

3D-laserskannaus ja keilaus puurakenteiden tutkimuksessa – Case Study Aarno Hatsala

**Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu
Teollisen puurakentamisen laboratorio**

[Puuraklab - Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu](#)



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**



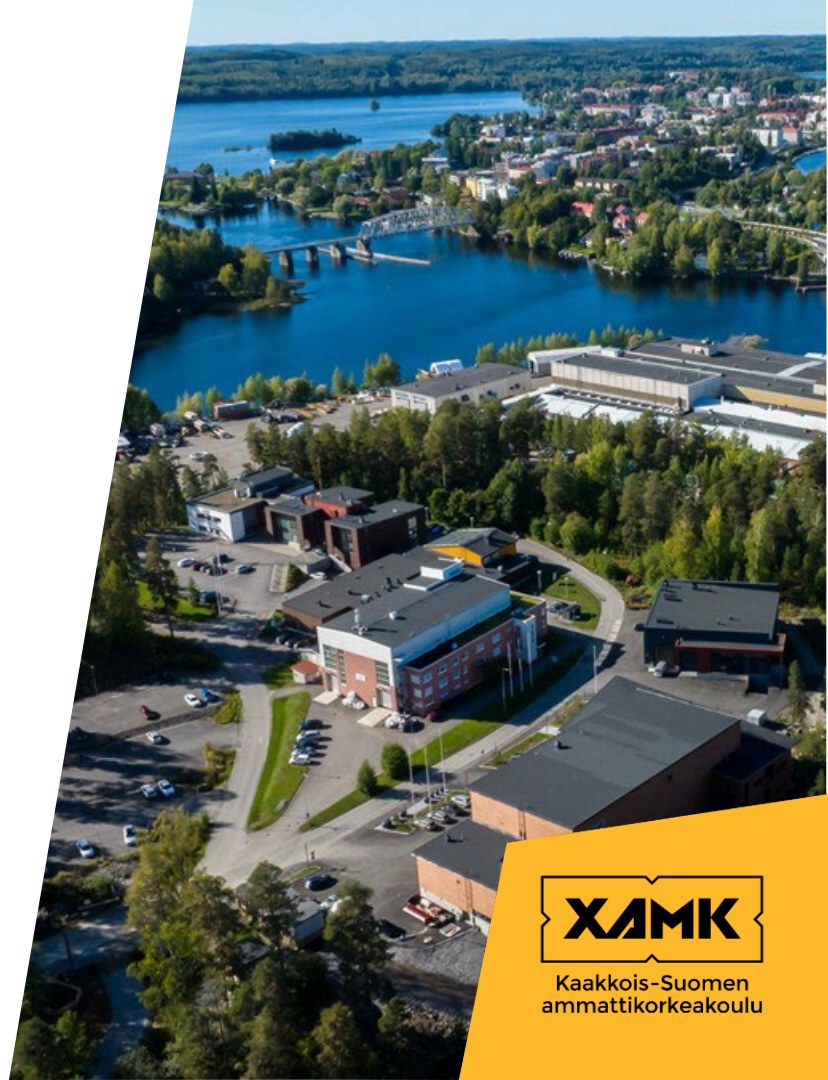
**Savonlinnan
HANKEKEHITYS OY**



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

3D-skannaus johdanto ja perusteet

- Toimintaperiaate:** Laser lähettää säteen, joka heijastuu pinnasta. Paluuaallon viive mittaa etäisyyden.
- Pistepilvi:** Jokainen mitattu piste muodostaa kohteen 3D-mallin.
- Staattinen skannaus:** Kiinteästi asennettu skanneri (esim. rakennuksen sisällä).
- Mobiili skannaus:** Liikkuva skanneri, esim. reppu tai ajoneuvo. Käytetään laajojen alueiden mittaukseen.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

3D-skannaus laitteet ja tekniikat

- **LIDAR (Light Detection and Ranging):** Laserpohjainen mittaus, erinomainen mittatarkkuus ja laajennettavuus.

- **Fotogrammetria:** Kuvapohjainen 3D-mallinnusmenetelmä. Sopii visuaalisiin malleihin, mutta vähemmän tarkka kuin laser.

Yhdistellään kuvista 3D-malli.

- **Maanpäälliset skannerit pystykeilaimet ja käsiskannerit:**

Tarkkoja, jopa yli 100 metriin asti ja soveltuu isoihin kohteisiin.

