



**VENEPRINT**

Kokkola  
Karleby

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



AINETTA LISÄÄVÄ DIGITALINEN VALMISTUS  
VENETEOLLISUUDESSA

**Veneosien tulostus**

1.9.2021-31.8.2023

Budjetti: 280 400 (kehitys) + 100 000 (investointi) €

**centria**  
Tutkimus ja kehitys

# Sisältö

- Robotti tulostus perusteet: materiaalit ja laitteisto
- 3D-tulostettujen tuotteiden esimerkit
- 3D tulostuksen hyödyt
- Materiaali kehitys ja 3D tulostus Centrialla
- Hankkeen tehtävät

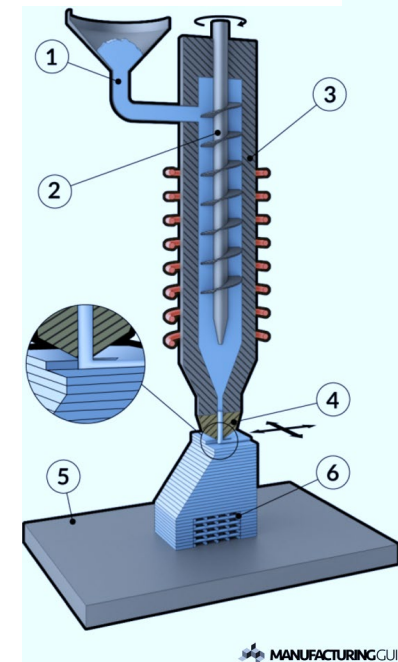
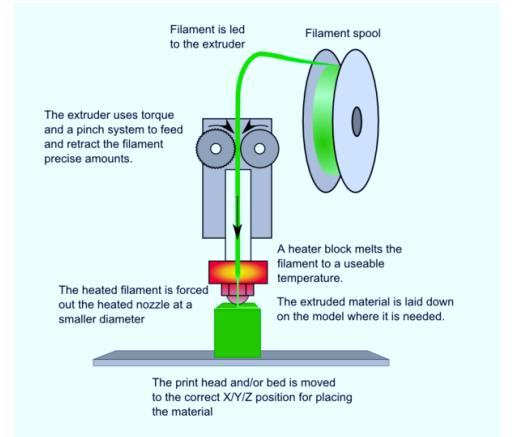
## FFF or FDM – fused filament fabrication or fused deposition manufacturing

- Material feeded as filament, most usuall filament 1,75 mm
- Filament making is additional process, limited amount of material in the market
- Industrial size attached to robot availbale, but rear

## FGF – Fused granule fabrication

- For parts with thick walls, lower resolution and low complexity
- For faster production of large sized parts
- Injection moulding materials might suit, fibre filled materials

# Materials: thermoplastics



## 3D-tulostuksen hyödyt – kappaleiden tulostus

<b>Tuote ja tuotanto</b>	<input type="checkbox"/> Monimutkainen geometria on mahdollinen, voi vähentää kokoonpano tarvetta <input type="checkbox"/> Yksilöllisten ratkaisujen hinta on pienempi <input type="checkbox"/> Valmistusaika tilauksesta toteutukseen lyhene kun on vähemmän työvaiheita <input type="checkbox"/> Ei tarvitse muoteja, eikä tilaa niiden säilytykseen
<b>Työn houkuttelevuus</b>	<input type="checkbox"/> Vähemmän käsityötä <input type="checkbox"/> Kuivien aineiden työstö on miellyttävämpää, helpompi houkutella työvoimaa <input type="checkbox"/> Työpajan haju vähene, parane työympäristö
<b>Ympäristö</b>	<input type="checkbox"/> Kierrätettävät materiaalit, erityisesti jos käytetään luonnonkuidut <input type="checkbox"/> Mahdollisuus pienentää veneen paino vaihtamalla lasikuitu luonnonkuiduilla <input type="checkbox"/> Tuotantoprosessissa syntyy vähemmän jätettä, syntyvä jäte on kierrätettävä <input type="checkbox"/> Veneet monessa tapauksessa on vapaa-ajan tuotteita ja ympäristö arvot niissä nousevat jatkuvasti asiakkaiden osto päätöksissä esille. <input type="checkbox"/> Pienemät elinkaari päästöt, eli hiilijalanjälki ja myös muu ympäristö vaikutus pienempi
<b>Uusi liiketoiminta</b>	<input type="checkbox"/> Veneiden elinkaari palvelut: kansirakenteiden uusiminen, yksilölliset ratkaisut, veneidenpurkaus ja kierrätys

