.	Iepirkuma līguma izpildes vadības struktūra un iesaistītā personāla kvalitāte un pieredze	Nekonkrēts un brīvi interpretējams
4.	Pēcpārdošanas pakalpojumi, tehniskā palīdzība, piegādes nosacījumi	Nekonkrēts un brīvi interpretējams

Turpat šī punkta papildinājumā ir paskaidrots, ka "kvalitātes kritēriji ir saistīti ar līguma priekšmetu"

Šādus saimnieciskā izdevīguma (turpmāk – kvalitāte) kritērijus nav iespējams summēt un tā novērtēt matemātiski, ar skaitli, jo tie ir ar izplūdušām robežām, nekonkrēti, patvaļīgi interpretējami, tiem nav piemērojama vienota mērvienība, bet lielākai daļai vispār nekādu mērvienību.

Tādēļ šodien šī PI Likumā reglamentētie kritēriji, pieļauj pilnīgi patvaļīgu to lietošanu, kura nav savienojama ar vienlīdzīgiem konkurences noteikumiem, ļauj veidot kartelus un obligāti

novērtēšanai lietojamas mērvienības. Izņēmums šeit ir pozitīvais, p.2.8. minētais kritērijs, taču arī tam nav novērtēšanai lietojamas mērvienības.

Briselē šo problēmu jau ir pamanījuši un Eiropas Parlamenta un padomes direktīva 2014/24/ES savā 49.pantā par vienīgo līguma slēgšanas kritēriju nosaka "labāko" cenas un kvalitātes attiecību. Šo direktīvo prasību mūsu PI likuma taisītāji, šķiet, ka nemaz nav pamanījuši. Viņi ir vienkārši sagrozījuši vecā 2006.gada PI likuma 46.panta vārdu secību. Taču arī ES direktīvas autori problēmu līdz galam nav izdomājuši, jo piedāvāto kritēriju nevajadzēja saukt par "labāko", bet gan minimizēt to, jo šī attiecība faktiski ir kvalitātes cena. Vārdu "kvalitāte" arī ES direktīvas autori nav atšifrējuši. Arī tam nav vienotas un normētas mērvienības un tā joprojām ir lasāma kā pierasts jēdziens – subjektīva abstrakcija ar izplūdušām robežām.

Šī darba mērķis ir atrast kvalitātes jēdziena konkrētas mērvienības, izmantojot tam par pamatu materiāla, konstrukcijas, ēkas vai būves lietderību, t.i. labumus, par kuriem maksā un kurus iegūst pasūtītājs. Atšķirībā no PI likuma 51.punktā piedāvātajam nekonkrētajiem "saimnieciskā izdevīguma" kritērijiem, šie labumi ir skaidri definēti būvmateriālu, konstrukciju un ēku būvnormatīvu prasībās.. Tur ir gan to pieļaujamās skaitliskās robežas, gan arī visas to mērvienības. Būvnormatīvu kopums un to prasību izpilde materiālā, konstrukcijā vai visā objektā, arī viennozīmīgi apliecina pasūtītājam piedāvātā pirkuma kvalitāti. Ja kāda no normatīva prasībām nav projektā vai būvobjektā izpildīta, tad kvalitātes vienkārši nav! Lai kvalitātes cenu viennozīmīgi un neapstrīdami noteiktu, ir jāņem vērā sekojošie apstākļi:

- 1) Materiālu, konstrukciju lietderības normatīvo prasību (labuma), mērvienības nesakrīt ar tirgus mērvienībām, kurām parasti ir tikai balasta vērtība.
- 2) Katrai būvnormatīvu prasībai ir sava atšķirīga mērvienība.
- 3) Katrs būvnormatīvos prasīto materiālu, konstrukciju vai būves / ēkas kvalitātes raksturojums ir viegli nosverams ar universālu mērvienību – ar naudu.

Šeit piedāvātās konkurētspējas aprēķinu metodikas mērķis ir parādīt, kā ar brīvi pieejamo informāciju – materiālu un konstrukciju cenrāžiem, kvalitātes dokumentiem, specifikācijām, projektiem un tāmēm pilnīgi pietiek, lai viegli un vienkārši aprēķinātu gan materiālu, gan konstrukciju, gan arī visas būves kvalitāti ar vienotu un viegli summējamu lietderības mērvienību – pasūtītāja apmaksāto visu lietderības funkciju cenu summu.

Piedāvātā kvalitātes vērtēšanas metodika ar naudu satur sekojošas darbības:

1. Kvalitātes jēdziena definīcijas noteikšana. Tā ir materiālu, konstrukciju vai arī visa objekta normatīvos noteikto lietderības funkciju kopums. Būvobjektam tās ir materiālu stiprības, sala izturība, slodzes nestspēja, siltuma pretestība, būves ilgmūžība un citas projektā noteiktās funkcijas. Tas arī ir vienīgais labums, kuru vēlas iegūt pasūtītājs un ir ar mieru par tām maksāt.
2. Katrai lietderības funkcijai ir sava, normatīvos noteikta mērvienība, kura parasti atšķiras no tirgū lietojamām mērvienībām un kurām bieži vien ir tikai balasta vērtība, kā piemēram, tērauda tonnas vai betona kubikmetri.
3. Lietderības funkciju apjoms -- kvalitātes mērvienību saraksts, ir redzams no projekta, gan kā materiālu normatīvie raksturojumi un konstrukciju specifikācijas, gan arī kā visas būves kalpošanas īpašību normatīvie rādītāji.
4. Lietderības funkciju cenu katrai komponentei aprēķina izdalot objekta materiālu, konstrukciju tirgus cenu uz to apjomu projektā un normēto lietderības mērvienību skaitu, kurš ir norādīts projektā. Bet tāpat ar naudu var vērtēt arī visa objekta lietderību kopumā. Tādā gadījumā par lietderības funkciju izvēlas piem., līgumā vai projektā paredzēto (vai garantēto) kalpošanas laiku, atskaitot nost ekspluatācijas, piem., apkures remonta u.c. izdevumus visā būves projektētajā mūžā.

5. Par projekta vai objekta konkurētspējas kritēriju izmanto tajā ietilpstošo komponentu apjomu lietderības funkciju cenu summu, vai arī paša objekta kopīgās lietderības funkcijas cenu. Tā arī būs piedāvātā objekta kvalitātes cena.
6. Kvalitātes cenas minimizāciju tehniski veic projektētājs, optimāli izvēloties materiālus konstrukcijā, tad projektē pašas optimālākās konstrukcijas un būvobjektu kopumā. Tad tas konkursā piedalās ar minimālo cenu par normatīvo (vai augstāko) kvalitāti.. Pasūtītājs var izvēlēties un apmaksāt arī augstāku kvalitāti par normatīvo.

Piedāvātā metodika neievērtē tādus konkurētspējas kritērijus kā garantiju apjomus (laiku var izvērtēt atsevišķi), visu veidu apdrošināšanu, taču arī tā ir skaidra nauda, kuru viegli var pierēķināt klāt pie šajā veidā aprēķinātās kvalitātes cenas. Esošā PI likuma 40. – 45.pantos prasītos rādītājus kā viegli redzamus un neapstrīdamus un neattiecināmus uz kvalitāti, konkursa komisija var vērtēt atsevišķi.

Ir viegli ieraudzīt, ka ar projektu, tirgū pieejamiem cenrāžiem, materiālu kvalitātes dokumentiem, būvdetaļu specifikācijām, tāmēm, (ja vajag, arī būvstrādnieku tarifu likmēm, laika normām) pilnīgi pietiek, lai aprēķinātu materiālu, konstrukciju un arī visas būves saimniecisko izdevīgumu ar summāru un vienotu kvalitātes cenu. Taču lai to noteiktu, nepietiek tikai ar tirgus mērvienību lietošanu, bet aprēķinos noteikti ir jāizmanto gan materiāla, gan konstrukciju normētās lietderības (tā ir arī kvalitāte) mērvienības.

Piemēram, betona lietderības - tā spiedes stiprības, vidējo cenu aprēķins pa spiedes stiprības klasēm, izmantojot 2019.g.marta tirgus cenrāžus, ir parādīts tabulā N^o 2. Labākai uzskatāmībai šie rezultāti ir arī atainoti grafiski 1.zīmējumā.

Protams, ka pieaugot betona stiprībai tā 1m³ tirgus cena var tikai pieaugt. Taču - kāds ir saimnieciskais izdevīgums no 1m³ betona? No tā, ka nesošās konstrukcijas aizņem būvē lielu tilpumu un ir smagas, ieguvums nav ne būvniekam, ne klientam, būs tikai sliktāk. Tirgus mērvienība 1m³ nevar būt betona lietderības mērs, tā ir tikai balasta mērs. Betona galvenā lietderības mērvienība ir tā spiedes stiprības klase un nav nekādu problēmu to nosvērt ar naudu, jo katras firmas cenrādī abiem šiem lielumiem ir jābūti. No tabulas N^o 2 un zīm. N^o 1 ir redzams, ka pieaugot betona stiprībai, tā tirgus cena pieaug. Taču būvnieciskās lietderības funkcijas – spiedes stiprības, cena strauji samazinās. Protams, ka nepieciešamo betona kubikmetru apjoms un būves svars attiecīgi samazinās. Var arī redzēt arī to, ka pārsniedzot betona stiprību ~ 45 MPa, šī sakarība šķietami stabilizējas. Taču arī aiz šīs robežas iegūstamais tehniskais un ekonomiskais ieguvums ir viegli saprotams. Stiprībai pieaugot tas ir betona patēriņa, konstrukcijas pašsvara un slodzes uz zemāk esošām konstrukcijām, tālākais samazinājums. Arī tās kļūst vieglākas un lētākas. Līdzīgu sakarību var redzēt arī cita konstruktīvā būvmateriāla – tērauda, lietderību vērtējot. Tā tirgus mērvienība ir tonnas, no kurām labuma nav nevienam, ir tikai vertikāla papildus slodze. Augot tērauda stiprībai, protams, pieaug arī 1t tirgus cena, bet lietderības mērvienības – stiprības cena [€/t·MPa] krīt. Tādēļ augstu stiprību tēraudus izmanto auksti velmētu, vieglu plānsieniņu siju un racionālu cauruļu profilu veidā

Betona vidējās tirgus cenas un stiprības cenas 2019.gadā

Tabula N^o 2

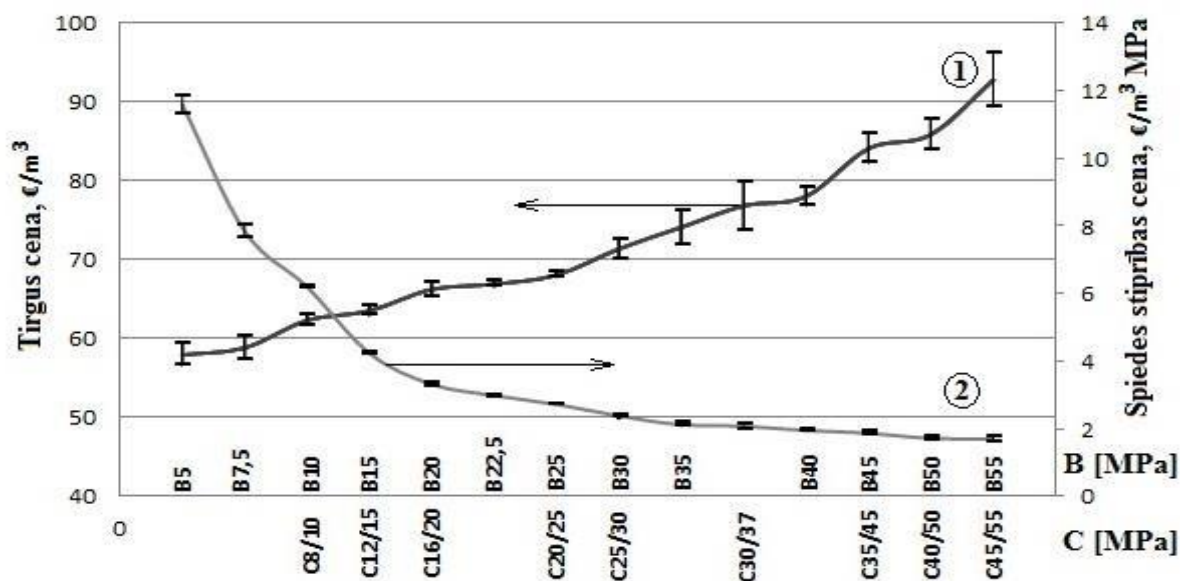
Betona spiedes stiprības klase MPa		Cena €/m ²	Tirgus cena ar PVN €/m ²	Garantētās (95%) stiprības klases cena €/m ³ ·MPa
LBN 203-97	LVS EN 206			
B5	-	46,80 - 49,00	56,60 - 59,30	11,32 - 11,86
B7,5	-	47,40 - 49,80	57,35 - 60,30	7,65 - 8,04

B10	C 8/10	51,00 - 52,00	61,71 - 62,92	6,17 - 6,23
B15	C 12/15	52,00 - 53,00	62,92 - 64,13	4,19 - 4,28
B20	C16/20	54,00 - 55,50	65,34 - 67,16	3,27 - 3,36
B22,5	-	55,00 - 56,00	66,55 - 67,26	2,96 - 3,01
B25	C 20/25	56,00 - 57,00	67,76 - 68,37	2,71 - 2,73
B30	C 25/30	58,00 - 60,00	70,18 - 72,60	2,34 - 2,42
B35	-	59,50 - 63,00	72,00 - 76,23	2,06 - 2,18
-	C 30/37	61,00 - 66,00	73,81 - 79,86	1,99 - 2,16
B40	-	63,50 - 65,50	76,84 - 79,23	1,92 - 1,98
B45	C35/45	68,00 - 71,00	82,28 - 85,91	1,83 - 1,91
B50	C40/50	69,50 - 72,50	84,01 - 87,73	1,68 - 1,75
B55	C 45/55	74,50 - 79,50	89,40 - 96,20	1,63 - 1,75
B60	C 50/60			
-	C 55/67			
-	C 60/75			
-	C 70/85			
-	C 80/97			
-	C90/105			
-	C100/115			

Tādā pašā veidā ar naudu var novērtēt arī citas, būvmateriāla kvalitāti normējošas būvnieciskās īpašības, piem., ķīmisko izturību vai salturību –piem., cik maksās viens salturības cikls? Siltuma izolācijas materiāliem lietderības kritērijs, protams, būs to siltuma pretestība $1/\lambda$, ar mērvienību mK/W .

Līdzīgā veidā var novērtēt arī, piemēram, jumta seguma lietderības saimniecisko izdevīguma cenu dalot tā tirgus cenu €/m² ar kādu tā lietderības kritēriju, piem., kalpošanas ilgumu gados. Tad izvēloties materiālu ar šo cenu [€/m²·gadī] klients un projektētājs ieraudzīs, ka tirgū dārgākais materiāls, ilgtermiņā būs lētākais.

Līdzīgi var vērtēt arī pašas būvkonstrukcijas. Nesošām konstrukcijām lietderība būs slodžu nestspējas cena – kolonnām tā būs Euro / kN , sijām Euro uz 1 kN / m, bet plātnēm -- Euro uz 1kN/ m² . Rēķins ir vienkāršs, jo slodžu nestspēju var atrast gan projektā, gan arī saliekamo konstrukciju specifikācijās, bet cenas ir piegādātāja cenrāžos.



Zīmējums Nr.1. Betona tirgus cena (1) un tā stiprības cena(2) atkarībā no tās klases. C

Norobežotājkonstrukcijām – ārsienām un to elementiem – logiem, viegli redzēt, ka to lietderības funkcija ir projektā prasītā siltuma pretestība $R_T = 1/U$ ar mērvienību [m^2K/W]. Monolītām konstrukcijām tai ir jābūt projektā un tirgus cenas kopā ar visām būvzīmaksām ir tāmē. Saliekamām konstrukcijām – paneļiem, logiem, siltuma pretestība R_T (vai tās pretējais lielums U [W/m^2K]) ir atrodamas specifikācijās, vai ražotāja apliecinājumos, bet tās tirgus cenu kompetents pasūtītājs, vai projektētājs var izvēlēties atbilstošu minimālai un garantētai lietderības cenai.

Saimnieciski izdevīgai (ekonomiski lietderīgai) būvmateriālu optimālai izvēlei ir lietojama shēma, kāda, piem., ir parādīta tabulā N^o 3.

Konstruktīvo būvmateriālu tirgus cenas un to lietderības cenas 2019.gadā

Tabula N^o 3

Materiāls	Blīvums kg/m ³	Cena €/m ³	Siltuma pretestība 1/λ K·m/W	Siltuma pretestības cena €/W/m ² ·K	Spiedes stiprība MPa	Spiedes stiprības cena €/m ³ MPa
Betons C35/45	2400	84,0	0,49	144,9	45,00*	1,87
Keramikas bloki	650	113,00	5,65	20,00	12,5	9,04
Gāzbetona bloki	400	67,00	9,10	7,36	3,0	22,33
Būvkoksne (priede)	600	165,00	8,20	20,1	8,5 -16,0	19,4÷103
Putu polistirols (EPS60)	15	57,23	30,3	1,89	0,060**	953,8

* kuba stiprība atbilstoša LVS EN 206-1

** Spiedes spriegums pie 10 % deformācijas

Šeit salīdzināšanai ir ietverti dažādi ārsienu materiāli – gan tie, kuri vienlaicīgi ietver sevī abas funkcijas – slodzes nestspēju + siltuma izolāciju, gan arī specializētie – vai nu tikai slodzes nešanai paredzētie, vai arī tikai ēkas siltuma izolācijai lietojamie, ar visaugstākām šo, Latvijas tirgū atrodamajām, abu lietderības funkciju (stiprības un siltuma pretestības) vērtībām.

Kā redzams, šodien Latvijas tirgū visaugstākā atrodamā betona spiedes stiprības klase ir 45 MPa (kubiem 150 x 150x 150 mm), bet tam ir vismazākā siltuma pretestība. Savukārt, visaugstākā siltuma pretestība ir putu polistirolam EPS 60 un tā ir 30,3 m.K/W, bet tā spiedes stiprība (pie 10% deformācijas) ir niecīga – tikai 0,06 MPa. Taču atšķirībā no minerālvates, tehnoloģiski tā ir pilnīgi pietiekama priekš paliekošajiem siltuma izolācijas veidņiem. Nosverot šīs īpašības ar naudu, kļūst redzams, ka betonam ir vislētākā spiedes stiprība, bet putu polistirolam – vislētākā siltuma pretestība. Salīdzinot šo abu specializēto būvmateriālu lietderības funkciju cenas ar tradicionālo materiālu lietderības cenām, var redzēt, ka gan keramikas, gan gāzbetona blokiem un koksnei, abu lietderības funkciju – stiprības un siltuma pretestības, izmaksu rādītāji ir daudz dārgāki. No šiem skaitļiem ir viegli izdarīt slēdzienu, ka ne tehniski, ne arī ekonomiski nav izdevīgi, censties apvienot abu minēto lietderības funkciju realizāciju vienā, piem., ārsienas, materiālā, tad tās abas būs pārāk dārgas. Acīmredzams ir

arī tas, ka tehniski un saimnieciski visizdevīgāk norobežotājkonstrukciju veidot no diviem atsevišķiem un augsti specializētiem materiāliem – tas kurš nes slodzi, lai to dara ar viszemāko stiprības cenu, un arī ar vismazāko tā patēriņu un masu, bet siltuma izolācijas materiālu izvēlēties ar minimālo (tikai montāžai nepieciešamo) stiprību un minimālo siltuma pretestības $1/\lambda$ cenu.

Kā šāda būvmateriālu lietderības funkciju sadalīšana, kopā ar šo funkciju izmaksu minimizāciju, nosaka konstrukcijas būvnieciskās īpašības un kā to lietderības funkciju uzlabošana ietekmēs būvuzmaksas?

Piedāvātās lietderības faktoru vērtēšanas (ar naudu) paņēmieni izmantošanas rezultātu viens piemērs - termosā māju ārsienas konstrukcija, ir parādīts tabulā N^o 4. Termosa mājas ārsienas 1 m² salīdzinošās tehniskās īpašības, būvuzmaksas un siltuma pretestības izmaksas pie nosacīti vienādiem sienu biežumiem.

Tabula N^o 4

Ārsienas ekonomiskie un tehniskie saimnieciskā izdevīguma rādītāji	Mērvienība	Ārsienas variants		
		Keramikas bloku mūris, 40 cm biezs $\lambda=0,177$ W/m·K	Gāzbetona bloku mūris, 40 cm biezs $\lambda=0,11$ W/m·K	40 cm bieža monolīta karkasa termosienas paliekošajos putu polistirola paneļu veidņos
1	2	3	4	5
1. Ekonomiskie rādītāji	€/m ²	34,49	36,18	31,00
1.1 Materiāli (ar PVN)				
1.2 Darba spēks	€/m ²	14,74	11,37	5,14
1.3 Sociālās apdrošināšanas nodoklis 23,59 % no 1.2	„	3,48	2,68	1,21
1.4. Darbu mehanizācija 10 % no 1.2	„	1,47	1,14	0,51
1.5 Materiālu transports 8% no 1.1	„	2,76	2,89	3,03
1.6 Būvorganizācijas peļņa 10 % no 1.1. ÷ 1.5.	„	5,69	5,13	4,09
1.7 Pievienotās vērtības nodoklis 21% no 1.1. ÷ 1.6	„	13,15	11,84	9,45
1.8. Ārsienas būvuzmaksas (p.1.1-1.7) kopā	€/m ²	75,79	71,23	54,43
2. Tehniskie rādītāji				
2.1. Ārsienas svars	kg/m ²	360,00	160,00	78,00
2.2. Ārsienas siltuma pretestība	m ² K/W	2,26	3,810	8,27
2.3. Ārsienas lietderības mēra – siltuma pretestības vienības izmaksa	€ $\frac{W}{m^4K}$	33,54	18,70	6,58
2.4. Siltuma zudumi apkures sezonā	kW.st/m ²	43,12	25,57	11,78
	€/m ²	3,04	1,81	0,83

Piezīmes:

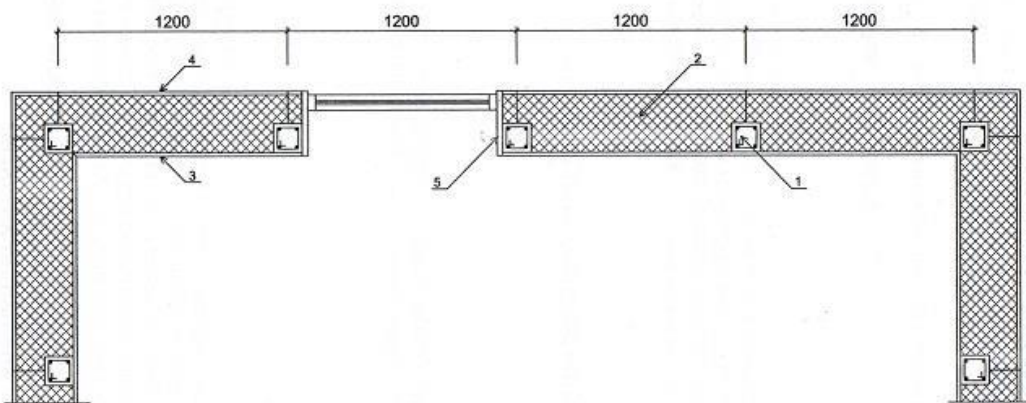
- 1) Tabulā ne tehniskos, ne ekonomiskos aprēķinos nav ievērtēta sienas iekšējā un ārējā apdare, jo salīdzinātajiem variantiem tā var būt gan vienāda, gan arī jebkura, ar dažādām īpašībām un dažādām būvizmaksām.
- 2) Šajā piemērā kolonnu šķērss griezumums ir izvēlēts 150 x 150 mm, jo par to mazāks šķērss griezumuma paliekošo veidņu piepildīšanā ar betonu radīja tehnoloģiskas problēmas, konstruktīvi būtu pieticis ar šķērss griezumumu 100 x 100.

Tehnisko un ekonomisko aprēķinu veikšanai ir izmantota sekojoša informācija:

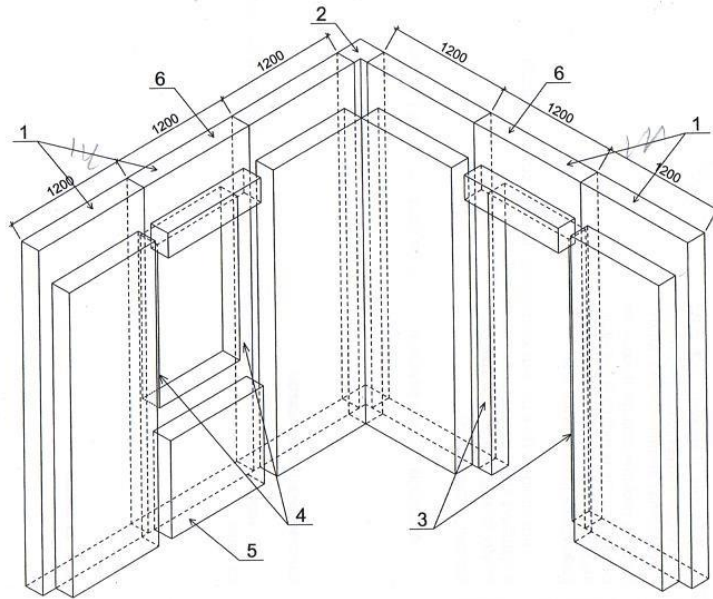
1. LBN 208-15 „Publiskās ēkas un būves
2. LBN 209-09 „Mazstāvu dzīvojamās mājas”
3. LBN 002-19 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”.
4. LBN 003-19 „Būvklimatoloģija”.
5. EN ISO 6946 „Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance – calculation method”. 6. Būvmateriālu cenu aptauja, veikta 2019.gadā.
7. Būvdarbu izcenojumu katalogs, Latvijas būvnieku asociācija 2011.
8. AS „Rīgas Siltuma” ražotās siltuma enerģijas cena, kura 2019.gadā bija 70,57 €/M.W.st.

Termosa ārējas sienas konstrukcijas ekonomiskie un tehniskie rādītāji šeit ir sadalīti divās daļās. Pirmā daļa – no p.1.1. līdz p.1.8., parāda – ko, veidojot ārējas sienas konstrukcijā lietderības funkciju optimālu sadalījumu kopā ar to izmaksu minimizāciju (5.aile), salīdzinot ar konstrukcijām no tradicionāliem materiāliem ar abām apvienotām lietderības funkcijām (3. un 4.aile), iegūst būvfirma. Tās ir būtiski samazinātas būvizmaksas. Otrā daļa (p.2.1 – p. 2.4) parāda – ko vēl, bez lētākās cenas, ēkas lietošanas ilgtermiņa procesā iegūst pasūtītājs. Termosa ārējas sienas siltuma pretestība 8,27 m².K/W, tālu pārsniedz Latvijas būvnormatīvā LBN 002-19 prasīto minimālo 5,555... m².K/W, un tā arī ir vislētākā. Ja pasūtītājs vēlas, nav nekādu grūtību ar šeit piedāvāto tehnoloģiju termosienas siltuma pretestību vēl vairāk paaugstināt. Bez tam - ievērojami samazinās ārējas sienas 1m² svars, kas, savukārt, zemāk esošās konstrukcijas ļauj izveidot ar mazāku apjomu un masu, kā arī attiecīgi lētākas.

Šādas termosas ārējas sienas konstrukcija [1] ir parādīta zīmējumos N^o 2 un N^o 3. Zīm. N^o 4 ir parādīta ēkas monolītā karkasa rīģeļa un kolonnu betonēšana putu polistirola paliekošajos veidņos, bet zīm. N^o 5 ir parādīta termosas tipa ģimenes mājas fasāde būvniecības procesā, pirms ārējās apdares.



Zīmējums Nr.2. Termosa mājas [2] ārējas sienas konstrukcija paliekošajos veidņos. 1- iebetonētas kolonnas, 2- siltuma izolācijas veidnis, 3- cietā iekšējā apdare, 4- sienas ārējā apdare, 5- siltumu izolējošā loga aploda.



Zīmējums Nr.3. Paliekošo siltumizolācijas veidņu montāžas shēma. 1- rindas paneļi, 2- stūra panelis, 3- durvju pieduras, 4- logu pieduras, 5- zemloga panelis, 6- aiļu pārsedzes panelis. Iekšējā cietā apdare – cementa-skaidu plātne, kura noslēdz kolonnu un rīģeļu veidņus nosacīti šeit nav izrādīta.

Pasūtītāja ieguvums, savukārt, ir arī būvfirmas ieguvums, jo tā iegūst ievērojami paaugstinātu prestižu un lielāku konkurētspēju pie pasūtījumu sadales.

Līdzīgā veidā var pierādīt arī monolītu, pa perimetru balstītu termosā tipa ribotu kesonu pārseguma plātņu tehniskās un ekonomiskās priekšrocības [2]. Arī tās, gan konstruktīvi, gan ekonomiski, gan arī ēkas ekspluatācijas gaitā ilgtermiņā, ar daudz mazāku betona apjomu un svaru, un ar savām zemākajām lietderības izmaksām pārliecinoši konkurē ar tradicionāli lietotajām viena virziena laiduma konstrukcijām.

Piedāvāto metodiku viegli var izmantot arī visas būves kopīgās kvalitātes izvērtēšanai, piem., tās cenu (vai būvizmaksu) izdalot ar projektā garantēto kalpošanas ilgumu, ja tāds ir uzrādīts. Tāds vērtējums var nesakrist ar atsevišķu konstrukciju lietderības vērtējumu naudā, jo, piem., viens panelis var kalpot (slodzi nest) daudz ilgāk par visas ēkas mūžu. Savukārt, ja ēkas kalpošanas mūžs ir noteikts, tad par konkurētspējas negatīvu kritēriju var izmantot kādu no tās ekspluatācijas rādītājiem, piem., apkures izmaksas laika vienībā, piem. gadā. Reizinot tās ar ēkas mūža garumu šajā piemērā apkures mērvienību (MV) izmaksas visā ēkas mūžā. Tās atskaita no pārējo pozitīvo lietderības funkciju izmaksām. Tās, protams, būs svarīgas tikai pasūtītājam, bet tām ir jānosaka gan projektētāja, gan būvnieka konkurētspēju pie pasūtījuma izsoles. Piedāvāto lietderības funkciju vērtēšanas metodiku var lietot arī paralēli – gan materiāliem, gan konstrukcijām, gan arī visai būvei kopā.

Slēdzieni

- 1) Būves pasūtītājam visi svarīgākie saimniecisko izdevīgumu (ekonomisko lietderību) īstermiņa un ilgtermiņa kalpošanu raksturojošie normatīvie kvalitātes kritēriji var tikt novērtēti ar naudu – gan pa materiāliem, gan atsevišķām konstrukcijām, gan arī būve kopumā. Tāds vērtējums parāda pasūtītājam piedāvātā projekta faktiskos lietošanas

vērtību, atšķirībā no publiskā iepirkuma likuma 51. panta 1.punktā uzskaitītajiem, nenosveramajiem un izplūdušajiem "saimnieciskā izdevīguma" kritērijiem.

- 2) Ekonomiskās lietderības kritēriju maksimizācija un tai atbilstoša kvalitātes izmaksu minimizācija, kuru veic jau projektā, parāda, ka tādā veidā iegūtā kvalitātes palielināšana var samazināt arī pašas ēkas būvdarbu izmaksas, un tas ir izdevīgi abām pusēm -- gan klientam, gan arī būvfirmai.
- 3) Izmantojot piedāvāto ēkas un tās daļu lietderības funkciju vērtēšanas metodiku ar naudu, kvalitātes izmaksu minimizācija dod iespēju zemas enerģijas patēriņa (termosa) ēkas uzbūvēt mājas ar uzlabotām un lētākām ekspluatācijas īpašībām un ar zemākām būvizmaksām, nekā ar tradicionālām konstrukcijām. Tādā veidā visizdevīgāk var apmierināt sociālās problēmas – mūsu sabiedrības lēni augošā vidusslāņa prasības pēc lētām un ekoloģiskām dzīvojamām platībām.
- 4) Gan projektētājs, gan arī būvfirmas iegūst augstāku konkurētspēju pie līguma slēgšanas. tiesību saņemšanas.

Izmantotā informācija

1. Publisko iepirkuma likums, 2021.g.14.septembra redakcijā,
2. Videvuds Ā.Lapsa "Apsildāmu ēku ārsienu konstrukcija un to būvēšanas paņēmieni". Latvijas patents LV 13573, 11.11.2005.
3. Videvuds Ā.Lapsa "Kesonu tipa dzelzsbetona pārseguma plātne un tās izveidošanas process". Latvijas patents LV13964, 21.04.2009.

LATVIJAS BETONA SAVIENĪBA

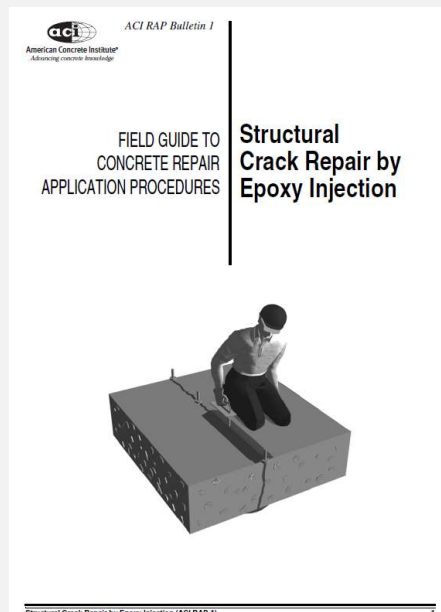
[HTTP://FB.COM/BETONASAVIENIBA](http://fb.com/betonasavieniba)

Plaisas betonā

LBS XXIX zinātniski tehniskā konference, 25.11.2021

Rolands Cepurītis, Assoc. prof., Dr. ing.

PLAISAS BETONĀ



Introduction

Certain things in life are inevitable. Some are said to include death, taxes, and concrete cracks!

24/11/2021

2

KĀPĒC BETONĀ IR PLAISAS?



abc.lv

ABC PADOMI NOZARES SPECIĀLISTI BŪVIZMAKSAS ATBILD EKSPERTI AKTUALITĀTES PRAKTISKIE PADOMI

Kāpēc betona grīda uzreiz pēc ieklāšanas sāka plaisāt?

Raivo 2017. gada 4. oktobrī

Labdien!

Apmēram 1000 m² platībā ir ieklāta betona grīda, bet tūlīt pēc tam tā sāka plaisāt! Vēlos noskaidrot, kas nav izdarīts tā, kā vajag?

Paldies!

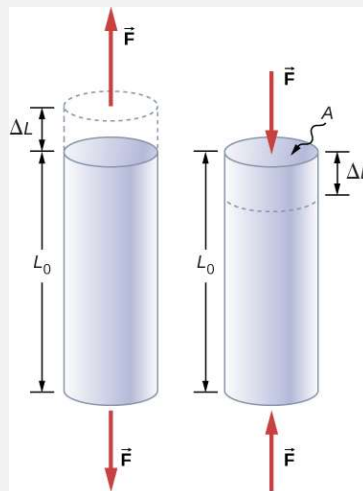
24/11/2021

3

BETONA STIEPES STIPRĪBA

$$\sigma = F/A \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$$



$$\sigma_t = f_{t, \text{concrete}} = 2-3 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_c = f_{c, \text{concrete}} = 45 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

C45/55

24/11/2021

4

BETONA DEFORMATĪVĀS ĪPAŠĪBAS

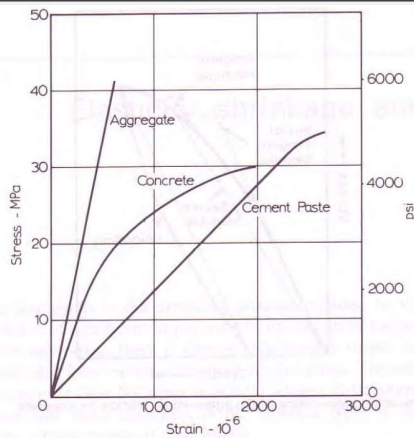
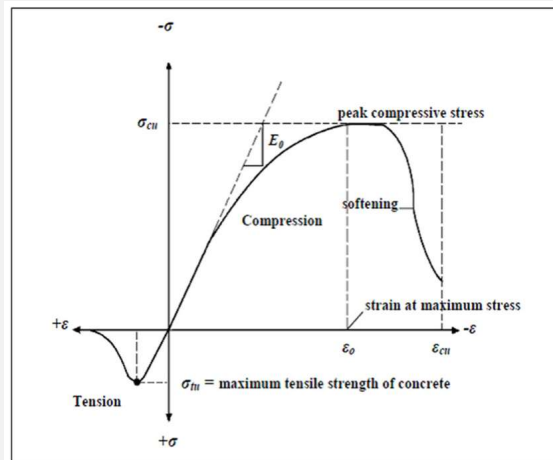


Fig. 9.2 Stress-strain relations for cement paste, aggregate, and concrete
Att. Neville A.M., 2002.



Att. Kh, HM., et al., 2016.

$$E = \sigma / \epsilon$$

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

3.1.3 Elastic deformation

Fig. EC2

(1) The elastic deformations of concrete largely depend on its composition (especially the aggregates). The values given in this Standard should be regarded as indicative for general applications. However, they should be specifically assessed if the structure is likely to be sensitive to deviations from these general values.

24/11/2021

5

BETONA DEFORMATĪVĀS ĪPAŠĪBAS: ROBEŽDEFORMĀCIJA

- Betona robeždeformācija stiepē ir tika aptuveni $100 \cdot 10^{-6} \mu\epsilon = 0.01 \% = 0.1 \%$.
- Tas ir ļoti maz, salīdzinot ar sagaidāmajām betona stiepes deformācijām, piemēram, uz 20 metriem: $20 \text{ m} \cdot 0.01 \% = 2 \text{ mm}$.

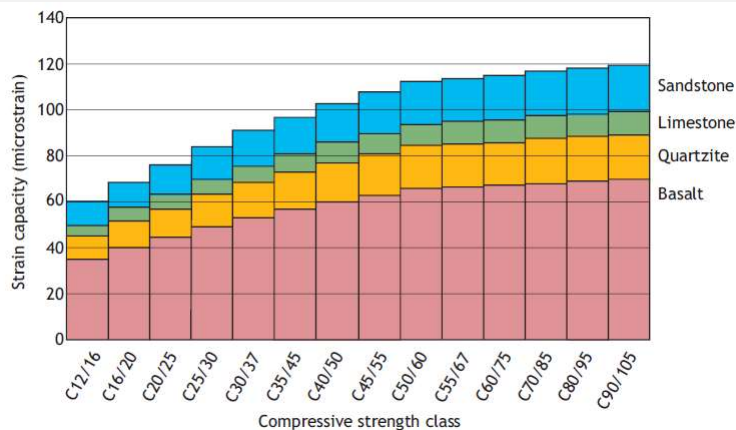


Figure
Early-age (three-day) tensile strain capacity under sustained loading.

At 28 days this gives a value 43% higher than the three-day value.

24/11/2021

6

Att. Bamforth, P., et al., 2008.

RELATĪVĀ DEFORMĀCIJA UN TĀS IEROBEŽOJUMA PAKĀPE

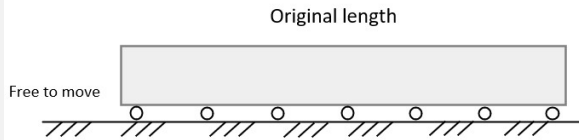


Figure 1.

Principal stress situation in concrete

$$\sigma = 0$$

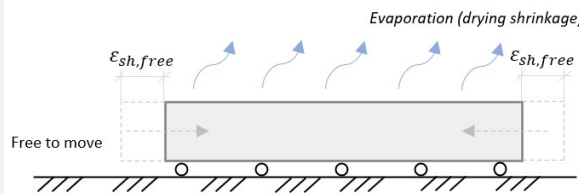


Figure 2.

Att. SIA Primekss

$$\sigma = 0$$

24/11/2021

7

RELATĪVĀ DEFORMĀCIJA UN TĀS IEROBEŽOJUMA PAKĀPE

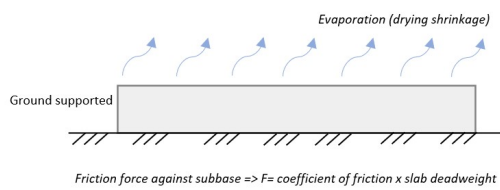


Figure 3.

