

Kojelaudan valmistus FGF menetelmällä

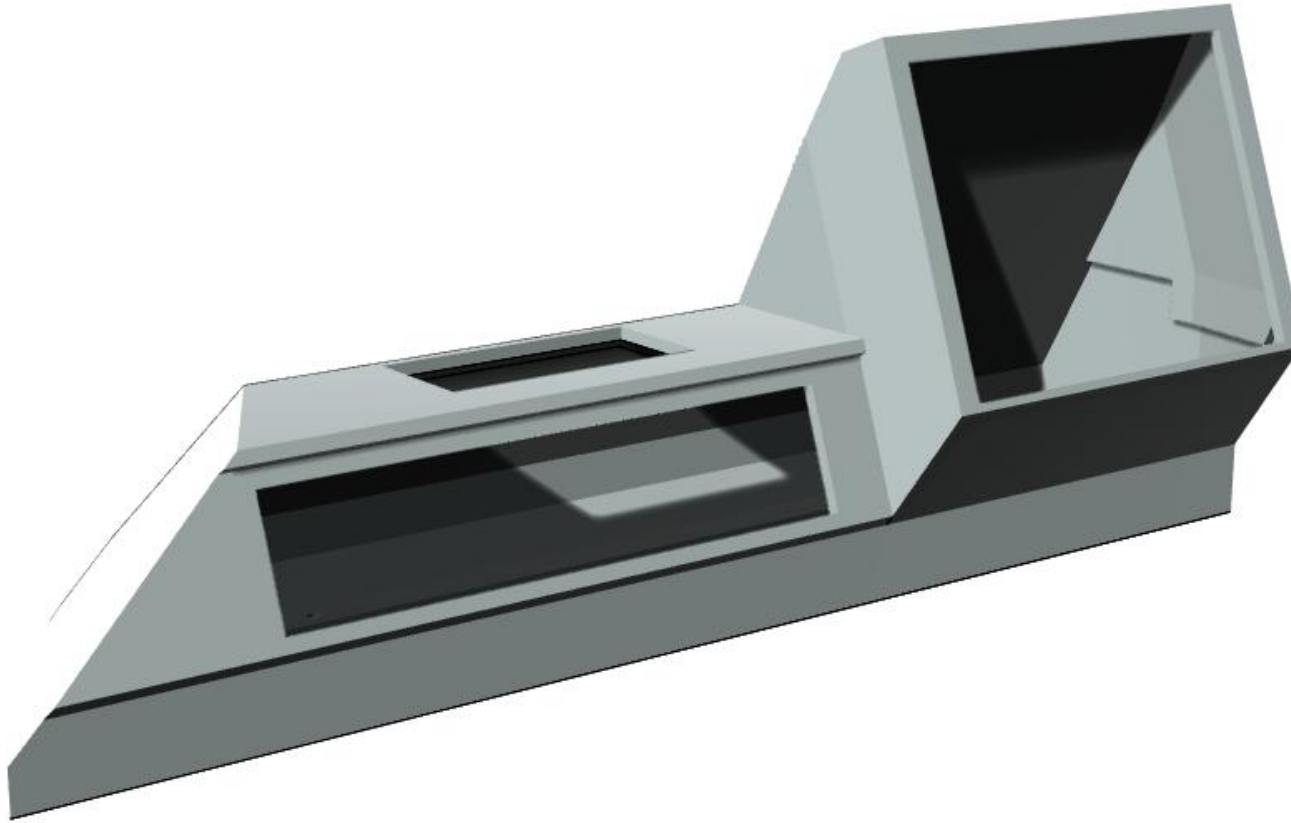


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Kojelauta



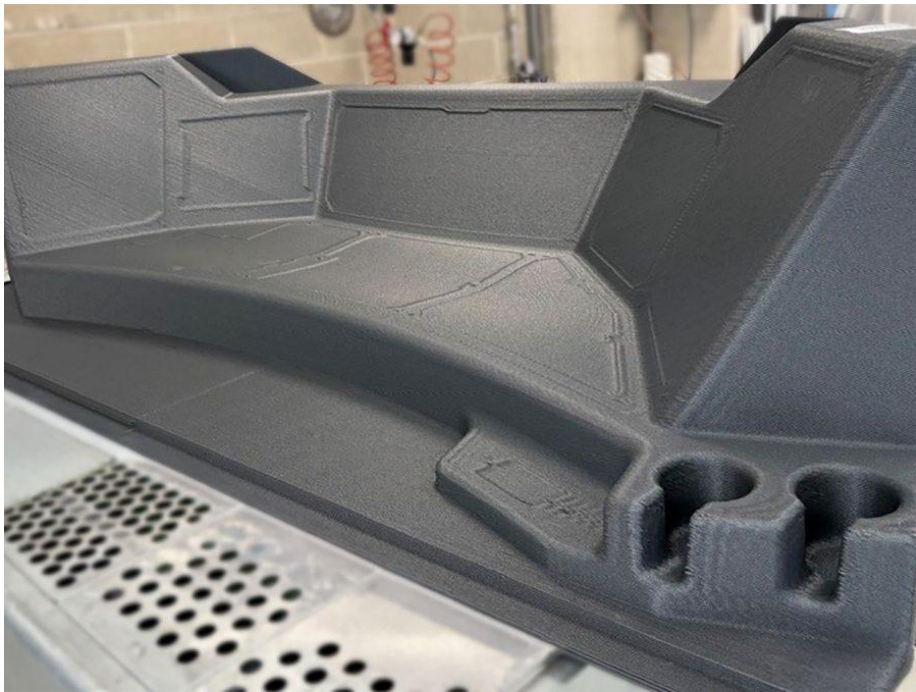
- Ajoneuvon kojelauta
- Malli on leikattu osa isompaa kokonaisuutta
- Kaksi ylätasopintaa
- Kaksi aukkoa instrumenteille ja yksi isompi näyttöpaneelille
- Alkuperäinen malli on luotu Solidworks-sovelluksessa
- Valmistusta varten tarvitut muokkaukset on tehty Rhino-sovelluksella



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA





- Caracolin vuonna 2024 valmistama veturin kojelauta
- Materiaali: rPETG + 30% GF
- Massa: 35 kg
- Suutin: 5 mm
- Tulostusaika: 20 h
- Kuvat: Caracol-am

