



Universitātes
nākotnes
inženieri



3D drukāts betons - aktualitāte pasaulē un sasniegtais Latvijā

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

26.11.2022.



Būvniecības profesionālā bakalaura studijas

LATVIJAS KVALIFIKĀCIJU IETVARSTRUKTŪRA



STUDIJU PROGRAMMAS

Studiju programma	Kopējais budžeta vietu skaits*	Maksa semestrī			Studiju uzsākšana**
		Pilna laika (klātiene)	Nepilna laika (neklātiene)	Nepilna laika (klātiene)	
<i>Pirmā līmeņa profesionālā augstākā izglītība:</i>					
Būvniecība	37	€ 1 500	€ 900	-	Rīga, Daugavpils, Liepāja
<i>Akadēmiskās bakalaura studijas:</i>					
Biotehnoloģija un bioinženierija	-	€ 1 200	-	-	Rīga
<i>Profesionālās bakalaura studijas:</i>					
Būvniecība	140	€ 1 500	€ 900	-	Rīga
Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģija	40	€ 1 500	€ 900	€ 1 150	Rīga
Transportbūves	50	€ 1 500	€ 900	-	Rīga
Ģeomātika	20	€ 1 500	€ 900	-	Rīga

BŪVINŽENIERA PIENĀKUMI | PRASMES

- 1** Būvniecības ierosinātāja konsultēšana
- 2** Būvju tehniskā apsekošana un inženierizpēte
- 3** Būvprojekta izstrādāšana un ekspertīze.



- 4** Būvdarbu procesa vadīšana
- 5** Būvuzraudzība un būvdarbu kontrole
- 6** Būves informācijas modelēšana (BIM)
- 7** Zinātniski pētnieciskā darbība - inovācijas

**KĀPĒC
KĻŪT
PAR BŪVNIĒKU?**

**KĀ
KĻŪT
PAR BŪVNIĒKU?**

AIZRAUJOŠA PROFESIJA
BŪVNIĒKS

Latvijā būvē
modernas un
pasaulē slavenas
ēkas, būvnieki ar
tām lepojas.

Stilīgi,
mēs arī
vēlamies būt
būvnieki!

PAR KO
KĻŪT?



**UNIKĀLS
ĀTRGAITAS
DZELZCEĻA UN
AUTO TILTS
LATVIJĀ,
SALASPILĪ,
RAIL BALTICA
PROJEKTĀ.
PASAUĻĒ TĀDI IR
TIKAI TRĪS**



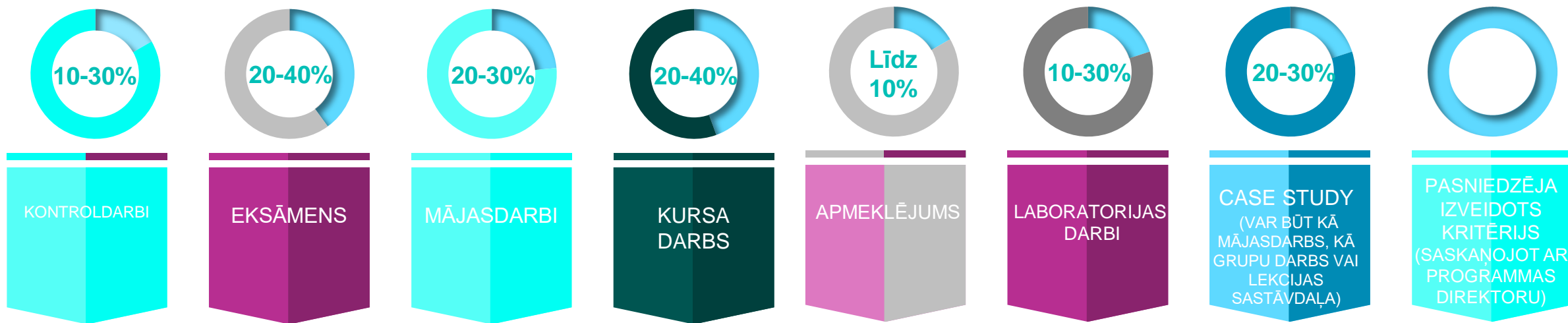
**KO
DARA
BŪVNIĒKS?**

INFORMATĪVI IZGLĪTOJOŠS MATERIĀLS JAUNIEŠIEM PAR BŪVNIĒKA PROFESIJU

Būvinženiera studijas

1. Vispārīzglītojošie priekšmeti - 25 KP
2. Nozares teorētiskie priekšmeti – 40 KP
3. Specializējošie studiju priekšmeti – 69 KP
4. Brīvās izvēles studiju priekšmeti – 6 KP
5. Prakse – 20 KP
6. Diplomprojekts – 20 KP

KOMPETENCES NOVĒRTĒJUMS



SEMESTRA GALA ATZĪME



Engineer your
international
experience
by joining the

SUMMER SCHOOL

"Sustainable
Construction –
from Traditions
to Innovations"

August 19–30, 2018
Riga, Latvia



Participation fee

The participation fee covering registration, tuition, accommodation in the student hostel of RTU, meals (breakfast and lunch) and the social program is **EUR 700**. The participants will have to cover their travel expenses and health insurance. Based on the evaluation of the application documents, participant with the most outstanding results will receive a discount for covering participation fee.

Application

The deadline for submitting the application is
May 18, 2018

Please enclose the following documents
in English:

- Application form: rtu.lv/en/sustainability
- Curriculum Vitae
- Letter of motivation (1 page)

Contacts

The International Relations Department of RTU will be happy to answer all **questions concerning organizational and content related matters**, which might occur before the summer school starts or during its course.

Phone: +371 67089790
eriks.badamsins@rtu.lv
facebook.com/internationalrelationsrtu

rtu.lv/en/sustainability



Būvniecības inženierzinātņu fakultāte

Budžeta vietas: **258**

Studiju ilgums: **3 - 5 gadi**

Studiju vieta: **Rīga**



Atsevišķās programmās uzsāc studijas arī
Cēsīs, Daugavpilī, Liepājā vai neklātienē

Uzzini vairāk:

rtu.lv/bif

Būvniecības nozares kvalifikāciju struktūrā iekļauto profesiju karte 6., 7.LKI

Zemes vienība un tās izmantošanas noteikšana

Būvniecības process

Nekustamā īpašuma ekspluatācija un pārvaldība

7.LKI

Telpiskās attīstības plānotājs

Arhitekts

Būvinženieris

Būvniecības tāmju inženieris

Ainavu arhitekts

Ēku būvinženieris

Inženiersistēmu būvinženieris

Transportbūvju būvinženieris

6.LKI

Ģeodēzijas un kartogrāfijas inženieris

Ģeodēzijas inženieris

Kartogrāfijas inženieris

Hidrogrāfijas inženieris

Zemes ierīcības inženieris

Ģeotehnikas inženieris

Būvakustiķis

Ēku būvinženieris

Hidrotehnikas būvinženieris

Ostu un jūras hidrotehnisko būvju būvinženieris

Inženierkomunikāciju būvinženieris

Transportbūvju būvinženieris

Ainavu būvinženieris

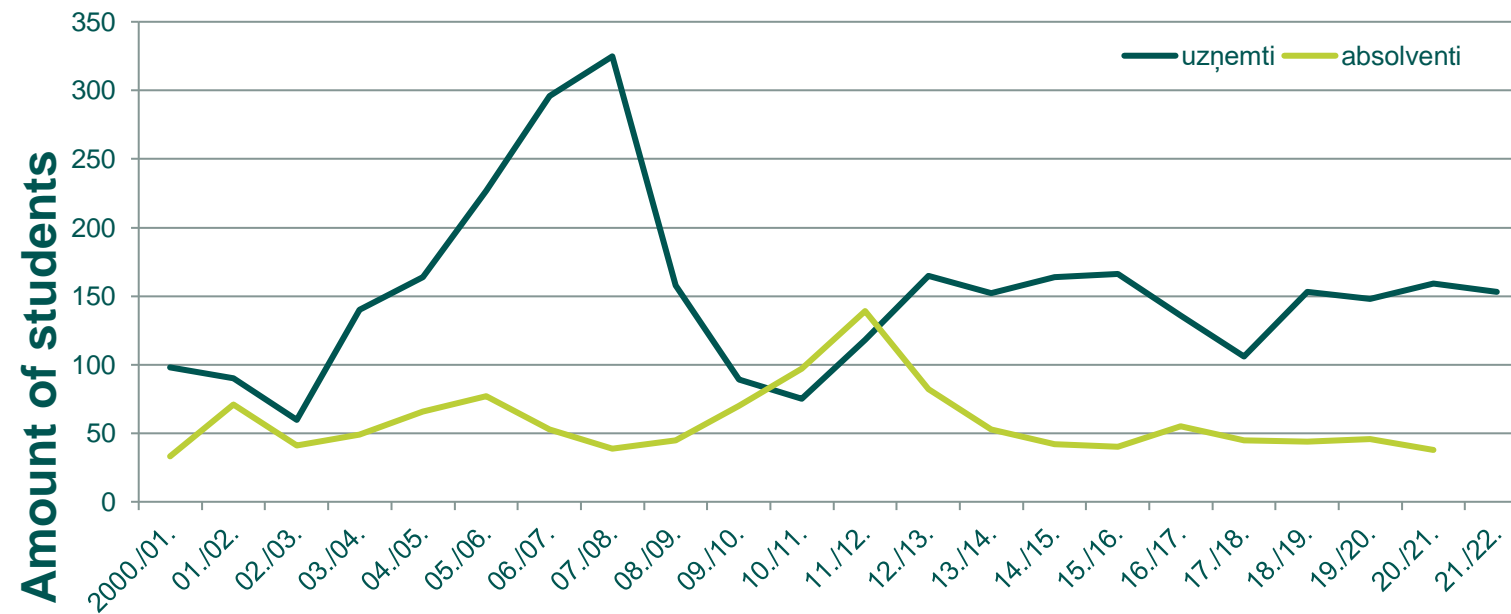
Nekustamā īpašuma speciālists

Nekustamā īpašuma speciālists

Nekustamā īpašuma inženieris - ekonomists

Būvniecības inženierzinātņu bakalaurs

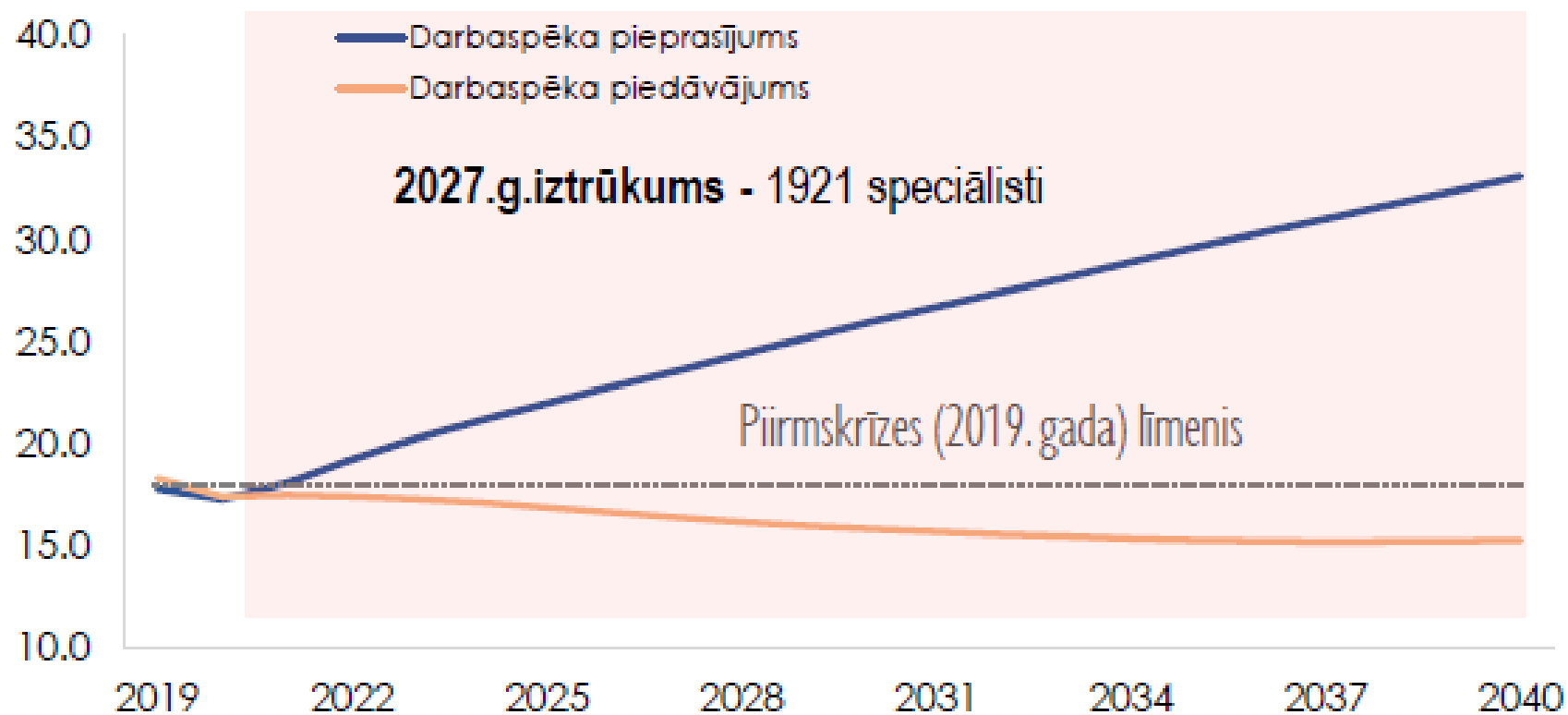
Imatrikulētie un absolventi



LBS izsniegti sertifikāti

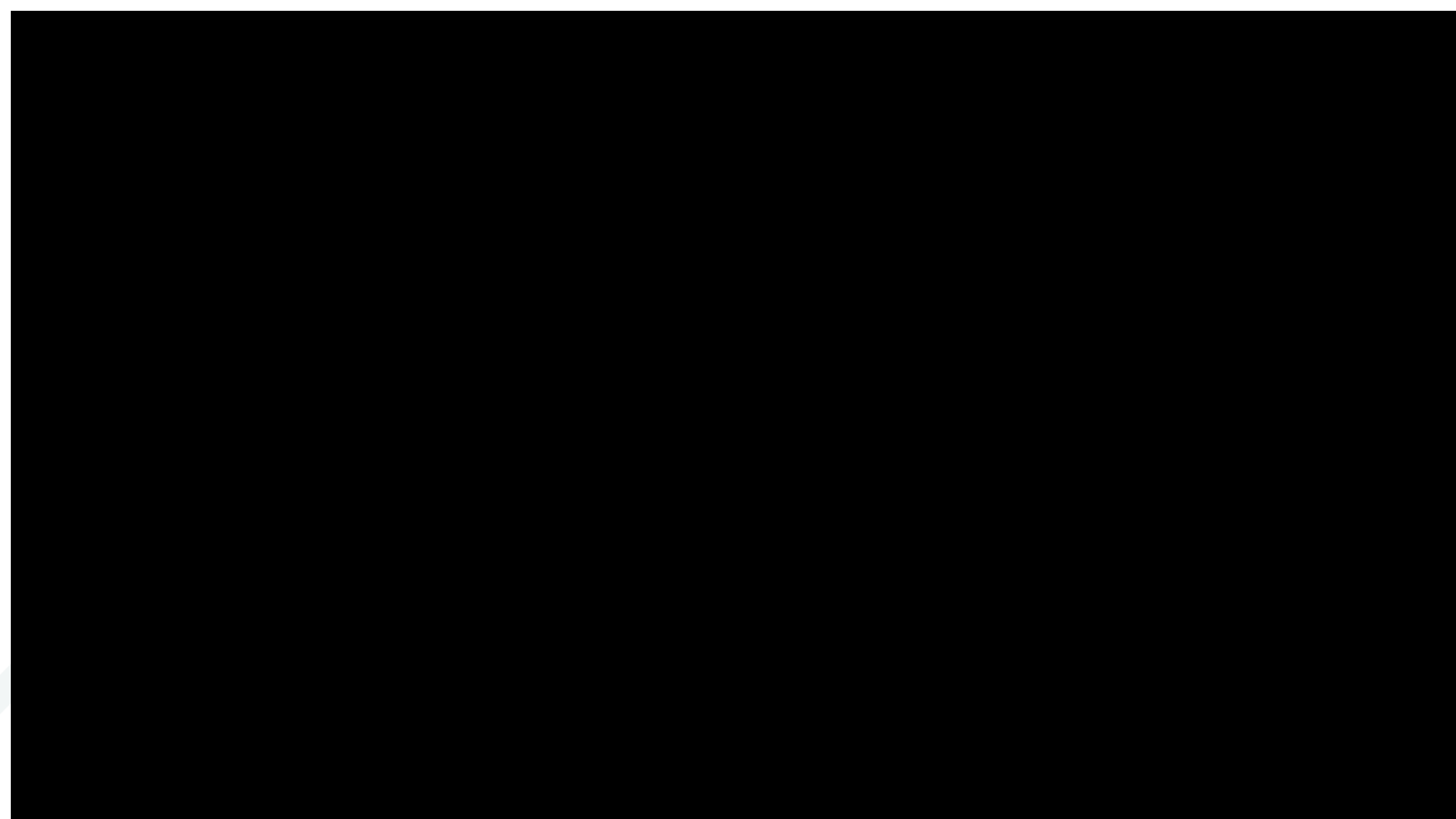
Darbības joma	Darbības sfēra	31.12. 2020	31.12. 2021	Izmaiņas +/-
Inženierizpēte		22	24	+2
Projektēšana	Ēkas	354	360	+6
	Tilti	35	49	+14
	Ceļi	191	187	-4
Būvdarbu vadīšana	Ēkas	1961	1896	-65
	Restaurācija	45	41	-4
	Tilti	91	86	-5
	Ceļi	542	526	-16
Būvuzraudzība	Ēkas	955	903	-52
	Restaurācija	30	26	-4
	Tilti	70	69	-1
	Ceļi	288	271	-17
Kopā		4584	4438	-146

Izglītības programmu grupā «Būvniecība un civilā celtniecība»



Avots: EM prognozes (2020)

Dzelzsbetons un betonēšana



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





 thelayerlord

**How concrete homes are
built with a 3D printer**





TU Braunschweig – S3DP



LU – Double Curved Panels



TU/e – Bridge Parts



HuaShang Tengda – wall



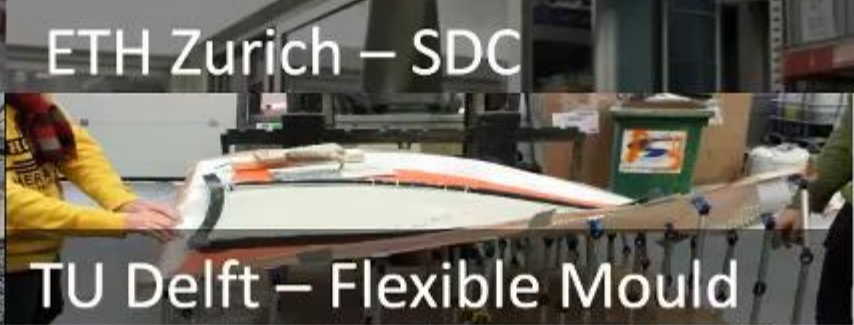
ETH Zurich – SDC



d-Shape – 3D forms



ApisCor – formwork

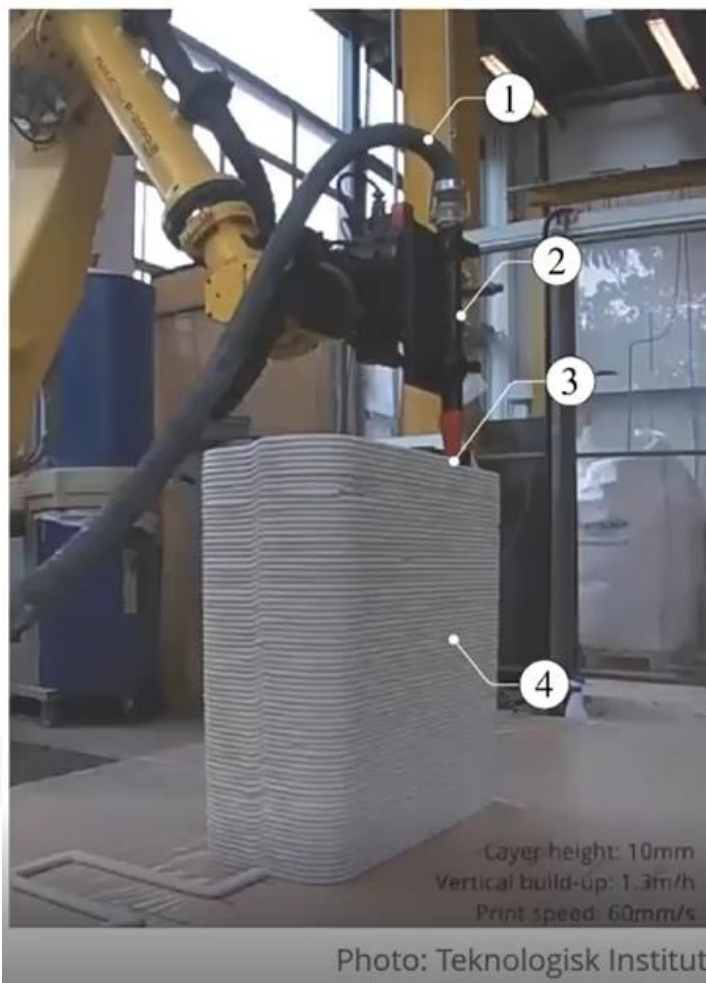


TU Delft – Flexible Mould



ETH Zurich -Mesh Mould

Svarīgākie drukāšanas/testēšanas posmi



- Transportēšana / sūknējamība



- Drukšanas galviņas process / Ekstrudējamība



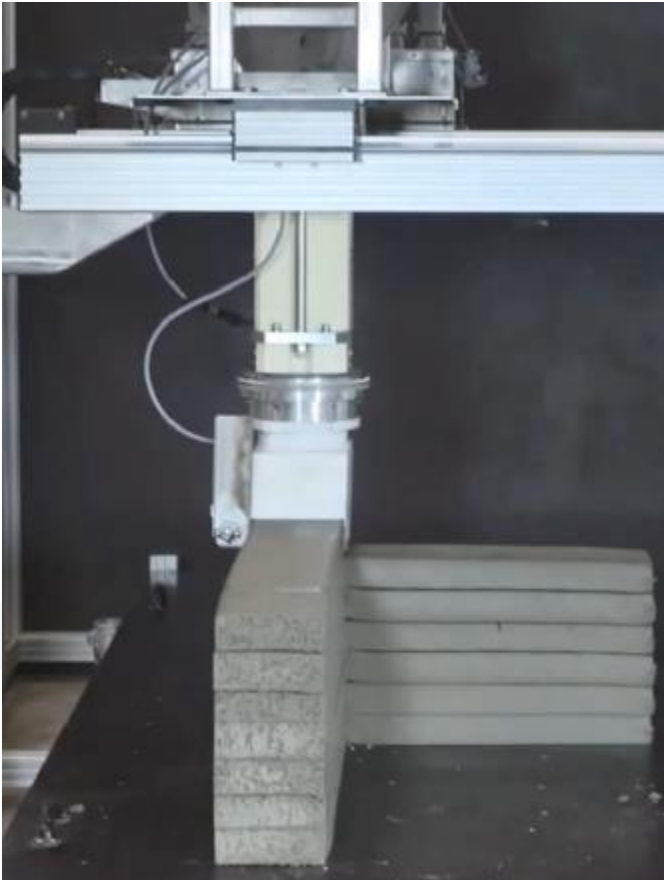
- Deformācijas drukāšanas laikā / Būvniecība



- Materiāla uzvedība pēc drukāšanas

Ekstrūzijas režīmi

- Stingra materiāla ekstrūzija



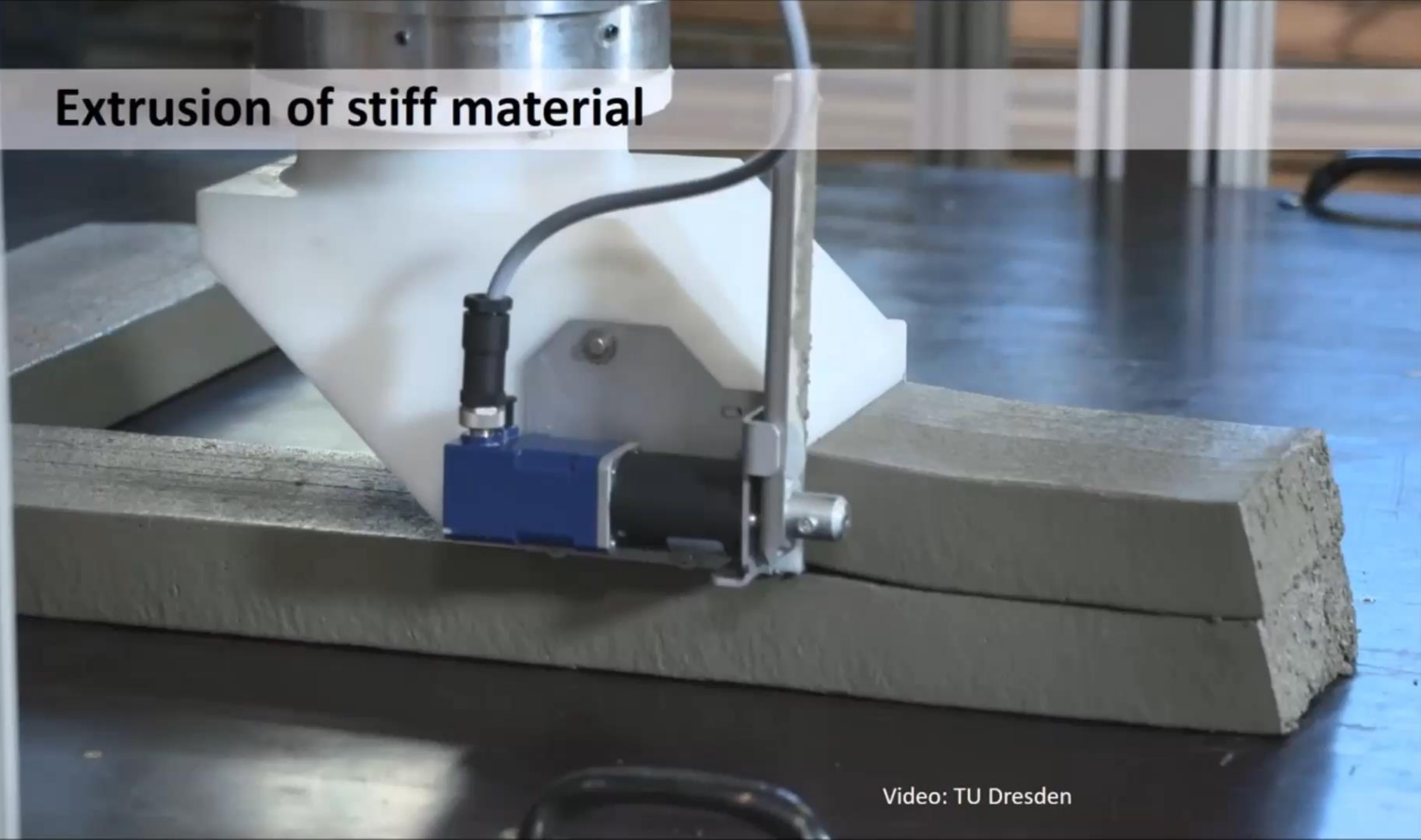
- Plūstoša materiāla ekstrūzija



- Visbiežāk izmantotais režīms ir orientēta presēšana



Extrusion of stiff material



Extrusion: Challenges



Extrusion rate too slow

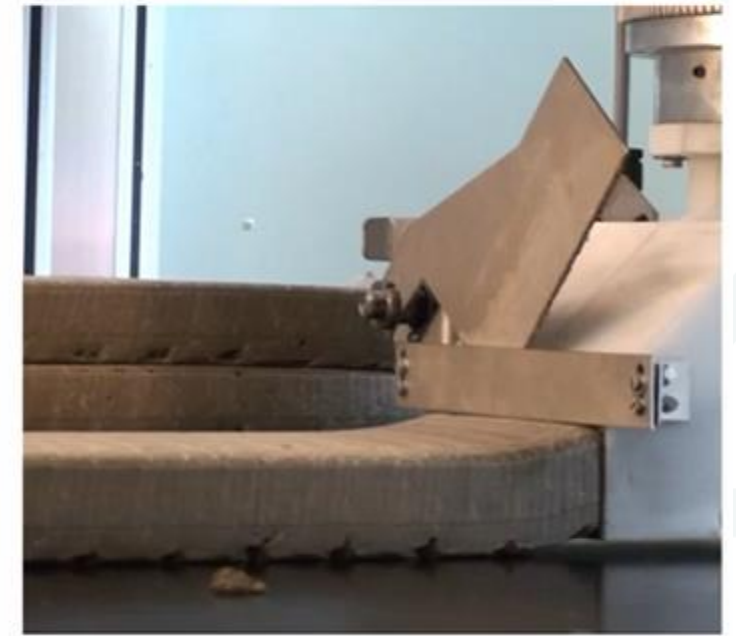


Nerella, Näther, Iqbal, Butler, Mechtcherine, *Cement and Concrete Composites* 95 (2019) 260-270