Principal stress situation in concrete

$$\sigma_t < f_{t,concrete}$$

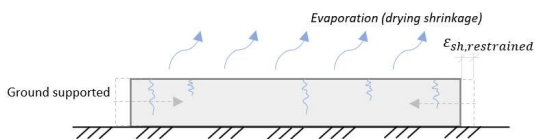


Figure 4.

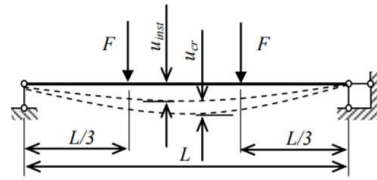
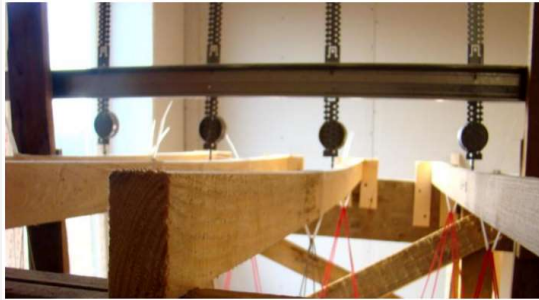
$$\sigma_t > f_{t,concrete}$$

Att. SIA Primekss

24/11/2021

8

BETONA DEFORMATĪVĀS ĪPAŠĪBAS: ŠĻŪDE



Att. Brokāns, A. & Ozola, L., 2014.

$$E = \sigma / \varepsilon$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Mechanism	Diagram	Strain vs. Time	Stress vs. Time	Notes
Stress relaxation	<p>Initial configuration</p>			Constant strain over time

24/11/2021

9

BETONA PLAISU RISKS NO PAŠIEROSINĀTĀM DEFORMĀCIJĀM

$$\eta = \frac{\sigma_{ct}}{f_{ct}} = \frac{\psi \cdot \frac{\varepsilon_{cs} \cdot E_c}{1 + \phi}}{f_{ct}}$$

Att. Silfverbrand, J. & Farhang, A.A., 2014.

η = plaisu risks; σ_{ct} = stiepes spriegums betonā; f_{ct} = betona stiepes stiprība.

ε_{cs} = betonā brīvā pašierosinātā tilpuma samazināšanās deformācija (betona dažāda veida rukums, temperatūras izmaiņas utt.).

E_c = betona elastības modulis.

ϕ = betona šķūdes koeficients.

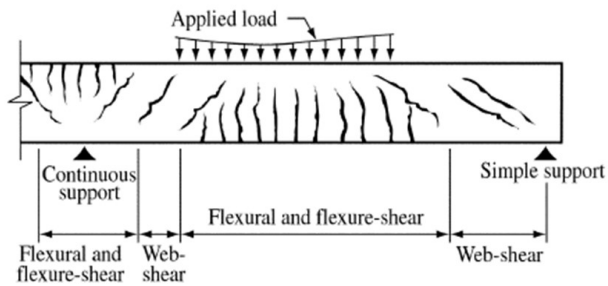
ψ = deformāciju lerobežojuma pakāpe ($0 \leq \psi \leq 1$).

Betona cietēšanās laikā: ε_{fe} , E_c , ϕ , $\psi = f(t)$.

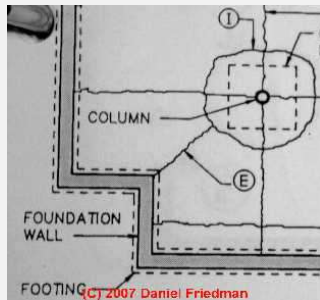
24/11/2021

10

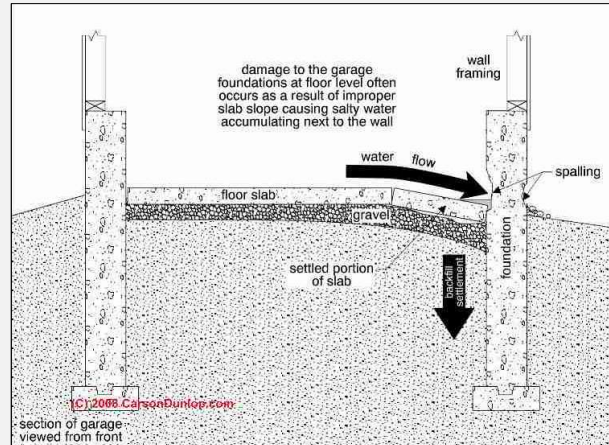
DEFORMĀCIJU IEMESLI BETONĀ: 1) ĀRĒJA SLODZE



Att. ACI Committee 2011.



FOOTING © 2007 Daniel Friedman



24/11/2021

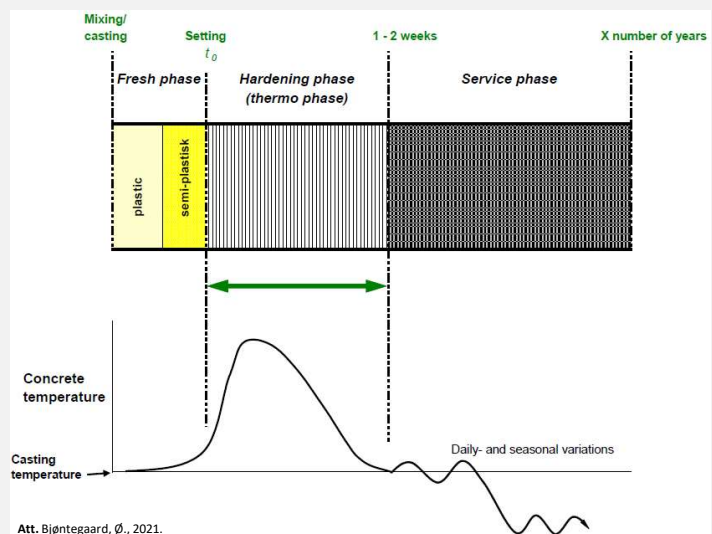
11

DEFORMĀCIJU IEMESLI BETONĀ: 2) PAŠIEROSINĀTĀS DEFORMĀCIJAS

Betona rukums:

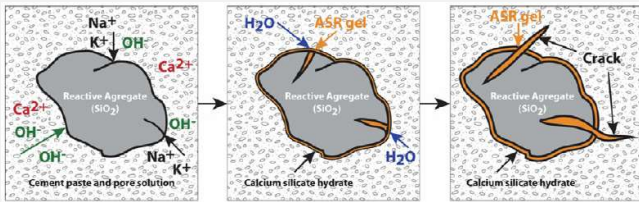
1. Plastiskais rukums
2. Plastiskā sēšanās
3. Ķīmiskais rukums (svaigā betonā)
4. Autogēnais rukums (sacietējušā betonā)
5. Žūšanas rukums
6. Karbonizācijas rukums

7. Temperatūras ierosinātās betona tilpuma izmaiņas.



DEFORMĀCIJU IEMESLI BETONĀ: 3) ĶĪMISKAS REAKCIJAS

Tipiskākie piemēri: sārnu silikātu reakcija, aizkavētā etringītu veidošanās, dzelzs sulfīdu saturošu pildvielu reakcija *utt.*



Att. Figuera, R.B, et al., 2019.



24/11/2021

13

VAI PLAISAS IR "BĪSTAMAS" UN KURŠ PIE TĀM "VAINĪGS"?

abc.lv ABC PADOMI NOZARES SPECIĀLISTI BŪVIZMAKSAS ATBILD EKSPERTI AKTUALITĀTES PRAKTISKIE PADOMI

Kāpēc betona grīda uzreiz pēc ieklāšanas sāka plaisāt?

Raivo 2017. gada 4. oktobrī

Labdien!

Apmēram 1000 m2 platībā ir ieklāta betona grīda, bet tūlīt pēc tam tā sāka plaisāt! Vēlos noskaidrot, kas nav izdarīts tā, kā vajag?

Paldies!

Vai plaisas ietekmēs konstrukcijas lietojamību un ilgmūžību?

24/11/2021

14

Betona plastiskā rukuma plaisu rašanās teorētiskie aspekti

Latvijas Betona savienības XXIX zinātniski tehniskā konference

Mārtiņš Suta, MSc.

2021.gada 25.novembrī

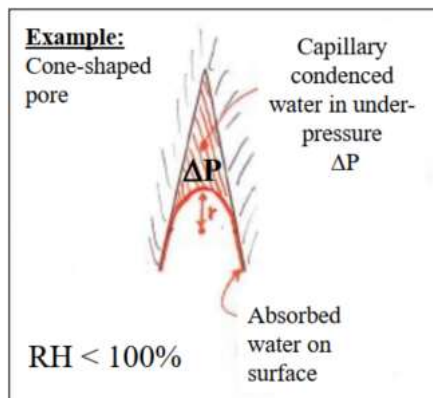


Ūdens virsmas spraigums - poru spiediens

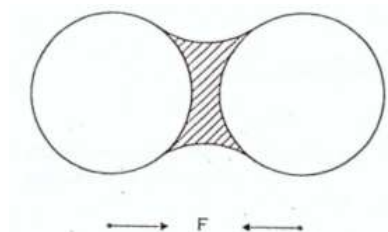
Δp for water drops of different radii at STP

Droplet radius	1 mm	0.1 mm	1 μm	10 nm	→ Tipisks kapilāro poru izmērs
Δp (atm)	0.0014	0.0144	1.436	143.6	

Jo mazāk ūdens paliek porās, jo lielāks spiediens palikušajā ūdenī, kas velk poras sienas klāt – HCP tiek stiepta



Ūdens virsmas spraigums – meniska spēks

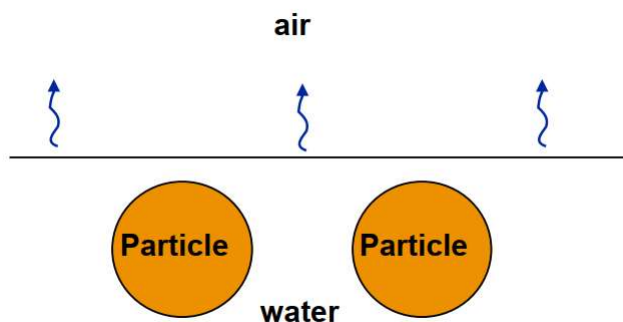


Samazinoties ūdens daudzumam, cietās emulsijas daļiņas tiek vilktas ciešāk kopā

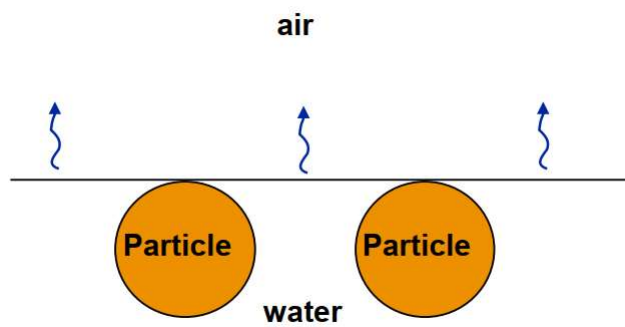
Mainot ūdens virsmas spraiguma līmeni, iespējams manipulēt ar poru spiedienu un menisku savelkošo spēku

Plastiskais rukums

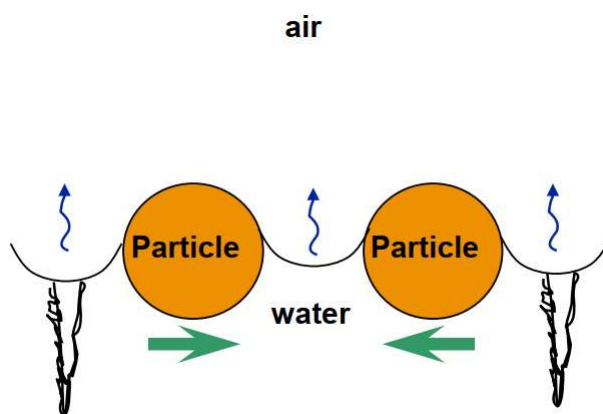
Plastiskais rukums rodas, kad no neaizsargātas virsmas ūdens iztvaiko straujāk kā “izsvīst” vai arī tiek izsūkts citā virzienā (sausā grunts) svaigam (plastiskam) betonam.



Plastiskais rukums (2)

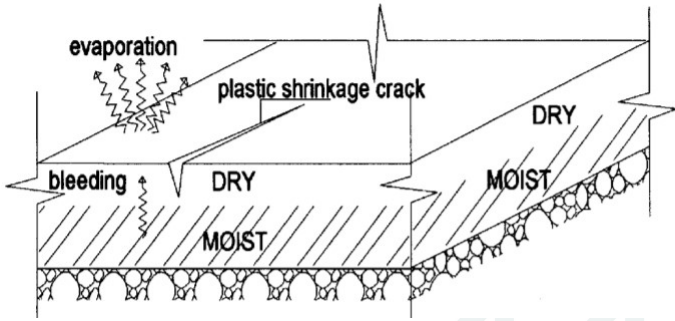


Plastiskais rukums (3)



Plastiskā stadijā betonam nav praktiski nekādas stiepes stiprības.

Plastiskais rukums (4)



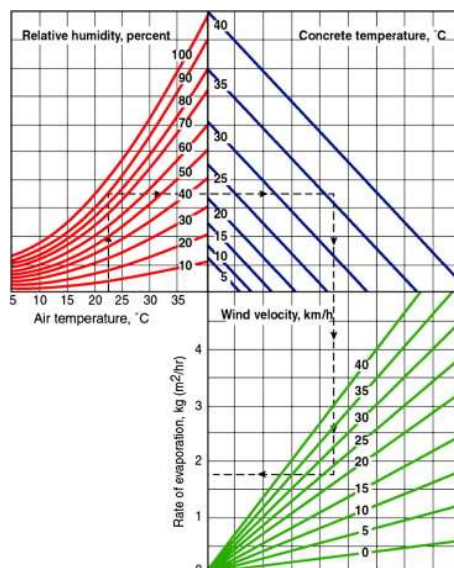
Virsmas rukuma deformāciju kavē mitrs kodols

Dabā



Katalizatori

- Temperatūra
- Gaisa RH%
- Substrāta RH%
- Vēja ātrums/caurvējš
- Tieši saules stari
- Zema ū/c
- Augsts pastas saturs betonā
- Silīcija putekļi



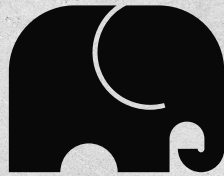
Kā samazināt risku?

- Zema temperatūra
- Augsts gaisa RH%
- Augsts substrāta RH%
- Caurvēja novēršana
- Noēnošana
- Rupjgraudaināka betona izmantošana ar mazāku pastas saturu
- Betona kopšanas ātra sākšana
- Pretiztvaikošanas šķidrās membrānas





Better Concrete Through Research



Primekss

**Sagaidāmais ūdens izsvīduma apmērs reālās betona
konstrukcijās: lauka mērījumi**

Aldis Zēgelis

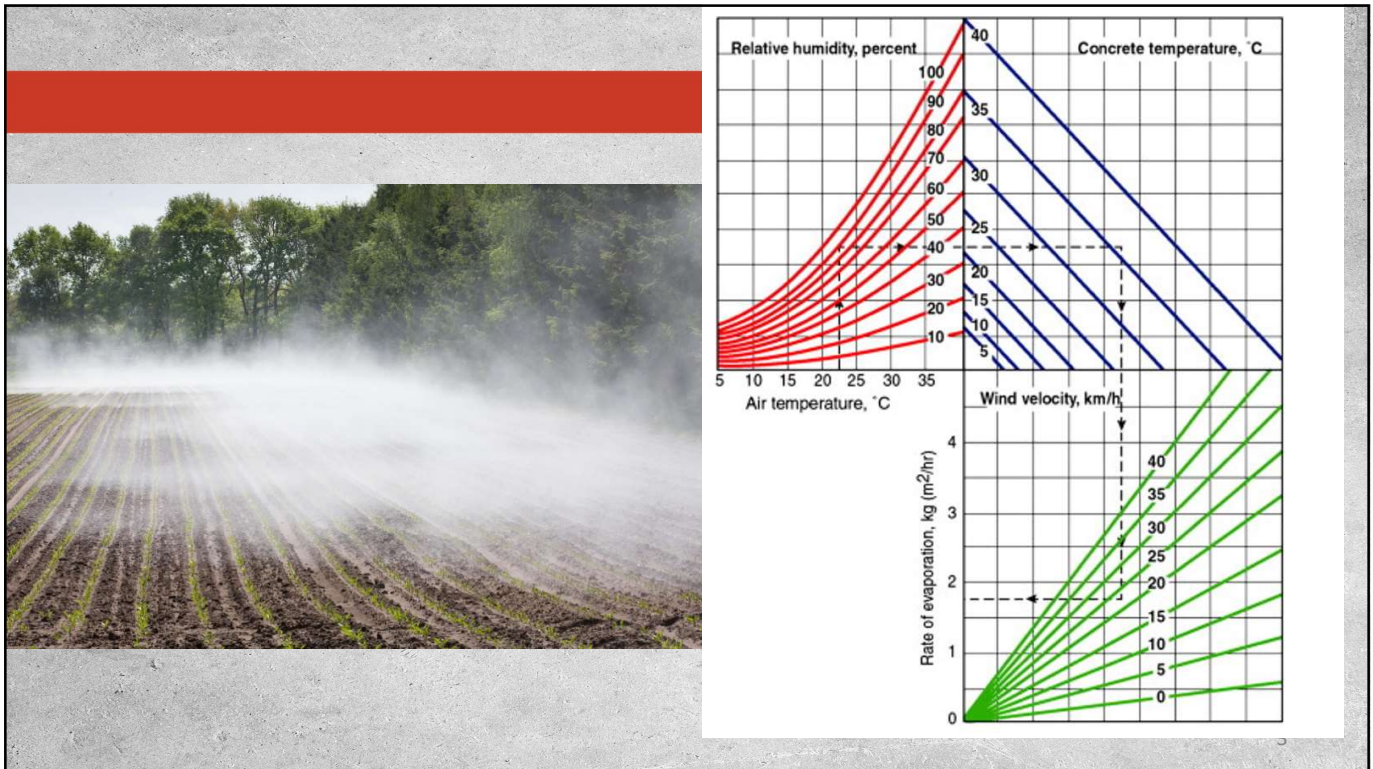
1

**Bleeding ("asiņošana"/ūdens
izsvīdumi)** uz betona konstrukciju
virsmas ir parādība, kad betona
sastāvā/maisījumā esošais brīvais
ūdens paceļas līdz virsmai un uz
virsmas veido plānu ūdens kārtu.



2

2



3

Lauka mērijumi-Teorija

- **ASTM International - ASTM C232/C232M-20**-Standard Test Method for Bleeding of Concrete
- **A method for concrete bleeding measurement** - L. Josserand1 and F. de Larrard2

Procedūra

- Betons jāiestrādā 3 veidnēs, kurām iespējams uzlikt vāku
- Jāizveido padziļinājumi izsvīdusā ūdens savākšanai
- Izsvīdusāis ūdens regulāri jāsavāc un jānosver

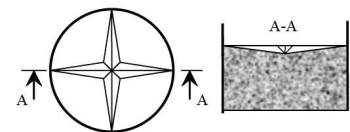


Fig. 3 - View of the tracks. The sample is placed upon a balance. The top surface of the material is one centimetre lower than the top of the sample to avoid loss of water.

4

Lauka mērijumi-prakse

Projekts:

- Grīda uz grunts betonēta 2018. gada 5. novembrī
- Grīdas biezums **150mm**
- Betons **C25/30**
- Konusa nosēdums objektā **200mm**
- Grunts un gaisa temperatūra **+7° C**
- Betona temperatūra **+10° C**



5

5

Lauka mērijumi-prakse

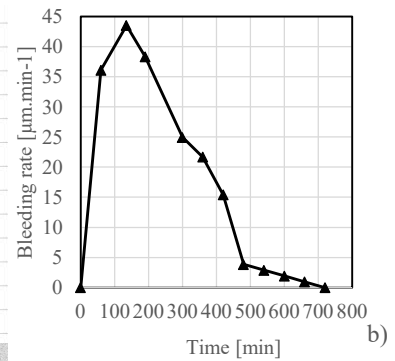
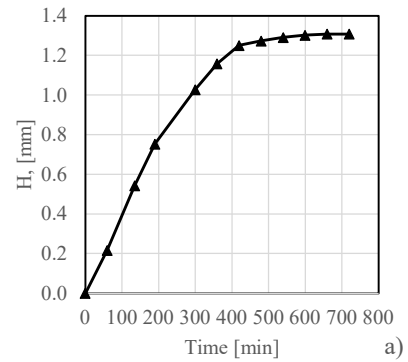


6

6

Lauka mērijumi-Aprēķini

Laiks min	Laiks	Δlaiks [min]	Noņemtais ūdens Δ [g]	Kopā [g]	H, mm	ΔH, mm	Bleeding rate [μm.min-1]
0	11:30	0	0	0	0.0	0.00	0
60	12:30	60	7.5	7.5	0.2	0.22	36.107861
135	13:45	75	11.3	18.8	0.5	0.33	43.522009
190	14:40	55	7.3	26.1	0.8	0.21	38.339984
300	16:30	110	9.5	35.6	1.0	0.27	24.94725
360	17:30	60	4.5	40.1	1.2	0.13	21.664717
420	18:30	60	3.2	43.3	1.3	0.09	15.406021
480	19:30	60	0.8	44.1	1.3	0.02	3.8515052
540	20:30	60	0.6	44.7	1.3	0.02	2.8886289
600	21:30	60	0.4	45.1	1.3	0.01	1.9257526
660	22:30	60	0.2	45.3	1.3	0.01	0.9628763
720	23:30	60	0	45.3	1.3	0.00	0



7

Secinājumi

Laiks min	Laiks	Δlaiks [min]	Noņemtais ūdens Δ [g]	Kopā [g]	H, mm	ΔH, mm	Bleeding rate [μm.min-1]	izsvišanas ātrums kg [m2/h]
0	11:30	0	0	0	0.0	0.00	0	0.000
60	12:30	60	7.5	7.5	0.2	0.22	36.107861	0.217
135	13:45	75	11.3	18.8	0.5	0.33	43.522009	0.261
190	14:40	55	7.3	26.1	0.8	0.21	38.339984	0.230
300	16:30	110	9.5	35.6	1.0	0.27	24.94725	0.150
360	17:30	60	4.5	40.1	1.2	0.13	21.664717	0.130
420	18:30	60	3.2	43.3	1.3	0.09	15.406021	0.092
480	19:30	60	0.8	44.1	1.3	0.02	3.8515052	0.023
540	20:30	60	0.6	44.7	1.3	0.02	2.8886289	0.017
600	21:30	60	0.4	45.1	1.3	0.01	1.9257526	0.012
660	22:30	60	0.2	45.3	1.3	0.01	0.9628763	0.006
720	23:30	60	0	45.3	1.3	0.00	0	0.000

8

8

Secinājumi

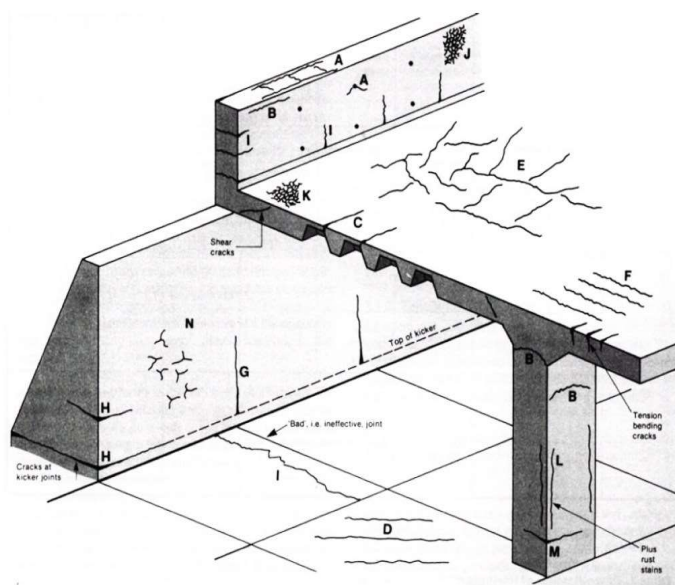
- Lauka metode ir ērti lietojama izsvīdumu apjomu un dinamikas noteikšanai.
- Šim konkrētajam betona sastāvam betonējot to uz plēves 150mm biezumā plastiskā rukuma risks būs jau pie iztvaikošanas ātruma $\approx 0.3 \text{ kg (m}^2/\text{h)}$.
- Jāatceras, ka rekomendācijas pieļaujamajam iztvaikošanas ātrumam, ko var atrast literatūrā, nāk no pagājušā gadsimta 50-60 gadiem, kad betona ražošanā netika izmantotas piedevas, kuras lietojam šodien.
- Sekojot lauka mērījumu datiem, rekomendācijām jābūt sitngrākām un betons jāsāk aizsargāt jau pie zemākiem rādītājiem.



Praktiskās metodes plastisko plaisu risku samazināšanai betona konstrukcijās

Kaspars Kravalis, Mapei AS

Rīga, 25.11.2021

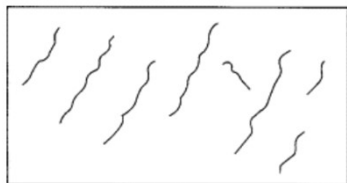


Plastiskās plaisas ir A-F, visas pārējās (F-I) ir sekojošu faktoru rezultāts- agrīnais termiskais rukkums, ilgtermiņa žūšanas rukkums, armējuma korozija, alkali reakcijas



Plastiskā rukuma plaisu raksturs

- Platums līdz 3mm
- Garums no 50mm līdz pat 3m
- Dziļums 20-50mm, ar tendenci maksimālajam atvērimumam virspusē
- Parasti izvietotas 45° pret betonēšanas virzienu, retāk haotiski
- Var būt visu veidu betonā – gan nearmētā, gan armētā



Praktiskie soļi plastiskā rukuma risku mazināšanai

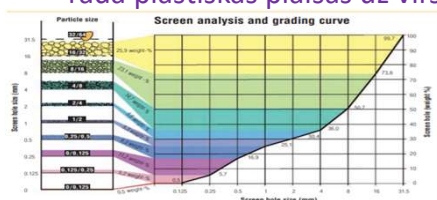
- Betona sastāva optimizācija un gatavošanās betonēšanai
- Betonēšanas process
- Betona kopšana

Kā redzams, tad atbildība par pilnīgu risku samazinājumu gulstas gan uz betona ražotāju, gan uz betonēšanas procesa veicējiem! Nereti tā ir strīdus situācija

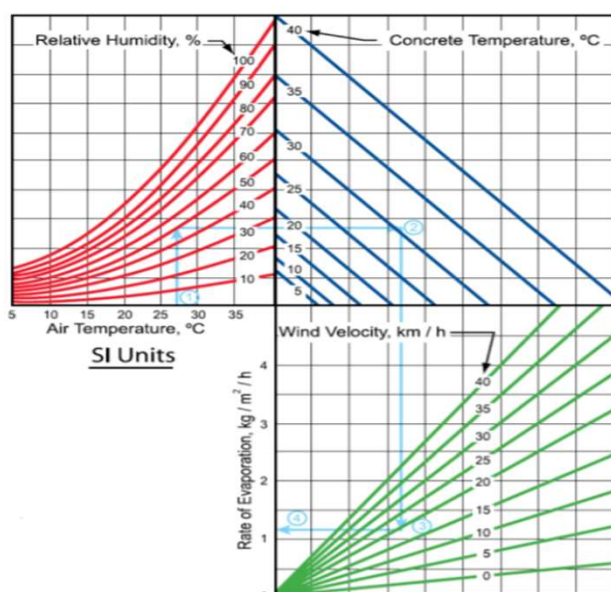
Betona sastāvs un plastiskais rukums

Plastiskais rukums sākas jau pirms betona rūpnīcas nevis tikai būvobjektā!!!

- Sabalansēta granulometriskā sastāva līkne – maksimāli labs pakojums
- Ūdens daudzuma kontrole betonā
- Konusa nosēduma kontrole (gan ūdens, gan plastifikators)
- S5 konsistences betonam būs augstāks plastiskais rukums nekā S3 betonam
- Minimizēt pārāk ātru cementu lietošanu vasarā, un pārāk lēnu-ziemā
- Raupjš cements sastāvā var radīt izvīdumu uz virsmas un plaisas
- Izvīdums vēsā laikā ir slikti, vasarā-labi
- SCC betonā ir ļoti daudz smalko daļiņu, kas neļauj izvīst ūdenim – karstā laikā tas rada plastiskas plaisas uz virsmas



Betonēšanas apstākļi un plastiskais rukums



- Gaisa relatīvais mitrums, betona temperatūra un vēja ātrums ir savstarpēji saistīti apstākļi
- Ja iztvaikošanas ātrums pārsniedz 1kg/m², tad ir jāveic kāds no ietekmējošo faktoru samazinājumiem
- Īpaši svarīgi pie betonēšanas pavasara-vasaras apstākļos, kad Latvijā ir sauss gaiss un augstas temperatūras.

Betonēšanas apstākļi un plastiskais rukums

- Gaisa mitrināšana ir ļoti efektīvs veids kā noturēt ūdeni ilgāk betonā
- Lieliem objektiem industriāli gaisa mitrinātāji vai sniega ražošanas izsmidzinātāji, nelieliem objektiem augstspiediena mazgāšanas iekārtām
- Nedrīkst smidzināt ūdeni tieši uz betona. Ja telpas, tad labāk dienu pirms betonēšanas jau samitrināt gaisu
- Tāpat mitrai ir jābūt arī pamatnei, lai tā nenosūc betonā esošo mitrumu



Betonēšanas apstākļi un plastiskais rukums

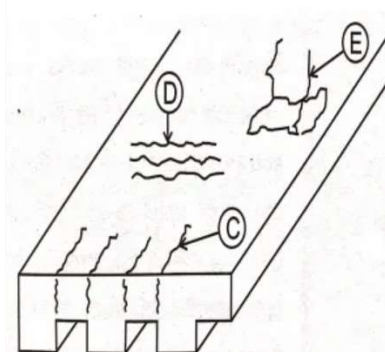
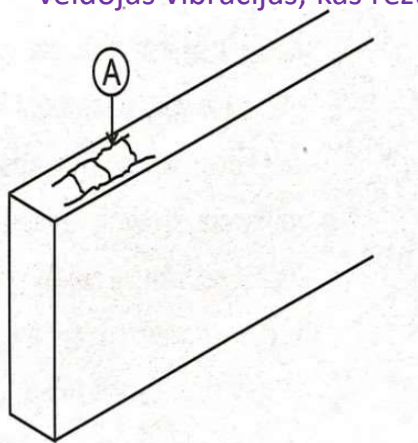
- Betona temperatūra un pamatnes temperatūra nedrīkst atšķirties vairāk par 7-10°C. Svarīgi ziemā, kad siltu betonu mēdz liet aukstos veidošos vai uz aukstas pamatnes.
- Vasarā karstu betonu betonējot vēsās telpās veidojas izsvīdums
- Vasarās jāparedz iespēja nakts betonēšanai, ja jāveic darbi zem klajas debess tiešos saules staros
- Pasākumi vēja un caurvēja ierobežošanai



Pretvēja siena

Betonēšanas process un plastiskās plaisas

- Pārāk šauri veidņi un armējums pārāk tuvu virsmai
- Dažāds betona slāņa biežums vienā konstrukcijā
- Maksimāla veidņu stabilitāte – ja kustās veidņi, betonā veidojas vibrācijas, kas rezultējas plastiskajās plaisās



Betonēšanas process un plastiskās plaisas

- Nesavibrēts betons visā dziļumā vai stūros rezultējas ar tā sasēšanas un plastiskām plaisām
- Betonējot dziļus elementus ar dažādām biežumu maiņām, jābetonē vispirms dziļākās vietas, lai betons paspēj 'nosēties'
- Jāievēro 30-45min (atkarībā no apstākļiem) laiks, pēc kura svaigu betonu nevar likt uz pirms tam jau lieta betona. Risks 'aukstajām šuvēm', kuras vērsies vaļā jau nākošajā dienā.



Betonēšanas process un plastiskās plaisas

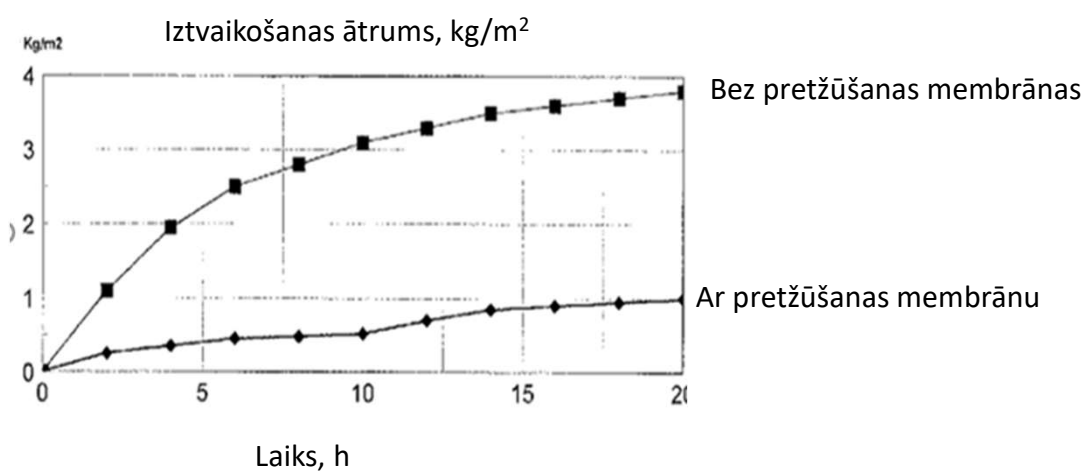
Tikai iebetonētā (bez virsmas apstrādes) betonā plastisko plaisu parādīšanās iespējamība ir ļoti liela

- plastiskā rukuma plaisas piemīt gandrīz visiem betoniem, bet apstrādājot virsmu ar slīpmašīnām šīs plaisas tiek aizblīvētas un pēc tam neatveras.



Līdzekļi plastisko rukuma plaisu novēršanai

Virsmas pretžūšanas līdzekļi



Līdzekļi plastisko rukuma plaisu novēršanai

Virsmas pretizžūšanas līdzekļi

- Uzklāt pēc iespējas ātrāk
- Līdzekļi kurus var uzklāt starp ieliešanu un slīpēšanu (nav uz parafīna bāzes)
- Līdzekļi uz parafīna bāzes (visefektīvākie) – pēc tam uz tiem nevar veikt virsmu apstrādi ar krāsu
- Jālieto arī ziemā, pie betonēšanas mīnus grādos – nesalstoši kopšanas līdzekļi


 13

Līdzekļi plastisko rukuma plaisu novēršanai

Sintētiskās mikro šķiedras



Plusi:

- Hidrofila daba – piesaista sev ūdeni
- Samazina virsmas izsvīdumu
- Novērš plastisko plaisu veidošanos
- Darbojas kā iekšējais kopšanas līdzeklis saulē, vējā

Mīnusi:

- Iesaista betonā nedaudz gaisu
- Nedaudz specifisks iemaisīšanas process
- Lielāks ūdens daudzums betona receptē

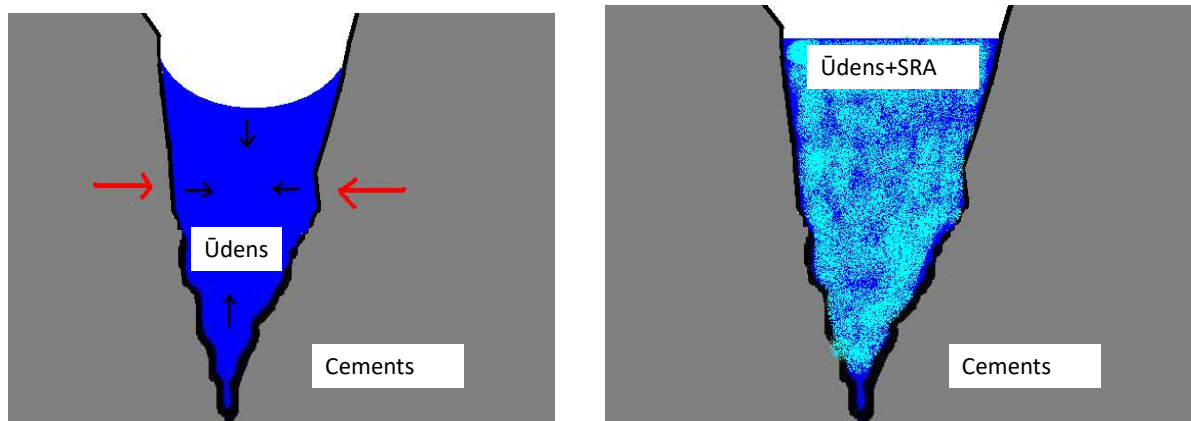
Tas nav strukturāls armējums!!!

 14

Līdzekļi plastisko rukuma plaisu novēršanai

Betona rukumu mazinošie līdzekļi

Rukumu mazinošās vielas (SRA) pateicoties savām īpašībām ilgāk betonā notur ūdeni – rezultātā mazāk plastisko rukuma plaisu



Paldies par uzmanību!



Rukuma radītās piepūles konstrukcijās. Plaisu ietekme uz betona konstrukciju ilgmūžību

Gatis Vilks
Nauris Inovskis

Dzelzsbetona konstrukciju projektēšanā izmantotās rukuma relatīvo deformāciju vērtības



- Dzelzsbetona konstrukciju projektēšana tiek veikta atbilstoši standartu saimei LVS EN 1992 «2. Eirokodekss. Betona konstrukciju projektēšana»
- Saskaņā ar LVS EN 1992-1-1 kopējās rukuma relatīvās deformācijas sastāv no divām komponentēm – žūšanas rukuma un autogēnā rukuma relatīvajām deformācijām:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

kur

ϵ_{cs} kopīgā rukuma deformācija;

ϵ_{cd} žūšanas rukuma deformācija;

ϵ_{ca} autogēnā rukuma deformācija. (LVS EN 1992-1-1 3.1.4 (6) sadaļa)

Žūšanas rukums



- LVS EN 1992-1-1 tiek apskatītas rukuma vērtības pie nosacījuma, ka betons ir atbilstoši kopts pēc tā iestrādāšanas.
- Žūšanas rukuma relatīvās deformācijas attīstās lēni, jo tā ir funkcija no ūdens migrācijas caur sacietējušu betonu.
- Žūšanas nominālā rukuma relatīvo deformāciju vērtības saskaņā ar LVS EN 1992-1-1

3.2. tabula. Betona no CEM N klases cementa nominālās neierobežota (nefikseta) žūšanas rukuma $\varepsilon_{cd,0}$ vērtības (‰)

$f_{ck}/f_{ck,cube}$ (MPa)	Relatīvais mitrums (%)					
	20	40	60	80	90	100
20/25	0.62	0.58	0.49	0.30	0.17	0.00
40/50	0.48	0.46	0.38	0.24	0.13	0.00
60/75	0.38	0.36	0.30	0.19	0.10	0.00
80/95	0.30	0.28	0.24	0.15	0.08	0.00
90/105	0.27	0.25	0.21	0.13	0.07	0.00

Žūšanas rukuma relatīvo deformāciju attīstība laikā



- LVS EN 1992-1-1 žūšanas rukuma relatīvo garendeformāciju attīstība laikā tiek izteikta ar sekojošu izteiksmi:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}, \quad (3.9)$$

3.3. tabula. Koeficienta k_h vērtības izteiksmē (3.9)

h_0	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}},$$

t, dienas	$\beta_{ds}(t, t_s)$	$t_s = 2$ dienas
7	0.02	
14	0.06	
30	0.12	
90	0.31	
365	0.65	
3 650	0.95	



Autogēnais rukums

- Saskaņā ar LVS EN 1992-1-1 autogēnais rukums tiek aprakstīts ar sekojošām izteiksmēm:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca}(\infty), \quad (3.11)$$

kur

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} \quad (3.12)$$

un

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2t^{0,5}), \quad (3.13)$$

kur

t laiks (dienās).

f_{ck} , MPa	$\varepsilon_{ca}(\infty)$, ‰
20	0.025
25	0.038
30	0.050
35	0.063
40	0.075
50	0.100

t , dienas	$\beta_{as}(t)$
7	0.41
14	0.53
30	0.67
90	0.85
365	0.98
3 650	1.00

Kopējais rukums



- Saskaņā ar LVS EN 1992-1-1 betonam ar $f_{ck}=30$ MPa un pie relatīvā gaisa mitruma 50% kopējās rukuma relatīvās deformācijas sasniedz $\sim 0.45\%$.
- Būtisks jautājums – vai faktiskās betona rukuma relatīvās deformācijas atbilst LVS 1992-1-1 aprakstītajām vērtībām. Diemžēl atbilde ir «NĒ».
- Parasti rukuma relatīvās garendeformācijas $>0.7\%$. Betoniem ar $f_{ck} \geq 50$ MPa rukuma relatīvo deformāciju vērtības var būt ievērojami lielākas.

