



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# INVENTOINTIMALLINNUKSEN KOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN

Koulutusta jatkuvaan oppimiseen

TEKIJÄ:

Heikki Vehmas

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma InnoTech-liiketoiminnan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Heikki Vehmas	
Työn nimi Inventointimallinnuksen koulutuksen kehittäminen	
Päiväys	14.10.2022
Sivumäärä/Liitteet	48/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) LAB Ammattikorkeakoulu Oy / Teknologia / BIM ICE-Hanke /Lehtori Timo Lehtoviita (DI)	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Rakennusalalla on jatkuva tarve tehostamiseen ja tuottavuuden kasvuun. Digitaalisuus tarjoaa tähän paljon mahdollisuuksia, mutta digitaalisuuden kehittyminen ja lisääminen edellyttää kouluttautumista. Tämän työn lähtökohtana toimi BIM ICE -hanke, joka tähtää tietomallien koulutuksen lisäämiseen myös jatkuvan koulutuksen osalta. Hankkeessa nousi esiin tarve ottaa huomioon myös korjausrakentamisen tietomallintamisen tarpeet.</p> <p>Kyselytutkimuksen perusteella työn tavoitteeksi asetettiin inventointimallinnuksen kurssin laatiminen ja pilottointi. Kurssin sisältösuunnittelua varten työssä tehtiin myös eri osapuolien haastatteluja ja käytiin läpi erilaisia inventointiin liittyviä teknologioita, joiden pohjalta määriteltiin kurssin sisällölliset tavoitteet.</p> <p>Näiden tietojen pohjalta työstettiin inventointimallinnuksen pilottikurssi, jossa huomioitiin jatkuvan oppimisen tarpeet pedagogiselta sekä teknisen toteutuksen kannalta. Lisäksi kurssia kehitettiin myös tuotteistamisen, markkinoinnin ja palvelumyynnin näkökulmasta. Kurssin tukimateriaaliksi tuotettiin myös erilaisia tehtäviä sekä käyttötapausten esittelyvideoita.</p> <p>Pilottikurssi toteutettiin ja siitä saadun palautteen kautta muodostettiin käsitys kurssin tulevista päivitystoiminnoista sekä suunniteltiin kurssin jatkototeutuksille eri vaihtoehtoisia toteutusaloja.</p> <p>Opinnäytetyö rajattiin koskemaan pilottikurssia sekä jatkokehitystarpeiden pohdintaa, mutta varsinaisia jatkokehitystoimia tai niiden toimivuutta ei työssä toteutettu.</p> <p>Työssä havaittiin, että inventointimallinnuksen ohjeistusten kehittämistä ja erilaisten käyttötapausten dokumentoimista on jatkettava, jotta tulevaisuudessa inventointimallinnuksen hyödyt ja siihen liittyvät haasteiden ratkaisumallit saadaan yleisesti alan käyttöön. Työssä nousi esiin, että teknologioiden tarjoamien kokonaisuuksien hyödyntäminen edellyttää alalla laajempaa yhteistoimintaa sekä ymmärrystä eri osapuolten välillä.</p>	
Avainsanat Inventointimallinnus, BIM, Tietomallinnus korjausrakentamisessa, BIM ICE, Jatkuva oppiminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering, InnoTech	
Author(s) Heikki Vehmas	
Title of Thesis Development of a Course in Inventory Modelling	
Date 14 <sup>th</sup> October 2022	Pages/Appendices 48/0
Client Organisation /Partners LAB University of Applied Sciences/ Technology/ BIM ICE-project/ Senior Lecturer Timo Lehtoviita (MSc)	
<p><b>Abstract</b></p> <p>There is a need for continuous intensification and increased productivity in the field of construction. Digitalization offers a lot of possibilities, but the development and the increase of digitalization requires more education. The starting point for this thesis was BIM ICE -project. One of the main goals of the project was to enhance the education possibilities for Building Information Modelling for students and also for continuous learning for professionals. The need to acknowledge BIM in renovation came up during the project.</p> <p>Based on a survey made in BIM ICE-project, it was decided to aim for the planning and piloting of a course about inventory modelling. To further plan the content of the course interviews were made and different technologies were studied. Based on these actions the goals of the inventory modelling course were set.</p> <p>A pilot course for inventory modelling was made. The needs of continuous learning were taken into account from the pedagogical and technical execution`s viewpoints. Also for the future development of the course marketing, productization and service sales were taken into consideration. As support material for the course use-case demonstration videos and individual learning tasks were made.</p> <p>The pilot course was run and according to the feedback future development steps were planned. Also different execution platforms were investigated and analyzed. The thesis was limited to cover the pilot course and the reflection of the future development steps, but the execution and the iteration of these steps were not included in the work.</p> <p>Conclusions of the thesis were that the development of the guides for inventory modelling and the documentation of different use-cases needs to be continued, in order to receive more benefits and to avoid the pitfalls in the use of inventory modelling. Also the fact, that the exploitation and usage of the totality provided by different technologies requires more co-operation and mutual understanding among different parties involved.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>Inventory modelling, BIM, BIM in renovation, BIM ICE, continuous learning</p>	

## ESIPUHE

Tämä työ ei olisi syntynyt ilman LAB Ammattikorkeakoulun tarvetta ja BIM ICE -hankkeen tavoitetta jatkuvan oppimisen tietomallipohjaisten kurssien kehittämiseksi. Iso kiitos Timo Lehtoviidalle ohjauksesta LAB Ammattikorkeakoulun puolelta sekä Savonian opettajille ja muille kanssamatkailisille. Erityiskiitokset omalle perheelle siitä, että ovat mahdollistaneet tämän työn tekemiseen käytetyn ajankäytön ja olleet kärsivällisiä matkan varrella.

Jatkuvan oppimisen ja siihen liittyvien haasteiden kanssa työskentely on antanut paljon, ja tämän työn kautta on tekijän kynnyks madaltunut lähteä laatimaan uusia koulutuksia ja kurssisisältöjä.

Lappeenrannassa 14.10.2022

Heikki Vehmas

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Työn tavoite ja rajaus .....	8
2	KURSSIN SISÄLLÖN SELVITYKSET .....	9
2.1	Kyselytutkimuksen tulokset.....	10
2.2	Yritysten ja asiantuntijoiden haastatteluiden yhteenveto ja johtopäätelmät.....	12
2.2.1	Tilaajan näkemykset.....	12
2.2.2	Arkkitehtisuunnittelijan näkemykset .....	13
2.2.3	Rakennesuunnittelijan näkemykset.....	13
2.2.4	LVI-suunnittelijan näkemykset .....	14
2.2.5	Energiasimulointien tekijän näkemykset.....	14
3	INVENTOINTIMALLINNUS .....	15
3.1	Inventointimallinnus korjausrakennushankkeessa.....	15
3.1.1	Inventointimalli lähtötietoaineistona .....	16
4	VAATIMUKSET, TARPEET & TEKNOLOGIAT .....	16
4.1	Ohjeistukset ja nykykäytännöt .....	17
4.2	Inventointimallinnuksen edellyttämät teknologiat ja pistepilvien tuottaminen .....	19
4.3	Uudet teknologiat korjausrakentamisen näkökulmasta.....	24
5	KURSSIN SUUNNITTELU .....	27
5.1	Kurssin tavoite.....	27
5.2	Kurssin sisältö ja toteutustavat .....	27
5.2.1	Jatkuvan oppimisen huomioiminen .....	28
5.2.2	Pedagogiset lähestymistavat .....	30
5.3	Käyttötapausten videomateriaalit .....	33
5.3.1	Arkkitehtisuunnittelu .....	34
5.3.2	Rakennesuunnittelu.....	34
5.3.3	Energiasimulointi.....	34
5.4	Kurssin kohderyhmät ja markkinointi .....	35
3.4.1	Soveltuvuus koulutusmyyntiin ja sen tuomat haasteet .....	35
6	YHTEENVETO.....	38
6.1	Kurssin palaute ja kehittäminen .....	38
6.1.1	Pilottikurssista saatu palaute.....	38

6.1.2	Jatkokehityksen toimenpiteet .....	41
6.2	Työn tavoitteiden saavuttaminen ja pohdinta .....	43
	LÄHTEET .....	47

## KUVALUETTELO

Kuva 1.	BIM ICE -hankkeen oppimispolku ammattilaisille (Kuva: Timo Lehtoviita) .....	9
Kuva 2.	Mallintamisen käyttö yleisesti korjausrakentamishankkeissa .....	10
Kuva 3.	Inventointimallinnuksen käyttö korjausrakentamishankkeissa .....	11
Kuva 4.	Mallintamisen käyttö yleisesti korjausrakentamishankkeissa .....	11
Kuva 5.	Inventointimallin vaiheet ja sisällöt yleisesti .....	17
Kuva 6.	Ote YTV 2012 Osa 2 sisällysluettelosta. (YTV 2012. Osa 2) .....	18
Kuva 7.	Pistepilviä kohteesta (Kuva: Tuomas Keränen) .....	19
Kuva 8.	Laserkeilaimen mittauksen periaate (Leica Geosystems, 2012) .....	20
Kuva 9.	Värjätty pistepilvi (Kuva: Tuomas Keränen) .....	20
Kuva 10.	Dronen ohjausta ja kuvaa (Kuva: Mauri Huttunen) .....	22
Kuva 11.	Kuvista fotogrammetrialla tuotettu pistepilvi (Kuva: Mauri Huttunen) .....	22
Kuva 12.	Laserkeilauksella ja fotogrammetrialla tuotettu pistepilvi (Kuva: Mauri Huttunen) .....	23
Kuva 13.	Kuvakaappaus CloudCompare -ohjelmasta (Kuva: Jarno Rautiainen) .....	24
Kuva 14.	Kuvakaappaus Trimble SiteVision -verkkosivuilta (www.sitevision.trimble.com) .....	25
Kuva 15.	Kuvakaappaus Trimble XR10-esittelyvideolta (www.sitevision.trimble.com) .....	25
Kuva 16.	Pistepilvi VR-ohjelmistossa (Kuva: Mauri Huttunen) .....	26
Kuva 17.	Pistepilvestä laadittu realistinen malli peliohjelmistolla (Kuva: Jarno Rautiainen) .....	26
Kuva 18.	Kurssin suunnittelun kulku .....	27
Kuva 19.	Päivä 1 Etäluentojen aiheet ja aikataulu .....	28
Kuva 20.	Oppimisen yhdistelmä (Hauskan oppimisen vallankumous, s.62) .....	29
Kuva 21.	Piirros Oppimisen Vallankumous -kirjasta, s.322. ....	31
Kuva 22.	Päivä 2 Käytännön harjoitusten aiheet ja aikataulu .....	32
Kuva 23.	Inventointimallinnuskurssin Instagram-julkaisu BIM ICE -hankkeen kanavalla .....	37
Kuva 24.	Inventointimallinnus-kurssin mainos .....	38
Kuva 25.	Ensimmäisen koulutuspäivän arvio kokonaisuudesta .....	39
Kuva 26.	Yksittäisten luento-osuuksien arvioinnit .....	39
Kuva 27.	Käytännön harjoitusten arvosanat .....	40

## 1 JOHDANTO

Nykyisin rakennusalan tehokkuudesta ja kehityksestä keskustellaan runsaasti. Tällä hetkellä ala elää murroksessa ja alan toimijat ovat heränneet digitalisaation tuomiin hyötyihin ja tarpeisiin hiljalleen kiihtyvässä tahdissa. Tätä työtä tehtäessä on maankäyttö- ja rakennuslain uudistus edennyt lausuntokierrokselle sisältäen muun muassa muutoksia ja vaatimuksia tietomallintamisen asemaan rakennusalalla. Siksi onkin oleellista, että digitalisaatiota ja sen kehittymistä pyritään edistämään myös rakennusalan koulutuksen parissa.

Rakennusalalla puhuttaessa digitaalisuudesta ei voida välttää käsitettä tietomallinnus. Suomi onkin tietomallinnuksessa edelläkävijämaita, sillä tietomallinnusta on Suomessa kehitetty jo vuosikymmeniä. (Rakennusteollisuus ry b)

Tässä työssä keskitytään talonrakentamisen korjausrakentamiseen. Siinä missä digitalisaatiota on tarvetta kouluttaa ja kehittää uudisrakentamisen puolella, on korjausrakentamisessa tarpeita lähes tulkoon yhtä paljon, ellei jopa enemmän. Nykyisin tietomallintamisen käytännöt ovat muovautuneet lähinnä uudisrakentamisen tarpeisiin, ja onkin tarpeen pyrkiä kouluttamaan mallinnuspuolta korjausrakentamisen näkökulmasta sekä mahdollistaa hyvien käytänteiden ja toimintatapojen ymmärrystä ja osaamista. Korjausrakentamiseen keskittyvä koulutus on tarpeen, etenkin kun tarkastellaan korjausrakentamisen osuutta ja korjausvelan määrää.

Korjausrakentamisen osuus rakentamisesta on noin puolet eli noin 14 miljardia euroa vuonna 2020. Osuus on kuitenkin kasvussa, kuten alla olevasta lainauksesta havaitaan:

*" Korjausrakentamisen määrä on Suomessa kasvanut viime vuosina voimakkaasti. VTT:n tilastojen mukaan Suomi käytti vuonna 2012 korjausrakentamiseen lähes 6 % bkt:stä, eniten Euroopassa. Keskimäärin luku on Euroopassa 4 % bkt:stä. "* (Rakennusteollisuus ry a)

Korjausrakentaminen on luonteeltaan erilaista kuin uudisrakentaminen. Suurin ero näissä on korjauksen kohteen olemassaolo. Siinä missä uudisrakennus on suunnitteluvaiheessa olemassa vain suunnitelmissa, on korjauskohteen oleva rakennus fyysisesti jo olemassa. Näin ollen korjausrakentamisessa oleellisessa roolissa on fyysisen rakennuksen lähtötiedot aina geometrisista tiedoista rakennuksen osien kuntoon ja toimivuuteen.

Nykyisin rakentamisessa on kiinnitetty huomiota ilmastonmuutoksen torjuntaan. Tässä on neitseellisten raaka-aineiden ja energian säästäminen suuressa roolissa, joten korjausrakentamiselle ja etenkin kohteiden hyötykäyttöä ajatellen nimenomaan olemassa olevien rakennusten inventoinnille on kasvavaa tarvetta.

Tietomallien avulla suunniteltaessa on tarvittavan tiedon määrä ja oikeellisuus tarkempaa jo alkuvaiheessa. Näin ollen myös tuotettavan lähtötiedon vaatimukset, etenkin geometrinen lähtötietojen

osalta ovat lisääntyneet. Vaatimusten ja tarpeiden lisääntyessä sekä tietotekniikan kehittyessä, on myös osaamisen ja koulutuksen tarve kasvanut. Tähän haasteeseen on opinnäytetyössä laaditulla kurssilla pyritty vastaamaan.

### 1.1 Työn tavoite ja rajaus

Nykypäivänä digiloikkaa tehdään jo monilla aloilla, ja työkalut ja laitteet ovat jo olemassa. Pullonkaulaksi muodostuukin hankkeiden parissa toimivien henkilöiden tietotaidon lisääminen eri digitaalisten mahdollisuuksien osalta käytännön esimerkein ja koulutuksen kautta. Tavoitteet asetettiin tälle opinnäytetyölle siitä näkökulmasta, että työ voisi toimia moottorina digitaalisten työkalujen käyttöön etenkin korjausrakentamisen parissa sekä lisäävän näin tehokkuutta ja laatua korjausrakennushankkeissa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia kurssi liittyen inventointimallintamiseen ja sen käyttämiseen tietomallipohjaisissa korjausrakennushankkeissa. Kurssi toteutettiin osana BIM-ICE -hanketta. Elinikäisen oppimisen tarpeiden kasvaessa kurssi suunniteltiin jatkuvan oppimisen käyttöön. Lisäksi LAB-ammattikorkeakoulun tavoitteiden mukaisesti, on tässä työssä huomioitu kurssin jatkoa ajatellen palveluliiketoiminnan näkökulmat kurssin suunnittelussa. Tämä tarkoitti, että kurssin suunnittelussa otettiin tarkasteluun myös markkinointi – ja tuotteistamisnäkökulmat sekä erilaiset toteutusmahdollisuudet.

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan kyseisen kurssin suunnittelua ja sen pilottikokeilun tulosten analysointia. Työssä pohdittiin palautekyselyn kautta kurssin jatkokehittämisen tarpeet sekä suuntaviivat eri vaihtoehtojen toteuttamiselle, mutta varsinainen jatkojalostaminen rajattiin työstä pois.

### BIM-ICE -HANKEEN TAVOITTEET

BIM-ICE -hankkeen tavoitteena on lisätä tietomallintamisen käyttöä ja kehittää alan koulutusta Suomessa ja Venäjällä. Hankkeessa pyritään kehittämään uusia koulutusmalleja ja lisäämään tietomallintamisen osaamista korkea- ja jatkokoulutuksessa sekä rakennusalan yrityksissä. Osaamisen ja prosessien kehittämällä digitaalisten työkalujen käyttöä tukeviksi tähdätään rakennusteollisuuden tuottavuuden ja laadun parantamiseen. ([www.bim-ice.com](http://www.bim-ice.com))



Tässä opinnäytetyössä suunniteltu kurssi on osa BIM ICE -hankkeen syventävän osaamisen jatkokoulutusta (kuva 1)

## BIM oppimispolku ammattilaisille /LAB



BIM-ICE – BIM-Integration in Higher and Continuing Education (KS1905)  
Funded by the EU, Russia and Finland

   
CBC 2014-2020  
SOUTH-EAST FINLAND - RUSSIA

Kuva 1. BIM ICE -hankkeen oppimispolku ammattilaisille (Kuva: Timo Lehtoviita)

Korjausrakentamisessa oleellisessa osassa on lähtötietojen luotettavuus. Näiden lähtötietojen tarve ja oikeellisuus korostuu entisestään tietomallintamisen avulla suunniteltaessa. Tällä tarkoitetaan sitä, että mitä vähemmän virheitä tai epäselvyyksiä lähtötiedoissa on, vähenee virheiden määrä myös suunnittelu- ja toteutusvaiheessa näiden osalta. Näin ollen saavutetaan parempi laatutaso tehokkaammin ilman turhia epäselvyyksiä tai virheitä.

Tästä syystä on hankkeessa sekä tässä opinnäytetyössä lähdetty laatimaan kurssia, joka tähtää parantamaan inventointiprosessia, eli tietomallipohjaista inventointimallinnuksen osaamista ja hallintaa. Laadukas inventointimallinnus ja inventointiprosessi ovat avainasemassa, kun pyritään poistamaan lähtötietojen virheitä ja epäselvyyksiä.

## 2 KURSSIN SISÄLLÖN SELVITYKSET

Opinnäytetyön kurssin tarpeellisuutta ja sisältöä on kartoitettu alkuvaiheessa BIM ICE-hankkeessa tehdyllä erillisellä kyselyllä tietomallinnuksen nykytilanteesta, joka oli suunnattu rakennusalan ammattilaisille. Kysely tehtiin osana Mari Janhusen opinnäytetyötä. Työn tavoitteena oli kartoittaa tietomallinnuksen nykytilaa sekä osaamistarpeita talonrakennushankkeissa paitsi yleisellä tasolla, myös korjausrakentamisen osalta (Janhunen, 2021). Korjausrakentamisen kysymykset laadittiin yhteistyössä BIM ICE-hankkeessa toimineiden henkilöiden avustuksella.