Extrusion rate too fast



“Tearing” of extruded layer



Mechtcherine, Nerella, *Construction Printing Technology* 1 (2020) 10-17



Extrusion: Challenges



Photo: TU Dresden



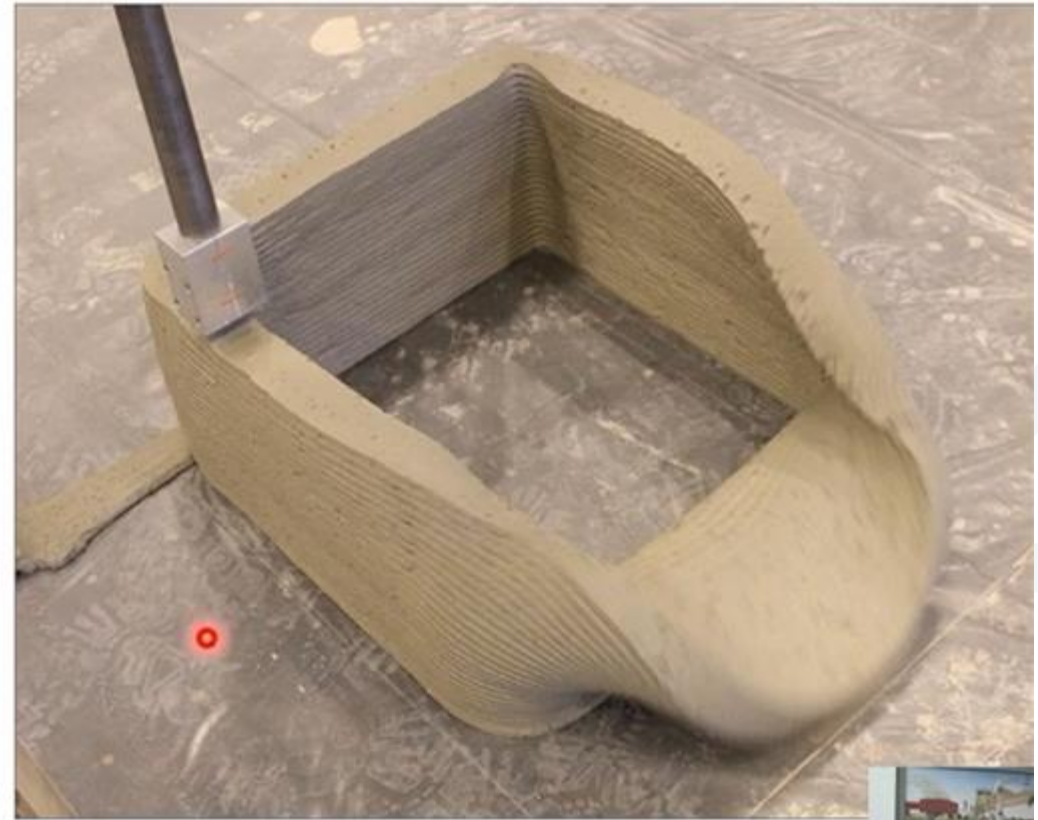
Mechanical behavior after deposition

Material failure



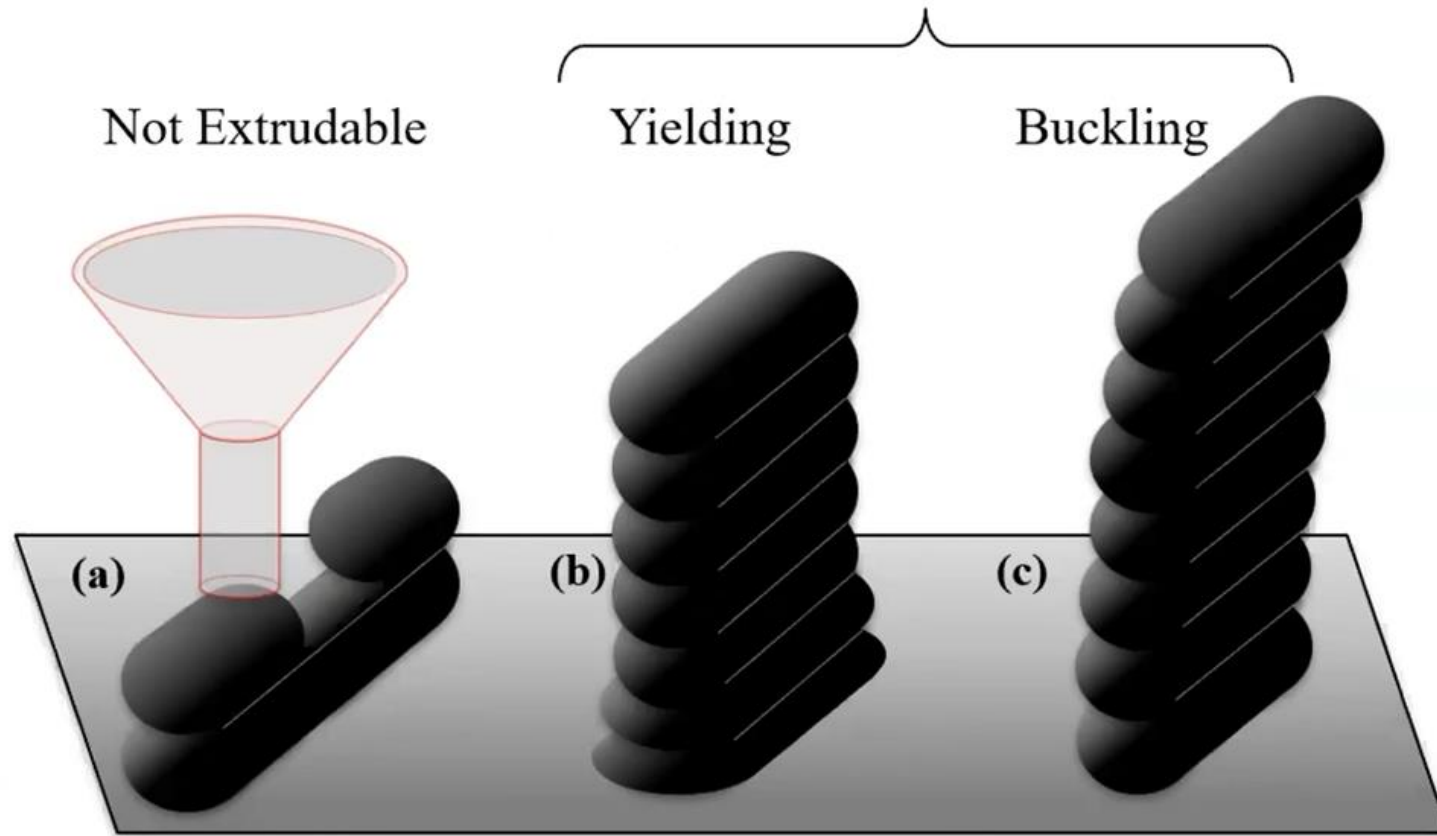
Mechtcherine, Nerella, *Construction Printing Technology 1* (2020) 10-17

Loss of stability



Suiker, Wolfs, Lucas, Salet, *Cement and Concrete Research* (

Buildability and Failure Mechanisms



Structural DFC projects (2014-2019)



Project name or description	Location, year	DFC fabricator, country
3D concrete printed castle	USA, 2014	TotalKustom
Loward Grand Hotel, Hotel Suite	Angeles City Pampanga, Philippines, 2015	Total Kustom, USA
Office Building	Dubai, May 2016	Winsun, China
Krypton post	Aix en Provence, France, 2016	XtreeE, France
USH sinusoidal wall	Paris, France, 2016	XtreeE, France
R&D Drone Laboratory	Dubai, 2017	CyBe, Netherlands
Pedestrian bridge	Madrid, Spain, 2017	Acciona Spain with D Shape, Italy
Bicycle bridge	Gemert, Netherlands, 2017	TU/e, Netherlands
Apis Cor printed house, Russia	Moscow, Russia, 2017	Apis Cor, Boston, USA
Maison Concept YRYS	Akençon, France, 2017	XtreeE, France
Stormwater Collector	Lille, France, 2017	XtreeE, France
3D Housing 05	Milan, Italy, 2018	Italoementi with CyBe
The BOD	Denmark, 2018	COBOD, Denmark
KnitCandela	Mexico City, Mexico, 2018	NCCR Digital Fabrication, Switzerland
3D Printed Concrete Pedestrian Bridge	Shanghai, China, 2019	Tsinghua University (School of Architecture)
DFAB House	Dübendorf, Switzerland, 2019	NCCR Digital Fabrication, Switzerland
Future Tree	Esslingen, Switzerland, 2019	NCCR Digital Fabrication, Switzerland
De vergaderfabriek, meeting room	Teuge, Netherlands, 2019	Cybe, Netherlands
Cohesion Pavilion	Innsbruck, Austria, 2019	Incremental3D, Austria
Building Apis Cor, Dubai	Dubai, UAE, 2019	Apis Cor, Boston, USA
3D printed community	Tabasco, Mexico, 2019	ICON, USA
3D printed post tensioned concrete girder designed by topology optimization	Ghent, Belgium, 2019	Ghent University (Concrete3D Lab), Belgium
		With Vertico, Netherlands

- **22** structural DFC projects
- **11** Buildings (house or office), **4** bridge structures, **7** components or architectural structures
- Layered extrusion (**17**), particle bed fusion (**1**), formwork printing (**1**), hybrid/combination techniques (**3**)



Documented structural applications of DFC

Project: Future Tree - Esslingen, Switzerland, 2019

DFC techniques: the Eggshell technology was used to build a structural 2.1 m tall concrete column

Structural Design: SIA 260:2013, SIA 261:2014 and SIA 262:2013 codes (conventional procedures)

- Eight outer ribs serving as a support for the timber profiles
- Resist the global loads of the timber roof
- Reinforcing bar cage can be fit to the formwork geometry
- Minimum reinforcement to guarantee crack width control and to avoid brittle failures at cracking







Documented structural applications of DFC

Project: Bicycle bridge Gemert, in Gemert, the Netherlands 2017

DFC techniques: Layered extrusion at the TU/e 3DCP + on site assembly

Structural Design: Design loads from EN 1991 - design values according to EN 1990, Annex D

- The input material properties and checking criteria were obtained from experimental testing at the TU/e
- Directionally dependent compressive and tensile strength data, as well as data on stiffness, shrinkage and creep
- A full 3D non-linear Finite Element Model (FEM) was developed for the structural calculations



Documented structural applications of DFC

Project: Bicycle bridge Gemert, in Gemert, the Netherlands 2017

DFC techniques: Layered extrusion at the TU/e 3DCP + on site assembly

Structural Design: Design loads from EN 1991 - design values according to EN 1990, Annex L

- Prestressing action: post-tensioned rods, anchored in cast concrete head blocks and fed through openings in the segment structure
- In the perpendicular direction: innovative concept of entrained high strength steel cable reinforcement
- “Design by Testing” - Annex D of the EN 1990: two large scale tests: destructive 4-point bending test on a 1:2 scale mock-up (failure resistance and failure behavior)

