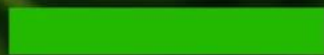




# LAND OF THE CURIOUS





# LAAJENNETUN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN HITSAUSTUOTANNOSSA

Virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja yhdistetty todellisuus (MR) = laajennettu todellisuus (XR)

Hannu Lund

IWE, DI

Nuorempi tutkija

Hitsaustekniikka

LUT Yliopisto



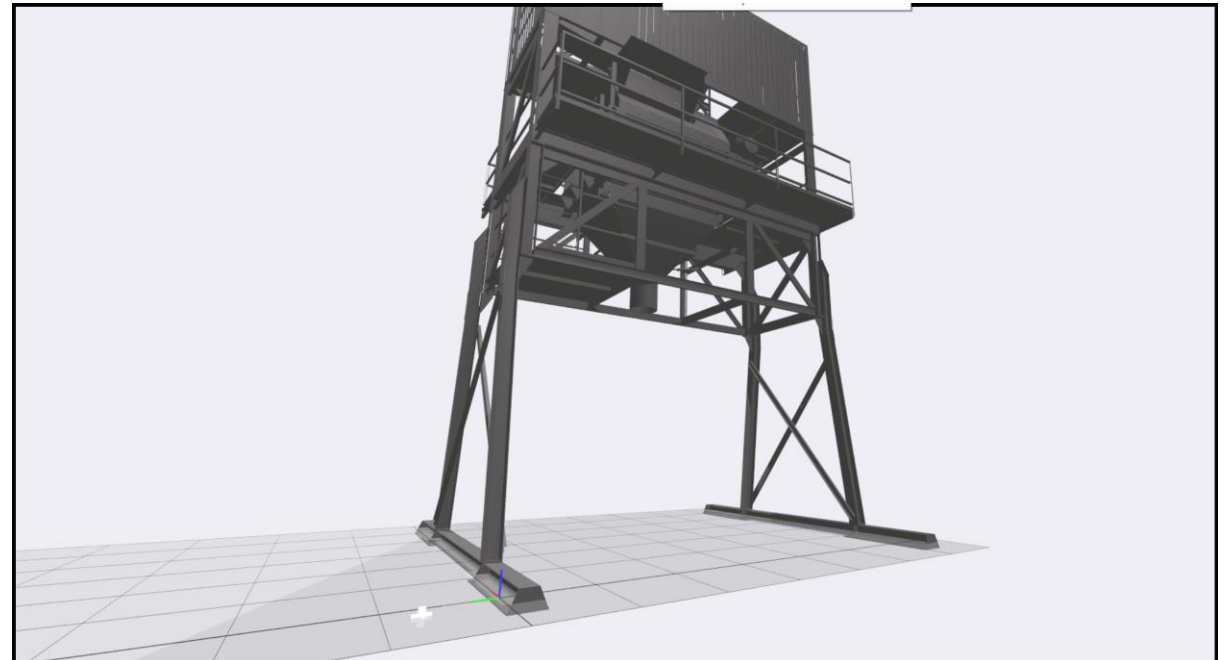
**Euroopan unionin  
osarahoittama**

# TAUSTA

- » Isojen työkappaleiden kanssa mittojen hahmottaminen voi olla haastavaa
  - » Millaisen tilan 15 m korkea kappale vaatii
  - » Kuinka leveä on 8 m halkaisijaltaan oleva säiliö
  - » Tilantarve valmistamiselle, käyttämiselle ja huollolle?
  - » Piirustuksia tai CAD-mallinnusta tehtäessä ei aina ole yksiselitteistä mahtuuko asennusta tai hitsausta tekemään esimerkiksi 500-1000 mm leveässä tilassa
  
- » Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen antaa todellisen tuntuksen kokemuksen, jolla voidaan helposti simuloida ihmisen työ- ja toimintatarpeita



Osaatko hahmottaa minkä kokoinen kyseinen laite on?

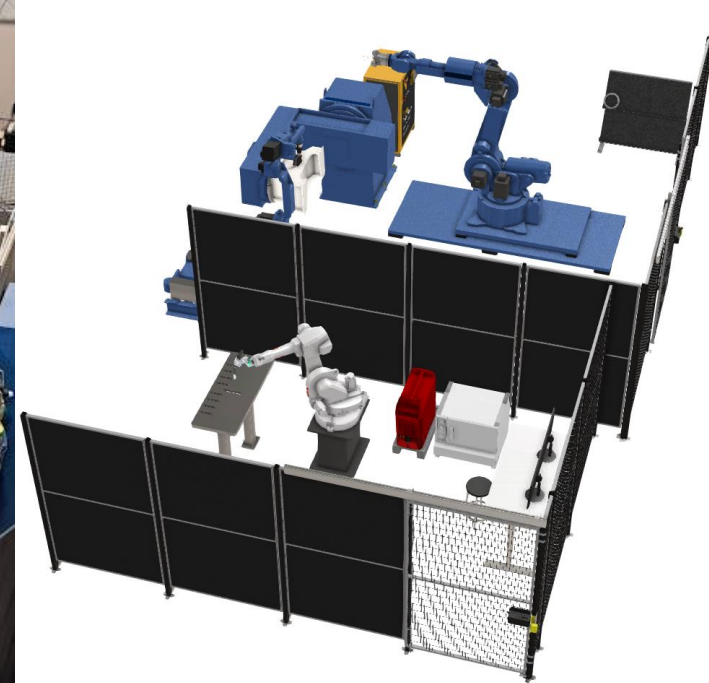


# TAUSTA

- » Tuotannosuunnittelun hahmottaminen haastavaa
  - » Suurikokoisen tuotteen tilantarpeen huomioonottaminen valmistuksen kannalta
- » Hitsausrobottiaseman investoinnin hahmottaminen haastavaa
  - » Uuden laitteiston paikka, tilantarve ja luoksepäästävyys
- » Tutkimuskysymys:
- » Millä tavoin XR-teknologiaa voidaan hyödyntää päätöksenteossa?
  - » Visualisointi
  - » Simulointi
  - » Testaus



Euroopan unionin  
osarahoittama



Jos jotain mallia  
valmistusympäristöstä on, on  
se tyypillisesti  
robottihitsausaseman malli

# XR MENETELMÄT

## » Virtuaalitodellisuus (VR)

- » Virtuaalimaailman hyödyntäminen Meta Quest 2 VR-laseilla, sekä SteamVR, ABB RobotStudio ja Visual Components ohjelmistoilla

» Käyttäjä näkee ja kokee kaiken virtuaalimaailmassa

» Todentuntuinen ja mahdollistaa virtuaaliesineiden hyödyntävän vuorovaikutteisen harjoittelun, simulaation tai testauksen