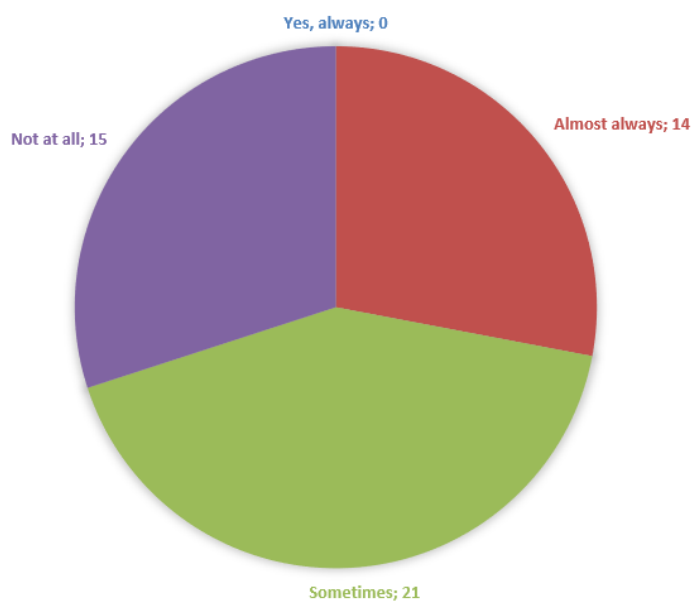
Tämän lisäksi kurssin sisällön määrittelyä varten haastateltiin korjausrakentamisen suunnitteluvaiheessa eri rooleissa toimivia asiantuntijoita.

## 2.1 Kyselytutkimuksen tulokset

Kyselyssä selvitettiin tietomallien käyttöä korjausrakennushankkeissa erityisesti inventointimallien osalta. Kyselyssä selvitettiin kvantitatiivisilla kysymyksillä tietomallien ja inventointimallien käyttöä korjaushankkeissa sekä kvalitatiivisilla kysymyksillä haasteita inventointimallien käyttöön liittyen.

Kyselyn perusteella mallinnusta käytetään korjaushankkeissa yli puolessa hankkeista, joskaan ei aina.

Viidestäkymmenestä kysymykseen vastanneista henkilöistä viisitoista eli 30 % ilmoitti, että mallinnusta ei käytetä lainkaan. Huomioitavaa on myös se, että kukaan vastaajista ei ilmoittanut käyttävänsä mallinnusta aina, vaan mallinnuksen käyttö riippuu kohteesta. (kuva 2)

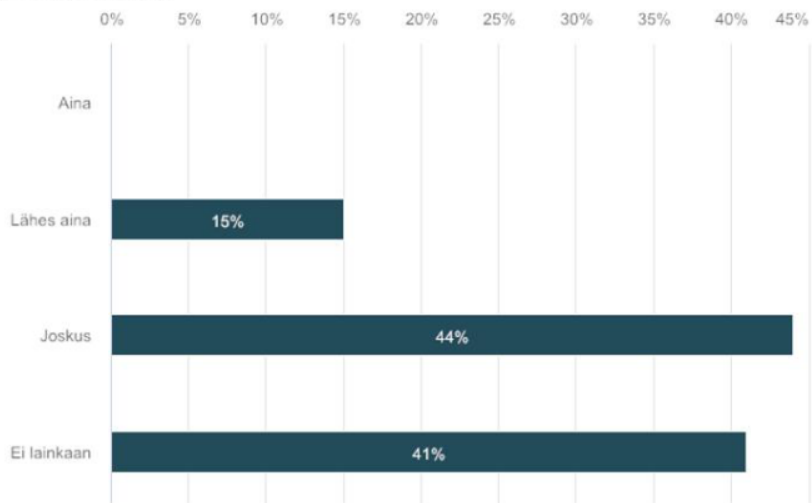


Kuva 2. Mallintamisen käyttö yleisesti korjausrakentamishankkeissa

Inventointimallinnusta korjaushankkeissa käytetään kyselyn mukaan useammin. Vain noin joka kolmannessa hankkeessa ei inventointimallia käytetä. Tästä voidaankin olettaa, että jos kohde mallinnetaan, on inventointimallin käyttäminen mukana suurimmassa osassa hankkeita. (kuva 3)

### 37. Käytetäänkö korjausrakentamishankkeissasi inventointimallinnusta?

Vastaajien määrä: 46



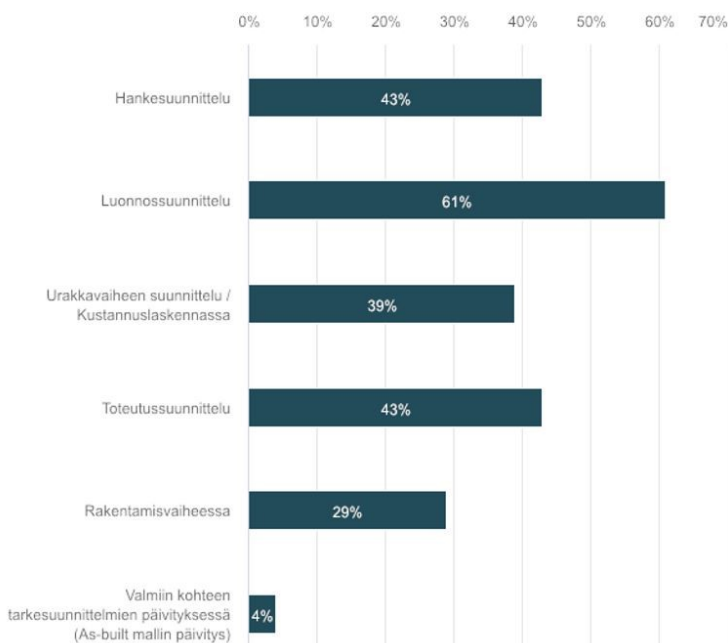
	n	Prosentti
Aina	0	0%
Lähes aina	7	15,22%
Joskus	20	43,48%
Ei lainkaan	19	41,3%

Kuva 3. Inventointimallinnuksen käyttö korjausrakentamishankkeissa

Kyselystä kävi myös ilmi, että jos inventointimallia käytetään, on sen käyttö hankkeen suunnittelussa käytössä koko prosessin ajan (kuva 4).

### 38. Missä vaiheessa käytätte inventointimallia? Voit valita myös useampia.

Vastaajien määrä: 28, valittujen vastausten lukumäärä: 61



Kuva 4. Mallintamisen käyttö yleisesti korjausrakentamishankkeissa

Avoimien kysymysten perusteella inventointimallinnuksen ongelmiksi nousi seuraavia seikkoja:

- Saada kaikki hankkeen osapuolet käyttämään mallia
- Inventointimallien tarkkuus
- Inventointimallien hyötyjen hahmottamisen puute, jolloin mallia ei tehdä
- Osaamispuutteet inventointimallien käyttämisessä
- Virheet ja puutteet malleissa ja lähtötiedoissa

Osaamistarpeita kartoitettaessa esiintyi seuraavia kokonaisuuksia:

- Kuinka inventointimallista saadaan otettua tietoja
- Inventointimallin tason ja tarkkuuden määrittäminen
- Esimerkkejä kuinka malleja on käytetty
- Pistepilviaineiston käsittely helposti sekä aineiston datasiirto ja -muodot

## 2.2 Yritysten ja asiantuntijoiden haastatteluiden yhteenveto ja johtopäätelmät

Opinnäytetyössä selvitettiin eri osapuolten tarpeita ja vaatimuksia inventointimallin käytölle ja sisällylle rakennushankkeen vaiheissa. Tätä tarkoitusta varten suoritettiin avoin haastattelu valikoiduille rakennushankkeissa toimiville asiantuntijoille. Haastatteluiden tavoitteena oli löytää tarpeita inventointimallin hyötykäytölle sekä selvittää mahdollisia esiin nousseita haasteita. Yksityisyyden suojan vuoksi haastateltujen nimiä ei tässä työssä mainita.

### 2.2.1 Tilaajan näkemykset

Tilaajan näkemyksiä varten haastateltiin kahta eri henkilöä, joilla on molemmilla useamman vuoden kokemus isossa julkisorganisaatiossa rakennuttajan tehtävistä. Henkilöiden taustoissa suurimpana erona oli kokemus ja osaaminen tietomallien käytöstä rakennusprojektissa. Toisella haastatelluista ei ollut juurikaan kokemusta inventointimallinnetuista hankkeista, kun taas toinen haastateltavista oli ollut jo useammassa tietomallipohjaisessa korjaushankkeessa rakennuttajana.

Haastattelujen perusteella alkuvaiheen hankesuunnittelussa oleellista olisi saada helposti päätöksentekoa tukevia analyysejä, esimerkiksi alustavia energiasimulointeja.

Haastattelujen perusteella suurimmat haasteet liittyivät ohjeistusten täsmentämiseen valtakunnan tasolla. Nykyisellään Yleiset Tietomallivaatimukset antavat hyvän lähtökohdan, mutta yleensä tilaajaorganisaatiolla tulisi olla omat täsmennetyt ohjeet inventointimallien tilaamiselle. Etenkin isoissa organisaatioissa tulisi olla yhteneväiset ohjeet.

Haastateltavien mielestä myös kaikkien suunnittelualojen tarpeiden huomioiminen tilausvaiheessa on haastavaa. Yleensä hankkeen alkaessa on siihen sidottu arkkitehtisuunnittelija, jolloin yleensä mitausten ja inventointimallien sisältötarpeetkin tulevat palvelemaan lähinnä arkkitehtisuunnittelua. Tämä on alkuvaiheessa tärkeää, mutta jos inventointimallia haluttaisiin käyttää kaikkia suunnittelualoja hyödyntävästi, tulisi tilaajaorganisaatiolla olla hyvä käsitys myös muiden suunnittelijoiden tarpeista inventointimallia tilattaessa.

Myös pistepilvimallin rooli lähtötietoaineistona nousi esille. Suurin haaste olikin epätietoisuus pistepilvien hyödyistä hankkeen alkuvaiheen lähtötietoina eri osapuolille. Isoimpina kysymyksinä nousi esiin, miten dataa siirretään tehokkaasti ja mitä sieltä voidaan käyttää alkuvaiheen suunnittelussa hyödyksi.

### 2.2.2 Arkkitehtisuunnittelijan näkemykset

Arkkitehtisuunnittelusta haastateltiin pitkän kokemuksen omaavaa arkkitehtia, jolla on myös pitkä ja laaja kokemus inventointimallien tuottamisesta ja niiden parissa työskentelystä.

Haastattelun perusteella esiin nousi inventointimallin tarpeellisuus korjauskohteissa. Hyvin tehty inventointimalli nopeuttaa ja helpottaa työtä runsaasti. Inventointimallin saaminen käyttöön riittävän aikaisessa vaiheessa oli myös haastateltavan mielestä oleellinen asia, jolloin inventointimallista on eniten hyötyä myös hankesuunnittelun ja eri ratkaisujen pohdinnalle hankkeen alkuvaiheessa.

Inventointimallin sisällön määrittelyssä pääsuunnittelijan rooli nousi esille. Inventointimallinnuksen tarpeellisuuden ja sen käyttömahdollisuudet ymmärtävä pääsuunnittelija helpottaa prosessia ja hän kykenee ohjeistamaan myös tilaajaa tarvittaessa oikeanlaisen inventointimallin sisällön määrittelyssä. Tosin pääsuunnittelijan tehtäväluettelossa ei tällä hetkellä oteta kantaa tähän osaamiseen, joten tilaajan ymmärrys inventoinnin hyödyistä korostuu pääsuunnittelijaa valitessa.

Haasteita inventointimallinnuksessa tuottaa inventointimallin toteutustapa. Jatkokäytön vuoksi on tarpeellista tietää, toimitetaanko inventointimalli niin sanotussa natiivimuodossa eli mallinnusohjelman omassa tiedostomuodossa vai tehdäänkö siitä IFC-malli, joka on yhteensopiva lähestulkoon kaikkien ohjelmistojen kanssa. IFC-mallin haittana on mallin jatkojalostus, sillä IFC-mallin muokattavuus on heikompaa ja hankalampaa kuin natiivimallin. Natiivimallia voidaan muokata suoraan, kunhan suunnittelija käyttää samaa ohjelmistoa millä inventointimallikin on tehty. Tässä tosin riskinä on inventointimallin muuttuminen suunnittelumalliksi ja varsinainen inventointimalli voi menettää käyttömahdollisuuksiaan hankkeen alkuvaiheessa.

Haastateltava korosti myös inventointimallin laatijan osaamisen huomioimista. Inventoinnissa on tarpeen ymmärtää kuitenkin kyseisen aikakauden rakennusten toteutustapoja sekä rakenneratkaisuja. Pelkkä geometriatieto, joka saadaan lähtötiedoksi pistepilvistä, ei riitä kattavan inventointimallin tekemiselle, vaan inventointimallin tekijä joutuu aina tekemään valistuneita arvauksia mallinnuksen edetessä.

### 2.2.3 Rakennesuunnittelijan näkemykset

Rakennesuunnittelijan näkemyksiä varten haastateltiin rakennesuunnittelijaa, jolla on pitkä kokemus mallinnuksesta nimenomaan korjauskohteiden parissa. Haastatteluissa korostui nimenomaan rakennesuunnittelijan tarpeiden tiedostaminen kohdetta inventoitaessa. Lisäksi korostui näkemys, että kaikkea ei tarvitse inventoida tietosisältöön, mutta inventoitavat osat tulee olla riittävällä mittatarkkuudella mallinnettu.

Rakennesuunnittelun kannalta oleellista inventointimallinnuksessa olikin mallinnuksen tarkkuus ja käytettävyyys rakennesuunnittelijan tarpeiden mukaisesti. Etenkin vanhojen kantavien rakenteiden

sijainti ja muototietojen oikeellisuus korostuu rakennesuunnittelun tarpeissa. Riittävä mittatarkkuus mahdollistaa muun muassa esivalmistettujen mittatarkkojen teräosien käyttämisen korjauskohteissa.

Rakennesuunnittelijan haastattelussa myös nousi esille mittausten tarve hankkeen edetessä. Etenkin purkutöiden jälkeen suoritettavat mittaukset koettiin erityisen hyödyllisiksi rakennesuunnittelijan kannalta. Näiden tietojen siirtyminen inventointimalliin on kuitenkin haastavaa ensivaiheen jälkeen, joten näitä inventointeja ja pistepilvitietoja käytetäänkin usein erillisinä mittauksina, joiden tietosisältö tulee esille rakennemallissa, eikä varsinaisessa inventointimallissa.

#### 2.2.4 LVI-suunnittelijan näkemykset

LVI-suunnittelua varten haastateltiin kahta eri henkilöä. Toinen haastatelluista oli keskittynyt energiasimulointeihin ja toinen varsinaiseen LVI-suunnitteluun. LVI-suunnittelijalla oli pitkä kokemus suunnittelusta niin uudis- kuin korjausrakentamisen kohteista. Kokemusta inventointimallien kanssa työskentelystä hänellä ei ollut.

Yleisesti ottaen haastateltavan mielestä ei vanhojen talotekniikoiden tarkoista sijainneista ole hyötyä suunnittelijalle, sillä yleensä tekniikat puretaan kauttaaltaan. Lisäksi tietosisältö inventointimalleissa on LVI-suunnittelun näkökulmasta puutteellinen, sillä tietoa tarvitaan tekniikasta, esimerkiksi IV-koneissa olevien sähkömoottoreiden tehoista, eikä niinkään koneiden ja putkistojen geometriasta.

Oleellista LVI-suunnittelijalle olisi etukäteen saatava tieto kohteessa. Tähän sopisi hyvin esimerkiksi pistepilvistä koottu malli, jota pääsisi tarkastelemaan etänä. Näin reittejä suunniteltaessa voitaisiin jo huomioida alustavasti olemassa olevat reitit ja reiät rakennusosissa. Tässä reittisuunnittelussa tosin tarvitaan myös rakennesuunnittelijan panosta, mutta haastateltava koki, että pistepilvistä olisi apua alustavien reittien määrittämisessä.

Yleensä pistepilvien käyttöä on hankaloittanut niiden myöhäinen toimitusajankohta suhteessa suunnittelun kulkuun sekä pistepilvien kankea käyttö johtuen runsaasta datamäärästä. Tässä mahdolliset pilvipalvelut helpottaisivat toimintaa, ja kun pistepilvien koonti on valmiina, tulisi se saada pikaisesti suunnittelijoiden käyttöön.

#### 2.2.5 Energiasimulointien tekijän näkemykset

Energiasimuloinnista haastateltu tekijä ei ollut pitkän linjan suunnittelija, vaan enemmänkin energia-asiiantuntija, ja keskittynyt nimenomaan energiasimulointilaskentaan IDA ICE -ohjelmistolla.

Haastattelussa kävi ilmi että, että hankaluuksia aiheutti energiasimuloinnissa inventointimallin koko. Isojen kokonaisuuksien lataaminen ja hallinnointi kyseisessä ohjelmistossa oli kankeaa, tai tietyn rajan jälkeen jopa mahdotonta, ohjelman jatkuvan kaatumisen vuoksi. Siksi etenkin isoissa kokonaisuuksissa mallin tietosisällön karsiminen on tarpeen.

Suurin haaste siis liittyy tiedonsiirtoon. Kyseinen ohjelma tukee IFC-muotoista tiedostoa, joten aikaisemmin mainittu natiivimalli ei palvele energiasimulointia. Myös IFC-mallissa oleelliseksi asiaksi nousee tietosisällön suodatus, jolloin energiasimuloinnin kannalta turhista tiedoista päästäisiin eroon ja mallin koko pysyisi ohjelmiston hallittavissa.

Tietosisällön tarve määräytyy ohjelmakohtaisesti, ja siksi on oleellista tietää mitä tietoja kyseinen simulointiohjelma kykenee lukemaan suoraan IFC-tiedostosta ja mitkä tiedot on syötettävä manuaalisesti.

Myös eri vaiheiden analyyseille on selkeä ero tietosisällössä. Alkuvaiheen analyyseiden teko, joiden tarkoituksena on löytää optimaaliset ratkaisut ja suuntalinjat rakennuksen energiantuotannolle, ei edellytä detaljitason tietoa. Loppuvaiheen analysoinnissa, jossa vertaillaan toteutunutta ja laskennallista tilannetta, luotettava analyysi edellyttää paljon tarkempaa detaljitietoa rakennuksesta.

Inventointimallin käyttö energiamallinnuksessa on tekijän mielestä etu. Tosin haastateltavan mukaan on tiedostettava, että kaikkia tietoja ei kannata tai ole tarpeen mallintaa ohjelmaa varten. Osa tiedoista on edelleen nopeaa syöttää käsin, eikä tiedonsiirron mahdollisten vaikeuksien vuoksi ole välttämättä edes kovin kannattavaa siirtää suoraan mallista. Energia-analyysin tekijän pitäisikin hallita jollain tasolla IFC-mallin tarkasteluun soveltuva ohjelma. Näin voitaisiin tiettyjä tietoja katsoa suodattamattomasta IFC-mallista ja tuoda vain tarpeelliset ja aidosti työtä nopeuttavat tiedot suoraan mallista ohjelmaan suodattimen kautta.

