



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Elina Huhta-Koivisto

---

# Tietomallin integraatio rakennuksen jo olemassa olevaan huoltokirjajärjestelmään

Opinnäytetyö

Kevät 2022

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Elina Huhta-Koivisto

Työn nimi: Tietomallin integraatio rakennuksen olemassa olevaan huoltokirjajärjestelmään

Ohjaaja: Paula Pihlaja

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 54

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Onnistuneen tietomallin avaintekijä on kaikkien osapuolien yhteistyö. Tilaajalla on merkityksellinen rooli raamien asettamisessa hankkeen tietomallinnukselle, jota suunnittelijat lähtevät toteuttamaan ja urakoitsija lopulta rakentamaan. Tilaaja kertoo tarpeista, joita suunnittelijoiden täytyy osata tulkita ja ammentaa visuaaliseksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämä kokonaisuus muodostuu toimivaksi rakennukseksi urakoitsijan toimesta, ja tämä kaikki tulee palvelemaan rakennuksen tulevia käyttäjiä. Hankkeen tietomallista muovataan rakennuksen ylläpidolle oma tietomalli tukemaan ylläpidon järjestelmää. Tämä opinnäytetyö on kurkistus Bothnia High 5 -hankkeeseen ja sen matkastaan kohti Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmää.

Tässä tutkimuksessa tutustutaan tietomallintamisen periaatteisiin ja ohjeistuksiin. Työssä perehdytään myös siihen, miten tietomallista saadaan poimittua tietoa ja miten tätä kerättyä tietoa voidaan tulkita. Tutkimuksessa tutustutaan lisäksi huoltokirjan laadinnan perusteisiin eritoten suunnittelijoiden näkökulmasta.

Bothnia High 5 -allianssi rakentaa H-uudisrakennuksen, joka toimii sairaalarakennuksena Pohjanmaan hyvinvointialueelle. Tilaajalla oli toive hyödyntää rakennushankkeesta syntyvää tietomallia ja toive siitä, että tätä tietomallia jalostettaisiin Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidolle työkaluksi H-rakennuksen elinkaaren ylläpitoon. Ramboll Finland Oy loi ylläpidon Basil-tietomallin. Basil tulee osaksi ylläpidon työkalustoa, ja se onkin integroitu osaksi ylläpidon järjestelmää.

Tutkimuksessa saatiin selville, miten Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmä toimii, sekä selvitettiin, miten Basil on integroitu osaksi ylläpidon järjestelmää. Sivutuloksina työhön saatiin kattava määrä tietoa hankkeen tietomallintamisen vaiheista sekä tietomallin hyödyntämisen innovoinnista Bothnia High 5 -hankkeen aikana.

<sup>1</sup> Asiasanat: tietomalli, huoltokirja, ylläpito, allianssi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Elina Huhta-Koivisto

Title of thesis: Integration of a building information model with a building's existing maintenance system

Supervisor: Paula Pihlaja

Year: 2022

Number of pages: 54

Number of appendices: 1

---

The key to a successful building information model is the cooperation between all parties. The client plays a significant role in setting the framework for the building information modelling of the project, which will be implemented by the designers and ultimately built by the contractor. The client communicates the needs, which the designers must be able to interpret and extract into a visual, functional whole. The contractor evolves this into a functional building, all of which will serve the future users of the building. The project's building information model will be shaped into a separate building information model for the maintenance of the building to support the maintenance system. This thesis is a glimpse into the Bothnia High 5 project and its journey towards a maintenance system for the Ostrobothnian welfare area.

The study introduced the principles and guidelines of building information modeling. The thesis also studied how data could be extracted from the building information model and how the collected data could be interpreted. The study also studied the basics of the maintenance logbook system, in particular from the designers' point of view.

The Bothnia High 5 Alliance is building a new H-building which functions as a hospital in the Ostrobothnia welfare area. The client wanted to utilize this new building information model in the future construction projects. It could also be refined for the Ostrobothnian welfare area's maintenance as a tool during the H-building's life cycle. Ramboll Finland Oy created the Basil information model for the maintenance. Basil would become part of the maintenance toolbox and be integrated into the maintenance system.

