



LAND OF THE CURIOUS





Hannu Lund
IWE, M.Sc(Tech)
Junior Researcher
Lappeenranta-Lahti
University of Technology
LUT



Sakari Penttilä
IWE, D.Sc(Tech)
Post-Doctoral Researcher
Lappeenranta-Lahti
University of Technology
LUT

25-27.09.2023

YHDISTETTY TODELLISUUS – MIXED REALITY MR

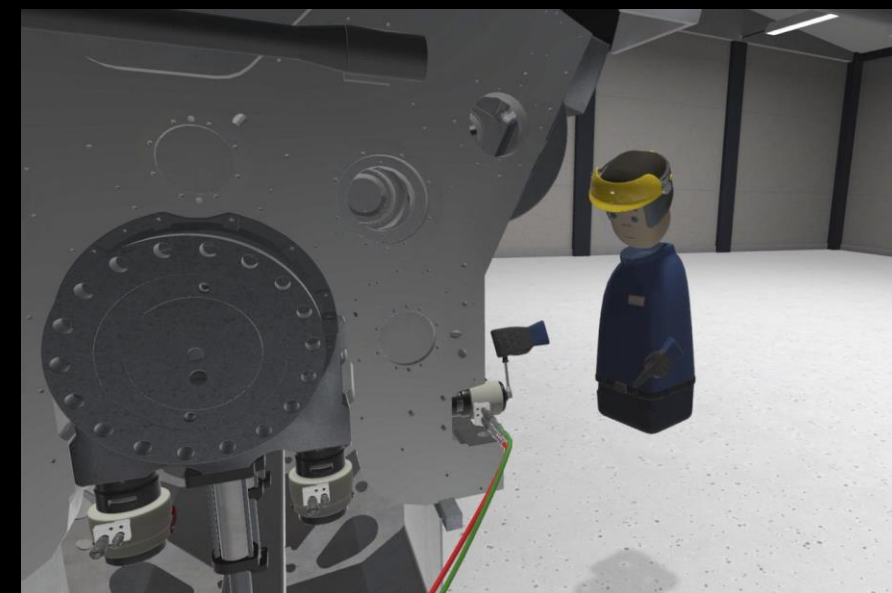
LUENNON SISÄLTÖ

1. Johdanto virtuaalitodellisuuteen VR
2. VR-sovelluskohteet ja teknologian mahdollisuudet
3. Johdanto lisättyyn todellisuuteen AR
4. AR-sovelluskohteet ja teknologian mahdollisuudet
5. Johdanto yhdistettyyn todellisuuteen MR
6. Yhdistetty todellisuus MR
7. MR-sovelluskohteet ja teknologian mahdollisuudet

JOHDANTO VIRTUAALITODELLISUUTEEN

- » **Virtuaalitodellisuus** (VR, eng. *Virtual reality*) on simuloitu kokemus, joka voi olla todellisuutta muistuttava tai täysin erilainen kuin todellinen maailma
- » Tunnetuin virtuaalitodellisuuden käyttösovellus on ollut videopelit
- » Nykyään virtuaalitodellisuutta käytetään useilla eri aloilla:

- » Opetus ja koulutus
- » Tutkimus
- » Yritys- ja liiketoiminta
- » Teollisuus
- » Turismi ja matkustus
- » Viihde



Wärtsilän moottorin huollon harjoittelua virtuaalitodellisuudessa. Tekniikka & Talous 39/2020.

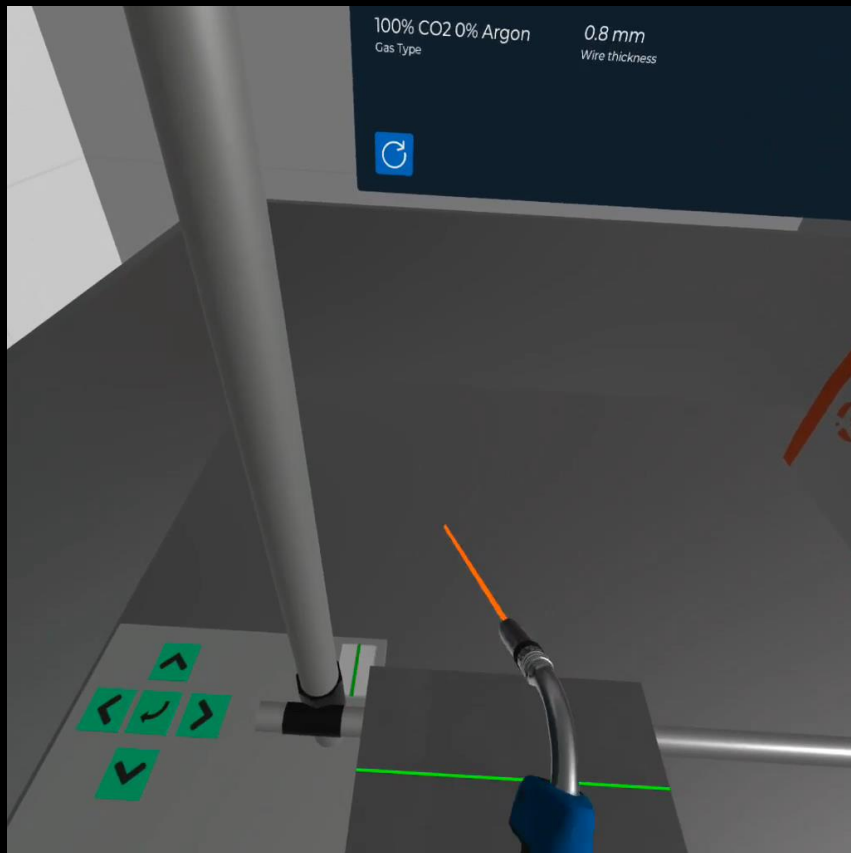
JOHDANTO VIRTUAALITODELLISUUTEEN

- » Teknologian kehitys ja elektroniikkakomponenttien hintojen lasku 2000- ja 2010-luvuilla ovat virtuaalitodellisuuden nykymuotoisen yleistymisen mahdollistajia
- » Virtuaalitodellisuuden kokemiseen käytetty laitteisto koostuu tyypillisesti:
 - » Virtuaalitodellisuuslaseista
 - » Käsiohjaimista
- » Lisäksi virtuaalitodellisuuden kokemiseksi tarvitaan itse sisältö
 - » Videopeli
 - » Video, elokuva
 - » Sovellus
 - » Sosiaalinen media, tapahtuma, konsertti, kokous



VR-lasi ja käsiohjaimet, Meta Quest 2

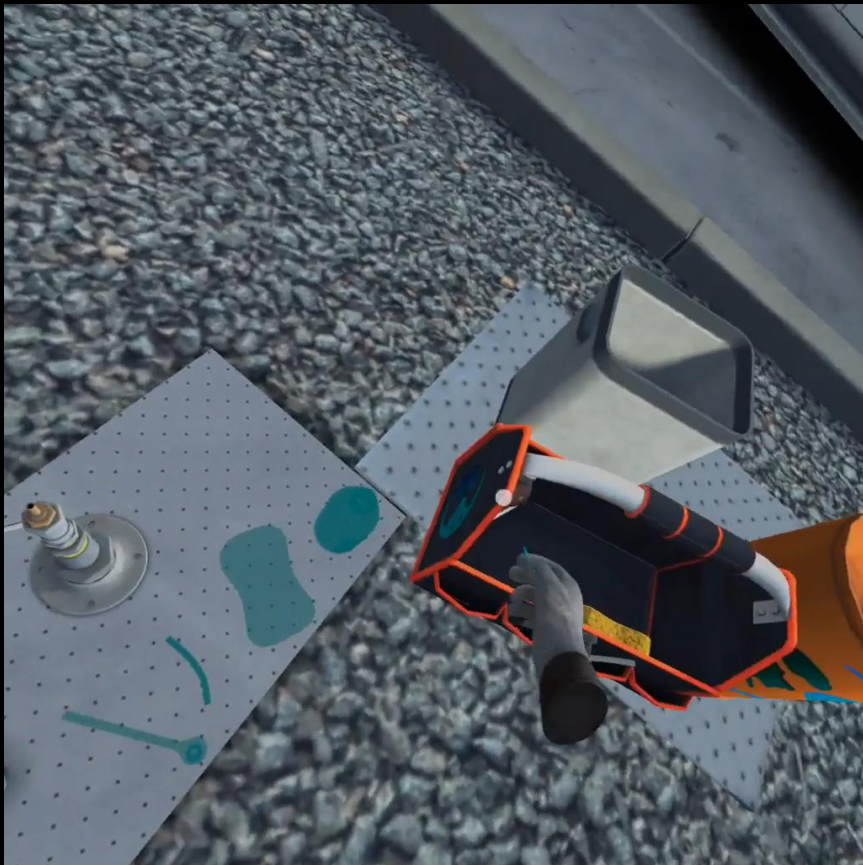
VR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET



hitsaussimulaattori

- » Käsinhitsaussimulaattori (tai muu vastaava simulaattori)
 - » Turvallinen (parhaat edut erityisesti perusteiden opettelussa)
 - » Ekologinen (ei metallijätettä)
 - » Ei tila- tai materiaalitarvetta
 - » Aikataulutushaasteet (jokainen voi harjoitella kun itselle parhaaksi sopii, vaikka kotona)
 - » Turhan matkustuksen vähentyminen

VR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET



Huoltotoimenpide

» Työohjeistukset tai harjoittelut

- » Perehdytykset
- » Harvoin toistuvien työtehtävien kertaus
- » Turvallisuus



VR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

- » Suunnittelu, etäohjelmointi ja simulointi
- » CAD mallien tarkastelu
 - » Kappaleiden koon visualisointi
 - » Robotin liikeratojen off-line ohjelmointi
 - » Toiminnallisuuden ja tilantarpeen hahmottaminen
 - » Palaverit mahdollisia ohjelman sisällä
 - Opetustilanteet
 - Todellisten ohjelmointitilanteiden etäneuvonta
 - Asiantuntija/käyttäjä havainnointi
 - » Turvallisuus