### 3 INVENTOINTIMALLINNUS

#### 3.1 Inventointimallinnus korjausrakennushankkeessa

Inventointimallinnus käsitteenä tarkoittaa erinäisten lähtötietojen avulla laadittua tietomallia olemassa olevasta rakennuksesta. Inventointimalli itsessään ei välttämättä aina tarkoita 3-ulotteista mallia, vaan järjesteltyä tietoa kohteesta. Parhaaseen hyötyyn inventointimallissa kuitenkin päästään, kun laaditaan 3-ulotteinen tietomalli. (Rajala 2015)

Inventointimallinnus itsessään on oleellinen osa tietomallipohjaista korjausrakennushanketta. Inventointimallinnuksen tarve selittyy parhaiten vertailemalla uudisrakennuskohdetta ja korjausrakennuskohdetta. Siinä missä uudisrakennuskohteen suunnittelussa on ns. täysin tyhjä alusta, on korjaushankkeessa aina jokin olemassa oleva rakennus. Tämä rakennus ja sen nykytilanne toimii oleellisena lähtötietona korjausta suunniteltaessa ja toteutettaessa.

Korjausrakentamishankkeessa on yleisesti ollut haasteena lähtötietojen luotettavuus. Mitä perusteellisempi korjaushanke on kyseessä, sitä tärkeämpää on lähtötietojen oikeellisuus niin kustannusten, aikataulun ja laadun kannalta.

Inventointimallin ja inventoinnin laadun kehittämisen tärkeyttä kuvastaa lainaus erään pitkän linjan korjausrakentajan kommentteista: "Aina kun joudutaan tekemisiin vanhan olemassa olevan rakennuksen tai rakenteen kanssa, voidaan lähteä siitä, ettei toteutus vastaa niitä suunnitelmia, joita korjaustyön suunnittelija on saanut käyttöönsä työnsä lähtökohtana." Näin ollen mitä oikeellisempaa lähtötietoa suunnittelijalla on käytössä, sitä todennäköisemmin suunnitelmien tarkkuus ja oikeellisuus paranee. Tämä puolestaan mahdollistaa välillisesti koko rakennusprojektin jouhevamman ja laadukkaamman toteuttamisen.

### 3.1.1 Inventointimalli lähtötietoaineistona

Kuten kyselystä havaitaan, on inventointimallin käyttäminen lähtötietoaineistona vielä vaihtelevaa. Tähän syitä on havaittavissa kyselyn avoimien vastausten kautta. Kyselyssä esiin nousut haaste, että inventointimallin hyötyjä hankkeessa ei tiedosteta, vaikuttanee inventointimallien käyttöön hankkeissa. Kun ei ymmärretä hyötyjä, ei myöskään olla valmiita panostamaan resursseja kyseiseen vaiheeseen.

Inventointimallin hyödyt lähtötietoaineistona ovat riippuvaisia siitä, onko mallissa tarvittavat lähtötiedot eri suunnittelualojen tarpeita silmällä pitäen. Jotta inventointimalli voi toimia lähtötietona kattavasti, tulee eri käyttäjien lähtötietotarpeet huomioida jo inventointimallinnuksen käyttöä mietittäessä.

Myös tietotarpeiden sisältö ja ajoitus vaihtelee eri suunnittelualojen välillä. Tarpeet vaihtelevat hankesuunnittelun suuntaa antavien tilavuustietojen tarpeista, aina toteutussuunnittelun tarkkaan sijainti ja materiaalitietoon. Inventointimallin vaatimukset siis vaihtelevat paitsi tietosisällön, niin myös eri ajankohtien välillä.

Malli tulisikin laatia siten, että siitä saatava hyöty ulottuisi mahdollisimman monen toimijan käyttöön. Oleellista on kuitenkin tiedostaa, että mallia ei laadita mallintamisen vuoksi, vaan lähtötietojen jäseneltyä ja tarkoituksenmukaista jakelua varten. Siksi eri käyttötarkoitukset tuleekin harkita jo alkuvaiheessa, onko hankkeen laajuus ja aikataulu huomioiden järkevää kerätä kaikkea tietoa inventointimalliin.

Rakennusalan tietojohdantamisen ongelmia etenkin Suomessa on alan siiloutuneet työkäytännöt. (Penttinen, 2020) Tämä siiloutuneisuus on myös inventointimallin käytön ja tietosisällön haasteena. Kuitenkin tietomallipohjaisen hankkeen on todettu vähentävän tätä siiloutuneisuutta. Tämä toteutuu yhteistyön mahdollistumisen jo hankkeen alkuvaiheista alkaen (Gökgür, 2015).

Osapuolten siiloutuneisuus johtaa siihen, että tiedonsiirto ei ole riittävää eri osapuolten kesken. Tämä havainto kävi ilmi myös eri asiantuntijoiden haastatteluissa. Niissä havaittiin, että inventointimalli saatetaan laatia vain joitain tiettyjä tarpeita varten, jolloin siitä saatava hyöty jää pieneksi. Inventointimallin sisältämä tieto vaihtelee aina eri toimijoiden välillä, ja jos inventointimalli laaditaan vain niin sanotusti yksien lasien läpi katsomalla, ei siitä ole muille osapuolille hyötyä.

Eri suunnittelualojen tarpeita ja haasteita liittyen inventointimallin käyttöön on kartoitettu tässä työssä haastatteleamalla eri suunnittelualojen edustajia. Näiden perusteella sekä inventointimallinnuksen nykyohjeistusten perusteella on laadittu koulutukseen omat sisällöt eri suunnittelulajeille.

## 4 VAATIMUKSET, TARPEET & TEKNOLOGIAT

Inventointimallinnuksen ja yleisesti ottaen korjauskohteen lähtötietojen selvittäminen nykypäivänä on oleellista työn luonteen muuttumisen johdosta. Nykypäivänä työtä voidaan suorittaa etäjärjestelmien ansiosta vähemmän paikkaan sidottuna. Lisäksi tietomallipohjainen 3D-suunnittelu luo omat lisävaateensa inventoinnille. Kun suunnittelu tehdään 3-ulotteisena, on luonnollista, että myös lähtö-



tiedot ovat saatavissa tässä muodossa. Etenkin geometriatietoja tarvitaan jo aikaisemmassa vaiheessa suunnittelua kuin aikaisemmin. Näitä tietoja tarvitaan nykypäivänä hankkeessa jo alkuvaiheessa päätöksenteon ja hankkeen alustavien kustannusten selvittämisen tueksi.

#### 4.1 Ohjeistukset ja nykykäytännöt

Nykyisin inventointimallinuksen ohjeistukset löytyvät yleiseltä tasolta yleisten tietomallivaatimusten, eli YTV2012 – ohjeistuksista. Ohjeistus luotiin ensimmäisen kerran vuonna 2007 Senaatti-kiinteistöjen toimesta. Ohjeistus on päivitetty ja laajennettu 14-osaiseksi COBIM -hankkeessa vuonna 2012. Myöhemmin ohjeistukseen on lisätty myös täydentäviä liitteitä, jotka toimivat ohjeina ja esimerkeinä YTV:n käyttäjille. YTV2012 on saatavilla kaikkien käyttöön esimerkiksi BuildingSMART Finland ry:n verkkosivuilta. ([www.buildingsmart.fi/](http://www.buildingsmart.fi/))

Tämän lisäksi on julkaistu YTV2012 -ohjeistuksia tukevia ja enemmän ohjeistavia Rakennustieto Oy:n RT-kortteja aiheesta.

Muita virallisia tai yleisesti käytössä olevia ohjeistuksia ei tällä hetkellä Suomessa ole käytössä. Näiden lisäksi on kuitenkin moni organisaatio laatinut omia ohjeistuksia ja käytänteitä inventointimallinuksen käyttöön.

Koska kaikki rakennukset ovat yksilöllisiä, on myös inventointimallin ohjeistukset hyvä laatia aina hankekohtaisesti. Yllä mainitut ohjeistukset toimivat hyvänä peruslähtökohtana, mutta tämän lisäksi on syytä laatia hankkeeseen inventointimallinuksen ohje. Tämä on hyvä sisällyttää tietomallipohjaisissa hankkeissa osaksi tietomallinussuunnitelmaa. Inventointimallinuksen yleinen kulku on esitetty alla. (Kuva 5)



Kuva 5. Inventointimallin vaiheet ja sisällöt yleisesti

#### YTV:N OHJEISTUKSET INVENTOINTIMALLINUKSEEN PÄHKINÄNKUORESSA

YTV 2012 osa 2 käsittelee lähtötilanteen mallinnusta eli inventointimallinnusta. Ohjeistuksessa esitetään paitsi mallin sisältöön ja tarkkuuteen niin myös koordinaatistoon, mittayksiköihin, laadittaviin

selostuksiin, tiedonsiirtoon ja eri osien tyyppityksiin liittyviä vaatimuksia. Inventointimallinnuksen määrittelyssä viitataan osan 2 lisäksi osaan 1. Yleinen osuus sekä osaan 3. Arkkitehtisuunnittelu.

Tästä ajattelutavasta voidaankin havaita, että inventointimallin ensisijaiseksi ajateltu käyttäjä olisikin hankkeen arkkitehti.

Lähtötilanteen mallinnusvaatimukset jaetaan ohjeistuksessa 3 eri tarkkuustasoon: tilamalli (taso 1), pääpiirustustasoinen rakennusosamalli (taso 2) ja yksityiskohtainen rakennusosamalli (taso 3)

Mallinnusvaatimuksia vastaamaan on ohjeistuksessa myös esitetty eri tasojen mittausvaatimuksille sekä tutkimuksille, selvityksille ja inventoinneille asettamat vaatimukset (Kuva 5). (YTV 2012. Osa 2)

4	Lähtötietoihin kohdistuvat vaatimukset	9
4.1	Mittausvaatimukset, sisältö	9
4.1.1	Taso 1 - Laseretäisyysmittaus ja olemassa olevat piirustukset	9
4.1.2	Taso 2 - Takymetrimittaus	10
4.1.3	Taso 3 - Laserkeilausmittaus	10
4.2	Vaatimukset tutkimuksille, selvityksille ja inventoinneille	11
4.2.1	Taso 1 - Tilatunnisteet ja rakennusosien yleinen tyyppitys	11
4.2.2	Taso 2 - Huonetilainventointi ja rakennusosien tyyppitys	11
4.2.3	Taso 3 - Rakennuksen historia- ja tutkimustiedot	12
5	Mallintamisvaatimukset	12
5.1	Tontin malli, alueosat	12
5.2	Inventointimallin tarkkuustasot	13
5.2.1	Taso 1 - Tilamalli	14
5.2.2	Taso 2 - Rakennusosamalli	15
5.2.3	Taso 3 - Rakennusosamalli	16

Kuva 6. Ote YTV 2012 Osa 2 sisällysluettelosta. (YTV 2012. Osa 2)

Oleellista näissä ohjeistuksissa on ymmärtää mitä eri tasot vaativat lähtötiedoilta, jotta ne voidaan toteuttaa. Näin ollen inventointimallin tarkkuustasojen vaatimukset ovat jossain määrin yhteneviä mittausvaatimusten tasoille. Tosin tarkemmasta tasosta voidaan aina laatia ns. alemman tarkkuustasovaatimusten malli. Näin olisikin hyvä toimia hankkeen alkuvaiheessa ajan säästämiseksi, jolloin inventointimallin hyödyntämiseen tässä vaiheessa riittää taso 1. Mallia voidaan aina päivittää tarkempaan tasoon hankkeen edetessä. Tämän kaltainen vaiheistus on kuitenkin syytä sopia jo alkuvaiheessa etenkin mittausvaatimusten määrittelyä varten.

On kuitenkin muistettava, että eri tutkimusten ja selvitysten vaatimukset eivät aina välttämättä korreloi mallin tarkkuustasoa tai niiden sisältövaatimuksia, vaan toimivat enemmänkin mallin tietosisälön määrittelyssä. Tällaisia tutkimuksia ovat esimerkiksi kuntotutkimukset ja -arviot sekä rakennushistorialliset selvitykset. Yleisesti voidaan todeta, että tietosisältöjen vaatimus on laajimmillaan kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten korjaushankkeissa. Tällöin on rakennuksesta tiedettävä paitsi sen kunto, myös eri ajanjaksojen muutokset ja nykyinen detaljiikka, esimerkiksi restaurointia varten.

YTV 2012 Inventointimallinnusta tukemaan tehdyt RT-kortit ovat seuraavat:

- RT 103132 Fotogrammetrian käyttö rakennushankkeessa

- RT 103133 Rakennuksen laserkeilaus
- RT 103375 Pistepilviaineisto suunnittelun lähtötietona ja inventointimallinnus

Kyseisissä korteissa on esitetty aiheeseen liittyviä termejä, käytännön sovelluksia sekä ohjeita liittyen esimerkiksi tiedostomuotoihin ja tiedonsiirron tarpeisiin.

Korttien otsikoiden perusteella inventointimallinnuksessa olennaisessa osassa onkin lähtötiedon tuottaminen kyseisillä mittausteknologioilla ja näistä tuotettavan pistepilven käyttämiseen liittyvät toimenpiteet.

#### 4.2 Inventointimallinnuksen edellyttämät teknologiat ja pistepilvien tuottaminen

Ohjeistuksessa viitataan monesti tiettyihin teknologioihin, joita nykypäivänä käytetään inventointimallinnuksen tarkemmissa tasoissa. Kuten aikaisemmin on jo todettu, on inventointimallinnuksen kokonaisuuden ymmärtämisen vuoksi oleellista, että ymmärretään, miten mallinnuksessa käytetty lähtötieto on tuotettu. Lisäksi etenkin tilaajilla on kiinnostusta ymmärtää pistepilvien tuottamista ja tätä kautta laajentaa niiden hyötykäyttöä jo hankkeen alkuvaiheessa.

Nykypäivänä mittauksia voidaan suorittaa erilaisia apuvälineitä käyttäen. Etenkin 3D-mallinnuksissa riittävän mittausdatan saaminen on tärkeää mallinnusta tehtäessä. Nykyään on mahdollista tuottaa runsaasti mittausdataa niin sanottujen pistepilvien avulla. Pistepilvet sisältävät runsaasti kohteesta saatuja tarkkoja mittauspisteitä, jotka yhdessä muodostavat pistepilven. Näitä pistepilviä yhdistelmällä saadaan pisteistä koostuva 3-ulotteinen mittatieto (Kuva 7).

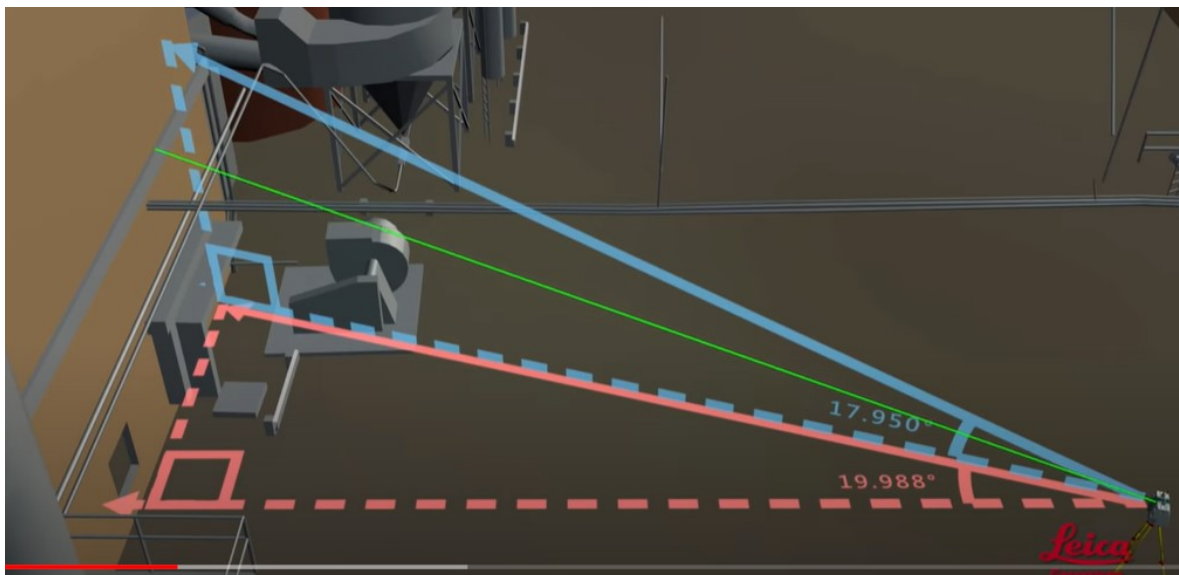


Kuva 7. Pistepilviä kohteesta (Kuva: Tuomas Keränen)

Pistepilviä voidaan tuottaa eri tavoin, joista yleisimpiä ovat laserkeilaus ja fotogrammetria. Alla on avattu nämä teknologiat sekä käyty läpi myös muita tietomallinnuksen uusia teknologioita korjauskentämisen näkökulmasta.

## LASERKEILAUS

Laserkeilaus on optinen mittausmenetelmä, jossa hyödynnetään lähetetyn laserpulssin ja sen pinnasta kimmonneen paluusignaalin kulkeman ajan mittaamiseen. Laserkeilaus on ollut yleisin digitaalinen työkalu korjausrakentamisen tietomallinnuksessa (Gökgür, 2015). Tästä mittauksesta saadaan suhteellisen luotettavalla tarkkuudella kyseisen pinnan sijainti 3-ulotteisessa avaruudessa (Kuva 8).

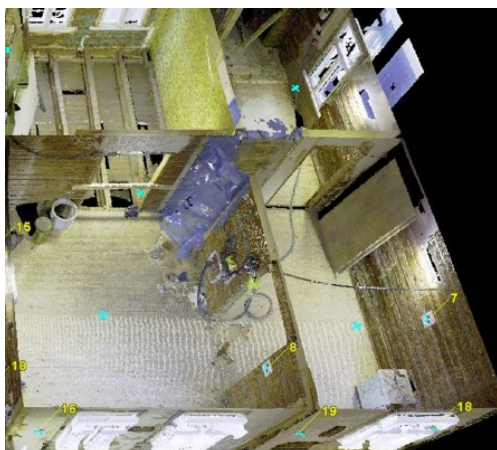


Kuva 8. Laserkeilaimen mittauksen periaate (Leica Geosystems, 2012)

Tällä mittaustavalla saadaan tuotettua runsaasti pinnoista kimmonneita sijainteja eli pisteitä. Näiden pisteiden kokonaisuutta kutsutaan pistepilveksi. Pistepilvissä voi olla miljoonista jopa miljardeihin mittauspistettä.

Pisteen sijainnin lisäksi mittauksesta saadaan lisätietoa mm. pisteen intensiteetistä. Tämän lisäksi laserkeilauksen yhteydessä on mahdollista yhdistää pisteisiin oikea värisävy valokuvien avulla. Nykyisin keilaimissa on integroidut kamerat, jolloin kuvien ottaminen ei edellytä erillistä kuvauskalustoa. (RT 103133 Rakennuksen laserkeilaus)

Alla on esimerkki värjätystä pistepilvestä (Kuva 9)



Kuva 9. Värjätty pistepilvi (Kuva: Tuomas Keränen)

Laserkeilain käytännössä ”näkee” saman mitä ihmissilmäkin näkee. Keilaimella ei siis voida nähdä rakenteiden sisälle tai edes ikkunaverhojen taakse. Tämän vuoksi keilainta siirrellään kohteella eri kohtiin rakennusta, niin että eri asemapaikkojen keilausten yhdistämisellä saadaan kattavampi mitausaineisto kohteesta.

