

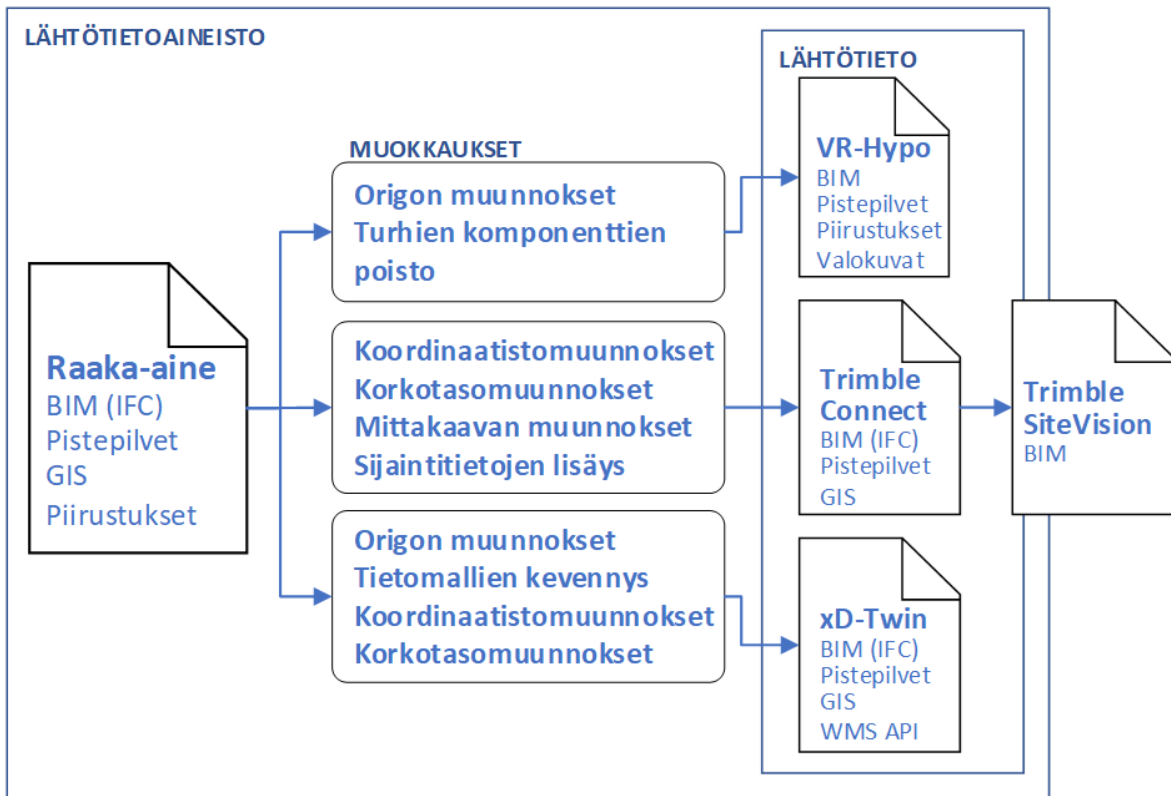
## **Digitaalisen rakennetun ympäristön hyödyntäminen pelastustoimen riskienhallinnassa**

LAB-ammattikorkeakoulussa käynnistyi vuonna 2021 “Cross-border safety, accident prevention and management”, CB-SAFE-hanke, jossa luotiin virtuaalinen harjoitteluympäristö pelastustoimen operatiiviseen johtamiseen (*VR-HYPO*). Samojen digitaalisten raaka-aineiden pohjalta tuotettiin digitaalinen aineisto yhteiseen tietoympäristöön ja pilotoitiin sen käyttöä pelastusviranomaisen onnettomuusriskien arvioinnissa ja riskienhallinnassa. Riskienhallinnan käyttötapaustarkastelun pilottikohteena toimi Saimaan kanavan yksi osuus. Aineistot koottiin ja muokattiin kahteen valittuun yhteiseen digitaaliseen tietoympäristöön, joilla mahdollistettiin pelastusviranomaisen toteuttama tarkastelu ja testaukset alueen riskiarvioinnissa. Pilotointi osoitti, että digitaalisten aineistojen ja helppokäyttöisen tietoympäristöalustan sekä AR-tekniikan avulla voidaan oleellisesti parantaa pelastusviranomaisten riskiarviointia erityisesti kokonaiskuvan luomisessa ja riskien tunnistamisessa.

