

As Built -mallin rekonstruktio fotogrammetrian ja laserkeilauksen avulla

Johdanto

Kokeiluhankkeen tavoitteena oli tutkia ja selvittää laserskannauksen ja fotogrammetrian mahdollisuudet toteutamallin, eli tuotannon muutoksilla päivitetyn suunnittelumallin, luomisessa.

Painopiste oli kustannustehokkuudessa, minkä takia hyödynsimme kokeilussa pientä ja suhteellisesti edullista Leican BLK360 lidaria, Uskomme teknologian kehittyessä lidarien fyysisen koon pienevän ennestään, tarkkuustason paranevan ja kustannuksien madaltuvan. LiDAR (lyhenne sanoista Light Detection and Ranging) on optinen tutka, joka toimii näkyvän valon, lähi-infran tai ultravioletin alueella. Lidaria käytetään etäisyyden mittaamiseen – laite mittaa kohteen etäisyyden lähettämällä pulssin laservaloa ja rekisteröimällä ajan, joka kuluu heijastuneen pulssin palaamisen. Mitatuista pisteistä muodostuu pistepilviaineisto.

Skanskan lisäksi hankkeeseen osallistui 3D Talo Finland, joka toimi hankkeessa laserskannauksen asiantuntijana ja aineistojen käsittelijänä, sekä avusti Skanskaa tuloksien analysoinnissa. Hankkeen päävaiheet olivat seuraavanlaiset:

- 1) Kokeilun laajuuden määrittely ja kuvausjärjestelyjen suunnittelu pilottityömaan kanssa
- 2) Teknisen ratkaisun valmistelu
- 3) Pilotointi ja kuvausaineston keruu
- 4) Aineiston jalostus ja analysointi
- 5) Tulosten arviointi ja raportointi sisältäen jatkokehitystarpeiden määrittelyn.

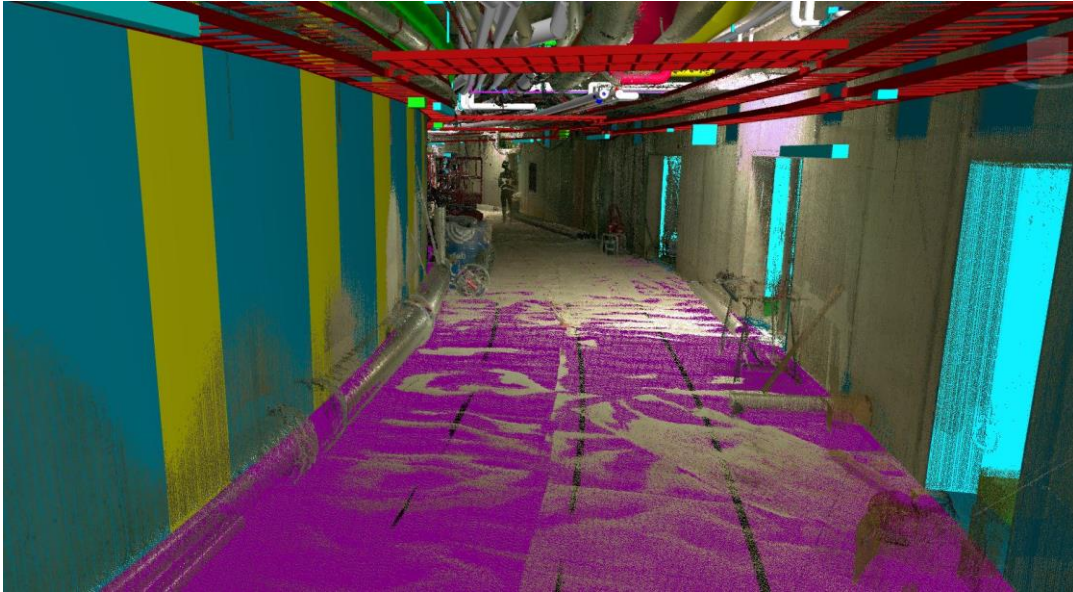
Hankkeen tavoiteltuna tuloksena oli taltioida ja dokumentoida suunnittelusta poikkeavat muutokset pilottiprojektissa ja arvioida kuvausaineiston laadukkuutta. Kokeilimme laaja-alaisesti erilaisia kuvauksen toteutusvaihtoehtoja, kuvausympäristöjä ja olosuhteita, jotta pystyimme kriittisesti arvioimaan lähestymisratkaisumme teknistä validiutta ja kustannustehokkuutta. Tavoitteena on luoda toimintatapa ja tarjota tulos rakennetun ympäristön toimijoiden hyödynnettäväksi.