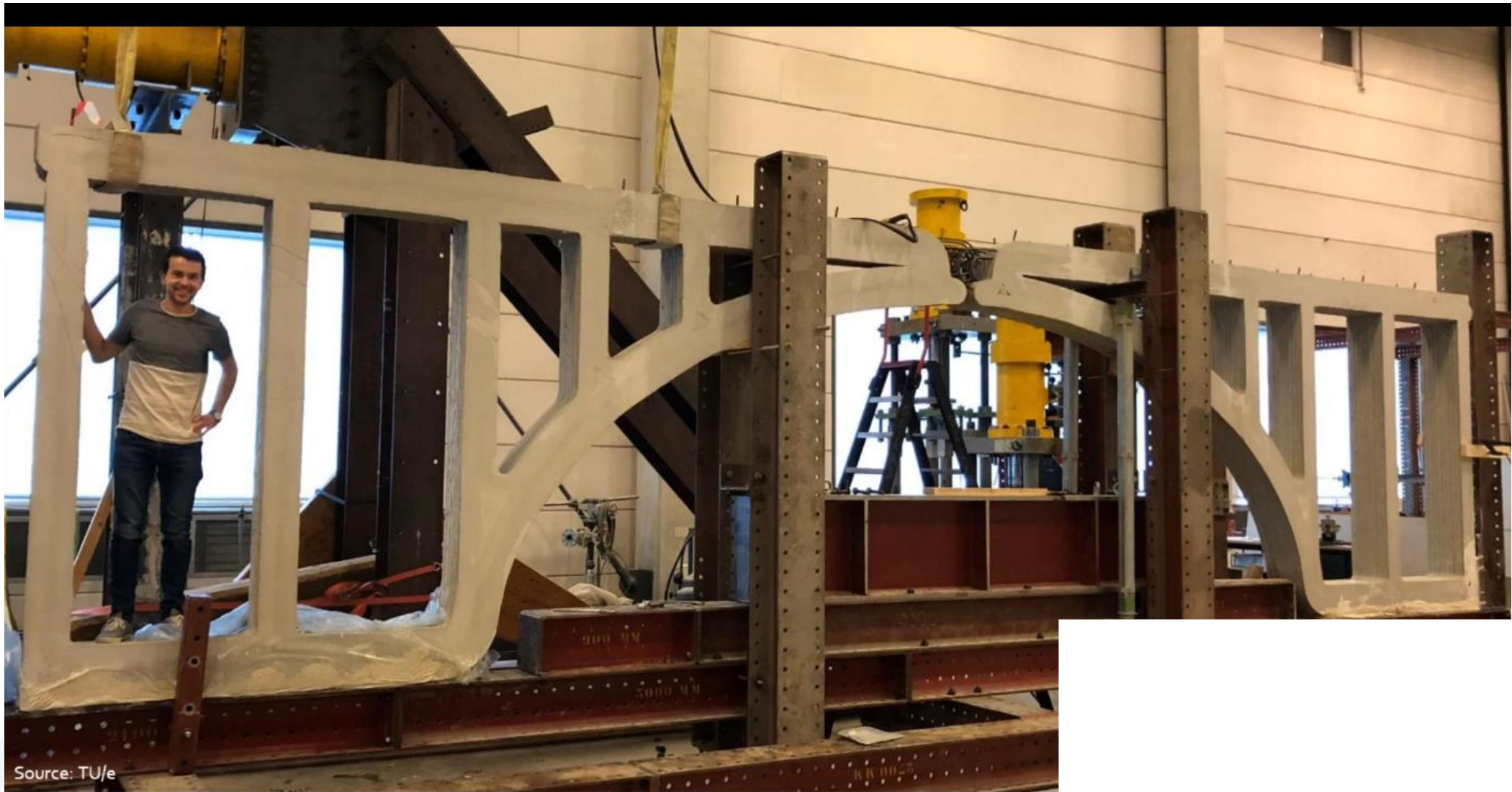




Source: Michiel van der Kley – the Bridge project Nijmegen

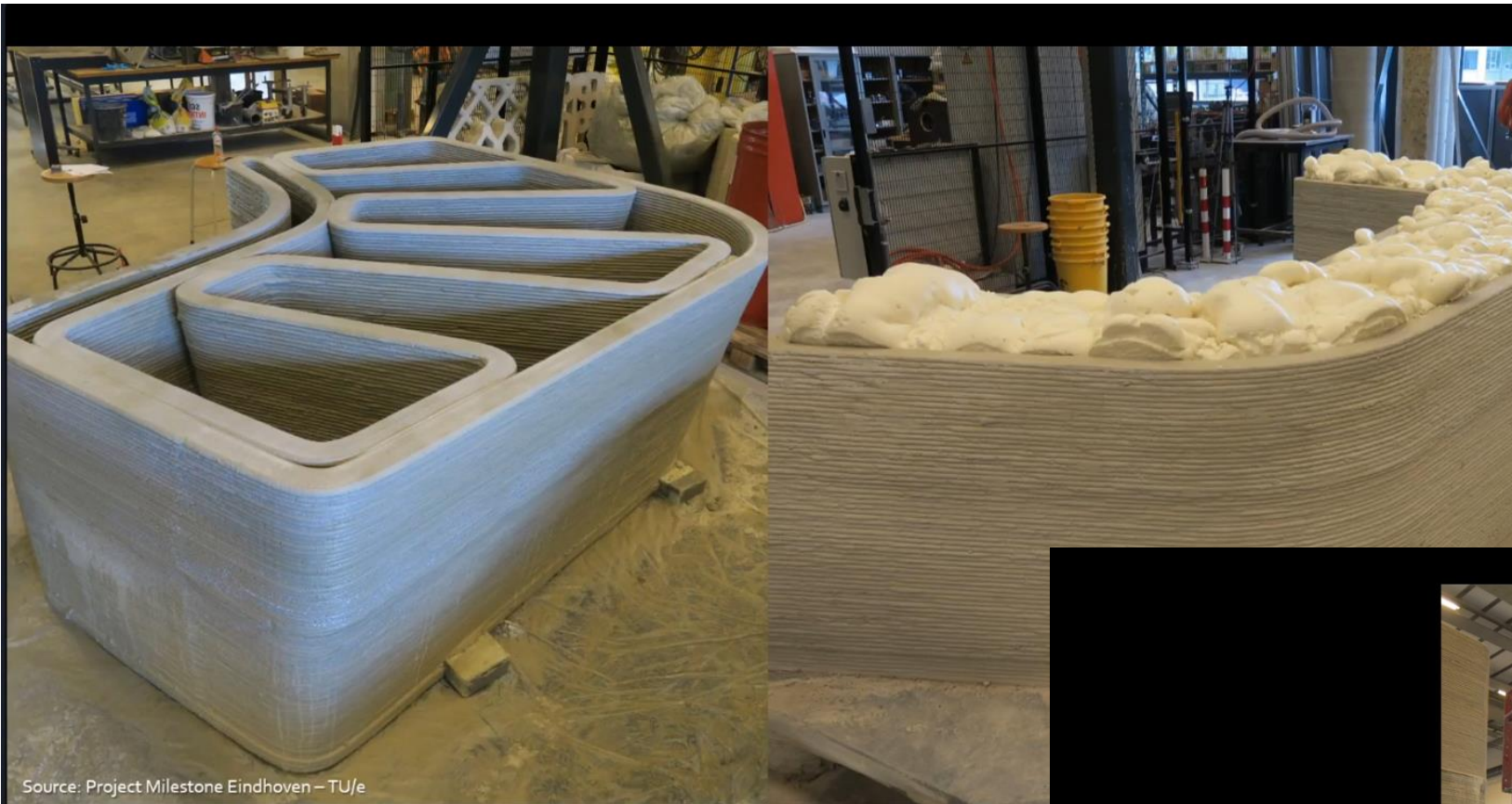


Source: TU/e

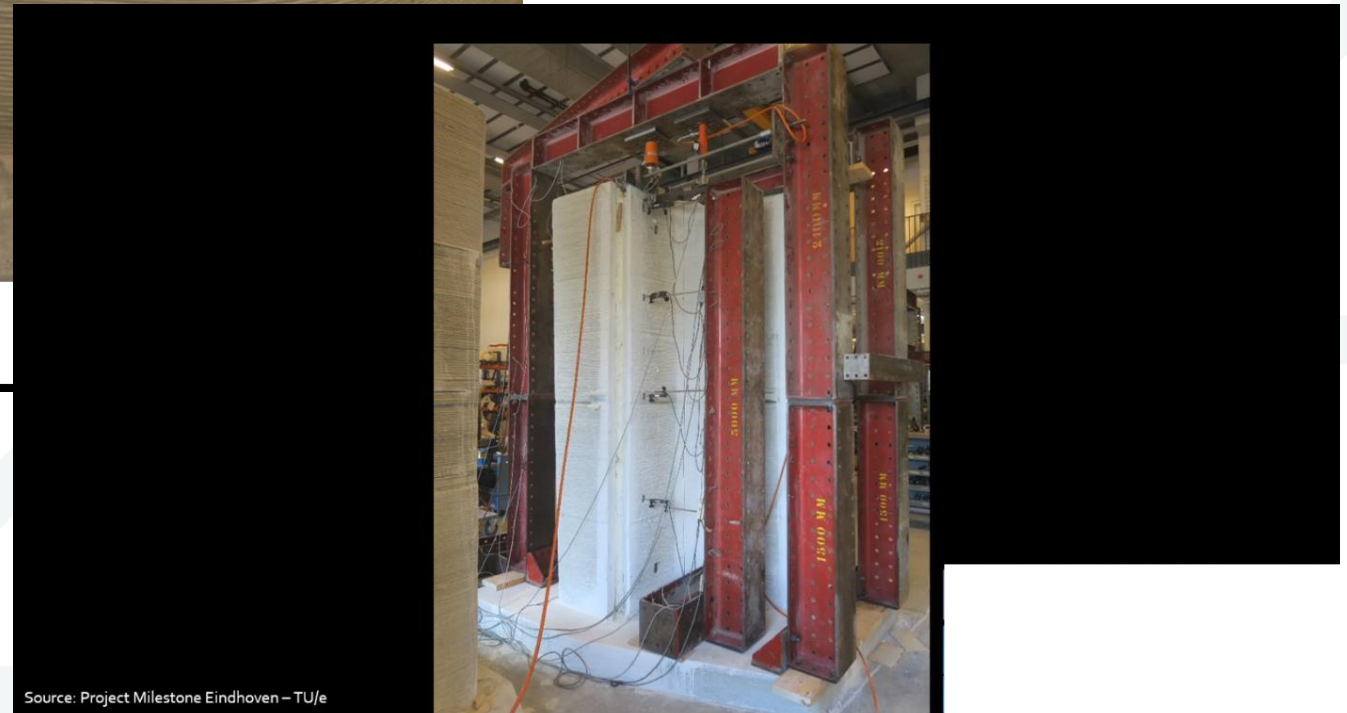


Source: TU/e

37 **DigitalConcrete**
2020



Source: Project Milestone Eindhoven – TU/e



Source: Project Milestone Eindhoven – TU/e

Documented structural applications of DFC

Project: Cohesion pavilion Innsbruck, Austria, in 2019

DFC techniques: Layered extrusion of 47 radially positioned, unique parts + on site assembly

Structural Design: CC1, RC1 type structure as defined by the EN 1990-1 - 5-year reference li

- Each part was designed to be self-supporting
- A material safety factor $\gamma_M = 2.0$ to account for the limited experimental data available
- Simple linear elastic 2D FEM approach
- The magnitude of stresses and develop a principle design of the infill pattern



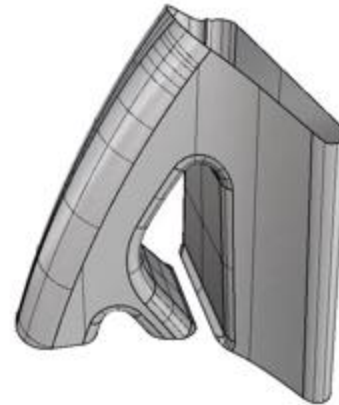
Documented structural applications of DFC

Project: Post-tensioned DFC girder at Ghent University, 2019

DFC techniques: Layered extrusion to support formwork printing process

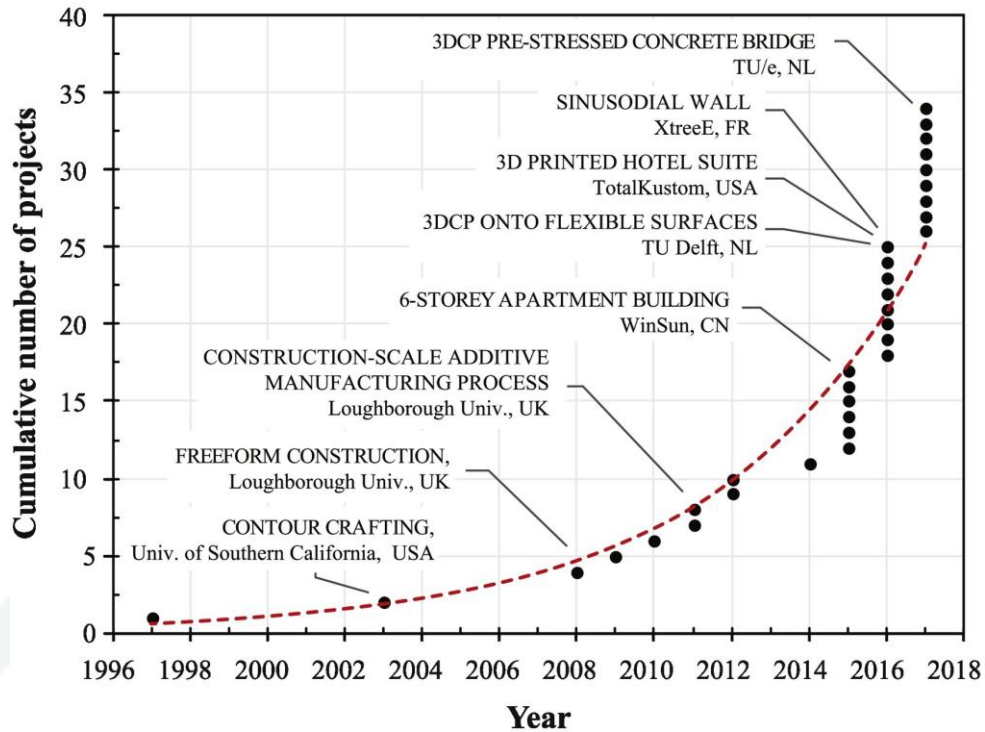
Structural Design: 2D shape of this girder optimized using topology optimization techniques

- Minimize the displacements at the top surface of the beam (combined action of the external loads and the post-tensioning tendon)
- Multiple concrete segments printed independently and afterwards compressed together with tendons
- The internal cavity was grouted to create a solid shape
- A homogenized Young's modulus and associated concrete grade (C30/37)



Topicality in the industry

- The number of projects in the world is growing rapidly;
- But enough space for other companies and development.



Structural DFC projects (2014-2019)



- 22 structural DFC projects
- 11 Buildings (house or office), 4 bridge structures, 7 components or architectural structures
- Layered extrusion (17), particle bed fusion (1), formwork printing (1), hybrid/combination techniques (3)

Project name or description	Location, year	DFC fabricator, country
3D concrete printed castle	USA, 2014	To talKustom
Loward Grand Hotel, Hotel Suite	Angloes City Pan pang, Philippines, 2015	To talKustom, USA
Office Building	Dubai, May 2016	WinSun, China
Krypton post	Aix-en-Provence, France, 2016	XtreeE, France
USH sinusoidal wall	Paris, France, 2016	XtreeE, France
R&D Drone Laboratory	Dubai, 2017	CyBe, Netherlands
Pedestrian bridge	Madrid, Spain, 2017	Acciona Spain with D Shape, Italy
Bicycle bridge	Gomert, Netherlands, 2017	TU/e, Netherlands
Apis Cor printed house, Russia	Moscow, Russia, 2017	Apis Cor, Boston, USA
Maison Concept YRYS	Akenon, France, 2017	XtreeE, France
Stormwater Collector	Lille, France, 2017	XtreeE, France
3D Housing Ofc	Milan, Italy, 2018	Italoementi with CyBe
The BO D	Denmark, 2018	COBOD, Denmark
KnitCandela	Mexico City, Mexico, 2018	NCCR Digital Fabrication, Switzerland
3D Printed Concrete Pedestrian Bridge	Shanghai, China, 2019	Tongjhu University (School of Architecture)
DFAB House	Dubendorf, Switzerland, 2019	NCCR Digital Fabrication, Switzerland
Future Tree	Esslingen, Switzerland, 2019	NCCR Digital Fabrication, Switzerland
De 'vergadefabriek', meeting room	Touge, Netherlands, 2019	Cybe, Netherlands
Cohesion Pavilion	Innsbruck, Austria, 2019	Incremental3D, Austria
Building Apis Cor, Dubai	Dubai, UAE, 2019	Apis Cor, Boston, USA
3D printed community	Tabasco, Mexico, 2019	ICON, USA
3D printed post-tensioned concrete grid or design by topology optimization	Ghent, Belgium, 2019	Ghent University (Concrete3D Lab), Belgium
		Weh Versico, Netherlands

Development of layered extrusion 3DCP



- XtreeE, France



- Cybe, Netherlands



- ICON 3D, USA



- ApisCor, USA



- Cobod, Denmark



- Printfabriek, Netherlands

...and more...