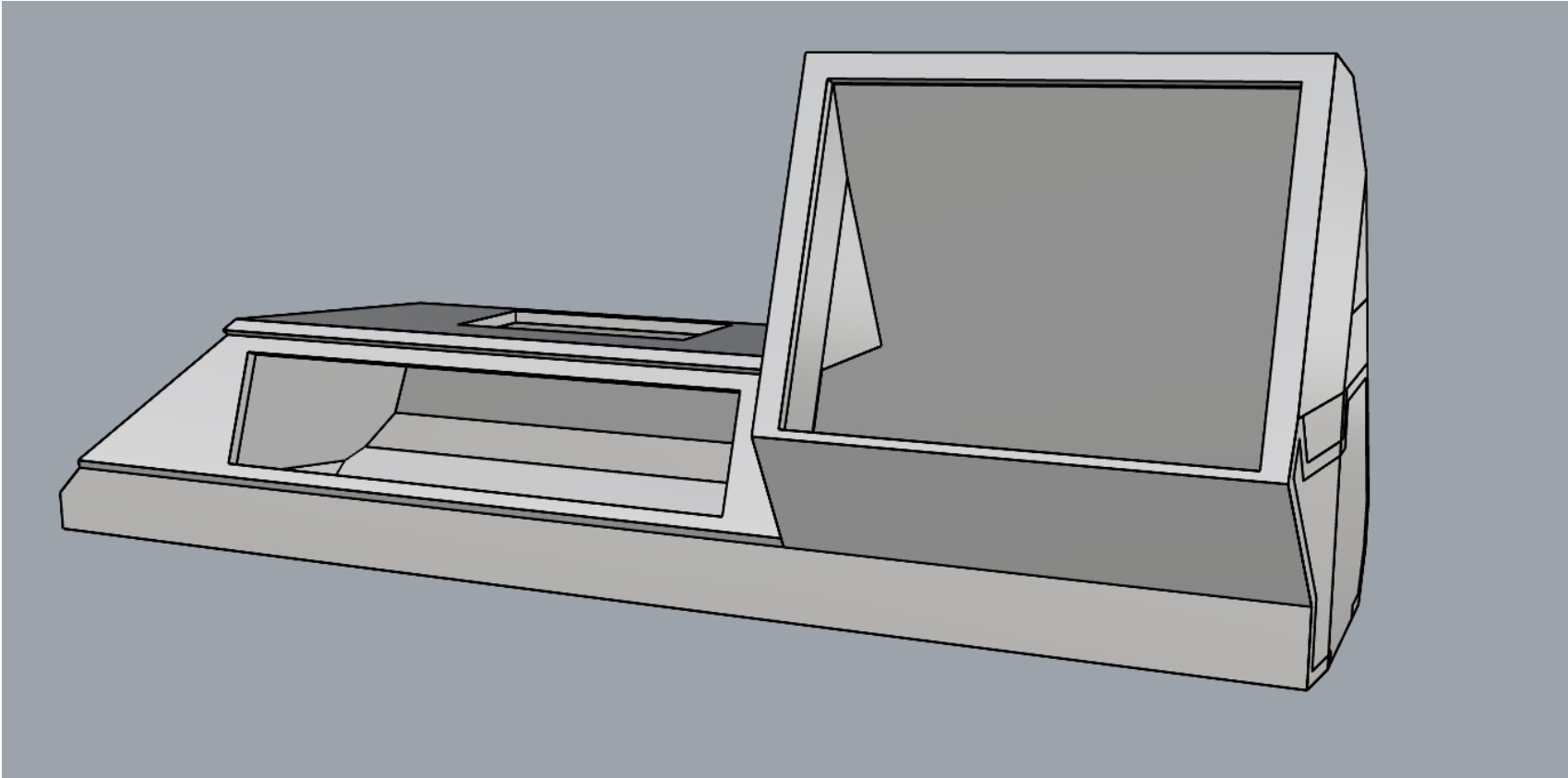


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Casen tavoitteet



- Täytettävä standardin mukaiset paloturvallisuusvaatimukset (UL94 V0)
- Seinämien vahvuudet oltava mahdollisimman lähellä lopullista tuotetta (~6mm), jotta kappaleen sisälle jää riittävästi tilaa komponenttien asennukselle
- Tulostus ja koneistus samalla asetteella -> ei manuaalikäsittelyä
- Eri tulostustrategioiden kokeilu parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi (Planar+tulostuksen aikainen tukirakenne, ja 45-asteen tulostus)

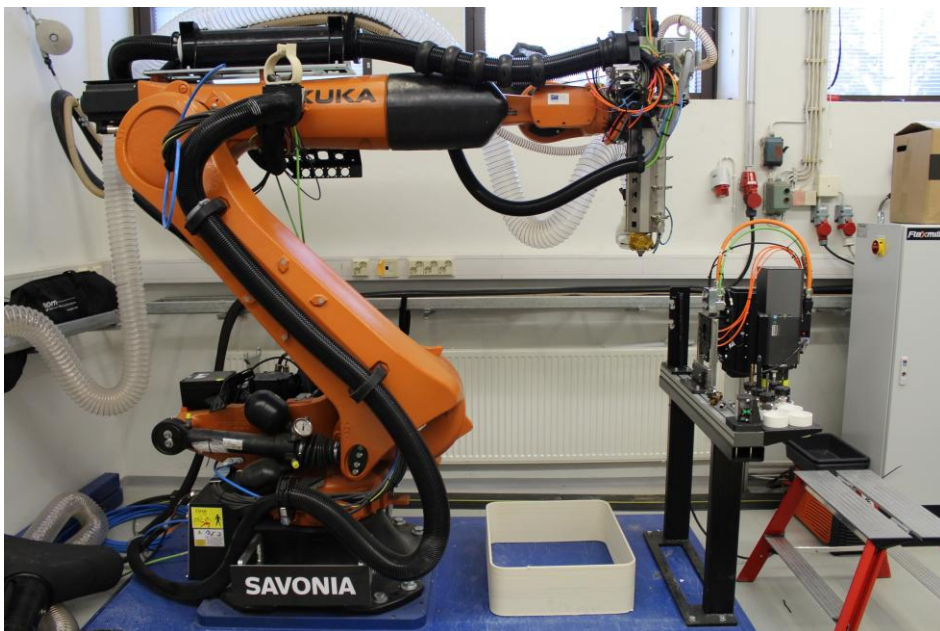


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Savonian FGF robottisolu



- Kuka KR-120 R2700
- CEAD robot extruder E25
- Flexmill jälkikäsittelyjärjestelmä
 - Jyrsintä
 - Hionta
- Työalue
 - $\sim 1.7 \times 1.7 \times 1.7$ m
- Ohjelmistot
 - Adaxis AdaOne
 - Sprutcam X Robot

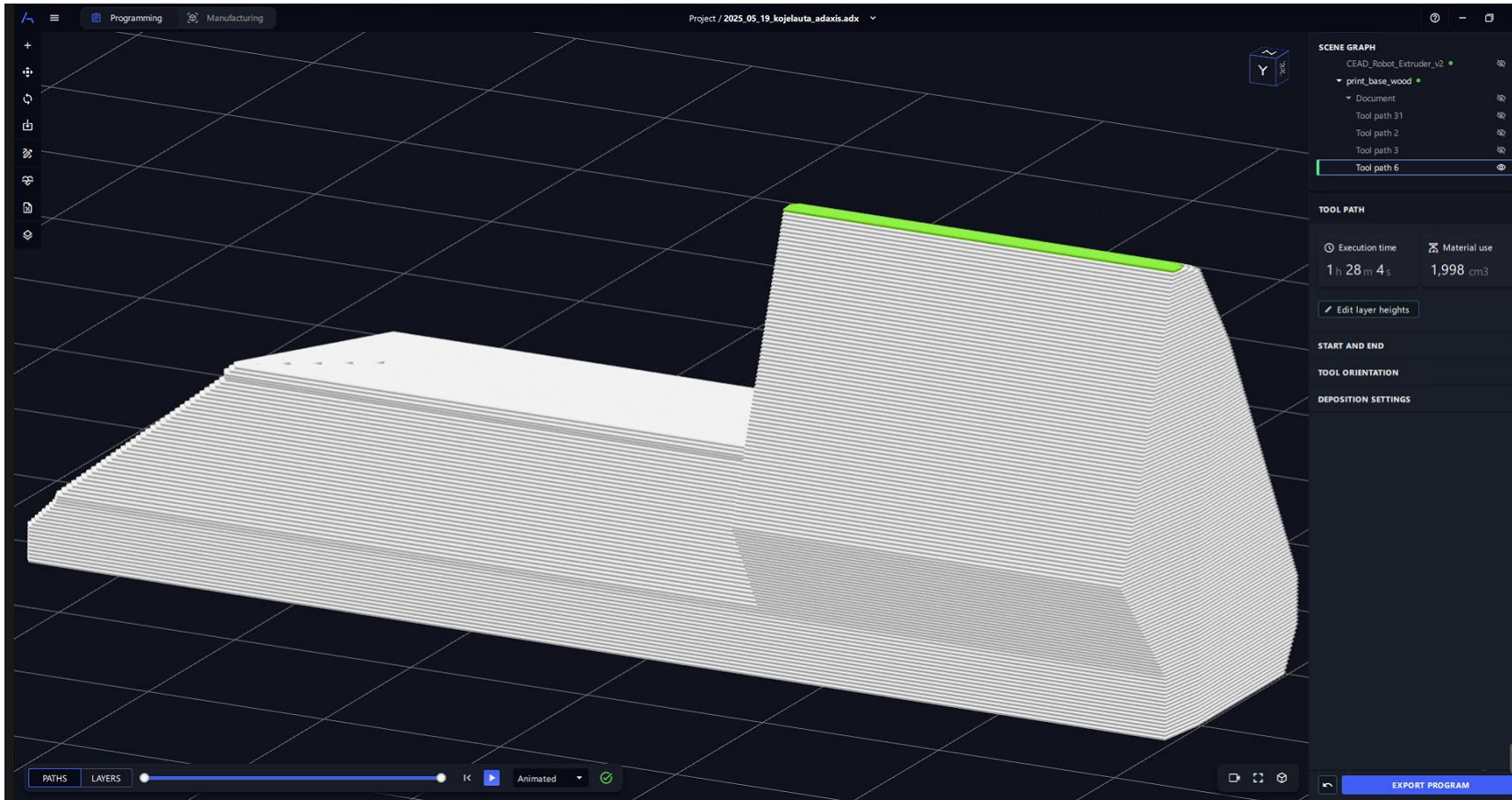


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Planaarinen tulostusstrategia