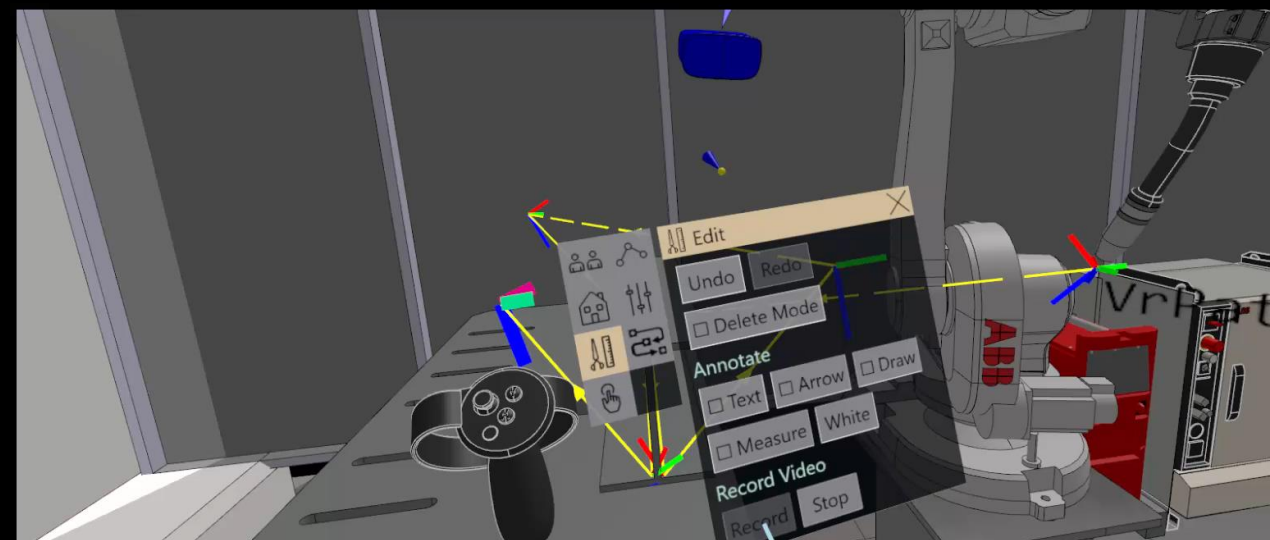


ABB RobotStudio,
<https://youtu.be/vVGMGJOySUo?si=ONv0Vz1Zo8dUOaW2>

JOHDANTO LISÄTTYYN TODELLISUUTEEN AR

- » **Lisätty todellisuus** (AR, eng. Augmented Reality) on osittain virtuaalinen ympäristö, jossa todelliseen maailmaan tuodaan reaaliajassa lisänä virtuaalisia esineitä, informaatiota tai interaktiivisia toimintoja.
- » Lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää mobiililaitteella, tabletilla tai tietokoneella.
- » Nykisin tunnetuin AR käyttösovellus lienee sosiaalisen median kasvofiltterit.
- » Nykyään lisättyä todellisuutta käytetään useilla eri aloilla:
 - » Opetus ja koulutus
 - » Tutkimus
 - » Yritys- ja liiketoiminta
 - » Teollisuus
 - » Turismi ja matkustus
 - » Viihde



Pokemon Go




Pingviini google hakutulos

LISÄTTY TODELLISUUS AR, MOBIILILAITTEET

- » Mobiililaitteet, kuten muukin tietotekniikka, on edistynyt viimevuosikymmenenä merkittävästi, joka mahdollistaa AR:n hyödyntämisen perustason mobiililaitteella.
 - » Kännykkä
 - » Tabletti
- » Teknisenä vaatimuksena laitteessa tulee olla:
 - » kamera, jolla voidaan havaita sekä mitata ympäristöä
 - » gyroskooppi, jolla laitteen asennon muutokset pystytään havaitsemaan.
- » Mobiililaitteisiin löytyy monia AR sovelluksia niin opetus, työskentely tai hupikäyttöön sovelluskaupoista.
 - » Sovelluksia saa myös koodattua itse tarpeeseen.



Kalusteiden tilantarpeen hahmottaminen (IKEA)



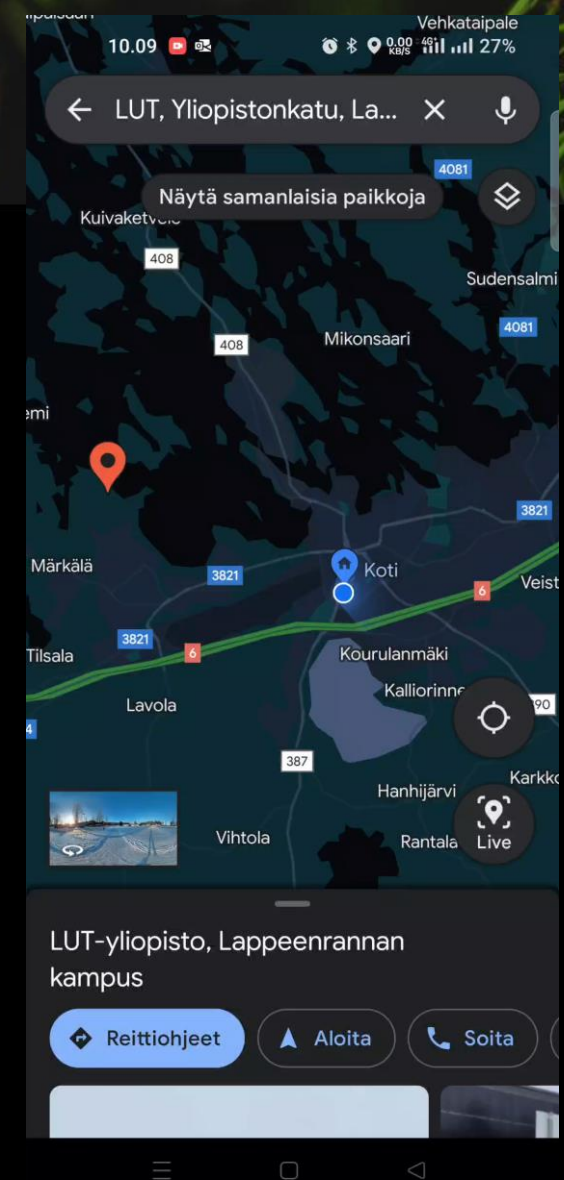
LISÄTTY TODELLISUUS AR, TOIMINTAPERIAATE

» Teknisesti AR sovellukset perustuvat yleensä kolmeen toimintaperiaatteeseen:

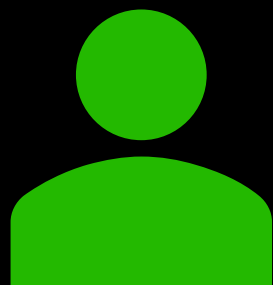
- » Osoitinmerkin tunnistava AR (Marker-based AR)
 - QR-koodin tunnistuksen perusteella luodaan AR-sisältöä.
- » Samanaikaisesti paikantava ja kartoittava AR (Markerless AR / SLAM AR)
 - Kuvatun ympäristön perusteella luodaan AR-sisältöä.
- » Sijaintiin perustuva AR (Location-based AR)
 - Tunnetun sijainnin perusteella luodaan AR-sisältöä.
- » <https://arvr.google.com/> -esimerkkejä

» Näiden lisäksi on olemassa myös projektiioon perustuva AR

- » Kuva heijastetaan jollekin pinnalle ja käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa projektion kanssa



LISÄTTY TODELLISUUS AR, TOIMINTAPERIAATE



Käyttäjä



AR-laite

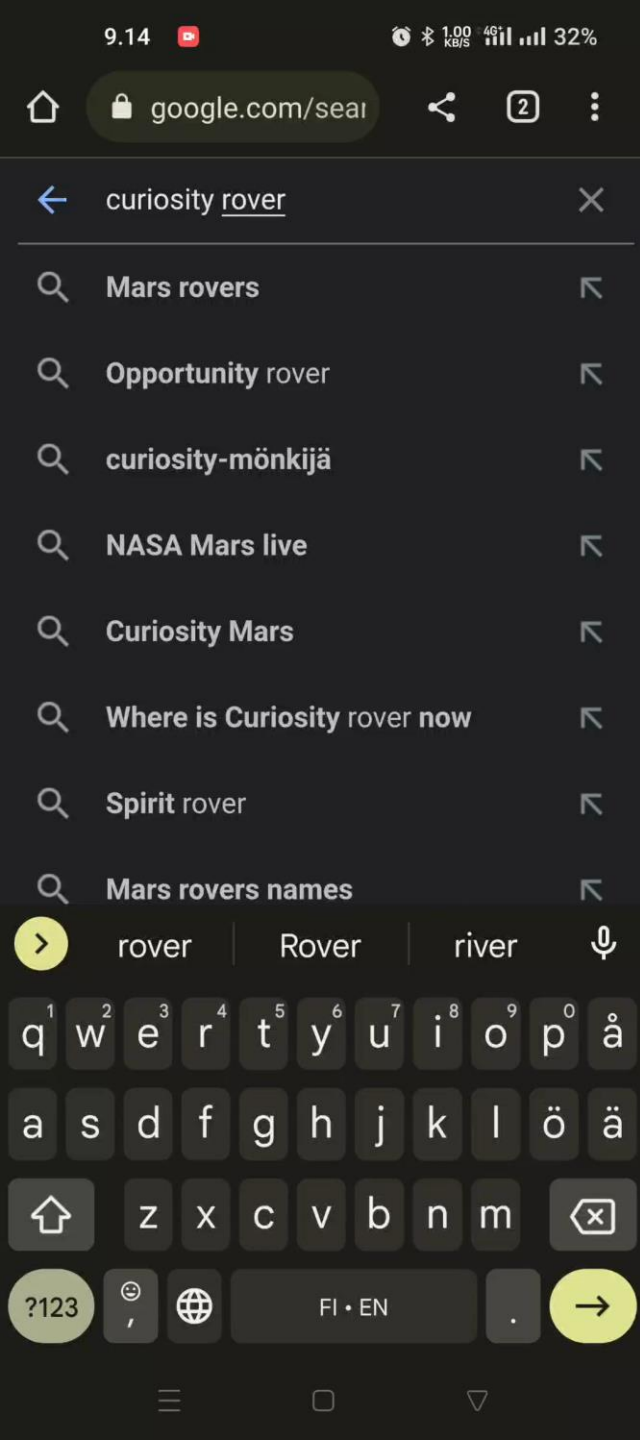


Virtuaaliesine



AR-laitteen tunnistama ympäristö/merkki/sijainti





AR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

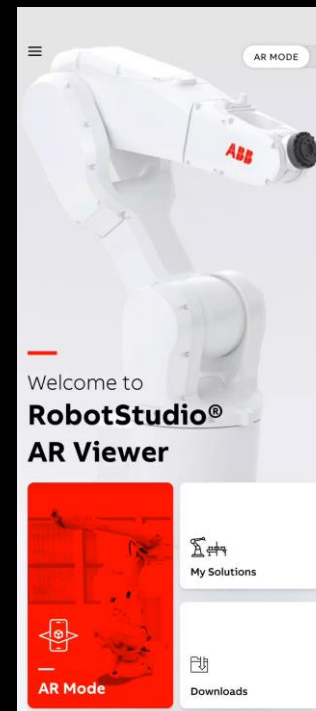
» Google hakutulosten visualisointi (Chrome selain, mobiililaite)

» Esimerkkejä:

- NASA's Curiosity Rover
- Neil Armstrong
- hedgehog
- penguin
- Shark
- ...

