

\*DED-ARC

# Syöttöruuvien tulostus WAAM\*-prosessilla

3D-tulostuksen yhteishanke (3DTY)  
Aku Tuunainen, Tutkimusinsinööri, IWE,  
Savonia-ammattikorkeakoulu

**FMT-PÄIVÄT 2025, 22.5.2025**



Euroopan unionin  
osarahoittama

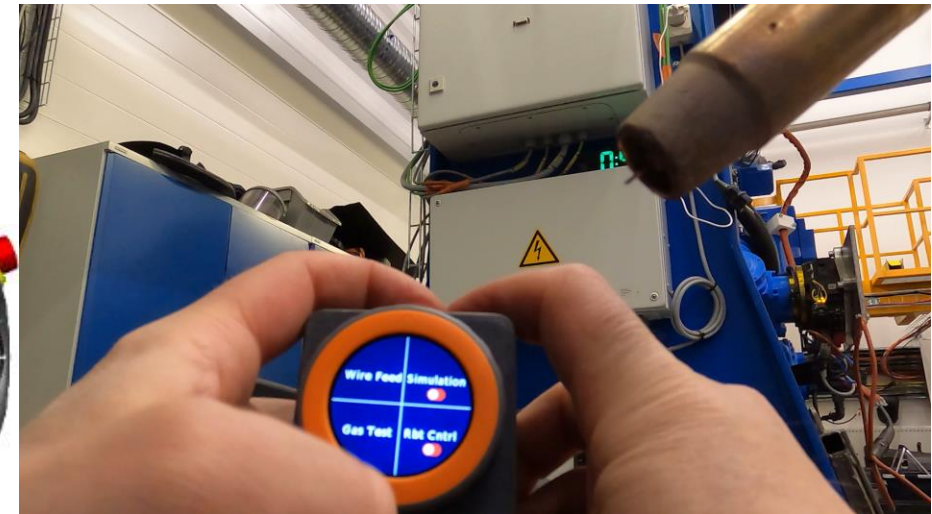
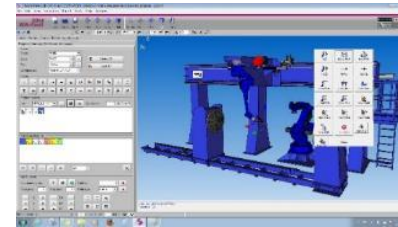
FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Savonia Hitsauslaboratorio

- Tutkimus, Testaus, Koulutus, Kehitys
  - Menetelmät, materiaalit, tuotteet
- Robotisoitu mig/mag, laser- ja laserhybridihitsaus, leikkaus
- Ohjelmointitekniikat ja käytettävyys
- Palveluliiketoiminta
  - Konsultointi, investoinnit, käyttöönotot, tehostaminen
- Koneistuslaboratorio
- Materiaalilaboratorio
- Protovalmistus