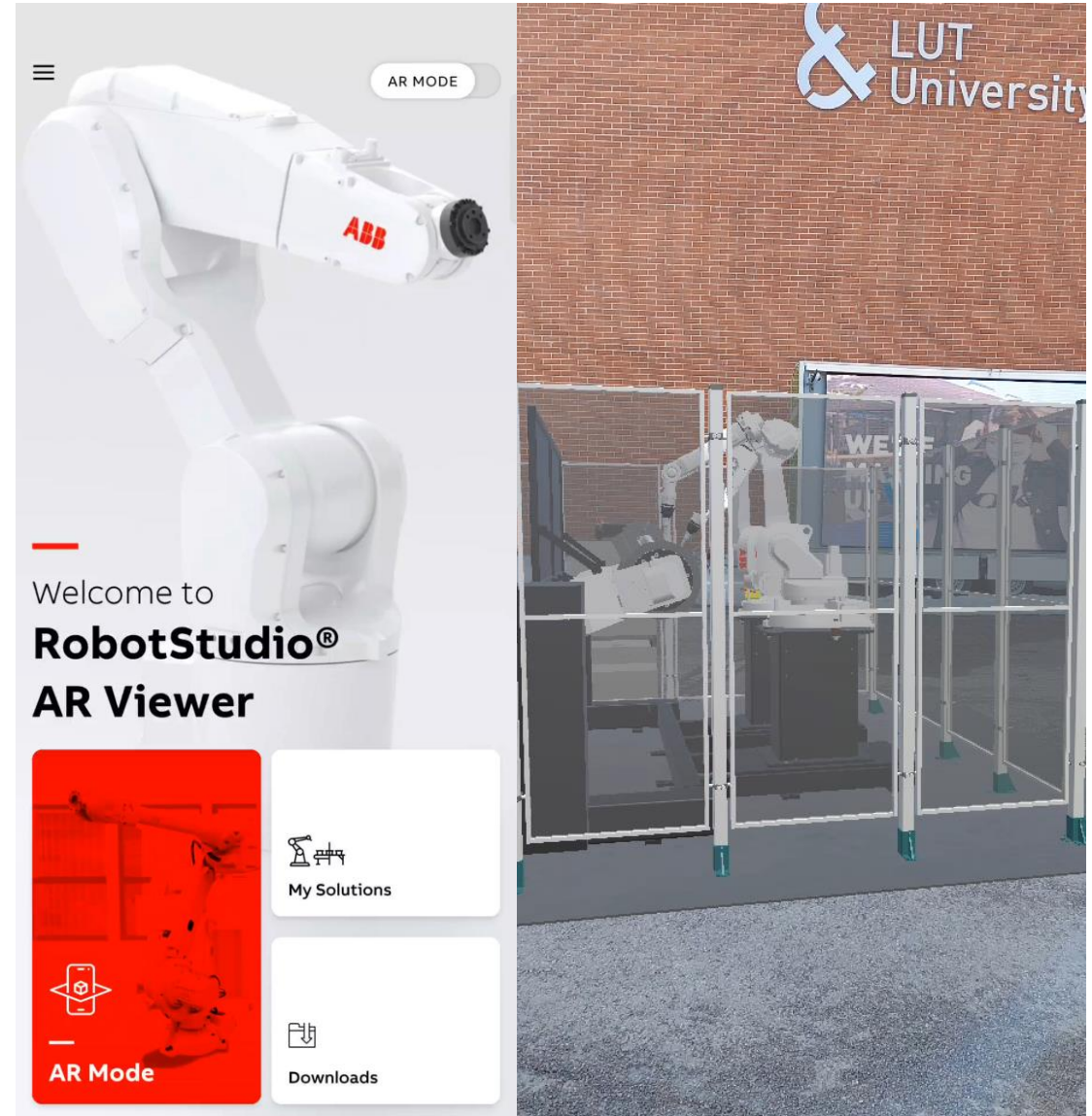


VR-lasi ja käsiohjaimet, Meta Quest 2



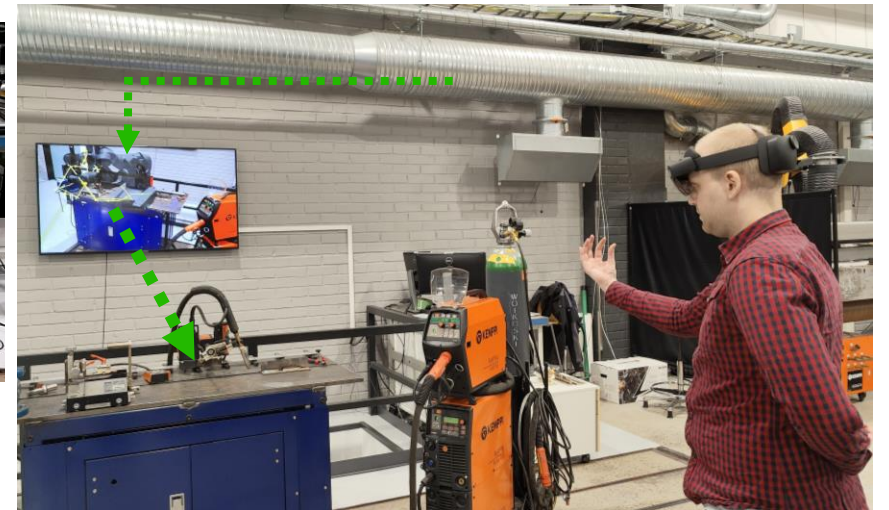
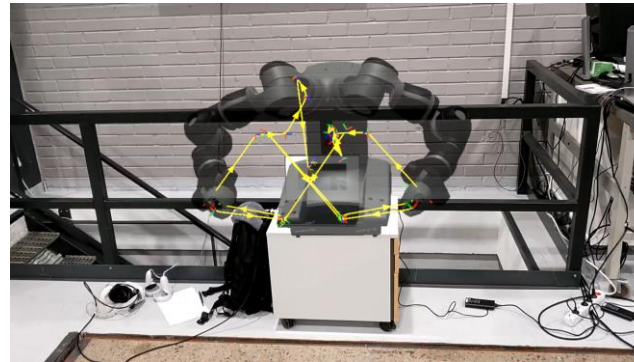
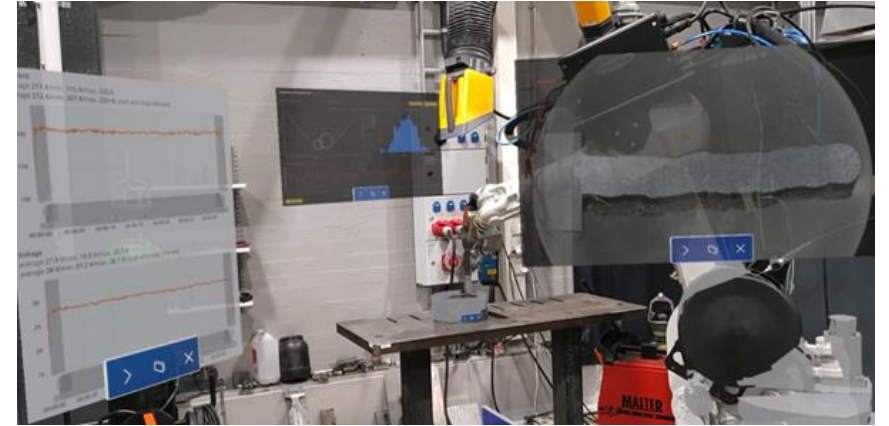
# XR MENETELMÄT

- » Lisätty todellisuus (AR)
  - » Mobiililaitteisto (kännykkä, tabletti),
  - » Ohjelmistot: ABB RobotStudio AR ja Visual Components/KUKA Mixed reality assistant
- » Käyttäjä voi nähdä virtuaaliesineitä todellisessa ympäristössä
- » Vuorovaikutus mahdollista



# XR MENETELMÄT

- Yhdistetty todellisuus, MR
  - Microsoft HoloLens 2, ABB RobotStudio Holographic, Microsoft Guides
- Kuin AR, mutta lasilla, jolloin käyttäjän kädet jää vapaiksi
- Mahdollistaa useamman käyttäjän vuorovaikutuksen virtuaaliesineillä



