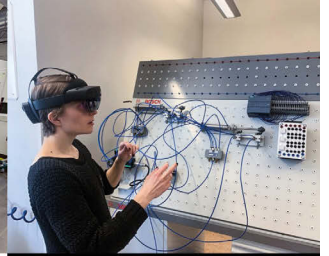
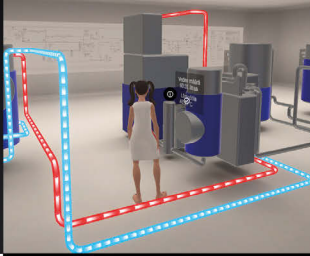


Jaakko Oksanen, Mikael Viitasaari & Timo Puukko

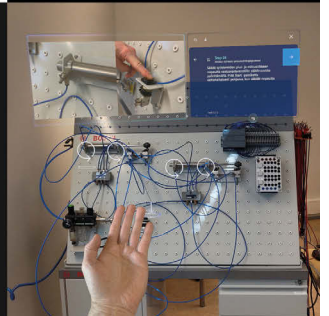
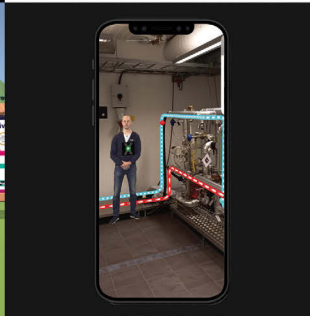


XR

VR

AR

MR



XR-tekniologiat oppimisessa

Kouluttajan opas



XR-tekniologiät oppimisessä

JAAKKO OKSANEN
MIKAEL VIITASAARI
TIMO PUUKKO

XR-teknologiat oppimisessa

KOULUTTAJAN OPAS

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA

330

Sarjan vastaava toimittaja • Teemu Makkonen

XR-TEKNOLOGIAT OPPIMISESSÄ

Kouluttajan opas

Jaakko Oksanen, Mikael Viitasaari & Timo Puukko

Kannen kuva • Timo Puukko
Ulkoasu • Jamk / Pekka Salminen
Taitto ja paino • Punamusta Oy • 2023

ISBN 978-951-830-712-2 (PDF)
ISSN 1456-2332

KUSTANTAJA

Jyväskylän ammattikorkeakoulu
www.jamk.fi/julkaisut

©2023

Tekijät & Jyväskylän ammattikorkeakoulu



Tämä teos on lisensoitu Creative Commons
Nimeä 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	6
ABSTRACT.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 XR-TEKNOLOGIAT – MITÄ IHMETTÄ?	9
2.1 VR – Virtual Reality – virtuaalinen todellisuus	10
2.2 AR – Augmented Reality – lisätty todellisuus	12
2.3 MR – Mixed Reality – yhdistetty todellisuus	13
3 XR-TEKNOLOGIAT KOULUTUKSESSA – PILOTTIKOKEMUKSIA.....	15
3.1 Matterport-virtuaalimalli teollisuuden kunnossapidon opinnoissa	15
3.2 Matterport-virtuaalimalli automaation opintojaksolla.....	17
3.3 AR –sovellus höyryprosessilaboratorioon perehtymisen tukena	19
3.4 MR-lasien hyödyntäminen Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet -opintojaksolla.....	20
3.5 Mixed Reality Tuotannon johtamisen opintojaksolla	21
3.6 XR-teknologiat Uudet teknologiat -opintojaksolla.....	22
3.7 VR – Ops-rastit	24
4 PILOTTIEN OPIT KOULUTTAJILLE XR-TEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMISEKSI KOULUTUKSESSA.....	28
LIITE 1. VR –ALUSTOJEN VERTAILU.....	34
KIRJOITTAJAT.....	36

TIIVISTELMÄ

Jaakko Oksanen, Mikael Viitasaari & Timo Puukko
XR-teknologiat oppimisessa
Kouluttajan opas
Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja, 330

Tämä julkaisu on käytännönläheinen opas kouluttajille XR –teknologioiden hyödyntämisestä koulutuksessa ja se on vapaasti hyödynnettävissä eri koulutusasteilla valtakunnallisesti. Opas esittelee XR –kattotermin alle jäävät teknologiat: VR – Virtual reality eli virtuaalitodellisuus, MR – Mixed Reality eli sekoitettu todellisuus sekä AR – Augmented reality eli lisätty todellisuus. Oppaan laadinnassa on hyödynnetty Xpand-hankkeen asiantuntijoiden ja teknologia-alan kouluttajien yhteistyönä toteutettuja XR-teknologioita hyödyntäviä koulutuspilotteja sekä niiden pohjalta kerättyjä käyttäjäkokemuksia ja haastatteluja. Oppaassa esitellyt koulutuspilotit ovat hyvin sovellettavasti myös muillakin aloilla kuin vain teknologia-alan koulutuksessa.

Opas on laadittu osana Jyväskylän ammattikorkeakoulun toteuttamaa Xpand: Laajennetun todellisuuden osaamisen kehittäminen -hanketta jossa lisättiin keskisuomalaisten teknologia-alan yritysten ymmärrystä XR-teknologioiden hyödyntämisestä heidän toiminnassaan sekä parannettiin teknologia-alan koulutuksen laatua Keski-Suomessa laajennetun todellisuuden teknologioita hyödyntämällä. Hanketta on rahoittanut Keski-Suomen ELY-keskus Euroopan sosiaalirahastosta(ESR) ja toteuttanut Jyväskylän ammattikorkeakoulu yhdessä yritys-, koulutus- ja asiantuntijakumppaneiden verkoston kanssa 1.9.2021–31.8.2023.

Avainsanat: XR, laajennettu todellisuus, teknologia, koulutus

ABSTRACT

Jaakko Oksanen, Mikael Viitasaari & Timo Puukko

XR technologies in learning

The Trainer's Guide

Publications of JAMK University of Applied Sciences, 330

This publication is a practical guide for trainers on how to use XR technology in training. The guide introduces technologies that fall under the XR umbrella term: VR – Virtual reality, MR – Mixed Reality and AR – Augmented reality. The guide has been prepared using training pilots carried out in cooperation between the Xpand project's specialists and technology educators utilising various XR technologies. The guide is a practical tool especially for teaching staff, and it can be freely used at different levels of education nationwide and the training pilots presented in the guide are also very applicable in fields other than just technology sector training.

This guide was created in Xpand: Developing Extended Reality Competence -project implemented by Jyväskylä University of Applied Sciences, which increased the understanding of Central Finnish technology companies about the use of XR technologies in their operations and improved the quality of technology education in Central Finland by utilizing XR technologies. The project has been financed by Central Finland's Centre for Economic Development, Transport and The Environment from the European Social Fund(ESF) and implemented by Jyväskylä University of Applied Sciences together with a network of business, education and expert partners from 1 September 2021 to 31 August 2023.

Keywords: XR, extended reality, technology, education

1 JOHDANTO

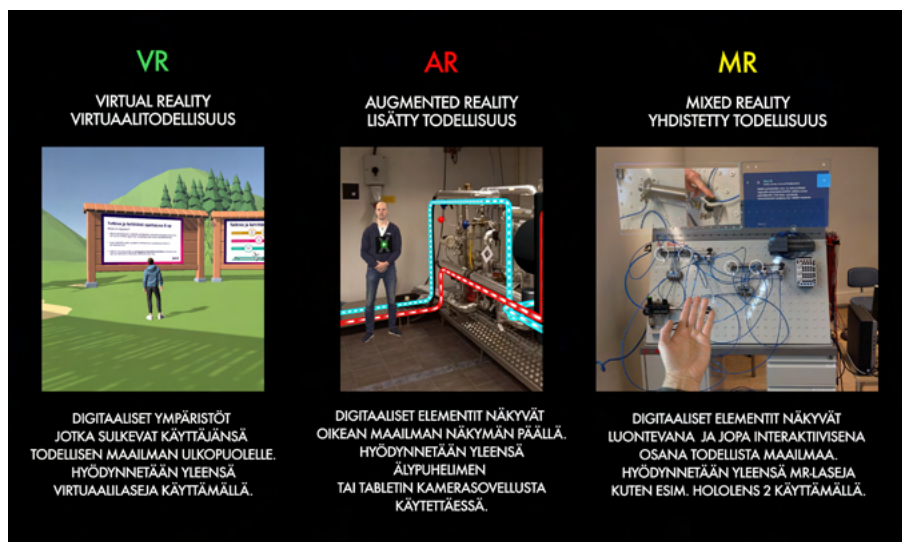
Tämä XR-teknologiat oppimisessa -opas on käytännönläheinen työkalu erityisesti opetushenkilöstölle ja se on vapaasti hyödynnettävissä eri koulutusasteilla. Oppaan laadinnassa on hyödynnetty Xpand-hankkeen työpajojen ja pilottien tuloksia. Tässä oppaassa kuvatut, haastatellen kerätyt opettajien ja opiskelijoiden kokemukset antavat lukijalle ideoita, uskallusta ja intoa soveltaa XR-teknologiaa myös omassa opetuksessa.

Työelämä on suurten haasteiden äärellä; henkilöstön jatkuva osaamisen kehittäminen on edellytys yritysten menestymiselle. Oppiminen on jatkuva prosessi, ja vaikka tutkimukset ovatkin tärkeitä osa koulutusjärjestelmää, oppiminen ja opiskelu ei pääty siirryttäessä työelämään. Digitaalinen teknologia ja tässä erityisesti XR-teknologiat ovat tärkeitä osa jatkuvan oppimisen toimintaympäristöä. Toivomme, että oheiset pilottiesimerkit sekä oppaan loppuun koostamamme hyvät käytännöt antavat sinulle virikkeitä ja ideoita teknologian soveltamisessa omaan opetukseesi.

Xpand-hankkeen tarkoituksena on lisätä keskisuomalaisten teknologia-alan yritysten ymmärrystä XR-teknologioiden hyödyntämisestä toiminnassaan sekä parantaa teknologia-alan koulutuksen laatua Keski-Suomessa laajennetun todellisuuden teknologioita hyödyntämällä erityisesti Jamkin teknologia-alojen opetuksessa. Näin ollen samalla vahvistetaan erityisesti tulevaisuuden työelämän tarpeisiin vastaavaa osaamis pohjaa Keski-Suomessa. Hanketta rahoittaa Keski-Suomen ELY-keskus Euroopan sosiaalirahastosta ja toteuttaa Jyväskylän ammattikorkeakoulu yhdessä yritys-, koulutus- ja asiantuntijakumppaneiden verkoston kanssa 1.9.2021–31.8.2023.

2 XR-TEKNOLOGIAT – MITÄ IHMETTÄ?

XR on lyhenne sanoista Extended Reality. Se on kattotermi, joka kattaa virtuaalitodellisuuden (VR, virtual reality), lisätyn todellisuuden (AR, augmented reality) ja yhdistetyn todellisuuden (MR, mixed reality) tekniikat. Nämä tekniikat käyttävät tietokoneella luotuja kuvia, 3D-malleja, antureita ja muita tekniikoita luodakseen immersivisiä (kokemuksellisia, moniaistillisia ja uppouttavia) kokemuksia, jotka voivat sisältää visuaalista, kuulo- ja haptista palautetta. XR-tekniikoita on käytetty paljon pelisovelluksissa, mutta sillä on myös erinomaiset käyttömahdollisuudet tai soveltamismahdollisuudet koulutuskäytössä.