Piepūļu veidošanās no rukuma ietekmes



- Var izdalīt divu veidu piepūļu veidošanos– lokālo un globālo.
- Lokālās ietekmes veido rukuma relatīvo deformāciju gradienti šķērsriezuma ietvaros. Šie efekti galvenokārt ir novērojami betona cietēšanas stadijā. Korekta betona kopšana pēc iestrādes minimizē lokālos efektus, tādēļ to ietekme ir salīdzinoši minimāla.
- Globālās ietekmes veidojas no konstrukciju «nostiprinājumiem», kas ierobežo rukuma relatīvo deformāciju radītos pārvietojumus.

Aprēķinos izmantojamās rukuma relatīvo deformāciju vērtības

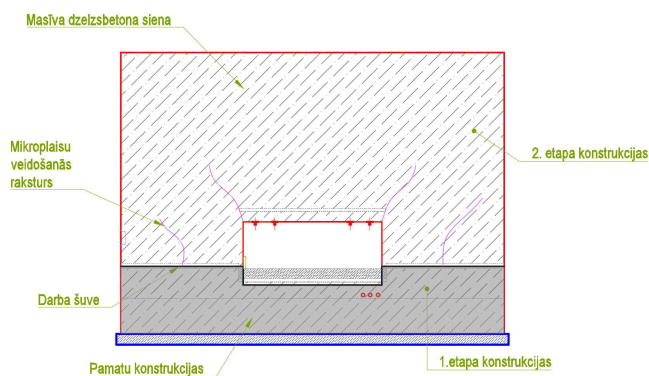


- Atkarībā no konstrukciju veida aprēķinos ir jāizmanto pilnas rukuma relatīvās deformācijas vai arī rukuma relatīvo deformāciju gradienti starp konstruktīvajiem elementiem.
- Rukuma relatīvo deformāciju gradienti ir jāizmanto gadījumos, kad konstrukcijas tiek lietas vairākos ciklos, kas nav atdalīti ar deformācijas šuvēm. Rukuma relatīvās deformācijas šādos gadījumos rada piepūles, kuru raksturs ir ļoti līdzīgs temperatūras gradientu piepūlēm, tādēļ šīs iedarbes ir jākombinē (piepūles jāsummē pilnā apjomā).

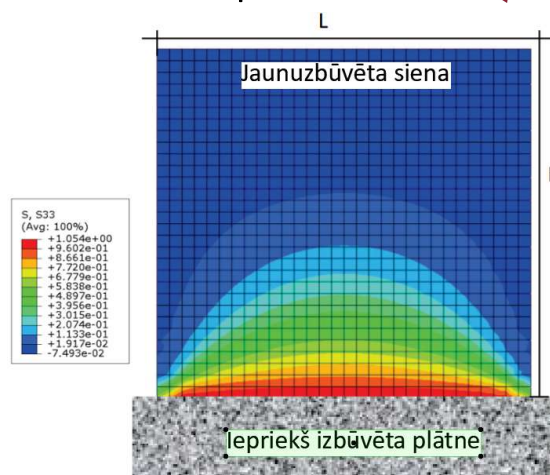
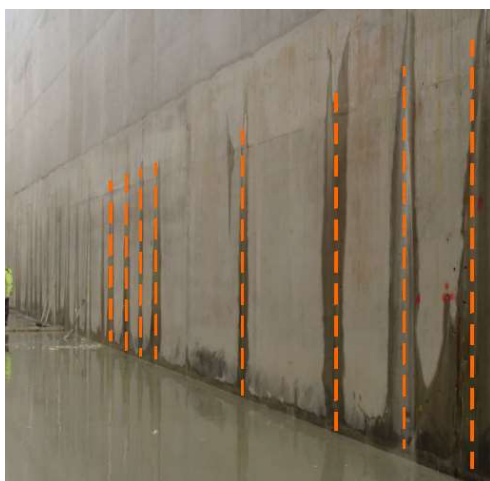
Piemēri rukuma relatīvo deformāciju gradientu ievērtēšanai aprēķinos



- Dzelzsbetona siena ar 500 mm biezumu
- Betons C35/45
- Laiks starp izbūves cikliem – 30 dienas
- Kopējais rukums saskaņā ar LVS EN 1992-1-1 - 0.37‰
- Rukums 30 dienu vecam betonam saskaņā ar LVS EN 1992-1-1 - 0.06‰
- Rukuma gradients – 0.06‰
- Secinājumi. Saskaņā ar LVS EN 1992-1-1 aprēķinātie rukuma gradienti ir neadekvāti mazi. Šādu rukuma vērtību ievērtēšana aprēķinos var novest pie konstrukciju plaisāšanas.



Aprakstītais piemērs – Siena uz plātnes

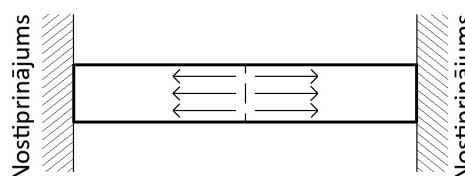


Pēc LVS EN 1992-3 aprēķiniem izdala:



- Elementus ar pārvietojumu ierobežojumu to galos

Jauni betona elementi, kas tiek iebetonēti starp esošām konstrukcijām un ir fiksēti pie tām



- Elementus ar pārvietojumu ierobežojumu pa maiu

Sienas, atbalsta sienas, grīdas plātnes uz stingas vai daļēji stingas pamatnes, kas ierobežo pārvietojumus



Plaisu kontrole



Kopējā rukuma radītās plaisas veidojas brīdī, kad ierobežojuma relatīvās deformācijas (strain) ϵ , pārsniedz betona stiepes relatīvo robeždeformāciju $\epsilon_{ct,u}$. Projektēšanas praksē stiegrojuma aprēķins plaisu kontrolei tiek sadalīts divos etapos, kur sākotnēji tiek noteikts minimālais laukums

$$A_{s,min} \sigma_s = k_c k_{f_{ct,eff}} A_{ct} \quad (\text{LVS EN 1992-1-1 7.3.2}),$$

kas garantē kontrolētu betona plaisāšanu, bet nenodrošina konkrētu plaisu atvērumu. Konstrukcijām, kur plaisu platuma ierobežošana ir būtiska (**ilgmūžībai, ūdensnecaurlaidībai, vai estētisko prasību nodrošināšanai**) veic papildus aprēķinus plaisu platuma noteikšanai.

Plaisu kontrole elementiem, kas ierobežoti to galos un elementiem, kas ierobežoti pa sānu **būtiski atšķiras**. Plaisu attālums un atvērums elementiem, kas ir ierobežoti tikai to galos ir ievērojami lielāks par elementiem, kas ierobežoti no sāniem.

Galos ierobežoti elementi



Maksimālo plaisu platumu iespējams aprēķināt saskaņā ar LVS EN 1992-3 M pielikumu:

$$\epsilon_{cr} = 0.5 \alpha_e k_c k_f k_{ct,eff} (1 + 1 / (\alpha_e \rho)) / E_s \quad [M.1]$$

Vienādojums definē samērā lielu garenstieģrojuma apjomu, jo balstās uz betona stiepes stiprību.

Aprēķina piemērs 250 mm biežai plātnei – D12@90 augšā un apakšā

Slab height	h =	250	mm
	b =	1000	mm
Bar diameter	Ø =	12	mm
	d ₁ =	197	mm
	d ₂ =	197	mm
Cover to A _s	c =	47	mm
	f _{ck} =	30	MPa
	E _{cm} =	32.8	GPa
Mean concrete strength	f _{cm,t} =	38.00	MPa
Mean tensile strength	f _{st,eff} =	2.90	MPa
	f _{yk} =	500	MPa
	E _s =	200.0	GPa
Modular ratio	α _e =	7.00	
Short term or long term ?		L	(S or L)
Age (at cracking)		28	days
Cement type		N	(S, N, or R)
Creep factor	ψ =	1.0	

Good bond conditions	k ₁ =	0.80
For tension 1.00, for bending 0.50	k ₂ =	1.00
	Min[2.5(h-d), (h-x)/3, h/2] · b · A _s	
Effective tension area	A _{s,eff} =	60228 mm ²
Area of tension steel	A _{s1} =	1257 mm ²
Area of compression steel	A _{s2} =	1257 mm ²
Maximum bar spacing (tension)	S =	90 mm
A _s /A _{s,eff}	ρ _{s,eff} =	0.021
	(-A _{s1} · A _{s2} · (α _e - 1) + [(A _{s1} + A _{s2} · (α _e - 1)) ² · 2b(A _{s1} · A _{s2} · (α _e - 1))]) ^{0.5} · b	
Fully cracked neutral axis depth	x _c =	65.55 mm
Max crack spacing	s _{r,max} =	355.29 mm
	k =	1.00
	k _c =	1.00
	ρ =	0.010
CALCULATED CRACK WIDTH	W_k =	0.274 mm

No sāniem ierobežoti elementi

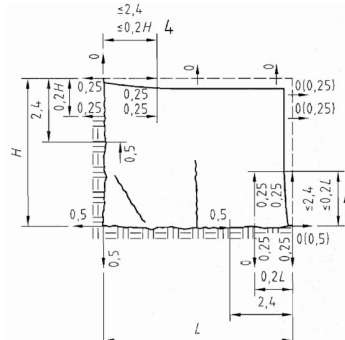
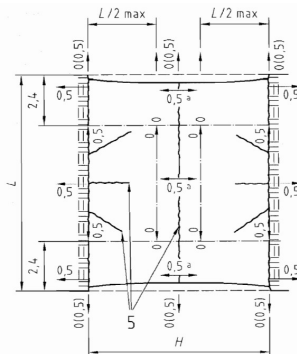
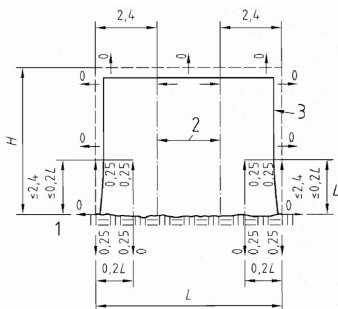


Izvērstāks apraksts kā LVS EN 1992-3 sniegts CIRIA C660. Sānos ierobežots betons saplaisās ja:

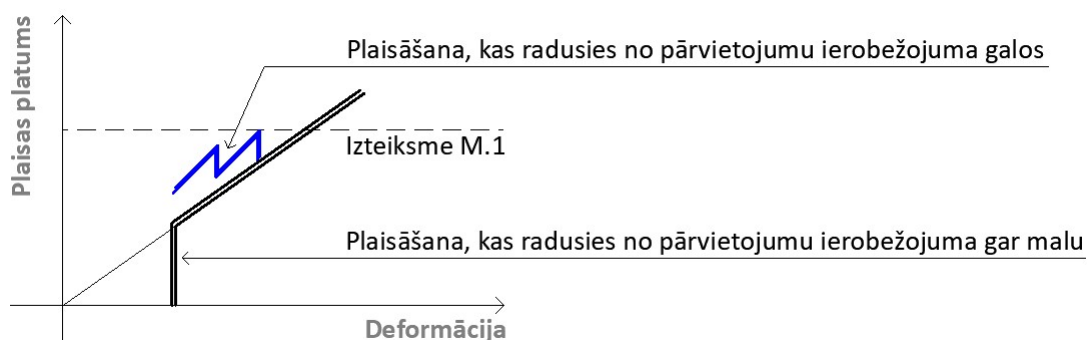
$$\epsilon_{cr} = R_{ax} \epsilon_{free} = K[(\alpha_c T_1 + \epsilon_{ca}) R_1 + (\alpha_c T_2 R_2)] + \epsilon_{cd} R_3 > \epsilon_{ctu} \quad [3.2.]$$

attiecīgi maksimālais plaisu platumu pēc LVS EN 1992-1-1: $W_k = S_{r,max} \epsilon_{cr}$

Biežāk sastopamo situāciju ierobežojuma faktori **R** (restraint factors) doti arī LVS EN 1992-3 L pielikumā.



Plaisāšanas atšķirība apskatītajām pārvietojumu ierobežojuma situācijām



Pieļaujamie plaisu atvēršanās platumi

- LVS EN 1992-1-1 prasības:

7.1N. tabula. Rekomendējamās w_{max} vērtības (mm)

Iedarbības klase	Stiegti elementi un priekšspriegoti elementi ar spriegojamā stiegrojuma elementiem bez saistes	Priekšspriegoti elementi ar spriegojamā stiegrojuma elementiem ar saisti
	Kvazi-pastāvīga slodze kombinācija	Biežāk sastopamā slodzes kombinācija
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, \overline{AC} XD3, \overline{AC} XS1, XS2, XS3		Spiediena pazemināšana

1. piezīme. X0, XC1 iedarbības klasēm plaisu platumam nav ietekme uz ilgizturību un dotais robežplatums ir noteikts, lai \overline{AC} vairumā gadījumu nodrošinātu \overline{AC} pieļaujamo ārējo izskatu. Gadījumā, kad nav ārējā izskata nosacījumu, var samazināt prasības šim robežplatumam.

2. piezīme. Šīm iedarbības klasēm papildus ir jāpārbauda spiediena pazemināšana pie kvazi-pastāvīgas slodžu kombinācijas.

Pasākumi rukuma iedarbju mazināšanai



- Efektīvākais veids rukuma iedarbju mazināšanai ir deformācijas šuvju un kompensācijas šuvju izveide. Piemērs plaisu kontroles sistēmai:

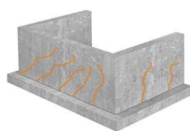
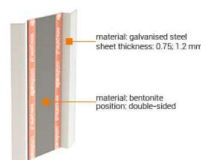
Contaflexactiv CV - p rofile steel galvanised sheet double-sided covered with bentonite.

Contaflexactiv CV is used for:

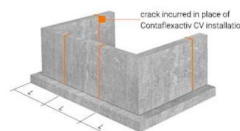
- controlled cracks in construction joints.

Bentonite is covered with self-soluble organic foil, which protects it from early swelling.

During Contaflexactiv CV installation, it is possible to concrete a long segment of wall. A Bentonite cover guarantees sealed construction joint.



UNCONTROLLED CRACKS

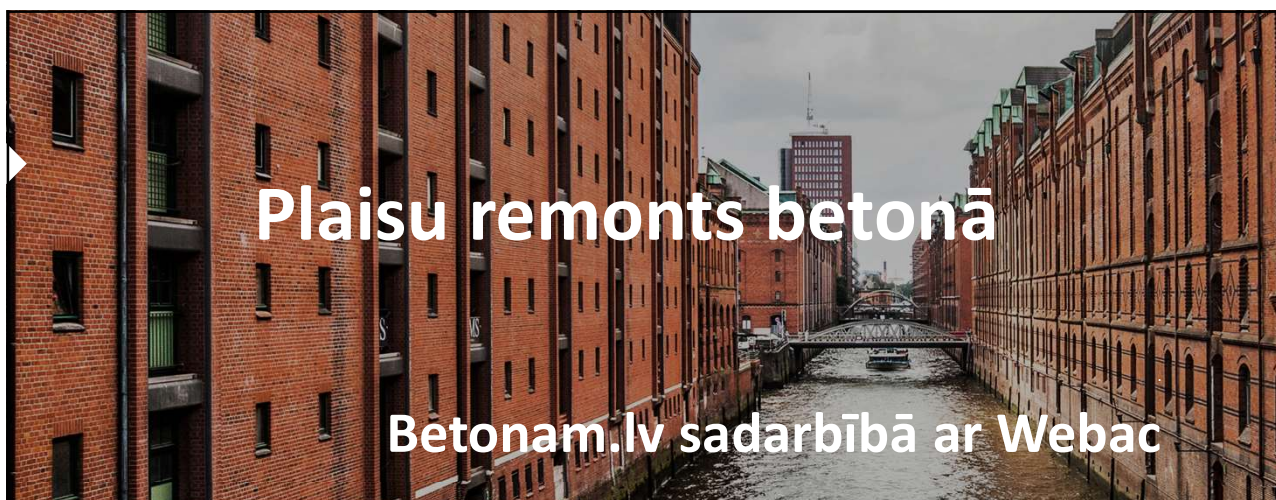


INCURRED CRACKS BY USING CONTAFLEXACTIV CV

Plaisu platumu ietekme uz konstrukciju ilgmūžību



LVS EN 1992-1-1 pilnvērtīgi neapraksta visus pasākumus konstrukciju ilgmūžības nodrošināšanai. Standartā definētās aizsargslāņu vērtības nodrošina konstrukciju ilgmūžību ne visos gadījumos (stiegrojuma aizsardzību). Saskaņā ar ModelCode 2010 stiegrojuma korozijas aizsardzību horizontālām konstrukcijām, kurām ir mikroplaisas un kuras ir pakļautas hlorīdu iedarbei, var nodrošināt tikai ar papildus aizsardzību.



Plaisu remonts betonā

Betonam.lv sadarbībā ar Webac

Egils Emersons +371 29229647
25.11.2021

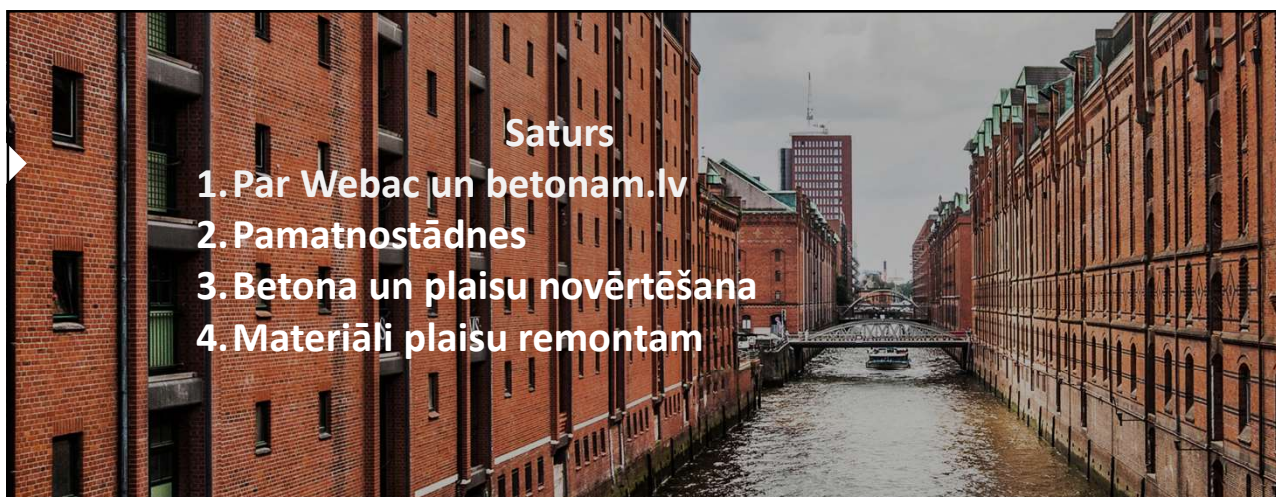
<https://www.iso.org/lcs/91.080.40/x/>

Guidelines for structural intervention of existing concrete structures using cement-based materials



BETONAM

WEBAC®



Saturs

1. Par Webac un betonam.lv
2. Pamatnostādnes
3. Betona un plaisu novērtēšana
4. Materiāli plaisu remontam



BETONAM

WEBAC®

► Par Webac

WEBAC ir vidēja izmēra uzņēmums dibināts 1978 gadā.

Darbības nozare ir produkti hidroizolācijas remontam un būvkonstrukciju remontam.

Uzņēmums galvenais birojs atrodas Hamburgā.

Rissanierung

Über uns



BETONAM



Pamatnostādnes



BETONAM

WEBAC®

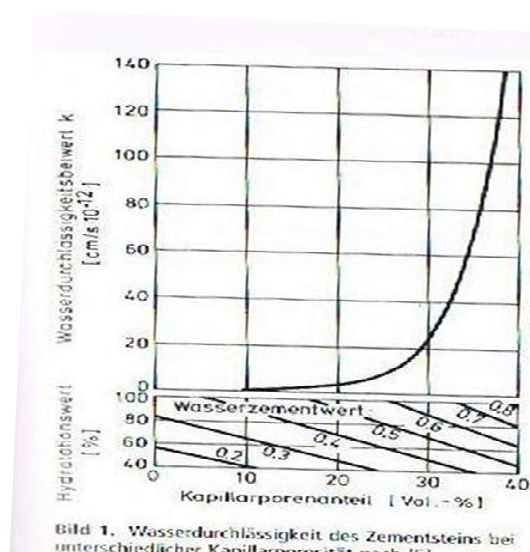
Plaisu pašaizaugšana betonā. Ūdens spiediens H/biezumu



Druckgefälle Wasserdruck h_w / Bauteildicke d [m/m]	Rechnerische Rissbreite w_{cal} [mm]
$\leq 2,5$	0,20
$\leq 5,0$	0,15
$> 5,0$	0,10

Tabelle 5.1: Rechnerische Rissbreiten für die Selbstheilung [Lohmeyer (1995), S. 193]

ŪDENS CAURLAIDĪBA



WEBAC®

► Betona konstrukciju aizsardzība un remonts

Rissanierung

EN 1504-5

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1504-5

December 2004

ICS 91.080.40

English version

Products and systems for the protection and repair of
concrete structures

Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity

Part 5: Concrete injection

Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, exigences, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 5: Produits et systèmes d'injection du béton

Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen

This European Standard was approved by CEN on 2004-07-09.



Betona un plaisu novērtēšana



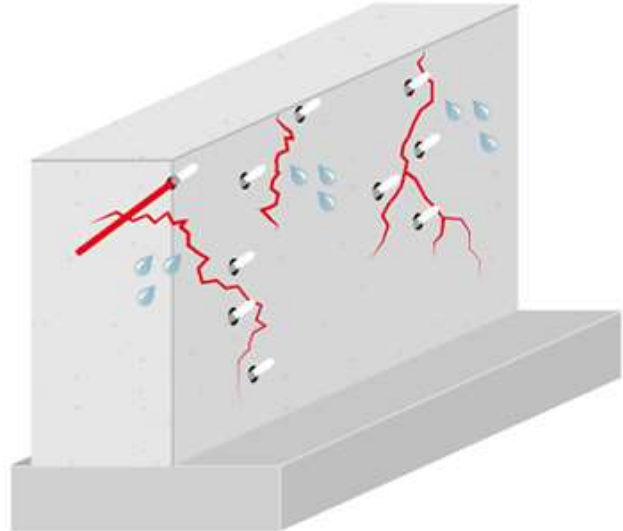
WEBAC®

► Hidroizolācija un nostiprināšana

Rissanierung

Übersicht

- Situācijas analīze
- Mituma stāvoklis
- Lietošanas mērķis
- Materiāli plaisu aizpildīšanai
- Darbu veikšana



► Konstruktijas stāvokļa analīze

Rissanierung

Bauzustandsanalyse

Bojājumu rašanās mehānismi

Betona īpašības

 Hidratācija

 Rukums

 Šķūde

 Uzbriešana

Slodze

 Spiede

 Ierobežota deformēšanās

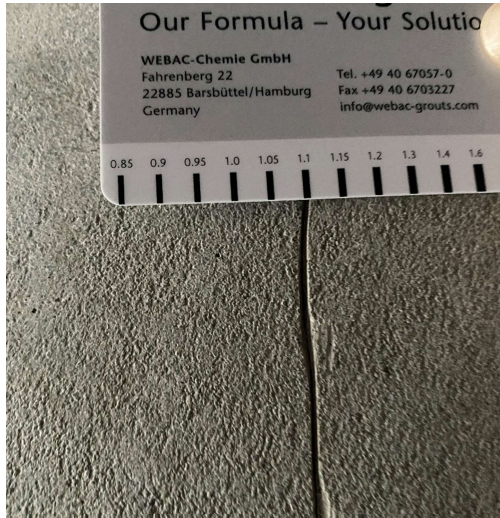
 Temperatūras ietekme

 Pamatnes sēšanās

► **Rissanalyse**

Rissanierung

Rissanalyse

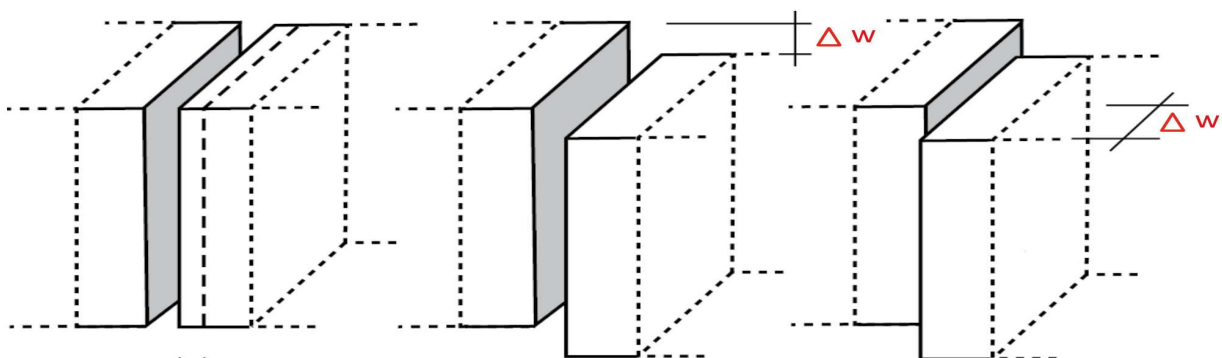


Die Rissbreite ist der gemessene Abstand der Rissufer. Verlauf, Breiten, Zustand und Befüllbarkeit von Rissen durch Bohrkernentnahme untersuchen.

► **Rissanalyse**

Rissanierung

Rissbreitenänderung



++
 Δw

einseitig:

wiederkehrend:

stetige Zu- oder Abnahme der Rissbreite

kurzzeitig
täglich
langzeitig

z. B. Verkehrslast
z. B. Temperaturschwankungen
z. B. Jahreszeiten

▶ **Marķējuma piemērs WEBAC 4110** (sauss)

Klasifikācija **U(F1) W(2) (1) (8/30) (1)** nozīmē:

U(F1) Pielietošanas mērķis: Nekustīgs savienojums

W(2) Minimālais izmērs: 0,2 mm

(1) Plaisas mitruma stāvoklis: sausa

(8/30) Minimālā- un maksimālā lietošanas temperatūra 8 °C - 30 °C

(1) Plaisu platuma maiņa pēc remonta: var izmantot plaisām, kuras pēc remonta laikā ir pakļautas ikdienas platuma izmaiņām vairāk nekā 10% vai 0,03 mm

▶ **Piemērs WEBAC 4170T** (slapjš)

Klasifikācija **U(F1) W(1) (1/3) (5/30)** nozīmē:

U(F1) Pielietošanas mērķis: Nekustīgs savienojums

W(1) Pieļaujama plaisas minimālais platums: 0,1 mm

(1/3) Plaisas mitruma stāvoklis : sauss/slapjš

(5/30) Zemākā un augstākā lietošanas temperatūra no 5 °C - 30 °C

► Rissanalyse

Rissanierung

Rissanalyse

pirms injekcijas ir jāzina:

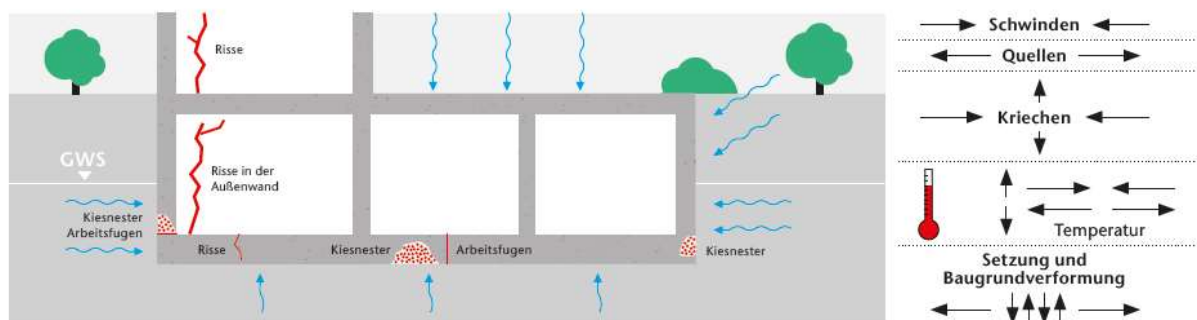
- Plaisas rašanās iemesls
- Plaisas platums un iespējamais kustīgums
- Kopējais būves vērtējums.



► Rissanalyse

Rissanierung

Rissanalyse



mögliche Betonschäden an Bestandsbauten

► Feuchtezustände

Rissanierung

Rissanalyse

Trocken/Dry (DY) (DIN EN 1504-5)
Trocken (Instandsetzungs-Richtlinie)
 (Beton mit umgebungsbedingter Ausgleichsfeuchte)

- Ūdens nav
- Ūdens plaisā tuvākā laikā nav iespējams.



► Feuchtezustände

Rissanierung

Rissanalyse

Feucht/Damp (DP) (DIN EN 1504-5)
Feucht (Instandsetzungs-Richtlinie)

- Mitr. Krāsas izmaiņa miruma iespaidā plaisās vai caurumos. Tekošs ūdens nav novērojams.
- Ūdens tecēšana bija senāk



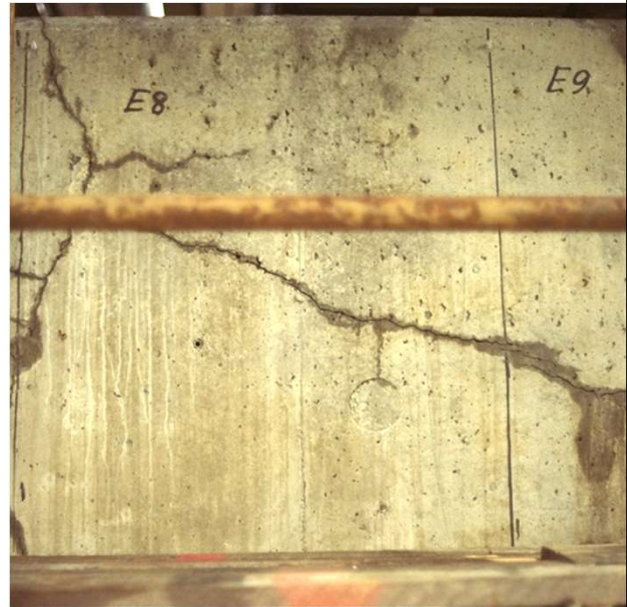
► Feuchtezustände

Rissanierung

Rissanalyse

Nass/Wet (WT) (DIN EN 1504-5)
drucklos wasserführend
(Instandsetzungs-Richtlinie)

- Ūdens smalkās pilītēs spiežas ārā no konstrukcijas .



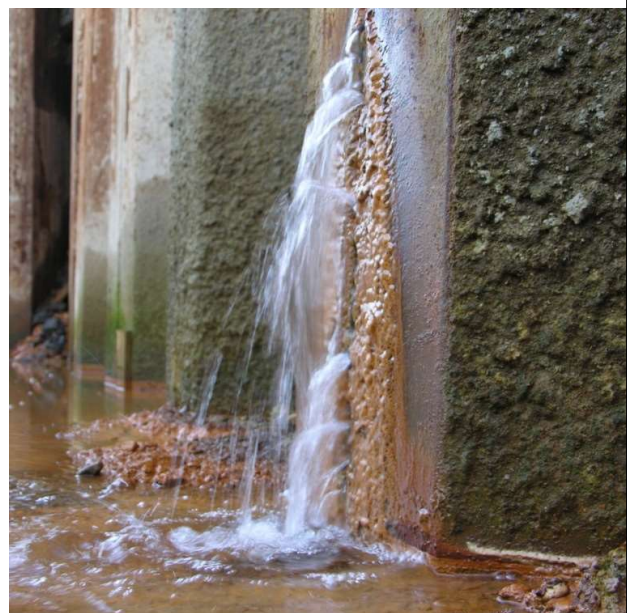
► Feuchtezustände

Rissanierung

Rissanalyse

Fließendes Wasser/Waterflow (WF) (DIN EN 1504-5)
Unter Druck wasserführend
(Instandsetzungs-Richtlinie)

- Tekošs ūdens.





► Materiāli plaisu remontam



WEBAC®

► Rissfüllstoffe

Rissanierung

Rissanalyse

Rissfüllstoffe nach DIN EN 1504-5

Darbības mērķis

- Kategorie F salīmēt nekustīgi
- Kategorie D ar elastīgu materiālu
- Kategorie S briestošs materiāls

Iestrādes īpašības.

- Min plaisas izmērs (Injektionsfähigkeit)
- Mirtuma stāvoklis plaisā
- Min iestrādes temperatūra.
- Plaisas kustīgums iestrādes laikā.



▶ Tränkung vs. Injektion

Rissanierung

Tränkung/Verguss

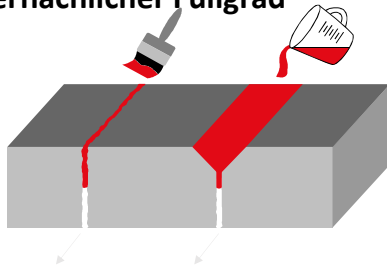
Tränkung

Ieliešana plaisā bez spiediena.

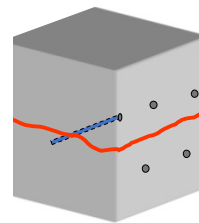
Injektion

Materiāla iepildīšana ar spiedienu

Oberflächlicher Füllgrad



Vollständiger Füllgrad

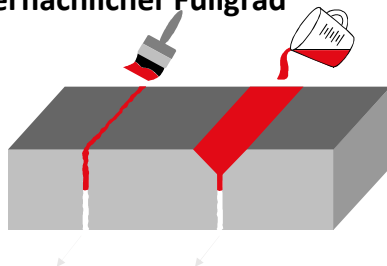


▶ Tränkung/Verguss

Rissanierung

Injektion procedure

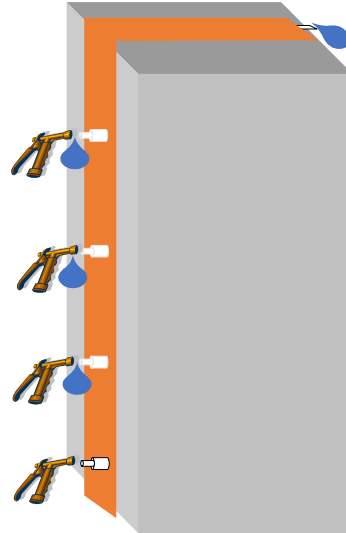
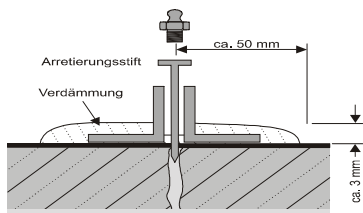
Oberflächlicher Füllgrad



Ausführung

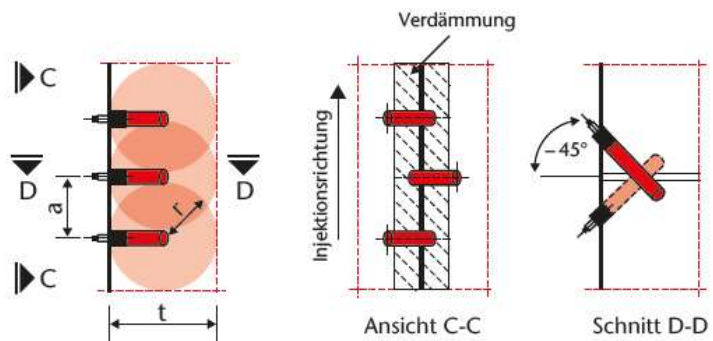
Injektionspacker-Abstände bei Klebepackern

- Packer aufkleben
- Verdämmen
- Injizieren



Injektionspacker-Abstände bei Bohrpackern

Risssanierung
Injektion



r Wirkungsradius eines Einfüllstutzens
 t Bauteildicke

$a = t/2$ Abstand der Bohrpacker

► Injekcijas spiediens

Rissanierung

Injektion

Injekcijas materiāla iestrādes spiediens.

$$\text{max. Druck} = \frac{\text{Betonfestigkeit} \cdot \text{■}}{3} \times 10 \text{ bar}$$

Beispiel:

$$C 20/25 = \frac{25}{3} \times 10 \text{ bar} = 83,3 \text{ bar}$$

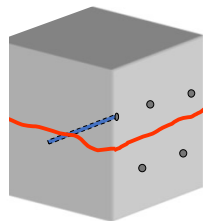


► Injekcijas

Rissanierung

Injektion

Vollständiger Füllgrad



► Injekcijas

Rissanierung

Injektion

- Spiediena aprēķināšana
- Sāk no apakšas (atgaisošana)
- Papildus materiāla padeve cietēšanas laikā.



► PUR injekcijas putu sveķi

Rissanierung

Produkte

Materiāli kas reaģē ar ūdeni

- ātrs reakcijas laiks
- Izplešas cietējot
- Pagaidu blīvējums.



► PUR injekcijas sveķi

Rissanierung

Produkte

- Elastīgi
- Reagē ar ūdeni
- Ilglaicīgs blīvējums
- Blīvas poras
- Mitrums konstrukcijā neietekmē īpašības.
- Var regulēt cietēšanas laiku ar paātrinātājiem.



► EP injekcijas sveķi

Rissanierung

Produkte

- Stiprība spiedē
- Stiprība liecē
- Stiprība stiepē
- Pielipšanas spēja
- Domāti stingru savienojumu veidošanai



► Acrilāta gēls

Risssanierung

Produkte

- Ļoti šķidri
- Ļoti labi līp pie slapjas pamatnes.
- Regulējams reakcijas laiks.



