SAVONIA

3D-tulostaminen robotilla

KesTech - Ylä-Savon teknologia-aamukahvit 15.3.2023

Mitä robottitulostus on?

- Robottitulostuksella tarkoitetaan teollisuusrobottien hyödyntämistä 3D-tulostusmenetelmien kanssa.
- Mahdollistaa suuren tulostusalueen käytön
- Yleensä käytössä on käsivarsirobotti, joka tuo tulostukseen lisää vapausasteita ja mahdollistaa myös ulkoisten lisälaitteiden käytön
  - ”Perinteinen” tulostus: X-Y-Z
  - Robottitulostus: 5+ vapausastetta,
    - usein robottisolussa on lisäksi lineaarirata ja/tai pyörityöspöytä
- Menetelmää käytetään tällä hetkellä pääosin metallin, muovin/komposiittien ja betonin tulostukseen.
- Valmistajat tarjoavat sekä valmiita, kokonaisia järjestelmiä että tulostuspäitä, jotka voidaan liittää olemassa oleviin robotteihin/soluihin.

Vaihtoehtoisia 3D-tulostusmenetelmiä robottitulostukselle on useita, yleisimmät ovat:

Metallit

- DED, Directed Energy Deposition eli suorakerrostus
  - WAAM, Wire-arc additive manufacturing eli lankasyöttöinen suorakerrostus.

Muovit/komposiitit

- LSAM, Large-Scale Additive Manufacturing
  - FGF, Fused Granulate Fabrication

Betoni

- 3DPC, 3D-printing Concrete

Hyötyjä ja haasteita

Hyötyjä

- Robottitulostuksella on mahdollista saavuttaa tyypilliset 3D-tulostuksen hyödyt, mutta suuremmassa mittakaavassa.
- **Materiaalin säästö** ja **kevyemmät rakenteet** – mahdollisesti suuriakin ympäristövaikutuksia (esim. betonin 3D-tulostus)
- Usein esiin nousevana, merkittävänä etuna **nopeus** muihin valmistusmenetelmiin nähden.
- **Toistettavuus**, **valmistus lähellä käyttökohdetta** sekä **digitaalinen varastointi** & valmistus vasta tarpeeseen, joka mahdollista muutokset aina valmistushetkeen saakka.