# VIRTUAALIMAAILMAN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

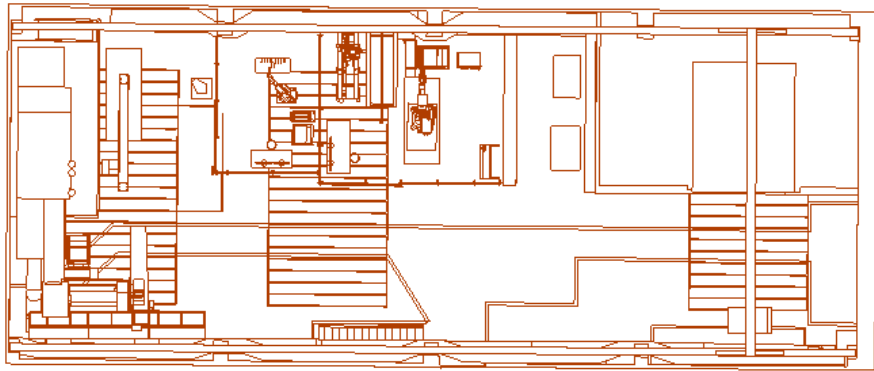
## » Tuotantoympäristön mallinnus

### » Pistepilvikamera

- Suora käyttö
- CAD-mallinnus ja tärkeimmät esineet ympäristöstä

### » CAD-malli pohjapiirustuksesta

- Yksityiskohdat työlästä mallintaa
- Suurpiirteinen tarkkuus yleensä riittävä





# VIRTUAALIMAAILMAN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

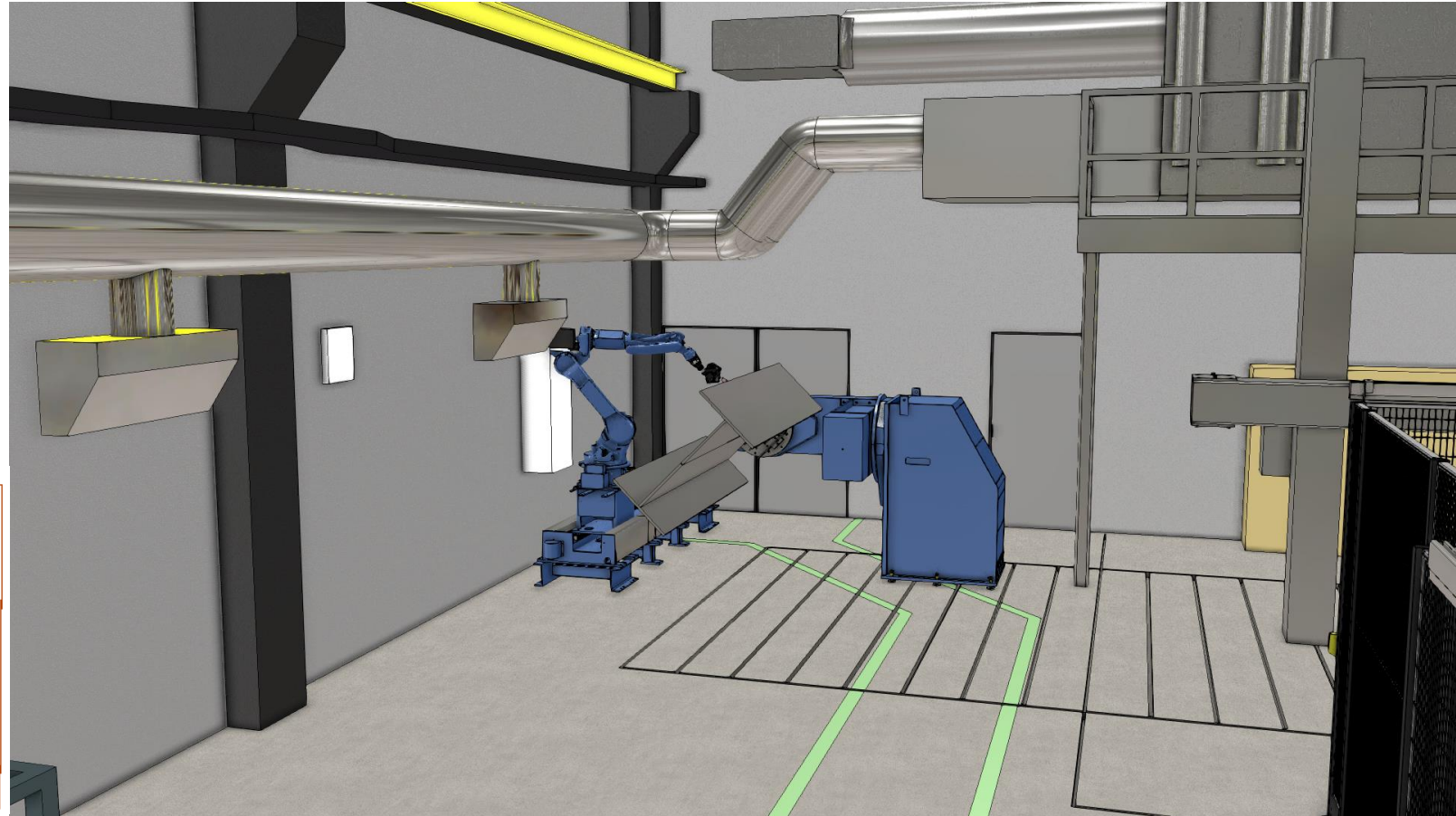
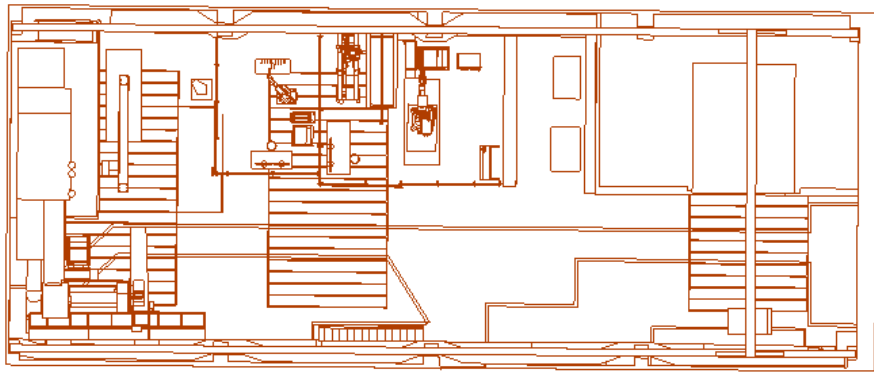
## » Tuotantoympäristön mallinnus