Laserkeilauksen ja pistepilvien etuna perinteisiin mittauksiin on runsaan datan tuottaminen. Mittauksen tiheydestä riippuen voi keilausten tuloksena olla hyvinkin yksityiskohtainen mittausdata. Keilauksen avulla saadaan jo käytännössä 3-ulotteinen malli, jonka pohjalta inventointimallin geometrian laatiminen on huomattavasti helpompaa kuin yksittäisten mittaustulosten perusteella. Tämän lisäksi geometria vastaa kohteen nykytilannetta tarkasti. Näin ollen oikein tuotettu laserkeilausaineisto pysyy vastaamaan osittain jo lähtötietojen luotettavuuden parantamiseen inventointimallinnuksessa.

Laserkeilauksen eduksi voidaankin lukea kohtuullisen mittatarkan geometriadatan tuottaminen suhteellisen lyhyessä ajassa.

Nykypäivän laserkeilainten nopeus ja käytettävyys on kehittynyt huimaa vauhtia ja nykypäivänä keilaukseen meneekin enemmän aikaa keilauksen valmisteluista kuin itse keilauksesta. Keilaimet ovat myös nykyisin pieniä ja kannettavia, eivätkä ne tarvitse erillistä tietokonetta keilauksen suorittamiseen.

## FOTOGRAMMETRIA

Fotogrammetria on erilainen tapa tuottaa pistepilvi kuin laserkeilaus. Fotogrammetrian tuottama pistepilvi laaditaan eri kuvakulmista otettuihin valokuviin, joiden perusteella tietokone laskee kuvien kautta eri pisteille etäisyydet käyttäen valokuvien pikselien intensiteettiä. Perusperiaatteena on, että kun valokuvan kulma ja etäisyys kohteeseen ovat tiedossa voidaan siitä laskea etäisyyksiä. Fotogrammetria on nopeampaa kuin laserkeilaus, mutta fotogrammetrian tarkkuus on yleensä heikompi kuin laserkeilauksen. Tosin tämä riippuu valokuvien määrästä ja laadusta. Selkeä haitta on valon tarve, eli fotogrammetria edellyttää etenkin perinteisellä kuvaustavalla tehtynä riittävän määrän valoa kuvaukseen. (Stachniss, 2015)

Nykyisin fotogrammetria on yleistynyt ja helpottunut digikameroiden kuvanlaadun parantua ja kameroiden pienentyessä. Fotogrammetria on parhaimmillaan, kun sen tarvitsemat kuvat tuotetaan lentävää dronea apuna käyttäen, jolloin kuvien ottaminen vaikeapääsyisistä kohteista kuten esimerkiksi vesikatoista helpottuu huomattavasti. Kuvan ottaminen dronella on myöskin helpompaa kuin esimerkiksi laserkeilaus, sillä kuvan ottamiseksi dronen ei tarvitse pysyä paikallaan kovin kauan, toisin kuin laserkeilauksessa (Kuva 10).

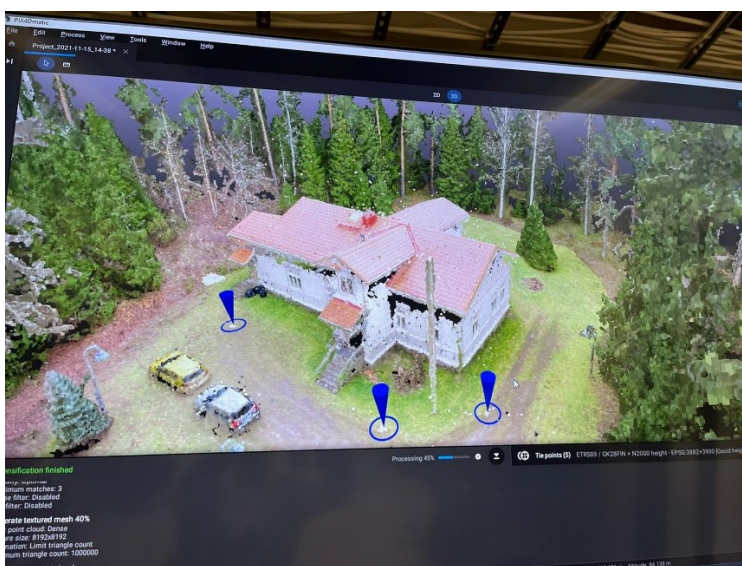
Kuvauksessa oleellista on valaistuksen lisäksi sääolosuhteiden huomiointi. Tyyni ja selkeä sää takaa parhaan lopputuloksen kuvaukselle.





Kuva 10. Dronen ohjausta ja kuvaa (Kuva: Mauri Huttunen)

Tuotetuista kuvista laaditaan tietokoneella pistepilvimalli, joka voidaan halutessa yhdistää laserkeilauksella tuotettuun dataan (Kuva 11).



Kuva 11. Kuvista fotogrammetrialla tuotettu pistepilvi (Kuva: Mauri Huttunen)

Eri pistepilvien yhdistelyssä tulee kuitenkin olla tarkkana, sillä jo aikaisemmin mainittu mittatarkkuus eri kuvantamistapojen välillä voi vaihdella. Fotogrammetrialla luodulla pistepilvellä voidaan täydentää jo aikaisemmin tehtyä mallia ja kunhan riittävä mittatarkkuus saavutetaan, voidaan jo tehtyjä pistepilviaineistoja täydentää esimerkiksi vesikaton pistepilvillä (Kuva 12). Alla olevassa kuvassa on esitetty mallitapaus, jossa pistepilvien yhdistäminen on onnistunut ja mittatarkkuus on riittävä. Valkoisella yläosassa näkyy fotogrammetrialla tuotettu vesikaton pinnan pistepilvi ja ruskealla näkyy laserkeilauksella tuotettu pistepilvi, jossa on näkyvissä kattokannattajat.



Kuva 12. Laserkeilauksella ja fotogrammetrialla tuotettu pistepilvi (Kuva: Mauri Huttunen)

## GEOREFEROINTI

Georeferoinnilla tarkoitetaan tehdyn aineiston sitomista paikkatietoon. Yksinkertaisimmillaan siis siirretään tehty aineisto johonkin olemassa olevaan koordinaatistoon. Tämä on oleellista, sillä useimpien vanhemmissa kartoissa saattaa rakennusten sijainnit olla pielessä. Rakennuksen todellinen sijainti on samaan tapaan oleellinen lähtötieto suunniteltaessa esimerkiksi tieliittymiä, ympäröivän maaston muokkauksia sekä vesi ja viemäri liittymiä.

Georeferoinnista on etua muun muassa työnaikaisille mittauksille, sillä georeferoidusta mallista on mahdollista siirtää GPS-pisteet suoraan mittauslaitteille helpottamaan esimerkiksi kaivujen sijaintien mittauksia.

## PISTEPILVIEN JATKOKÄSITTELYMAHDOLLISUUDET JA TOIMENPITEET

Yksittäiset pistepilvet eivät sinällään sovellu inventointimallinnukseen, vaan erilliset pistepilvet tulee yhdistää toisiinsa käyttäen rekisteröinniksi nimettyä toimintoa. Tämä vaihe on oleellinen, sillä siinä vaiheessa eri pistepilvet sijoittuvat lopullisesti oikeaan sijaintiinsa.

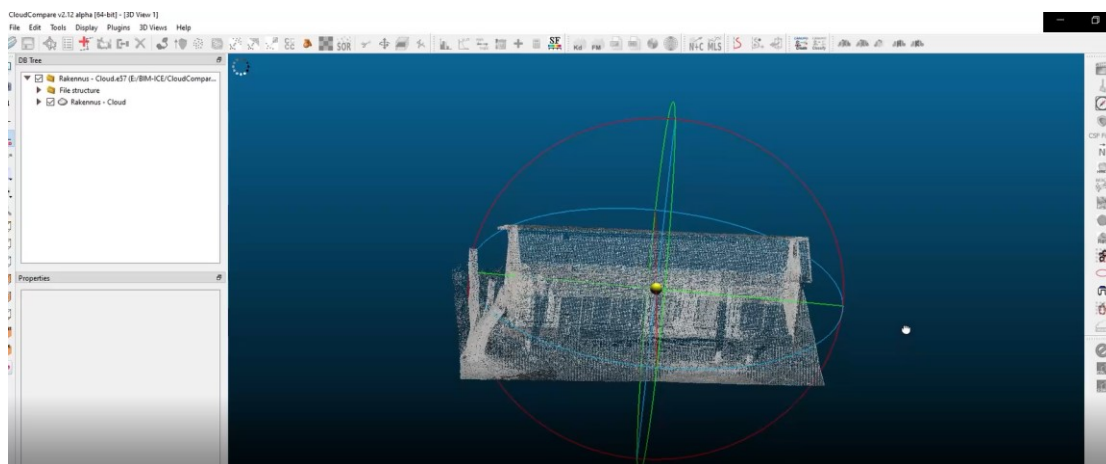
Yleisesti ottaen pistepilvet puretaan ja käsitellään aina tietyn ohjelmiston kautta. On suositeltavaa käyttää kyseisen laitevalmistajan ohjelmistoa rekisteröintiin. Näin taataan varmemmin luotettava mittauslopputuloks. Myöhemmin pistepilviä voidaan muokata ja käsitellä erillisillä ohjelmilla.

Oleellista pistepilvissä on tallennusmuoto, ja nykyisellään ohjeistuksien mukaan pitäisikin mittaus-työn alkuvaiheessa sopia tuotettavat tiedostomuodot. Tiedostomuodot ovat riippuvaisia jatkojalostukseen sekä itse inventointimallin tekemiseen käytettävästä ohjelmistosta.

Yleisimpiä tiedostomuotoja ovat .las, .laz ja .e57 -tiedostomuodot. Muitakin tiedostomuotoja on runsaasti, mutta ne ovat raskaita käsitellä tai ne eivät sovellu kuin tiettyihin käyttötarkoituksiin (Keränen, 2021).

Jatkokäsittelytarpeita ovat yleensä pistepilvien harvennus, tiettyjen osa-alueiden poistaminen sekä pistepilvien osittelu mallinnusta sujuvoittamaan. Jatkokäsittelyn hallinta on oleellista, sillä kyselyssä nousi esille pistepilvimallin suuresta datamäärästä johtuva hidas käsittely.

Pistepilvien jatkojalostukseen ja myöhempään käsittelyyn löytyy myös ilmaisohjelmistoja, joita päätettiin ottaa kurssin toiminnalliseen osioon mukaan. Näin ollen osallistujat pääsevät tekemään pistepilvien käsittelyä ilman tarvetta ostaa maksullisia ohjelmistoja. Tällainen ohjelmisto on muun muassa CloudCompare -ohjelmisto, jota kurssille otettiin kokeiluun (Kuva 13).



Kuva 13. Kuvakaappaus CloudCompare -ohjelmasta (Kuva: Jarno Rautiainen)

#### 4.3 Uudet teknologiat korjausrakentamisen näkökulmasta

Uudet teknologiat tuovat mahdollisuuksia etenkin korjausrakentamisen toimintoihin. Teknologia kehittyi yhä immersivemmäksi ja interaktiivisemmäksi, jolloin eri osapuolten osallistaminen hankkeen suunnittelun helpottuu. Tämä on etenkin korjausrakentamisessa etu, sillä olemassa olevan rakennuksen muutoksia ja rajoituksia on vaikeampaa hahmottaa suunnitteluvaiheessa kuin kokonaan uuden rakennuksen. Lisäksi vaikka mallintaminen on jo voimakkaasti osana suunnittelijoiden arkea, on rakentamisvaiheessa edelleen käytössä tasopiirustukset, joiden laatimiseen käytetään resursseja suunnitteluvaiheessa. Uudet teknologiat mahdollistavat mallien tehokkaampaa käyttöä myös toteutusvaiheessa.

Puhuttaessa uusista teknologioista tässä yhteydessä tarkoitetaan XR- eli Extended Reality -teknologioita sekä VR- eli Virtual Reality -teknologioita. Myös tekoäly ja pelillistäminen voidaan katsoa tähän kategoriaan kuuluvaksi.

Nykypäivänä on jo käytössä erilaisia kokeiluita rakennusalalla liittyen XR-teknologiaan. Eräät tällaisista laitteista ovat Trimble -yhtiön lanseeraamat laitteet Site Vision ja XR10 -kypärä.

Site Vision laite on älypuhelimien tai vastaavaan näyttölaitteeseen yhdistettävä GPS-antennin ja ohjelmiston yhdistelmä, jonka avulla voidaan näytöltä katsoa siihen ladatun tietomallin ja todellisen kamerakuvan yhdistelmää (Kuva 14). ([www.sitevision.trimble.com](http://www.sitevision.trimble.com))





Kuva 14. Kuvakaappaus Trimble SiteVision -verkkosivuilta ([www.sitevision.trimble.com](http://www.sitevision.trimble.com))

SiteVision on hyvä työkalu esimerkiksi mallien esittelyyn käyttäjille tai tilaajan edustajille. Myös tehtyjen asennusten sijaintitarkistukset voi suorittaa tällä laitteella suhteellisen helposti.

Toinen laitteisto eli XR 10-kypärä yhdistelee Trimblen paikannusteknologiaa ja Microsoft Hololens AR-laseja integroituna työmaakäyttöön hyväksytyyn kypäraän. Tämä laitteisto on suunniteltu enemmän asentajille ja heille, joilla tulee olla kädet vapaana työntekoon (Kuva 15). ([www.fieldtech.trimble.com/](http://www.fieldtech.trimble.com/))



Kuva 15. Kuvakaappaus Trimble XR10-esittelyvideolta ([www.sitevision.trimble.com](http://www.sitevision.trimble.com))

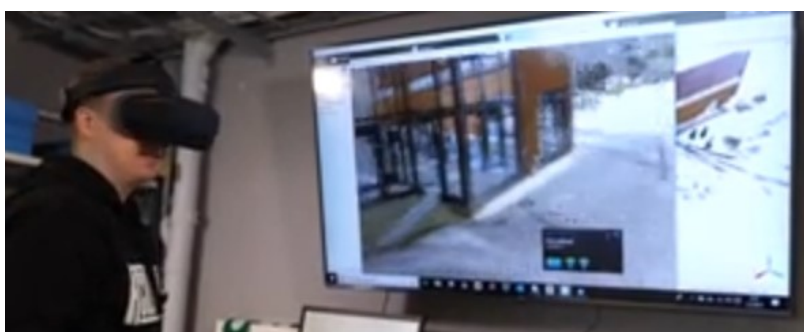
Kyseiset laitteet ovat käytössä LAB ammattikorkeakoulussa koulutusta ja TKI-toimintaa varten. Käytökokeiluiden perusteella voidaan todeta, että SiteVision -laitteisto toimii paremmin ulkotiloissa, kun taas XR10-kypärän käyttö on optimaalisempaa sisätiloissa kuten esimerkiksi talonrakennustyömaalla. Tosin molemmat soveltuvat käytettäväksi myös sisä- sekä ulkotiloissa.

Molemmat laitteet soveltuvat myös esimerkiksi inventointimallin tarkastamiseen paikan päällä.

VR-lasien käyttö mahdollistaa etenkin tietomallien tarkastelun käyttäjän näkökulmasta. VR-tekniikan käyttö etenkin suunnittelun alkuvaiheessa on eduksi, sillä näin käyttäjä pääsee paremmin sisälle suunnittelijoiden näkemyksiin ja voivat helpommin antaa oman mielipiteensä suunnitelmaan.

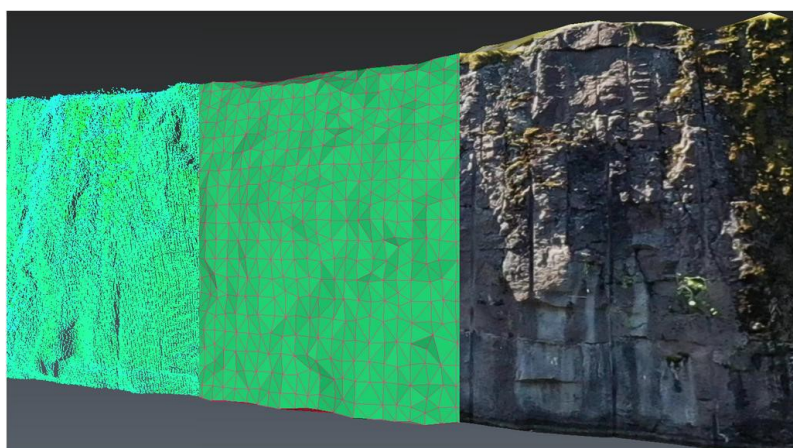
Tämä on oleellista etenkin korjauskohteissa, missä esimerkiksi oviaukkojen muutokset voivat olla kalliimpia toteuttaa kuin uudiskohteissa. Siitä syystä kaikki keinot millä työnaikaisia muutoksia voidaan vähentää, vähentävät kustannus- ja aikatauluriskejä.

Inventointimallinnuksen näkökulmasta ei VR-tekniikka tuo juurikaan eroa uudiskohteen ja korjauskohteen välillä. Suurin etu, mitä VR-tekniikka tarjoaa korjauskohteeseen, on pistepilvien siirtomahdollisuus suoraan VR-ohjelmistoon. Tämä on hyödyllistä, jos halutaan aikaisessa vaiheessa tarkastella esimerkiksi laajennuksen sijoittumista olevaan rakennukseen. Siirrettäessä pistepilvi VR-ohjelmistoon, riittää että laajennuksesta on tehty tietomalli (Kuva 16).



Kuva 16. Pistepilvi VR-ohjelmistossa (Kuva: Mauri Huttunen)

Tekoälyn ja pelillistämisen merkitys ei ole vielä kovin suuri inventointimallinnuksessa tai korjausrakentamisessa. Tosin pelillistämisen hyödyt ovat samantyyllisiä kuin VR-tekniikan. Etenkin käyttäjän kannalta mahdollisimman realistisen virtuaalimallin tarkastelu luo mahdollisuuden paitsi vähentää työnaikaisia muutoksia, niin myös osallistaa käyttäjää suunnitteluun ja valintoihin (Kuva 17).



