

As built -tiedon hankinta laserkeilauksella

Juha Heikkinen, DI

Maa ja Vesi Oy
Jaakonkatu 3, 01621 Vantaa
juha.heikkinen@poyry.fi

Tiivistelmä. Laserkeilaus (engl. Laser Scanning) on uusi menetelmä 3D as-built -tietojen keräämiseen. Laserkeilaus mullistaa kolmiulotteista tiedonkeruuta ja mahdollistaa kattavien 3D-tietojen hankinnan nopeasti, tarkasti ja kustannustehokkaasti. Tärkeimpinä sovellusalueina ovat teollisuuslaitosten olemassa olevien rakenteiden ja laitteiden as-built -mallinnus sekä monimutkaisten rakenteiden ja maanalaisten tilojen 3D-mallinnus.

Avainsanat: laserkeilaus, as-built-mallinnus.

1 Laserkeilauksen toimintaperiaate

Laserkeilausjärjestelmään kuuluu kolmijalalla oleva laserkeilain, jolla suoritetaan 3D-tiedonkeruu automaattisesti ns. pistepilveksi sekä mallinnusohjelmisto, jolla pistetiedot prosessoidaan 3D-malliksi. Laserkeilaus perustuu automaattiseen XYZ-paikannukseen kohdetta koskematta keilaimen lähettämän ja kohteesta heijastuvan lasersäteen avulla. Kohde keilataan eri suunnista ja erilliset keilaukset yhdistetään kattavaksi pistepilveksi. Keilaimen mittaussäde on tyypillisesti ihmiselle täysin turvallinen. Kohteiden keilaus pistepilveksi on hyvin automaattinen prosessi.

Pistepilvi on jo sellaisenaan käyttökelpoinen tuote, koska sen avulla voidaan mitata pisteiden välisiä etäisyyksiä sekä määrittää leikkauksia ja tilavuuksia. Pistepilveä on suuren tietomäärän vuoksi yleensä mahdotonta siirtää sellaisenaan CAD-järjestelmiin. Tavallisesti keilattu pistepilvi prosessoidaan CAD-malliksi (kappalemalliksi) hahmontunnistukseen perustuvan mallinnus-ohjelmiston puoliautomaattisilla työkaluilla. Laserkeilausjärjestelmät tukevat tiedonsiirtoa kaikkiin yleisimpiin laitossuunnittelu- ja CAD-järjestelmiin. Laserkeilaus mahdollistaa 3D-tietojen keruun nopeasti, tarkasti, kattavasti ja kustannustehokkaasti. Esimerkki laserkeilatusta kohteesta, mittaussaineistosta ja 3D-mallista kuvassa 1.



Kuva 1. Esimerkki kohteesta, mittausaineistosta ja 3D-mallista.

2 Laserkeilauksen sovellusalueet

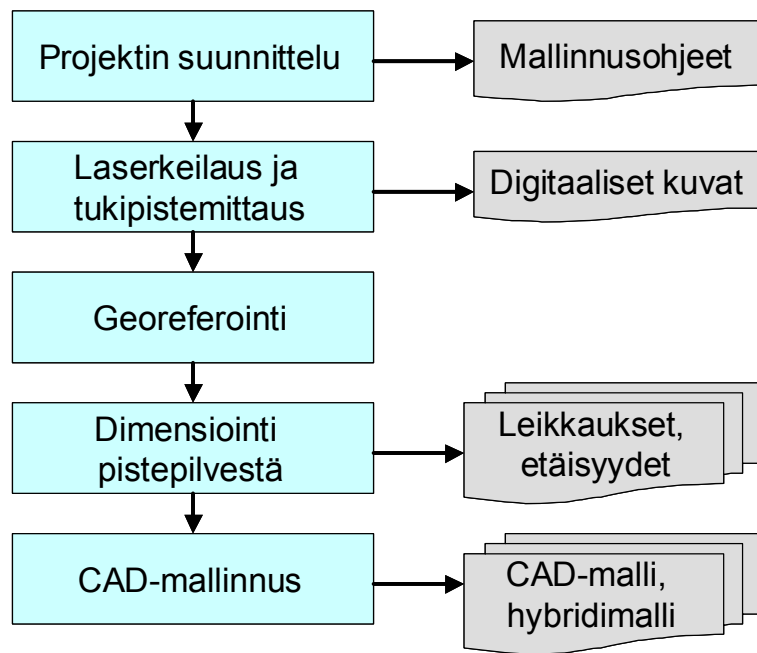
Laserkeilaus soveltuu hyvin monimutkaisten tai epäsäännöllisten rakenteiden tai pintojen tarkkaan mallintamiseen. Menetelmä on myös parhaimmillaan luoksepääsemättömissä kohteissa (korkeat tilat, vaikeakulkuiset louhokset ja läjitykset ym). Laserkeilauksen tyypillisiä sovelluskohteita ovat:

- Teollisuuslaitosten rakenteiden ja putkistojen 3D as-built -mallinnus saneeraussuunnitteluun, kunnossapitojärjestelmiin tai tehdassimulointiin
- Suurien ja monimutkaisten rakenteiden 3D-mallinnus (mm. sillat, rakenteet)
- Maanalaisten tilojen ja tunnelien 3D-mallinnus (mm. kaivokset)
- Kaupunkimallit
- Rakennusten julkisivut ja rakenteet
- Arkeologiset kohteet