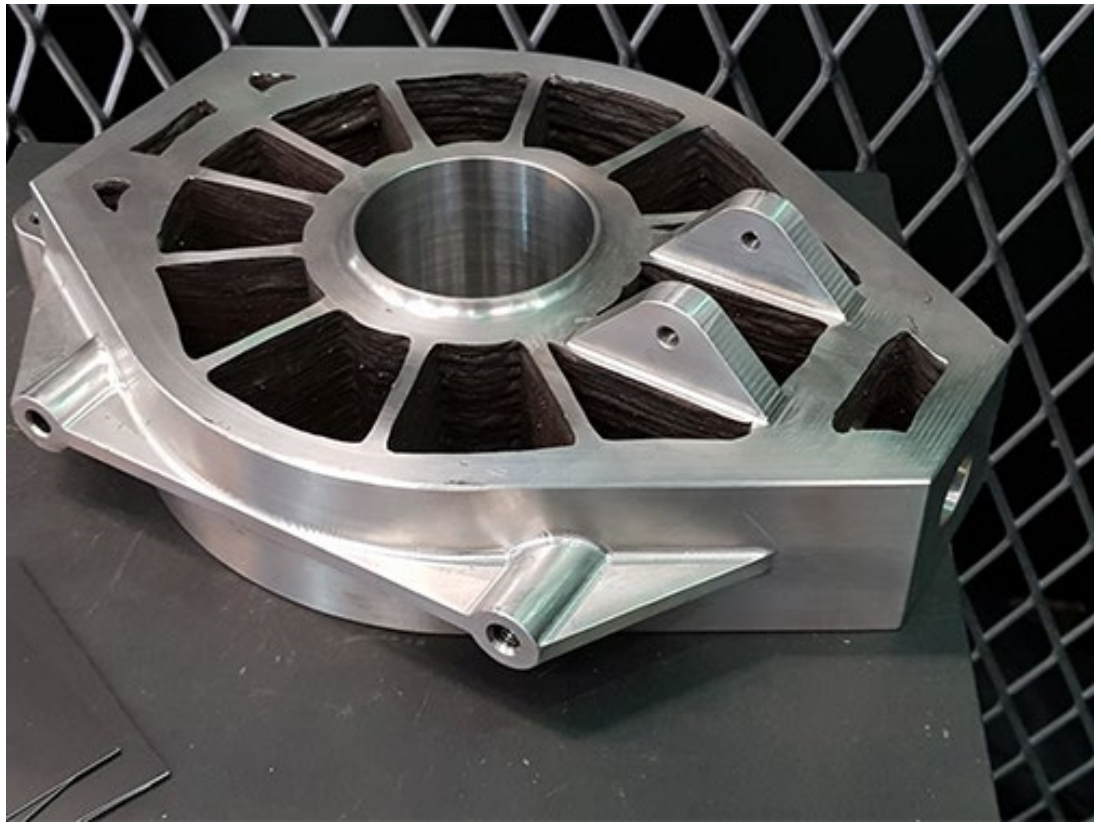
Haasteita

- Kappaleen tulostus robottitulostuksella on perustulostusta haastavampaa, sillä robotin mahdollisuudet ja rajoitukset huomioitava.
- Siivutuksen ja tulostuksen valmistelun osalta perusohjelmilla voi päästä alkuun, mutta monimutkaisemmissa kappaleissa tarvitaan tähän suunniteltuja ohjelmia.
- Tulostusmateriaalin syöttömäärä on suuri, josta johtuen tyypillisiä haasteita ovat
  - Lämmöntuotto kappaleeseen
  - Karkea kerroskorkeus = vaatii usein jälkikäsittelyä

Esimerkkejä maailmalta (WAAM)

Wheel Bracket

- Materiaali: SS 308LSI
- Koko: 400x400x500 mm
- Paino: 8.3 kg (13.9 kg ennen viimeistelyä)
- Tulostusaika: 5h 30 min
- Lähde: MX3D / Formnext 2022



Esimerkkejä maailmalta (WAAM)

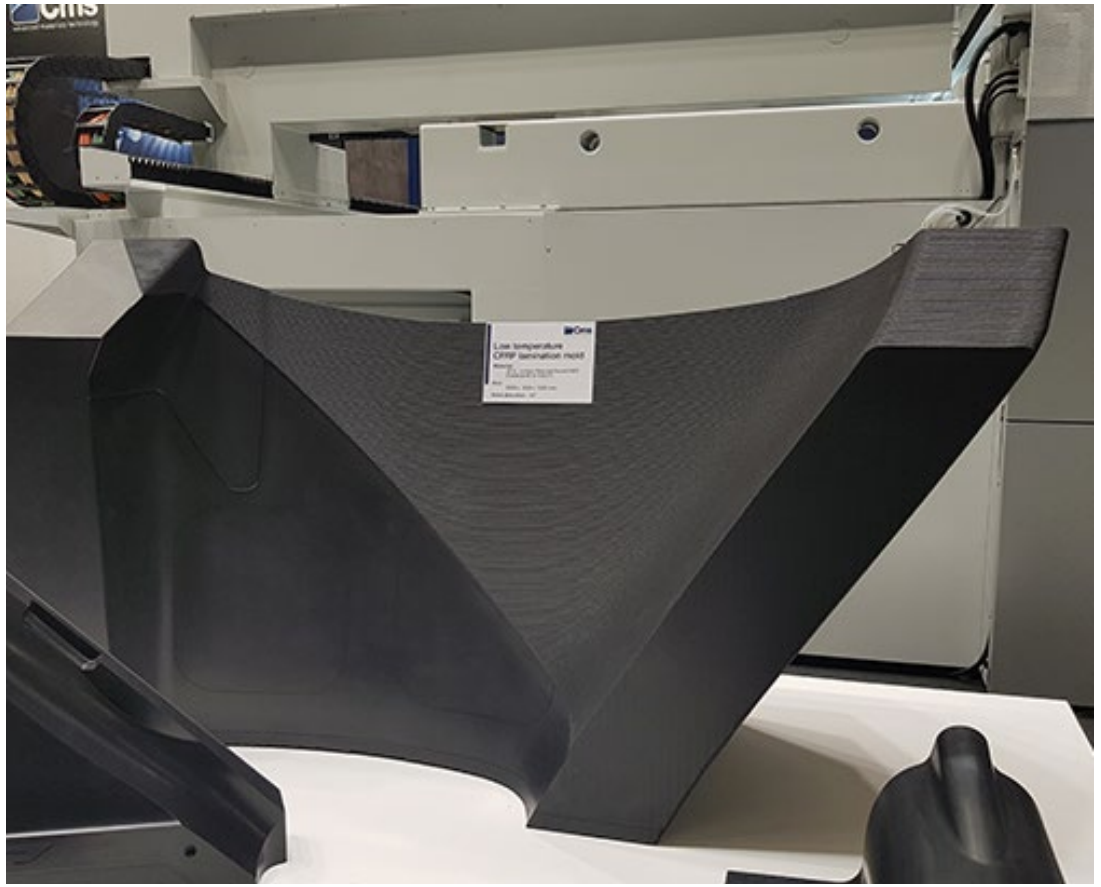
Paineastia

- Materiaali: SS 316L
- Koko: Ø900 mm, korkeus 1,6m
- Paino: 300 kg
- Lähde: FAME & Andritz Savonlinna Works / Formnext 2022