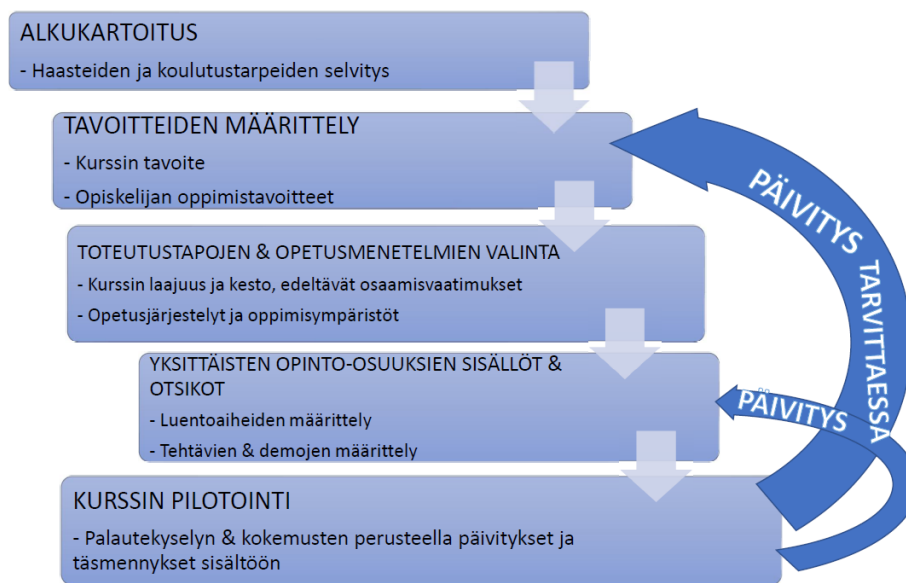
Kuva 17. Pistepilvestä laadittu realistinen malli peliohjelmistolla (Kuva: Jarno Rautiainen)

Tekoäly puolestaan tarjoilee mahdollisuuden vähentää rutiininomaista työtä. Tätä on esimerkiksi mallien laatiminen pistepilviaineistosta. Tähän on jo nyt olemassa erilaisia ohjelmistoja kehityksessä, yleisin esimerkki on automaattinen putkien koon tunnistus ja mallinnus suoraan pistepilviaineistosta.

## 5 KURSSIN SUUNNITTELU

Kurssin suunnittelun aloituksessa oleellisessa osassa on alkukartoitus, joka on esitetty työn alussa kappaleessa 2. Ilman tätä kartoitusta kurssin tavoitteiden ja sitä kautta sisältöjen määrittely olisi haastavaa tai ei vastaisi tarpeisiin ja haasteisiin, joita inventointimallinnukseen liittyy.

Tavoitteiden lisäksi on oleellista määrittää muun muassa edeltävät osaamistarpeet, jotta kurssille osallistumista harkitseva kykenee arvioimaan oman osaamisensa riittävyyden. Kurssin suunnittelun kulku on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 18).



Kuva 18. Kurssin suunnittelun kulku

### 5.1 Kurssin tavoite

Kurssin suunnittelun ensimmäinen vaihe oli tavoitteen määrittely. Ilman selkeää tavoitetta on sisällön määrittäminen erittäin hankalaa tai lähestulkoon mahdotonta. Lisäksi selkeällä tavoitteella on vaikutusta myös kurssin markkinointiin ja asiakassegmentin selvittämiseen.

Kurssin tavoitteen määrittelyssä käytettiin BIM-ICE -hankkeessa tehdyn kyselyn tulosten sekä haastattelujen perusteella. Kyselyn tulokset on esitelty kappaleessa 2.

Näiden esiin nousseiden haasteiden kautta määriteltiin seuraavanlainen tavoite kurssille:

Kurssille osallistuja:

- Ymmärtää inventointimallinnuksen perusteet ja pistepilviaineiston tuottamisen prosessin
- Ymmärtää inventointimallinnuksen käyttömahdollisuudet projektissa sekä mitä hyötyjä näillä voidaan saavuttaa
- Tietää erilaisia tapoja, miten dataa voidaan siirtää, käsitellä ja jalostaa inventointimalleja varten.

### 5.2 Kurssin sisältö ja toteutustavat

Pohdittaessa kurssin sisältöä huomioitiin tavoitteiden lisäksi erilaiset oppimistyylit sekä jatkuvan oppimisen tavoitteet. Tuotteistamisen helpottamiseksi kurssi suunniteltiin kaksiosaiseksi siten, että kurssin teoriaosuudet voidaan toteuttaa etäkoulutuksena ja tarvittaessa itsenäisenä moduulina.

Työelämässä olevien opiskelujen motivaationa on usein oman osaamisen kehittäminen työelämässä. Tätä varten tarvitaan pieniä spesifejä koulutuksia, niin kutsuttuja Short Learning Programmes -ohjelmia (SLP) joita on työn ohessa mahdollista suorittaa. (JAMK, Julkaisu, s.17). Siksi kurssi pyrittiin pitämään riittävän lyhyenä ja SLP:n ja moduuliajattelun kautta kurssista lähdettiin kehittämään kaksipäiväinen.

Ensimmäinen päivä toteutettiin etäluentoina verkossa Zoom-alustalla. Nämä luennot toimivat teorisäilytönä toisen päivän käytännön demoille ja harjoitteille.

Kurssin luentosisältö muodostui tavoitteiden ja tehdyn kyselyn perusteella seuraavanlaiseksi ensimmäisen päivän osalta (Kuva 19)

<b>Päivä 1 (etäluennot, ZOOM)</b>	
<b>Kello</b>	
9:15-10	BIM-filosofia korjausrakentamisessa
10:15-11	Inventointimallinnus: Mitä ja miksi ?
11:15-12	<b>RUOKATAUKO</b>
12:15-13	Lähtötietogeometrian tuottaminen: Laserkeilaus ja fotogrammetrinen mittaus, eri tiedostomuodot ja muokkaus
13:15-13:35	Inventointimallinnuksen nykyiset ohjeet ja tulevaisuudennäkymät
13:35-14	Huomioitavia asioita inventointimallin tilaajan näkökulmasta
14-14:15	<b>KAHVITAUKO</b>
14:15-14:35	Inventointimallin hyödyt ja haasteet ARK-suunnittelun näkökulmasta
14:35-14:55	Inventointimallin hyödyt ja haasteet RAK-suunnittelun näkökulmasta
14:55-15:15	Inventointimallin hyödyt ja haasteet Energiasimuloinnin näkökulmasta: Case IDA ICE
15:15-16	Uudet teknologiat, mitä ne ovat ?

Kuva 19. Päivä 1 Etäluentojen aiheet ja aikataulu

### 5.2.1 Jatkuvan oppimisen huomioiminen

Jatkuvassa oppimisessa kyse on jo työelämässä toimivien ammattilaisten kouluttamisesta ja heidän osaamisensa päivittämisestä. Näin ollen kurssin sisällön tulee olla paitsi ajankohtaista, myös tasoltaan muuta kuin perusteita. Koulutuksessa tulee huomioida jo aikaisemmin hankittu osaaminen, jotta koulutuksen mielenkiinto ja tarpeellisuus vastaa henkilöiden tarpeisiin.

Koska jatkuva oppiminen on useimmiten työelämässä mukana oleville suunnattua, tulisi heidän tarpeensa huomioida koulutusta järjestettäessä. Jyväskylän Ammattikorkeakoulun julkaisussa todetaankin, että tällaisten osaamisten päivytyskeinojen tulisi olla mahdollisimman joustavia ja yksilölliset tarpeet huomioivia. (JAMK, Julkaisu ,s 14)

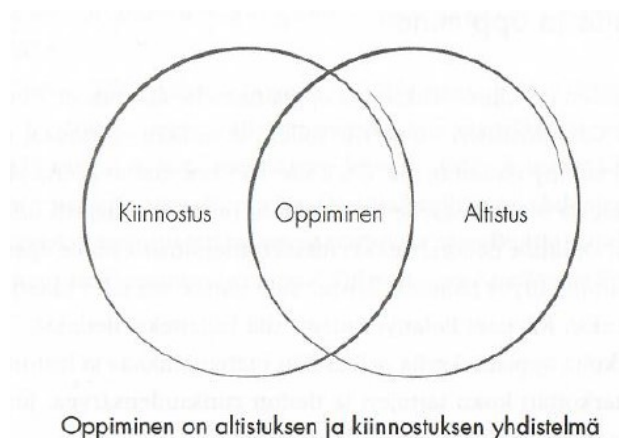
Etenkin joustavuus jatkuvassa oppimisessa on nostettu yhdeksi avainkriteeriksi, kun suunnitellaan jatkuvan oppimisen koulutuksia. (Oosi et al., 2019)

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisun 18/2019 mukaan OEC-maissa jatkuva oppiminen OEC-maissa työelämässä tapahtuu useimmiten työnantajan tai työntekijän omalla kustannuksella. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomioita kurssin mielekkäiseen ja ajankohtaiseen sisältöön. Mielekkyyttä ja mielenkiintoa koulutukselle voidaan saada tuotteistamalla tai yksilöllisesti räätälöimällä sisältöjä työelämän tarpeiden pohjalta. Suomen jatkuvan oppimisen kehittämisohjelmaksi

korostuu, paitsi rahoituksen ja kannusteiden laatimisen lisäksi, oppimistarjonnan kehittäminen ja innovointi (Oosi et al., 2019).

Kirjassa Oppimisen vallankumous on esitetty oppimisen tehokkuuteen seuraava lausahdus: Oppiminen on tehokkainta, kun se on hauskaa (Oppimisen vallankumous, s.34). Hauskuuden käsite on tässä työssä käsitetty samana kuin oppimisen mielekkyys. Oppimisen mielekkyyteen vaikuttaa aikaisemmin mainitut joustavuus, ajankohtaisuus, tarpeellisuus ja oppijoiden aikaisemman osaamisen huomioimisen. Aikaisemmin opittua tulee käyttää hyödyksi, unohtamatta kuitenkaan nopean aiheen perusteiden kertaamisen etuja.

Oppimisen lähtökohtana on myös opiskelijan motivaatio aiheen oppimiselle. Hauskan oppimisen vallankumous -kirjassa todetaan, että jos opiskelijalta löytyy kiinnostus kyseistä aihetta kohtaan, ei erillistä motivaattoria tarvita (Hauskan oppimisen vallankumous, s.62). Kun altistus, eli opetustapahtuma, toteutetaan kiinnostukseen liittyvään aiheeseen, oppiminen tapahtuu ilman suurempaa motivaation nostatusta. (Kuva 20)



Kuva 20. Oppimisen yhdistelmä (Hauskan oppimisen vallankumous, s.62)

## LÄHTÖTASOVAATIMUS

Kurssin sisällön suunnitteluissa lähdettiin siitä oletuksesta, että kurssille osallistuvilla on riittävä osaaminen muun muassa tietomallinnuksesta ja sen terminologiasta. Kuten alussa esitettiin, on kyseinen kurssi osa kokonaisuutta, jossa alkuvaiheen koulutuksilla on pyritty lisäämään henkilöiden osaaminen tietomallien perustiedoista riittävälle tasolle. Tässä kurssissa nimenomaan sanastojen ja mallinnuksen kulun ymmärtäminen jo ennen kurssille tuloa on edellytyksenä, sillä kurssilla käydään mallinnuksen kulku läpi inventointimallinnuksen osalta. On siis kyettävä yhdistämään tämä osuus laajempaan tietomallinnuksen kontekstiin.

Koska kurssi on suunnattu olemassa oleviin rakennuksiin ja niiden inventointiin, on oleellista, että kurssille osallistuvalla on taustaa korjausrakentamisesta ja siihen liittyvistä haasteista. Hankkeessa ei korjausrakentamiseen ole erillistä koulutusmoduulia, mutta korjausrakentamista tarjotaan yleisesti kurssina eri rakennusalaan kouluttavien ammattikorkeakoulujen ja teknillisten yliopistojen kurssitarjonnassa.

## KÄYTÄNNÖNLÄHEISYYS JA AJANKOHTAISUUS

Kurssin ajankohtaisuus on erittäin tärkeää, jotta opiskeltava asia nähdään hyödylliseksi oman työn kannalta. Kyseessä olevan kurssi on havaittu ajankohtaiseksi ja tarpeelliseksi paitsi työn alkuvaiheessa läpikäydyn kyselyn perusteella, niin myös uusimman kaavoitus- ja maankäyttölain muutosehdotuksen sisällön kautta.

Ehdotusluonnoksessa todetaan, että lakiuudistus tähtää muun muassa tietosisällön valtakunnallisen digitaalisuuden mahdollistamiseksi. Laissa on määritelty muun muassa rakennusluvan muuttuminen tietomallipohjaiseksi sekä vaatimusta toteutumamallin, eli niin sanotun as-built -mallin toimittamisveloitteesta ympäristön digitaalisen tietojärjestelmää varten.

Luonnoksessa on luonnehdittu nykytilannetta seuraavalla lauseella: ” Prosessit ovat tehottomia, päällekkäistä työtä tehdään paljon ja prosesseissa syntyvän tiedon hyödyntäminen on rajallista. ” (Kaavoitus ja rakennuslaki, Hallituksen esitys)

## JOUSTAVA TOTEUTUSMUOTO

Kurssin joustavuus varmistettiin teorialuentojen etämuotoisella toteutuksella. Myöhemmin voitaneen harkita kokonaan aikaan ja paikkaan sitomatonta toteutusta, jossa opiskelija voisi opiskella luentomateriaalit omassa aikataulussaan videoluentojen kautta. Tässä mallissa haasteena on vuorovaikutuksen vähentyminen, joten paras tapa olisikin toteuttaa osa luennoista reaaliaikaisena vuorovaikutuksen mahdollistamiseksi.

### 5.2.2 Pedagogiset lähestymistavat

Pedagogisia lähestymistapoja mietittiin siltä pohjalta, että aikaisemmin mainitun jatkuvan oppimisen kohderyhmän pääasiallinen motivaattori on oman osaamisen kehittäminen. Lisäksi koska kohderyhmä koostuu pääosin samaan aikaan työssä käyvistä ihmisistä, on oppimisen oltava tehokasta.

Tehokkaan oppimisen kulmakivet on kuvattu hyvin alla olevassa sitaatissa:

” Oppiakseen jotain nopeasti ja tehokkaasti on nähtävä se, kuultava se ja tunnusteltava sitä. ” (Oppimisen vallankumous, s.302)

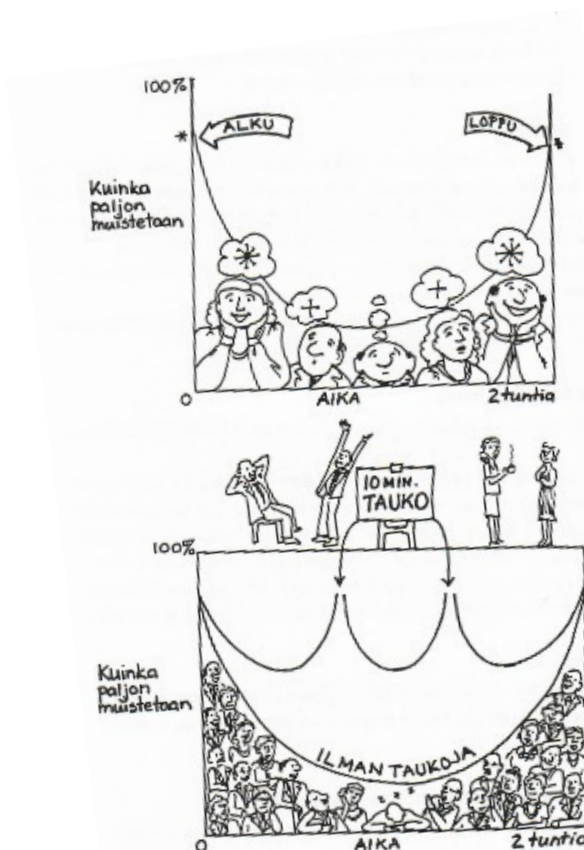
Eri oppimistyylien tehokkuudesta on todettu seuraavaa:

” Ihminen oppii 10 prosenttia lukemastaan ja 15 prosenttia kuulemastaan mutta 80 prosenttia kokemastaan. ” (Oppimisen vallankumous, s.98)

Pedagogisista oppimistyyleistä pyrittiin tämän tiedon pohjalta mahdollistamaan yllä mainitut tehokkaan oppimisen osa-alueet eli kinesteettinen, auditiivinen sekä visuaalinen oppiminen.

Oppimisen vallankumous -kirjan mukaan myös osioiden jakaminen lyhyisiin kokonaisuuksiin paras ratkaisu, kun haetaan tehokasta oppimista luentomenetelmillä (Kuva 21).





Kuva 21. Piirros Oppimisen Vallankumous -kirjasta, s.322.

Tämän tiedon pohjalta pyrittiin etenkin teorialuentojen eri aihealueet pitämään lyhyinä ja tiiviinä kokonaisuuksina. Siksi kurssissa on päädytty alun 45 minuutin alustus- ja perehdytyslentojen jälkeen jakamaan asiat 20 minuutin mittaisiin tiiviisiin kokonaisuuksiin.

Koska koulutettavilla on taustaa jo aiheeseen liittyen, on tässä tapauksessa hyvä oppimista tarkastella konstruktivismiin kautta. Siinä oppijan ei mielletä olevan tyhjä tiedolla täytettävä astia, vaan aktiivisesti merkityksiä etsivä ja niitä rakentava oppija. (Oppiminen tiedon rakentamisena, s.105).

Näin ollen on hyvä määrittää minkälaista osaamista ja taustaa oppijalla tulee olla, jotta hän kykenee merkitysten rakentamiseen.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja motivaatiota yhdistää systeemiteoreettinen näkemys motivaatiosta. Tässä korostuu flow-tilan ajattelu, jossa opiskelijan motivaatio oppia uutta itselle mielekästä sisältöä toimii itsessään motivaattorina, jolloin ulkoisia motivaation lähteitä ei tarvita. Oleellista tässä on huomioida kurssille laadittavissa tehtävissä se, että tehtävät tarjoavat haasteita, mutta eivät ole opiskelijan valmiuksiin nähden liian haastavia. (Oppiminen tiedon rakentamisena, s.106-107)

Tätä kautta lähdettiin laatimaan helpohkoja tehtäviä liittyen toisen päivän käytännön harjoitusten ja demojen aihealueisiin. Tehtävät laadittiin niin, että ne tarjoavat haasteita sellaisille henkilöille, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta kyseisestä ohjelmasta tai tehtävistä.

## TEKEMÄLLÄ OPPIMINEN JA KINESTEETTINEN OPPIMINEN

”Hyväksi kokiksi oppii vain valmistamalla ruokaa. Tennistä oppii pelaamalla. Ja golftunteja otettaessa on mentävä viheriölle maila kädessä. Oppiminen on ylimalkaan tehotonta, elleivät teoria ja käytäntö kulje käsikkäin.” (Oppimisen vallankumous, s.159)

Koska kinesteettisen ja tekemällä oppimisen eli kokemusperäisen oppimisen tehokkuus on tunnustettu, oli selvää, että kurssille otetaan osaksi käytännönläheinen osuus, jossa opiskelijat pääsevät itse osallistumaan ja tekemään kurssin sisältöön liittyviä tehtäviä.

Kurssin käytännönharjoitukset muodostuivat siis ohjelmistojen ja lähtötietomateriaalin tuottamiseen liittyvien tekniikoiden, sekä uusien teknologioiden kokeilemiseen. Pilottikurssin käytännön harjoitukset muodostuivat näin ollen seuraavanlaisiksi (Kuva 22).