3 3D as-built -mallinnusta laserkeilauksella

3.1 Työprosessi

Ensimmäisessä vaiheessa kohde keilataan pistepilveksi. Samalla mitataan esim. takymetrillä XYZ-koordinaattipisteitä, joita käytetään pistepilvien liittämiseen koordinaatistoon. Kentällä kerätään kohteesta myös digitaalikameralla kuvia, joita käytetään apuna mallinnuksessa. Toimistotyönä pistepilvet yhdistetään ja liitetään ulkoiseen koordinaatistoon. Pistepilvien 3D CAD-mallinnusta varten laaditaan projektin mallinnusohjeet joiden mukaisesti mallinnus tehdään. Tulevaisuudessa pistepilvien siirto CAD-ympäristöihin tulee tehostumaan ja ns. hybridimallien merkitys varmasti kasvaa. Hybridimallissa osa kohteista on mallinnettu kappaleiksi ja osa kohteista on pistetietona. Laserkeilausprojektin kulku esitetty kaaviona kuvassa 2.



Kuva 2. Laserkeilausprosessi.

3.2 Laserkeilauksen ja 3D-mallintamisen edut

Laserkeilauksen ja 3D-mallintamisen edut lähtötietojen hankinnassa perinteisiin tapoihin verrattuna:

- tarkat, kattavat ja luotettavat kolmiulotteiset lähtötiedot kohteesta
- mahdollistaa monimutkaisten laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisen mallinnuksen
- mittaus hankalissakin kohteissa (korkeat, vaikeasti tavoitettavat kohteet)
- mittaus tuotantoa tai toimintaa keskeyttämättä
- parempi työturvallisuus
- nopeuttaa lähtötietojen hankintaa
- kustannustehokas menetelmä as-built -tietojen hankintaan

Laserkeilauksen ja 3D-mallintamisen edut investointiprojektissa:

- mahdollistaa tehokkaan 3D-suunnittelun hyvillä lähtötiedoilla
- vähentää suunnittelunaikaisia tehdaskäyntejä, parantaa suunnittelun laatua
- vähentää puutteellisista lähtötiedoista johtuvia investoinnin toteutuksen aikaisia virheitä (rakentaminen, tuotantojärjestelmät)
- vähentää suunnittelun ja rakentamisen aikatauluriskejä
- mahdollistaa laitetoimittajien paremman kilpailuttamisen (lähtötiedot oikein)

3D-mallintaminen edistää tietotekniikan hyödyntämistä tuotantojärjestelmissä sekä toimintojen kehittämisessä:

- mahdollistaa tuotannon ja logistiikan simuloinnin oikeilla lähtötiedoilla
- havainnollinen 3D-käyttöliittymä kunnossapitojärjestelmä tietoihin
- tuo monenlaista lisäarvoa koko laitoksen elinkaaren ajaksi
- virtuaaliset tehdasmallit mahdollistavat IT-tekniikan tehokkaan hyödyntämisen tehtaan järjestelmien käytössä ja ylläpidossa sekä toimintojen kehittämisessä

4 Käytännön kokemuksia laserkeilauksesta

4.1 Käytännön kokemuksia laserkeilauksesta

Menetelmä on osoittautunut hyvin operatiiviseksi ja tehokkaaksi. Tiedonkeruuvaihe on pitkälti automatisoitu. Pistetietojen 3D CAD-mallinnus on kuitenkin varsin työlästä ja siksi tärkeä osa as-built -projekteja on määrittellä mallinnuksen laajuus, tietosisältö ja mallinnustapa projektin vaatimusten mukaisesti (mallinnusohjeet). Tehdasprojekteissa on eduksi, mikäli laitossuunnittelija voi osallistua myös kenttätyöskentelyyn tarkentamalla tavoitteita kohteessa. Mallinnusvaiheessa on tärkeää, että kohteen laitossuunnittelija ohjaa mallinnusta asetettujen tavoitteiden mukaan.

Tyypillisesti tehdasprojekteissa mallinnetaan betoni- ja teräsrakenteet, putkistot, venttiilit, kaapelihyllyt sekä laitteet ja niiden perustukset. Putkiston mallinnus on varsin tehokasta, sen sijaan teräsrakenteiden mallinnus on selvästi työläämpää. Teräsrakenteiden muotoa kannattaa mahdollisuuksien mukaan yleistää (suorakaiteeksi).

Laserkeilaus on tehokas menetelmä tarkkaan 3D-mallintamiseen. Se soveltuu laajojen tehdasprojektien ohella myös pieniin kohteisiin.

4.2 Lisäarvoa tehdashankkeisiin

Laserkeilaus tarjoaa merkittäviä etuja verrattuna perinteisiin tiedonkeruumenetelmiin. Laserkeilauksella lähtötietojen tarkkuus, kattavuus ja luotettavuus paranevat. Se mahdollistaa tehokkaan 3D-suunnittelun, jonka myötä rakentamisaikaisen virheiden määrä selvästi vähenee. Laserkeilauksen käytöllä voidaan selvästi vähentää suunnittelun aikaista kenttäkäyntien määrää ja nopeuttaa lähtötietojen hankintaa. Tarkka 3D-malli tarjoaa huomattavaa lisäarvoa tehdaslaitoksen koko elinkaaren ajaksi. Virtuaaliset tehdasmallit mahdollistavat IT-tekniikan tehokkaan hyödyntämisen tehdashankkeissa.

Laserkeilaustekniikka edustaa 3D-tiedonkeruun viimeisintä kehitysvaihetta. Menetelmä tarjoaa as-built -tietojen keruuseen todellista high-tech -osaamista laajalla sovellusalueella.