Esimerkkejä maailmalta (LSAM)

Low temperature CFRP lamination mold

- Materiaali: Dahltram® S-150CF (20% CF reinforced ABS)
- Koko: 2800x1800x1000 mm
- Lähde: CMS / Formnext 2022
- Muuta: tulostus 45° kulmassa



Esimerkkejä maailmalta (LSAM)

Laminating form

- Materiaali: LUVOCOM 3F PAHT® CF 9743 BK (Polyamide with 25% CF)
- Paino: 43 kg
- Tulostusaika: 6,51 h
- Lähde: Weber, Lehvoss / Formnext 2022

Esimerkkejä maailmalta (3DPC)

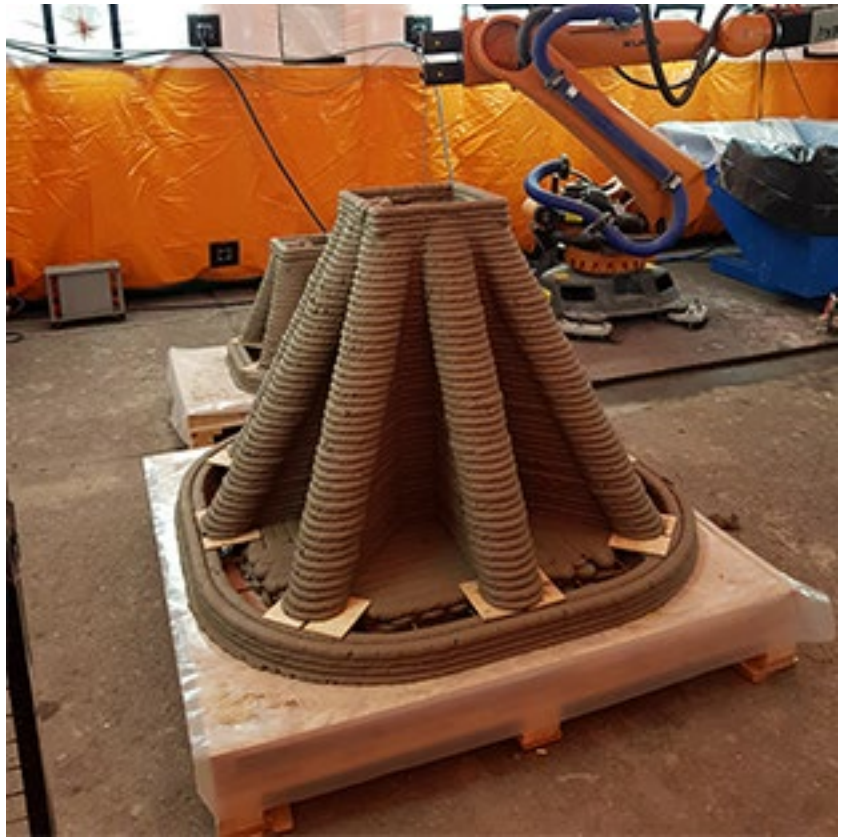
3D-tulostettu talo

- Hollannissa valmistui 2021 ensimmäinen 3D-tulostamalla valmistettu asuintalo
- Koko: 94 m^2
- 24 kpl 3D-tulostettuja elementtejä jotka valmistettiin tehtaalla
- Lähde: Weber Holland 2021
- Lisätietoja:
- https://www.3d.weber/news/first-resident-of-3d-printed-concrete-house-in-eindhoven-receives-key/

Esimerkkejä maailmalta (3DPC)

Pad foundation

- Materiaali: Hyperion Robotix mix 17.1
- Koko: 2x2x2 m
- Paino ~1500 kg
- Tulostusaika: 1 h 10 min
- Lähde: Hyperion Robotics 2022
- Lisätietoja: https://www.youtube.com/watch?v=Vj5IeEIjpJs



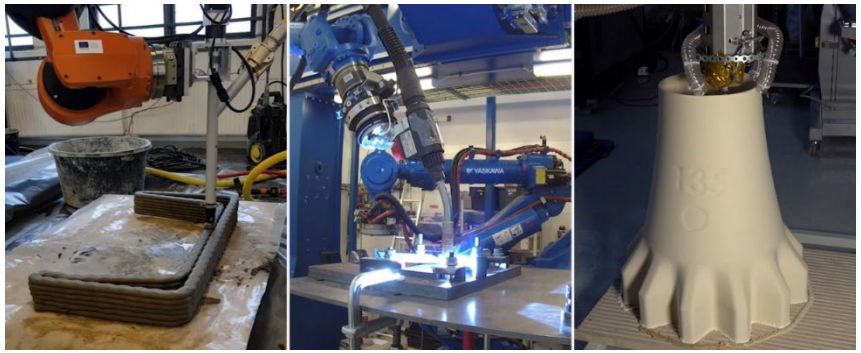
3D-tulostusta robotilla (3DROBO)

