



**Latvijas
Betona
Savienība**

XXX (trīsdesmitā) Zinātniski Tehniskā Konference

24.11.2022.



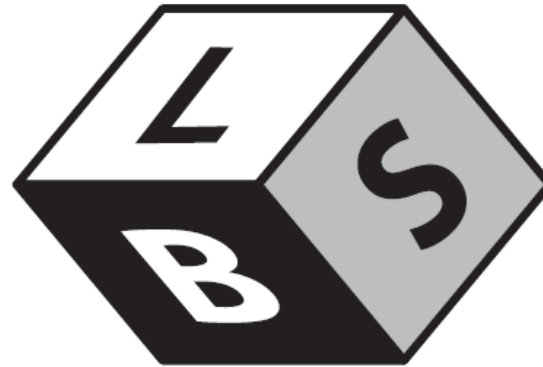
Latvijas
Betona
Savienība

<http://fb.com/betonasavieniba>

LBS XXX (trīsdesmitā) zinātniski tehniskā konference, 24.11.2022

Rolands Cepurītis, Asoc. prof., Dr. ing.

**LATVIJAS
BETONA
SAVIENĪBA**



LBS: JAUNA VIZUĀLĀ IDENTITĀTE



krāsa

C35 M22 Y25 K0
R180 G187 B187
HEX B4BBBB

fonts

Apercu Pro

Latvijas
Betona
Savienība



papildkrāsa

C60 M45 Y40 K30
R80 G85 B92
HEX 4F555C

LBS: JAUNA IZPILDDIREKTORE

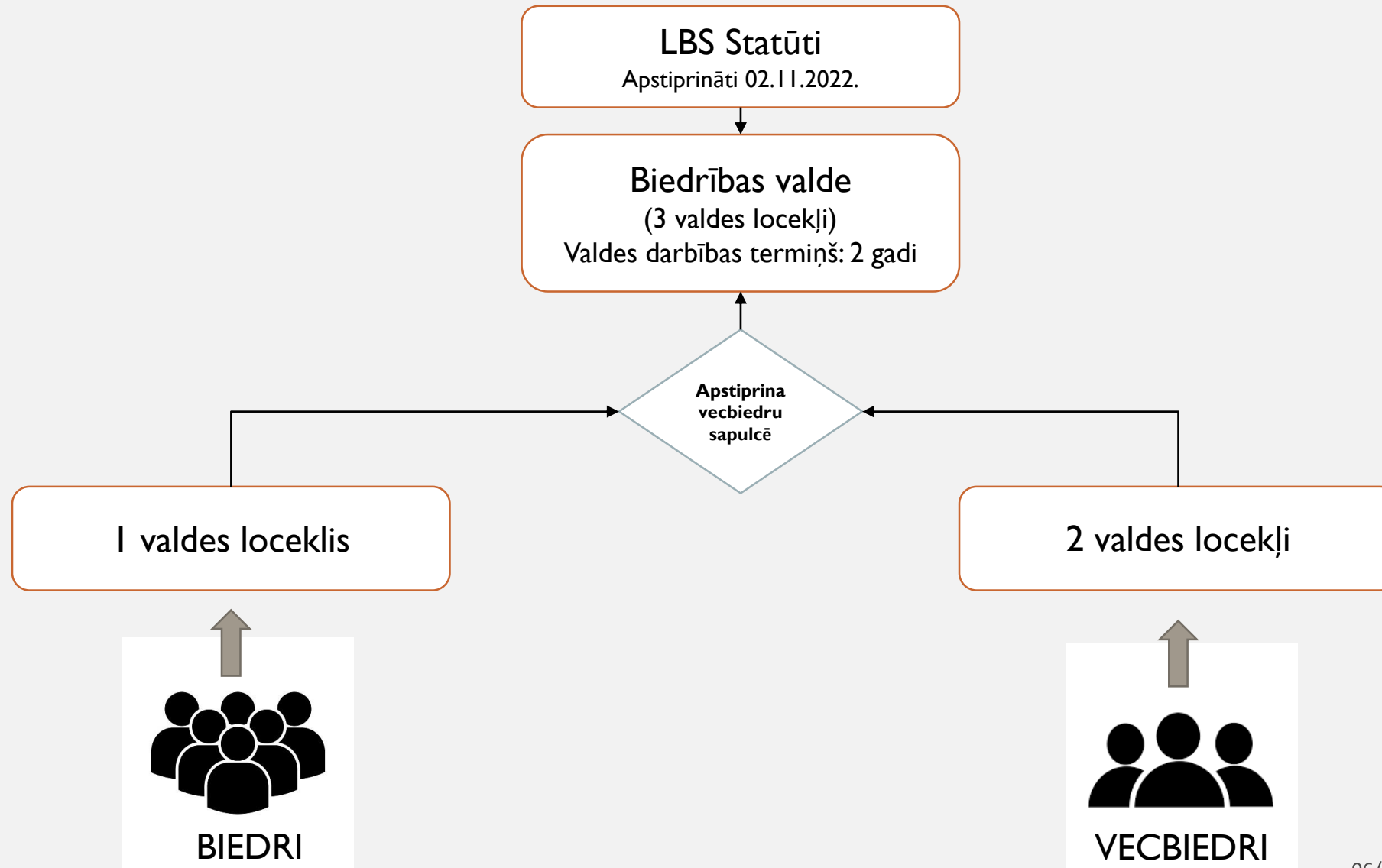


Sākot ar š.g. 1. septembri Latvijas Betona Savienības vadības komandai pievienojas **Dr. Gita Šakale** izpilddirektores amatā.

Gitas pieredze nozarē ir vairāk kā 10 gadi. Sāka darboties kā vadošā eksperte būvmateriālu sertifikācijas jomā uzņēmumā AS Inspecta Latvia (pamatā betona un dzelzsbetona ražotņu sertifikācija), gūta praktiska pieredze transportbetona ražošanā un kvalitātes kontrolē uzņēmumā SIA HC Betons, aktīvi piedalās gan standartu izstrādē, gan LBS tehniskajās komitejās. Šobrīd strādā par vadošo pētnieci RTU, Būvkonstrukciju inženierzinātņu institūtā un attīsta savu uzņēmumu, kas nodarbojas ar dekoratīvu betona interjera priekšmetu izgatavošanu.

Pateicamies par ieguldīto darbu līdzšinējam izpilddirektoram Jānim Freibergam!

LBS: VALDES OTRAIS SASAUKUMS



LBS BIEDRI: 11/2022

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
15. **Latvijas Lauksaimniecības universitāte (jauns biedrs)**
16. **RDB Industrial Supply**

LBS BIEDRI: 11/2022

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
LLU		Stachema Polska					A7 betons
		RDB Industrial Supply					

LBS ATSKAITE PAR 2022. GADU

LBS turpina aktīvi paplašināt un izvērst savas aktivitātes betona un dzelzsbetona industrijas sakārtošanai Latvijā un industrijai svarīgo tehnisko jautājumu risināšanā. Dažās no būtiskākajām aktivitātēm 2022. gadā ietver:

TK 01 – “*Salturība*” darbību

TK 02 – pastāvīga LBS biedru komiteja, LBS publisko tehnisko dokumentu apstiprināšanai

TK 03 – “Eksponētais betons”

LVS 156-1 (nac. pielikums LVS EN 206) – ieteikumi izmaiņām jaunajā redakcijā

Betonētāju apmācības programma – sadarbībā ar RCK un industrijas pārstāvjiem

u.c.



LBS XXX (TRĪSDESMITĀ) JUBILEJAS KONFERENCES

Autors	Tēma	Sākums	Ilgums
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	LBS XXX jubiles konferences atklāšana, LBS goda priekšsēdētāja Ā.V. Lapsas godināšana, Atskaite par LBS darbību 2022	9:00	0:20

Sesija I: Betona klimata nospiedums (CO2 izmeši) un cements [moderatori: Gita Šakale]

Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	CO2 izmeši (betona) būvniecības nozarē	9:20	0:30
Jegors Golubevs (Schwenk Latvija)	Cementa ražošana, veidi un standartizācija	9:50	0:30
Māris Gruzniņš (Schwenk Latvija)	Cementa zaļais kurss Eiropā un Latvijā	10:20	0:30
N. Toropovs, S. Ghourchian, M.Wyrzykowski, P. Lura (Šveice, Empa, ETH)	Plastic shrinkage cracking of concrete made with blended cements	10:50	0:20
Kafijas pauze		11:10	0:15
Prof. Pietro Lura and Andreas Leemann (Šveice, Empa, ETH)	Carbonation of concrete made with blended cements	11:25	0:40
Genādijs Šahmenko (RTU), Tomazs Nowacki (STACHEMA Polska)	XIV Latvijas betona olimpiādes rezultāti, STACHEMA Polska balvu pasniegšana	12:05	0:15

LBS XXX (TRĪSDESMITĀ) JUBILEJAS KONFERENCES

Autors	Tēma	Sākums	Ilgums
Sesija II: Vispārējās nozares aktualitātes un inovācijas [moderators: Rolands Cepurītis]			
Jānis Zāle (Schwenk Latvija)	LBS TK01 Salizturības komiteja	13:20	0:15
Didzis Malkausis (PERI Latvija)	LBS TK03 Ekspozētais betons	13:35	0:15
Normunds Grīnbergs (RCK)	RCK apmācību programma betonētāju kursiem	13:50	0:15
Dan Arve Juvik/ Kaspars Kravalis (Mapei)	Mapei ED SM II - Automatic quality monitoring during concrete transport	14:05	0:15
K. R. Kannathasan, A. Krasnikovs (RTU)	Oils Shale Ash from Kohtla Jarve (Estonia) as a micro-filler for concrete	14:20	0:15
Michal Szymanski (Chryso)	Cement-based liquid screeds	14:35	0:15
J.Kudiņš (BPC)	Betona pamatnes betonēšanas pieredze Tārgales vēja parkā	14:50	0:15
Ernests Ozoliņš/Artūrs Lukašenoks	MB Betons pieredze CO2 samazināšanā betona produktos un NollCO2 sertifikācija	15:05	0:15
Māris Šinka (RTU)	Concrete 3D printing - achievements in Latvia and the world during the last year	15:20	0:15
Līva Brūvere, Tiltu inženiere, RB Rail Tiltu komanda	Rail Baltica inženierbūvēs pielietotie būvmateriāli un to raksturīgās īpašības	15:35	0:15
Rolands Cepurītis, LBS valdes priekšsēdētājs	Jautājumi, diskusijas un konferences noslēgums	15:50	0:30

VIDEVUDS ĀRIJS LAPSA – LBS GODA PRIEKŠSĒDETĀJS UZ MŪŽU





Norwegian University of
Science and Technology

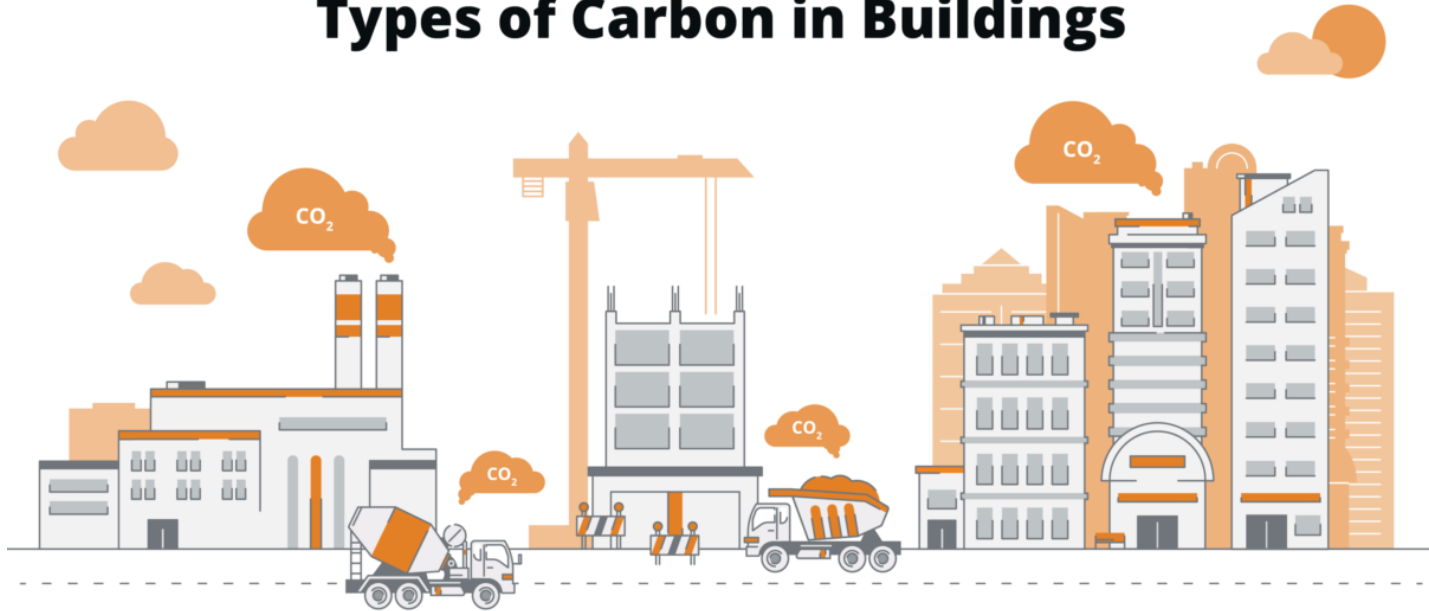
CO₂ in (concrete) construction industry

Assoc. prof., Dr. Rolands
Cepuritis



Types of Carbon in Buildings

Types of Carbon in Buildings



Embodied Carbon

The emissions from manufacturing, transportation, and installation of building materials.

Operational Carbon

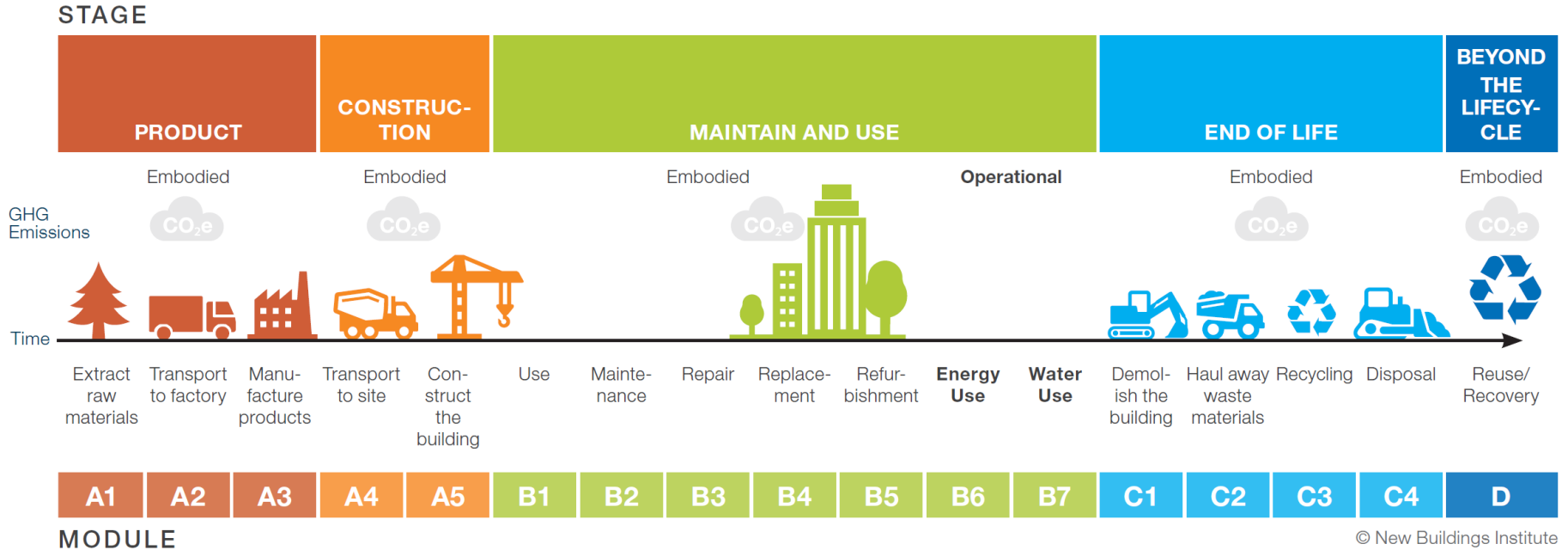
The emissions from a building's energy consumption.

Fig.: carboncure.com

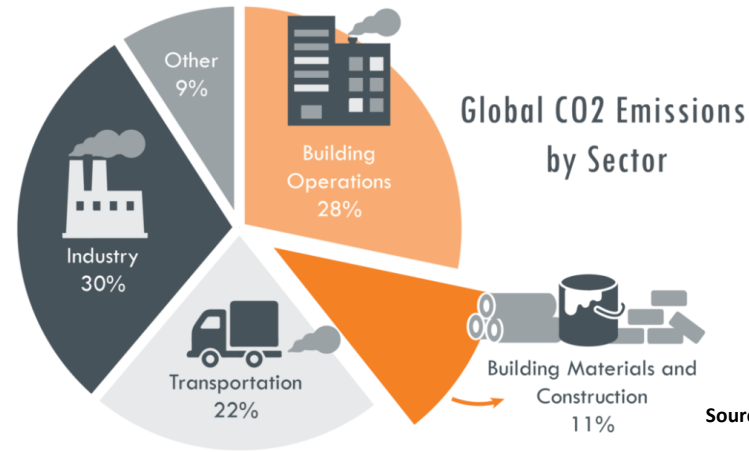
Buildings: lifecycle stages & embodied vs. operation carbon

FIGURE 1: LIFECYCLE STAGES

Data source: BS EN 15978:2011



Global CO₂ emissions by sector*



Source: Global ABC Global Status Report 2018 EIA

Building operations and construction are responsible for approximately 39% of humanity's global greenhouse gas (GHG) emissions. More than a fourth of those are embodied carbon emissions, those associated with the **production of building materials and construction activities**.

* Different other estimations co-exist, depending on the year of issue, issuing authority & estimation method used.

Material impact

Concrete and **steel** are the two most widely used materials in the construction of new buildings.

These materials are also responsible for the majority of the more than 11% of global emissions associated with building materials, while aluminum, glass, and insulation materials are the next-highest major contributors.

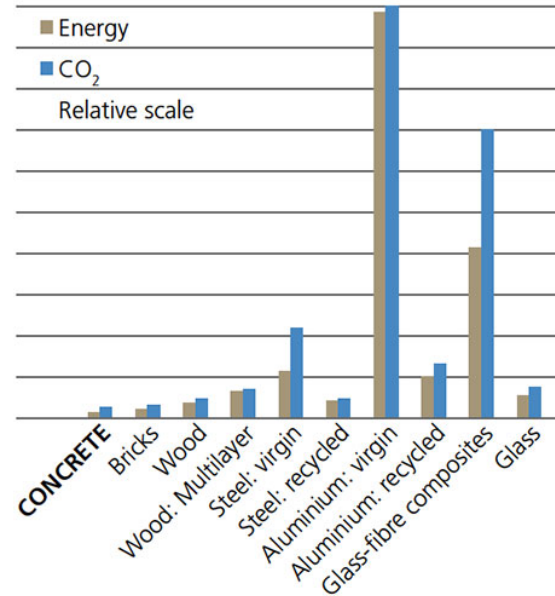
Considering the whole life emissions of high performance commercial buildings, **concrete** and **steel** consistently represent **40-50%** of embodied carbon in buildings.

Sources: Global ABC Global Status Report 2018 EIA; Hunziker, R. & Caroll, C., 2021.

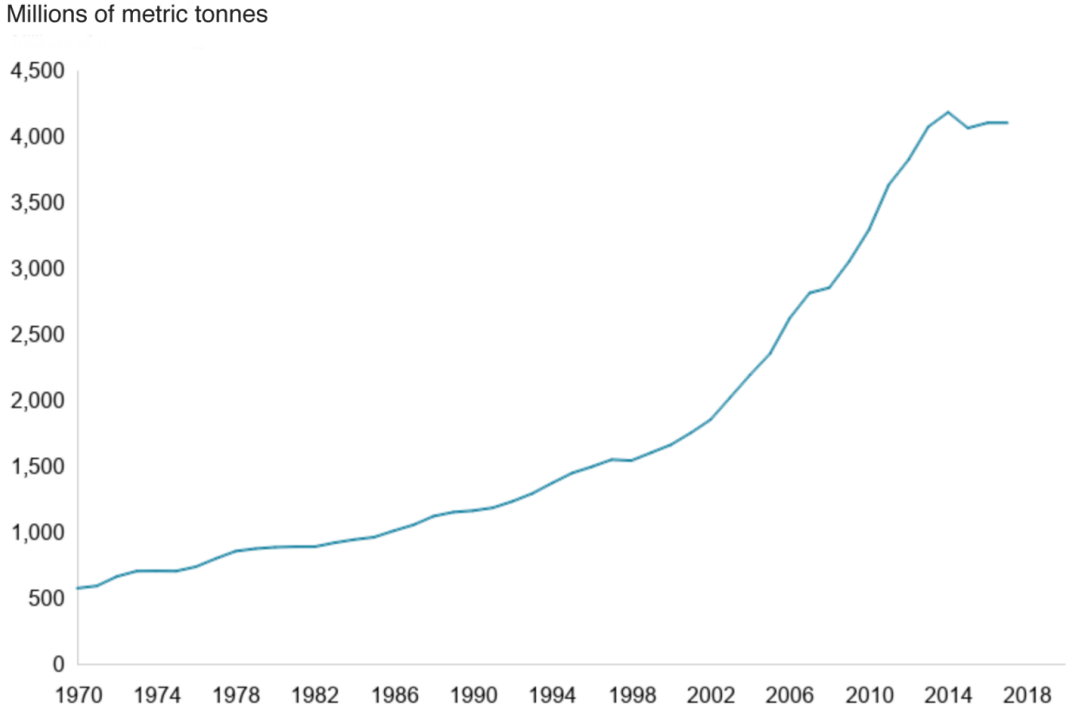
Material impact: concrete (cement) and steel

Material	MJ/kg	kgCO ₂ /kg
CONCRETE	0.95	0.13
Bricks	3.0	0.22
Wood	8.5	0.46
Wood: Multilayer	15	0.81
Steel: virgin	35.3	2.8
Steel: recycled	9.5	0.43
Aluminium: virgin	218	11.46
Aluminium: recycled	28.8	1.69
Glass-fibre composites	100	8.1
Glass	15.0	0.85

Source: ICE version 1.6a Hammond G.P. and Jones C.I 2008 Proc Instn Civil Engineers



Material impact: cement (concrete)



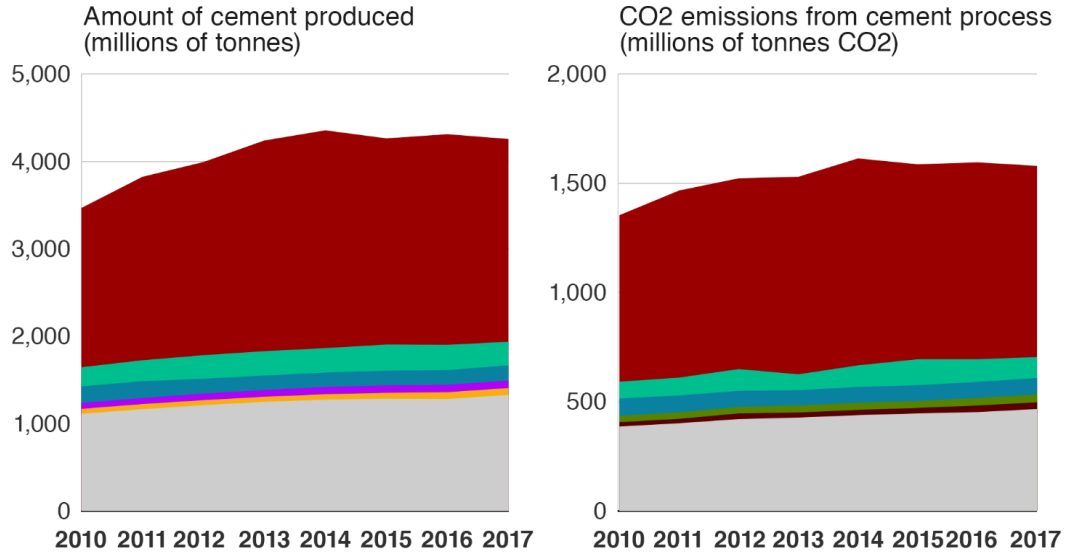
Note: Figures for 2016 and 2017 are estimates

Source: USGS



Material impact: cement (concrete)

China produces most cement and therefore most cement-related CO2 emissions



Source: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency

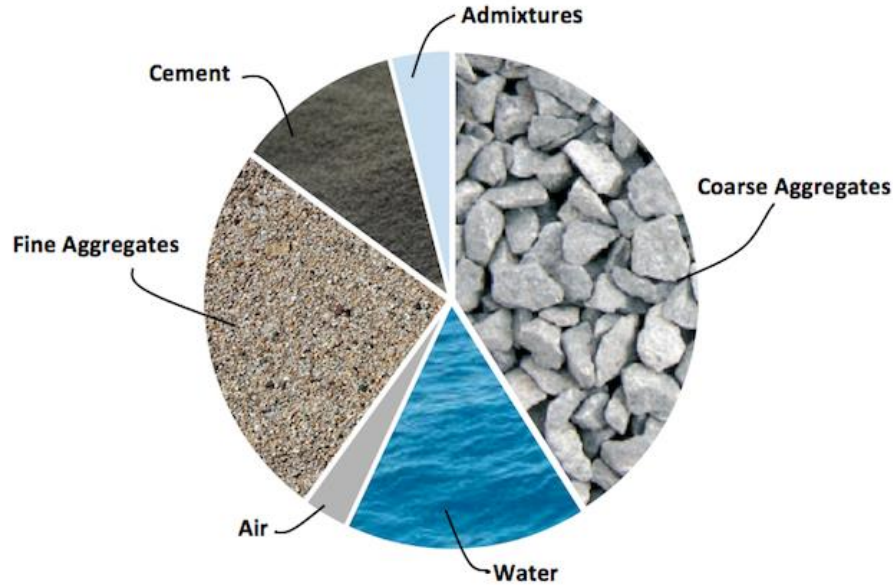


Material impact: concrete (cement)



Fig.: partner.sciencenorway.no

A “typical” concrete* composition [1 m³]



ca. 2350-2400 kg/m³

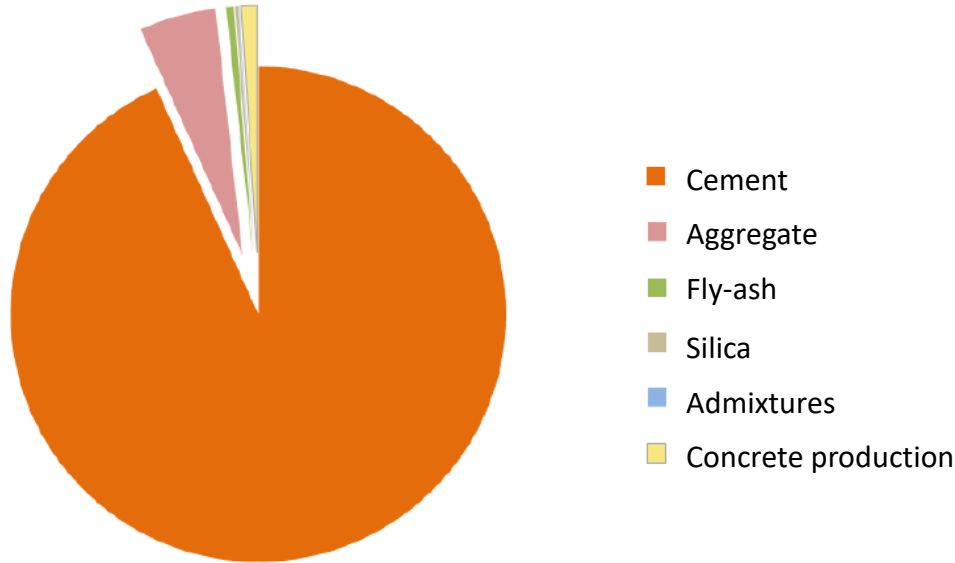
ca. 75-85 % aggregate



Part material	[kg/m ³]
Cement	352
Crushed rock 16-22 mm	587
Crushed rock 8-16 mm	333
Sand 0-8 mm	945
Water	168
Admixtures	2

* Portland cement concrete.

Total CO₂ emissions from 1 m³ of concrete (divided by source)



CO₂ emissions from production of a **typical civil engineering concrete**, divided by concrete part materials and concrete production operations. The example is taken from a 37 MPa characteristic cubical strength concrete produced in the Sjursøya concrete plant of NorBetong in Oslo.

Portland cement production



Fig.: heidelbergcement.com

Portland cement production

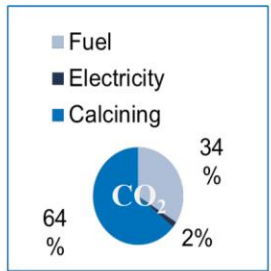
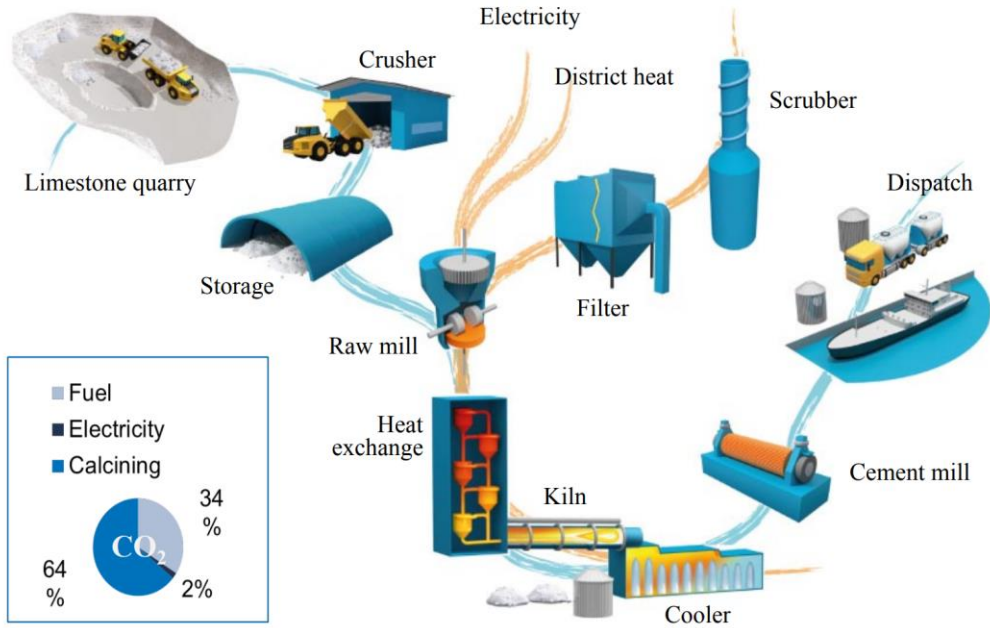


Fig.: Skjeggerud, K., 2020

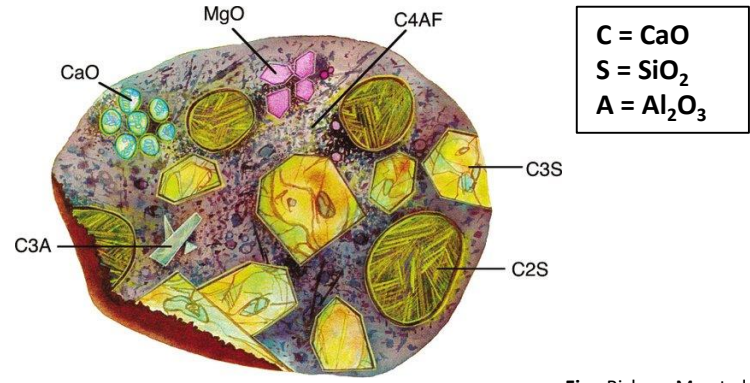
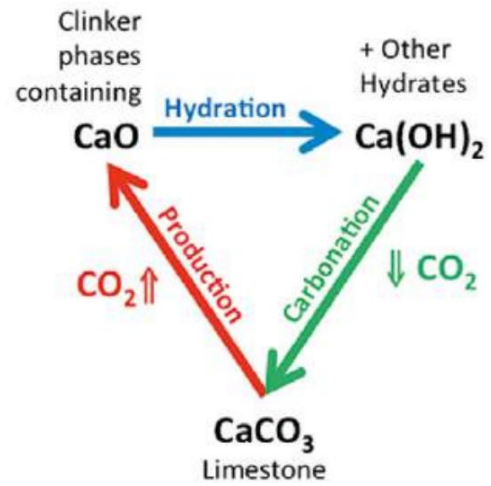


Fig.: Bishop, M., et al., 2003

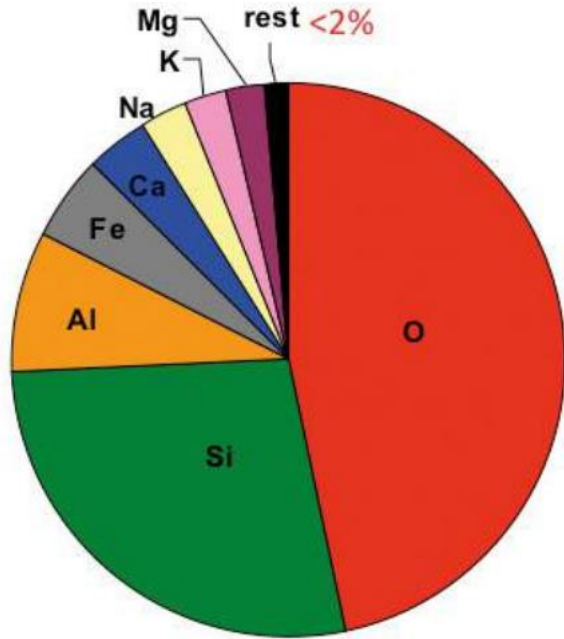


Source: UN Environment, Eco-efficient cements

Cement production: the limitations of earth chemistry

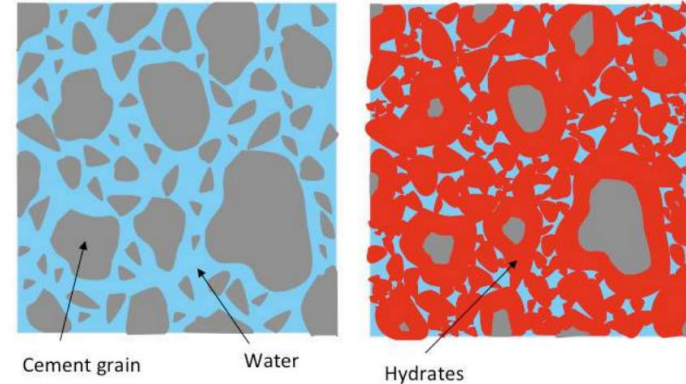
Portland cement did not become the earth's most used material by chance.

The processes of nuclear fusion in stars and in planet formation have yielded the 8 elements — **oxygen**, **silicon**, **aluminium**, iron, **calcium**, sodium, potassium and magnesium — that make up more than 98% of the earth's crust.



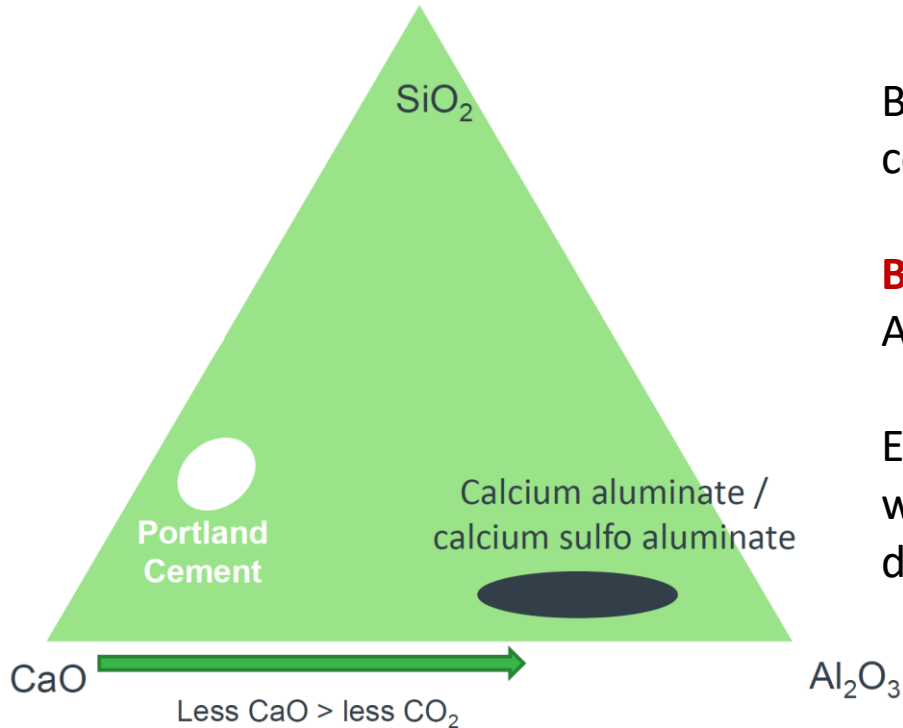
- Na_2O } Too soluble
- K_2O }
- Fe_2O_3 } Too low mobility in alkaline solutions
- MgO }
- CaO }
- SiO_2 } The most useful
- Al_2O_3 }

The abundance of elements in the earth's crust
[Source: Wikipedia].



Source: UN Environment, Eco-efficient cements

Hydraulic minerals in the system $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$



BUT, what sources of minerals are there which contain $\text{Al}_2\text{O}_3 \gg \text{SiO}_2$?

Bauxite – localized, under increasing demand for Aluminium production, EXPENSIVE.

Even if all current bauxite production diverted would still only replace 10-15% of current demand.

Source: UN Environment, Eco-efficient cements

Possible strategies to reduce CO₂ in concrete construction

1. Reduce CO₂ footprint of cement production

2. Use "green concrete" (less cement per m³ of concrete) and/ or higher quality of concrete in more slender structures (new design methods)

3. New technologies



LBS XXX ZINĀTNISKI TEHNISKĀ KONFERENCE

Cementa ražošana, veidi un standartizācija

Jegors Golubevs | SCHWENK Latvija



SCHWENK

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

EIROPAS STANDARTS CEMENTAM

- Standarts izstrādāts Eiropas Standartizācijas komitejā (CEN) 1973. gadā, vēlāk vairākkārt aktualizēts
- Aktuālā redakcija CEN EN 197-1 Cement Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements spēkā no 2011. gada
- Pārņemts Latvijas nacionālā standarta statusā bez pārveidojumiem tā saturā ar nosaukumu LVS EN 197-1:2012 «Cements. 1. daļa. Parastā cementa sastāvs, specifikācija un atbilstības kritēriji»
- Standarta darbības sfērā iekļauti:
 - 27 parastie cementi;
 - 7 sulfātizturīgie cementi;
 - 3 zemas stiprības domnu sārņu cementi;
 - 2 sulfātizturīgie zemas stiprības domnu sārņu cementi.

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

CEMENTS: BĀZES KRITĒRIJI

Cements ir hidrauliskā saistviela - smalki malts neorganisks materiāls. Samaisīts ar ūdeni, tas veido plastisku pastu, kura sacietē hidratācijas procesā un turpmāk saglabā savu stiprību un stabilitāti t.sk. zem ūdens.

Cementa sastāvā dažādās proporcijas drīkst būt vairākas, atrunātas standartā, izejvielas pie nosacījuma, ka reaktīvo CaO un SiO₂ saturs cementā nav zemāks par 50% no masas.

Cements, kas atbilst EN 197 standarta kritērijiem tiek apzīmēts ar kodu CEM

CEM III/B 32,5N-LH /SR

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

CEMENTA SASTĀVS

Galvenās sastāvdaļas (saturs $\geq 5\%$ no kopējās masas):

- Klinkers (K)
- Granulētie domnu sārņi (S)
- Pucolāni (P, Q)
- Vieglie pelni (V, W)
- Degslānkeļa pelni (T)
- Kaļķakmens (L, LL)
- Mikrosilīcijs (D)

kopā $\geq 95\%$

Sekundārās sastāvdaļas (saturs $\leq 5\%$ no kopējās masas):

- augstāk minēti un/vai citi minerāli materiāli

kopā $\leq 5\%$

- + Kalcija sulfāta avots (ģipsis, anhidrīts)
- + Piedevas (ne vairāk kā 1% no cementa kopējas masas)

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

IZEJVIELAS

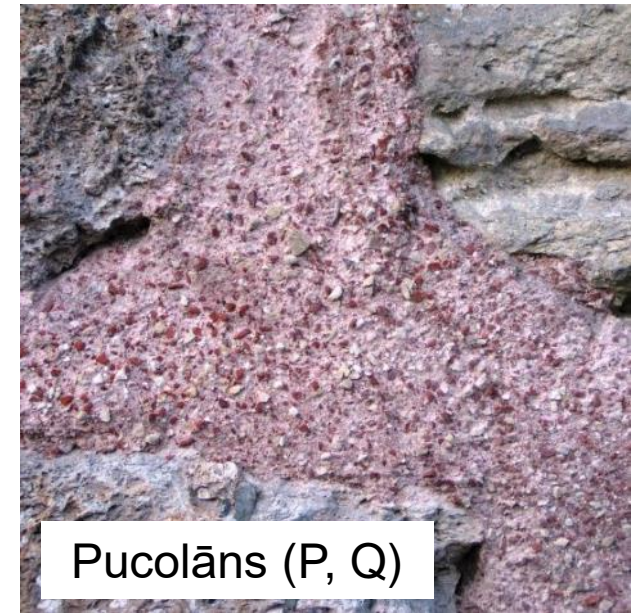
Klinkers (K)



Domnu sārņi (S)



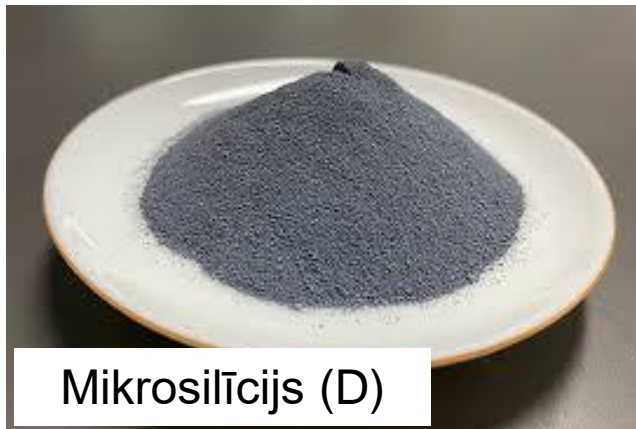
Pucolāns (P, Q)



Vieglie pelni (V, W)



Mikrosilīcijs (D)



Slānekļa pelni (T)



CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

CEMENTA VEIDI

- CEM I portlandcements
- CEM II kompozīta portlandcements
- CEM III domnu sārņu cements
- CEM IV pucolānu cements
- CEM V kompozīta cements

Main types	Notation of the 27 products (types of common cement)	Composition (percentage by mass ^o)												
		Main constituents										Minor additional constituents		
		Clinker	Blast-furnace slag	Silica fume	Pozzolana		Fly ash		Burnt shale	Limestone				
K	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L	LL					
CEM I	Portland cement	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Portland-slag cement	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland-silica fume cement	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland-pozzolana cement	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland-fly ash cement	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
	Portland-burnt shale cement	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Portland-limestone cement	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
	Portland-composite cement ^c	CEM II/A-M	80-94	6-20									0-5	
		CEM II/B-M	65-79	21-35									0-5	
	CEM III	Blastfurnace cement	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM III/B			20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM III/C			5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Pozzolanic cement ^c	CEM IV/A	65-89	-	11-35						-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	36-55						-	-	-	0-5
CEM V	Composite cement ^c	CEM V/A	40-64	18-30	18-30			-	-	-	-	-	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-50	31-50			-	-	-	-	0-5		

CEM III/B 32,5N-LH /SR

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

SULFĀTIZTURĪGIE CEMENTI

Cementi ar paaugstinātu noturību pret ķīmiski agresīvo vidi:

- sulfātu jonu paaugstināta koncentrācija grunts ūdeņos un augsnē
- jūras ūdens

Bieži tiek lietoti arī citos apstākļos samazināta sārmu satura dēļ

Table 2 — Limiting values for exposure classes for chemical attack from natural soil and ground water

Chemical characteristic	Reference test method	XA1	XA2	XA3
Ground water				
SO ₄ ²⁻ mg/l	EN 196-2	≥ 200 and ≤ 600	> 600 and ≤ 3 000	> 3 000 and ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 and ≥ 5,5	< 5,5 and ≥ 4,5	< 4,5 and ≥ 4,0
CO ₂ mg/l aggressive	EN 13577	≥ 15 and ≤ 40	> 40 and ≤ 100	> 100 up to saturation
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1	≥ 15 and ≤ 30	> 30 and ≤ 60	> 60 and ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 and ≤ 1 000	> 1 000 and ≤ 3 000	> 3 000 up to saturation
Soil				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^a total	EN 196-2 ^b	≥ 2 000 and ≤ 3 000 ^c	> 3 000 ^c and ≤ 12 000	> 12 000 and ≤ 24 000
Acidity according to Baumann Gully ml/kg	prEN 16502	> 200	Not encountered in practice	
<p>^a Clay soils with a permeability below 10⁻⁵ m/s may be moved into a lower class.</p> <p>^b The test method prescribes the extraction of SO₄²⁻ by hydrochloric acid; alternatively, water extraction may be used, if experience is available in the place of use of the concrete.</p> <p>^c The 3 000 mg/kg limit shall be reduced to 2 000 mg/kg, where there is a risk of accumulation of sulfate ions in the concrete due to drying and wetting cycles or capillary suction.</p>				

CEM III/B 32,5N-LH /SR

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

SULFĀTIZTURĪGO CEMENTU VEIDI

1. Sulfātizturīgie portlandcementi:

CEM I – SR 0

CEM I – SR 3

CEM I – SR 5

Papildus prasības trikalcija
alumināta (C3A) saturam
klinkerā: 0%; <3% un <5%
attiecīgi

2. Sulfātizturīgie domnu sārņu cementi:

CEM III/B – SR

CEM III/C – SR

Papildus prasības klinkeram nav
noteiktas

3. Sulfātizturīgie pucolānu cementi

CEM IV/A – SR

CEM IV/B – SR

Papildus prasības trikalcija
alumināta (C3A) saturam
klinkerā: < 9%

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

CEMENTU STIPRĪBA

Trīs klases pēc 28 dienu stiprības:

32,5 MPa

42,5 MPa

52,5 MPa

Trīs klases pēc agrās stiprības:

L (low)

N (normal)

R (rapid)

Strength class	Compressive strength MPa			Initial setting time	Soundness (expansion)
	Early strength		Standard strength		
	2 days	7 days	28 days	min	mm
32,5 L ^a	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 N	-	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	-			
42,5 L ^a	-	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10,0	-			
42,5 R	≥ 20,0	-			
52,5 L ^a	≥ 10,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45
52,5 N	≥ 20,0	-			
52,5 R	≥ 30,0	-			

^a Strength class only defined for CEM III cements.

CEM III/B **32,5N**-LH /SR

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

CITI PARAMETRI

- Saistīšanas laiks
- Maluma smalkums
- Hidratācijas siltums
- Ķīmiskā kompozīcija - tiek limitēts vairāku ķīmisko elementu un savienojumu saturs cementā:
 - Mg
 - Cr6+
 - SO3
 - Cl
 - LOI
 - utt.

CEM III/B 32,5N-LH /SR

CEMENTA STANDARTIZĀCIJA

STANDARTA ATTĪSTĪBAS STRATĒGIJA

CEM II/A 80...94% K
 CEM II/B 65...79% K
CEM II/C 40...64% K

Бездобавочный портландцемент ЦЕМ 0 42,5Н ГОСТ 31108-2020
 (Портландцемент без вспомогательных компонентов и минеральных добавок типа ЦЕМ 0, класса прочности 42,5, нормальноотвердевающий)

Технические требования к продукции

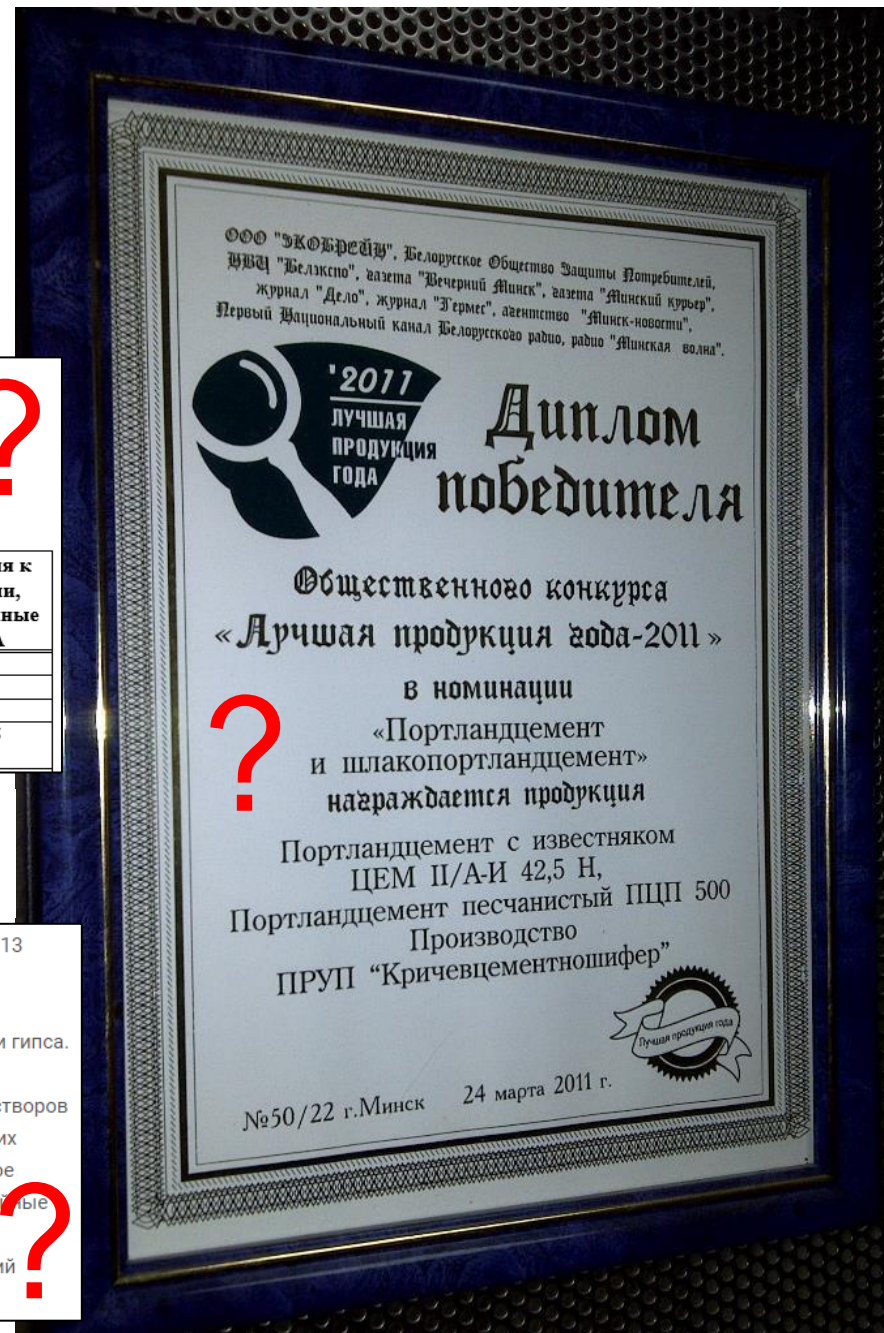
№ п/п	Наименование показателя	Требования к продукции, установленные в ТНПА
1	Вещественный состав цемента, % масс.:	
	- основные компоненты:	портландцементный клинкер в возрасте 2 суток не менее 10
2	Прочность на сжатие, МПа	в возрасте 28 суток не менее 42,5 не более 62,5

Портландцемент песчанистый
ПЦП 500 СТБ 2115-2010
 (Портландцемент марки по прочности на сжатие 500)

Требования к продукции регламентируются СТБ 2115-2010 «Портландцемент песчанистый. Технические условия», ГОСТ 30515-2013 «Цементы. Общие технические условия»

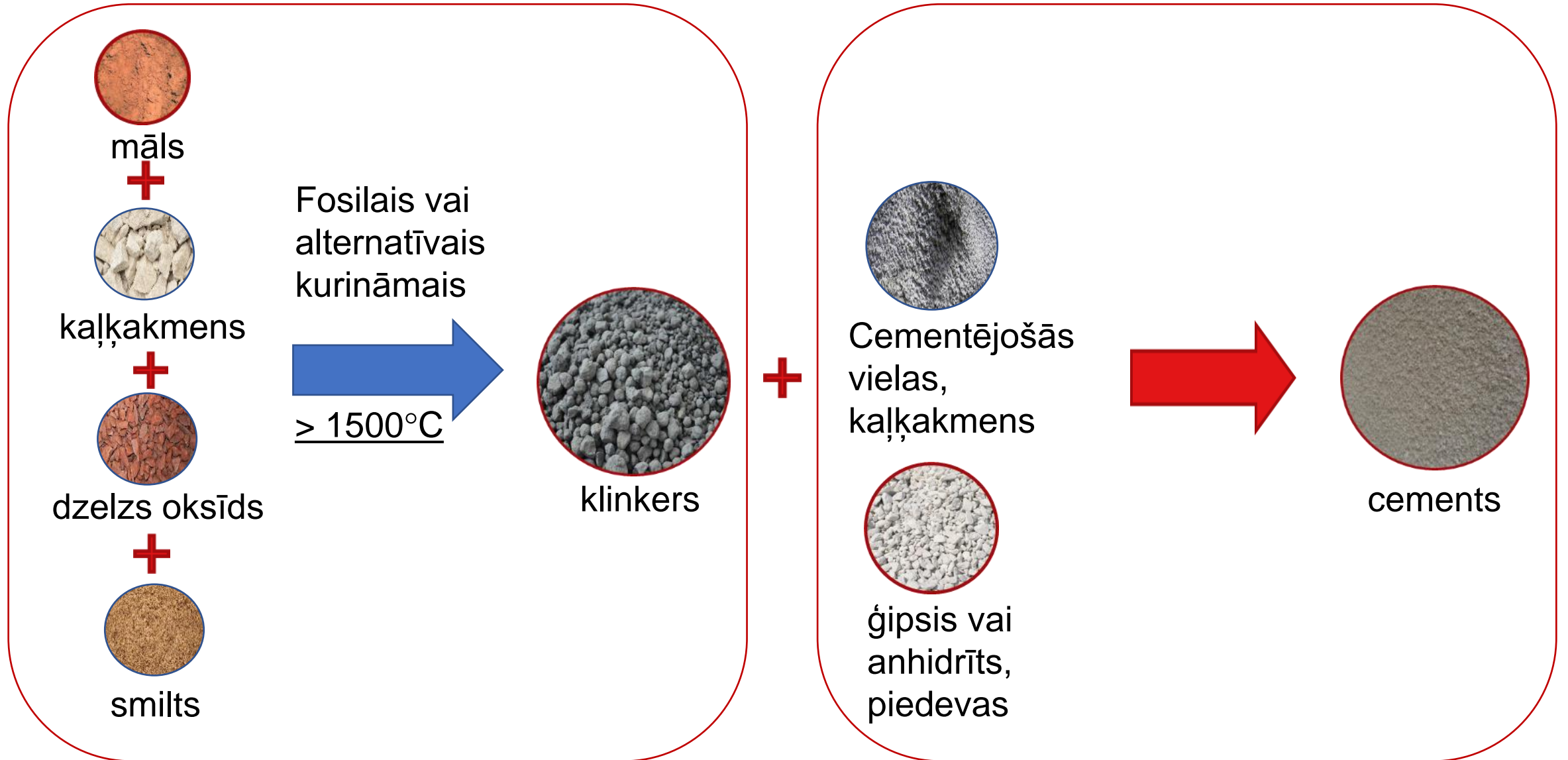
Получают песчанистый портландцемент путем совместного тонкого помола клинкера с кварцевым песком (до 45%) и добавками гипса.

Относится к цементам общестроительного назначения и предназначен для строительных работ, производства строительных растворов и бетонов. Применяется для изготовления любых видов бетона (тяжелых, мелкозернистых, легких и ячеистых) без изменений в их рецептуре. Используется в бетонных и железобетонных конструкциях, в гидротехническом строительстве. Наиболее эффективное использование – в производстве пенобетона. Имеет пониженное тепловыделение в процессе гидратации, хорошие антикоррозионные свойства и стойкость к деформации. Не допускается применение цемента для бетона дорожных и аэродромных покрытий, железобетонных напорных и безнапорных труб, железобетонных шпал, мостовых конструкций, стоек опор высоковольтных линий электропередач, контактной сети железнодорожного транспорта и освещения.