1. Hankkeessa kokeellisesti kehitetystä teknisestä ratkaisusta, palvelusta ja/tai toimintamallista

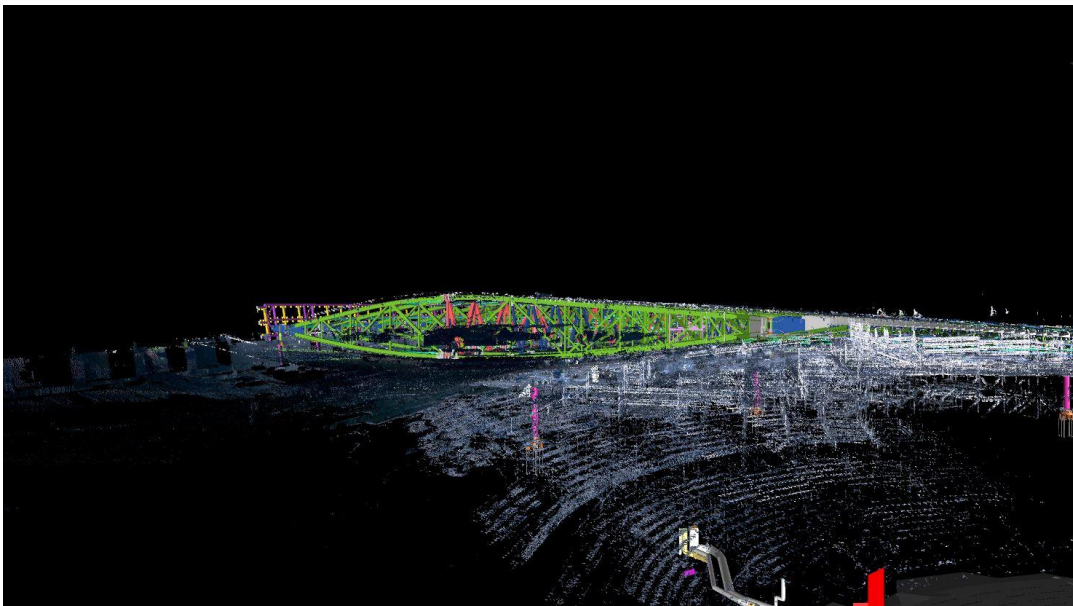
Hankkeessa testattiin kokeellisesti ratkaisumme ja toimintamalliamme. Prosessi on kuvattu tarkemmin loppuraportin liitteenä löytyvästä prosessikuvauksesta.

Yleisajatuksena oli valita erilaisia haastavia kuvauskohteita, jotta kokeilusta saisi eniten itse niin teknisen kuin käytännön toteutettavuuden puolesta. Pilottiprojektina oli

Olympiastadionin peruskorjaushanke, missä toinen kuvauskohteistamme oli pääsuoran alta löytyvä huoltokäytävä. Halusimme taltioida LVI-kanavien sekä sähkökomponenttien asennuksia ja läpivientejä. Toiseksi kuvauskohteeksi valikoitui pohjoispuolen uuden katsomokatoksen teräsristikoiden asennus yleisesti haastavuuden puolesta. Lasersäteistä vain murto-osa osuu pintoihin, jolloin analysointiohjelmiston pitää kyetä renderöimään katveeseen jääneet alueet. Lisäksi laserkeilaus tapahtui dynaamiselle rakennustelineellä, mikä oli altis värähtelyille, sekä koko kattorakenne oli asennettu laakereiden päälle. Tämä tarkoitti sitä, että laserkeilatun aineiston positiointi tietomallin päälle vaatii ohjelmistolta ”älykkyyttä” yhdistämisessä.



Ajoimme huoltokäytävästä kymmenen ja teräsristikosta kolme kuvauskertaa ja kokosimme tietomallit sekä kuvausaineiston samaan yhdistelmämalliin analysointia varten. Analysointia varten hankimme taustatutkimuksemme perusteella ClearEdgen Verity-ohjelmisto käyttöön, mikä rakennettu NavisWorks sin päälle plugin:nä.