AR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

- » Layout suunnittelu
 - » Tuotantolaitteiden tilantarpeen suunnittelu
 - » Kalusteiden ja tavaroiden tilantarpeen hahmottaminen



Mobiililaitteella AR mallin luominen ja visualisointi, ABB RobotStudio AR

AR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET



» Työohjeiden tekeminen

- » Piirustusten ja objektien lisääminen todelliseen maailmaan
- » Lisäinformaation ja ohjeistuksien linkkaaminen

LVI suunnittelua lisätyn todellisuuden avulla. Kuvassa on lisätty digitaalisesti putkistot ja kaapistot todelliseen maailmaan.
Lähde: <https://karelia.fi/2022/04/lisatty-todellisuus-tuo-uusia-mahdollisuuksia-rakentamiseen/>

AR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET



- » Projektorin ja kameran hyödyntäminen ilman lisälaitteita
 - » AR laitteisto, jonka ideana on piirtää kuvioita ja ohjeita esimerkiksi pöytälevyyn hyödyntäen projektoria ja kameraa

Kameralla ja projektorilla luotu AR sovelluskohde. Lähde:
<https://www.lightguidesys.com/resource-center/blog/6-uses-of-augmented-reality-for-manufacturing-in-every-industry/>



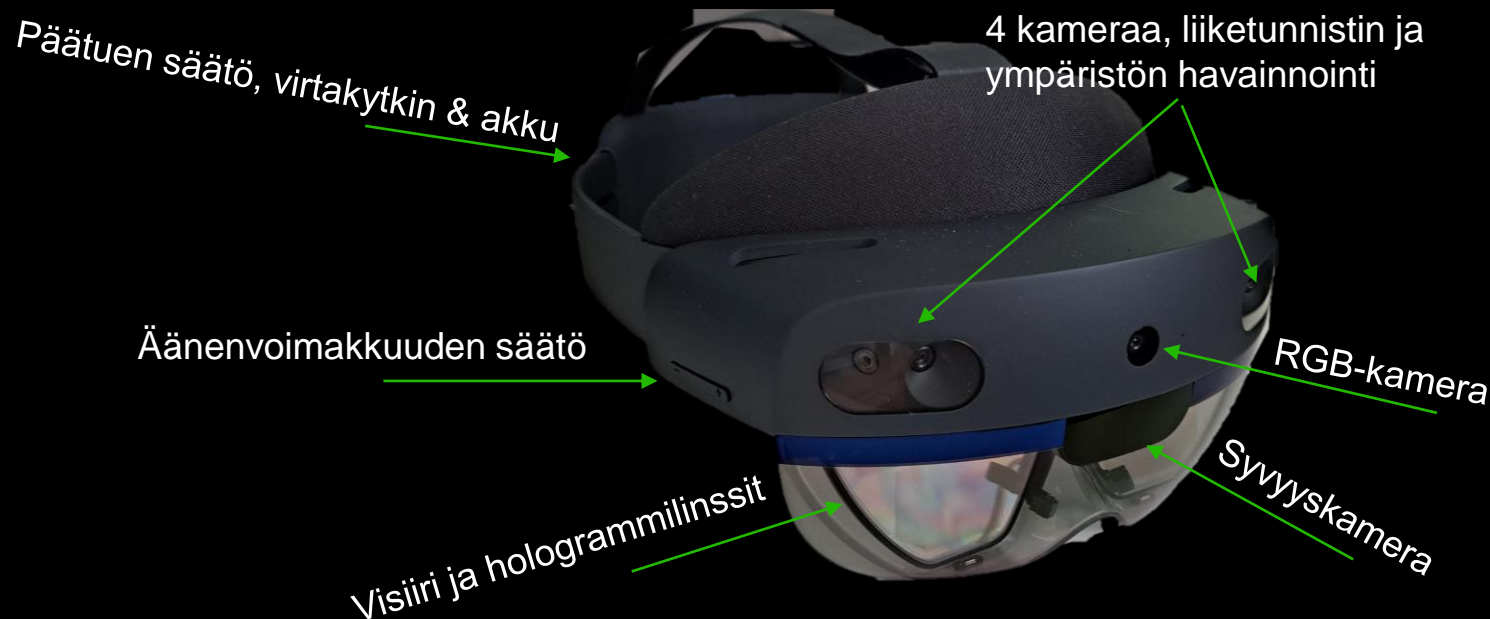
TAUKO 15MIN

YHDISTETTY TODELLISUUS MR, HOLOGRAMMILASIT

- » Lisättyä todellisuutta pystytään hyödyntämään parhaiten hologrammilaseilla. Hologrammilaseja käyttäessä käyttäjän kädet jäävät vapaaksi ja virtuaalista objektia voi katsoa enemmän kolmiulotteisesti, koska objekti kestää näkökentässä.
- » Hologrammilasit tunnistavat tilan muodon ja kalusteet, jolloin virtuaalinen objekti voidaan ankkuroida tilaan. Tällöin tilassa voidaan liikkua vapaasti ja virtuaalinen objekti kestää paikallaan. Hologrammilaseilla näkymä voidaan myös jakaa toisiin hologrammilaseihin tai tietokoneelle, jolloin monta henkilöä voi interaktiivisesti liikuttaa virtuaalisia objekteja ympäristössä.
- » Hologrammilaseilla voidaan vuorovaikuttaa samassa tilassa, kuten virtuaalilaseilla, mutta hologrammilaseilla työskentelyturvallisuus on parempi sekä pahoinvoinnin mahdollisuus on pienempi kuin VR maailmassa.

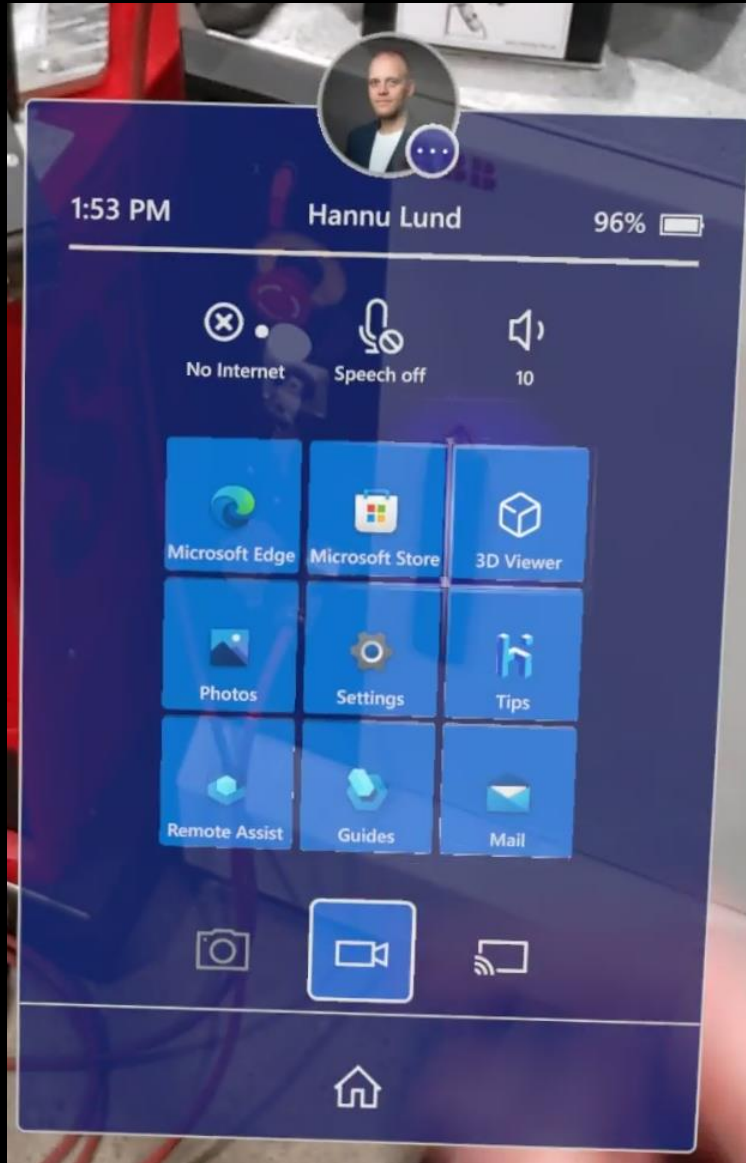
YHDISTETTY TODELLISUUS MR, HOLOGRAMMILASIT

- » Hologrammilasien pääosat ovat kamera-anturit, hologrammilinssit sekä pääntuki.
- » Hologrammilasit sisältävät myös tyypillisiä elektroniikkakomponentteja kuten:
 - » USB-liitäntä, Wifi-antenni, mikrofoni, akku ja kaiuttimet
- » Lisäksi niistä löytyy Windows 10 pohjainen käyttöjärjestelmä
 - » Internet selain
 - » MS office ohjelmistot
 - » Pilvipalvelut
 - » Microsoft store



Hologrammilasit, Microsoft HoloLens 2

YHDISTETTY TODELLISUUS MR, KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ



- » Käyttäjävalikko, kello ja akun varaus
- » Wlan-yhteys, ääniohjauksen kytkin ja äänensäätö
- » Usein käytettyjen sovelluksien valikko
- » Kamera, videokamera ja ruudunjakaminen
- » Kotivalikko

YHDISTETTY TODELLISUUS MR, KÄSITOIMINNOT

» Air tap - sormella kosketus

- » Toimintojen painaminen vrt. hiiren klikkaus tai kosketusnäytöltä valitseminen



» Pinch – sormien nipistys

- » Tarttuminen esineisiin vrt. hiirellä raahaaminen tai kosketusnäytöllä kuvan zoomaaminen



YHDISTETTY TODELLISUUS MR, PÄÄVALIKON AVAUS

» Hologrammilasien käyttöliittymän päävalikon voi avata kahdella tavalla

» Kahden käden tapa

- Katso rannettasi ja kun Windows kuvake ilmestyy kosketa sitä toisen käden sormellasi