Hankeinfo

- Toteutusaika: 1.1.2022 – 31.8.2023
- Budjetti: 260.448 € (kehitys) + 128.000 € (investointi)
- Yhteistyössä: Ponsse, Hydroline, Suomivalimo, Etteplan, Fantasiaworks, Lujabetoni, UPM, Design Reform, Betola, GTK

Työpaketit

- **TP1:** Muovin/komposiitti-materiaalien 3D-tulostaminen
- **TP2:** Metallin lankasyöttöinen suorakerrostus
- **TP3:** Betonin ja betonimuottien 3D-tulostus
- **TP4:** Raportointi, kiertotalous-, päästö- ja kustannuslaskelmat



Hankkeen tavoitteena on tarvittavien ohjelmistojen, laitteiden ja tarvikkeiden hankinta siten, että robotisoitu 3D-tulostus metallin, muovin ja betonin osalta saadaan Savonialla tehokkaaseen käyttöön.

Hankkeen aikana tehdään mm. seuraavaa:

- Hankitaan automatisoitu jälkikäsittelyjärjestelmä muovi/komposiittitulosteiden jälkikäsittelyyn
- Tutkitaan tulostusprosessien käyttäytymistä lämpökameroiden avulla
- Käyttöönotetaan ohjelmistoratkaisu, jonka avulla robottitulostuksen valmistus on sujuvampaa.
- Tutkitaan ja testataan robottitulostukseen soveltuvia tulostusmateriaaleja

Pohjois-Savon liitto

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Savonian robottitulostus

- Robotti: Kuka KR-120 2700
- Tulostuspää: CEAD robotextruder
- Työalue: n. 1 m^{3*}
- Materiaalit: muovit, komposiitit

FGF (Fused Granulate Fabrication)

Materiaalin pursotus, granulaatti

- Robotti: Yaskawa
- Tulostuspää: Fronius TPS500i Pulse CMT
- Työalue: 1-7 m
- Materiaalit: hitsattavat materiaalit

WAAM (Wire-Arc Additive Manufacturing)

Lankasyöttöinen suorakerrostus

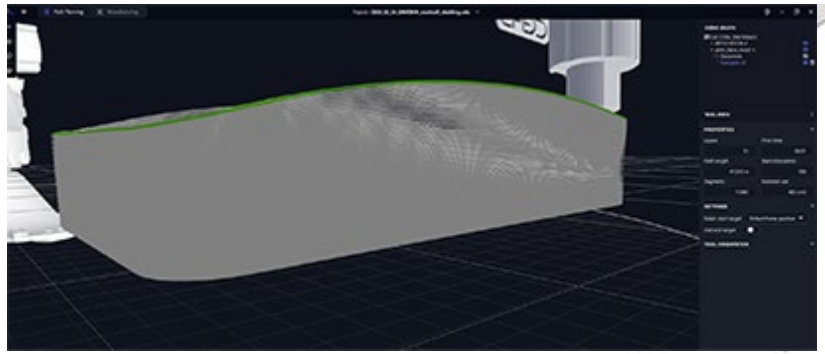
- Robotti: KUKA KR-120 2700
- Tulostuspää: Hyperion Robotics
- Työalue: n. 1 m^{3*}
- Materiaalit: betoni

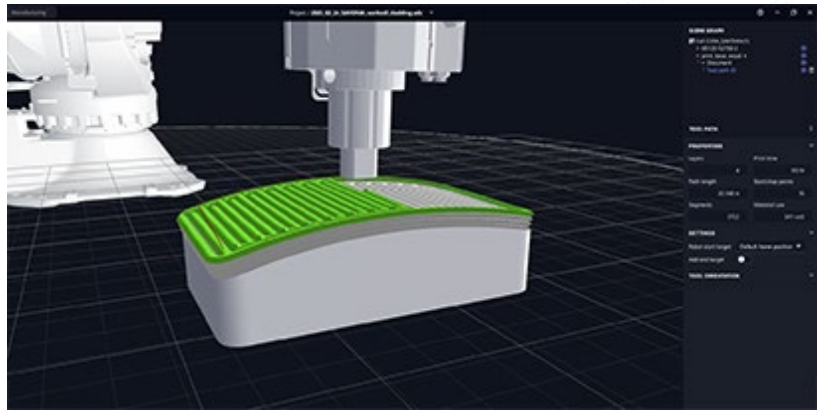
3DCP (3D Concrete Printing)