2. Hankkeen poikkeamat suhteessa hankehakemukseen

Lähtökohtaisesti tavoitteena oli toteuttaa kokeiluhanke asuntorakennusprojektissa. Kesälomien ja aikataulupaineiden vuoksi päädyimme lopulta pilotoimaan kokeilua Olympiastadionin peruskorjaushankkeessa. Teknisesti tällä muutoksella ei ollut vaikutusta.

Lisäksi teimme poikkeuksen keilauksen toteutustavassa. Alkuperäisessä suunnitelmassa olimme päättäneet kokeilla keilaustapana työmaanosturiin kiinteästi asennettua keilainta. Teimme tästä poikkeuksen, sillä pilottikohteessa oli torninosturin sijaan ajoneuvonosturi käytössä. Päädyimme sen sijaan keilaamaan kattoteräsristikoiden järeiden rakennustelineiden päältä. Rakennustelineet olivat dynaamisia, eli värähtelivät liikkeen ja tuulivoimien myötä, mikä simuloi hyvin myös torninosturin heiluntaa.

3. Tulokset - hyödynnettävyydestä ja vaikutuksista

Kokeiluhanke oli siinä mielessä onnistunut, että saimme kerättyä kattavasti korkeatasoista kuvausaineistoa, mikä vastasi laatuvaatimuksiemme. Pystyimme ajamaan analyysijämme keilatuun aineistoon ja tietomallien välillä sekä arvioimaan lidarilla kuvatuun aineistoon soveltuvuutta toteutamallin tuottamisessa. Myöskin toimintamallimme osoittautui toimivaksi, vaikka kokonaisprosessi on raskas jos mietitään kokonaisen kohteen skannausta.

Hyödynnettävyyden suhteen ratkaisu osoittautui kustannustehottomaksi. Skannaukset itsessään eivät vie suuremmin aikaa, mutta kuvausaineiston käsittely ja kuvauksien yhdisteleminen on raskasta. Lisäksi teknologian kypsyys jätti kysymysmerkkejä. Solid-state lidar -teknologia on vasta tulossa markkinoille ja osoittaa suurta potentiaalia. Hankintakustannus laskisi vain murto-osaan nykyisistä lidareista, mikä mahdollistaisi laaja-alaisemman implementoinnin tuotantoon ja täten mahdollistaisi nk. automatisoidun skannauksen. Tehokkuuden kannalta pitäisi kuvausaineistoa pystyä siirtämään reaaliaikaisesti päätelaitteesta pilveen, missä kuvausaineiston käsittely tapahtuisi tietyllä tasolla asti automaattisesti kuvantunnistusta hyödyntäen. Nykyiset menetelmät vaativat liikaa manuaalista työtä, mikä tekee yhtälöstä kustannustehottoman.

Markkinoille on tullut ratkaisu, missä pistepilven sijaan työmaa skannataankin videokameralla ja videokuva liimataan tietomallin päälle. Kohteen kiertäminen kypäran kiinnitettyllä kameralla ja kommenttien upotus videoon on käytännönläheisempi lähestymistapa. Kvanttustunni-algoritmit kykenevät tunnistamaan eroavaisuudet kuva-aineiston ja videokuvan välillä. Kaikki riippuu toki tavoitteesta – halutaanko taltioida muutoksia ja viestiä niistä takaisin suunnittelijalle vai koota toteutamalli (pintamalli) pistepilvestä.

4. Toteutetusta tulosten viestinnästä ja avoimesta jakamisesta

Esittelytilaisuus hankkeesta ja sen tuloksista pidettiin Skanskalla 17.12.2018. Tilaisuuteen osallistui Skanskan henkilöstön lisäksi edustajia 3D Talosta, Stadion-säätiöstä, sekä Helsingin kaupungilta.

Skanska julkaisee hankkeen tulokset loppuraportissa Kira-Digi ohjelman ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti.