### » Pistepilvikamera

- Suora käyttö
- CAD-mallinnus ja tärkeimmät esineet ympäristöstä

### » CAD-malli pohjapiirustuksesta

- Yksityiskohdat työlästä mallintaa
- Suurpiirteinen tarkkuus yleensä riittävä

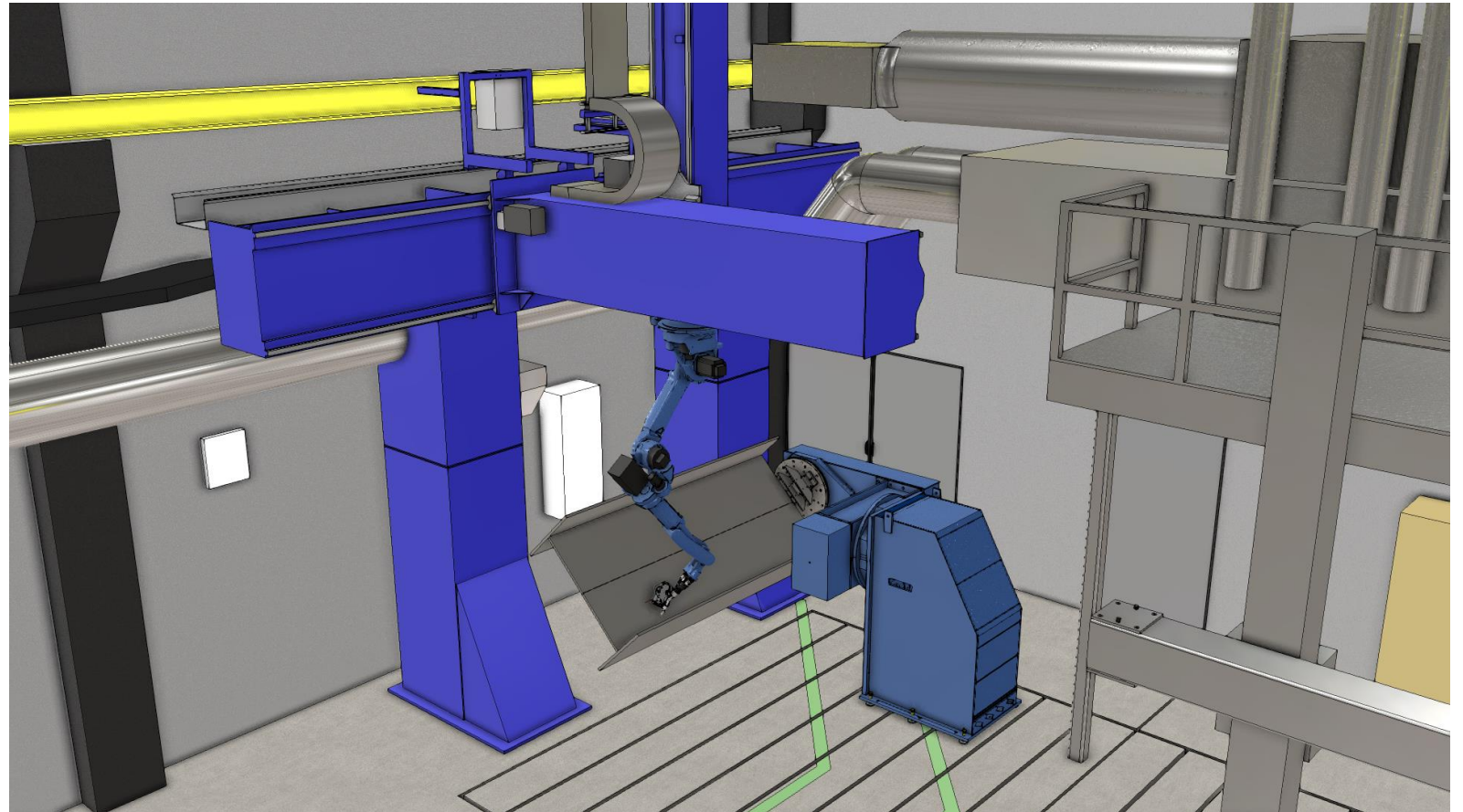
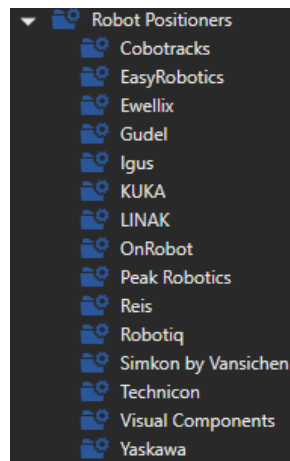


# VIRTUAALIMAAILMAN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

## » Tuotantoympäristön mallinnus

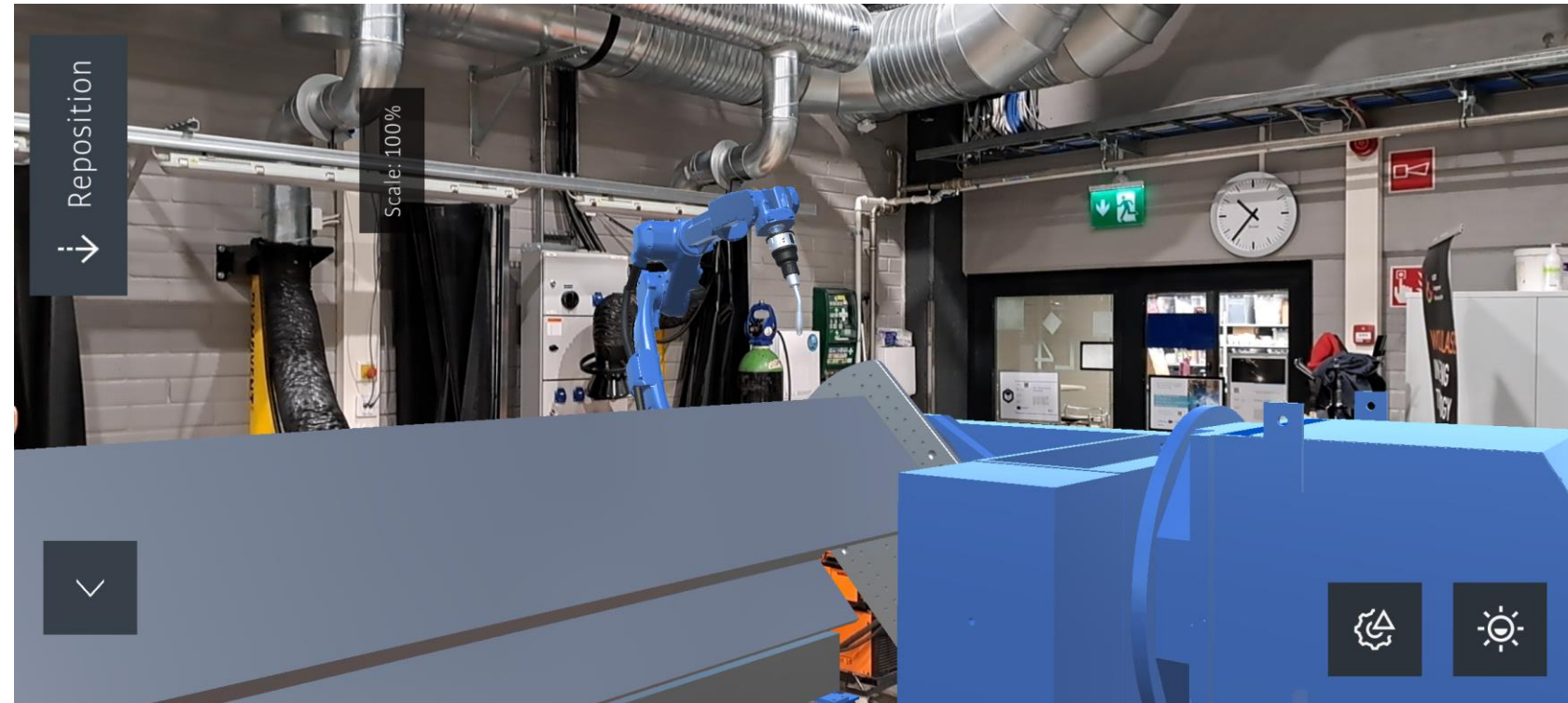
- » Etäohjelmointiohjelmistoissa kappalekirjastoja eri valmistajilta tai valmistajakohtaisesti