- **Drone-pohjaiset skannerit:** Mahdollistavat laajojen tai vaikeapääsyisten kohteiden dokumentoinnin tarkkuus 10mm-20mm sopii hyvin hybridikuvaukseen



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Sovellukset eri aloilla

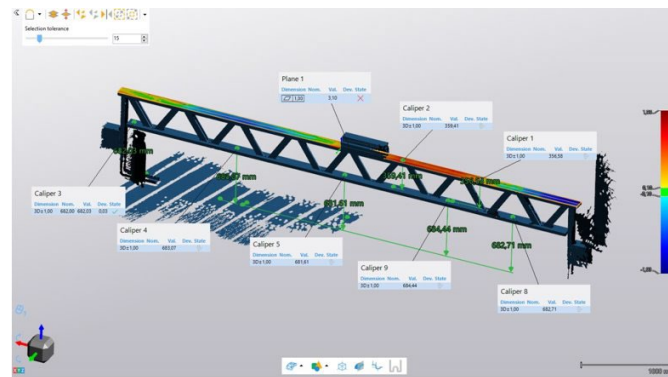
Sovellukset eri aloilla

- **Rakennustekniikka:** Mittatarkkuus ennen remonttia tai laajennusta.
- **Kulttuuriperintö:** Historian dokumentointi ilman fyysistä kosketusta.
- **Infrastrukturi:** Siltarakenteiden, teiden ja tunneleiden tarkastus.
- **Metsätalous:** Puiden määrän, korkeuden ja biomassan arviointi.
- **Teollisuus:** Putkilinjastojen ja koneiden skannaus huoltotoimenpiteitä varten.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tarkkuuden parantuminen (millimetriluokan mittaus).



3D-laserkeilainten käyttötarkoitukset ja mahdollisuudet puurakenteiden tutkimuksessa ja suunnittelussa

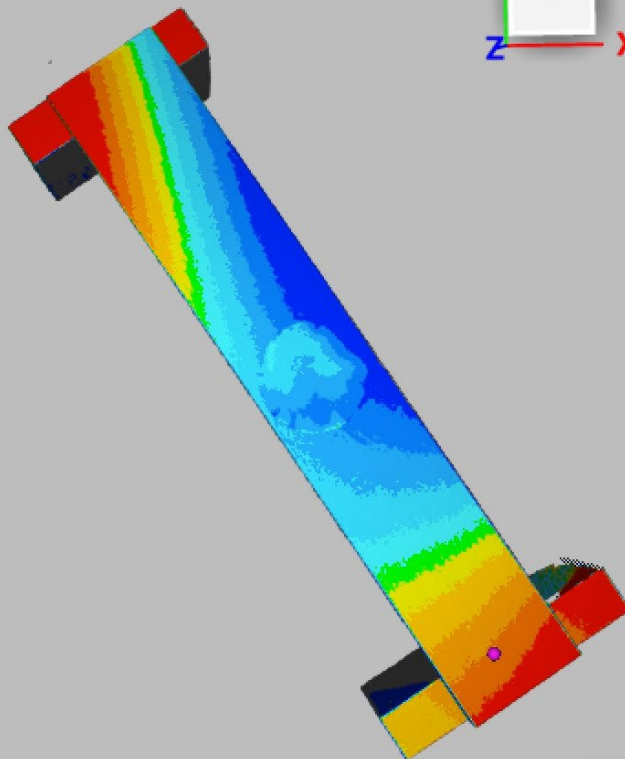
- Laserskannaus mahdollistaa:
 - Puurakenteiden muodonmuutosten dokumentoinnin
 - Kattavien 3D-mallien luomisen analyysiä varten ja suunnittelua varten
 - Tarkastelun ilman fyysistä purkamista
- Haasteita: heijastukset, tummat pinnat, tiheä rakenne (esim. kattotuolit)
- **Kourmituskehät ja olosuhdekaapit:** 3d-skannaus puurakenteiden tutkimuksessa ja testauksessa mahdollistaa muodon muutostarkastelun ennen ja jälkeen kuormituksen. Olosuhde testauksessa 3d-keilaus voidaan suorittaa eri vaiheissa täten nähdä pintojen muutokset.
- Suunnittelun työkaluna laserkeilaus antaa keinot niin tuotteiden laaduntarkkailuun ja olemassa olevien kohteiden tarkasteluun niin työmaille ja tehtaisiin sekä logistisiin vaiheisiin. Avaimena tarkat kuvat ja muutosten vaikutukset rakentamisen vaiheissa alku suunnittelusta valmiisiin kohteisiin.
- Keino mitoittaa olemassa olevia rakennuksia ja suunnitella niihin uusia ratkaisuja, kuten esimerkiksi kelluvia lattioita. Kierrätysmateriaalien uusio suunnittelussa tarkkuuden varmistamiseen.