- Materiaali: KCL Formi 20
- Siivutus: Adaxis adaone
- Prosessi: Planar horizontal
- Suutinlämpötila: 210°C
- Suuttimen koko: 5 mm
- Kerroskorkeus: 2 mm
- Palon leveys: 8 mm
- Tulostusnopeus 10-30 mm/s



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Tulostuksen aikaisten tukirakenteiden kokeilu



- Tukirakenteet valmistettiin 3mm paksuisesta pahvista laserleikkaamalla
- Pahvista valmistettu tukirakenne asetettiin paikalleen pysäyttämättä tulostusprosessia
- Tulostusmateriaali tarttui hyvin pahvin pintaan
- Tukimenetelmä todettiin toimivaksi

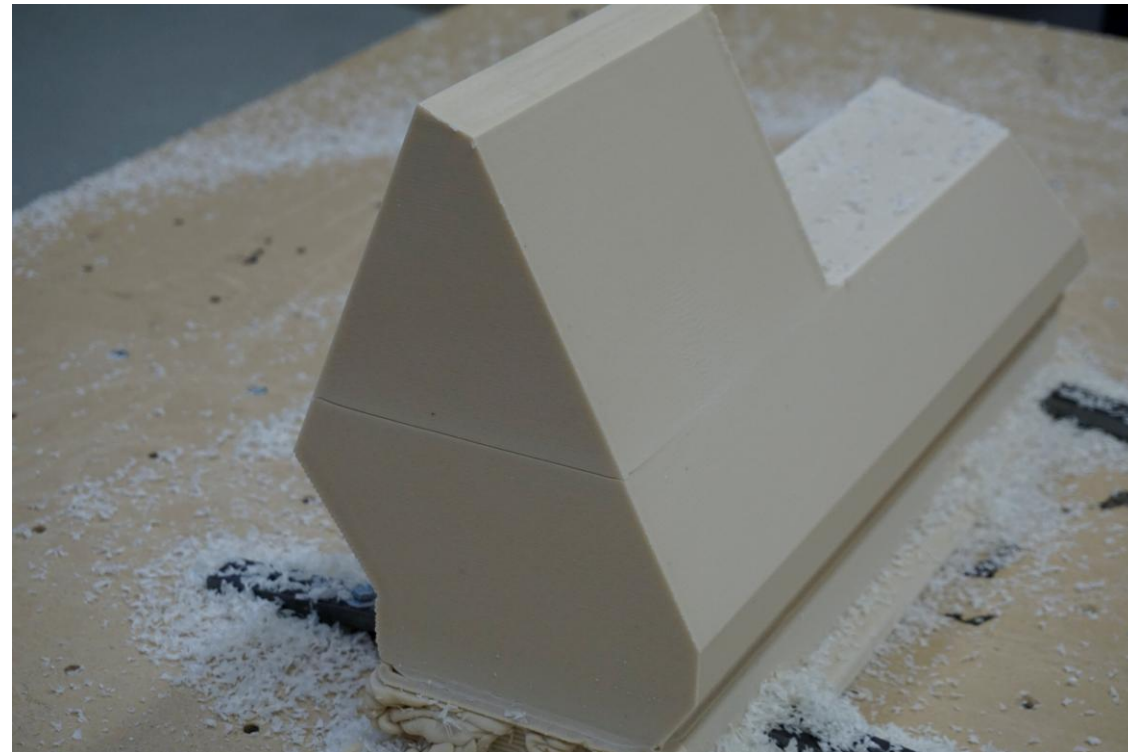
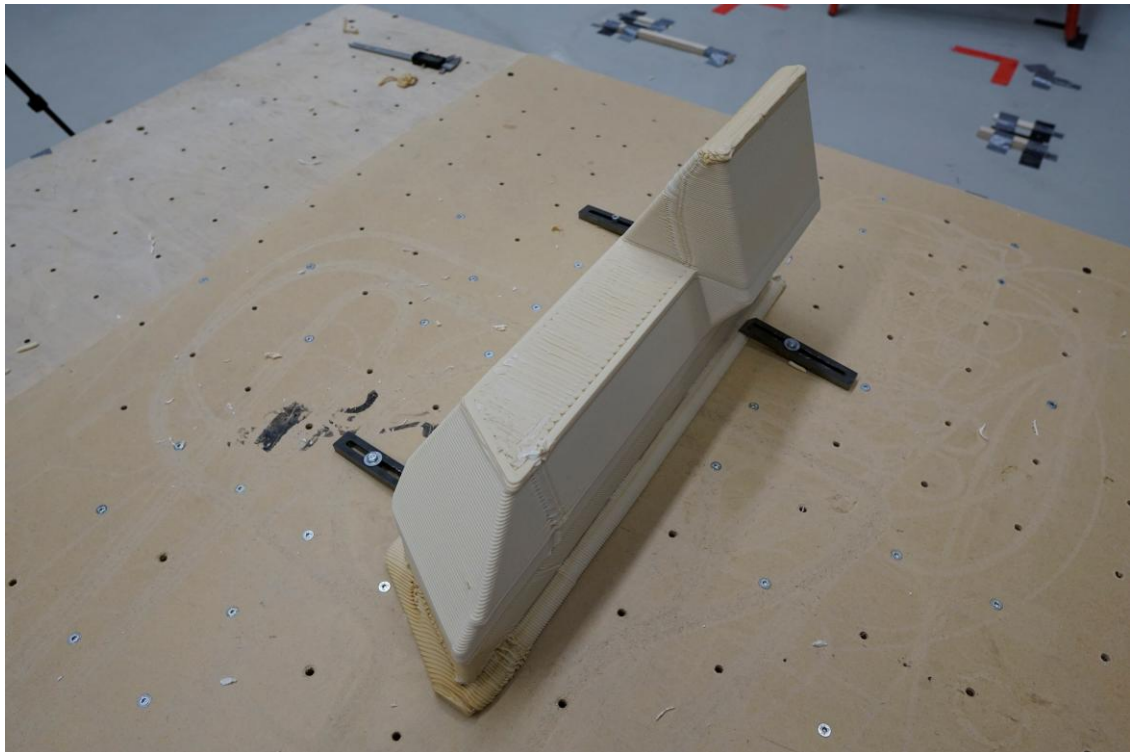


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Planaarinen tulostusstrategia



- Välipintaa tulostaessa kappaleen toisessa päässä kerroslämpötila pääsi laskemaan liian pieneksi, jonka vuoksi kerrokset eivät tarttuneet riittävän hyvin toisiinsa
- Kappale pääsi halkeamaan ongelmakohdassa koneistuksen aikana