Kuva 1. XR on kattokäsite, joka kattaa VR-, AR- ja MR -teknologiat.

Yksinkertaistaen voisi kuvata XR:n sateenvarjon alla olevien teknologioiden eroa näin: Jos VR-virtuaaliympäristössä lähes unohdetaan ympäröivä todellisuus, AR vastaavasti tarkoittaa tilannetta, jossa olemme fyysisessä tilassa, mutta saamme digitaalista informaatiotäydennystä reaalityodellisuuteen. MR sijoittuu johonkin edellä mainittujen väliin; pystymme aistimaan ja havainnoi-

maan fyysistä ympäristöä, mutta sovelluksesta riippuen virtuaalisella sisällöllä voi olla erilainen rooli sekoittuen fyysiseen ympäristöön.

2.1 VR – VIRTUAL REALITY – VIRTUAALINEN TODELLISUUS

VR tarkoittaa toimintaympäristöjä, jotka perustuvat ainoastaan digitaalisesti tuotettuun virtuaaliseen ympäristöön. Niissä todellisella ympäristöllä ei ole merkitystä. Voimme siirtyä samaan virtuaalitilaan olimmepa kotona, luokahuoneessa tai oikeastaan missä vain. Kokemus toimintaympäristöstä on osallistujille yhtäläinen. Toki virtuaaliympäristöjä voi käyttää eri tavoin: immersiiivisin (uppouttavin) kokemus saavutetaan käyttäen VR-laseja, jolloin fyysinen ympäristö rajautuu täydellisesti aistiemme, erityisesti näköaistin ulottumattomiin. Etenkin oppilaitoskäytössä, jossa useimmiten ei voida tarjota jokaiselle opiskelijalle VR-laseja käyttöön, on etua myös siitä, että virtuaaliympäristöä voidaan käyttää myös ns. 2D-moodissa eli tietokoneen, tablet-laitteen tai vaikkapa kännykän näytöllä.



Kuva 2. Hankkeen asiantuntija VR-lasit päässään ja virtuaalisena avatarina Spatialissa

Hankkeen aikana arvioimme erilaisia VR-toimintaympäristöjä/-alustoja (Liite 1). Koulutuskäytön kannalta lupaavimmalta vaikutti AltSpace-niminen VR-ympäristö, ja moni oppilaitos valitsikin sen virtuaaliympäristöjensä ja –tapahtumien toteutusalueksi. AltSpacen omistaja Microsoft totesi kuitenkin, että AltSpacen kehittäminen ei sovellu heidän strategiaansa ja lopetti palvelun toiminnan maaliskuussa 2023. Useimmat oppilaitokset siirtyivät Spatial.io -palvelun käyttäjäksi ja myös Xpand-hanke keskittyi Spatialiin. Useimpien muiden ympäristöjen haasteena oli joko rajoitteet oman ympäristön kehittämisessä ja/ tai lisensiointimallin korkeat kustannukset.

AltSpace VR-ympäristön loppuminen antoi hyvän esimerkin ympäristöriippumattoman kehitysympäristön merkityksestä. Mikäli kaikki virtuaaliympäristön kehitystyö olisi tehty suoraan AltSpaceen, olisi tehtyä kehitystyötä ollut mahdoton siirtää muihin ympäristöihin. Olimme kuitenkin tehneet pilotti- ja kokeilu-ympäristöjen kehittelyn pääosin Unity-kehitysympäristössä. Spatial-alustan kehitystyö voidaan tehdä Unityssä käyttäen Spatial SDK -pakettia. Oikeastaan kaikki se kehitystyö mitä olimme tehneet AltSpace-ympäristöä varten, saatiin sellaisenaan hyödynnettyä Spatialissa.

Virtuaalitodellisuuden eräänlaisena alalajina voidaan pitää olemassa olevista tiloista tehtyjä virtuaalisia malleja. Piloteissa hyödynsimme Matterport-alustaa tähän tarkoitukseen. Järjestelmä luo aidon 3D-mallin pohjautuen 360-valokuviiin. 3D-malliin voidaan lisätä informaatiota napsautettavina hot-spotteina (Mattertag). Samasta 3D-mallista voidaan laatia useita kopioita ja siten lisäinformaatio voidaan mukauttaa kuhunkin käyttötarkoitukseen. Esimerkiksi toimitiloista voidaan rakentaa harjoitteluympäristö toimitilapalveluhenkilökunnan käyttöön, toinen käyttö voisi olla virtuaalinen turvakävely. Matterport-järjestelmän etuja ovat erityisesti sisällöntuotannon ja käytön helppous ja nopeus. Myös kuvaus onnistuu pienellä harjoittelulla ja sujuu nopeasti.

Luodun Matterport 3D -mallin käyttö ei edellytä mitään erityisiä laitteita, Matterport-mallin käyttö on selainkäyttöisenä kenen tahansa helposti saavutettavissa. Matterportin rajoite kuitenkin on siinä, että 3D-mallit sijaitsevat palveluntarjoajan omalla palvelimella, eikä 3D-mallia voida tallentaa järjestelmästä ulos muiden järjestelmien tai alustojen käytettäväksi. Myöskään oppilaitoksille räätälöityä lisensiointimallia ei ainakaan tätä kirjoitettaessa ollut olemassa. Kustannukset voivat siis olla rajoite oppilaitoskäytössä.

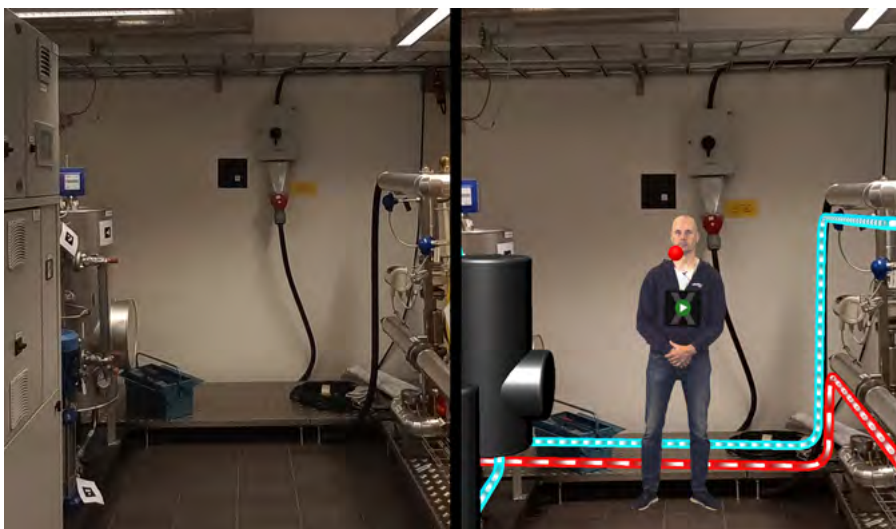


Kuva 3. Höyryprosessilaboratorion virtuaalimalli

2.2 AR – AUGMENTED REALITY – LISÄTTY TODELLISUUS

Laajennetun todellisuuden eli AR-sovellukset tuovat lisäinformaatiota tukemaan reaalityodellisuudesta saatua informaatiota. Oleellista on se, että toimijana olemme ensisijaisesti ympäröivässä fyysisessä todellisuudessa ja tuntuma ympäröivään todellisuuteen säilyy. Kännykän tai tabletin näytölle saamme kuitenkin toimintaympäristömme objekteihin kiinnittyvää informaatiota, joka voi opastaa meitä esim. laitteen käytössä.

Xpand-hankkeessa tuotettiin opintojaksoissa käytettävien laboratorioden tiloihin ja laitteisiin liittyvien lisätyn todellisuuden sovellusten lisäksi niiden käyttöön liittyviä ohjeistuksia AR-tekniikan avulla. Opiskelija saa opastavan informaation esille osoittamalla kännykällään laboratorion seinällä olevaa koodia ja käynnistää siten AR-toiminnallisuuden. Opiskelija saa kännykän näytölle kouluttajan hahmon kertomaan toimintaohjeita laboratoriossa (Kuva 4).

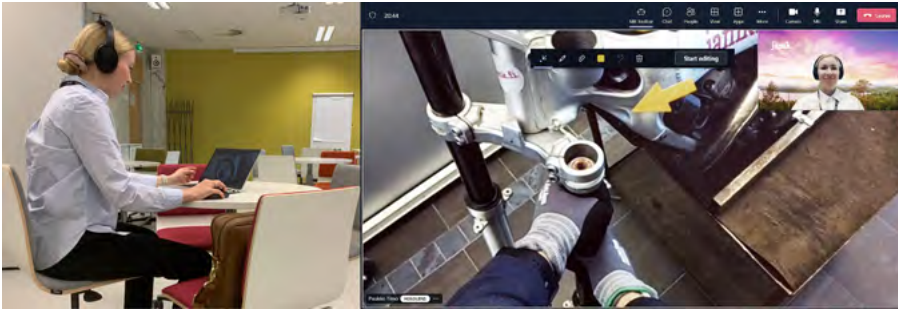


Kuva 4. Opettaja opastamassa opiskelijaa virtuaalisesti AR-sovelluksessa; vasemmalla valokuva laboratorionesta ja oikealla lisätyn todellisuuden näkymä samasta paikasta.

2.3 MR – MIXED REALITY – YHDISTETTY TODELLISUUS

Mixed reality on käsitteenä varsin kuvaava, sillä siinä fyysinen ja digitaalinen todellisuus sekoitetaan saumattomaksi kokonaisuudeksi. Mixed reality eli sekoitetun todellisuuden piloteissa tutustuttiin etäohjauksen mahdollisuuksiin hyödyntäen Microsoft Hololens 2 -teknologiaa. Lasien käyttäjä voi osallistua Teams-puheluun jakaen samalla oman katselunäkymänsä muille osallistujille.

Xpand-hankkeen MR-piloteissa hyödynnettiin Hololens 2 -laseja. Opetukseen tämän teknologian mahdollisuuksia hyödynnettiin usealla eri toimintatavalla mutta pääosin hyödyntämällä laseille kehitettyjä Microsoft Dynamics 365 Remote Assist -ja Guides -sovelluksia. Hololens -lasit yhdessä Remote Assistin kanssa mahdollistavat näkymän jakamisen Teams-kokouksessa sellaisena kuin lasien käyttäjä ympäröivän maailmansa näkee. Tätä hyödynnettiin mm. siten, että opettaja ja/tai muut opiskelijat seurasivat laseja käyttävän opiskelijan toimintaa laboratoriotyöskentelyssä. Opettaja saattoi ohjeistaa opiskelijaa, mutta teknologia mahdollisti myös sen, että opiskelija saattoi seurata ja osallistua laboratoriotyöskentelyyn periaatteessa mistä tahansa. Tällaisessa työskentelyssä etuna on se, että mitään suurta sisällöntuotantoa ei tarvita, toiminta ja osallistujien vuorovaikutus on tässä keskeisintä sisältöä.