# Investments

**Robot ABB IRB6700**

- 175kg / 3.05m
- TrackMotion IRBT6004, 2,7m



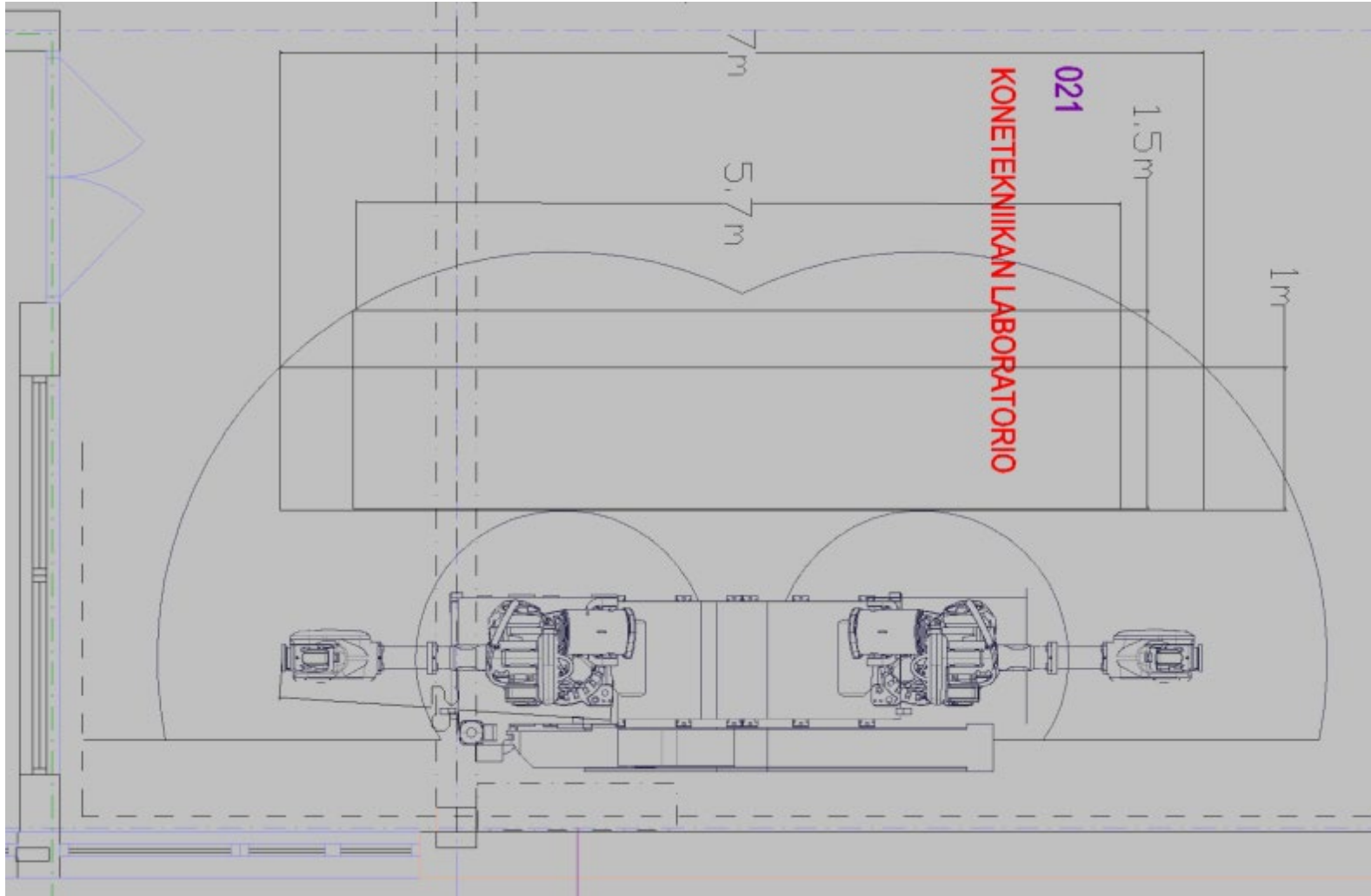
**Extruder for printing CEAD E25**

- 80-400°C
- Throughput 5-12 kg/h
- Nozzles – 2-18 mm
- Material dryer/feeder 50-185°C, 100 l



2-axis workpiece positioner IRBP A500

# VENEPRINT



Esimerkki kappalekoko:

7x1,5x1,5 m

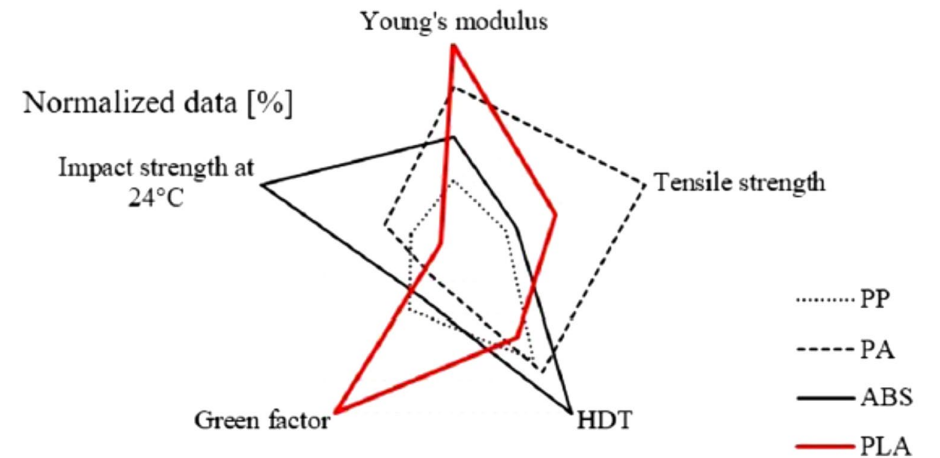
7,0x1,0x1,5 m

# Materials

## Material requirements for 3D-printing (LSAM) of mould

- ✓ Chemical resistance to resin components
- ✓ Withstand resin cure temperature and exotherm of reaction
- ✓ Withstand process parameters (consolidation pressure and vacuum bagging approach)
- ✓ Low thermal expansion (CTE)
- ✓ Tool preparation (sealing)
- ✓ Anticipated use (tool life)
- ✓ Storability/ageing resistance

	Polyester resin	MEKP	Epoxy resin	Epoxy hardener
ABS	X	X	✓	X
PA6	✓	✓	✓	✓
rPET	✓	✓	✓	✓
PP	✓	✓	✓	✓
PMMA	X	X	X	X



T.Tábi, T.Ageyeva, J.G.Kovács.

<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107282>

Resistance to lamination resin chemicals

## Strategy and compounding

- Cheap matrix → Polypropylene chosen
- Reduced thermal expansion → wood fibre
- Increased bio-based content → 40% wood fibre
- Recyclable production waste
- Recyclable product



40% saw dust



Lyondell Basell  
Moplen EP240H



Twin screw extruder, throughput up to 150 kg/day

## Some thermoplastic fiber reinforced materials for LSAM in the market

Manufacturer	Product	Polymer	Fibre	Content, (%)	Tensile Modulus, (GPa)	Tensile Strength (MPa)	Extension at Break, (%)	Tg, °C HDT, °C
UPM	Formi 3D	PLA	Cellulose	20 or 40	3,6 or 5,4	39 or 48	4 or 2	(53°C)*
Stora Enso	DuraSense® 3D Plus 50	PP	S-wood	50	2,7	45	7	(75°C)*
Polymaker	PolyCore ASA-3012	ASA	Glass fibre	20	7,237	101	2,6	Tg 98°C, 97-104°C
Sabic	AC004XXAR1	ABS	Carbon fibre	20	11,8/2,9	89/18 **	1/0,7**	101°C
Victrex	PEEK 90CA30	PEEK	Carbon fibre	30	28	275	1,4	Tg 143°C, 342°C

\* Polymer of same type

\*\* Printed test specimens: along print/perpendicular to print direction

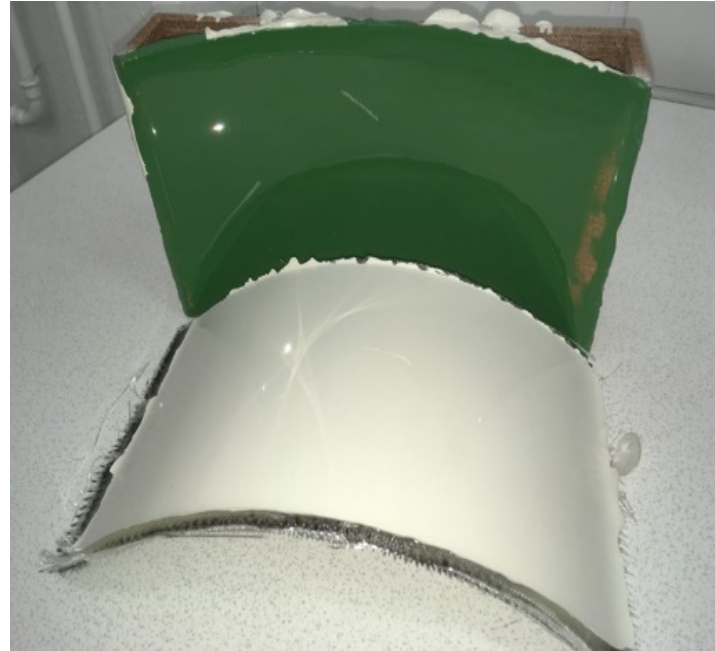
## Thermoplastic biobased 3D-printing materials compounded at Centria