CEMENTA RAŽOŠANA

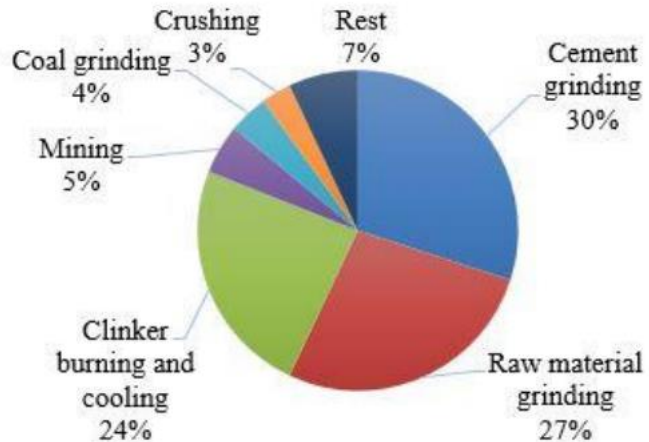
PROCESA BŪTĪBA



CEMENTA RAŽOŠANA

ENERĢIJAS PATĒRIŅA STRUKTŪRA

Elektroenerģijas patēriņa struktūra
cementa ražošanā



Source: Schneider M, Romer M, Tschudin M, Bolio H.
Sustainable cement production present and future.
Cement and Concrete Research 2011

Vidējais elektroenerģijas patēriņš
Vācijas cementa industrijā

Jahr	Thermischer Energieeinsatz		Elektrischer Energieeinsatz	
	Mio. GJ	MJ/t Zement	Mio. MWh	kWh/t Zement
2016	91,2	2.763	3,62	109,8
2017	96,8	2.824	3,77	110,0
2018 ¹	96,0	2.804	3,78	110,9
2019	96,0	2.772	3,85	111,9
2020	96,0	2.733	3,84	109,4

Quelle: VDZ

¹ teilweise geschätzt

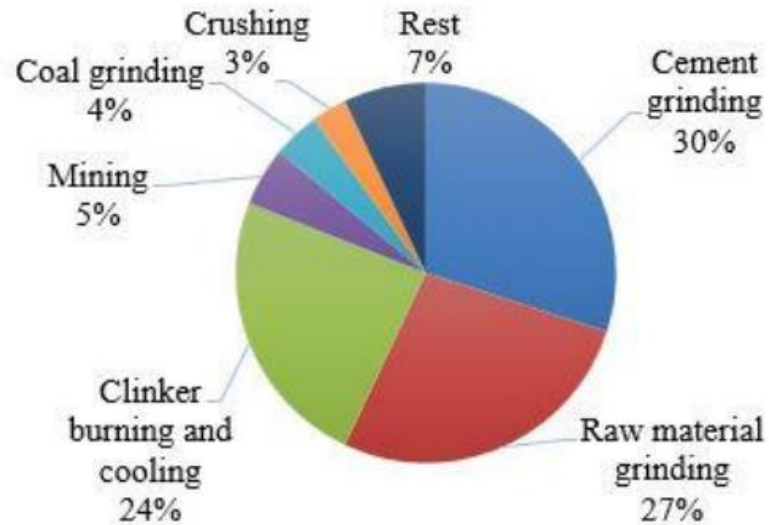
Source: VDZ Zahlen und Daten 2021

+ 1 Cents uz 1 kWh = + 1,10 EUR tonnas cementa ražošanas izmaksām

CEMENTA RAŽOŠANA

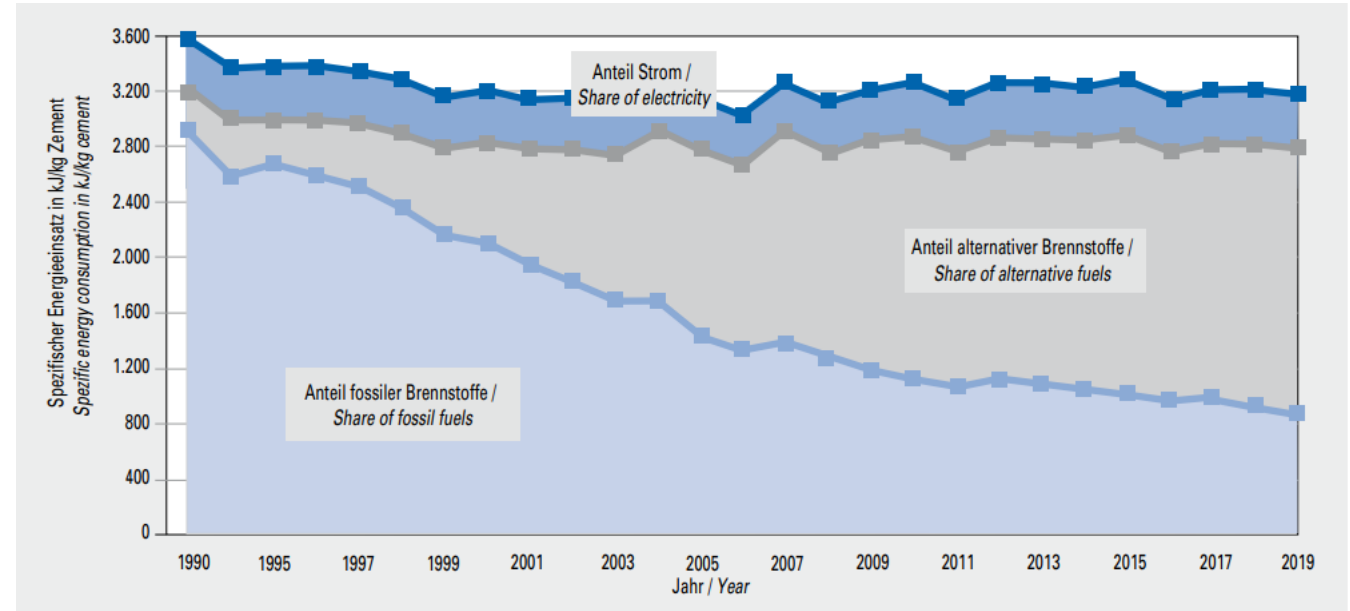
ENERĢIJAS PATĒRIŅA STRUKTŪRA

Elektroenerģijas patēriņa struktūra cementa ražošanā



Source: Schneider M, Romer M, Tschudin M, Bolio H.
Sustainable cement production present and future.
Cement and Concrete Research 2011

Enerģijas patēriņa struktūras izmaiņas Vācijas cementa industrijā

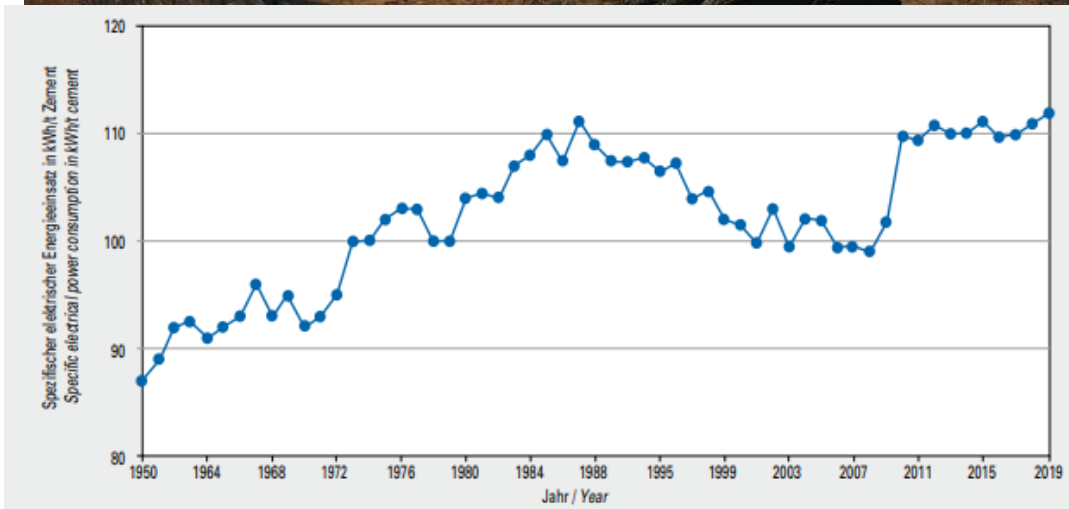


Source: VDZ 2019 Umweltendaten der deutschen Zementindustrie

- Cementa malšanas process: 1/3 no kopēja elektroenerģijas patēriņa ražotnē
- Klinkera ražošanas process: 2/3 no elektroenerģijas patēriņa un gandrīz viss kurināmo apjoms

CEMENTA RAŽOŠANA

KLINKERA RAŽOŠANA: ELEKTROENERGIJA



Source: VDZ 2019 Umweltdaten der deutschen Zementindustrie

CEMENTA RAŽOŠANA

KLINKERA RAŽOŠANA: KURINĀMAIS

Kiln Type	Heat input, Kcal/kg clk
Wet	1 400...1 500
Long Dry	1 100
1-Stage Cyclone Suspension Preheater	1 000
2-Stage Cyclone Suspension Preheater	900
4-Stage Cyclone Suspension Preheater	850
4-Stage Cyclone Suspension Preheater+ Calciner	750
5-Stage Cyclone Suspension Preheater + Calciner + HE Cooler	720
6-Stage Cyclone Suspension Preheater + Calciner + HE Cooler	<700

Based on N.A.Madloul et al., «A critical review on energy use and savins in the cement industries», Renewable and Sustainable Energy Review 15, No 4 (2011)

Homogenizēšanas metode	Enerģijas patēriņš
Slapjā, duļķa mitrums 35%	1 450 Kcal/kg clk
Sausā, izejvielas ar naturālo mitrumu	750 Kcal/kg clk

Brocēnu ražotnes noapaļoti rādītāji 2006. gadā (BK4) un 2020. gadā (BK5)



CEMENTA RAŽOŠANA

KLINKERA RAŽOŠANA: KURINĀMAIS



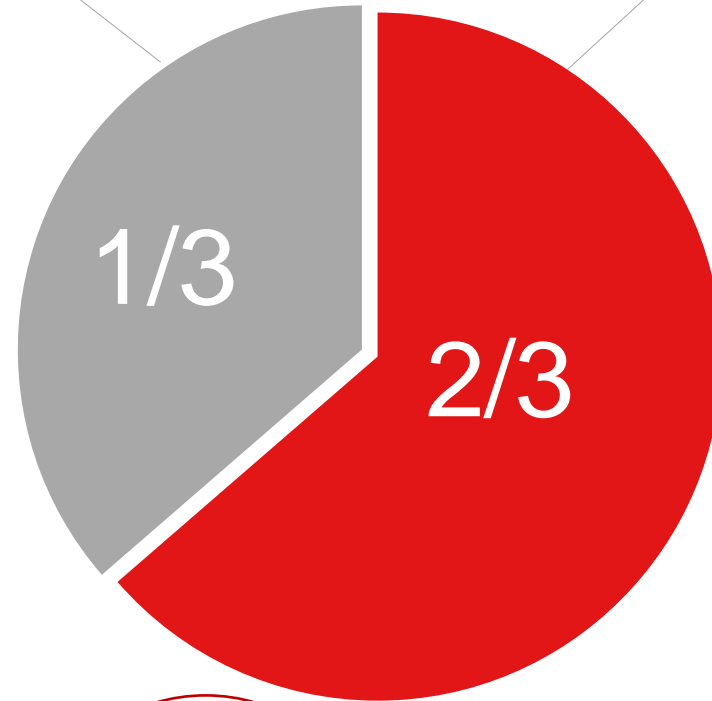
- «Slapjām» līnijām nepieciešami kurināmie ar ļoti augstu kaloritāti: ogles, mazuts, gāze; alternatīvo kurināmo – SRF, biomasas, notekūdeņu dūņu utml. – dedzināšanas iespējas ir ierobežotas
- Sadedzinot «slapjā» procesā 1 tonnu ogļu ar kaloritāti 6 500 Kcal/kg iespējams saražot 4,5 tonnas klinkera
- 2022. gada novembrī tikai kurināmā pašizmaksa tādām klinkeram būtu ap 100 EUR/tonnā

CEMENTA RAŽOŠANA

KLINKERA RAŽOŠANA: CO2 EMISIJAS

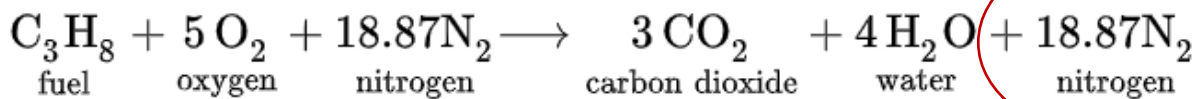
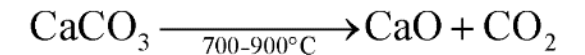
EMISIJAS NO KURINĀMĀ

Primāri CO2 no oglekļa oksidēšanas procesa, ka arī citas vielas no kurināmo sadegšanas atmosfēras gaisā



EMISIJAS NO IZEJVIELĀM

Primāri CO2 no kaļķakmens dekarbonizācijas procesa



1 tonnas klinkera ražošanai nepieciešamas 1,28 tonnas kaļķakmens ar 0% mitrumu

CEMENTA RAŽOŠANA

IZEJVIELAS

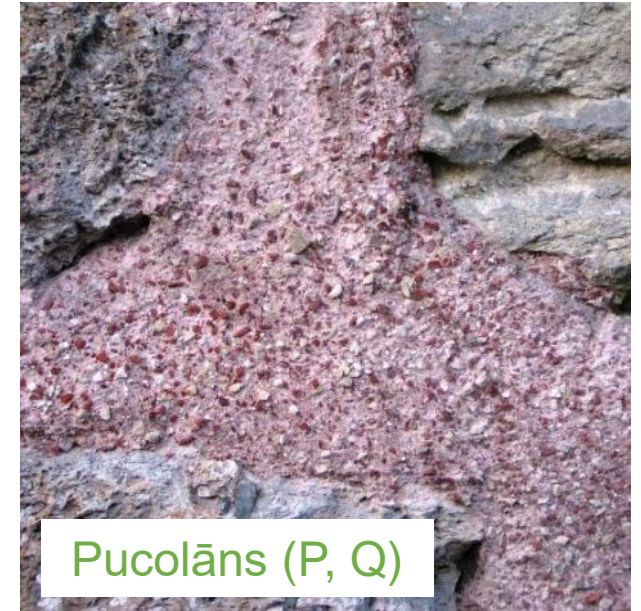
Klinkers (K)



Domnu sārņi (S)



Pucolāns (P, Q)



Vieglie pelni (V, W)



Mikrosilīcijs (D)



Slānekļa pelni (T)



KOMPOZĪTA CEMENTU RAŽOŠANA

MALŠANAS PROCESS

Daži tehniskie izaicinājumi:

- izejvielu žāvēšana, vēlams – ar krāsns procesa siltumu
- dažu izejvielu atsevišķa malšana un starpuzglabāšana
- transportēšanas, glabāšanas, padeves un dozēšanas kapacitāte



APKOPOJUMS

- Portlandcements/klinkers – ļoti energoietilpīgs produkts
- Papildus problēma – CO₂ emisijas kaļķakmens dekarbonizācijas procesā
- Pāreja uz kompozīta cementiem – laika (īsa laika) jautājums
- Cementa regulējuma attīstības virziens ES – esošu standartu evolūcija
- Cementu veidi katrā tirgū būs atkarīgi no izejvielu pieejamības reģionā
- Kompozīta cementu attīstība un ieviešana būvniecības praksē prasīs nopietnu pētniecisku darbu, t.sk. betona ilgmūžības jomā





Cementa zaļais kurss Eiropā un Latvijā

Māris Gruzniņš | SCHWENK Latvija

2022.gada 24.novembris



SCHWENK



175 GADI SCHWENK

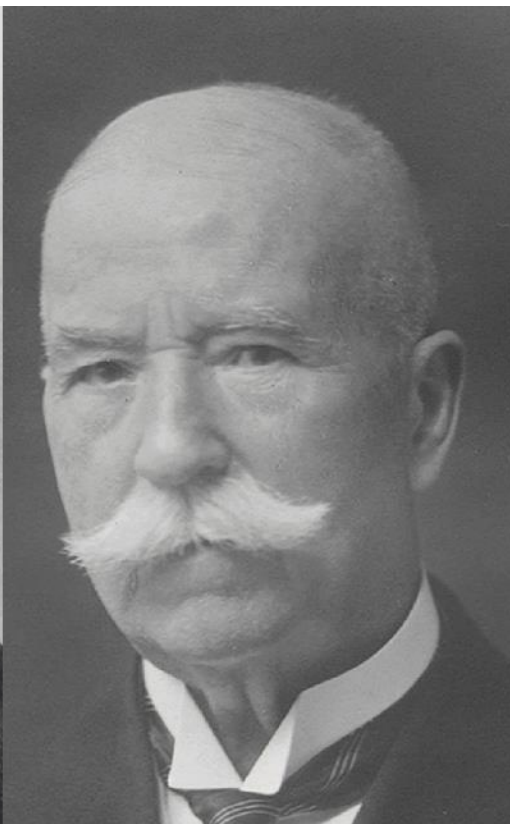
PIECAS SCHWENK PAAUDZES



Eduard Schwenk

* 1812 † 1869

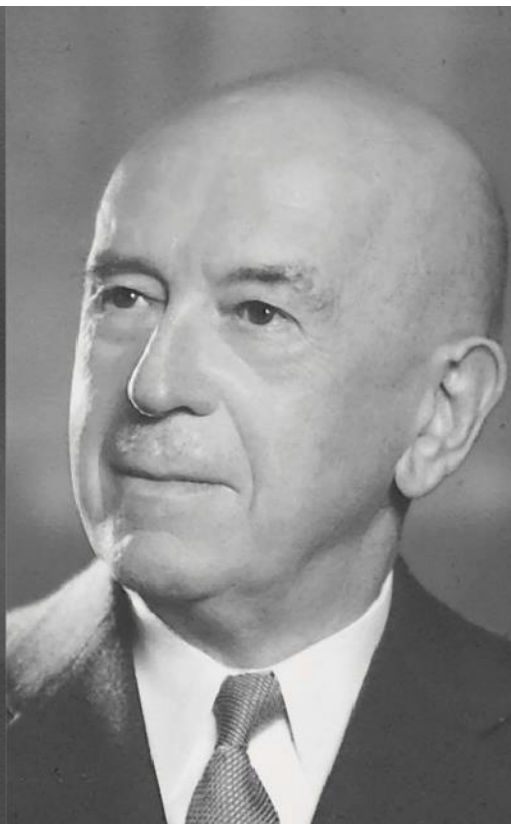
Uzņēmuma izveidošana



Carl Schwenk

* 1852 † 1942

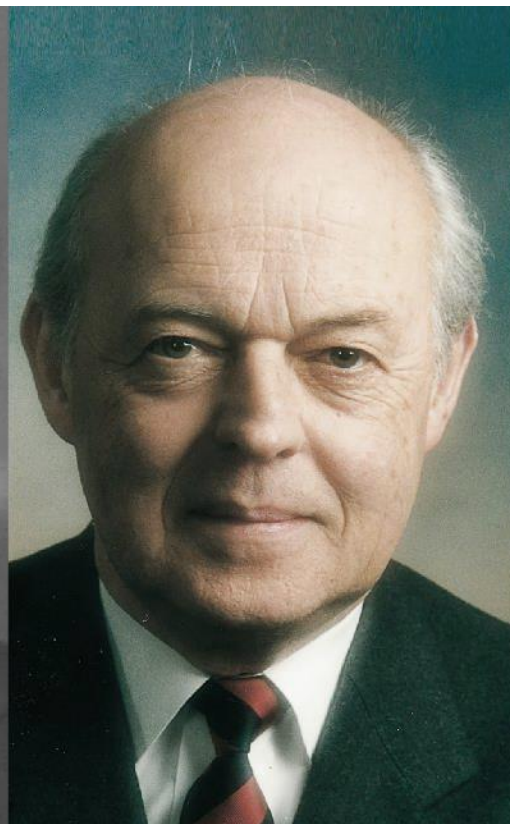
1889-1937 divu cementa rūpnīcu
- Allmendingen um Mergelstetten
- iegāde



Dr. Phil. Carl Schwenk

* 1883 † 1978

1937 Karlstadt cementa
rūpnīcas iegāde



Dr. Eberhard Schleicher

* 1926 † 2007

1990 Bernburg cementa rūpnīcas
iegāde. SCHWENK būvmateriālu
grupas izveide.



Eduard Schleicher

* 1955

Rūpnīcu, procesu un biznesa
modeļu nepārtraukta
modernizācija. Fokuss uz
pamatdarbības attīstību.

TĀ VISS IESĀKĀS - 1847

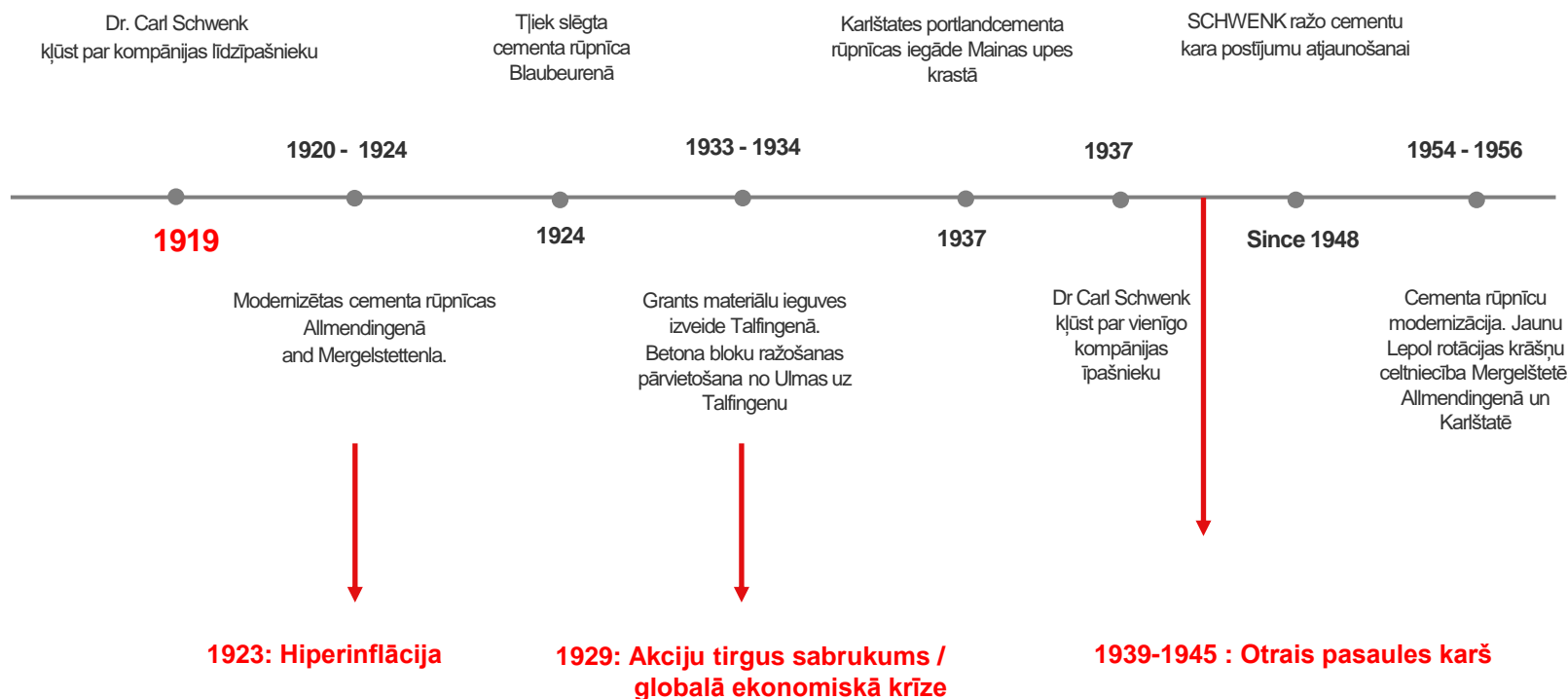
ULM SÖFLINGEN KLOSTERA DZIRNAVAS DARBOJĀS NO 1847-1892

Ehemalige Klostermühle in Söflingen diente von 1847 bis 1892 als Zementmühle, Ulm 1880



TREŠAJAI PAAUDZEI NĀCĀS TIKT GALĀ AR DIVĀM GARĀM "MEGA KRĪZĒM"

1919 – 1954 Krīzes vadība un modernizācija



Dr. Carl Schwenk laiks bija saistīts ar modernizāciju un nopietnu krīžu pārvarēšanu. Pēc Pirmā pasaules kara nāk inflācija, tad Lielā depresija un Otrais pasaules karš. Viņš atvēra grants un šķembu ieguves karjerus un iegādājās Portlandcements rūpnīcu Karišatē pie Mainas. Viņa aizgādībā notika arī atvēršanās pēc 1948. gada.

20% INFLĀCIJA?

TAS NAV NEKAS, SALĪDZINOT AR HIPERINFLĀCIJU VEIMĀRAS REPUBLIKĀ 1923. GADĀ!





EIROPAS



ZAĻAIS KURSS

«Today is the start of a journey. But this is Europe's man on the moon moment.»

Ursula von der Leyen / President of the European Commission on the Green Deal

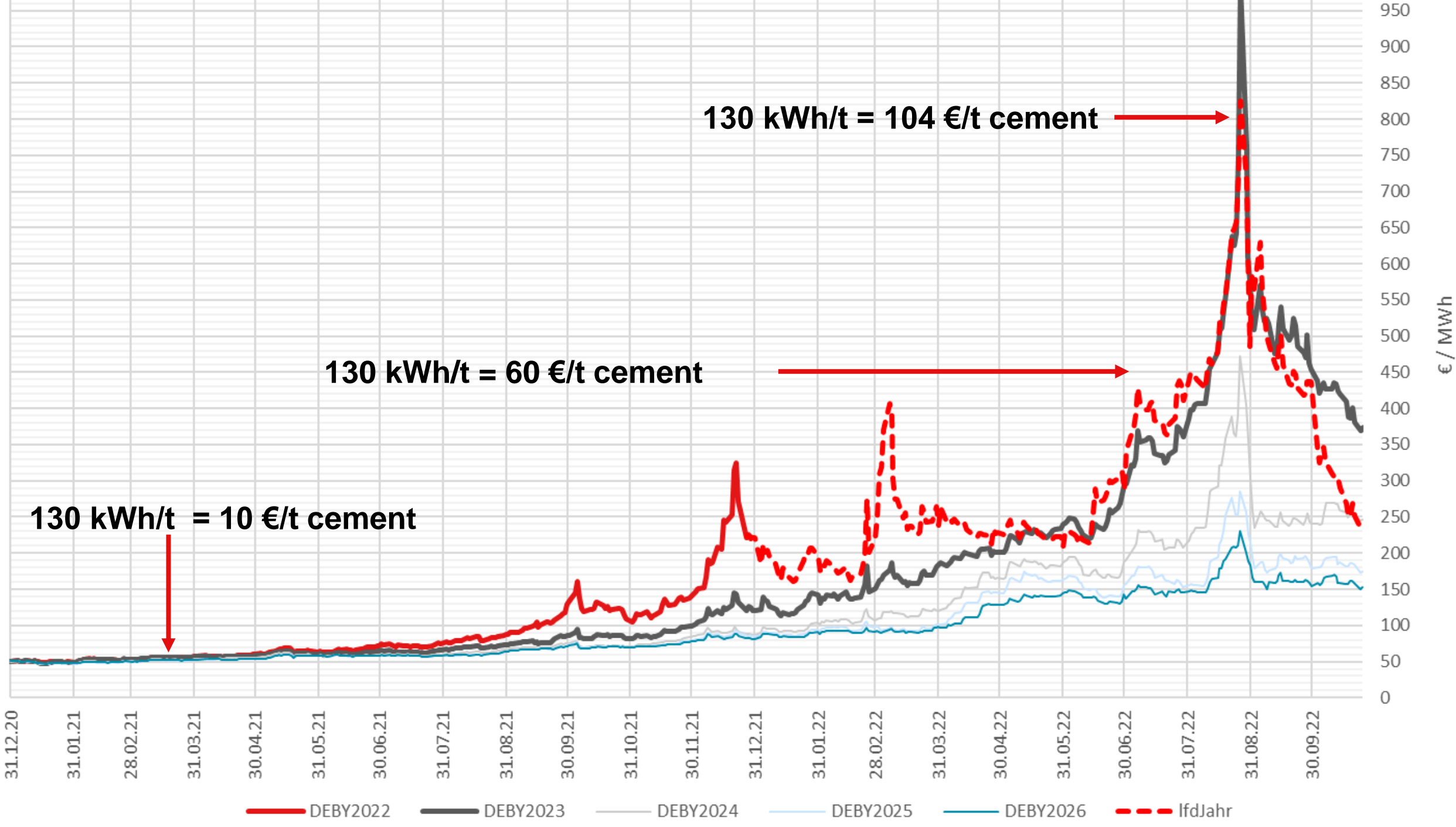
Dec 2019





Industrijas prioritātes 2019 – 2022

- 2020-2021.gada globālā pandēmija (Covid19)
- 2022.gada 24.februāris (Krievijas uzsāktais karš Ukrainā)
- Energokrīze Eiropas savienībā un ne tikai
- Eiropas Komisijas, Valsts atbalsts ražotājiem
- Zemu CO2 (low carbon) cementu definīcija un saskaņošana
- EK, ETS un CBAM triloģija
 - CBAM ieviešanas nosacījumi un statuss
 - Cembureau priekšlikumu saskaņošana ar EK



130 kWh/t = 10 €/t cement

130 kWh/t = 60 €/t cement

130 kWh/t = 104 €/t cement

31.12.20 31.01.21 28.02.21 31.03.21 30.04.21 31.05.21 30.06.21 31.07.21 31.08.21 30.09.21 31.10.21 30.11.21 31.12.21 31.01.22 28.02.22 31.03.22 30.04.22 31.05.22 30.06.22 31.07.22 31.08.22 30.09.22

DEBY2022 DEBY2023 DEBY2024 DEBY2025 DEBY2026 IldJahr

€/MWh



Industrijas prioritātes 2019 – 2022

- 2020-2021.gada globālā pandēmija (Covid19)
- 2022.gada 24.februāris (Krievijas uzsāktais karš Ukrainā)
- Energokrīze Eiropas savienībā un ne tikai
- Eiropas Komisijas, Valsts atbalsts ražotājiem
- Zemu CO2 (low carbon) cementu definīcija un saskaņošana
- EK, ETS un CBAM triloģija
 - CBAM ieviešanas nosacījumi un statuss
 - Cembureau priekšlikumu saskaņošana ar EK

NO EIROPAS UZ LATVIJU





BROCĒNU CEMENTA RŪPNĪCA – VIENA NO EIROPĀ MODERNĀKAJĀM

SCHWENK ZIEMEĻEIROPA

Brocēnu cementa rūpnīca –
viena no modernākajām
ražotnēm Eiropā

Akmenes cementa rūpnīca –
Schwenk grupā kopš
2021.gada jūlija

12 jūras termināli Latvijā,
Somijā, Zviedrijā un
Norvēģijā

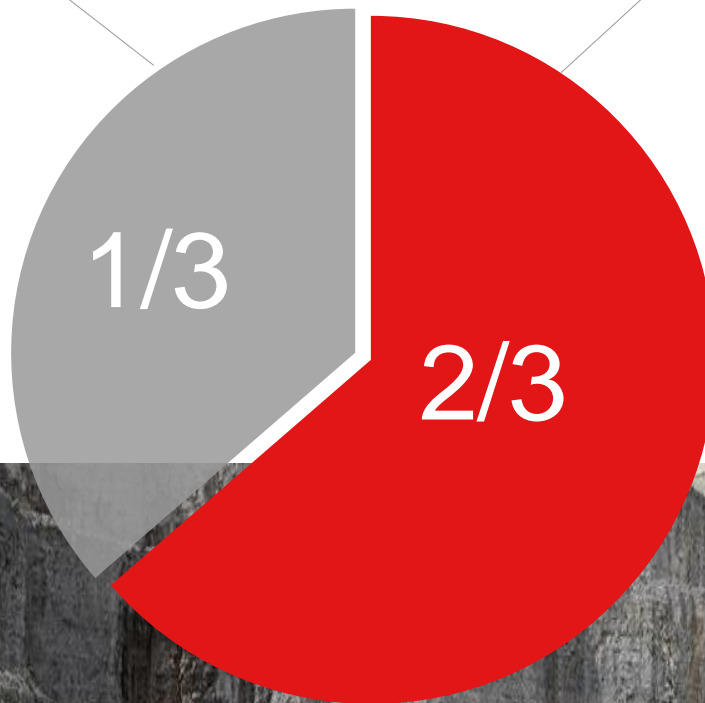
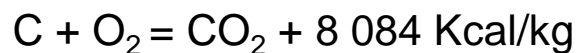


IZMEŠI CEMENTA RAŽOŠANĀ

KURINĀMAIS

Izmeši rodas, krāsni izmantojot fosilo un alternatīvo kurināmo.

Šo izmešu tālāka samazināšana ir mūsu primārais mērķis.



IZEJMATERIĀLI

Rodas kaļķakmens apdedzināšanas procesā.

Iespējas samazināt šos izmešus ir ļoti ierobežotas.



MŪSU MĒRĶI CO₂ IZMEŠU SAMAZINĀŠANAI BROCĒNU RŪPNĪCĀ

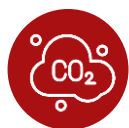
MĒRĶIS 1

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo CO₂ emisiju apjomu klinkera ražošanas procesā par aptuveni 61 K t CO₂ gadā.



MĒRĶIS 3

Līdz 2030. gadam – pirmā CO₂ neitrālā cementa rūpnīca grupā.
Līdz 2035. gadam – arī Brocēnos.



MĒRĶIS 2

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo klinkera faktoru (klinkera % daudzumu cementa sastāvā) līdz līmenim, kas ļaus ik gadu nodrošināt aptuveni 122 K t klinkera un līdz ar to aptuveni 76 K t CO₂ izmešu samazinājumu.



MŪSU MĒRĶI CO₂ IZMEŠU SAMAZINĀŠANAI BROCĒNU RŪPNĪCĀ

MĒRĶIS 1

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo CO₂ emisiju apjomu klinkera ražošanas procesā par aptuveni 61 K t CO₂ gadā.

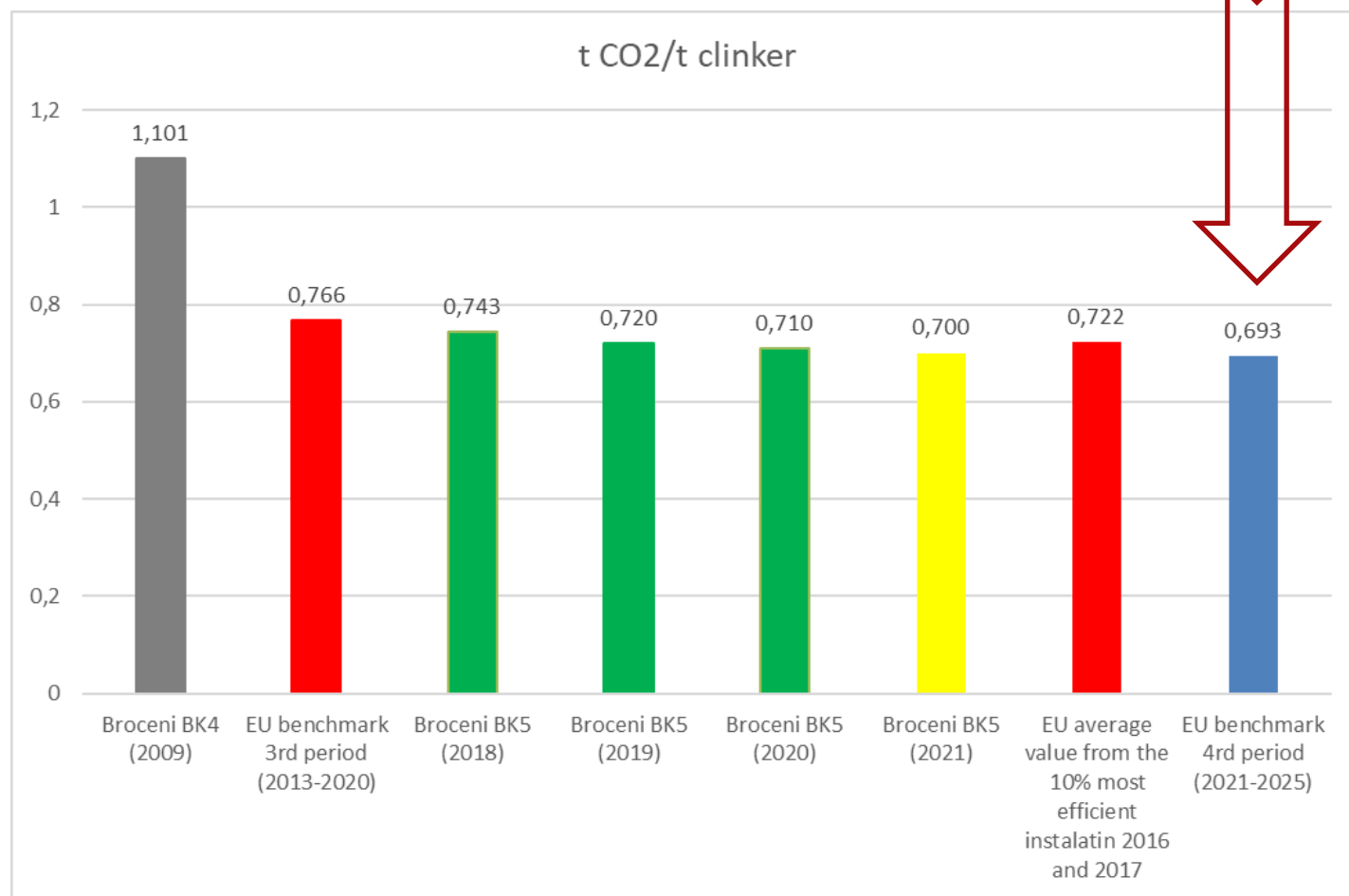


MĒRĶIS 1 - SAMAZINĀT CO2 EMISIJAS KLINKERA RAŽOŠANĀ

CO2 SAMAZINĀŠANĀS DINAMIKA

2009 - 2022

- Brocēnu cementa rūpnīca jau tagad ir videi draudzīgāka, nekā ES vidējais rādītājs
- Pēdējo 11 gadu laikā CO₂ emisiju apjoms uz tonnu klīnkera samazinājies par 36,4% jeb 401 kg



MĒRĶIS 1 - SAMAZINĀT CO2 EMISIJAS KLINKERA RAŽOŠANĀ

FOSILAIS KURINĀMAIS



Petkokss
Biomasa: 0%



Ogles
Biomasa: 0%



Nafta
Biomasa: 0%



Dabaszgāze
Biomasa: 0%

ALTERNATĪVAIS KURINĀMAIS

Satur biomasas %, ir dabiskas izcelsmes un CO₂ neitrāls.



**Lietotas
autoriepas**
Biomasa: 27%



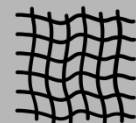
SRF
Biomasa: 26-35%



Koka atkritumi
Biomasa: 100%



**Gaļas un kaulu
milti**
Biomasa: 100%



Tekstils
Biomasa: 78%

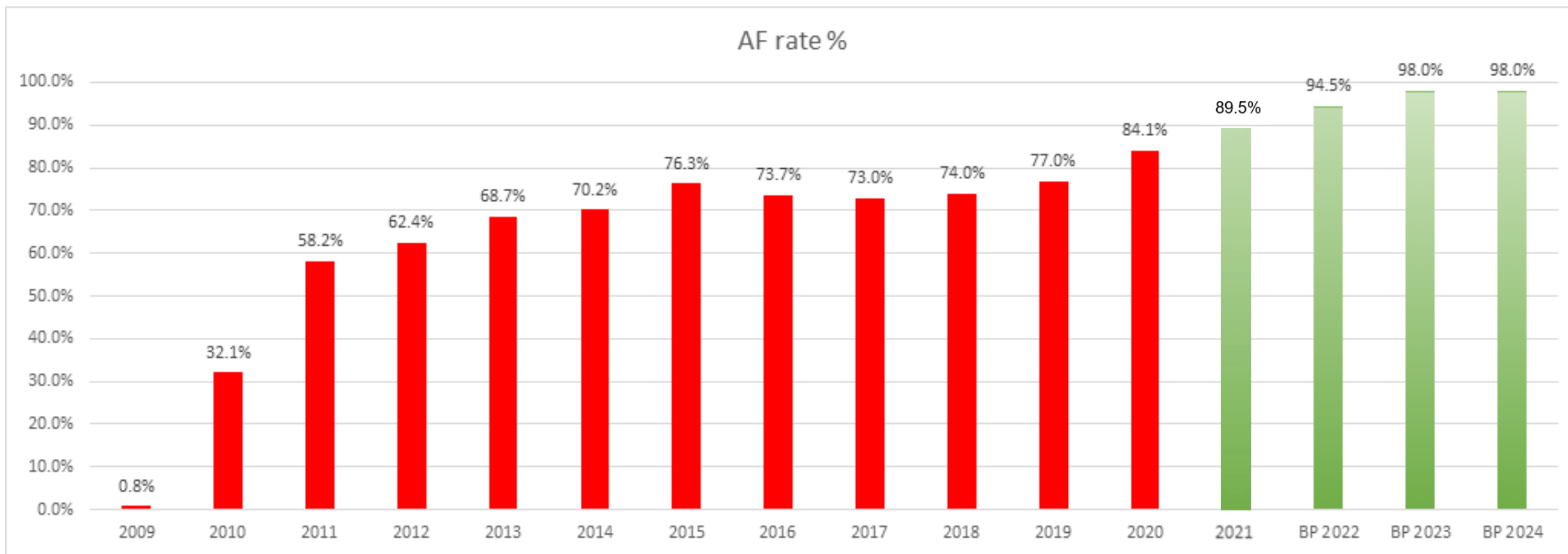


Notekūdeņu dūņas
Biomasa: 75-85%

MĒRĶIS 1 - SAMAZINĀT CO2 EMISIJAS KLINKERA RAŽOŠANĀ

Alternatīvā kurināmā izmantošana Brocēnos

2009 - 2022



MŪSU MĒRĶI CO₂ IZMEŠU SAMAZINĀŠANAI BROCĒNU RŪPNĪCĀ

MĒRĶIS 1

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo CO₂ emisiju apjomu klinkera ražošanas procesā par aptuveni 61 K t CO₂ gadā.



MĒRĶIS 2

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo klinkera faktoru (klinkera % daudzumu cementa sastāvā) līdz līmenim, kas ļaus ik gadu nodrošināt aptuveni 122 K t klinkera un līdz ar to aptuveni 76 K t CO₂ izmešu samazinājumu.



MĒRĶIS 3

Līdz 2030. gadam – pirmā CO₂ neitrālā cementa rūpnīca grupā.
Līdz 2035. gadam – arī Brocēnos.



MŪSU MĒRĶI CO₂ IZMEŠU SAMAZINĀŠANAI BROČĒNU RŪPNĪCĀ



MĒRĶIS 2

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo klinkera faktoru (klinkera % daudzumu cementa sastāvā) līdz līmenim, kas ļaus ik gadu nodrošināt aptuveni 122 K t klinkera un līdz ar to aptuveni 76 K t CO₂ izmešu samazinājumu.

MĒRĶIS 2 - KLINKERA FAKTORA SAMAZINĀŠANA CEMENTĀ

ALTERNATĪVIE IZEJMATERIĀLI CEMENTA RAŽOŠANĀ SCHWENK GRUPĀ

Alternatīvo izejmateriālu izmantošanu nosaka to pieejamība un ietekme uz cementa stiprību un betona ilgmūžību



Kaļķakmens milti



Granulētie domnu sārņi / slaga



Degakmens pelni

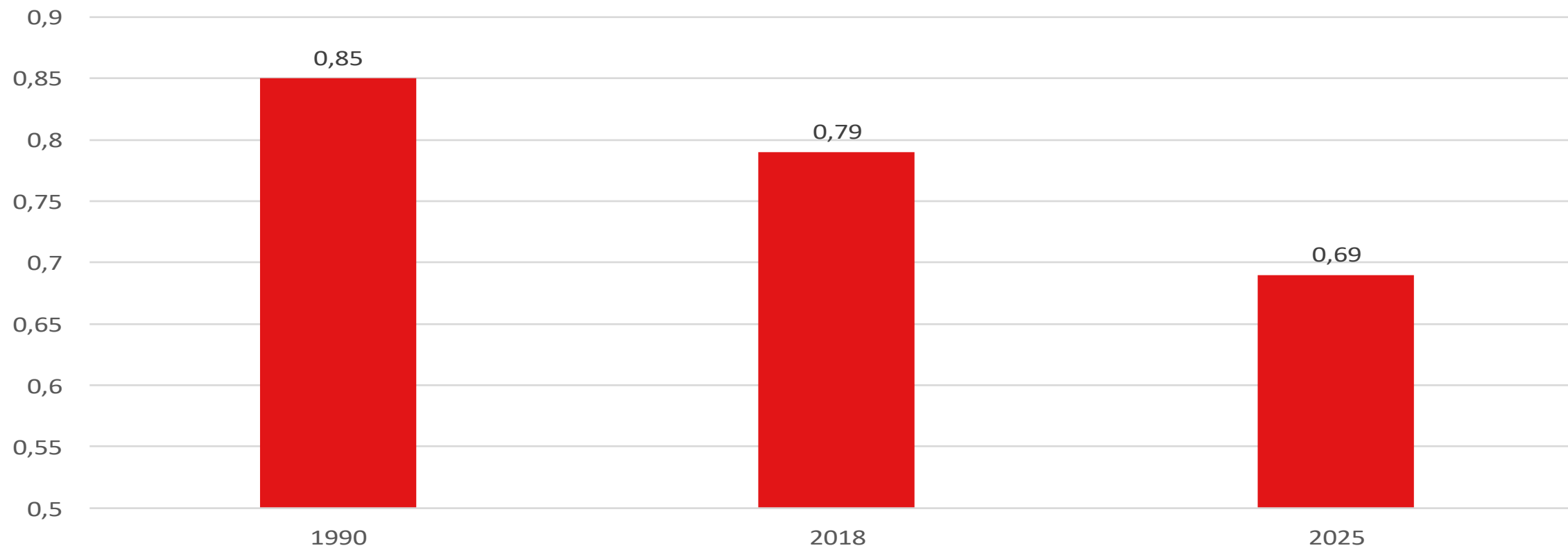


Dabīgais pucolāns

MĒRĶIS 2 - KLINKERA FAKTORA SAMAZINĀŠANA CEMENTĀ

SCHWENK 1990-2018-2025

Klinkera faktors cementā



MŪSU MĒRĶI CO₂ IZMEŠU SAMAZINĀŠANAI BROCĒNU RŪPNĪCĀ

MĒRĶIS 1

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo CO₂ emisiju apjomu klinkera ražošanas procesā par aptuveni 61 K t CO₂ gadā.



MĒRĶIS 3

Līdz 2030. gadam – pirmā CO₂ neitrālā cementa rūpnīca grupā.
Līdz 2035. gadam – arī Brocēnos.



MĒRĶIS 2

Līdz 2025. gadam samazināt vidējo klinkera faktoru (klinkera % daudzumu cementa sastāvā) līdz līmenim, kas ļaus ik gadu nodrošināt aptuveni 122 K t klinkera un līdz ar to aptuveni 76 K t CO₂ izmešu samazinājumu.



MŪSU MĒRĶI CO₂ IZMEŠU SAMAZINĀŠANAI BROČĒNU RŪPNĪCĀ



MĒRĶIS 3

Līdz 2030. gadam –
pirmā CO₂ neitrālā
cementa rūpnīca grupā.
Līdz 2035. gadam – arī
Brocēnos.

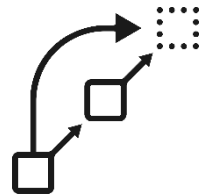


MĒRĶIS 3 - SCHWENK PIRMĀ CO₂ NEITRĀLĀ CEMENTA RŪPNĪCA



Oglekļa uztveršana (CC)

Uztveršana un sašķidrināšana atjaunojamā enerģijā.



Oglekļa uztveršana un uzglabāšana (CCS)

Atdalīta CO₂ uzglabāšana.



Oglekļa uztveršana un utilizācija (CCU)

Atdalītā CO₂ izmantošana – alternatīvais izejmateriāls, kurināmais u.c.

MĒRĶIS 3 - SCHWENK PIRMĀ CO2 NEITRĀLĀ CEMENTA RŪPNĪCĀ

OGLEKĻA DIOKSĪDA UZTVERŠANA

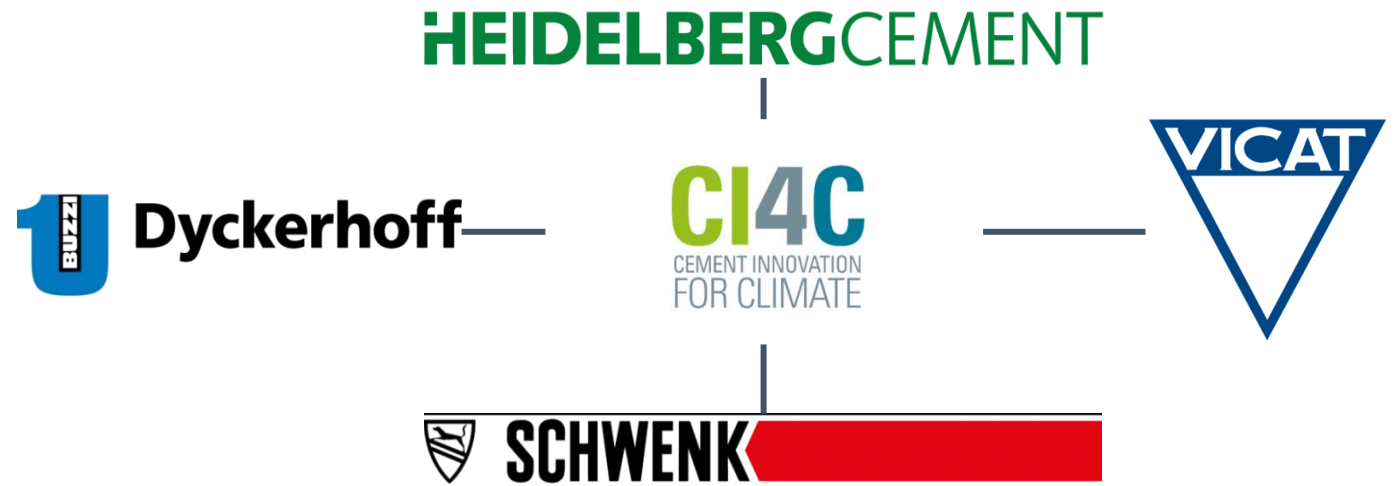
Horizon 2020 GENESIS –
izmēģinājuma un testa
process Brocēnu rūpnīcā, lai
rūpnieciskos apstākļos
pārbaudītu augstas
efektivitātes materiālus
oglekļa dioksīda uztveršanai

Oglekļa dioksīda uztveršana
un tā atdalīšana no citām
gāzēm ar efektivitāti - 91%,
izmantojot īpašas membrānas



MĒRĶIS 3 - SCHWENK PIRMĀ CO2 NEITRĀLĀ CEMENTA RŪPNĪCA

Kopuzņēmums - CI4C
Cement Innovation for Climate



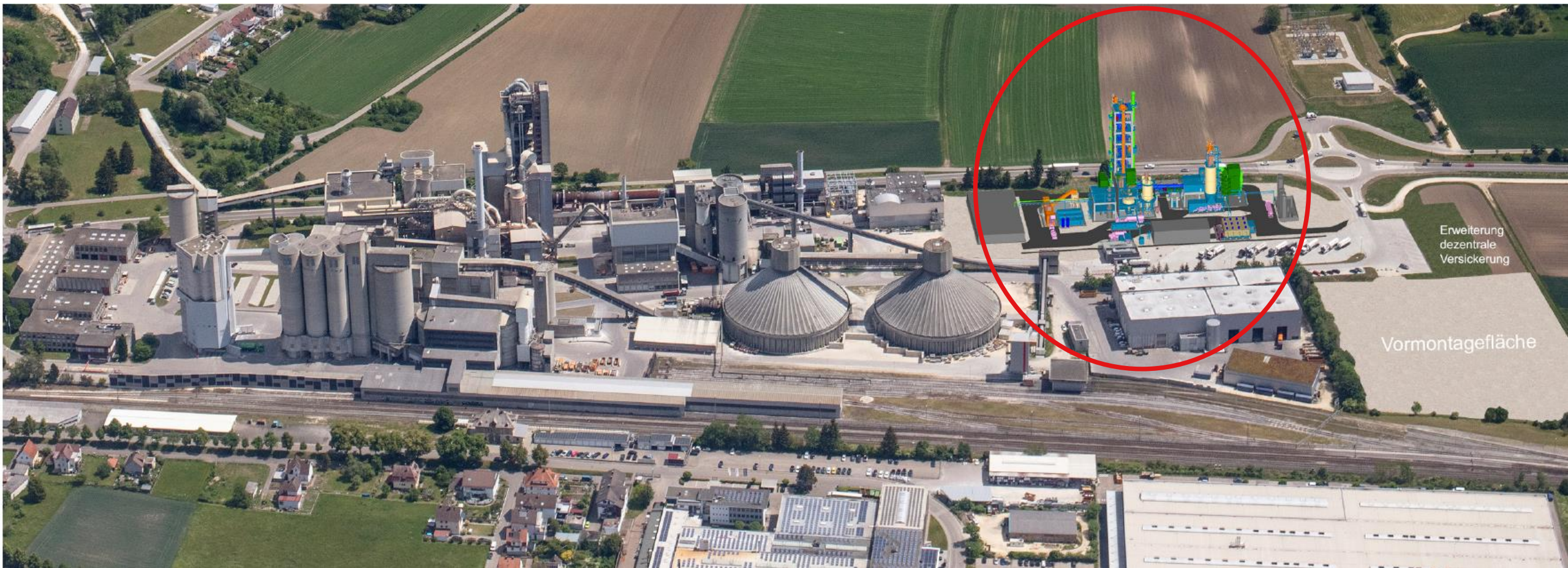
Projekts - C4C
catch4climate



MĒRĶIS 3 - SCHWENK PIRMĀ CO2 NEITRĀLĀ CEMENTA RŪPNĪCA OXY FUEL PILOTPROJEKTA RŪPNĪCAS CELTNIECĪBA IR UZSĀKTA



MĒRĶIS 3 - SCHWENK PIRMĀ CO2 NEITRĀLĀ CEMENTA RŪPNĪCA OXY FUEL PILOTPROJEKTA RŪPNĪCAS CELTNIECĪBA IR UZSĀKTA



MĒRĶIS 3 - SCHWENK PIRMĀ CO₂ NEITRĀLĀ CEMENTA RŪPNĪCA

The 450 t/d Oxy-Fuel Pilot plant (3D Rendering)





MŪSU IEGULDĪJUMI ILGTSPĒJĪBĀ

A large industrial cement mill is the central focus of the image, situated within a factory. The mill is a massive, cylindrical structure with a complex network of pipes and structural supports. In the foreground, four workers wearing orange safety gear and hard hats are standing on a red metal platform, looking towards the mill. The background shows the interior of the factory with concrete walls and various industrial structures. A red banner is overlaid at the bottom of the image, containing the text 'BROCĒNU RŪPNĪCAS CEMENTA DZIRNAVA #8'.

BROCĒNU RŪPNĪCAS CEMENTA DZIRNAVA #8

BROCĒNU RŪPNĪCAS CEMENTA DZIRNAVA #8

Lielākais attīstības/investīcijas projekts Brocēnos kopš jaunās rūpnīcas celtniecības (2007-2010) – 32M Euro

Videi draudzīgāku cementa veidu ražošanai, izmantojot alternatīvus izejmateriālus

Jauna, energoefektīvāka malšanas tehnoloģija

Darbojas kopš 2022.gada janvāra







BROCĒNU CEMENTA RŪPNĪCAS DAUDZKAMBARU SILOS

Paredzēts piecu tipa
cementu uzglabāšanai

60 m augstumā,
20 m diametrā

Kopējā ietilpība – 12500
tonnas
(5 x 2500 tonas)



BROCĒNU CEMENTA RŪPNĪCAS SRF ŽĀVĒTĀJS

SRF žāvētājs palīdz samazināt alternatīvā kurināmā mitruma līmeni no 25% līdz 2% un pateicoties tam mēs varam sasniegt 97% šī kurināmā izmantošanu klinkera apdedzināšanas procesā

Kopējā investīcija - 2,7 M Euro



Elektrība no atjaunojamiem enerģijas avotiem - Brocēnos

- 6 MW Saules enerģijas ražošanas parks kā PPA projekts
- Uzstādīšanas darbi ir sākušies – plānotais pabeigšanas laiks 2023.gada 3 kvartāls
- 6 MW Saules enerģijas ražošanas parks rūpnīcas teritorijā
- Saskaņošanas procesā – plānotais pabeigšanas laiks 2023.gada 4 kvartāls
- Kopējā ražošanas jauda nodrošinās ~10% no Brocēnu cementa rūpnīcai nepieciešamās elektrības
- Lielākais saules enerģijas ražošanas parks Latvijā

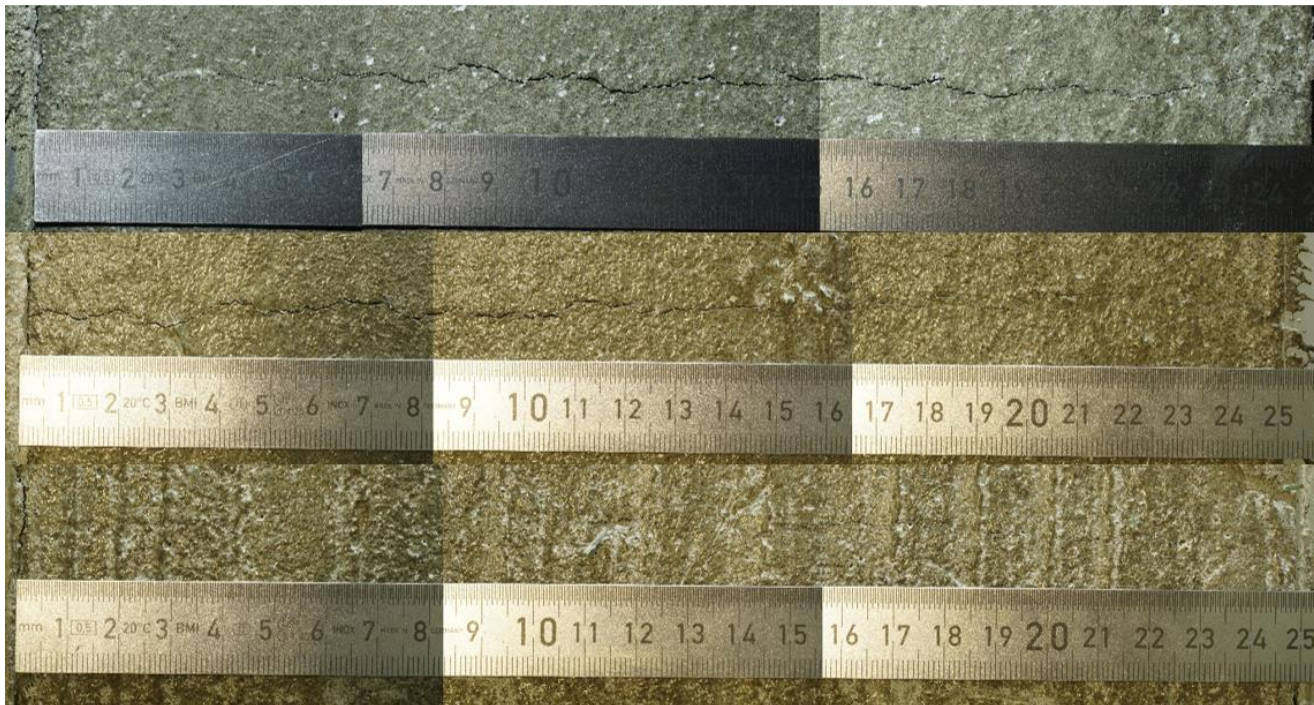




PALDIES PAR UZMANĪBU !

Plastic shrinkage cracking of concrete made with blended cements

N. Toropovs, S. Ghourchian, M. Wyrzykowski, P. Lura



XXX Conference of Latvian Concrete Association, 24.11.2022

CONFERENCE PROGRAM

8:10			REGISTRATION
9:00	0-1	Genādijs Šahmenko (Latvijas Betona savienība)	
		Conference opening, report on 2018/19	
9:10	0-2	Gita Šakale (HC Betons), Artūrs Lukašenoks (MB Betons) TK-01 Concrete frost resistance	
9:20	1	Pietro Lura (EMPA, ETH, Šveice)	Volume changes and water distribution in internally-cured High-Performance and Ultra-High-Performance Concrete
9:50	2	Nikolajs Toropovs (EMPA, ETH, Šveice)	Concrete plastic shrinkage and it's effect on durability
10:10	3	Ainārs Paeglītis (RTU profesors)	Durability problems of Latvian reinforced concrete bridges
10:30	4	Didzis Malkausis (Peri Latvia)	Presentation of Estonian Concrete Association
10:40			Coffee break, discussions, exhibition

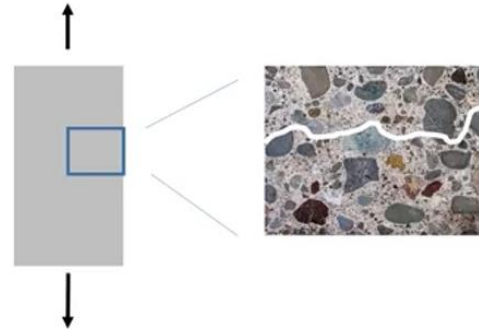
LCA 2021

Sesija I: Plaisas betonā- plastiskais rukums (moderatori: 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
Egīls Emersons (Betonam.lv)	Plaisu remonts betonā saskaņā ar EN 1504-5	11:05	00:15

Why, when and how Plastic shrinkage cracking happens?

Why?

tensile stress > tensile capacity



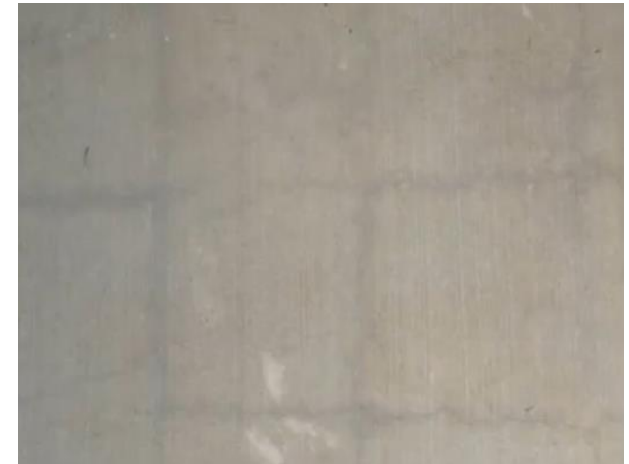
When?

Between casting/finishing the surface
and time of setting <6h

How?



Plastic shrinkage cracking



Plastic settlement cracking

Why it happens?

