



3D-kartoitukseen perustuvat mallit antavat lähtökohdan foto-realististen VR-sovellusten kehitykseen.

# VIRTUAALITODELLISUUDESTA RATKAISU KIINTEISTÖN YLLÄPIDON KOULUTUKSEEN

**Juho-Pekka Virtanen, Ari Laitala,  
Päivi Suihkonen, Hannu Hyyppä,  
Marika Ahlavo, Arttu Julin, Matti Kurkela**

Virtuaalitodellisuus (VR) on kypsä opetusteknologiaksi, joka mahdollistaa tekemällä oppimisen uusilla virtuaalisilla tavoilla. Hyödyntämällä rakennetun ympäristön 3D-malleja virtuaalitodellisuuden sovelluksissa myös kiinteistöalan koulutus voi saada merkittävän uuden resurssin.

**SUOMESSA DIGITALISAATIO** on rakennus- ja kiinteistöalalla totuttu näkemään sisäisten prosessien digitalisointina ja palveluiden sähköistämisenä. Digitalisaation käytännön esimerkit, kuten etäluettavat anturit kiinteistöhuollossa ja digitaaliset tietomallit suunnittelussa, parantavat tehokkuutta ja tuottavat siten kustannussäästöjä. Digitalisaatio antaa myös mahdollisuuden toteuttaa ennakkoluulottomasti uutta liiketoimintaa synnyttäviä ratkaisuja. Ne muuttavat alaa ja toimintaa laajemmin, mutta vaativat onnistuakseen panostusta uudenlaiseen osaamiseen sekä yksilön ja ryhmien että organisaatioiden osalta.

Kiinteistöjen ja teollisuuden kunnossapidon koulutuksen haasteena on, että monet käytännön työn ympäristöt, kuten rakennusten konehuoneet ja tekniset tilat, ovat saavutettavuudeltaan ongelmallisia sekä asentajalle että opiskelijalle. Opetuksessa kaivataankin akuutisti työkaluja, jotka mahdollistaisivat näihin ympäristöihin tutustumisen etänä, ilman fyysistä paikallaoloa.

## **PELILLISTYVÄ KOULUTUS MOTIVOI OPPIMAAN**

Pelillistyvä koulutus on koettu motivoivaksi keinoksi opettaa. Se vaatii kuitenkin välittömän palautteen saantia ja balanssin saavuttamista pelaamisen ja oppimisen välillä. Visuaalisuuden ja havainnollisuuden merkitys on korostunut erityisesti silloin, kun digitaalisia aineistoja käytetään itsenäiseen opiskeluun. Vähitellen kaikille avoimet verkkokurssit, MOOCit ja vuoden 2020 pandemia ovat muuttaneet käsitystä etäoppimisesta.

Valitettavan usein etäopetusympäristöt ja videoneuvottelutyökalut kuten Teams, Zoom ja Moodle ovat edelleen vallitsevat työkalut. Se kuinka teknologiat ja sisältö tukevat tavoitteita ja motivaatiota, tekee etäoppimisesta joko edistynyttä tai pakkopullaa. Etäoppiminen on parhaimmillaan ajasta ja paikasta riippumatonta ja mahdollistaa kertaamisen.

Kysymys opetuksen digituotteista ja oppimisesta tiivistyykin paljolti siihen, kuinka hyvin opettajat ja oppijat saavat yhteisymmärryksen digitaalisen sisällön käyttökelpoisuudesta ja hallinnasta, osaamisvajeesta sekä digitaalisesta kommunikoinnista. Sisällöntuotannon osalta erilaisten medioiden ja aineistojen yhdistäminen, tekijänoikeudet ja digitaalisen tekniikan luova käyttö ja ulkoasu ovat ratkaisevan tärkeitä.

### RAKENNETUN YMPÄRISTÖN 3D-MALLIT YLEISTYVÄT

Rakennetun ympäristön 3D-mallit ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana yleistyneet useamman eri kehityskulun ansiosta.