### **Lähtötietoaineiston kokoaminen ja muokkaaminen**

Hankkeen työskentely alkoi vuoden 2021 alkupuolella digitaalisten materiaalien lähteiden selvittämisellä ja raaka-aineiston kokoamisella, jonka jälkeen lähtötietoaineistojen kokoamisessa ja muokkaamisessa pilotoinnin lähtötiedoiksi edettiin kuvan 1 mukaisesti. Lähtötietoaineistojen kokoaminen toteutettiin tiiviissä yhteistyössä Väyläviraston asiantuntijoiden kanssa. Ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin digitaaliseen raaka-aineeseen eli saatavilla oleviin aineistoihin ja luokiteltiin materiaali kansallisten yhteisten inframallivaatimusten periaatteiden mukaisesti.

*Alt text: Kuvassa näkyy kaavio, jossa lähtötietoaineisto jaetaan kahteen: raaka-aineeseen sekä varsinaisiin lähtötietoihin. Raaka-aine koostuu muokkaamattomista aineistoista, kuten pistepilvistä, tietomalleista (BIM), paikkatietoaineistoista (GIS) sekä piirustuksista. Kuvaajassa raaka-ainetta esittävän kuvakkeen ja lähtötietokentän välillä on esitetty muokkaustoimenpiteitä. Muokkaustoimenpiteillä raaka-aineet saatetaan lähtötiedoiksi. VR-Hypossa hyödyntämistä varten aineistoihin tehdään koordinaattien korjauksia sekä poistetaan turhia komponentteja. Trimble Connectia ja SiteVisionia varten tarvitaan aineistojen koordinaattien, korkotasojen ja mittakaavojen muunnoksia, sekä sijaintitietojen lisäys. xD-Twin-sovellusta varten tulee tehdä samat koordinaatti-, korkeustaso- ja origomuunnokset, kuin Trimble Connectiin, mutta myös keventää malleja.*



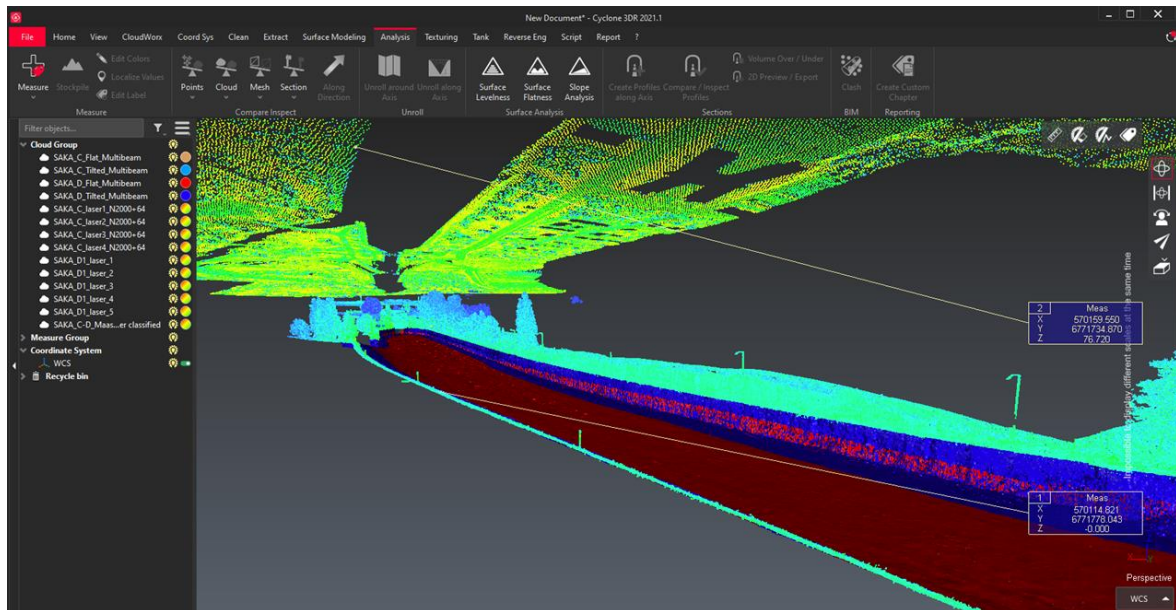
Kuva 1. CB-SAFE-hankkeen lähtötietoaineiston muodostuminen (Kuva: Jarno Rautiainen)