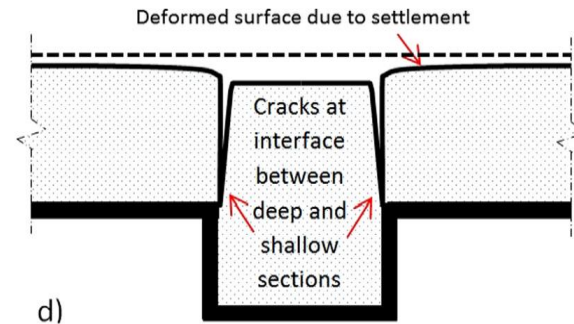
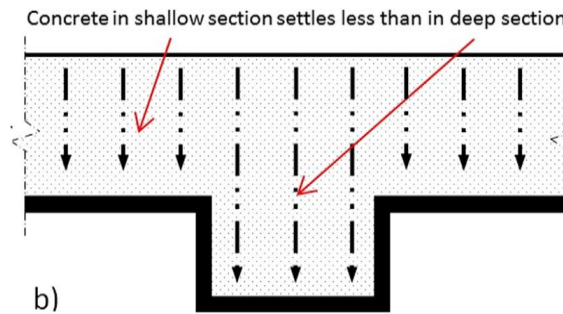
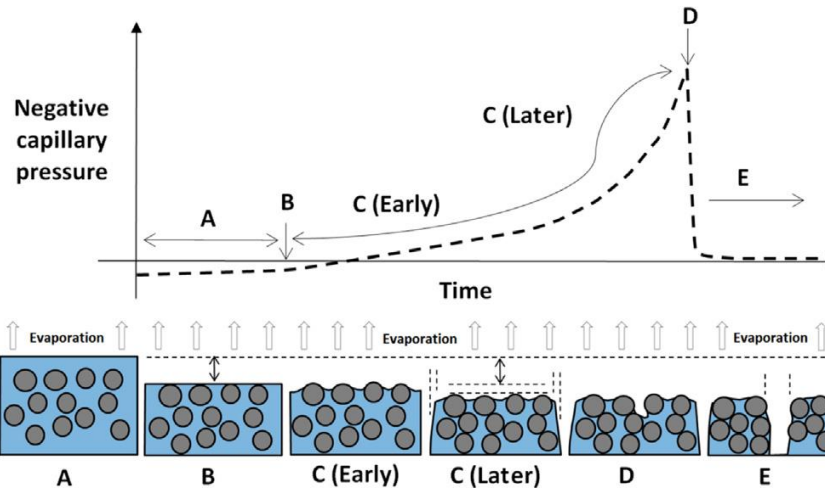


↓ Aggregates
Binder ↑ Water

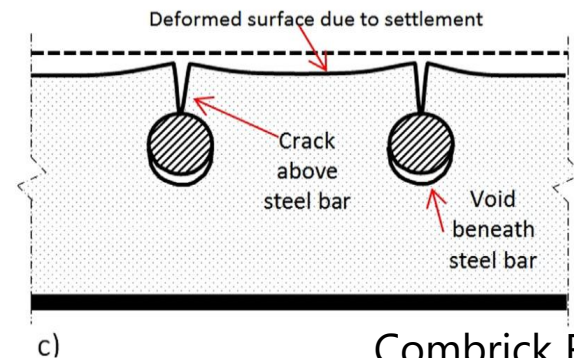
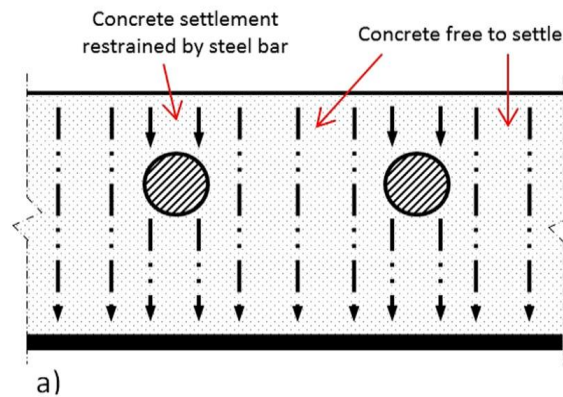


When the evaporation rate exceeds the rate of bleeding

Plastic shrinkage cracking



Plastic settlement cracking



What are the things that impact plastic shrinkage?

Concrete

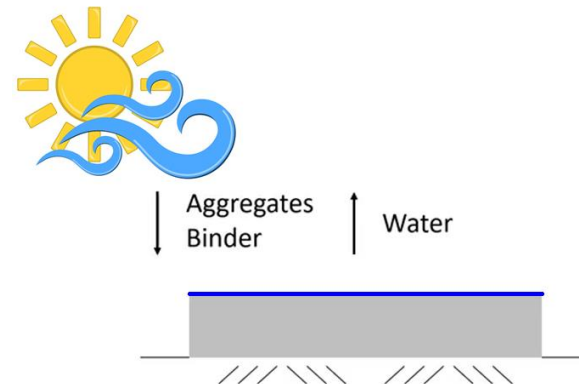
Things get worse when:

- ▼ Water
- ▲ Paste (Binder + Water)
- ▲ Binder fineness
- ▲ SCM (Fly ash, Slag, Silica Fume)
- ▼ Time from mixing to finishing the surface

Weather

Things get worse when:

- ▲ Sun exposure
- ▲ Wind speed
- ▲ Concrete temperature
- ▲ Air temperature
- ▼ Relative humidity



What can we do about it?

Work with conditions, wait for the “right” weather:

- Build wind breaks
- Shade surface
- Cover the surface
- Fog or spray surface
- Pour at night
- Be careful when you pour
- Do calculations, use nomograph

Work with the concrete mix:

- Use fibers
- **Redesign the mix**

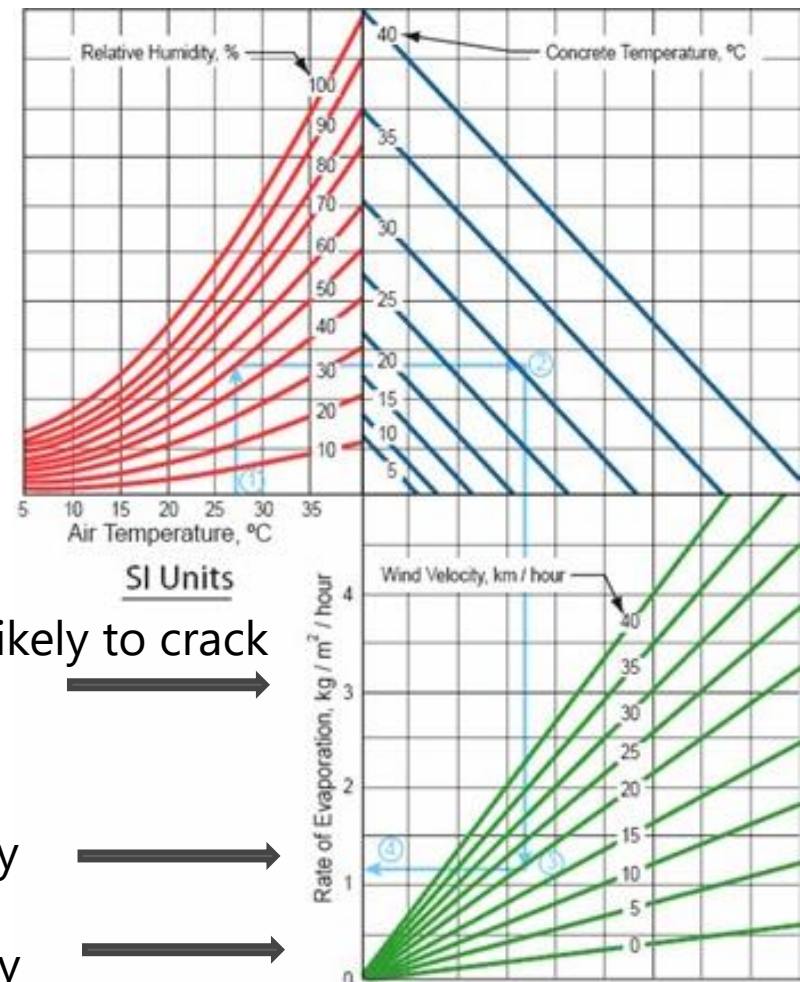
Very likely to crack



Less likely



Not likely





Contents lists available at ScienceDirect

Cement and Concrete Composites

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cemconcomp



Susceptibility of Portland cement and blended cement concretes to plastic shrinkage cracking



Sadegh Ghourchian^{a, b, *}, Mateusz Wyrzykowski^a, Luis Baquerizo^c, Pietro Lura^{a, b}

^a Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Dübendorf, Switzerland

^b Institute for Building Materials (IfB), ETH Zurich, Switzerland

^c LafargeHolcim Research Centre, Saint-Quentin Fallavier, France

Mix designed of tested concretes

Concrete	Cement (kg/m ³)	water (kg/m ³)	Sand [0–4 mm] (kg/m ³)	Gravel [4–16 mm] (kg/m ³)	Superplasticizer (kg/m ³)	w/c (–)	Estimated density (kg/m ³)
CEM I 42,5 N-1	352	176	927	928	1.056	0.5	2384
CEM I 42,5 N-2	353	177	927	928	0.988	0.5	2386
CEM II/A-S 42,5 R	350	175	927	928	1.258	0.5	2381
CEM II/A-LL 42,5 N-1	348	174	927	928	1.253	0.5	2378
CEM II/A-LL 42,5 N-2	348	174	927	928	1.183	0.5	2378
CEM II/B-M (S-T) 42,5 R	348	174	927	928	1.362	0.5	2378
CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N	347	174	927	928	1.215	0.5	2377
CEM III/A 42,5 N	347	174	927	928	1.323	0.5	2377
CEM III/B 42,5 N	346	173	927	928	1.28	0.5	2375
CEM III/B 32,5 N	343	172	927	928	1.366	0.5	2374

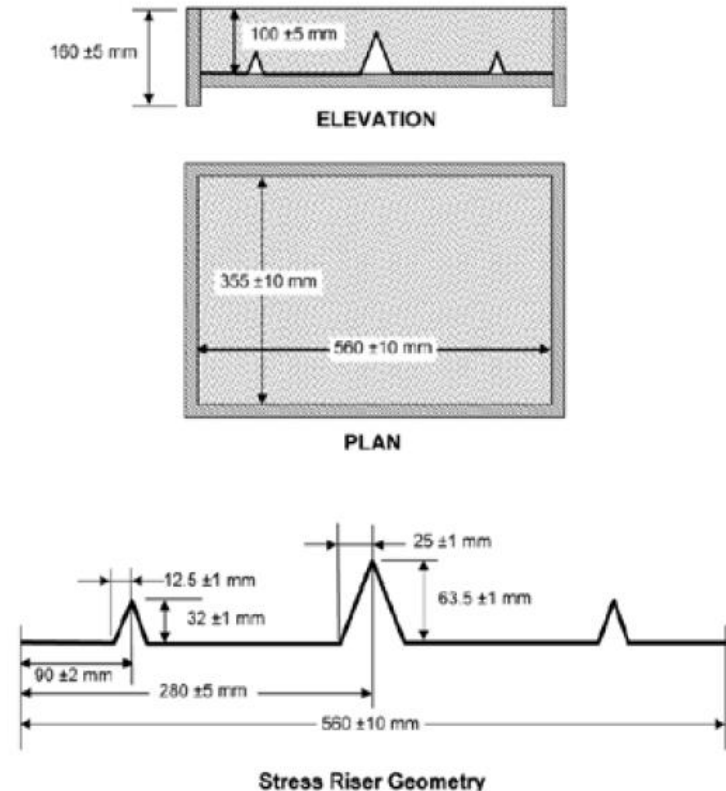
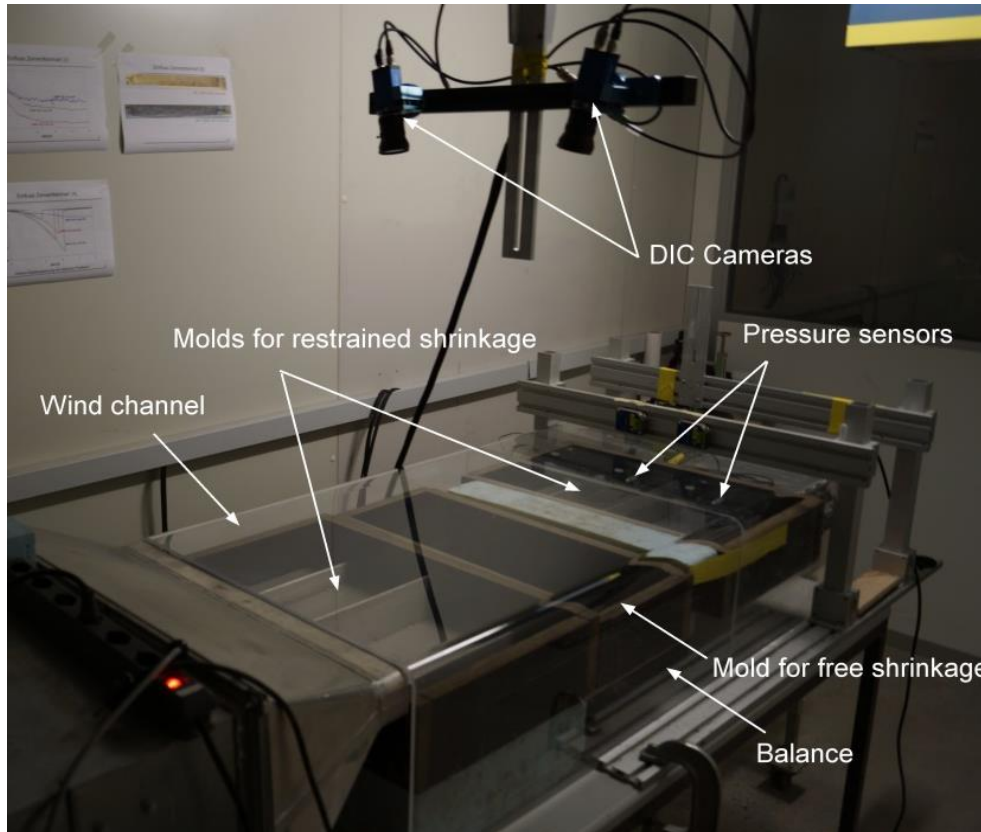
Characteristics of tested cements

Cement type (according to EN 197-1 [62])	Density (kg/m ³)	Blaine fineness (m ² /kg)	Normative composition (%-mass)	Actual clinker content normalized per powder without gypsum (%-mass)	Actual clinker content of the cement (%-mass)
CEM I 42,5 N-1	3120	363	portland cement clinker 95–100%	94.7	89.5
CEM I 42,5 N-2	3130	319	portland cement clinker 95–100%	95.1	91.6
CEM II/A-S 42,5 R	3100	379	portland cement clinker 80–94%, blast furnace slag 6–20%	86.1	79.0
CEM II/A-LL 42,5 N-1	3050	427	portland cement clinker 80–94%, limestone 6–20%	80.2	76.5
CEM II/A-LL 42,5 N-2	3070	391	portland cement clinker 80–94%, limestone 6–20%	83.9	79.0
CEM II/B-M (S-T) 42,5 R	3060	421	portland cement clinker 65–79%, blast furnace slag and burnt oil shale 21–35%	68.4	67.0
CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N	3040	404	portland cement clinker 65–79%, burnt oil shale and limestone 21–35%	75.1	73.0
CEM III/A 42,5 N	3020	385	portland cement clinker 35–64%, blast furnace slag 65–36%	54.8	51.8
CEM III/B 42,5 N	2960	466	portland cement clinker 20–34%, blast furnace slag 80–66%	29.1	28.5
CEM III/B 32,5 N	2940	415	portland cement clinker 20–34%, blast furnace slag 80–66%	30.1	28.0

Cement components

Main clinker phases and other components (mass-%)									
Cement	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	Gypsum	Limestone	Slag	Kiln dust	Other
CEM I 42,5 N-1	65.3	9.8	4.7	9.8	5.3	–	–	5.0	–
CEM I 42,5 N-2	66.8	9.5	11.0	4.3	3.7	3.7	–	1.0	–
CEM II/A-S 42,5 R	57.6	8.2	9.5	3.7	4.0	–	12.8	–	–
CEM II/A-LL 42,5 N-1	55.8	8.4	4.0	8.4	4.6	14.8	–	4.0	–
CEM II/A-LL 42,5 N-2	59.3	6.2	4.9	8.6	4.6	13.6	–	1.6	–
CEM II/B-M (S-T) 42,5 R	48.9	7.3	3.5	7.3	2.3	–	18.3	–	12.6
CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N	53.2	8.0	3.8	8.0	2.7	10.8	–	–	13.4
CEM III/A 42,5 N	37.8	5.4	6.2	2.4	4.3	2.0	40.2	–	0.6
CEM III/B 42,5 N	20.8	3.0	3.4	1.3	–	1.5	67.6	–	0.4
CEM III/B 32,5 N	20.4	3.1	1.5	3.1	6.8	–	65.0	–	–

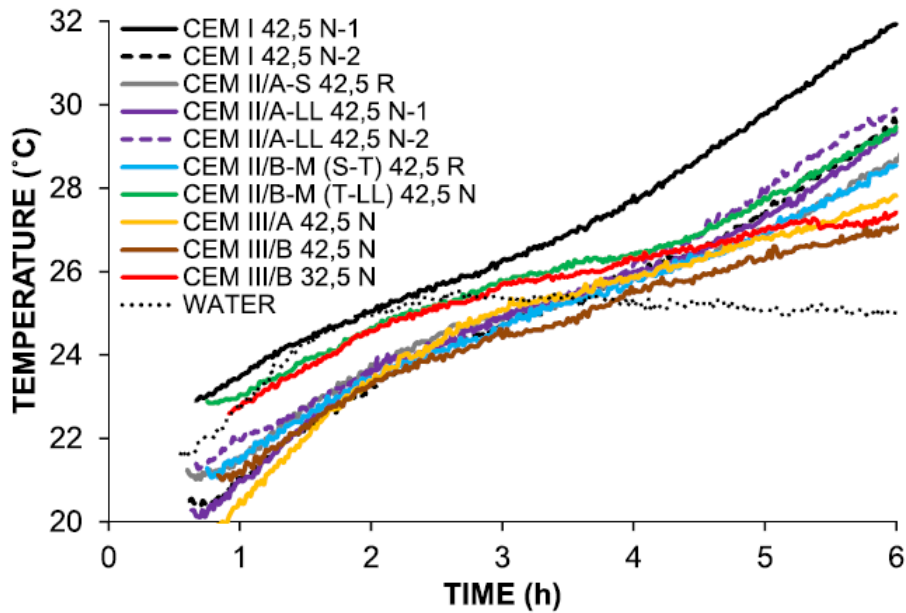
The susceptibility of the concrete mixtures to plastic shrinkage cracking was measured according to ASTM C1579-13



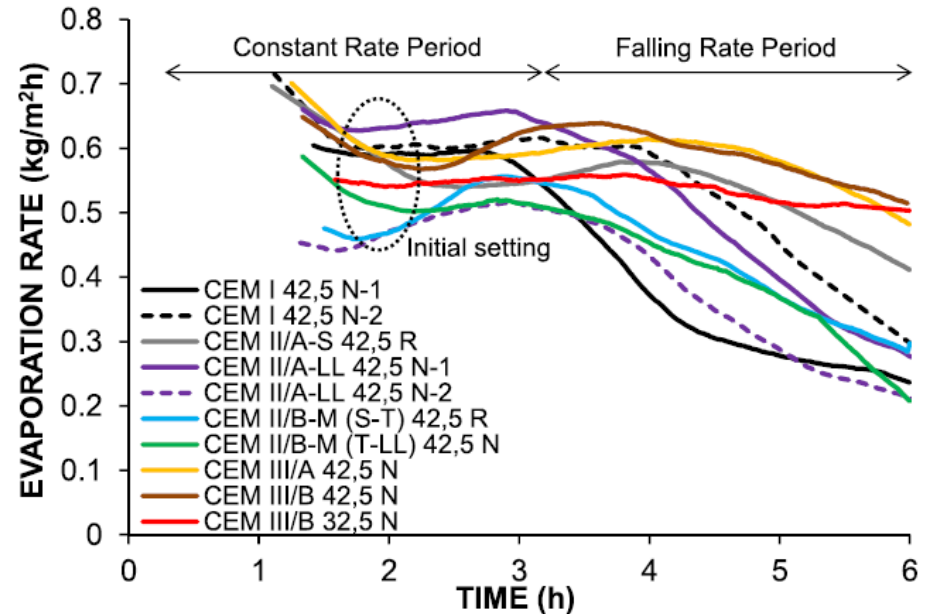
33 ± 0.5 °C and 35 ± 5 %RH
wind speed of 7.5 ± 0.5 m/s

The higher temperature of environment – the higher evaporation rate
 The higher temperature of concrete – the higher evaporation rate, right?

Temperature development of the concretes



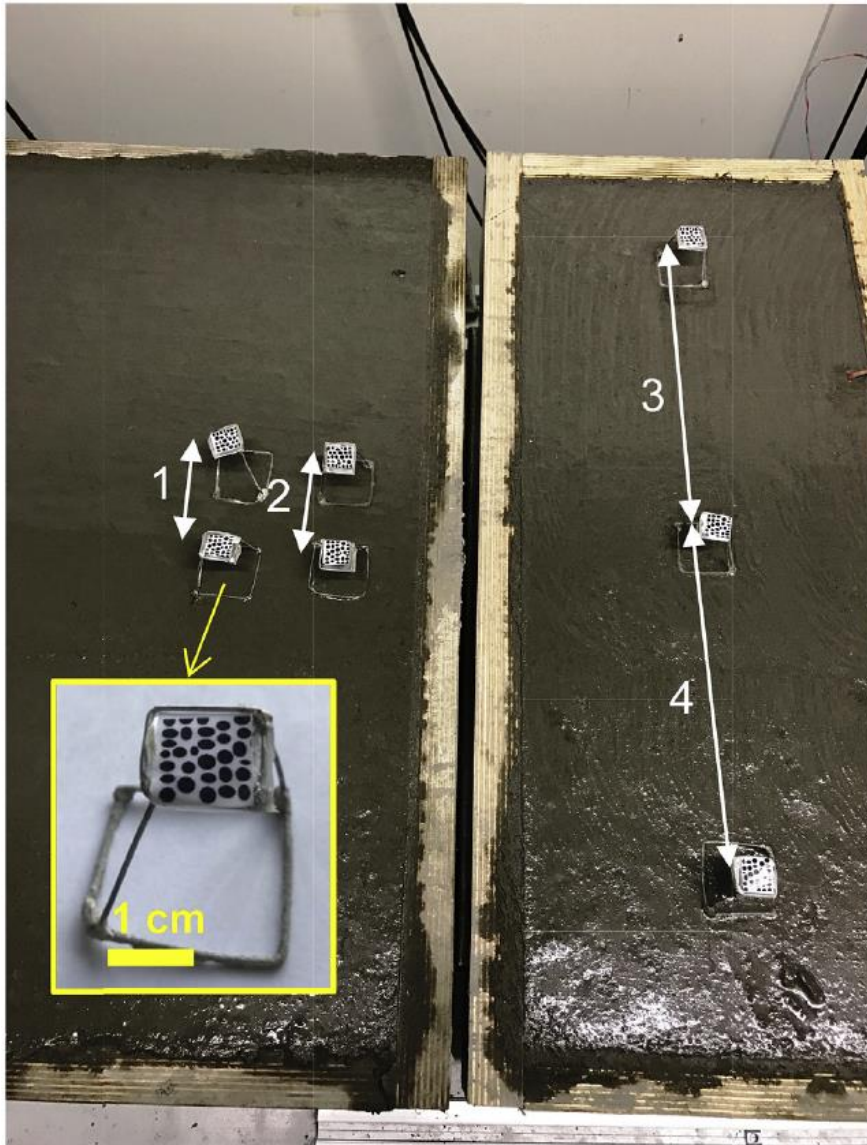
Evaporation rate vs. time



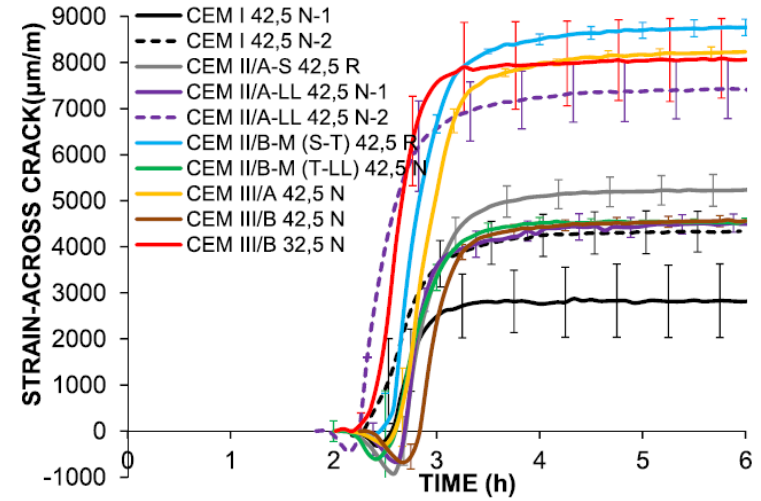
Why, what happened? And why behavior of CEM I 42.5 N-1 and N-2 is not the same?

Displacement as measured by Digital Image Correlation

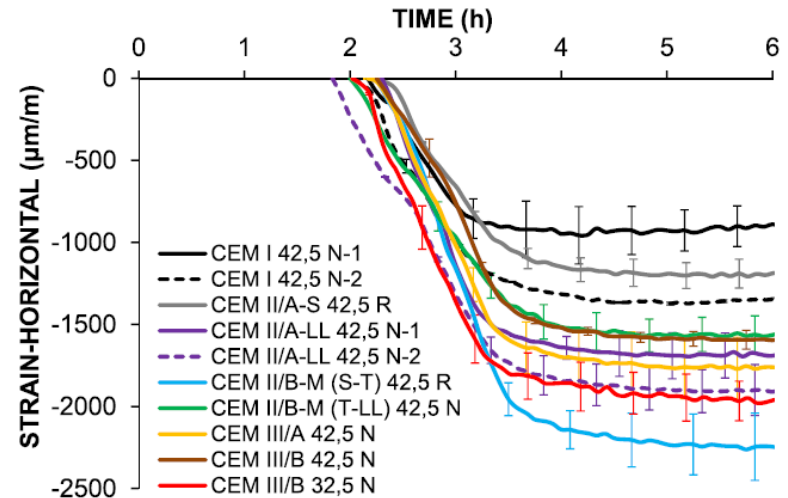
Position of markers for DIC measurements



Horizontal deformations across the crack, e.g. 1 and 2

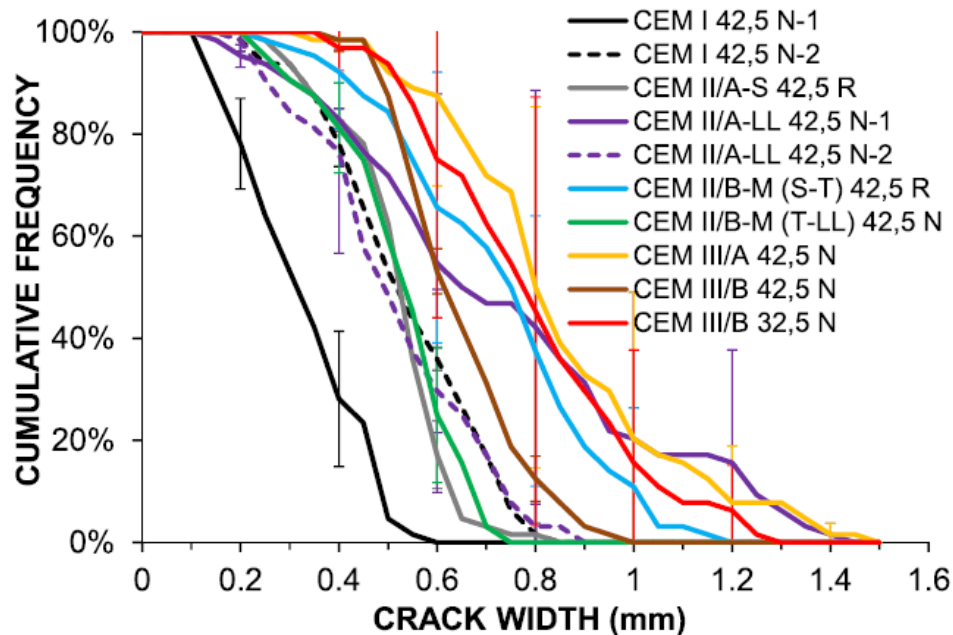


Horizontal free deformations, e.g. 3 and 4



So what's about the actual cracking?

Cumulative frequency of crack widths, the error bars obtained from two restrained samples



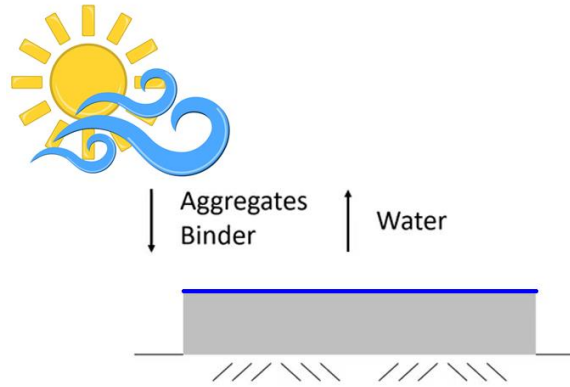
Average crack width and total crack area

Concrete	Average crack width (mm)	Average total crack area (mm ²)
CEM I 42,5 N-1	0.316 ± 0.016	101 ± 5
CEM I 42,5 N-2	0.526 ± 0.037	168 ± 12
CEM II/A-S 42,5 R	0.509 ± 0.015	163 ± 5
CEM II/A-LL 42,5 N-1	0.723 ± 0.236	231 ± 75
CEM II/A-LL 42,5 N-2	0.504 ± 0.098	161 ± 31
CEM II/B-M (S-T) 42,5 R	0.718 ± 0.162	230 ± 52
CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N	0.506 ± 0.062	162 ± 20
CEM III/A 42,5 N	0.841 ± 0.212	269 ± 68
CEM III/B 42,5 N	0.635 ± 0.038	203 ± 12
CEM III/B 32,5 N	0.786 ± 0.207	252 ± 66

Conclusions

- A good correlation was observed between the total volumetric deformation measured by a novel 3D image correlation system and the measured average crack width at the end of the test;
- It was found that the crack widths are mainly affected by the evolution of the **bulk modulus** governed by the **cement hydration process**;
- The results clearly indicate that, due to the **decreasing clinker** content, the susceptibility to **plastic shrinkage cracking increases** in concretes with blended cements. This is due to slower hydration.
- This effect is further magnified by the **higher amount of plasticizer** required in concrete produced with blended cements, which further **delays hydration**;
- Therefore, to overcome the negative effects of blended cements on plastic shrinkage cracking, measures should be taken to **accelerate early hydration**, e.g. by using cements with **higher fineness** or using accelerators. Two CEM I cements used in this study are different in fineness.

To wrap up



Work with conditions, wait for the “right” weather:

- Build wind breaks
- Shade surface
- Cover the surface
- Fog or spray surface
- Pour at night
- Be careful when you pour
- Do calculations, use nomograph

Work with the concrete mix:

- Redesign the mix
- Use fibers


Impact of plastic shrinkage cracking:

- Plastic shrinkage rarely impairs strength of concrete
- Has dramatic impact on the appearance of the concrete
- Leads to penetration of water/liquids directly inside of the structure

In case of plastic settlement – performance of reinforcement is affected

Thank you!

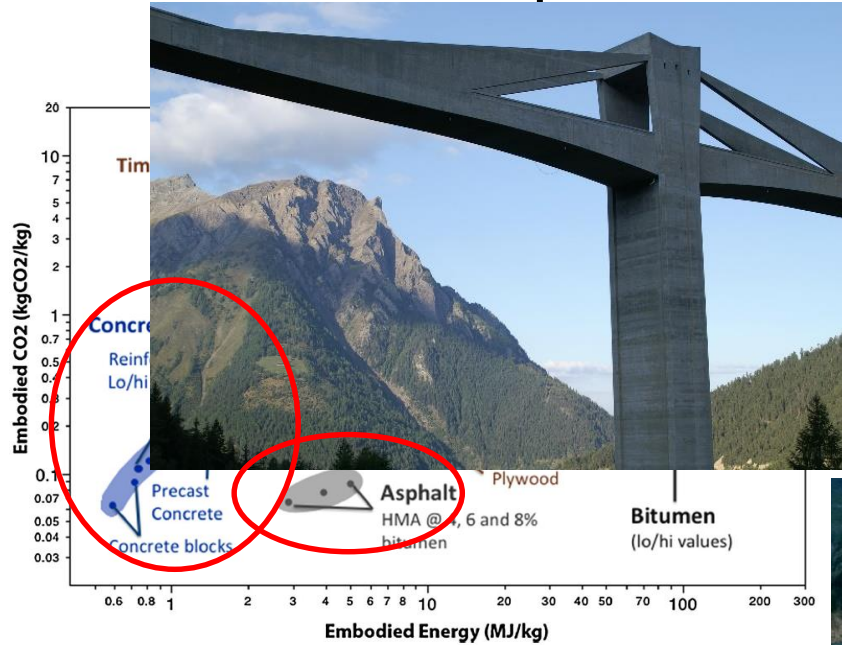
Concrete and Asphalt Laboratory

Prof. Dr. Pietro Lura *Head, also* **ETH** zürich **DBAUG** 



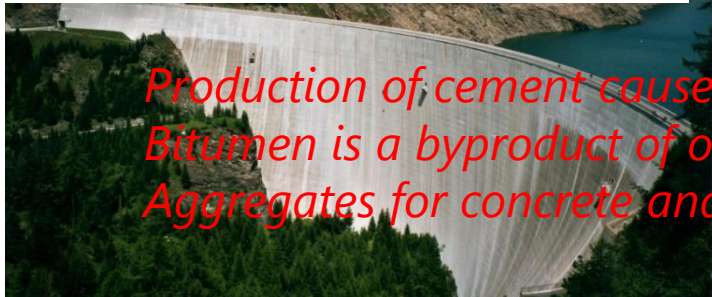
Concrete and Construction Chemistry and Road Engineering/Sealing Components Laboratories merged in 2020
35-40 people (3 Latvians!), outstanding laboratory facilities (new asphalt lab in 2021)

Concrete and Asphalt: the present challenges

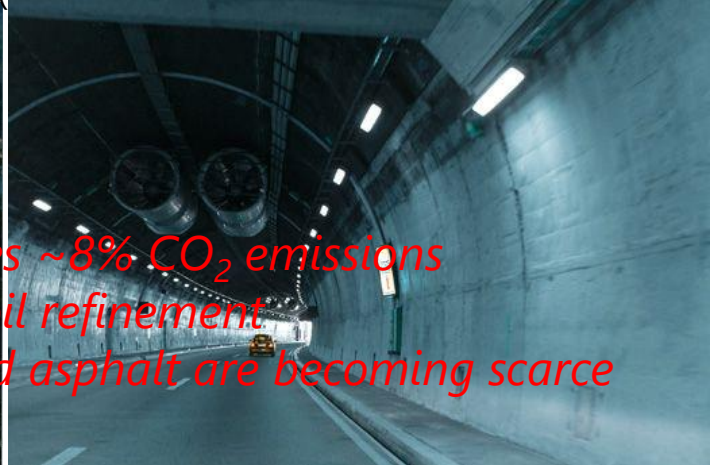


Moderate specific embodied CO₂ / energy

But large impact due to huge quantity produced
(CH: ~34 Mt concrete + 6.5 Mt asphalt in 2018)



*Production of cement causes ~8% CO₂ emissions
Bitumen is a byproduct of oil refinement.
Aggregates for concrete and asphalt are becoming scarce*



Concrete and Asphalt: the sustainable future

- **Eco-friendly cement (alternative binders/less clinker)**

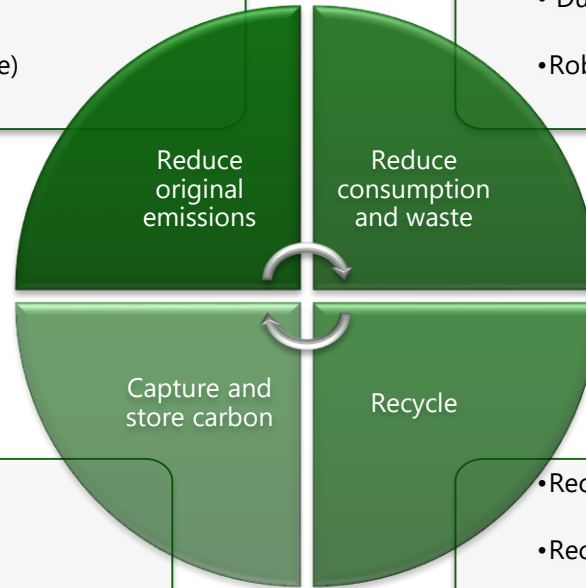
- **Optimized binder content in concrete**

- Warm/cold asphalt (lower/no heating of mixture)

- **Durable concrete (less repair)**

- Durable, noise reducing roads

- Robotic pavements



Reduce
original
emissions

Reduce
consumption
and waste

Capture and
store carbon

Recycle

- Net-negative CO₂ cement

- **CO₂ sequestration in recycled concrete aggregates**

- Carbon sequestration in concrete and asphalt

- Recycled aggregates (asphalt and concrete)

- Recycled tires, plastics

- Cross-recycling concrete/asphalt

Willkommen
Welcome
Bienvenue



Carbonation of concrete made with blended cements

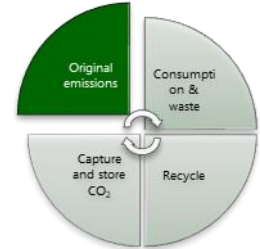
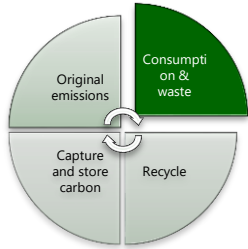
Andreas Leemann and **Pietro Lura**
Empa, Concrete & Asphalt Laboratory

Outline

- Introduction
- Carbonation
- Materials and methods
- Results on carbonation resistance
 - effect of CO₂-concentration
 - compared with other parameters
 - changes in microstructure
 - effect of relative humidity
 - CO₂ recaptured by concrete
- Conclusions

Introduction

Sustainability



**Increase
service life**



**Decrease
CO₂ emission**

Improved durability
Carbonation

**Cement substitution,
alternative binders**



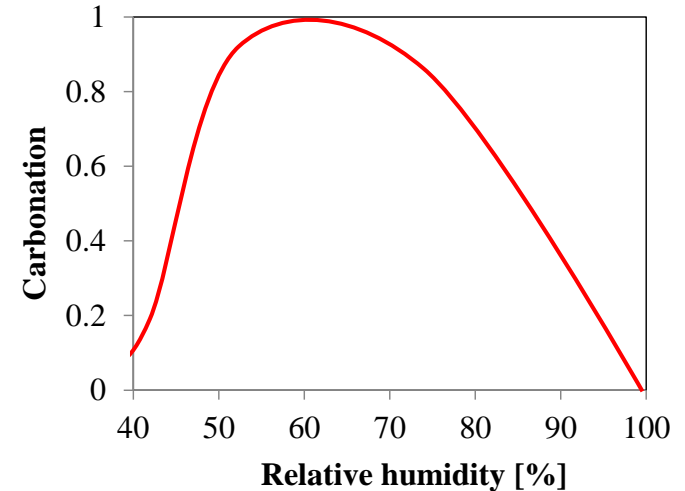
Carbonation

■ Reaction

- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_n + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 (\text{g}) = \text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 (\text{am.}) + \text{H}_2\text{O}$
- kinetics depend on relative humidity (RH), CO_2 dissolved in pore fluid
- progress of carbonation front slows down with square root of time

■ Problem

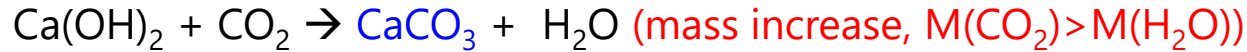
- pH in concrete pore solution decreases due to carbonation (pH 13 to pH < 9)
 - passivation of steel reinforcement is lost
 - **corrosion**



Carbonation of CH and C-S-H

- Carbonation of the main hydration products:

- CH – Ca(OH)₂ – Portlandite



calcite at atmospheric CO₂ concentration, other polymorphs at higher concentrations possible (vaterite, aragonite)

pH decrease ~ pH12 → pH8 (depassivation, steel corrosion!)

Initially faster than carbonation of C-S-H, later slows down due to protective layer of carbonate microcrystals

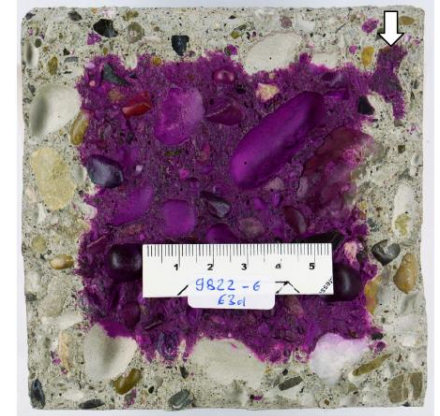
- C-S-H – complex process (decalcification-polymerization)



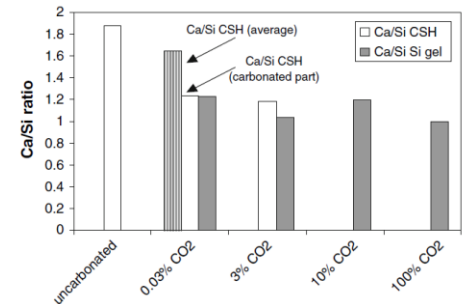
Gradual decalcification → consumption of calcium

→ amorphous silica gel (no C-S-H)

pink at pH>8.6



Leemann et al. 2019



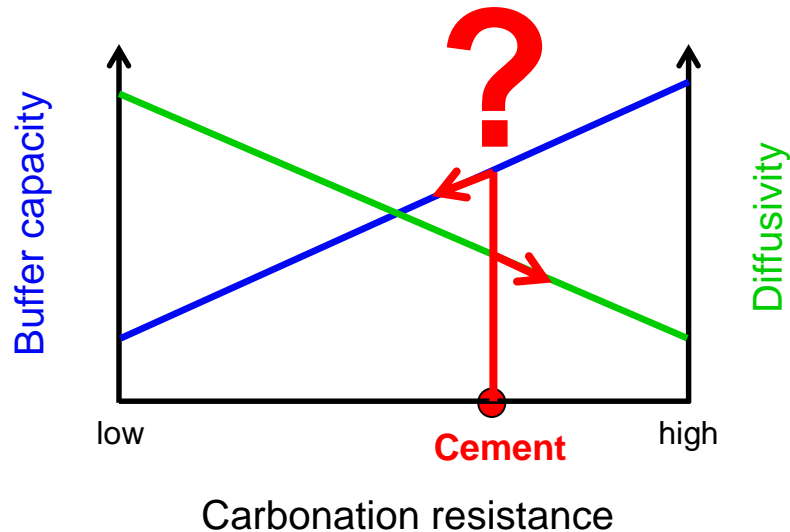
Catellote et al. 2009

Carbonation: reinforced concrete structures



Carbonation resistance

Decisive parameters



Cement clinker substitution:

- limestone powder
- siliceous admixtures (blast furnace slag, fly ash, microsilica, metakaolin)

Experimental matrix of mortars

Mortar	Cement	Mineral admixture	Amount [mass-%]	w/b
1-3	CEM I 52.5 N	-	-	0.40 / 0.48 / 0.56
4	CEM I 52.5 N	limestone	7.5	0.48
5	CEM I 52.5 N	limestone	15.0	0.48
6	CEM I 52.5 N	microsilica	7.5	0.48
7	CEM I 52.5 N	microsilica	15.0	0.48
8	CEM I 52.5 N	portlandite	7.5	0.48
9	CEM I 52.5 N	portlandite	15.0	0.48
10	CEM III/B 32.5	blast furnace slag	65.0	0.48

Methods (1)

Accelerated carbonation

- mortar prisms (40x40x160 mm³)
- 57% relative humidity
- two separate chambers (1% CO₂, 4% CO₂)
- exposure of samples at age of 28d
- determination of carbonation depth in intervalls (4x during 63d)
- calculation of carbonation coefficient

$$K_S: d_K = A + K_S \cdot t^{0.5}$$

- (conversion to carbonation coefficient K_N under natural CO₂-content (empirical formula), SIA 262/1)



Methods (2)

Natural exposure

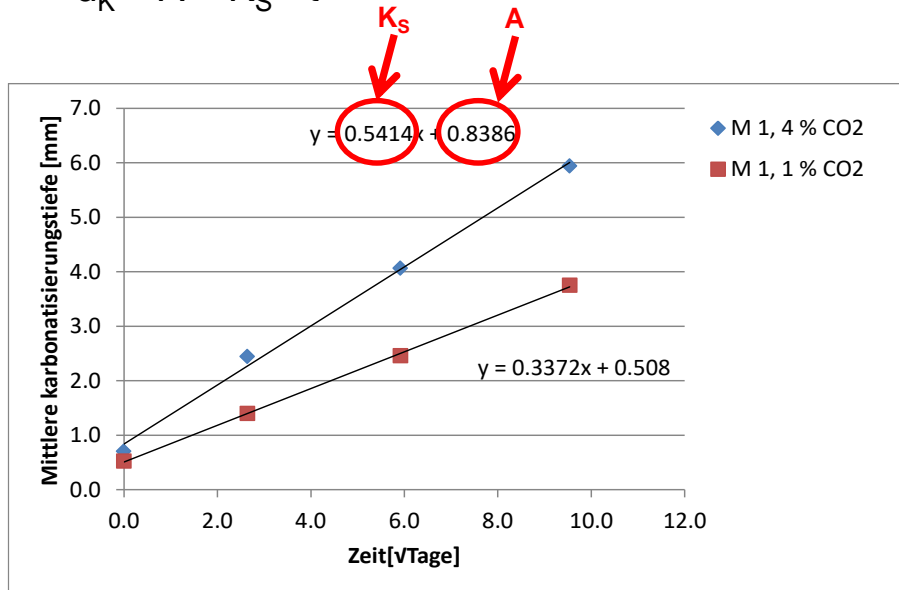
- sheltered (under a roof, one side open)
- unsheltered (on the roof of a building, exposed to rain)



Methods (3)

Accelerated carbonation

▪ $d_K = A + K_S \cdot t^{1/2}$

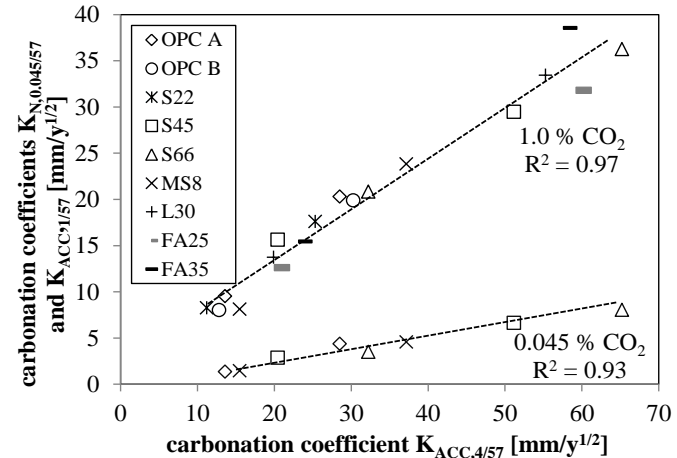
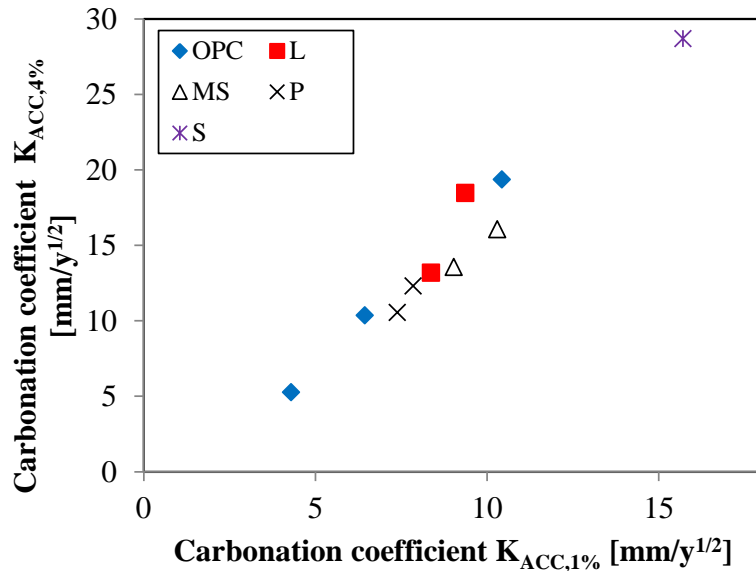


- splitting of sample
- spraying with phenolphthalein (pH ~ 9)
- measurement of carbonation depth

Results (1)

Correlation with other parameters

- Carbonation at 1% and 4% CO₂

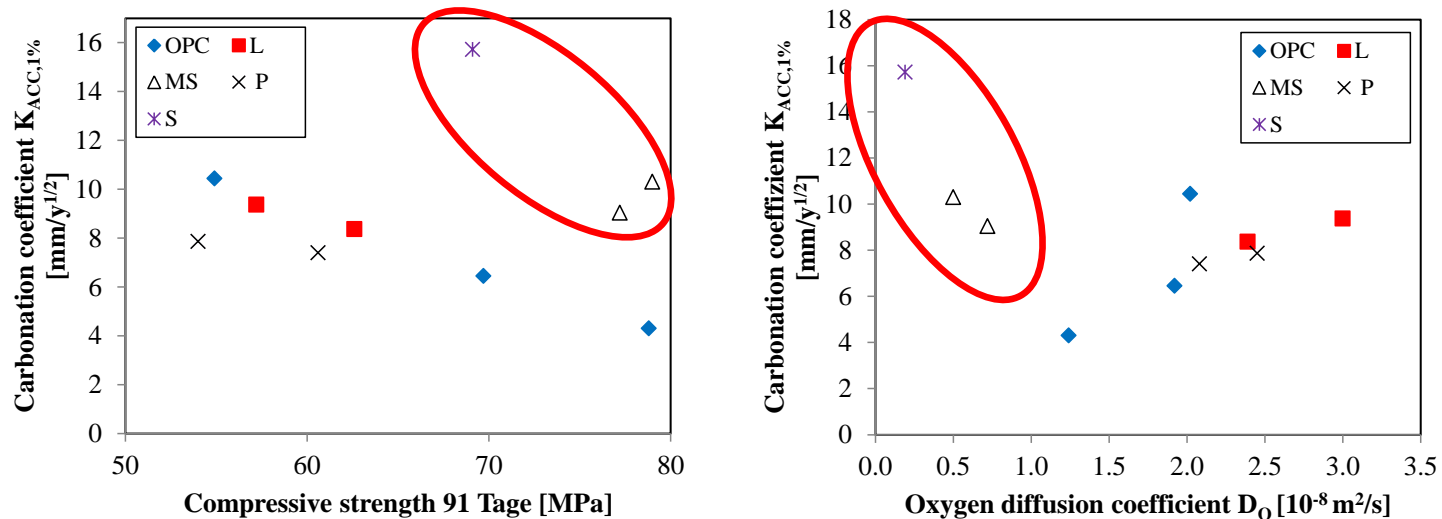


- Linear relationship → both CO₂ concentrations seem suitable to test accelerated carbonation

Results (2)

Correlation with other parameters

- Compressive strength, oxygen diffusion



- correlation within one "cement type"
- but: **no correlation when all mortars are considered**

Buffer capacity: $w/\text{CaO}_{\text{reactive}}$

- With higher reactive CaO content ($\text{CaO}_{\text{reactive}}$) per volume of paste, more CO_2 per volume of paste can be captured
- When more CO_2 per volume of paste can be captured, the carbonation front progresses slower into the material
- The $\text{CaO}_{\text{reactive}}$ per volume of cement paste is calculated from the composition of the binder and the w/c
- *The CaO in limestone filler is not reactive and does not count*
- The CO_2 buffer capacity per volume of paste and with it the carbonation resistance of mortar and concrete can be expressed by the ratio between water and $\text{CaO}_{\text{reactive}}$

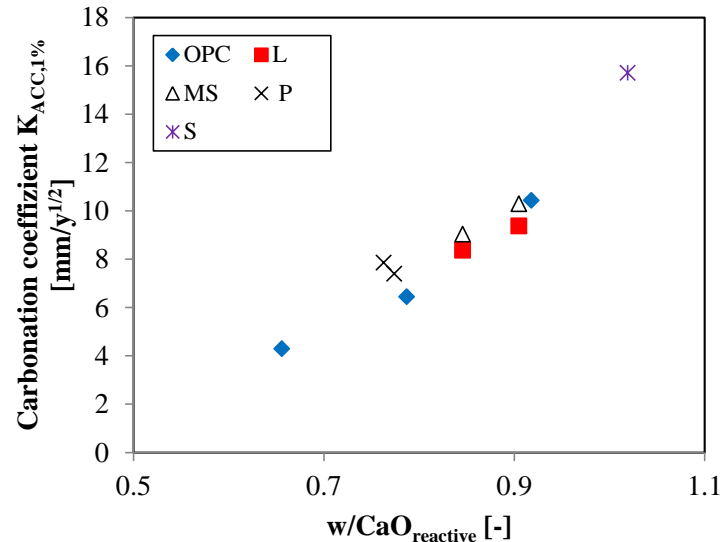
$$w/\text{CaO}_{\text{reactive}}$$

Results (3)

Correlation with other mortar parameters

- Buffer capacity (*and partly porosity*)

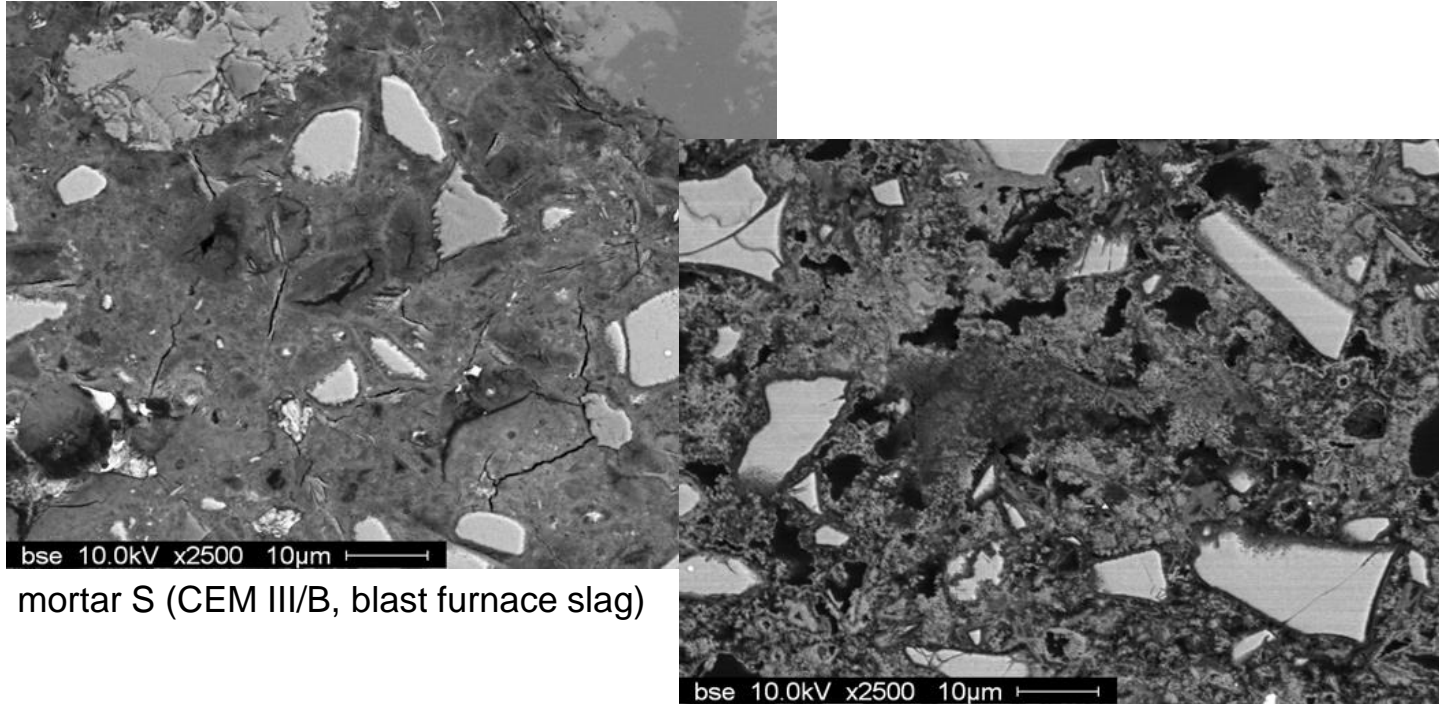
mortar	w/b	CaO _{reactive} [kg/m ³]	w/CaO _{reactive}
OPC-48	0.48	316	0.79
OPC-40	0.40	351	0.66
OPC-55	0.56	287	0.92
L-7.5	0.48	293	0.85
L-15	0.48	272	0.90
MS-7.5	0.48	292	0.85
M-15	0.48	271	0.90
P-7.5	0.48	317	0.77
P-15	0.48	319	0.76
S-65	0.48	238	1.02



- carbonation resistance at accelerated conditions governed by w/CaO_{reactive}

Results (4)

Changes in microstructure

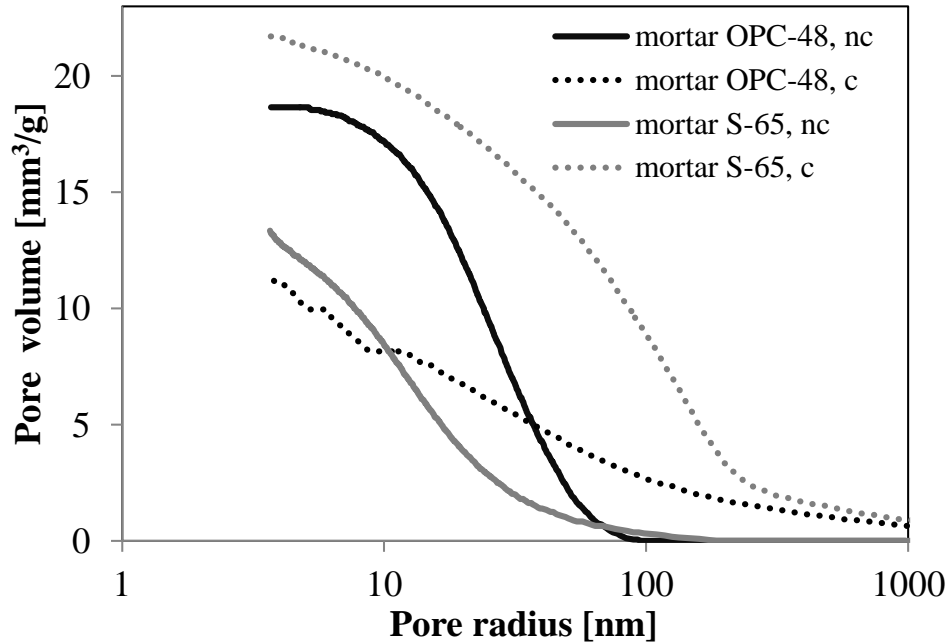


- Visible increase of porosity in the matrix with carbonation

Results (5)

Changes in microstructure

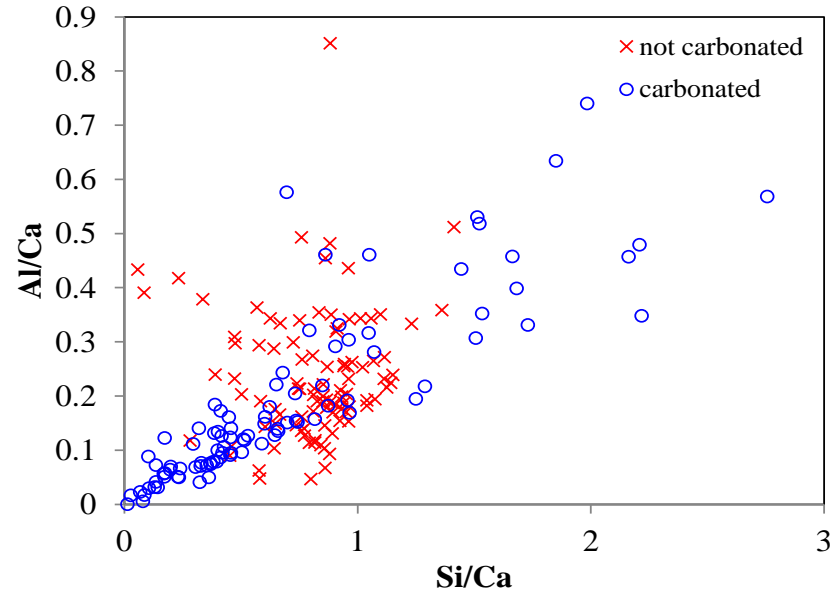
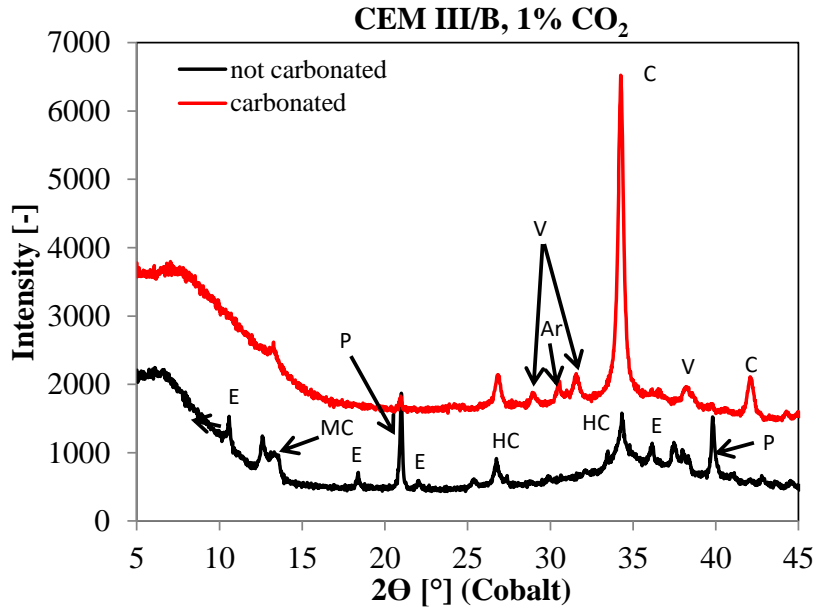
MIP, 2nd intrusion



- Mortar OPC: decrease in total porosity, increase in pore size
- Mortar S-65: increase in total porosity and pore size

Results (6)

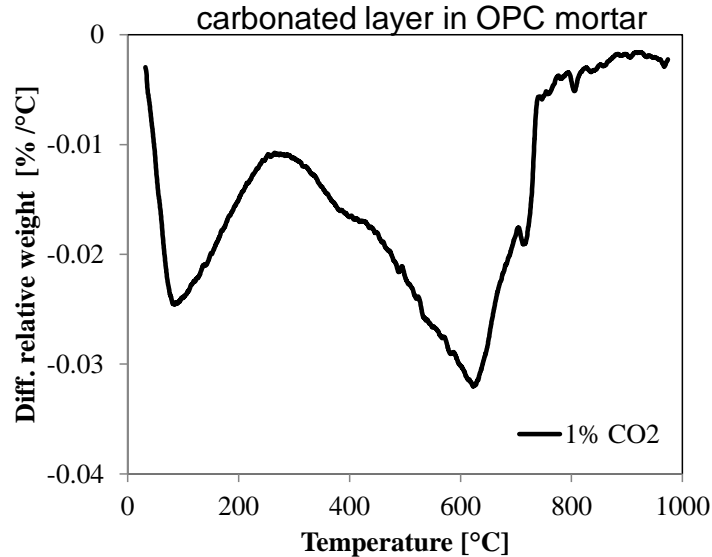
Phases formed



- Three CaCO₃ polymorphs formed (C, V, Ar)
- Residual portlandite, partial decalcification of C-S-H

Results (7)

How much CO₂ is recaptured?