The result of the study was to show how the maintenance system of the Ostrobothnia welfare area worked and to perceive how Basil was integrated into the maintenance system. As a by-product, the work provided a comprehensive amount of information about the stages of the project's information modelling and the innovation of information model use during the Bothnia High 5 project.

<sup>1</sup> Keywords: Building information model, maintenance manual, maintenance, alliance

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuvioluettelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Tutkimuksen tavoite .....	11
1.2 Työn rakenne .....	11
1.3 Yritysesittely .....	12
<b>2 TIETOMALLINNUS RAKENNUSHANKKEESSA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Tietomallinnus .....	13
2.2 Tietomallinnusta koskevat ohjeistukset sekä määräykset .....	15
2.3 Rakennushankkeen eri tietomallinnuksen vaiheet.....	17
2.4 Yleistä suunnittelualojen tietomalleista.....	18
2.5 IFC-tiedonsiirto mahdollistaa yhdistelmämallin luonnin .....	18
2.6 Suunnitteluohjelmistot sekä katseluohjelmistot .....	20
2.6.1 Solibri IFC-mallien katseluohjelmisto .....	22
2.6.2 Revit-tietomallinnusohjelmisto.....	22
2.6.3 Autodesk BIM 360.....	24
2.6.4 Autodesk Dynamo Studio.....	25
2.6.5 Simplebim IFC-mallien muokkausohjelma .....	25
2.7 Tiedonkeruu tietomallista .....	25
2.8 Ylläpidon tietomalli, tietomalli osaksi ylläpidon työvälineistöä .....	26
<b>3 HUOLTOKIRJA .....</b>	<b>28</b>
3.1 Huoltokirjan laadinta .....	28
3.2 Huoltokirjassa käsiteltävä tieto .....	28
3.3 Suunnittelijoilta tuleva tieto kiinteistön huoltokirjaan.....	29
3.4 Huoltokirja sekä kiinteistönhuolto .....	29

4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	32
4.1	Tutkimuksen lähtökohta .....	32
4.2	Tutkimuksen toteutus .....	32
4.1	Tietomallinnuksen lähtökohdat Bothnia High 5 -hankkeessa .....	33
5	TIETOMALLINTAMINEN BOTHNIA HIGH 5 -HANKKEESSA .....	34
6	BASIL VISUALISOI TIETOA .....	36
6.1	Hankkeen huoltokirja yhdistää tiedon eri lähteistä.....	36
6.2	Basil, Medusa ja Meridian täydentävät toisiaan .....	38
6.3	Medusa-ylläpitojärjestelmä helpottaa ylläpidon arkea .....	40
6.4	Meridian on dokumenttien hallintajärjestelmä .....	41
6.5	Basil pyrkii nopeaan havainnollistamiseen .....	41
6.6	Kerroskohtainen näkymä tuo keveyden .....	43
6.7	Tiedon päivittäminen ylläpidon tietomalliin on tärkeää .....	43
6.8	Basilia toivotaan työvälineeksi tulevaisuuden hankkeisiin .....	44
7	H-UUDISRAKENNUKSEN SUUNNITTELUSSA HYÖDYNNETTIIN UUSIA INNOVAATIOITA.....	45
7.1	Natiivimallien reaaliaikainen tarkastelu koettiin hyödylliseksi .....	45
7.2	Uudet innovaatiot koettiin toimiviksi.....	47
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	50
8.1	Jatkokehittelyehdotukset .....	51
8.2	Tutkimuksen kehittämiskohteet .....	51
	LÄHTEET .....	53
	LIITTEET .....	54