Manufacturer	Product	Centria modification	Tensile Modulus, (GPa)*	Tensile strength (MPa)*	Extension at break, (%)*	Tg, °C HDT, °C*
BrightPlus	BrightBio® LOIMU-K35	Added 20% spruce saw dust	1,76	40	22	Tg 57°C
BrightPlus	BrightBio® LOIMU-D55	Added 20% spruce saw dust	1,3	35	110	49°C
BrightPlus	BrightBio® LOIMU-C73	Added 20% spruce saw dust	3,2	66	5,2	Tg 57°C
Stora Enso	DuraSense® 3D Plus 50	Added neat PP, final fibre content 30 %				

\*Properties of polymer without fillers

# Printing at Centria

# Robot assisted 3D printing of mould



UR10-robot, compressive type screw extruder, weight when unloaded was 6,5kg  
Printing speed 100-200 g/h, 3 mm nozzle

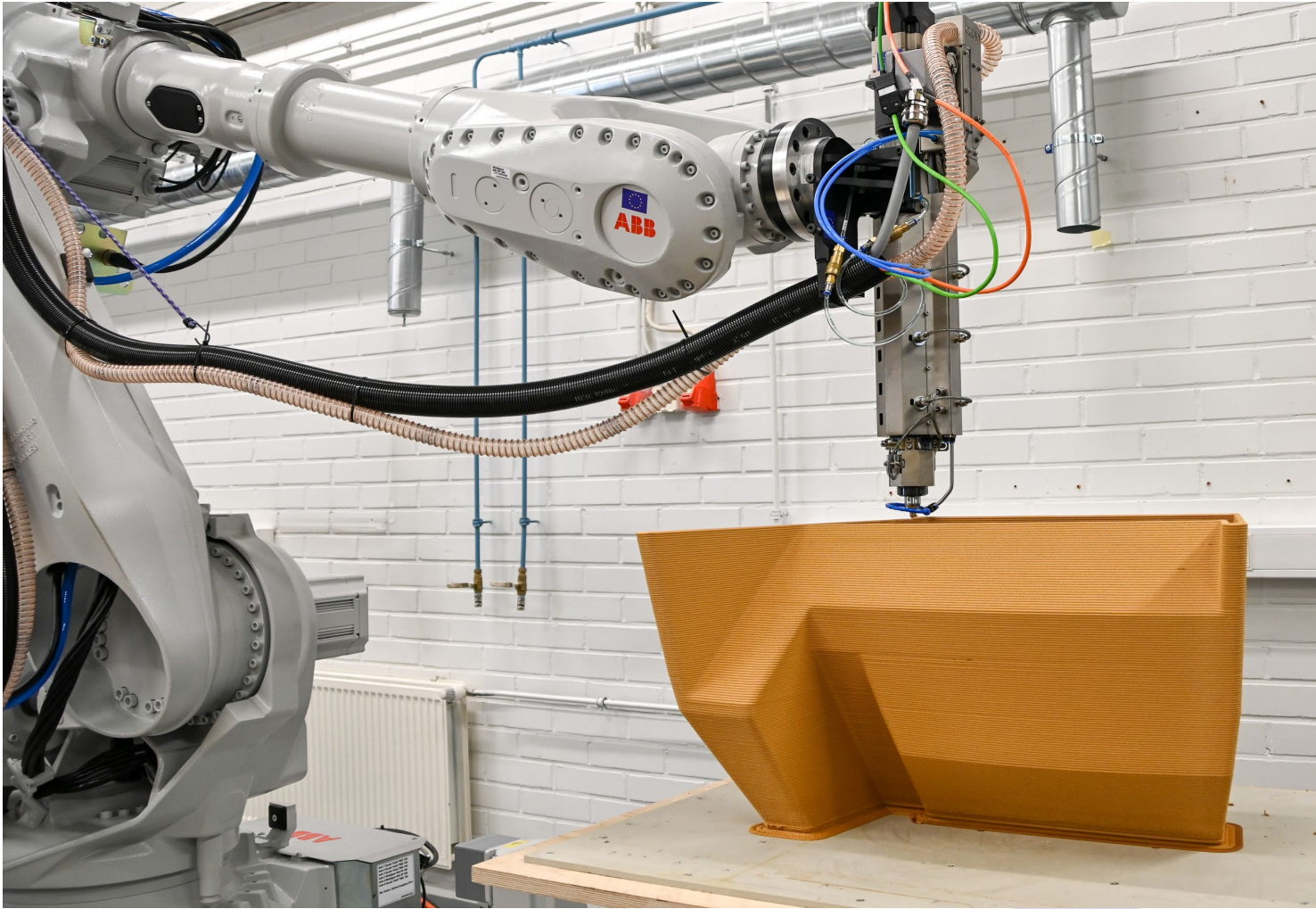