Egīls Emersons +371 29229647

www.betonam.lv


BETONAM

WEBAC®



Latvijas XVIII Betona olimpiāde – 2021

XVIII Latvian Concrete Olympic – 2021

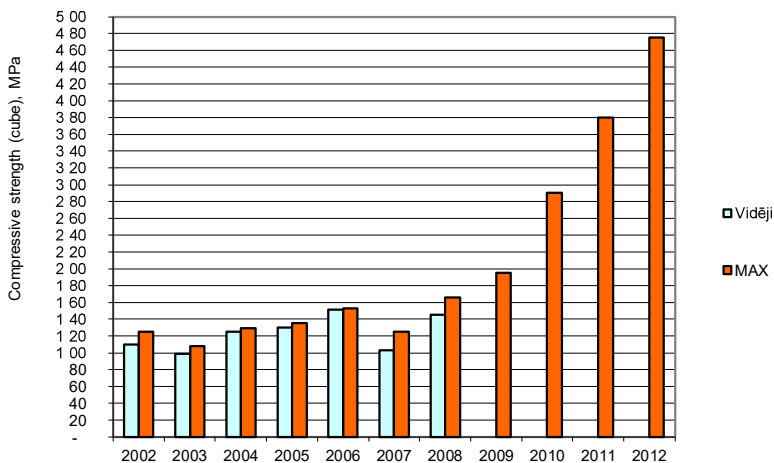
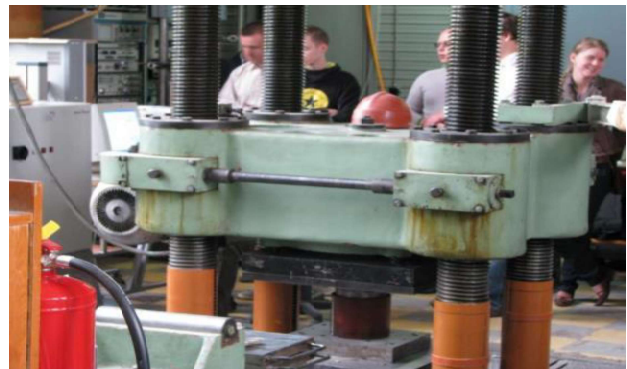


Latvijas Betono Sajunga
Läti Betoni Ühendus
Latvian Betoniyhdistys
Lettiska Betongföreningen
Beton-Verein Lettlands
Association Lettone du Béton
Asociación Letona del Hórmigon
Латвийский союз бетона

24-25th November, 2021

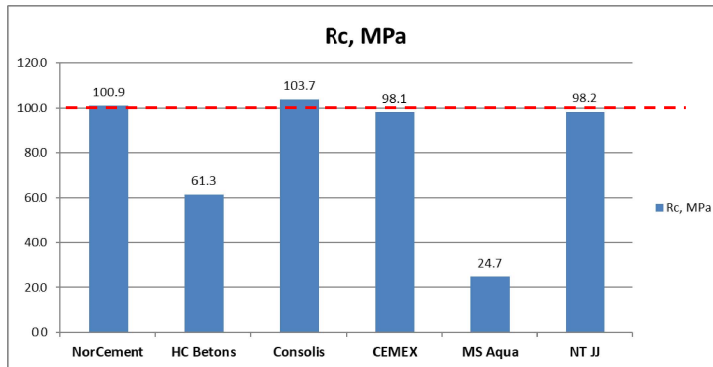
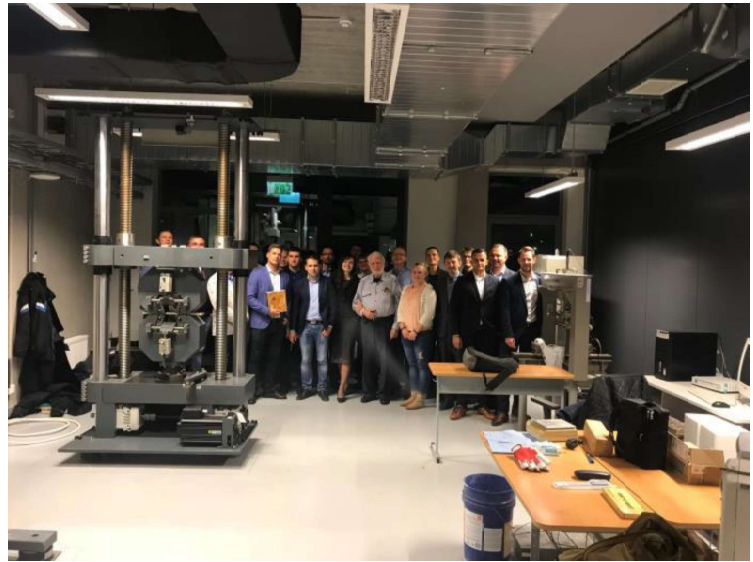
Latvijas Betona olimpiādes vēsture (2000 – 2014)

R → MAX



Latvijas Betona olimpiādes vēsture (2000 – 2014)

R → 100 MPa



Latvijas Betona olimpiāde – 2021.

LATVIJAS
BETONA
SAVIENĪBA



LATVIAN CONCRETE ASSOCIATION
BETON-VĒRTĪNĀDĀS
LETTISKA BETONGFÖRENINGEN
ASSOCIATION LETTONE DU BÉTON
ASOCIACIÓN LETONA DEL HORMIGÓN
ЛАТВИЙСКИЙ СОЮЗ БЕТОНА

LATVIJAS
BETONA
SAVIENĪBA



LATVIAN CONCRETE ASSOCIATION
BETON-VĒRTĪNĀDĀS
LETTISKA BETONGFÖRENINGEN
ASSOCIATION LETTONE DU BÉTON
ASOCIACIÓN LETONA DEL HORMIGÓN
ЛАТВИЙСКИЙ СОЮЗ БЕТОНА

Betona 2021. g. Olimpiādes Nolikums

1. Mērķis

Latvijas betona olimpiādi organizē Latvijas Betona savienība un Rīgas Tehniskā universitāte ikgadīgās LBS Zinātniski tehniskās konferences ietvaros. Betona olimpiādes mērķis ir izgatavot betona paraugus, kas pēc stiprības vistuvāk un visprecīzāk atbilst mērķa stiprībai 100 MPa.

2. Dalībnieki

Olimpiādē var piedalīties gan individuāli, gan kopratnīgi dalībnieki un studenti (vai komandas). Katrai komandai jābūt nosaukumam: individuāls biedrs (Vārds, uzvārds) vai firma (Nosaukums), vai studentu komanda (nosaukums).

3. Pieteikšanās

Katrs dalībnieks piedalās ar 3 iepriekš izgatavotiem betona kubiem 10x10x10 cm (viena sērija). Pieteikšanās iespējama pa e-pastu janis.freibergs.lbs@gmail.com vai pa telefonu +371 29240120. Pieteikšanās un paraugu piegādes termiņš ir olimpiādes diena pl. 10:00.

4. Datums un laiks

Olimpiāde notiks 1 – 2 dienas pirms LBS Zinātniski tehniskās konferences RTU, Laboratoriju mājā Paula Valdens 1 (RTU Laboratoriju māja, pretī izstāžu centram BT1). Paraugu testēšanas precīzs datums un laiks tiks paziņots iepriekš visiem olimpiādes dalībniekiem.

5. Žūrija

Žūrija ir 4-5 locekļi, kam ir pieredze betona testēšanas jautājumos. Žūrija nodrošina paraugu testēšanu atbilstoši standartam, veic rezultātu apstādi un novērtēšanu. Žūrija ir neatkarīga un tajā nedrīkst būt olimpiādes dalībnieki.

6. Paraugu mēršana un testēšana

Pirms testiem visi paraugi tiek sagrupēti un samururēti. Katrai sērijai un katram paraugam ir savi oriģināli apzīmējumi. Stiprības testēšana tiek veikta saskaņā ar LVS EN 12390-3 standarta prasībām. Pirms testa visi paraugi tiek apskatīti, izmērīti un nosvērti. Tiek apzīmētas spiedes plaknes. Slogošana notiek ar ātrumu 0.9 – 1,0 MPa/s. Tiek piefiksēta maksimālā graužņa slodze katram paraugam. Olimpiādē klātienē drīkst piedalīties viens komandas pārstāvis.

7. Rezultātu novērtējums

Testu rezultāti tiek apkopoti protokolā. Excel tabulē tiek izrēķinātas vidējās vērtības, standartnovirzes un absolūto noviržu no 100 MPa vērtības, ņemot vērā vidējo rezultātu un standartnovirzi. Rezultātu novērtējuma piemērs:

Sērijas Nr.

1	2	3	4	5
80	95	98	100	90
100	100	100	105	95
120	105	132	110	100

Vidējais

100,0	100,0	100,0	105,0	95,0
20,0	5,0	2,0	5,0	5,0

MAX (Vid. + S)	120,0	105,0	102,0	110,0	100,0
MIN (Vid. - S)	80,0	95,0	98,0	100,0	90,0

MAX novirze no 100 MPa	20	5	2	10	0
MIN novirze no 100 MPa	20	5	2	0	10

Max absolūta novirze no 100, genct vērī 5	20	5	2	10	10
---	----	---	---	----	----

Ar ražo cīnēs sērijas numurs 3, kas uzrādīja labāku rezultātu pēc šī nolikuma.

8. Uzvarētāji un balvas

Uzvarētājs būs tas dalībnieks, kuram būs absolūti rezultāta vismazākā novirze no 100 MPa, ņemot vērā vidējo un standartnovirzi pēc aprēķina metodikas 7. punktā.

Pirmo vietu ieguvēji saņems pārstāvguma balvas no olimpiādes atbalstītājiem.

Olimpiādes Nolikums tika apstiprināts LBS Valdes sēdē 06.10.2021.

LBS Valdes priekšsēdētājs

Rolands Čepuriņš

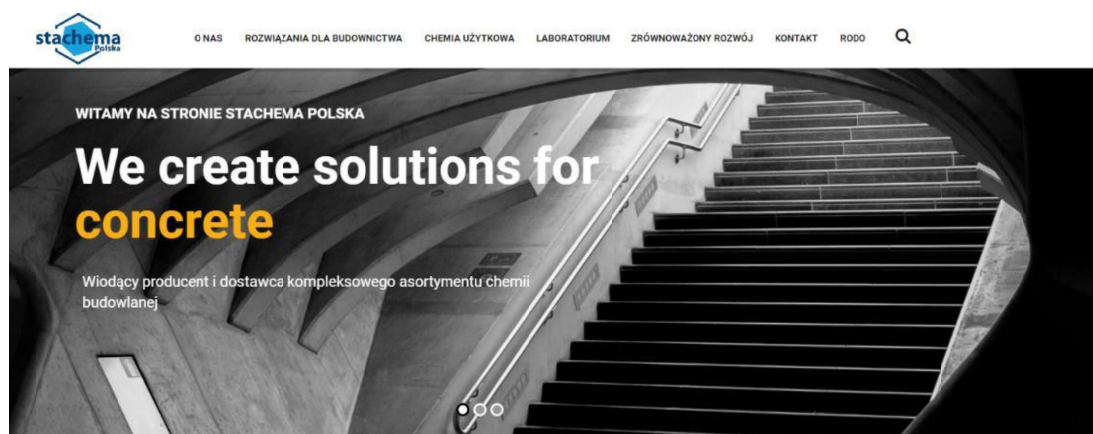
Betona olimpiādes atbalstītājs – Stachema Polska

Supporter of the Concrete Olympiad - Stachema Polska



<http://stachema.pl/>

- Chemicals for building materials
- Concrete and mortar accelerators/hardeners
- Concrete and mortar retardants
- Concrete and mortar antifreeze agents
- Concrete and mortar bonding agents
- Concrete and mortar plasticisers
- Concrete and mortar guniting additives
- Concrete debonding agents
- Waterproofing agents for concrete and mortar
- Retardants for plaster
- Thickening agents for plaster



Latvijas Betona olimpiāde – 2021

Žurijas locekļi:

- Andrejs Krasņikovs (priekšsedētājs)
- Vitālijs Lūsis
- Vladislavs Agapovs
- Eduards Protasevičs
- Genādijs Šahmenko

Paraugu testēšana: 24.11.2021. no pl. 14:00



Latvijas Betona olimpiāde – 2021

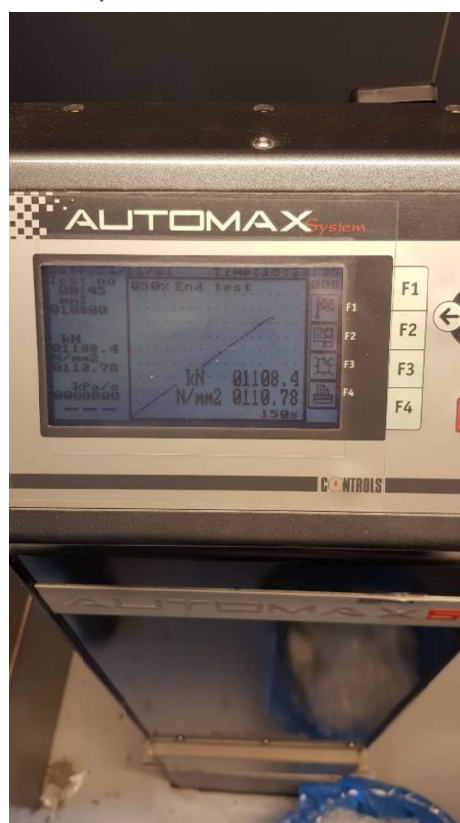
Paraugu testēšana: 24.11.2021. no pl. 14:00

- MPA Tests
- HCB (HC Betons)
- Schwenk
- BCB Daugavpils



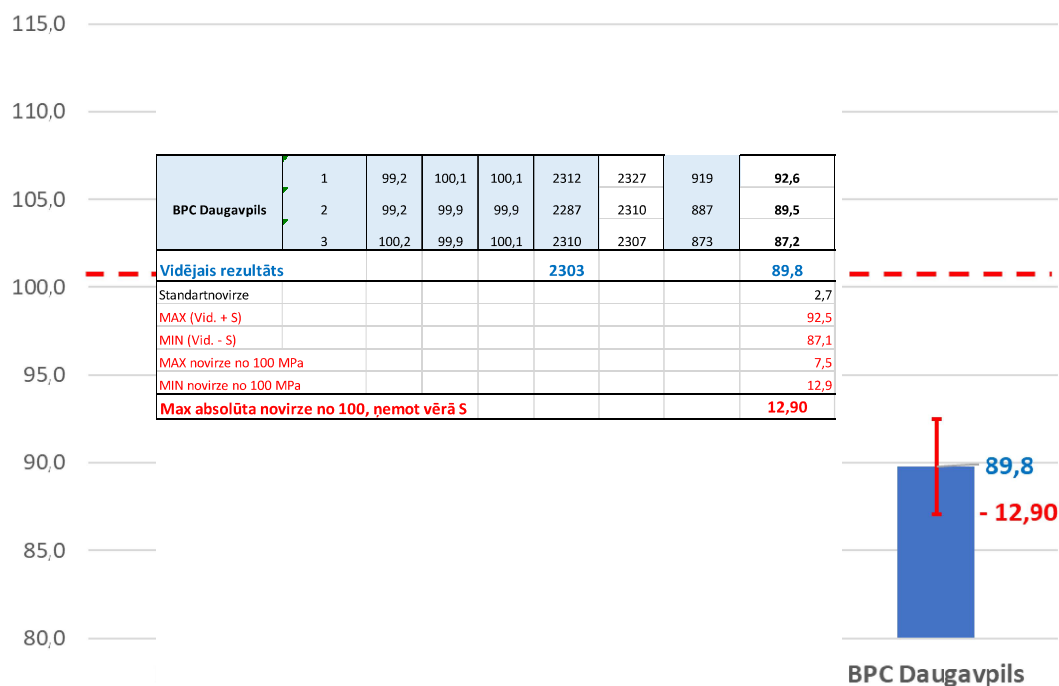
Latvijas Betona olimpiāde – 2021

Paraugu testēšana: 24.11.2021. no pl. 14:00



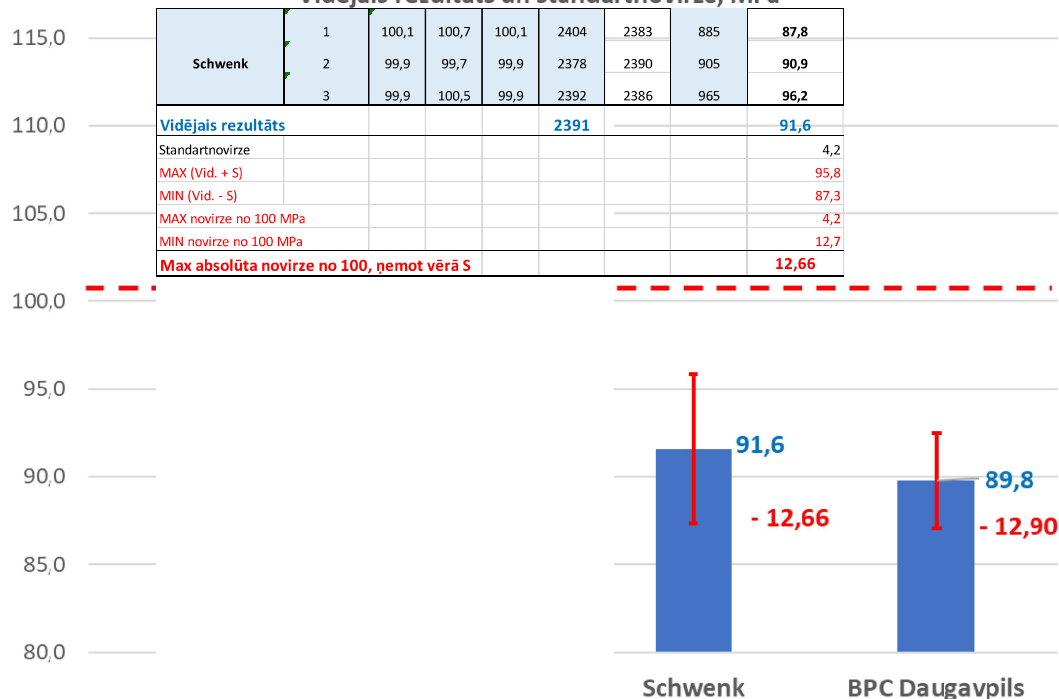
Latvijas Betona olimpiāde – 2021

Vidējais rezultāts un standartnovirze, MPa

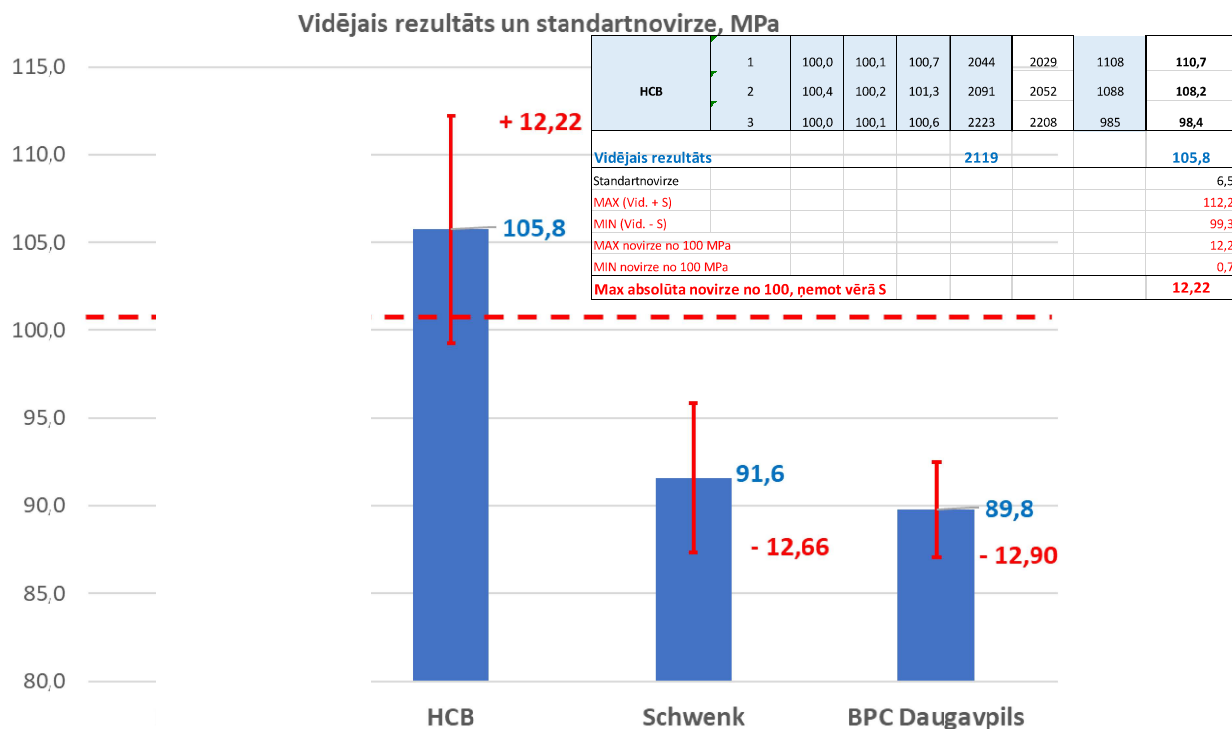


Latvijas Betona olimpiāde – 2021

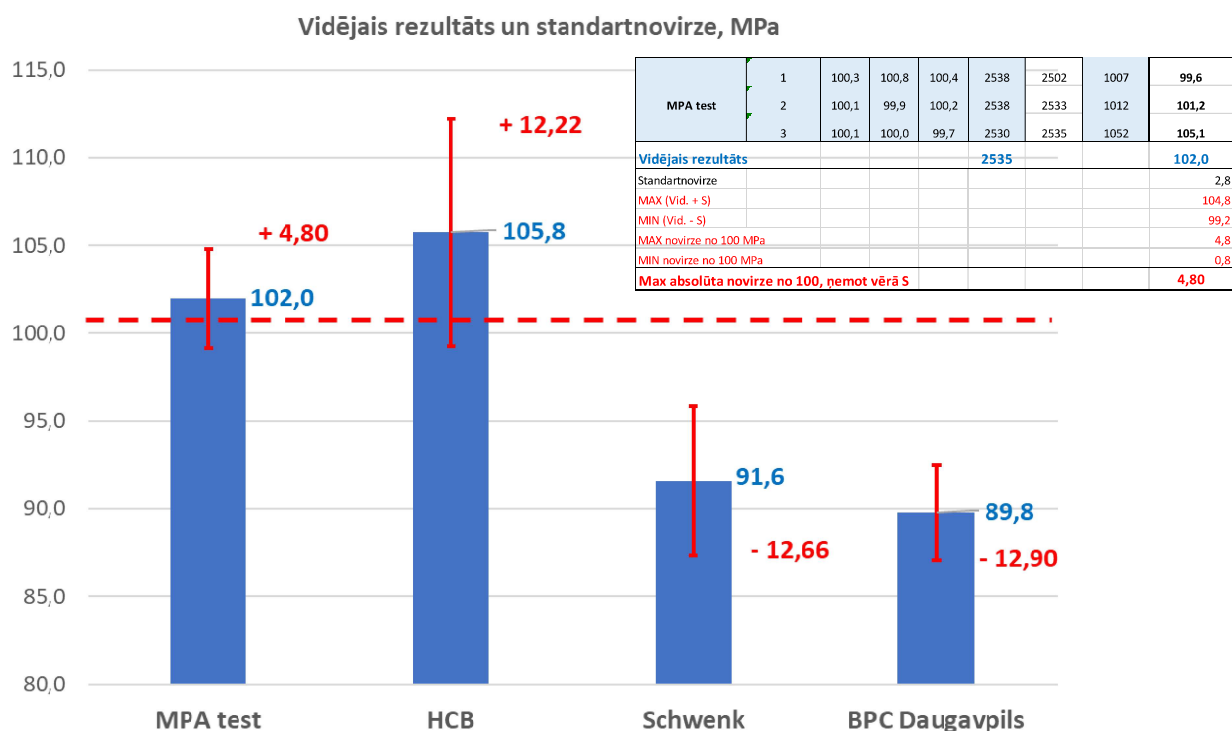
Vidējais rezultāts un standartnovirze, MPa



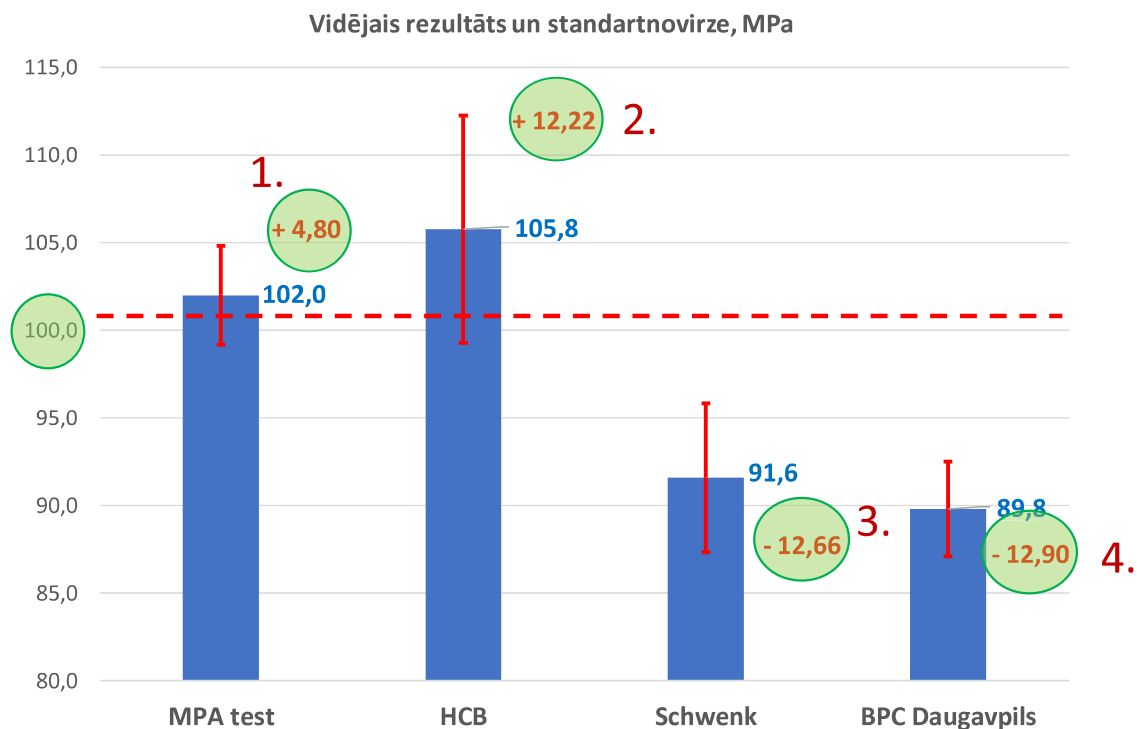
Latvijas Betona olimpiāde – 2021



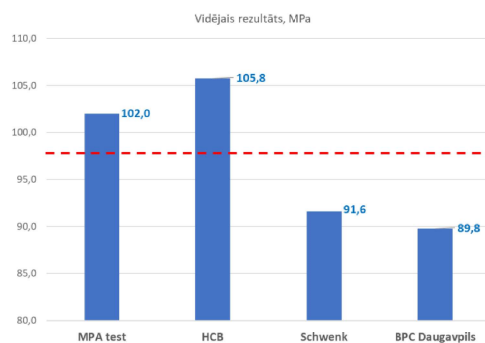
Latvijas Betona olimpiāde – 2021



Rezultāti - kopsavilkums

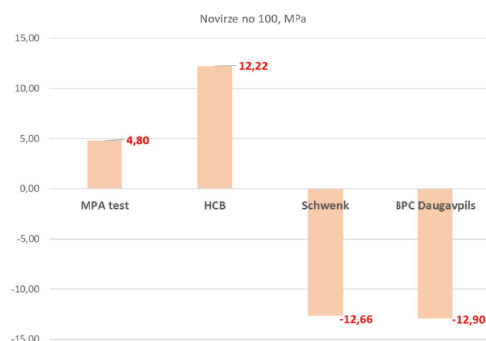


Latvijas Betona olimpiāde – 2021



APSVEICAM !!!

- **MPA Tests** – 1st place
- **HCB (HC Betons)** – 2nd place
- **Schwenk** – 3th place



BALVAS ?!!



BALVAS ?!!



Tomasz Nowacki,
Vice-President
STACHEMA POLSKA
tel. +48695732604



TEHNISKĀ KOMITEJA "TK 01 BETONA SALTURĪBA"

KOMITEJAS DARBĪBAS MĒRĶIS IR:

1. VEICINĀT BETONA NOZARĒS PROFESIONĀĻU DISKUSIJU PAR BETONA SALIZTURĪBU UN GATAVOT ZIŅOJUMUS, KAS SATURĒTU KONCENTRĒTU INFORMĀCIJU AR REKOMENDĀCIJĀM KVALITATĪVA UN ILGMŪŽĪGA BETONA RAŽOŠANAI. ŠOS ZIŅOJUMUS VARĒS IZMANTOT PROJEKTĒTĀJI, BETONA RAŽOTĀJI, BŪVNIKIEKI UN BŪVUZRAUGI.

2. ARGUMENTĒTI FORMULĒT LVS 156 STANDARTA ATJAUNOTAS REDAKCIJAS PRASĪBAS ATTIECĪBĀ UZ BETONA SALTURĪBU, KĀ ARĪ VIRZĪT TĀLĀK IEKĻŪŠANĀ STANDARTĀ.

KOMITEJAS VADĪTĀJS – JĀNIS FREIBERGS
SEKRETĀRS – JĀNIS ZĀLE

1

BETONA SALIZTURĪBA EIROKODU UN EN 206 IZPRATNĒ

Klašu apzīmējums	Vides raksturojums	Informatīvie piemēri, kuri parāda ārējās iedarbības klašu rašanās iespējas
5. Sasaldēšanas/atkausēšanas agresīvā iedarbība ar vai bez pretapledojuuma līdzekļiem		
Ja betons slapjā veidā ir pakļauts ievērojamai sasaldēšanas/atkuššanas cikliskai agresīvai ietekmei, ārējā iedarbība jāklasificē šādi:		
XF1	Mērens piesātinājums ar ūdeni, bez pretapledojuuma vielām	Vertikālas betona virsmas, kas pakļautas lietum un sasaldēšanai
XF 2	Mērens piesātinājums ar ūdeni, ar pretapledojuuma vielām	Vertikālas ceļu konstrukciju betona virsmas, kas pakļautas sasaldēšanai un pa gaisu pārnestu pretapledojuuma vielu iedarbībai
XF3	Liels piesātinājums ar ūdeni, bez pretapledojuuma vielām	Lietum un sasaldēšanai pakļautas horizontālas betona virsmas
XF4	Liels piesātinājums ar ūdeni, ar pretapledojuuma vielām vai jūras ūdeni	Ceļu un tiltu segumi, kas pakļauti pretapledojuuma vielām; Betona virsmas, pakļautas tiešām šļakatām, kas satur pretapledojuuma vielas; Šļakatu iedarbības zonas jūrā, kuras ir pakļautas salam

2

ESOŠĀS SALIZTURĪBAS PRASĪBAS- LVS 156-1:2017

3. tabula. Prasības svaiga betona sastāvam un sacietējuša betona īpašībām

	Ārējās vides iedarbības klases																		
	Bez ārējās iedarbības	Karbonātu izraisītas korozijas					Hlorīdu izraisītas korozijas						Sasalšanas-atkušanas noslodze				Agresīva ķīmiska vide		
		XC1	XC2	XC3	XC4	XC4	Jūras ūdens			Citi hlorīdi, ne no jūras ūdens			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
							XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3							
XO																			
ūc ² , ne vairāk kā		0,90	0,80	0,60	0,60	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,60	0,50	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40	
Minimālā stiprības klase	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C40/50	
Minimālais cementa daudzums [kg/m ³]		160	160	250	250	300	320	320	300	300	320	270	330	300	340	300	320	330	
Cements atbilstoši EN 197-1 ar piemērotību attiecīgajai ārējās vides iedarbības klasei	Visi standartam EN 197-1 atbilstoši cementi															1	1,2		
Smalko piedevu k-vērtības Makrosilicija:																			
a/c ≤ 0,45	2,0					2,0			2,0			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0			
a/c > 0,45	2,0					2,0			2,0			1,0	1,0	1,0	1,0	2,0			
Pelnu putekļi ²	1,0					0,4			0,4			1,0	0,4	1,0	0,4	0,4			
II klases smalko piedevu maksimālā dozācijas robežvērtības % no CEM I 42,5 svara ⁴																			
Pieejas veids:	XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Makrosilicija	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	6	6	
Pelnu putekļi	100	100	45	45	45	45	45	45	45	45	30	45	30	45	30	45	6	6	
Minerālmateriālu salizturība	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F4	MS25	F2	Ūdens uzšļūce <1% vai MS18	-	-	-	
Iesaisītā gaisa daudzums [%a] ¹												-	5,0	5,0	5,0				
D _{max} = 8 mm												-	4,5	4,5	4,5				
D _{max} = 16 mm												-	4,0	4,0	4,0				
D _{max} = 32 mm												-	4,0	4,0	4,0				
<p>1 Sulaftus saturošā vidē izmanto vai nu standartam EN 197-1 atbilstošu pret suluftu iedarbību noturīgu cementu (CEM I-SR5 XA2 klasei un CEM I-SR-3 XA3 klasei), vai arī satvīti vai i jēstau dommas sāņus vismaz 70% apmērā no sausnīvas kopējā daudzuma.</p> <p>2 Projektējot izvēlas izmantojamo sausnīvu, vadoties pēc noteiktās minimālās iedarbības.</p> <p>3 Pelnu putekļu aktivitātes koeficients ir 0, ciktāl pelnu un cementa svāra daļu attiecība pārsniedz 0,33. Izmērot XO, XC 1, XF1 un XF3 ārējās vides iedarbības klases gadījumā. Izmantojot 32,5 stiprības klases cementu, pelnu putekļu aktivitātes koeficienta vērtība XC2, XC3, XC4, XF2, XF4, XS, XD un XA ārējās vides iedarbības klases gadījumā ir 0,20, ciktāl pelnu un cementa svāra daļu attiecība ir mazāka par 0,33; attiecībā uz šo līmeni pārsniedzot daļu, aktivitātes koeficienta vērtība ir 0.</p> <p>4 Visas pieļaujamo cementu un pieļaujamo piedevu kombinācijas ir pieļaujamas, ja vien maisījuma sastāvs atbilst prasībām, kas pieļaujamo cementu sastāvam noteiktas standartā EN 197-1.</p> <p>5 Ja betona ūdens-cementa attiecība ir mazāka par 0,4, tabulā norādīto gaisa daudzuma robežvērtību var samazināt par 0,5% vienību.</p>																			

ESOŠĀS SALIZTURĪBAS PRASĪBAS- LVS 156-1:2017

5.1. tabula. Sacietējuša betona salizturībai noteiktās prasības saskaņā ar CEN/TS 12390-9¹

Ārējās vides iedarbības klase	CEN/TS 12390-9 5.p. (plātnes tests)
	Masas zudumi pēc 56 cikliem (g/m ²)
XF1	$m_{56} \leq 1000$
XF2	$m_{56} \leq 650^2$
XF3	$m_{56} \leq 500$
XF4	$m_{56} \leq 350^2$

PIEZĪME
¹Metode attiecināma uz betoniem, kuriem primāra ir konstrukcijas funkcionalās virsmas noturība pret sala iedarbību – galvenokārt ceļu un laukumu nodilumvirsām, kā arī nenesošajiem un pašnesošajiem dekoratīvajiem betona elementiem.
² Salizturības pārbaudi veic, betona paraugus izturot 3% nātrija hlorīda (NaCl) šķīdumā.

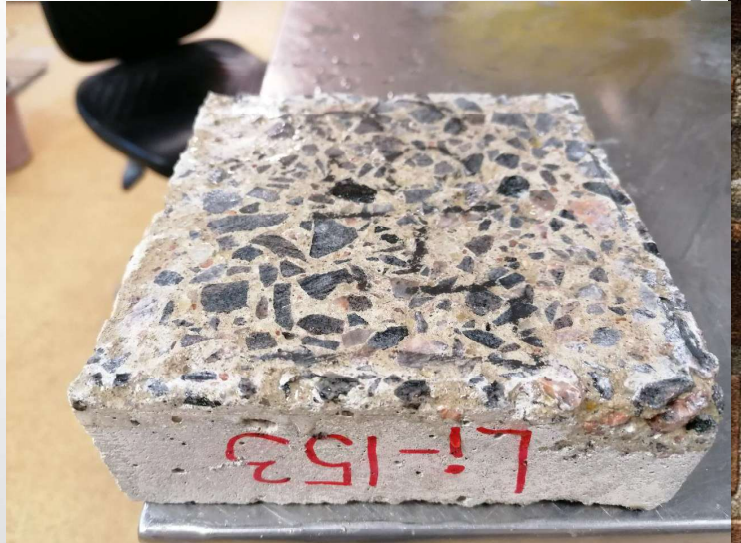
5.2. tabula. Sacietējuša betona salizturībai noteiktās prasības saskaņā ar LVS 156-1:2017 A pielikumu¹

Ārējās vides iedarbības klase	LVS 156-1:2017 A pielikums	
	Salizturības klase	Stiprības zudumi %
XF1	F100	≤ 5
XF2	F200	
XF3	F200	
XF4	F300	

PIEZĪME
¹Metode attiecināma uz betoniem, kuri paredzēti būvkonstrukciju nesošajām konstrukcijām, un primāra ir to stiprības nodrošināšana visā ekspluatācijas periodā pie atbilstošām iedarbības klasēm.

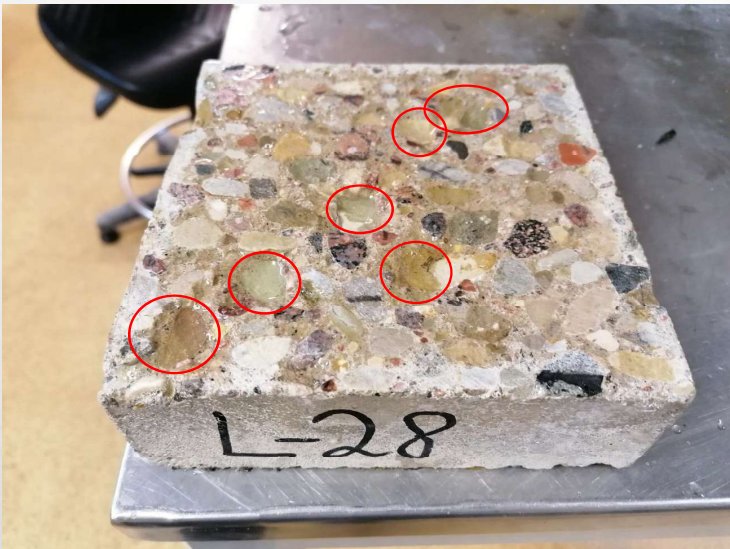


Plātnes testa rezultāti ar granīta pildvielām, izdrupusi javas daļa 1000g/m²



Plātnes testa rezultāti ar granīta pildvielām, nodrupums 190g/m²

5

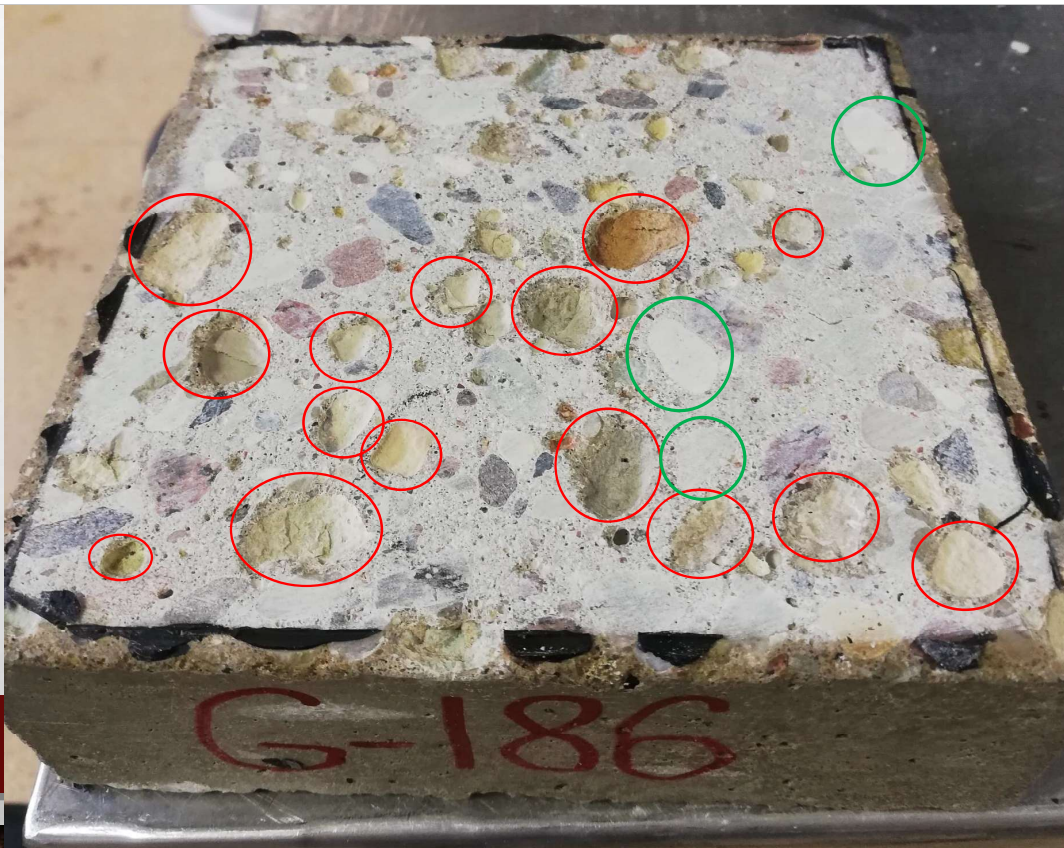


Plātnes testa rezultāti ar oļu pildvielām, izdrupuši oļi un javas daļa 670g/m²



Plātnes testa rezultāti ar oļu pildvielām, nodrupums 150g/m²

6



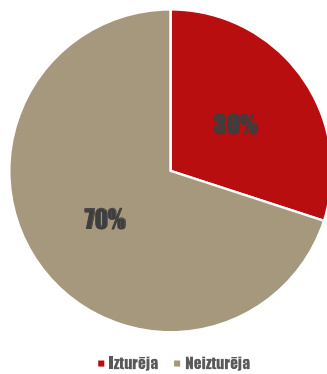
Plātnes testa rezultāti ar oļu pildvielām, nodrupums 460g/m²

7

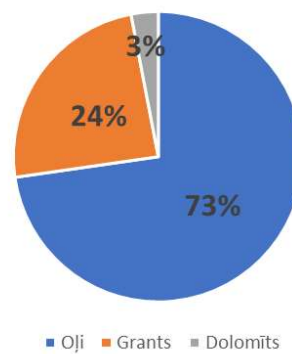
XF2 ĀRĒJĀS IEDARBĪBAS KLASE PĀRBAUDE PĒC CEN/TS 12390-9 PLĀTNES TESTS

KOPĒJAIS REZULTĀTU SKAITS 33

XF2 pārbaudes



Pildviela XF2 testos



LVS 156-1 METODES UN PLĀTNES TESTA PARALĒLĀ TESTĒŠANA XF2/XF4

Identifikācija	Izgatavošanas datums	Stiprības klase	Ū/C	Gaisa saturs, %	Pildvielu veids (oļi, dolomīts, granīts)	Pildvielu salizturība (ja zināma)	Cementa veids	Pārbaudītā salizturības klase (slab test):	Masas zudumi, kg/m ²	Pārbaudītā salizturības klase GOST metode:	GOST metode (1. 2. vai 3.), ciklu skaits	Stiprības zudumi, %
L 287	18.03.2019	C40/50	0,37	4,70%	Granīts	MS18	CEM I 42.5 R	XF4	0,50	F300	2.metode 75 cikli	pieaugums
J 68	12.03.2019	C45/55		5,20%	Oļi	MS25	CEM I 42.5 R	XF2	0,70	F300	2.metode 75 cikli	pieaugums
R 564	24.04.2019	C30/37		4,00%	Granīts	MS18	CEM I 42.5 N	XF2	2,80	F300	2.metode 75 cikli	-2,19%
T 149 337-2	16.08.2019	C30/37		3,8%	Oļi	MS18	CEM II 42.5N A-LL	XF2	1,23	F300	2.metode 75 cikli	pieaugums
D 333	12.04.2019	C25/30		5,1%	Oļi	MS25	CEM I 42.5 N	XF2	0,55	F200	2. metode 45 cikli	-0,20%
V 464	25.04.2018	C30/37	0,5	5,4%	Oļi		CEM I 42.5 N	XF2	0,73	F300	2.metode 75 cikli	pieaugums
TMB_149R	16.08.2019	C30/37	0,5	3,8%	Oļi	MS18	CEM II A-LL/42.5N	XF4	0,98g(pēc 28 cikliem)	F300	2.metode,75 cikli	pieaugums
LDzB_287	18.03.2019	C40/50		4,7	Granīts	F1	CEM I 42.5 R	XF2	0,5	F300	2.metode,75 cikli	pieaugums
RTB_43	19.11.2019	C35/45	0,42	3,4%	Granīts	F2	CEM I 42.5 N	XF4	0,01	F300	2.metode,75 cikli	pieaugums
G_TB76	25.06.2019	C40/50		3,5%	Granīts	F1	CEM I 52.5 N SR3	XF4	0,05	F300	2.metode,75 cikli	pieaugums
L_Dz702	06.08.2020	C45/55	0,41	4,9%	Granīts	F1	CEM I 42.5 R	XF4	0,05	F300	2.metode 75 cikli	0,30%

Izvērtēti 11 gadījumi

- 4 gadījumos neatbilstība standarta 3 tabulas prasībām
- Plātnes tests: 6 gadījumos paraugi neizturēja pārbaudi
- LVS 156-1:2017 A pielikums: 8 gadījumos novērojams spiedes stiprības pieaugums

9

PIEDĀVĀTIE LVS 156-1 LABOJUMI

Piedāvātie labojumi:

Ārējās vides iedarbības klase	Projektētais betona kalpošanas laiks gados ²	CEN/TS 12390-9 5.p. (plātnes tests), masas zudumi pēc 56 cikliem (g/m ²)	
		ūdenī	3% nātrija hlorīda (NaCl) šķīdumā
XF1	50	$m_{56} \leq 500$, vai $m_{56} \leq 1000$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2	
	100	$m_{56} \leq 200$, vai $m_{56} \leq 500$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2	
XF2	50		$m_{56} \leq 650$ vai $m_{56} \leq 1300$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2
	100		$m_{56} \leq 500$, vai $m_{56} \leq 1000$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2
XF3	50	$m_{56} \leq 200$, vai $m_{56} \leq 500$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2	
	100	$m_{56} \leq 100$, vai $m_{56} \leq 200$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2	
XF4	50		$m_{56} \leq 350$ vai $m_{56} \leq 700$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2
	100		$m_{56} \leq 200$, vai $m_{56} \leq 500$, ja m_{56}/m_{28} attiecība ir mazāka kā 2

PIEZĪME
¹Metode attiecināma uz betoniem, kuriem primāra ir konstrukcijas funkcionālās virsmas noturība pret sala iedarbību – galvenokārt ceļu un laukumu nodilumvirsmām, kā arī nenesošajiem un pašnesošajiem dekoratīvajiem betona elementiem.
²Pēc noklusējuma tiek pieņemts betona projektētais kalpošanas laiks 50 gadi. Par nepieciešamību betona atbilstībai un kalpošanas kritērijiem 100 gadu periodam, prasībām jābūt skaidri definētām betona pasūtījumā un specifikācijā.