- Nopeaa kokeilla eri vaihtoehtoja



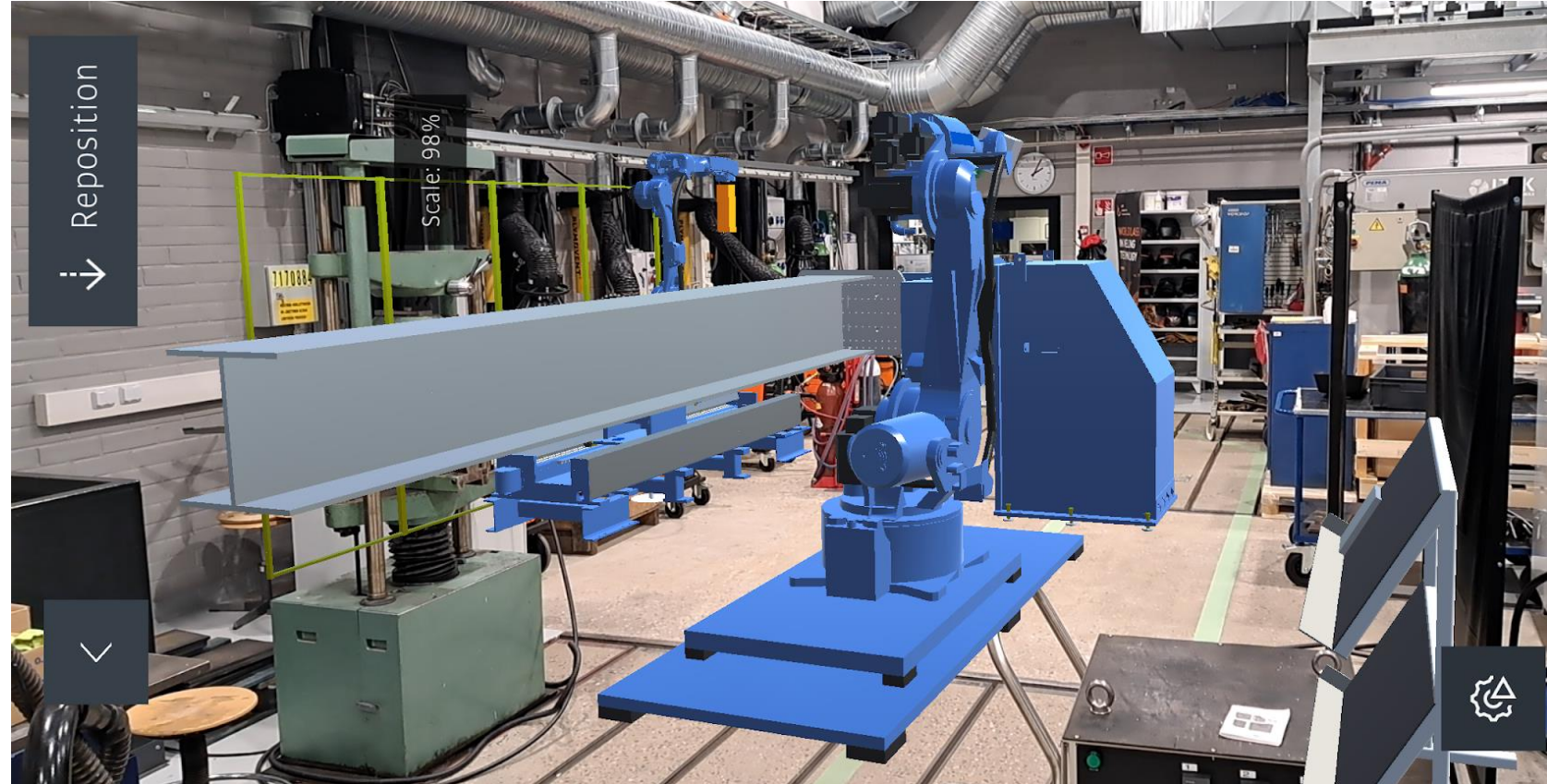
# LISÄTYN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

- ▶ Oleelliset tuotantolaitteet ja kappaleet voidaan hahmottaa niiden suunnitellussa ympäristössä
- ▶ Tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä QR-koodin tunnistusta virtuaalimallin ankkurointipisteenä



# LISÄTYN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

- Oleelliset tuotantolaitteet ja kappaleet voidaan hahmottaa niiden suunnittelussa ympäristössä
- Tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä QR-koodin tunnistusta virtuaalimallin ankkurointipisteinä
  - Suurten kappaleiden kanssa virtuaalimallin pitäminen paikallaan hankalahkoa
- Nopea, havainnollinen ja yksinkertainen tapa hahmottaa CAD-malli oikeassa ympäristössä

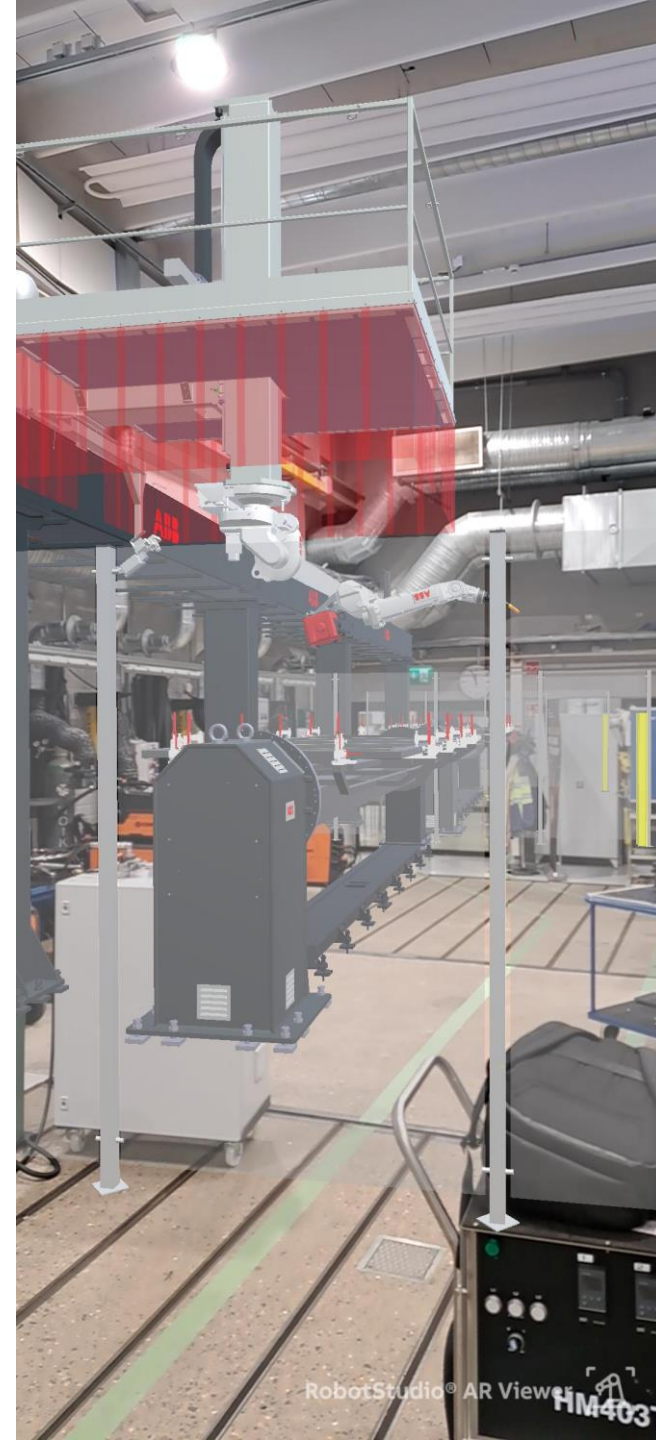


# LISÄTYN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

- » Oleelliset tuotantolaitteet ja kappaleet voidaan hahmottaa niiden suunnittelussa ympäristössä
- » Tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä QR-koodin tunnistusta virtuaalimallin ankkurointipisteinä
  - » Suurten kappaleiden kanssa virtuaalimallin pitäminen paikallaan hankalahkoa
- » Nopea, havainnollinen ja yksinkertainen tapa hahmottaa CAD-malli oikeassa ympäristössä



Euroopan unionin  
osarahoittama



# YHDISTETYN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

- ▶ Oleelliset tuotantolaitteet ja kappaleet voidaan hahmottaa niiden suunnitellussa ympäristössä
- ▶ Tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä QR-koodin tunnistusta virtuaalimallin ankkurointipisteinä
  - ▶ Suurten kappaleiden kanssa virtuaalimallin pitäminen paikallaan hankalahkoa
- ▶ Nopea, havainnollinen ja yksinkertainen tapa hahmottaa CAD-malli oikeassa ympäristössä