# VENEPRINT



925 x 590 x 81 mm



# VENEPRINT



**Kokkola  
Karleby**

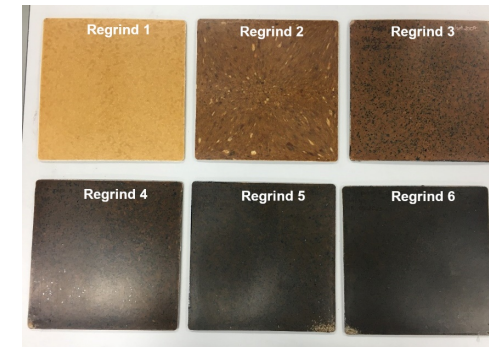
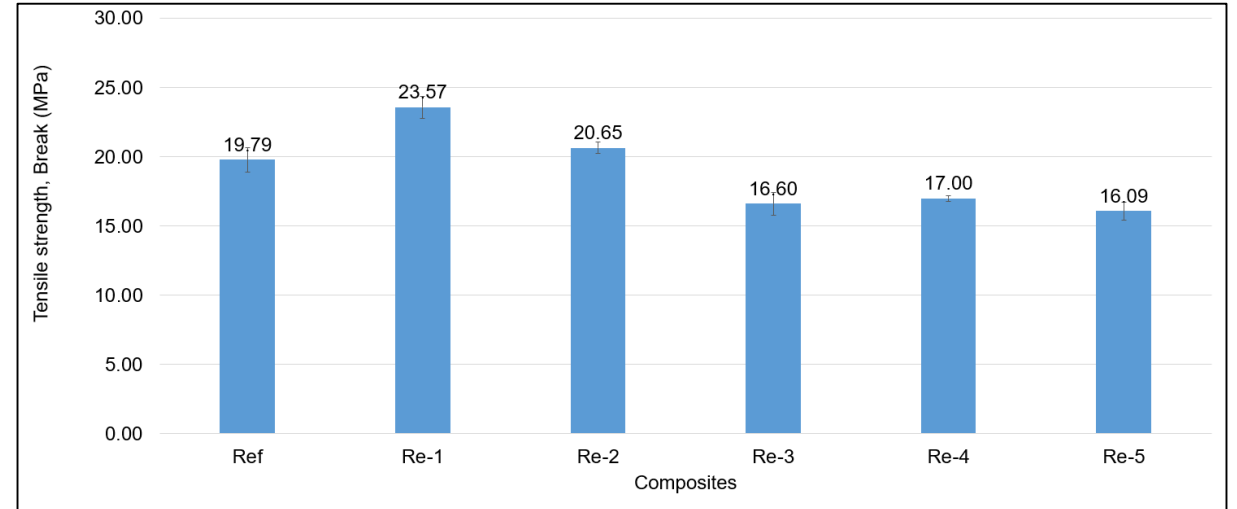
Vipuvoimaa  
**EU:lta**  
2014–2020



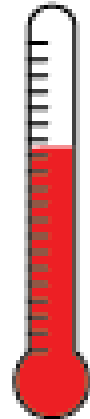
**centria**  
Research and Development

## Recycling of coated mould

- Multiple recycling
- The mechanical property after two recycling cycles remained same as virgin WPC



# Reduction of impact on climate change



**Reduction by 3D printing mould  
with WPC**

**-62,3%**

CO<sub>2</sub>-equivalent



**Additional reduction  
by recycling 3D printed mould**

**-14,4%**

CO<sub>2</sub>-equivalent



Inventory: Ecoinvent 3.1. database in Simapro software LCA assessment method: ILCD midpoint+