10

PIEDĀVĀTIE LVS 156-1 LABOJUMI

6.labojuma priekšlikums – precizēt 5.1. tabulas 1.piezīmi

Orģinālā versija:

¹Metode attiecināma uz betoniem, kuriem primāra ir konstrukcijas funkcionālās virsmas noturība pret sala iedarbību – galvenokārt ceļu un laukumu nodilumvirsmām, kā arī nenesošajiem un pašnesošajiem dekoratīvajiem betona elementiem.

Piedāvātie labojumi:

¹Metode attiecināma uz betoniem, kuriem primāra ir konstrukcijas funkcionālās virsmas noturība pret sala iedarbību.

7.labojuma priekšlikums – precizēt 5.2. tabulas 1.piezīmi

Orģinālā versija:

¹Metode attiecināma uz betoniem, kuri paredzēti būvkonstrukciju nesošajām konstrukcijām, un primāra ir to stiprības nodrošināšana visā ekspluatācijas periodā pie atbilstošām iedarbības klasēm.

Piedāvātie labojumi:

¹Metode attiecināma uz betoniem, kuri paredzēti būvkonstrukciju nesošajām konstrukcijām, un primāra ir to stiprības nodrošināšana visā ekspluatācijas periodā pie atbilstošām iedarbības klasēm. Metode negarantē betona virsmas noturību pret sasaldēšanas/atkuššanas ciklu iedarbību.

PIEDĀVĀTIE LVS 156-1 LABOJUMI

10.labojuma priekšlikums – precizēt prasības A pielikuma testēšanas metodei

Precizējumu būtība (standarta tekstā nepieciešami vairāki uzlabojumi, lai korekcijas ieviestu):

- Prasības paraugiem: Bez vizuāliem defektiem. Blīvuma atšķirības: nevienam no testēšanas paraugiem blīvums nedrīkst būt mazāks par visu testēšanas paraugu vidējo blīvumu vairāk nekā par 30 kg/m³.
- Testēšana: sasaldēšana ≥ 2.5 h gaisa $t = -18 \pm 2^\circ\text{C}$, atkausēšana ne mazāk par (2 ± 0.5) h 5%NaCl šķīdumā $t = 18 \pm 2^\circ\text{C}$; gaisa temperatūra jānosaka saldēšanas kameras centrā, blakus testēšanas paraugiem.
- Pārtraukumi testēšanā: minimālais ciklu skaits diennaktī-1. Testēšanas pārtraukuma gadījumā paraugi jāuzglabā sasaldētā stāvoklī saldēšanas kamerā vai speciālā ledusskapī temperatūra $\leq -10^\circ\text{C}$, paraugi jāapsedz ar mitru audumu, lai tie neizzūstu.

A 7.:

- f) aprēķinātais blīvums katram paraugam un vidējais aritmētiskais blīvums, kg/m³.
- h) parauga spiedes stiprība MPa (ar precizitāti 0.1MPa) vai N/mm² (ar precizitāti 0.1N/mm²)

PIEDĀVĀTIE LVS 156-1 LABOJUMI

A.4. tabula. Gala rezultāta iegūšanai nepieciešamais pārbaudes ciklu skaits

Betons	Salizturības noteikšanas metode	Sasaldēšanas un atkausēšanas ciklu skaits atkarībā no betona salizturības markas												
		F25	F35	F50	F75	F100	F150	F200	F300	F400	F500	F600	F800	F1000
Visi betona veidi, izņemot ietvju un ielu, un hidrauliku segumiem paredzētam betonam	1. metode	25	35	50	75	100	150	200	300	400	500	600	800	1000
	2. metode	-	-	8	13	20	30	45	75	110	150	200	300	450
	3. metode	-	-	-	2	3	4	5	8	12	15	19	27	35
Ietvju un ielu, un hidrauliku segumiem paredzētam betonam ar blīvumu mazāku nekā 1500 kg/m³	2. metode	-	-	50	75	100	150	200	300	400	500	600	800	1000
	3. metode	-	-	-	5	10	20	30	45	80	105	155	205	

PALDIES PAR UZMANĪBU!



3D betona drukāšanas perspektīvas Latvijā

Būvniecības inženierzinātņu fakultātes
Materiālu un konstrukciju institūta
Vadošais pētnieks
3D betona drukāšanas zinātniskās
laboratorijas vadītājs
Dr. Sc. Ing.
Māris Šinka

25.11.2021.

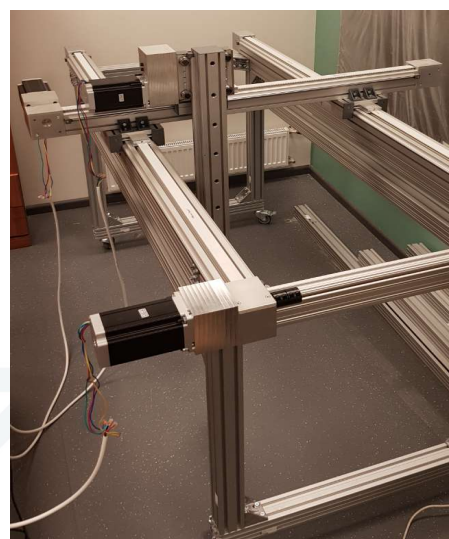
1

Situācija pirms 12 mēnešiem RTU BIF:

- Nepilnīgs rāmja 3D printeris ar vienkāršu printgalvu;
- Viens pētnieks, kas strādā šajā virzienā;
- Bez industrijas atbalsta.



Riga Technical University

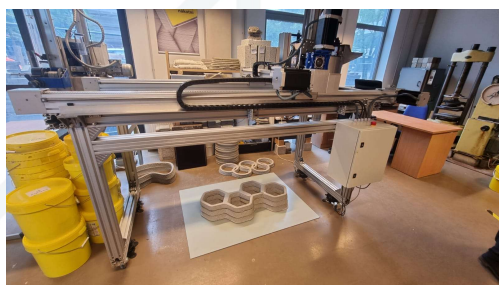


2

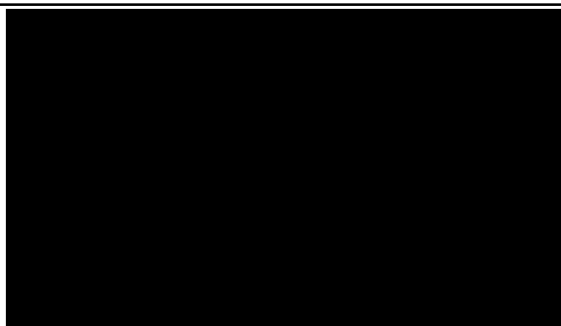
2

Pašreizējā situācija:

- 3D betona drukāšanas zinātniskā laboratorija izveidota 01.04.21.;
- Esošais rāmja tipa printeris ir pilnveidots sadarbībā ar RTU Design Factory;
- Industriālās doktorantūras studijas uzsāktas sadarbībā ar SAKRET;
- Vairāki pētņieki un pētņiecības virzieni.



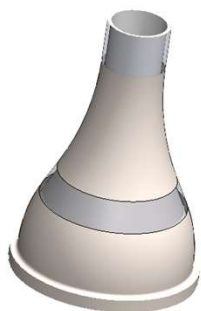
Riga Technical University



3

Laboratorijas pētņjumu virzieni 1

- Industriālās doktorantūras projekts sadarbībā ar SAKRET, doktorsants Kristis Ziemelis;
- Mērķis – printera mainģgo parametru un maisģjuma mijģiedarbģbas izpģte;
- Mainģgie parametģri – sprauslas izmģri un formas, printģšanas un ekstrģzģjas āģtrums, objekta forma, slāģņu augstums;
- Testģti vairāki sastāvi, šobrģd atrasts perspektģvākais, ar ko turpinās testi;



3DC Lab @ RTU
Concrete lab mixture
24.09.21.

4

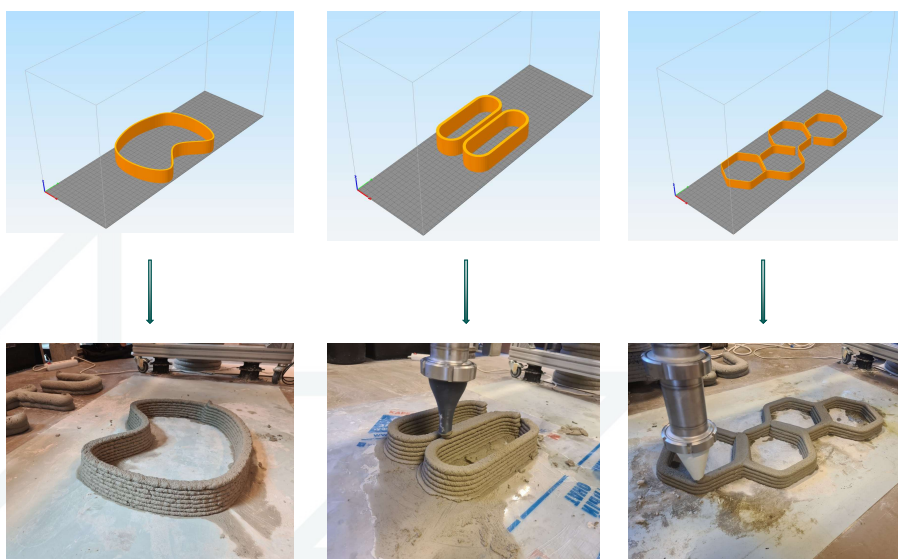
Laboratorijas pētījumu virzieni 1

- Industriālās doktorantūras projekts sadarbībā ar SAKRET, doktorants Kristis Ziemeļis;
- Mērķis – printera mainīgo parametru un maisījuma mijiedarbības izpēte;
- Mainīgie parametri – sprauslas izmēri un formas, printēšanas un ekstrūzijas ātrums, objekta forma, slāņu augstums;
- Testēti vairāki sastāvi, šobrīd atrasts perspektīvākais, ar ko turpinās testi;



5

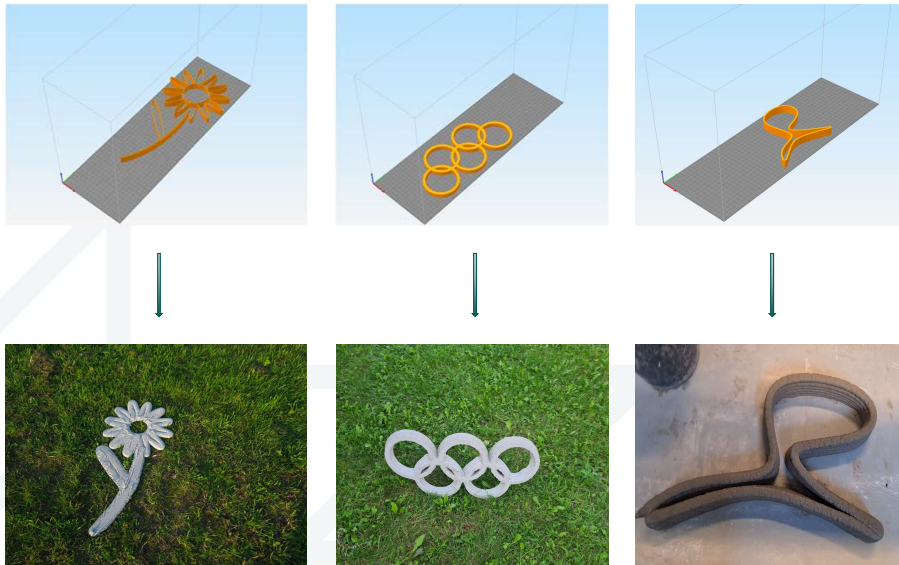
Laboratorijas pētījumu virzieni 1



6

6

Laboratorijas pētījumu virzieni 1



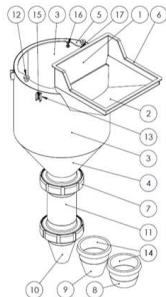
7

7

Laboratorijas pētījumu virzieni 1

- Tālākais virziens saistās ar nepārtrauktas printēšanas nodrošināšanu, izstrādājot slēgta tipa printgalvu, kas savienota sistēmā ar javas maisītāju un sūkni;
- Paldies SIA «REAKTĪVS» par laboratorijas atbalstu ar iekārtām – javas maisītāju un sūkni.

REAKTĪVS



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	LOADER_SIDES	ASI 304 - 1mm	1
2	LOADER_BOTTOM	ASI 304 - 1mm	1
3	ROLLED_CYLINDER	ASI 304 - 1mm	1
4	ROLLED_CONE	ASI 304 - 1mm	1
5	RING_INSERT	ASI 304 - 3mm	1
6	LOADER_TOP	ASI 304 - 3mm	1
STANDARD PARTS			
7	SCREWED_LINER_DIN 11850	DN80	2
8	REDUCER_DN80_TO_DN65	DN80-DN65	1
9	REDUCER_DN80_TO_DN50	DN80-DN50	1
10	REDUCER_DN80_TO_DN40	DN80-DN40	1
11	PIPE_DN80	DN80 (85X3MM)	1
12	CYLINDER_HEAD_SHOULDER_BOLT	GN_732_1_M8_10_8_NI	2
13	LATCH_CLAMP (PART OF THE SET)	GN_851_1_160_L3	4
14	DIN 11850 - WELDING LINER	DN80	2
FASTENERS			
15	DIN 7380 - M4 X 8 - A2	HEXAGON SOCKET BUTTON HEAD SCREW	8
16	DIN 929 - M4	WELD NUT	8
17	DIN 229 - M8	WELD NUT	2



8

Laboratorijas pētījumu virzieni 2

- Maisījumu izstrāde, ilgmūžības testēšana laboratorijas un SAKRET maisījumiem.
- Reoloģija ar mini-cone pēc EN 1015-3.
- Atšķirība veidņots/printēts, spiede, liece dažādos virzienos (EN 206 un EN 1015), šuvju pārbaude ar tomogrāfu Scanco microCT 50;
- Salturības testi un salīdzināšana veidņots/printēts, jāadaptē standarta testi, salturība CDF tests pēc EN 1338 vai CEN/TS 12390-9:2006 CF, sulfātziturbība SIA 262/1;
- Plānota dalība DC2022 ar rakstu par šī pētījuma rezultātiem;
- Tālākie virzieni – ietekmes uz vidi samazināšana ar SCM lietošanu.



9

Laboratorijas pētījumu virzieni 2 – 3D drukātā betona ilgmūžība

- Eksperimentālais maisījums un Sakret gatavā maisījuma sastāvs:
- Mehānisko īpašību testi – 7 un 28 dienu lieces un spiedes testi gan veidņotiem, gan 3D drukātiem betona maisījumiem;;
- Salturība LVS CEN/TS 12390-9;
- Sulfātu izturības testi pēc SIA 262/1;

Experimental mix proportions

Water	143.0
OPC	328.0
W/C	0.44
Sand <2mm	564.0

Sand/Cement	1.72
Limestone filler	108.0
SP	4.2
VMA	0.2

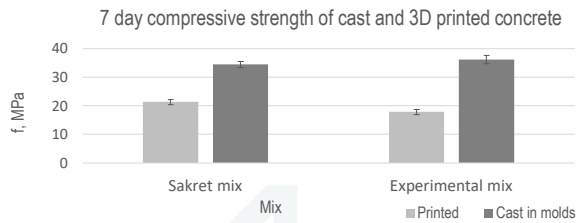
Sakret ready-made mix proportions

Water	170.0
Dry mix	1000.0



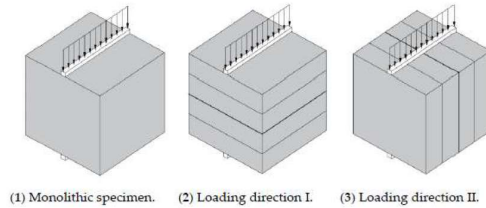
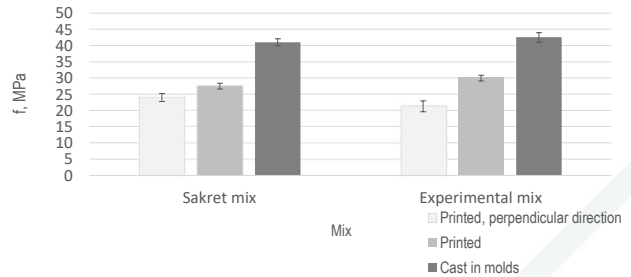
10

Laboratorijas pētījumu virzieni 2 – 3D drukātā betona ilgmūžība



Riga Technical University

28 day compressive strength of cast and 3D printed concrete



11

Laboratorijas pētījumu virzieni 3

- PostDoc projekts “3D drukāti bioloģiskas izcelsmes materiāli pielietojumam būvniecībā”;
- Mērķis - samazināt būvniecības nozares negatīvo ietekmi uz vidi, izgatavojot 3D drukātus bioloģiskas izcelsmes būvmateriālus;
- Bioloģiska pildviela un minerāla saistviela;
- Labs *buildability*, bez stabilizatoriem;
- Šobrīd tikai materiāli ar blīvumu sākot no 1000 kg/m³;



Fast Setting Binders for Application in 3D Printing of Bio-Based Building Materials

Matej Štáhl¹, Jitavara Zárka², Diana Rejzler³, Genadij Sahmenko and Aleksander Korjakov⁴

¹Institute of Materials and Structures, Faculty of Civil Engineering, Riga Technical University, 12508 Riga, Latvia; ²akademika@rtu.lv (M.S.); ³rejzler@rtu.lv (D.R.); ⁴korjakov@rtu.lv (A.K.)

* Correspondence: matej.stahl@rtu.lv

Received: 18 September 2020; Accepted: 21 October 2020; Published: 24 October 2020

Abstract: The construction industry is one of the largest emitters of CO₂ because the production of traditional building materials is highly energy-intensive and uses considerable amounts of raw materials. This research aims to decrease the negative environmental impact of the construction industry by providing biocomposites with a low environmental impact due to their bio-based components and efficient use of the materials through 3D printing. Agricultural waste products—hemp shives—are used in these materials as a filler together with three different types of fast-setting binders—neoprene, calcium sulphoaluminate (CSA) and those that are gypsum-based. The study determines the setting time and compressive strength of these binders, as well as the formation of biocomposites of different densities for different applications, or trapezoids and perforatory like cyclic assessment (LCA) are also performed. Results show that biocomposites with hemp shives and fast-setting binders have a possible application in 3D printing due to their shape stability and buildability, as well as relatively high compressive strength, which allows for load-bearing use at high densities and thermal insulation use at low densities, although printability at low binder content remains a significant challenge. Preliminary LCA results show that CSA and gypsum binders have the lowest environmental impact from the binders considered.

Keywords: bio-based building materials; hemp; MOC; MPC; CSA; gypsum; 3D printing; LCA



3DCPLab @ RTU
Hempcrete print 27.07.21.



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda atbalstu darbības programmas “Izaugsme un nodarbinātība” 1.1.1. specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt Latvijas zinātisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” 1.1.1.2. pasākuma “Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts” ietvaros (Nr.1.1.1.2/IA/A3/19/394).



REGULĒTIJUNS TAVĀ NĀKOTNĒ

12

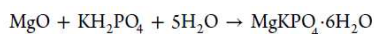
Laboratorijas pētījumu virzieni 3 – bioloģiskas izcelsmes materiālu druka

Materiāli

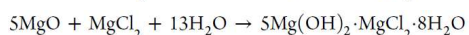
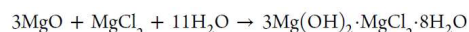
Alternatīvas ātri cietējošas saistvielas:

- Cementi uz magnija bāzes:

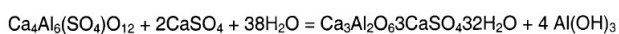
- Magnija fosfāta cements (**MPC**):



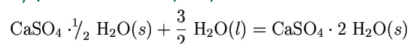
- Magnija oksihlorīda cements (**MOC**):



- Kalcija sulfoalumināta cements (**CSA**):



- Ģipša saistviela (**BG**):



Pildviela – bioloģiskas izcelsmes lauksaimniecības blakusprodukts – kaņepju spaļi.



Kaņepju spaļi – lauksaimniecības blakusprodukts

Riga Technical University

13

13

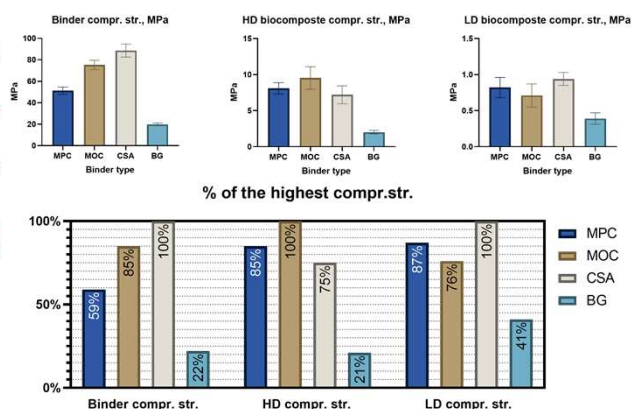
Laboratorijas pētījumu virzieni 3 – bioloģiskas izcelsmes materiālu druka

Saistvielu un biokompozītu īpašības

- MOC – augsta stiprība – gan saistvielai, gan biokompozītam, tas pats ar MPC;
- CSA – augsta saistvielas stiprība, bet zemāka stiprība ar bioloģiskas izcelsmes pildvielai;
- BG - salīdzinoši labi rezultāti - uzrāda lielāku stiprības % ar LD biokompozītiem..
- Papildinformāciju skatiet mūsu rakstā “**Fast setting binders for application in 3D printing of bio-based building materials**”, *Sustainability*, 2020.



HD biokompozīti no dažādām saistvielām MPC (augšējā kreisajā pusē), BG (augšējā labajā pusē), CSA (apakšējā kreisajā pusē) un MOC (apakšējā labajā pusē).



14

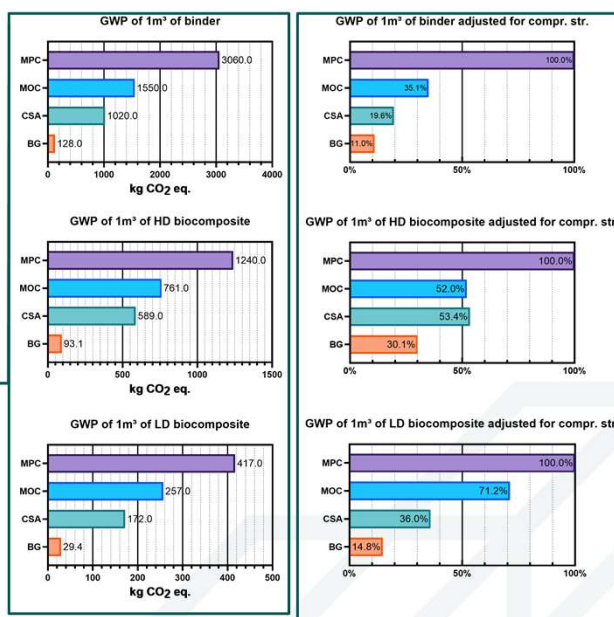
14

Laboratorijas pētījumu virzieni 3 – bioloģiskas izcelsmes materiālu druka

LCA – ietekme uz vidi

- Priekšizpēte – tikai saistvielām;
- "Credle-to-gate" sistēmas robežas;
- IPCC 2013 GWP100a metode – ietekme izteikta CO₂ ekvivalentos;
- Tika definētas trīs dažādas funkcionālās vienības:
 - 1 m³ saistvielas;
 - 1 m³ HD biokompozīta;
 - 1 m³ LD biokompozīta;
- Pielīdzināts atbilstoši spiedes stiprībai.

Rīga Technical University



15

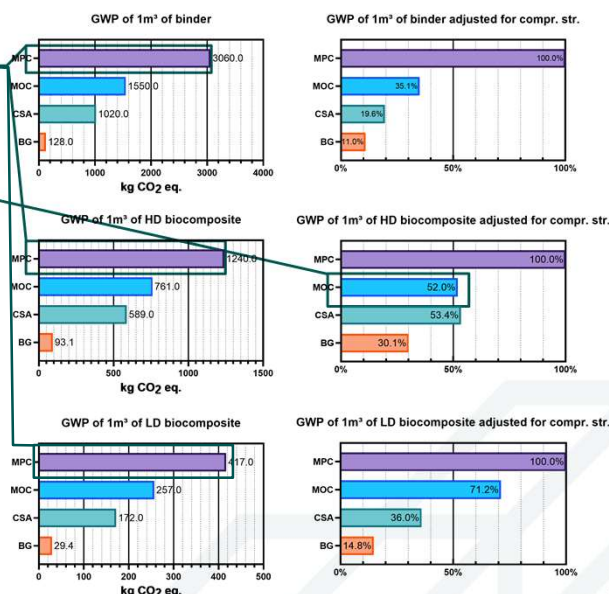
15

Laboratorijas pētījumu virzieni 3 – bioloģiskas izcelsmes materiālu druka

LCA – ietekme uz vidi

- MPC – cietinātāja radītā lielākā ietekme – monokālīja fosfāts – ļoti energoietilpīgs;
- MOC – otrs augstākais, HD biokompozīti pielīdzināti stiprībai – labs rezultāts;
- CSA – otrs zemākais – apdedzināšanas temperatūras un izmantoto izejvielu dēļ;
- BG – mazākā ietekme, tāda pati kā CSA, vēl zemāka apdedzināšanas temperatūra;
- BG un CSA LD biokompozītmateriāli būtu CO₂ negatīvi, ja pildvielu ņemtu vērā, jo kaņepju spaļi augšanas laikā uzņem un ieslēdz sevī CO₂.

Rīga Technical University

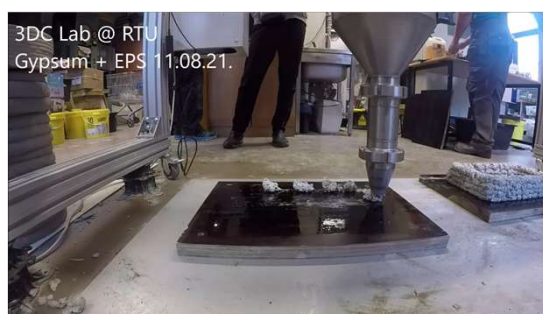
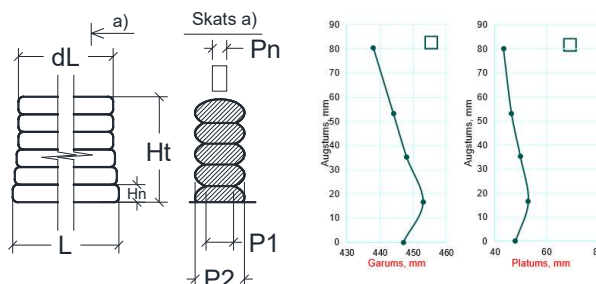


16

16

Jauns virziens - EPS un ģipša kompozīta izmantošana 3D drukāšanā

- Ģeometriskās novirzes ar dažādiem izraisošiem faktoriem:
 - Printējamā forma (taisns, stūri);
 - Kustības uzsākšanas brīdis vai vienmērīga kustība;
 - Slāņa izvietojums;
 - Materiāla apjoms tvertnē u.c.



17

Studentu iesaistīšana

Baltijā pirmais starptautiskais 3D betona konkurss. 2021 oktobris -2022 marts sadarbībā ar RTU Dizaina fabriku un Latvijas Universitāti:

- 1-3 brīvstāvoši objekti LU Campus Torņakalnā.
- 27 komandas (Latvija, Lietuva, Igaunija, Grieķija, Austrija, Spānija, Ķīna, ASV)
- Vairāku mēnešu garumā tiks organizētas lekcijas un apmācības;
- <https://print-concrete.com/#/>



Riga Technical University

18

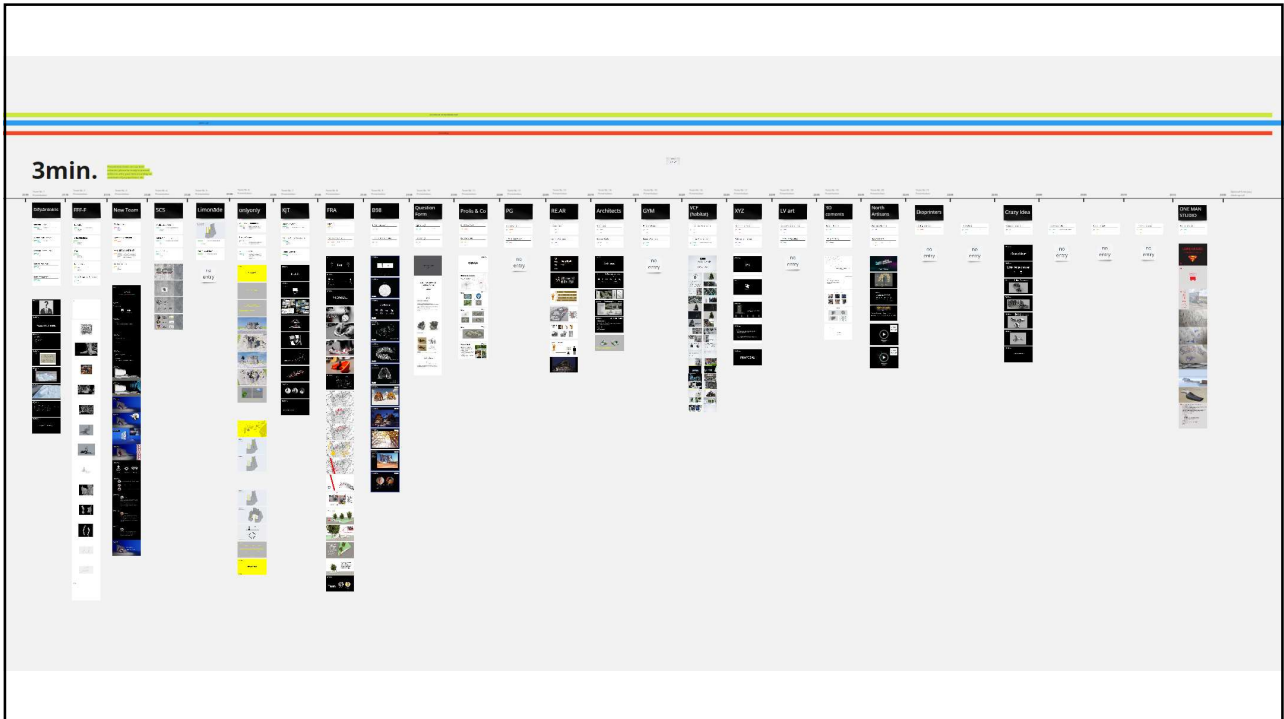
18



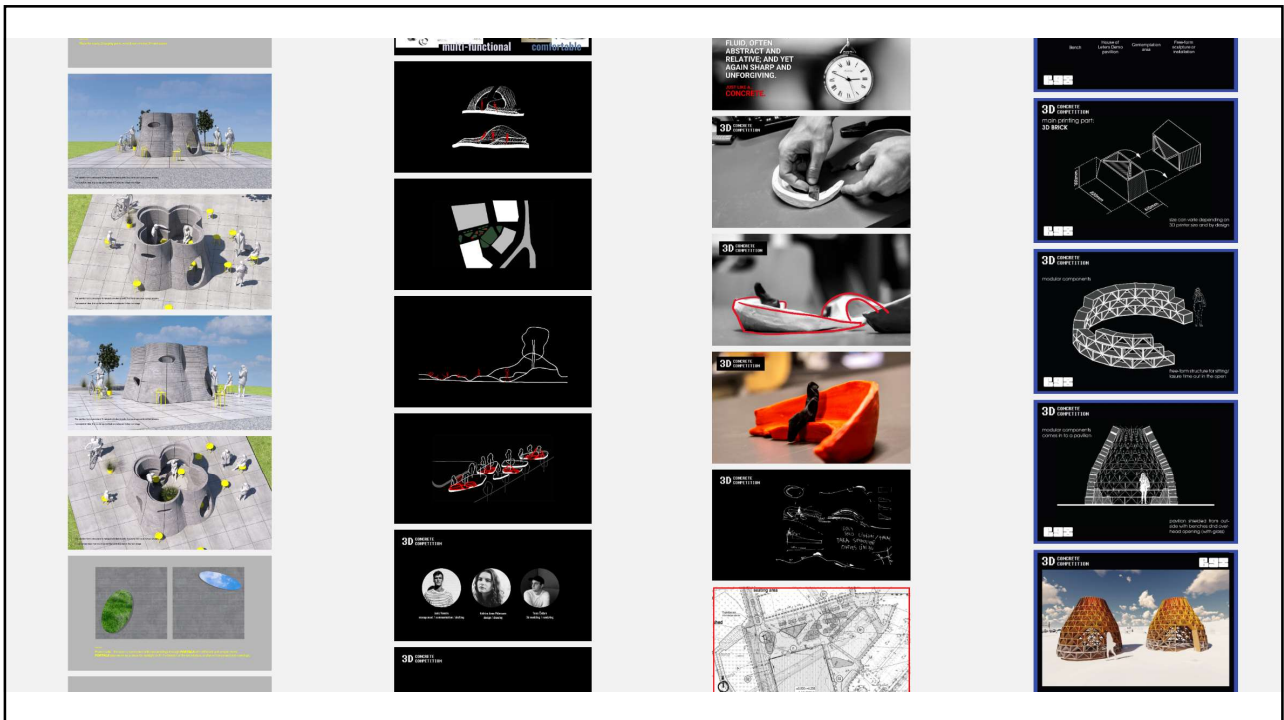
19



20



21



22

3D CONCRETE COMPETITION



Prof. Indriķis Muiznieks
University of Latvia
rector



Prof. Uģis Bratuškins
Dean of Faculty of
Architecture at Riga
Technical university



Māris Šinka
Head researcher at
RTU 3D concrete
printing laboratory



Marģers Pošs
University of Latvia
Head of Infrastructure
Department



Laila Kundziņa
CEO, Board Member UL
Foundation



Voldemārs Johansons
Visionary Culture
Foundation, Artist



Matījs Babris
Architect, researcher
Riga Technical
university



Jānis Ploks
University of Latvia
"House of Letters"
project director

23

3D CONCRETE COMPETITION

Balvu fonds: 5000-10 000 EUR

Zelts (galvenā balva) – **3000 EUR** / komanda
Sudrabs (simpātiju balva) – **2000 EUR** / komanda
Bronza (atzinības balva) – **1000 EUR** / komanda

print-concrete.com
ej.uz/printcompetition

concreteprintevent@gmail.com

24

Sadarbība ar nozari

- 30. septembrī laboratorija organizēja Pirmo 3D betona un būvmateriālu drukas semināru;
- Piedalījās visi galvenie šajā jomā aktīvie zinātnes un rūpniecības pārstāvji;
- Iepazīstinājām ar laboratorijas pētījumu virzieniem un demonstrējām laboratoriju.



