

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

- TISKOVÉ PRACOVIŠTĚ
- VÝVOJ TECHNOLOGIE
 - MATERIÁL
 - TISKOVÁ HLAVA
- ZKUŠEBNICTVÍ
- 3D TIŠTĚNÉ OBJEKTY
- ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TAROVÁNÍM DRÁHY
- VYZTUŽOVÁNÍ
- PROBARVOVÁNÍ
- VIZE



ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

Technologie a provádění 2024
Březen 2024

KLOKNERŮV ÚSTAV

Ing. arch Oto Melter
Ing. Karel Hurtig
MgA. Aleš Hvizdal
Ing. David Čítek, Ph.D.



TISKOVÉ PRAČOVIŠTĚ

- VÝZKUMNÉ PROJEKTY
 - 3D STAR – 3DTISK VE STAVEBNICTVÍ A ARCHITEKTUŘE
 - DIGIBETON
- TISKOVÉ ZAŘÍZENÍ TESTBED V KLOKNEROVĚ ÚSTAVU



TISKOVÉ PRACOVIŠTĚ

TESTBED

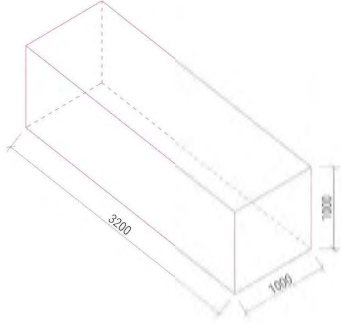
- TISKOVÁ PLATFORMA VYVINUTÁ V RÁMCI
PROJEKTU 3D STAR

TISKOVÁ PLOCHA: 3200 x 1000 x 1000
mm

RYCHLOST TISKU STANDART: 120 – 180
mm/s

ŠÍŘKA TISKOVÉ STOPY: 20 – 50 mm

NOSNOST: 150 kg



TISKOVÁ HLAVA

- VÝVOJ

- 2 KOMPONENTNÍ TISKOVÝ SYSTÉM

VÝVOJ TECHNOLOGIE

TESTBED

schéma

TISKOVÝ MATERIÁL

-PARAMETRY TISKOVÉ SMĚSI 3D STAR BEZ ROZPTÝLENÉ VÝZTUŽE

Stáří materiálu	Směs bez urychlovače tuhnutí				Směs s urychlovačem tuhnutí		
	Pevnost v tlaku (trámečky 40x40x160 mm)	Pevnost v tahu za ohybu (trámečky 40x40x160 mm)	Statický modul pružnosti v tlaku (válec 100/200 mm)	Smrštění	Dávka 70 ml/min		
					Pevnost v tlaku (trámečky 40x40x160 mm)	Pevnost v tahu za ohybu (trámečky 40x40x150 mm)	Pevnost v tlaku na vývrtu Ø80 mm
[dny]	[MPa]	[MPa]	[GPa]	[mm·m ⁻¹]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	10	3					
2	24	5,7	20,3	0,12			
5	37,5	7,8		0,53			
7	41,5	8,3		0,84			
14	54	10,2	29,4	1,04			
21	60	10,8		1,16			
28	64,5	11,1	32,1	1,18	60	9,5	60
56	73	11,9		1,37			
90	76,5	12,2		1,49	62,5	10,1	

ZKUŠEBNICTVÍ

TISKOVÝ MATERIÁL

-VÝVOJ RECEPTURY SMĚSI



RUČNÍ EXTRUZE VZORKŮ
RECEPTUR

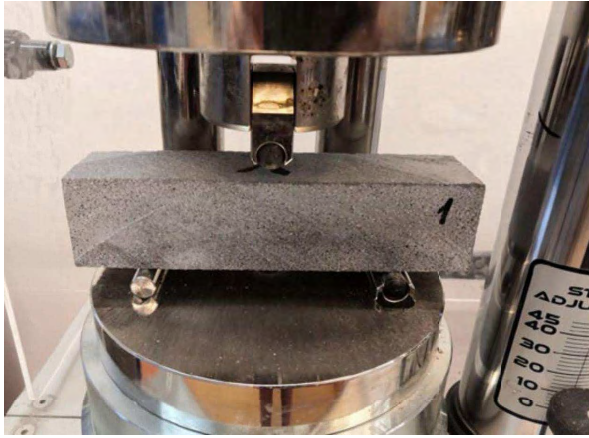


PRINTING MANTIS

-PROTOTYP MOBILNÍHO ROBOTICKÉHO RAMENA
OPTIMALIZOVANÉHO PRO 3D TISK VE STAVEBNICTVÍ VYVIJENÉHO
V RÁMCI PROJEKTU 3D STAR
PROTOTYP V MĚRÍTKU
1:2



ZKUŠEBNICTVÍ



ZKUŠEBNICTVÍ



SOFTWARE

RHINOCEROS



SOFTWARE

SOFTWARE

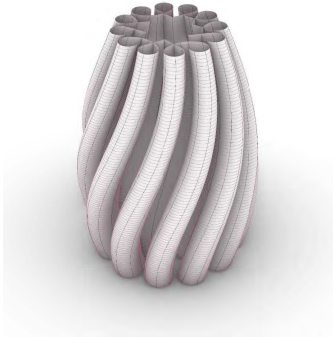
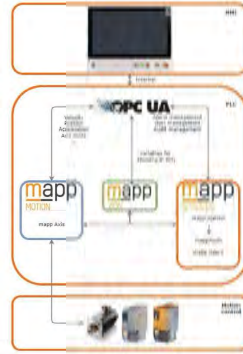
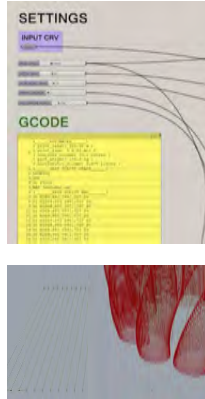
RHINOCEROS