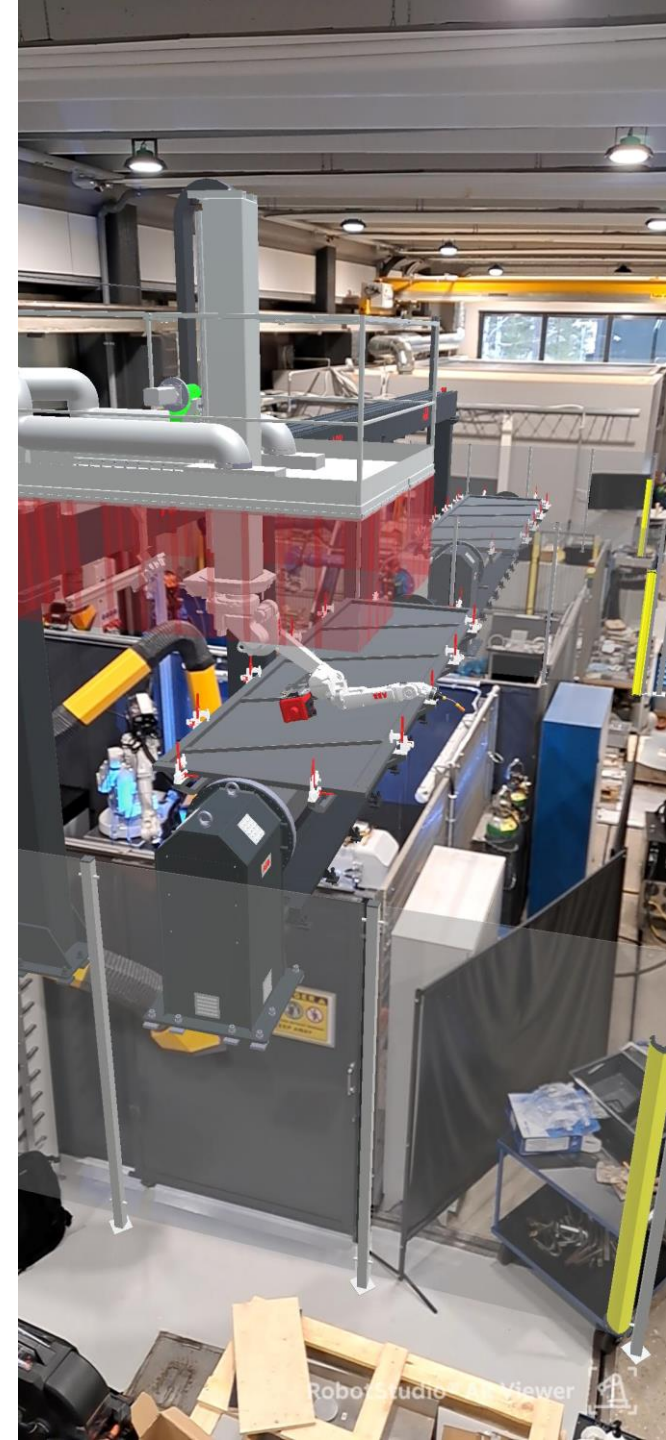


## LISÄTYN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN LAYOUT SUUNNITTELUSSA

- ▶ Oleelliset tuotantolaitteet ja kappaleet voidaan hahmottaa niiden suunnittelussa ympäristössä
- ▶ Tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä QR-koodin tunnistusta virtuaalimallin ankkurointipisteinä
  - ▶ Suurten kappaleiden kanssa virtuaalimallin pitäminen paikallaan hankalahkoa
- ▶ Nopea, havainnollinen ja yksinkertainen tapa hahmottaa CAD-malli oikeassa ympäristössä



Euroopan unionin  
osarahoittama



# VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN HITSAUSTEKNIIKAN ABB ASEMAN PÄIVITYKSESSÄ

- Uuden robottihitsausaseman visualisointi ja toiminnallisuuden testaus virtuaalitodellisuudessa
- A) alkuperäinen malli
- B) Kappaleenkäsittelypöytä lisätty malliin
- C) Ulottuvuuden ja luoksepäästävyuden testausta käsittelypöydän keskipisteeseen
- D) Yleiskuva

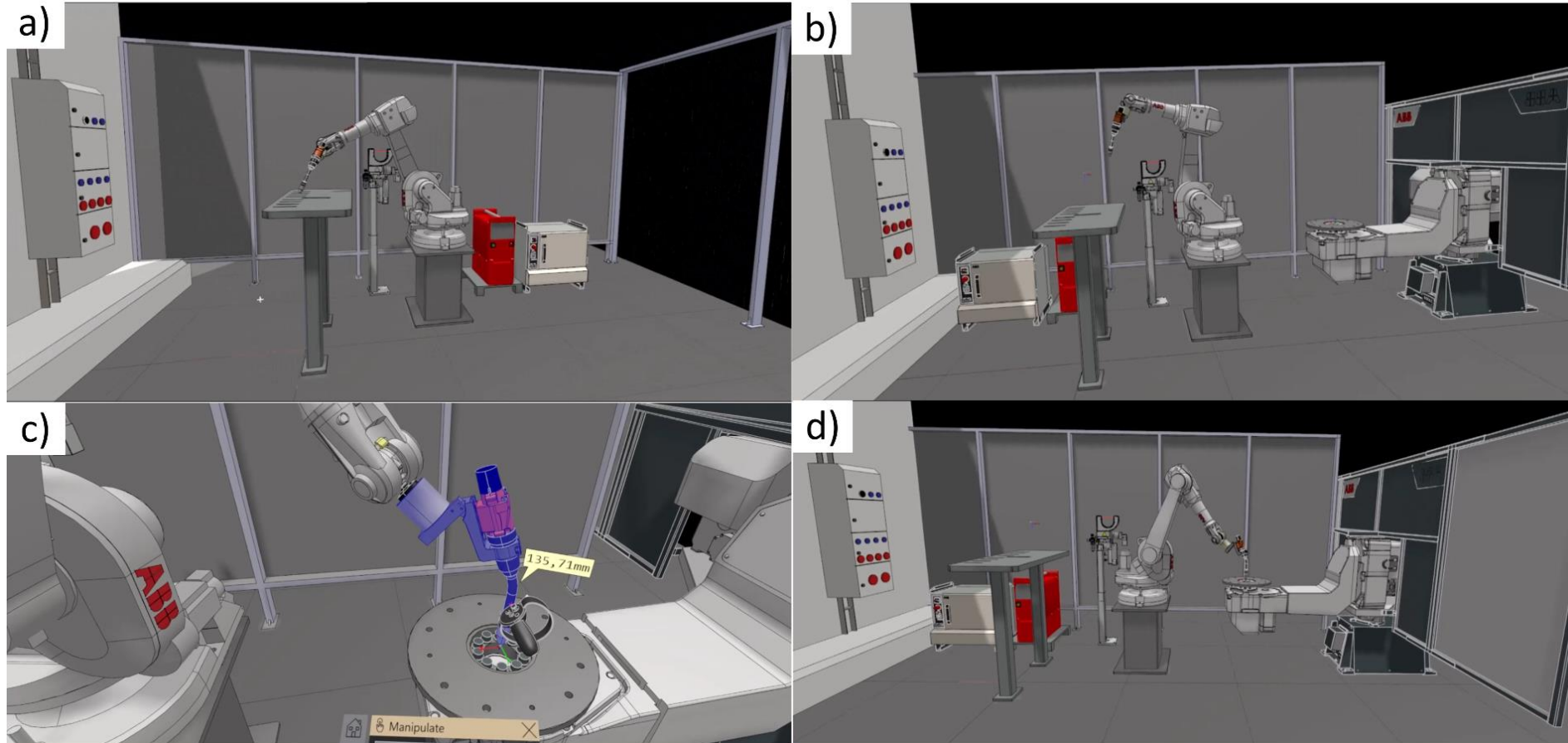


ABB robottiaseman suunnittelu hyödyntäen virtuaalitodellisuutta [1]





# VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN HITSAUSTEKNIIKAN ABB ASEMAN PÄIVITYKSESSÄ

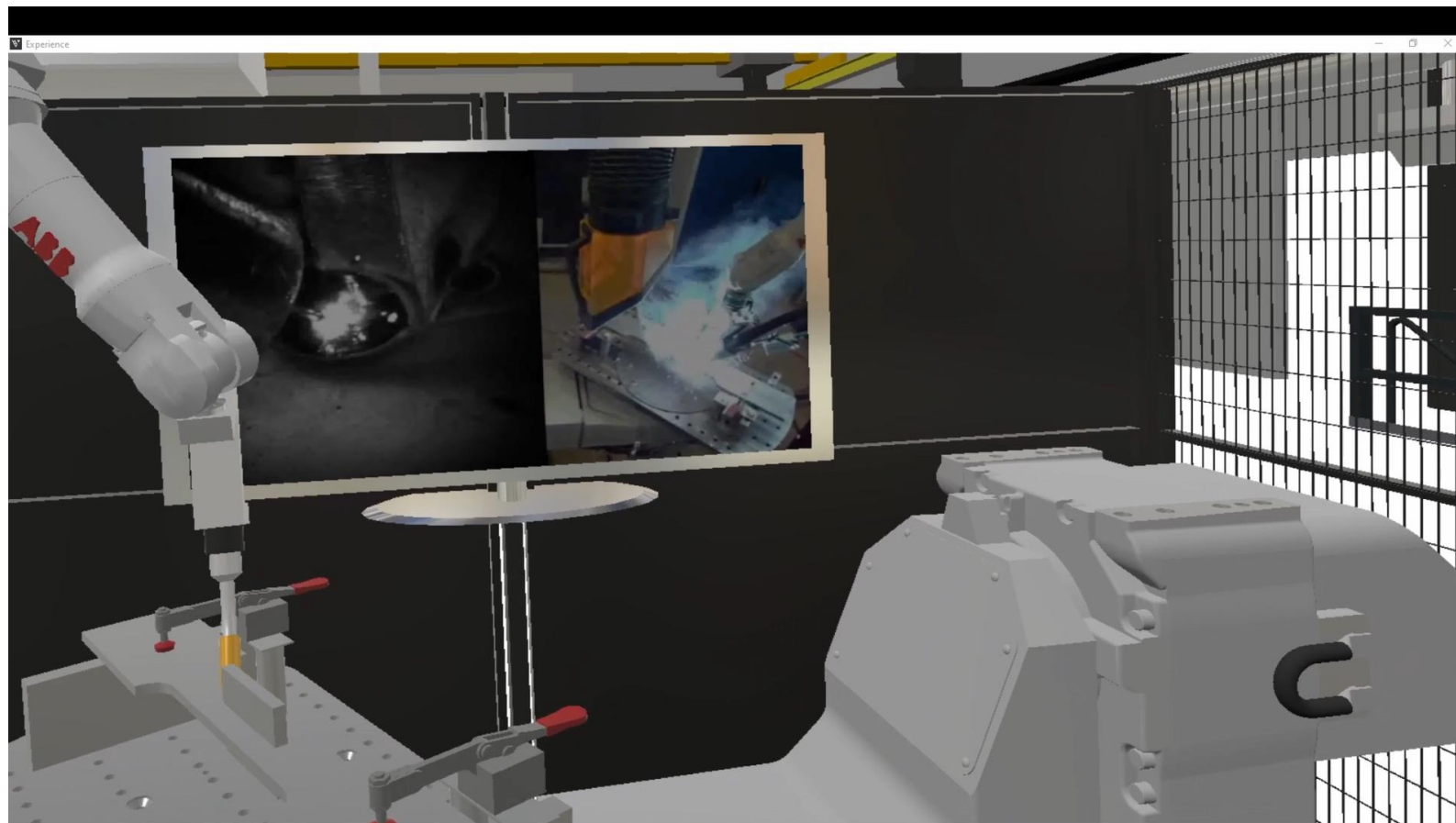
► Päivitetty robottiasema



Euroopan unionin  
osarahoittama

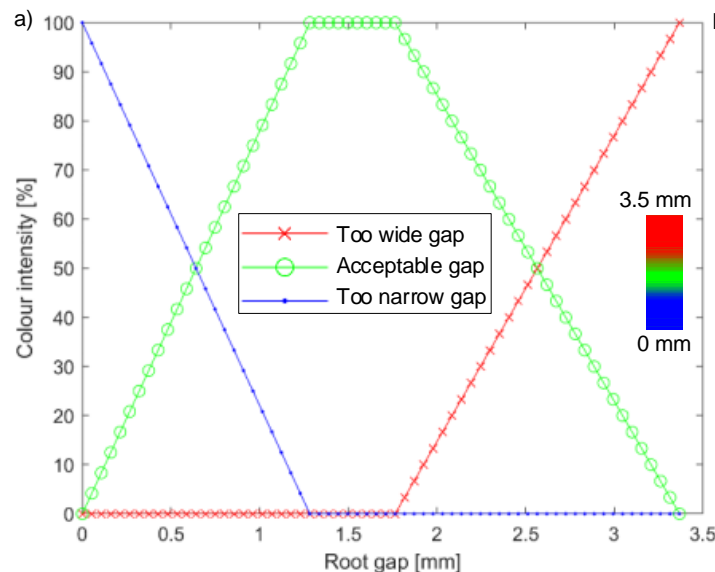
# MUITA XR MAHDOLLISUUKSIA: TAKAISINKYTKENTÄ

- Videokuvan takaisinkytkentä VR simulaatioon




# TAKAISINKYTKENTÄ XR:ÄÄN

- ▶▶ Mitattua tietoa voidaan myös takaisinkytkä virtuaalimalleihin
- ▶▶ Tuotantotiedon visualisointia käyttäjälle
- ▶▶ Monirobottihitsauksessa ilmaraon varmistaminen



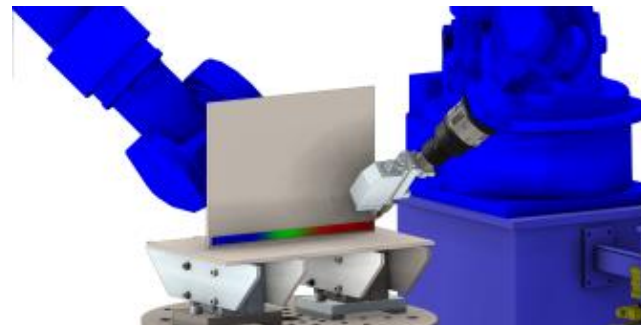
b) 1. measurement run; root gap intentionally incorrect

Root gap visualization in color scale



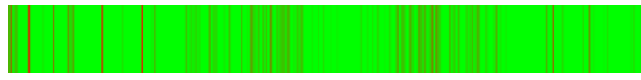
Root gap too narrow      Root gap acceptable      Root gap too wide