<b>Päivä 2 (käytännön harjoitukset)</b>	
<b>Kello</b>	
9:00-9:15	<b>KOKOONTUMINEN JA SIIRTYMINEN HARJOITUSTILOIHIN</b>
9:15-10	Uudet teknologiat: Pistepilvi / Visuaalinen malli (VR), Hololens (AR)
10:15-11	Laserkeilaus käytännössä & georeferoinnin yhdistäminen-demo
11:15-12	<b>RUOKATAUKO</b>
12:15-13	Laserkeilaus käytännössä & georeferoinnin yhdistäminen-demo
13:15-13:35	Pistepilvien jatkokäsittely, verkotus ja muokkaus, ilmaiset katselu- ja muokkausohjelmat
14:15-14:35	LOPPUKAHDIT: YHTEENVETO & PALAUTEKESKUSTELU

Kuva 22. Päivä 2 Käytännön harjoitusten aiheet ja aikataulu

Toisen päivän osuuteen haluttiin myös niin sanottuja nopeasti käyttöön otettavia toimia käytännön työhön, joten pistepilviaineiston käyttöön tarkoitettujen ilmaisohjelmien käytön perehdytys sekä katselumallien käytön opetus oli perusteltua näinkin lyhyellä kurssilla. Koska ohjelmistojen opetukselle oli kurssille varattu hyvinkin rajattu aika, haluttiin nopea oppiminen varmistaa myös kurssin jälkeen suoritettavilla omatoimisilla harjoituksilla, joita tukemaan toteutettiin esimerkki tehtävän toteutuksesta videomateriaalin muodossa.

## AUDITIIVISUUDEN JA VISUAALISUUDEN HUOMIOIMINEN

”Kun halutaan parantaa oppimiskykyä, on sanoman vahvistaminen äänen ja kuvan avulla oleellisessa asemassa.” (Oppimisen vallankumous, s.159)

Auditiivisuuden ja visuaalisuuden huomioiminen nykypäivän opetuksessa jo enemmänkin normaali toimintatapa, etenkin kun käsitellään luentomuotoista opetusta. Nykypäivän esitysteknologia mahdollistaa jo sujuvan linkityksen esitysmateriaaleissa videomateriaalien, kuvien sekä äänen linkittämiin opetusmateriaaliin. Näin ollen tämän osa-alueen erillinen esiin nostaminen ei luennoitsijoiden kanssa koettu tarpeelliseksi, sillä sisällöntuottajat kurssilla olivat kokeneita luennoitsijoita.



Auditiivisuuden ja visuaalisuuden lisäämiseksi kurssille tuotettiin teorian tueksi aiheeseen liittyviä käyttötapausvideoita. Nämä videot tehtiin myös tarjoamaan esimerkkejä luennoilla esitettyihin aiheisiin.

### 5.3 Käyttötapausten videomateriaalit

Koska alkuvaiheen kyselyissä nousi esiin tarve esimerkeille, kuinka inventointimalleja on käytetty hyödyksi, päädyttiin kurssille tuottamaan ns. käyttötapausvideoita, joissa esitellään lyhyesti erilaisia tapauksia, joissa inventointimallia on käytetty apuna. Kurssille tuotettiin neljä erilaista käyttötapausesimerkkiä. Aiheet valittiin niin, että ne edustaisivat eri tapauksia, mutta samalla niin, että niillä olisi yhteys kurssilla opetettaviin asioihin. Näin oppimiseen saatiin lisää käytännön näkökulmaa tukemaan teoriataustaa. Kyseiset aiheet valikoituivat seuraavasti:

- Vanhan rakennuksen inventointimalli, jossa ei vanhaa dokumentaatiota ole käytettävissä
- Energiasimulointiin siirretty inventointimalli ja sen haasteet
- Arkkitehtisuunnittelussa käytetty inventointimalli
- Rakennesuunnittelussa käytetty inventointimalli

Videoita varten laadittiin alustava käsikirjoitus, jotta kaikkien videoiden sisältö olisi samantyyppinen sisällön kulku. Tällä haluttiin varmistaa se, että videoiden sisältö palvelisi oppimista parhaiten. Käsikirjoitus kuitenkin laadittiin niin, että kaikissa käyttötapausten videoissa ei välttämättä olisi kaikkia aiheita.

Alustavan käsikirjoituksen sisältö oli seuraava:

#### *Avaus*

- Kohteen ja tekijän lyhyt esittely
  - Rooli hankkeessa
- Hankkeen koko ja tavoite

#### *Inventointi*

- Mittaukset/lähtöaineiston keruu ja tuottaminen
- inventoinnin käyttötarkoitus (+tarkkuustaso/vaatimusten määrittely)
- Inventointiprosessi:
  - Käytetyt menetelmät
  - Käytetyt ohjelmistot
  - Tuotetut materiaalit ja tiedonsiirtotapa

#### *Inventointimallin käyttö*

- Hanke- /esisuunnittelu (energiasimuloinnit yms.)
- Suunnitteluvaihe:
  - Luonnossuunnittelu /Rakennuslupa
  - Urakkasuunnittelu: ARK, LVIS, RAK
  - Toteutussuunnittelu
- Rakentamisvaihe
  - Mallin hyödyntäminen/inventointimallin käyttö rakentamisen aikana

#### *AS-built malli/ylläpitomallin hyödyntäminen*

### *Inventointimallin edut/heikkoudet hankkeessa*

- Mikä meni hyvin, mitä etuja saatiin mallista
- Mitkä asiat aiheuttivat ongelmia/haasteita,
- Mitä olisi tehty toisin, jos nyt voisi muuttaa

#### 5.3.1 Arkkitehtisuunnittelu

Koulutuksessa arkkitehtisuunnittelun näkökulmaan tilattiin hankkeen ulkopuolinen asiantuntija. Valinta tehtiin kilpailutuksen kautta, jossa määriteltiin tavoitteet ja toteutettavat lopputuotteet. Samaan pakettiin yhdistettiin myös arkkitehtisuunnittelussa käytetyn inventointimallin käyttötapausvideon laatiminen ohjeistuksien ja annetun käsikirjoituksen pohjalta.

Luennon otsikkona esitettiin lause: Inventointimallin hyödyt ja haasteet arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta. Otsikon lisäksi esitettiin kaksi kysymystä luennon sisältöä ohjaamaan: *Mitä etuja inventointimallista on arkkitehtisuunnittelussa erityisesti sekä mitä haasteita inventointimallien käyttö aiheuttaa, ja mitkä ovat suurimmat ongelmat inventointimallien käytöstä arkkitehdin näkökulmasta.*

Tämän lisäksi tarjouksessa pyydettiin luento liittyen inventointimallinnuksen ohjeistuksen nykytilanteesta sekä tulevaisuudennäkymistä. Tämä luento sisällytettiin tarjoukseen, sillä tarjouskyselyyn valituilla asiantuntijoilla oli kaikilla kokemusta YTV:n kanssa toimimisesta ja sen kehitystyöstä. YTV:tä koskevaan luentoan ohjaavat lisäkysymykset olivat seuraavat: *Mikä on YTV:n nykytilanne inventointimallinnuksen osalta sekä miten sitä sovelletaan käytännössä & YTV:n tuleva kehitys sekä muut tulevat lisäohjeistukset.*

#### 5.3.2 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelun osuuden tuotti hankkeen yhteistyökumppani Nodetec Oy. Osion luennoitsijana toimi yrityksen toimitusjohtaja Valtteri Vaarsalo. Nodetec Oy:llä on ollut jo useampia kohteita, joissa heillä on ollut käytössä itse tilaamansa inventointimalli, joka on laadittu rakennesuunnittelun vaatimusten mukaan. Avainkysymyksenä kyseisessä luennossa oli mitä etua inventoinnista on eri rakennesuunnittelun tehtävissä sekä mitä asioita tulee ottaa inventoinnissa huomioon rakennesuunnittelun kannalta.

Kyseessä siis oli tietomallipohjaisiin korjausprojekteihin erikoistuneen rakennesuunnittelutoimiston näkemys inventointimallinnuksesta.

#### 5.3.3 Energiasimulointi

Energiasimuloinnin osuus otettiin koulutukseen LVI-suunnittelijan haastatteluiden perusteella. Erilistä LVI-osuutta ei kurssille ollut tarpeellista ottaa, sillä LVI-asiantuntija ei nähnyt erillistä hyötyä inventointimallista itse LVI-suunnitteluun. Kuitenkin energiasimuloinnissa nähtiin olevan hyötyä inventointimallista tietyn rajoituksen. Siksi luentosisältöihin otettiin energiasimuloinnin näkökulmaa mitä hyötyjä ja haasteita inventointimallista olisi. Energiasimuloinnin käsittelyn tarpeellisuutta on korostettu myös eritoten Ruotsissa, missä suurimpia hyötyjä tietomallipohjaisesta korjaushankkeen suunnittelussa on energiatehokkuuden kasvu erilaisten mallien simulointien kautta (Gökgür, 2015)

#### 5.4 Kurssin kohderyhmät ja markkinointi

Pilottikokeilun lisäksi kurssin jatkon kannalta oli oleellista miettiä valmiiksi kurssin kohderyhmiä sekä miten kurssia kannattaisi markkinoida. Näitä toimia ei opinnäytetyössä kokeiltu käytännössä, vaan suunnittelu on tehty mahdollisia jatkotoimia varten.

Kohderyhmien tunnistaminen on kurssin markkinoinnin ja vaikuttavuuden kannalta oleellista, sillä kohdentamalla tai segmentoimalla kurssin kohderyhmiä voidaan parantaa markkinoinnin panos-tuotos-suhdetta ja parantaa markkinointiviestinnän puhuttelevuutta. (Kiviranta O. 2017)

Kohderyhmää rajaa jo suoraan aihe, eli inventointimallinnus. Tämänkaltainen osaaminen on omiaan rakennusosalalla työskenteleville, mutta sielläkin lähinnä korjausrakentamisen parissa toimiville ta-  
hoille.

Koska koulutus ei ole detaljitason koulutusta, eli koulutus ei tähtää selvästi tietyn roolin osaamisen kehittämiseen, vaan laaja-alaisempaan ymmärrykseen inventointimalleista ja niiden hyödyistä & haasteista ei koulutuksen kohderyhmäksi sovellu suoraan lisäkoulutuksena esimerkiksi tietomallipohjaista korjausrakennesuunnittelua pelkästään tekeville henkilöille. Toki tämänkaltaisella osaamisella varustettu henkilö voi hyötyä kokonais kuvan ymmärtämisestä inventointimalleissa sekä mahdollisesti inventointimallin mittauksiin käytetyn teknologian syvemmästä ymmärryksestä. Parhaan hyödyn, ja samalla potentiaalisimman kohderyhmän, koulutuksesta saavat tilaajatasolla, rakennuttajatehtävissä toimivat sekä projektin vetotehtävissä työskentelevät henkilöt. Heille riittävän tarkan ja oikea-aikaisen lähtötiedon kokonais kuvan ymmärtäminen tuo eniten hyötyä.

Myös ylempää tutkintoa suorittavat rakennusalan jatko-opiskelijat ovat potentiaalinen kohderyhmä. Heillä on jo ehtinyt mahdollisesti kertyä kokemusta aiheeseen liittyen. Yhdistettynä muihin opintoihin tämänkaltainen kurssi lisäisi osaamista kyseisellä aihe-alueella, vaikka ei opiskelija juuri sillä hetkellä toimisikaan korjausrakentamisen ja inventointimallinnuksen parissa.

#### 3.4.1 Soveltuvuus koulutusmyyntiin ja sen tuomat haasteet

Alkuperäisenä tavoitteena kurssia laadittaessa oli sen käyttäminen koulutusmyynnin tuotteena. Kurssin pilottikokeilun sekä kohderyhmien pohdinnan kautta on kurssin mahdollisuudet myös jatko-opintojen osana korostuneet. Jatko-opintoina sekä muita toteutusmuotoja käsitellään tarkemmin kurssin jatkosuunnittelun yhteydessä.

Koulutusmyynnissä suurimman haasteen toteutukselle tuottaa yritysten täsmällisen koulutuksen tarve sekä kiireiset aikataulut.

Koulutustuotteen laatiminen on hankalaa monestakin eri syystä. Aineeton tuote tai palvelu on perinteisesti mielletty kuuluvaksi johonkin fyysiseen kokonaisuuteen, kuten jonkin laitteen käytön opastus tai tuotteen valinnassa auttaminen. Tästä syystä onkin noussut tarve korostaa, että palvelu yksinään voi olla tuote. (Simula H. et al. Uuden B2B-tuotteen menestyksekkäs kaupallistaminen. 2009. s.23-25)

Koulutustuotteen haasteina on toistettavuuden hankaluus. Siinä missä tiettyä tuotetta voidaan myydä samanlaisena useita kappaleita, on kyseessä olevan koulutuksen vakiinnuttaminen hankalaa, niin myös riskialtista. Uusien teknologioiden ja ohjeistusten kehittyessä, tulisi koulutuksen sisältö pyrkiä pitämään aina ajan tasalla. Siksi esimerkiksi luentotalenteiden käyttö toistuvasti on haastavaa.

Myös tuotteistamisen ja etenkin yritysten kaipaaman räätälöinnin välillä on selvä ristiriita. Yleisesti ottaen uutta koulutusta myytäessä tulisi ottaa huomioon juuri kyseisen asiakkaan tarpeet, mutta tuotteen kannalta tällainen räätälöinti aiheuttaa haasteita. Siksi koulutuksen rakenne tulee olla modulaarinen, josta on helppoa poistaa tai lisätä materiaalia tiettyyn aihepiiriin.

Tuotteistamisesta on toki myös hyötyä. Tuotteistajan taskuraamattu -kirjan mukaan eri vaihtoehtoja on syytä rajata asiakkaalle valmiiksi (Apunen A. & Parantainen J. Tuotteistajan taskuraamattu. 2014 s.39-40). Näin on helpompaa toimia jo valmiin luentorungon ja aihealueiden kautta, jossa asiakas voi halutessaan tehdä poisvalintoja ja laajennuksia eri aihealueisiin.

Myös oman asiantuntemuksen myyminen ensin asiakkaalle on tärkeää. Asiakkaalle tulee alkuvaiheessa myydä oma asiantuntemus. Jotta asiakas ymmärtää kyseisen henkilön olevan aiheen asiantuntija, tulee hänen vakuuttaa tämä omalla osaamisella ja käyttäytymisellä. (Apunen A. & Parantainen J. Tuotteistajan taskuraamattu. 2014 s.13-17). Tähän tarkoitukseen hyvin mietitty koulutustuote kertoo asiakkaalle sisällön ja oppimistavoitteiden kautta, että koulutus on kohdennettu oikeanlaisiin kysymyksiin ja haasteisiin. Myös asioiden jaottelu niin, että se palvelee isompaa kokonaisuutta, antaa hyvän kuvan siitä, että kyseessä on aiheen asiantuntija. Myös käytännön esimerkit ja omakohtraisten kokemusten jakaminen toimii yleensä hyvänä ”myyntivalttina”.

Jatkon kannalta oleellista on toimia tehtyjen lupauksen mukaisesti. Näin on mahdollista saavuttaa asiakkaan luottamus, ja jatkossa ei ole tarpeen enää vakuuttaa asiakasta asiantuntemuksesta ja osaamisesta (Leppänen E. Menesty erikoistumalla. 2009. s.33)

### 3.4.2 Markkinoinnin alustava suunnitelma

Markkinoinnin osalta päätettiin jatkossa hyödyntää jo olemassa olevia LAB ammattikorkeakoulun markkinointi- ja tiedotuskanavia. LAB Ammattikorkeakoululla on kattavasti eri kanavia aina omien verkkosivujen sekä eri sosiaalisen median alustoilla. Erillisten alustojen tai omien kanavien käyttöä ei näin ollen kannata lähteä luomaan.

Näin ollen kurssin markkinoinnissa oleellista onkin laadukkaasti sisällön tuottaminen eri alustoille.

Laadukkaasti sisällön tuottaminen onkin avainasemassa etenkin sosiaalisen median alustoilla, sillä heikkolaatuinen julkaisu voi olla haitallisempi kuin se, ettei julkaisua tekisi ollenkaan. (Instagram Marketing, s.25-30)

Lisäksi eri julkaisujen aktiivisuuteen ja keston tulee kiinnittää huomioita. Aktiivinen julkaisutahti lisää näkyvyyttä eri alustoilla ja parantaa näin ollen julkaisujen katsojamäärää. (Instagram Marketing, s.25-30)

Kyseisen kurssin osalta ei kuitenkaan liene mielekästä tuottaa sisältöä jatkuvasti, vaan keskittää aktiivinen kausi muutama kuukauteen kurssin ajatellun järjestämisajankohtaa ennen. Lisäksi kurssin aikana sekä jälkeen lienee syytä tehdä aktiivisesti julkaisuja tulevien potentiaalisten osallistujien mielenkiinnon herättämiseen.

Kestossa oleellista on, että julkaistavat videot ovat riittävän lyhyitä, jotta vältetään katsojan mielenkiinnon lopahtaminen aiheeseen. (Instagram Marketing, s.35-37)

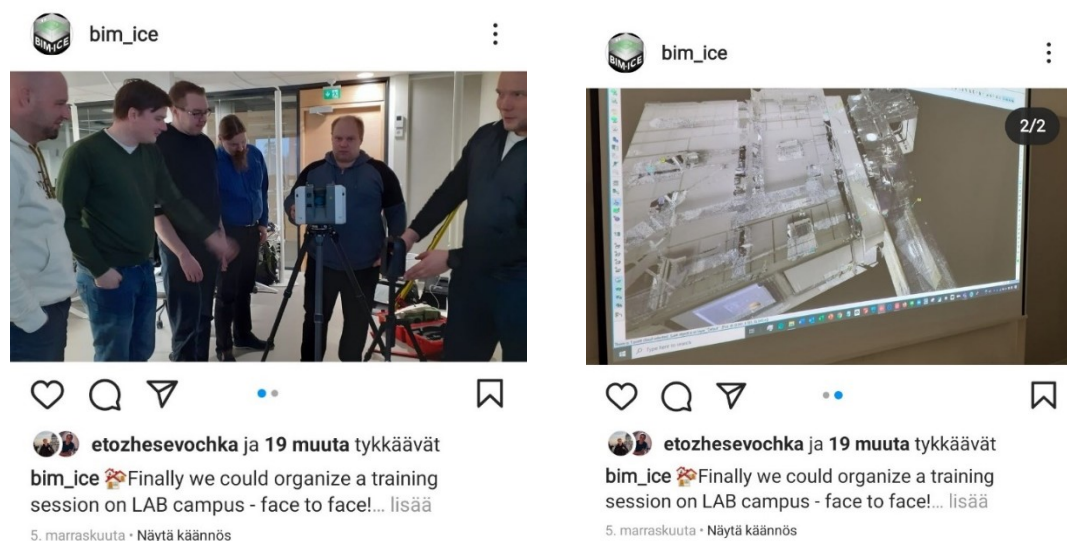
Etenkin Instagram-palvelussa ytimekkäät avainsanat eli ns. "hästägit" tulee olla mietitty hyvin, jotta ne jäävät katsojalle mieleen. Avainsanoiksi on mietitty tämän kurssin osalta alustavasti muun muassa seuraavia:

#Inventointimallinnus

#pistepilvet

#korjausrakentamisen digiosaaminen

Hankkeen tiedottajan kanssa käydyn keskustelun perusteella, myös oppimistilanteiden kuvien julkaisu vaikuttaa oleellisesti julkaisuun reagointiin (Kuva 23). Se että varsinaista tekemistä näytetään esimerkiksi pelkän näytön kuvakaappauksen asemasta, lisää tiedottajan mukaan reagoiteja.