Industrijas aktivitātes apr.-okt.2021

- Garākais 3D printētais tilts (29 m) – pabeigts sept.2021
- BAM/Weber Beamix, TU Eindhoven
- Design-by-testing, Post –tension



Industrijas aktivitātes apr.-okt.2021

- 3D printēts saliekams betona gājēju tilts 07.2021 – Venēcija, Itālija
- ETH Zurich, Zaha Hadid studio, Holcim
- Iespilēta arka, bez javas



Industrijas aktivitātes apr.-okt.2021

- Pirmā 3D printētā militārā apmetne 08.2021 – Bastropa, TX, ASV
- ICON ar Vulvan printeri
- Ēkas platība ir 350m², tā paredzēta 72 karavīru izmitināšanai
- +Marsa kolonijas prototips ar NASA



Industrijas aktivitātes apr.-okt.2021

- Pirmā apdzīvotā 3D printētā ēka Eiropā 04.2021 – Eindhovenena
- BAM/Weber Beamix, TU Eindhoven
- Project Milestone; 24 savstarpēji savienoti elementi, kas printēti rūpnīcā



Industrijas aktivitātes apr.-okt.2021

- 3D printēts 3D printēšanas muzejs procesā kopš 07.2021 – Šanhaja, Ķīna
- Fab-Union
- Prefab elementi, savienoti uz vietas objektā



Industrijas aktivitātes apr.- okt.2021

- XTreeE, Francija;
- 3D printēts liellaiduma tilts;
- Kopā ar LafargeHolcim;
- Uz 2024. gada Olimpiskajām spēlēm



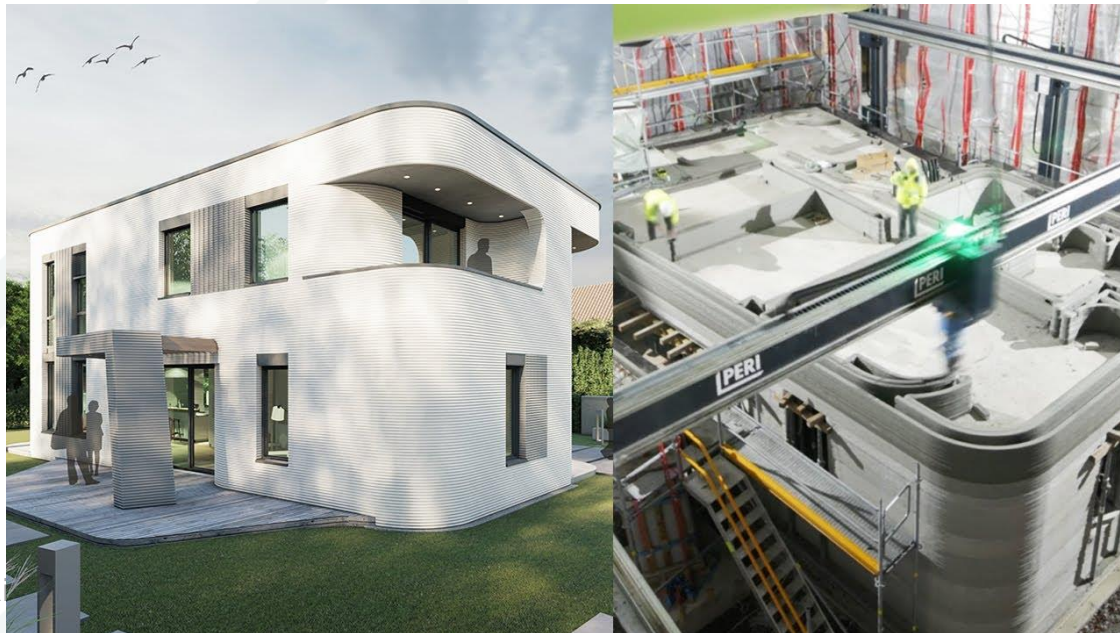
Industrijas aktivitātes

- WASP / Tecla;
- Ravenna, Itālija;
- 200 stundas;
- Māla/rīsu miziņa;
- Pašnesošā struktūra;
- Ļoti zema ietekme uz vidi;
- Zemas materiāla izmaksas.



Industrijas aktivitātes

- PERI / COBOD;
- Vācija;
- Augstākā ēka Eiropā;
- Slāņainā ekstrūzija ar manuālu ievietošanu;
- Saskaņā ar būvniecības standartiem, bez projektēšanas pēc pārbaudes.



- 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?

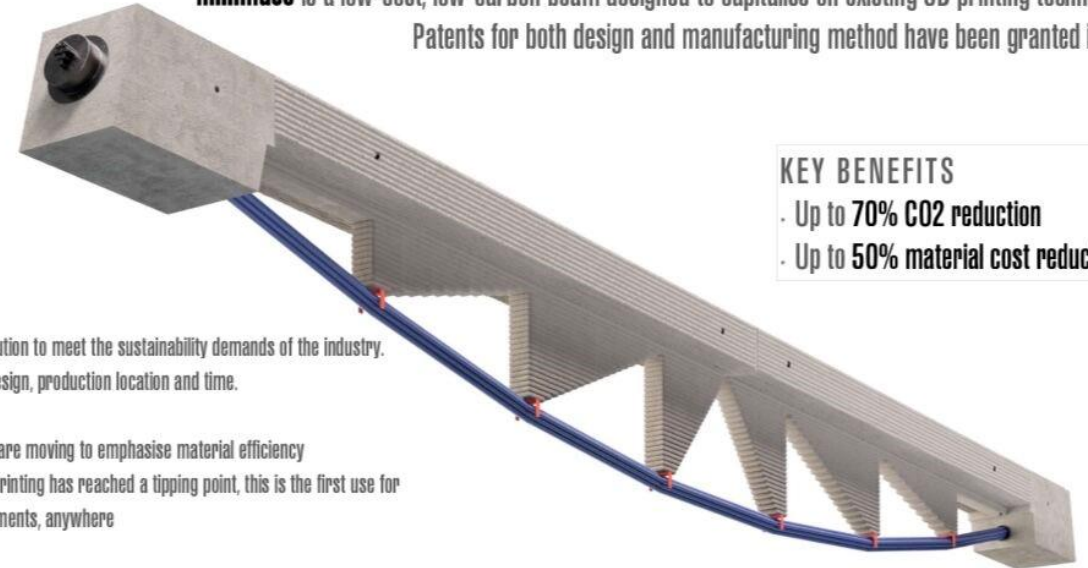
- Global trends are moving to emphasise material efficiency
- 3D concrete printing has reached a tipping point, this is the first use for structural elements, anywhere

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



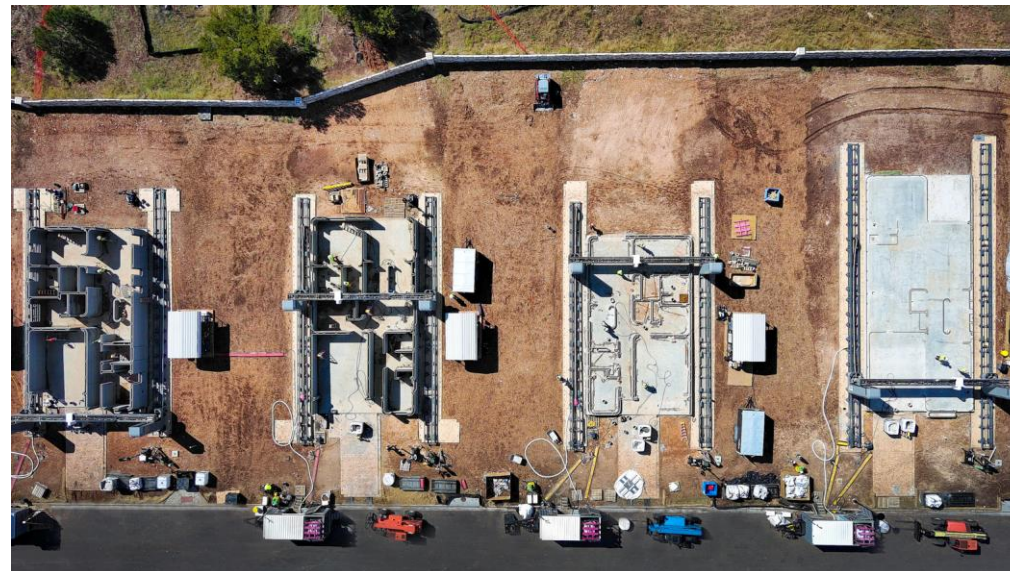
2022 © Strictly Confidential

42

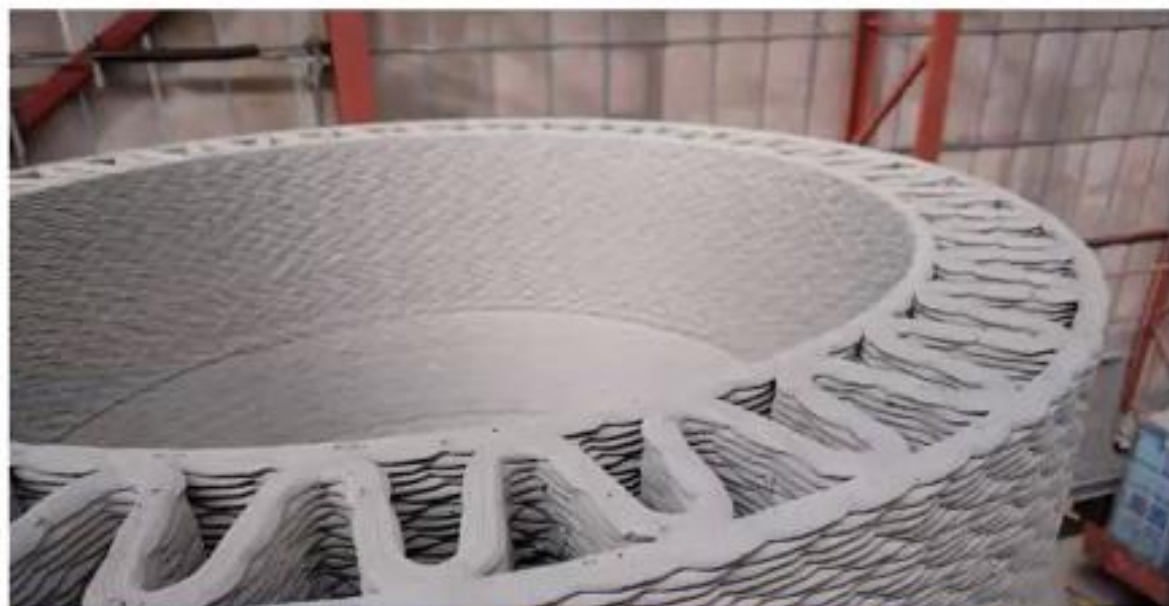
- Witteveen+Bos kopā ar Concrefy;
- Bauma 2022;
- 20 elementi, 4 pretensioning cables