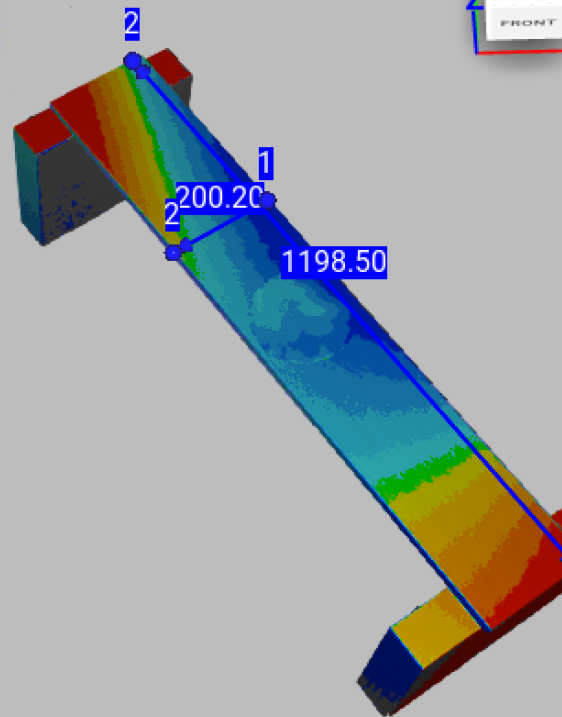
Esimerkki 3D-mallin tarkastelun vaiheista



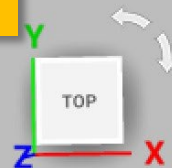
3D-Keilattu kuva
IFC-mallin
pohjana



3D-malli analysointiohjelmassa



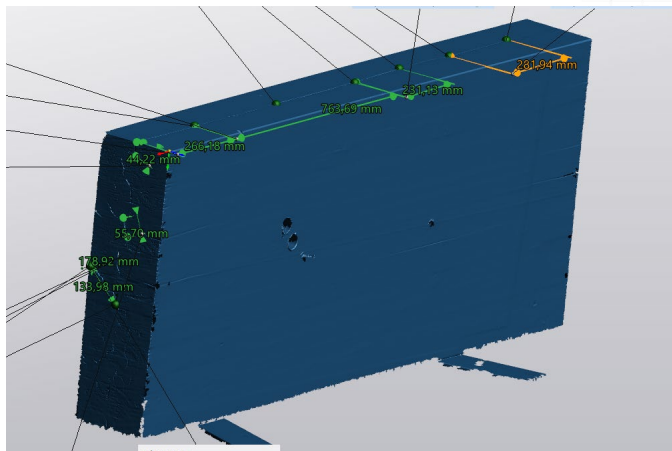
3D-keilatun kohteen tarkastelu ja
Mittatiedot



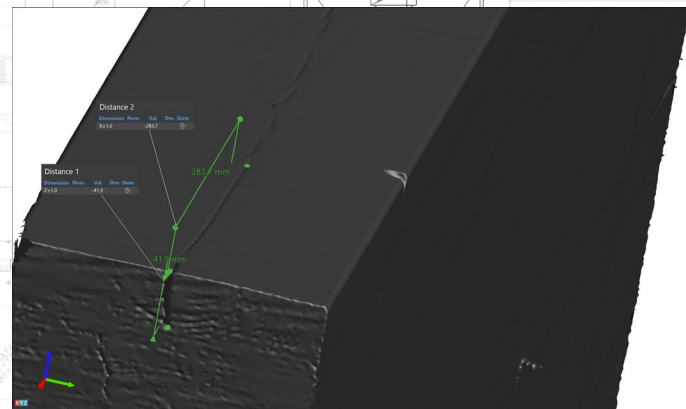
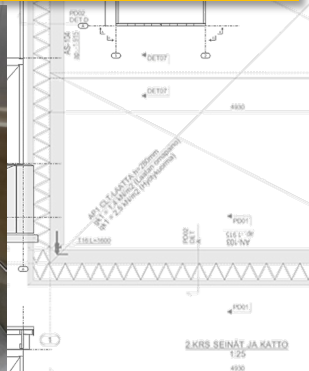
CASE STUDY LIIMAPUUN MUODONMUUTOS

TUTKIMUS 3D-KEILAUKSEN AVULLA

- Tarkoituksena oli todentaa säähuoneessa olosuhteiden äärivaikutuksen aiheuttamat tapahtumat ja seuranta liimapuun halkeiluun testikappaleille.
 - Liimapuihin anturoitiin lämpötila- ja kosteusmittarit 30/60mm syvyyksille
 - Testikappaleet upotettiin veteen kolme vuorokaudeksi ja sen jälkeen toteutettiin testiohjelma säähuoneessa kuivatuksena ja tämän jälkeen laserkeilattiin testikappaleet
 - Analysointi ohjelmassa
- tulokset saatiin halkeamista mitoitettua erittäin tarkasti X,Y,Z suunnissa.