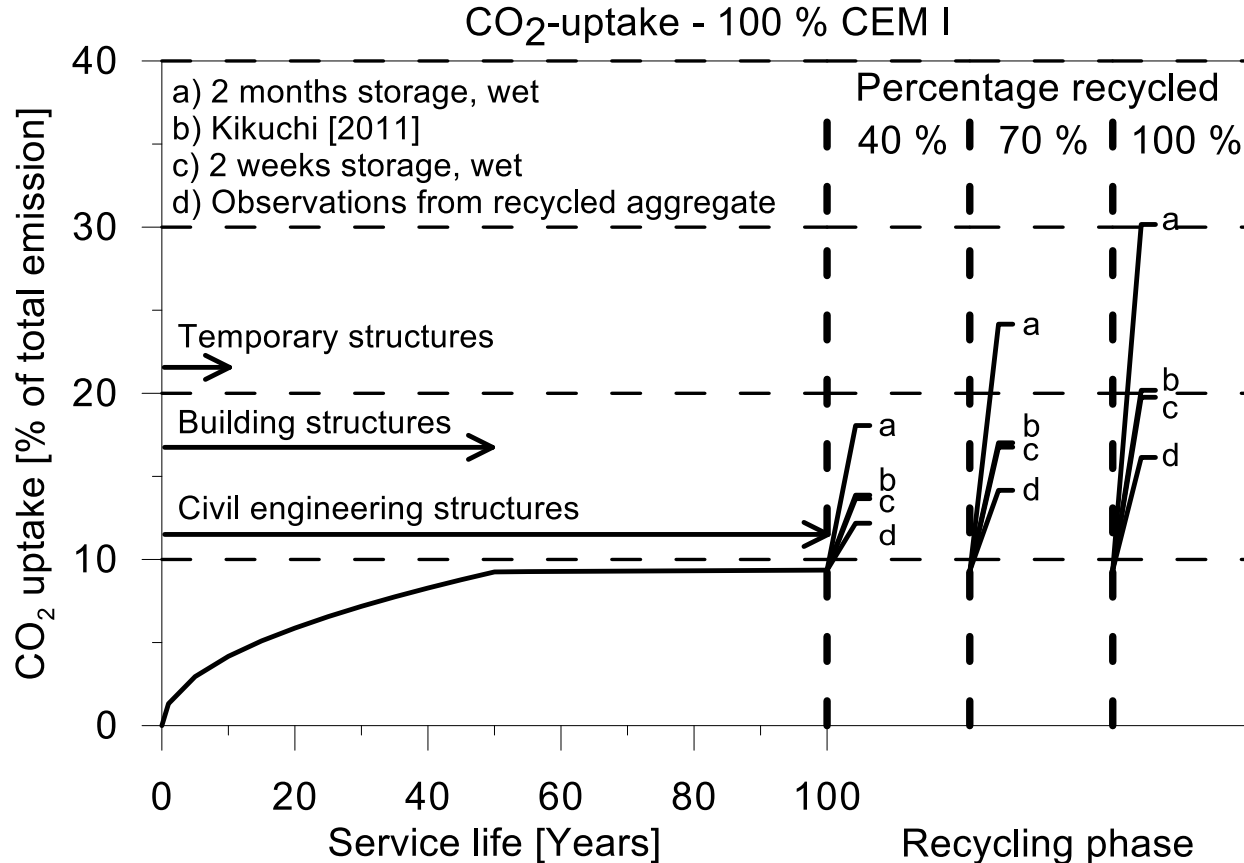


	captured CO ₂ * [%]
4% CO ₂	51
1% CO ₂	49
0.04% CO ₂ (sheltered)	48

* % of CO₂ emitted during calcination

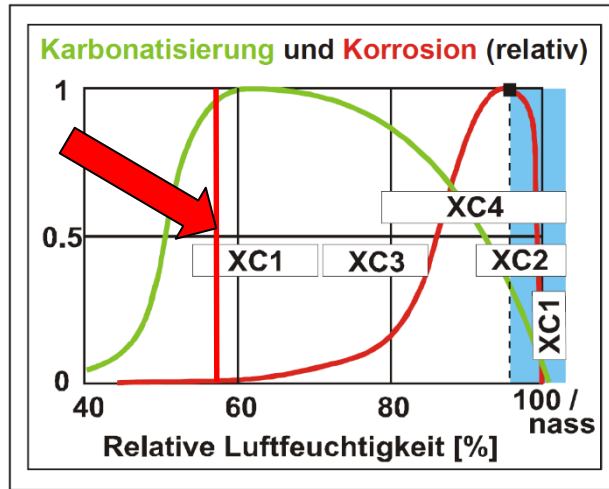
- ~50 % of emitted CO₂ during calcination recaptured in carbonated cement paste
- no difference between natural and accelerated carbonation
→ 1 and 4 % CO₂ applicable for accelerated testing

Calculation of CO₂ uptake

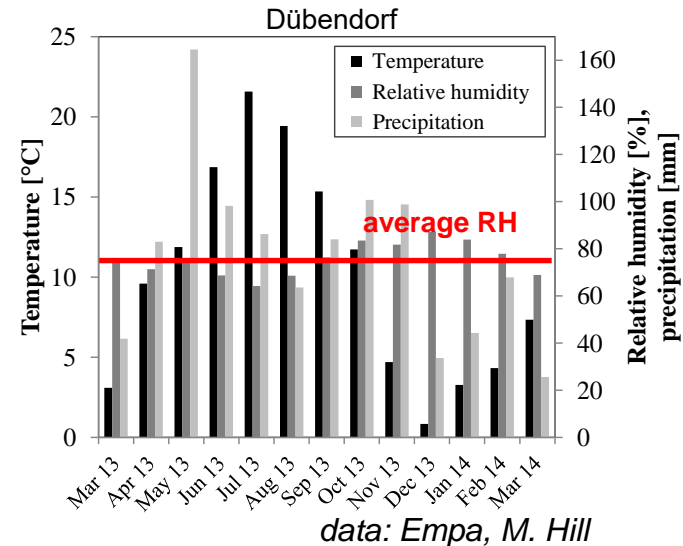


Results (8)

Problem: influence of RH on carbonation and rebar corrosion



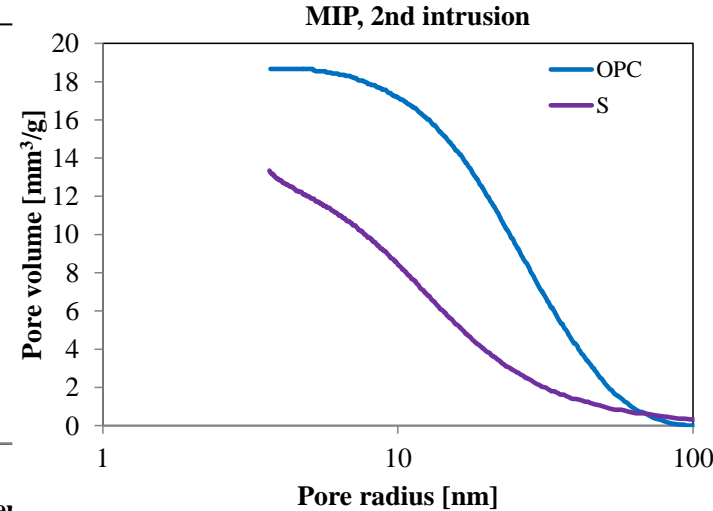
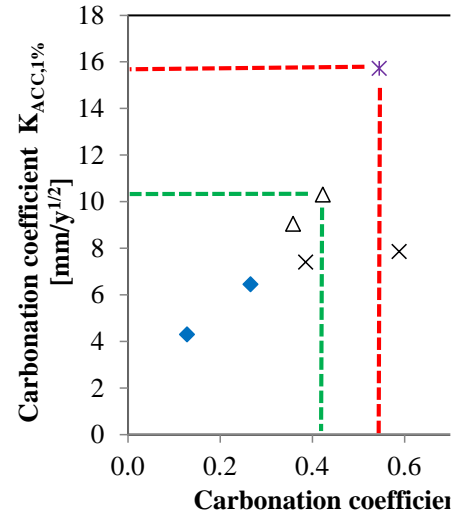
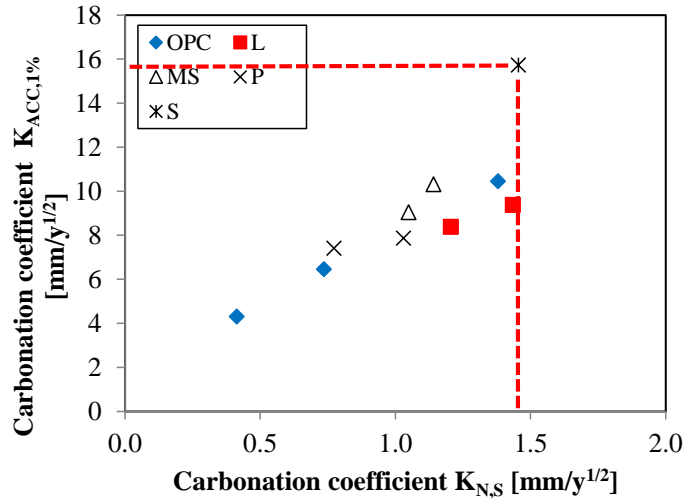
Hunkeler & Lammar, 2012



- Cement specific behavior at increased RH?

Results (9)

Accelerated carbonation compared to outdoor exposure

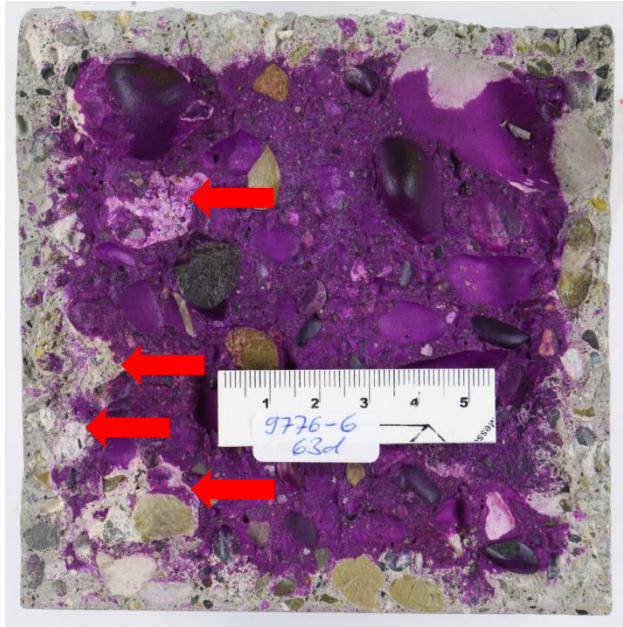


- Cement specific response to increased RH
- w/c-specific response (data not shown)

Conclusions

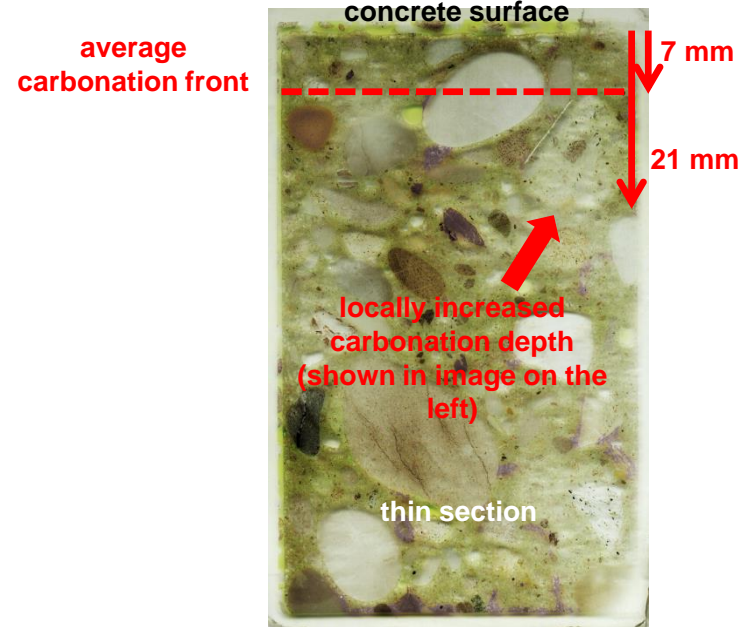
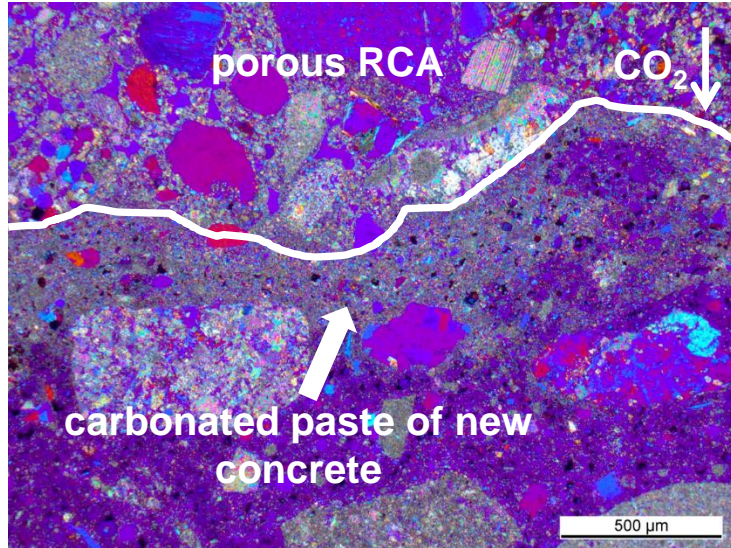
- CO₂ concentrations of 1 or 4 % CO₂ applicable for accelerated carbonation
 - linear relationship
 - same amount of CO₂ recaptured as in natural carbonation (sheltered)
- carbonation resistance in accelerated and sheltered outdoor conditions depends on buffer capacity (w/CaO_{reactive}) not on diffusivity
- reduction of clinker content decreases carbonation resistance
→ *increased probability of rebar corrosion*
- interaction between chemical parameter (buffer capacity) and physical parameter (capillary condensation) at higher RH (≥ 75 %)
 - cements with siliceous admixtures (finer pore systems) may improve their "ranking" at higher RH (underestimated by accelerated carbonation)

Carbonation of concrete with RCA (1)



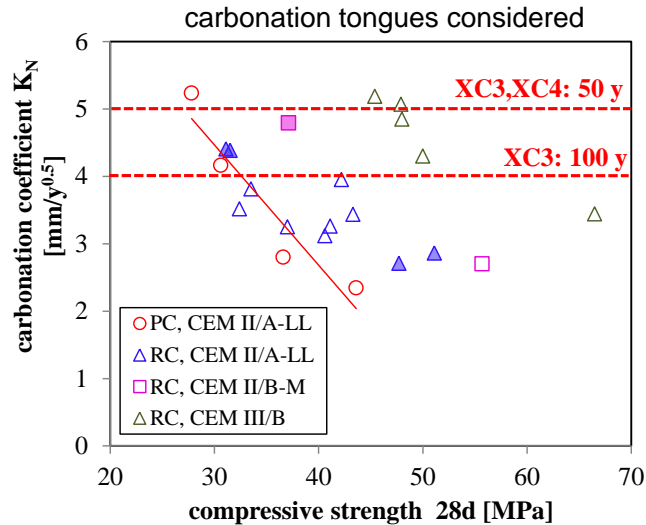
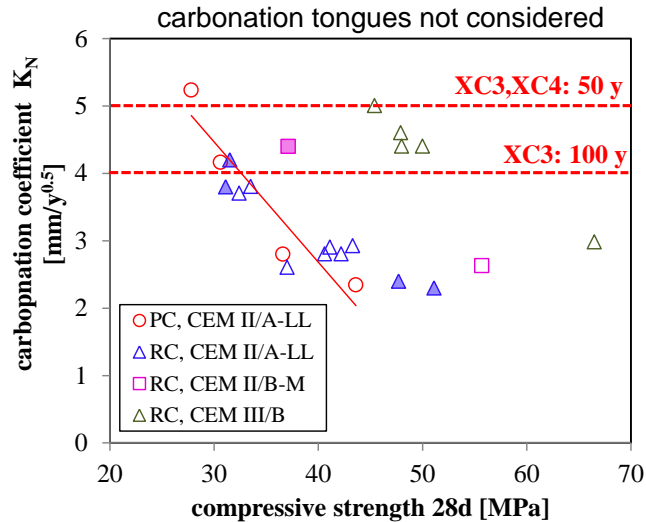
- Porous RCA can carbonate faster than paste of new concrete
- Already carbonated RCA (prior to concrete production) increases carbonation depth (no buffer and accelerates CO₂ ingress)

Carbonation of concrete with RCA (2)



- Carbonation "tongues" caused by porous RCA can increase carbonation depth considerably

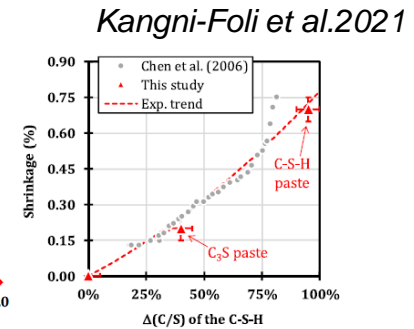
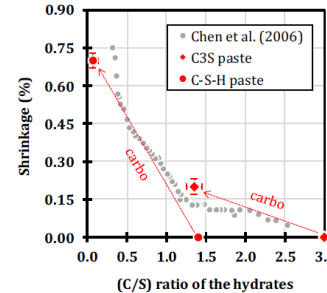
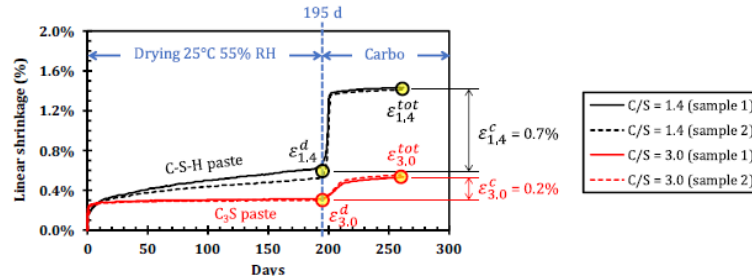
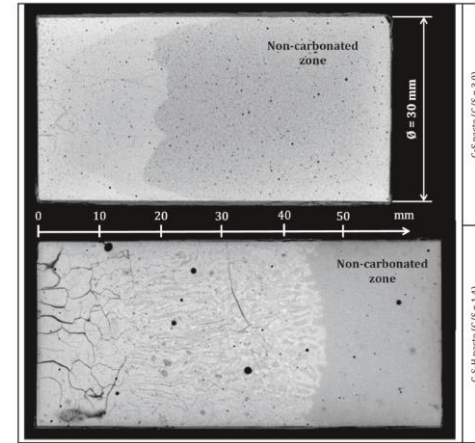
Carbonation of concrete with RCA (3)



- Consideration of carbonation tongues increases carbonation coefficient K_N by ~ 10% (average)

Carbonation shrinkage

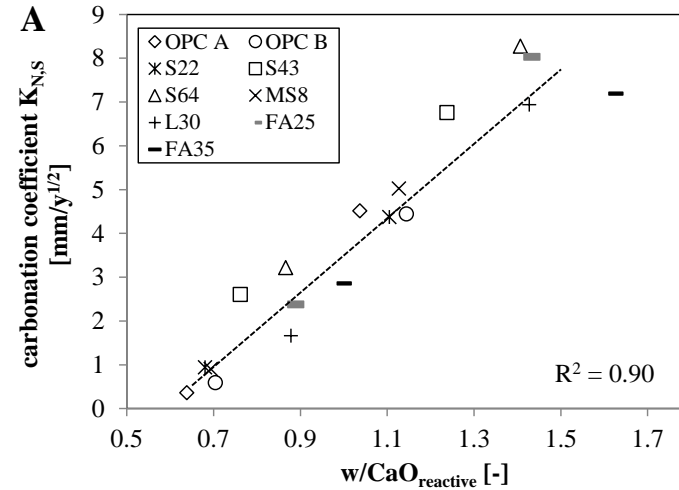
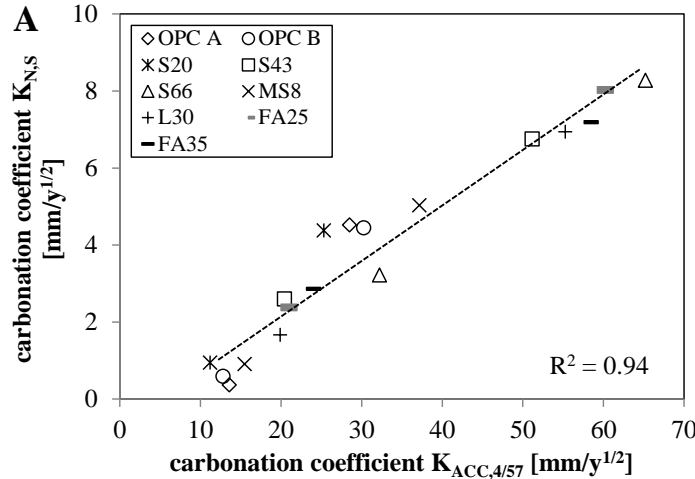
- Powers associated carbonation shrinkage with dissolution of CH crystals (reduction of crystallization pressure)
- Recent study: decalcification of C-S-H (and subsequent silica chain polymerization) is main source of shrinkage (in line with leaching results)
- Portlandite acts as a protective buffer also for shrinkage



References

- Leemann, A., Nygaard, P., Kaufmann, J. and Loser, R., 2015. Relation between carbonation resistance, mix design and exposure of mortar and concrete. *Cement and Concrete Composites*, 62, pp.33-43.
- Leemann, A. and Moro, F., 2017. Carbonation of concrete: the role of CO₂ concentration, relative humidity and CO₂ buffer capacity. *Materials and Structures*, 50(1), pp.1-14.
- Leemann, A., Loser, R., Münch, B. and Lura, P., 2017. Steady-state O₂ and CO₂ diffusion in carbonated mortars produced with blended cements. *Materials and Structures*, 50(6), pp.1-7.
- Leemann, A., Pahlke, H., Loser, R. and Winnefeld, F., 2018. Carbonation resistance of mortar produced with alternative cements. *Materials and Structures*, 51(5), pp.1-12.
- Leemann, A. and Loser, R., 2019. Carbonation resistance of recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 204, pp.335-341.
- Winnefeld, F., Leemann, A., German, A., & Lothenbach, B. (2022). CO₂ storage in cement and concrete by mineral carbonation. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 100672.

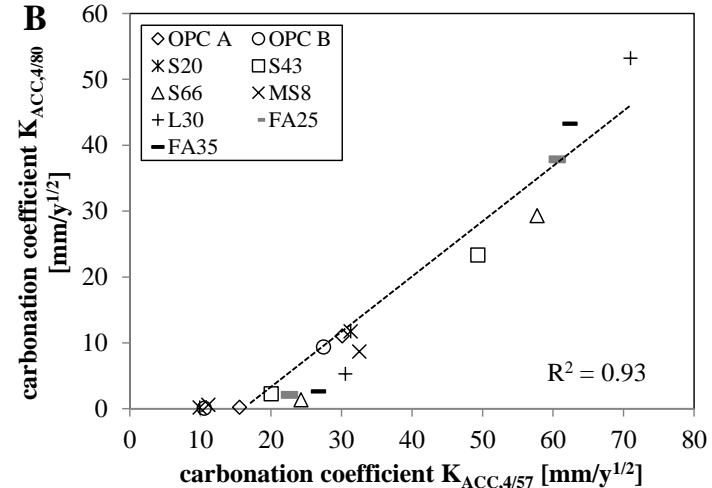
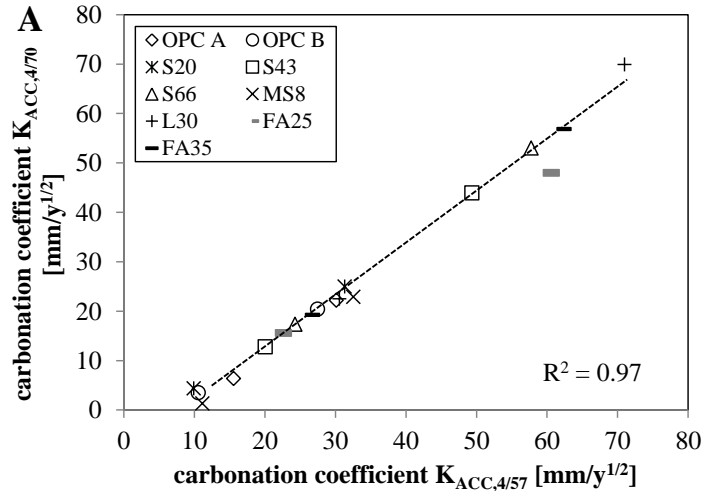
Results



Leemann & Moro 2017

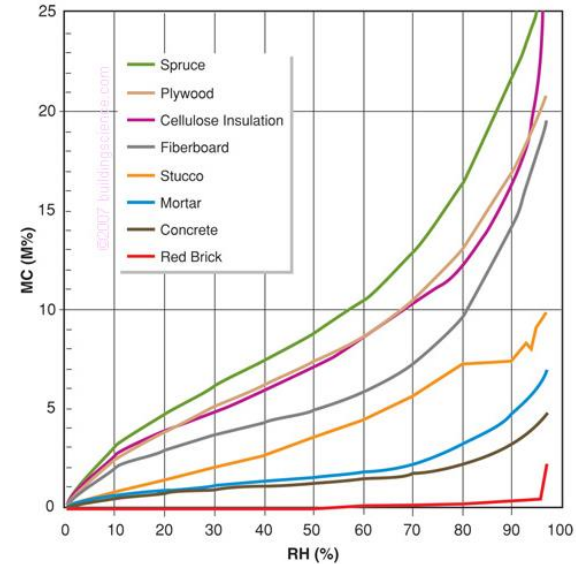
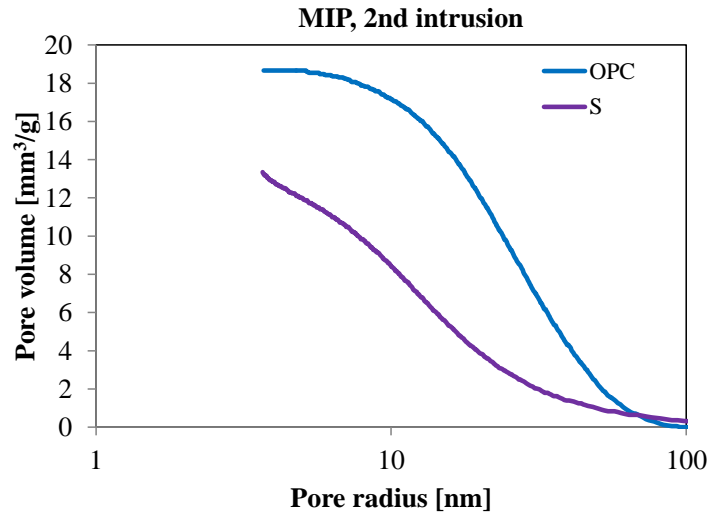
- good correlation between accelerated and natural carbonation (sheltered)
- w/CaO reactive governing parameter (CO_2 buffer capacity)

Results: impact of RH in accelerated carbonation



- little change of carbonation coefficient K_{ACC} at 70% RH
- significant change at 80 % RH (mainly concrete with low w/c)

Results: accelerated carbonation compared to outdoor exposure



- capillary condensation leads to cement and w/c specific behavior



Latvijas
Betona
Savienība

Latvijas XIX Betona olimpiāde – 2022

XIX Latvian Concrete Olympic – 2022

- Betona olimpiādes mērķis ir izgatavot betona paraugus 3 gab. (10x10x10cm), kas pēc stiprības atbilst videjai stiprībai **100 MPa** ar vismazāko rezultātu izkliedi.
- Olimpiāde var piedalīties gan individuāli, gan korporatīvi dalībnieki un studenti (vai komandas). Katrai komandai jābūt nosaukumam: individuāls biedrs (vārds, uzvārds) vai firma (nosaukums), vai studentu komanda (nosaukums).



PARAUGU PIEGĀDE LĪDZ 22.11.2022. | REZULTĀTU PAZIŅOŠANA 24.11.2022.

PIEGĀDES ADRESE: PAULA VALDENA IELA 1, RĪGA (RTU Laboratoriju māja)

Piegāde iepriekš sazinoties ar Genādijs Šahmenko Genadijs.Sahmenko@rtu.lv vai +371 29160832.

Genādijs Šahmenko (RTU),

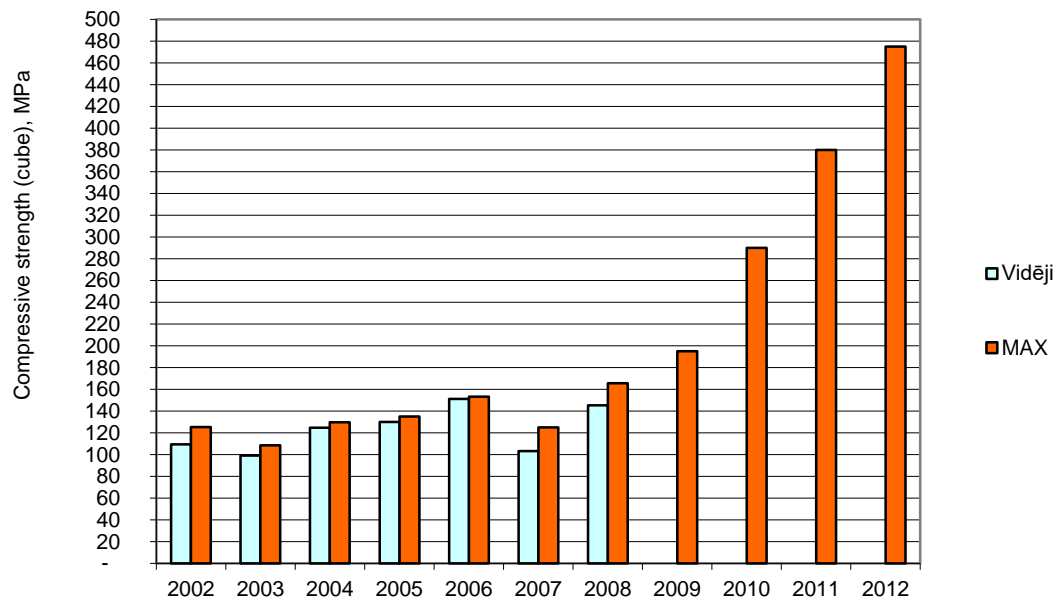
Tomasz Nowacki
(STACHEMA Polska)

*Latvijos Betono Sajunga
Lāti Betoni Ūhendus
Latvian Betoniyhdistys
Lettiska Betongföreningen
Beton-Verein Lettlands
Association Lettone du Béton
Asociación Letona del Hórmigon
Латвийский союз бетона*

23-24th November, 2022

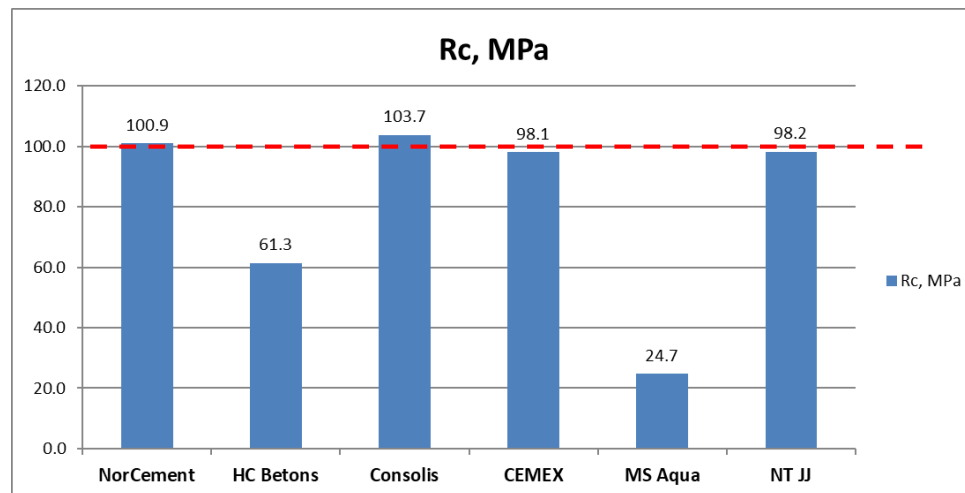
Latvijas Betona olimpiādes vēsture (2000 – 2014)

R → **MAX**



Latvijas Betona olimpiādes vēsture (2000 – 2014)

R → **100 MPa**



7. Rezultātu novērtējums

Testu rezultāti tiek apkopoti protokolā. Excel tabulā tiek izrēķinātas vidējas 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	102	110	100
Vidējais	100,0	100,0	100,0	105,0	95,0
Standartnovirze	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, ņemot vērā S	20	5	2	10	10

Ar zaļo ietonēts sērijas numurs 3, kas uzrādīja labāku rezultātu pēc šī nolikuma.

Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Žurijas locekļi:

- Genādijs Šahmenko (priekšsedētājs)
- Andrejs Krasņikovs
- Egils Zvejnieks
- Pauls Ārgalis
- Eduards Protasevičs



Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Paraugu testēšana: 23.11.2022. no pl. 11:00

Lamina

BPC Liepāja

LTB

LDz MB

Sandis Kārklis Primekss-1

Regnars Primekss-2

RP 0.25

SV 0.20

Daugavpils Dzelzsbetons MB

BPC Daugavpils

Sakret

BPC Rīga

MPA Test

Schwenk Rāmuļu

Schwenk Lidosta

Rihards GP



Latvijas Betona olimpiāde – 2022

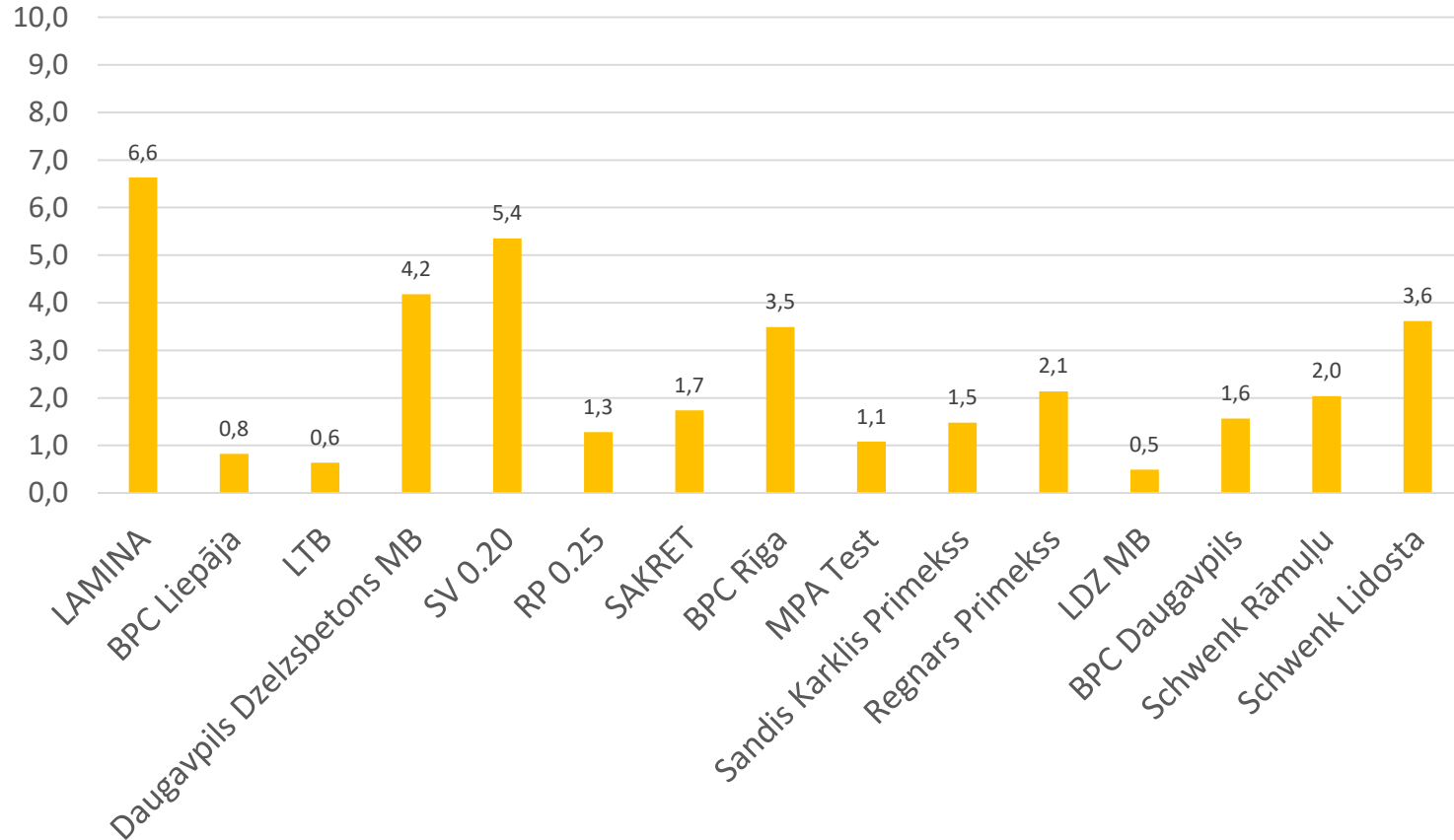


Latvijas Betona olimpiāde – 2022



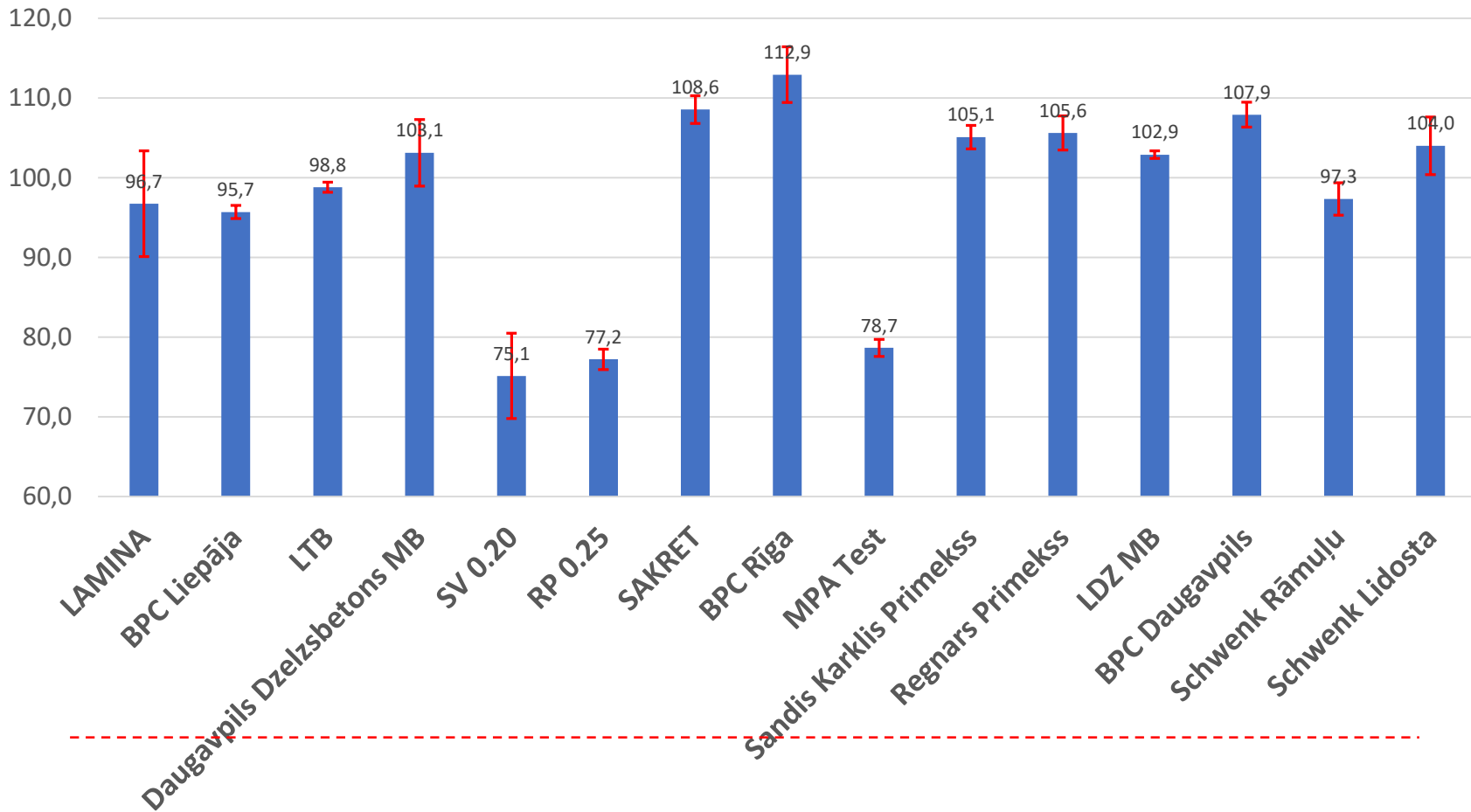
Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējās kvadratiskas novirzes no vid., MPa



Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējais rezultāts un standartnovirze no vid., MPa





Latvijas
Betona
Savienība

Betona olimpiādes atbalstītājs – Stachema Polska

Supporter of the Concrete Olympiad - Stachema Polska



STACHEMA POLSKA
tel. +48695732604

- 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

Tomasz Nowacki (STACHEMA Polska, Vice-President)



O NAS ROZWIĄZANIA DLA BUDOWNICTWA CHEMIA UŻYTKOWA LABORATORIUM ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ KONTAKT RODO 

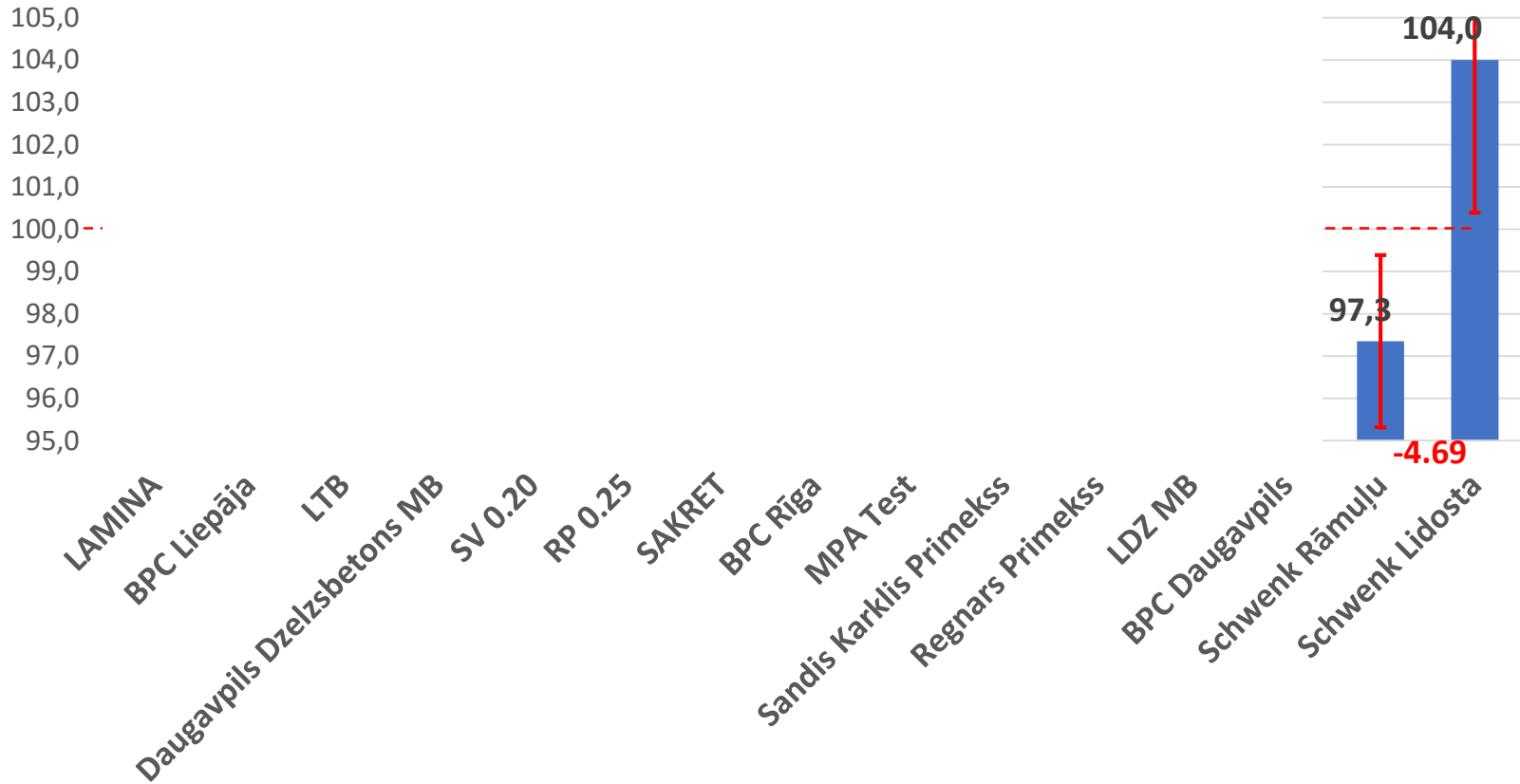
WITAMY NA STRONIE STACHEMA POLSKA

We create solutions for
concrete

Wiodący producent i dostawca kompleksowego asortymentu chemii
budowlanej

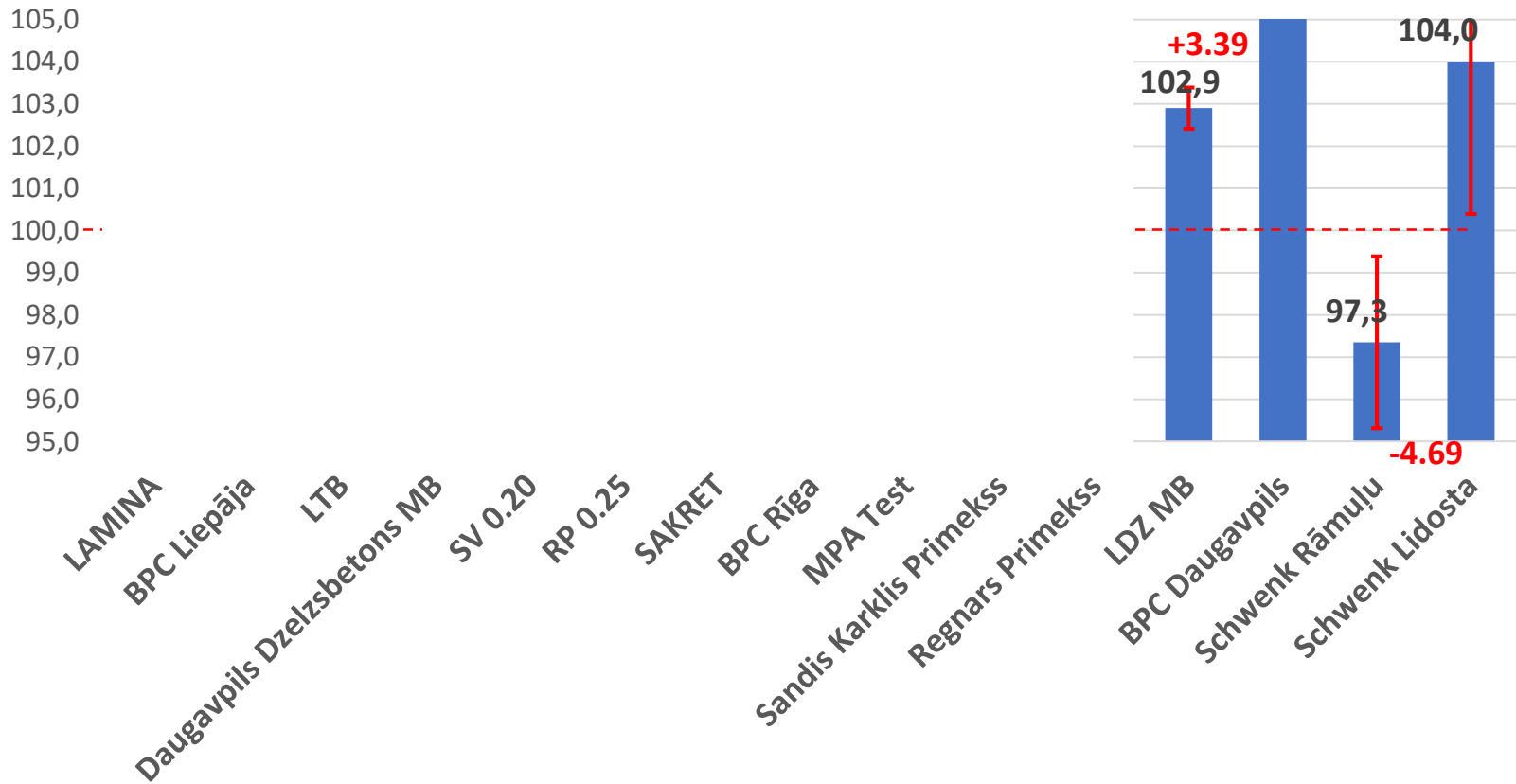
Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējais rezultāts un standartnovirze no vid., MPa



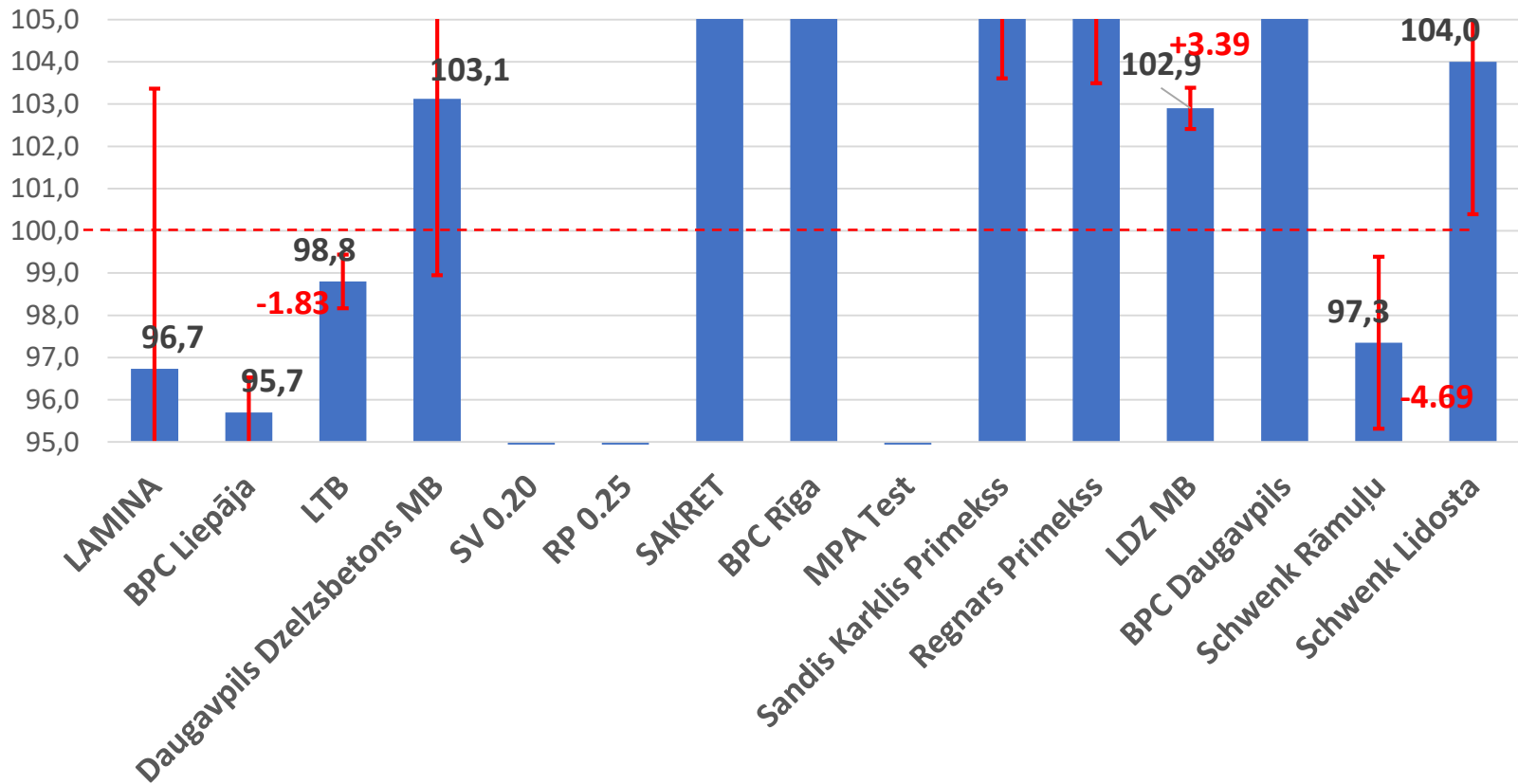
Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējais rezultāts un standartnovirze no vid., MPa



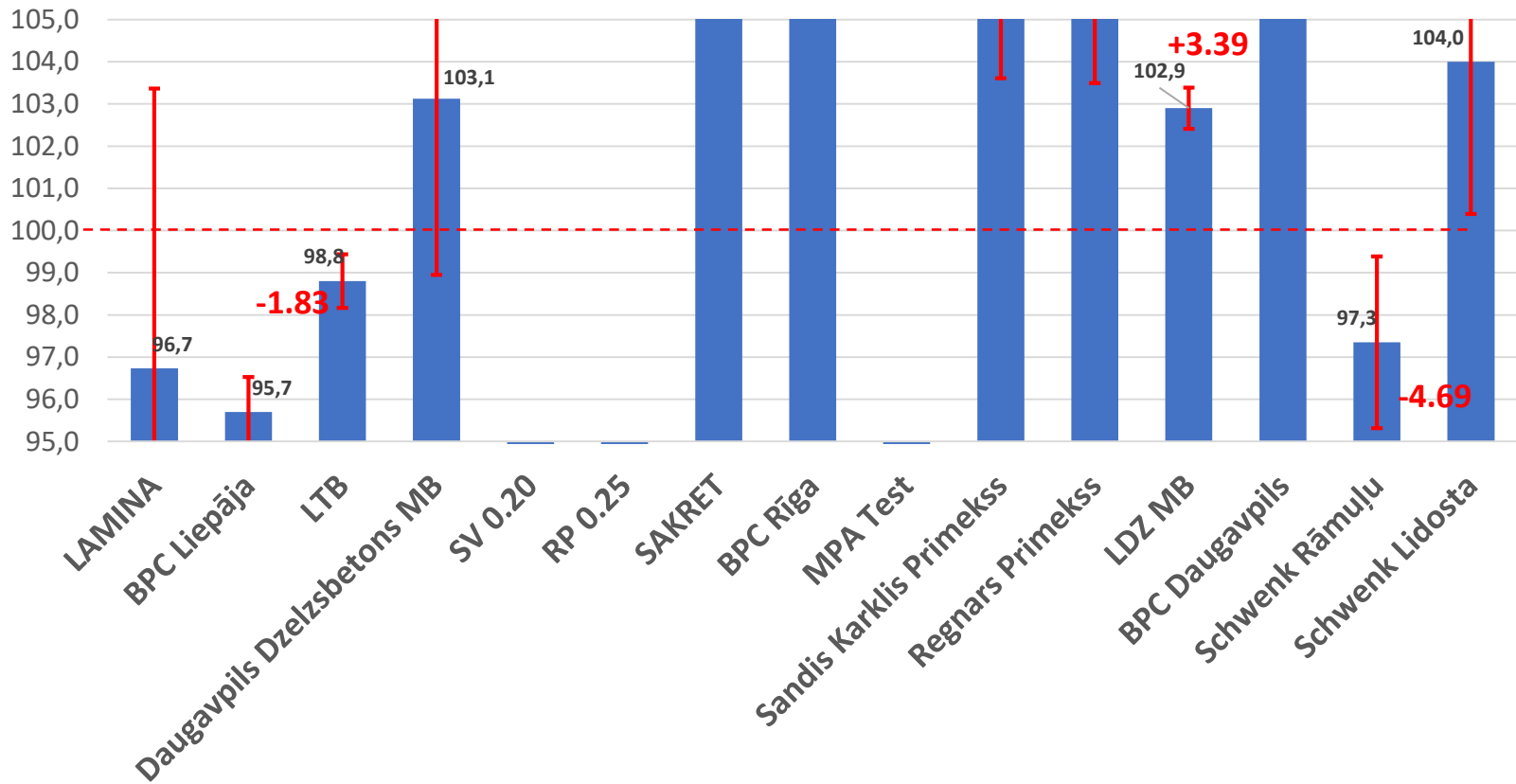
Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējais rezultāts un standartnovirze no vid., MPa



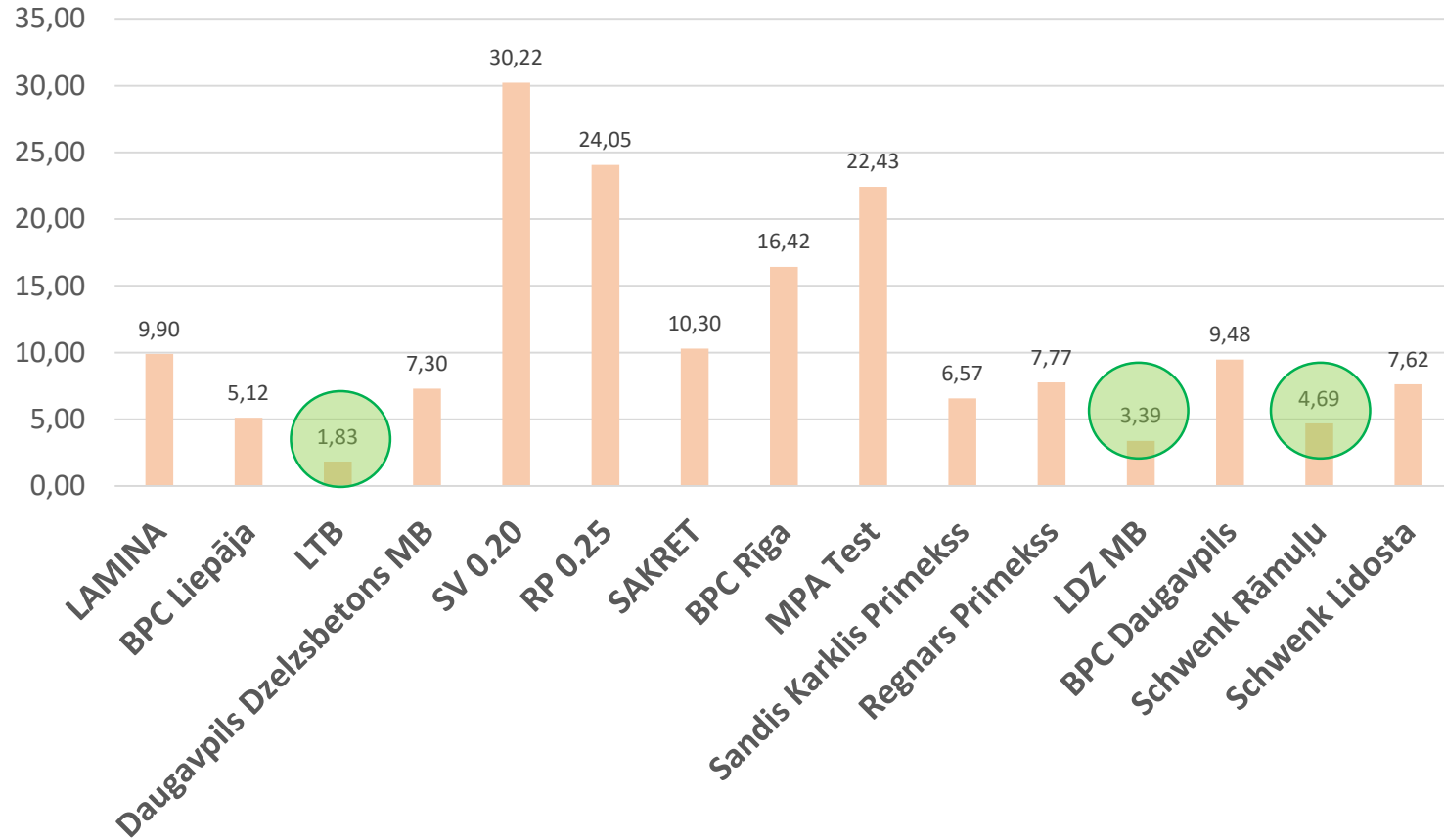
Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējais rezultāts un standartnovirze no vid., MPa



Latvijas Betona olimpiāde – 2022

Vidējā kvadrātiska novirze no 100, MPa





Latvijas
Betona
Savienība

<http://fb.com/betonasavieniba>

TK01 – Betona salizturība, pētījuma rezultāti

LBS XXX (trīsdesmitā) zinātniski tehniskā konference, 24.11.2022

Jānis Zāle

TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

LVS I56-1:2017 – jaunā versija LVS I56-1:2022, gaidām apstiprinājumu no Ministru Kabineta.