Kuva 5. Opettaja seuraa ja opastaa HoloLens 2 -laseja käyttävää oppilasta oppimistehtävässään

Toinen HoloLens-tekniikan sovellusmahdollisuus on työskentelyä opastavat sisällöt jotka toteutettiin Guides-sovelluksella. Ohjeistukset voivat olla yleisluonteisia tai sitten konkreettisia toimintaohjeita. HoloLens-tekniikka tunnistaa käyttäjän ympäristön ja siten käyttäjälle voidaan tarjota hyvin täsmälliset, ja oikeaan kohtaan/toimintakohteeseen osoittavat ohjeet.

3 XR-TEKNOLOGIAT KOULUTUKSESSA – PILOTTIKOKEMUKSIA

Tässä luvussa esitellyt pilotit toteutettiin Jamkin Teknologiayksikön eri opintojaksoilla lukuvuoden 2022–2023 aikana. Opettajille esiteltiin XR-tekniikan mahdollisuuksia ja he saivat hakeutua pilotoijiksi vapaaehtoisuuden pohjalta. Erityisesti AR-tekniikan puolelta Matterport-sovellus kiinnosti opettajia sen havainnollisuuden sekä helpon ja nopean ympäristön rakentamisen ja sisältötuotannon takia. Pilotteihin osallistuneet viisi kouluttajaa haastateltiin huhtikuussa 2023 teemahaastatteluna.

3.1 MATTERPORT-VIRTUAALIMALLI TEOLLISUUDEN KUNNOSSAPIDON OPINNOISSA

Kolmannen vuoden energia- ja ympäristötekniikan ja konetekniikan opiskelijat pääsivät hyödyntämään Matterport-virtuaalimallia kahdella eri opintojaksolla, joissa oli osittain päällekkäisiä harjoituksia. Opintojaksot olivat energiateollisuuden kunnossapito ja ennakoiva kunnossapito. Opintojaksoilla opiskelijoiden harjoitustehtävät koskivat kriittisyysanalyysia ja RCM eli luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa/huoltosuunnitelmaa. Opiskelijat hyödynsivät Matterport-malliin lisättyjä osa- ja komponenttitietoja tehdessään edellä kuvattuja harjoitustehtäviä.



Kuva 6. Höyryprosessin osa- ja komponenttitietojen esitystapa.

Matterport-mallin erityisenä etuna nähtiin pilotissa selainkäyttöisyys; opiskelija ei tarvitse mitään erityisiä laitteita mallin käyttöön. Opintoihin osallistuu useita alan vaihtajia, esimerkiksi hoitoalalta aiemmin työskennelleitä henkilöitä hakeutuu uudelle alalle. Erityisesti heille on opettajan mukaan erittäin merkityksellistä, että oppimisympäristö, tässä tapauksessa höyryprosessin 3D-malli on milloin vain käytettävissä ja he voivat käyttää labraan tutustumiseen aikaa juuri niin paljon kuin hyvältä ja tarpeelliselta tuntui.

Opettaja oli käyttänyt mallia myös CampusOnline-kursseilla, joilla opiskelijat voivat olla lähtökohtaisesti mistä ammattikorkeakoulusta tahansa, eivätkä siten helposti pääse Jamkin kampukselle hyödyntämään aitoa laboratoriotuopinnoissaan. Näiltä opiskelijoilta tuli erityisesti kiitoksia siitä, että tällainen virtuaalityöskentely oli mahdollistettu osana opintojaksoa. CampusOnline-opiskelijoiden joukossa oli myös teollisuudessa työskenteleviä henkilöitä ja heidän kauttaan syntyi koulutuspalvelumyyntiä teollisuuden yrityksille. Kunnossapidokoulutukselle on siis kysyntää ja virtuaalimallia hyödyntävä koulutus koettiin siihen tarkoitukseen tehokkaaksi oppimisympäristöksi.

Kunnossapidon opintojaksojen opiskelijapalautteissa opiskelijat ovat olleet tyytyväisiä virtuaalimallin hyödyntämiseen osana opintojakson toteutusta. On pidetty siitä, että osin teoreettiseen teemaan on saatu konkreettinen ja informaatorikas oppimisympäristö. Myös helppokäyttöisyys ja saavutettavuus on ollut opiskelijoille merkittävä etu.

Kunnossapidon opettajan terveiset muille opettajille on: ”Rohkeasti kokeilemaan”. Vaikka jo ennen pilottia hänellä oli käsitys XR-teknologioista, vasta pilotointi antoi hänelle konkreettisen tunteen niistä mahdollisuuksista, joita se antaa opetusympäristön rikastamiseen.

Jatkokehitysideoina nostettiin erilaisten tietokantojen mahdollinen yhdistäminen malliin. Opintojakson aiheeseen liittyen tällaisia voisivat olla esimerkiksi erilaiset virtuaaliset (ennakko)huolto-ohjeet, jossa olisi lisätty paljon erilaista toimintaa tukevaa tietoa, mutta myös mahdollisuus opiskelijoiden itse lisätä suunnitelmiin tietoa ja tehtyjä toimenpiteitä.

Vastaavasti sovellusta voidaan hyödyntää myös vaikeasti päästäviin paikkoihin. Matterportia voitaisiin käyttää esimerkiksi erilaisten tehdas- tai voimalaitosympäristöjen kuvaamiseen, joihin ei muuten olisi mahdollista päästä esimerkiksi turvallisuustekijöiden vuoksi. Aitojen toimintaympäristöjen virtuaalimalleilla voitaisiin tarjota opiskelijoille laadukkaampaa ja monipuolisempaa opetusta.

Matterportin eduksi koettiin sen erittäin helppo ja nopea käyttööotto ja sisällöntuotanto sekä sovelluksen helppokäyttöisyys, joka ei juuri vaadi perehdytystä. Lisäksi malliin pystyy liittämään hyvin monenlaista opetusta tukevaa sisältöä eri formaateissa. Käyttöä helpottaa lisäksi mallin helppo jakaminen, jossa pelkän linkin lähettäminen riittää käyttöoikeuteen.

3.2 MATTERPORT-VIRTUAALIMALLI AUTOMAATION OPINTOJAKSOLLA

Höyryprosessin keskeisenä osana on automaatiojärjestelmä, jolla prosessia ohjataan ja kerätään tietoa järjestelmän toiminnasta. Automaatiotekniikan tiimi hyödynsi Matterport-mallia kahdella automaatiotekniikan opintojaksolla. Yhden opintojakson harjoitustyön tarkoituksena oli perehtyä höyryprosessiin liittyviin riskeihin ja opiskelijoiden tehtävänä oli tehdä prosessin riskianalyysi. Harjoitustyö on aikaisemmin teetetty oppimateriaaleihin sekä laboratoriotyökentelyyn perustuen. Nyt pilotissa hyödynnettiin Matterport-virtuaalitoteutusta siten, että monimuoto-opiskelijatkin pääsivät tekemään harjoitteet, nyt kuitenkin virtuaaliversiossa kampuksella sijaitsevan höyryprosessilaboratorion sijaan. Lisäksi kouluttaja hyödynsi Matterport-toteutusta esitellessään online-luennolla höyryprosessin periaatteita.

Opettaja piti Matterport-järjestelmää erittäin intuitiivisena, eikä opiskelijoiden perehdyttämistä järjestelmään tarvittu. Käytön perusteet tulivat esille, kun opettaja käytti online-luennollaan virtuaalimallia havainnollistukseen ja samalla esitteli, miten järjestelmää käytetään. Kouluttaja kertoi, että opis-

kelijoiden palaute järjestelmästä oli erittäin positiivista, käyttö oli helppoa ja erityisenä etuna pidettiin sitä, että malli oli aina saatavilla ja opiskelija saattoi halutessaan käyttää enemmänkin aikaa höyryprosessiin perehtymiseen. Aika- ja paikkarajoitteiden poistuminen olikin opettajan kertomana oleellinen etu verrattuna fyysiseen laboratorioon, jonne pääsy on rajoitettua. Opintojakson tentissä opiskelijalla oli käytettävissään kaikki materiaali ja mukaan lukien energiaproessin Matterport-virtuaalimalli.

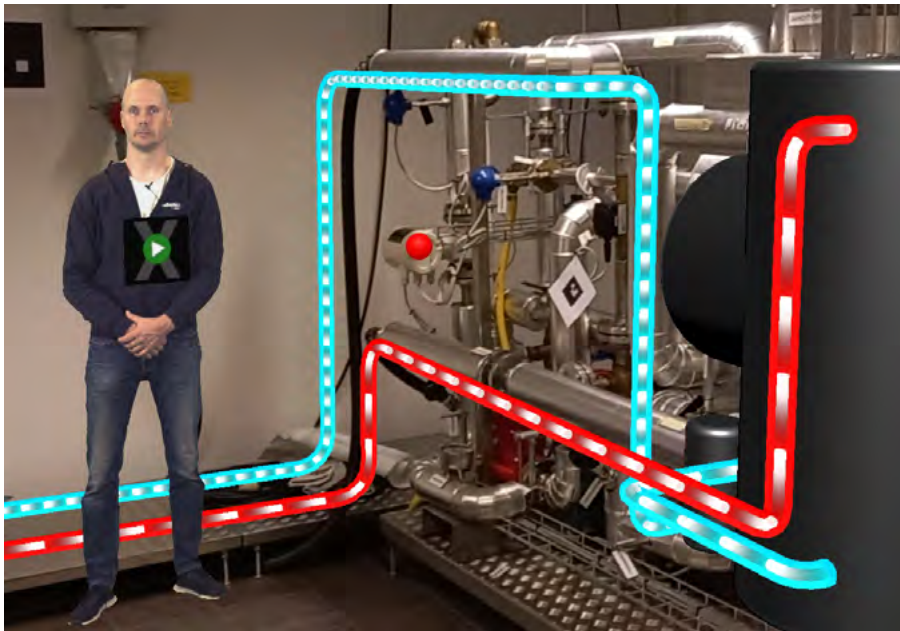
Höyryprosessin mallinnusta tullaan jatkamaan lisäämällä malliin animoidut virtauksen suunnat sekä lämpötilanmuutokset eri prosessin vaiheessa siten, että prosessin virtauksen ja lämpötilojen muuttuessa virtuaalimallin putket muuttavat väriä sinisestä (kylmä) punaiseen (kuuma) ja päinvastoin. Lisäksi suunnitellaan lisättäväksi prosessin simulointimallin tekemistä. Höyryprosessin automaatiojärjestelmä tallentaa liukuvasti vuoden datan tietokantaan, josta voidaan luoda todelliseen käyttöön pohjautuva malli prosessin käytöstä. Opiskelijoilla olisi tällöin mahdollisuus nähdä järjestelmän toimintaa, vaikka järjestelmä olisi pois käytöstä.



Kuva 7. Matterport -toteutus höyryprosessilaboratoriosta.