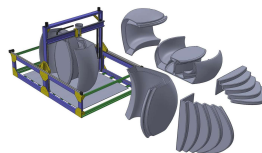
Riga



25

Industrija Latvijā

- SAKRET
- CONSTROS;
- PROFABB;
- FabControl;
- 3Dtech;



Riga Technical University


FabControl

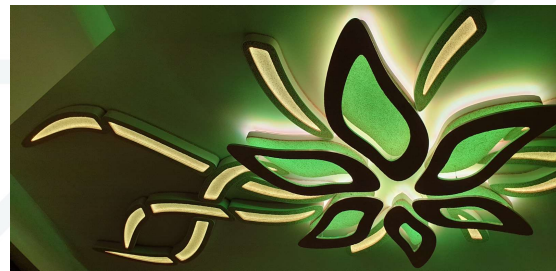
PROFABB
 ADDITIVE MANUFACTURING

26

26

Industrija Latvijā

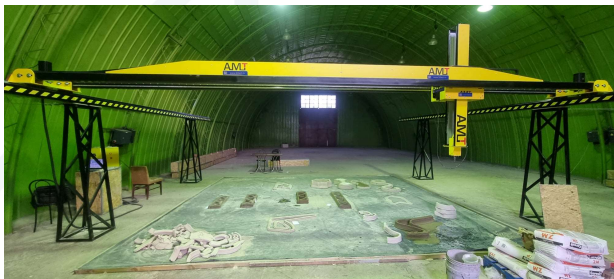
- SAKRET
- **CONSTROS;**
- PROFABB;
- FabControl;
- 3Dtech;



27

Industrija Latvijā

- SAKRET
- CONSTROS;
- PROFABB;
- FabControl;
- **3Dtech;**



Riga Technical University



28

28

PALDIES!

Esat aicināti uz 5. Starptautisko konferenci
**“Innovative
 Materials, Structures and Technologies”
 IMST2022**

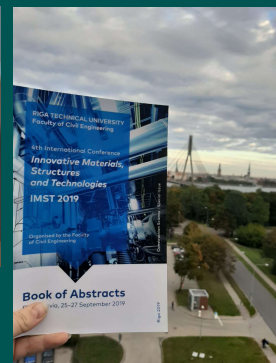
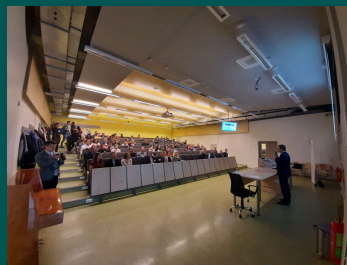
Organizē Rīgas Tehniskās universitātes Būvniecības
 fakultāte Rīgā, Latvijā

2022. gada 28.–30. septembris
<http://www.imst.rtu.lv/>

Īpaša sekcija par 3D drukāšanu

<https://www.facebook.com/3DCLab>

maris.sinka@rtu.lv



Latvijas Betona Savienības XXIX zinātniski tehniskās
konference 25.11.2021.

Vieglais cementa kompozīts ar putustikla granulām un PVA šķiedrām

Genadijs Šahmenko, Donatas Sikarskas, Valentin Antonovič, Jurgita
Malaiškien, Renata Boris, Rimvydas Stonys

1

Problems:

- Floor cracking
- Plaster cracking
- Delamination



Plaster for industrial boilers



Problems:

- Liels pašvars (Self-weight) ➡ Light-weight plaster!
- Trauslums, plaisu veidošanās ➡ Crack resistance ..Elastīgums .. Ductility!

The aim of this work:

- Development of Light-weight cement composite plaster with expanded glass aggregate and polyvinyl alcohol fiber (PVA) fibers;
- Investigation the microstructure and properties.



The materials used in the investigation included:

Portlandcement - CEM I 42R

Table 1. Chemical composition

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Cl	L.O.I.
63.2	20.4	4.0	3.6	2.4	0.9	0.2	3.1	0.05	2.15

Table 2. Physical-mechanical properties of cement

Particle density, g/cm ³	Bulk density, g/cm ³	Blaine fineness, cm ² /g	Compressive strength after 2 days, MPa	Compressive strength after 28 days, MPa	Setting time, min	Final setting, min
3.1	1.1	3700	20	55	160	215

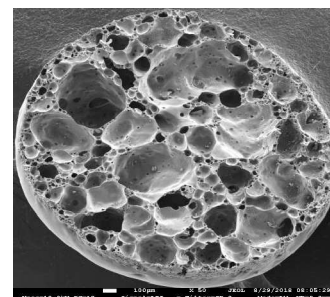
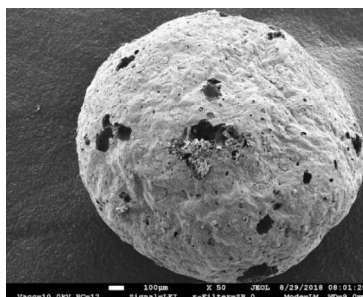
The materials used in the investigation included:

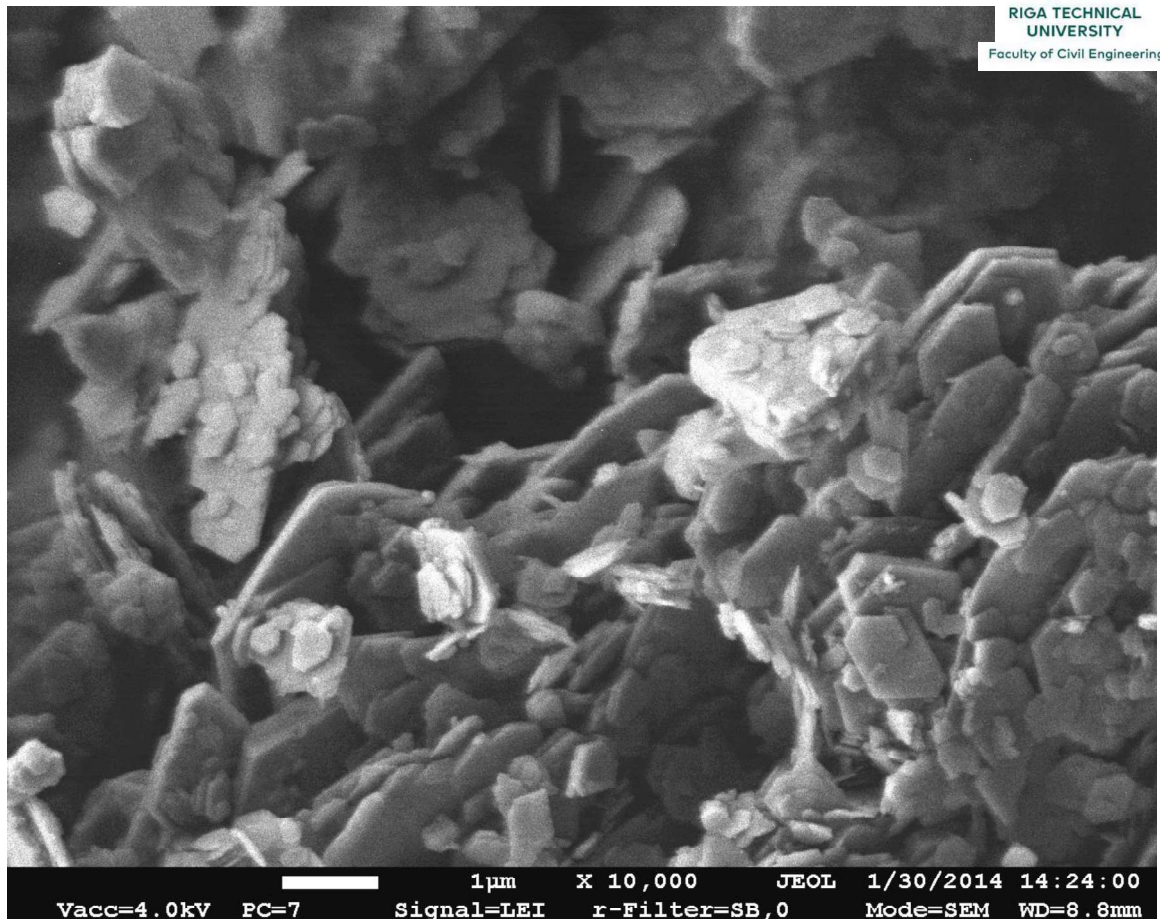
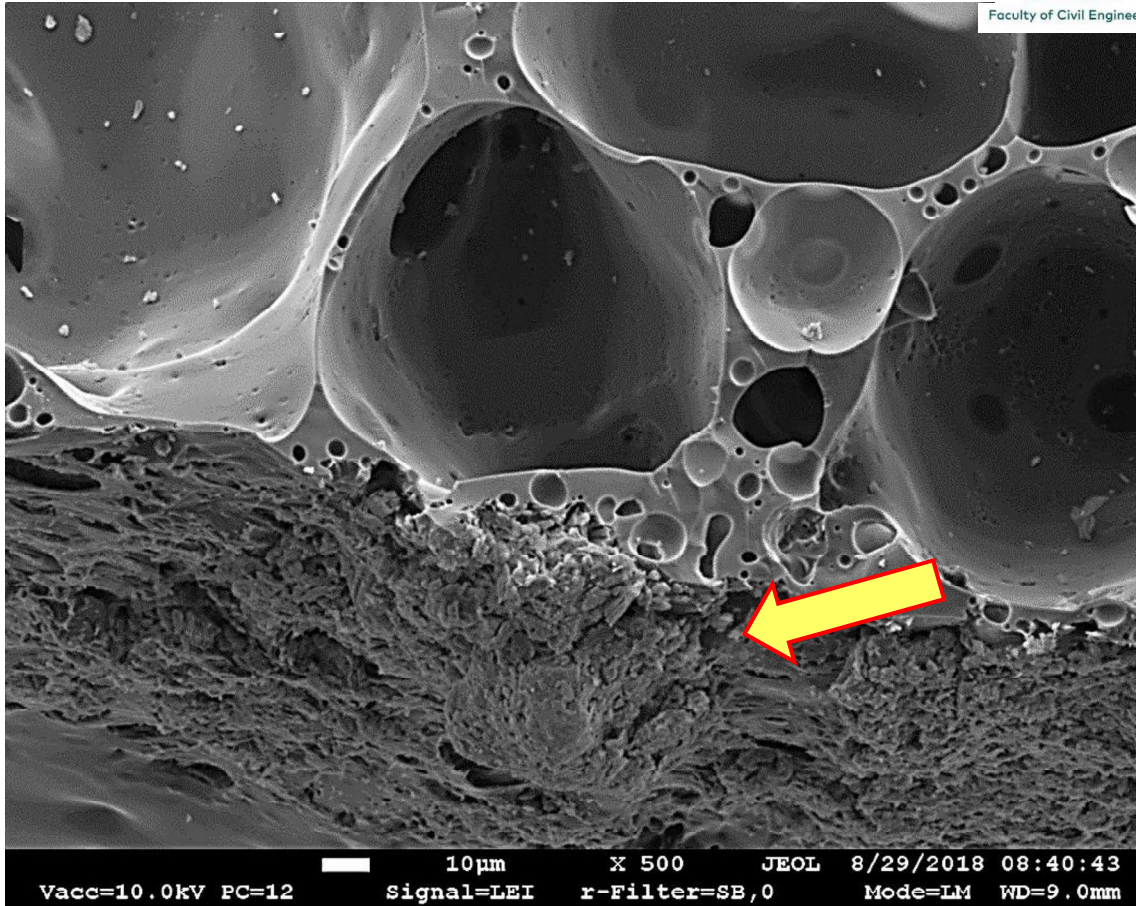
Expanded glass granulate (EGG)

ecologically valuable material made from recycled glass.

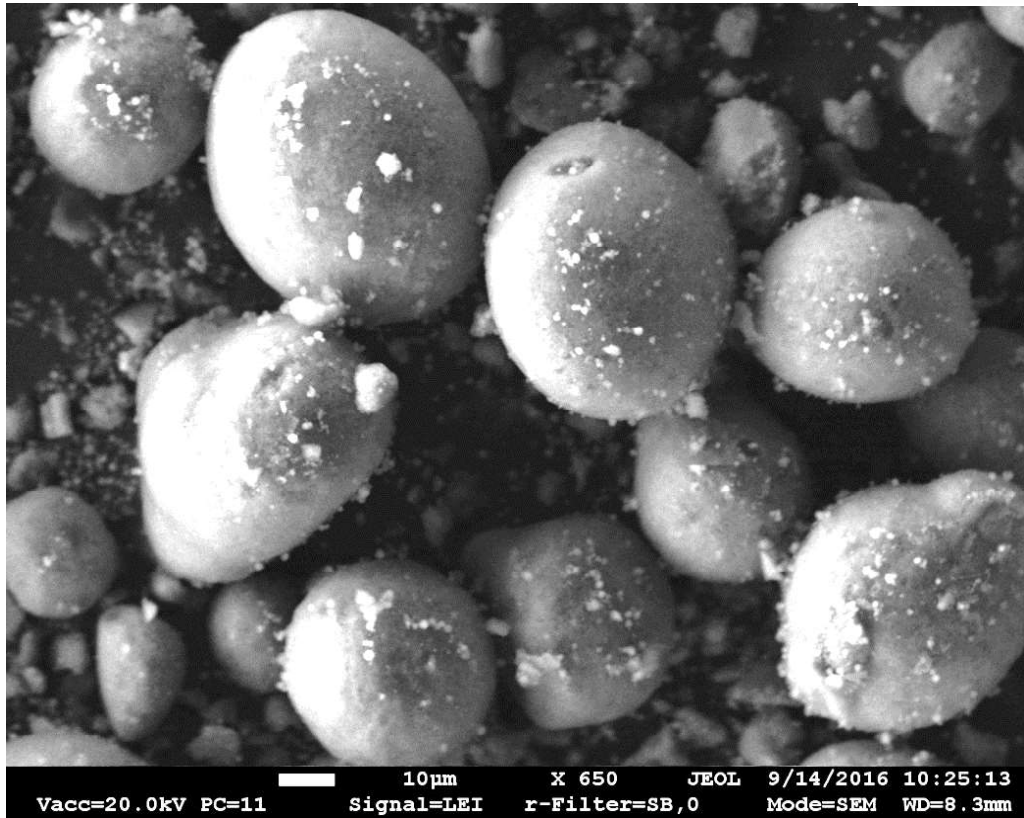
Table 3. Characteristics of EGG

Charakteristika	Size of EGG, mm		
	1–2	0.5–1	0.25–0.5
Bulk density, kg/m ³	230	270	340
Compressive strength, MPa	2.0	2.3	2.5
Water absorbtion , % by mass	20	20	25
pH	9–11		
Softening point, °C	700		





The materials used in the investigation included:
Waste of FCC catalyst (FCC) (Al_2O_3 - 39,4%; SiO_2 - 50,1%)



The materials used in the investigation included:

Table 4. FIB-energy* MC polyvinyl alcohol fibers

Type	Diameter (μm)	Length (mm)	Tensile strength (GPa)	Elasticity modulus (GPa)
A	40	8	1.6	42
B	200	12	1.0	30

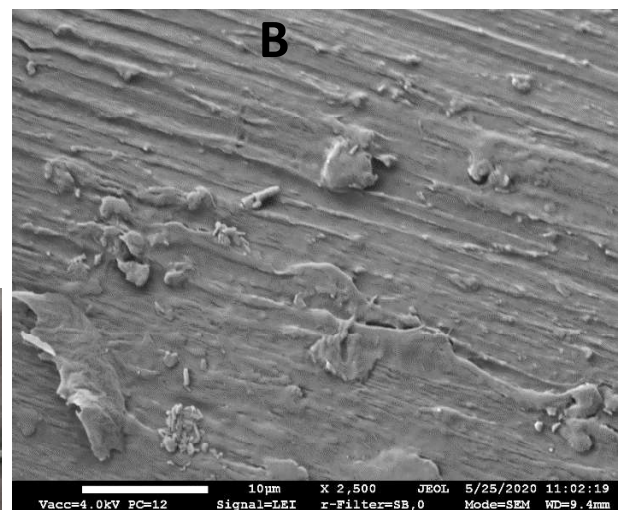
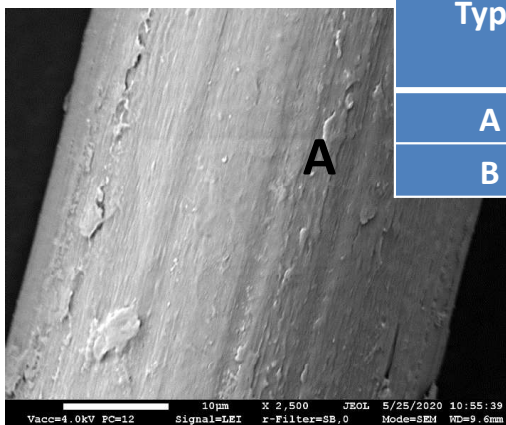
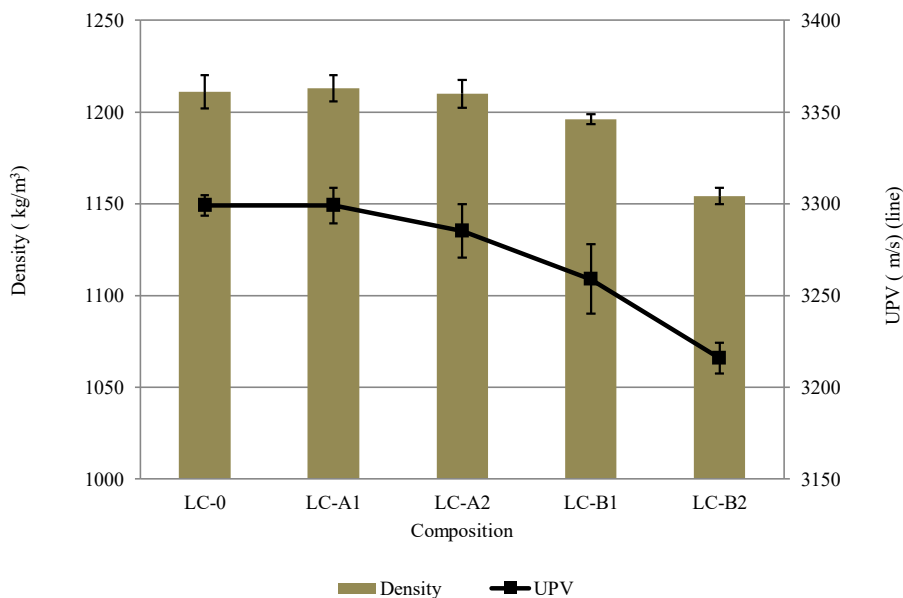


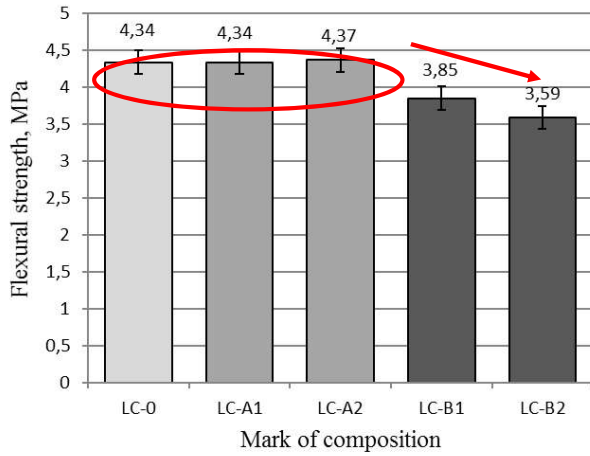
Table 6. Compositions of plaster with fiber additive

Sample mark	PC, (%)	FCCW, (%)	MW, (%)	A, (%)*	B, (%)*	GEG, (%)			SP(%)*	V/R
						0.25-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0		
LC-0	63	3.5	3.5			10	10	10	1	0.4
LC-A1	63	3.5	3.5	0.25		10	10	10	1	0.4
LC-A2	63	3.5	3.5	0.5		10	10	10	1	0.4
LC-B1	63	3.5	3.5		0.25	10	10	10	1	0.4
LC-B2	63	3.5	3.5		0.5	10	10	10	1	0.4

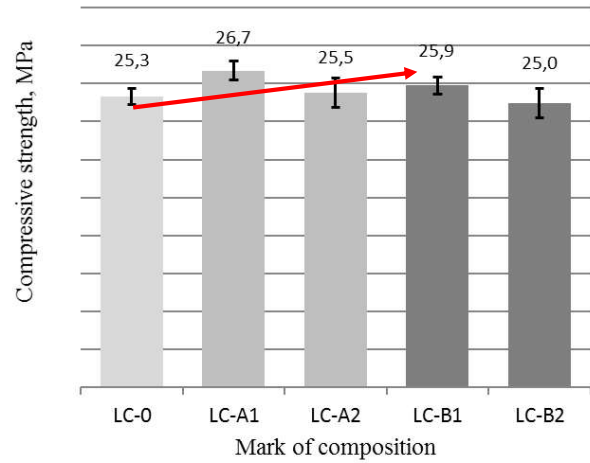
Results: Density and UPV



Flexural strength, MPa

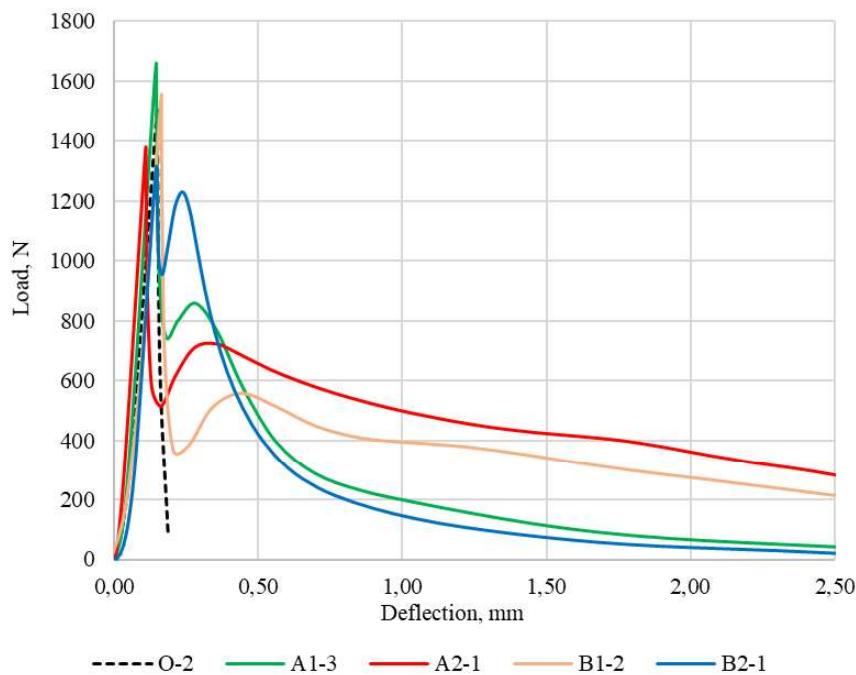


Compressive strength, MPa



13

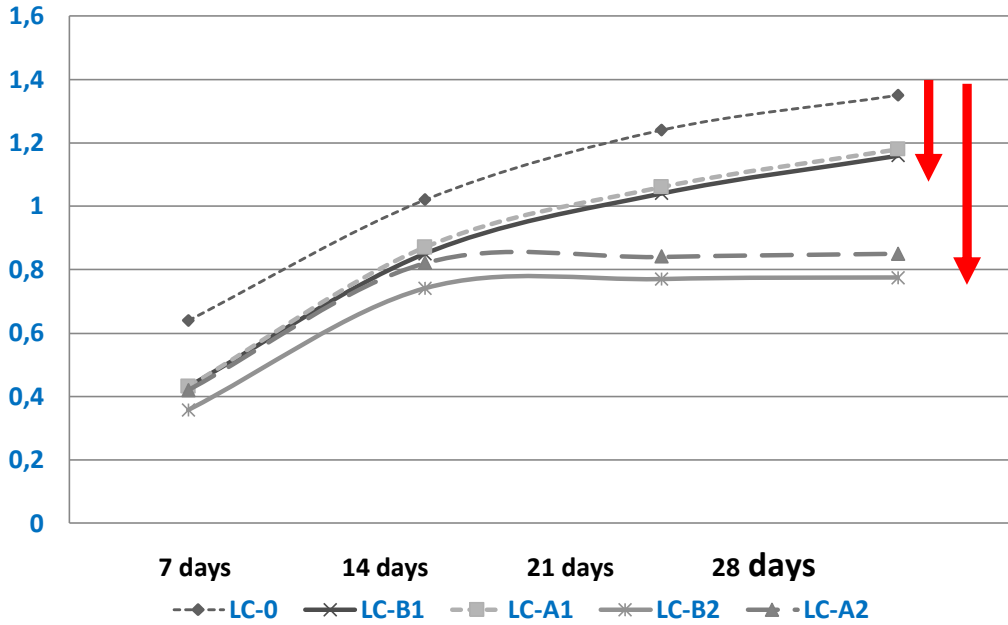
Results: "Load-deflection" curves for specimens subjected to bending



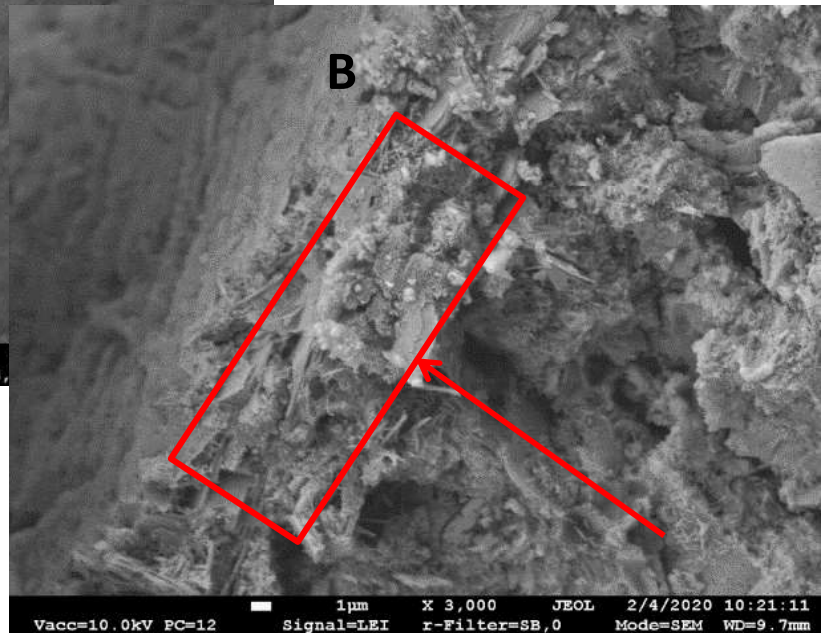
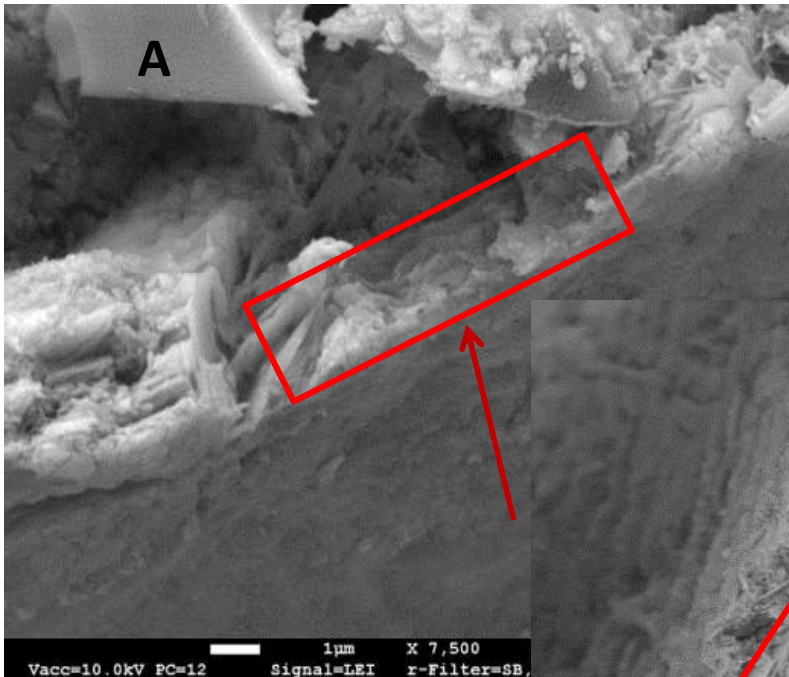
Absorbed energy:

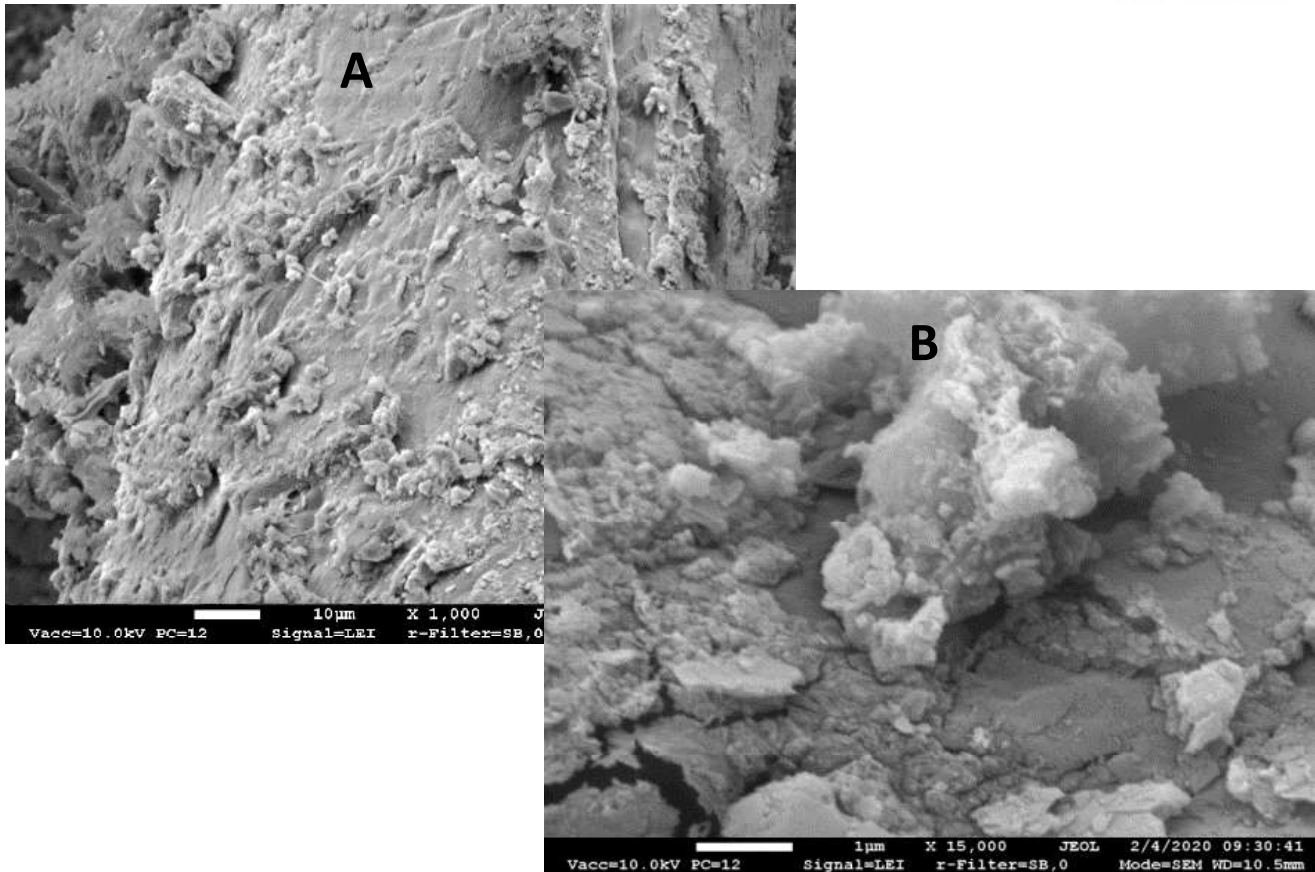
LC-0	100
LC-A1	259
LC-A2	830
LC-B1	497
LC-B2	317

Drying shrinkage of composite, %



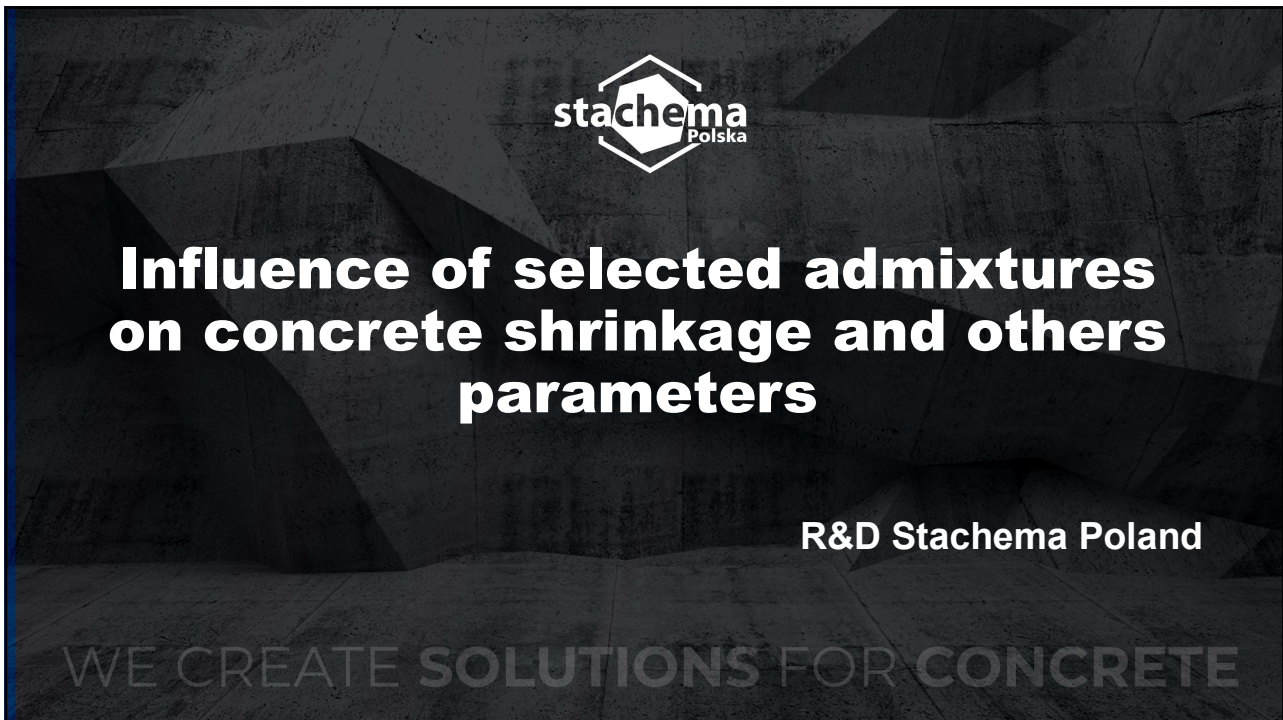
SEM analyses



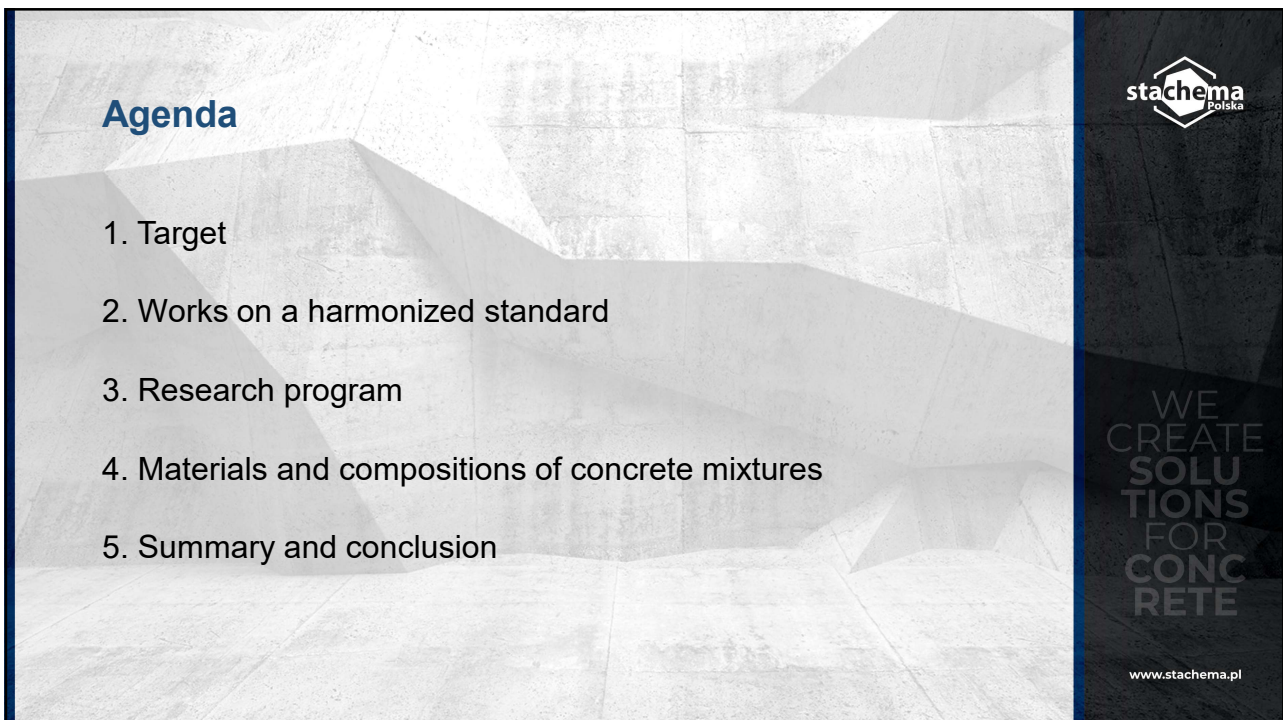


Conclusions

1. The contrasting behavior of such pozzolans as FCC catalyst waste and metakaolin based waste led to improve the cement matrix, produced from **ternary blend**, in plaster with granulated glass aggregates.
2. **PVA fiber decrease the drying shrinkage** of cement composite with expanded glass filler.
3. The **densified hydrate microzones** are formed on the contact surface that vesture the PVA fibre.



1



2

Targets

1. Evaluation of SRA efficiency for shrinkage during drying, depending on type of ADM, dosage and curing conditions,
2. Comparison SRA efficiency to other types of admixtures for shrinkage reducing abilities,
3. Comparison of applied admixtures for other concrete parameters.



WE
CREATE
SOLU
TIONS
FOR
CONC
RETE

www.stachema.pl

3

CEN - European Committee for Standardization



WE
CREATE
SOLU
TIONS
FOR
CONC
RETE

www.stachema.pl

4

CEN - European Committee for Standardization






CEN/TC 104/SC 3 N 710

CEN/TC 104/SC 3 "Admixtures for concrete"
Secretariat: DIN
Secretary: Land Gerrit M Dr. rer. nat.

Working Draft prEN 934-7

Document type	Related content	Document date	Expected action
Project / Draft		2021-09-13	

Description

Dear members of CEN/TC 104/SC 3,

At the last meeting SC 3 decided to start the work on a non-harmonized product standard for shrinkage reducing admixtures. An ad-hoc group was established to prepare a first working draft. The group has now finalized its work on the draft, which you will find on the following pages. We would like to discuss this draft in detail with you at a meeting of SC 3. Please indicate in the parallel survey for a meeting date, which dates would be convenient for you.

We expect your feedback on the meeting date until **2021-09-21** at latest.

Yours sincerely
DIN Building and Civil Engineering Standards Committee (NABau)
Dr. Gerrit Land
Secretary of CEN/TC 104/SC 3

CEN/TC 104
Date: 2021-09
prEN 934-7:2021
CEN/TC 104
Secretariat: DIN

Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 7: Shrinkage reducing admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling:

Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Estrichmörtel — Teil 7: Schwindreduzierer- Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung.

Adjuvants pour béton, mortier et coulis-Partie 7: Agent réducteur de retrait- Définitions exigences, conformité, marquage et étiquetage.

ICS:
Descriptors:

Document type: European Standard
Document subject:
Document stage: Working Document
Document language: E
STD Version 2.9p

WE
CREATE
SOLUTIONS
FOR
CONCRETE

www.stachema.pl

5

Research program



1. Concrete mix tests:
 - testing the initial consistency by the cone slump method in accordance with the PN-EN 12350-2 standard;
 - concrete volume density testing in accordance with the PN-EN 12350-6 standard;
 - air content testing with the pressure method in accordance with the standard PN-EN 12350-7;
2. Compressive strength test in accordance with PN-EN 12390-3 after 2, 7, 28, 56 and 90 days.
3. Concrete absorbability testing in accordance with PN-B 06250 Ordinary concrete.
4. Freezing resistance test of concrete F150 in accordance with the PN-B-06265 national complement of EN 206.
5. Spacing factor in accordance to EN 480-11.
6. Testing linear changes (shrinkage) with the Graf Kaufman apparatus in accordance with the PN-EN 12390-16 standard and IP-04/23 work instructions, at set times for at least 90 days.