## Kuvioluettelo

Kuvio 1. 2D-piirroksien, 3D-mallien ja tietomallien eroavaisuudet.....	14
Kuvio 2. Tietomallinnuksen prosessi YTV2012 mukaan (Jäväjä & Lehtoviita 2016, s.17). ....	16
Kuvio 3. Bothnia High 5 allianssista, kuva Solibri yhdistelmämallista. Alaslasketut katot piilotettu näkymästä havainnollistamaan eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovitusta (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, Solibri yhdistelmämalli, 10.4.2022).....	20
Kuvio 4. Tietomallipohjaisen hankkeen tietomallinnus prosessin eri ohjelmistotyypit (Jäväjä & Lehtoviita 2016, s.38). ....	21
Kuvio 5. Bothnia High 5 allianssista, kuvio Solibri yhdistelmämallista (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, Solibri yhdistelmämalli, 10.4.2022). ....	22
Kuvio 6. Bothnia High 5 -allianssista, kuvio Enscape-ohjelmistosta (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, Enscape ohjelmisto, 10.4.2022).....	24
Kuvio 7. Pohjanmaan hyvinvointialueen, Vaasan keskussairaalan huoltomäärät (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, ylläpidon oman työn seuranta, 10.4.2022).....	30
Kuvio 8. Kuluneen kolmen vuoden aiheutuneet palvelupyynnöt Pohjanmaan hyvinvointialue, Vaasan keskussairaalan kiinteistöt (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, ylläpidon oman työn seuranta, 10.4.2022). ....	31
Kuvio 9. Poimintoja Bothnia High 5 -hankkeelle määritellyistä allianssin avoimille tulostavoitteille eli ATA-tavoitteille, jotka määrittelevät allianssin onnistumista. ....	33
Kuvio 10. Meridian, Medusa & Basil muodostavat yhdessä toisiaan tukevan ylläpidon järjestelmän Pohjanmaan hyvinvointialueelle. ....	39
Kuvio 11. BIM360-alusta mahdollisti kaikkien Revit-tietomallien reaaliaikaisen tarkastelun kunkin suunnittelualan natiivimallissa. ....	46

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Elinkaari</b>	Rakennuksen elinikä eli suunnittelusta käytöstä poistoon tai purkuun.
<b>Bothnia High 5</b>	Projektiallianssi, jossa rakennetaan uutta H-rakennusta Pohjanmaan hyvinvointialueelle.
<b>Basil-ylläpitomalli</b>	Ramboll Finlandin kehittämä ylläpidon tietomalli.
<b>Medusa</b>	Ylläpitojärjestelmä.
<b>Meridian</b>	Tiedonhallintajärjestelmä.
<b>AJR</b>	Allianssin johtoryhmä.
<b>APR</b>	Allianssin projektiryhmä.
<b>BIM</b>	Building information model (eng.), tietomalli.
<b>3D-malli</b>	Visuaalinen moniulotteinen ilmentymä, ei sisällä tietoa.
<b>2D-piirustus</b>	Piirustus paperille, PDF-tiedosto, ei moniulotteinen.
<b>Autodesk Revit</b>	Tietomallinnusohjelma.
<b>Objekti</b>	Rakenneosa, jokin kappale, reaali maailman olio.
<b>Komponentti</b>	Kokonaisuuden osatekijä, rakenneosa, tekniikan osa.
<b>Attribuuttitieto</b>	Ominaisuustieto.
<b>Open BIM</b>	Avoimen tiedonsiirron periaate.
<b>IFC-standardi</b>	Määrittelee avoimen tiedonsiirron tavat.
<b>IFC-tiedosto</b>	Tiedostoa, jota voidaan siirtää tietomallista toiseen ohjelmistoon avoimen tiedonsiirron periaatteella.
<b>YTV2012</b>	Yleiset tietomallivaatimukset, RT-korttisarja.