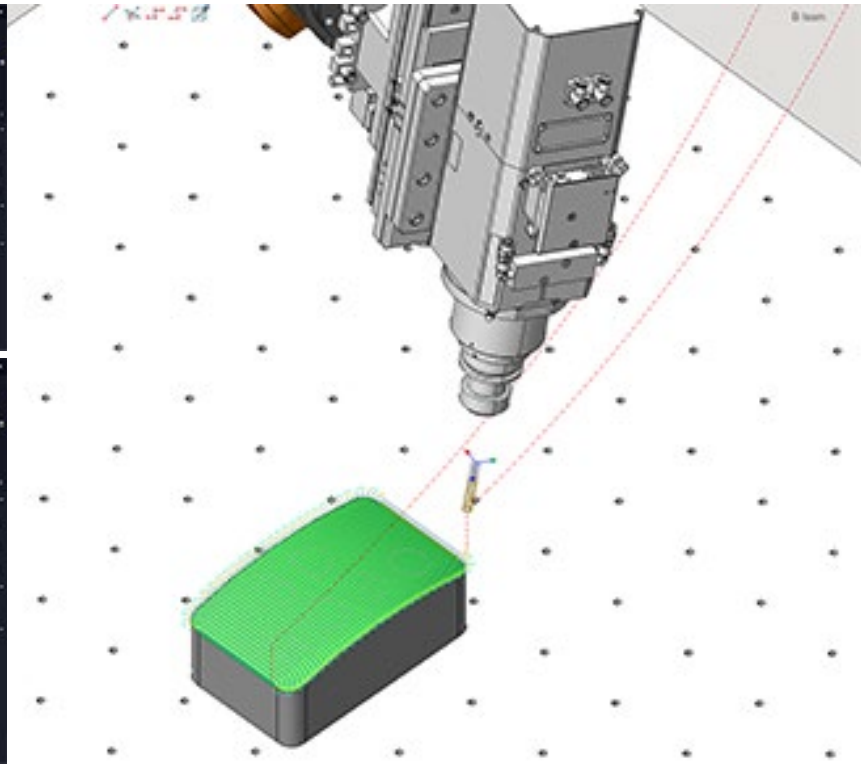
Betonin 3D-tulostus

3DROBO –hankkeen kuulumiset

- Jälkikäsittelyjärjestelmä hankittu: Flexmill
- Ohjelmistot kartoitettu ja hankittu: Adaxis Adaone, Sprutcam