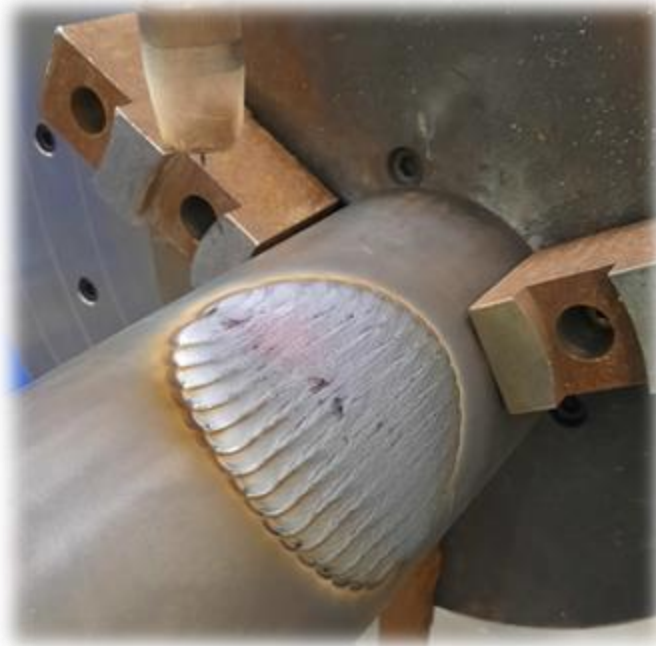


Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA





Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Savonian näkökulma

- Voidaanko tyypillisellä hitsausrobotilla tehdä WAAM:ia?
  - Robotti + Mig/Mag-hitsausvirtalähde
  - Suomessa runsaasti kapasiteettia
- Jos, niin mitä se vaatii, mitkä ovat reunaehdot?
  - Ohjelmointiratkaisut
  - Anturointi ja apuratkaisut
  - Robottisolun valjastaminen WAAM:iin



Kuva: <https://mx3d.com/wp-content/uploads/2021/08/system-robots.jpg>



Euroopan unionin  
osarahoittama

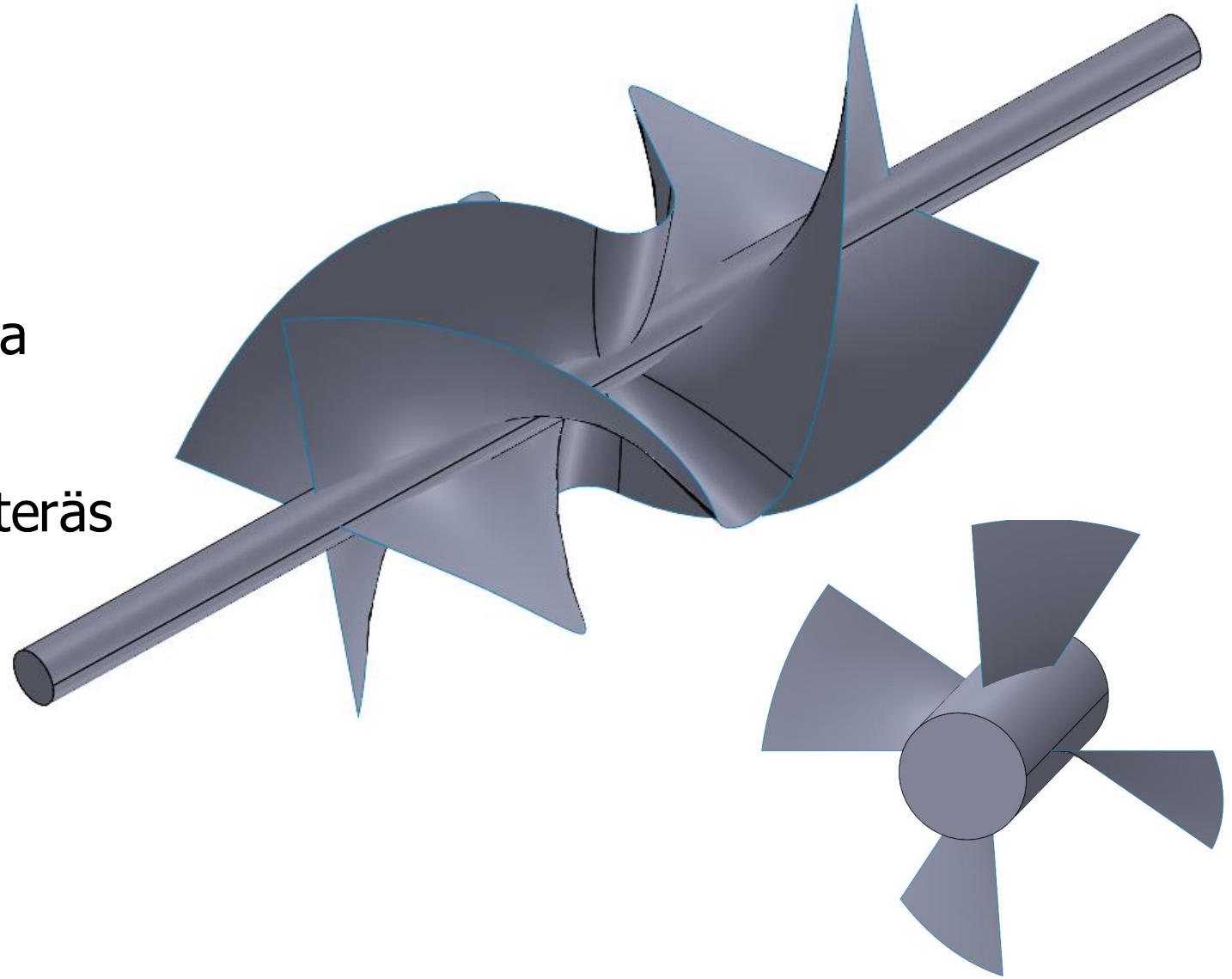
FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Case-tuotteet