Rakennussuunnittelussa BIM-malleista on tullut arkipäivää. BIM-mallissa yhdistyvät eri suunnitelmat (sähkö, LVI, rakenne, jne.), ja mallin avulla päästään tarkastelemaan rakentamisen elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta. Mahdollisia yhteentörmäyksiä voidaan tunnistaa automaattisesti ja tarkastella visuaalisesti. Mallin visualisoinnilla tuotetaan suoraan materiaalia päätöksentekoprosessiin, esimerkiksi suunnittelukokoukseen. Uusista kiinteistöistä BIM-mallit syntyvät jo suunnitteluvaiheessa, mutta myös vanhoja rakennuksia mallinnetaan osana korjausrakennusprojekteja.

3D-kaupunkimallit ovat puolestaan muodostuneet keskeiseksi paikatietoaineistoksi, jota yhä useammin hyödynnetään esimerkiksi kaupunkisuunnitteluun. Malleihin voidaan yhdistää esimerkiksi rakennusten energiankulutusta koskevia aineistoja, jolloin malleista tulee merkittävä lähtökohta myös monille kiinteistöjen ylläpitoa koskeville analyyseille.

Lisäksi tehostuva 3D-kartoitus tuottaa entistä helpommin 3D-malleja rakennetusta ympäristöstä, niin ulko- kuin sisätiloista. Vanhoihin kiinteistöihin sijoitettavia sovelluksia voidaankin jo toteuttaa 3D-kartoituksen avulla, jolloin sovelluksissa voidaan tarkastella aitoa rakennettua ympäristöä.

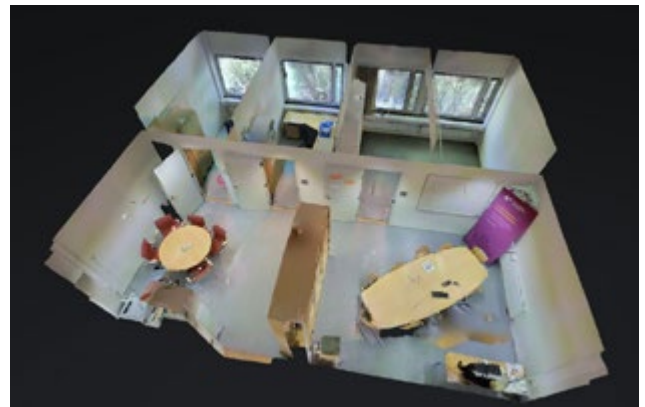
### 3D-MALLI MAHDOLLISTAA TODENOMAISEN VIRTUAALISEN OPPIMISYMPÄRISTÖN

VR on opetusteknologiana löytämässä omaa paikkaansa opetuksessa takavuosien hype-vaiheen jälkeen. Tekniikan kehittyminen on parantanut VR-lasien teknisiä ominaisuuksia samalla kun hankintahinnat ovat laskeneet. Virtuaalitodellisuuden kattavampi käyttö opetuksen osana edellyttäisi kuitenkin päätelaitteiden laajamittaista hankintaa ja mielekkään käyttäjäkokemuksen vaatiman fyysisen tilan toteuttamista opetustiloihin. Lisäksi VR kärsii vielä toistaiseksi jossain määrin puutteellisesta käyttömukavuudesta.

Virtuaalitodellisuuden soveltaminen voi muuttaa opetusta ja oppimista. Asiaa on pohtinut mm. **Nick Babich** (2019) kirjoituksessaan "How VR In Education Will Change How We Learn And Teach". Yksi Babichin nostoista on VR:n mahdollistama Learning by doing lähestymistapa uusilla digitaalisilla tavoilla. Esimerkiksi