<b>Tietomallikoordinaattori</b>	Tietomallinnustyötä sekä tietomallin yhteensovitusta koordinoiva henkilö.
<b>Energiankulutusanalyysi</b>	Selvitys siitä, paljonko energiaa kuluu ja paljonko energiaa tarvitaan.
<b>Elinkaarikustannus</b>	Rakennuksen elinkaaren aikana koostuvat kustannukset.
<b>As built -malli</b>	Päivitetty tietomalli toteutuneesta rakennushankkeesta.
<b>Ylläpito</b>	Rakennuksen ja rakenteiden toimivuutta, käyttöä ja terveellistä ympäristöä huoltava ja ylläpitävä elin.
<b>Ylläpidon tietomalli</b>	Ylläpidon työkalu rakennuksen toimintojen ja huoltamisen koordinointiin, sisältää tietoa rakennuksesta ja onkin rakennuksen digitaalinen kaksonen.
<b>Vaativuusmalli</b>	Vaativuusmalli on tarvelistaus tilaajalta, mitä tilaaja rakennushankkeelta haluaa.
<b>Tilamalli</b>	Tilamallissa tilat rajautuvat seiniin, lattiaan ja kattoon.
<b>Rakennusosamalli</b>	Rakennuksen rakenteiden osia kuvaava tietomalli.
<b>Järjestelmämalli</b>	Rakennuksen teknisiä järjestelmiä kuvaava tietomalli.
<b>Tuotantomalli</b>	Rakennushankkeen ollessa tuotantovaiheessa, tuotannon tueksi tehty tarkka tietomalli.
<b>Natiivimalli</b>	Kunkin suunnittelualan oma tietomalli, jota vain kyseisen suunnittelu- alan suunnittelija saa muokata.
<b>Rvt-tiedosto</b>	Revit, tietomallinnusohjelman tuottama tiedostomuoto.
<b>Rakennuksen inventoija</b>	Henkilö, joka tekee tarkkeet kaikista olemassa olevan rakennuksen rakennusjärjestelmistä ja tekniikoista.
<b>Tietomallipohjainen rakennushanke</b>	Rakennushanke, jossa tietomalli on ensisijainen tiedonlähde. Hankkeessa on sovittu



kaikkien käytävän tietomallia ja tietomalli on hankkeen kokonaisvaltainen tietopankki.

<b>Dimensio</b>	Mitta, jonkin kappaleen mitat.
<b>Yhdistelmämalli</b>	Eri suunnittelualojen yhdistetty tietomalli. Useimmiten IFC-malleista koostettu yhdistelmä.
<b>Rakennetörmäily</b>	Kaksi tai useampi rakennetta törmää toisiinsa, asiaan kuulumattomalla tavalla, eri suunnitelmat törmää toisiinsa esimerkiksi IV-kanava törmää kantavaan palkkiin, jota ei voi lävistää.
<b>Reikävaraus</b>	Jo tehty reikä mahdolliselle tulevalle lävistävälle rakenteelle/ komponentille.
<b>Korkomaailma</b>	Haluttu korko tai mittatieto.
<b>Tilavaade</b>	Jonkin objektin vaatima tila. Esimerkiksi IV-kone tarvitsee tilaa itselleen ja ympärilleen tehtäviä asennustöitä ja huoltoja varten.
<b>Huoltokirjakoordinaattori</b>	Huoltokirjan kasaamista koordinoiva henkilö, tilaajan ja muiden hankkeen osapuolien välinen koordinoija.
<b>Rakennusosatieto</b>	Tietyn rakennusosan tarkemmat tiedot.
<b>Viranomais määräys</b>	Rakennusturvallisuuteen liittyviä määräyksiä esimerkiksi paloviranomaisilta.
<b>Takuuajan huoltosuunnitelma</b>	Sisältää kohteen perustiedot, huoltosuunnitelmat ja määritetyt huoltoajat.
<b>Kiinteistön perustietokortti</b>	Tietokortti, josta selviää kiinteistön perustiedot ja keskeisimmät toiminnot.
<b>Vaikutusalue</b>	Esimerkiksi yksittäisellä IV-koneella on oma vaikutusalueensa, jota kyseinen kone palvelee.
<b>Paikantamiskaavio</b>	Tasopiirustus, jossa näkyy tarkempia paikoituksia, esimerkiksi missä sijaitsevat paloilmoinjärjestelmät tai palokellot.