- Propelli
- Syöttöruuvi vaihtuvalla nousulla
- Aihioina akseli tai putki
- Materiaalina 420 Mpa rakenneteräs



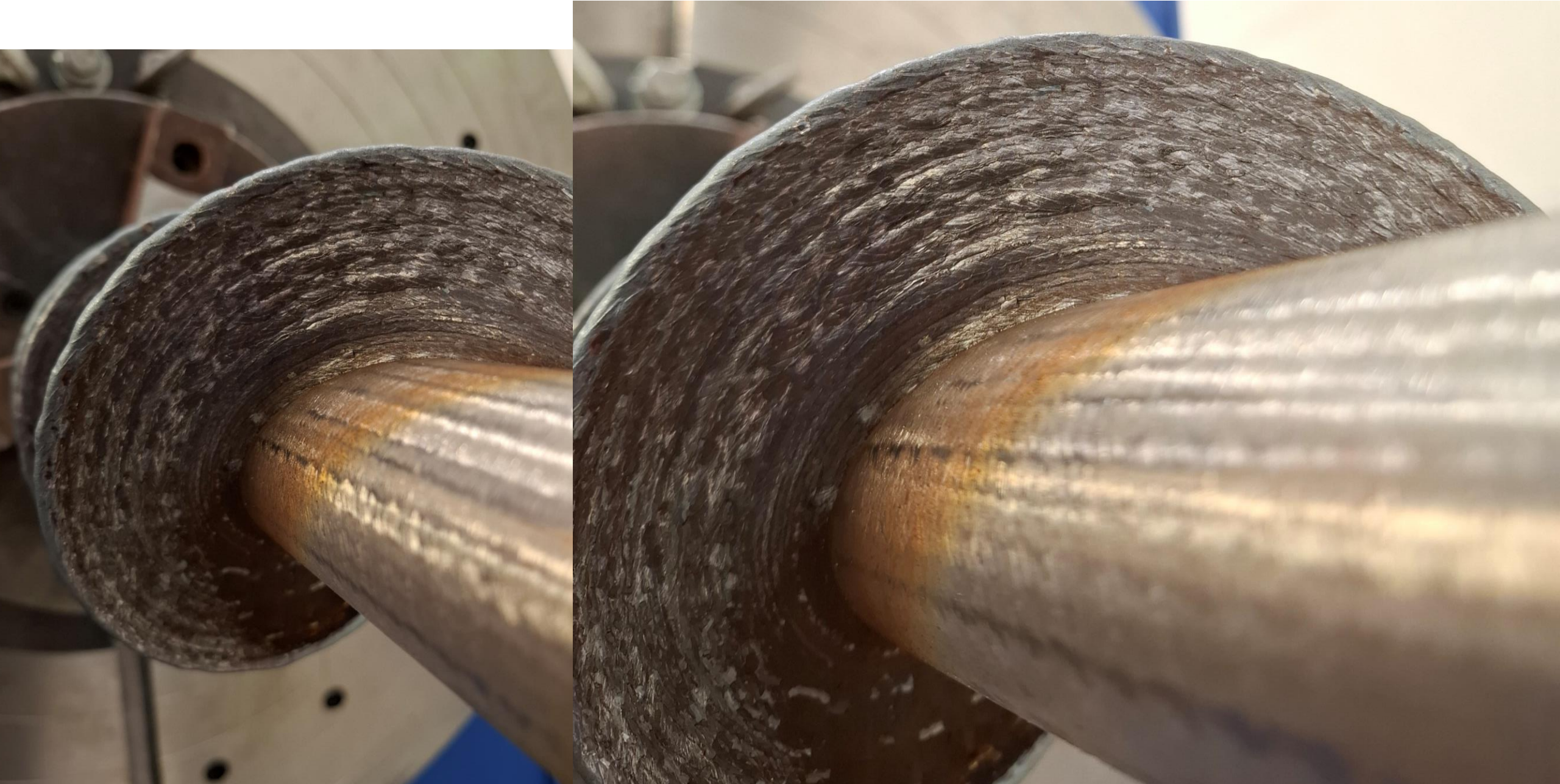
Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Alustavat testit 2-2025