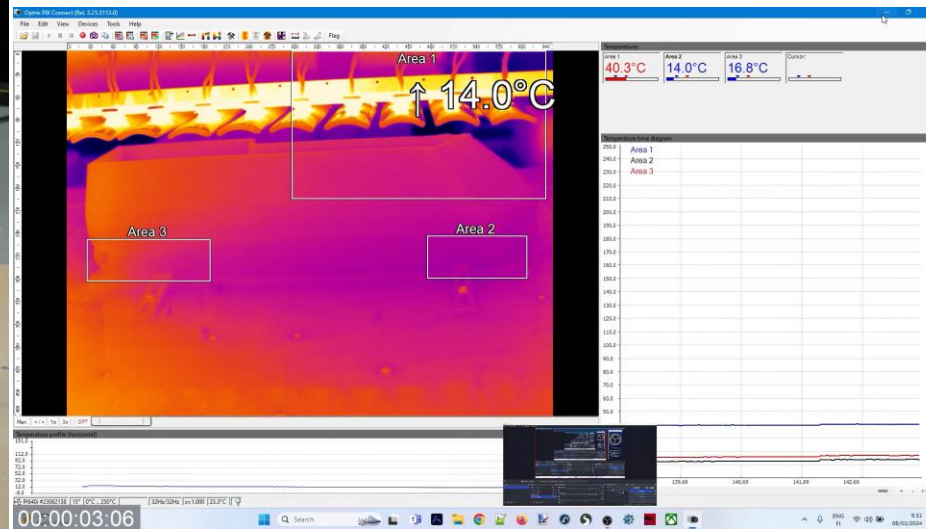
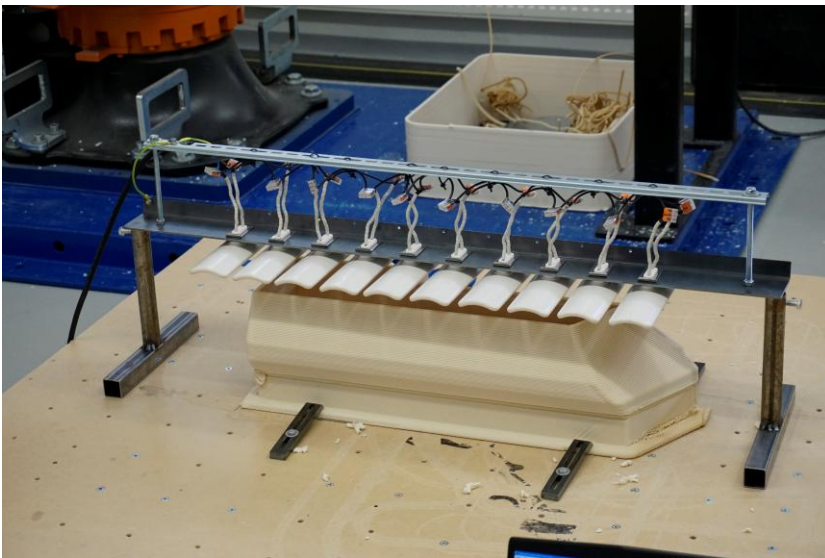


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Kerroslämpötilan nostaminen keraamisilla lämmityselementeillä



- 10 kappaletta keraamisia lämmityselementtejä
- Lämmityselementin teho 150W
-> yhteensä 1500w
- Elementin maksimilämpötila:
240°C

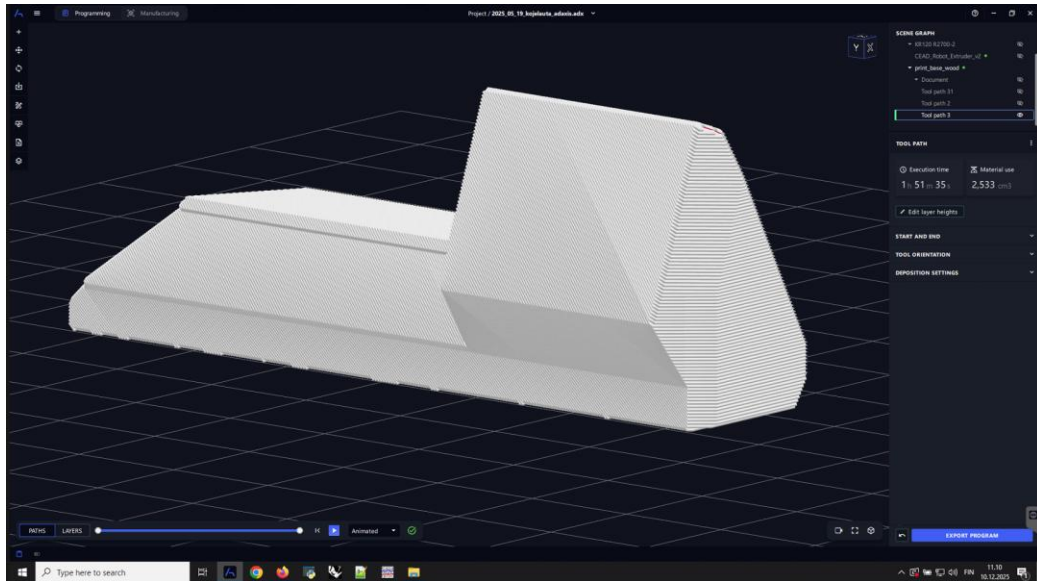


Euroopan unionin
osarahoittama

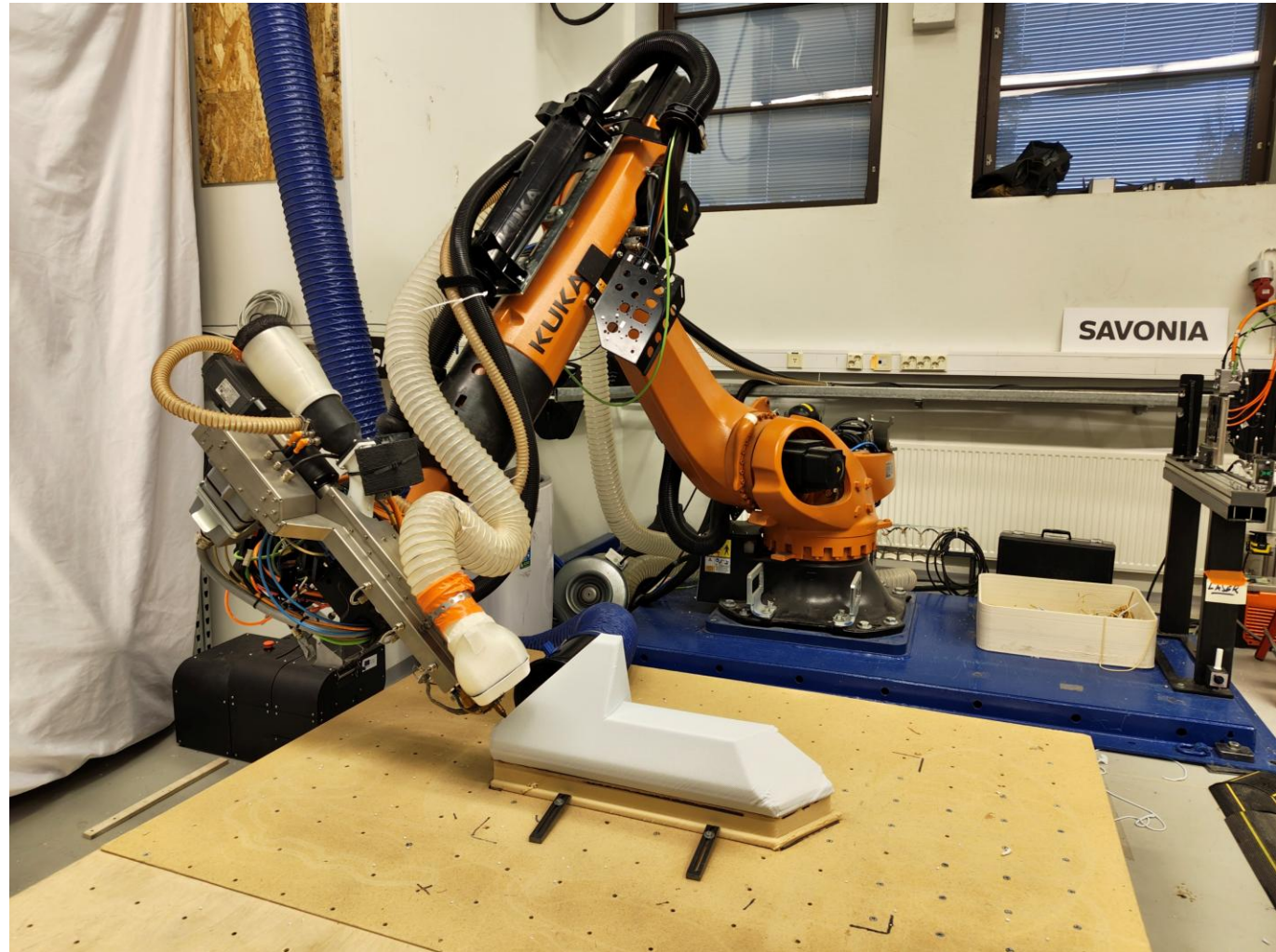
SAVONIA



Lopullisen kappaleen tulostus



- Materiaali: MCPP FGF PIPG GF FR UV
- Siivutus: Adaxis adaone
- Prosessi: Planar angled 45°
- Lämpötila: 240°C
- Suuttimen koko: 5 mm
- Kerroskorkeus: 2 mm
- Palon leveys: 8 mm
- Tulostusnopeus 5-25 mm/s