<b>Tilakortti</b>	Yksinkertaistettu piirustus, jossa näkyy tilan sijaintitiedot sekä tilan keskeisimmät toiminnot sekä tieto siitä, mitä tila sisältää.
<b>Huoltokirja</b>	Tilaaajalle toimitettavat tiedostot, joilla ylläpidetään rakennuksen toimintoja, tiedot takuuajasta, tuote- sekä materiaalitiedot, tiedot eri järjestelmien toimivuudesta ja vaikutusalueista.
<b>Olosuhdeseuranta</b>	Rakennuksen määriteltyjen olosuhteiden, esimerkiksi lämpötilan, seuraamistiedot. Monesti linkitettynä automaation järjestelmiin, mistä saadaan tieto, mikäli määritellyissä olosuhteissa tapahtuu muutosta.
<b>Palvelupyynnö</b>	Ilmoitus tai pyyntö mahdollisesti korjattavasta tai tarkistettavasta asiasta, mikä voi tulla esimerkiksi rakennuksen käyttäjältä.
<b>Tietomallin katseluohjelmisto</b>	Tietomallin katseluun laadittu ohjelmisto, joka tarjoaa visuaalista näkökulmaa suunnitelmien tarkisteluun. Katseluohjelmistolla pystytään tekemään rakennuksen tietomallista esimerkiksi määrälaskentaa.
<b>Projektidata</b>	Projektikohtainen tieto.
<b>Automatisointi</b>	Tehdä jokin asia automaattiseksi, usein tietokoneen avulla.
<b>Tilavaade</b>	Jonkin komponentin tarvitsema tila koneen toimintoihin sekä siihen suoritettaviin huoltoihin. Suunnitelmissa tilavaade otettava huomioon tilojen kokoa ja toiminnallisuuksia suunnitellessa.
<b>Takuuajan huoltosuunnitelma</b>	Huoltokirjakoordinaattorin määrittelemät huoltojaksot rakenteille, laitteille ja tekniikalle, mitkä perustuvat valmistajien määrittelemiin huoltoväleihin sekä tilaajan kanssa sovittuihin ajanjaksoihin.
<b>Enscape-malli</b>	Autodesk-ohjelmistopalveluiden tuottajan kevennetty tietomalli, jossa voidaan visualisoida suunnitelmia.
<b>Dynaaminen tieto</b>	Aktiivinen, muuttuva, kehittyvä ja päivittyvä tieto.

# 1 JOHDANTO

Pohjanmaan hyvinvointialueelle rakennetaan uutta H-rakennusta allianssissa. Jo heti allianssin alkutaipaleella päätettiin, että tietomallista tehdään niin täydellinen versio, että se karsii osan piirustustarpeista pois. Sairaanhoidopiirin toive oli, että tätä hyvin pitkälle jalostettua tietomallia pystyttäisiin myös hyödyntämään H-rakennuksen tulevaisuudessa. Ramboll Finland Oy on yksi allianssin osapuolista. Heidän tietomallinnusyksikkönsä johtaja Max Levander toimii allianssissa tietomallikoordinaattorina. Max toi esiin ajatuksen siitä, että tehdään ylläpidolle oma tietomalli. Tämä hyvinvointialueelle kehitetty tietomalli juontaa vahvasti juurensa suunnittelijoiden Revit-tietomallista. Kuitenkin tämä ylläpidon tietomalli Basil on ihan oma kokonaisuutensa, joka on luotu tukemaan nimenomaan Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmää luoden visuaalisen lisän ja havainnollistamaan jo olemassa olevaa tietoa. Ylläpito voi esimerkiksi suunnitella ja havainnoida mahdollisia esteitä työn toteutukselle pelkästään tietomallin perusteella. Ajantasainen ja helppokäyttöinen ylläpidon tietomalli tulee tuomaan isoa ajallista säästöä eri kokonaisuuksien kartoittamiseen sekä päivittäisten työtehtävien suorittamiseen.

## 1.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on perehtyä siihen, miten Bothnia High 5 -hankkeen tietomalli laadittiin ja miten tietomallista pystytään keräämään tietoa. Tutkimuksessa selvitetään myös, miten tämä tieto muodostuu osaksi huoltokirjamateriaalista, ja lopulta, kuinka tämä kaikki tieto linkittyy osaksi Pohjanmaan hyvinvointialueen Medusa-ylläpitojärjestelmää, tiedonhallintajärjestelmä Meridiania ja kuinka taas Medusaan linkitetään ylläpidon tietomalli, Basil. Tutkimuksessa perehdytään siihen, millainen ylläpidon tietomalli on ja mitä kaikkea tietoa näissä tietomalleissa on sekä kuinka kerättyä tietoa pystytään hyödyntämään. Työn pääasiallinen tavoite on se, että lukija perehtyy vaivatta tietomallintamisen sekä tiedonhallintajärjestelmän maailmaan.