WE
CREATE
SOLUTIONS
FOR
CONCRETE

www.stachema.pl

6

Materials and compositions of concrete mixtures

COMPONENT	THE NUMBER OF THE CONCRETE MIX					
	1	2	3	4	5	6
	Content, kg/m ³					
CEM I 42,5 R	350					
Sand (0-2 mm)	1850					
Gravel (2-8 mm)	920					
Superplasticizer (PCE)	1,4					
Air-entraining admixture (AEA)	-	0,250	-	-	-	-
Shrinkage reducing admixture (SRA 1)	-	-	3,5	7,0	-	-
Shrinkage reducing admixture (SRA 2)	-	-	-	-	3,5	7,0
Water	190					
w/c	0,54					
Design air content, %	3,0	4 - 6	3,0	3,0	3,0	3,0
The designed consistency class	S3 - S4					



WE
CREATE
SOLUTIONS
FOR
CONCRETE

www.stachema.pl

7

Summary and conclusions

FRESH MIX PARAMETERS	CONCRETE 1		CONCRETE 2			CONCRETE 3			CONCRETE 4			CONCRETE 5			CONCRETE 6			
	REFERENCE			AEA 0,045%			SRA1 1%			SRA1 2%			SRA2 1%			SRA2 2%		
BULK DENSITY [kg/m ³]/ AIR CONTENT [%]/ SLUMP [mm] START	2326	2,4	210	2219	7,8	185	2338	2,2	205	2346	1,5	220	2339	1,8	220	2342	1,6	210
MIXTURE TEMPERATURE [°C]	15,4			17,3			18,4			16			15,1			15,4		
COMPRESSIVE STRENGTH [MPa]	CONCRETE 1		CONCRETE 2			CONCRETE 3			CONCRETE 4			CONCRETE 5			CONCRETE 6			
	REFERENCE			AEA 0,045%			SRA1 1%			SRA1 2%			SRA2 1%			SRA2 2%		
AFTER 2 DAYS	18,08			17,54			17,21			14,11			15,44			14,58		
AFTER 7 DAYS	37,05			33,87			36,84			34,12			33,85			33,69		
AFTER 28 DAYS	47,57			41,50			49,30			47,41			48,01			46,76		
AFTER 56 DAYS	51,55			45,62			50,69			50,98			51,13			50,92		
AFTER 90 DAYS	57,25			49,18			54,99			54,95			55,34			54,71		



WE
CREATE
SOLUTIONS
FOR
CONCRETE

www.stachema.pl

8

Summary and conclusions

WATER ABSORPTION	CONCRETE 1	CONCRETE 2	CONCRETE 3	CONCRETE 4	CONCRETE 5	CONCRETE 6
	REFERENCE	AEA 0,045%	SRA1 1%	SRA1 2%	SRA2 1%	SRA2 2%
WATER ABSORPTION av. [%]	6,26	6,39	6,32	6,31	6,36	6,86
WATER RESISTANCE	CONCRETE 1	CONCRETE 2	CONCRETE 3	CONCRETE 4	CONCRETE 5	CONCRETE 6
	REFERENCE	AEA 0,045%	SRA1 1%	SRA1 2%	SRA2 1%	SRA2 2%
PENETRATION DEPTH [mm]	24,33	18,67	25,33	23,67	16,67	23,00
FROST RESISTANCE/ SPACING FACTOR	CONCRETE 1	CONCRETE 2	CONCRETE 3	CONCRETE 4	CONCRETE 5	CONCRETE 6
	REFERENCE	AEA 0,045%	SRA1 1%	SRA1 2%	SRA2 1%	SRA2 2%
LOSS OF WEIGHT av. [%]	0,29	0,30	-0,09	-0,17	-0,04	0,17
DROP IN STRENGTH av. [%]	6,09	1,69	26,43	28,77	21,66	22,97
A300 [%]	0,48	2,38	1,21	0,97	1,27	0,92
L [mm]	0,444	0,163	0,242	0,302	0,282	0,160



WE
CREATE
SOLUTIONS
FOR
CONCRETE

www.stachema.pl

9

Summary and conclusions



Pic.1 Grauf-Kaufman apparatus



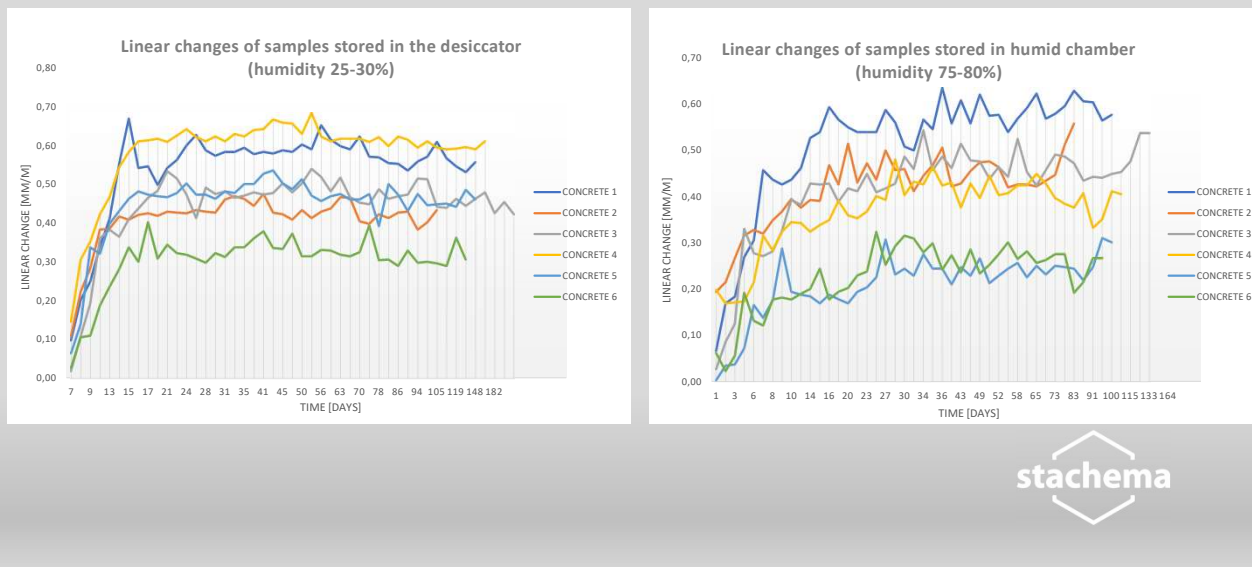
Pic.2 Samples on grate caring in humid chamber



Pic.3 Desiccator with siliceous deposit

10

Summary and conclusions



11

Thank for your attention



Stachema Polska Sp. z o.o. | ul. Żwirki i Wigury 49 | 21-040 Świdnik | NIP: 712-314-48-98

tel. +48 81 745 46 60 | fax +48 81 745 46 61 | stachema@stachema.pl

www.stachema.pl

12



Latvijas Betona savienības XXIX zinātniski tehniskās konference
25.11.2021

Assessment of concrete surface destruction using innovative NDT technology

Aleksejs Tatarinovs,
Institute Electronics and Computer Sciences
Riga Technical University
Riga, Latvia

Thursday, 25/Nov/2021 12:50pm - 13:05pm, online

1

1. Problem concrete degradation and loss of structural integrity due to surface deterioration



- Freezing - thawing cycles
- Chemical corrosion (environment with reduced pH-acids, sulphates, chlorides, sea water)
- Carbonization
- High temperatures, fire
- Abrasive effect and leaching
- Simultaneous effects of several factors

Exposed concrete surface
degradation:

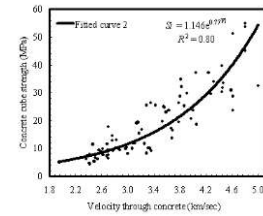
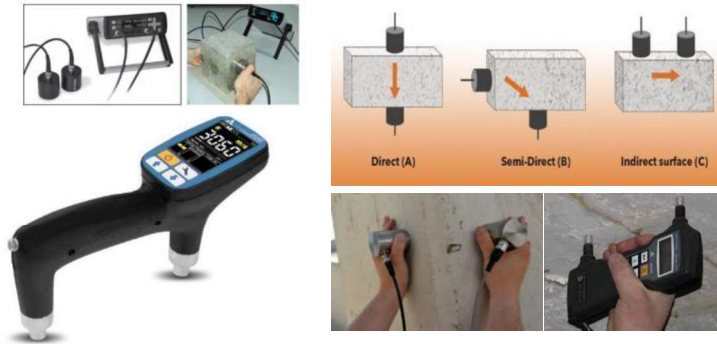
- cracking,
- scalling,
- delamination

Purpose of the study:

To explore an ultrasonic testing method for assessment of concrete by the depth and the degree of degradation of the surface layer using elements of AI

2

2. Traditional ultrasonic testing of concrete

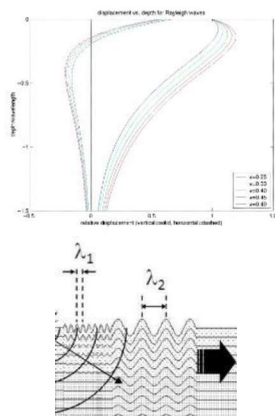


Ultrasound Pulse Velocity meter use to measure a single parameter

Application of UPV method for testing concrete is regulated by several national and international industry standards: ASTM C 597-02; BS 1881 Part 203; ISO1920-7:2004; IS13311; CECS21; ASTM C 597: Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete; BS EN 12504-4:2004 Testing Concrete.

3

3. Method of ultrasonic testing of surface layer quality using surface waves

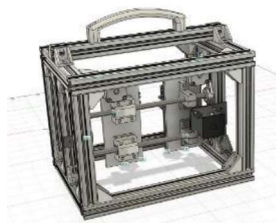


Penetration depth of surface waves into material is a function of wavelength (frequency)

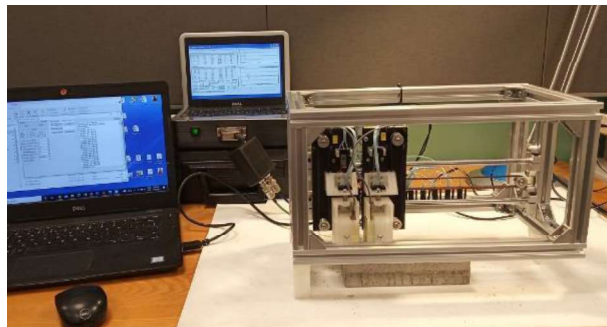
2D spatiotemporal waveform profiles at several frequencies – raw material for analysis

4

Ultrasonic surface scanner and ultrasonic data acquisition



Motor-driven ultrasonic scanning setup



Acquisition parameters:

Surface profiling 30...80 mm, step 5 mm (21 signal in a profile)

Excitation signal: Modulated 2-period sine tone burst

Frequencies: 50 kHz; 100 kHz; 200 kHz in a train

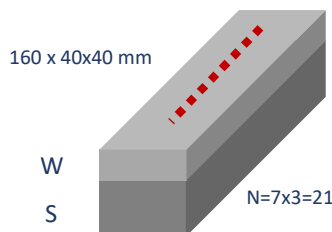
3.1. Specimens design

2 factors-of-interest (FOI):

- Depth of deteriorated (weak) surface layer
- Degree of deterioration (weakness)

Modelling:

- Varied thickness of weak surface layer in 2-layer specimen
- Degree of weakness varied by cement content and controlled by ultrasound velocity values



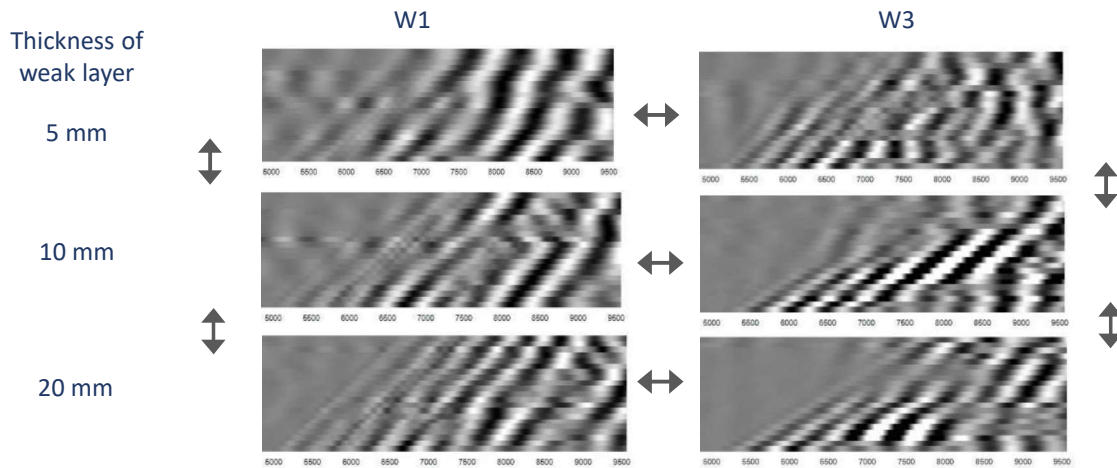
Thicknesses ratio of weak (W) and strong (S) layers:

For building model: 0:40; 5:35; 10:30; 20:20; 30:10; 35:5; 40:0 (7 grades)

Control cases: 3:37; 25:15

Concrete quality (3 grades)	S	W1	W2	W3
Cement/sand ratio	1:3	1:4	1:7	1:12
Ultrasound velocity, m/s	4400	3900	3100	2200
Predicted strength, MPa	36	25	14	8

4. Ultrasonic surface profiles in 2-layer concrete specimens at 50 kHz: effects of depth and degree of “weakness” (W)



7

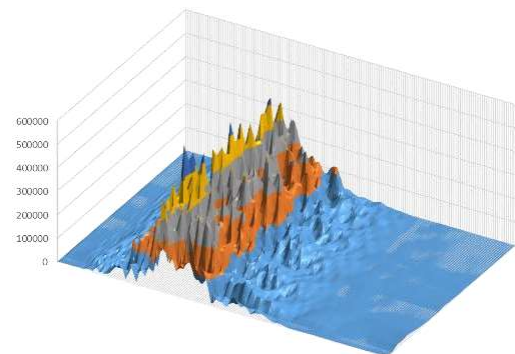
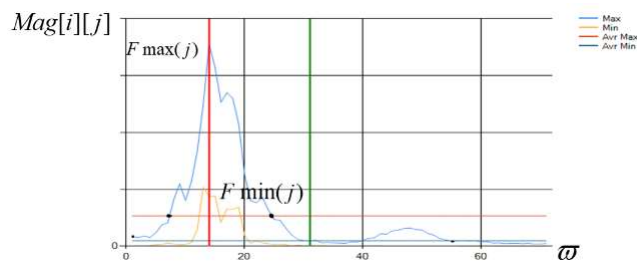
5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

5.1. Signals conversion to frequency domain using Digital Fourier Transform and calculation F max and F min

$$\text{Re}[i][j] = \sum_{n=0}^{N-1} x[i][n] \cdot \cos\left[\frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot j}{N}\right]$$

$$\text{Im}[i][j] = \sum_{n=0}^{N-1} -x[i][n] \cdot \sin\left[\frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot j}{N}\right]$$

$$\text{Mag}[i][j] = \sqrt{(\text{Re}[i][j])^2 + (\text{Im}[i][j])^2}$$



Example of DFT signal of a single examination

8

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

5.2. Calculation of statistical criteria

- In the selected interval ω , the values of three functions were calculated:
- $F_max(\omega) = \max\{M(\omega)\}$;
- $F_avr(\omega) = \text{average}\{M(\omega)\}$;
- $F_min(\omega) = \min\{M(\omega)\}$

• **Criteria #6, #7 and #8:**

$$\begin{pmatrix} cr\#6 \\ cr\#7 \\ cr\#8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_i \omega_i^4 & \sum_i \omega_i^3 & \sum_i \omega_i^2 \\ \sum_i \omega_i^3 & \sum_i \omega_i^2 & \sum_i \omega_i \\ \sum_i \omega_i^2 & \sum_i \omega_i & \omega_{max} - \omega_{min} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \sum_i \omega_i^2 \cdot F_max(\omega) \\ \sum_i \omega_i \cdot F_max(\omega) \\ \sum_i F_max(\omega) \end{pmatrix}$$

- **Criterion #1:** the number of ω values that fulfill the condition: $F_max(\omega) \geq \text{average}(F_max(\omega))$, ($cr\#1$);
- **Criterion #2:** $cr\#2 = \frac{\max(F_min(\omega))}{\max(F_max(\omega))}$
- **Criterion #3:** $cr\#3 = \frac{\max|dF_max(\omega)|}{\max(F_max(\omega))}$
- **Criterion #4:** $cr\#4 = \frac{\max|dF_avr(\omega)|}{\max(F_max(\omega))}$
- **Criterion #5:** $cr\#5 = \frac{\max|dF_min(\omega)|}{\max(F_max(\omega))}$
- **Criterion #9:** $cr\#9 = \frac{\max(F_avr(\omega))}{\max(F_max(\omega))}$

• **Criteria #10 - #13:**

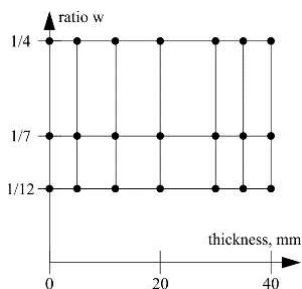
- $cr\#10 = \frac{S_{min}}{S_{max}}$,
- $cr\#11 = \frac{S_{avr}}{S_{max}}$,
- $cr\#12 = \frac{S_{max} - S_{avr}}{S_{max}}$,
- $cr\#13 = \frac{S_{avr} - S_{min}}{S_{max}}$

• where:

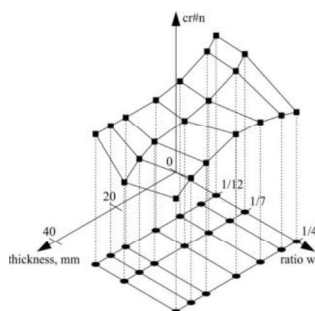
- $S_{min} = \frac{\sum_{\omega=\omega_{min}}^{\omega_{max}} F_min(\omega)}{\max\{F_max(\omega)\}}$
- $S_{avr} = \frac{\sum_{\omega=\omega_{min}}^{\omega_{max}} F_avr(\omega)}{\max\{F_max(\omega)\}}$
- $S_{max} = \frac{\sum_{\omega=\omega_{min}}^{\omega_{max}} F_max(\omega)}{\max\{F_max(\omega)\}}$

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

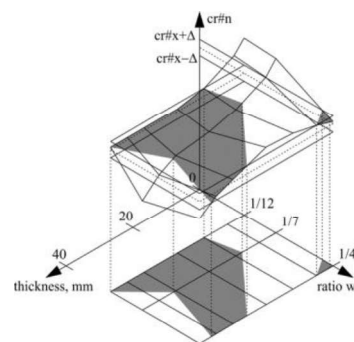
5.3. Creation and use of decision rules



Specimens network according to FOI (thickness/depth and strength of weak layer) with a-priori known values. Each object is described by set of discrete time signals.



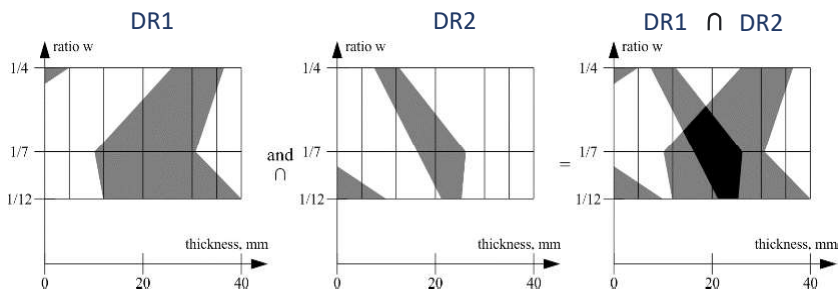
Decision rule is a 2D function (bilinear or bi-square), where x,y are FOI and z is the criterion value.
13 criteria x 3 frequencies = 39 decision rules



Definition of the area of probable solutions for an object with unknown FOI within the admissible interval of deviations for the selected criterion ($\pm 5\%$)

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

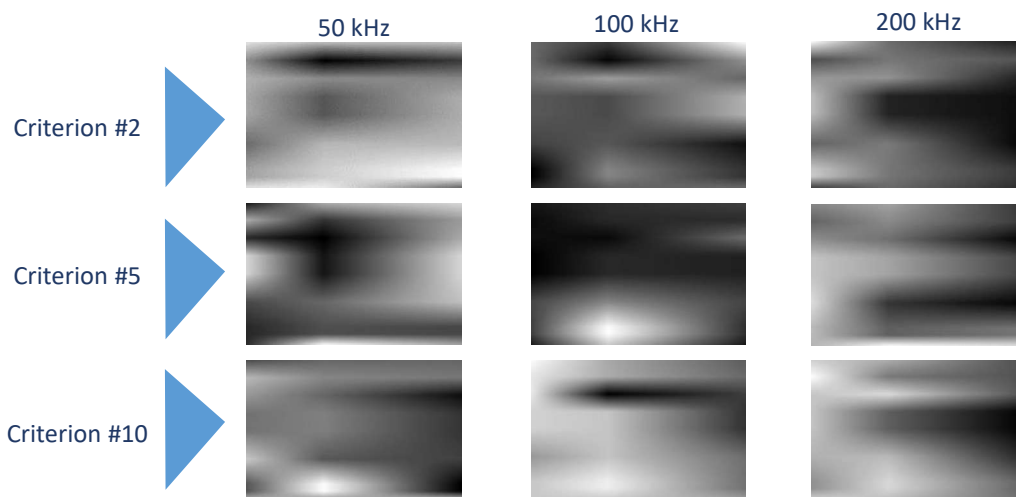
5.3. Creation and use of decision rules



Example of intersection of 2 decisions rules to concretize the area of finding the statistically true solution

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

5.3. Creation and use of decision rules

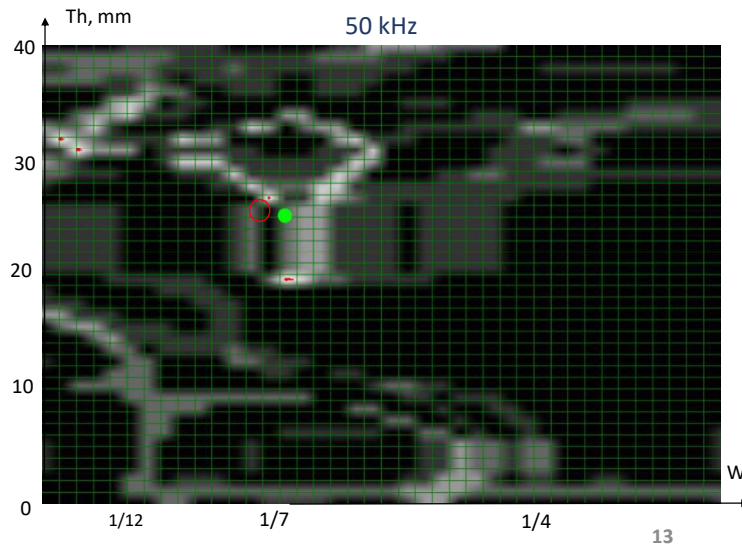
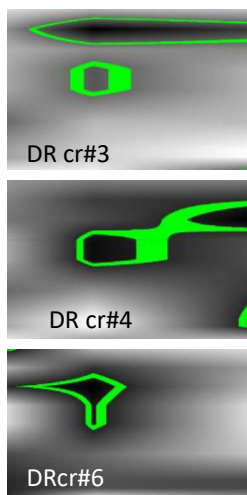


Examples of decision rules presented in brightness scale for selected criteria

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

5.5.1. Determination of Factors-of-Interest, Case 1: FOI1 Th = 25 mm; FOI2 W = 1/7

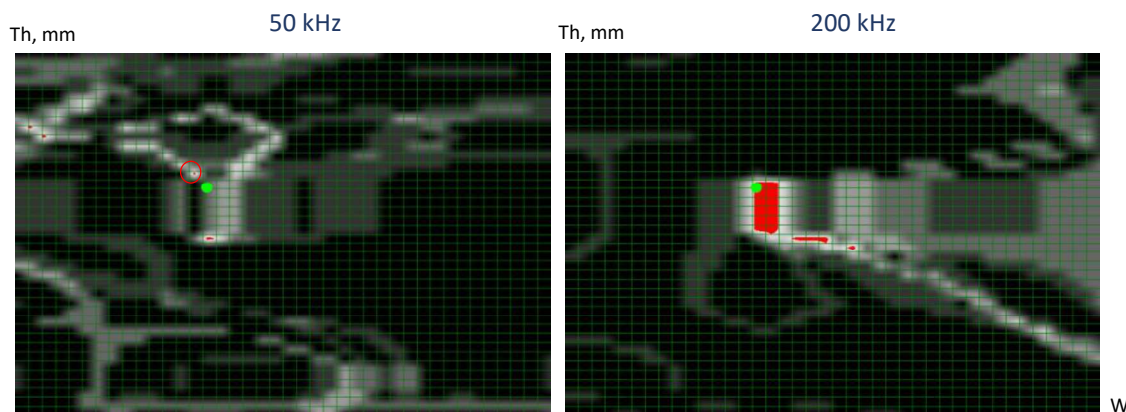
Use of criteria at a single ultrasonic frequency



13

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

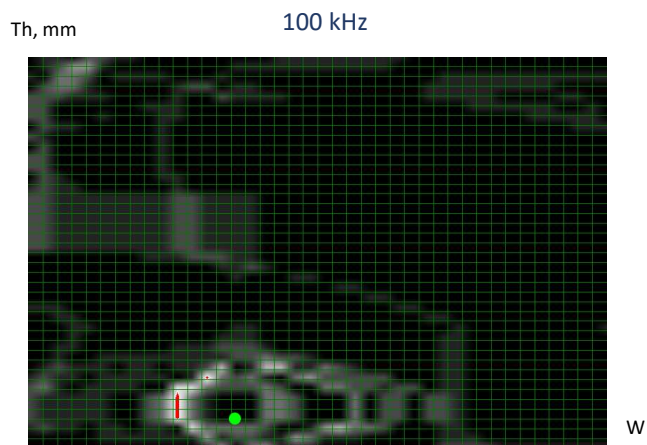
5.5.1. Determination of Factors-of-Interest, Case 1: FOI1 = 25 mm; W = 1/7



14

5. Pattern recognition applied to ultrasonic data

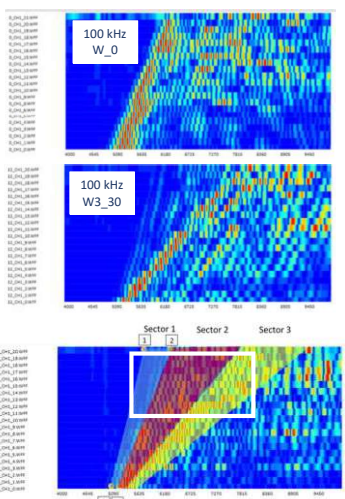
5.5.2. Determination of Factors-of-Interest, Case 2 FOI1 Th = 3 mm; FOI2 W = 1/7



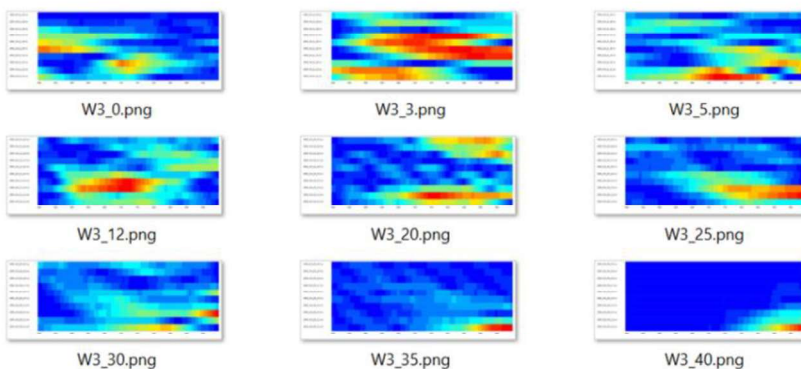
15

6. Pattern recognition applied to ultrasonic data Continued studies: Pattern recognition in time-space domain

Patterns of normalized signals in informative areas at different thicknesses of weak surface layer



Selection of informative signal area in spatiotemporal waveform profiles




16

7. Conclusions

- 1) Ultrasonic 2D spatiotemporal profiles formed by surface waves are sensitive to both the depth and the degree of degradation of the surface layer of concrete. The use of mathematical methods for pattern recognition makes it principally possible to differentially evaluate both factors.
- 2) An adequate choice of decision rules and a proper estimation of its weights in pattern recognition are key elements of correct diagnostics.

Acknowledgement:
Project of Latvian Council of Science
LZP-2020/2-0033

17



1862
RIGA TECHNICAL
UNIVERSITY

ELEKTRONIKAS UN
DATORINĀTĀJU
INSTITŪTS

INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND
COMPUTER SCIENCE

Thank you for attention!

Corresponding author: Dr. Alexey Tatarinov
Institute Electronics and Computer Sciences
14 Dzerbenes Street, Riga, Latvia, www.edi.lv
E-mail: aleksejs.tatarinovs@edi.lv

Īsšķiedru betona paliekošās stiprības noteikšana un izmantošana konstrukciju aprēķinos

Ulvis Skadiņš, Mareks Bokta

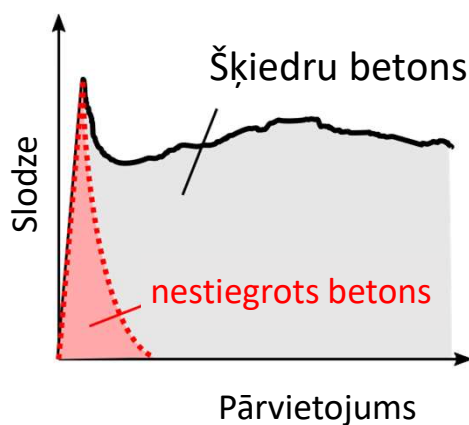
Latvijas Lauksaimniecības universitāte,
Būvkonstrukciju katedra

ulvis.skadins@llu.lv, mareks.bokta@gmail.com

Projekta Nr. 1.1.1.2/VIAA/3/19/487,

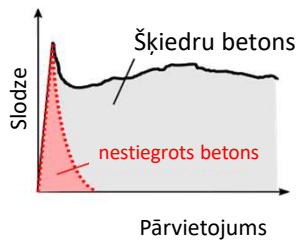
“Īsšķiedru cementa kompozītu izmantošanas efektivitāte nesošo sienu konstrukcijās”

Tēmas aktualitāte

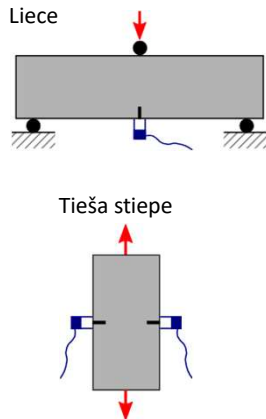


Tēmas aktualitāte

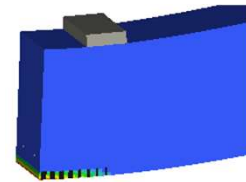
Šķiedru ietekme



Materiālu pārbaudes



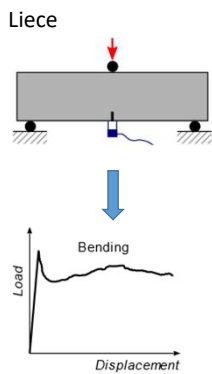
GEM aprēķini



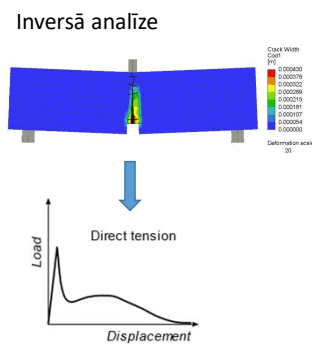
Avots: cervenka.cz/products/atena/

Tēmas aktualitāte

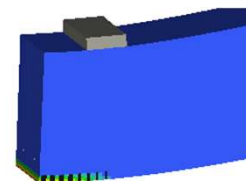
Laboratorijas testi



Īpašības stiepē



Nelineārie GE aprēķini

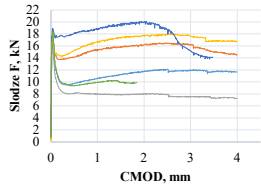


Avots: cervenka.cz/products/atena/

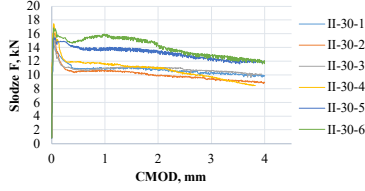
Lieces testu eksperimentālie rezultāti

PARAUGU MARKĒJUMA SKAIDROJUMS:

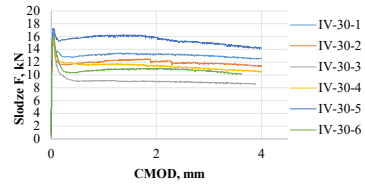
I, II, IV, V - šķiedru tips;
30, 40 – šķiedru nominālais daudzums, kg/m³;
1, 2, 3, 4, 5, 6 – kārtas numurs.



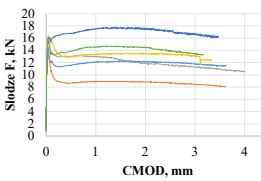
Slodzes F-CMOD līknes I-30 paraugu kopai



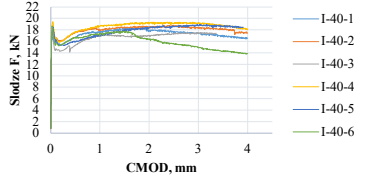
Slodzes F-CMOD līknes II-30 paraugu kopai



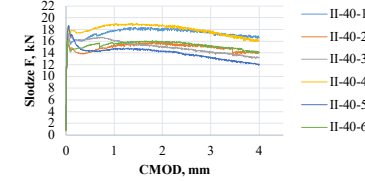
Slodzes F-CMOD līknes IV-30 paraugu kopai



Slodzes F-CMOD līknes V-30 paraugu kopai



Slodzes F-CMOD līknes I-40 paraugu kopai



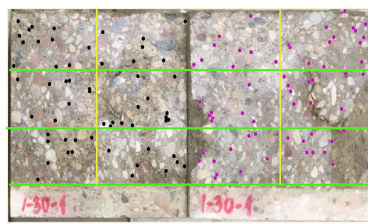
Slodzes F-CMOD līknes II-40 paraugu kopai

I – ražotājs ArcelorMittal, garums 60 mm, ø1 mm, stiprība $f_{yk}=1500$ MPa.; II – ražotājs Днепрометиз, garums 60 mm, ø1 mm, stiprība $f_{yk}=1500$ MPa.;
IV – ražotājs KrampHarex, garums 50 mm, ø0.75 mm, stiprība $f_{yk}=1200$ MPa.; V – ražotājs Severstal-metiz, garums 50 mm, ø0.75 mm, stiprība $f_{yk}=1500$ MPa.;

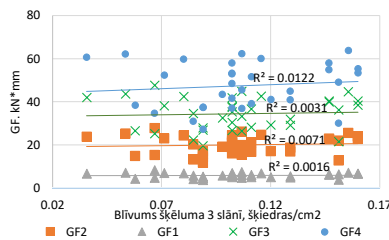
Šķiedru izvietojums betona prizmu paraugos



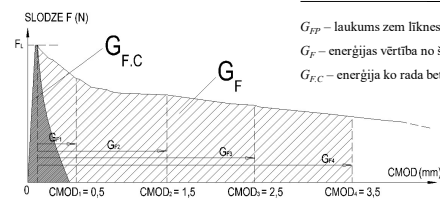
Prizmu zāģēšana



Šķiedru skaitīšana



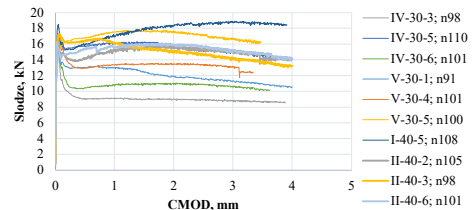
Korelācijas diagramma pie dažādām CMOD vērtībām



Laukums zem līknes jeb enerģija

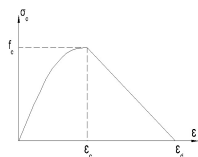
APZĪMĒJUMI ATTĒLĀ:

G_{FF} – laukums zem līknes jeb enerģija kN*mm;
 G_F – enerģijas vērtība no šķiedru ietekmes kN*mm;
 $G_{F,C}$ – enerģija ko rada betona stiprība kN*mm;

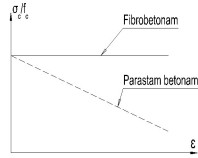


Līkņu salīdzināšana šķiedru skaita grupā

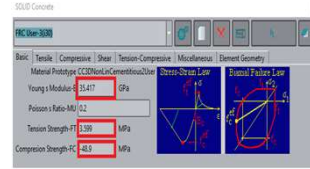
Īpašību noteikšana nelineāro aprēķinu veikšanai ar Atena-GiD



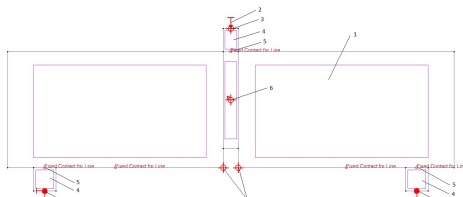
Spiedes spriegumu-deformāciju līkne



Spiedes stiprības samazināšanās plaisu dēļ

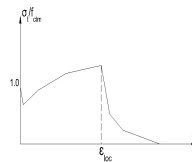


Spiedes stiprības, elastības moduļa un stiepes stiprības modifikācija programmā Atena-Gid

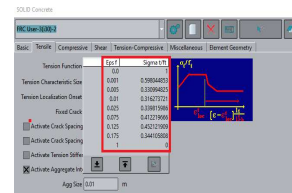


Prizmas modelis programmā Atena-Gid

Apzīmējumi attēlā: 1 – prizmas modelis; 2 – pieliktais pārvietojums y virzienā; 3 – monitoringa punkts spēkam; 4 – plāksne; 5 – divu virsmu fiksēts kontakts; 6 – maksimālā virsmas plaisas platuma monitoringa punkts; 7 – monitoringa punkti pārvietojumam x virzienā; 8 – kustības ierobežojums punktam.

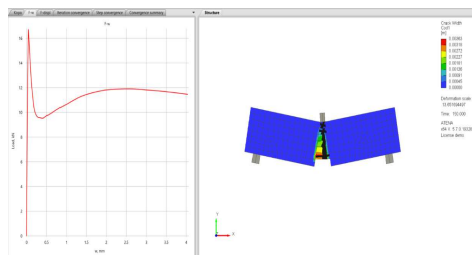


Stiepes funkcija



Stiepes funkcijas definēšana programmā Atena-Gid

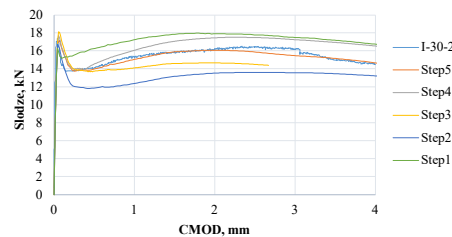
Īpašību noteikšana nelineāro aprēķinu veikšanai ar Atena-GiD



Eksperimenta simulācija programmā Atena-Gid

Stiepes funkcijas definēšana ar koeficientu metodi

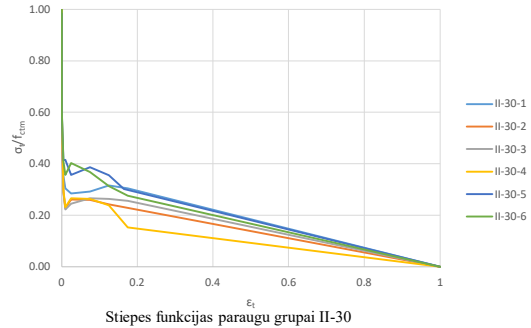
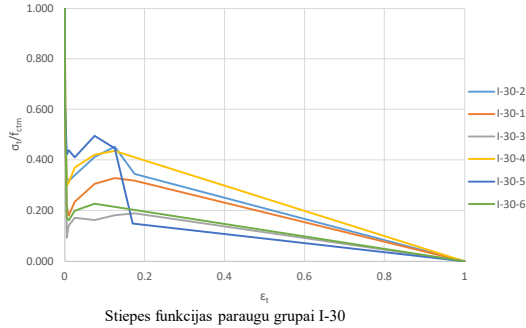
	I-30-2							
F_u , kN	17.39	16.25	14.39	13.75	14.07	15.93	16.38	14.96
σ_t , Mpa	3.773	3.525	3.122	2.983	3.052	3.456	3.554	3.246
CMOD, mm	0.05	0.07	0.1	0.2	0.5	1.5	2.5	3.5
ϵ	0.0025	0.0035	0.005	0.01	0.025	0.075	0.125	0.175
σ_t/f_{ctm}	1.000	0.934	0.827	0.791	0.809	0.916	0.942	0.860
k	1	0.64	0.4	0.4	0.42	0.45	0.48	0.4
$\epsilon(f_{ctm})$	0	0.001	0.005	0.01	0.025	0.075	0.125	0.175
$(\sigma_t/f_{ctm})^k$	1.000	0.598	0.331	0.316	0.340	0.412	0.452	0.344



Eksperimenta un simulācijas, programmā Atena-Gid, datu salīdzināšana

Matemātiskais modelis koeficienta "k" piemēklēšanai tika prezentēts konferencē "20th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development" un ir apskatāms rakstā "U. Skadiņš, M. Bokta. Simulation of fibre reinforced concrete structural failure based on bending test results. Jelgava. 2021."