GRASSHOPPER



TESTBED



SOFTWARE

RHINOCEROS



GRASSHOPPER



- DETAILNÍ KONTROLA NAD CHODEM TISKÁRNÝ
- ODHAD SPOTŘEBY MATERIÁLU A URYCHLOVAČE A TRVÁNÍ TISKU
- KŘÍŽENÍ TISKOVÝCH DRAH V RÁMCI JEDNÉ VRSTVY
- SPIRÁLOVÝ TISK (VASE MODE)
- NEPLANÁRNÍ TISK

KARYATIDY

- DŮRAZ NA MINIMÁLNÍ NEBO ŽÁDNÝ LIDSKÝ ZÁSAH DO PROCESU PLÁNOVÁNÍ TISKOVÉ DRÁHY
- POUŽITÍ VÝPOČETNÍCH METOD PRO PODEPŘENÍ TVARU A PLÁNOVÁNÍ DRAH V HRANIČNÍCH POLOHÁCH



3D TIŠTĚNÉ OBJEKTY

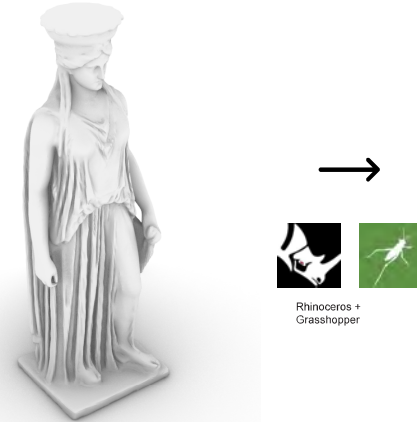
KARYATIDY

- DŮRAZ NA MINIMÁLNÍ NEBO ŽÁDNÝ LIDSKÝ ZÁSAH DO PROCESU PLÁNOVÁNÍ TISKOVÉ DRÁHY
- POUŽITÍ VÝPOČETNÍCH METOD PRO PODEPŘENÍ TVARU A PLÁNOVÁNÍ DRAH V HRANIČNÍCH POLOHÁCH



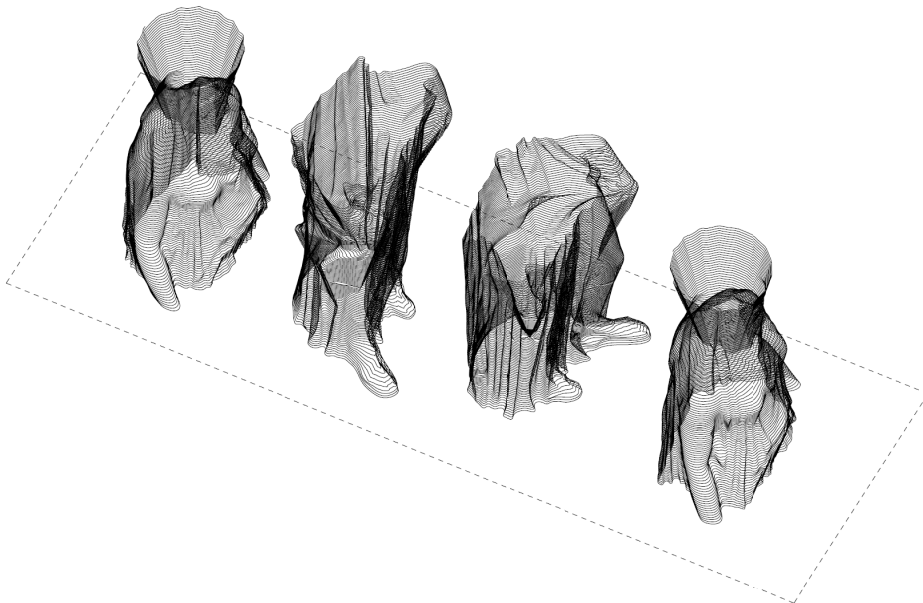
KARYATIDY

- DŮRAZ NA MINIMÁLNÍ NEBO ŽÁDNÝ LIDSKÝ ZÁSAH DO PROCESU PLÁNOVÁNÍ TISKOVÉ DRÁHY
- POUŽITÍ VÝPOČETNÍCH METOD PRO PODEPŘENÍ TVARU A PLÁNOVÁNÍ DRAH V HRANIČNÍCH POLOHÁCH