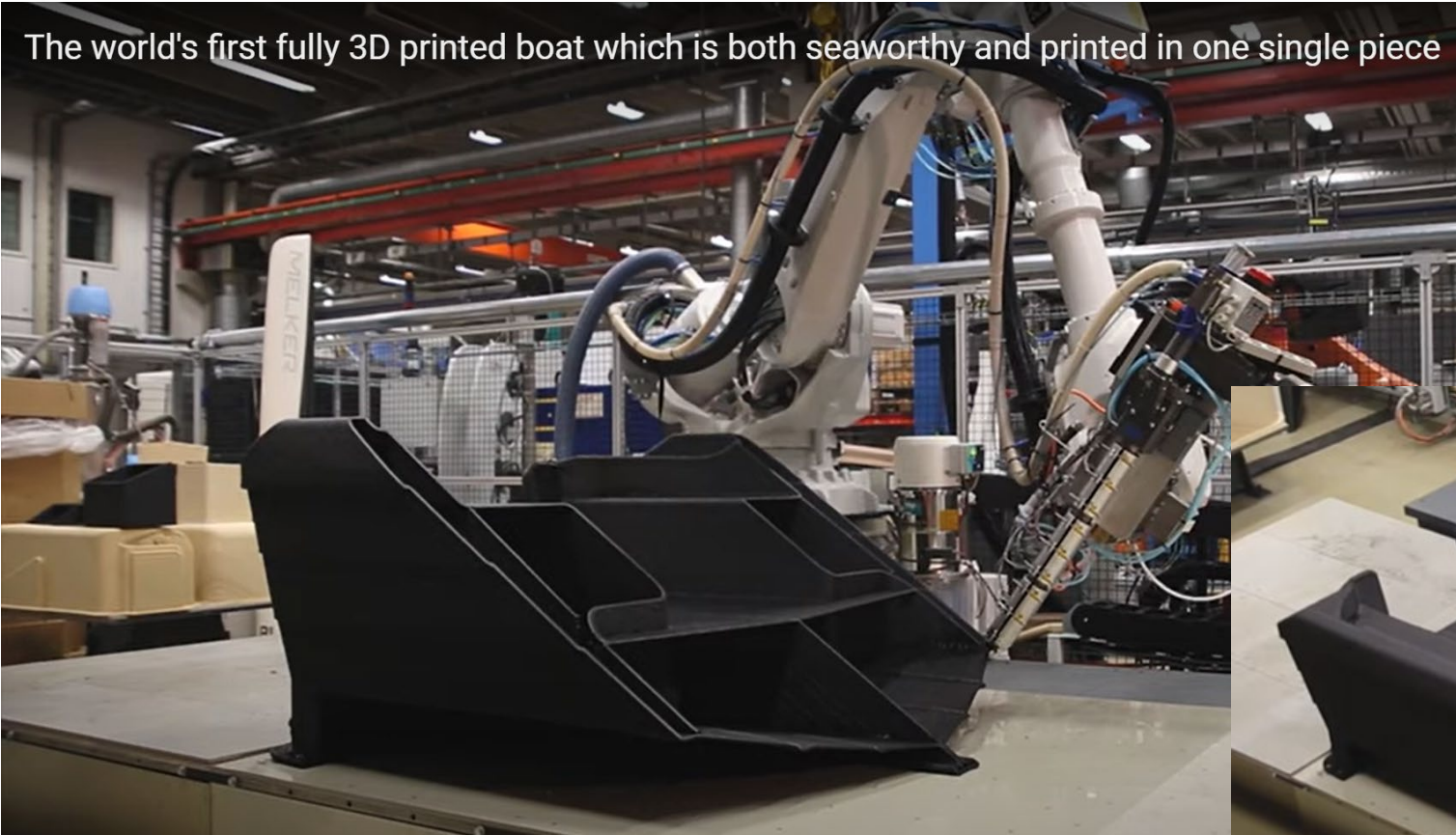
# What others print?

# VENEPRINT



# VENEPRINT

The world's first fully 3D printed boat which is both seaworthy and printed in one single piece