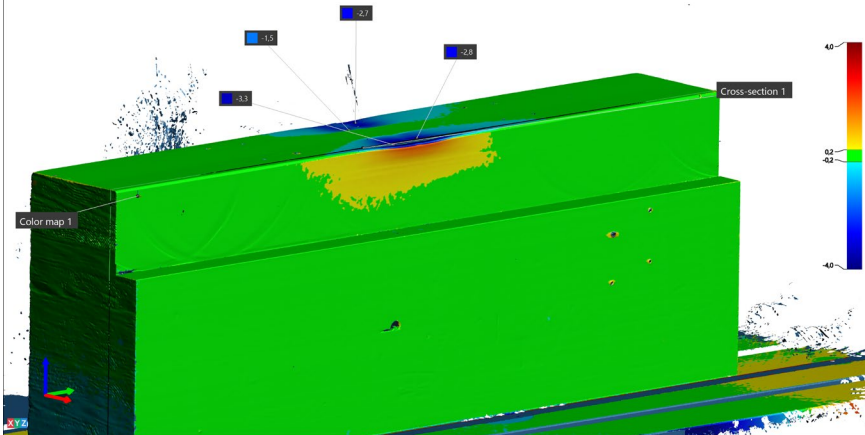


Olosuhdetestauksen tuottamat halkeamat liimapuussa ja niiden tarkastelu

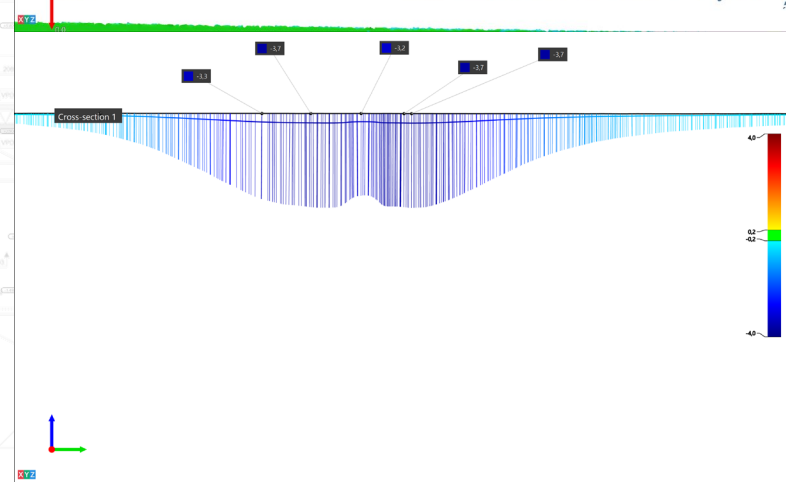
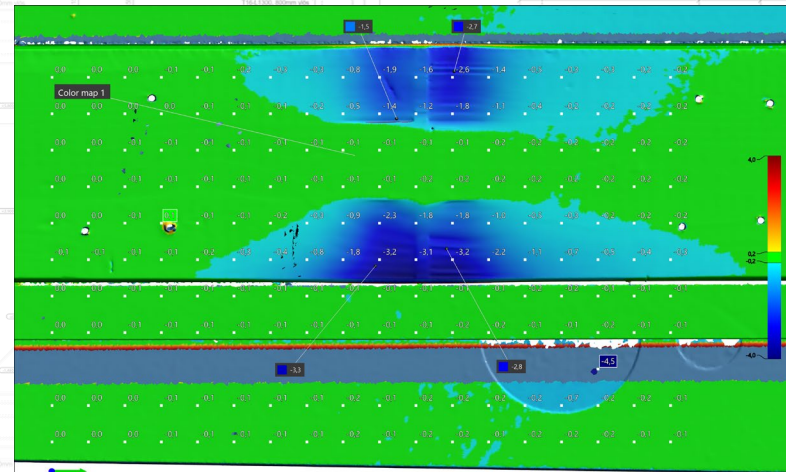