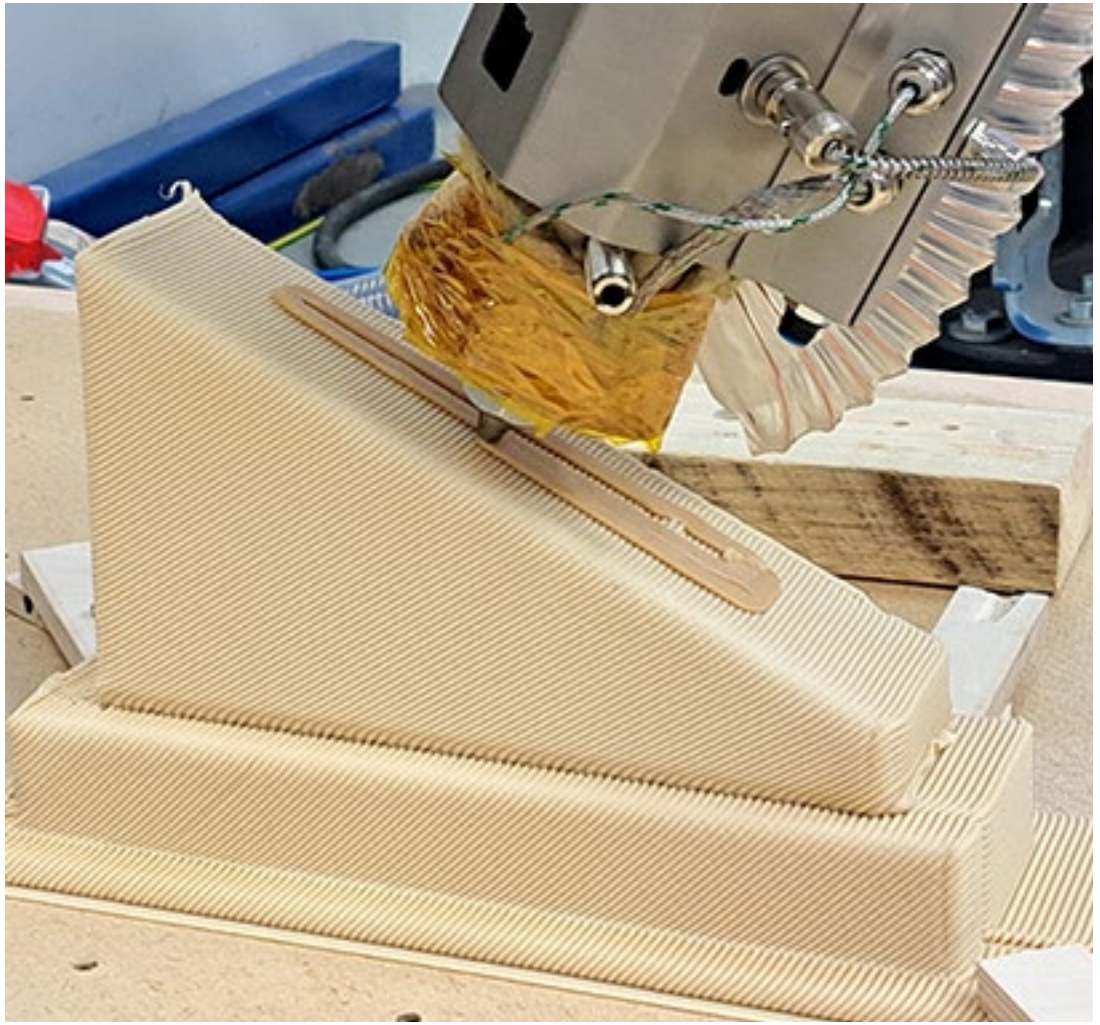






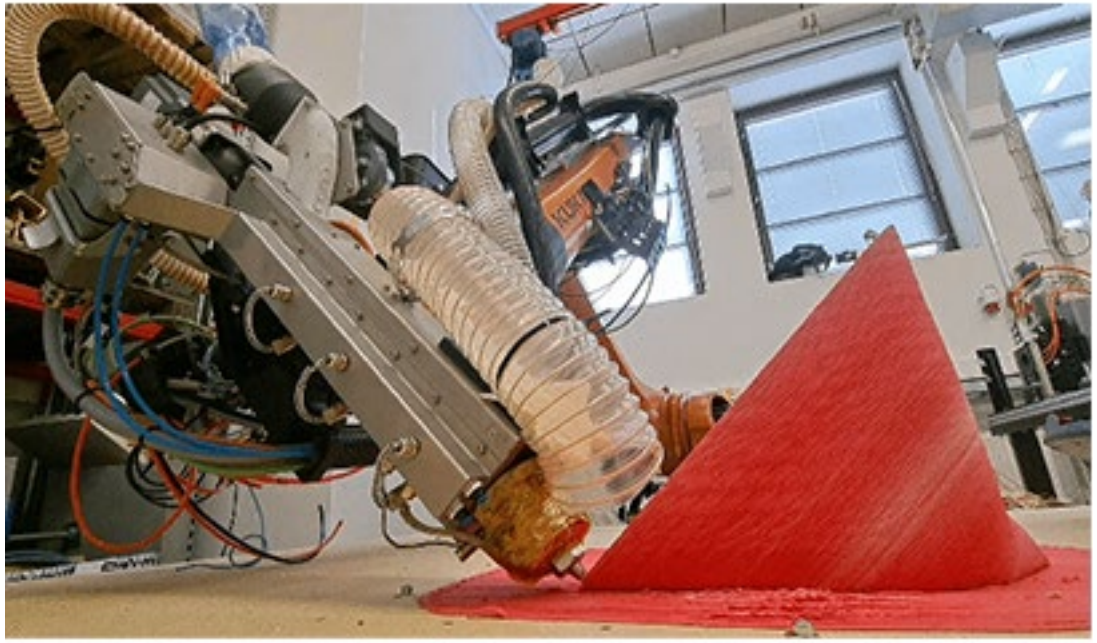
3DROBO –hanke, TP1: Muovi

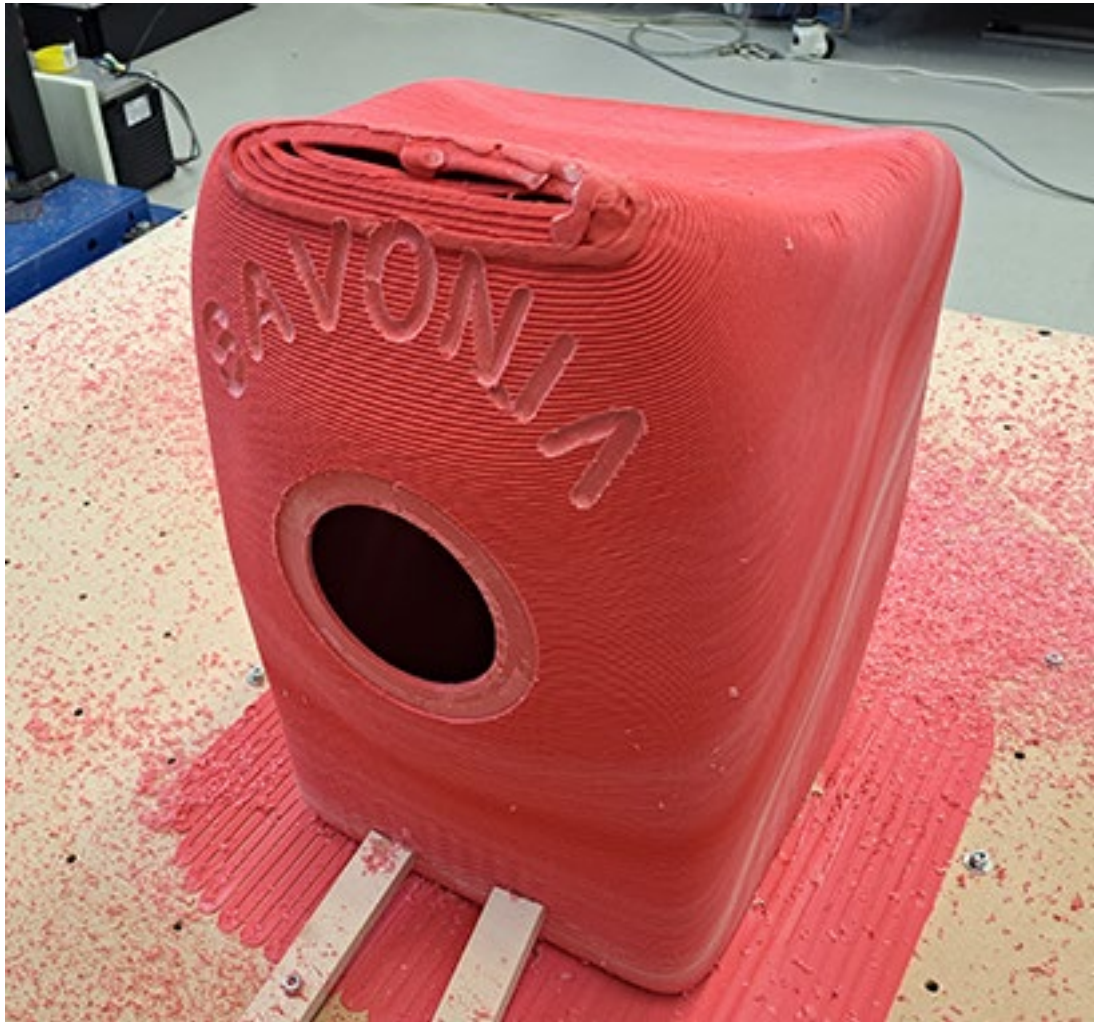
Tulostus- ja parametritestaus käynnissä



3DROBO –hanke, TP1: Muovi

Tulostus- ja parametritestaus käynnissä





3DROBO –hanke, TP2: Metalli

Demonstraatio

- Demonstraatiossa perusaineen päälle kasvatetaan muodot.
- Tarkoituksena on testata menetelmän soveltuvuutta valukappaleiden korvaamiseen