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





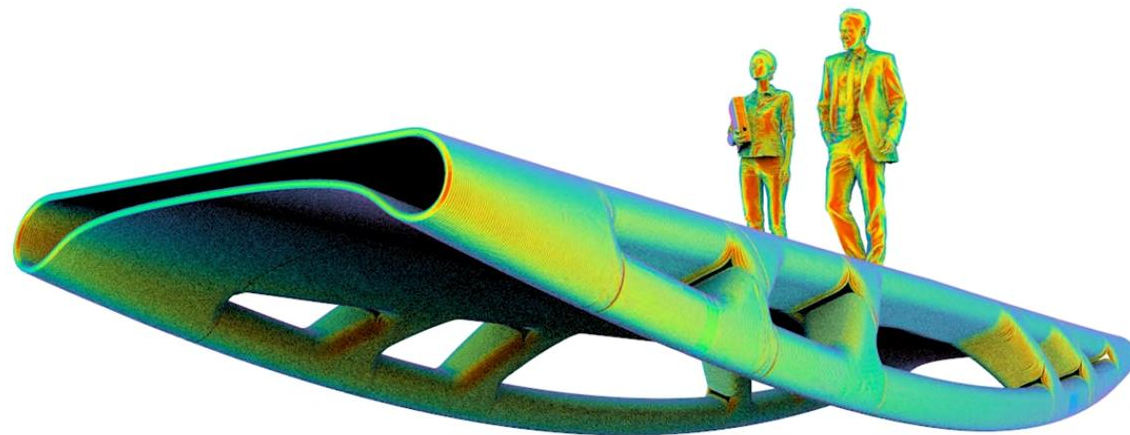


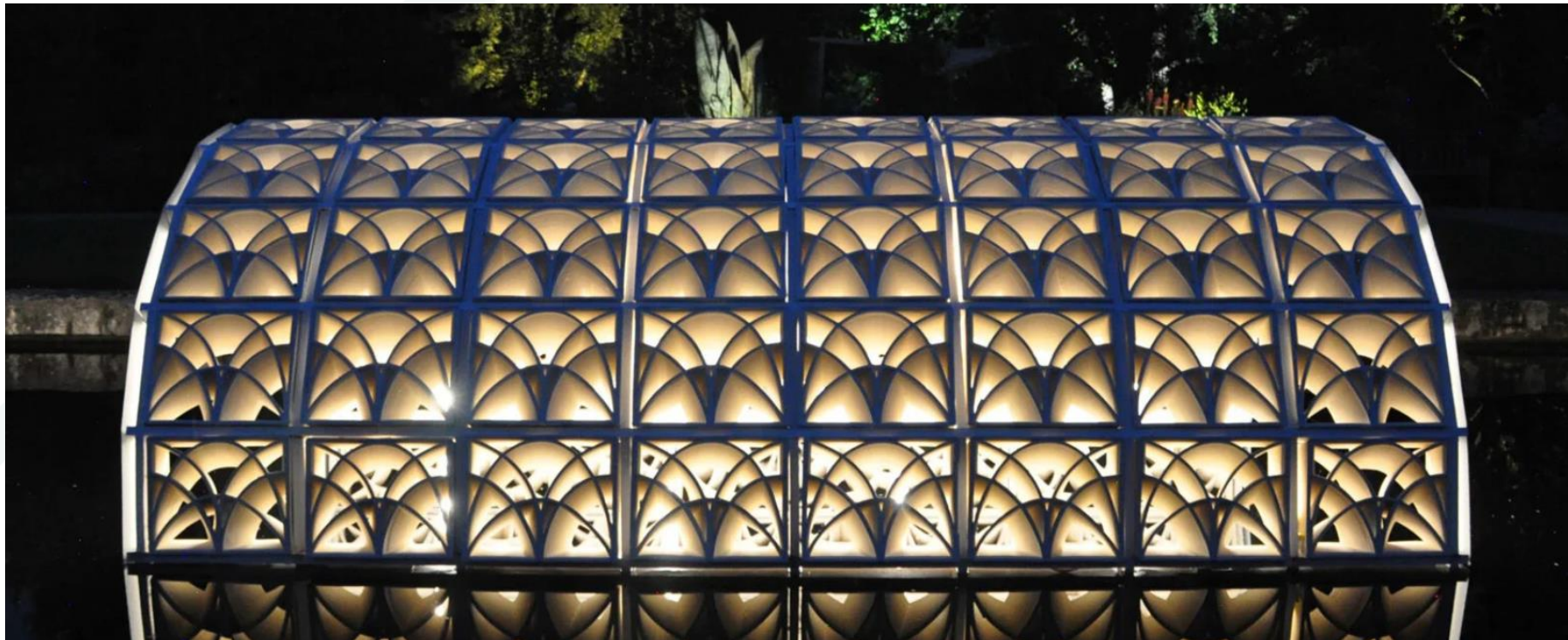
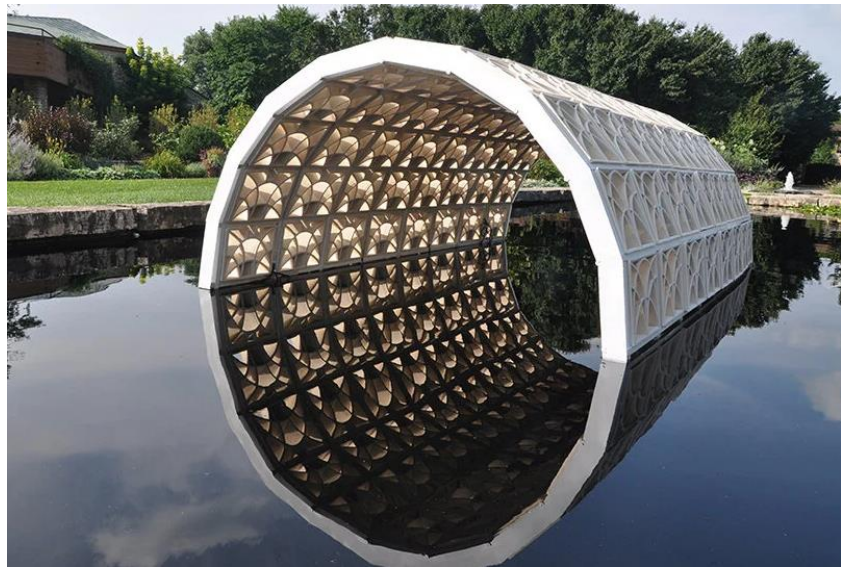
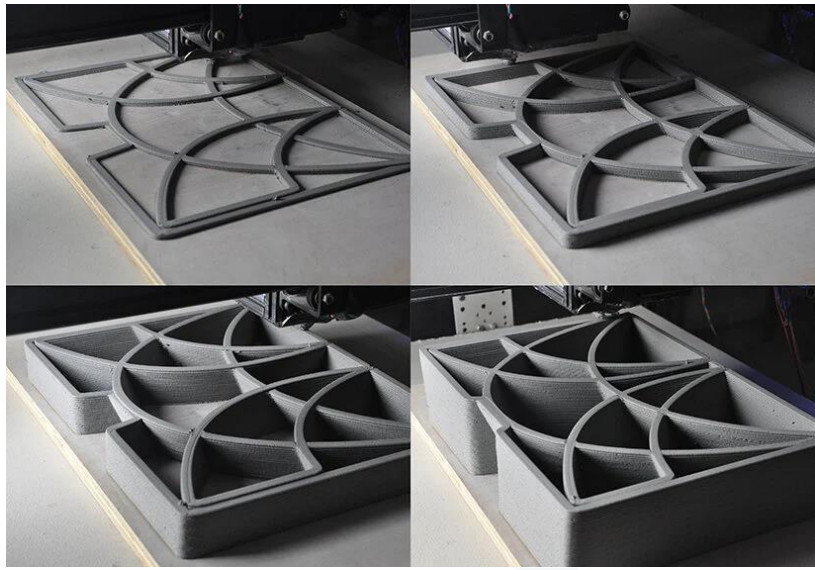


In-situ & precast combined











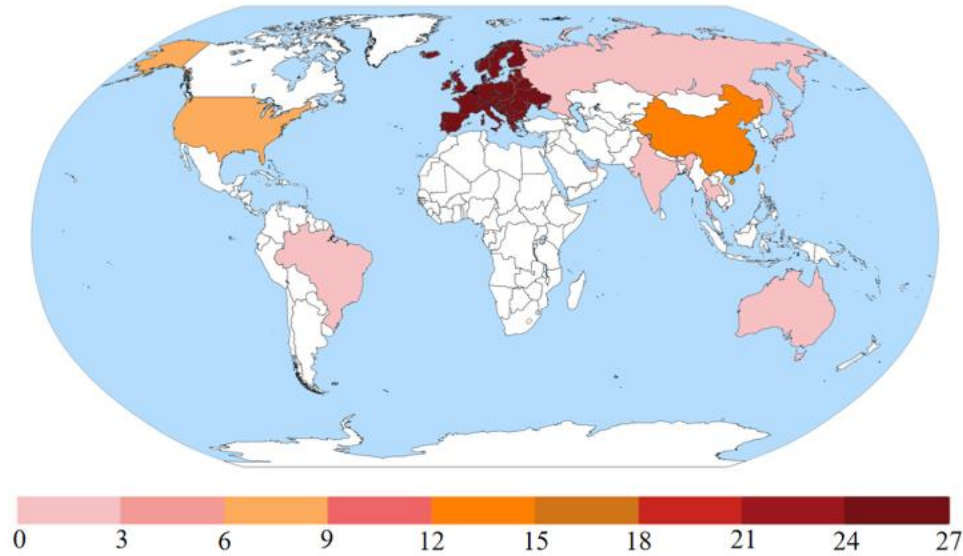
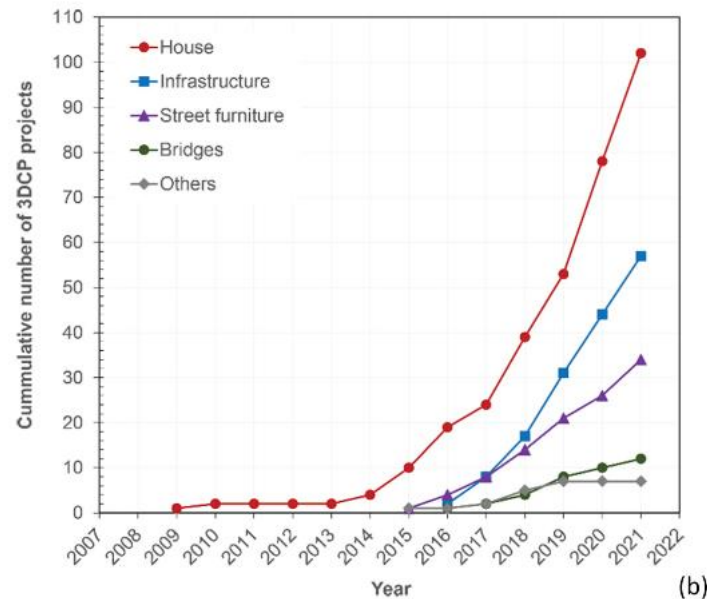


Fig. 3. Global distribution of enterprises engaged in 3D printing services.



(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

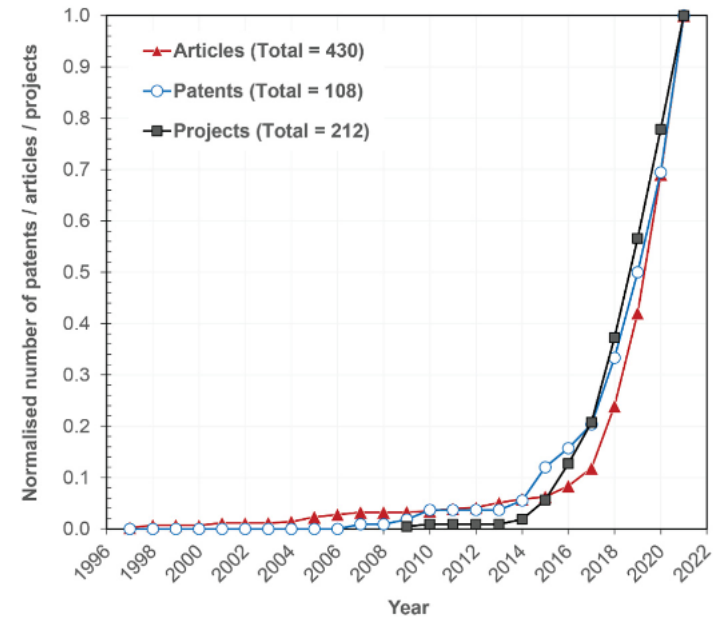
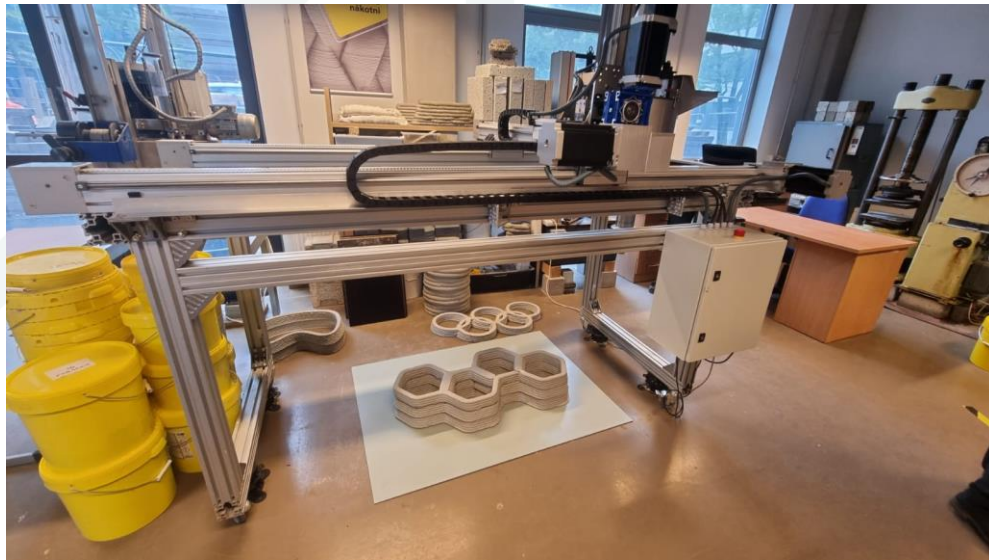


Fig. 5. Normalised number of articles, patents, and projects on extrusion-based 3DCP since 1997.

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



3D CONCRETE
COMPETITION



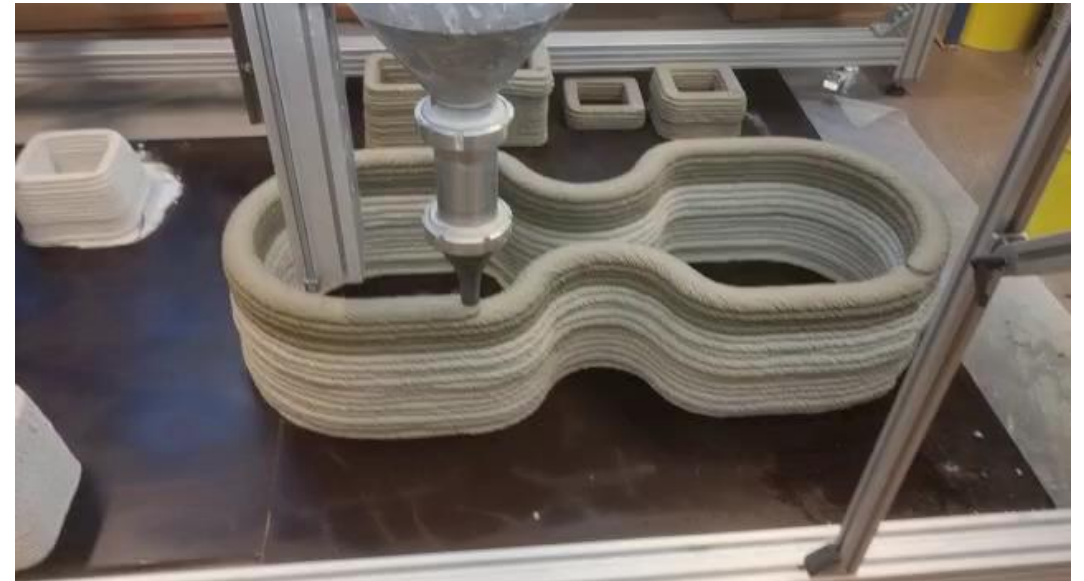
PERI®





Laboratorijas pētījumu virzieni 1

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



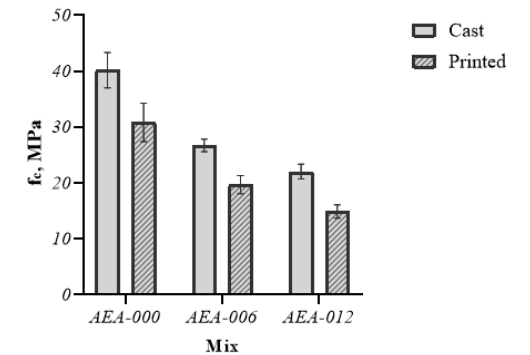
Laboratorijas pētījumu virzieni 2 – 3D drukātā betona ilgmūžība