Manuālās inversās analīzes rezultāti



APZĪMĒJUMI ATTĒLOS:

f_{ctm} – vidējā aksiālā stiepes stiprība, MPa;

σ_t – stiepes spriegums, MPa;

ϵ_{tI} – stiepes deformācijas, mm.



Manuālās inversās analīzes rezultāti

Eksperiments/Atena raksturvērtības paraugam I-30-1

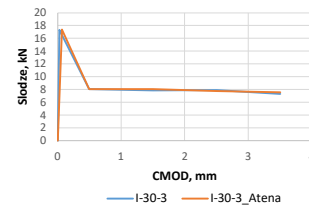
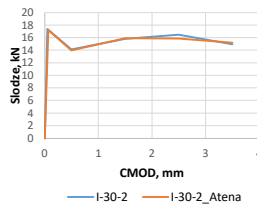
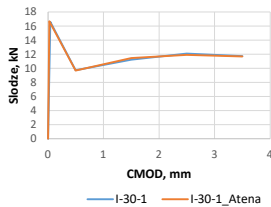
I-30-1				
Raksturīgās vērtības				
CMOD, mm		Load, kN		Nesaiste %
Atena	Eksper.	Atena	Eksper.	
0	0	0	0	
0.03	0.05	16.71	16.59	0.71
0.50	0.50	9.67	9.73	0.63
1.50	1.50	11.43	11.21	1.95
2.50	2.50	11.90	12.08	1.49
3.50	3.50	11.67	11.70	0.22

Eksperiments/Atena raksturvērtības paraugam I-30-2

I-30-2				
Raksturīgās vērtības				
CMOD, mm		Load, kN		Nesaiste %
Atena	Eksper.	Atena	Eksper.	
0	0	0	0	
0.07	0.05	17.18	17.39	1.19
0.50	0.50	13.95	14.13	1.29
1.50	1.50	15.88	15.81	0.43
2.50	2.50	15.87	16.48	3.70
3.50	3.50	15.17	14.94	1.55

Eksperiments/Atena raksturvērtības paraugam I-30-3

I-30-3				
Raksturīgās vērtības				
CMOD, mm		Load, kN		Nesaiste %
Atena	Eksper.	Atena	Eksper.	
0	0	0	0	
0.07	0.03	17.36	17.32	0.25
0.50	0.50	8.02	8.04	0.26
1.50	1.50	8.04	7.83	2.70
2.50	2.50	7.74	7.88	1.76
3.50	3.50	7.53	7.28	3.40



Eksperimentālā un simulācijā iegūtās slodzes F-CMOD līknes paraugam I-30-1

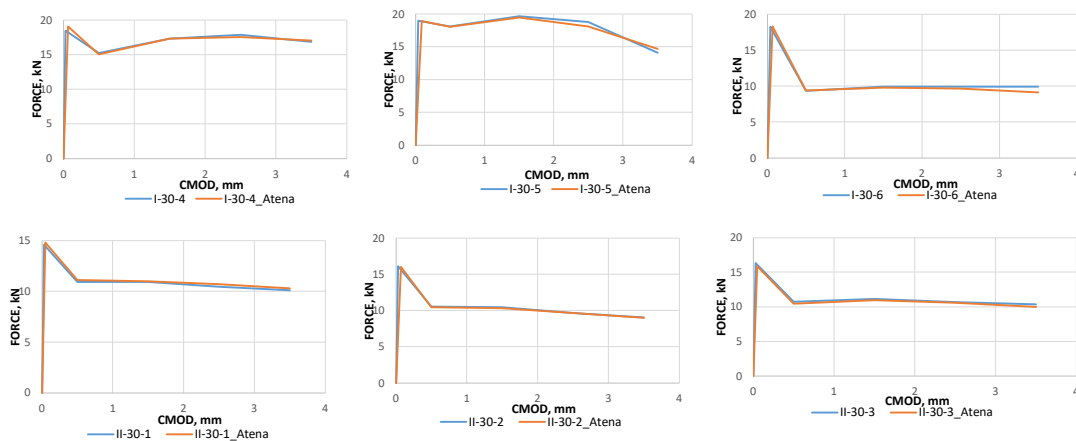
Eksperimentālā un simulācijā iegūtās slodzes F-CMOD līknes paraugam I-30-2

Eksperimentālā un simulācijā iegūtās slodzes F-CMOD līknes paraugam I-30-3



Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Rezultāti

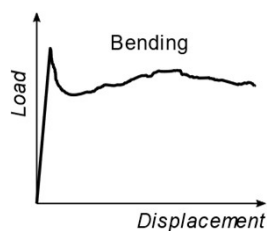


Ekspērimētālā un simulācijā
iegūtās slodzes F-CMOD līknes paraugiem I-30-4; I-30-5; I-30-6;
II-30-1; II-30-2; II-30-3.

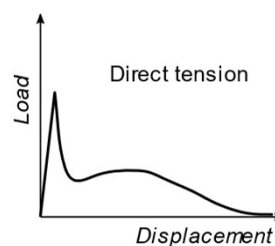


Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Hipotēze matemātiskajam modelim



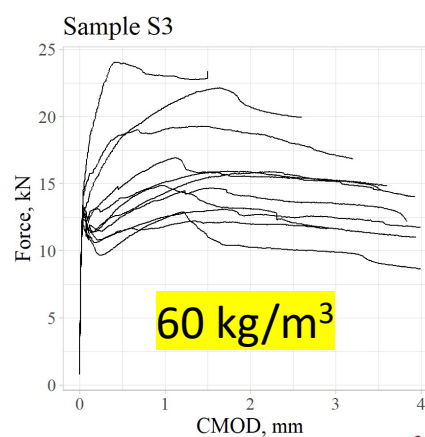
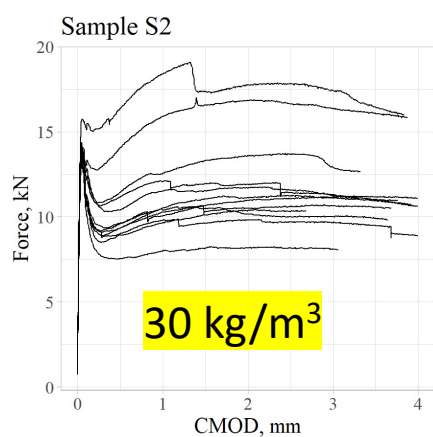
**Pastāv saikne starp lieces
testu rezultātiem un stiepes
īpašībām, kuras var noteikt
bez inversās analīzes**





Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Eksperimentālie testa rezultāti

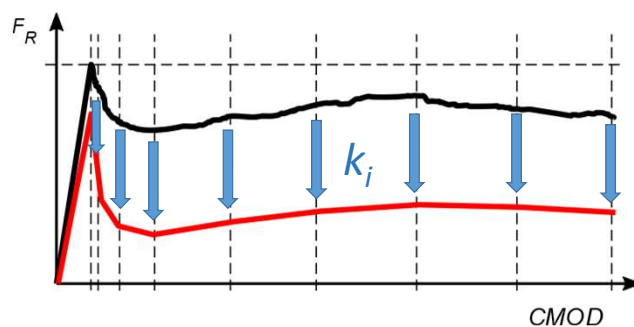


13



Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Pārejas koeficienta noteikšana

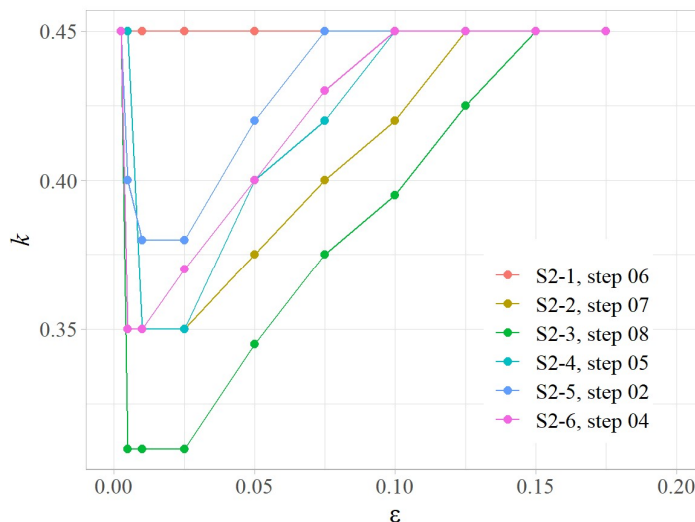


F_R – Palielotā stiprība liecē
CMOD – plaisas platuma atvēršanās
 k_i – pārejas koeficients

14

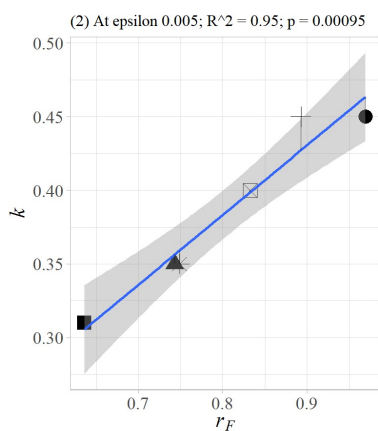
Manuālās inversās analīzes rezultāti

legūtās pārejas koeficienta k vērtības



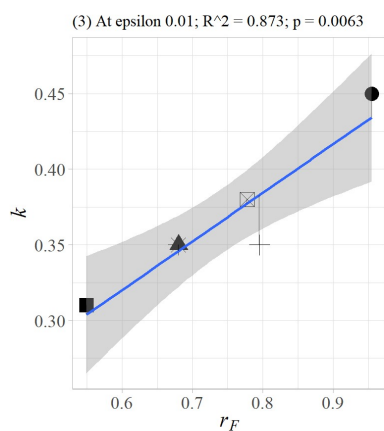
Manuālās inversās analīzes rezultāti

Nov



Specimen

- S2-1, step 06
- ▲ S2-2, step 07
- S2-3, step 08
- + S2-4, step 05
- ⊠ S2-5, step 02
- * S2-6, step 04



Specimen

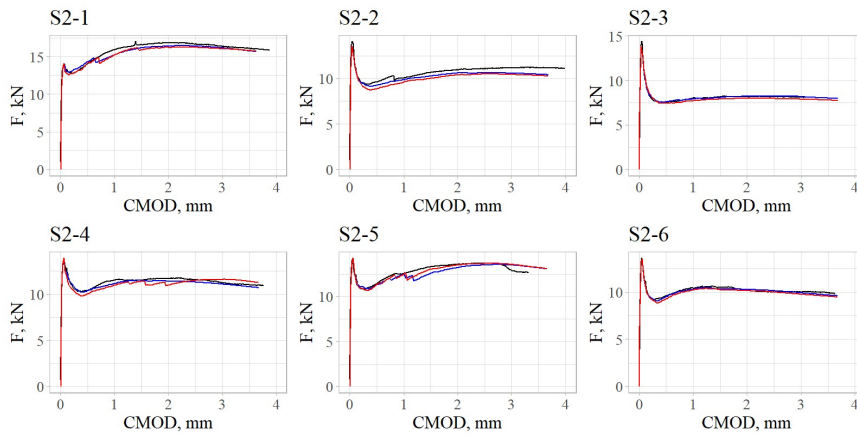
- S2-1, step 06
- ▲ S2-2, step 07
- S2-3, step 08
- + S2-4, step 05
- ⊠ S2-5, step 02
- * S2-6, step 04



Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Skaitliskā modeļa rezultāti

30 kg/m³



Eksperiments
Manuālā anīze
Skaitliskais modelis

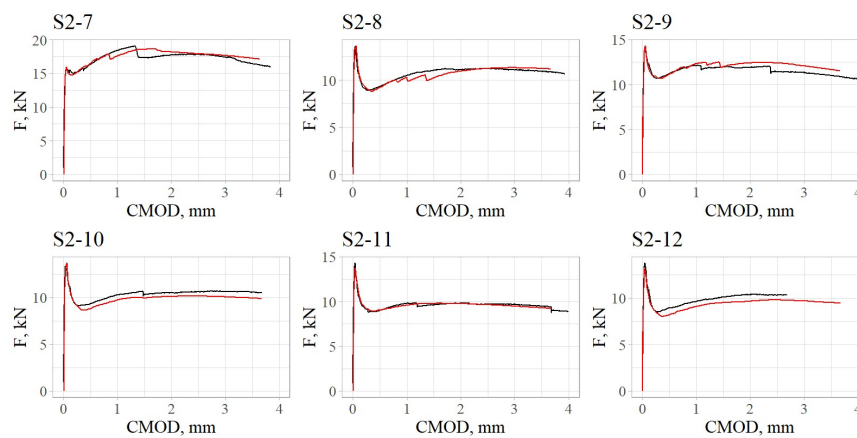
17



Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Skaitliskā modeļa rezultāti

30 kg/m³



Experiment
Numerical model

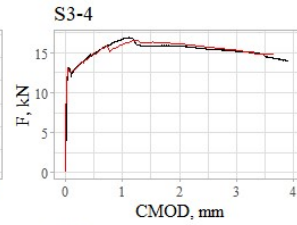
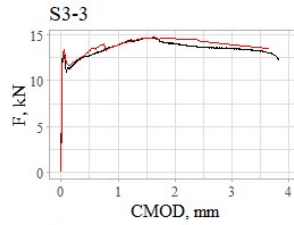
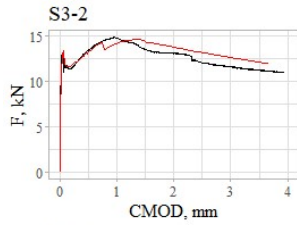
18



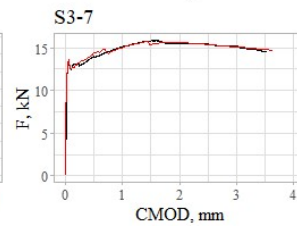
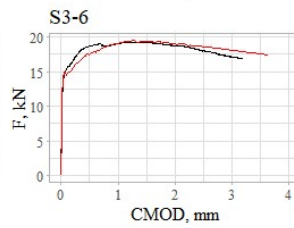
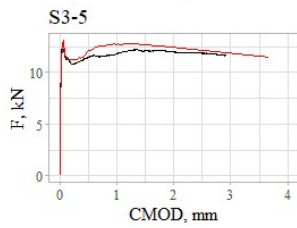
Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Skaitliskā modeļa rezultāti

60 kg/m³



Experiment
Numerical model



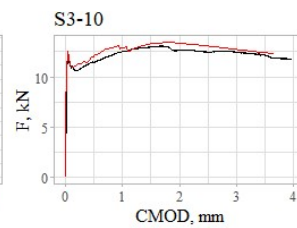
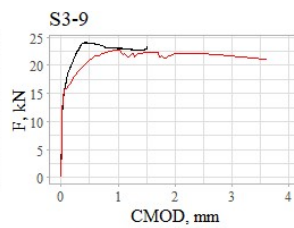
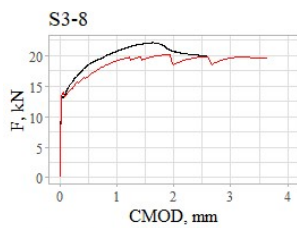
19



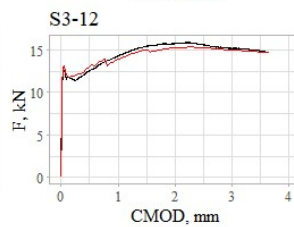
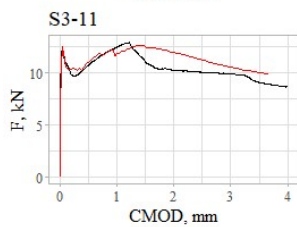
Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

Skaitliskā modeļa rezultāti

60 kg/m³



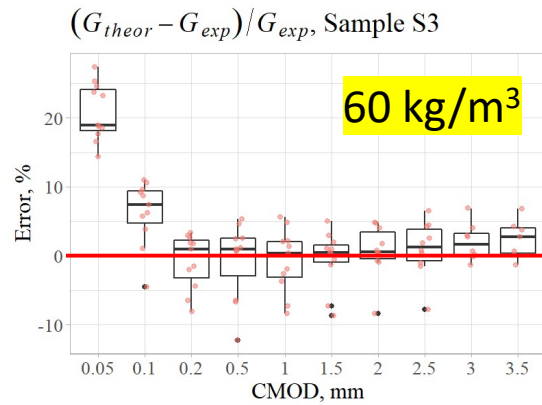
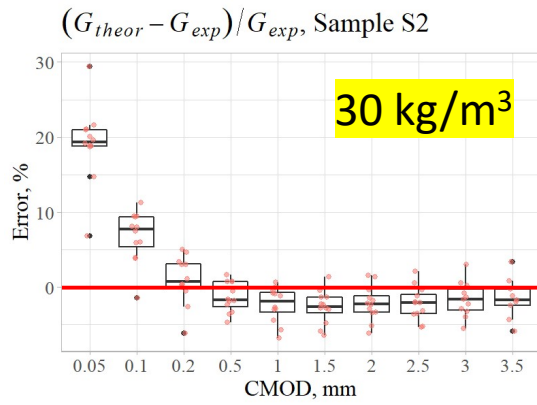
Experiment
Numerical model



20

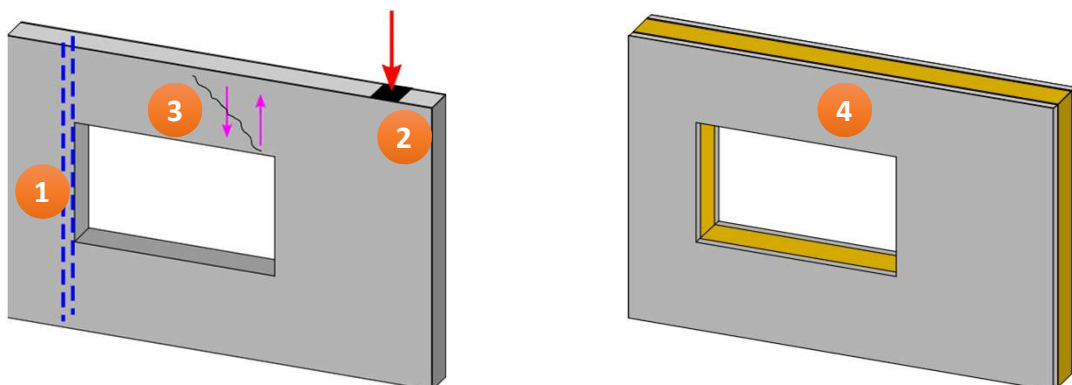
Mathematical model - Results

Comparison of fracture energy



Citas aktivitātes projekta ietvaros

MBGRUPA



Šķiedru ietekme uz garenstiegru izkļaušanos

- 120 spiedes paraugi
- 5 dažādas sērijas
- Papildus 48 lieces paraugi
- Analizēta šķiedru daudzuma ietekme un salīdzināta pret paraugiem bez šķiedrām ar/bez šķērssstieģrojuma

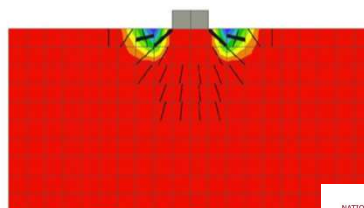
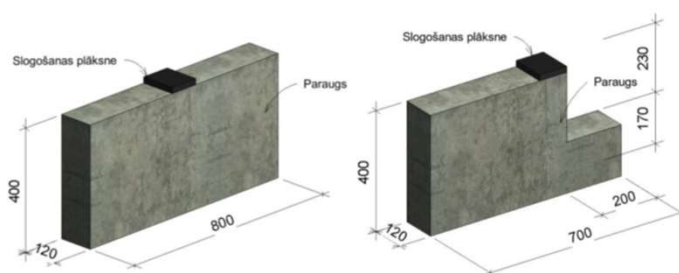


MBGRUPA

23

Tuvākie plāni

- Šķiedru ietekme lokālu slogojuma zonu vietās

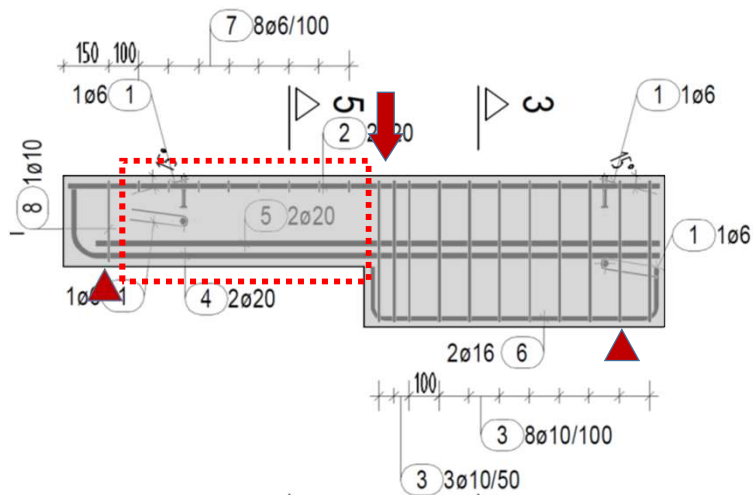


MBGRUPA

24

Tuvākie plāni

- Šķiedru ietekme uz bīdes stiprību.
- Tās modelēšana ar nelineāro aprēķinu GEM programmās.

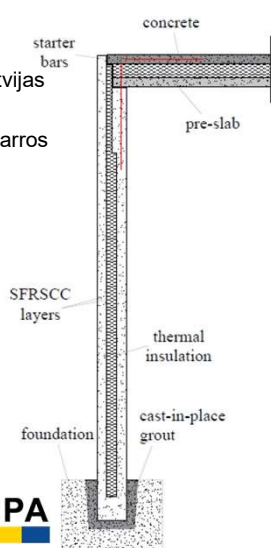


MBGRUPA

25

Tuvākie plāni

- Trīsslāņu sienas Latvijas apstākļiem
- R. Lameiras un J. Barros



MBGRUPA

26



Latvia University
of Life Sciences
and Technologies

NATIONAL
DEVELOPMENT
PLAN 2020



EUROPEAN UNION
European Regional
Development Fund

INVESTING IN YOUR FUTURE

MBGRUPA

Īsšķiedru betona paliekošās stiprības noteikšana un izmantošana konstrukciju aprēķinos

Ulvis Skadiņš, Mareks Bokta

Latvijas Lauksaimniecības universitāte,
Būvkonstrukciju katedra

ulvis.skadins@llu.lv, mareks.bokta@gmail.com

Projekta Nr. 1.1.1.2/VIAA/3/19/487,

“Īsšķiedru cementa kompozītu izmantošanas efektivitāte nesošo sienu konstrukcijās”





FIBER DEGRADATION IN CONCRETE SUBJECTED TO OPEN FLAME

XXIX SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE OF THE LATVIAN CONCRETE UNION
25.11.2021

**Prof. Dr.Sc.Ing.Andrejs Krasnikovs, Karunamoorthy Rengasamy
Kannathasan**

RTU 2021

1

1

Overview

- Steel fibers are used to make the fiber reinforcement concrete in order to enhance the life of the concrete, but that steel fiber reinforced concrete exposed to the high temperature it started to get weak.
- In this exp, steel fiber from the concrete block which is treated under the elevated temperature is taken and the analysis made on that fibers.
- Fibers from a rectangular section of broken steel fiber reinforced concrete were collected and the structure of fiber is analysed by visual through the optical microscope and the selected fiber of various band width were prepared as sample of concrete pieces with a single fiber.
- Then the samples are subjected to tensile test in order to know about the strength of fibre according to the length from the heated side.
- Analytical studies are done to know about the orientation of fiber and crack. ANSYS R2021 software is used to do FEM analysis.

RTU 2021

2

2

Aim

The fibers from the concrete block which is treated up to the temperature of 800 degrees are going to study detailly how the mechanical properties of the materials are changed by following analysis.

- Microscopic analysis of fibre
- Investigating tensile properties of fibre
- ANSYS modelling and studies.
- Analytical calculation to find orientation of fiber

RTU 2021

3

3

EXPERIMENTAL PART

- In this portion of the investigation, we started by collecting every single fiber from the thermally treated concrete block for the band width of 1 cm.
- Collected samples are separated and proceeded to the next process of microscopic analysis in order to check the internal structure of the fiber.



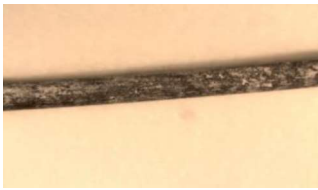
RTU 2021

4

4

Analysing of fibers

- Optical microscopes are used to examine the ultrastructure of a fiber.
- we calculated the average life of fiber which treated under the high temperature as six months.
- The corroded fiber and the virgin fiber is shown below,



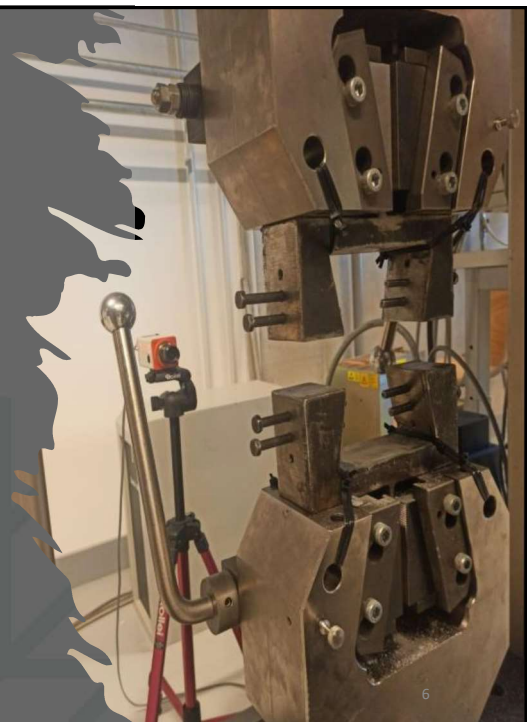
RTU 2021

5

5

TESTING OF SAMPLES

- The concrete samples are compressed to check strength of the block and the average compressive strength is calculated 26.77 MPa, that is a good value for concrete under compression with no reinforcement and aggregates.
- Now the individual samples of all band width was examined to find the strength of the fibre.
- The highest strength is obtained from the fibers in the non heated side as 135.47 MPa .
- The degraded fibre is tested, and strength is obtained as 36.07 MPa .



RTU 2021

6

6

COMPUTER ANALYSIS

This part of analysis is divided into three different parts for different considerations as follows,

1. Case Study 1
2. Case Study 2

Case study 1

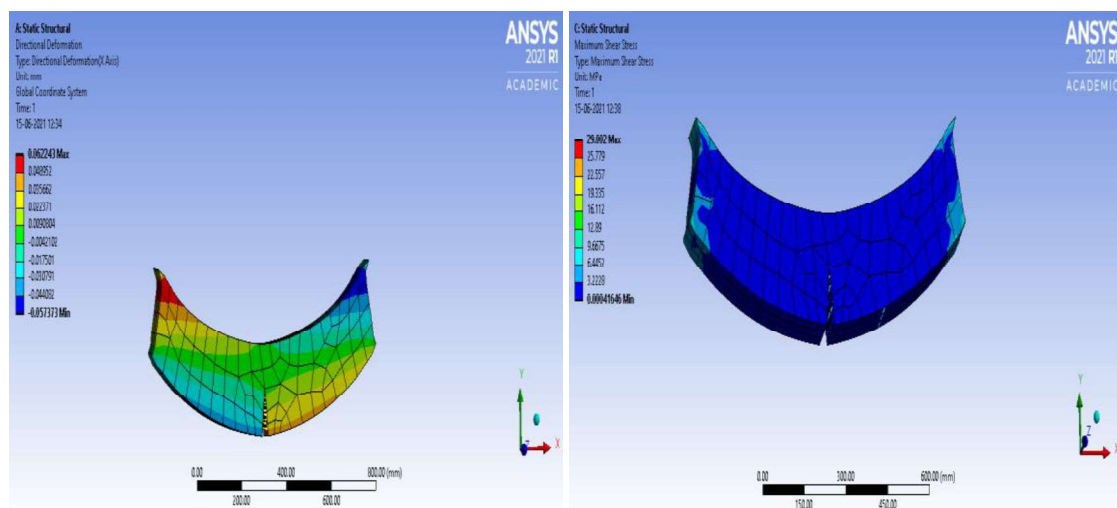
- A concrete wall is considered with the dimension of two meter in length and with the thickness of twenty-five centimetre under normal atmospheric temperature and uniform load which acting on the body.
- Fibers with 1 mm of diameter and 60 mm long is fixed as reinforcement.
- By using all these parameters, the maximum shear stress and deformation is obtained as 28.89 Mpa and 0.06 mm.

RTU 2021

7

7

Following figure shows the results of this considerations



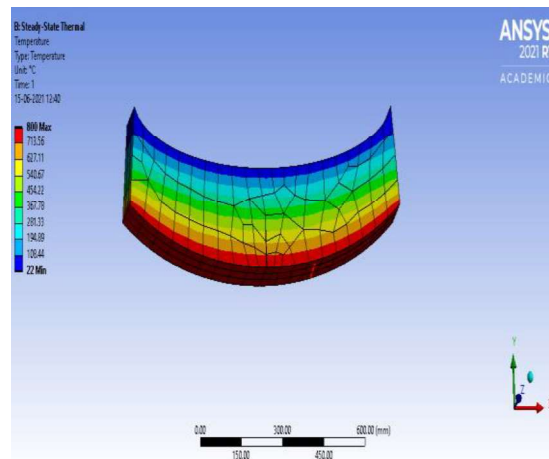
RTU 2021

8

8

Case Study 2

- In this study the boundary condition remains same as the previous one except the temperature acting on the wall, here high temperature of 800 c is applied to the system.
- The maximum shear stress and deformation is obtained as 21.53 Mpa and 0.08 mm.

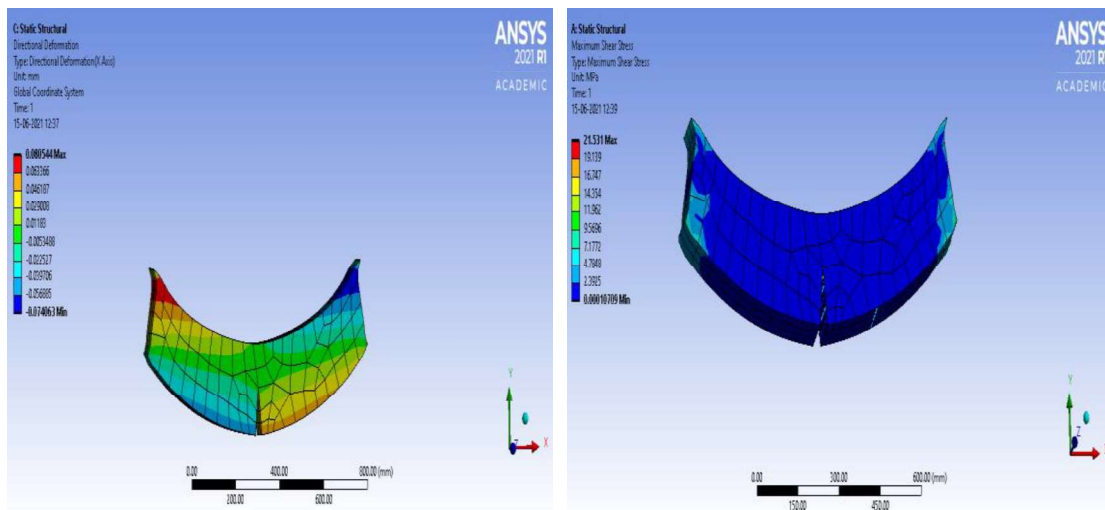


RTU 2021

9

9

Following figure shows the results of this considerations



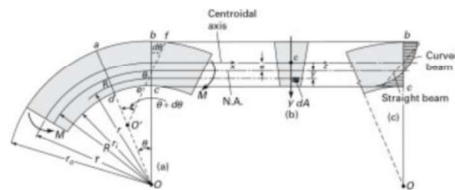
RTU 2021

10

10

Analytical Approach

- Analytical approach is considered because the fiber strength is not depending upon the direct force it will also depends on the orientation of the fiber in order to analysis that, this part of study is considered as important one.



- To find the orientation of fiber the fiber reinforced block with same dimensions as we considered in computer analysis is taken and the shear force is calculated as 18.3 Mpa and the crack width of the block is calculated as 0.095 mm

RTU 2021

11

11

Conclusion

- In experimental analysis each fiber is analysed and tested individually for all the band width and obtained the very good results of strength of the fiber is calculated as 36.07Mpa as least value for the fibre treated with high temperature and the virgin fibre is with strength of 135.47Mpa.
- In computer analysis part Stress and deformation in the Steel Fiber reinforced concrete is done using Ansys R2021 for different case studies to find efficient design and various fiber orientations comparatively got the values as the deformation of heated block is more than the normal one.
- The analytical approach is made to find the shear force, crack width and spacing, at last to the orientation of fiber is also done using Winkler theory as total number of fiber is 46,428 numbers.

RTU 2021

12

12

Thank you !!!

RTU 2021

13

XXIX Scientific and Technological Conference of Latvian Concrete Association (LCA), 2021.

LATVIJAS
BETONA
SABIEDRĪBA



Bending properties investigation of short glass fiber reinforced concrete

Krishna Kiran Annamaneni
Ph.D. scholar
Ecological Construction
Engineering Centre, Institute of
Building production,
Riga Technical University
Riga, Latvia

LATVIAN CONCRETE ASSOCIATION, November 25, 2021



Index

- Introduction
- Materials and Methods
- Experimental Tests
- Results
- Conclusion
- Applications and future Scope



Glass fiber reinforced concrete (GFRC)

- Glass fiber reinforced concrete (GFRC) is a type of fiber-reinforced concrete. Glass fiber-reinforced concrete consists of high-strength, alkali-resistant glass fiber embedded in a concrete matrix.
- In this format, both fibers and matrix retain their physical and chemical identities, while offering good combination of properties that cannot be achieved with either of the components acting alone.
- Glass fibers are the principal load-carrying members, while the surrounding matrix keeps them in the desired locations and orientation, acting as a load transfer medium between the fibers and protecting them from the loads/damage.

Rīgas Tehniskā universitāte

Introduction

Why GFRC?

1. *Highly durable and safe?*
2. *Design freedom/ Freedom of shape?*
3. *Low self weight/ light weight?*
4. *Improvement in mechanical behavior/ High strength?*
5. *Requires very low maintenance?*
6. *Cost effective?*
7. *No rusting/damage problem?*
8. *Weather and fire resistant?*

Rīgas Tehniskā universitāte

Materials and methods

- **Materials used** : Cement, fine & coarse aggregate , cembinder, Microsilica , Superplasticizer, Fly ash, water and fibers (Owens Corning AR glass fibres of length 36 mm & Eurofibers).
- **Groups for testing**
 - Two groups of concrete beams, each group with five beams = 10 beams and 3 concrete cubes.

Groups	Tests performed
Group 1	7 days of 4PBT
Group 2	28 days of 4PBT

Rīgas Tehniskā universitāte

Experimental Tests

- 28 days compressive strength test of concrete cubes (100×100×100 mm)
- Four-point bending test (4PBT) of CFRP concrete beams (400x100x100 mm)

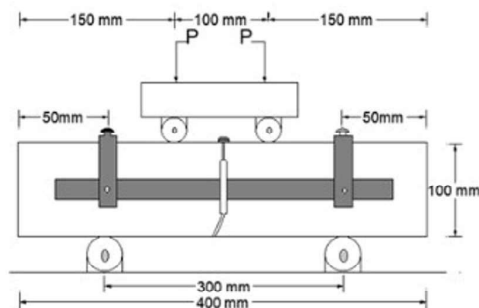


Fig. 1 Four Point Bending Test scheme

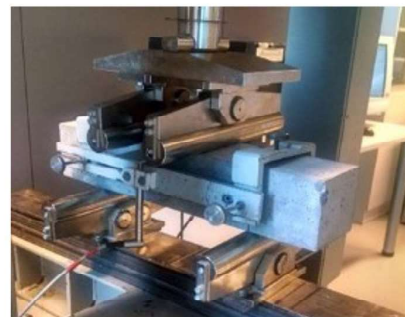


Fig. 2 Four Point Bending Test

Rīgas Tehniskā universitāte

Results and Observations

- The compressive strength for the concrete for 28 days is 72.06 N/mm²
- 4PBT results are shown below.

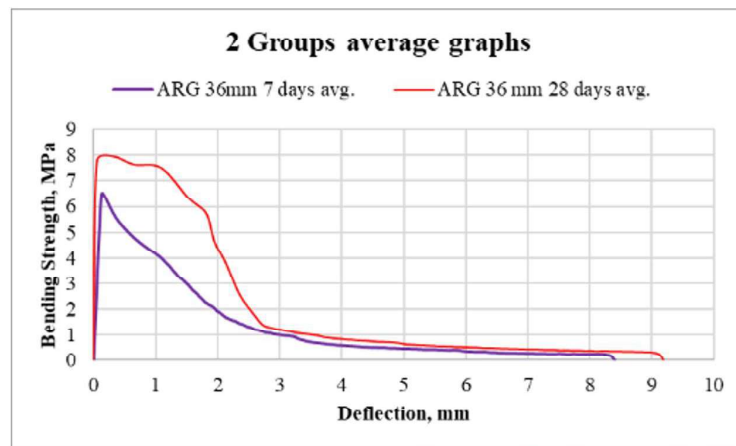


Fig. 3 Average graphs: Stress -middle of a span Deflection, for all groups

Rīgas Tehniskā universitāte

- GFRC has the highest **compressive strength** of 74.25 MPa and average compressive strength of 72.06 MPa for 28 days.

Group 1:

- Group 1 beams has the average maximal bending strength of 6.46 MPa with a crack mouth opening displacement (CMOD)/maximal midpoint deflection of 0.13 mm.

Group 2:

- Group 2 beams has the average maximal bending strength of 7.94 MPa with CMOD of 0.33mm.

Rīgas Tehniskā universitāte

Conclusions

- Bending strength in our research is observed as the maximal higher force value on the curve Stress – middle of a span Deflection, for the 28 days set GFRC is higher.
- Key role is played by the short AR Glass which served as the load barriers in concrete members and acted as the bridge in transferring the loads.
- Another important point to be taken care of is the geometry of the concrete mix which is important while adding both the fibres to make the concrete mix homogeneous and make the member stronger.
- Glass fibers length and thickness plays a major role in imparting the maximum bending strength and maximum deflection.
- Compared to steel fibers, glass fibers are free from corrosion and cheaper. When compared to carbon fibers, glass fibers are environmentally friendly and cheaper too.

Rīgas Tehniskā universitāte

Future scope

- The potential of glass fiber is almost limitless. The properties of the material itself are already established as industry leading: low-weight, high-strength, corrosion and heat resistant; so the future of glass fiber becomes heavily dependent on the way the world's innovators choose to use it. Properties, such as lightweight, environmentally friendly, and durable against extreme weather conditions, make GFRC ideal for landscaping.
- GFRC find its major application in the architecture segment, where it can be used in architectural cladding and mouldings, landscaping, foundations and floors, roofing, walls & windows. Also low mortgage rates thus slowing inflation in house prices.
- Building and construction industry to increase the demand for glass fiber.
- Innovative cost-effective waste disposal and recycling methods are the major challenges for the GFRC field in the future.
- ***May be, GFRC is the future of construction and a new research has to be done by the whole world in building a whole structure with GFRC.***

Rīgas Tehniskā universitāte