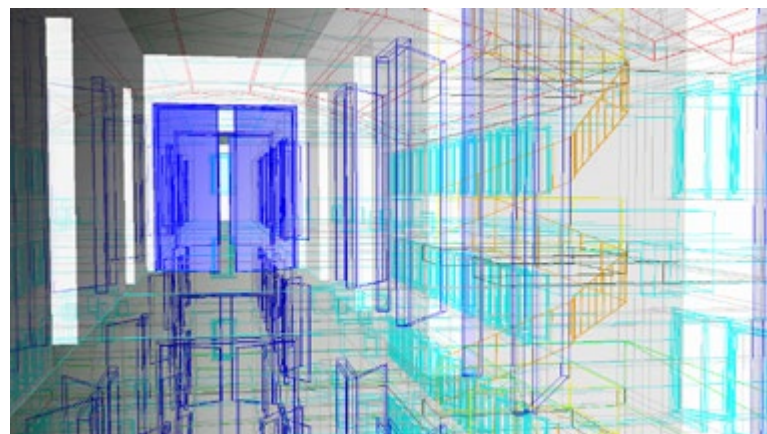
Kappale Helsingin kaupunkimallia (aineisto: Helsingin kaupunki).



Yksittäisen sisätilan 3D-kartoituksella tuotettu malli.

## Opetuksen digituotteet murroksessa

Rakennuksen BIM-malli (aineisto: Institute for Automation and Applied Informatics (IAI) / Karlsruhe Institute of Technology (KIT)).

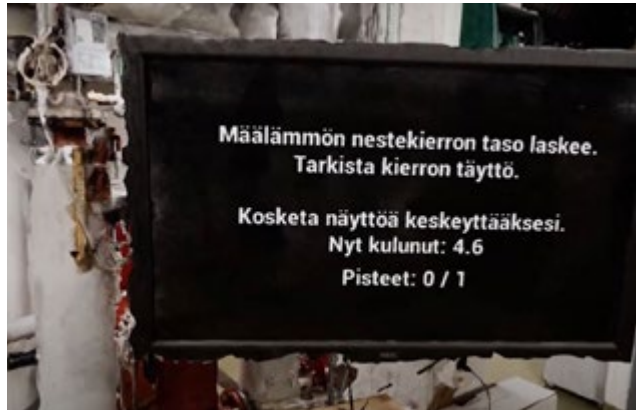






Laserkeilain mittauskäytössä ja yksittäinen tilaa esittävä värillinen pistepilvi.

Kehitetyssä kiinteistöhuollon opetuksen VR-sovelluksessa käyttäjä tutustuu tilan kohteisiin ja niiden ominaisuuksiin, katsoo toimintoja koskevia opetusvideoita ja suorittaa tehtäviä, joissa tilan kohteita pitää paikallistaa.



## Virtuaalitodellisuudesta vuorovaikutteinen oppimisympäristö

alueita tai ympäristön malleja voidaan VR:llä tarkastella vapaasti ja interaktiivisesti. Nyt ei tarvitse enää tyytyä siihen, että esim. kappaleiden siirtely tapahtuu tietokoneen hiiren liikutteluun perustuen ikään kuin ikkunan läpi tapahtumia seuraten. VR:n puolella kappaleisiin voidaan tarttua luonnollisemmin todellisessa ympäristössä. Tämä tukee oppimista mahdollistamalla tekemällä oppimisen, joka on monilla ammattialoilla tehokkain oppimisen muoto.

Mikäli rakennetun ympäristön 3D-malleja pystytään hyödyntämään myös virtuaalitodellisuuden sovelluksissa, voivat nämä mallit tulevaisuudessa muodostua tärkeäksi resurssiksi myös kiinteistöalan koulutuksessa. 3D-malli toimii virtuaalisen toiminnan alustana samalla tavalla kun itse fyysinen rakennus mahdollistaa toiminnan ja tapahtumat todellisessa maailmassa. Tämä visio virtuaalitodellisuuden avulla toteutetusta ympäristöstä, joka yhdistäisi rakennuksen todellisen digitaalisen kaksosen oppimista tukeviin aineistoihin, toimi hankkeen kokeilujen lähtökohtana.