» Yhden käden tapa

- Katso rannettasi ja kun Windows kuvake ilmestyy tee pinch ote sormillasi



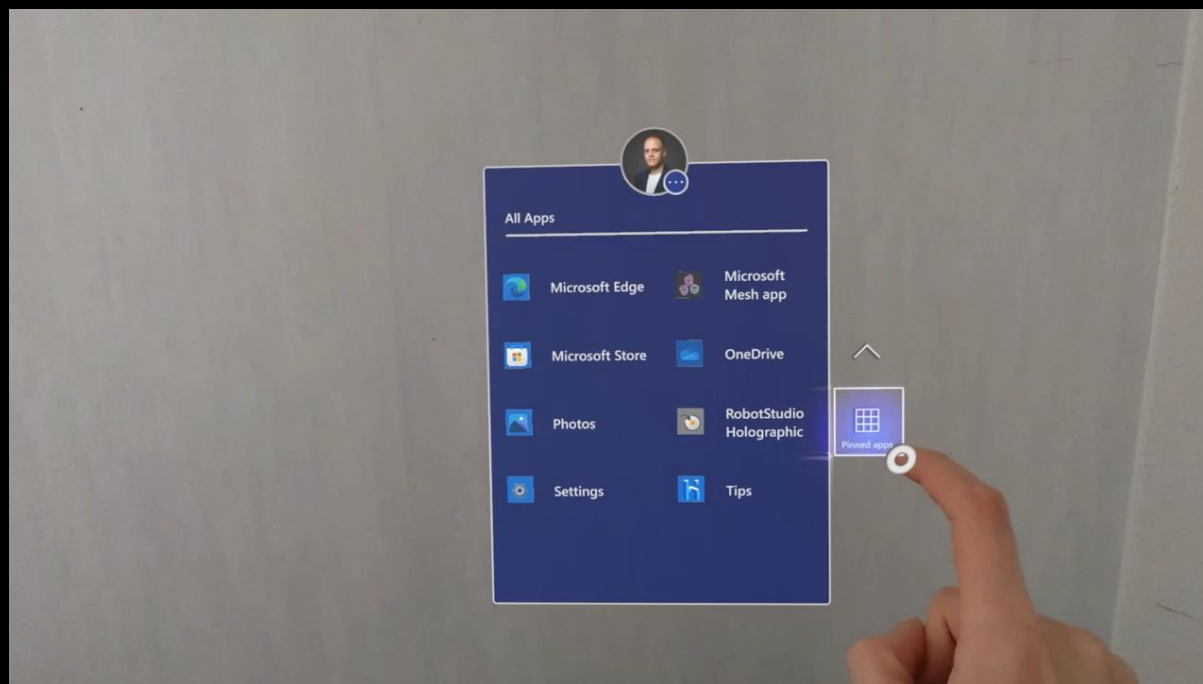
Kahden käden tapa



Yhden käden tapa

YHDISTETTY TODELLISUUS MR, INTERNET-SELAIN JA KIRJOITTAMINEN

- » Hologrammilaseilla voi avata nettiselaimen sovellusvalikosta
- » Kirjoittamista varten hologrammilaseilla on virtuaalinen näppäimistö



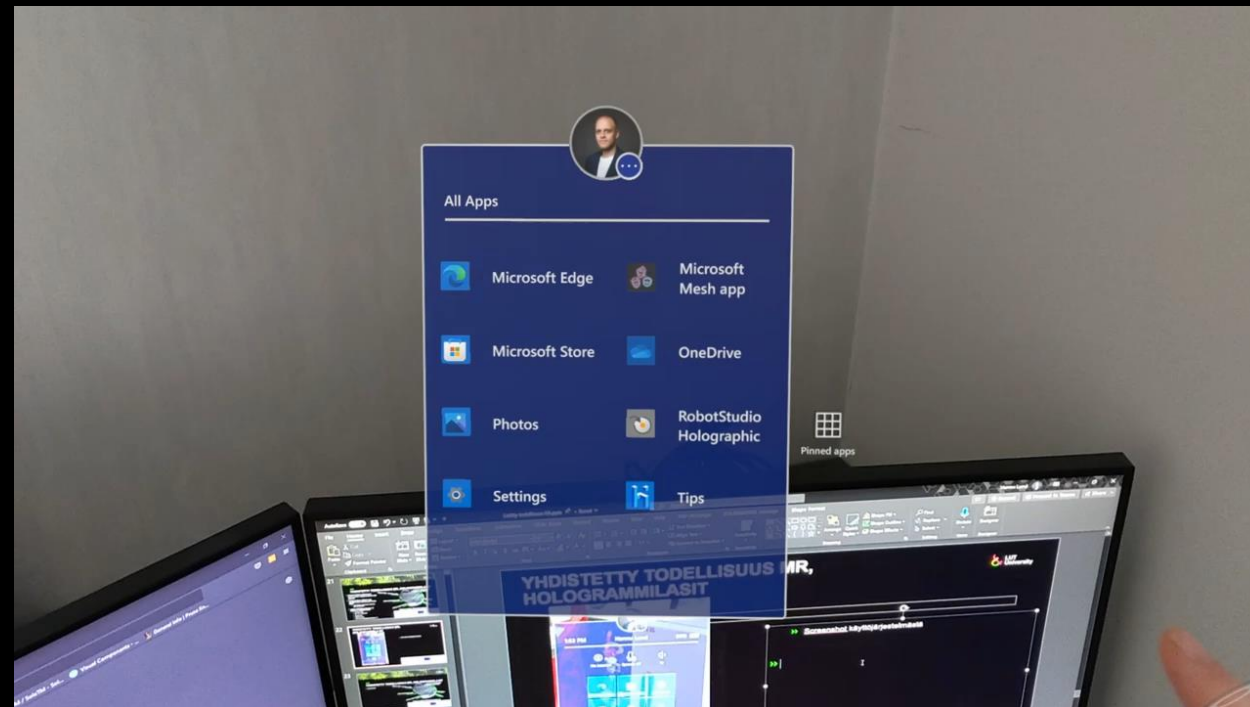
Internet-selaimen avaaminen ja osoitteen kirjoittaminen

YHDISTETTY TODELLISUUS MR, VIRTUAALIESINEET

» Virtuaalilaseilla voidaan katsella ja olla vuorovaikutussuhteessa esineiden kanssa



» Yleinen virtuaaliesineiden katselusovellus



» Edistyneempi virtuaaliesineiden työkalu



MR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

- » Visualisointi etäyhteyden välityksellä tai samassa tilassa olevien kanssa
 - » Hologrammilasien kanssa
 - » Tietokoneita tai mobiililaitteita käyttäen
- » Mahdollista esitellä objekteja, simulointeja tai muita vastaavia asioita vastaavalla tavalla kuin fyysisesti samassa tilassa. Tietokoneella ja tabletilla lasien näkymä voidaan jakaa, mutta niiden avulla ei voi vastaavalla tavalla toimia interaktiivisesti.

MR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

» Etähuollot ja opastukset

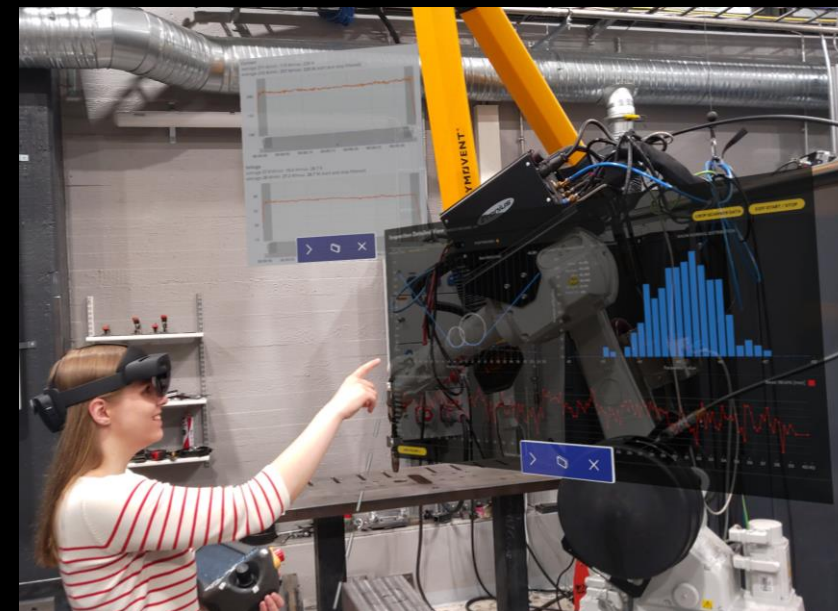
- » Etähuollossa hologrammilaseilla voidaan jakaa käyttäjän näkemä kuva sekä kaikki mahdolliset virtuaaliset objektit, mitä käyttäjäkin näkee
- » Opastuksen molemmat (tai useampi) osapuoli pystyy piirtämään tai luomaan nuolia tai muita objekteja maailmaan, joka näkyy samalla kaikilla osapuolilla.
- » Microsoft Remote Assist (Teams)

MR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

» Työohjeet ja perehdytykset

» Esimerkki työopastuksesta LUTilla:

<https://www.youtube.com/watch?v=AUqBqMu6Jm4&t=181s>



MR-SOVELLUSKOHTEET JA TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

» Lisäinformaatio erilaisilla näkymillä, tiedoilla tai tilastoilla.

» Etäoperoitavat laitteet

- Pelastustehtävät
- Huoltotoimenpiteet
- Tarkastustoimenpiteet
- Robotit (esim leikkausrobotit)
- Esim. Dronet tai RC-laitteet
 - <https://www.youtube.com/watch?v=buqUuQ2QdvU>

» Tuotantolaitteiden tila ja lisätiedot

- Tuotantolaitteiden tuotantomäärät, tuotantokatkot ym. Visuaalisesti samalla kun on itse tuotantotiloissa. "leijuvat" infot, valikot ja statistiikka

» Ajettavien laitteiden tila ja lisätiedot

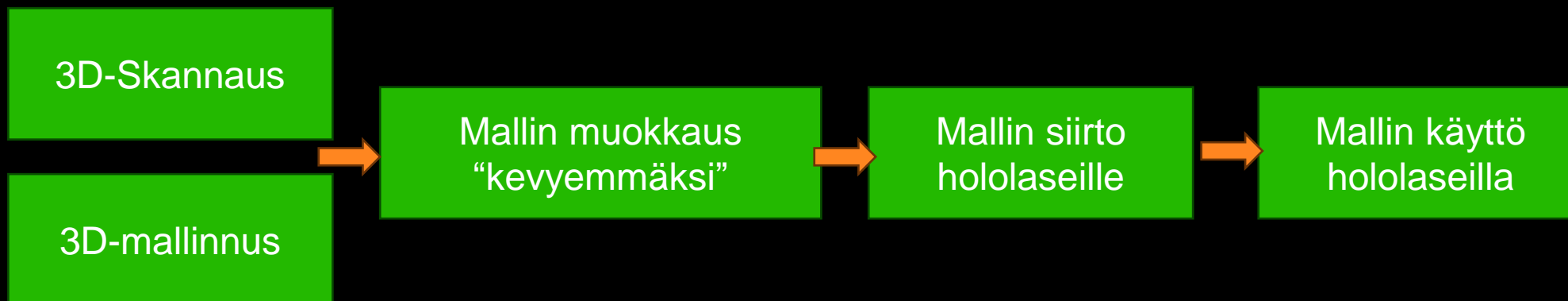
- Työkoneiden voima-anturit, ja lisälaitteiden signaalit