# Prototyypit ja WAAM

Olettaen että  
suunnittelu ja  
valmistusprosessi on  
"hallussa"



Nopea iterointi ja muotojen vapaus



Suurikokoisten osien valmistus ilman muotteja tai muita perinteisiä työkaluja



Materiaalitehokkuus materiaalia missä sitä tarvitaan

Mahdollisuus käyttää hitsauslankaa

Soveltuvuus yksittäiskappaleisiin ja kehitystyöhön



Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Tähän mennessä tehtyä

- 3D-mallien formaatteja tarkasteltu
- Tulostusstrategia helposti yhdelle lavalle mutta useampi vaatii manuaalista työtä
- Käsittelylaitteen hallintaan tehty ylimääräiset kääntöohjelmat joita käytetään soveltaen
- Pääohjelma koottu ChatGPT:llä



1210.88 l  
M2x Ar+5-20%CO2



261.81 m | 2324.43 g  
Steel 1.2mm



3h 15min 50s  
Process time



1h 20min 53s  
Arc time



48.54 m  
Seam length (approx.)



Euroopan unionin  
osarahoittama

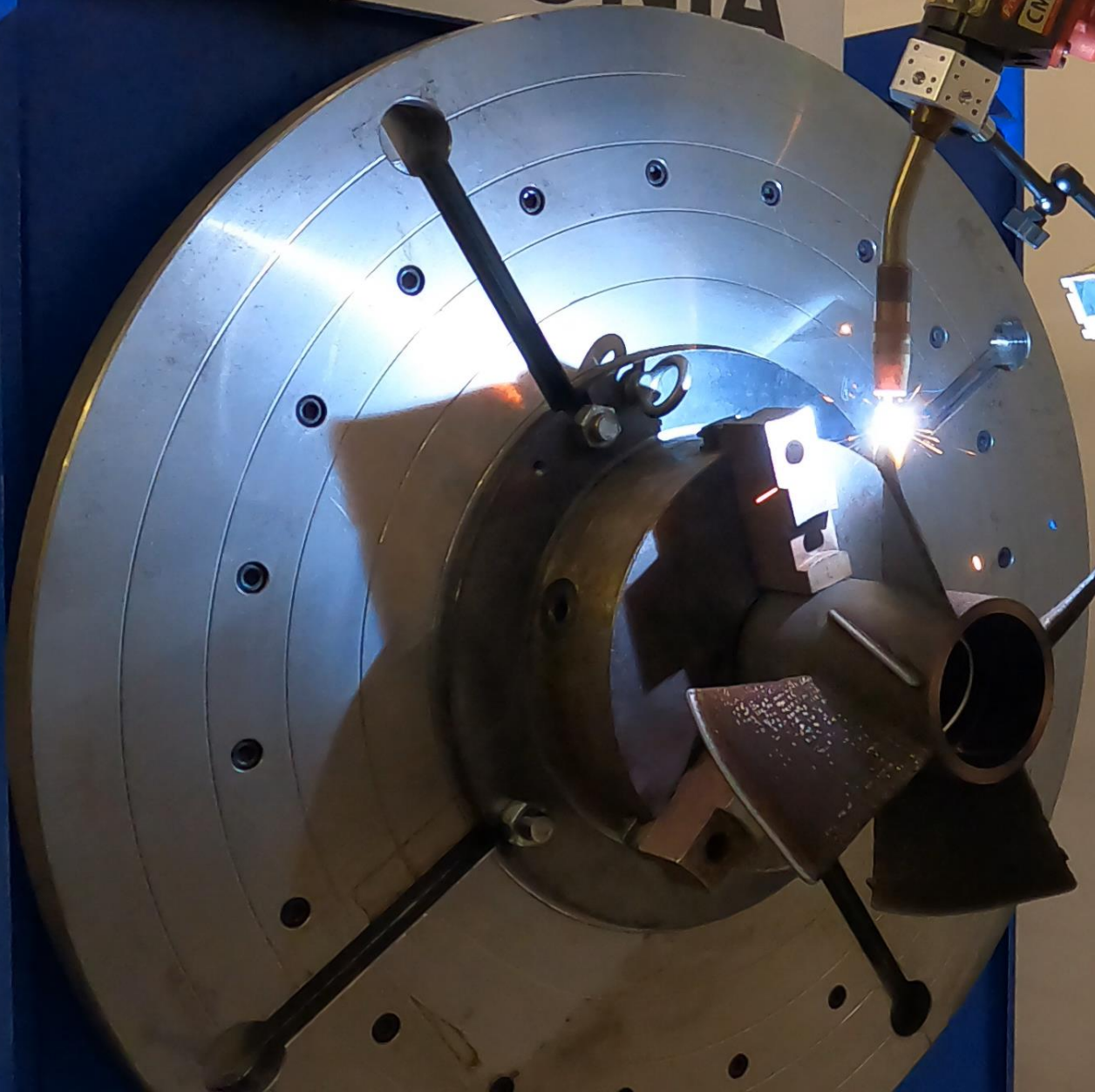
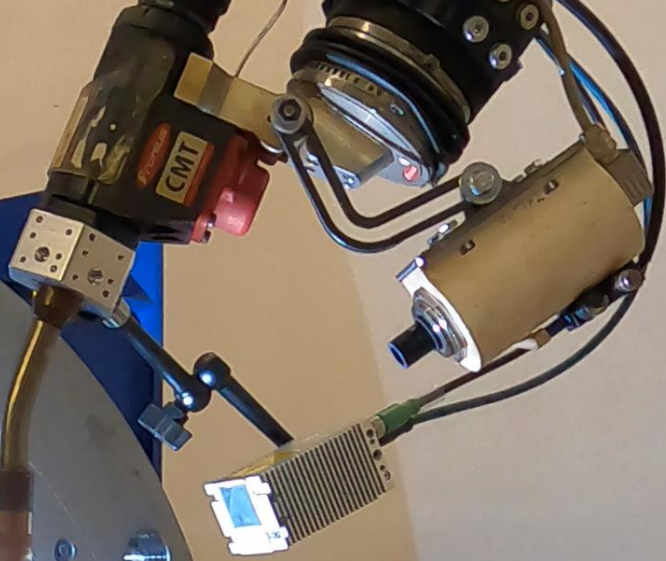
FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA

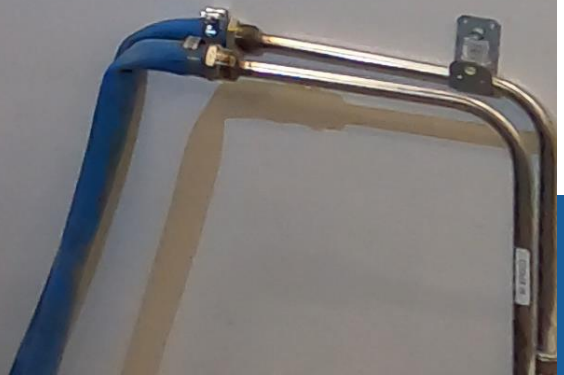


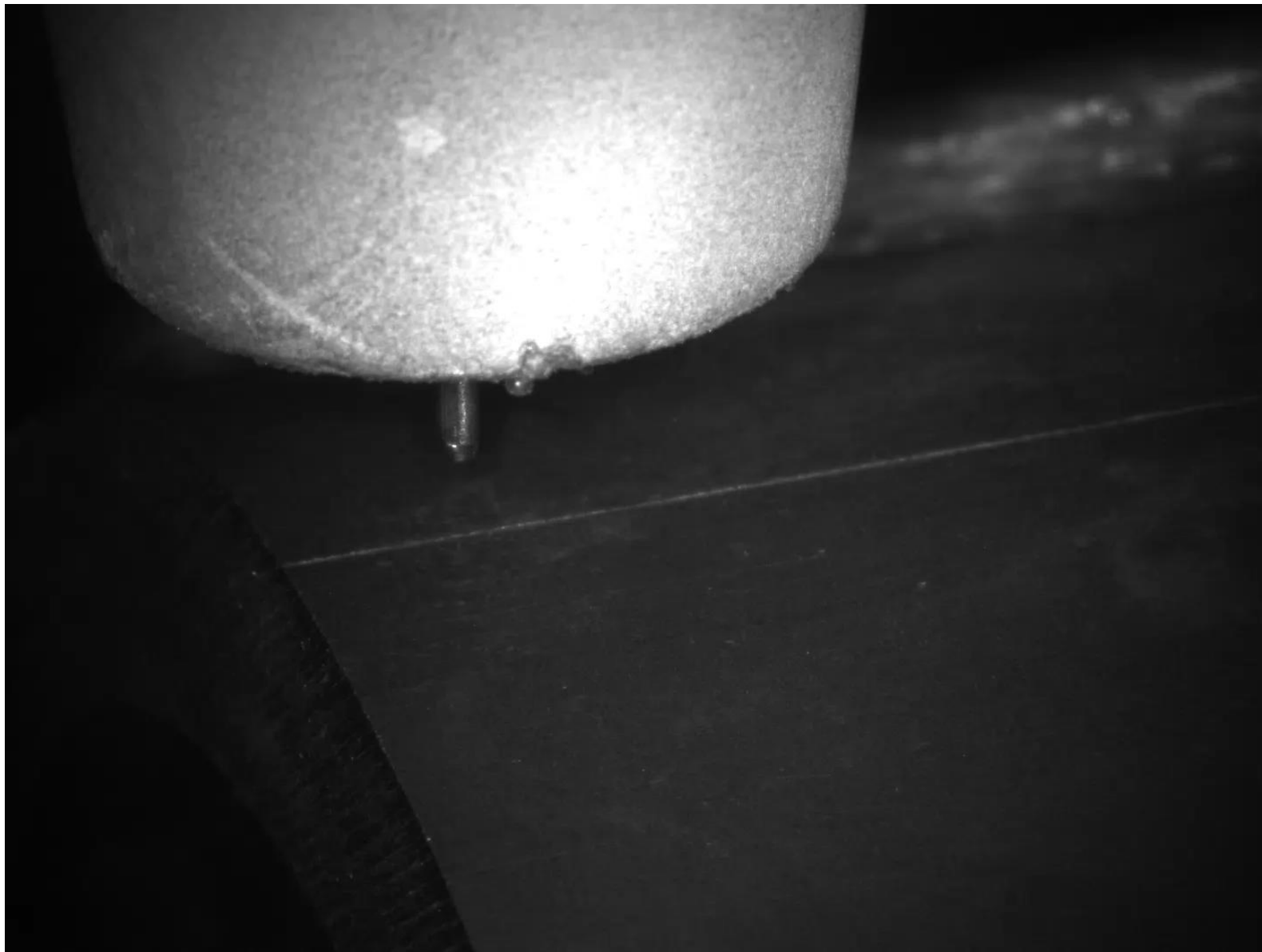
1443

SAVONIA



SAVONIA





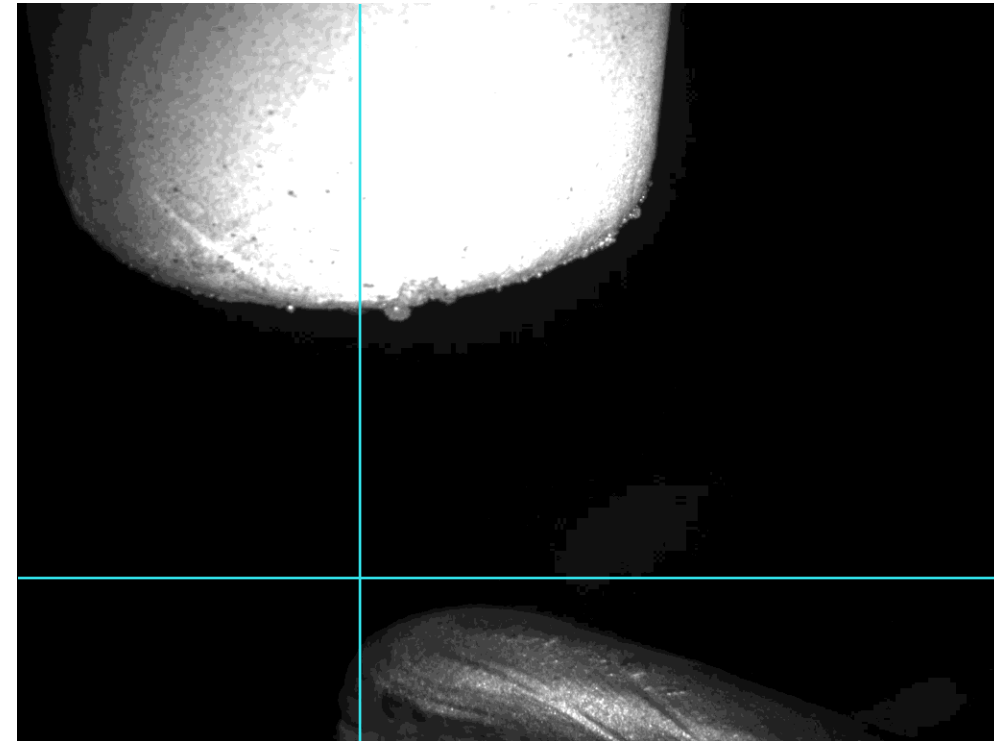
Euroopan unionin  
osarahoittama

**SAVONIA**



# Tähän mennessä havaittua

- 3D-mallit – tarkasteluja jatketaan
- AdaOne – kun toimii niin yleensä toimii hyvin
- Pinnanlaatu melko hyvä – poikkeamia syntyy, juurisyiden selvitystä
- Kerroskorkeuden vaihtelu - suutinetäisyys
  - Perusparametrit toimii
  - Aloituksiin liikaa täyttöä
  - Lopetuksiin liian vähän täyttöä



Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Seuraavat askeleet

- Syventymistä Adaxis AdaOne:een
- Suutinetäisyys 15 mm → 10 mm
- Fronius Additive Pro virtalähde
  - Pitäisi tarjota ratkaisuja
    - tasaisempaan kerroskorkeuteen
    - suutinetäisyyden hallintaan
  - Tukea tehtaan Additive tiimiltä!
- Propelli paremmin haltuun
- Syöttöruuvi sitten
- Tulosteiden 3D-skannaus ja vertailu malleihin

## Multiprocess PRO iWave 500i AC/DC

Function
Deposition <u>stabilizer</u>
Power <u>correction</u>
CTWD <u>measurement</u>
<u>Pulsed</u> Hot Start

	CMT universal	CMT Additive Pro
High stability	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Repeatability & even layer buildup	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Location feedback	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Controllable heat input	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Safe connection at the starting point	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