## TEKNISESTÄ TILASTA VIRTUAALISEKSI OPPIMISYMPÄRISTÖKSI

Digioppimisella ammatilliseen kiertotalous- ja kestävän kehityksen osaamiseen -hankkeen (”Digikädenjälki”) tavoitteena oli testata, voisiko virtuaalitodellisuutta soveltaa kiinteistöjen ylläpidon opetuksessa. Opetussovelluksen koekohteeksi valittiin luontokeskus Haltian tekninen tila Nuuksiossa, Espoossa. Haltia valikoitui opetussovellukseen yhteistyössä Suomen ympäristöopisto Syklin kanssa, koska se sisälsi suuren joukon energia- tehokkuuteen tähtääviä järjestelmiä, kuten aurinkokeräimiä, maalämpöjärjestelmän ja poistoilman lämmön talteenoton.

Aalto-yliopiston rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti (MeMo) suoritti tilassa mittauskampanjan, joka käsitti sarjan laserkeilauksia Leica RTC360 -maalaserkeilaimella ja tilan kattavan kuvauksen järjestelmäkameralla. Maalaserkeilauksessa toteutettiin 46 keilausasemaa, jotka yhdistettiin alustavasti kohteessa ja myöhemmin rekisteröitiin tarkasti Leica Cyclone REGISTER 360 -ohjelmalla. Prosessin lopullinen tulos oli rekisteröity ja väritetty pistepilvi, jossa oli 391 miljoonaa pistettä.

Aineistojen pohjalta tilasta tuotettiin fotorealistinen, teksturoitu kolmiverkkopintamalli RealityCapture-ohjelmiston avulla. Lopuksi Luontokeskus Haltian teknisen tilan fotorealistista 3D-mallia käsiteltiin sen pelimoottoriyhteensopivuuden varmistamiseksi.

Kiinteistön ylläpidon koulutukseen tarkoitettu sovellus kehitettiin Luontokeskus Haltian aineistoja hyödyntäen. Sovelluksessa käytettiin Epic Gamesin Unreal Engine -pelimoottoria (<https://www.unrealengine.com/en-US/>). Toiminnallisuuksien ohjelmointi toteutettiin Unreal Enginen ”Blueprints”-ohjelmointina, graafisella ohjelmointikielellä.

Sovelluksen sisällön suunnittelu toteutettiin yhteistyössä Syklin kanssa. Tilan 3D-mallista pyrittiin kiinteistön huollon asiantuntijoiden kanssa tunnistamaan relevantit huoltokohteet, joiden tunnistamista ja toimintaa voitaisiin toteutettavassa koulutussovelluksessa käsitellä. Sovelluksen käyttöliittymä pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena. Käytännössä sovelluksessa käytetään VR-lasien lisäksi yksittäistä ohjainta, jossa ainoa painikkeella käytettävä toiminto on tilassa liikkuminen teleport-logiikalla.

Lopputuloksena sovellus mahdollistaa käyttäjän itsenäisen tutustumisen Luontokeskus Haltian teknisiin tiloihin VR-lasien avulla, perehtymisen tilan eri laitteistoihin sekä niitä koskevien opetusvideoiden katselun. Käyttäjän tietoja ympäristöstä testataan tehtävien avulla.

Alustavan koekäyttäjiltä saadun palautteen mukaan käyttäjät pitivät VR-sovelluksen tarjoamasta aidon kaltaisesta tilallisesta kokemuksesta ja vapaudesta itse tutkia ympäristöä haluamassaan tahdissa. Esimerkkisovelluksen perusteella VR:n hyödyntäminen kiinteistöhuollon opetuksessa vaikuttaakin erittäin lupaavalta.