TAUKO 15MIN

OBJEKTIN VISUALISOINTI HOLOGRAMMILASEILLA



OBJEKTtien VISUALISOINTI

» 3D skannaus

- » Esineen kuvaaminen 3D-skannerilla
- » Pintamallin luominen kuvadatan analysointiohjelmistolla

» Monia eri valmistajia ja sovelluksia

» Data käsitellään laitteen omalla ohjelmalla

- » Tässä vaiheessa voidaan jo keventää ja muokata malli halutunlaiseksi



3D-Skannaus

Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

Mallin siirto
hololaseille

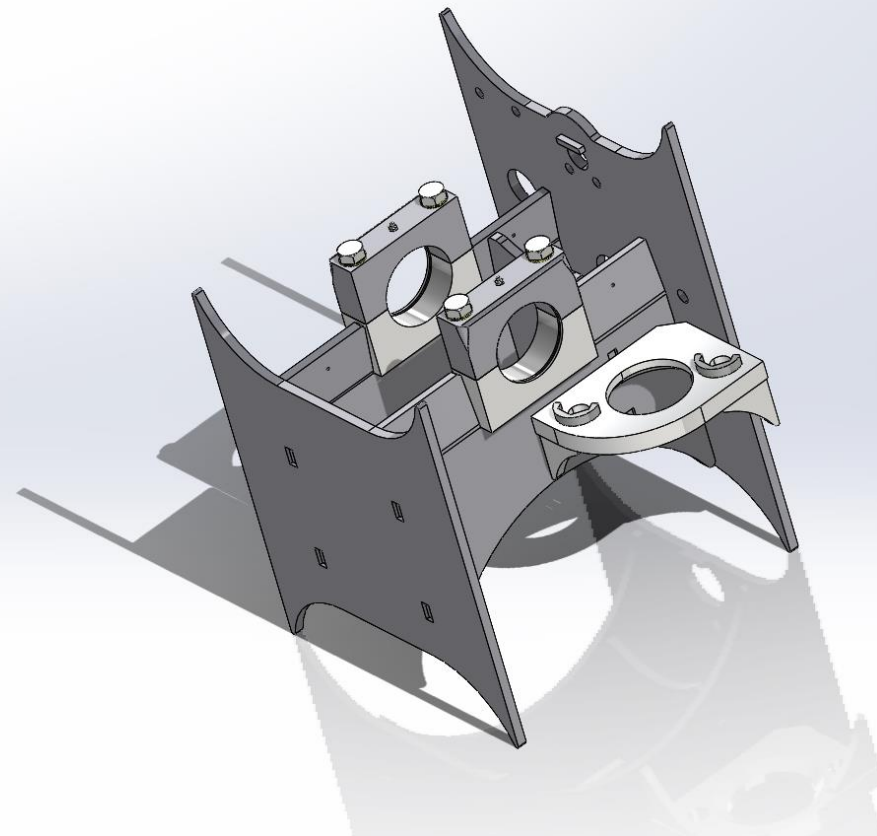
Mallin käyttö
hololaseilla

3D-mallinnus

OBJEKTtien VISUALISOINTI

» 3D-mallinnus

- » SolidWorks, AutoCAD, CATIA, Autodesk Inventor, Creo, Fusion 360, jne...



OBJEKTIEIN VISUALISOINTI

» Objektien muokkaus kevyemmäksi ja soveltuvaksi hologrammilaseille

- » Maksimissaan 10k kolmiota (3D Viewer)
- » Osalla ohjelmista jopa 100k kolmiota, mutta mitä kevyempi malli niin sitä parempi
- » Suositellut tiedostoformaattit:
 - **glTF, GLB**, FBX, OBJ, STL, PLY
- » Mikäli käytetty CAD/skannaus/mallinnus-ohjelmisto ei suoraan käännä mallia suositeltuun tiedostomuotoon, voidaan malli käyttää erikseen ns. kolmannen osapuolen ohjelmiston kautta
 - **Blender**, Autodesk 3DS Max, Autodesk Maya, Trimble SketchUp, Allegorithmic Substance Painter SideFX Houdini, Maxon Cinema 4D
- » <https://learn.microsoft.com/en-us/dynamics365/mixed-reality/guides/3d-content-guidelines/best-practices>

3D-Skannaus

3D-mallinnus

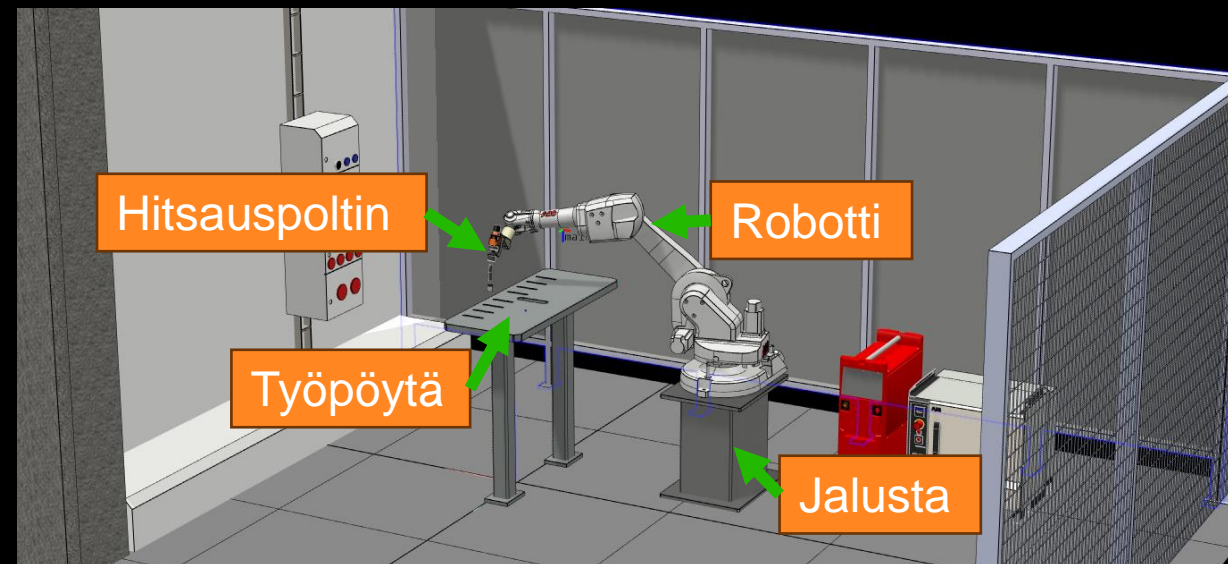
Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

Mallin siirto
hololaseille

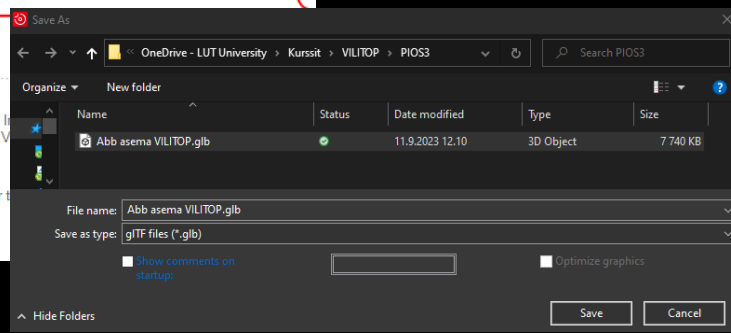
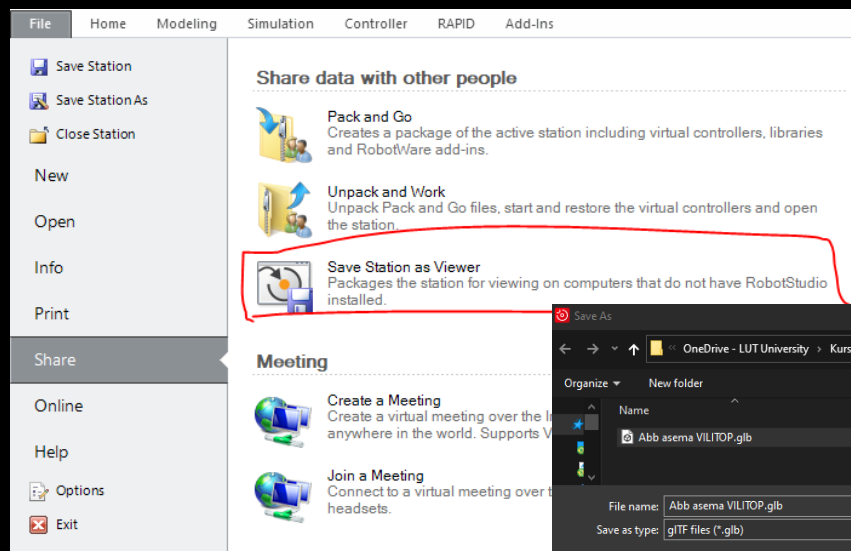
Mallin käyttö
hololaseilla

OBJEKTIN MUOKKAUS KEVYEMMÄKSI JA SOVELTUVAKSI HOLOGRAMMILASEILLE

- » Esimerkki ABB RobotStudio ja Blender-ohjelmistolla
- » Haluamme RobotStudiosta robotin, jalustan, hitsauspolttimen ja työpöydän
- » RobotStudiosta tallenamme aseman oikeaan tiedostomuotoon (ohjelmistokohtaista miten tämä tehdään, save as, export to jne)