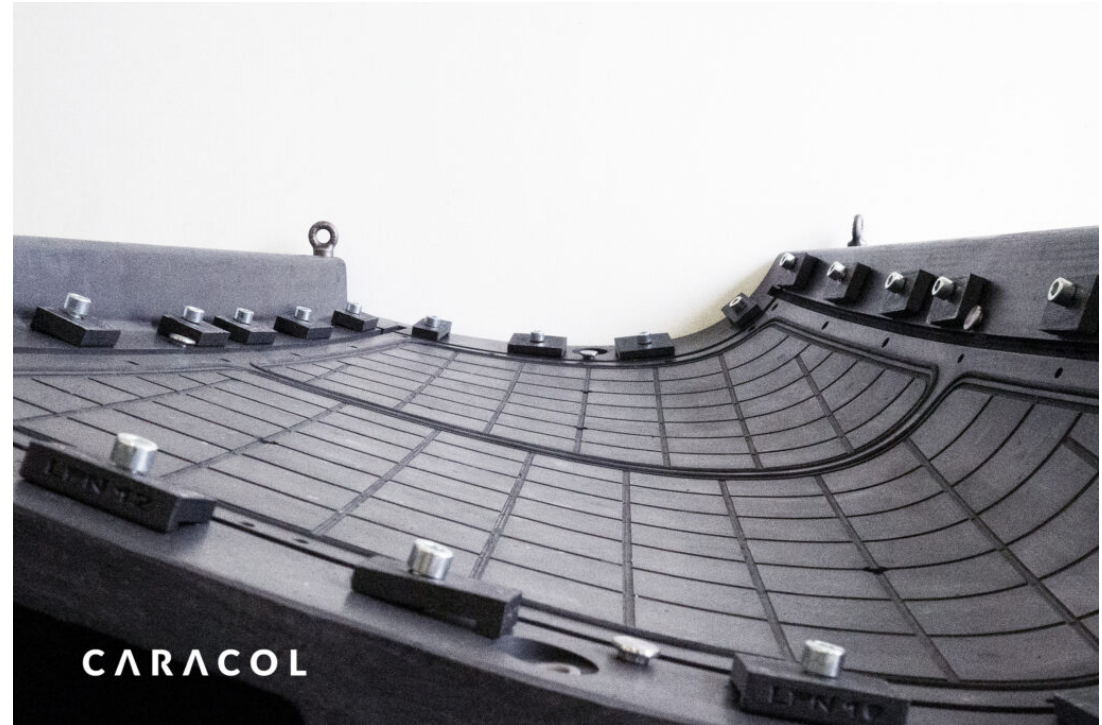


3D printed motorboat by RISE, cooperation with Pioner boats, Sweden

[https://youtu.be/pccCQfLP\\_D0](https://youtu.be/pccCQfLP_D0)



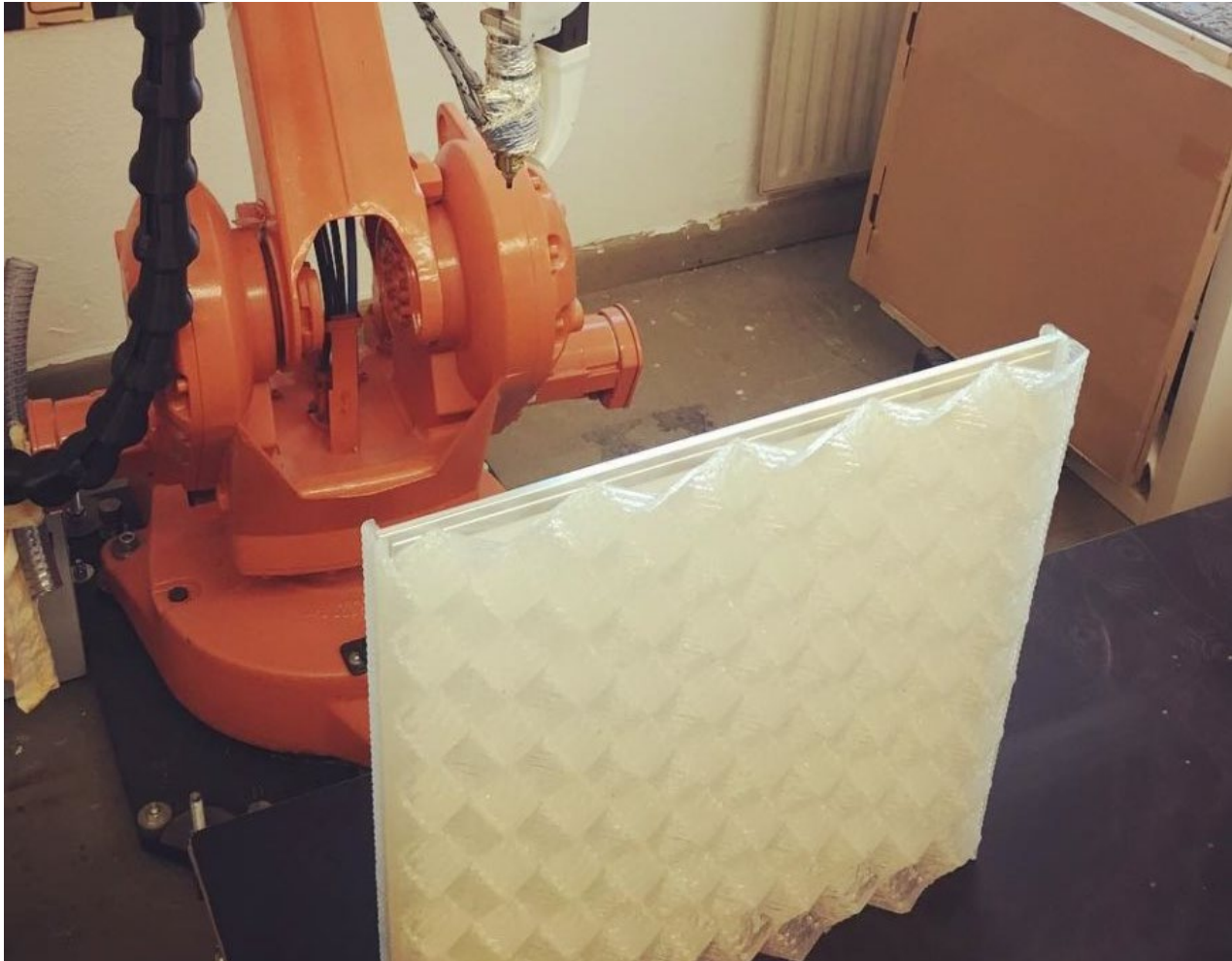
# VENEPRINT



Mould for aerospace industry: completely digitalized and integrated workflow, the parts are printed in a single piece and finished with CNC milling, to achieve the applications' required dimensional tolerances of 0.1mm and surface roughness of 1.6  $\mu\text{m}$ .