Par mums | Jaunumi | Standartizācija | Standarti | Likumdošana | Noderīgi

solis 1 - meklē solis 2 - izvēlies solis 3 - iestatījumi solis 4 - grozs solis 5 - apmaksā

Ielikt grozā

Priekšskatīt

Saraksts

Formāti	Numurs / Nosaukums	Statuss	Cena EUR
 	LVS 156-1:2022		30.69 €
Betons. Latvijas nacionālais pielikums Eiropas standartam EN 206 "Betons. Tehniskie noteikumi, darbu izpildījums, ražošana un atbilstība"			

Angliski
Concrete - Latvian National Annex to European standard EN 206 "Concrete - Specification, performance, production and conformity"

Valodas: Latviešu valoda

Veids: standarts

ICS grupas: 91.100.30 Betons un betona izstrādājumi

Izstrādātājs: LVS/STK/04 Būvmateriāli

Reģistrācijas datums: 18.08.2022.
Spēkā no: 18.08.2022.

- [Aizstātie dokumenti](#)

- LVS 156-1:2017

2022.gada salizturības metožu salīdzinošais pētījums

Mērķis – salīdzināt abas spēkā esošās salizturības testēšanas metodes jeb novērtēt betona veiktspēju pēc abām metodēm.

Uzdevums un pamatnostādnes:

- Testēšanu pēc abām metodēm veic vismaz 2 akreditētas laboratorijas + ražošanas kontroles laboratorijas.
- Tiek testēts viens betona sastāvs uz atbilstību XF2 salizturības klasei un F200, F300.
- Paralēli tiek veikta testēšana arī pildvielu salizturībai.
- Visu paraugu izgatavošanu veic viena persona, lai paraugi tiktu izgatavoti iespējami līdzīgi.
- Tiek novērtēts arī gaisa poru izmēra sadalījums betonā, lai novērtētu betona salizturību no teorētiskā viedokļa.

2022.gada salizturības metožu salīdzinošais pētījums

Betona sastāva uzstādījumi:

- CEM II A-LL 42,5 N cements
- Cementa saturs tuvu minimālajai pieļaujamai robežai 340-350kg/m³
- Ū/C tuvu maksimālajai pieļaujamajai robežai 0,45-0,5
- Rupjie minerālmateriāli – oļi ar iespējami zemu ūdens absorbciju un augstu salizturību
- Gaisa saturs 4,5-6% ar iespējami labu gaisa poru izmēra sadalījumu

TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Paraugu izgatavošana

- Dalībnieki – 7 uzņēmumi
 - 4 testēšanas laboratorijas
 - 1 ražošanas laboratorija
 - 1 būvuzņēmuma speciālisti
 - 1 piedevu ražotāja speciālisti
- Paraugi – kopā izgatavoti 77 betona paraugi



TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Svaiga betona testēšanas rezultāti:

Gaisa saturs betonā: 5-5,8%.

Konsistence: I 70-200mm

AVA testu rezultāti:

Results (adjusted to correlate with ASTM C457)

Chord length	: < 2mm	< 1mm	< 0.35mm
Air-% concrete	: 5.3 %	4.7 %	2.5 %
Air-% paste	: 18.1 %	15.9 %	8.6 %
Air-%putty	: 15.3 %	13.7 %	7.3 %
Specific surface	: 14.7 mm ⁻¹	16.1 mm ⁻¹	
Spacing factor	: 0.330 mm	0.318 mm	

TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Sacietējuša betona gaisa poru analīzes rezultātu salīdzinājums no divām neatkarīgām laboratorijām

	Laboratorija F	Laboratorija A
Javas daudzums, %	27,98	27,98
Kopējais gaisa saturs, %	4,31	4,34
Cementa pasta/gaiss attiecība	6,49	6,47
Poru īpatnējā virsma, mm ⁻¹	20,77	19,7
Poru attāluma koeficients, mm	0,251	0,265
Mikro gaisa saturs, %	1,32	1,26

Mērķis:
>25mm⁻¹

<0,2mm

>1,8%

Literatūras dati liecina, ka par kvalitatīvu gaisu poru struktūru uzskata poras ar īpatnējo virsmu **16 – 45mm⁻¹** un poru attāluma koeficientu **0,1 – 0,24 mm**.

[1] A.M. Neville Properties of concrete, Wiley; 4th edition, 1996, 537-561.lpp.

[2] Peng D., Yan Y., et al., Using strain to evaluate influence of air content on frost resistance of Concrete, Cold Regions Science and Technology 157 (2019) 21–29, <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2018.09.012>

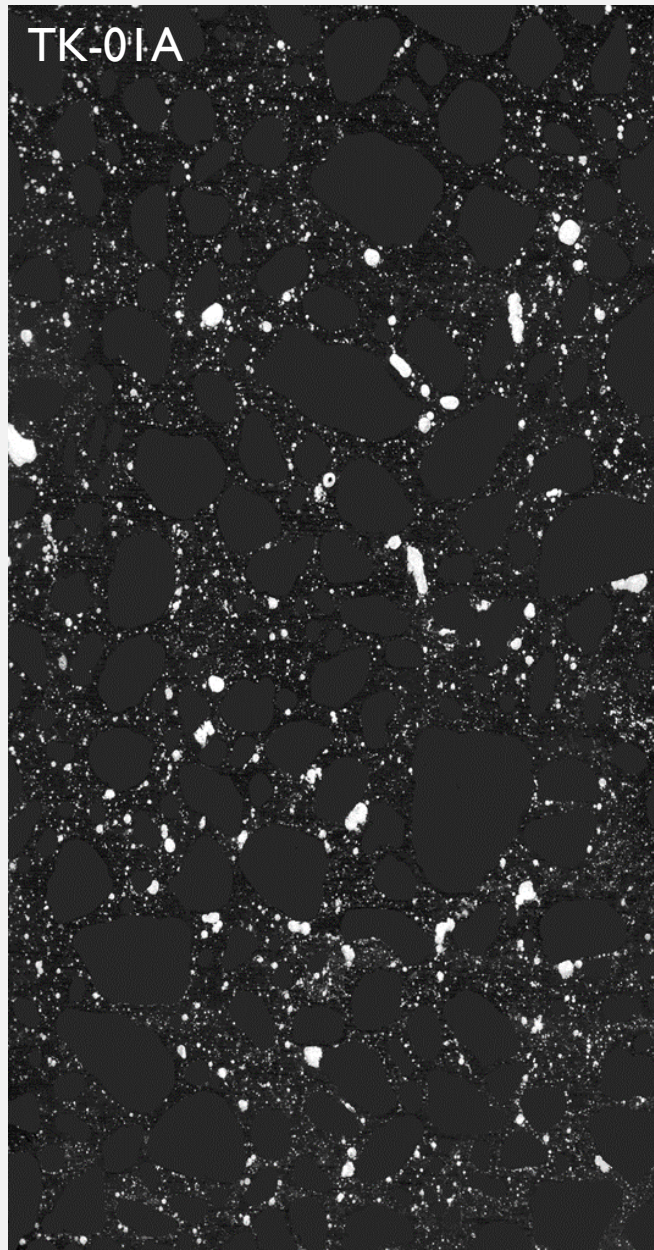
TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Sacietējuša betona poru analīze

Laboratorija A

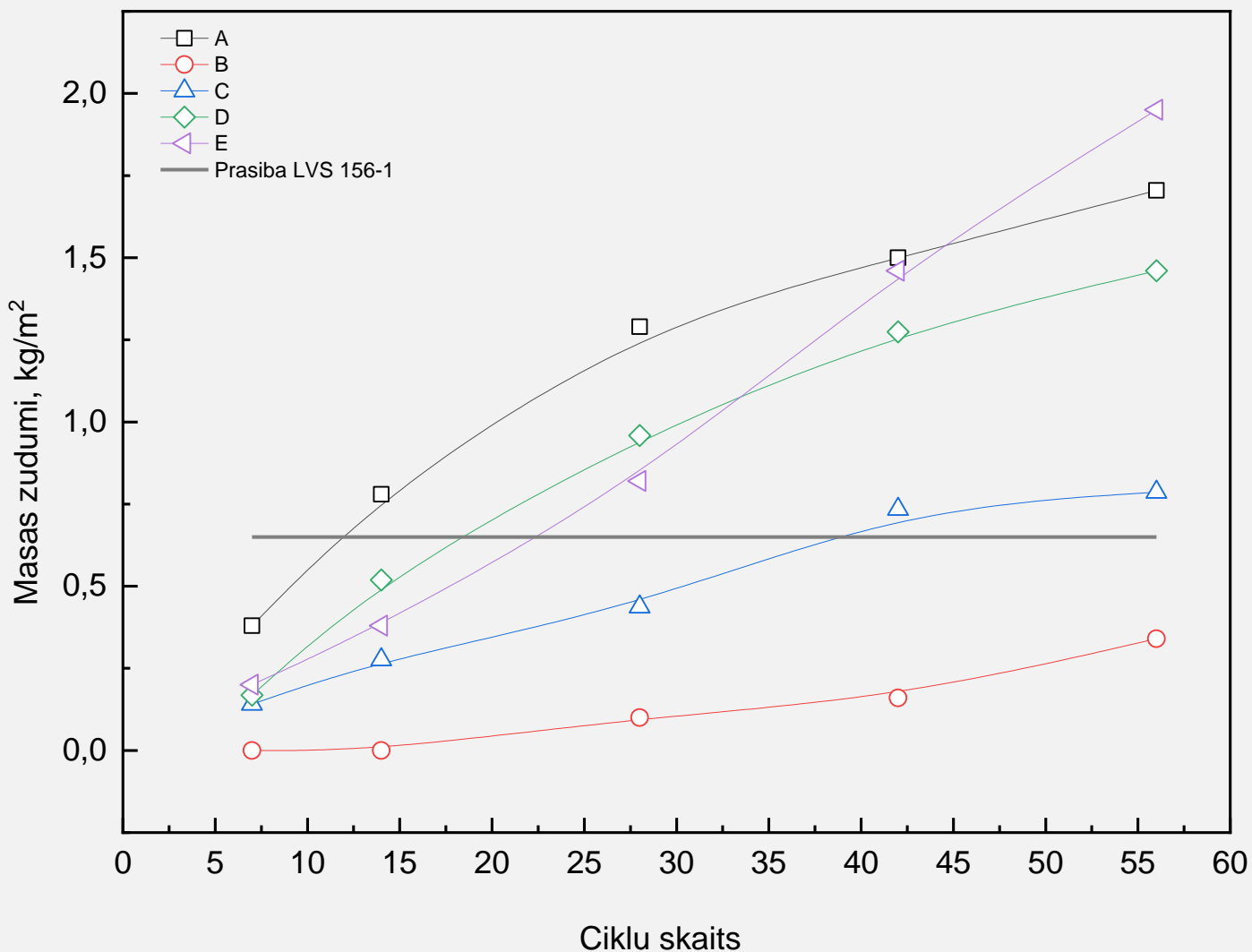
Raksturlielums	TK-01A	TK-01B
Kopējais gaisa saturs A, %	4,61	4,07
A ₃₀₀ - mikro gaisa saturs (līdz 0.3 mm poru), %	1,38	1,14
Īpatnējā virsma, mm ⁻¹	19,9	19,5
Attāluma koeficients, mm	0,254	0,275

Vizuāli var redzēt kā atšķiras paraugu poru struktūra. TK-01B parauga gadījumā lielāks īpatsvars ar porām virs 1mm un mazāk mikroporu, to apliecina arī tabulā dotie rādītāji.



TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Masas zudumu tests saskaņā ar CEN/TS 12390-9. Rezultātu salīdzinājums no 5 neatkarīgām laboratorijām

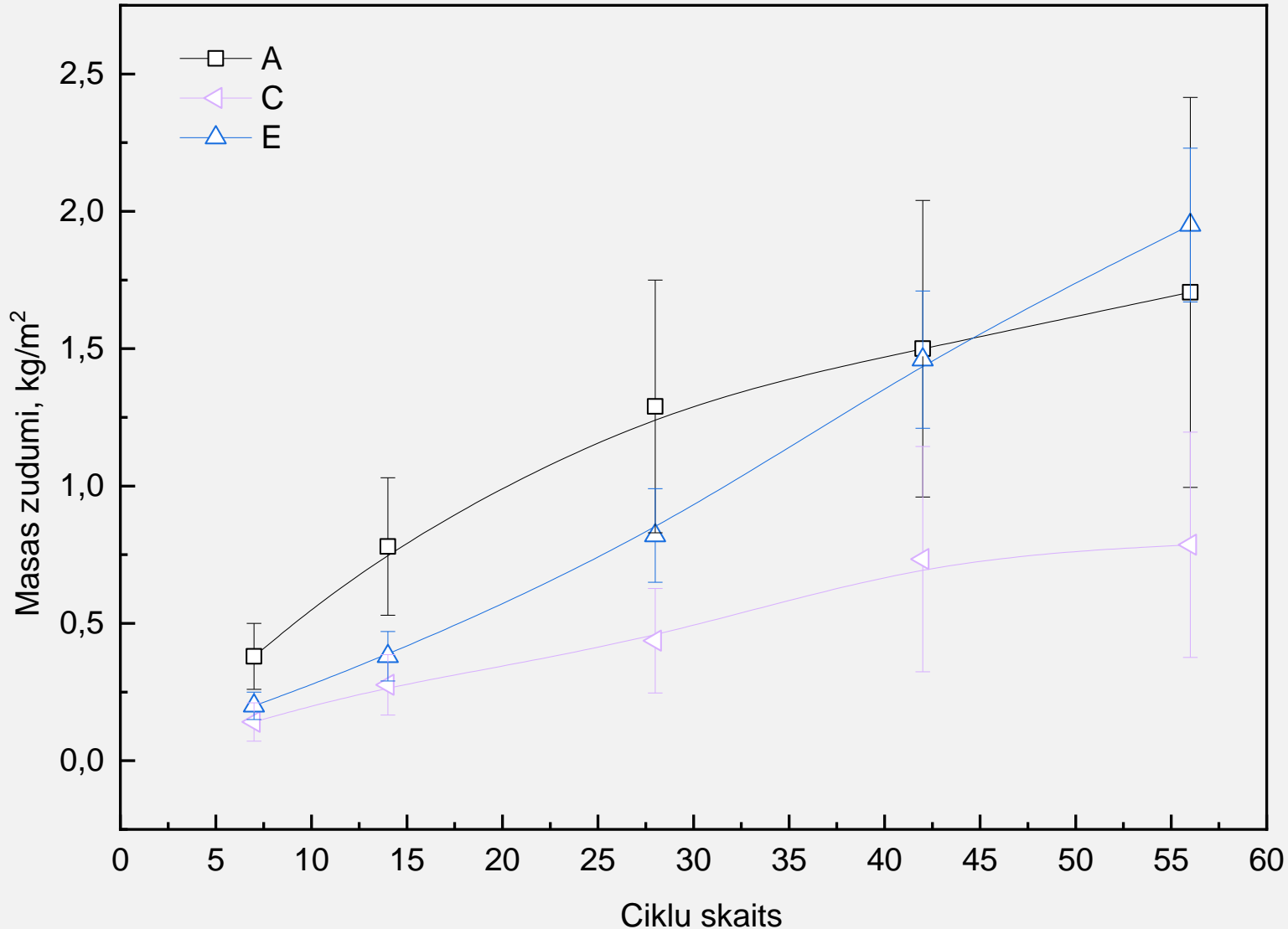


Secinājumi.

- 4 laboratorijas iegūst rezultātu, kur betona paraugi (C30/37; XF2; $\bar{u}/c = 0,46$; cem 350kg/m^3) **neiztur LVS 156-I XF2 prasību**. Masas zudumi ir lielāki par $0,65\text{ kg/m}^2$.
- 3 laboratoriju gadījumā masas zudumi no betona virsmas notiek ļoti strauji, jau pēc 28 cikla betona paraugiem masas zudums virs $0,65\text{ kg/m}^2$.

TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Masas zudumu tests saskaņā ar CEN/TS 12390-9. Testēšanas rezultātu izkliede.



Secinājumi.

- I. Vairākām laboratorijām novērojama ļoti liela testēšanas rezultātu izkliede. Vienam vai vairākiem paraugiem no testēšanas sērijas novēro, ievērojami lielāku masas zudumu nekā pārējiem.

TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Paraugu virsmu bildes pēc 56 cikliem (masas zudumu tests)

Laboratorija A



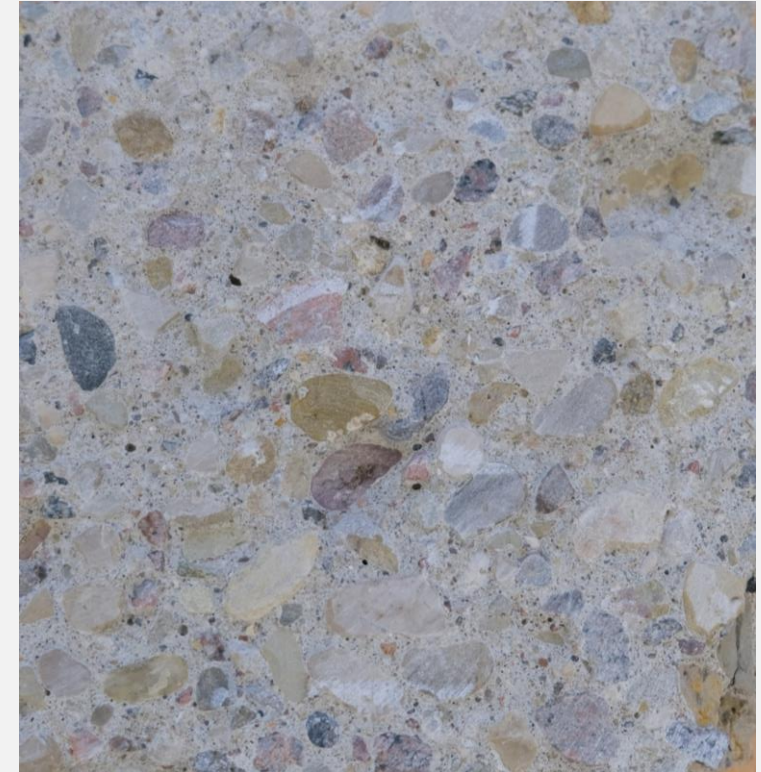
Masas zudumi: $1,71 \text{ kg/m}^2$
Izdrūp pildviela un javas daļa.

Laboratorija B



Masas zudumi: $0,34 \text{ kg/m}^2$
Izdrūp pildviela.

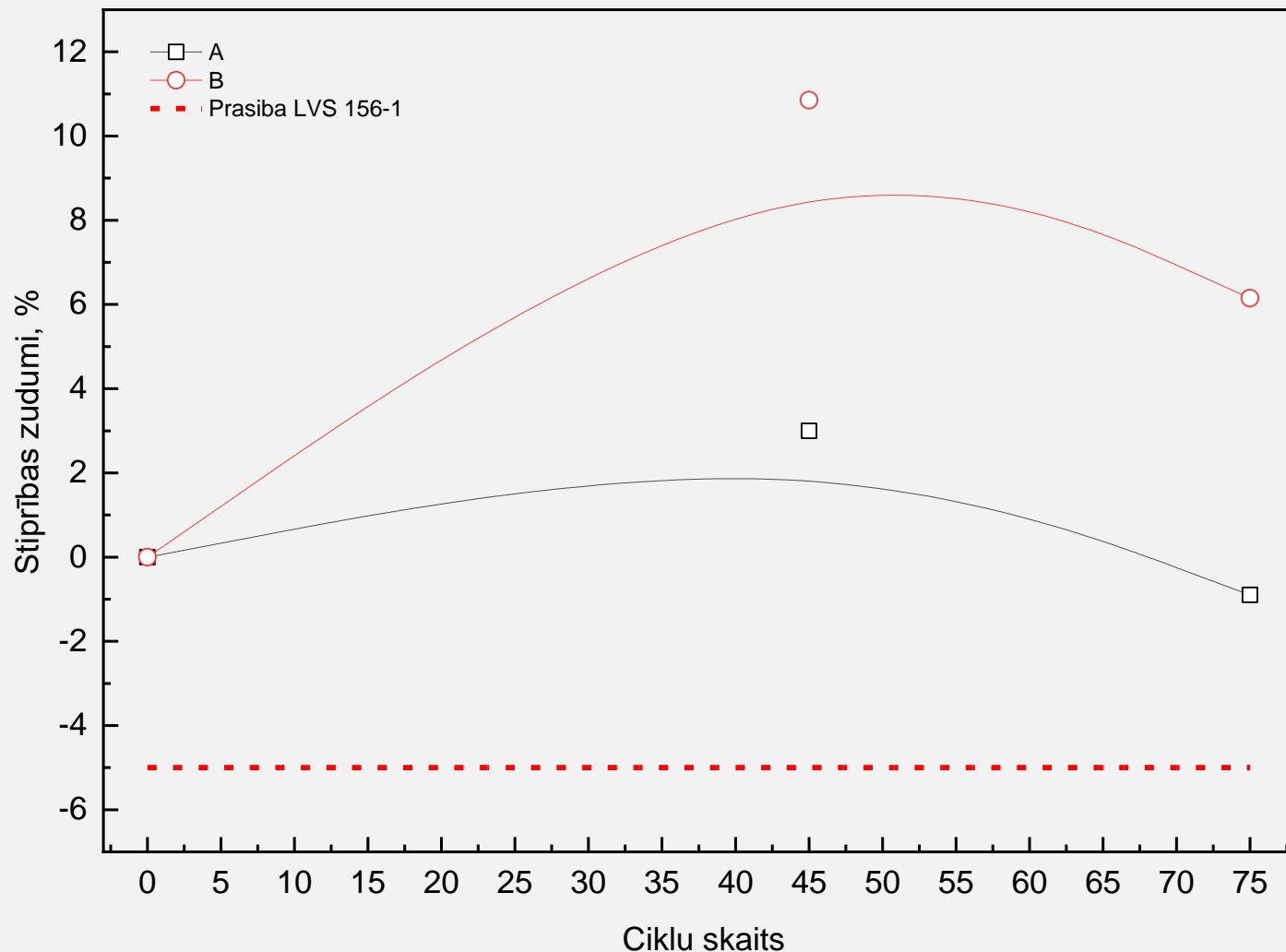
Laboratorija E



Masas zudumi: $1,95 \text{ kg/m}^2$
Izdrūp pildviela un javas daļa. Nodrūp daļa
no paša parauga.

TK01 – BETONA SALIZTURĪBA

Betona salizturība. Spiedes stiprības zudumu tests saskaņā ar LVS 156-I A pielikums. Rezultātu salīdzinājums no 2 neatkarīgām laboratorijām



Secinājumi.

1. Abu laboratoriju testēšanas rezultāti **atbilst LVS 156-I prasībām**, tas ir, spiedes stiprības zudumi ir mazāki par 5%.
2. Līdzīgi kā masas zudumu testā vērojama diezgan liela atšķirība starp testēšanas rezultātiem iegūtiem no dažādām laboratorijām, tomēr abos gadījumos vērojama līdzīga tendence – stiprības pieaugums līdz 45 cikliem (F200), un stiprības samazinājums pēc 75 cikliem (F300).

Pirmie secinājumi – masas zudumu tests

1. Testētais betons nav izturējis pārbaudi pēc LVS CEN TS 12390-9 testēšanas metodes. Par iemeslu, galvenokārt, bijusi pildvielu izdrupšana, bet paraugiem ar lielākajiem masas zudumiem novērota arī javas daļas nodrupšana, kas visticamāk saistīta ar nepietiekamo gaisa mikroporu struktūru betonā.
2. Lielā rezultātu izkliede virsmas masas zudumu testā individuālai laboratorijai saistāma ar diviem galvenajiem faktoriem:
 - Rupjo pildvielu neviendabība (atsevišķu «mīksto» akmeņu daudzums katrā paraugā)
 - Sālsūdens šķīduma zudumi no atsevišķu paraugu virsmas testēšanas laikā
3. Minerālo pildvielu testēšanas metodes EN 1367-1 (masas zudumi % pēc 10 cikliem H₂O) un EN 1367-2 (masas zudumi pēc 5 cikliem magnija sulfāta šķīdumā) nav piemērotākās metodes pildvielu salizturības novērtēšanai, ja tās tiek izmantotas betonam ar XF2 prasībām.
4. Lielā rezultātu izkliede starp dažādām laboratorijām visticamāk saistīta ar temperatūras režīma neievērošanu.[3]

Pirmie secinājumi – stiprības zudumu tests

5. Betons ir izturējis pārbaudi atbilstoši LVS I56-I A pielikuma testēšanas metodei un tam pat ir vērojams diezgan reti izplatīts stiprības pieaugums ciklošanas laikā līdz 45 cikliem. Visticamākais cēlonis ir pietiekami ilga paraugu izturēšana atlaidinātā stāvoklī, kurā turpinās betona stiprības attīstīšanās.
6. Šāda betona tālākā stiprības uzņemšana var dot maldīgu priekšstatu par iegūtajiem rezultātiem un betona paraugu iekšējo strukturālo bojājumu nerašanos. Sarežģīti interpretēt stiprības samazinājumu starp 45 un 75 cikliem.

Pirmie secinājumi – metožu salīdzinājums

7. Metodes savā starpā nekorelē – virsmas masas zudumu metode sāls klātbūtnē ir drastiskāka nekā stiprības zudumu metode.
8. Stiprības zuduma testam betons ir «pielaidīgāks» attiecībā uz iesaistītā gaisa kvalitāti.

Tālākās darbības

1. Pabeigt rezultātu apkopošanu un ziņojuma sagatavošanu.
2. Izdiskutēt rezultātus TK01 nozares ekspertu vidū.
3. Izlemt par turpmāko nepieciešamo testēšanu/metožu salīdzināšanu.
4. Ierosināt veikt grozījumus standartā, balstoties uz iegūtajiem rezultātiem.



Latvijas Betona Savienība

Eksponētā
betona tehniskā
komiteja (TK03)

DIDZIS MALKAUSIS



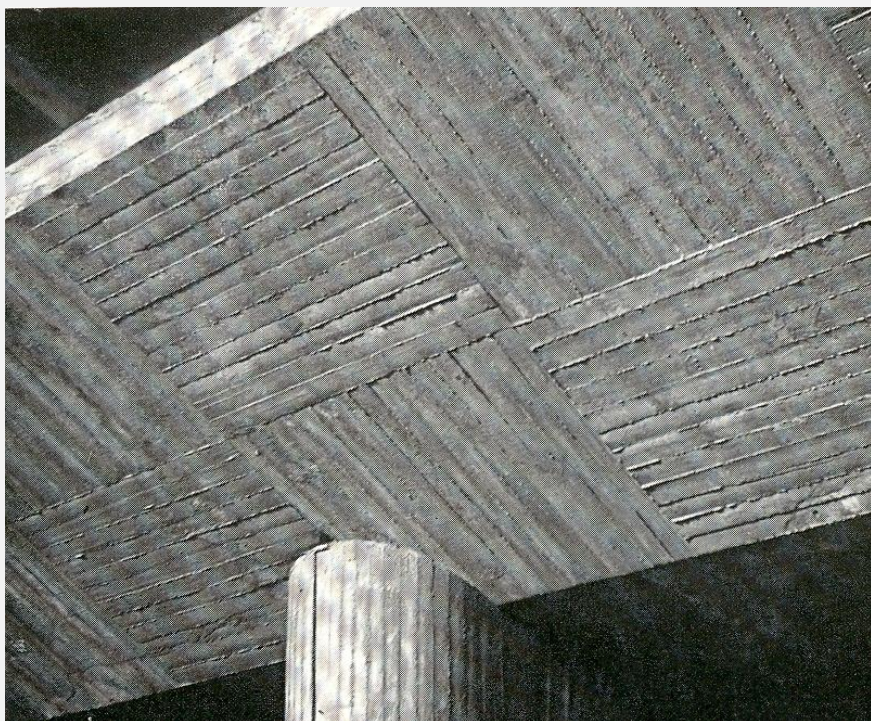
- Eksponētais betons
- PERI betonēšanas veidņu nodaļas vadītājs
- Eksponētā betona tehniskā komiteja (TK03)



EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03)- IEVADS

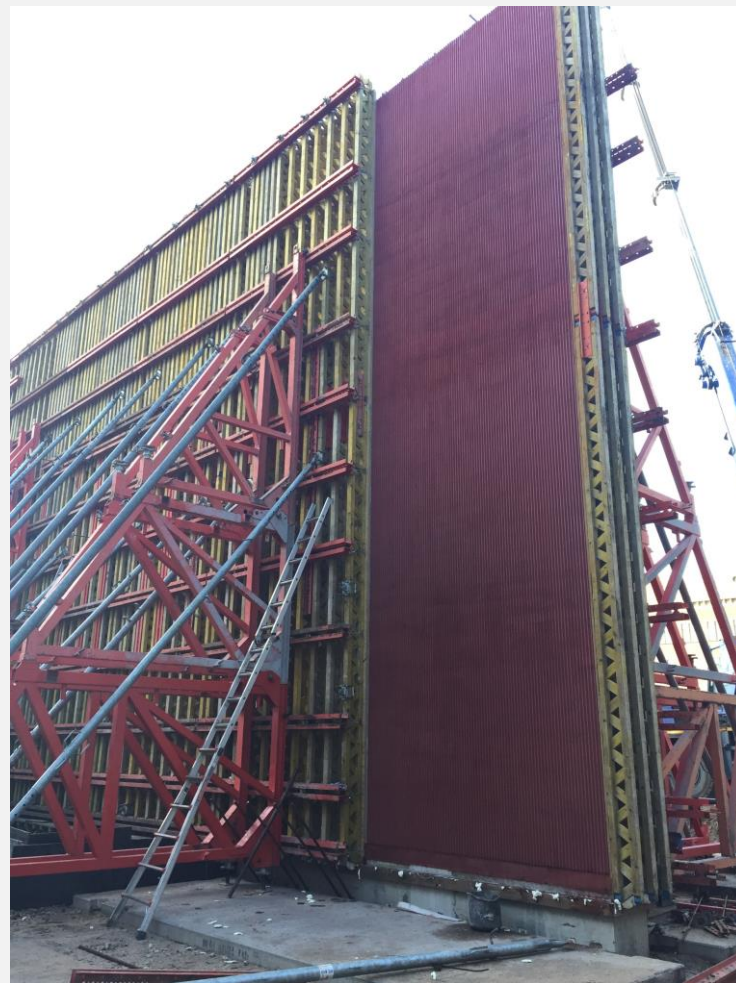


EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03) -IEVADS



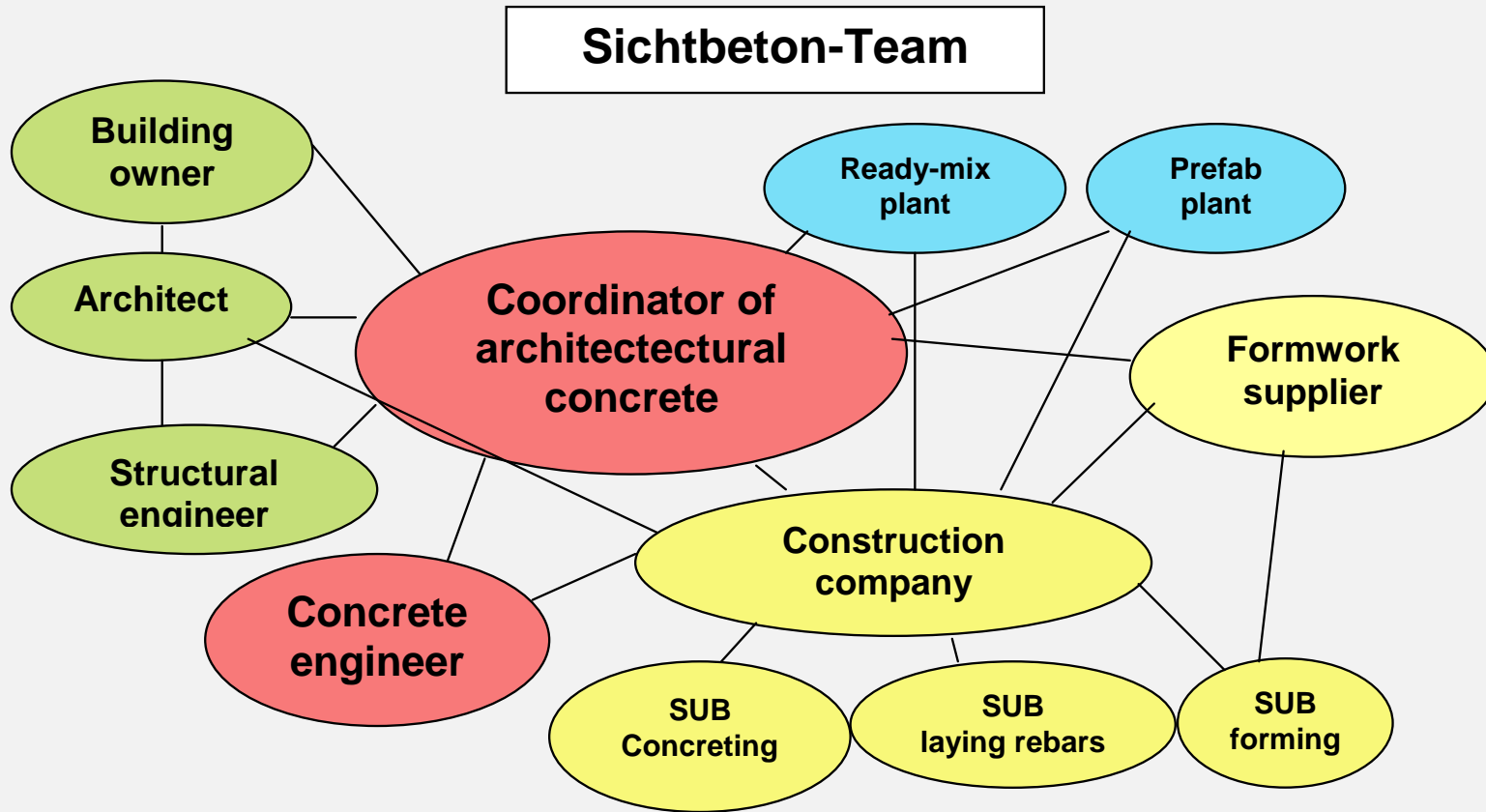
EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03) -IEVADS

- Eksponētais betons
- Redzamais betons
- Betons bez apdares
- Arhitektoniskais betons
- «Fair face concrete»



06/12/2022

EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03) -IEVADS



Aus: K. Ebeling „Planungs- und Ausführungshinweise“; beton 4/98

EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03) -IEVADS



EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03) -IEVADS

- Eksponētā betona izstrādājumi vienmēr būs ar savu individuālu raksturu - nevis pelēkas viengabalainas sienas.

Eksponētais betons ir “dzīvs” materiāls, kas iegūst dažādību betonēšanas procesā un turpina “dzīvot” arī pēc tam - gaismas spēļu un apkārtējās vides ietekmē.

Eksponētā betona skaistums ir relatīvs - atkarīgs no skatu punkta.



EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03)- MĒRĶI

- LBS 10.03.2022 apstiprināta tehniskā komitejas TK03 izveide
- Nodefinēt Eksponētā betona kā produkta kritērijus. Izstrādāt atbilstošu Valsts standartu un / vai tehniskos noteikumus.
- Darba grupā nepieciešams iesaistīt.
 - Mācībspēkus (RTU, LLU, LU)
 - Arhitektus
 - Konstruktorus
 - Betona ražotājus
 - Veidņu ražotājus
 - Saliekamā dzelzsbetona ražotājus



EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03) - PAVEIKTAIS

- Apzinājuši jau esošos standartus un noteikumus
- Izanalizējuši un komitejā parādījuši katra standarta kopīgās un atšķirīgās iezīmes
- Vēlreiz uzrunājuši «Eksponētā betona komandas» dalībniekus



EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03)

- Kopsavilkums TK03 aplūkotajiem standartiem :
 - definētas redzamā virsmas kategorijas
 - definēti vērtēšanas nosacījumi
 - definēti iespējamie labošanas veidi
 - definēti iespējamie rezultāti pie dažādam tehnoloģijām un materiālu izvēlēm



EKSPONĒTĀ BETONA TEHNISKĀ KOMITEJA (TK03)

- 2022 Decembrī turpinām darbu pie standarta un tehnisko noteikumu izstrādes
- Aicinu aktīvi iesaistīties komitejas darbā, izveidojot labākos iespējamo standartu un tehniskos noteikumus «Eksponētā betona komandai»



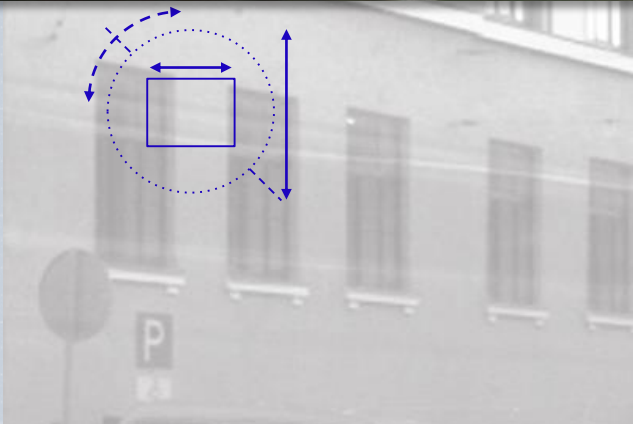


RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA

RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA

Normunds Grinbergs
RCK direktors

24.11.2022.





RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA



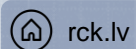
RĪGA, Gaiziņa iela 3

ĪSĀ CIKLA PROFESIONĀLĀ AUGSTĀKĀ IZGLĪTĪBA

ARHITEKTŪRAS TEHNOLOGS
BŪVDARBU VADĪTĀJS
INŽENIERSISTĒMU BŪVDARBU VADĪTĀJS
RESTAURATORS

PROFESIONĀLĀ VIDĒJĀ IZGLĪTĪBA

ARHITEKTŪRAS TEHNIĶIS
APDARES DARBU TEHNIĶIS
ĒKU BŪVTEHNIĶIS
INŽENIERSISTĒMU BŪVTEHNIĶIS
RESTAURĀCIJAS TEHNIĶIS



rck.lv



@Rigasceltniecibaskoledza



@rigas_celtniecibas_koledza

DIENAS GRUPAS

VAKARA GRUPAS

BUDŽETA VIETAS

DIENESTA VIESNĪCA

STUDENTU
PAŠPĀRVALDE



Erasmus+

DARBA DEVĒJU IETEIKTĀKO
IZGLĪTĪBAS IESTĀŽU TOPS
2021. GADĀ

KOLEDŽA

TOP 3

RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA

MISIJA

Nodrošināt būvniecības nozari ar augsta līmeņa kvalificētiem speciālistiem – mūsdienīgas, cilvēkiem un videi draudzīgas dzīves telpas veidotājiem.

VĪZIJA

Moderna, uz inovācijām un izaugsmi orientēta, starptautiski atpazīstama būvniecības, arhitektūras un restaurācijas koledža.

RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA

Būvniecība

Būvdarbu vadītājs

Inženiersistēmu būvdarbu
vadītājs

Ēku būvtehniķis

Apdares darbu tehniķis

Inženiersistēmu būvtehniķis

Arhitektūra

Arhitektūras tehnologs

Arhitektūras tehniķis

Restaurācija

Restaurators

Restaurācijas tehniķis

docētāji
60

studenti
253

Īsā cikla
profesionālā
augstākā
izglītība

LKI 5
(koledža)

pedagogi
46

audzēkņi
641

Profesionālā
vidējā izglītība

LKI 4
(vidusskola)

PIEAUGUŠO IZGLĪTĪBAS CENTRS

LATVIJAS KVALIFIKĀCIJU IETVARSTRUKTŪRA



Programma BETONĒTĀJS

Betonētājs būvlaukumā ēku, autoceļu, dzelzceļu un hidrotehnisko būvju būvniecības darbos veic betona un dzelzsbetona (turpmāk – betona) konstrukciju betonēšanu vai izgatavo betona konstrukcijas būvizstrādājumu ražotnē, darbus veic betonēšanas tehniķa vai citas struktūrvienības vadītāja vadībā. Betonētājs strādā būvuzņēmumos, būvizstrādājumu ražošanas uzņēmumos vai citos uzņēmumos.

Mērķis

Izglītības procesā sagatavot betonētāju, kurš spēj saskaņā ar darba uzdevumu ēku un inženierbūvju būvdarbos veikt betona un dzelzsbetona (turpmāk – betona) konstrukciju betonēšanas darbus vai izgatavot betona konstrukcijas būvizstrādājumu ražotnē.

2. profesionālās kvalifikācijas līmenis profesija
BETONĒTĀJS

640 stundas

Profesionālie mācību priekšmeti:

- Betonēšanas darbu tehnoloģija;
- Materiālmācība;
- Būvniecības rasēšana;
- Betonēšanas iekārtas un aprīkojums;
- Saskarsme;
- Darba drošība un aizsardzība.

legūstamais dokuments:

Profesionālās kvalifikācijas apliecība

Neformālās izglītības programma
BETONĒTĀJS

80 stundas

36 stundas teorija;
4 stundas prakse koledžas darbnīcā;
40 stundas prakse būvlaukumā.

legūstamais dokuments:

Rīgas Celtniecības koledžas apliecība par kursa apguvi

Neformālās izglītības programma

BETONĒTĀJS

80 stundas

PROGRAMMAS TĒMAS

BETONA MĀCĪBA

- Ievads
- Betona veidi, standarti
- Betona sastāvdaļas
- Svaigs betons
- Sacietējis betons
- Betons ar speciālām īpašībām
- Betona atbilstības kritēriji un atbilstības kontrole

DZELZBETONS

- Ievads
- Stiegrojuma montāža
- Veidņošana
- Betona iestrādāšana
- Betona izturēšana, atveidņošana, darbu nodošana

36 st. teorija;
4 st. prakse koledžas darbnīcā;
40 st. prakse būvlaukumā;

legūstamais dokuments:

RCK apliecība par kursa apguvi

IEGUVUMS DARBA DEVĒJAM:

- darbinieks ar iegūtām teorētiskajām zināšanām un praktisko pieredzi īsā laikā;
- gatavs darbinieks darbam objektā;
- darbinieka potenciāls izaugsmei;



RĪGAS CELTNIECĪBAS KOLEDŽA

Neformālās izglītības programma

BETONĒTĀJS

80 stundas

36 st. teorija;

4 st. prakse koledžas darbnīcā;

40 st. prakse būvlaukumā.

Iegūstamais dokuments:

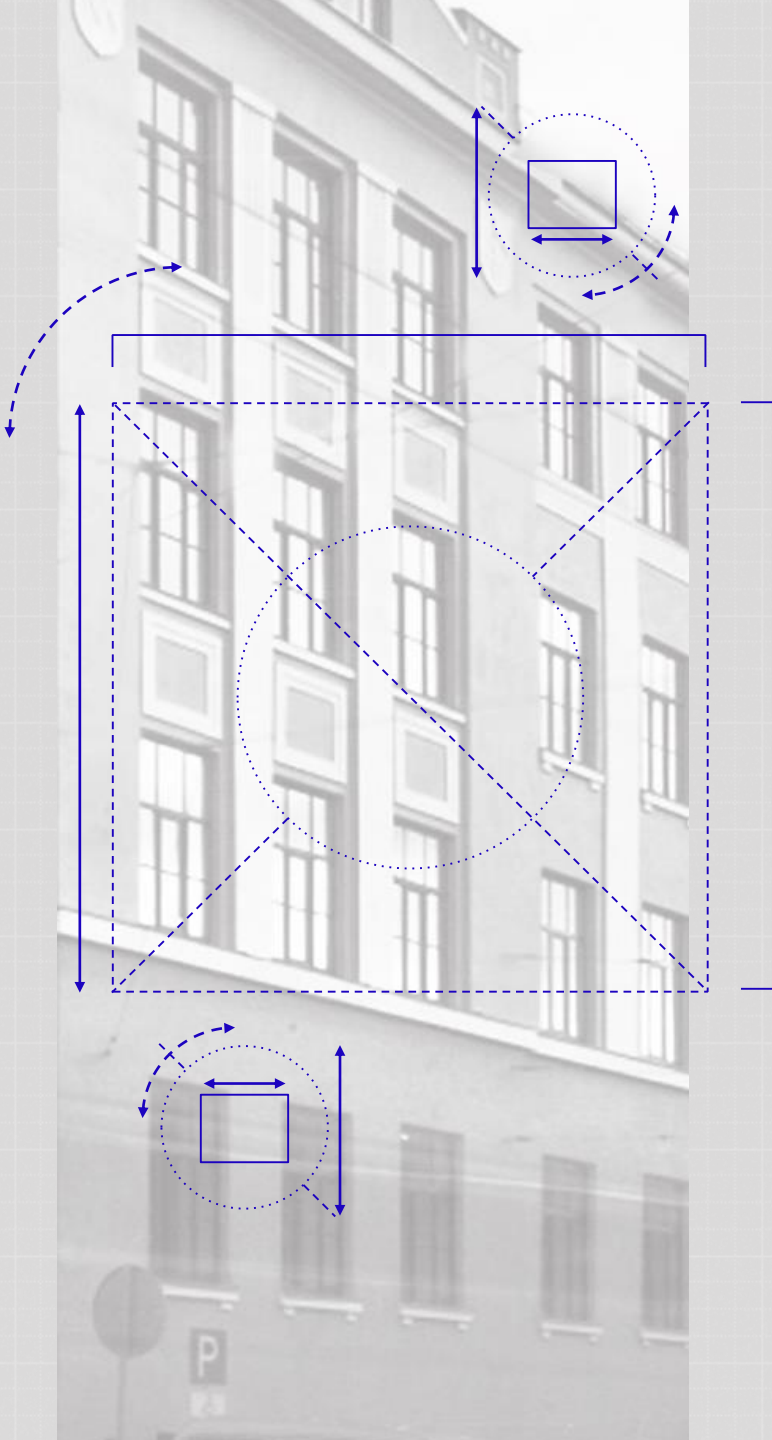
RCK apliecība par kursa apguvi

☑ **PIETEIKŠANĀS:**

e-pasts: kursi@rck.lv

mob.tel.: 26472110





RĪGAS CELTNIETĪBAS KOLEDŽA

PALDIES!

Normunds Grinbergs
RCK direktors

SEKOJIET JAUNUMIEM!



 @Rigasceltniecibaskoledza

 @rigas_celtniecibas_koledza

 www.rck.lv

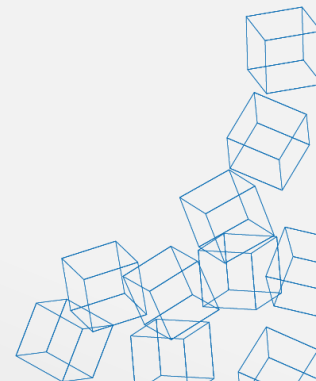
ED SM II

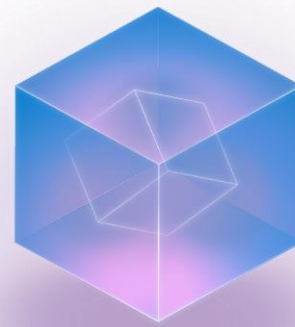
Advanced Concrete Quality Monitoring during transport

Latvian Concrete Day

Riga 24.11.200

Dan Arve Juvik

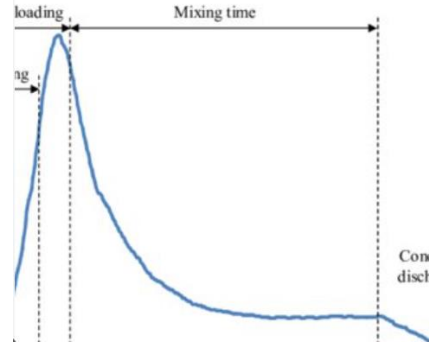




CUBE system

- Increase the **substitution of clinker** with SCMs maintaining the same mechanical characteristics both at early and late age;
- Increase the final strength of concrete with the same cement dosage;
- Reduce the cement dosage for the same final strength;
- Increase the use of recycled aggregates.

Energy consumption, gauge/ RPM is connected to concrete viscosity

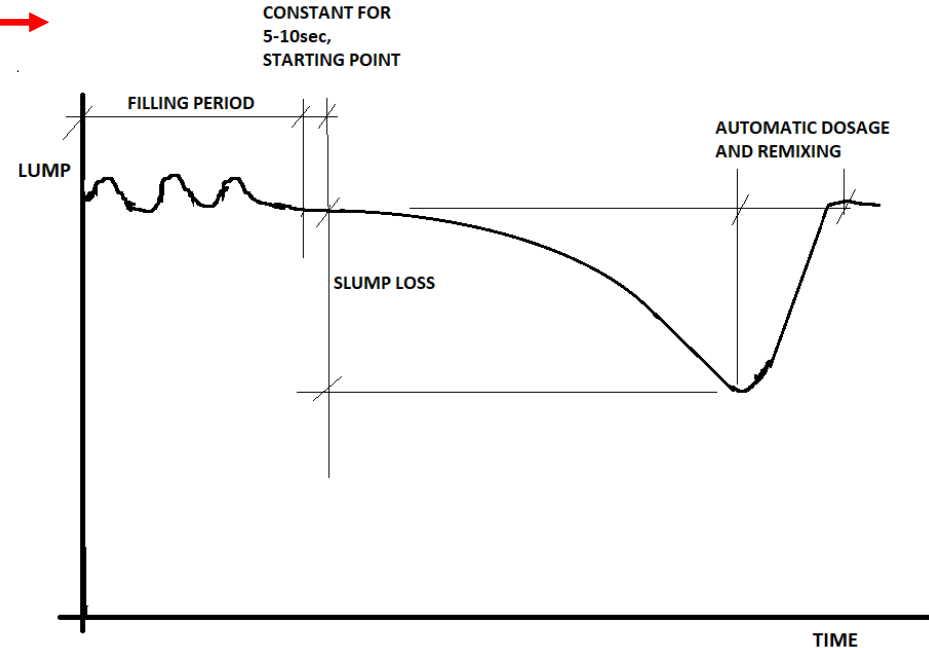
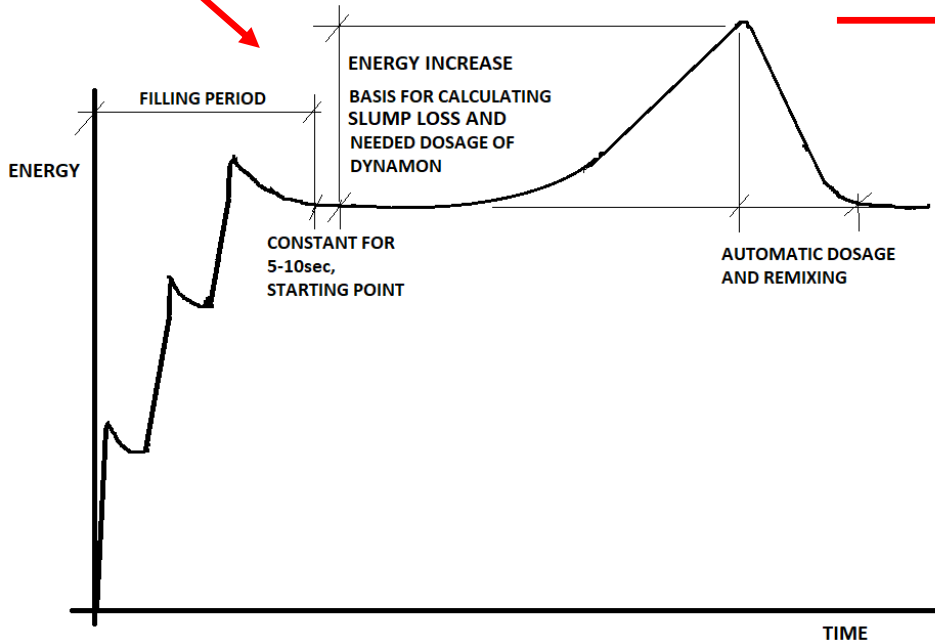


Correlation between slump and gauge/ RPM during concrete transport

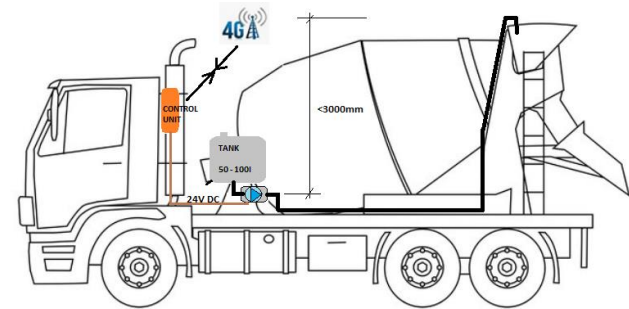
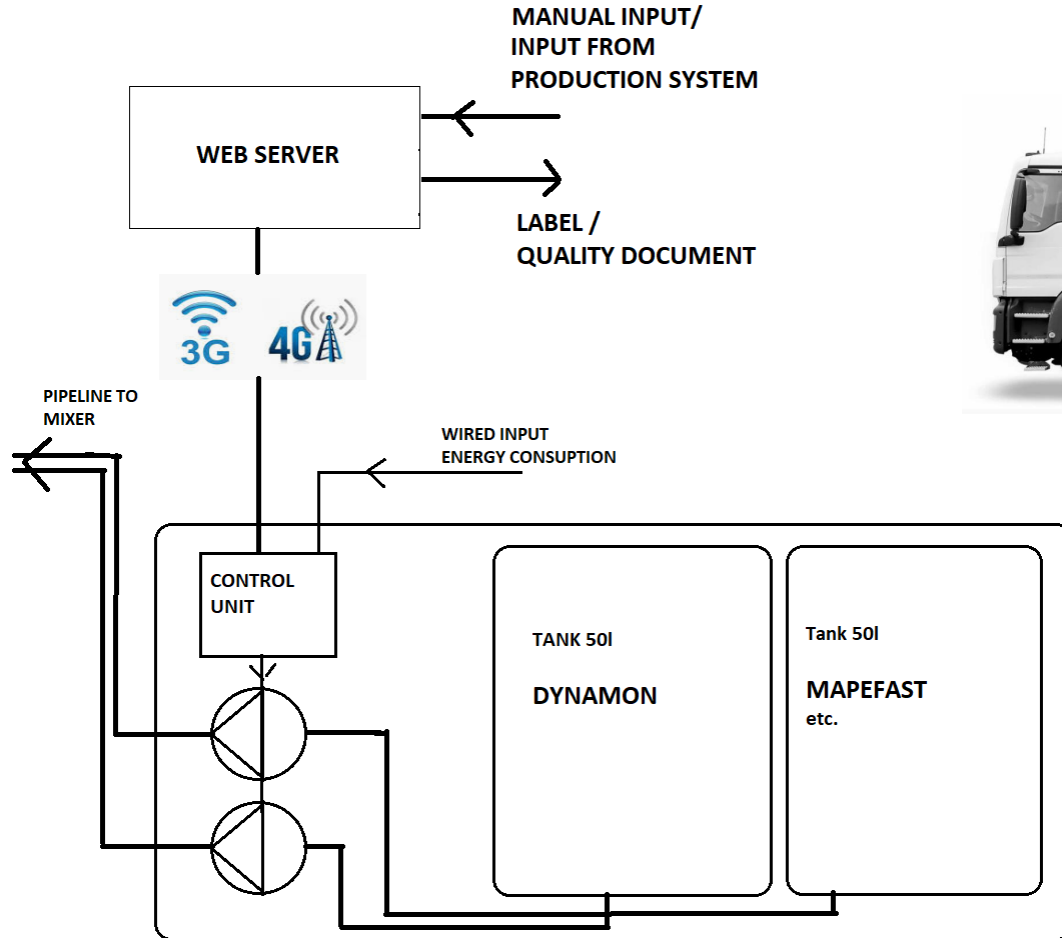


Measurement

Algorithm



Automatic adjustment of slump



Safety

250m³ concrete added 8 kg/m³ Mapefast ultra in order to use CEM V cement and reduce carbon footprint.

- 2000 kg of Mapefast Ultra has to be carried up the ladder
- 202 kg CO₂ -eq/m³ saved, total saved 50 tons of CO₂ -eq



Admixture system in compressed-air version
For filling plasticizer directly into the truck mixer. The pressurized admixture tank (tank size 60 l) is available in steel or stainless steel.



Admixture system in gravity version
For filling plasticizer directly into the truck mixer. Tank capacity 42 litres.

Smart building

Cement Aggregate Admixtures



SDS

EPD



BIM
 Building Information Modeling

ProductDataTemplate

Production data



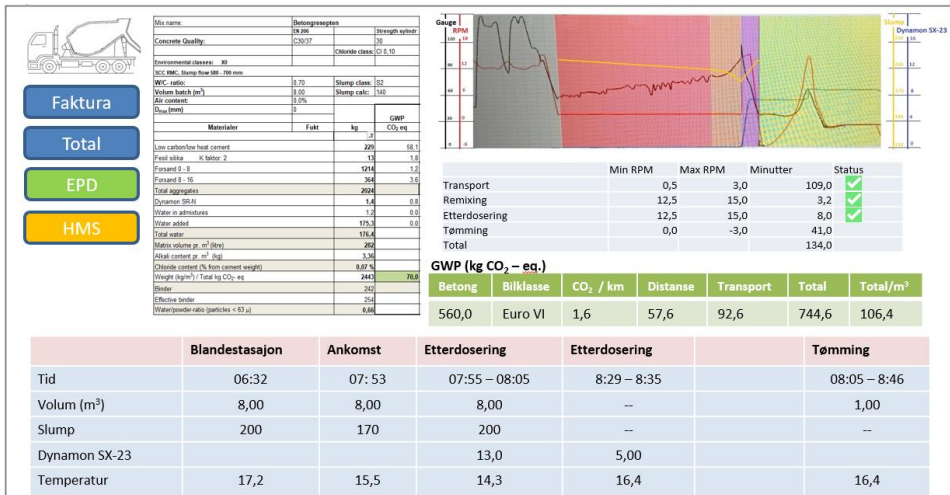
ED SM II® Data

Site sensors



Link to electronic ticket
 and quality data from QR
 code / SMS / mail

Contractors have quality data at their fingertip



- Mixing data (traditional ticket)
- Slump
- Temperature
- Handling procedure
- Products dosed at site
- Carbon footprint
- Time used
- Returned volume
- HES information / declarations

ED SM II[®] truck mounted hardware



1 "T" hydraulic pressure gauge junction for drum's hydraulic pressure detection.