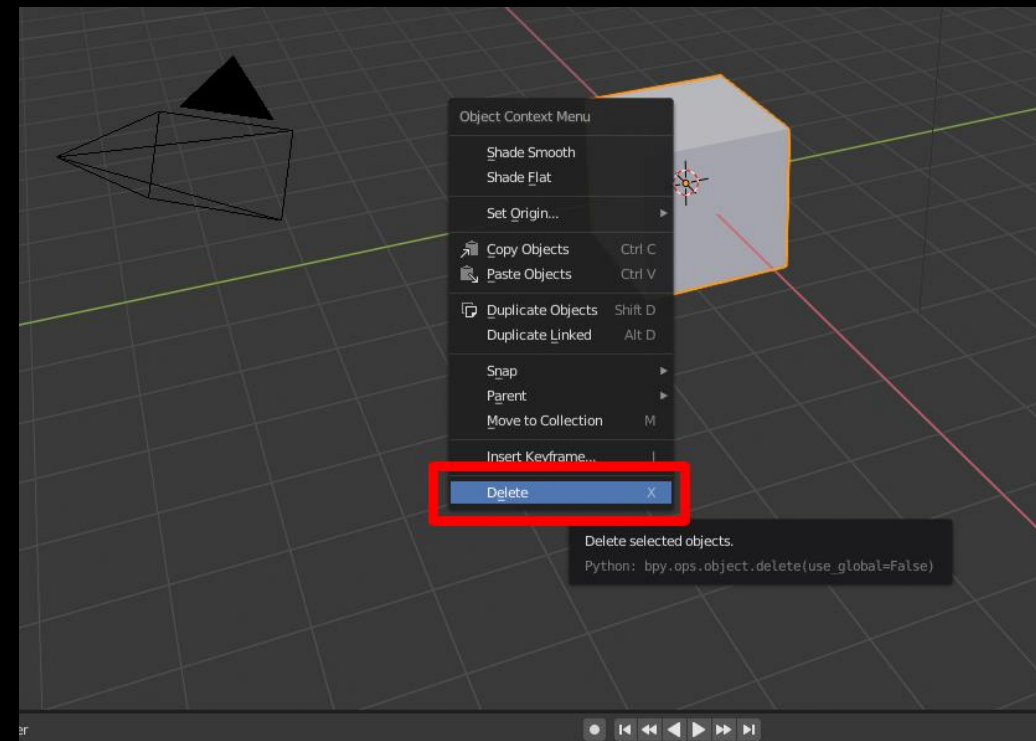
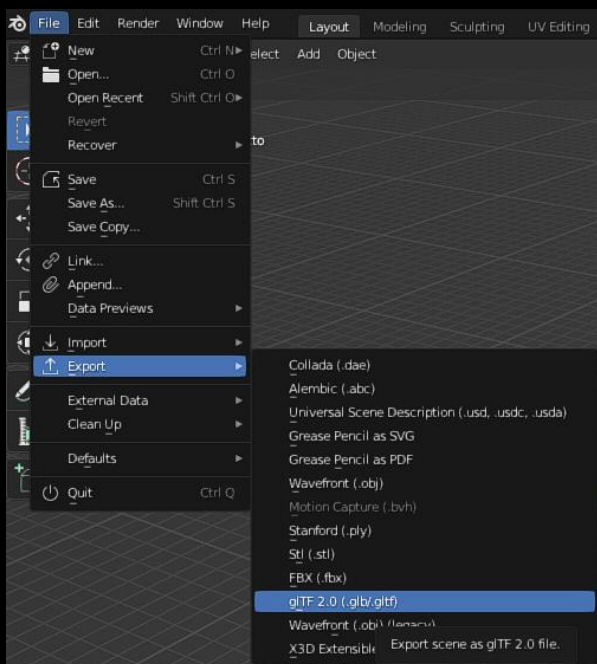


LUT hitsaustekniikan ABB robottiaseman etäohjelmointimalli



OBJEKTIN MUOKKAUS KEVYEMMÄKSI JA SOVELTUVAKSI HOLOGRAMMILASEILLE

- Esimerkki ABB RobotStudio ja Blender-ohjelmistolla
- Avataan Blender-ohjelmisto ja poistetaan alkutilanteen kuutio ja "valo" 3D-näkymästä
- Seuraavaksi tuodaan malli Export-työkalulla



3D-Skannaus

3D-mallinnus

Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

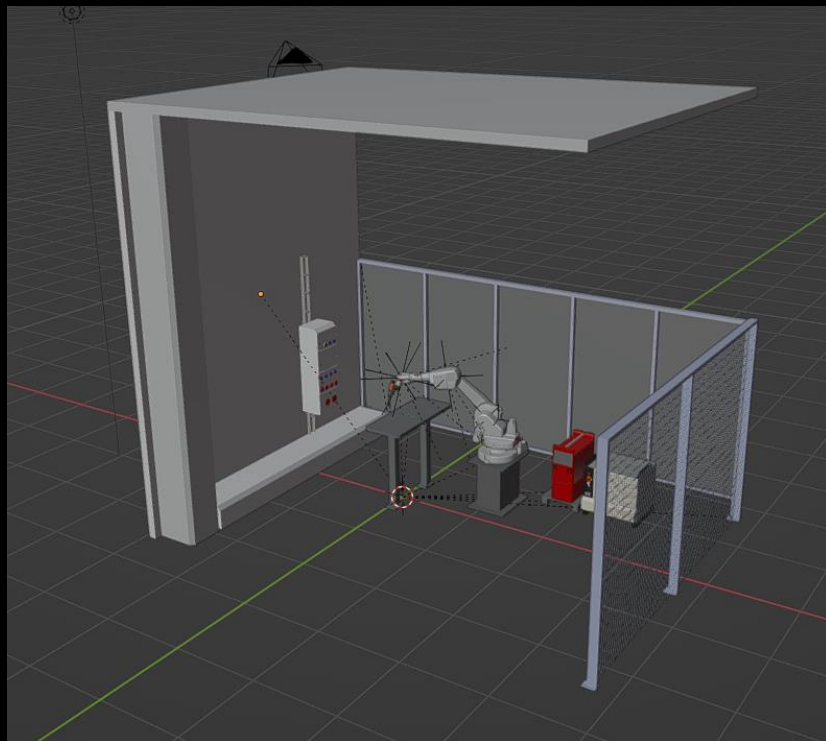
Mallin siirto
hololaseille

Mallin käyttö
hololaseilla

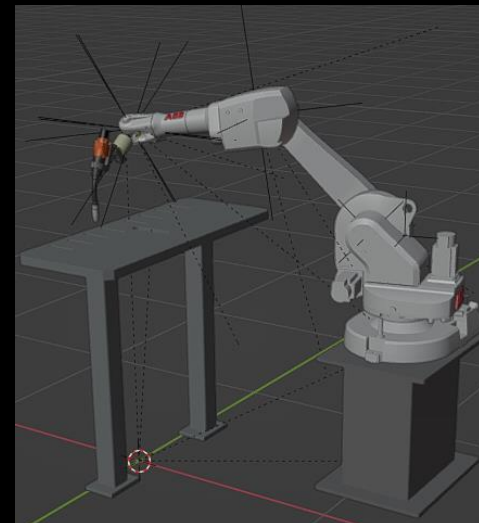
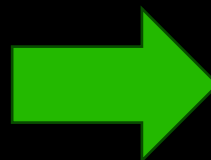
OBJEKTIN MUOKKAUS KEVYEMMÄKSI JA SOVELTUVAKSI HOLOGRAMMILASEILLE

» Esimerkki ABB RobotStudio ja Blender-ohjelmistolla

» Poistetaan ylimääräiset esineet mallista ja tarkkaillaan Tris = Mallin kolmioiden määrää



Collection | Seinä ja katto | Verts:220,142 | Faces:206,714 | Tris:206,714 | Objects:0/36 | 3.3.3



Collection | Verts:44,704 | Faces:49,446 | Tris:49,446 | Objects:0/30 | 3.3.3

3D-Skannaus

3D-mallinnus

Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

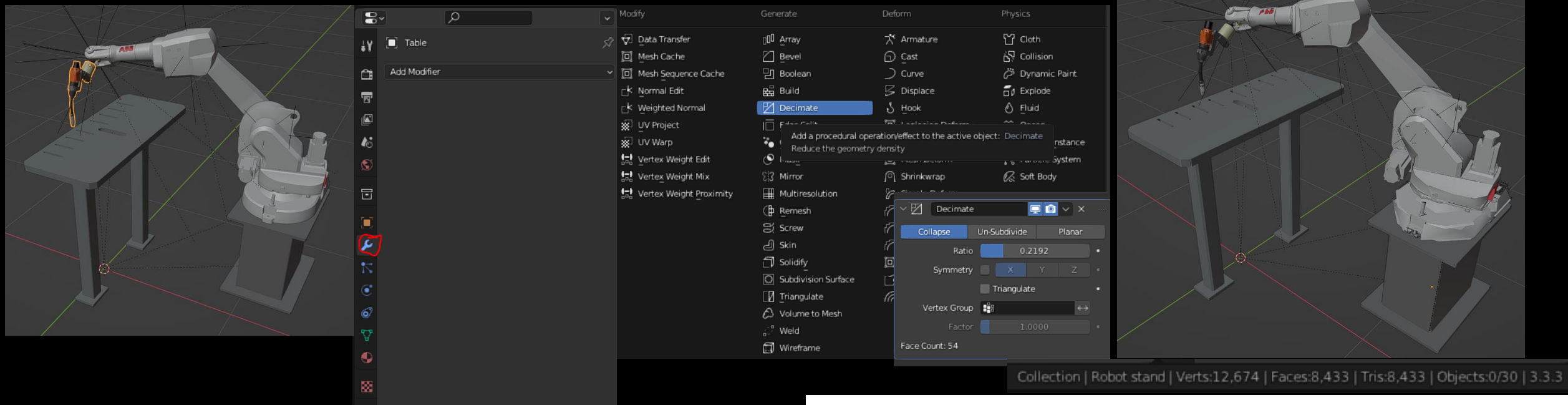
Mallin siirto
hololaseille

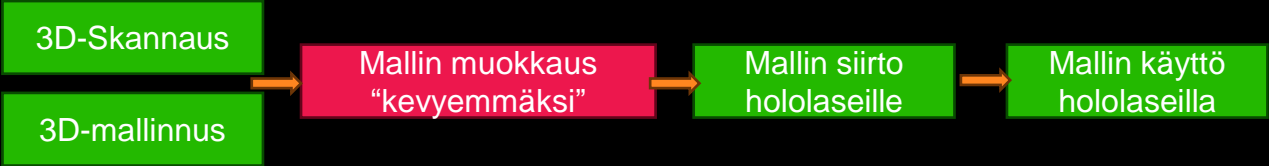
Mallin käyttö
hololaseilla

OBJEKTIN MUOKKAUS KEVYEMMÄKSI JA SOVELTUVAKSI HOLOGRAMMILASEILLE

» Esimerkki ABB RobotStudio ja Blender-ohjelmistolla

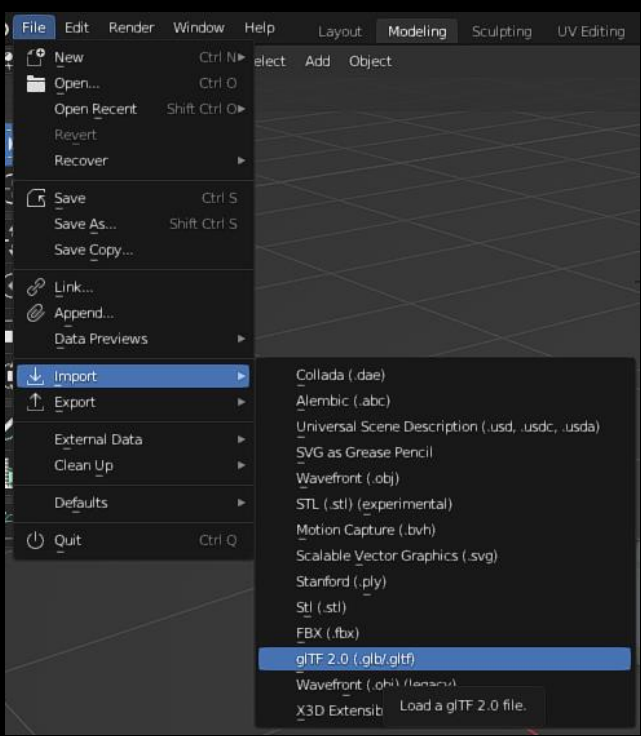
» Valitaan kaikki esineet / esine kerrallaan ja vähennetään kolmioita decimate työkalulla