Kuva 23. Inventointimallinnuskurssin Instagram-julkaisu BIM ICE -hankkeen kanavalla

Markkinoinnin osalta myös paitsi videojulkaisut, myös kuvajulkaisut ovat toimivia, etenkin www-sivujen osalta. Kurssia varten laadittiin esimerkki tällaisesta mainoksesta (Kuva 24), joissa kurssin sisältö ja siitä saatava osaaminen olisi tiivistetysti esitetty. Lisäksi mainokseen pyrittiin lisäämään osallistumishaluja lisääviä lausahduksia.

**INVENTOINTIMALLINNUKSI  
TUTUKSI**

Toimitko korjausrakentamisen parissa ?  
Tule syventämään osaamistasi tietomallipohjaisen inventointimallinnuksen osalta.

Tiivis 2.osainen paketti, jossa tutustutaan mm.

- Inventointimallinnuksen hyötyihin & haasteisiin eri osapuolien näkökulmasta
- Käydään läpi lähtötietojen tuottamista ja erilaisia tekniikoita
- Opetellaan helppoja ja yksinkertaisia tapoja muokata mm. pistepilviaineistoja
- Luodaan katsaus tulevaan niin teknologioiden kuin ohjeistustenkin suhteen

Osa 1: Teorialuentoja & käyttötapauksien esittelyä

Osa 2: Demoja & työpajoja

Voit osallistua myös yhteen osuuteen tarpeidesi mukaan

1.Osan teorialuennot verkossa. Osallistu vaikka kotisohvalta

2.Osa käytännönläheistä tekemistä kampuksella

Lisätietoja: [www.lab.fi](http://www.lab.fi)

Kuva 24. Inventointimallinnus-kurssin mainos

## 6 YHTEENVETO

### 6.1 Kurssin palaute ja kehittäminen

Koska pidetty kurssi oli pilottikoulutus, on oleellista, että siitä saadun palautteen kautta luodaan kurssin kehitykselle suuntaviivat. Tässä työssä määritellään kurssin kehitystavoitteet, mutta implementointi on rajattu työn ulkopuolelle. Palautteen kautta tehtävä kurssin jatkuva kehittäminen ja sisällön arviointi on kuitenkin tarpeen myös tulevissa toteutuksissa.

Kurssin jälkimmäiselle osalle oli myös valmisteltu muutamia itsenäisesti tehtäviä harjoitustehtäviä. Koska kyseessä oli pilottikurssi, näitä itsenäisiä harjoitustehtäviä ei kurssilla aikataulusyistä kokeiltu, vaan tehtävien päivitys palautteen kautta päätettiin toteuttaa mahdollisten tulevien koulutusten kautta. Pilottikurssille ei myöskään ollut määritelty opintopisteisiin sidottua toteutusta tai muuta osallistujille annettavaa arviointia, joten opetetun asian testaamista esimerkiksi kokeella ei pilottikurssin yhteydessä tehty.

#### 6.1.1 Pilottikurssista saatu palaute

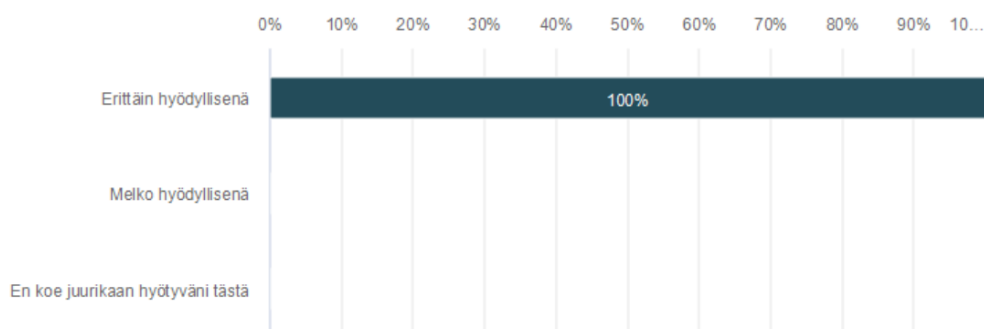
Pilottikurssista pyydettiin osallistujilta palautetta Webropol-kyselyn muodossa. Kysely haluttiin pitää lyhyenä, joten kyselyssä pyydettiin osallistujilta tilaisuuden ja esitysten hyödyllisyydestä arviointia. Tämän lisäksi kysyttiin avoimilla kysymyksillä osallistujien näkemyksiä kurssin hyödyistä ja sisällöistä sekä mahdollisia jatkokehitysajatuksia. Kysely on toteutettu kaksiosaisena, jossa ensimmäisen päivän teoriaosuuteen ja toisen päivän käytännön osuuteen kerättiin vastaukset erikseen. Tämä toteutettiin siitä syystä, että kaikki osallistujat eivät osallistuneet molempiin koulutuksiin.

## ENSIMMÄISEN PÄIVÄN PALAUTE: TEORIALUENNOT

Ensimmäisen päivän osalta voidaan todeta, että osallistujat pitivät koulutustilaisuutta erittäin hyödyllisenä (Kuva 25).

### 1. Miten hyödyllisenä pidit tilaisuutta ?

Vastaajien määrä: 5



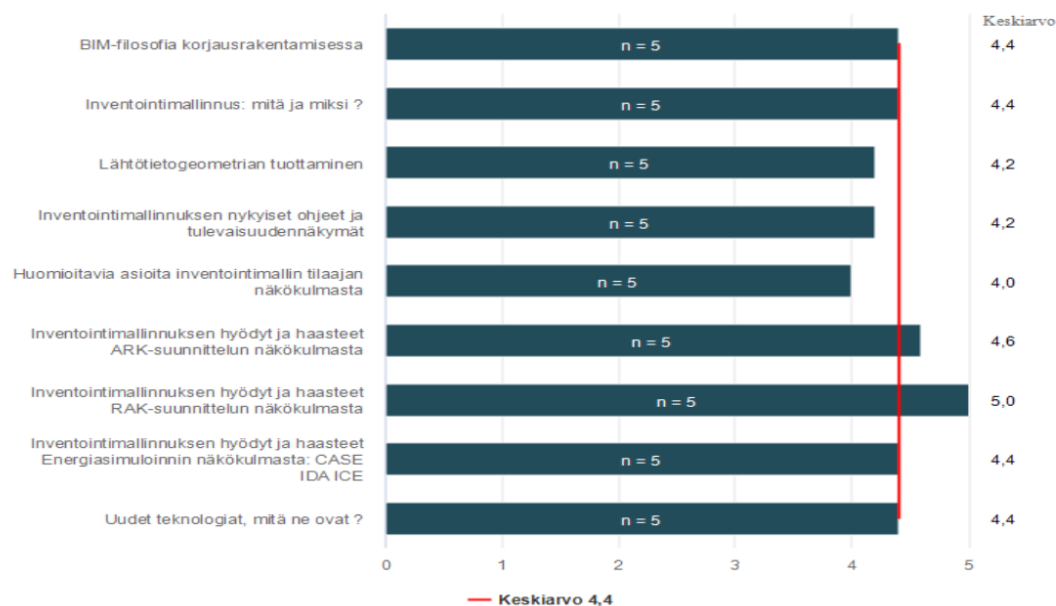
Kuva 25. Ensimmäisen koulutuspäivän arvio kokonaisuudesta

Yksittäisten luento-osuuksien arviointeja pyydettiin arvioimaan arviontasteikolla 1-5. Kaikkien esitysten keskiarvo oli kyselyssä 4,4. Heikoin arvosana oli 4, joten myös yksittäisten luento-osuuksien sisältöjä voidaan pitää onnistuneina (Kuva 26). Parhaimmat arvosanat saivat osiot, jotka olivat suoraan kohdennettu tietyn suunnittelualan tarpeisiin. Parhaan arvioinnin saaneessa esityksessä esiin tuodut käytännön esimerkit ja käyttökohteet inventoinnille vaikuttivat arviointiin positiivisesti, sillä näitä kaivattiin lisää avoimessa palautteessa.

Huomion arvoista oli myös, että heikoimman arvosananakin saaneen luento-osuuden yksittäisen arvioinnin alhaisin arvosana oli 3.

### 2. Valitse mainitun luennon hyödyllisyys omasta mielestäsi (1= ei lainkaan hyödyllinen, 2 = vähän hyödyllinen, 3=jonkin verran hyödyllinen, 4=enimmäkseen hyödyllinen, 5=todella hyödyllinen)

Vastaajien määrä: 5



Kuva 26. Yksittäisten luento-osuuksien arvioinnit

Avoimissa kysymyksissä vahvistui aikaisempien arviointien antama kuva kurssiosuuden onnistumisesta. Vastauksissa positiivisina korostuivat esityksien sisällöistä erityisesti käytännön esimerkit sekä eri osapuolten näkemykset inventointimallien haasteista ja hyödyistä. Tämän lisäksi kurssin osasta koettiin olleen hyötyä ja vaikkakin osallistujilla oli kokemusta mallinnukseen liittyvistä asioista, saatiin kurssilta lisää tietoa.

Kehittämisen osalta esiin nousi aiheen tiivistäminen eri esitysten sisältöjen välillä. Lisäksi esimerkkejä ja eri tuloksia kaivattiin lisää niihin esityksiin, missä niitä ei käsitelty.

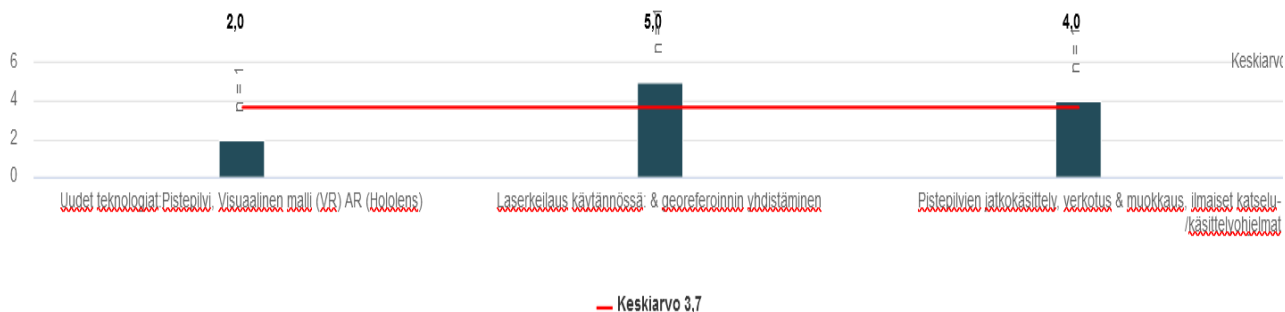
Aikataulun osalta kaivattiin nyt pois jäänyttä kahvitaukoa, sillä aikataulusyistä tämä tauko jouduttiin jättämään pois. Lisäksi aikataulun venyminen koettiin hankalaksi, sillä ilmoitettu päättymisaika ei pitänyt ja osa osallistujista joutui poistumaan ennen viimeistä luentoa.

## TOISEN PÄIVÄN PALAUTE: KÄYTÄNNÖN HARJOITUKSET

Käytännön harjoitusten osuuden osallistujien palaute jäi vähäiseksi. Palautekyselyyn vastasi yksi henkilö. Saadun tiedon perusteella laserkeilausta ja georeferointia koskeva osuus koettiin erinomaiseksi osuudeksi arvosanalla 5. Keskiarvo tästä osuudesta oli 3,7 (Kuva 27).

### 2. Valitse mainitun aiheen hyödyllisyys omasta mielestäsi (1= ei lainkaan hyödyllinen, 2 = vähän hyödyllinen, 3=jonkin verran hyödyllinen, 4=enimmäkseen hyödyllinen, 5=todella hyödyllinen)

Vastaajien määrä: 1



Kuva 27. Käytännön harjoitusten arvosanat

Tämän palautteen pohjalta tulisi uusien teknologioiden osuutta muokata. Lisäksi jatkossa tulisi paremmin huomioida opiskelijoiden osallistaminen käytännön harjoitteisiin. Nykyisessä muodossaan käytännön harjoitukset olivat lähinnä käytännön demonstraatioita aiheista. Tässä osuudessa tulisikin jatkossa laatia enemmän opiskelijoita osallistavia tehtäviä, kuin varsinaisia demoja, jotta kinesteettinen oppiminen olisi tehokkaammin käytössä.

Palautteen suppeaa määrää selittänee jo edeltävänä päivänä kerätty palaute ensimmäisestä osiosta. Tämä on todennäköisesti aiheuttanut osallistujissa sekaannusta, eikä mielenkiintoa ole ollut enää antaa palautetta toisesta osiosta erikseen. Jatkon kannalta palaute kannattaakin pyytää vasta koko koulutuspaketin jälkeen, eikä erillisten osuuksien jälkeen.



### 6.1.2 Jatkokehityksen toimenpiteet

Jotta kurssista saataisiin paras mahdollinen hyöty, tulee kurssin jatkokehityksen toimenpiteet suunnitella ja laatia. Jatkokehitys tulee kohdentaa paitsi sisältöjen päivitykseen sekä saadun palautteen kautta aiheiden täsmennyksiin, on jatkokehityksessä huomioitava edellä mainitut koulutusmyynnin haasteet ja pyrittävä ratkaisemaan näitä haasteita.

Jatkokehityksen kannalta on myös oleellista miettiä, miten kyseinen tuotettu kurssimateriaali ja kurssi saataisiin koulutuksen käyttöön.

Kurssille on jatkokehityksessä syytä laatia erilaisia toteuttamisvaihtoehtoja eri alustoille ja toteutusmuodoille. Tutkintoon johtavassa koulutuksessa luontaisin toteuttamisympäristö inventointimallinnuksen kurssille olisi ylemmän ammattikorkeakoulun opintojakso tai osa isompaa opintojaksokokonaaisuutta. Sisältönä laadittu materiaali sopisi hyvin LAB-ammattikorkeakoululla järjestettävään kestävää rakentaminen -ohjelmaan. Ohjelmaan osallistuvilla on yleisesti ottaen jo aikaisempaa kokemusta rakennusalalta ja usein opintojen edetessä myös muut lähtötietovaatimukset täyttyvät. Myös aineistojen yhdistäminen korjausrakentamisen opintojaksoihin niin insinööri- kuin rakennusmestariopetuksessakin on mahdollista, mutta koko inventointimallinnuksen materiaalin sisällyttäminen jo tiiviisiin kursseihin tulee tehdä harkiten. Näitä kursseja varten voisikin olla kannattavaa laatia tiivistetty esitys kyseisestä materiaalista tai vaihtoehtoisesti tarjota kurssia valinnaisena opiskelijoille. Valinnaisuus myös tutkintoon johtaville koulutuksille on mahdollista alla mainittujen Campus Onlinen tai avoimen AMK:n tarjonnan kautta.

Laajemman kattavuuden saavuttamiseksi tulisi kurssille olla myös muita, ei tutkintoon tähtäviä toteutusmuotoja ja alustoja. Tällaisia ovat muun muassa avoin AMK, Campus Online sekä jo aikaisemmin mainittu palvelumyyntinä tehtävä yrityksille suunnattu koulutus.

## AVOIN AMK

Avoin AMK on alusta, jossa eri ammattikorkeakoulut voivat tarjota opintojaksoja sellaisille henkilöille, jotka eivät ole tutkinto-opiskelijoita. Tätä kautta voi henkilö suorittaa kursseja pientä korvausta vastaan.

Avoin AMK sopii esimerkiksi seuraavissa tilanteissa:

- *haluat lisätä työelämässä tarvitsemaasi osaamista*
- *suunnittelet hakeutuvasi ammattikorkeakoulu- tai ylempiin ammattikorkeakouluopintoihin*
- *haluat kehittää yleissivistystäsi sinua kiinnostavissa asioissa*

([www.opintopolku.fi](http://www.opintopolku.fi))

Inventointimallinnuskurssin toteuttaminen Avoimessa AMK:ssa edellyttäisi muutamia lisätoimia ja jatkokehitystä. Oleellisimpana tässä olisi kurssin opintopistelajuuden määrittely Euroopan Unionin opintosuoritusten ja arvosanojen siirtojärjestelmän ECTS-standardin mukaisesti ([www.education.ec.europa.eu](http://www.education.ec.europa.eu)).

Lisäksi kurssin arviointia varten tulisi kehittää myös arviointimenetelmä, jolla kurssin osaamistavoitteen saavuttaminen varmistettaisiin. Tällaisia voisivat olla edellä mainittujen itsenäisten harjoitusten lisäksi esimerkiksi tentti tai oppimispäiväkirja. Muutoin nyt suunniteltu kurssi olisi siirrettävissä kokonaisuudessaan toteutettavaksi Avoimessa AMK:ssa.

## CAMPUS ONLINE

Campus Online on täysin verkossa toteutettavien kurssin portaali, missä opiskelija voi osallistua valintansa mukaan verkkototeutuksille. Jotta Campus Online -tarjontaa voi hyödyntää tulee opiskelijan olla kirjoilla jossakin Suomen 24 ammattikorkeakoulusta.

Portaalista valittavat opinnot ovat maksuttomia ja ne voidaan sisällyttää tutkintoon. Campus Onlinen tarjonta koostuu siis pelkästään verkkokursseista, eli kurssin tulee olla 100 % verkossa suoritettava. Tämä ei tietenkään sulje pois sitä, että kurssi voi olla tiettyyn aikaan sidottu, eli se voidaan järjestää esimerkiksi lukukausisidonnaisena, sekä myös luennot voidaan toteuttaa verkon välityksellä tietyinä aikana. Myös osallistujien määrää voidaan tarvittaessa rajata ([www.campusonline.fi](http://www.campusonline.fi)).

Toteutuksessa suurin ero Avoimen AMK:n suhteen olisi mahdollisuus toteuttaa kurssi aikaan ja paikkaan sitomattomana kurssina. Myöskään osallistujamäärää ei tällaisella kurssilla olisi tarpeen rajata.

Toki aikaan sidottu ja osallistujamäärältään rajattu verkkoluento mahdollistaa paremman kontaktin opiskelijoihin ja mahdollistaa paremmin vuorovaikutuksen hyödyntämisen opetustilanteissa.

Kurssin järjestäminen Campus Online -portaalissa edellyttäisi enemmän toimia kuin avoimen AMK:n kurssina järjestäminen. Ensimmäisen teorialuentojen järjestäminen olisi suoraan järjestettävissä verkkototeutuksena. Koska kyseisen päivän luennot on myös videoitu, voitaisiin kurssin 1.päivän osuus toteuttaa myös aikaan sitomattomana, eli kurssille osallistuva voisi katsoa luentonauhoitteet oman aikataulunsa mukaisesti. Oppimisen varmistamiseksi pitäisi myös Campus Online -versioon laatia erilliset tehtävät ja arviointimenetelmä. Järkevintä olisi kehittää myös arviointimenetelmä 1.osuuteen niin, että sen toteuttaminen olisi myös aikaan sitomaton. Näin ollen mahdollistettaisiin osallistujien työskentelyn ajoittaminen omien aikataulujen mukaan.