2 Truck mounted control unit: the black box

- Logic and Data storage
- Truck mounted sensors
- Wi-fi module for batch automation pc data exchange
- Bluetooth connected to the plant trans-receiver
- GPRS/UMTS/3G/4G modem for GPS tracking and communication
- ED truck app communication

3 Mixing drum rotation direction and speed sensor. Automatic detection of transportation phases.

4 Pulse launcher for water addition monitoring.

5 Pump counter for super-plasticizing admixtures

6 Plant trans-receiver

ED SM II® hardware components

1.



“T” hydraulic pressure gauge junction for drum’s hydraulic pressure detection.

2.



•**Truck mounted control unit, the black box**

- Logic and Data storage
- Truck mounted sensors receptacle
- Wi-fi module for batch automation pc data exchange
- Bluetooth connected to the plant trans-receiver
- GPRS/UMTS/3G/4G modem for GPS tracking and communication
- ED truck app communication

3.



•**Mixing drum rotation direction and speed sensor**

for BAR to slump mm conversion and automatic detection of transportation phases and timing.

4.



•**Flow meter for water** addition monitoring.

5.



•**Pump and flow meter for admixture** addition control and monitoring.

6.



•**Plant bluetooth trans-receiver:** It the joint between the plant automation and the truck

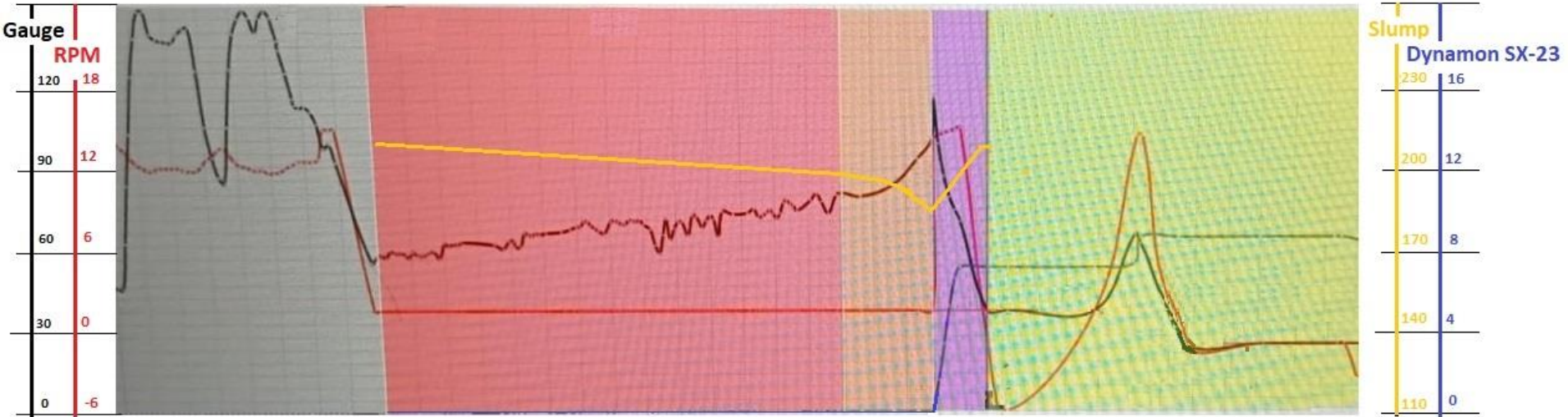
- Ethernet connected to the existing batch automation
- Bluetooth connected to the truck mounted control unit



•**EDTruck app:**

- Drives interface

- User interface is dynamic
- System (PLC) can be programmed remotely



Oil Shale Ash from Kohtla Jarve (Estonia) as a micro-filler for concrete

«ICONDE» INNOVATION IN CONCRETE DESIGN
FOR HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT
APPLICATIONS (Project EEA-RESEARCH-165)

Karunamoorthy Rengasamy Kannathasan

RTU, PhD student.

Andrejs Krasnikovs

RTU, professor TMSM Dept.

Arturs Machanovskis

RTU, Researcher.

Iveta Novakova

UiT, Norway.

Riho Mõtlep

UT, Estonia.

Mindaugas Vaišnoras

LEI, Lithuania.

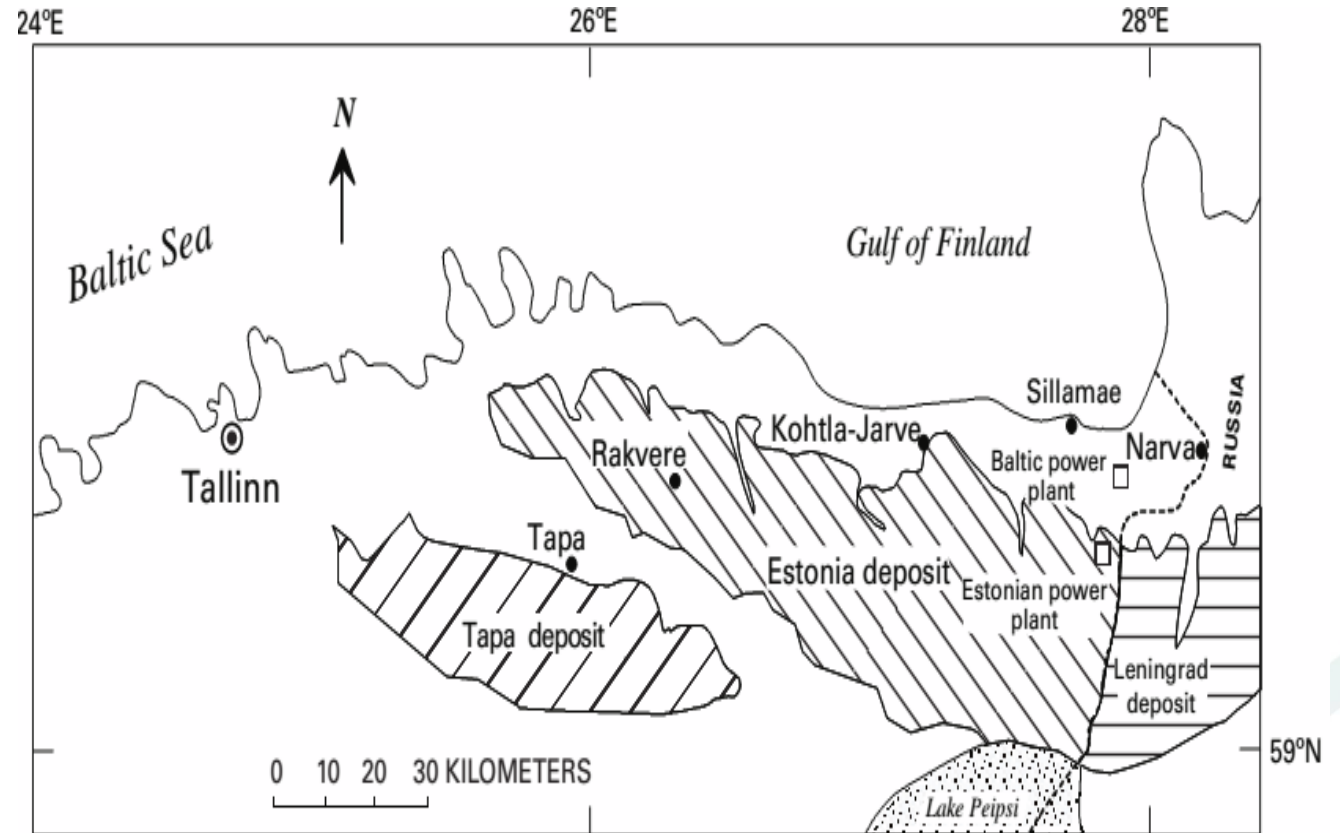


Oil Shale Ash

There are two kinds of oil shale in Estonia, both of which are sedimentary rocks laid down during the Ordovician geologic period. **Graptolitic argillite** is the larger oil shale resource, but, because its organic matter content is relatively low, it is not used industrially. The other is **kukersite**, which has been mined for more than a hundred years. **Kukersite** deposits in Estonia account for 1% of global oil shale deposits.[*]

Location of **kukersite** deposits within the Baltic Oil Shale Basin in northern Estonia [*].

* https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_shale_in_Estonia



Oil shale ash heap in Estonia

Estonia's basic power supply is provided mainly by oil shale-fired thermal power plants. Every year **14–17 million tons of oil shale (ash content 43–57%)** is fired in power plants [*].

[*] Konist, A., Maaten, B., Loo, L., Neshumayev, D., Pihu, T. Mineral sequestration of CO₂ by carbonation of Ca-rich oil shale ash in natural conditions. *Oil Shale*, 2016, 33(3), 248–259.



Cement is a hydraulic binder, i.e. a finely ground inorganic material which, when mixed with water, forms a paste which sets and hardens by means of hydration reactions and processes and which, after hardening, retains its strength and stability even under water. (**EN 197-1**).

Fly ash is obtained by electrostatic or mechanical precipitation of dust-like particles from the flue gases from furnaces fired with pulverized coal.

Ash obtained by other methods shall not be used in cement

that conforms to

EN 197-1.

Component	OIL SHALE ASH, sample 1	OIL SHALE ASH, sample 2	Coal fly ash
	weight %		
SiO₂	33.20	32.87	20-80
Al ₂ O ₃	8.09	7.79	1-55
Fe ₂ O ₃	4.44	4.53	1-44.7
TiO ₂	0.53	0.46	0.1-3.7
CaO	37.06	32.59	0.1-52
MgO	3.07	4.65	0-11
Na ₂ O	0.26	0.46	0-7.3
K ₂ O	3.84	3.76	0-4.7
MnO	0.05	0.05	0-0.5
SO ₃	5.45	9.50	0-15
P ₂ O ₅	0.16	0.15	0-3.9

Coal Fly ash

S. SALUPERE ICONDE – INNOVATION IN CONCRETE DESIGN FOR HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT APPLICATIONS

Chemical stability, homogeneity.

Burnt shale **T**
Additional investigation
Is necessary.

Fly ash may be **V** siliceous (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃; reactive **CaO** < 10%)

or calcareous **W** (mainly reactive **CaO**, reactive SiO₂ and Al₂O₃, reactive **CaO** > 10%)

Oil Shale Ash

The **coarse** fraction particle size usually ranges from 30 to 150 micro meter. It is most suitable for manufacturing concrete and silicate products [*]. The **fine fraction** particle size ranges from 15 to 30 micro meter and can be used to produce the binder kukermite-cement[*]. The **finest fraction** particle size is mostly less than 15 micro meter and is used as an additive in the production of high-grade rapid-hardening Portland-burnt-shale cement.

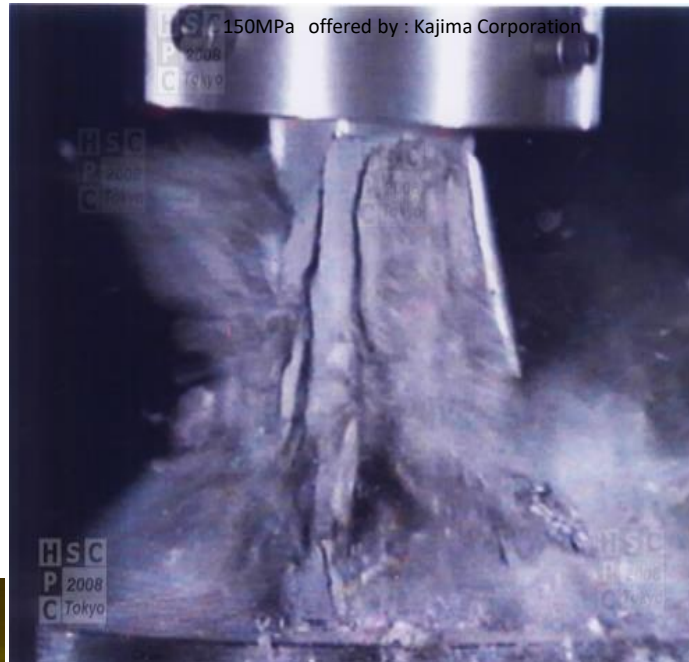
[*] https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-4092-8_25

TABLE 1. Chemical and Phase Composition of Industrially Used Fly Ash Particle Size Fractions

Component	Quantity of Components in Fly Ash Fractions (%)		
	Coarse	Fine	Finest
CaO	50-56	30-44	29-35
SiO ₂	20-28	30-36	30-35
Al ₂ O ₃	6-8	8-11	10-12
Fe ₂ O ₃	4-6	4-6	4-5
MgO	3-4	2.5-3	2.5-3
K ₂ O	1.5-2.5	2.5-4	4.5-6.5
Na ₂ O	0.1-0.2	0.1-0.2	0.1-0.2
CaO _{free}	20-32	12-17	7-12
CaSO ₄	4-8	8-12	14-19
β 2CaO SiO ₂	9-14	9-11	8-10
Glass constituent	32-36	28-33	27-32
Pozzolanic constituent	12-18	24-33	25-35
Hydraulic modulus	1.2-1.9	0.8-1.0	0.6-0.8

FIBERCONCRETE is
a COMPOSITE MATERIAL

MECHANICAL
PROPERTIES



concrete

MATRICES - concrete;
REINFORCEMENT -
FIBERS (+ rebars)

Classification according
**COMPRESSIVE
STRENGTH**

- **Conventional concrete** (15MPa -60MPa)
- **High strength concrete** (60MPa -110MPa)
- **High performance concrete** (110MPa -150MPa)
- **Ultra-High performance concrete** (160MPa -250MPa)
- **Cement composite material** (90MPa -250MPa)
- **Reactive powder concrete**
- **Polymer concrete**



High performance concrete

The American Concrete Committee on **High Performance Concrete** includes the following six criteria:

- Ease of placement
- Long term mechanical properties
- Early-age strength
- Toughness
- Life in severe environments

Characteristics of High-Performance Concrete

- Very low porosity through a tight and refined pore structure of the cement paste.
- It has Very low permeability of the concrete.
- High resistance to chemical attack.
- Low heat of hydration.
- High early strength and continued strength development.
- High workability and control of slump.
- Low water binder ratio.
- Low bleeding and plastic shrinkage

High Performance Class	Compressive Strength (Mpa)
1	50
2	75
3	100
4	125
5	150

- CEM I Portland cement
- CEM II Portland-composite cement
- CEM III Blastfurnace cement
- CEM IV Pozzolanic cement
- CEM V Composite cement

Cement :

- Fineness affects water requirements for consistency.

- It is well known that the transversal forces inside the concrete can be minimized by realizing a dense packing the aggregates. A second well known method to increase the strength is decreasing the W/C ratio.
- The **silica fume** grains are a factor 100 smaller than the cement grains. This fact can be described as a filler effect.
- The small grains fit in to the space between the cement grains and thus increase the density of the paste, increase the density of the paste, furthermore they are reactive.
- The amorphous silica fume converts the weaker CH crystals in the stronger C-SH gel. The binder becomes much stronger and the transition zone between aggregate and paste is improved..
- The Young's modulus of the binder became much higher than before, so the concrete became more homogeneous.

REF:

1. http://www.ing.univaq.it/news/allegati/558-20080131-high_strength_concrete.pdf



Experimental investigation

Mix 1.

Cem I 42,5 N, Shwenk	6,16kg
Water	3,0L
Gravel 4-8mm	22kg
Sand (Saulkalne) 0,3-2,5mm	13,2kg
Sand (Saulkalne) 0-1mm	2,2kg
Dolomite powder	1,8kg
Microsilica (Elcem)	0,55kg
Plastisizer	0,11L

Mix 2.

Cem I 42,5 N, Shwenk	6,16kg
Water	3,96L
Gravel 4-8mm	22kg
Sand (Saulkalne) 0,3-2,5mm	13,2kg
Sand (Saulkalne) 0-1mm	2,2kg
Dolomite powder	2,2kg
Microsilica (Elcem)	0,55kg
Plastisizer	0,11L

Mix 3.

Cem I 42,5 N, Shwenk	6,16kg
Water	3,2L
Gravel 4-8mm	23kg
Sand (Saulkalne) 0,3-2,5mm	13,2kg
Sand (Saulkalne) 0-1mm	2,3kg
Dolomite powder	2,1kg
Microsilica (Elcem)	0,55kg
Plastisizer	0,09L

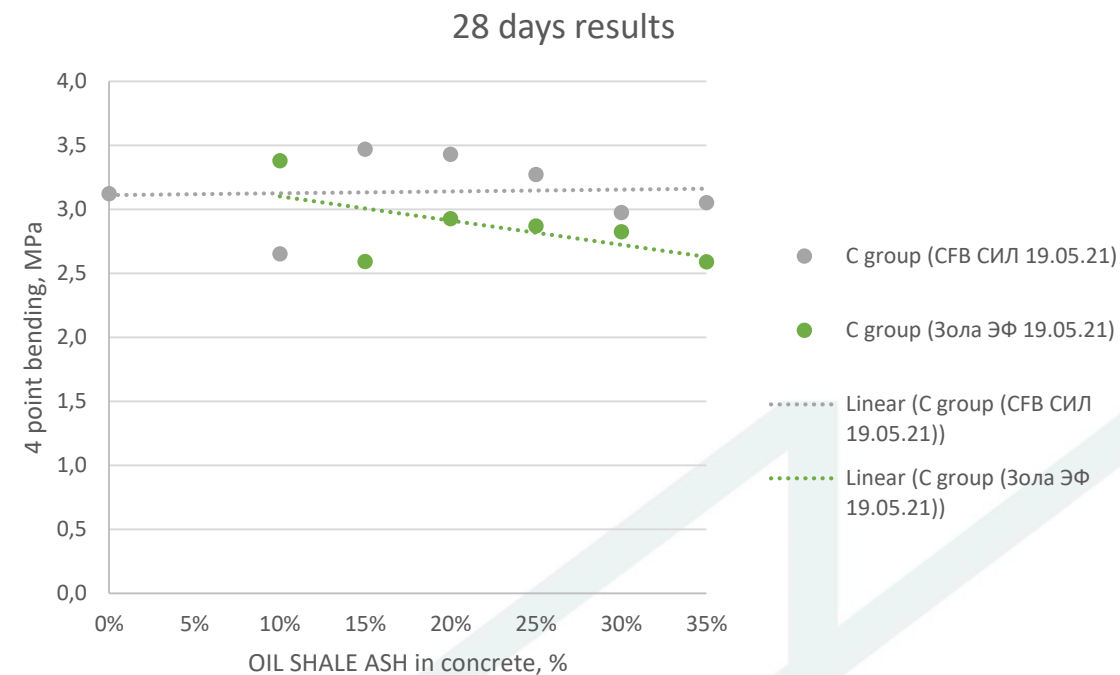
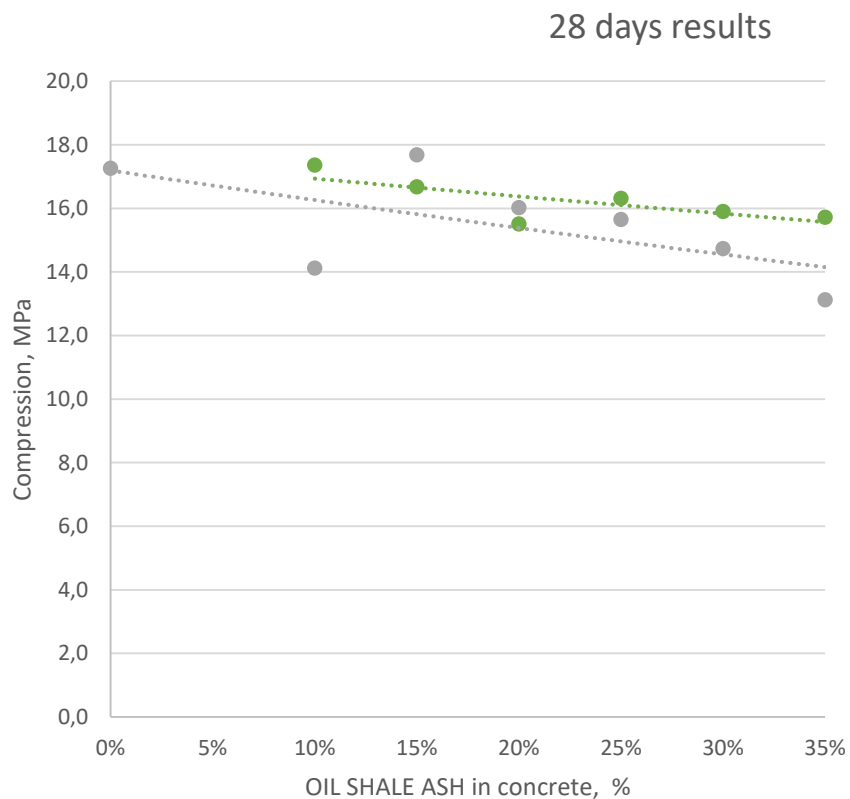
Mix 4.

Cem I 42,5 N, Shwenk	6,78kg
Water	6,3L
Gravel 4-8mm	0 kg
Sand (Saulkalne) 0,3-2,5mm	20,41kg
Sand (Saulkalne) 0-1mm	12,3kg
Dolomite powder	5,27kg
Microsilica (Elcem)	0kg
Plastisizer	0,152L

Concretes with cement partially replaced by Oil Shale Ash (10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%)

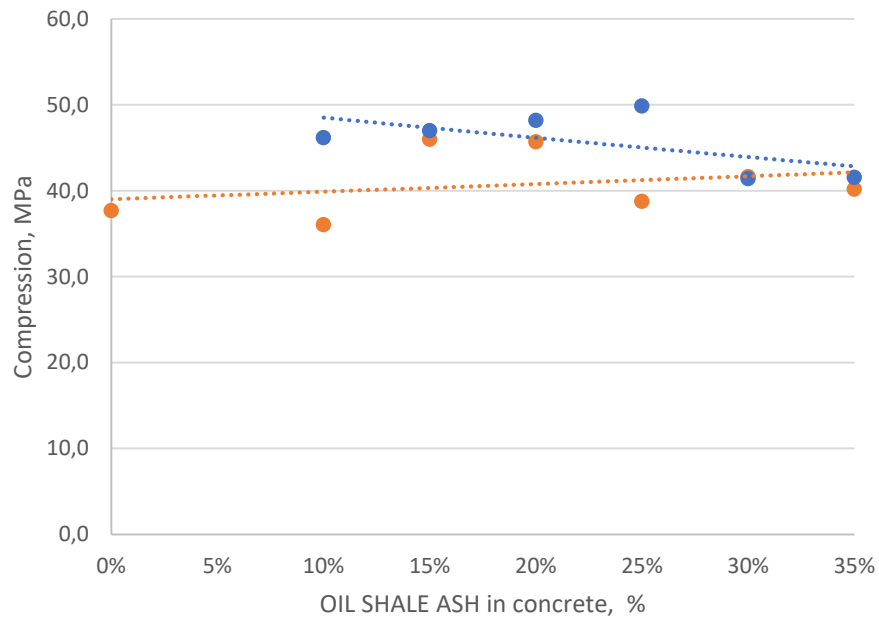


C (Low strength concrete) 28 days, compression, bending

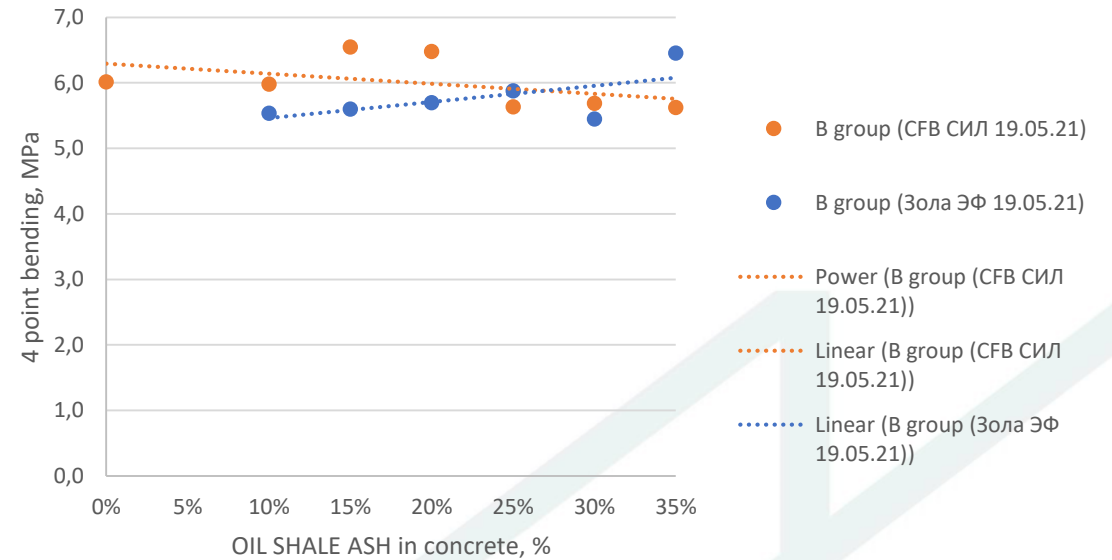


B (medium strength concrete) 28 days, compression, bending

28 days results

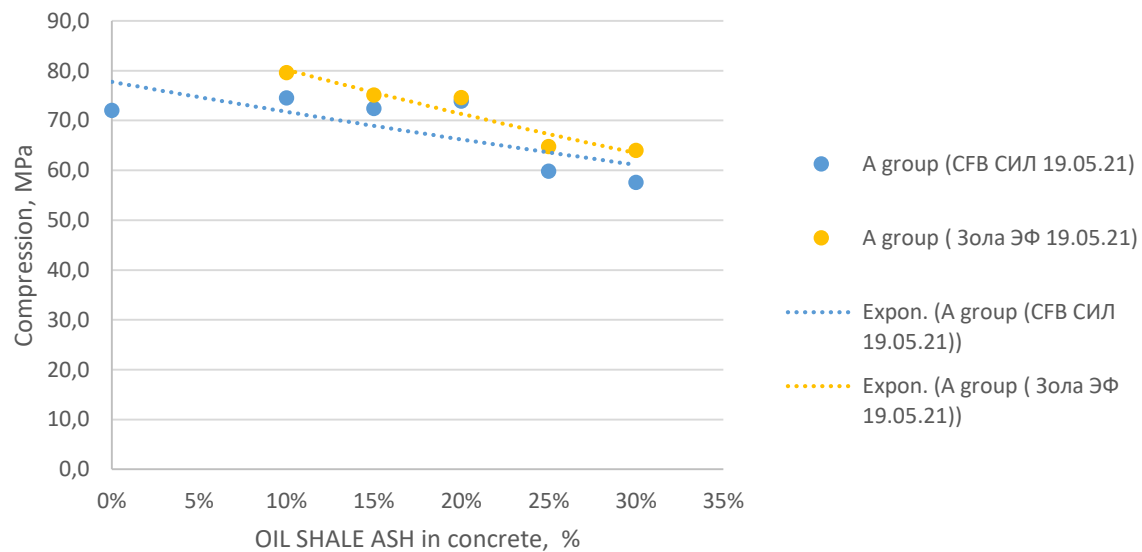


28 days results

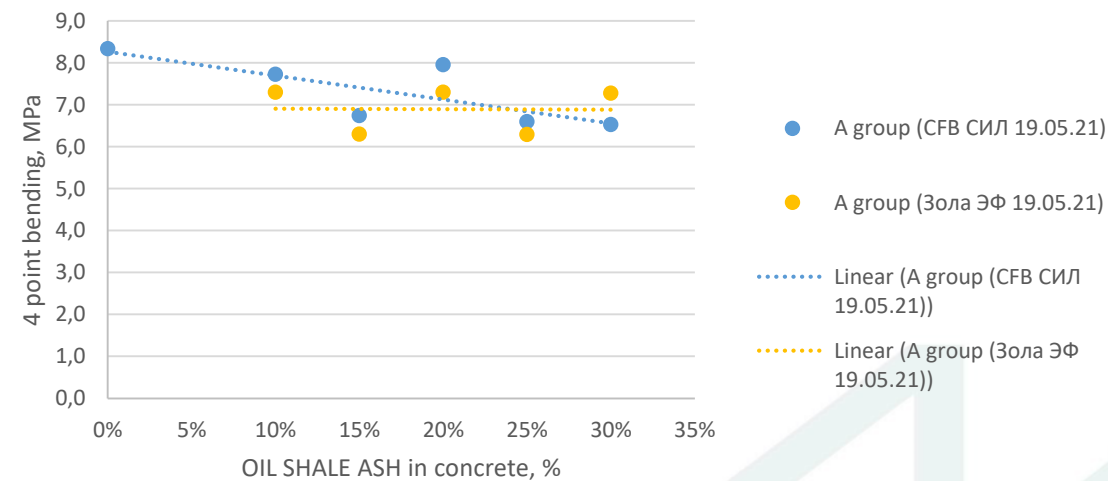


A (high strength concrete) 28 days, compression, bending

28 days results

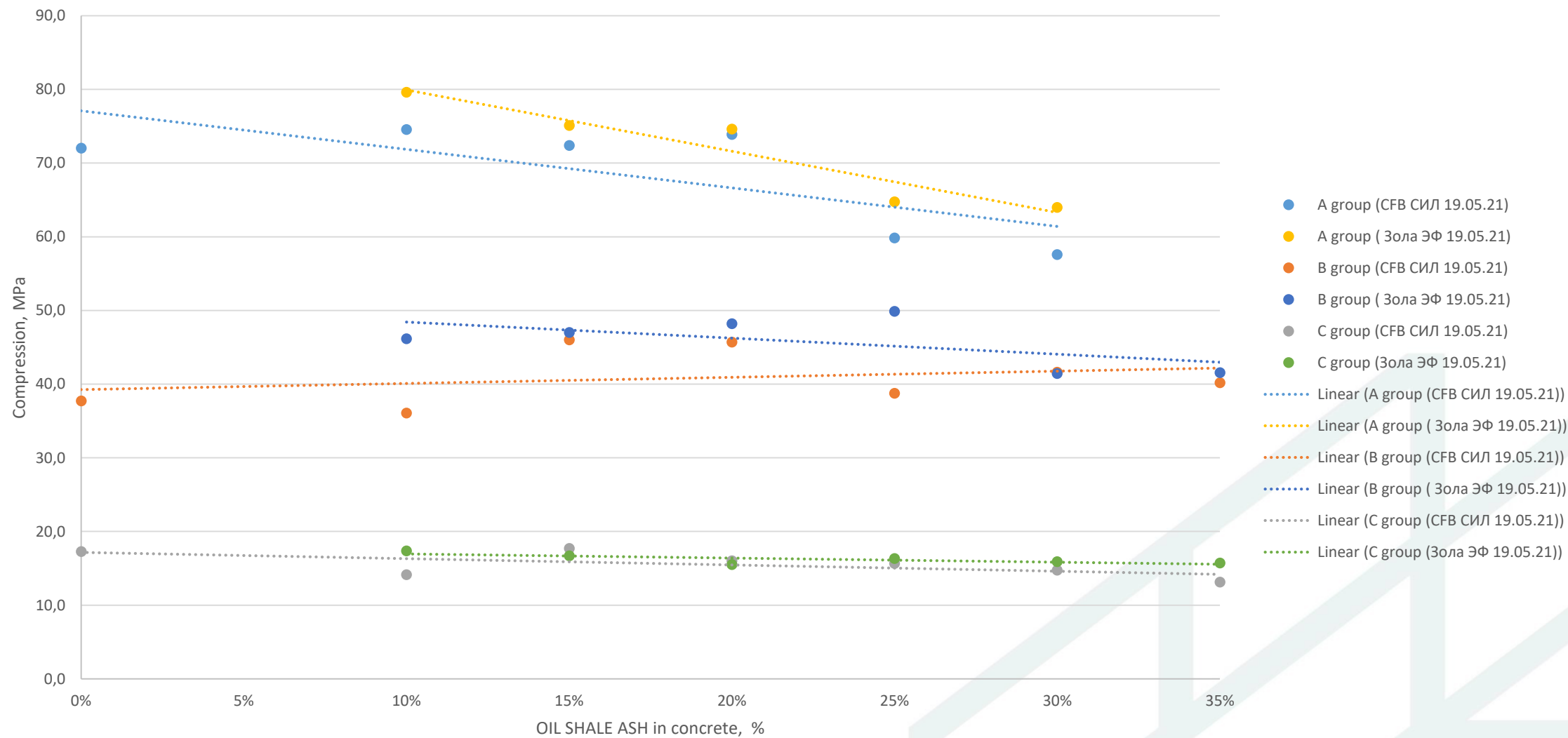


28 days results



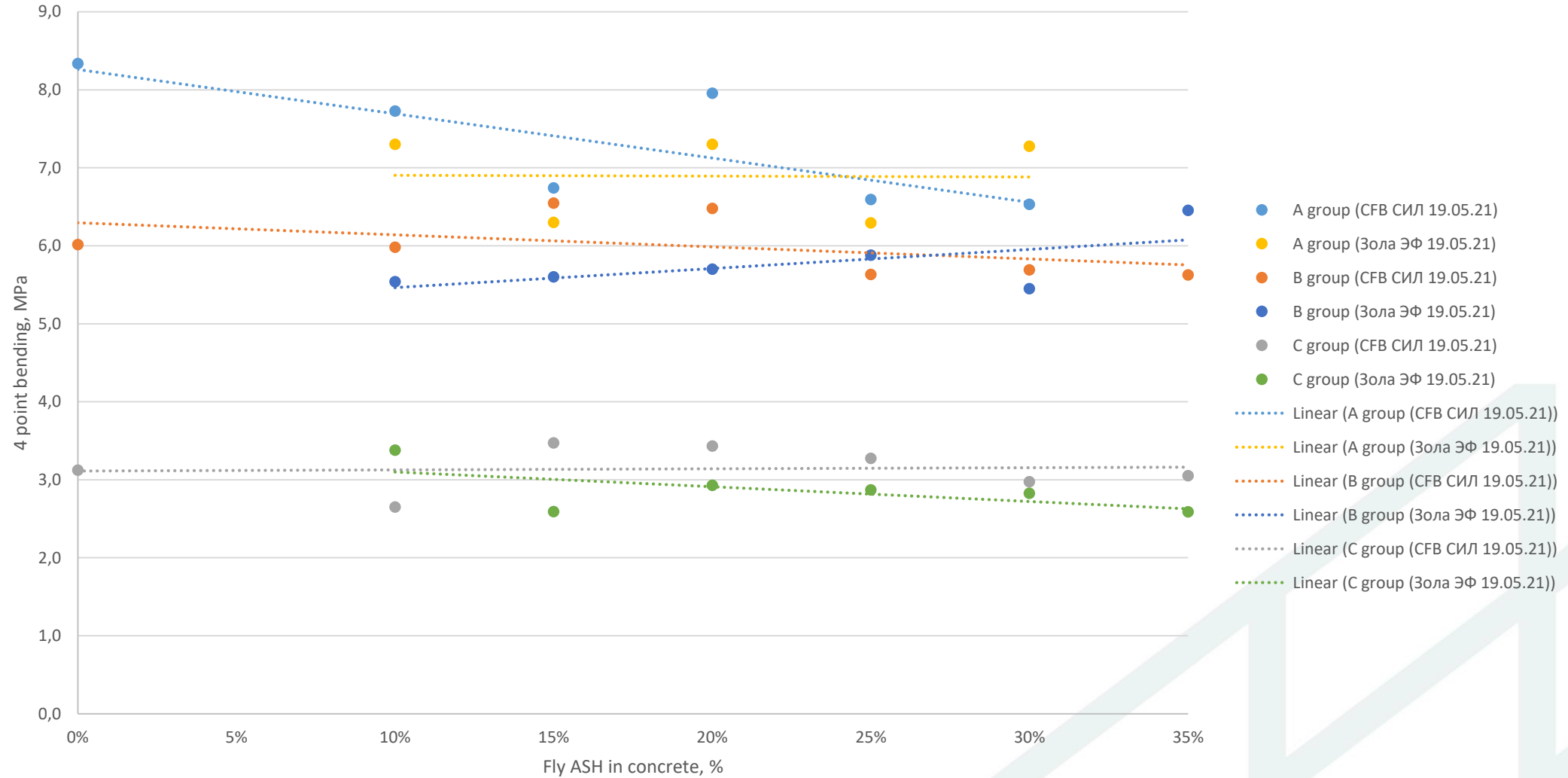
A, B, C 28 days **compression**

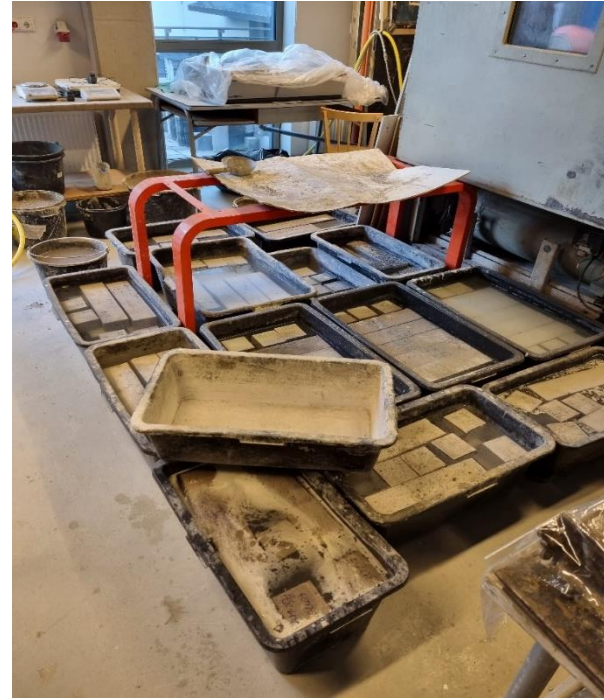
28 days results



A, B, C 28 days bending

28 days results





Fiberconcretes with cement partially replaced by Oil Shale Ash (10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%)

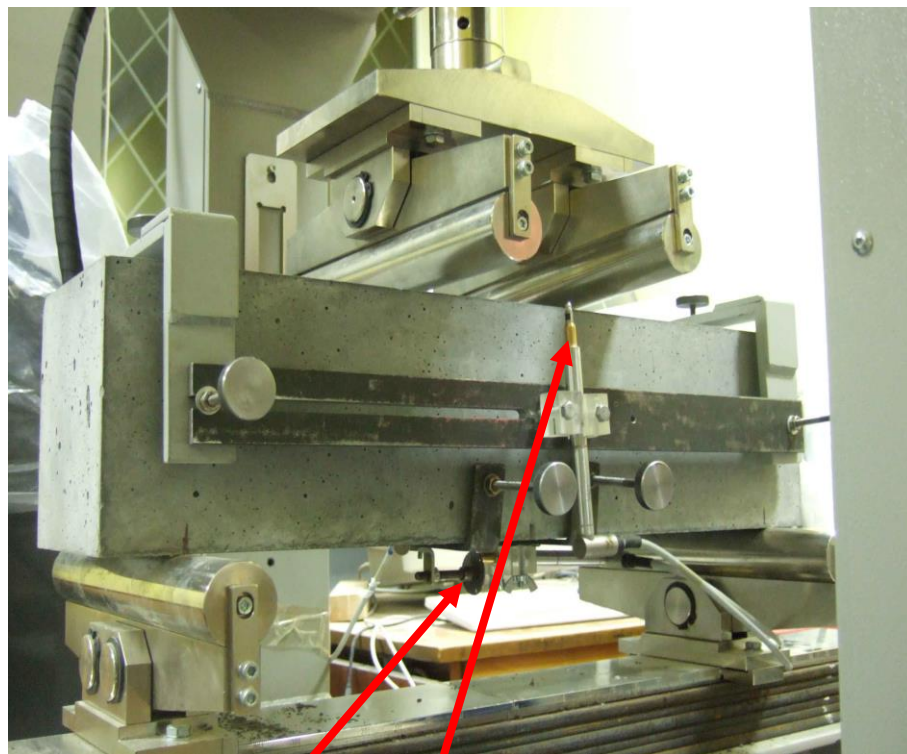


STEEL FIBERS, GLASS FIBERS, BASALT FIBERS, BASALT-BORON FIBERS

EXPERIMENTAL INVESTIGATION, MODELING

Bending experiments

10x10x40cm, 15x15x60cm

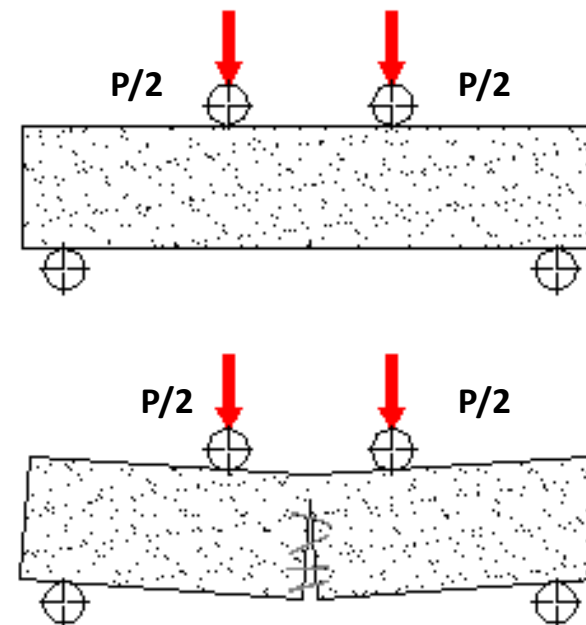


CMOD

Deflection

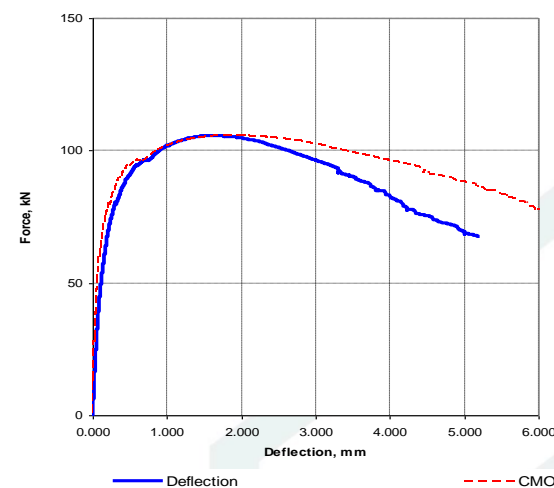
All fibers have been pulled out,
No fiber fracture was observed

Post-cracking behavior of SFRC beams is dependant on fiber pull-out mechanism and can be managed by it



F59-1

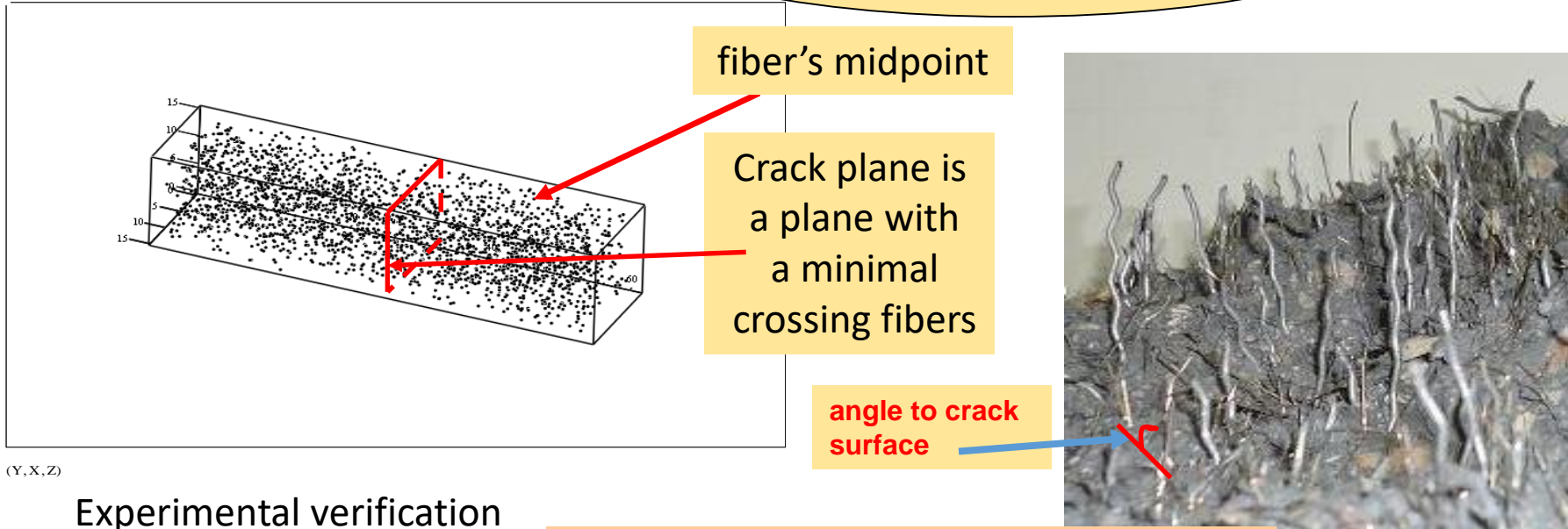
15x15x60cm prisms, notched 1 cm, 4-point bending
L = 50 cm, l = 15 cm



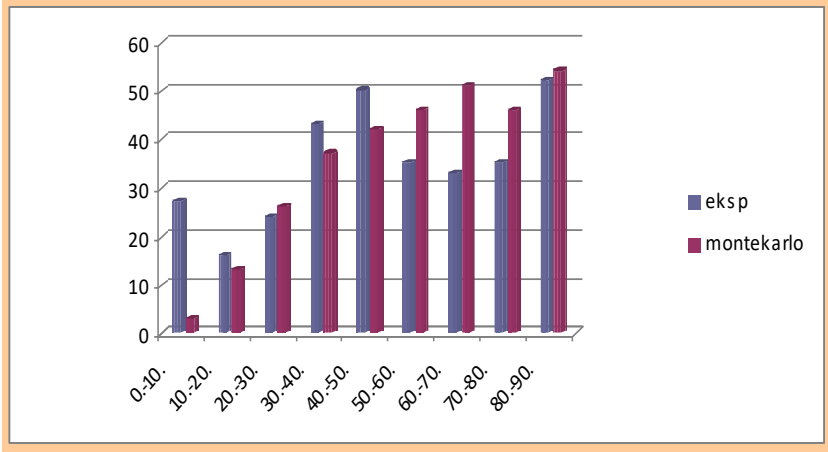
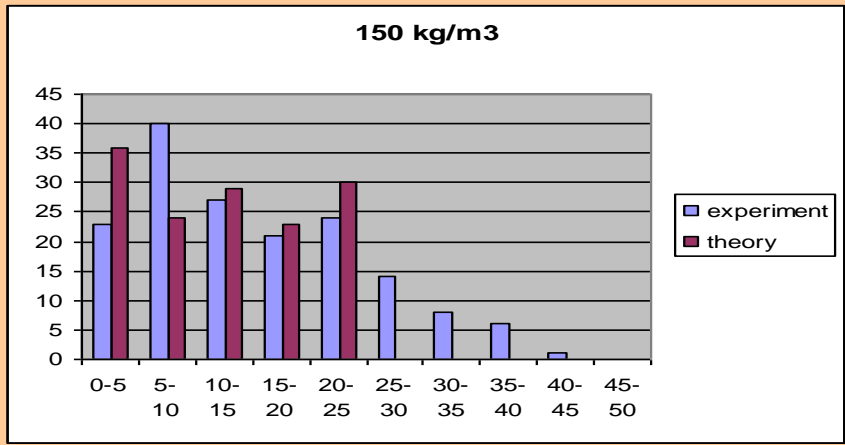
EXPERIMENTAL INVESTIGATION

Monte-Carlo simulation (fiber place and orientation in space)

Fibers distribution and orientation in the construction member



Experimental verification



Length distribution (Tabix fiber 50mm long)

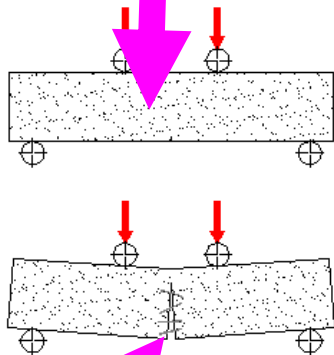
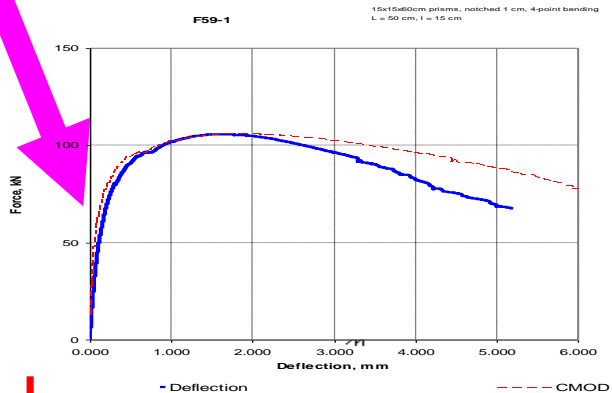
Angle distribution (Tabix fiber 50mm long)

MODELING

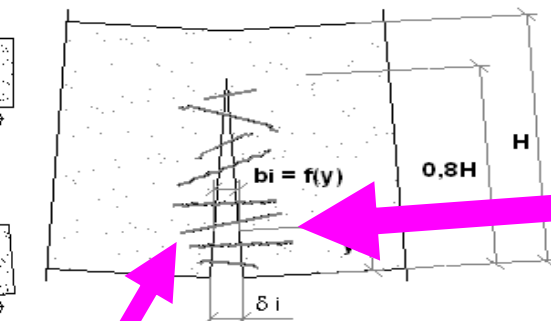
Principles of the proposed structural model

Crack growth model

a) Multiple concrete matrix cracking



b) Macro-crack opening

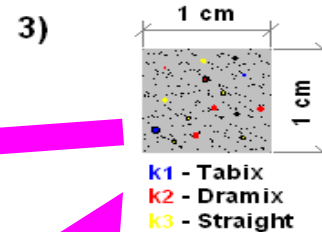
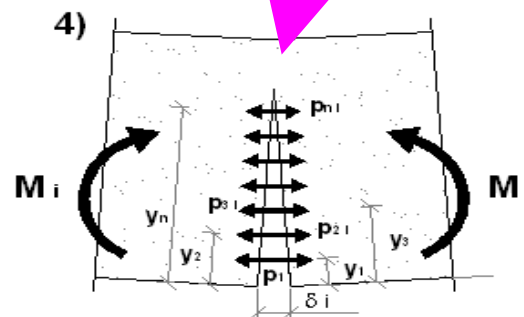


c) Monte-Carlo fibers position and orientation simulation

δ_i

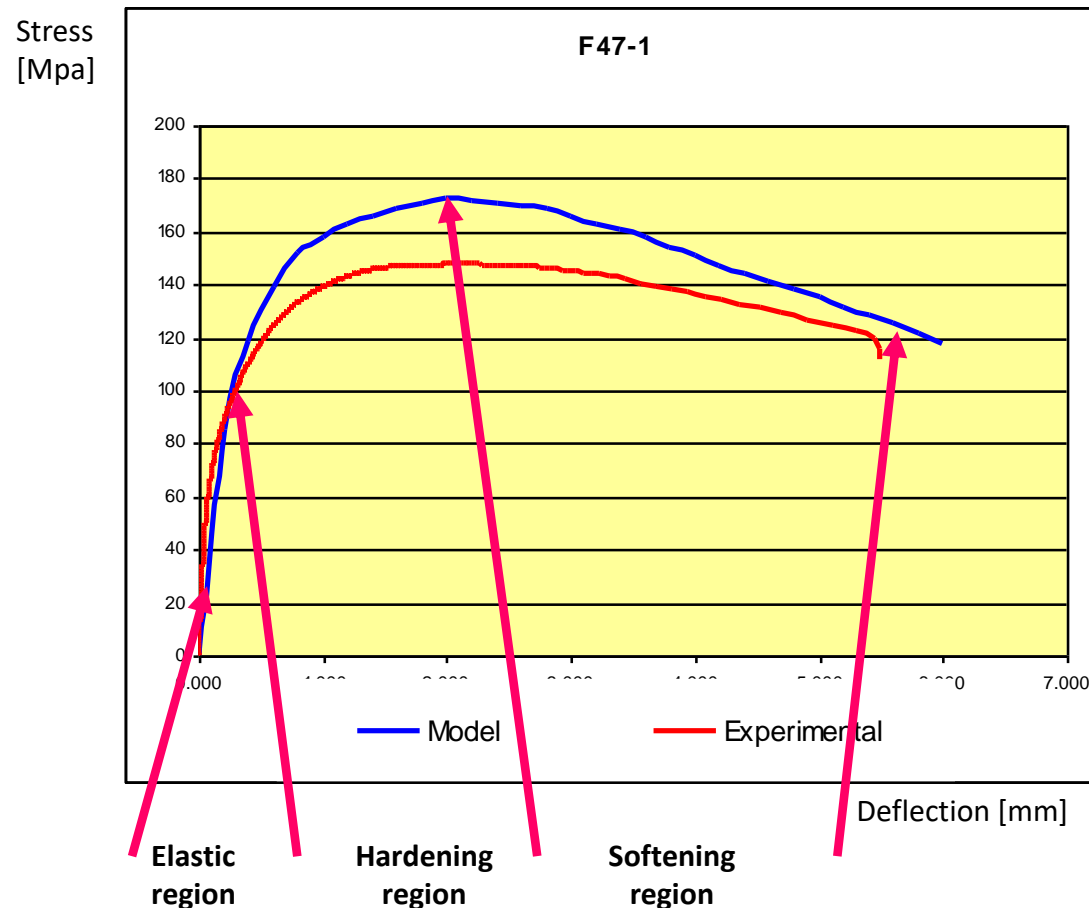
d) Pull-out stress profiles calculation from pull-out diagrams along the crack bridges

e) Applied load value calculation



MODELING

Modeling results and comparison with experiment



Mix F47, sample 1

Fibres:

1) Tabix 50, d=1,0:

179 kg/m³

2) Dramix 30, d=0,54:

90 kg/m³

3) Straight 13, d=0,16:

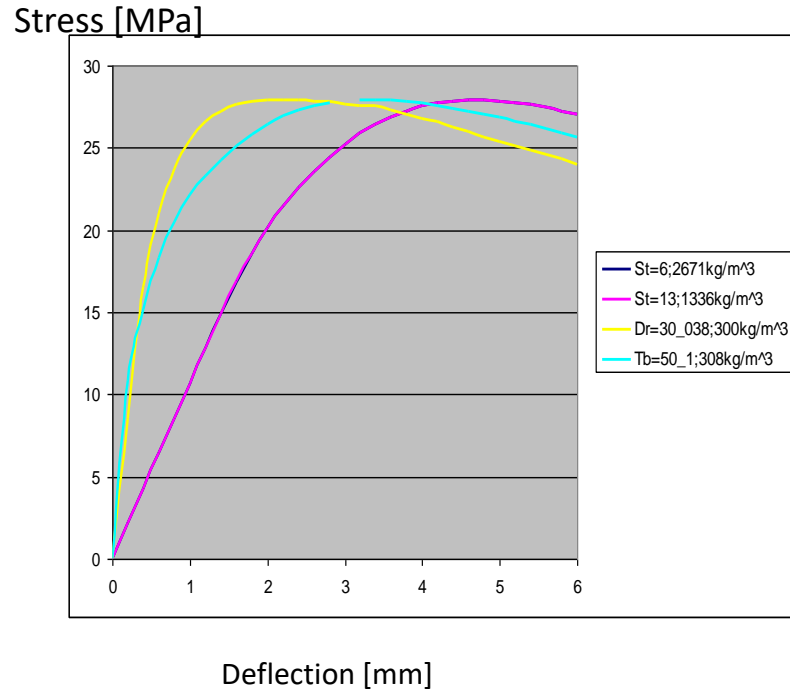
36 kg/m³

Total fibres:

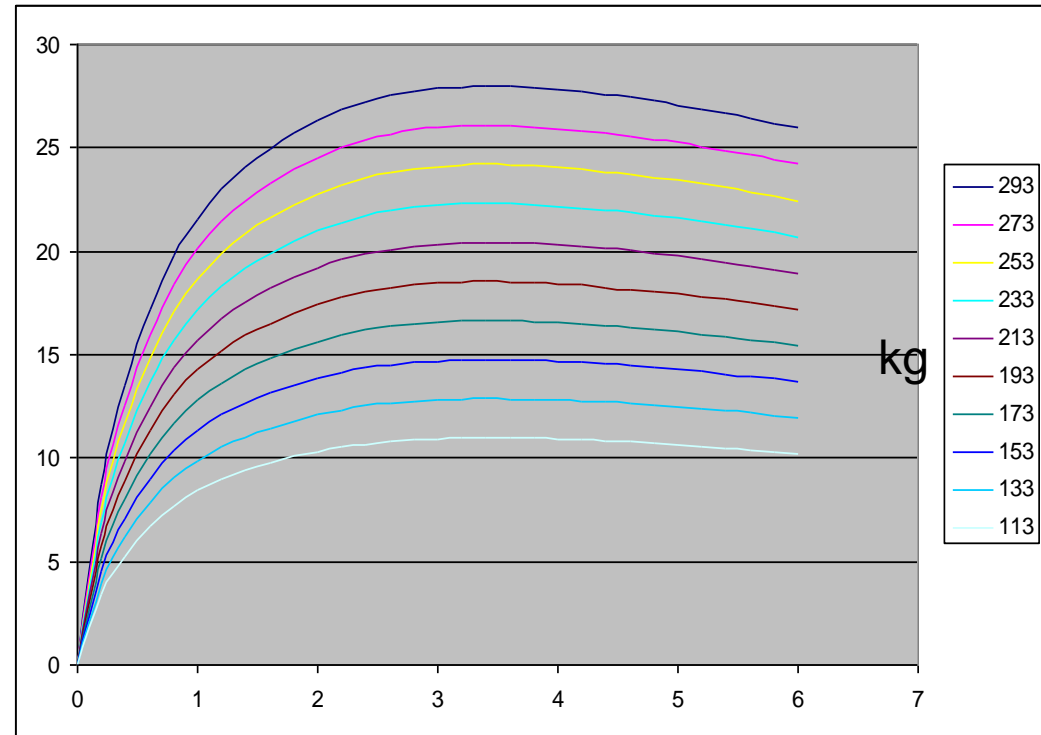
305 kg/m³

MODELING

Fiber content in SFRC with the same strength



Tabix 50mm d=1mm



MODELING

Thank you...





Cement based liquid screeds

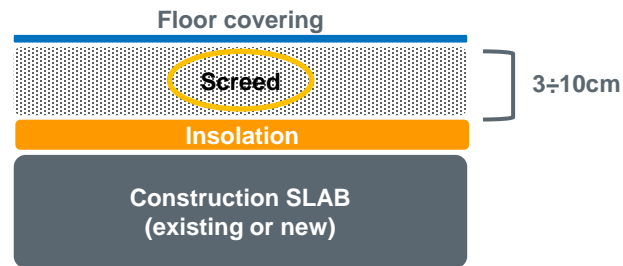
XXX Zinātniski Tehniskā Konference

Rīga, 24.11.2022

Michał Szymański

CONFIDENTIAL

Screed – definition



1.

WHAT ARE SCREEDS

- a part of the floor system
- a proper substrate for any flooring system
- a solution applied on top of the concrete slab

2.

THEIR USUAL USE

- inside buildings only
- floor leveling
- part of the heating floor system

3.

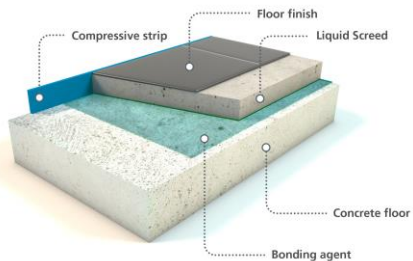
GENERAL CHARACTERISTIC

- meet the contractor requirements
- meet the performance specified

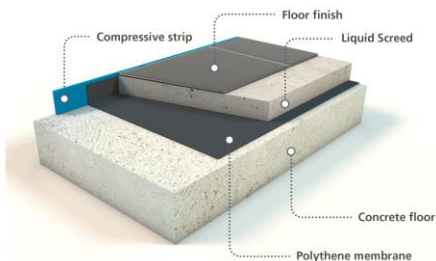
CHRYSO®Cemfloor: cement-based liquid screed

Types of application. How does it work?