## DIGIOPPIMISELLA AMMATILLISEEN KIERTOTALOUS- JA KESTÄVÄN KEHITYKSEN OSAAMISEEN -HANKE

Hankkeessa toteutettiin vastuullisen ammattitaidon verkkokurssit Ammatillaisen kädenjälki -sivustolle. Sykli vastasi projektikokouksien koordinoinnista ja tuotti kiinteistönhoidon ja ruokapalvelujen verkkokurssien sisällöt. Perho Liiketalousopisto vastasi matkailun ja kaupan alan sisällöistä. Aalto-yliopiston Rakennetun ympäristön laitos kehitti hankkeessa älypuhelimella ja verkkoselaimella toimivan fotorealistisen VR-oppimisympäristön. Hanketta rahoitti Hämeen ELY-keskus Euroopan sosiaalirahastosta.

Perinteisten verkko-opetuksen ympäristöjen lisäksi hankkeessa pyrittiin kokeilemaan uusia, kuluttajienkin ulottuvilla olevia virtuaalitodellisuuden järjestelmiä käytännössä. Virtuaalitodellisuus (VR) mahdollistaa elämyksien kokemisen digitaalisissa oppimisympäristössä ajasta ja paikasta riippumatta, parantaen merkittävästi opetusympäristöjen saavutettavuutta. 3D-tekniologioiden visuaaliset piirteet, immersiiivisyys ja vuorovaikutteisuus tukevat aktiivisuutta ja lisäävät oppimiskokemuksen syvällisyyttä täydentäen muuta oppimista. Virtuaalisuus ja pelillisuus opintomateriaalien tekemisessä voivat tulevaisuudessa muovata kurseista monimuotoisempia. Nykyinen pedagoginen suuntaus painottaakin oppijälähtöisempiä opetusmenetelmiä ja avoimia oppimisympäristöjä. Virtuaalisen todellisuuden lisäarvoja ovat mm: korostunut läsnäolon voima, vuorovaikutuksen rikkaus ja turvalliset ympäristöt riskien ottamiseen ja visualisointimahdollisuudet.



**TKT JUHO-PEKKA VIRTANEN** työskentelee tutkijatohtorina Aalto-yliopistossa rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutissa ja toimii Digikädenjälki ja KAOS-hankkeissa projektipäällikkönä osaamisalueinaan kaupunkimallit, 3D ja visualisointi.

Sähköposti: juho-pekka.virtanen@aalto.fi.



**ARI LAITALA** työskentelee Suomen ympäristöopisto Syklissä energiaan ja kiinteistöihin liittyvissä projekteissa sekä opusteknologiaa kehittävässä hankkeissa. Ari Laitala on myös Maankäyttö-lehden päätoimittaja. Sähköposti: ari.laitala@sykli.fi.



**PÄIVI SUIHKONEN** työskentelee Suomen ympäristöopisto Syklissä Kestävän kehityksen ja johtamisen tiimissä ja toimii Ammatillaisen kädenjälki -verkkokurssien parissa sekä Digikädenjälki-hankkeen projektipäällikkönä.

Sähköposti: paivi.suihkonen@sykli.fi



**HANNU HYYPPÄ** työskentelee Aalto-yliopistossa professorina ja toimii Suomen Akatemian ja STN:n rahoittaman COMBAT-hankkeen Aalto-yliopiston osuuden johtajana.

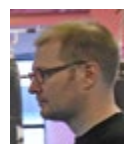
Sähköposti: hannu.hyyppa@aalto.fi



**MARIKA AHLAVUO** toimii tiedetuottajana Aalto-yliopistossa Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen (MeMo) instituutissa ja toimii OKM:n Avoin TKI ja oppiminen -hankkeessa sekä Creve2.0 -hankkeessa. Sähköposti: marika.ahlavuo@aalto.fi.



**ARTTU JULIN** työskentelee tohtorikouluttavana Aalto-yliopistossa Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutissa ja toimii Helsingin Älykäs Tietomalli 2025 -hankkeessa projektipäällikkönä. Sähköposti: arttu.julin@aalto.fi.



**MATTI KURKELA**, TkL, työskentelee Aalto-yliopistossa Rakennetun ympäristön laitoksella 3D-studiomanagerina ja toimii Avoin TKI- ja Creve2.0 -hankkeissa.

Sähköposti: matti.kurkela@aalto.fi.