Lähtöaineistoja ei käytetty alueiden tai rakenteiden mallintamiseen vaan aineistoja pyrittiin hyödyntämään lähellä niiden lähtötilaa. Suurimmaksi ongelmaksi muodostui se, että aineistot olivat pääsääntöisesti eri koordinaatistoissa.

Rakennusten tietomallit olivat paikallisissa projektikoordinaatistoissa, kun taas pistepilvet, piirustukset ja infran tietomallit olivat monissa eri globaalikoordinaatistoissa. Rakennusten ja rakenteiden, kuten siltojen ja sulkujen tietomallit oli joko luovutettu tai tuotettiin tätä käyttötarkoitusta varten IFC-formaattiin. IFC, Industry Foundation Classes on rakennusalan käytetyin avoin tiedostomuoto tietomallien tiedonsiirtoon. Tietomallit siirrettiin samaan koordinaatistoon Simplebim-sovelluksen avulla hyödyntämällä malleista löytyneitä tunnettuja pisteitä sekä paikkatietoikkunan koordinaattimuunnos-työkalua.

Kuvassa 2 on esitetty pistepilviä samassa koordinaatistossa, mutta väärissä korkeusasemissa.

*Alt text: Kuvan yläaidassa näkyy Saimaan kanavan alueen maanpinnan mittauspisteistä muodostuva pinta alhaalta kuvattuna. Pinnassa näkyy reikiä kanavan sekä ympäristön rakennusten kohdalla. Todellisessa korkeusasemassa sijaitsevien maanpinnan pisteiden alapuolella näkyy mittauspisteistä muodostuvaa kuvaa kanavan pohjan, reunojen ja välittömän läheisyyden puustosta nollakorossa, eli merenpinnan korkeudella.*



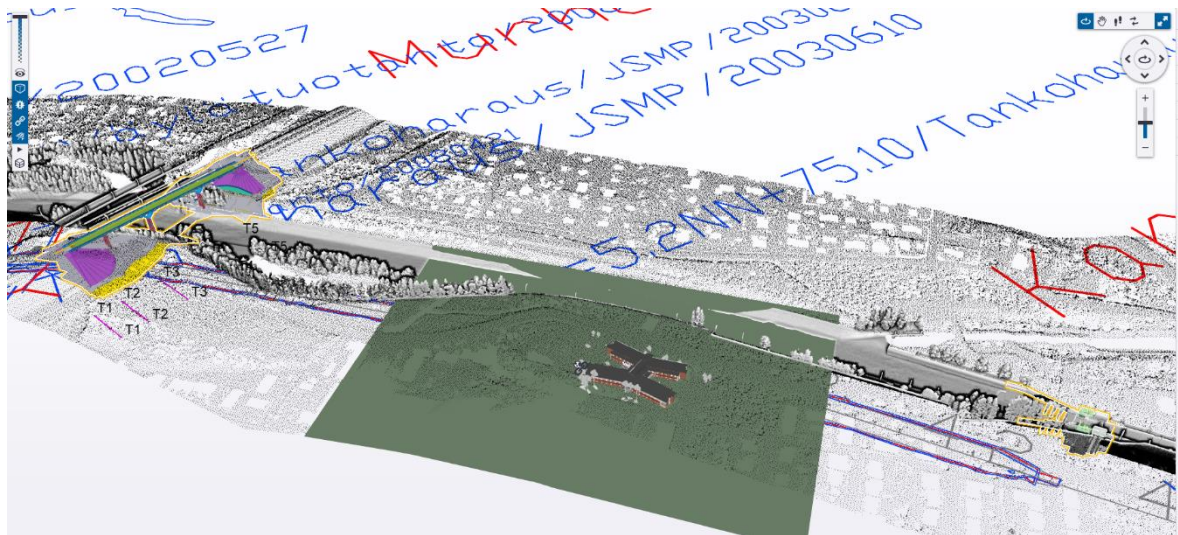
Kuva 2. Pistepilvien alkutilanne, kanavan reunat ja pohja nollakorossa (Kuva: Jarno Rautiainen)