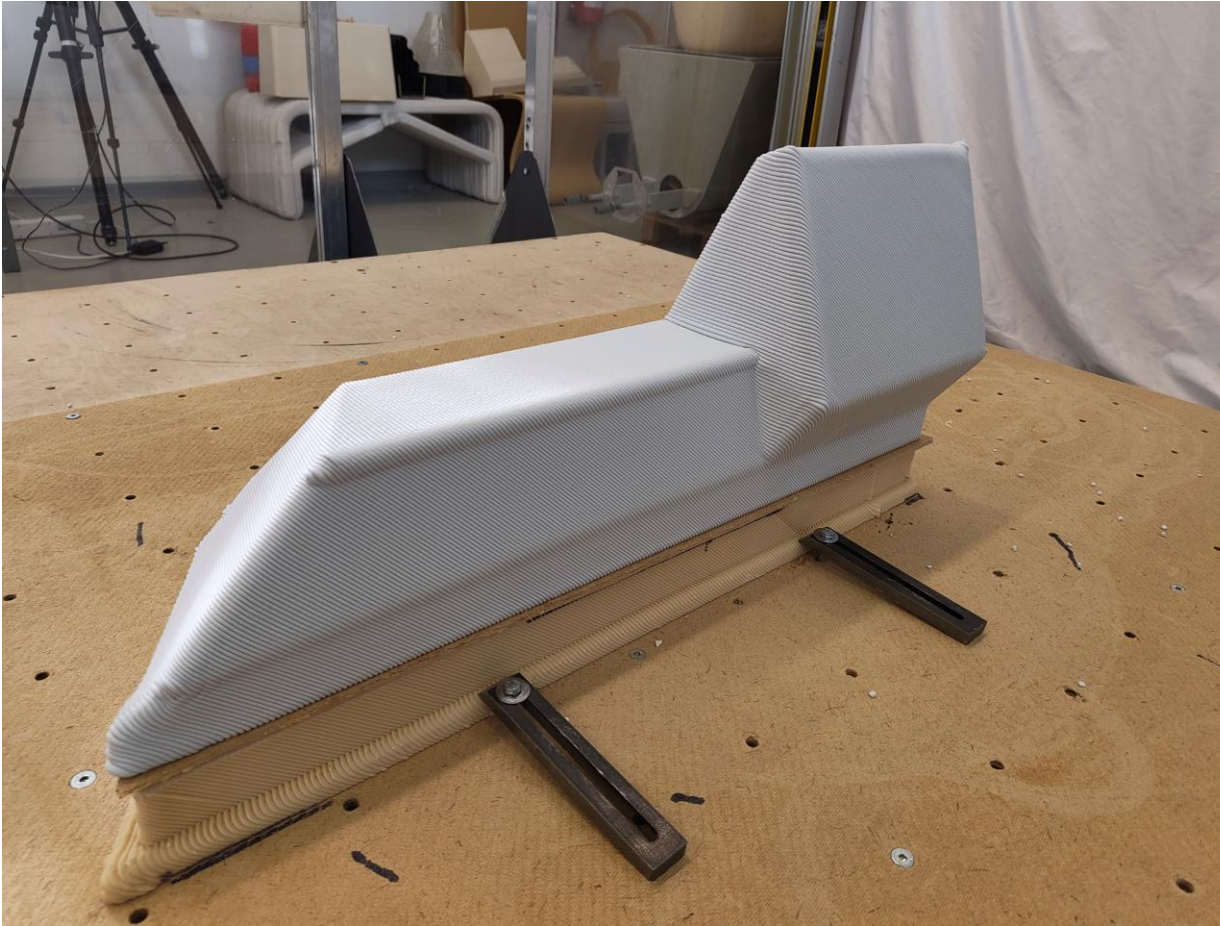


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Lopullisen kappaleen tulostus



- Kojelauta tulostettiin KCL Formista tulostetun 50 mm korkean alustan päälle
- Alustan päälle asennettiin kovalevy tulostustartunnan parantamiseksi
- Ongelma: tulostuksessa oli suuria kerrosajan muutoksia jotka tuottivat ongelmia kerroslämpötilan hallinnan kanssa -> korjattiin Adaonen vakiokerrosaikaparametrilla

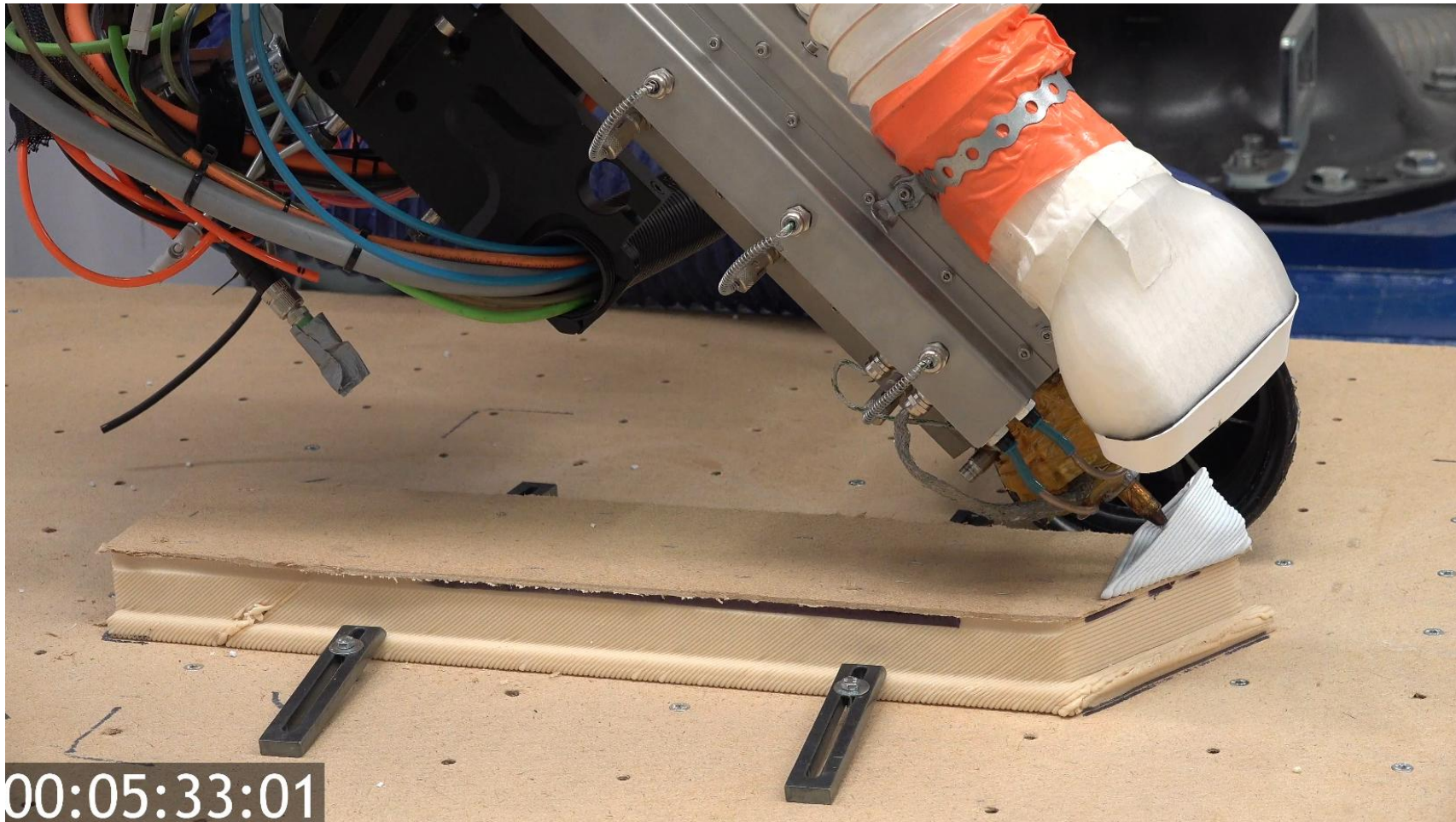


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Lopullisen kappaleen tulostus