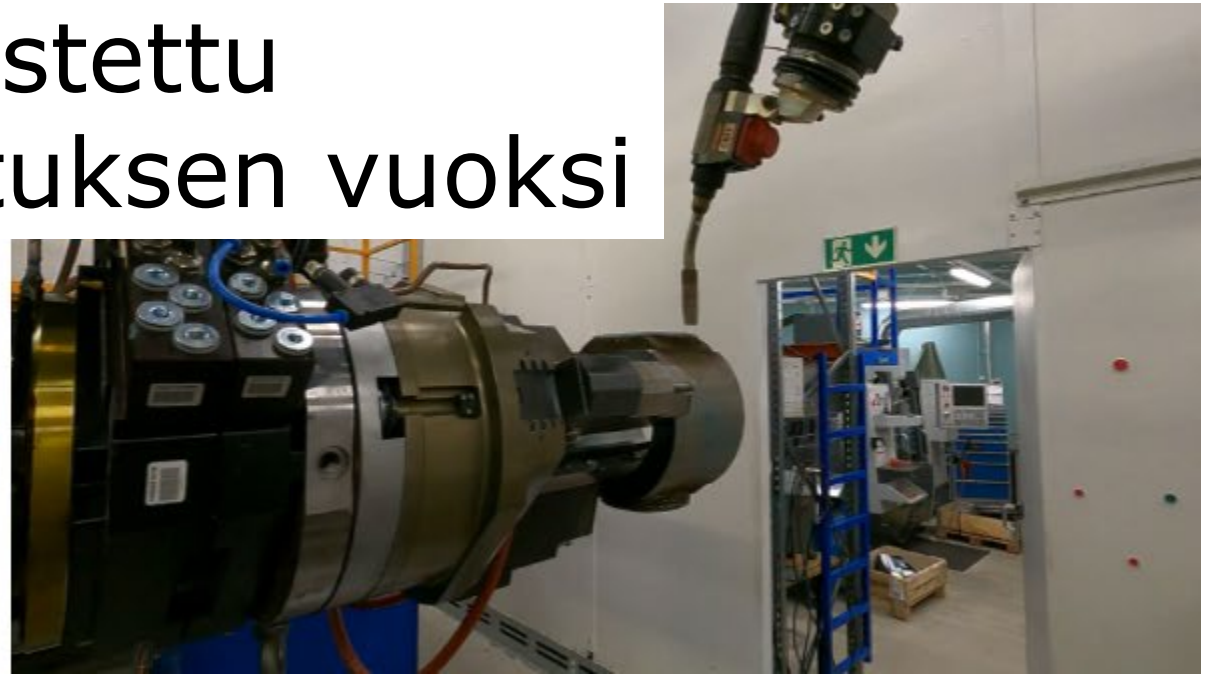
Materiaali

- Musta rakenneteräs 420 Mpa lujuus
- Kaariaika: 8h 40 min, kokonaisaika ~14 h
- Lisäaineen määrä: n. 16,5 kg

Valmistelussa käytetyt ohjelmat: Cura, DelfoiArc*

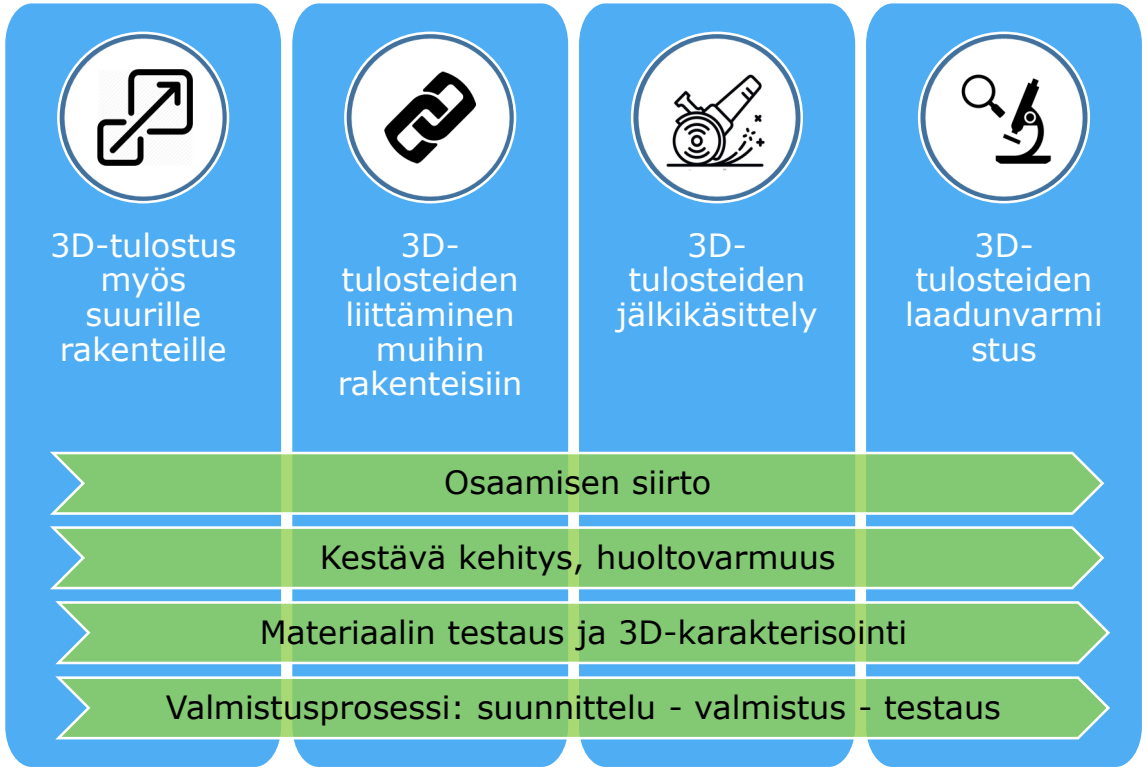
Videot: TP2/Metalli

Videot poistettu
Kokorajoituksen vuoksi



SAVONIA 3D-tulostuksen yhteishanke 3DTY

- Hankehakemus jätetään 15.3, mukaan haetaan 15-20 yritystä
- Hankeaika: 01.08.2023 - 31.07.2026



UNIVERSITY OF OULU
FMT FUTURE MANUFACTURING TECHNOLOGIES
DIMECC
FAME Finnish Additive Manufacturing Ecosystem
FAMN Finnish Advanced Manufacturing Network
LUT University
SAVONIA University of Applied Sciences
UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND
REDU
Tampereen yliopisto
Tampereen ammattikorkeakoulu

Euroopan unionin osarahoittama

SAVONIA

- Kiitoksia mielenkiinnosta!

- Yhteystiedot

Antti Alonen
tki-asiantuntija
antti.alonen@savonia.fi
+358 44 785 5767