Pistepilvistä rajattiin ensin tarkastelualueen kohta Leica Cyclone 3DR-sovelluksella. Tämän jälkeen ne siirrettiin samaan koordinaatistoon tietomallien kanssa Trimblen Point Cloud Manager-sovelluksella. Koordinaattikorjausten jälkeen havaittiin, että Saimaan kanavan pohjan ja lähialueen pistepilvet sijaitsivat nollakorossa. Pistepilvet siirrettiin viimein oikeaan korkeutasoon Leica Cyclone 3DR-sovelluksen *Edit Translation*-työkalulla ja hyödyntämällä mitausraportoinneissa ilmoitettuja vertailutasoja.

## Virtuaalisten aineistojen pilotointi riskienhallinnassa

Lähtötieto koottiin pilotointia varten tietokonein ja mobiililaittein käytettäville Trimble Connect- ja xD Twin -alustoille. Ryhmä pelastusviranomaisia käytti alustoja järjestetyissä työpaikatilaisuuksissa arvioidakseen valitun pilottialueen riskejä (Suomen Riskienhallintayhdistys 2013). Kuvassa 3 on hankkeessa luotu Trimble Connect tietoympäristö.

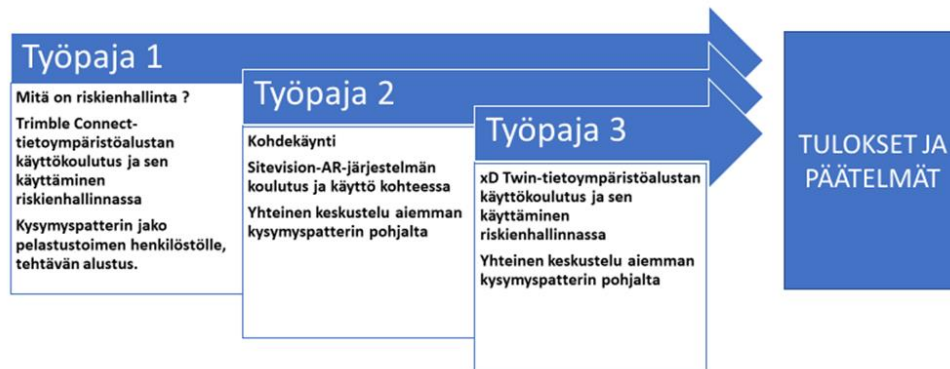
*Alt text: kuvassa näkyy yläviistosta kuvattuna pisteistä muodostuvat kanavan alueen maanpinnan muodot, sekä kanavan pohjan ja reunojen pistepilvet. Kuvan vasemmassa laidassa näkyy samasta kuvakulmasta sillan kolmiulotteinen malli, keskellä punatiilisen mustakattoisen rakennuksen malli sekä oikeassa laidassa veneiden nostamiseen ja laskemiseen tarkoitetun sulun malli samassa ympäristössä.*



Kuva 3. Saimaan kanavan alueen aineistokooste luodussa tietoympäristössä (Kuva: Jarno Rautiainen)

Työpajojen lisäksi järjestettiin Saimaan kanavalle kohdekäynti, jonka aikana testattiin Trimble SiteVision AR-järjestelmää. Pilotointi toteutettiin kolmena työpajatyöskentelynä kuvan 4 mukaisesti.