00:05:33:01

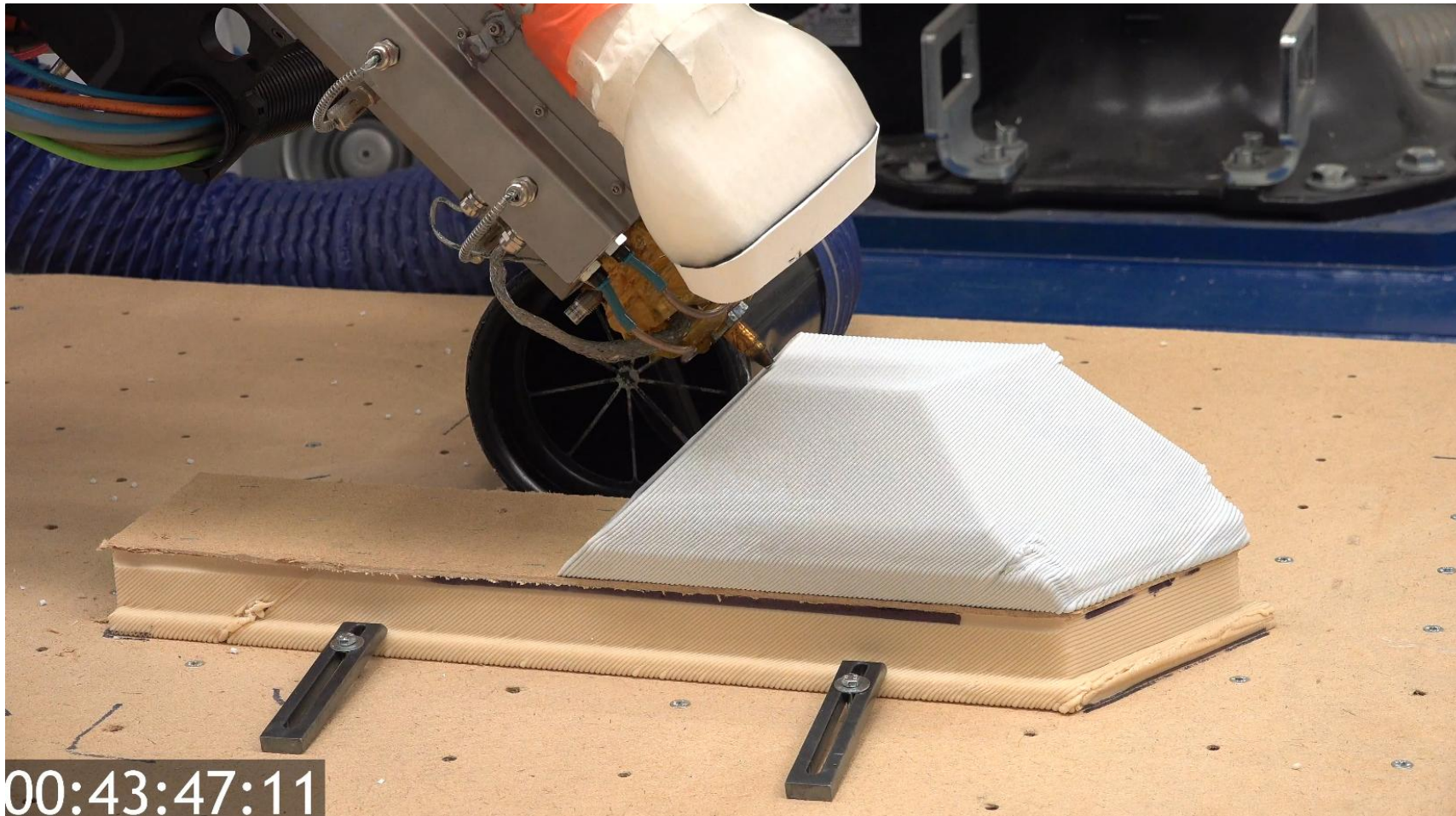


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Lopullisen kappaleen tulostus



00:43:47:11

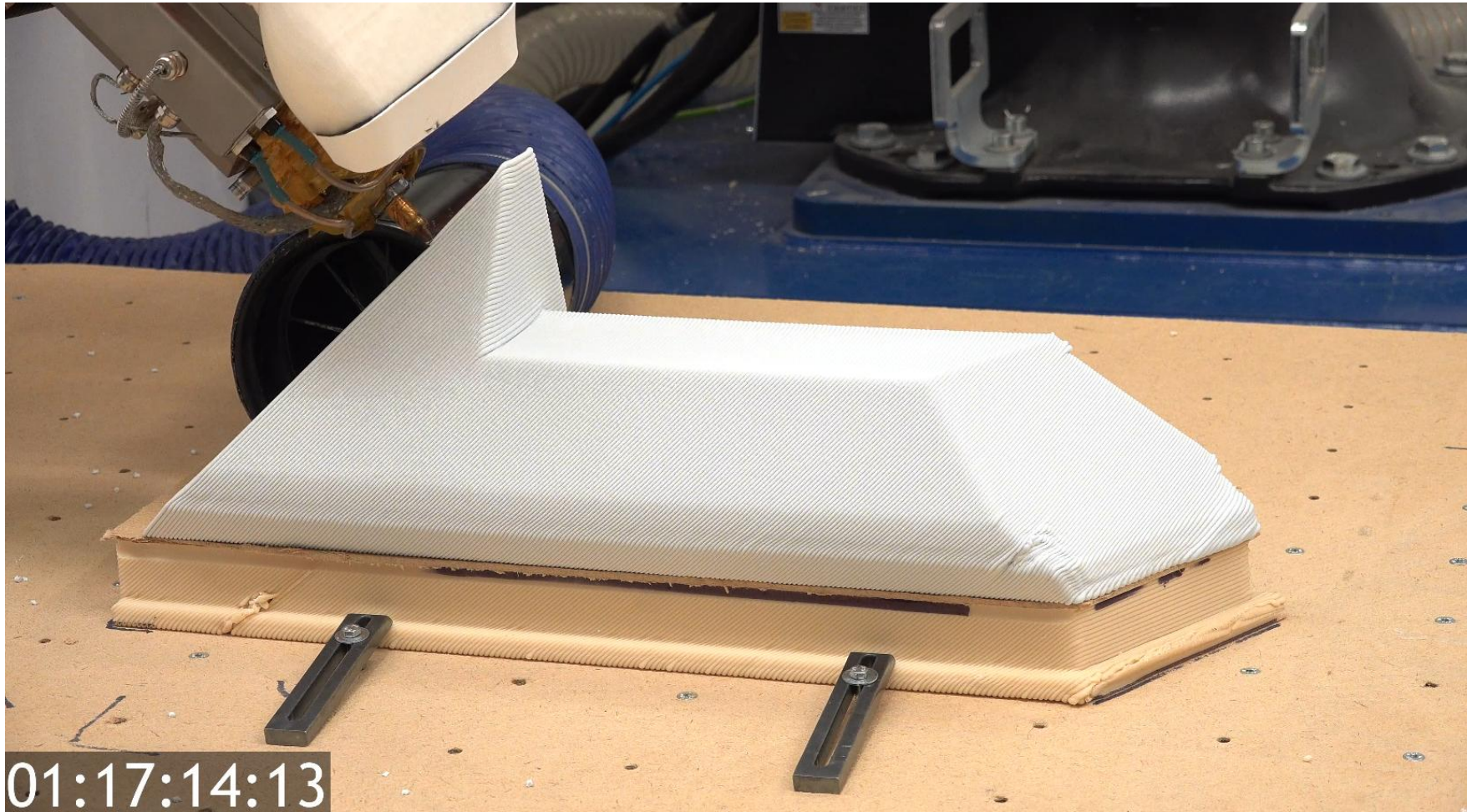


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Lopullisen kappaleen tulostus