<https://caracol-am.com/large-scale-aerospace-tools/>

# VENEPRINT



# VENEPRINT



  
**Kokkola  
Karleby**

Vipuvoimaa  
**EU:lta**  
2014–2020



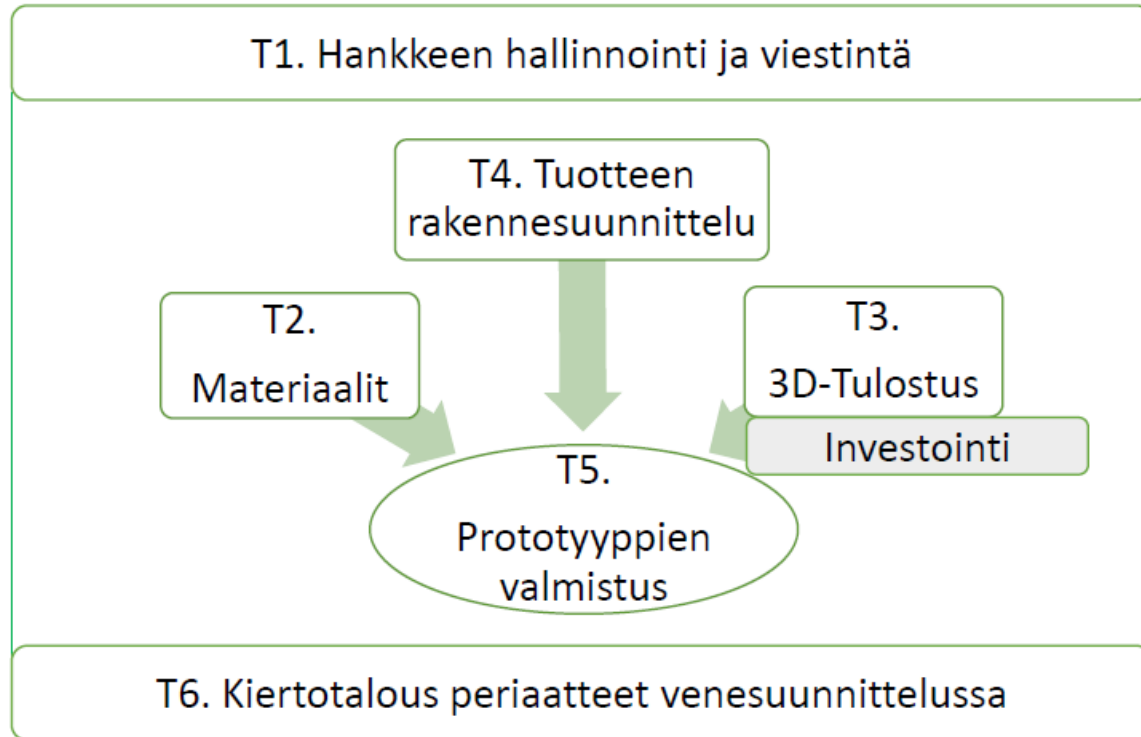
Euroopan unioni  
European Union

**centria**  
Research and Development



<https://caracol-am.com/beluga-3d-sailing-boat/>

# Työsuunnitelma



- ✓ Valita/valmista 3D-tulostukselle ja **venemateriaaliksi sopivat kierrätettävät materiaalit**: mekaaniset ominaisuudet, säänkestävyys (UV, vesi, suola)
- ✓ **Suunnitella ja tulostaa 3 edustavaa esimerkkiosaa**
- ✓ Arvioidaan pintakäsittelytarpeita ja -menetelmiä.
- ✓ Arvioida 3D-tulostettujen osien **elinaikaiset ympäristövaikutukset ja elinkaarikustannukset**

Yhteistyössä ECOBOAT (Muova/VAMK) hankkeen kanssa luodaan uusia elinkaaripalvelukonsepteja

**VENEPRINT**

**Kiitos!**



Contact:  
Centria AMK  
TKI Coordinaatori  
Egidija Rainosalo  
[egidija.rainosalo@centria.fi](mailto:egidija.rainosalo@centria.fi)  
+358 447250264

**centria**  
Research and Development