Alt text: Kuvassa on esitetty kolmen työpajan sisältö ja vaiheistus. Työpajassa 1 käytiin ensin läpi, mitä on riskienhallinta. Sen jälkeen pidettiin Trimble Connect tietoympäristöalustan käyttökoulutus ja miten sitä voidaan käyttää riskienhallinnassa. Tämän jälkeen jaettiin kysymyspatteri työpajaan osallistuneelle pelastustoimen henkilöstölle ja alustettiin kysymykset. Työpajassa 2 oli ensin kohdekäynti, jossa testattiin Sitevision-AR-järjestelmä. Tämän jälkeen pidettiin yhteinen palautekeskustelu työpajan 1 kysymysten pohjalta. Työpajassa 3 käytettiin tietoympäristöalustana xD Twin-alustaa ja tetettiin sen käyttöä riskienhallinnassa. Tämän jälkeen pidettiin yhteinen palautekeskustelu työpajan 1 kysymysten pohjalta. Työpajojen jälkeen koottiin tulokset ja tehtiin päätelmät.



Kuva 4. Työpajatyöskentelyn sisältö ja vaiheistus (Kuva: Timo Lehtoviita)

Käytetyistä ohjelmista Trimble Connect toimi perustana kahdessa ensimmäisessä työpajassa; sekä tietokoneella aineistoa tarkasteltaessa että Trimble SiteVision AR-järjestelmän pohjana. Trimble Connect on pilvipalvelupohjainen ohjelmisto, jolla rakennushankkeen eri osapuolet voivat jakaa reaaliaikaisesti hankkeen erilaisia digitaalisia aineistoja, esimerkiksi IFC-tietomalleja (BuildingPoint Finland 2022a). Pelastusviranomaisten käytössä alustan erilaisista ominaisuuksista keskityttiin suurimmaksi osaksi toiminnallisiin 3D-käyttöliittymän kautta pilottialueen Trimble Connectin kanssa yhteensopivalla kolmiulotteisilla aineistoilla. Toiminnoista oleellisimmiksi nostettiin tässä käyttötapaüksessa aineiston visuaalinen tarkastelu ja osapuolten välinen kommunikointi sekä kommenttien ylöskirjaaminen ToDo-toiminnon avulla.

Kohdekäynnillä testattu Trimble SiteVision AR on järjestelmä, joka koostuu GNSS-satelliittiantennista sekä siihen liitetystä matkapuhelimesta. SiteVision hyödyntää lisätyn todellisuuden teknologiaa (AR) ja satelliittipaikannuksen mahdollistamaa tarkkaa sijaintitietoa, jolloin näiden yhdistelmällä Trimble Connectissa oikeissa koordinaatioissa olevia tietomalliaineistoja voidaan tarkastella laitteen näytöltä automaattisesti oikeissa paikoissaan. Järjestelmä mahdollistaa lisäksi esimerkiksi erilaisia kommunikointi- sekä mittaustoimenpiteitä kentällä. (BuildingPoint Finland 2022b). Kuvassa 5 on esitetty kohteessa olevan uuden rautatiesillan näkymä SiteVision AR-järjestelmässä.

*Alt text: Kuvassa näkyy Saimaan kanavan lähiympäristöä ja toisen puolen puustoa hieman yläviistosta kuvattuna. Kuvan keskellä näkyy kaksi kanavan yli menevää siltaa. Toisen sillan kamerakuvan päälle on liimattu sillan ja kolmiulotteinen malli. Sillan toiselta puolelta on myös nähtävissä mallissa olevat maa- ja kalliopinnan leikkaukset ja pengerrykset samalla*