3.3 AR –SOVELLUS HÖYRYPROSESSILABORATORIOON PEREHTYMISEN TUKENA

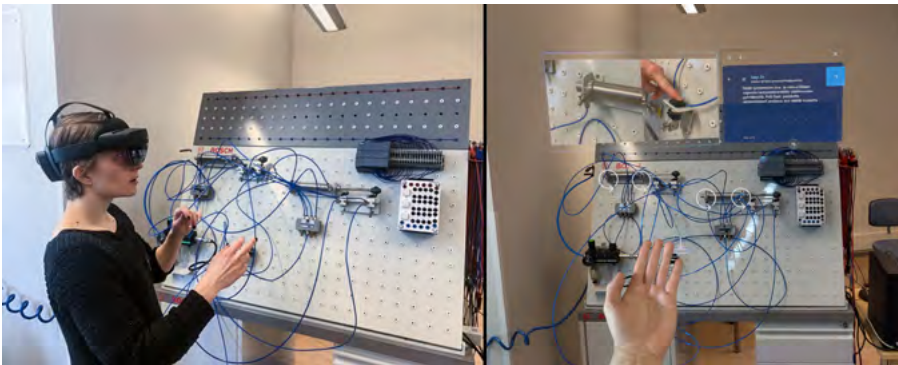
Höyryprosessiin tutustumisen työkaluksi luotiin selainpohjainen AR-sovellus, jota opiskelija voi käyttää esim. kännykällään tai tablet-laitteella. Laboratorioon saapuessaan opiskelija osoittaa päätelaitteellaan seinällä olevaa QR –koodia, joka avaa sovelluksen. Tämän jälkeen laitteen näytölle saadaan lisäinformaatiota laboratorion laitteista sekä opettaja esittelee virtuaalisena hahmona höyryprosessin eri vaiheita. Lisäksi sovellukseen on luotu animoitu höyryprosessi havainnollistamaan lämpötilan muutosta ja sen vaikutusta prosessiin. AR-animaatiossa visualisoidaan prosessin putkistossa tapahtuva virtaavan veden ja höyryn lämpötilan ja paineen muutoksia. Prosessin eri vaiheissa veden lämpötila muuttuu ja muutosta ei voi nähdä ulkoapäin. Sovellus on ollut käytössä eri opintojaksoilla, joissa höyryprosessi on ollut osa oppimisympäristöä. Animaation avulla opiskelijat oppivat ymmärtämään paremmin prosessin toimintaa ja siinä tapahtuvia muutoksia.



Kuva 8. Videona toteutettu opettaja sekä 3D-animoitu höyryprosessi AR-sovelluksessa

3.4 MR-LASIEN HYÖDYNTÄMINEN MITTAUS- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN PERUSTEET -OPINTOJAKSOLLA

Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet -opintojakso antaa opiskelijalle perusvalmiudet automaatiotekniikan opiskeluun. Opintojaksolla hyödynnettiin MR-teknologiaa Microsoft HoloLens 2 -laseilla sekä laseille kehitettyä Microsoft Dynamics 365 Guides -sovellusta. Guides-sovellus mahdollistaa selkeiden, step-by-step-pohjaisten ja eri digitaalisten sisältöjä hyödyntävän ja yhdistävän oppimiskokemuksen missä digitaaliset sisällöt ovat luonteva osa todellista maailmaa ja käyttäjällä on mahdollisuus hyödyntää molempia käsiään työskentelyyn; Guides ympäristöä voidaan kontrolloida niin käsi-, ääni- ja katsekomennoin. Opintojakson harjoitustyönä oli pneumatiikkalaitteiston rakentaminen kaavion avulla, jossa sylinterien ohjaus tehtiin ohjelmoitavilla logiikoilla. Tarkoituksena oli sähköisten kytkentöjen tekeminen lasien avustuksella siten, että opiskelija pystyy tekemään kytkennät itsenäisesti MR-laseja hyödyntäen. Käytännön harjoitukset toteutettiin siten, että opiskelijat tekivät työt 3 hengen ryhmissä (18 opiskelijaa / 6 ryhmää). HoloLens-lasien käyttöönotto oli helppoa ja nopeaa ensimmäisen kerran jälkeen ja yhteyksien luonti oli helppoa ja lasit toimivat hyvin Teamsin kanssa.



Kuva 9. Opiskelija hyödyntää HoloLens 2 -laseja sekä Guidesia pneumatiikka-tehtävässä, oikealla opiskelijan näkymä lasien kautta.

Opiskelijoiden kokemukset MR-tekniologiasta olivat positiiviset uuden ja mielenkiintoisen teknologian tuodessa vaihtelua. Opiskelijat eivät osanneet heti sanoa oppivatko he teknologian avulla enemmän, mutta lasien avulla tapahtuva työskentely koettiin mielenkiintoiseksi ja havainnolliseksi. Erityisesti opiskelijoiden mukaan hyvää oli, että opiskelumateriaalit olivat nopeasti saatavilla ja hyvin näkyvillä. Lisäksi lasit vapauttivat molemmat kädet työn tekemiseen. Oikein hyödynnettynä lasit ovat yksi uusi menetelmä opetuksen kehittämisessä. Opiskelijat kokivat parhaaksi tavaksi sen, että lasihin tuodaan harjoituksessa tarvittava perusinformaatio, mutta lisätiedot pitää erikseen hakea, jos sellaiselle on tarvetta. Näin saavutetaan paras käyttökokemus, kun tietoa ei ole liikaa. Lisäksi opiskelijat pitivät tärkeänä oppimisen kannalta, ettei ohjeet ole liian yksityiskohtaiset, vaan opiskelijalle jätetään riittävä mahdollisuus omaan pohtimiseen.

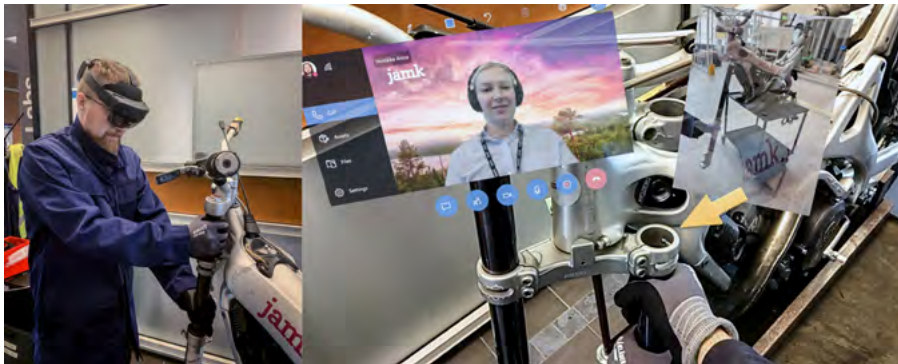
MR-tekniologia mahdollistaa opiskelun paremmin myös poikkeusoloissa tarjoten opiskelijoille mahdollisuuden työskennellä paremmin yhdessä. Esimerkiksi laboratoriotyöskentelyn voisi toteuttaa siten, että yksi henkilö olisi yksin laboratoriossa jakaen kuvaa ja tietoa muille etänä opiskeleville, jolloin tarttumisvaara on merkittävästi, pienempi kun vain yhden pitää tulla laboratorioon. Lisäksi teknologian kehittymisen myötä lasit tarjoavat rajapinnat muihin sovelluksiin, kuten simulointiohjelmistoihin, laajentaen lasien hyödynnettävyyttä osana laajempia oppimisympäristöjä.

Microsoft HoloLens 2 -lasit todettiin erittäin helпоiksi ja miellyttäväiksi käyttää helpon puettavuuden ja hyvän näkyvyyden takia. Opiskelijat kokivat niistä olevan hyötyä eri tehtävissä ja niitä tullaan käyttämään tulevaisuudessa enemmän. Informaation helppo saatavuus sekä molempien käsien vapaa käyttö mahdollistaa tehokkaamman ja turvallisemman työskentelyn.

3.5 MIXED REALITY TUOTANNON JOHTAMISEN OPINTOJAKSOLLA

Tuotannon johtamisen opintojaksolla opiskelijat perehtyvät tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen vaikutukseen tuotannon johtamiseen. Opintojakson projektityönä opiskelijat tekevät suunnitelman pyöratehtaan rakentamiseksi.

Opintojakson perinteinen toteutus on ollut kaksivaiheinen: ensin teoriaosuus ja sen jälkeen opiskelijat laativat tehdassuunnitelman siten, että he harjoittelevat laboratorio-olosuhteissa aidon pyörän kasaamista ja saavat siten käsityksen kasaamistyön vaiheista.



Kuva 10. Oppilas suorittamassa oppimistehtävää ja hänen näkymänsä MR-lasien kautta.

Xpand -hankeen pilotissa opiskelijat saivat laboratoriotyöskentelyn etäohjausta opettajalta Mixed Reality -teknologialla. Hololens 2-MR-laseja ja Microsoft Dynamics 365 Remote Assist -sovellusta hyödyntäen opettaja saattoi seurata ja ohjeistaa opiskelijoiden työskentelyä. Hololens-laseilla voidaan osallistua Remote Assistin kautta Teams -kokoukseen ja siten laseja käyttävän, pyörän kasaamisen parissa työskentelevän opiskelijan työskentelynäkymä saatettiin jakaa Teams-palaveriin osallistuville. Pilotissa opettaja ohjasi Remote Assist -yhteydellä opiskelijaa samalla jakaen audiovisuaalista materiaalia sekä reaaliaikaisia virtuaalisia ”hologrammeja” suoraan Hololens-näkymään, mutta pilotin aikana ideoitiin myös mahdollisuutta, että samaa työskentelytapaa voitaisiin hyödyntää myös opiskelijoiden ryhmätyöskentelyssä.

3.6 XR-TEKNOLOGIAT UUDET TEKNOLOGIAT -OPINTOJAKSOLLA

Uudet teknologiat -opintojaksolla XR-teknologia oli itsessään opiskelun kohteena. Opintojakson teoriaosuuden jälkeen toteutukseen liittyi työpajaosuus, jossa rasteryöskentelynä käytiin kokeillen läpi eri teknologioita. Rasteina oli mm. VR, jossa tutustuttiin virtuaaliympäristöihin ja simulaatioihin pelillisin kokeiluina sekä MR – Remote Assist -simulointi missä opiskelija ohjeisti laseja käyttävää opiskelijaa tietyn tehtävän suorittamisessa sekä MR-Guides oppimistehtävä missä opiskelijat pääsivät ratkaisemaan pneumatiikkaan liittyvää oppimistehtävää Hololens 2 -laseja hyödyntäen. AR-sovelluksista kokeiltiin höyryprosessin AR-sisältöjä, jossa opettaja ilmestyy virtuaalisesti laboratorioon antamaan

opiskelijalle informaatiota höyryprosessin toiminnasta. Lisäksi yhdellä rastilla opiskelijat harjoittelivat VR-mallin luontia Matterport-ympäristössä.