- 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

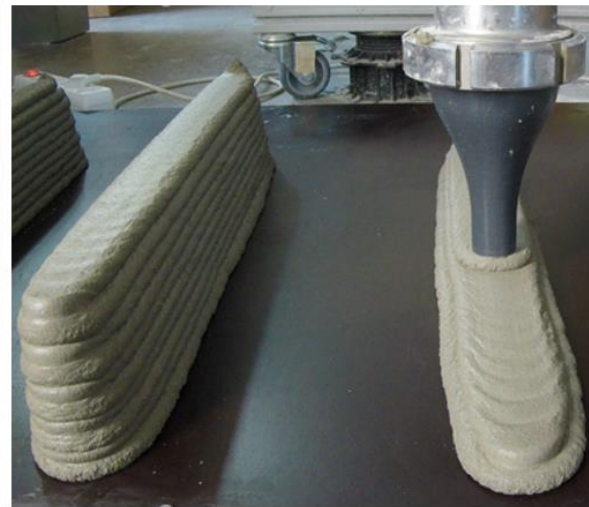
Ella Spurina ^{1,*}, Maris Sinka ¹, Kristis Ziemelis ¹, Andris Vanags ² and Diana Bajare ^{3,*}



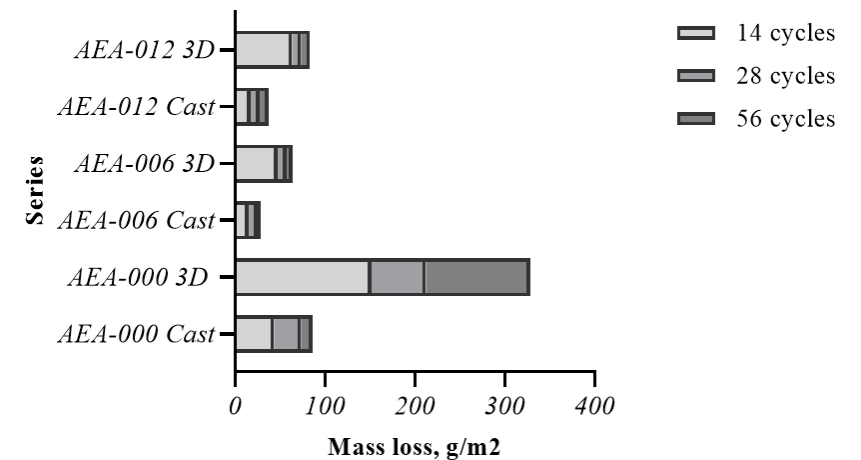
(a)



(b)

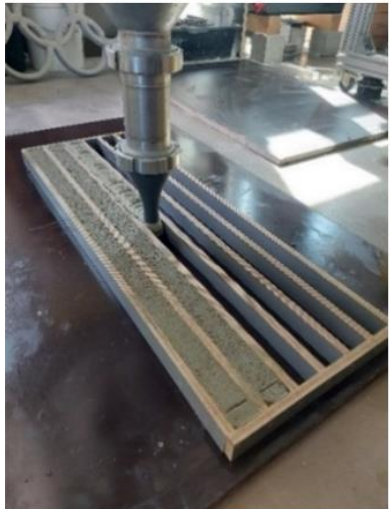


(c)



Laboratorijas pētījumu virzieni 2 – 3D drukātā betona ilgmūžība

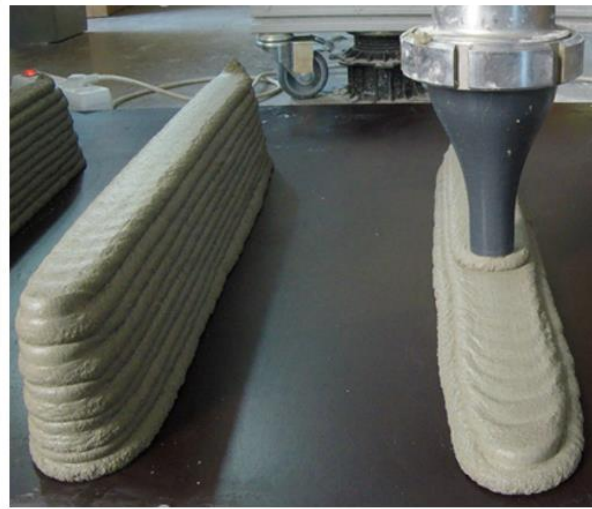
- Maisījumu izstrāde, ilgmūžības testēšana laboratorijas un SAKRET maisījumiem;
- Mehānisko īpašību testi – 7 un 28 dienu lieces un spiedes testi gan veidņotiem, gan 3D drukātiem betona maisījumiem;
- Salturība LVS CEN/TS 12390-9;
- Ietekmes uz vidi samazināšana ar **degakmens un šķeldas pelnu lietošanu**;



(a)



(b)

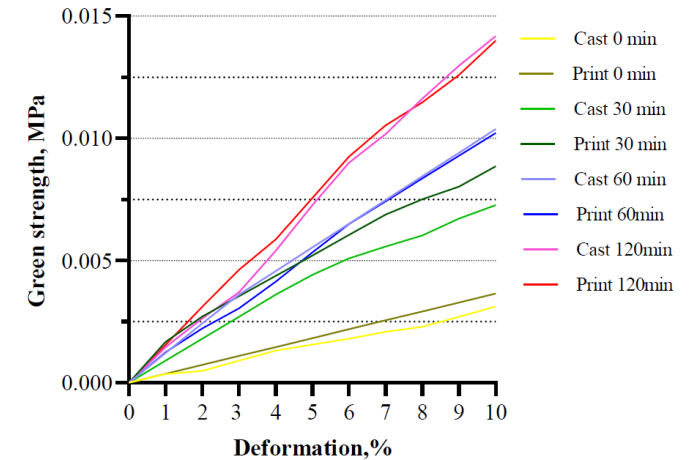
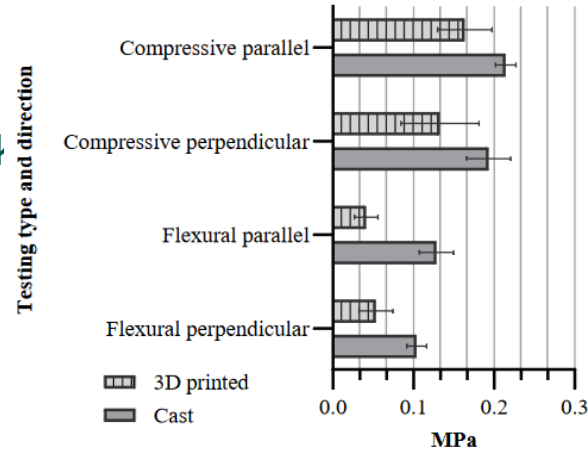


(c)



Laboratorijas pētījumu virzieni 3

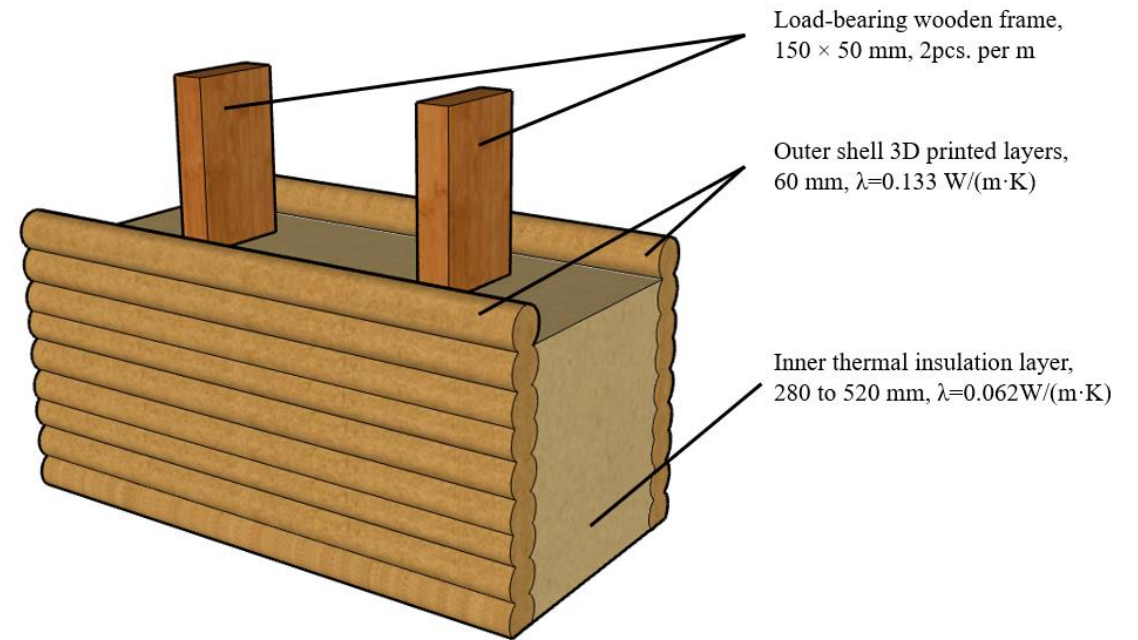
- PostDoc projekts “3D drukāti bioloģiskas izcelsmes pielietojumam būvniecībā”;
- Mērķis - samazināt būvniecības nozares negatīvo ietekmi, izgatavojot 3D drukātus bioloģiskas izcelsmes būvmateriālus;
- Bioloģiska pildviela un minerāla saistviela;
- Labs *buildability*, bez stabilizatoriem;
- Šobrīd tikai 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, W / (m ² · 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

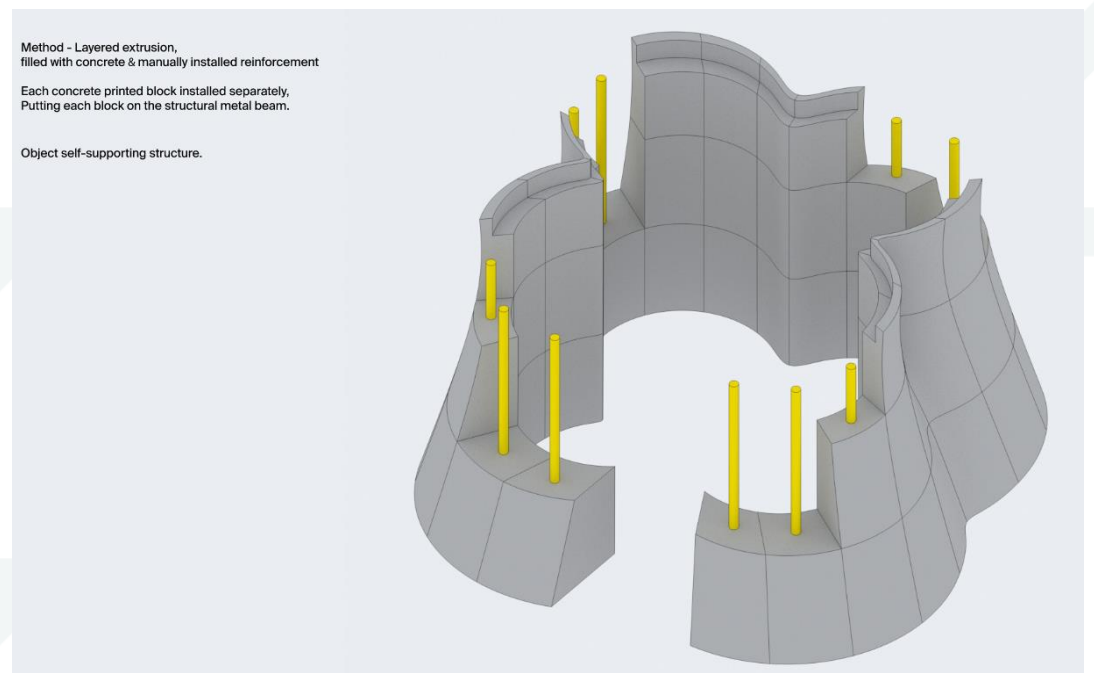
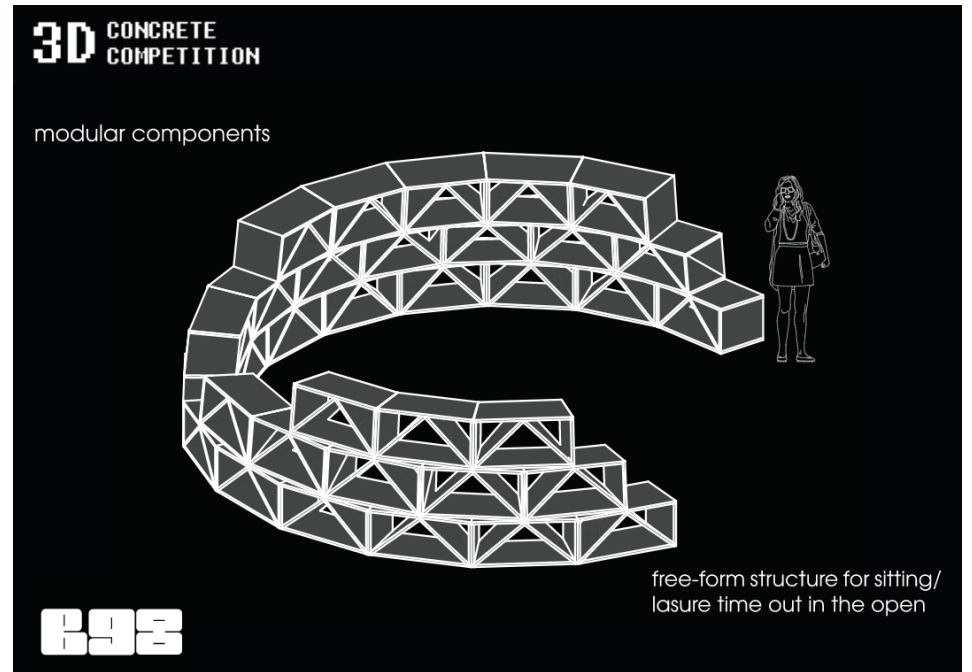
Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda atbalstu darbības programmas "Izaugsme un nodarbinātība" 1.1.1. specifiskā atbalsta mērķa "Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā" 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;