5. Havaituista haasteista ja kehittämistarpeista (+jatkokehitystarpeet)

- Teknologia vaatii vielä kypsymistä. Vaikka pienillä laserkeilaimilla pääsee hyvälle tarkkuustasolle, on haaste ennemminkin kuvausaineiston käsittelyn puolella. Tiedonsiirto, kuvausaineiston kokoaminen, positiointi ja ulosvienti sopivassa formaatissa vie aikaa. Kyseinen haaste on laserkeilauksessa yleisesti. Toteumamallin kokoaminen vaatii useampia skannauksia, minkä vuoksi työmäärä kumuloituu nopeasti ja kustannustehokkuus menetetään.
- Lidareissa on liikkuvia osia, joten työmaakäytössä on omat riskinsä. Vaikka laitteet ovat sääsuojattuja, eivät ne iskuja kestä. Tulevissa solid-state lidareissa ei ole liikkuvia osia, mikä on iso etu.
- Tarkkuustaso on määriteltävä tarkoin hankkeen alussa - riittääkö karkea pintamalli vai halutaanko millimetrin tarkkaa positiotietoa. Kyseisessä hankkeessa käytetty Leican BLK360 osoittautui todella tarkaksi laitteeksi (huoltokäytävässä ~1mm toleranssi), mutta olisiko GeoSlam:n käsiskannerin senttien tarkkuus riittänyt?
- Aikataulutus - kuvaukset on suunniteltava tarkkaan ja vaatii monta kuvauskertaa, jotta esim. talotekniikka saadaan kuvattua kokonaisuudessa ennen kuin alakatot asennetaan paikalleen. Aikataulutusta pitää peilata työvaiheisiin.
- Jatkokehitystä ajatellen tutkisin myös vaihtoehtoisia teknologioita. Toteumamallin määrittäminen on abstrakti – kokeiluhankkeen toimintamalli on vain yksi lähestymiskulma.

Prosessikuvaus

- 1) Tarpeiden määrittäminen (laajuus, tarkkuus, käyttötarkoitus).
- 2) Resurssointi ja keilauksen suunnittelu – keilausten aikataulutus niin, että kaikki toivottu saadaan taltioiduttu.
- 3) Kuvaus itse vai palveluna? Lidarin valinta, kuvaajan osaaminen ja koulutus, laitteiston testaus.
- 4) Kohdistuslappujen tulostus ja kiinnitys kuvauskohteeseen. Eri korkeus ja lappujen paikoitus eri etäisyyksillä tärkeää toistuvuuden välttämiseksi. Dronekuvaukselle kohdistusrastit kentälle vähintään mitta-alueen nurkkiin ja keskelle.
- 5) Takymetrillä lappujen keskipisteen koordinaation mittaaminen. Mittamiehet hoitaa. Kaikkien lappujen mittaaminen on suotavaa, sillä niitä tippuu ja katoaa sekä niitä revitään työvaiheen tieltä pois. Runsas laputus helpottaa positiointia myöhemmin ja estää kiertymää haastavissa paikoissa, kuten esimerkiksi pitkissä suorissa käytävissä, missä on paljon toistoa.
- 6) Kohteen kuvaus. Kuvausväli max. 10 m on hyvä ohjenuora – ainakin 3 kohdistuslappua näkyy kuvasta selkeästi yhdestä keila-asemasta.
- 7) Raaka-aineisto siirretään jatkokäsiteltäväksi. Tässä kokeilussa kuvausten yhdistelyä tehtiin Faron ohjelmalla. BLK:ssa on oma käsittelyohjelmisto, mutta sitä ei hyödynnetty. Farossa rekisteröinti ja kohdistus suunnittelukoordinaatistoon --> export e57 --> formaatti rcp:ksi. Jatkoprosessointi n. 80 metristä huoltokäytävää kesti n. 12 tuntia. Kattoristikon n. 60 m kuvauspätkä n. 10 tuntia.
- 8) Käsitelty kuvausaineisto muunnettiin rcp-formaattiin ja jokainen kuvauskerta importoituiin NavisWorksin yhdistelmämalliin. Formaattilla ei ole väliä, kunhan analysointiohjelma tukee aineiston formaattia.
- 9) Aineiston laatua ja positiointia analysointiin Verity:lla. Verity:n analysointityökalulla on mahdollista tunnistaa myös poikkeamat tietomalleihin verrattuna.
- 10) Raportin laadinta suunnittelijalle poikkeamista ja päivitystarpeista.