Opintojakson kohderyhmänä oli logistiikka-alan nuorisosteeseen päiväopiskelijoita. Opiskelijoiden innostus käytännön työpajapäivään oli jo etukäteen suurta ja rastityöskentely sujui käyntiin lähdettyään opiskelijoiden opastaessa aina seuraavan ryhmän rastin käyttöön. On kuitenkin huomattava, että työskentelyn alkuvaiheessa tarvittiin valmistelua ja myös hankkeen asiantuntijan/projektipäällikön valmisteleva apu oli tarpeen. Kokonaisuutena opiskelijat kuitenkin pääsivät rastityöskentelyssä liikkeelle ilman jokaisen ryhmän perehdytystä, edellinen opiskelijaryhmä antoi tarvittavat ohjeet.

Kouluttajalla oli työpajatyöskentelyyn liittyen reflektiotehtävä, jossa opiskelijat analysoivat rasteihin liittyvää oppimiskokemusta. Opiskelijoiden kokemuksista ei noussut selkeästi mitään kriittistä, toki opiskelijoiden kesken oli eroavuuksia siinä mikä rasteista koettiin erityisen mielenkiintoisena tai hyödyllisenä. Reflektiotehtävä toteutettiin keskustelupalstana ja opiskelijoiden tehtävänä oli myös tutustua opiskelijakollegoiden ajatuksiin ja kommentoida niitä. Oppimisen kannalta onkin niin kouluttajan kuin myös opiskelijoiden kannalta tärkeää tietoisesti analysoida kokemusta ja erityisen tehokasta reflektio on jaettuna toisten oppijoiden kesken. Toisten oppijoiden kokemuksiin tutustuessa omatkin ajatukset jäsenyivät ja myös omaa oppimiskokemusta auki kirjoitettaessa myös omat ajatukset jäsenyivät.

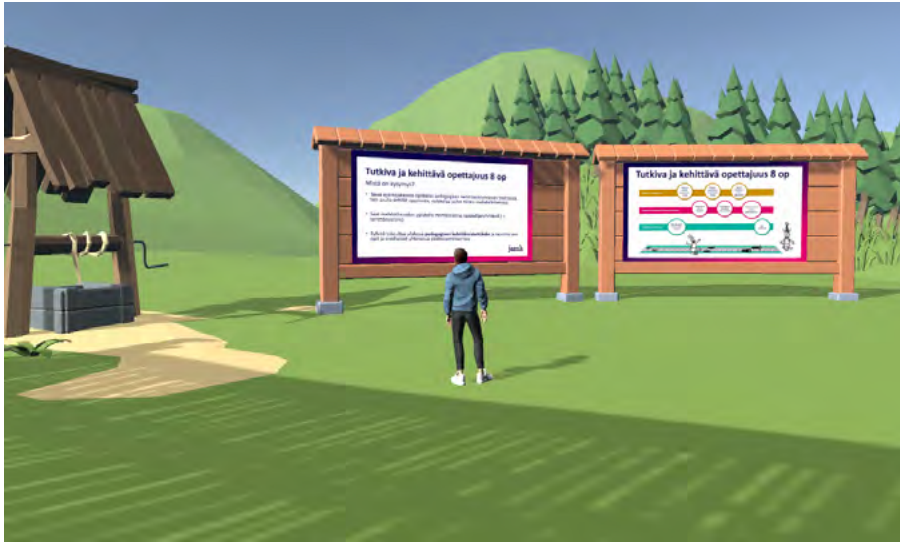
Opiskelijoilla oli myös työpajapäivään orientoiva ennakkotehtävä; opiskelijat oli jaettu ryhmiin ja heidän tehtävänä oli ennakkoon arvioida niin etuja kuin mahdollisia haasteita ja kehittämiskohteita teknologioissa, joihin työpajapäivässä tutustuttiin.

Kokonaisuutena työpajapäivä meni suunnitelmien mukaan, eikä merkittäviä teknisiä tai toiminnallisia ongelmia esiintynyt. Hololens-laseja käytettäessä oli kuitenkin jonkun verran yhteysongelmia; opiskelijoiden liikkuesssa käytävillä langaton verkko pätki jossain määrin mikä heikensi työskentelyn sujuvuutta. Ryhmissä oli myös yksittäisiä opiskelijoita, jotka kieltäytyivät VR- tai Hololens-lasien käytöstä. Syitä tähän ei tarkemmin selvitetty, mutta yksi syy voi mahdollisesti hygieniatekijät; vaikka laseja puhdistettiin käyttäjän vaihtuessa, saattoi tartuntariski (esim. Korona) silti mietittyttää käytöstä kieltäytyneitä opiskelijoita. Ja toki on muistettava, että käyttökokeilu perustui vapaaehtoisuuteen.

3.7 VR – OPS–RASTIT

Xpand-hankkeen yhtenä tuotoksena syntyi myös ns. OPS-rastit -virtuaaliympäristö Spatial-alustalle. Erilaisten koulutusten ja tutkinto-ohjelmien opetussuunnitelman sisäinen logiikka ja jäsenitys voi olla abstrakti ja siten haasteellinen hahmotettava opintoihin orientoituvalle opiskelijalle. Millaisista opintojaksoista ja osaamisalueista opinnot koostuvat ja mikä on osien välinen suhde, se saattaa jäädä opiskelijalle vähintäänkin jossain määrin epäselväksi, vaikka tieto onkin lähtökohtaisesti kaikista opinnoista saatavilla kirjallisessa muodossa. Tähän, eri koulutus konteksteissa havaittuun haasteeseen päätettiin testata virtuaalimallisuuden mahdollisuuksia. Aivan alkuun ajatuksena oli luoda rakennusmetaforaa hyödyntävä virtuaaliympäristö, jossa alkuvaiheen opintojen kuvaukset on esitetty rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa, ja loppuvaiheen opinnot vastaavasti rakennuksen ylimmässä kerroksessa. Viime vuosina ja johtuen mm. pandemiasta, luonto ja siihen liittyvien positiivisten kokemusten merkitys ihmisten hyvinvoinnille on noussut vahvasti esille. Tämän vuoksi opetussuunnitelman kuvauksessa rakennusmetafora päätettiin hylätä ja sen sijaan päätettiin rakentaa luonnon positiivisia mahdollisuuksia hyödyntävä ops-virtuaaliympäristö. Rakennusmetafora vaihtui ops-puistoksi tai paremminkin ops-rasteiksi; opetussuunnitelman sisältöihin ja rakenteisiin tutustuva opiskelija pääsee virtuaaliseen luontoympäristöön linnunlauluineen, vuorineen, puineen ja kukkineen seikkailemaan etsien opsin sisältöjä luontopolun varrelta.

Luontoympäristö antaa oppijalle myös kontekstin muistin tueksi. Opittavien asioiden kytkeminen visuaaliseen maisemaan on myös tunnettu muistitekniikka. Virtuaalinen luontomaisema tarjoaa visuaalisia yksityiskohtia, joihin opittavat asiat voivat assosioitua oppijan mielikuvissa. Näin virtuaalinen luontokokemus voi helpottaa asioiden mieleen palauttamista ja opiskelukokonaisuuden jäsentämistä. Ja kuten todettua, luonto nostaa meissä useimmissa positiivisia ja rauhallisia tunteita, tälläkin voi olla myönteinen vaikutus asioiden omaksumiseen ja muistamiseen.



Kuva 11. Opiskelija tutustumassa opintojakson rastiin. Infotaulujen läheisyyteen siirryttäessä opiskelija kuulee kouluttajan laatiman yksityiskohtaisemman muutaman minuutin audiotallenteen.

Ops-virtuaaliympäristössä hyödynnettiin Spatial-alustan pelillisiä ominaisuuksia, ns. Quest-toimintoa, jolla rasteja kiertävä opiskelija voi seurata edistymistään ja nähdä mitkä opintojaksorastit hän on jo kiertänyt ja mitkä ovat vielä tutustumatta (kuva alla). Tällä hetkellä ympäristössä liikkueensa opiskelijalle merkitään rasti suoritetuksi, kun hän saapuu rastin informaatiopisteelle. Toiminnallisuutta kehitetään siten, että opiskelija voi itse merkitä perehtyneensä rastin sisältöön.



Kuva 12. Spatial-alustan Quest-toiminnolla (kuvan vasen alanurkka) rakennettua rastilistaa hyödyntäen opiskelija voi tarkistaa millä rasteilla hän on jo käynyt.

OPS-virtuaaliympäristön kehittelyn kohteeksi valittiin Jamkin ammatillisen opettajankoulutuksen opetussuunnitelma sen suhteellisen yksinkertaisuuden vuoksi. Oleellisena sisällön suunnittelun lähtökohtana oli myös välttää opetussuunnitelman tekstien toistamista sellaisenaan ja pikemminkin kuvata koulutukseen liittyviä opintojaksoja enemmän opiskelijan tekojen näkökulmasta; millaista tekemistä opintojaksoihin liittyy, onko pääpaino itsenäisillä suorituksilla vai esim. ryhmätyöllä. Tekstin sijaan tai lisäksi sisältöjä kuvataan virtuaaliympäristössä video – ja audiotallenteina, koska haluttiin tarjota vaihtoehtoja ruutulukemiselle.

Ennen VR -ympäristön kehittelyä hankkeessa kartoitettiin käytettävissä olevat VR-alustat. Tavoitteena oli löytää käyttökustannuksiltaan oppilaitoksille sopiva, mutta samalla riittävän joustava alusta, jota voidaan hyödyntää erilaisissa oppimistilanteissa. Oleellista oli löytää alusta, johon mahdollisimman vapaasti pystyy rakentamaan omia ympäristöjä. Näillä kriteereillä valikoitui alustaksi AltSpace VR -alusta, ja toki valintaan vaikutti myös se, että moni oppilaitos oli valinnut sen VR -kehitysalustakseen. Kävi kuitenkin kuten luvussa 2.1 kerroimme, eli Altspacen ostanut Microsoft päätti lopettaa ko. palvelun suhteellisen lyhyellä varoitusajalla keväällä 2023. Tässä tilanteessa oli todella iso etu, että kehitystyömme oli tehty Unity-kehitysympäristössä.

Tämä mahdollisti sen, että kaikki tekemämme kehitystyö saatettiin siirtää lähes sellaisenaan seuraavaan alustaan eli Spatial-alustalle. Mikäli olisimme rakentaneet omaa ympäristöämme yksinomaan AltSpace-alustan sisällä, sen omilla kehitystyökaluilla, olisi kaikki kehitystyö mennyt hukkaan alustan sulkeutuessa. Tässä onkin ehkä yksi tärkeä oppi teknologiaa hyödyntäville kouluttajille; pyri varmistamaan, että tekemäsi kehitystyö on tallennettavissa jossain yleisessä formaatissa tai rakennettu jollain yleiskäyttöisellä kehitystyökalulla siten, että kehitystyö ei ole sidoksissa vain yhteen alustaan tai järjestelmään. Aina tämä ei toki ole mahdollista, mutta tämä näkökulma on kuitenkin syytä arvioida ennen suurempaan kehittelyyn ryhtymistä.

OPS-virtuaalimaailmaa on testattu pienillä ryhmillä ja syksyllä 2023 ops-maailma on uusille opettajankoulutuksen opiskelijoille tarjolla yhtenä vaihtoehtona tutustua koulutuksen opetussuunnitelmaan.