01:17:14:13



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



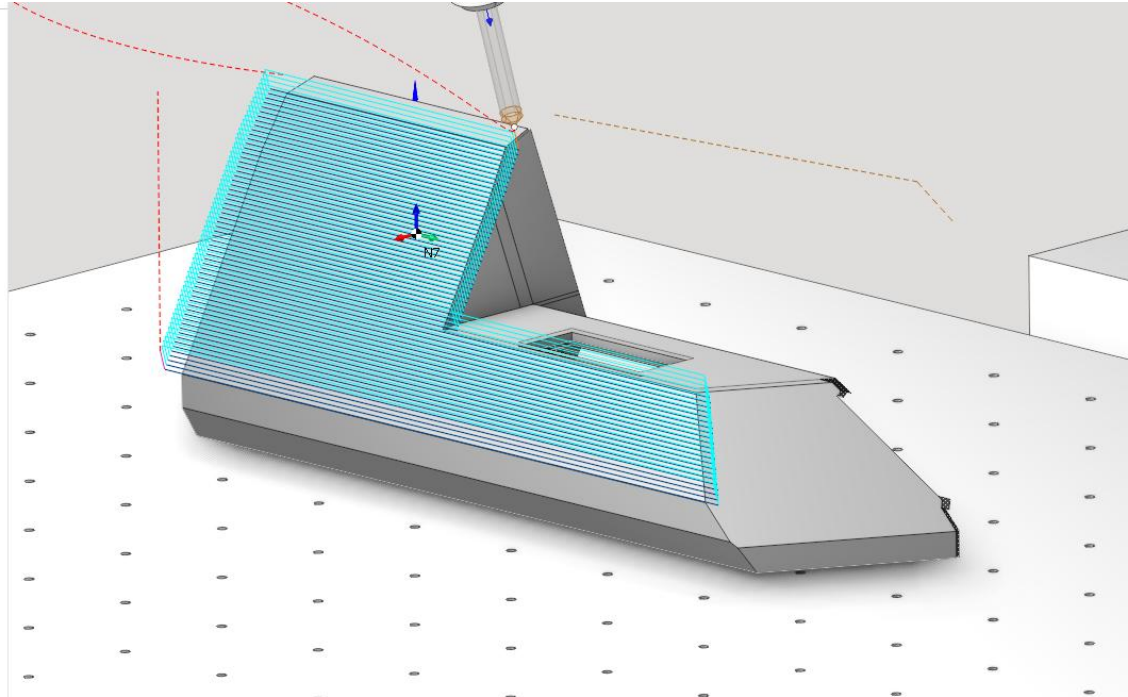
Koneistuksen ohjelmointi

3D/5D advanced

- Scallop
- 3D Helical
- Morph
- 5D Surfacing
- 5D by meshes
- 5D Contouring
- 6D Contouring

Strategy

- Strategy: Parallel to Horizontal plane
- Step: 20 %Ø (3.2 mm)
- Adaptive step: ☐
- Calculate based on tool center: ☒
- Tool orientation: Flank
- Inverse tool axis direction: ☐
- Axial displacement: 0 mm
- Lead angle: 0 °
- Lean angle: 0 °
- Normal blend distance: 1 mm
- Limit rotation angles: ☐ ToolCS
- Margins: ☒ Full
- Corners smoothing: ☐ 0 mm
- Blend distance: ☐ By surface normal
- Roughing passes: ☒ Levels
- Sort by: ☒ Levels
- Sorting: ☒ Downwards
- Machining order: ☒ Climb
- Mill mode: ☒ Climb
- Trimming: ☒ Climb
- Hole capping: ☐ 1 mm
- Gap capping: ☐ 1 mm
- Project toolpath onto the part: ☐



- Kappaleen koneistuksessa käytettiin Sprutcamin 5D surfacing ja contouring operaatioita
- Surfacing operaatiossa määritellään pinnat ja niiden rajat
- Contouring operaatiossa ohjelma tehdään mallissa olevan viivan suuntaisesti

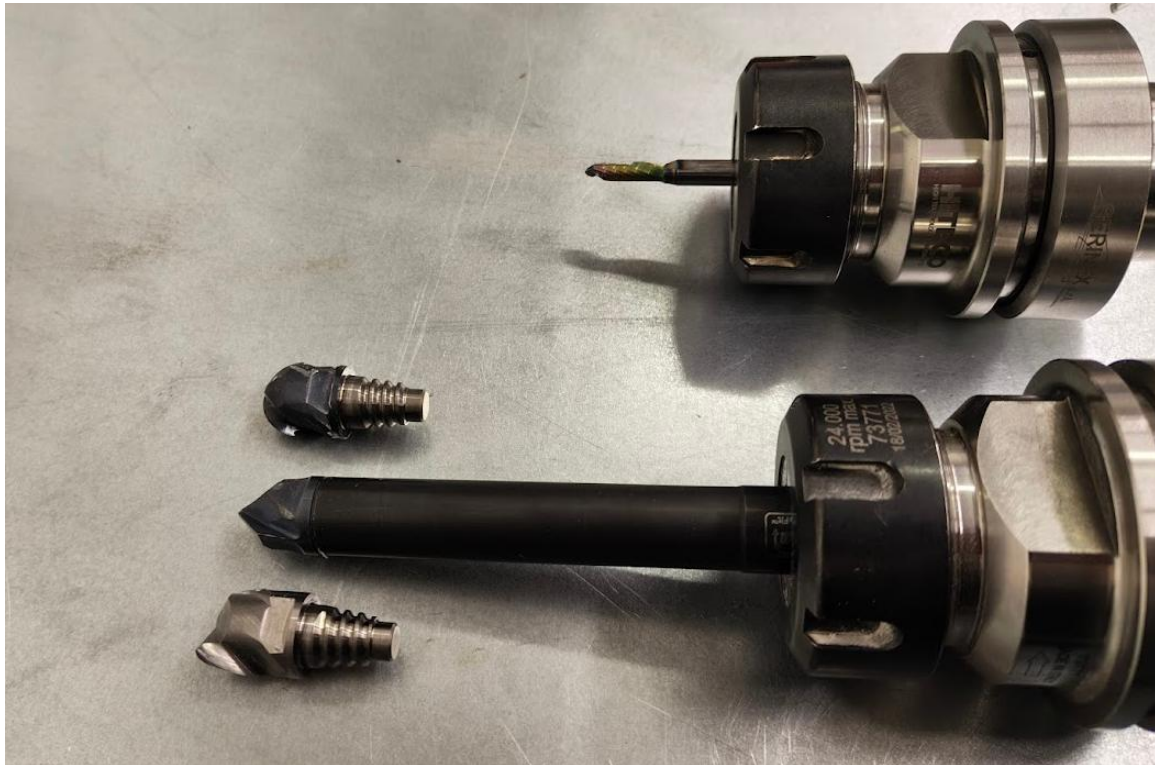


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Koneistuksessa käytetyt työkalut



- Pintojen jyrsintään käytettiin Walter conefit 100 mm jatkovarrellista työkalua
- Vaihtopäinä
 - 16 mm sädevarsijyrsin
 - 16 mm viistejyrsin 90°
 - 16 mm suorajyrsinterä
- Aukkojen leikkaukseen käytettiin yksiteräistä 6 mm sädejyrsintä