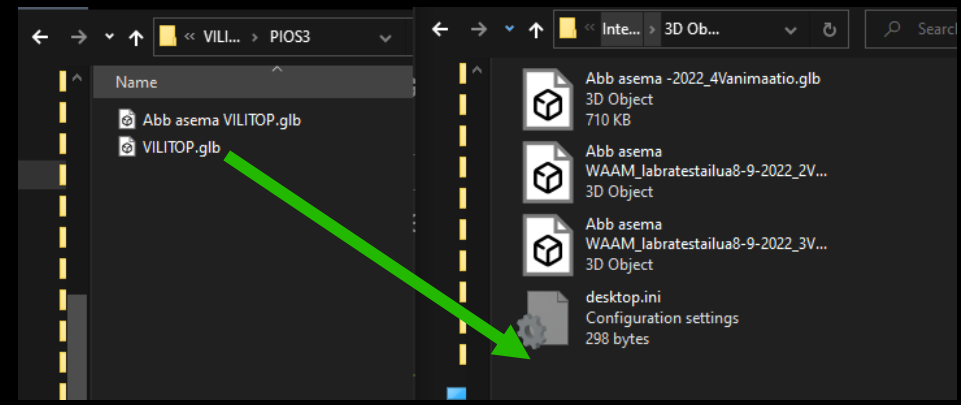


OBJEKTIN MUOKKAUS KEVYEMMÄKSI JA SOVELTUVAKSI HOLOGRAMMILASEILLE

- » Esimerkki ABB RobotStudio ja Blender-ohjelmistolla
- » Kun muokkaus on saatu valmiiksi, voidaan muokattu malli tallentaa glTF/GLB tiedostomuotoon ja siirtää Hololaseille esimerkiksi USB-kaapelia pitkin



USB-piuha tietokoneen ja hololasien välille



Siirretään tiedosto tietokoneen kansiota hololasien kansioon

Tallennus oikeaan tiedostomuotoon

3D-Skannaus

3D-mallinnus

Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

Mallin siirto
hololaseille

Mallin käyttö
hololaseilla

MALLIN SIIRTÄMINEN HOLOGRAMMILASEILLE

» Hologrammilasien oleellisiin toimintoihin kuuluu myös tiedonsiirto, jolla mahdollistetaan tiedostojen siirto laitteelta toiselle

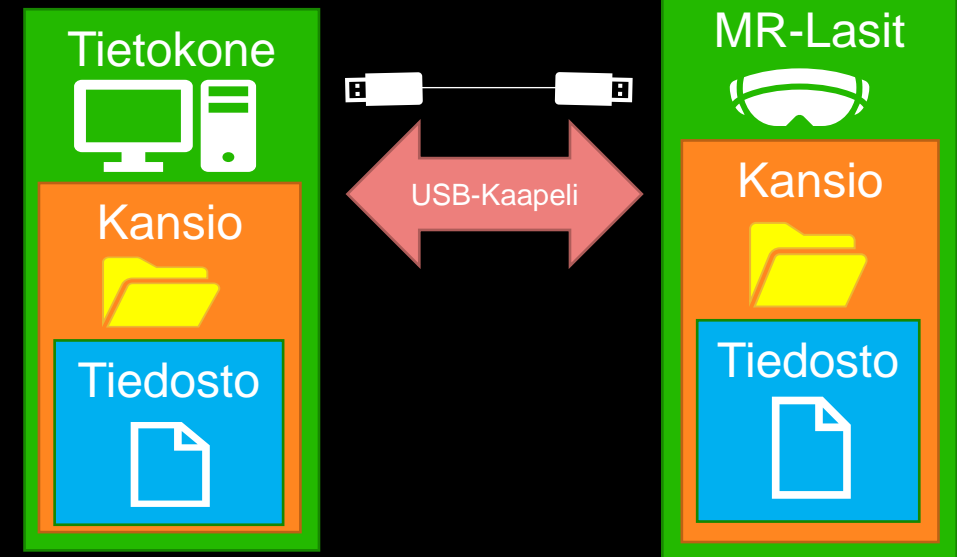
- » Langallisesti: USB-kaapeli
- » Langattomasti: Bluetooth, Langaton lähiverkko

» Tyypillisiä siirrettäviä tiedostoja ovat:

- » Ohjelmat ja sovellukset
- » Kuvat, äänitiedostot ja videot
- » Asiakirjat, esitykset, laskelmat ja muistiinpanot
- » Data, robottiohjelmat ja muut sovelluskohtaiset tiedostot

» Langallinen tiedonsiirto:

- » USB-kaapelin toinen pää kytketään lasihin ja toinen pää tietokoneeseen tai kännykkään
- » "Tiedonsiirtoperiaate" = tiedosto siirretään kansioista toiseen



3D-Skannaus

3D-mallinnus

Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

Mallin siirto
hololaseille

Mallin käyttö
hololaseilla

MALLIN SIIRTÄMINEN HOLOGRAMMILASEILLE

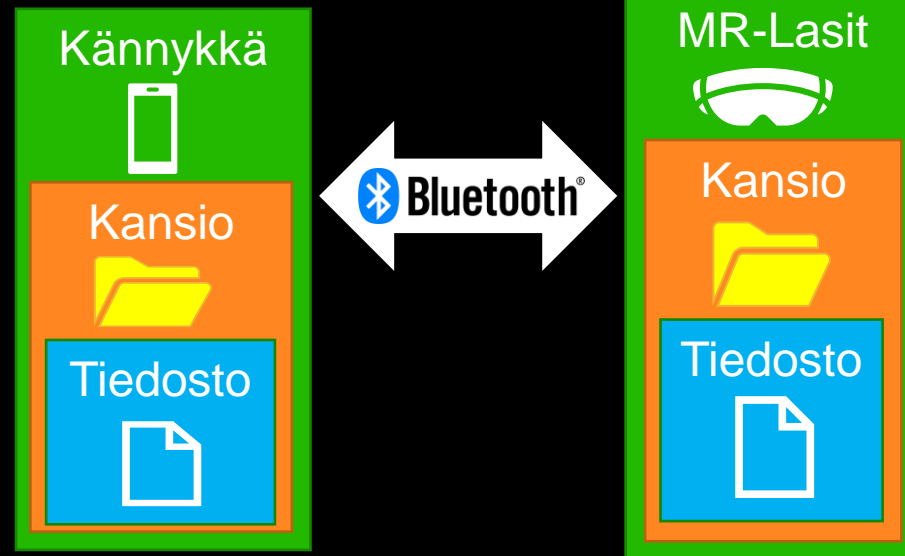
» Langaton tiedonsiirto:

» Bluetooth:

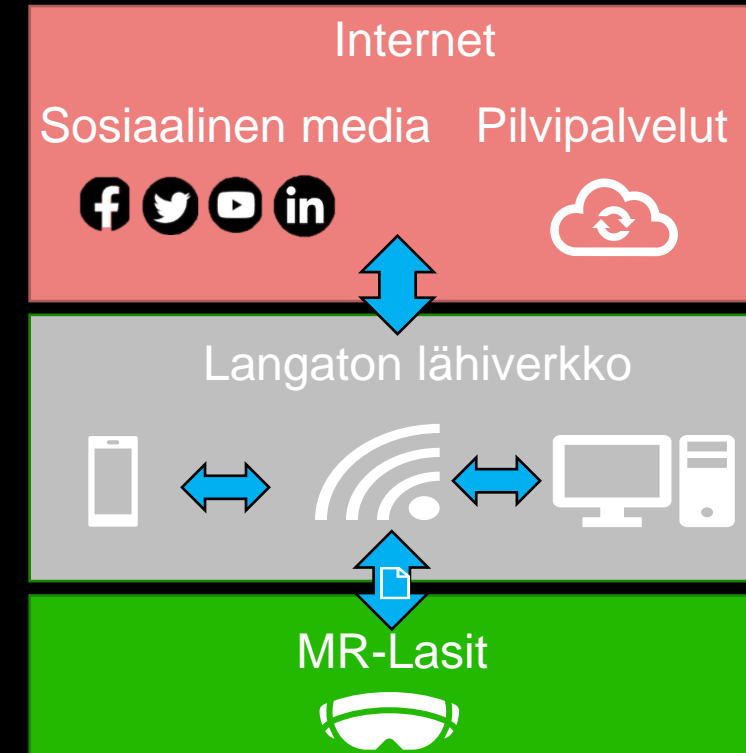
- Bluetooth laiteyhteys MR-lasien ja kännykän tai tietokoneen välillä

» Langaton lähiverkko:

- Langattoman lähiverkon laitteiden välinen tiedonsiirto
- Pilvipalvelimen ja MR-lasien välinen tiedonsiirto
- Internetin ja MR-lasien välinen tiedonsiirto
- Sovelluksen ja MR-lasien välinen tiedonsiirto
- Sosiaalisen median ja MR-lasien välinen tiedonsiirto



Bluetooth tiedonsiirron periaate



Tiedonsiirto langattomassa lähiverkossa

3D-Skannaus

Mallin muokkaus
"kevyemmäksi"