Suurin muokkauksen tarve kohdistuisi 2.päivän käytännön harjoitusten toteutuksiin. Nämä pitäisi toteuttaa täysin demoina ja ne tulisi videoida järkeviksi kokonaisuuksiksi. Myös tehtäviä tulisi muokata niin, että ne olisi sidottu eri demoihin.

Kurssi voitaisiin myös laajuuden puolesta jakaa kahteen osioon, jolloin opiskelija voisi valita laajuuden itselleen paremmin sopivaksi.

Tietotekninen haaste liittyy kurssin 2.päivän toteutuksessa käytännön harjoitusten ohjelmistoihin ja niihin liittyviin lisensseihin ja käytettävän tietokoneen vaatimuksiin. Etenkin pistepilvien rekisteröinnin ja hallinnan ohjelmistot vaativat käyttäjältään lisenssin. Lisäksi käytettävässä koneessa tulisi olla riittävästi laskentatehoja pistepilvien käsittelyyn. Osittaisessa kampuustoteutuksessa nämä seikat eivät ole aiheuta ongelmia, mutta täysin verkkokoulutuksena järjestettynä tulisi nämä haasteet ratkaista kurssin lopullista toteutusta suunniteltaessa.

## YRITYKSILLE SUUNNATTU KOULUTUS

Kolmas vaihtoehto kurssin toteuttamiselle olisi tarjota sitä suoraan rakennusalalla työskenteleville yrityksille. Palvelumyynnin ja tuotteistamisen haasteita on käsitelty aikaisemmin, joten lienee selvää, että räätälöity koulutus on helpompaa myydä kuin valmiiksi tuotteistettu kurssi. Toki sisältöjen määrittely ja esimerkki kurssin toteutuksesta antaa hyvän lähtökohdan keskusteluille, mutta todennäköisesti koulutusmyynnissä päädytään aina jonkinasteiseen yrityskohtaiseen muokkaukseen.

Yrityksille suunnatussa koulutuksessa on myös syytä muistaa, että kyseessä on aina maksava asiakas. Siitä syystä ei koulutus voi olla saman sisältöinen tai täysin samanlainen kuin mitä se olisi avoimen AMK:n toteutuksella tai Campus Onlinessa. Kun koulutusta myydään yrityksille, tulisi pyrkiä siinä aina löytämään hyötynäkökulma paremmin kuin muissa koulutuksissa, jossa henkilöt lähtökohteisesti hakeutuvat kurssille oman mielenkiinnon ja henkilökohtaisen kehittymisen vuoksi.

Yritysten maksaessa koulutuksesta ja lähettäessään työajalla työntekijöitään kurssille, on kurssin tavoitteen oltava selkeämmin koulutuksesta nähtävissä hyöty osallistujille ja heidän toiminnalleen.

Yrityksille suunnattavat kurssit ovatkin haastavimpia laatia valmiiksi, sillä sisältöä tulee olla valmis muokkaamaan ja uusimaan aina kyseisen koulutuksen osallistujien ja yritysten tarpeiden pohjalta. Näin ollen on haastavaa valmistella etukäteen tällaista kurssisisältöä.

Kuitenkin, kuten jo tuotteistamisvaiheessa on todettu, on myynnin ja markkinoinnin kannalta syytä laatia sisältöjä ja valmista pohjaa keskusteluille. Kun tällainen pohja on luotu yhdessä kyseisen kurssiin asiantuntijan kanssa, ei markkinoinnissa ja myynnissä sorruta tekemään asiakkaalle sellaisia lupauksia, joita ei voida toteuttaa.

### 6.2 Työn tavoitteiden saavuttaminen ja pohdinta

Tietomallintaminen ja sen osaamisen kehittäminen ei ole koskaan valmis. Tätäkin työtä tehdessä on tullut uusia asioita, jotka vaikuttavat tulevaisuudessa inventointimallien tekoon ja niiden tietosisältöön.

Jatkon kannalta on oleellista analysoida, miten asetetut tavoitteet saavutettiin, ja mitä olisi kenties kannattanut tehdä toisin, jotta voidaan kehittää vielä parempia kurseja ja oppimiskokonaisuuksia.

Tavoitteena oli laatia ammattilaisille suunnattu kurssi, joka keskittyy inventointimallinnukseen. Kyseyllä päästiin hyvin sisälle eri asiakokonaisuuksiin ja haasteisiin, joita inventointimallinnuksessa ja sen käytössä on kohdattu. Kurssin sisältöä ei sen sijaan kyetty kohdentamaan täysin ammattilaisille, jotka jo toimivat inventointimallien parissa, sillä eri ammattilaisilla on erilaiset tarpeet muun muassa ohjelmistojen, käyttötarpeiden ja toimintatapojen osalta. Siksi kaikille ammattilaisille suunnattu kurssi jäi tästä syystä pintaraapaisuksi eri osuuksista, eikä esimerkiksi yksityiskohtaista ohjelmistokoulutusta ollut järkeä sisällyttää kurssiin.

Lisäksi työn ohien suunniteltujen kurssien tulisi olla lyhyitä ja keskittyä avaamaan rajattu sisältö, joten kurssin keston ja rajausten osalta päästiin lopputulokseen, jossa inventointimallinnuksen kurssi

toimii hyvänä avauksena inventointiprosessin ymmärtämiselle sekä eri osapuolten tarpeiden ja haasteiden ymmärtämiselle. Kurssin sisällöstä suurin hyöty on saatavilla tilaajatahoille sekä rakennuttaja-konsulteille, jotka ovat avainasemassa, kun rakennusprojektia lähdetään käynnistämään. Kun tilaaja-taho ymmärtää paremmin inventointimallin eri käyttömahdollisuudet, siitä saatavat hyödyt, tilaamisen haasteet ja rajoitteet sekä ymmärtää eri vaiheiden ja toimijoiden tarpeet, on heidän helpompi määrittellä inventoinnin eri vaiheiden rajapintojen toimittajat sekä selkeyttää tiedonkulku jo hankkeen alkuvaiheessa.

Oppimistavoitteiden näkökulmasta kurssin sisältö onnistui hyvin. Inventointimallinnuksen perusteet ja pistepilviaineiston tuottaminen käytiin kattavasti luennoilla läpi, sekä pistepilviaineiston tuottamisesta oli järjestetty käytännön osuus laserkeilauksen ja pistepilvien käsittelyn osalta kurssin toiselle päivälle.

Inventointimallien käyttömahdollisuuksia käytiin kattavasti läpi eri suunnittelijoiden näkökulmasta sekä käsiteltiin inventointimallin käyttöä hankkeen lähtötietoina. Tosin toteutusvaiheen käyttömahdollisuuksia ja toimia ei kurssilla käsitelty, muutoin kuin uusien teknologioiden kautta. Inventointimallin käyttö ei työmaalla ole kovin yleistä, sillä inventointimalli on tässä vaiheessa jo toiminut suunnittelun lähtötietona, ja siitä on eriytynyt ns. suunnittelumalli. Inventointimallin hyödyntämistä työmaatoiminnoissa olisikin syytä tutkia ja kehittää, sillä työmaalla vertailut nykytilanteen ja tulevan tilanteen välillä ovat kuitenkin tarpeellisia.

Erilaiset datansiirtotavat käytiin läpi ja kurssilla esiteltiin Trimble Connect -ohjelman käyttöä niin pistepilvien kuin inventointimallien tallennuspaikkana, että katselualustana. Myöskin erilaiset toimitussäällöt ja niiden aiheuttamat rajaukset tiedonsiirrossa käytiin läpi. Tässä suurena apuna olivat uudet RT-kortit, joihin oli tarkemmin ohjeistettu muun muassa inventointimallien eri toimitusmuodot ohjelmistoihin (RT-kortti 103375). Lisäksi toisen päivän demona sekä itsenäisenä tehtävänä käsiteltiin ilmaisohjelman käyttöä pistepilvien muokkauksessa.

Kurssin suunnittelussa jatkuvaan oppimiseen tähtäävän kurssin haasteita esiintyi jo pilotointivaiheessa. Nykyinen työelämä on hektistä ja kiireistä, joka näkyi kurssin osallistujamäärässä. Tämä tosin havaittiin myös BIM ICE -hankkeen muissa järjestetyissä kampuksella toteutettavissa kursseissa, joten sinänsä inventointimallinnuksen kurssi ei ollut poikkeava.

Haastavuutta aiheuttaa mielekkyyden ja työn ohessa osallistuvien ajankäytön haastavuuden huomiointi. Työelämässä kaivataan käytännönläheistä, kokemukseen perustuvaa mielenkiintoista koulutusta, joka samalla on räätälöity juuri omia tarpeita ja aikataulua silmällä pitäen. Samalla kurssin tulisi kuitenkin ajankäytöllisistä syistä olla riittävän lyhyt. Myös aikaan ja paikkaan sitominen hankaloittaa työelämässä olevien osallistumista etenkin kampukselle. Kurssin pilottitoteutuksessa pyrittiin yhdistämään niin verkko-opetuksen hyödyt, kuin kampuksella tapahtuvan opetuksen vuorovaikutuksen edut. Tässä kuitenkin havaittiin, että kampuksella tapahtuvalle opetukselle oli haastavampaa saada osallistujia. Tämä voi osittain johtua koronapandemian aiheuttamista muutoksista, mutta myös työelämässä olevien henkilöiden ajankäytön haasteista.

Myöskin kurssin sisällössä ei tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta menty detaljitasolle. Yleisesti ottaen ammattikurssit, joista on suurin hyöty tietyn työtehtävän tekemisessä, tähtäävät usein tietyn

asian suorittamiseen. Hyvänä esimerkkinä tällaisesta on esimerkiksi tietyn ohjelmiston käyttökoulutus. Laajemman kokonaisuuden hahmottaminen on oleellista, mutta siitä saatava hyöty työtehtävään ei välttämättä tule esille niin selkeästi ja nopeasti kuin esimerkiksi mainitun ohjelmistokoulutuksen hyödyt.

Kurssin materiaalia laadittaessa havaittiin, että inventointimallinnuksen ohjeistuksessa on vieläkin parannettavaa. Suurimmat kehitystarpeet havaittiin eri osapuolten välillä tapahtuvan tiedonsiirron välillä. Arkkitehdin tarpeet inventoinnille ovat erilaiset kuin rakennesuunnittelijan ja LVI-suunnittelijan. Lisäksi tiedonsiirron haasteet eri ohjelmistojen ja käyttötarkoitusten välillä tulisi pyrkiä selvittämään ja ainakin jollain tasolla standardisoimaan, jotta inventointimallien käyttöä voitaisiin lisätä ja niistä saatava hyöty kasvaisi.

Lisäksi kurssin suunnittelun ja pilotoinnin johdosta nousi esiin uusia koulutussisältöjä, joista saataisiin inventointimallinnuksen kurssille sopivia syventäviä jatkomoduuleita etenkin yrityksille tarjottavaan koulutusmyyntiin. Tällaisia jatkomoduuleita ovat muun muassa laserkeilaus & fotogrammetrian käyttöönottoon ja toteuttamiseen tähtäävät moduulit.

Tulevaisuudessa inventointimallinnuksen tarve tulee lisääntymään. Tarve rakennusten digitaalisille kaksosille on kasvamassa teknologian kehittyessä ja tekoälysovellusten lisääntyessä. Älykkäiden talojen aikakausi on vielä tulossa, mutta tullessaan se vaatii olemassa olevien rakennusten laajamittaista mallinnusta. Nykyisellään tietomallit ovat lähinnä rakennus- ja korjausvaiheen prosesseja varten, oli kyseessä sitten uudis- tai korjauskohde. Jatkossa myös ilmastomuutoksen huomioiminen ja kierrätettävyys lisäävät inventoinnin tarvetta. Jotta päästötavoitteisiin voidaan päästä rakennusten osalta, tulee myös olemassa olevat kiinteistöt saada erilaisiin simulointeihin ja kokonaisuuksien tarkasteluihin riittävällä tarkkuudella. Lisäksi paitsi simulointeihin, tulisi huomiota kiinnittää myös käytön aikaisiin ohjaustoimiin ja kiinteistöjen hallintaan.

Edellä mainitut seikat ovat nousseet esille myös Liverpoolin yliopiston emeritusprofessori Arto Kiviniemen esiin nostamina. Hänen mukaansa tietomallinnuksen ja kestävyuden yhteys on simuloineissa. Näitä tulisi kehittää Kiviniemen mukaan niin, että yhteiskunnan eri mallitasot saadaan toimimaan yhteen. Etenkin varhaisten suunnitteluratkaisujen optimointi simuloimalla toisi Kiviniemen mukaan suuria mahdollisuuksia pienentää hiilijalanjälkeä ja elinkaarikustannuksia. (Rakennusteollisuus ry. b)

Kiviniemi nostaa esiin myös sen, että käytönaikaisen elinkaaren hallinnassa ei tietomalleja ole otettu kunnolla käyttöön.

Inventointimallinnuksen kautta on siis mahdollista saada paitsi lisää tehokkuutta ja sitä kautta tuotavuutta rakentamiseen, on inventointimallinnuksella tulevaisuudessa suurempaa roolia myös simulointityökalujen yleistyessä hankkeen alkuvaiheen ratkaisujen lähtötietona. Inventointimallien tarve korostuu tulevaisuudessa myös todennäköisesti olemassa olevien rakennusten käytönaikaisen elinkaaren hallinnan osana.

Inventointimallinnuksen koulutusta onkin tarpeen jatkaa ja kehittää. Nykyisin tietomallintamisen pariin on syntynyt jo uusia tehtäväkokonaisuuksia, joissa edellytetään tiettyä osaamista ja pätevöitymistä koulutuksen kautta, kuten esimerkiksi tietomallikoordinaattorin rooli. Tulevaisuudessa myös

inventointimallintajan tehtäväkokonaisuuden määrittely sekä koulutuspolun luominen ovat enemmän kuin todennäköisiä tehtäviä. Jo nyt on alalla yrityksiä, jotka tarjoavat inventointimallinnusta omana kokonaisuutenaan. Siinä missä nykyisin korjaussuunnittelijan rooliin on kuulunut sekä inventoida olemassa oleva rakenne että suunnitella uudet ratkaisut, on olemassa jo kohteita, joissa inventointi on toteutettu erillisenä tehtävänä.

## LÄHTEET

- BIM-ICE -Hanke. Verkkosivu. [https://bim-ice.com/?page\\_id=1980&lang=fi](https://bim-ice.com/?page_id=1980&lang=fi). Viitattu 25.9.2021
- BuildingSMART Finland ry. Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012. Verkkosivu. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. Viitattu 8.10.2021
- Campus Online -portaalin verkkosivut. <https://campusonline.fi/>. Viitattu 3.9.2022
- Dryden, Gordon, Vos, Jeannette 1997. Oppimisen vallankumous -Ohjelma elinikäistä oppimista varten. 3. painos. Helsinki: Tietosanoma
- ECTS-järjestelmän verkkosivut. <https://education.ec.europa.eu/fi/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/european-credit-transfer-and-accumulation-system>. Viitattu 3.9.2022
- Grönroos, Christian 1998. Nyt kilpaillaan palveluilla. 4. painos. Porvoo: WSOY
- Gökgür, Ata 2015. Current and future use of BIM in renovation projects. Master`s Thesis.
- Hallituksen esitys kaavoitus- ja rakennuslain sisällöstä. Verkkójulkaisu. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=16515>. Viitattu 13.11.2021
- Janhunen, Mari 2021. Tietomallinnuksen nykytilanne ja osaamistarpeet talonrakennushankkeissa. YAMK Opinnäytetyö.
- Kiviranta, Outi 2017. Lapin AMK, Webinaarin luentosarja: Asiakslähtöisyys ja kohderyhmäajattelu. <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=355e46cc-ec2b-4c52-b170-4ffe6729db00>. Viitattu 29.8.2022
- Lehtinen, Uolevi, Niinimäki, Satu 2005. Asiantuntijapalvelut: tuotteistamisen ja markkinoinnin suunnittelu. Helsinki: WSOY
- Leica Geosystems, 2012. Youtube-video: <https://www.youtube.com/watch?v=1IDO1UevAJI>. Viitattu 13.11.2021
- Leppänen, Erkki 2009. Menesty erikoistumalla: miten hallitsen ja teen tulosta mikromarkkinoinnilla. Helsinki: Yrityskirjat Oy.
- Oosi, Olli, Koramo, Marika, Korhonen, Nita, Järvelin, Anne-Mari, Luukkonen, Tuomas, Tirronen, Jarkko, Jauhola, Laura. Jatkuvan oppimisen rakenteet -kansainvälinen vertailu. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 18/2019.
- Opintopolku -portaalin verkkosivu. Avoin AMK. <https://opintopolku.fi/wp/ammattikorkeakoulu/avoin-ammattikorkeakoulu/>. Viitattu 2.9.2022
- Penttinen, Sakari 2020. Matkalla BIM-utopiaan: tapaustutkimus rakennusprojektin suunnitteluyhteistyöstä. Pro Gradu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202006173036>. Viitattu 9.8.2022
- Rahkonen, Jukka 2018. Maanmittauslaitoksen painettujen karttojen georeferointi. [http://latuviitta.org/documents/Vanhonjen\\_painettujen\\_karttojen\\_georeferointi.pdf](http://latuviitta.org/documents/Vanhonjen_painettujen_karttojen_georeferointi.pdf). Viitattu 10.8.2022
- Rajala, Marko 2015. Laserkeilausmittaus ja rakennuksen inventointimalli. Verkkójulkaisu PDF <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090701.pdf>. Viitattu 10.11.2021

Rakennusteollisuus ry 2019 a. Korjaustarpeet ja kustannukset, yleistietoa. Verkkajulkaisu. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Rakennuskanta/>. Viitattu 3.10.2021

Rakennusteollisuus ry 2019 b. Kansallista ohjausta tarvitaan rakentamiseen. verkkajulkaisu. Julkaistu 10.4.2019. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2019/kansallista-ohjausta-tarvitaan-rakentamiseen/>. viitattu 3.10.2021

Rakennustieto ry, 2019. RT 103132 Fotogrammetrian käyttö rakennushankkeessa

Rakennustieto ry, 2019. RT 103133 Rakennuksen laserkeilaus

Rakennustieto ry, 2021. RT 103375 Pistepilviaineisto suunnittelun lähtötietona ja inventointimallinnus

Robertson, Mark 2018. Instagram Marketing: How To Grow Your Instagram Page And Gain Millions of Followers Quickly With Step-by-Step Social Media Marketing Strategies. Kindle edition.

Simula, Henri, Lehtimäki, Tuula, Salo, Jari, Malinen, Pekka 2009. Uuden B2B-tuotteen menestyksessä kaupallistaminen. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Stachniss, Cyrill 2015. Photogrammetry I -01 – Introduction (2015). Youtube-video: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_mOG\\_lPnpY](https://www.youtube.com/watch?v=_mOG_lPnpY). Viitattu 9.8.2022

Trimble Site Vision-laitteen verkkosivut. <https://sitevision.trimble.com/>. Viitattu 11.8.2022

Trimble XR10-laitteen verkkosivu. <https://fieldtech.trimble.com/en/products/mixed-reality/trimble-xr10-with-hololens-2>. Viitattu 11.8.2022

Tynjälä, Päivi 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena: Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Tammi

YTV 2012 Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. Verkkajulkaisu. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_2\\_lahtotilanne.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf). Viitattu 8.10.2021