4 PILOTTIEN OPIT KOULUTTAJILLE XR-TEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMISEKSI KOULUTUKSESSA

Sekä opettajien, että opiskelijoiden kokemukset XR-teknologioista olivat pilottien myötä erittäin myönteisiä. Teknologia itsessään koettiin mielenkiintoisena ja käytön opettelu varsin helppona ja nopeasti opittavissa olevaksi. Piloteissa hyödynnetyt ratkaisut antoivat oppimisympäristöön sellaista lisäarvoa, jota olisi muuten ollut vaikea tai jopa mahdoton saavuttaa. Muutaman lähivuoden aikana laitteet ja teknologia on kehittynyt helppokäyttöisemmiksi ja samalla laitteiden tarjoama laatu, esim. VR-lasien kuvaresoluutio on parantunut merkittävästi. Tämä lisää käyttökokemuksen mukavuutta mutta myös immersion syvyyttä.

Haastatellut opettajat toivat johdonmukaisesti esille, että mahdollisuus pilotoida uutta teknologiaa opetuksen tukena ja työvälteenä oli opettajille ensinnäkin erittäin innostava kokemus mutta ennen kaikkea antoi konkreettisen tuntuman siitä, millaisia käyttömahdollisuuksia teknologiat antavat oppimisympäristön monipuolistamiseen. Vaikka opettajilla saattoikin olla yleiskäsitys sovellettavista teknologioista, vasta pilointi antoi realistisemmän ja rikkaamman kuvan teknologian opetuskäytön mahdollisuuksista. Toki positiiviseen kokonaiskuvaan saattoi vaikuttaa se, että pilotoijiksi mahdollisesti valikoitui opettajia, jotka jo lähtökohtaisesti olivat kiinnostuneita ja uteliaita kokeilemaan XR-teknologian mahdollisuuksia opetuksessaan. Innostukseen luonnollisesti vaikutti sekin, että pilottiopettajat saivat hankkeelta tukea sisällöntuotantoon ja teknologian opetuskäytön suunnitteluun ja soveltamiseen.

Ehkä tärkein ja kaikissa haastatteluisissa esille noussut oppi oli ennakkoluuloton kokeiluinto! Vasta kokeilu ja soveltaminen antoi konkreettisen käsityksen teknologian pedagogisista mahdollisuuksista. On vaikea hyödyntää teknologian mahdollisuuksia oppimiselle, jos ei ole käsitystä mitä se mahdollistaa. Siksi pienetkin piloinnit auttavat opettajaa löytämään sekä mahdollisuudet että myös teknologian rajoitteet.

Pilottien tuoma merkittävä oppi on lähteä pienestä liikkeelle. Pilottikokemuksen kautta syntyy käsitys teknologian mahdollisuuksista oppimisessa ja pienehkön pilottien kokemusten analysoinnin jälkeen on helpompi siirtyä suunnittelemaan laajempaa soveltamista. Myös laadunvarmistamisen kannalta on

hyvä, että XR-osiot eivät kaada koko opintojakson toteutusta, vaikka teknologia ei syystä tai toisesta toimisikaan odotetusti.

Itse opetustilanteessa kaikkia sovellettuja teknologioita leimasi helppo-käyttöisyys. Opettajat oli toki opastettu laitteiden ja sovellusten käyttöön, mutta itse opetustilanteessa tai opiskelukäytössä ei juurikaan tarvittu opiskelijoiden perehdyttämistä. Työskentely oppimistilanteessa koettiin kaikissa piloteissa varsin intuitiiviseksi. Esimerkiksi opiskelijoiden työskentely virtuaalisessa höyryprosessilaboratoriossa lähti opiskelijoilla sujuvasti käyntiin lähes pelkällä linkin jakamisella. Toki opettaja oli orientoinut opiskelijat siihen mitä linkin takana odottaa ja mikä on sisällön oppimiskäytön tarkoitus eli millaisia oppimistehtäviä sisältöön liittyy. Itse ympäristön käyttöön ei sen sijaan ohjausta erikseen tarvittu.

Myös opiskelijat kokivat uuden teknologian erittäin mielenkiintoiseksi ja oppimista tukevaksi sekä tuovan vaihtelua perinteiseen luokka- ja laboratorio-opetukseen sekä mahdollistavan tehokkaamman etäopiskelun. Nuoret ovat kasvaneet tietotekniikan ja mobiililaitteiden kanssa ja myös sen takia opiskelijat varmasti kokivat teknologian helposti omaksuttavaksi. XR-teknologiat mahdollistavat kokemuksia, joita on muuten erittäin vaikea tai jopa mahdoton toteuttaa. Opiskelijoilta tulikin jo ensimmäisten kokeilujen myötä paljon ideoita ja toivomuksia teknologian laajemmasta hyödyntämisestä opetuksessa.

Opettajille ja muulle henkilökunnalle järjestetyt työpajat ja muut esitellytilaisuudet toimivat keskeisinä herätteinä mielenkiinnon synnyttämisessä. Esimerkiksi höyryprosessin virtualisoinnissa käytetty AR-sovellus (Matterport) herätti heti suurta mielenkiintoa ja useampi opettaja halusi ottaa sen käyttöön opetuksessa.

Projektin alussa XR-teknologiat olivat niminä henkilöstölle suhteellisen tuttuja ja perusteetkin oli alustavasti hallussa suurella osalla. Kuitenkin teknologian sovelluskohteet, sisällöntuotannon laajuus ja laitteiden käytön helppous askarrutti monia. Näitä selvitettiin projektin alussa laajasti niin internetin, erilaisten tapahtumien ja yritysvierailuiden kautta. Koko projektin onnistuminen vaatii henkilöstön mielenkiinnon heräämisen ja sitoutumisen kehitystyöhön. Oli hienoa nähdä, että sekä opettajat ja opiskelijat olivat kiinnostuneita projektista ja aiheesta ja olivat kiinnostuneita opettelemaan uutta.

Alussa tavoitteena oli jakaa tietoa mahdollisimman laajasti ja pitää työpajoja innostuksen ylläpitämiseksi. Tavoitteena oli myös rakentaa projektiryhmän toimesta valmista sisältöä, jota opettajat voivat heti ottaa käyttöön, eikä heidän tarvitsisi tehdä sitä tässä vaiheessa itse. Projektiryhmässä oli teknologiaosaajia, jotka pystyivät nopeasti luomaan ensimmäiset versiot opetusympäristöistä. Ensimmäisenä käyttöön otettavat sovellukset pyrittiinkin valitsemaan

mahdollisimman helposti ja nopeasti käyttöönotettavista, jotta ensi kokemus teknologiasta olisi mahdollisimman positiivinen. Tällä pyrittiin välttämään tilannetta, jossa opettajat kokisivat sisällöntuotannon jo heti projektin alussa liian vaativaksi ja aikaa vieväksi. Parhaiten soveltuvaksi ja nopeasti käyttöön otettavaksi todettiin Matterport, joka mahdollisti hyvin energiatekniikan laboratorion laitteisiin perehdyttämisen ja opetuksen kehittämisen. Sovellusta hyödynnettiin sekä höyryprosessiin ja putkistosuunnitteluun liittyvässä että kunnossapidon opetuksessa.

Ensimmäisen käyttöönotettavan version jälkeen otimme opettajat vahvasti mukaan sovellusten ja pedagogiikan kehittämiseen. Nimensä mukaisesti XR-tekniikat ovat hyvin kokemuksellisia. Ihmiset saattavat kokea saman asian hyvin eri tavalla ja siksi sovellusten kehittäminen voi olla haastavaa. Tästä syystä pyrimme soveltamaan Sprint-tyyppistä kehittämistä, jossa pienten kokeilujen kautta löytäisimme parhaiten soveltuvat menetelmät. Tässä merkittävässä roolissa opettajien ja projektiryhmän välisen reflektiokokoukset, joissa pyrimme keräämään ja analysoimaan käyttäjien kokemukset, joiden perusteella muutoksia tehtiin. Merkittävä huomio oli, että opettajat ja opiskelijat saattoivat pitää eri asioita tärkeinä niin kokemuksen että pedagogiikan kannalta.

Kuten luvussa 2 kuvasimme, XR on käsitteenä sateenvarjo; sen alta löytyy MR, AR ja VR. On hieman harhaanjohtavaa niputtaa näitä teknologioita yhteen, koska opetustilanteen kannalta sovellustapa voi olla hyvin erilainen. Jos käytämme VR-ympäristöä, ei ympäröivällä todellisuudella ole merkitystä. AR ja MR-ratkaisut sen sijaan mahdollistavat lisäinformaation/oppisisällön tuomisen osaksi reaalityodellisuutta havainnollisessa muodossa. Siksi oikeastaan ensimmäisiä kysymyksiä opettajan mietittäväksi onkin: onko tarkoitus rikastaa olemassa olevaa oppimisympäristöä (esim. harjoituslaboratoriota) vai tavoitellaanko oppimisympäristöön sellaista laajennusta mitä ei reaalityodellisuudessa ole mahdollista järjestää.

Vaikka esimerkiksi VR-lasien hankintakustannukset ovat jo siedettävällä tasolla, on ison opiskelijaryhmien samanaikaiskäyttöön hankittavien laitteiden kustannukset edelleen korkeat ja on toki syytä pohtia, onko esimerkiksi ison opiskelijaryhmän vieminen VR-oppimisympäristöön edes pedagogisesti mielekäästä. Lisäksi VR-ympäristöissä on samanaikaiskäyttäjien lukumäärään liittyviä rajoitteita ja tämäkin on huomioitava koulutuskäyttöä suunniteltaessa. Useimmiten on niin kustannusten kuin pedagogisestikin perusteltua, että XR-tekniikkaa hyödyntävä työskentely on pienryhmätyöskentelyä, esim. oppimistehtävien tekemistä lainattavilla ja varattavissa olevilla laitteilla. Ja kuten on todettu jo aikaisemminkin, teknistä alustaa valittaessa tulee arvioida sisällön

saavutettavuus: on todennäköistä, että hyväkin sisältö/toimintaympäristö jää vähäiselle käytölle, jos sen käyttö on mahdollista vain ja ainoastaan tietyllä laitteella. Suositeltavaa on valita sellaisia alustoja, joiden käyttö on mahdollista opiskelijoille erilaisilla päätelaitteilla. Esimerkiksi virtuaalilasien käyttäminen voi tuoda syvemmän kokemuksen, mutta oppimisympäristöön tulee pystyä liittymään mahdollisimman monella eri tavalla. Vaikka tällä hetkellä onkin jonkinlaisena oletuksena, että opiskelijalla on itsellään tietokone (puhutaan jopa BYOD, bring your own device -mallista), on ehkä epärealistista asettaa vaatimukseksi, että koulutukseen osallistuvalla opiskelijalla tulisi olla esim. omat virtuaalilasit käytettävissään. Ja kuten AltSpace-virtuaaliympäristön sulkeutuminen osoitti, on riskialtista sitoutua opetuksessa vain yhteen järjestelmään tai laitevalmistajaan.