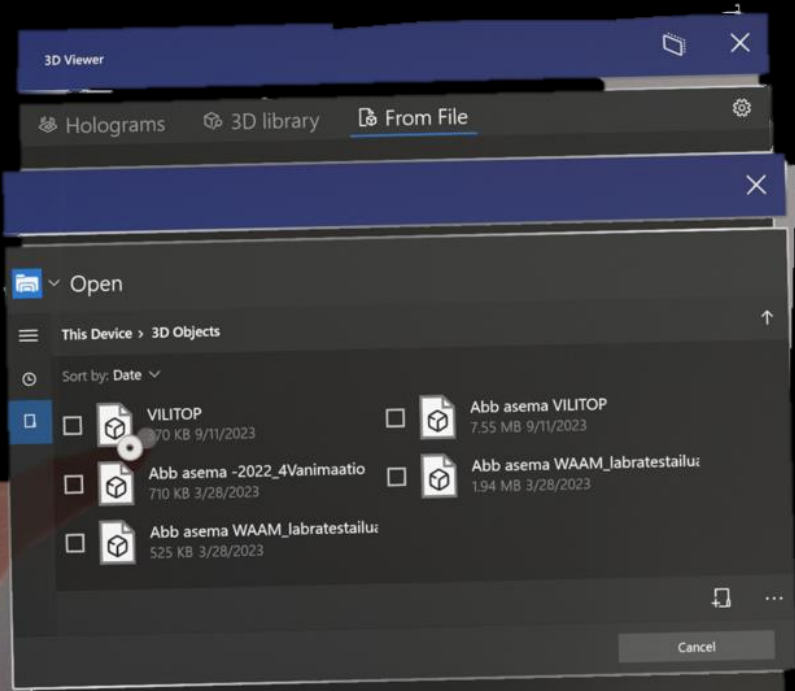
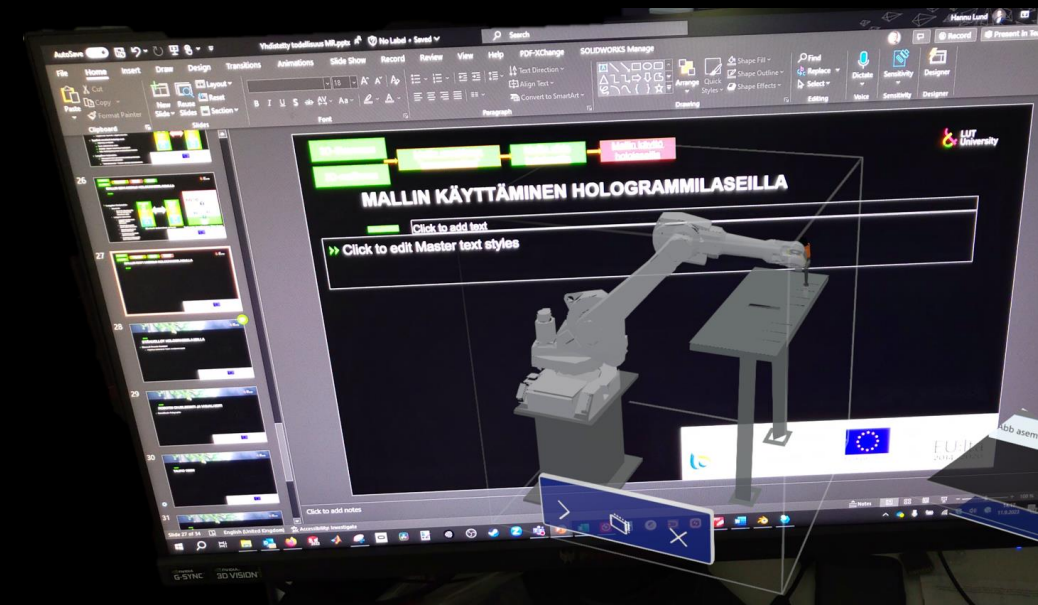
Mallin siirto
hololaseille

Mallin käyttö
hololaseilla

3D-mallinnus

MALLIN KÄYTTÄMINEN HOLOGRAMMILASEILLA

- Avataan ohjelma jolla mallia halutaan käyttää, esimerkkinä 3D Viewer
- Malli avautuu tarkasteltavaksi todelliseen ympäristöön



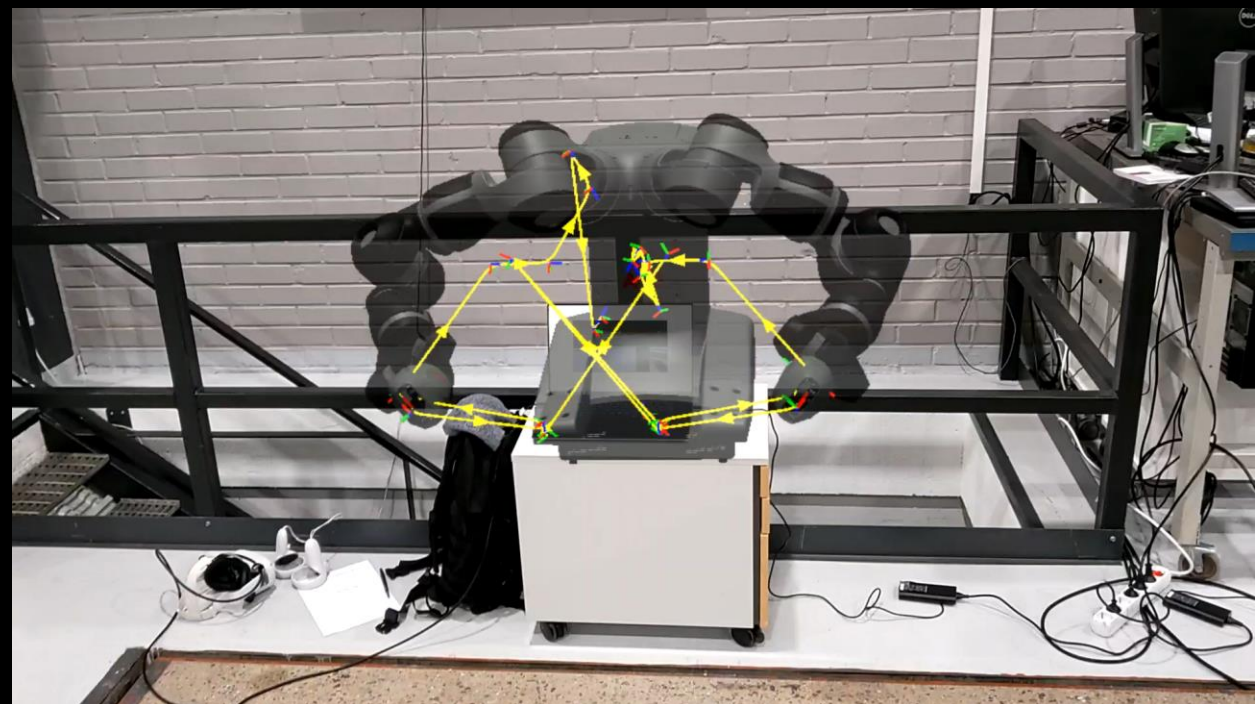


ETÄHUOLLOT HOLOGRAMMILASEILLA

- » Microsoft Remote Assistant
 - » Etäyhteys tietokoneen Teams sovelluksen kautta

ROBOTIN OHJELMOINTI JA VISUALISOITI

» RobotStudio Holographic





RYHMÄTYÖ

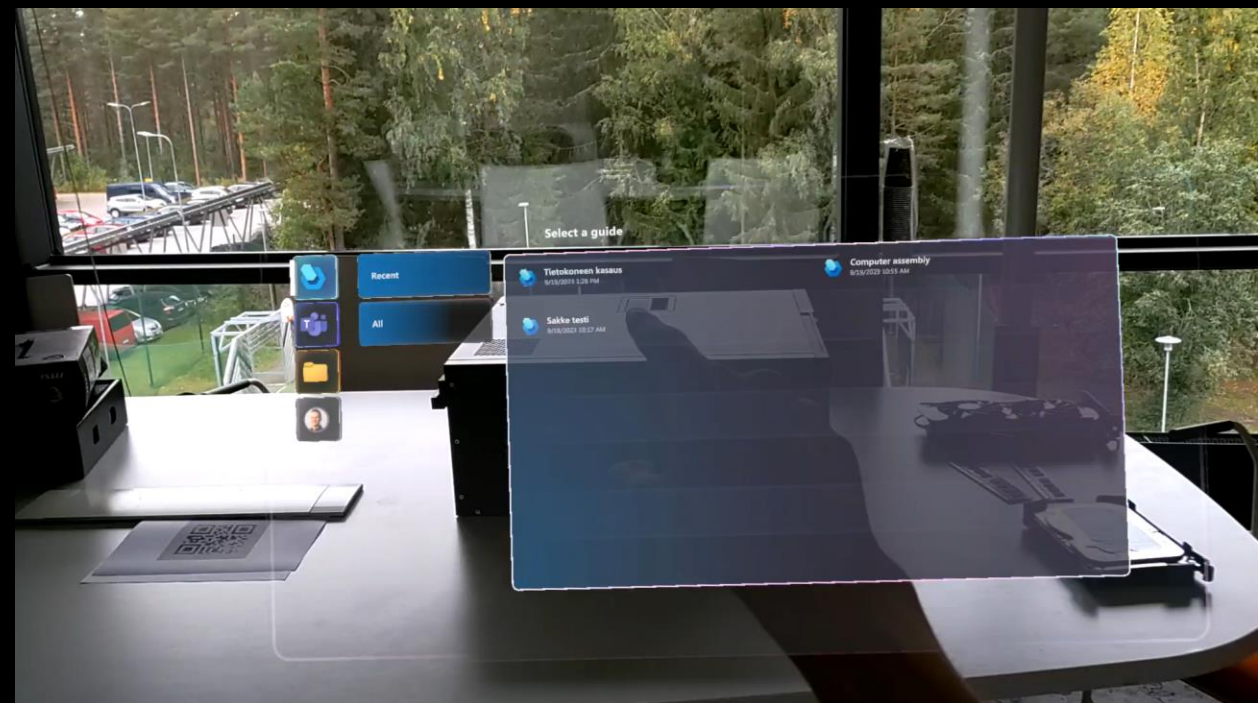
- » Hologrammilasien mahdollisuudet, sovelluskohteet ja lisäarvo
 - » Microsoft Hololens 2
 - » Varjo XR-3
 - » Apple Vision Pro



TAUKO 15MIN

TYÖOHJEIDEN TEKEMINEN HOLOGRAMMILASEILLA

» Microsoft Guides



TYÖOHJEIDEN TESTAUS LUT LABORatoriossa

- Microsoft Guides
- https://youtu.be/AUqBqMu6Jm4?si=de6YMVXJ_Sfv22X8



LÄHDELUOTTELO

- » <https://www.lightguidesys.com/resource-center/blog/6-uses-of-augmented-reality-for-manufacturing-in-every-industry/>
- » <https://karelia.fi/2022/04/lisatty-todellisuus-tuo-uusia-mahdollisuuksia-rakentamiseen/>
- » <https://anarkylabs.com/airhud/>