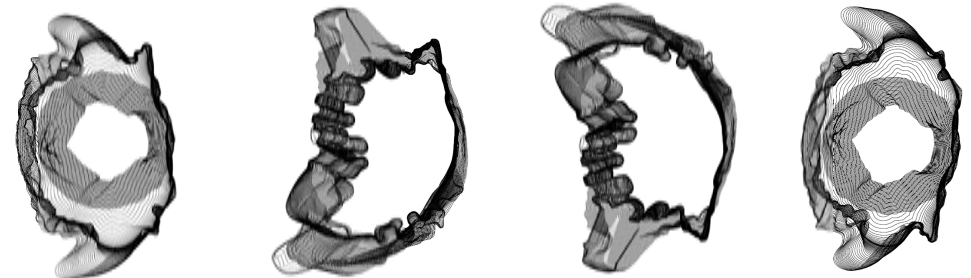
KARYATIDY

ROZMÍSTĚNÍ OBJEKTŮ V TISKOVÉM
PROSTORU



KARYATIDY

PŮDORYS TISKOVÝCH
DRAH



KARYATIDY

DETAIL A CELEK

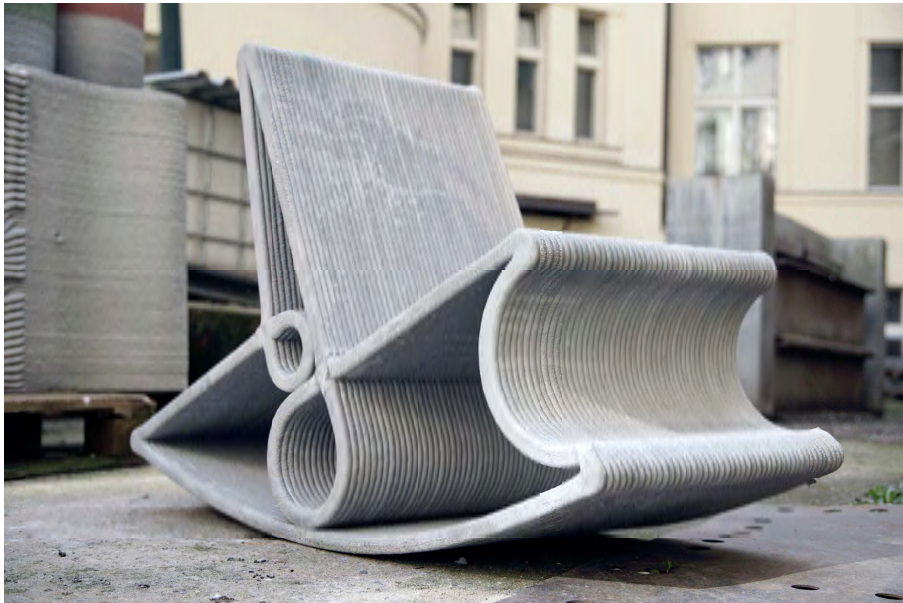


KARYATIDY

ROZMÍSTĚNÍ OBJEKTŮ V TISKOVÉM
PROSTORU



KŘESLO



KARYATIDY



KŘESLO



TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

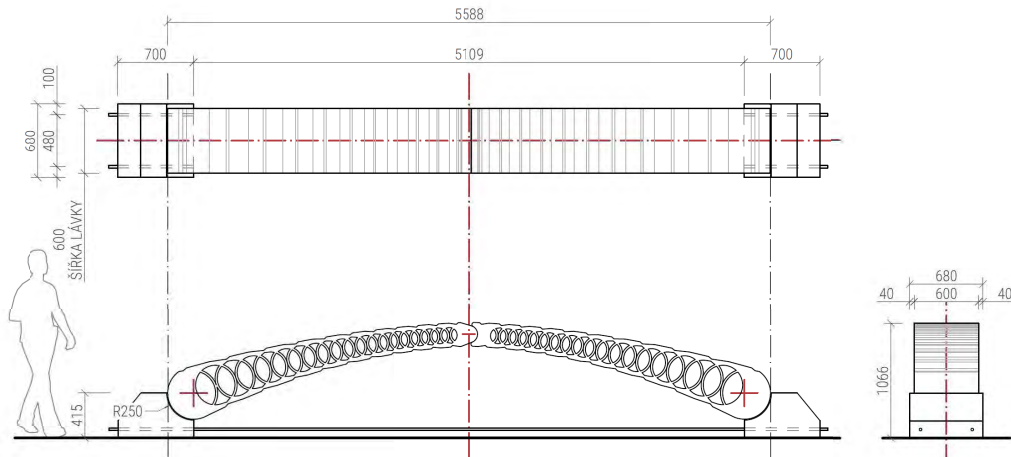
KŘESLO



TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

LÁVKA



TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

TEXTURY POVRCHU



TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

LÁVKA



VARIANTY NÁVRHU



TISK VZORKU

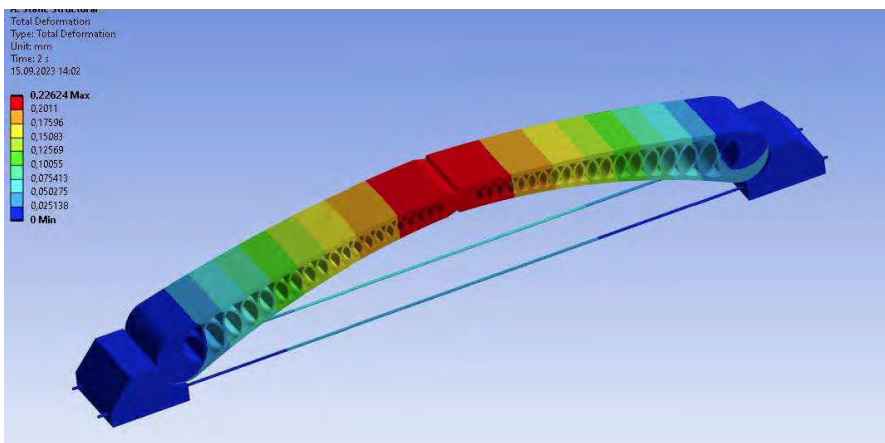
LÁVKA



VARIANTY NÁVRHU

LÁVKA

-VÝPOČETNÍ MODEL



LÁVKA



VARIANTY NÁVRHU

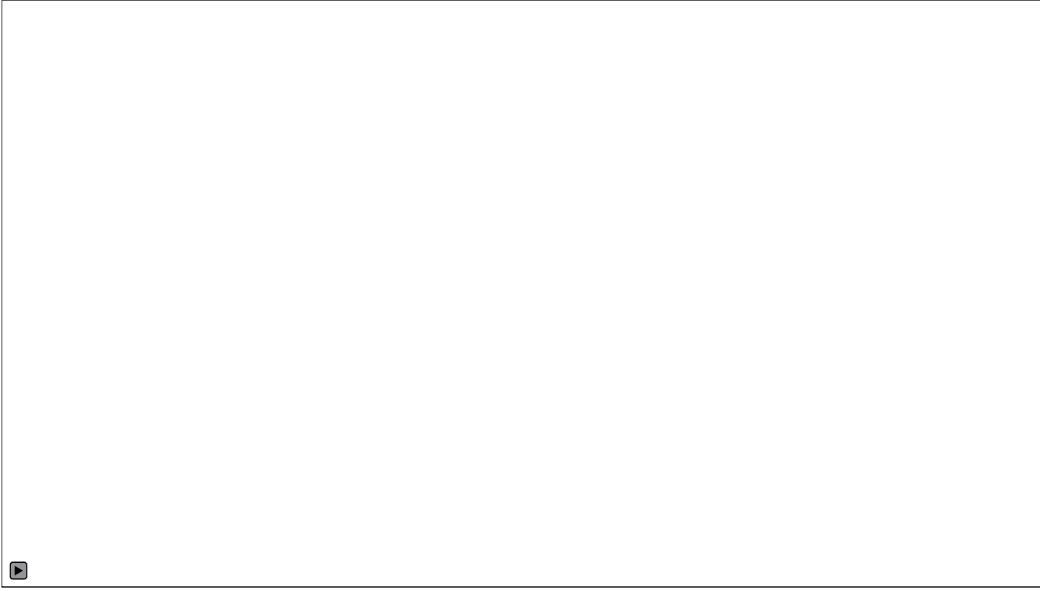


TISK VZORKU