Keskusteluhenkiset teemahaastattelut nostivat myös esille uusia sovellusmahdollisuuksia opetuskäytössä. Selkeän innostuksen ohella haastatte- luissa nousi esille myös arkirealismi: mistä saada riittävästi aikaa laadukkaan sisällön tuottamiseen. Myös käytettävissä olevien laitteiden määrä rajoittaa käyttömahdollisuuksia isoilla ryhmillä.

Opettajat kokivat XR-tekniikan olevan jo niin kehittyntä, että se on hyvin hyödynnettävissä opetuksessa nykyisillä laitteilla ja sovelluksilla. Opettajat totesivat tekniikan helpottavan opettamista tarjoamalla opetusta tukevaa tietoa aikaan ja paikkaan riippumattomasti. Tekniikan avulla voidaan tarjota varsinkin visuaalista informaatiota, jota muuten on hyvin vaikea toteuttaa. Tekniikan tarjoamat mallit voivat sisältää tekstiä, kuvia, kaavioita, piirustuksia, videoita, animaatioita, simulaatioita, linkkejä ja niihin voidaan lisäksi yhdistää esimerkiksi ääniä ja värejä kuvaamaan tilanteita tai niihin liittyviä muutoksia. Lisäksi opettajat totesivat teknologioiden tuovan opettamiseen vaihtelevuutta sekä lisäävän yhdessä tekemistä ja opiskelijoiden tehokkaampaa osallistamista opetukseen.

Opiskelijat kokivat VR-lasit erittäin mielenkiintoisina ja immersiiivisyys sekä hyvä kuvanlaatu yllätti monet. Koettiin, että VR-laseilla ja siihen hyvin luodulla sisällöllä saavutettiin mielenkiintoinen, erilainen ja viihtyisä tapa oppia uutta ja osa toivoi, että lasien käyttöä voitaisiin lisätä opetuksessa.

Ongelmien selvittely ja ideoiden rikastaminen yhdessä ovat tärkeitä elementtejä tehokkaassa kehittämistyössä. Moniammatillisissa tiimeissä tiimin jäsenet voivat yhdessä analysoida pilottikokemuksia ja kehittää luovia ratkaisuja. Ideoiden jakaminen ja niiden yhteinen jalostaminen antavat mahdollisuuden saada aikaan innovatiivisia ja toimivia ratkaisuja.

Reflektio ja tiimityöskentely, mukaan lukien opettajien pienryhmätyöskentely, ovat tärkeässä roolissa pilottikokemuksen jalostamisessa seuraavalle

tasolle. Tiimien jäsenten ja opettajien väliset reflektiokeskustelut auttavat tunnistamaan vahvuuksia, kehittämiskohteita ja oppimaan kokemuksista. Tämä edistää jatkuvaa oppimista ja mahdollistaa parannusten tekemisen tulevaisuuden kehittämistyötä varten.

Myös oman organisaation ulkopuoliset osaajaverkostot, kuten someryhmät, ovat myös hyödyllisiä resursseja kehittämistyössä. Näiden verkostojen kautta voit tavoittaa laajan asiantuntemuksen ja vertaistuen; jokaisen ei tarvitse keksiä pyörää uudestaan.

Haastatteluissa keskusteltiin XR-tekniikan opetuskäytön kehittämisen mahdollisuuksista. Eräs mielenkiintoinen esille noussut ajatus oli tarjota opiskelijoille pääsy teollisuuden aitoihin toimintaympäristöihin XR-tekniikoita hyödyntäen. Teollisuusyrityksillä on toki erilaisia rajoitteita jakaa kovin avoimesti informaatiota tuotantoprosesseistaan. Toisaalta yksi keskeinen pullonkaula yritysten kehittymisessä on osaamispula; yrityksillä on kova kilpailu osaavista työntekijöistä. Sikäli voisi ajatella, että yritykset myös näkevät mahdollisuutena sen, että alan opiskelijat pääsevät jo opintovaiheessa tutustumaan virtuaalisesti yritykseen ja sen toimintaympäristöihin. Ja toki tiiviimpi yhteistyö oppilaitosten kanssa tuo myös yritykselle oppia henkilöstön kehittämiseen.

Varsinaisia negatiivisia kokemuksia piloteista dokumentoitiin hyvin vähän, ja ne liittyivät pääasiassa teknologisiin yksityiskohtiin: langattoman verkon hitauteen tai katvealueisiin kampanin tiloissa. Lisäksi joissain käyttötilanteissa (usea peräkkäinen käyttäjä) laitteiston akun kesto aiheutti haasteita.

Muutama opiskelija kertoi esimerkiksi migreenitaiipumuksista ja sen vuoksi joko kieltäytyi ja rajoitti esim. VR -lasien käyttöä. Virtuaaliympäristössä työskentely tunnetusti saattaa aiheuttaa osalle ihmisiä pahoinvointia; kun visuaalinen havainto ja tasapainoaistin välittämä informaatio voivat olla ristiriidassa keskenään, on varsin luonnollista, että tämä voi aiheuttaa osalle pahoinvointikokemuksia. Yksittäiset opiskelijat vertasivatkin VR ja MR -lasien käyttökokeista todeten, että MR- eli Hololens -lasien käyttö oli miellyttävämpää, koska näköhavainto ympäröivään reaalityodellisuuteen säilyi työskentelyn aikana.

Tärkeä oppi XR-tekniikoita hyödyntävälle opettajalle on varmistaa koulutuksen saavutettavuus; on tärkeää suunnitella myös vaihtoehtoisia tapoja opiskeluun esim. VR-työskentelyn sijaan. Huolimatta XR-tekniikan selkeistä eduista on siis varmistettava, että jokaisella opiskelijalla on tasavertainen mahdollisuus opiskella, vaikka opintojakson toteutuksessa käytetyn tekniikan käyttö ei esimerkiksi opiskelijan aistirajoitteista johtuen ole mahdollista.

Liitteet

LIITE 1. VR-ALUSTOJEN VERTAILU, PÄIVITETTY 06/2023.

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltspaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
Toimivuus eri laitteilla						
Standalone VR- laitteet	"Meta Quest 1 ja 2 Pico Neo 2 ja 3 Vive Focus 3"	Meta Quest 1 ja 2	Meta Quest 1 ja 2	"Meta Quest 2 ja Pro Pico Neo 3 ja 4"	Kaikki headsetit, joiden web-selain tukee WebXR:ää (mm. Pico Neot, Oculus Questit and Oculus Go)	"Meta Quest 2 ja Pro Vive Focus 3 Vive Flow Pico Neo 3 ja 4"
PC VR-laitteet	"HP Reverb & Reverb G2 HTC Vive and HTC Vive Pro Oculus Rift and Rift S Valve Index Windows Mixed Reality VR headsetit"	"Enää ei tukea PCVR:lle Tuki päättyi versiossa 6.10"	"Oculus Rift ja Rift S Valve Index HTC Vive Windows Mixed Reality"	"Oculus Rift ja Rift S HTC Vive ja Vive Pro Windows Mixed Reality Valve Index Varjo"	Web-selaimen kautta sellaisella selaimella, joka tukee WebXR:ää	"HTC Vive ja Vive Pro Oculus Rift ja Rift S Valve Index Windows Mixed Reality"
Ladattava työpöytäversio	Windows ja Mac	Ei ole, ainoastaan web-selain versio	Windows ja Mac	Windows ja Mac	Ei ole, ainoastaan web-selain versio	Windows ja Mac
Mobiililaitteet	Ei	Android ja iOS	Ei	Ei	Android ja iOS web-selaimen kautta	Android ja iOS
MR-laitteet	Ei	Ei enää	Ei	Ei	Selaimella voi käyttää Hololens2:lla WebXR-moodissa ja tavallisessa ikkunamoodissa	Ei

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltSpaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
AR-moodi	Ei	Ainoastaan mobiililaitteilla	Ei	Ei	Ei	Ei
Nettiselainversio	Ainoastaan hallintapaneeli webissä	Ainoastaan Windows ja Mac. Ei VR-tukea selainversiossa	Ainoastaan hallintapaneeli webissä	Ainoastaan hallintapaneeli webissä	Juu, ainut versio	Ainoastaan hallintapaneeli webissä
Muuta huomautettavaa	"Suositellut speksit PCVR:lle: https://glue.work/setup-pc-vr/ "		"Suositellut speksit: https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/alt-space-vr/getting-started/system-requirements "		Täysin web-pohjainen. Voi käyttää tavallisessa työpöytämuodossa sekä myös VR-moodissa WebXR-yhteensopivilla selaimilla	
Kokoustaminen						
Max osallistujat/ huone	10 ilmaiseksi, maksamalla max 30	Max 50	Max 50	Max. 33, mutta ei suositella yli 20 per huone jos käytetään Standalone VR-headsettejä	Max 10 ilmaisversiossa, mutta maksullisessa max 25.	Max 50
Teksti-, Ääni- ja videochat	"Ei tekstichättiä Ääni kaikilla alustoilla Videochat vain työpöytä-sovelluksessa"	"Ei tekstichättiä Ääni kaikilla alustoilla Videochat vain web-versiossa"	Tekstichät ja ääni. Ei videota	Ainoastaan ääni	Teksti ja ääni kaikilla alustoilla. Video mobiilissa ja työpöydällä	Ainoastaan ääni
Managerointi- työkalut	Omaa organisaatiota, sen tiedostoja ja tiimejä voi manageroida web-portaalissa	Vain PRO-versiossa	Juu	Ainoastaan Enterprise-tasolla	Juu	Juu, mutta osa vain PRO-versiossa

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltSpaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
Avatarit	Luodaan itse ennalta-määritellyistä komponenteista	Ready Player Me Avatarit kokonaisella vartalolla. Naaman avatarille voi myös luoda kuvan perusteella	Luodaan itse ennalta-määritellyistä komponenteista	Ilmaisversiossa valitaan yksi ennalta-määritellyistä avatareista. Pro-tasolla tehdään kuvan perusteella	Valitaan valmiista listasta tai tuodaan oma linkin avulla GLB-muodossa. Web-kameran striimiä voi myös käyttää avatarina	Valitaan valmiista komponenteista listasta, mutta valikoima on kattava. Lisäksi oman naaman saa lisättyä kuvan perusteella.
Ruudunjako	Desktop-versiossa onnistuu	Web-versiossa onnistuu ja VR-versiossa voi jakaa erillisen tietokoneen ruutua myös	Desktop-versiossa onnistuu. Vaatii Edge-lisäosan	Ei	Työpöytäversiossa onnistuu suoraan selaimessa	Vain PRO-versiossa
Sovelluksen sisäinen web-selain	Juu	Voi luoda ja käyttää vain VR-moodissa	Ei	Juu	Ei	Juu. Lisäksi löytyy 360-videoiden toistomahdollisuus suoraan Youtubesta
Tuetut O365 tiedostomuodot	PDF	"DOCX, PPTX, XLSX, PDF Max 100MB/ tiedosto Ohjelma muuttaa Word-, Excel- ja Powerpoint-tiedostot tuotaessa automaattisesti pdf-tiedostoiksi"	Ei mitään	PDF	PDF	PPTX toimii ainakin sovelluksen sisäisellä selaimella jaettuna. Periaatteessa kaikki web-selaimen kautta linkillä jaettava O365 materiaali pitäisi toimia