## 1.2 Työn rakenne

Työn alussa käydään läpi tietomallintamisen vaatimuksia. Tämän jälkeen perehdytään siihen, miten tietomallista saadaan ammennettua tietoa. Työssä tutustutaan myös hieman

huoltokirjan perusteisiin, jonka jälkeen perehdytään ylläpidon tietojärjestelmiin ja itse ylläpidon mallintamiseen. Teoriaosuuden jälkeen päästään tutustumaan Bothnia High 5 -hankkeeseen sekä Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmiin haastattelutulosten kautta.

Haastatteluissa tuli ilmi kattavasti tietoa siitä, mitkä olivat lähtökohdat tietomallintamiselle ja kuinka ylläpidon tietomalli Basil luotiin. Tutustutaan haastatteluissa selvinneiden tulosten kautta, kuinka Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmät toimivat ja millaisia ominaisuuksia kullakin ohjelmistolla on. Tutustutaan Basil ylläpidon tietomallin ominaisuuksiin ja sen yleiseen toimintatapaan. Haastatteluiden sivutuloksiksi saatiin kattava määrä tietoa hankkeen tietomallintamisesta sekä siitä, millaisia innovointeja tietomallintamisen aikana tehtiin.

### **1.3 Yritysesittely**

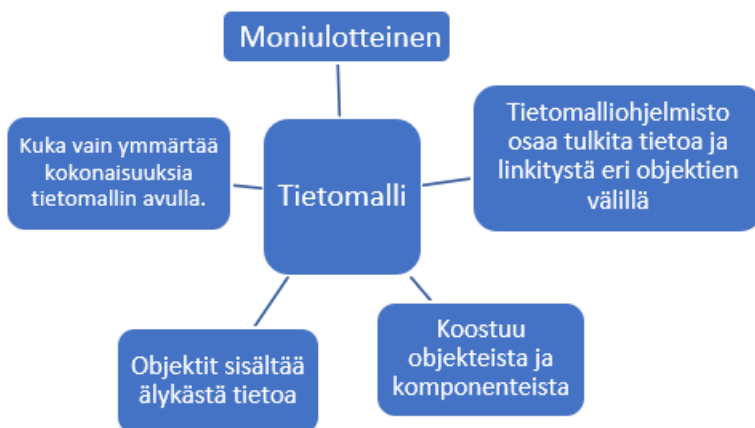
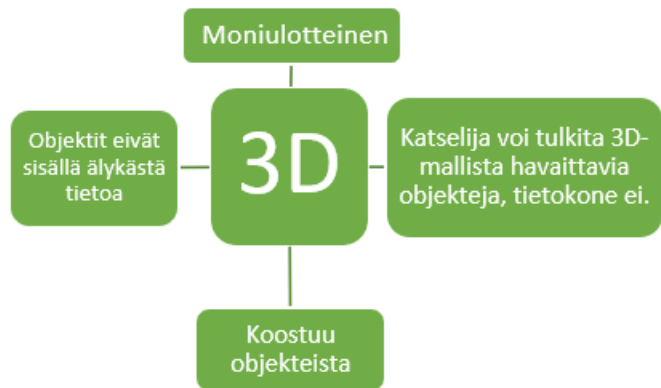
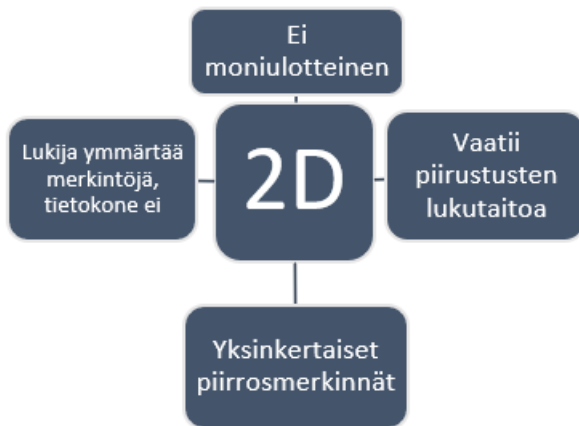
Allianssiin kuuluvat Pohjanmaan hyvinvointialue, YIT Oyj, Granlund Pohjanmaa Oy, Ramboll Finland Oy, Arkkitehdit Kontukoski Oy sekä Raami Arkkitehdit Oy. H-uudisrakennuksen projektiallianssin nimi on Bothnia High 5. Allianssin ylin taho on Allianssin johtoryhmä, johon viitataan tässä tutkielmassa lyhenteellä AJR. Operatiivisessa toiminnassa hanketta ohjaa projektipäällikkö yhdessä allianssinprojektiryhmän kanssa. Allianssiprojektiryhmään viitataan tässä tutkielmassa lyhenteellä APR. AJR:n vastuulla on allianssin johtaminen siten, että sovitut tavoitteet saavutetaan. AJR:ssä on jäseniä jokaisesta allianssin osapuolesta, ja kaikki allianssin johtoryhmän päätökset on yhdessä yksimielisesti tehty. AJR näyttää esimerkkiä allianssin periaatteiden noudattamisesta ja kannustaa allianssin osapuolia hyvään tulokseen. APR ohjaa ja koordinoi allianssin päivittäistä työskentelyä.