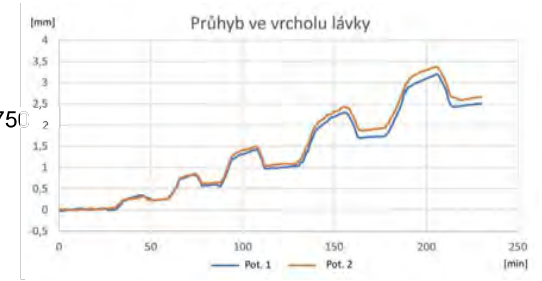
TISK FINÁLNÍ LÁVKY

LÁVKA



LÁVKA

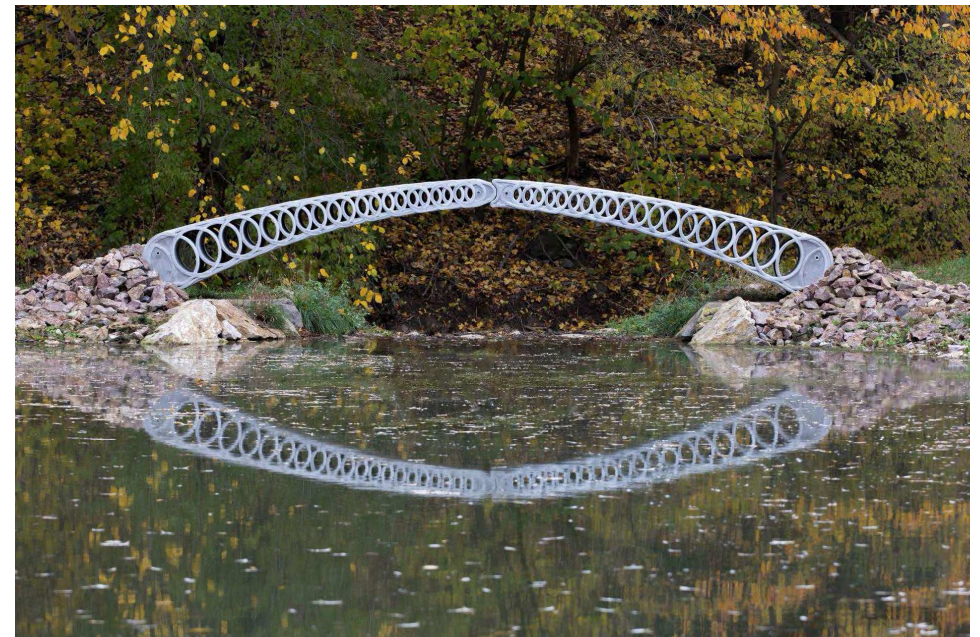
- ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA
- ZATĚŽOVÁNO V CYKLECH PO 350 KG DO 1750



LÁVKA



LÁVKA



LÁVKA



TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- STRATEGIE PLÁNOVÁNÍ TISKOVÉ DRÁHY – PLANÁRNÍ x NEPLANÁRNÍ
- ZVÝŠENÍ SCHOPNOSTI TISKU PŘEVISŮ
- MOŽNOST PLYNULÉHO TVAROVÁNÍ HORNÍHO POVRCHU TISKU
- OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI NA 3 OSÝCH SYSTÉMECH

PLANÁRNÍ

NEPLANÁRNÍ

TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

LÁVKA



TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

TECHNOLOGIE A PROVÁDĚNÍ | KLOKNERŮV
2024 ÚSTAV

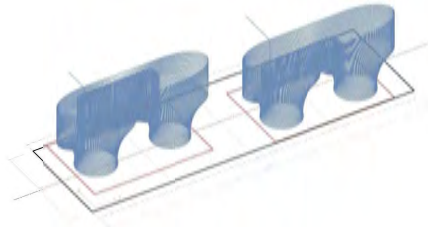
ZKUŠENOSTI S TISKEM CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ

ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- EXPERIMENTÁLNÍ PRVEK PRO POROVNÁNÍ TVAROVÁNÍ TISKOVÉ DRÁ



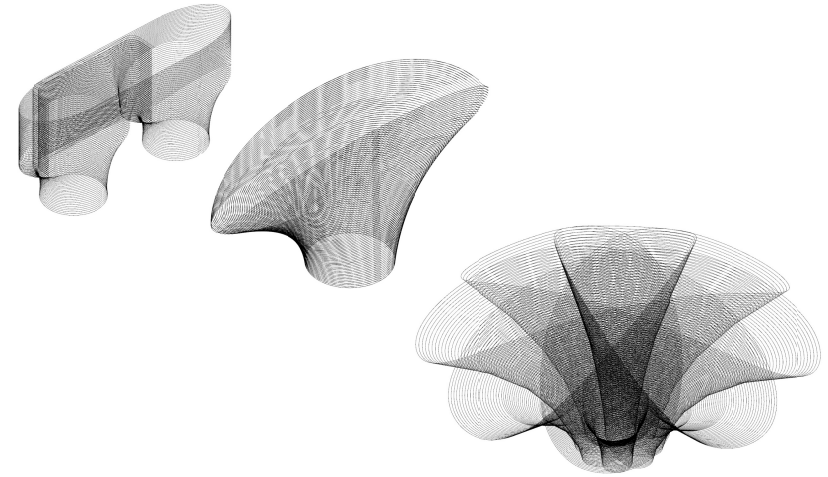
POHLED – POROVNÁNÍ NEPLANÁRNÍHO A PLANÁRNÍHO TISKU NA KONKRÉTNÍM PRVKU



AXONOMETRIE

ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- NÁVRHY EXPERIMENTÁLNÍCH PRVKŮ



NÁVRHY: ING. ARCH. JIŘÍ VELE

ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

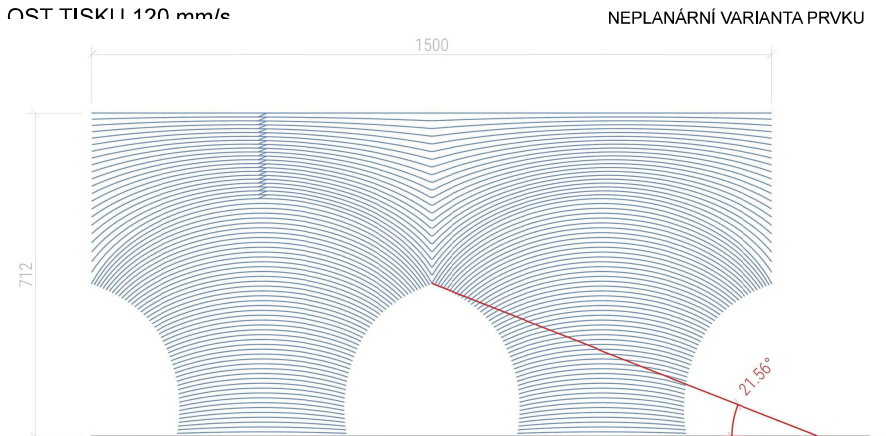
- NEPLANÁRNÍ PRVEK – PRŮBĚH TISKU



ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

TISKOVÉ PARAMETRY PRVKU:

- PLANÁRNÍ VÝŠKA VRSTVY: 10 mm
- NEPLANÁRNÍ VÝŠKA VRSTVY: 8 – 25 mm
- ŠÍŘKA TISKOVÉ STOPY NAVRŽENÁ: 20 mm
- RYCHLOST TISKU 120 mm/s



ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- NEPLANÁRNÍ PRVEK – PRŮBĚH TISKU



ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- NEPLANÁRNÍ PRVEK – PRŮBĚH TISKU



ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- PLANÁRNÍ PRVEK – PRŮBĚH TISKU



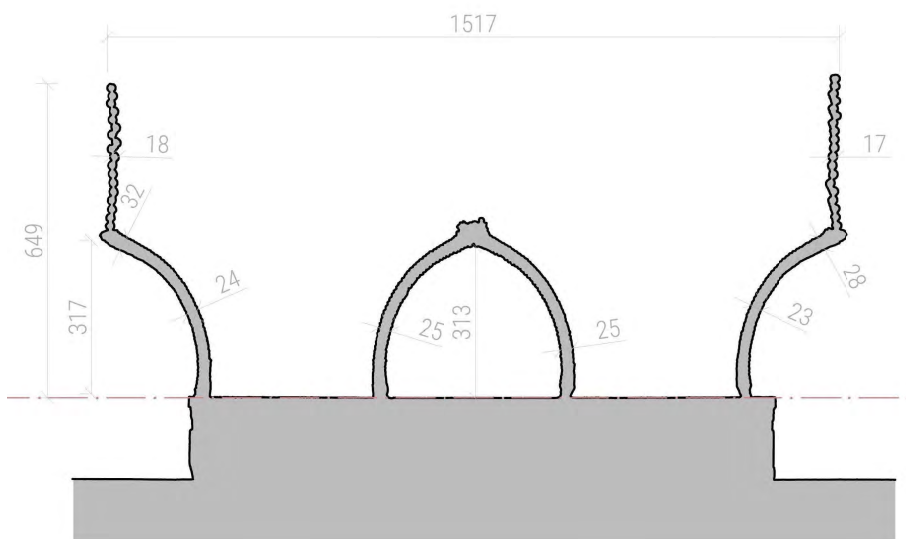
ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- PLANÁRNÍ PRVEK – PRŮBĚH TISKU