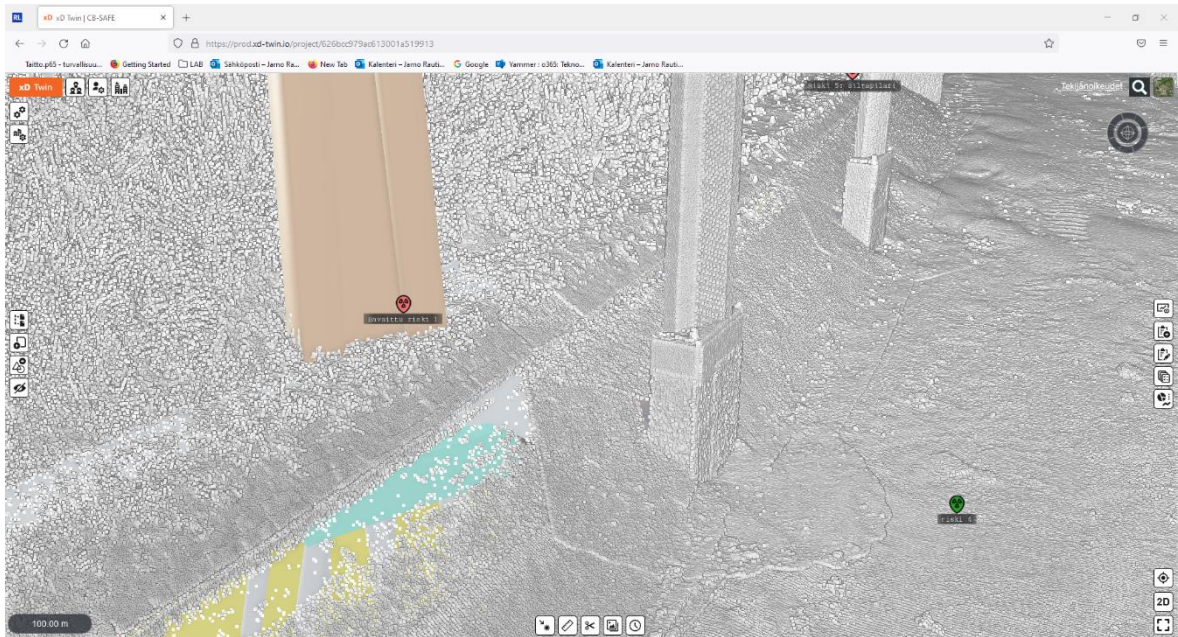
*tavalla kamerakuvan päälle liimattuna. Sillan mallin hologrammi on hieman läpinäkyvä ja siitä siintää läpi sillan pilareiden ympärillä olevat rakennustelineet.*



Kuva 5. Saimaan kanavan uuden ratasillan mallin tarkastelua AR-tekniikan avulla (Kuva: Mauri Huttunen)

Kolmannessa työpajassa perusajatus oli Trimble Connect -käyttötapausten kaltainen. Kaikki yhteensopiva tietomalli- sekä pistepilviaineisto ladattiin xD Visualsin xD Twin -alustalle, jossa aineistoa tarkasteltiin visuaalisesti ja raportointitoimintoja testattiin projektin osapuolten vuorovaikutukseen. xD Twin on kokonaan selain- ja pilvipohjainen alusta, jossa esimerkiksi erilaisia rakennetun ympäristön aineistoja ja paikkatietoaineistoja voidaan tarkastella kolmiulotteisesti tietokoneella sekä mobiililaitteilla (xD Visuals Oy 2022). Kuvassa 6 on esitetty näkymä xD Twin -järjestelmästä ja merkityistä riskeistä.

*Alt text: kuvassa näkyy yläviistosta kuvattuna siltapilari sekä pisteistä muodostuvia Saimaan kanavan reunojen ja pohjan muotoja. Pistepilvi näkyy valkoisen ja harmaan eri sävyillä ja siltapilari värillisenä. Kuvassa näkyy myös pienellä ikonilla kuvattuna ohjelmassa lisätty riski-ilmoitus, jonka alapuolella lukee riskin otsikointi. Yksi ikoni on sijoitettu siltapilarin alalaitaan, yksi kanavan reunalle ja yksi kanavan pohjalle.*



Kuva 6. Riskien merkitseminen xD-Twin-tietoalustalla (Kuva: Jarno Rautiainen)