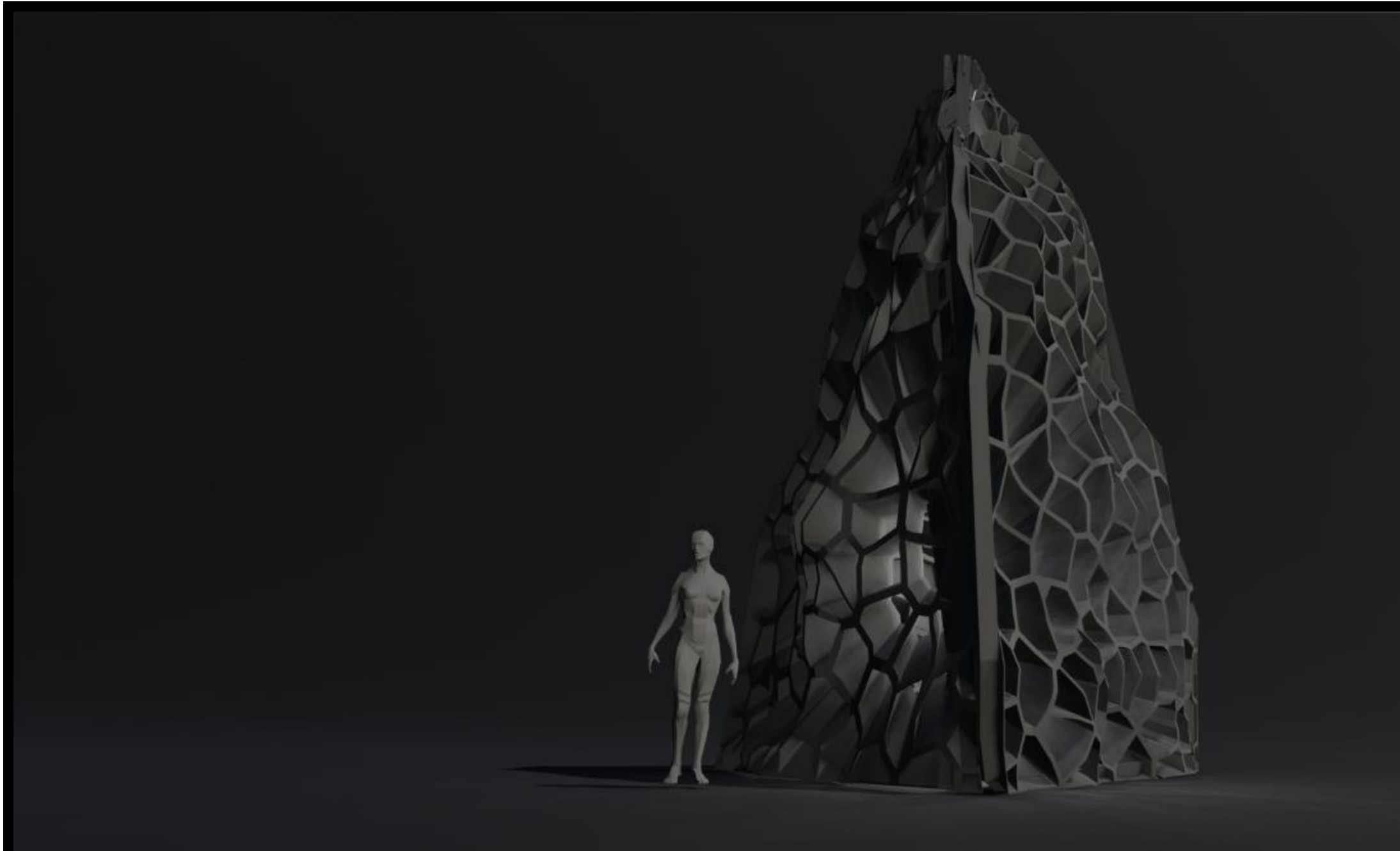
- <https://print-concrete.com/#/>



3D CONCRETE COMPETITION

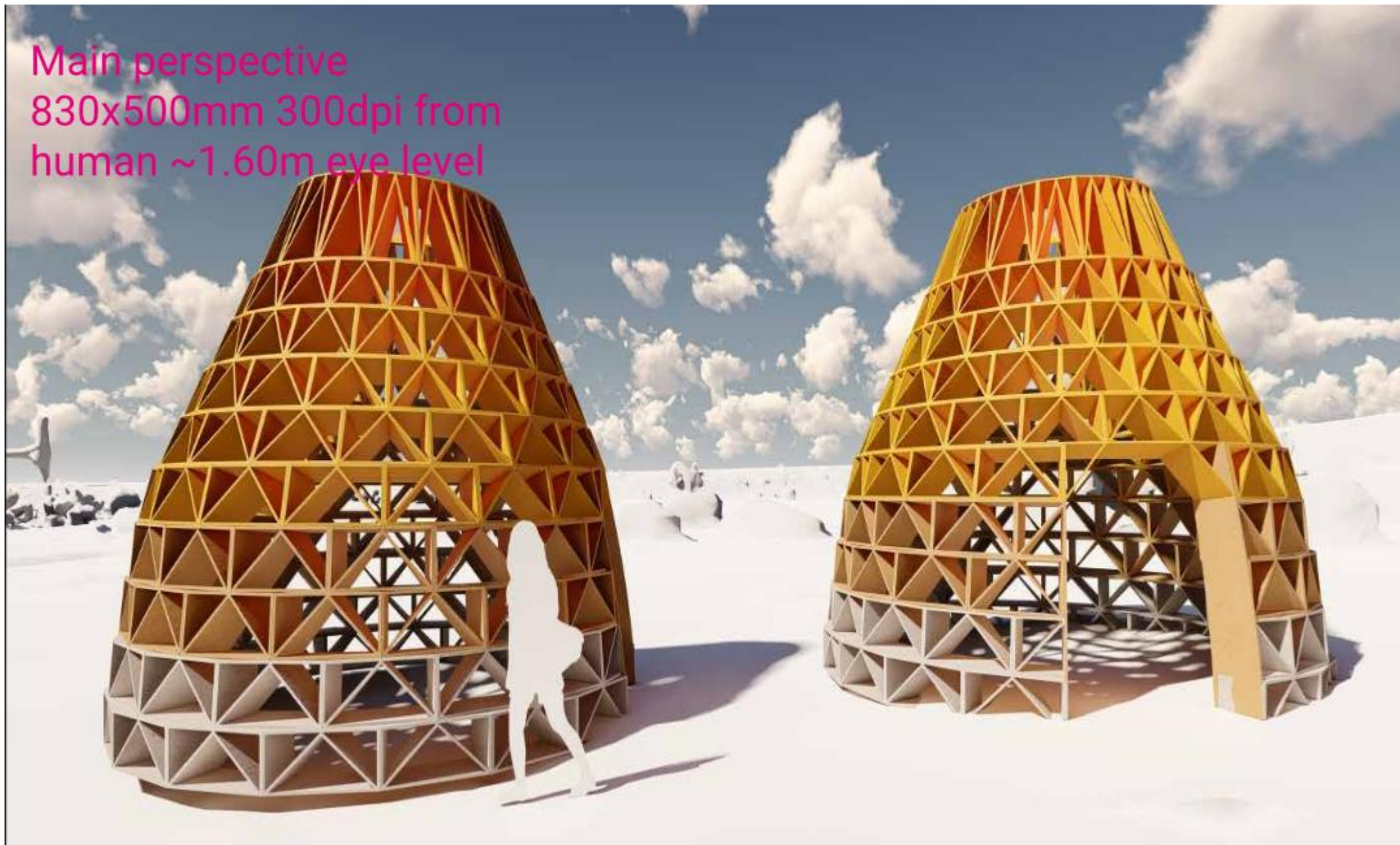




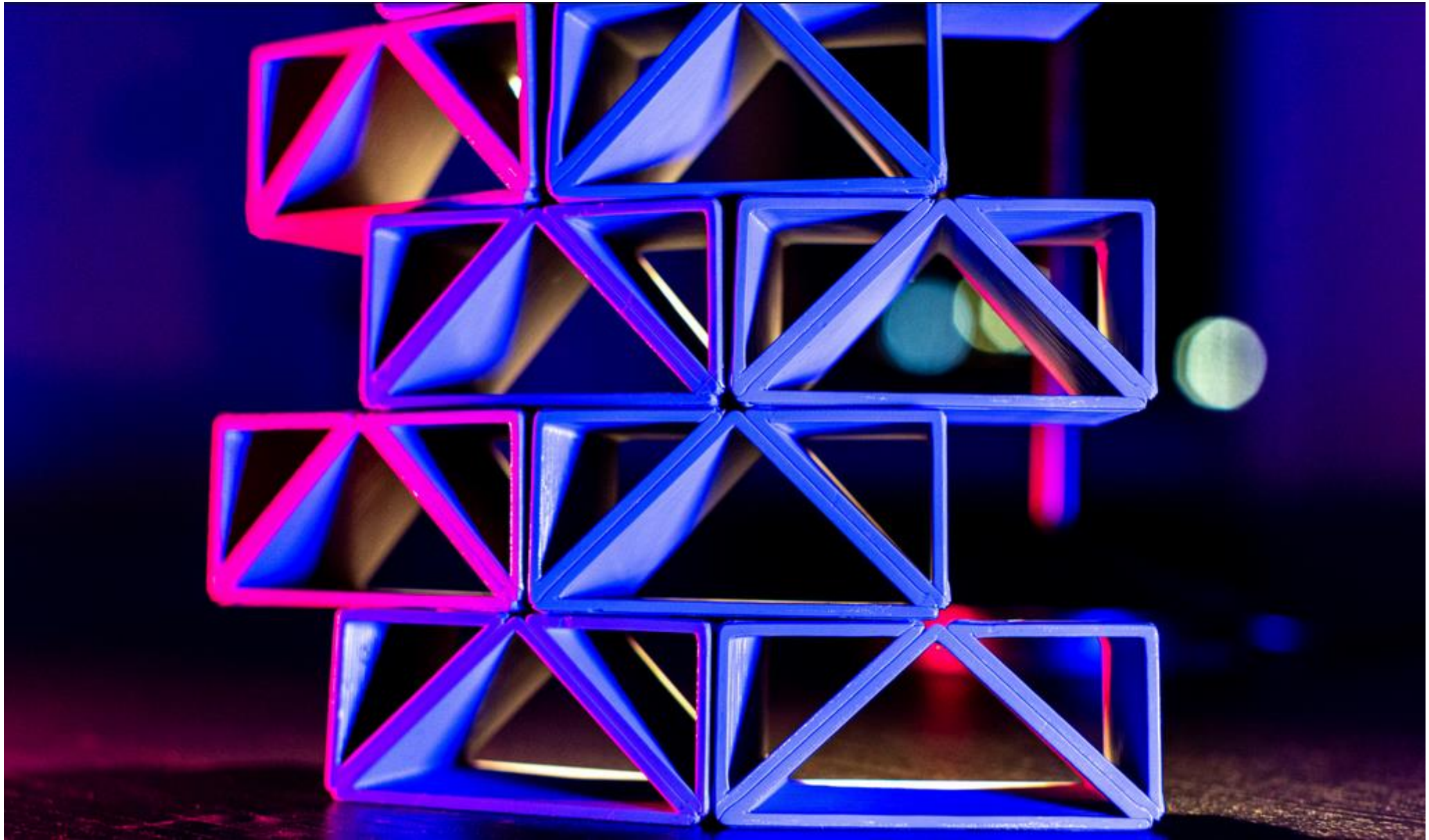




Main perspective
830x500mm 300dpi from
human ~1.60m eye level



















3D CONCRETE COMPETITION

SAKRET PERI 3D CONCRETE COMPETITION

SAKRET

1000 EUR

FRA

2000 EUR

ONLYOXY

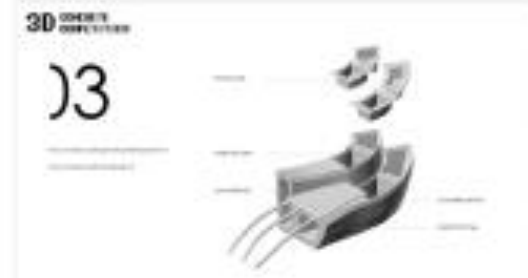
3000 EUR

4 AM

3D CONCRETE COMPETITION

Student involvement

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



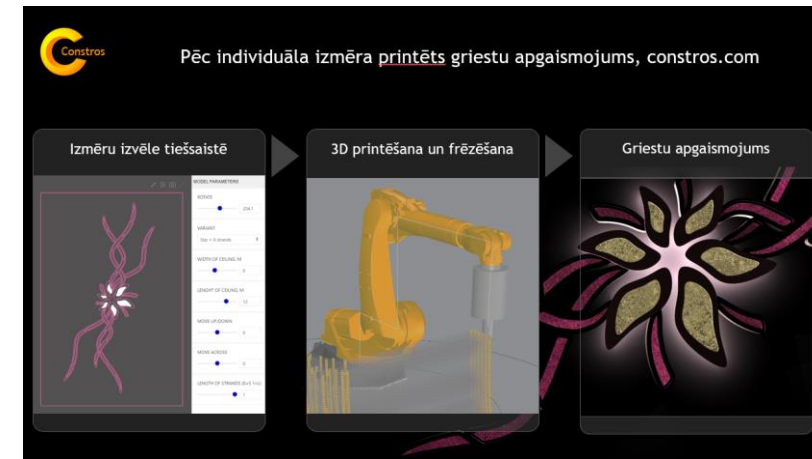
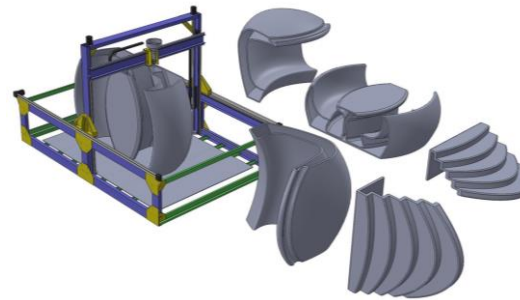
Sadarbība ar nozari

- 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**



Industrija Latvijā

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



Industrija Latvijā

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



Industrija Latvijā

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



www.facebook.com/3DconcreteRTU

Paldies par uzmanību!

maris.sinka@rtu.lv