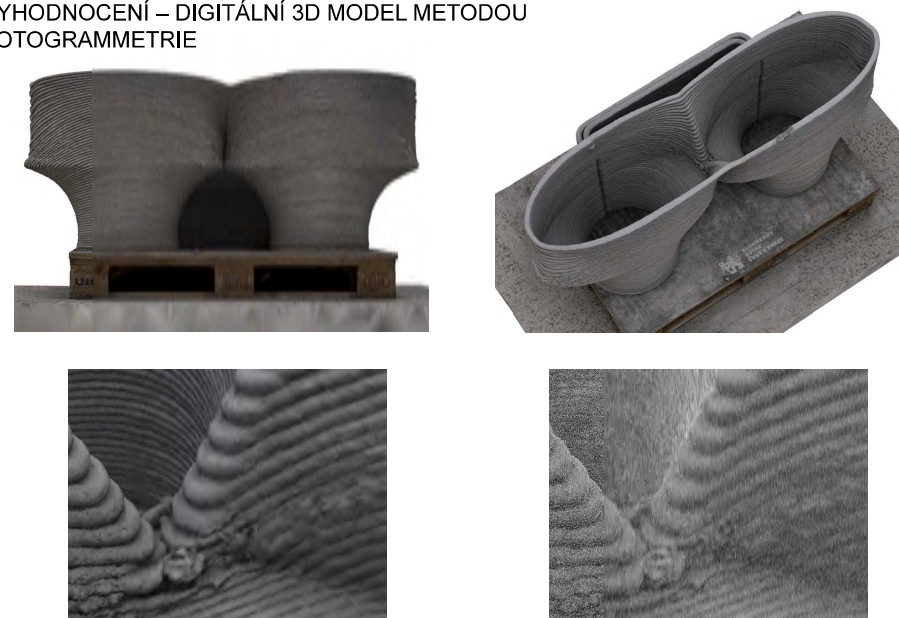
ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

- VYHODNOCENÍ – PODÉLNÝ ŘEZ DIGITÁLNÍM FOTOGRAMMETRICKÝM MODELEM



ZVÝŠENÍ STABILITY PŘI TISKU NEPLANÁRNÍM TVAROVÁNÍM DRÁHY

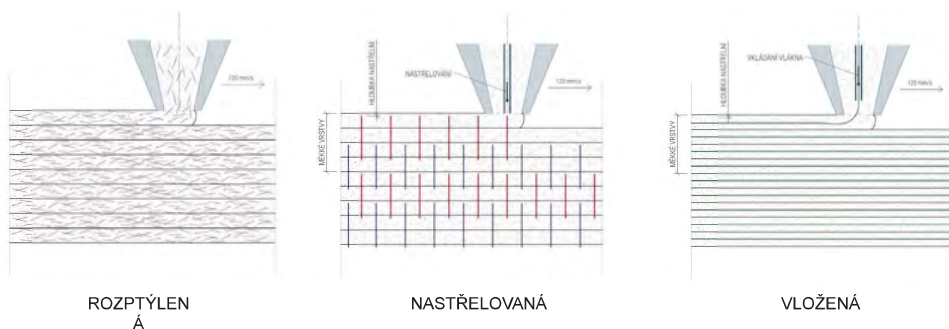
- VYHODNOCENÍ – DIGITÁLNÍ 3D MODEL METODOU FOTOGRAMMETRIE



VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTĚNÝCH PRVKŮ

STRATEGIE VYZTUŽOVÁNÍ

- ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ
- NASTŘELOVÁNÍ ORIENTOVANÝCH DRÁTKŮ
- ZATIŠTĚNÍ KONTINUÁLNÍ VÝZTUŽE



VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTĚNÝCH PRVKŮ

VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ



ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ – OCELOVÉ DRÁTKY



ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ – PVA VLÁKNA

VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ

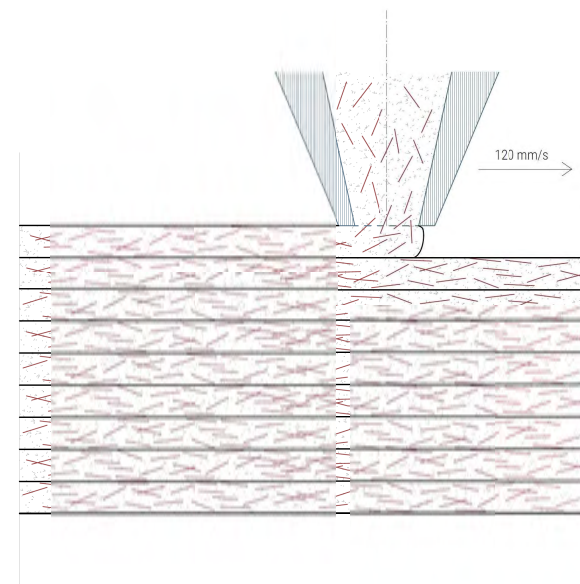
ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ

PVA VLÁKNA 0,2*12,5 mm 0,25 – 1,0 %

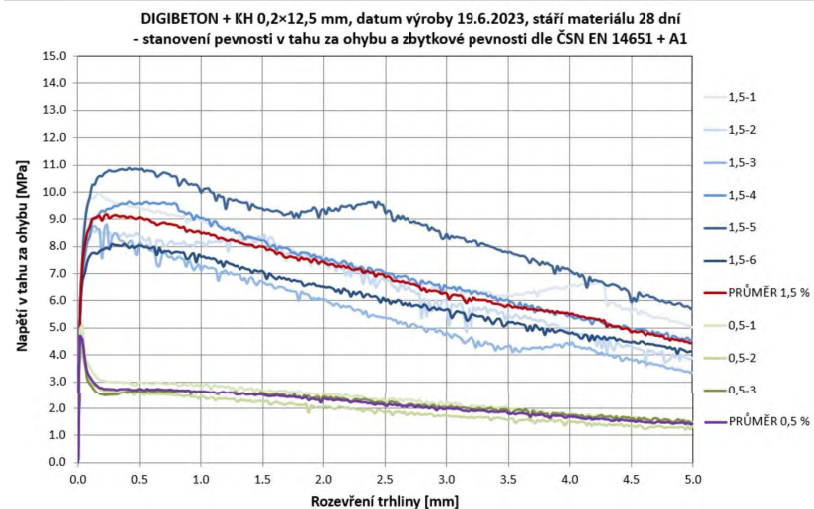
DRÁTKY 0,2*12,5 mm 0,5 – 1,5%

DRÁTKY 0,3*20 mm 0,5 – 1,5%

- ORIENTACE VÝZTUŽE
- PROVÁZÁNÍ VRSTEV?
- MAX. DÉLKA VS ZPRACOVATELNOST



VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ



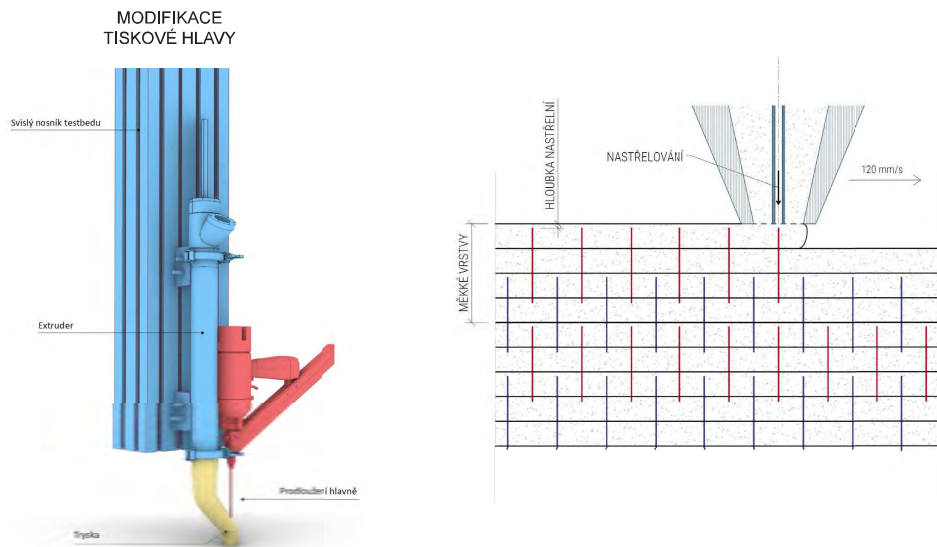
VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ



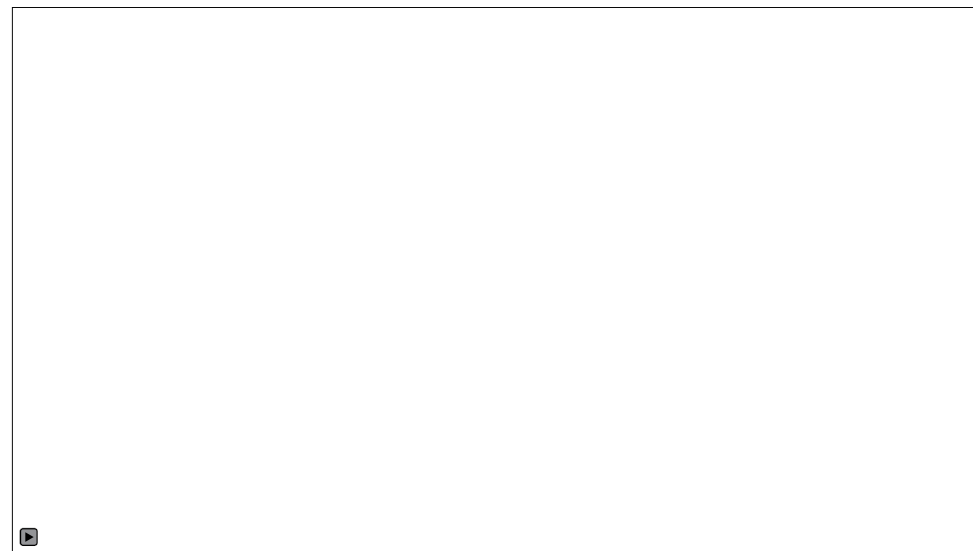
PROBLEMATICKÁ ČERPATELNOST SMĚSI S OCELOVÝMI DRÁTKY



VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – NASTŘELOVANÁ VÝZTUŽ

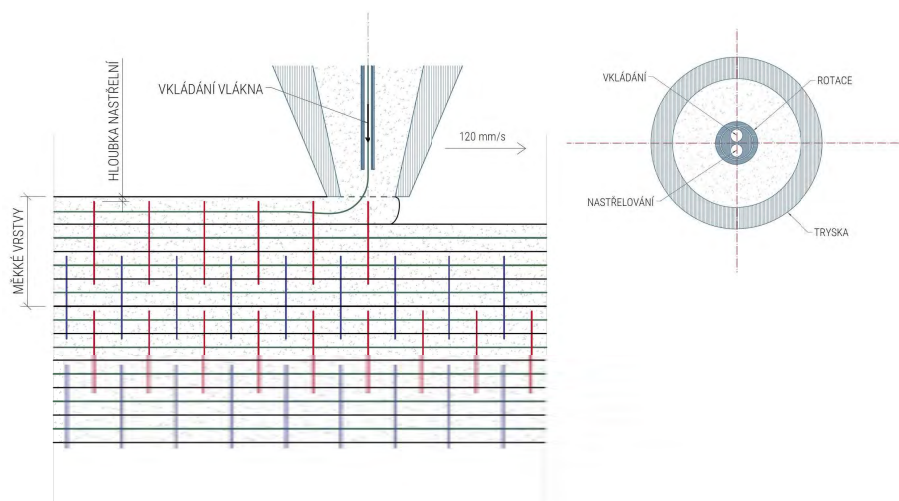


VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – ROZPTÝLENÁ VÝZTUŽ



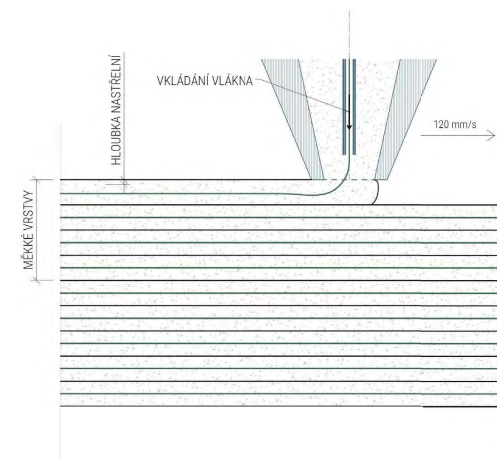
HOUŽEVNATOST TIŠTĚNÉ SKOŘEPINY S ROZPTÝLENÝMI PVA VLÁKNY

VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ - KOMBINACE

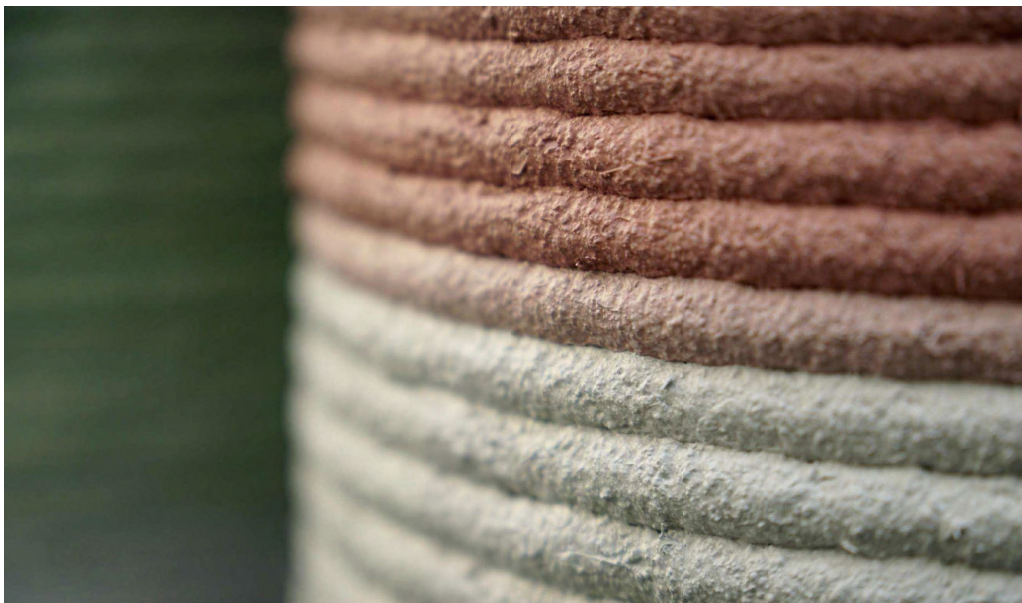


VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTENÝCH PRVKŮ – VLOŽENÁ KONTINUÁLNÍ VÝZTUŽ

VLOŽENÁ



PROBAROVÁNÍ TISKOVÉ SMĚSI



PROBAROVÁNÍ TISKOVÉ SMĚSI

PROBAROVÁNÍ TISKOVÉ SMĚSI



PROBAROVÁNÍ TISKOVÉ SMĚSI

- BĚŽNĚ DOSTUPNÉ
PIGMENTY (TESTOVÁNO
BEYFEROX)

- PROBARVENÍ SMĚSI V TISKOVÉ
HLAVĚ

- VARIABILNÍ BAREVNOST JEDNOHO
TIŠTĚNÉHO PRVKU

- PLYNULÉ BAREVNÉ PŘECHODY

- REAKCE PIGMENTŮ S
URYCHLOVAČEM

- BAREVNÁ STÁLOST



VIZE

- OPTIMALIZACE NÁVRHOVÝCH POSTUPŮ
 - ARCHITEKTONICKO – KONSTRUKČNÍ ČÁST
 - STATICKÁ ČÁST
- NEPLANÁRNÍ TISK
- VYZTUŽOVÁNÍ 3D TIŠTĚNÝCH PRVKŮ
- VÝVOJ A AUTOMATIZACE 3D TISKOVÉHO SYSTÉMU – ZLEPŠENÍ UŽIVATELSKÉ NÁROČNOSTI

VIZE