Pilotointien perusteella tehtiin seuraavat tulokset ja päätelmät:

- Käyttäjä saa alustojen avulla hyvän kokonaiskuvan alueesta ja voi merkitä havaittuja riskejä suoraan 3-ulotteiseen näkymään
- Järjestelmien käyttö vähentää kohdekäyntien tarvetta
- Molemmat testatut alustat olivat helppokäyttöisiä myös pelastusviranomaisille
- Mobiilikäyttöliittymä-vaihtoehto tukee kohdekäyntejä
- AR-järjestelmän avulla kyettiin näkemään samaan aikaan reaali maailma ja digitaaliset mallit, tämä kombinaatio helpotti riskien tunnistamista, erityisesti tulevien riskien arvioinnissa

Alustojen käytössä on kiinnitettävä erityistä huomiota tietoturvaan. Helppo käyttö ja keskittetty tietovarasto lisäävät tietoturvariskejä. Jatkossa on kerättävä samalle alustalle myös muuta riskeihin liittyvää dataa samaan ympäristöön avoimien rajapintojen kautta, kuten esimerkiksi dronekuvauksien aineistoja.

Kolmiulotteisen digitaalisen lähtötiedon avulla on mahdollista tehdä syvällisempää pelastusviranomaisten riskiarviointia. Tärkeimmät vaatimukset lähtötiedolle käyttämiselle tässä käyttötapauksessa ovat kaikkien aineistojen hyvä digitaalinen peruslaatu, hyödyllinen tieto tietomalleissa ja nykyaikaiset digitaaliset alustat monipuolisilla työkaluilla ja loogisella käyttöliittymällä. Testattuja alustoja voisi käyttää myös osana koulutustilanteita ja täydentämään kehitettyä virtuaalista harjoitteluympäristöä.

## Lähteet

BuildingPoint Finland. 2022a. Trimble Connect. Luettu 25.11.2022. Saatavissa: <https://buildingpointfinland.fi/trimble-connect/>

BuildingPoint Finland. 2022b. Trimble SiteVision. Luettu 25.11.2022. Saatavissa: <https://buildingpointfinland.fi/trimble-sitevision/>

SFS-EN ISO 19650-1:2019. Rakennuksia ja infrarakenteita koskevien tietojen organisointi ja digitalisointi, mukaan lukien rakennetun ympäristön tietojen mallintaminen ja hallinta hyödyntämällä rakennettujen kohteiden tietomallinnusta (BIM). Osa 1: Käsitteet ja periaatteet. Suomen Standardisoimisliitto. Luettu 18.11.2022. Saatavissa: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/1092294.html.stx>

Suomen Riskienhallintayhdistys. 2013. Riskienhallintaprosessi. Luettu 23.11.2022. Saatavissa: <https://pk-rh.fi/riskienhallinta/riskienhallinnan-periaatteet.html>

xD Visuals Oy. 2022. Digital Twin for Built Environment. Luettu 25.11.2022. Saatavissa: <https://www.xd-twin.io>

## Kirjoittajat:

**Timo Lehtoviita** toimii lehtorina LAB-ammattikorkeakoulun rakennustekniikan ja tietomallinnuksen koulutuksissa sekä tietomalliasiantuntijana CB-SAFE-hankkeessa sekä muissa kehityshankkeissa.

**Mauri Huttunen** toimii CB-SAFE-hankkeessa rakennetun ympäristön digitalisaation, tietomallintamisen ja XR-teknologioiden asiantuntijana. Hän toimii myös vastaavissa asiantuntijatehtävissä sekä projektipäällikkönä muissa LAB-ammattikorkeakoulun hankkeissa.

**Jarno Rautiainen** toimii TKI-asiantuntijana LAB-ammattikorkeakoulun rakennustekniikkaan ja rakennusten tietomallintamiseen liittyvissä hankkeissa, sekä satunnaisesti rakennusten tietomallintamista sisältävissä opetuskokonaisuuksissa. CB-SAFE-hankkeessa hän vastasi lähtötietoaineistojen kokoamisesta.