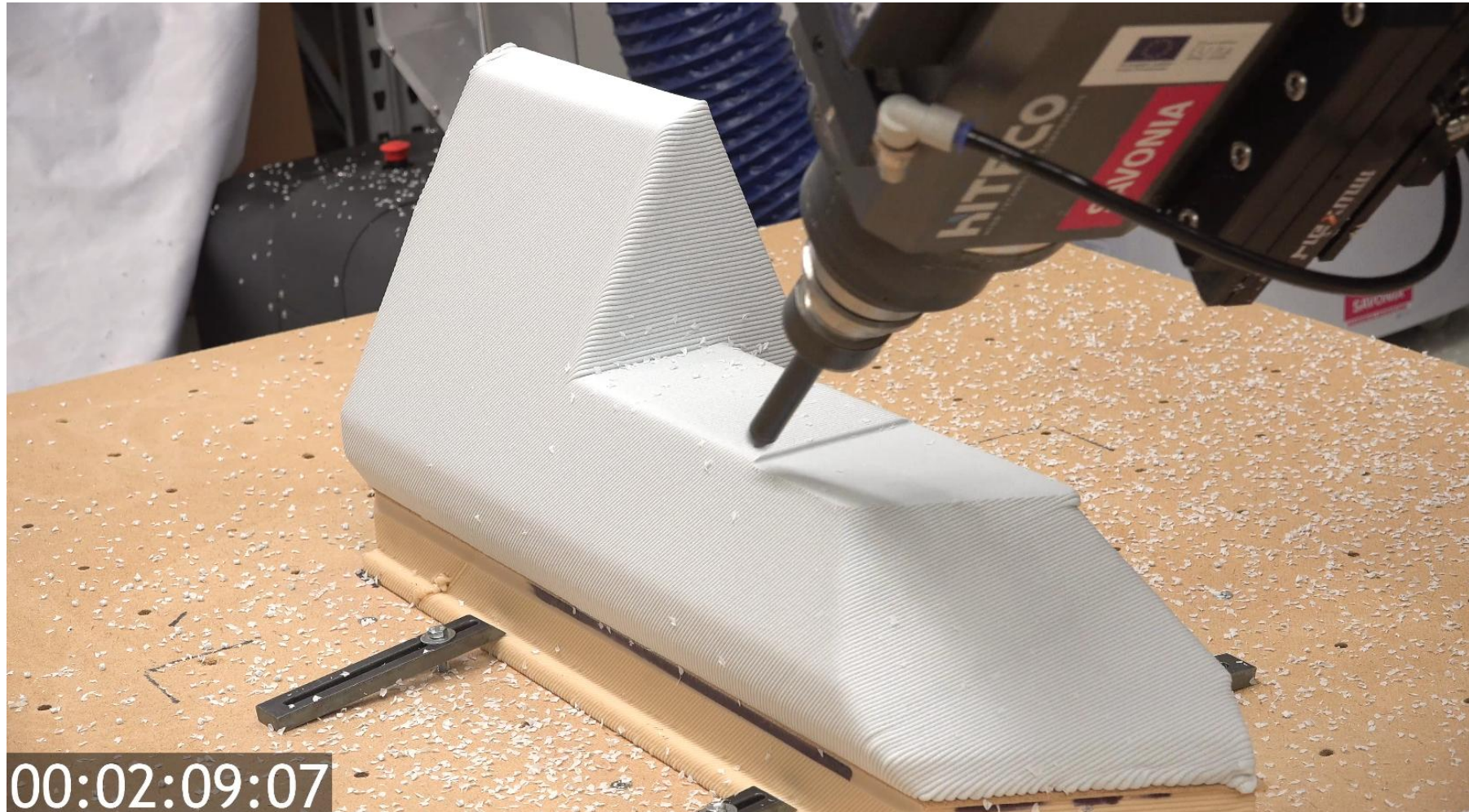


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Kappaleen koneistusprosessi

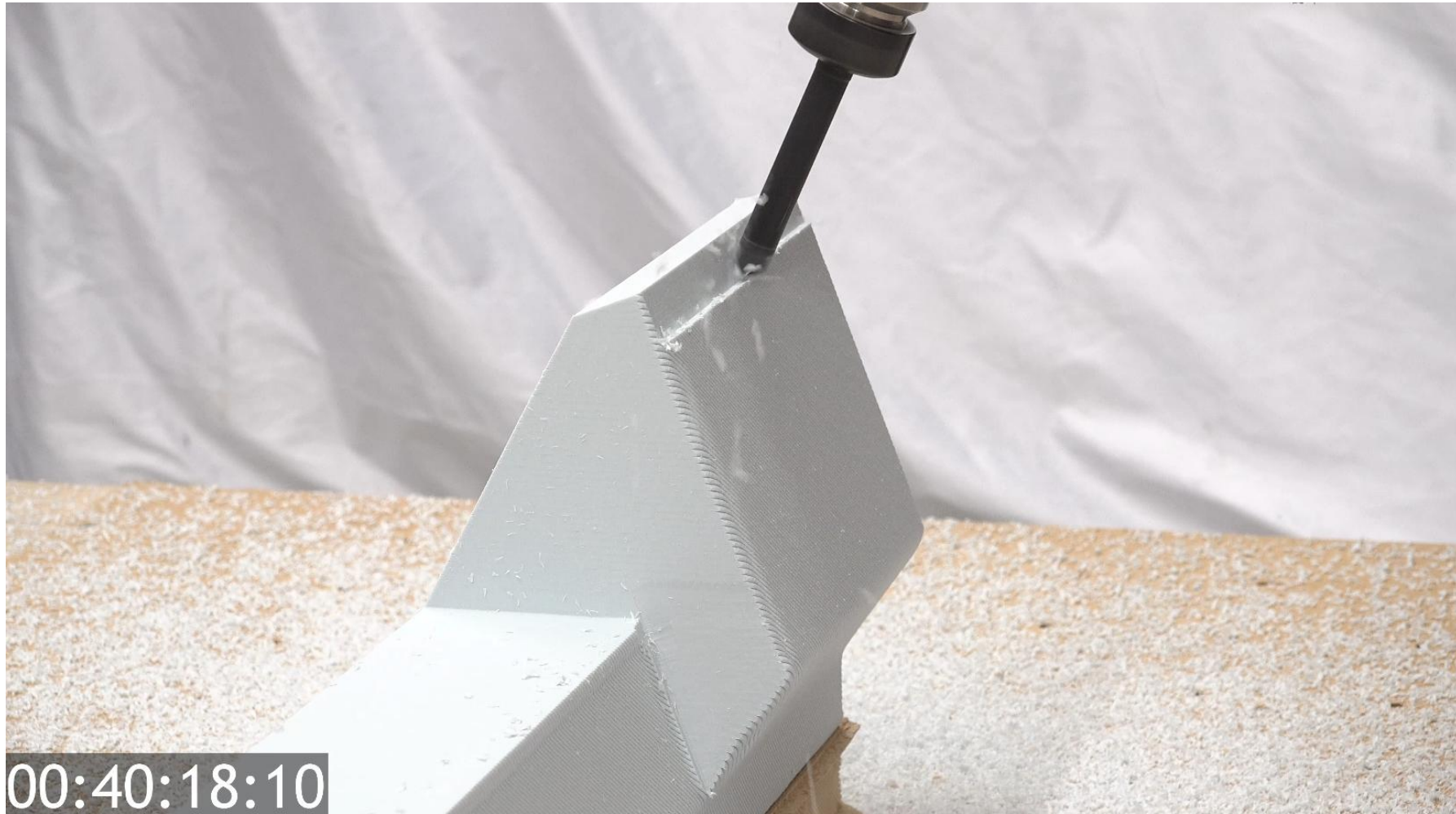


Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Kappaleen koneistusprosessi



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Kappaleen koneistusprosessi



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Yhteenveto

- Tulostusaika: 1h 50min
- Tulostuksen jälkeinen massa: 3.5 kg
- Koneistusaika: 1h 30min
- Koneistuksen jälkeinen massa: 2.1 kg
- Ulkomitat: 660 x 190 x 250



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



Kiitos



Euroopan unionin
osarahoittama

SAVONIA



3DTY
3D-tulostuksen yhteishanke