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltSpaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
Tuetut 3D-mallit	"FBX, OBJ, STL, GLB, glTF, PLY, 3MF Ei tue animaatioita Ei tiedosto- kokorajoituksia"	"GLB, glTF, FBX, OBJ, DAE, PCD Tukee myös animaatioita Max 100MB/ tiedosto"	Kaikki Unityn tukemat formaatit, sillä mallit pitää tuoda Unity-lisäosan avulla. Ei koko rajoituksia, mutta suositus alle 5MB/tiedosto. Tukee myös animaatioita	"GLB, FBX, OBJ, GLTF2, STL, PLY, 3MF Max 5 mallia/ huone"	"GLB Ei tue animaatioita Max 100MB/ tiedosto"	Omien 3D-mallien tuonti sovellukseen onnistuu vain Enterprise-lisenssillä. Sovelluksessa on lisäksi oma sovelluksen sisäinen kirjasto, josta löytyviä malleja voi tuoda vapaasti
Tuetut videotiedostot	MP4	"MP4, GIFs, MKV, MOV, AVI, WMV, WEBM Max 200MB/ tiedosto"	Kaikki Unityn tukemat formaatit, sillä videot pitää tuoda Unity-lisäosan avulla	"MP4, MOV Tukee myös 360-videoita"	"MP4, GIF Max 128MB/ tiedosto"	Periaatteessa vain soveluksensisäisen nettiselaimen kautta pyöritettävät videot. Myös 360-videot toimivat ainakin youtubesta katsottuna.
Tuetut kuvatiedostot	JPG, PNG	"PNG, JPEG, TIFF Max 10MB/ tiedosto"	Kaikki Unityn tukemat formaatit, sillä kuvat pitää tuoda Unity-lisäosan avulla	JPG	PNG, JPG	Vain soveluksensisäisen nettiselaimen kautta
Integraatiot	"O365 Google Jira Miro Mural Salesforce Slack Trello"	"Google Microsoft"	Ei mitään	O365	"Sketchfab (3D-malleja) Tenor (GIF- animaatioita)"	OneDrive, Google Docs, Dropbox

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltspaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
3D-piirtäminen	Vain VR-versiossa	Vain VR-versiossa	Ei	Juu	Juu	Juu
Post-it laput	Juu	Juu	Ei	Juu	Ei	Juu
Laser-osoitin	Vain VR-versiossa	Vain VR-versiossa	Juu	Juu	Kynää voi käyttää laserosoitina	Ei
Valkotaulu	Tilaan voi laittaa useita tauluja ja niiden sisällön pystyy tallentamaan kuvana.	Jokaisessa tilassa on yksi läpinäkyvä "taulu". Lisäksi Post-it lappuja voi suurentaa ja käyttää valkotauluna	Ei	Juu	Ei, mutta seinien, kuvien, pdf:ien ja videoiden päälle voi piirtää	Juu
Kokousten nauhoitus ja kuvankaappaukset	Voi kaapata kuvia ja selfieitä, mutta ei nauhoittaa videota suoraan sovelluksesta	Ei suoraan sovelluksessa	Kuvankaappausten ja selfieiden ottaminen mahdollista. Videon nauhoittaminen ei suoraan sovelluksesta	Kuvankaappausten ja selfieiden ottaminen mahdollista kaikilla alustoilla. Video vain PC:llä	Kuvankaappausten ja selfieiden ottaminen mahdollista. Videon nauhoitus max 60 sekunttia/video	Periaatteessa. Kuvankaappauksia voi ottaa, mutta ENGAGE ei nauhoita pelkästään videoita vaan se nauhoittaa kaikki tilassa tapahtuvat interaktiot. Tästä syystä tallenteen voi katsoa vain ENGAGE:ssa
Reaktiot ja emojiit	Kättely, fist bumb, high five ja taputus. Ei emojija	Hurraaminen, Taputtaminen, tanssiminen ja hyppiminen yms. Ei emojija	3D-emojiit löytyy	Hymyily, silmänisku, yläpeukku, alapeukku sekä nopeat tekstimuotoiset vastaukset emojiin sijaan	2D- ja 3D-emojiit löytyy	Taputus ja käden nostaminen pystyy. Ei emojija

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltspaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
Lentäminen	Työpöytä- sovelluksessa onnistuu	Ei, mutta teleporttaamalla voi liikkua ilmassa leijuvien kohteiden päälle	Juu, mutta sen pystyy estämään tilan asetuksista. Teleportilla voi myös liikkua ilmassa leijuvien kohteiden päälle	Ei	Juu	Ei
Muuta huomautettavaa	Kaikista ammattimaisimman näköinen	Kaikista laajin tuki eri laitteille ja tiedostomuodoille	Ei oikein sovellu kokoustamiseen		Soveltuu ehkä paremmin kasuaaleihin tilaisuuksiin kuin business meetinkeihin	
Tilojen tekeminen						
Omien tilojen luonti	Onnistuu Gluen Unity SDK:n avulla Custom toteutukset myös mahdollisia lisämaksusta Gluen tiimin kautta	Kattavat työkalut tilojen luontiin Unityllä. Voi myös viedä tilan 3D-mallin suoraan sovellukseen jos ei halua käyttää Unityä	Onnistuu Unityn kautta ja tukee monia eri Unityn ominaisuuksia, mm. audioclippejä	Ei suoraan sovelluksesta. Lisämaksusta onnistuu MeetinVR:n tiimin kautta	Onnistuu Mozillan Spoke- sovelluksella. Tilat voivat sisältää myös ääntä.	Ei suoraan sovelluksesta. Lisämaksusta onnistuu ENGAGE:n tiimin kautta
Omien skyboxien tuonti	Onnistuu Gluen Unity SDK:n avulla	Onnistuu Unityllä	Onnistuu Unityn kautta	Ei suoraan sovelluksesta. Lisämaksusta onnistuu MeetinVR:n tiimin kautta	Onnistuu Mozillan Spoke-sovelluksella	Ei suoraan sovelluksesta. Lisämaksusta onnistuu ENGAGE:n tiimin kautta
Tilojen linkitys portaaleilla tms.	Ei	Juu	Juu	Ei	Juu	Ei

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltspaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
Muuta huomautettavaa	"Made in Finland ISO/IEC 27001 sertifioitu"	Todella kattavat kehitystyökalut Unitylle omien tilojen ja toiminnallisuuksien rakentamiseen	Monipuolisimmat omien tilojen rakentamis-ominaisuudet		Melko kattava tilojen rakentamistyökalu	
Lisenssiasiat						
Vaatiiko käyttö rekisteröitymisen	Kyllä	Tiloihin voi liittyä linkillä ilman rekisteröitymistäkin web-versiossa. Muut versiot sekä tilojen luonti ja muokkaus sekä sisältöjen tuonti vaativat rekisteröitymisen.	Kyllä	Perustoiminnot käytössä ilman rekisteröitymistä	Hub-tilojen luonti vaatii, mutta tiloihin liittyminen ei	Kyllä
Kirjautumis- vaihtoehdot	"Sähköpostiosoite Google-tili"	"Sähköpostiosoite Google-tili Apple-tili Microsoft-tili MetaMask-tili"	Microsoft-tili	Ilmaiversiossa ei tarvitse kirjautua. Maksullisissa versiossa kirjaututaan emailin perusteella	Sähköpostiosoite	Sähköpostiosoite
Ilmainen versio	"Max 10 käyttäjää Max 10 tilaa 30 min per sessio 2GB tilaa"	"Max 50 käyttäjää 5GB tilaa"	Kaikki ilmaiseksi, mutta vaatii Microsoft-tilin	"Max 10 käyttäjää Vain ennalta määrättyjä Avatareja Oman sisällön tuonti ei mahdollista Tilat nolautuvat kokouksen jälkeen"	"10 käyttäjää/tila Lopputomasti tiloja 500 MB tilaa aseteille"	Pääsy ilmaisversiossa saatavilla oleviin tiloihin, avatareihin ja 3D-malleihin

VR-kokoustamis- alustat 2021	Glue	Spatial	RIP AltospaceVR	MeetinVR	Mozilla Hubs	ENGAGE
Pro-taso	"60€/user/kk Loputtomasti tiloja Ei aikarajoitusta Loputtomasti tallennustilaa"	"20€/kk Loputon tallennustila Live tulkkaukset Hostaus työkalut"	Ei PRO-tasoa	"35€/user/kk Luo avatar kuvan perusteella Oman sisällön tuonti mahdollista Ajoitetut kokoukset Tilojen sisältöjen tallennus"	"25 käyttäjää/tila Loputtomasti tiloja 2GB tilaa aseteille Omalle hubille oma osoite"	"10€/kk Lisää avatareja, 3D-malleja ja tiloja"
Muta huomautettavaa	https://www.glue. work/pricing/	https://spatial.io/ pricing		https://www. meetinvr.com/ pricing/	"Avointa lähdekoodia. Omaa Hubia voi myös hostata ja manageroida itse AWS:ssä"	https://engagevr. io/pricing/

Kirjoittajat

KIRJOITTAJAT

Jaakko Oksanen, lehtori & asiantuntija

Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Teknologiyksikkö

Mikael Viitasaari, lehtori & asiantuntija

Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Timo Puukko, projektipäällikkö & asiantuntija

Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Liiketoimintayksikkö

Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisut.



Avoimet julkaisumme tekevät tunnetuksi
Jamkin laajaa ja monialaista
opetus-, tutkimus- ja kehittämistyötä.

▶ jamk.fi/julkaisut

jamk | Jyväskylän
ammattikorkeakoulu



Jyväskylän ammattikorkeakoulu

PL 207, 40101 Jyväskylä
Rajakatu 35,
40200 Jyväskylä
Puh. +358 20 743 8100
Fax. +358 14 449 9694

jamk.fi

Jamkin julkaisut tutkittua tietoa sinulle.

Tämä käytännönläheinen opas avaa käsitteitä ja antaa kouluttajalle konkreettisia esimerkkejä XR –teknologioiden hyödyntämisestä opetuksessa. Oppaassa esitellään teknologia –alan VR-, AR- ja MR-pilotteja, mutta minkä tahansa koulutusalan ja –asteen opettaja voi inspiroitua pilotteja toteutaneiden opettajien myönteisistä kokemuksista ja rohkaistua itsekin kokeilemaan uusia teknologioita omassa koulutustyössään.

Opas on tuotettu Euroopan sosiaalirahaston (ESR) rahoitusta saaneessa Xpand: Laajennetun todellisuuden osaamisen kehittäminen –hankkeessa, jossa lisättiin keski-suomalaisen teknologia-alan yritysten ymmärrystä XR-teknologioiden hyödyntämisestä heidän toiminnassaan sekä parannettiin teknologia-alan koulutuksen laatua Keski-Suomessa laajennetun todellisuuden teknologioita hyödyntämällä vuosina 2021–2023.

ISBN 978-951-830-711-5

jamk