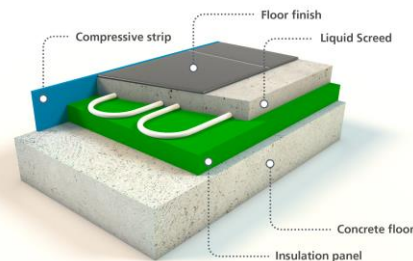
BONDED SCREED



UNBONDED SCREED ON PLASTIC FILM



FLOATING SCREED ON INSULATION OR HEATING FLOOR

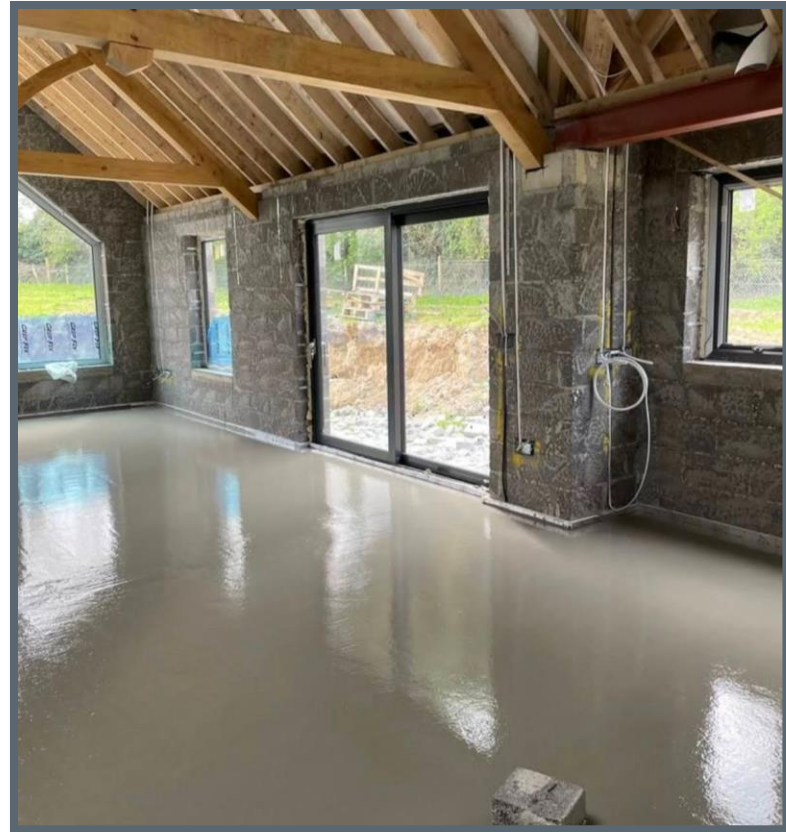


Screed – EU standards

Screed specifications and standards

•**Cemfloor** is produced in an ISO 9001 quality-controlled environment. Cemfloor screed complies with European and American Standards such as EN 13813 and should be used in accordance with BS 8204-7:2003 “Code of Practice for Pumpable Self-Smoothing Screeds.”

	Type of screed:	CHRYSO®Cemfloor
Minimum thickness	▪ Bonded	35 mm
	▪ Unbonded	50 mm
	▪ Floating:	
	▪ Domestic	50 mm
	▪ Commercial	50 mm
	▪ Minimum above pipes	35 mm
Maximum thickness	Up to 10cm only for wooden floor, for rest applications no limits	
Strength class	CT-16-F3 / CT-20-F4 / CT-25-F5	
Shrinkage at 28 days	Usually < 400 µ/m	
Fresh density	2200 +/- 100 kg/m ³	
Flow rate (Cemfloor ring)	400 + or - 20 mm standard workability retention target 2h30	
Thermal conductivity (*)	≈2,0 W/m.K	
Elasticity modulus:	E = 19 000 +/- 6000 MPa	
Maximum Bay Sizes	Non-Heated floor = 150 m ² / Heated floors = 100 m ²	
Open to light foot traffic	24 - 48 hours	



Screed aspects & technologies



semi-dry

- cement based
- “traditional” type of screed
- production on-site or bags
- 94% market share



plastic

- cement based
- ready to use
- bags or silos
- ≈1% market share



liquid

- cement or anhydrite based
- new screed technology
- production on-site or RMC batching plant
- 4% market share



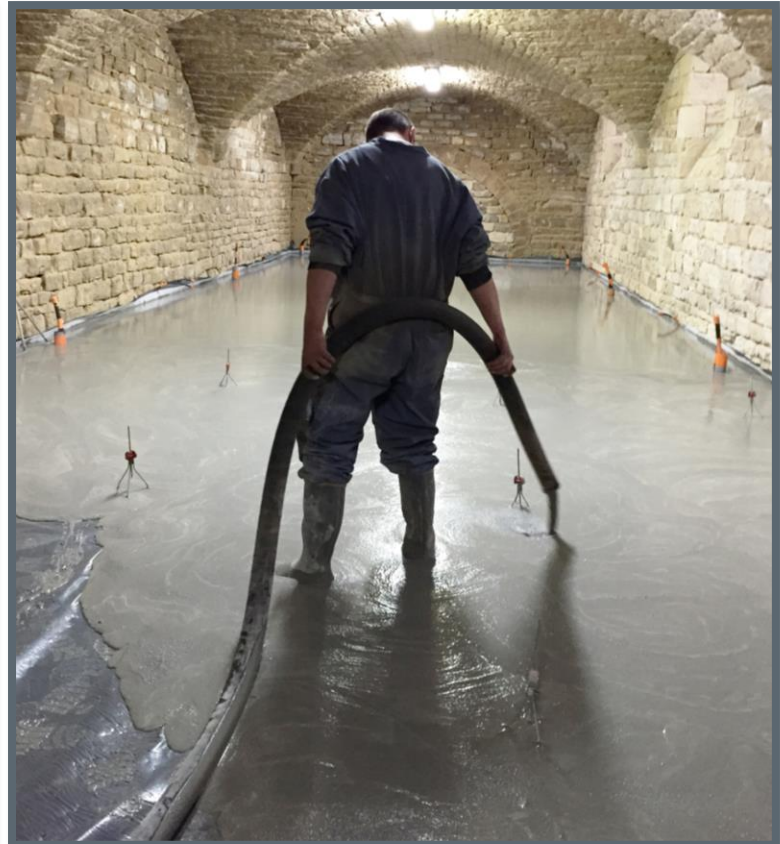
self-leveling

- cement based
- production on-site
- bags
- ≈1% market share

rheology

CHRYSO®Cemfloor: cement-based liquid screed

traditional semi-dry vs. liquid screed

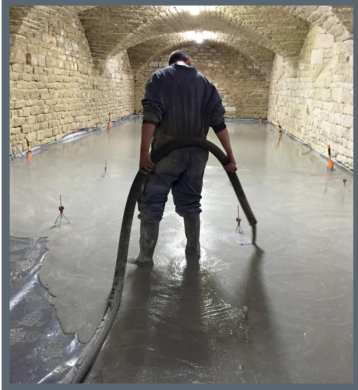


CHRYSO®Cemfloor vs traditional dry screed

	Labor saving	Time saving	Shrinkage control	Quality & Reliability
CHRYSO®Cemfloor	<ul style="list-style-type: none"> External production High flowable – liquid Easy to pump Self-leveling – easy operations 	<ul style="list-style-type: none"> Up to 800 m²/day High flatness and smoothness Only an easy surface leveling must be performed Tiling after 7 days 10 to 15 days drying time 	<ul style="list-style-type: none"> Up to 150 m² without joint Up to 100 m² without joint with heating floor system Shrinkage ≤ 400um/m 	<ul style="list-style-type: none"> Production on a batching plant or dedicated mobile trucks Self-leveling during the application Consistent quality (flatness & smoothness)
Traditional dry screed	<ul style="list-style-type: none"> production in-situ Requires intensive labor application for placement and leveling Back-breaking job Labor cost 	<ul style="list-style-type: none"> Up to 250m²/day Long application time Request a long leveling job Hard working conditions (recruitment & safety issues) 	<ul style="list-style-type: none"> Random results No technology inside 	<ul style="list-style-type: none"> Produced on site (no QC) Leveling quality depending on the applicators High risk of quality variation Variable flatness and smoothness

CHRYSO®Cemfloor: cement-based liquid screed

traditional semi-dry vs. liquid screed. Heating floor system



1,2 W/m*K

>7,5 cm

- ≈15% porosity
- C12/15 F2



2,0 W/m*K

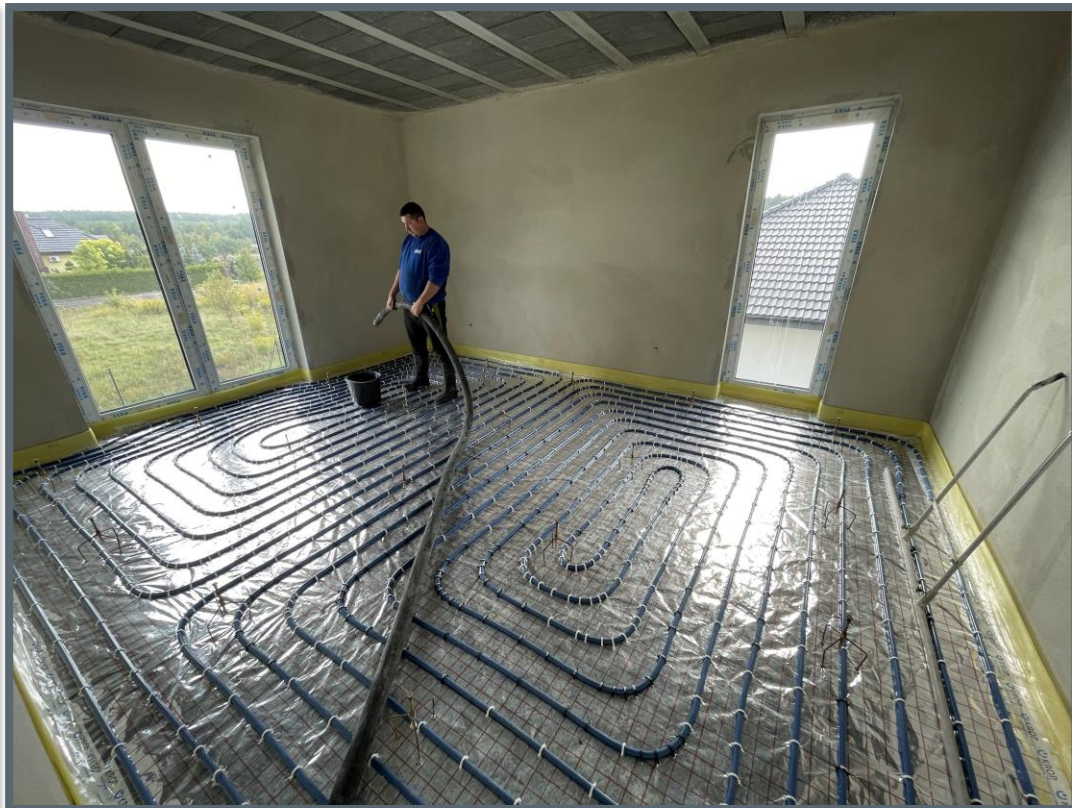
>5 cm

- <6% porosity
- C20/25 F5



CHRYSO® Cemfloor – self leveling screed

Examples from jobsites



CHRYSO®Cemfloor – self leveling screed

Examples from jobsites



CONFIDENTIAL







THANK YOU FOR THE ATTENTION

Tārgales wind park concrete foundation casting experience

Jānis Kudiņš

Facts and figures

- 14 Turbines
- Estimated annual
• electricity production: 155GWh
- Concrete foundation in diameter 18 m
- Concrete height in the middle 3.4 m
- Concrete foundation cast 500m³



Concrete and requirements

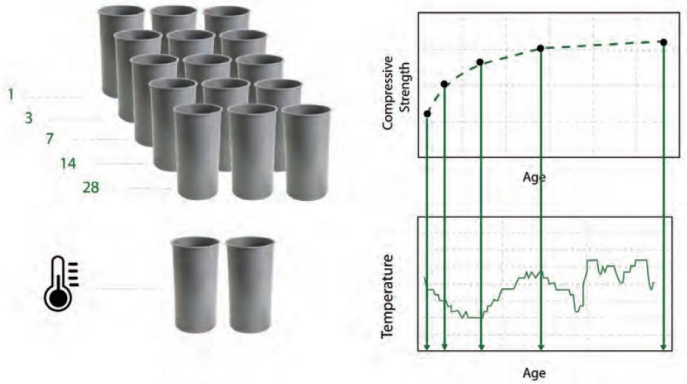
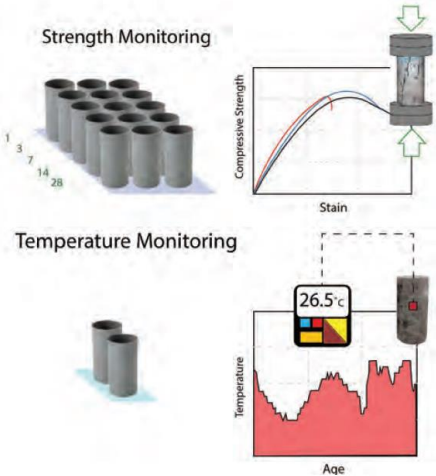
Year	Concrete	Exposure class	Agg. size	Max w/c	Slump	Cement type
2018	C35/45	XC4 XS3 XA2 XF2	0-32	-	F3/S3	-
2018	C35/45	XC4 XA2 XF1	0-16	0.45	-	CEM I 42,5 N MH/LA/SR
2021	C35/45	XC4 XD1 XS1 XF3 XA1	-	-	S3	-
Casted concrete						
2021	C35/45	XC4 XS1 XA1 XF1	0-32	0.50	S5/S4/ S3	CEM II A-M(S- LL) 52.5N



Concrete temperature and strength control



=



Concrete mix design

C35/45 XC4 XS1 XA1 XF1

Sand 0-4mm

Coars aggregates 2-32mm

CEM II A-M(S-LL) 52.5N

Stachement SP57/25

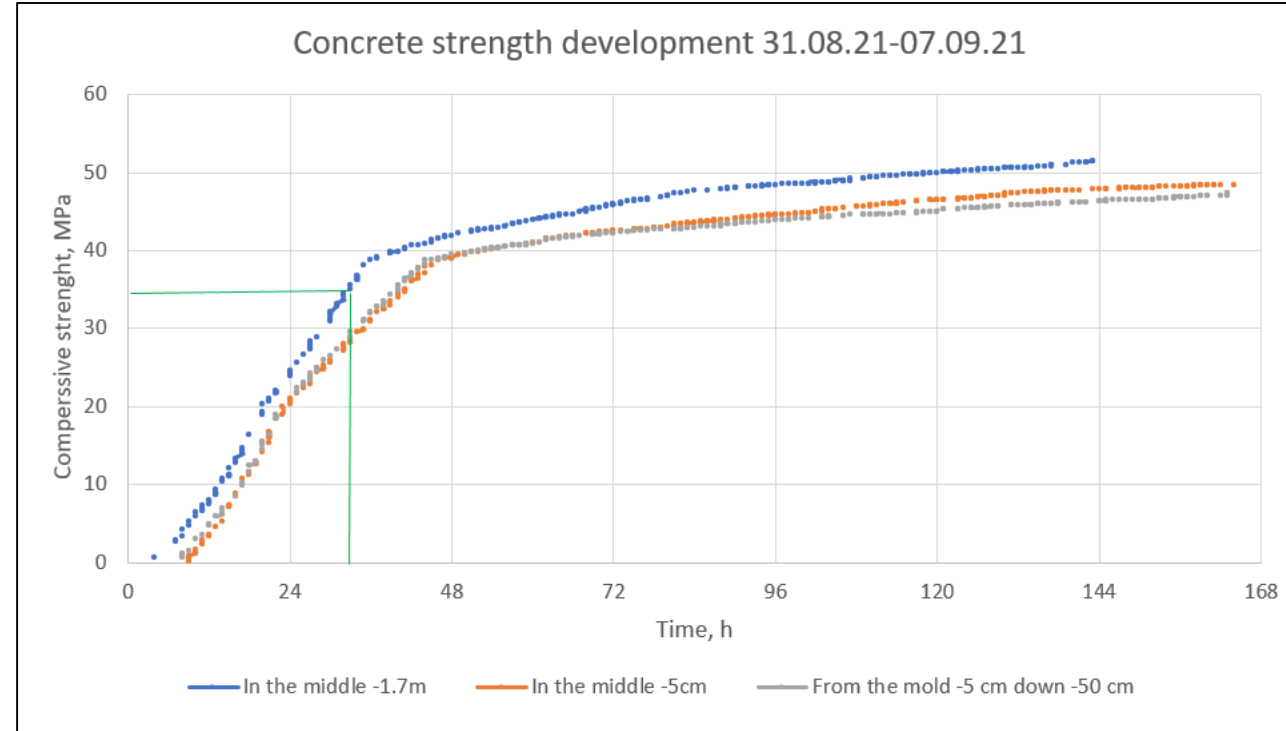
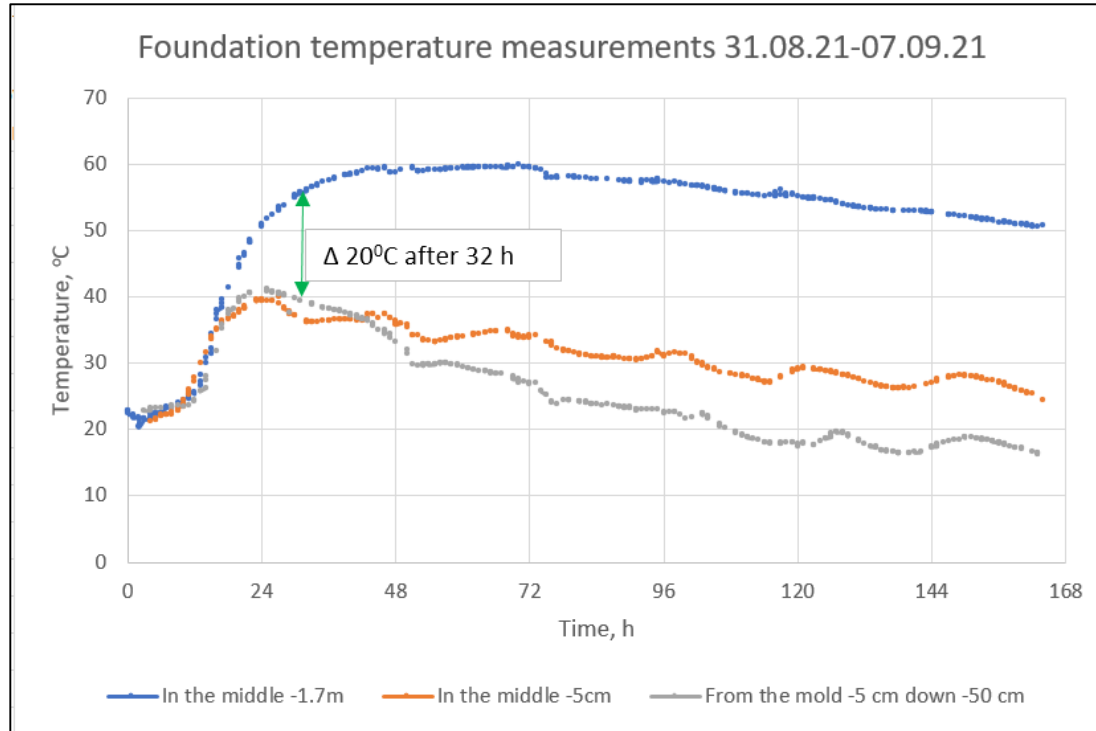
Reatardal 510

W/C 0.50



	Concrete strength development, MPa	
	In cube samples	In construction
24 h	18.2	23.9
48 h	32.5	41.9
7 days	42.7	52.0
28 days	51.4	-
56 days	57.0	-

Temperature measurements and strength development in foundation T-23



CSA A23.1:19 Guidelins T4.3.3. Temperature difference limit can be specified by time or strength

15°C during first 24 h
20°C between 24 and 72 h
25°C after 72 h


15°C until 15MPa
20°C between 15 and 20MPa
25°C after 20MPa

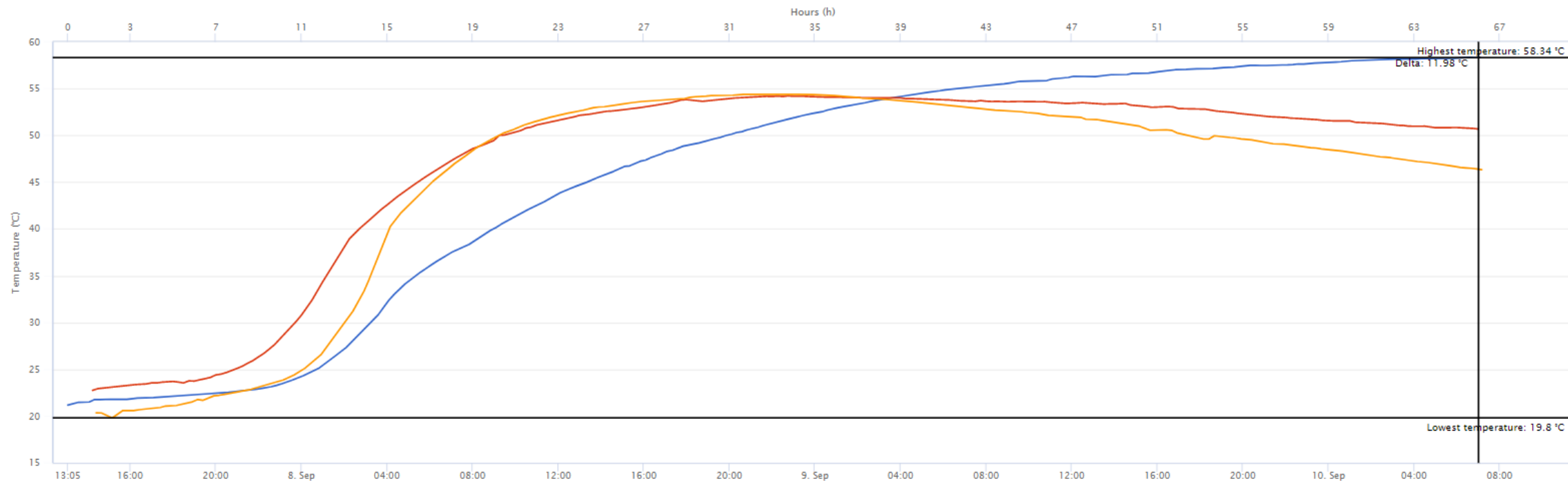
Cracks in concrete foundations T-23



Temperature measurements and strength development in foundation T-24

Temperature

 Collapse

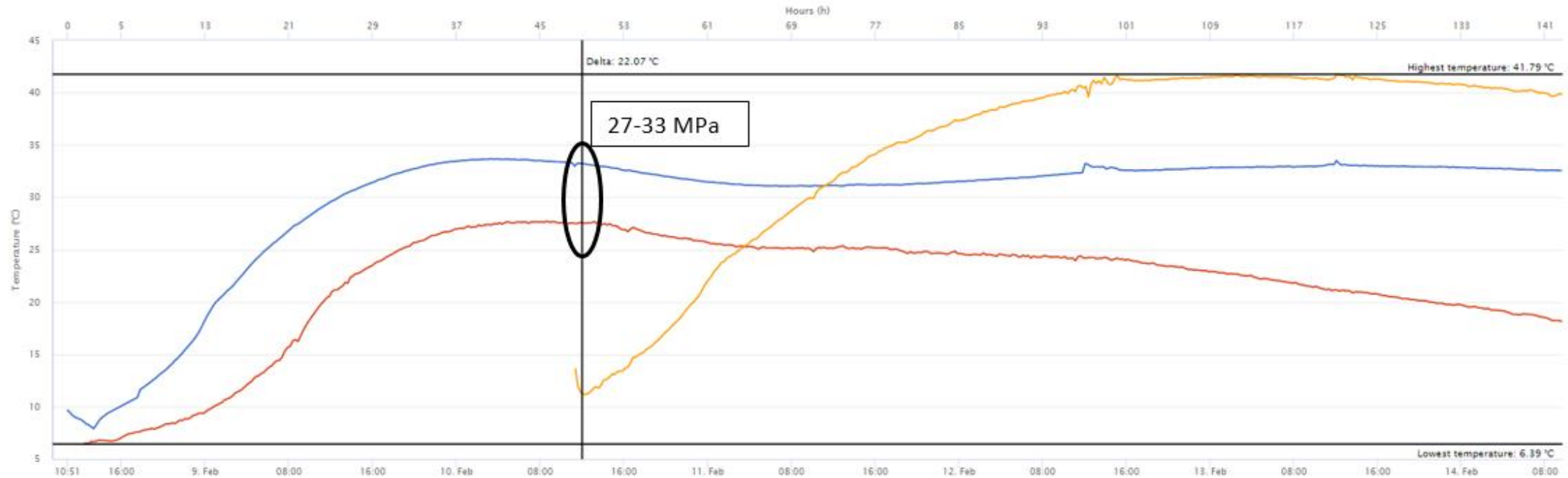


Monitoring Description	Min	Average	Max	Latest
Centre in the middle	21.18 °C	45.44 °C	58.34 °C	58.31 °C
4m from centre -50cm	22.76 °C	46.27 °C	54.22 °C	50.68 °C
8m from centre -50cm	19.8 °C	43.8 °C	54.39 °C	46.33 °C

Temperature measurements and strength development in foundation T-25 without cracks

Temperature

Collapse



Monitoring Description	Min	Average	Max	Latest	
4m from centre -170cm	7.91 °C	30.17 °C	33.68 °C	32.55 °C	☑
8m from centre -100cm	6.39 °C	21.76 °C	27.72 °C	18.14 °C	☑
Centre in the middle	11.16 °C	34.79 °C	41.79 °C	39.83 °C	☑

Many thanks Concrete
research centre team
for passionate work at
this project





DZELZSBETONS MB PIEREDZE DZELZSBETONA ELEMENTU IETEKMES UZ VIDI SAMAZINĀŠANĀ

Ernestis Ozoliņš / 24.11.2022

MBGRUPA
DZELZSBETONS

upb
since 1991

LIELĀKAIS VIDES IZAICINĀJUMS LĪDZ ŠIM

Piedalīties Hyllie Terrass ēkas celtniecībā Malmē ar dzelzsbetona konstrukcijām, ražotām Liepājā

Visā ēkas dzīves ciklā netiek radīti papildus CO2 izmeši – klimata neitrāla ēka- NollCO2 sertefikācija

Lai šo sasniegtu tika veiktas šādas darbības:

- Uzstādīti strikti emisiju mērķi
- Sadarbībā ar klientu tika veikti un analizēti dažādu scenāriju emisiju aprēķini
- Analīzes rezultātā atrasts risinājums kā samazināt dzelzsbetona konstrukciju radītās emisijas par 33% salīdzinājumā ar projekta izstrādes laikā aktuālajiem vides rādītājiem.



NollCO₂
NETTONOLL KLIMATPÄVERKAN

KAS IR NOLLCO2 SERTIFIKĀCIJAS SHĒMA?

MBGRUPA
DZELZSBETONS

Sertifikācijas shēma, kas pieprasa ēkas celtniecības procesā būtiski samazināt radītās CO₂ emisijas

Sertifikācijas mērķis – būvēt klimata neitrālas ēkas

Tiek noteiktas specifiskas emisiju pieļaujamās vērtības materiālu grupām un visai ēkai kopumā

Radītās emisijas tiek kompensētas ieguldot atjaunojamajās enerģijas ražošanā, izmešu mazinošos risinājumos ēkā un dažādos citos veidos

KĀPĒC IR SVARĪGI PIEDALĪTIES ŠĀDOS PROJEKTOS?

Samazināta dzelzsbetona elementu ietekme
uz vidi

Efektīvāka pieejamo resursu izmantošana

Padziļināta izpratne par procesiem, kas
ietekmē dzelzsbetona elementu vides
rezultātus

Spēja labāk komunicēt ar piegādātājiem un
klientiem par vides jautājumiem betona
nozarē

Pieredze ļoti aktuālā sfērā būvniecības nozarē

KĀ TIEK VEIKTA DZELZSBETONA ELEMENTA DZĪVES CIKLA ANALĪZE?

Tiek veikta radīto izmešu analīze visā elementa dzīves cikla gaitā:

Materiāla ražošana un nogādāšana līdz patērētājam (A):

- Izejmateriālu vides sniegums
 - Izejmateriālu piegāde līdz ražotnei
 - Ražošanas procesi
 - Transports līdz patērētājam
 - Montāža
-

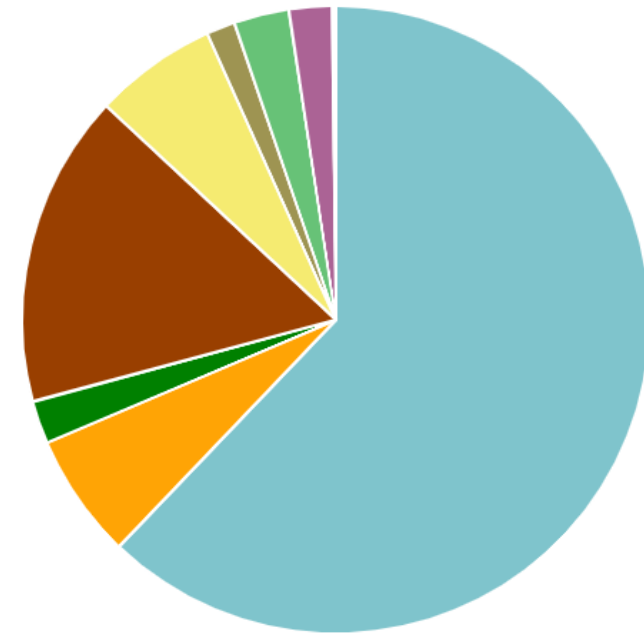
Vides sniegums materiāla dzīves gaitā (B)

Demontāža un pārstrāde (C)

Ieguvumi no materiāla pārstrādes pēc dzīves cikla beigām (D)

CO2 EMISIJU SADALĪJUMS PA CIKLIEM

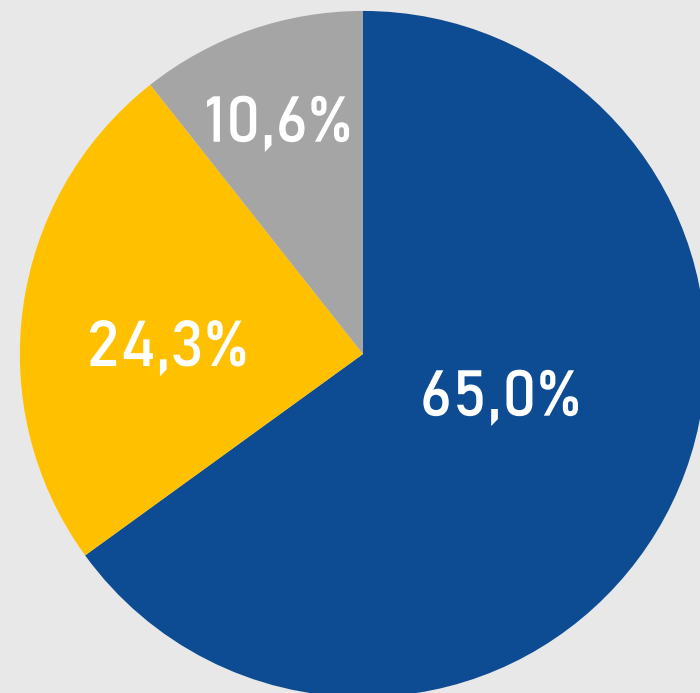
GLOBAL WARMING POTENTIAL FOSSIL KG CO2E — LIFE-CYCLE STAGES



- A1 Raw material extraction and processing - 62.1%
- A2 Transport to the manufacturer - 6.5%
- A3 Manufacturing - 2.2%
- A4 Transport to the building site - 16.1%
- A5 Installation into the building - 6.3%
- C1 Deconstruction - 1.5%
- C2 Waste transportation - 2.9%
- C3 Waste processing - 2.2%
- C4 Waste disposal - 0.2%

EMISIJU SADALĪJUMS RAŽOŠANAS SADALĀ, IZMANTOJOT PELEĶO CEMENTU (CEM II A-M (S/LL)) 52.5N

CO2 IZMEŠU SADALĪJUMS
DZELZSBETONA ELEMENTĀ



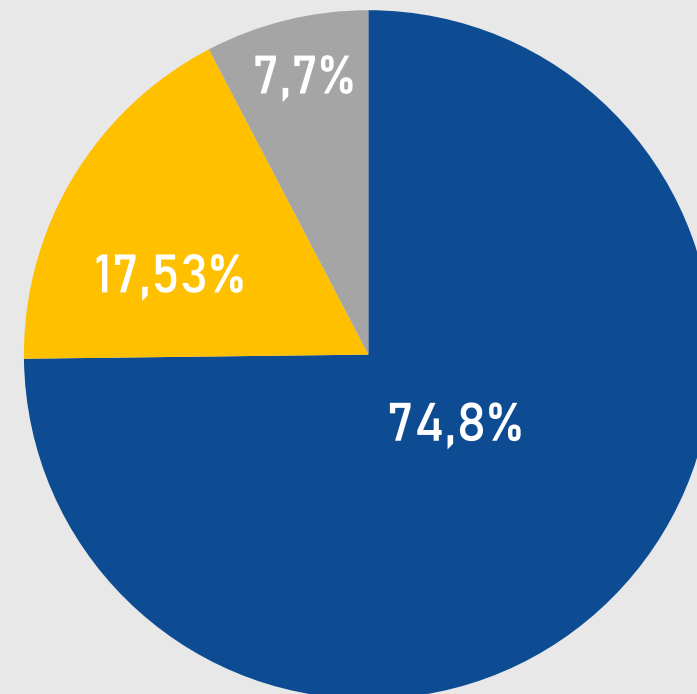
■ Betons ■ Stiegrojums ■ Ieliekamās detaļas

EMISIJU SADALĪJUMS RAŽOŠANAS SADAĻĀ, IZMANTOJOT BALTO CEMENTU (CEM I 52.5R)

53 KG / T PIEAUGUMS
CO2 IZMEŠU APMĒRĀ

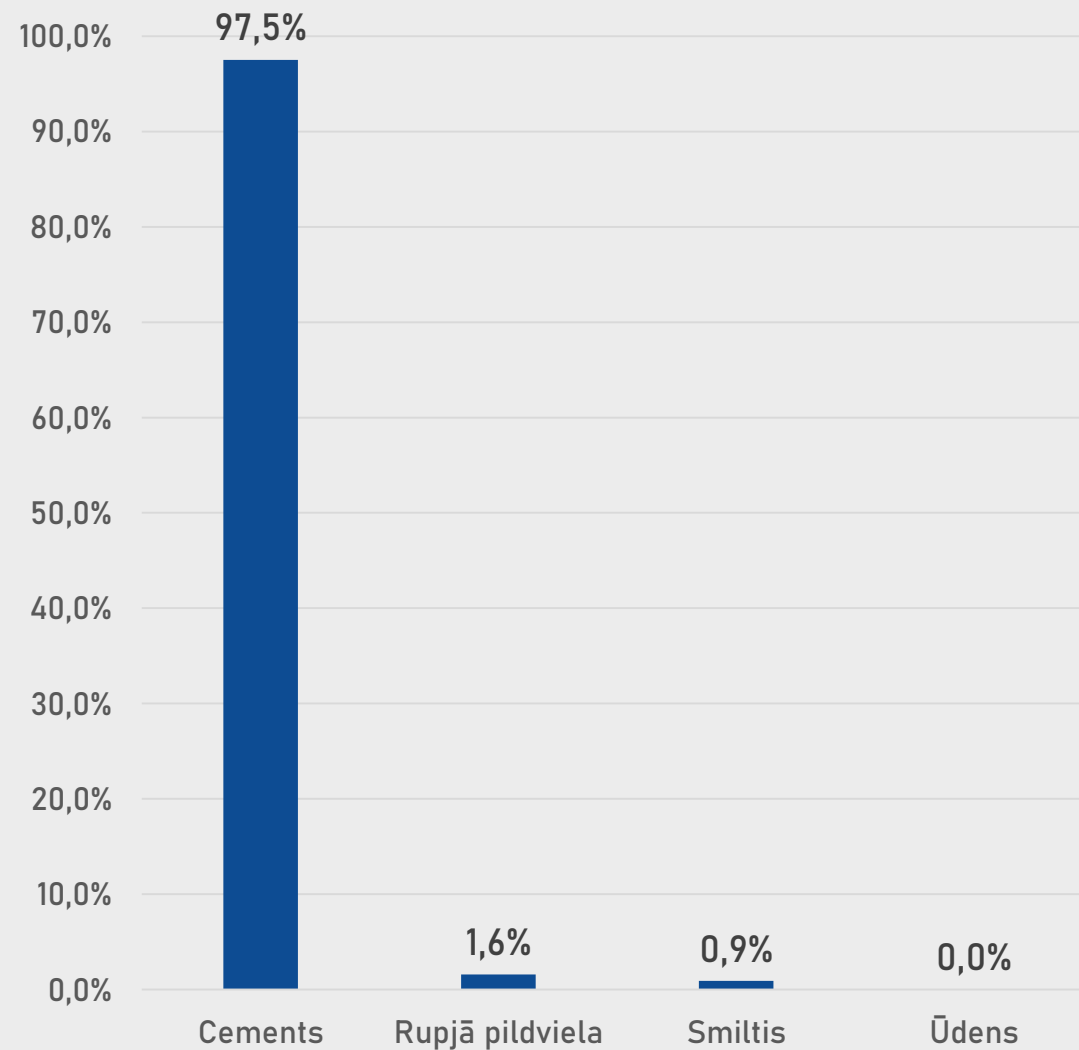
CO2 IZMEŠI PALIELINĀTI PAR 39%

CO2 IZMEŠU SADALĪJUMS
DZELZSBETONA ELEMENTĀ



EMISIJU SADALĪJUMS BETONAM

CO2 EMISIJAS BETONA SASTĀVDAĻĀM



ANALĪZES REZULTĀTI

Lielāko daļu no dzelzsbetona elementa emisijām rada cements

Otru lielāko daļu no emisijām rada stiegrojums

Tā kā projektēšanas sadaļa bija noslēgusies, nevarējām ietekmēt ēkas arhitektūru un stiegrojumu apjomus, attiecīgi ar materiālu palīdzību jāuzlabo CO2 sniegums

Izvēlētā arhitektūra var radīt ražošanas problēmas vides betonam (krāsas viendabīgums, atveidnošanas stiprība)

Veikti dažādi aprēķinu scenāriji

- Vietējais cements ar aizstājējmateriāliem
- Vides cementa maisījums no vācijas
- Pēc iespējas videi draudzīgāks stiegrojums
- Piegāžu ķēžu izmaiņas

VIDES IETEKMES SAMAZINĀŠANA BETONAM

MBGRUPA
DZELZSBETONS

Lielāko ietekmi rada cementa klinkeris

Jāsamazina cementa klinkera saturs nezaudējot nepieciešamās betona īpašības

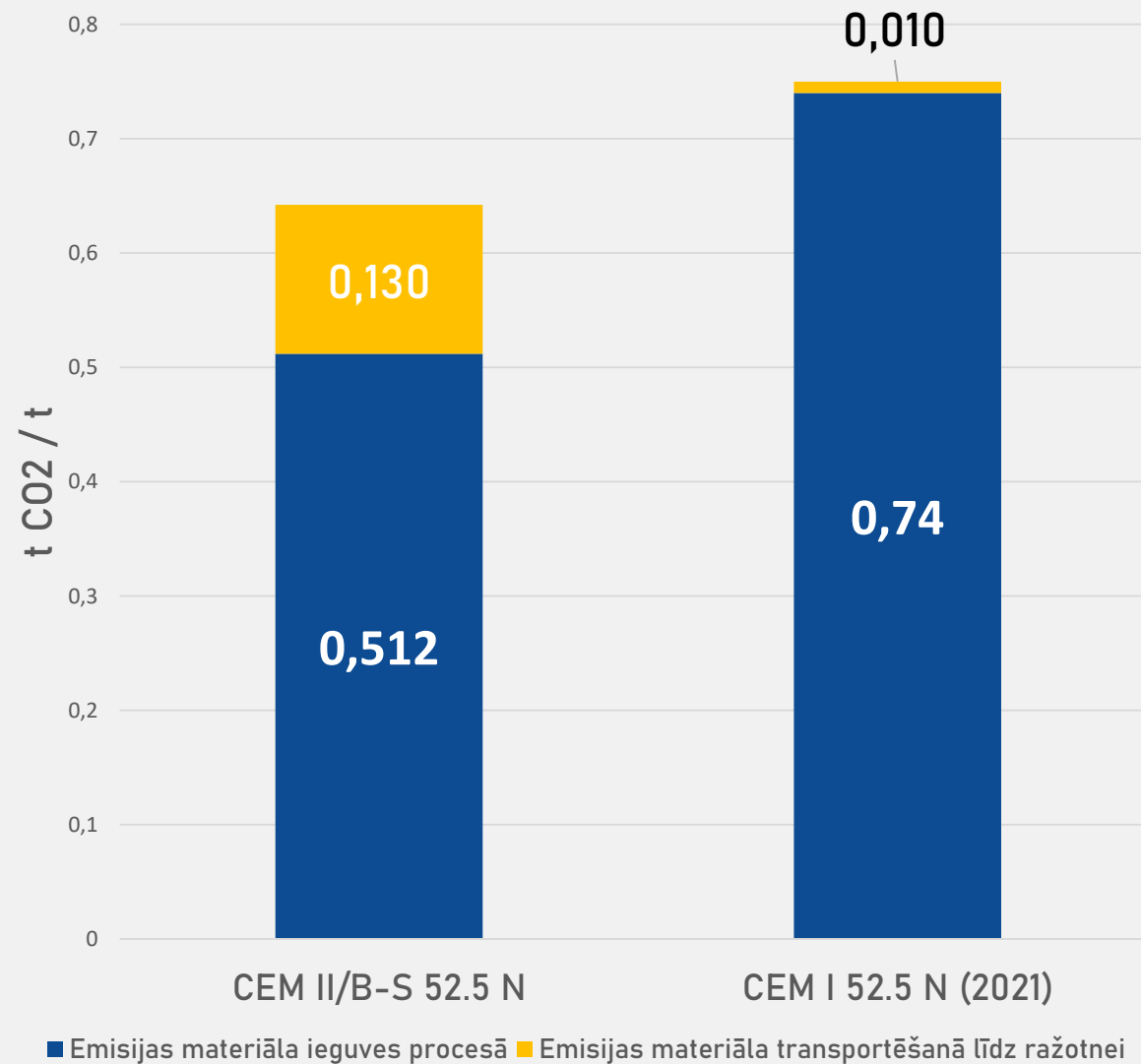
Cementa maisījums CEM II/B-S sagatavots pie cementa ražotāja Vācijā

- Augstāka cena
 - Stabilāka cementa maisījuma kvalitāte
 - Ietekmēts betona cietēšanas laiks
 - Tiek zaudēta daļa no ieguvumiem transportējot cementu uz Latviju
-

Cements tiek samaisīts ar aizstājējmateriāliem ražotnē

- Zemāka cena
- Lai sasniegtu nepieciešamo izmešu līmeni būtiski jāsamazina klinkera dozācija betonā:
- Betona stabilitātes problēmas
- Ietekmēts betona cietēšanas laiks
- Nepieciešams specializēts aprīkojums (cementa aizstājējmateriālu dozācijai)

CEMENTA MAISĪJUMA IZVĒLE



BŪTISĶI ASPEKTI RAŽOŠANĀ, KAS IETEKMĒ REZULTĀTU

MBGRUPA
DZELZSBETONS

Cietēšanas procesa uzraudzība

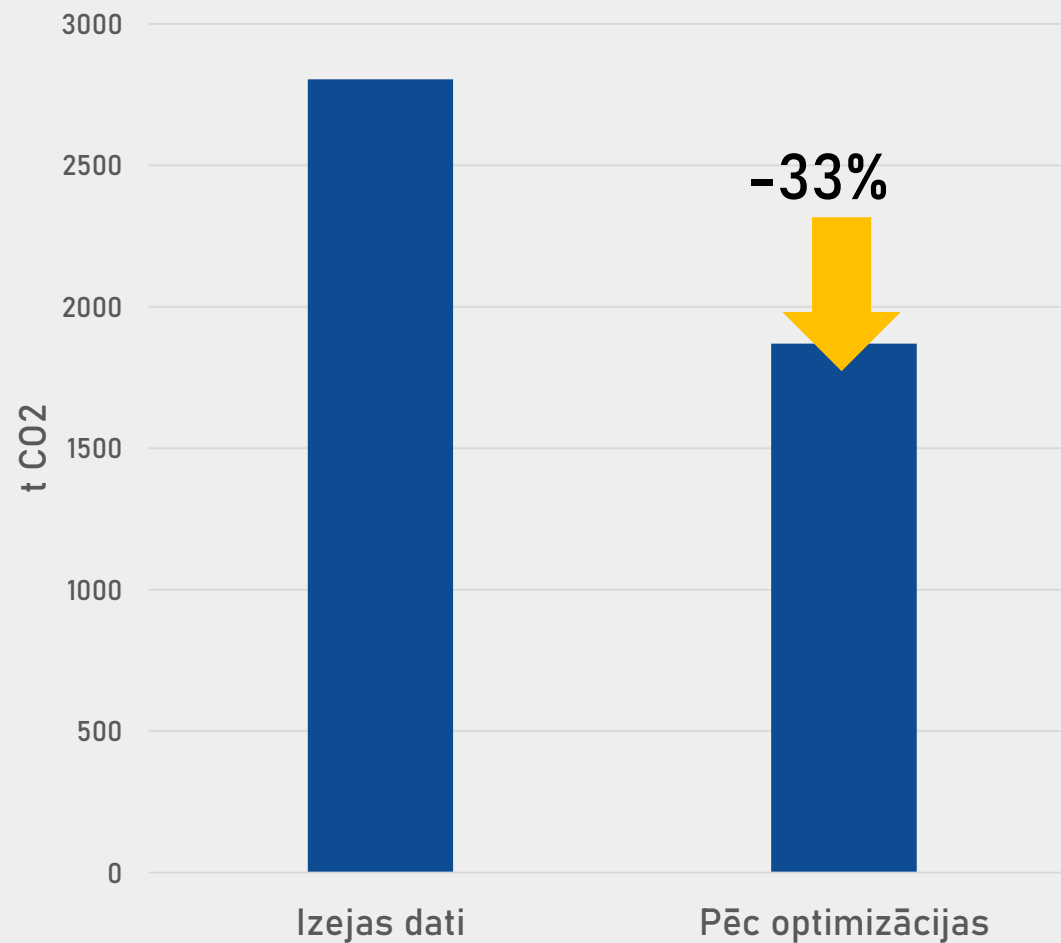
Arhitektūra – reljefs un eksponēts betons

Būvniecība ārpus būvlaukuma



SASNIEGTIE REZULTĀTI

DZELZSBETONA ELEMENTU KOPĒJIE CO₂ IZMEŠI







Betona 3D druka - sasniegumi Latvijā un pasaulē pēdējā gada laikā



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

24.11.2022.

3D betona drukāšana

Betona 3D drukāšana ir process, kurā no digitālā faila tiek izveidots reāls brīvas formas objekts, izmantojot speciāli izstrādātu betona sastāvu un 3D printeri ar ekstrūzijas galvu;

Nozīme - formas brīvība, automatizācija, optimizācija, CO₂ samazināšana.



TU Eindhoven and BAM Infra



TU Dresden



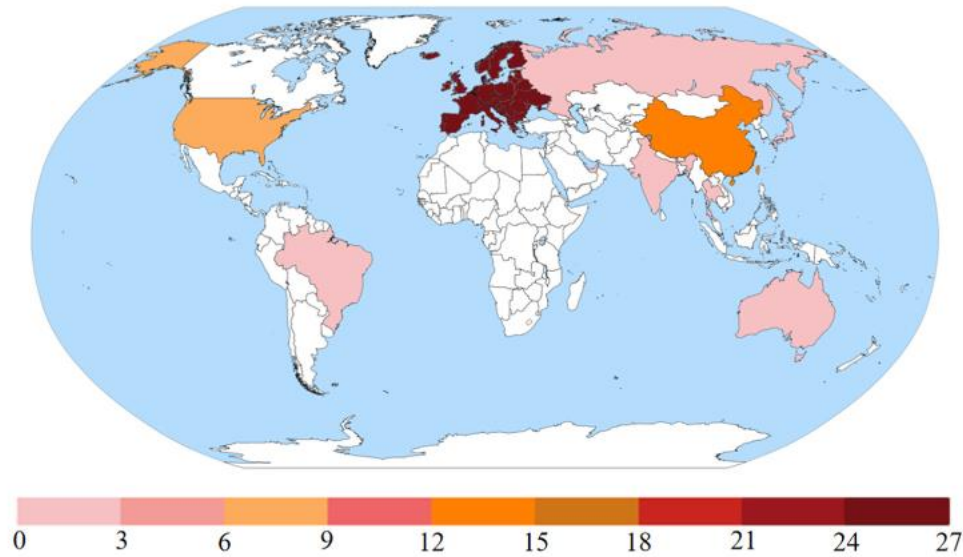
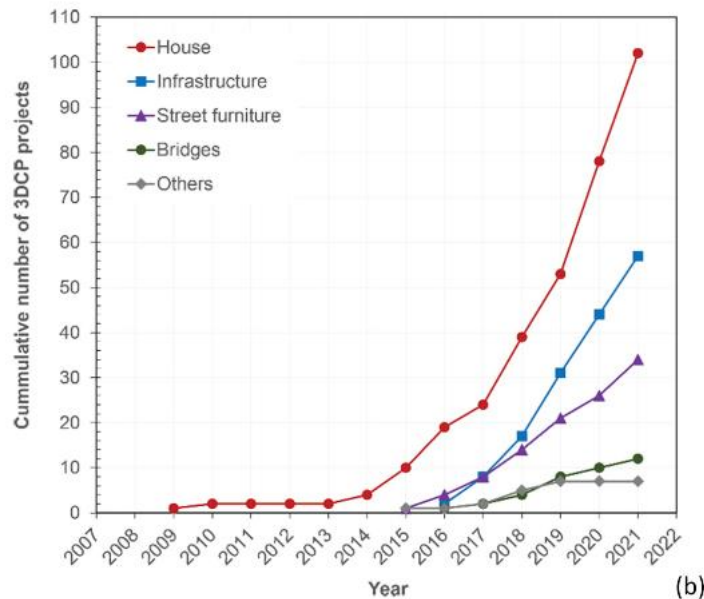


Fig. 3. Global distribution of enterprises engaged in 3D printing services.



(b)



Technology readiness: A global snapshot of 3D concrete printing and the frontiers for development

Guowei Ma^{a,*,} Richard Buswell^{b,} Wilson Ricardo Leal da Silva^{c,} Li Wang^{a,} Jie Xu^{b,} Scott Z. Jones^d

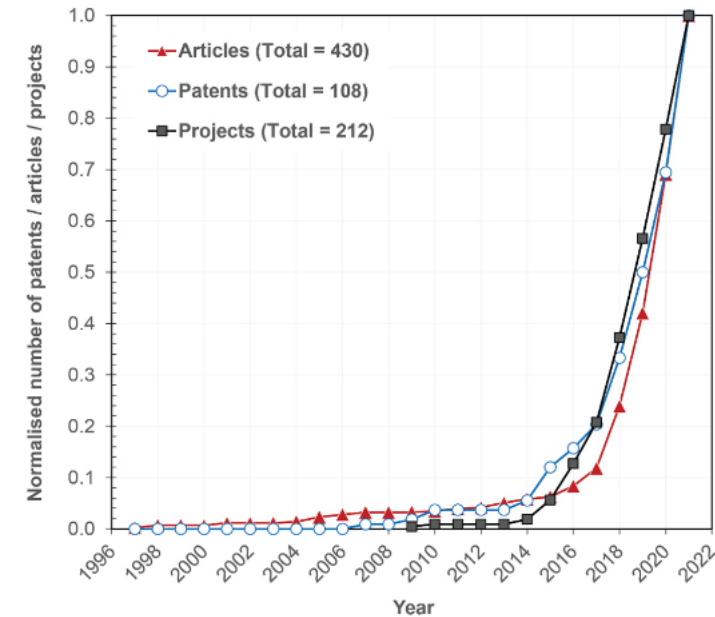


Fig. 5. Normalised number of articles, patents, and projects on extrusion-based 3DCP since 1997.

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 pētnieki un pētniecības virzieni;
- Mērķi – pētniecība, studējošo iesaiste, sadarbība ar industriju.





NATIONAL
DEVELOPMENT
PLAN 2020



EUROPEAN UNION
European Regional
Development Fund

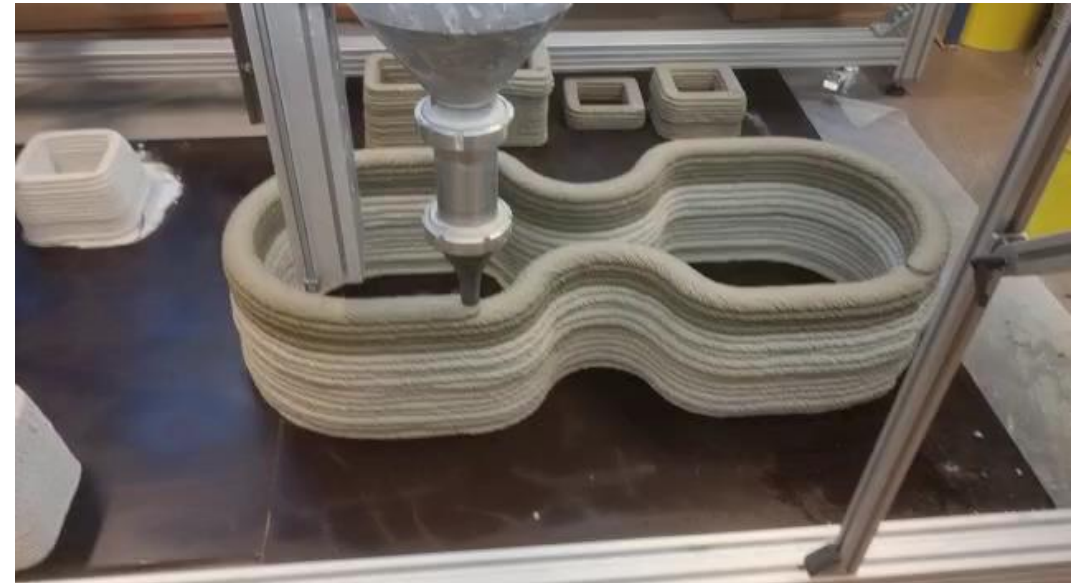
INVESTING IN YOUR FUTURE





Laboratorijas pētījumu virzieni 1

- Industriālās doktorantūras projekts sadarbībā ar SAKRET;
- Mērķis – printera mainīgo parametru un maisījuma mijiedarbības izpēte;
- SAKRET 1K maisījums.



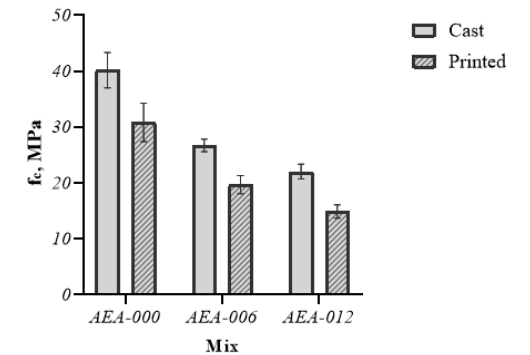
Laboratorijas pētījumu virzieni 2 – 3D drukātā betona ilgmūžība

- Maisījumu izstrāde, ilgmūžības testēšana laboratorijas un SAKRET maisījumiem;
- Mehānisko īpašību testi – 7 un 28 dienu lieces un spiedes testi gan veidņotiem, gan 3D drukātiem betona maisījumiem;
- Salturība LVS CEN/TS 12390-9;

Article

The Effects of Air-Entraining Agent on Fresh and Hardened Properties of 3D Concrete

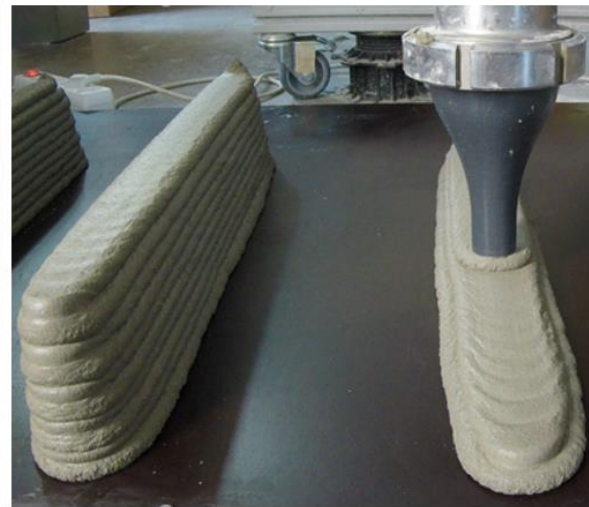
Ella Spurina ^{1,*}, Maris Sinka ¹, Kristis Ziemelis ¹, Andris Vanags ² and Diana Bajare ^{3,*}



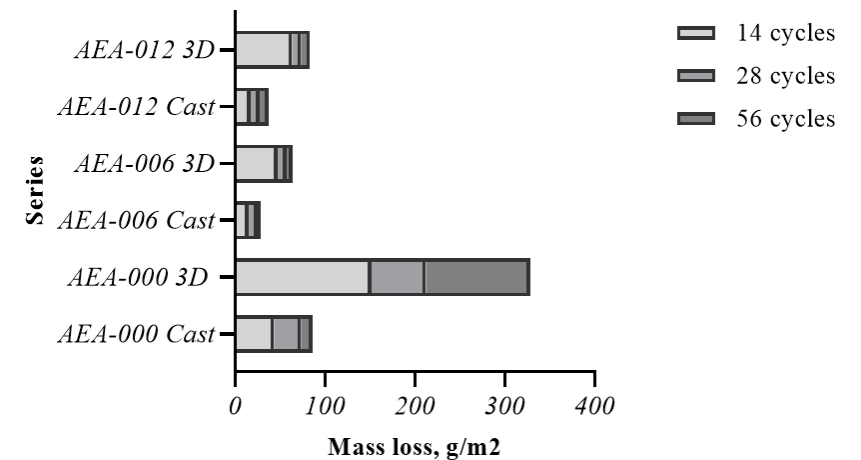
(a)



(b)

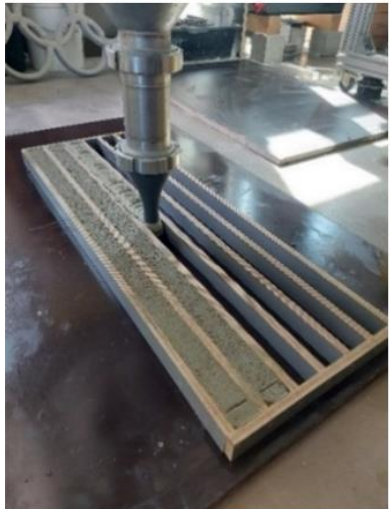


(c)



Laboratorijas pētījumu virzieni 2 – 3D drukātā betona ilgmūžība

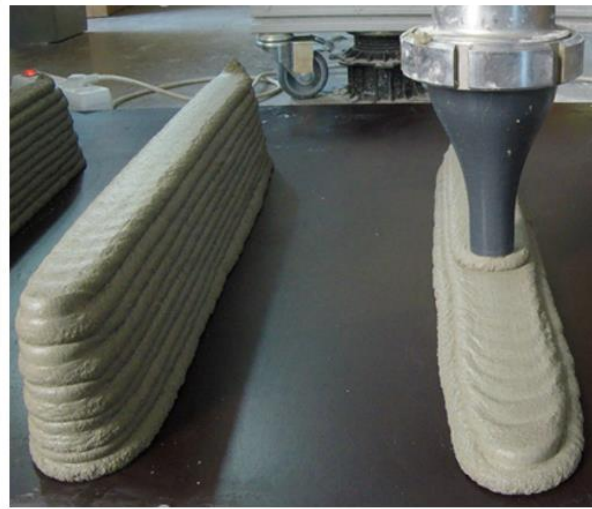
- Maisījumu izstrāde, ilgmūžības testēšana laboratorijas un SAKRET maisījumiem;
- Mehānisko īpašību testi – 7 un 28 dienu lieces un spiedes testi gan veidņotiem, gan 3D drukātiem betona maisījumiem;
- Salturība LVS CEN/TS 12390-9;
- Ietekmes uz vidi samazināšana ar **degakmens un šķeldas pelnu lietošanu**;



(a)



(b)

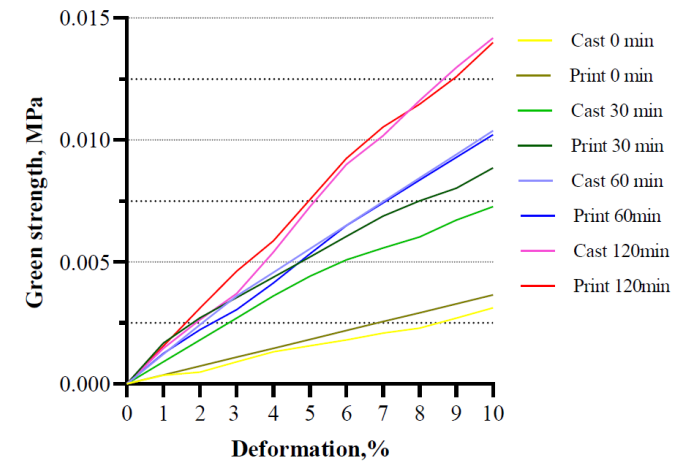
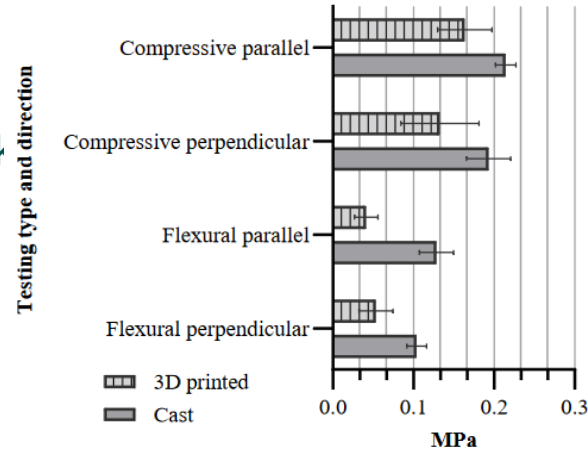


(c)



Laboratorijas pētījumu virzieni 3

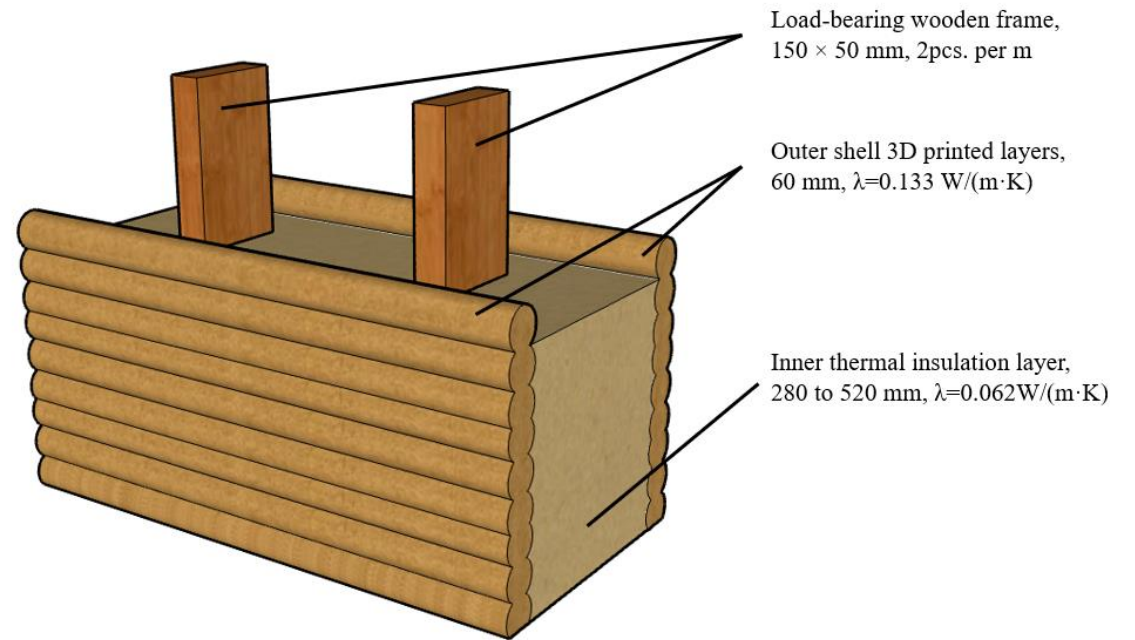
- PostDoc projekts “3D drukāti bioloģiskas izcelsmes pielietojumam būvniecībā”;
- Mērķis - samazināt būvniecības nozares negatīvo ietekmi, izgatavojot 3D drukātus bioloģiskas izcelsmes būvmateriālus;
- Bioloģiska pildviela un minerāla saistviela;
- Labs *buildability*, bez stabilizatoriem;
- Šobrīd tikai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



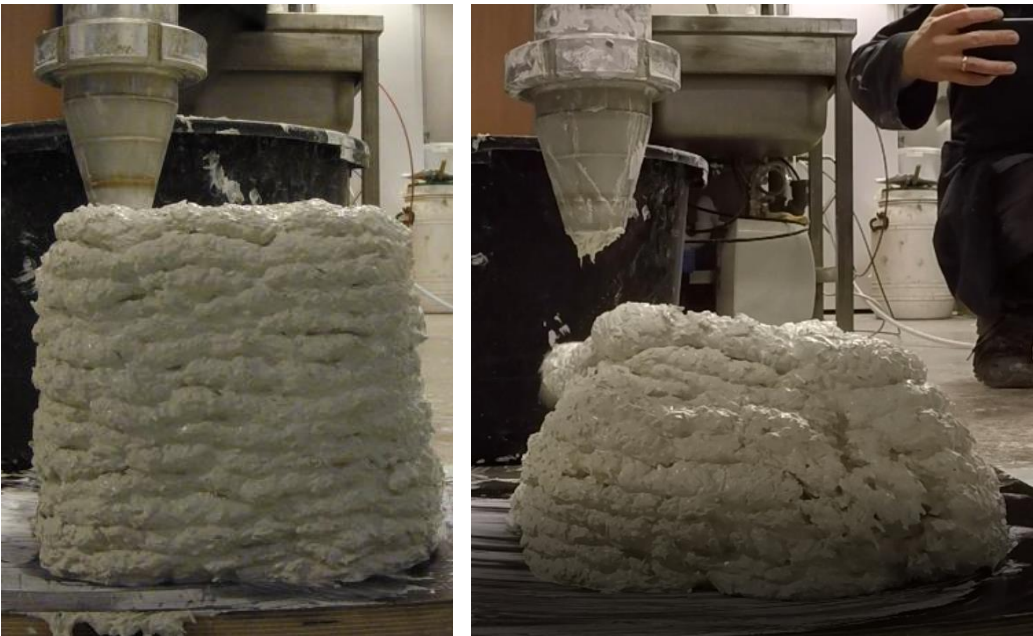
Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda atbalstu darbības programmas “Izaugsme un nodarbinātība” 1.1.1. specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” 1.1.1.2. pasākuma “Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts” ietvaros (Nr.1.1.1.2./VIAA/3/19/394).