CASE STUDY LIIMAPUUN MUODONMUUTOS TUTKIMUS 3D-KEILAUKSEN AVULLA

- Loadframe kuormituskehän testauksissa liimapalkin olevaa vasaa painettiin noin 100KN voimalla
- Tuloksena oli pysyvä muodonmuutoksen mittaaminen liimapuupalkin pinnassa



Kuormituksen aiheuttama muutos liimapuulle



BIORENO HANKEEN LASERKEILAUS REMONTOINTI KOHTEISSA

Mikroelementti

- Bioreno hankkeessa toteutetaan laserkeilaus 1960-1990 luvuilla rakennetuissa yli 10 kerrostalo kohteeseen Pirkanmaan alueella.
- Hankkeessa on tarkoituksena on laserkeilata olemassa olevien ja muuttuneiden elementti pintojen mittaaminen. Tuottaen remontointi ja parannussuunnitelmat kerrostalojen ulkoseinille.
- Remontointisuunnittelussa tehdään tarkat mitoitukset laserkeilusten pohjalta tuottaen tietomallipohjaiset elementtisuunnitelmat mikroelementointiin kerrostalojen ulkoseinän remontoinniksi .
- Menetelmästä tulee kustannustehokas ja innovatiivinen tapa parantaa rakennusten pitkäikäisyyttä ja energiatehokkuutta tarkkojen tietomallien ja modernien suunnitteluohjelmien hyötökäyttönä korjaus- ja remontointirakentamisessa.
- Esimerkiksi Eestissä tämä laserkeilaus menetelmä on suunniteilla ja toteutuksessa ison mittakaavan remontointi kohteissa samanlaisiin vanhoihin kerrostaloihin.

3D-skannauksen tulevaisuus rakentamisessa

- Tarkkuuden parantuminen (millimetriluokan mittaus).
- Reaaliaikaisen skannauksen mahdollisuudet .
- Koneoppiminen pistepilvien automaattiseen analyysiin.
- Pilvipohjainen yhteistyö suunnitteluohjelmistojen rajapinnoissa ja toteutuksissa.
- Yhdistely muihin teknologioihin kuten BIM-mallintamiseen.
- 3D-keilauksesta tie CNC-koneistukseen asti niin suunnittelussa ja kiertotalouden työkaluna. - Alku ja loppusuunnittelu.
- AI-pohjaisten laserkeilainten käyttö teollisissa- ja tuotannollisessaprosesseissa.



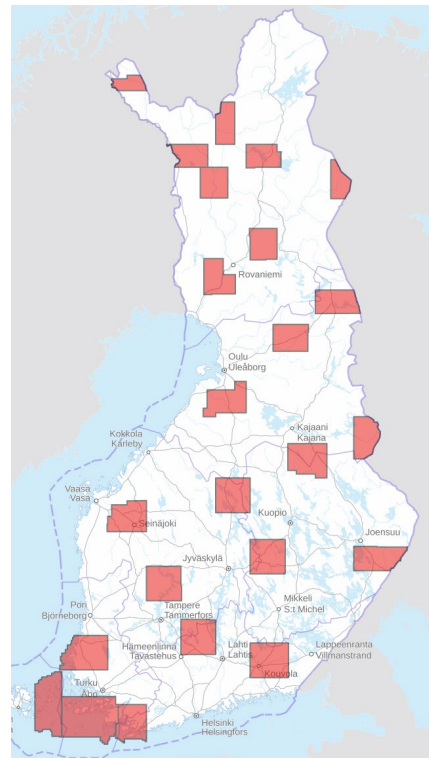
Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

AI-pohjainen 3D-skannauksen tulevaisuus rakentamisessa

Rakentaminen ja infrastruktuuri

- AI voi automatisoida työmaiden ja tehtaiden 3D-mallinnuksen ja valvonnan.
- Laserkeilauksen ja tekoälyn avulla voidaan nopeasti havaita virheitä rakennusvaiheessa tai infrastruktuurin kulumisessa.

Laserkeilaus alueet maanmittauslaitoksella



Metsätalous ja ympäristön seuranta

- AI pystyy analysoimaan keilausdataa kasvilajien tunnistukseen, puuston kasvun mittaamiseen ja hiilivaraston arviointiin.
- Automaattinen metsän rakenteen mallintaminen mahdollistaa tehokkaamman ja kestävämmän metsänhoidon.

Kaupunkisuunnittelu ja älykaupungit

- Yhdistetty AI ja LiDAR mahdollistavat kaupunkien kolmiulotteisen kartoituksen ja simuloinnin.
- Liikennevirtojen, rakennusten, viheralueiden ja muun infrastruktuurin optimointi paranee.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

3D-skannaus esimerkki



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



Tunne huominen - All for the future.