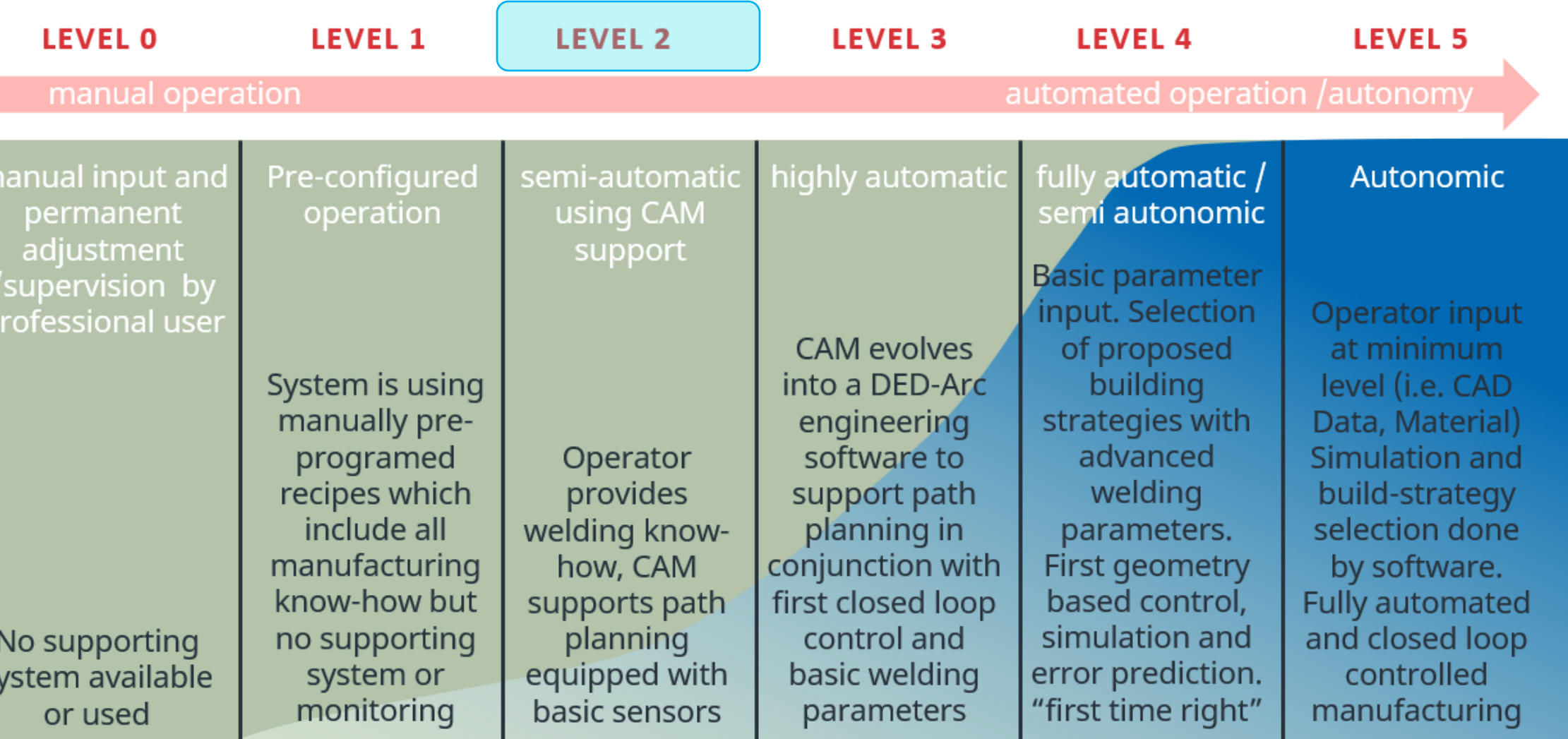
Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# DED-ARC levels of autonomy



# Pohdintaa

- Parametritestit testigeometrialle toimivat hyvin – todellinen geometria aiheuttaa haasteita
- Manuaalista työtä/ohjelmointia viipalointi softassa liikaa
- Prosessin todentaminen – mikä tässä kohtaa meni vikaan?
  - Nyt data hajallaan eri järjestelmissä
  - Hitsauskamera tallentamaan koko työkierto



Euroopan unionin  
osarahoittama

FMT-Päivät 2025 – 22.5.2025

SAVONIA



# Kiitos!

[aku.tuunainen@savonia.fi](mailto:aku.tuunainen@savonia.fi) 

044 7856277

3DTY-hanke [www.3dty.fi](http://www.3dty.fi)

Savonian 3D-tulostusympäristö <https://3dtulostus.savonia.fi>



Euroopan unionin  
osarahoittama

SAVONIA