Laboratorijas pētījumu virzieni 3

- Ārējās čaulas drukāšana;
- Var uzglabāt no 1,21 līdz 16,7 kg CO₂ ekv. uz m², atšķirībā no tradicionāli izmantoto materiālu sienām, kas izdala līdz 147 kg CO₂ ekv. uz m²;
- Pie 660 kg/m³ blīvuma kaņepju betonu var drukāt vismaz 15 slāņos ar kopējo augstumu 200 mm, turpmākos slāņus var veidot pēc 30 min.



Wall type	U value, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Total thickness, mm	Outer layer thickness, mm	Inner layer thickness, mm	GWP per m ² , kg of CO ₂ eq.
Wall A	0.180	400	120	280	-1.21
Wall B	0.105	640	120	520	-16.7



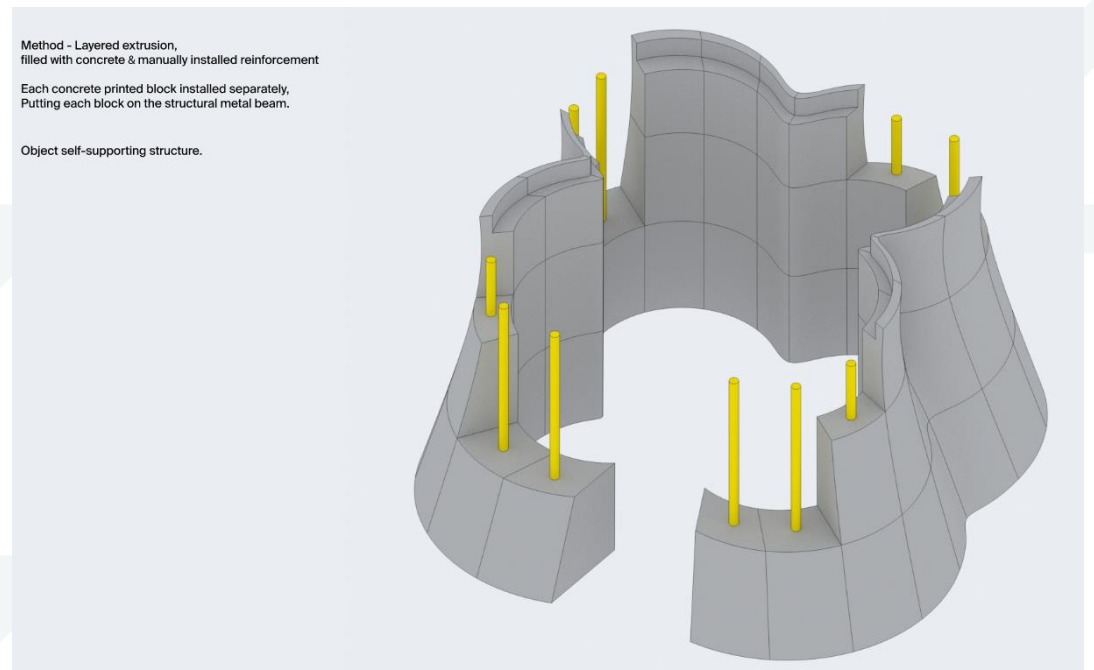
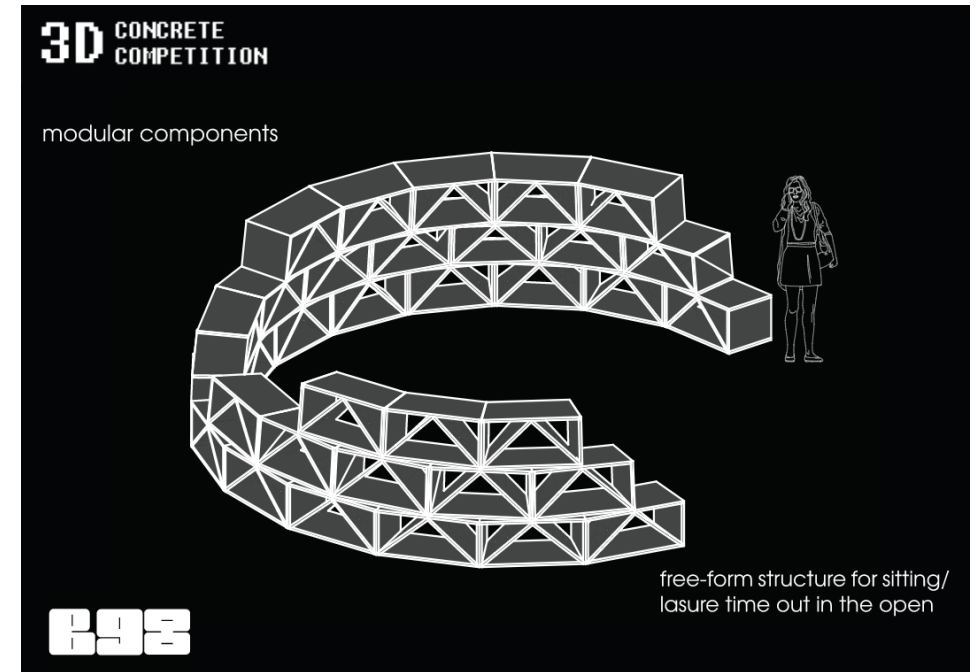
Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda atbalstu darbības programmas “Izaugsme un nodarbinātība” 1.1.1. specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” 1.1.1.2. pasākuma “Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts” ietvaros (Nr.1.1.1.2./VIAA/3/19/394).

Studentu sacensības

Pirmās starptautiskās 3D betona sacensības Baltijā. 2021. gada oktobris - 2022. gada aprīlis sadarbībā ar RTU Dizaina fabriku un Latvijas Universitāti:

- 1-3 brīvi stāvoši objekti LU pilsētiņā Torņakalnā.
- 27 komandas (Latvija, Lietuva, Igaunija, Grieķija, Austrija, Spānija, Ķīna, ASV)
- Lekcijas un apmācības tika organizētas vairākus mēnešus;

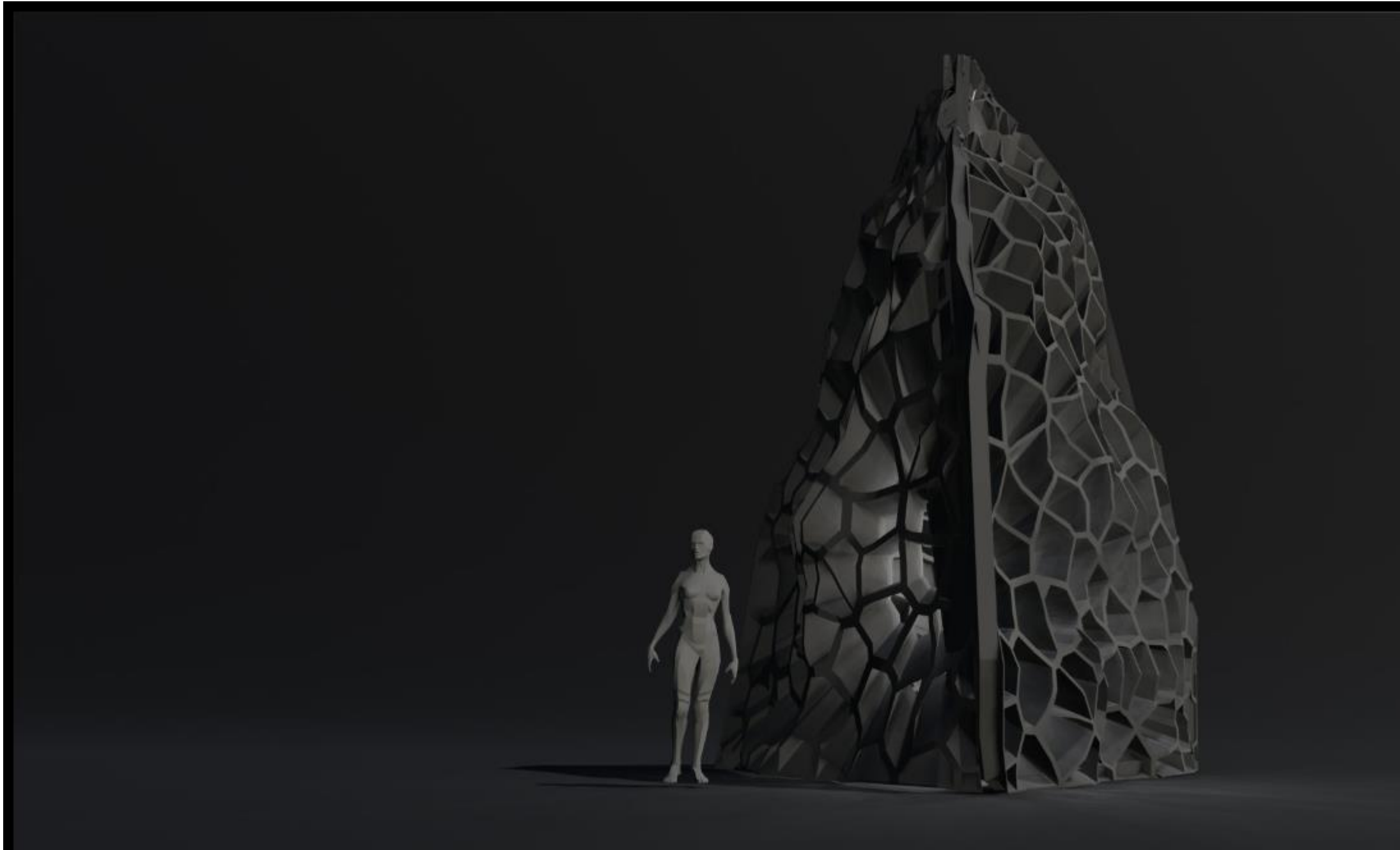
- <https://print-concrete.com/#/>



3D CONCRETE COMPETITION

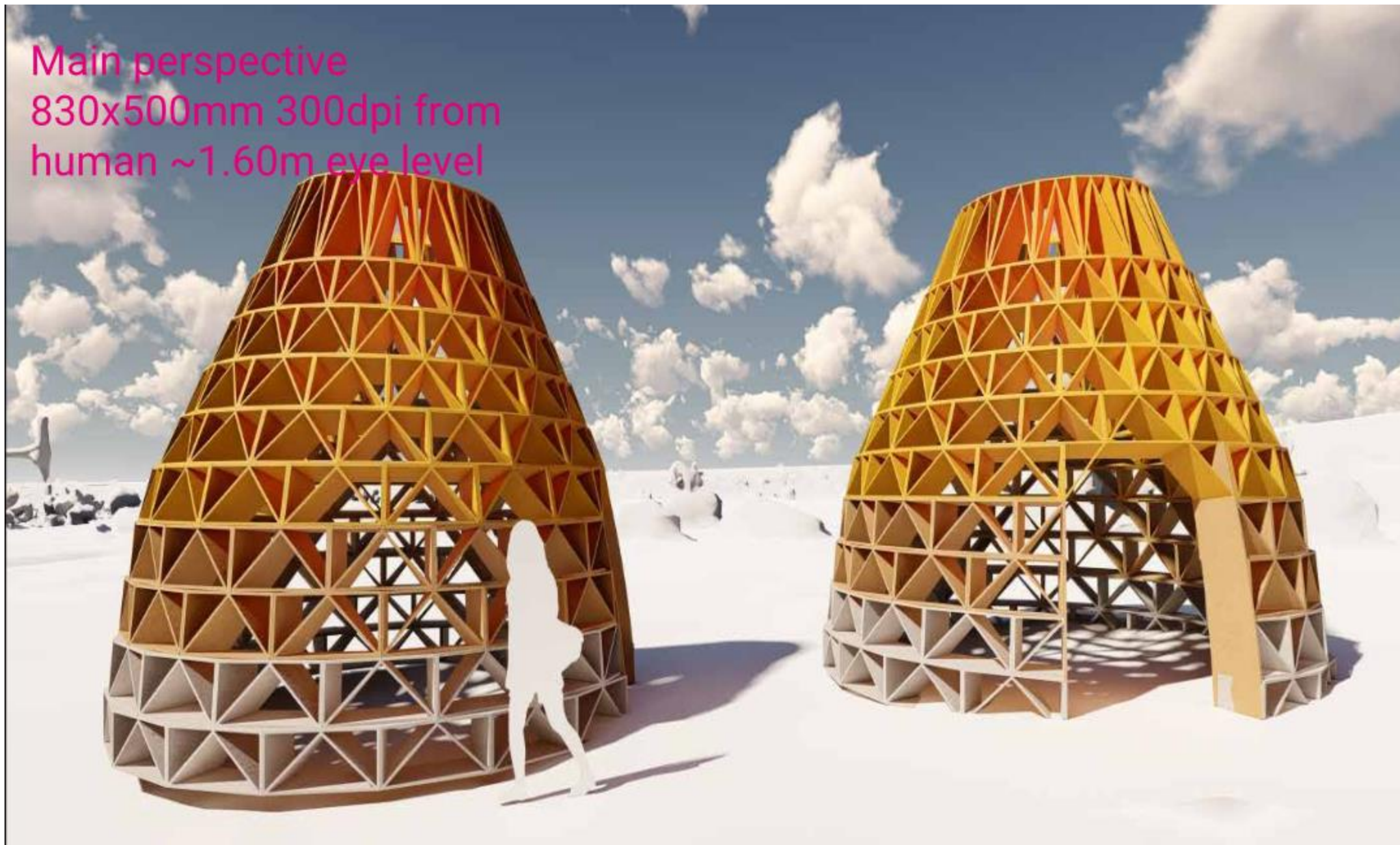




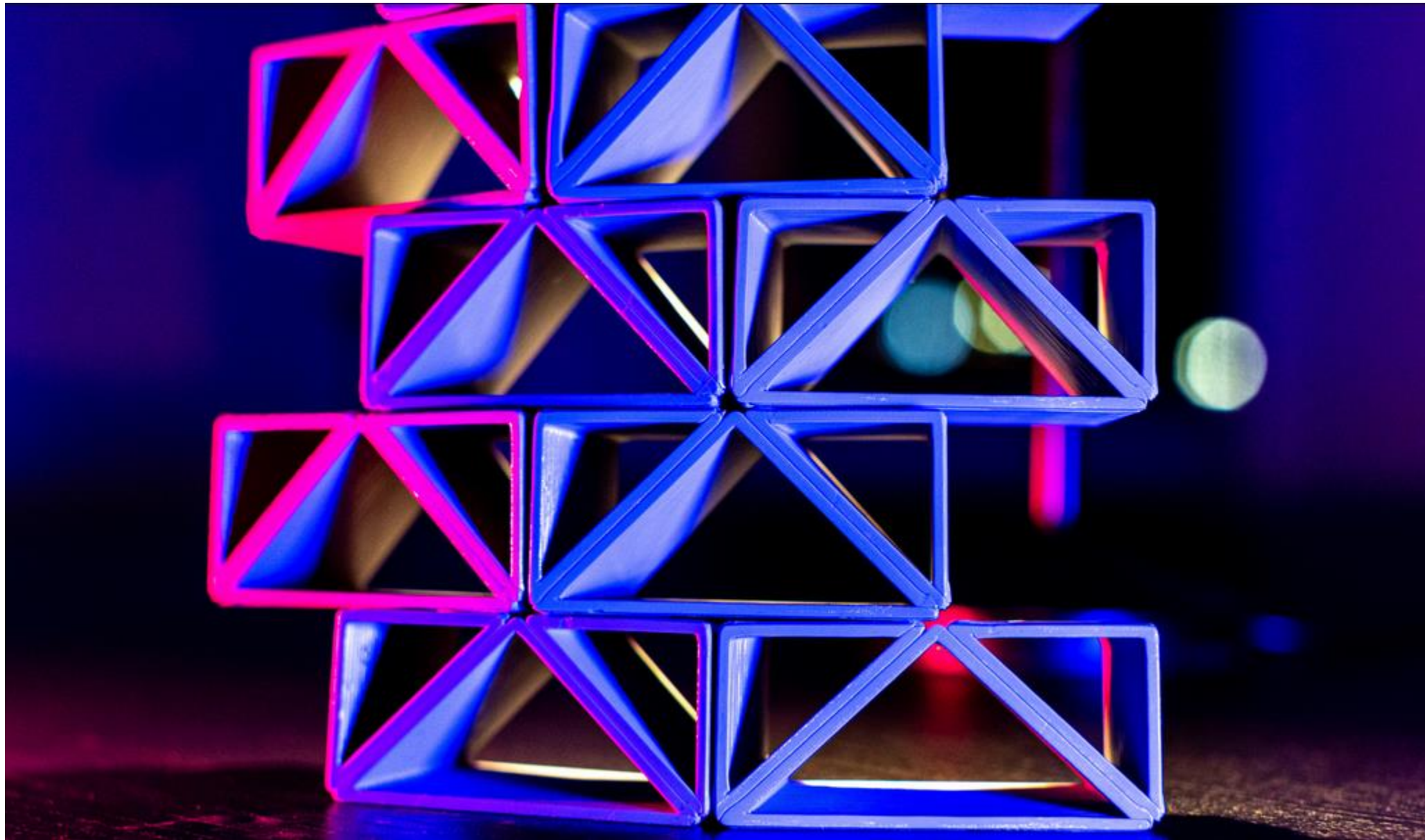




Main perspective
830x500mm 300dpi from
human ~1.60m eye level











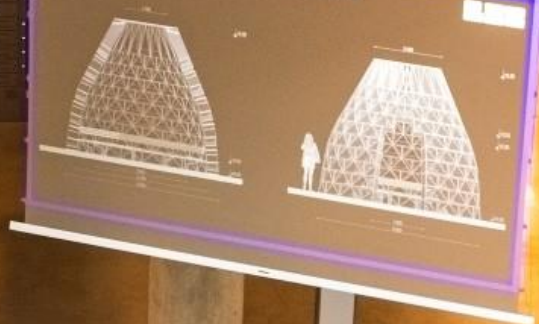




3000 EUR

3000 EUR

3D CONCRETE COMPETITION



3D CONCRETE COMPETITION







SAKRET
1000 EUR
FRA

2000 EUR
ONLYOOLY

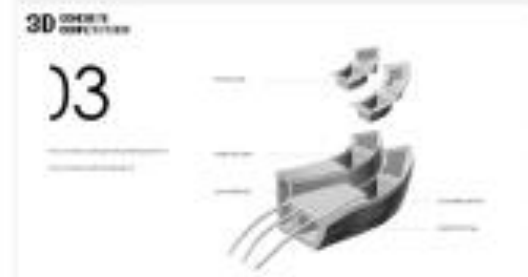
3000 EUR
4 AM

3D CONCRETE COMPETITION
SAKRET
PERI
3D CONCRETE COMPETITION

3D CONCRETE COMPETITION

Student involvement

- Bench to be built 2022/2023
- Temp. or permanent location



Riga Technical University



- Weber Bemix ;
- UK pāri M8 in Glasgow;
- Garākā drukātā konstrukcija.



60% materiālu ietaupījums



- Floriade Expo 2022;
- Pigeon Tower;
- Saint-Gobain Weber Beamix un BAM;
- Augstākā pašnesošā 3D drukātā būve;
- 60% CO₂ samazinājums.



minimass



conventional beam

minimass

1 SOLUTION

It provides:

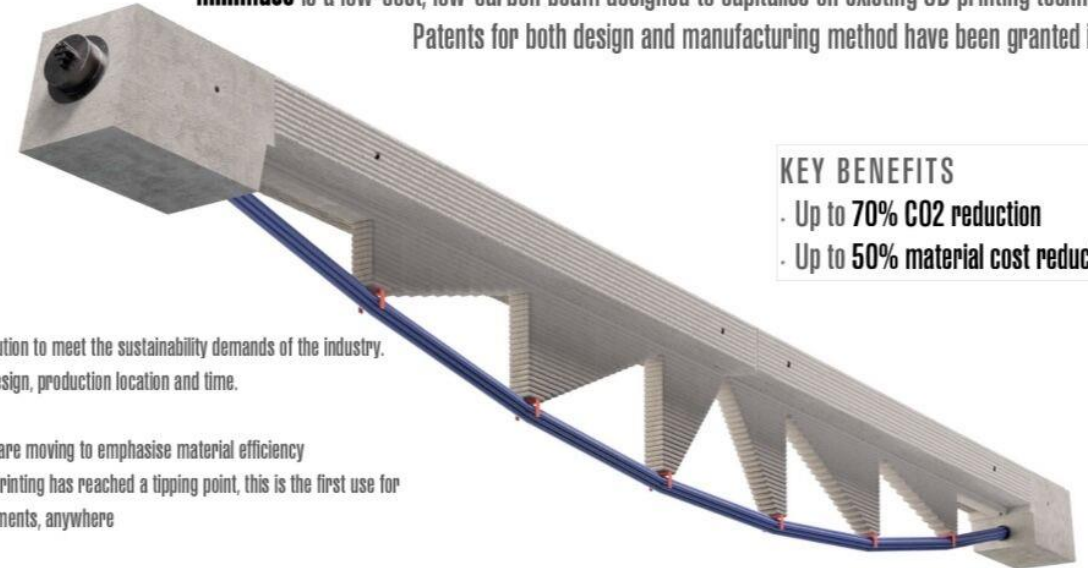
- A scalable solution to meet the sustainability demands of the industry.
- Flexibility in design, production location and time.

Why now?

- Global trends are moving to emphasise material efficiency
- 3D concrete printing has reached a tipping point, this is the first use for structural elements, anywhere

2022 © Strictly Confidential

Design construction products to use less material and less labour.
minimass is a low-cost, low-carbon beam designed to capitalise on existing 3D printing technology. Patents for both design and manufacturing method have been granted in UK.



KEY BENEFITS

- Up to **70% CO2** reduction
- Up to **50% material cost** reduction

78%
reduction in concrete
vs conventional beam

minimass

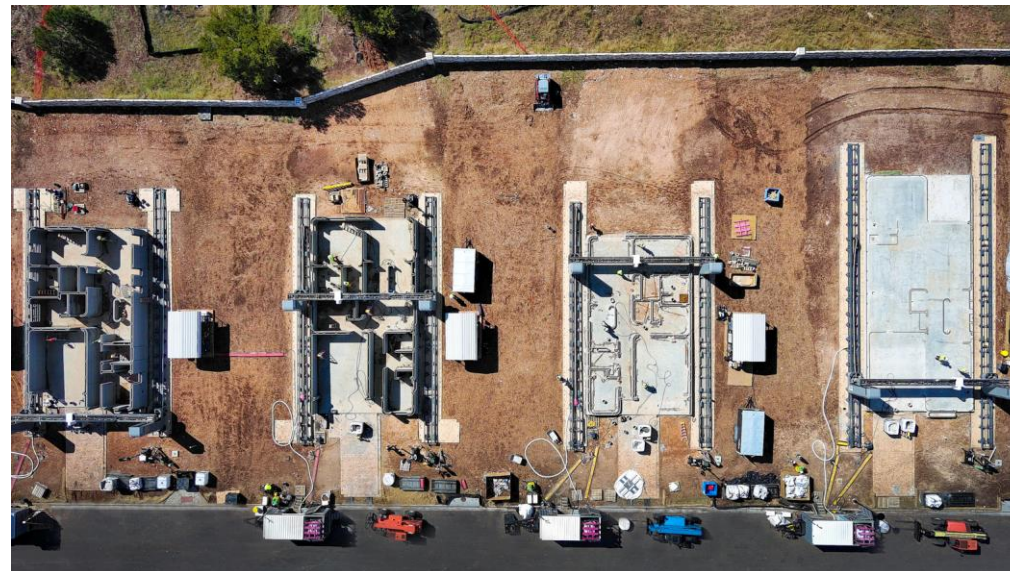
TEST BEAM SET UP



- Witteveen+Bos kopā ar Concrefy;
- Bauma 2022;
- 20 elementi, 4 pretensioning cables



- ICON kopā ar BIG – Bjarke Ingels Group
- Austin, TX, USA.
- 100 ēkas, 400 000\$ katra, vidēja tirgus cena
- CO₂ ietaupījums? –drošvien ka nē



Sadarbība ar nozari

- Papildus iekārtu dāvinājumi no industrijas – paldies SIA «REAKTĪVS»
- 2021. gada 30. septembrī laboratorija organizēja Pirmo 3D betona un būvmateriālu drukas semināru;
- Piedalījās visi galvenie šajā jomā aktīvie zinātnes un rūpniecības pārstāvji;
- Nākamais seminārs plānots tuvākajos mēnešos – runātājiem un interesentiem lūgums pieteikties



www.facebook.com/3DconcreteRTU

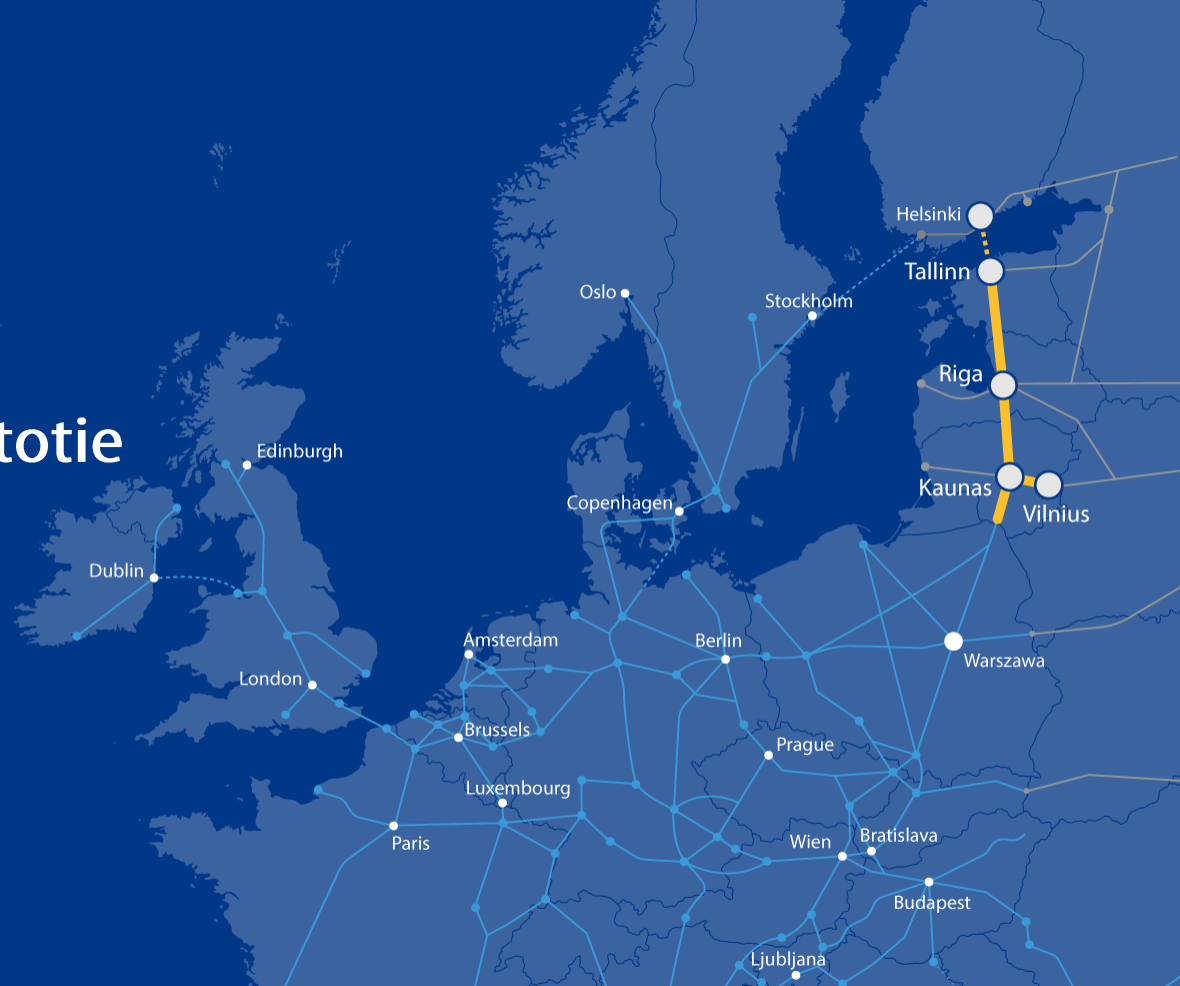
Paldies par uzmanību!

maris.sinka@rtu.lv



Rail Baltica inženierbūvēs pielietotie būvmateriāli un to raksturīgās īpašības

Līva Brūvere, RB Rail AS Tiltu inženiere
2022. gada 24. novembris



Design Speed

249 km/h – pasažieriem
120 km/h – kravu
pārvadājumiem

Eiropas standarta sliežu platums

1435 mm

Divu ceļu elektrības pieslēgums

2x25kV AC

Ass slodze

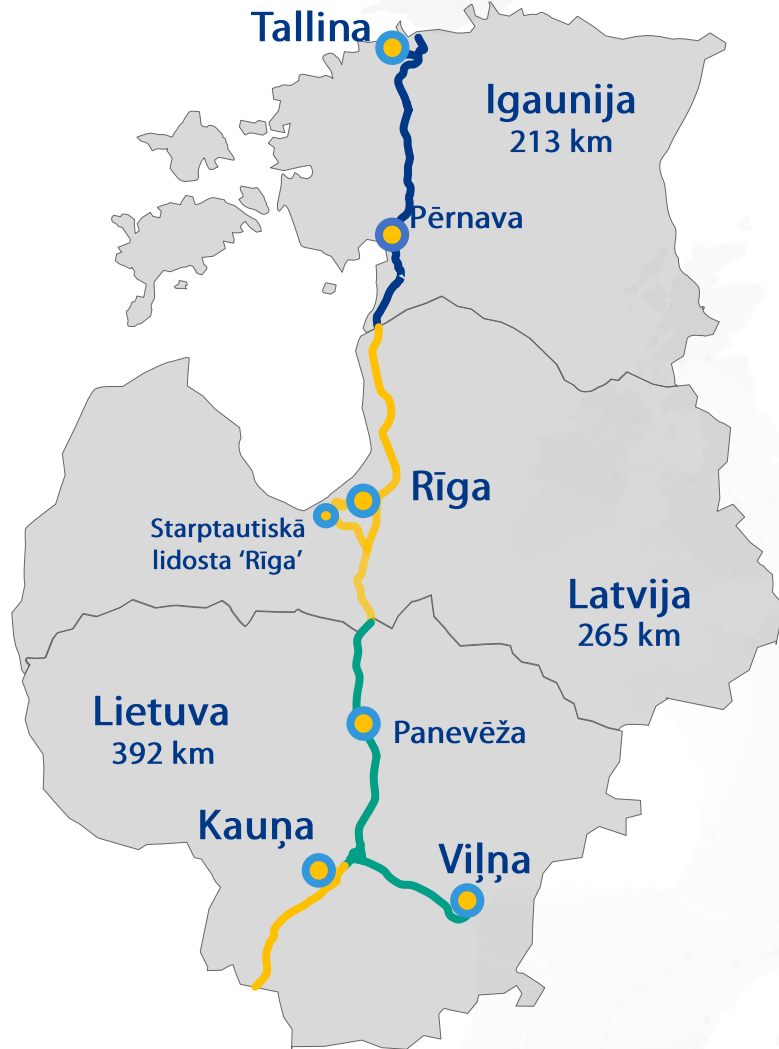
25 t

Satiksmes vadība

ERTMS 2

Maksimālais kravas vilciena garums

1050 m



3 pamattrases projektēšanas posmi



2 starptautiskās pasažieru stacijas



1 multimodālais kravu terminālis



4 pamattrases projektēšanas posmi



2 starptautiskās pasažieru stacijas



1 multimodālais kravu terminālis



4 pamattrases projektēšanas posmi



3 starptautiskās pasažieru stacijas



1 multimodālais kravu terminālis

Rail Baltica Latvijā: jau gads aktīvas būvniecības darbiem



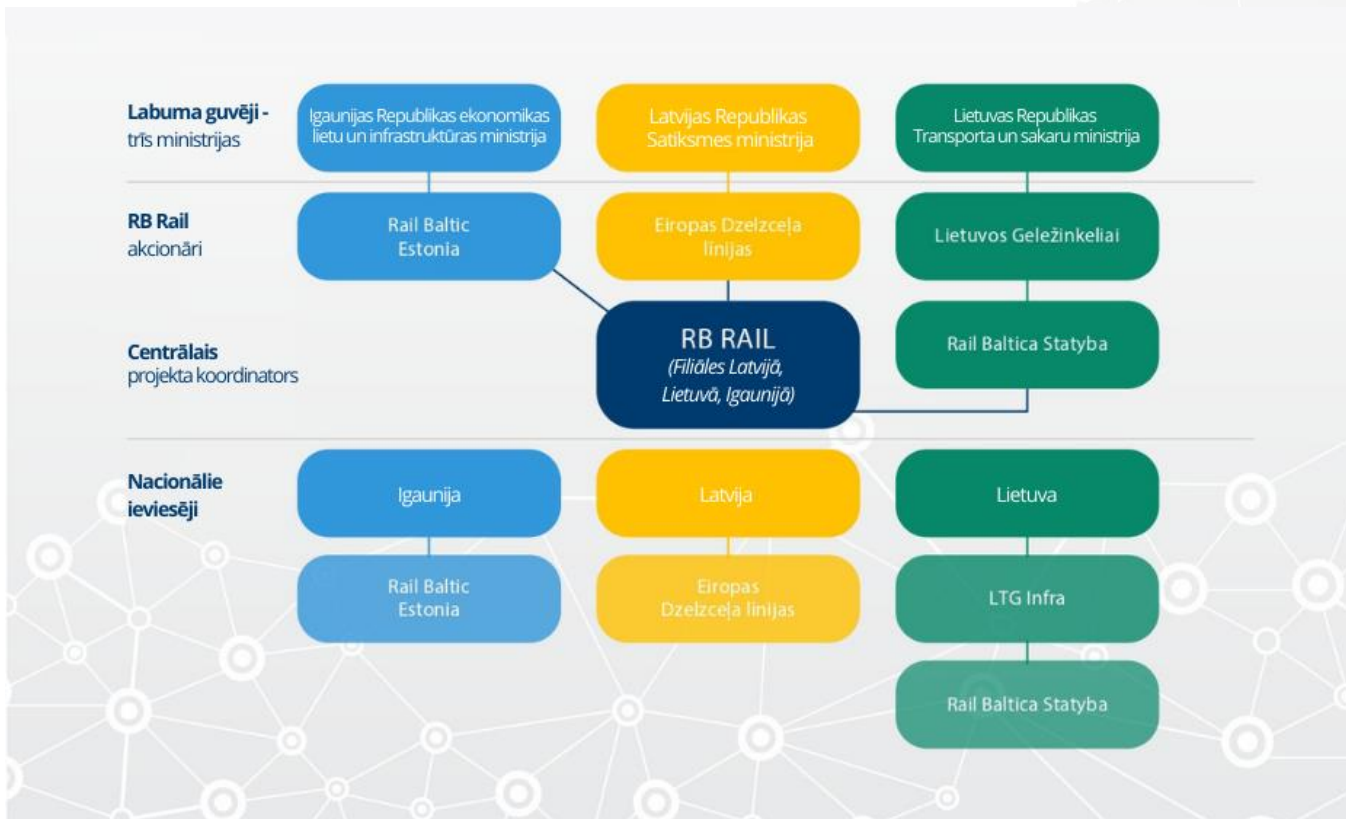
RIX

Rīga



- Pamattases projektēšana visā trases garumā (vairāk nekā 260 km)
- Pamattases būvniecības iepirkumam (~200km) 2. kārtā
- Būvdarbi RCS mezglā un starptautiskās stacijas lidostā 'Rīga' posmā turpinās
- Uzsākta būvprojekta izstrāde Salaspils multimodālajam kravu terminālim
- Parakstīts līgums par 16 Rail Baltica reģionālo staciju projektēšanu
- Norisinās infrastruktūras apkopes objektu projektēšana Iecavā un Skultē
- Apstiprināta ritošā sastāva depo atrašanās vieta Jaunmārupē
- Zemju atsavināšanas darbi uzsākti arī ārpus abu starptautisko staciju būvobjektiem

Projekta ieviešanas komanda



	Lgaunija	Latvija	Lietuva
Projektēšanas posmi	3	4	2**
Kopējais garums	213 km	265 km	168 km**
Dzelzceļa struktūras (tilti, pārvadi/ pārejas, viadukti, ekodukti, tuneļi)	84	103*	43**
Ceļu pārvadi	55	83*	21**
levērojamākās būves	<p>Dzelzceļa tilts pār Pārnu upi: kopējais garums 320m</p> <p>Dzelzceļa tilts pār Keila upi: kopējais garums 206 m</p>	<p>Dzelzceļa tilts pār Gaujas upi: kopējais garums 1400 m</p> <p>Apvienotais dzelzceļa / autoceļa tilts pār Daugavas upi: kopējais garums 1150 m</p> <p>Dzelzceļa tunelis Torņakalnā: garums 1350m</p>	<p>Dzelzceļa tilts pār Neris upi: kopējais garums 1510 m</p> <p>Dzelzceļa tilts pār Šešuva/Vēsa upi: kopējais garums 580 m</p> <p>Dzelzceļa tilts pār Mūsas upi: LV/LT, pārrobežu posms: kopējais garums 157m</p>

* dati var tikt precizēti pēc IVN pabeigšanas DS2 posmā un būvprojekta pamatrisinājumu izstrādes pabeigšanas DS1 posmā

**dati par posmu Kaunas – LV robeža, posmā Vilnius-Kaunas un Kauņas mezgls un Jiesia – PL robeža notiek teritorijas plāna izstrāde

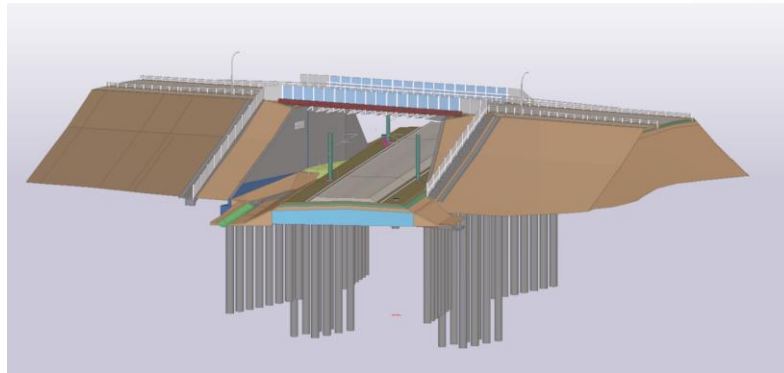
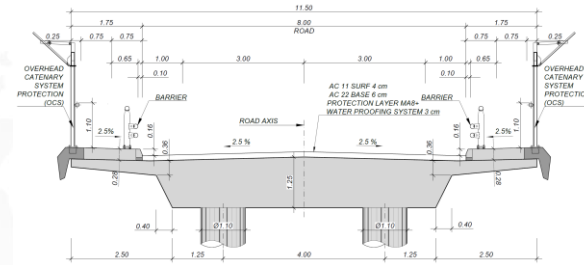
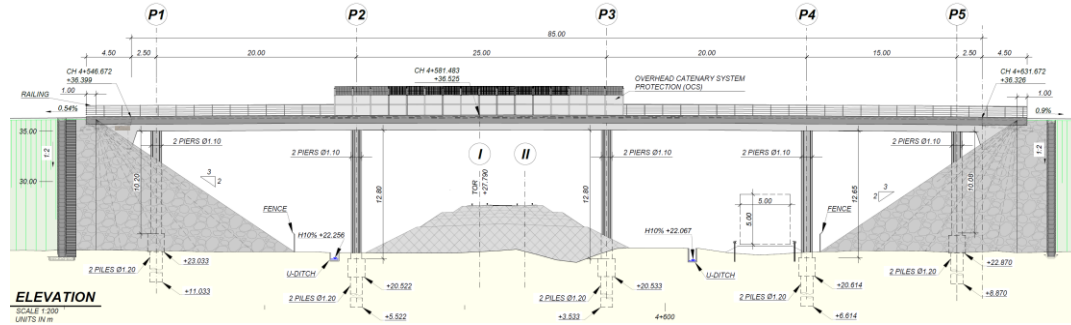
Rail Baltica projektēšanas vadlīniju prasības

- Ievērot EN standartu prasības (Eirokodeksi, EN 197-1, EN 206, EN 10080, EN 10025-2, u.c.)
- Būvju kalpošanas laiks 100 gadi (deformācijas šuves un balstīklas 50 gadi)
- Pretkorozijas pārklājuma kalpošanas laiks tērauda konstrukcijām vismaz 15 gadi, ārējās vides korozijaktivitātes kategorija C4
- Minimālā betona stiprības klase dzelzceļa būvēm
 - Laiduma konstrukcijas – C45/55
 - Balsti – C35/45
 - Pamati – C30/37
- Stiegrojums – $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $\epsilon_{uk} \geq 5 \%$
- Saspringtais stiegrojums – stiepes stiprība 1860 MPa vai 1770 MPa
- Tērauda klase S355 (nesošajām tiltu konstrukcijām)

Rail Baltica ieteicamie tiltu tipi

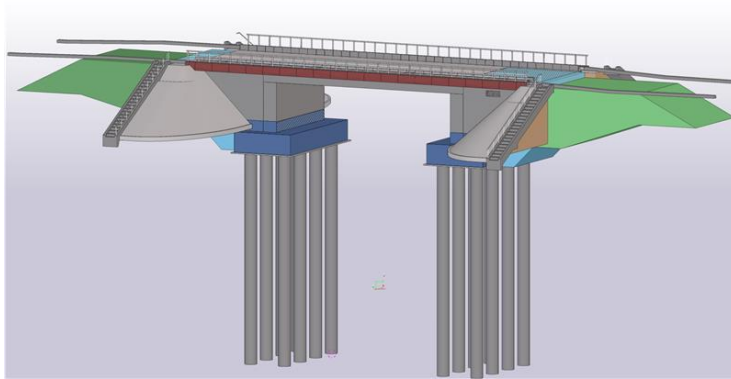
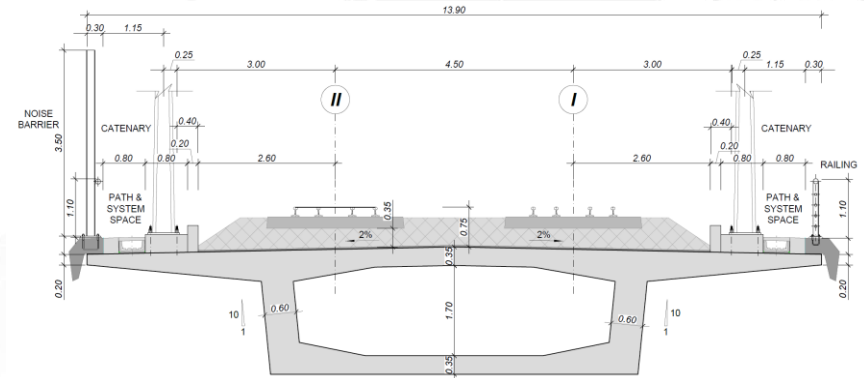
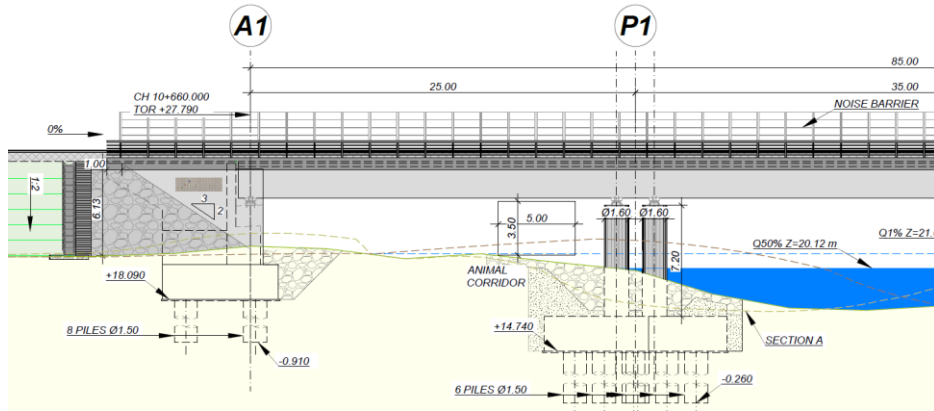
- Integrāli tilti bez balstīklām un deformācijas šuvēm
- Nepārtrauktas sistēmas tilti
- Dzelzsbetona tilti
- Laidumiem virs 50m, saspriesti dzelzsbetona kastveida siju tilti
- Laidumiem līdz 20m, dzelzsbetona plātnes tilti
- Tiltu balstiem, monolītas dzelzsbetona konstrukcijas

Ceļa pārvads



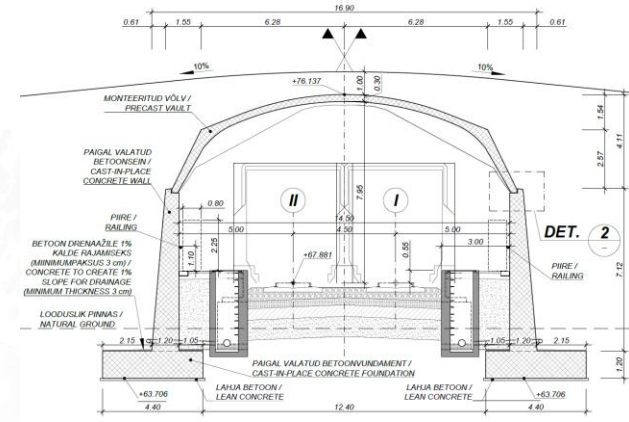
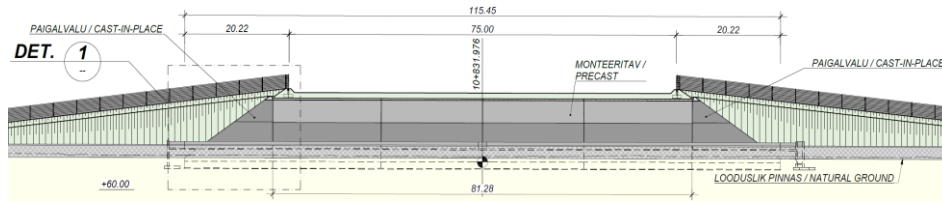
MATERIAL	ELEMENT	GRADE	EXPOSURE
LEAN CONCRETE	N/A	C16/20	N/A
CONCRETE	PILES	C30/37	XC2/XA1
	PILE CAPS	C30/37	XC2/XA1
	ABUTMENTS	C35/45	XC4/XD1/XF2
	PIERS	C40/50	XC4/XD1/XF2
	DECK	C45/55	XC4/XD3/XF4
	EDGE BEAM	C35/45	XC4/XD3/XF4
	TRANSITION SLAB	C30/37	XC2
REINFORCEMENT STEEL	OVERALL STRUCTURE	B500 (CLASS B)	N/A
PRESTRESSING STEEL	DECK	Y 1860 S7	N/A

Dzelzceļa tilts



MATERIAL	ELEMENT	GRADE	EXPOSURE
LEAN CONCRETE	N/A	C16/20	N/A
CONCRETE	PILES	C30/37	XC2
	PILE CAPS	C30/37	XC2
	ABUTMENTS	C35/45	XC4/XD1/XF2
	PIERS	C40/50	XC4/XD1/XF2
	DECK	C45/55	XC4/XD1/XF3
	EDGE BEAM, PEDESTRIAN PATH AND BALLAST WALL	C35/45	XC4/XD1/XF3
REINFORCEMENT STEEL	OVERALL STRUCTURE	B500 (KLASS / CLASS B)	N/A
PRESTRESSING STEEL	DECK	Y 1860 S7	N/A

Dzīvnieku pāreja



Loone dzīvnieku pāreja Igaunijā, 2022.novembris



MATERJĀL / MATERIAL	ELEMENT / ELEMENT	KLASIS / GRADE	KOKKUPĀUDE / EXPOSURE
LAHJA BETONS / LEAN CONCRETE	N/A	C16/20	N/A
BETONS / CONCRETE	VĒNDĀTĀVĀNĀ / FOUNDATION	C30/37	XC2
	SEINĀ / WALL	C35/45	XC4/XD1/XF2
	MONTEERITUD VÖLVĀ / PRECAST VAULT	C45/55	XC4/XD1/XF2
	PAIGAL VALĀTUD VÖLVĀ / C.I.P. VAULT	C45/55	XC4/XD1/XF2
ARMATŪRS / REINFORCEMENT STEEL	ĻĒDĒNE STRUKTŪRS / OVERALL STRUCTURE	B500 (KLASS B / CLASS B)	N/A

Apvienotais tilts pār Daugavu

Tilta garums 1150m
Laiduma shēma 125m + 6 x 150m + 125m

Platums

- Autoceļa daļa 23,10m (optimizēts NP26)
- Dzelzceļa daļa 12,1m

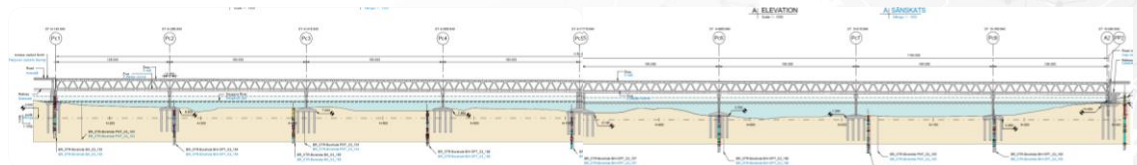
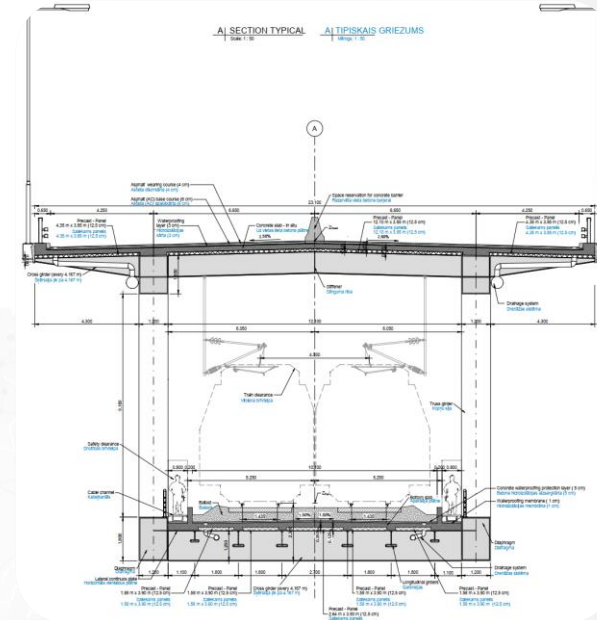
Projektētais ātrums

- Autoceļa brauktuve 90km/h
- Ātrgaitas dzelzceļš (249km/h, 200km/h, 120km/h)

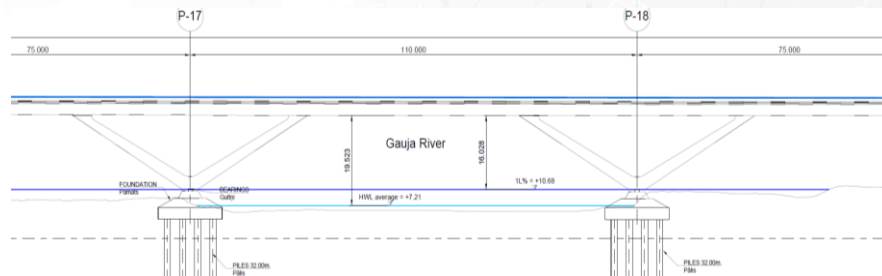
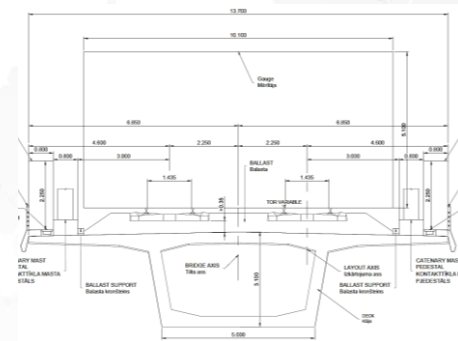
Konstrukcija

- Tērauda kopnes tilts
- Monolīta dzelzsbetona autoceļa un dzelzceļa klājs

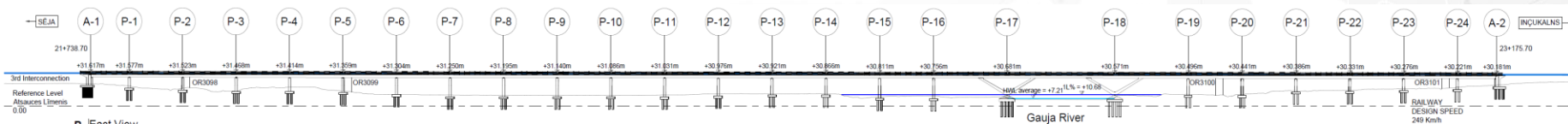
Tilts projektēts atbilstoši Eurocode dzelzceļa un autoceļa slodzēm



Tilts pār Gaujas upi garākā būve Rail Baltica projektā Latvijā



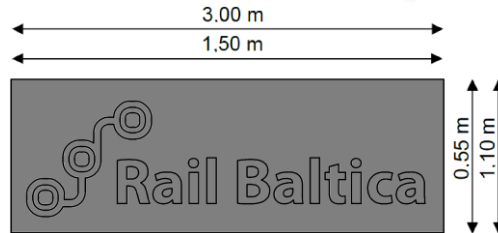
Laidumu shēma: 40m + 15 x 55m + 75m + 110m + 75m + 5 x 55m + 40m. Kopā: 1440m



Saliekami betona elementi – projekta Rail Baltica logotips

Divi standarta izmēri:

- Mazais panelis 1,50m x 0,55m
- Lielais panelis 3,00m x 1,10m



- Burti un logotips ir 10 mm iestrādāti virsmā
- Burtu fonts ir Myrad Pro

Izbūves tehnoloģija:

- Saliekams elements
- Specifisks veidnis

Assaku ceļa pārvads Igaunijā, 2022.novembris



Betons Cements

- Tips CEM I (EN 197-1)
- Stiprības klase 32.5 vai augstāka

TYPES OF CEMENT	
Type of concrete	Type of cement
Mass concrete	Ordinary cements except types CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T and CEM III/C ESP VI-1 cements for special purposes
Reinforced concrete	Ordinary cements except types CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C and CEM V/B
Prestressed concrete	Ordinary cements of types CEM I and CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM I/A-V, CEM II/A-P and CEM II/A-M(V,P)

Table 99. Types of cement to be used

Pildviela

- Normālās un smagās pildvielas – EN 12620
- Vieglās pildvielas – EN 13055-1

Piedevas

- Tehnoloģiskās piedevas – EN 934-1, EN 934-2
- Rukumu mazinošas piedevas
- Hlorīda katalītiskās piedevas aizliegtas

Ūdens (EN 1008)

Pigments (saliekamai fasādes sijai)

- Sasniedzamais tonis Latvijā RAL 3011 (Sarkans)
- EN 12878
- 5% no cementa masas

Paldies par uzmanību!