Visualization in virtual reality from operators point of view

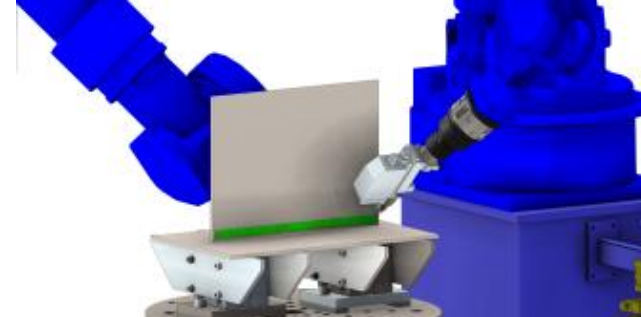


2. measurement run; root gap adjusted

Root gap visualization in color scale

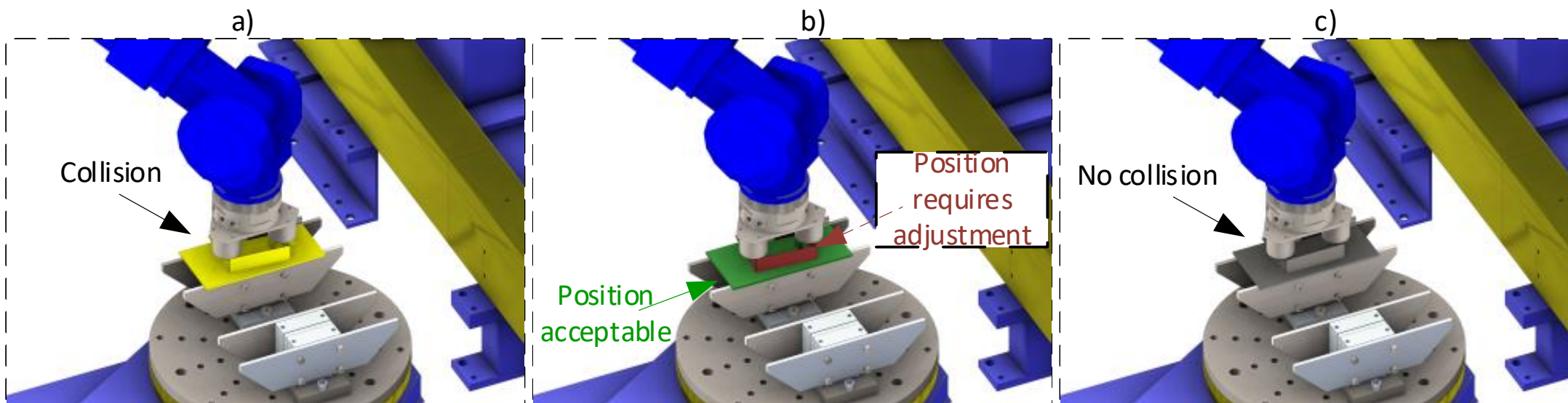


Visualization in virtual reality from operators point of view



# TAKAISINKYTKENTÄ XR:ÄÄN

- ▶ Mitattua tietoa voidaan myös takaisinkytkä virtuaalimalleihin
- ▶ Monirobottihitsauksessa sovituksen ja paikoituksen varmistaminen



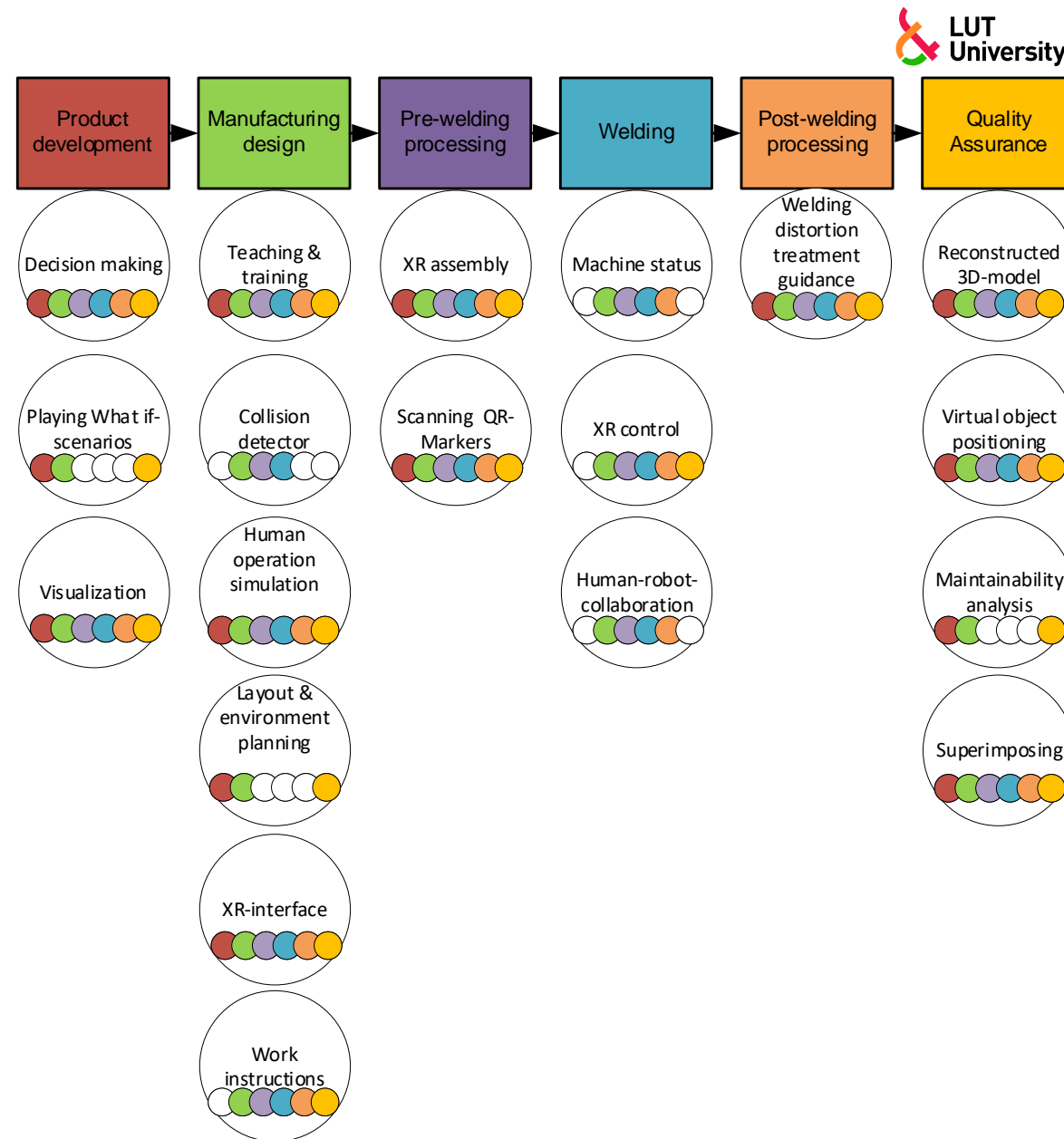
# TYÖOHJEISTUS MR

- Yhdistetty todellisuus on hyvä opastuksen ja koulutuksen työkalu



# YHTEENVETO

- » XR suunnittelun virtuaalisen verifiointin tukena
- » Mahdollisia käyttökohteita paljon ja kaikkia ei varmasti vielä tiedetäkään
- » AR ja VR ovat hyvinkin käyttövalmiita pienellä oikeaan tiedostomuotoon tallennuksella
- » MR/Hololens ideana hyvä, mutta vielä rajoittunut tekniikka



# KIITOS

---

1. Lund, H., Penttilä, S., & Skriko, T. (2024). Extended reality implementation possibilities in direct energy deposition-arc. *Frontiers in Sustainability*, 5, 1408604.  
<https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1408604>
2. J. Ratava, S. Penttilä, H. Lund, M. Lohtander, P. Kah, M. Ollikainen, J. Varis, Quality assurance and process control in virtual reality, *Procedia Manufacturing*, Volume 38, 2019, Pages 497-504, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.063>.
3. Sakari Penttilä, Hannu Lund, Juho Ratava, Mika Lohtander, Paul Kah, Juha Varis, Virtual Reality Enabled Manufacturing of Challenging Workpieces, *Procedia Manufacturing*, Volume 39, 2019, Pages 22-31, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.224>.





LUT  
University