## 2 TIETOMALLINNUS RAKENNUSHANKKEESSA

### 2.1 Tietomallinnus

Rakennuksen tietomallia voidaan myös nimittää rakennuksen digitaaliseksi kaksoseksi (Ramboll Finland Oy, sisäinen tietolähde, sairaalan ylläpidolle järjestetty koulutus, 21.2.2022). Englanniksi tietomallin nimitys on BIM eli Building Information Model. Rakennuksen tietomallin voi tehdä uudishankkeesta tai vaihtoehtoisesti jo olemassa olevasta rakennuksesta. Tietomallia tarkasteltaessa se vaikuttaa täysin 3D-mallilta, mutta toisin kuin 3D-malli, tietomalli sisältää valtavan määrän informaatiota rakennuksesta ja sen rakenneosista. Tietomallin ja 2D-piirustuksien erona on se, että tietomalli on yksi iso pakattu tiedosto useista eri 2D-piirustuksien kokoelmasta. Toisin kuin 2D-piirustus, tietomalli avautuu katselijalle visuaalisena kokemuksena rakennuksesta. Suunnittelijat luovat rakennuksen digitaalisen kaksosen tietomalliohjelmistoilla, esimerkiksi Autodesk Revit -ohjelmalla. 2D-piirustuksissa kuvataan rakennuksen tai rakenneosien tietoja hyvin yksinkertaisten merkintöjen, kuten esimerkiksi pisteiden, viivojen tai selitteiden avulla. 2D-piirustusten tulkitsemiseen tarvitaan aina ihmistä: tietokone havaitsee yksinkertaiset piirrosmerkinnät, ei kokonaisuutta.

3D-malli koostuu 3D-objekteista, jotka ovat ihmissilmin havaittavissa kolmiulotteisina (Ramboll Finland Oy, sisäinen tietolähde, sairaalan ylläpidolle järjestetty koulutus, 21.2.2022). Tällaisia 3D-objekteja voivat esimerkiksi olla ovet, ikkunat ja palokellot. 3D-malli ei pidä sisällään enempää tietoa. Toisin kuin 3D-mallissa, tietomallissa objektit ovat linkitettyinä toisiinsa ja ne sisältävät suunnittelijoiden määrittämää tietoa. Tietomallissa pystytään esimerkiksi tarkastelemaan ikkunaobjektia ja sen attribuuttitietoja, joita ovat koko, ominaisuudet, sijainti, materiaali-tieto ja tieto siitä, mihin muuhun rakennusosaan se on linkitetty. Tämä tarkasteltava ikkunaobjekti on linkitetty seinäobjektiin. Tietomallissa sekä ikkunasta että seinästä löytyvät niiden omat attribuuttitiedot. Tietomalli on tietoa sisältävä visuaalinen kokonaisuus rakennuksesta. 2D-piirustuksia lukevan täytyy osata lukea piirustuksia hahmottaakseen, mistä rakennusteknisestä asiasta on kyse, mutta tietomallia voi tarkastella kuka vain ja silti ymmärtää kokonaisuuksia. Alla olevassa kuviossa 1 on havainnollistettu 2D-piirustusten, 3D-mallien sekä tietomallien ominaisuudet.



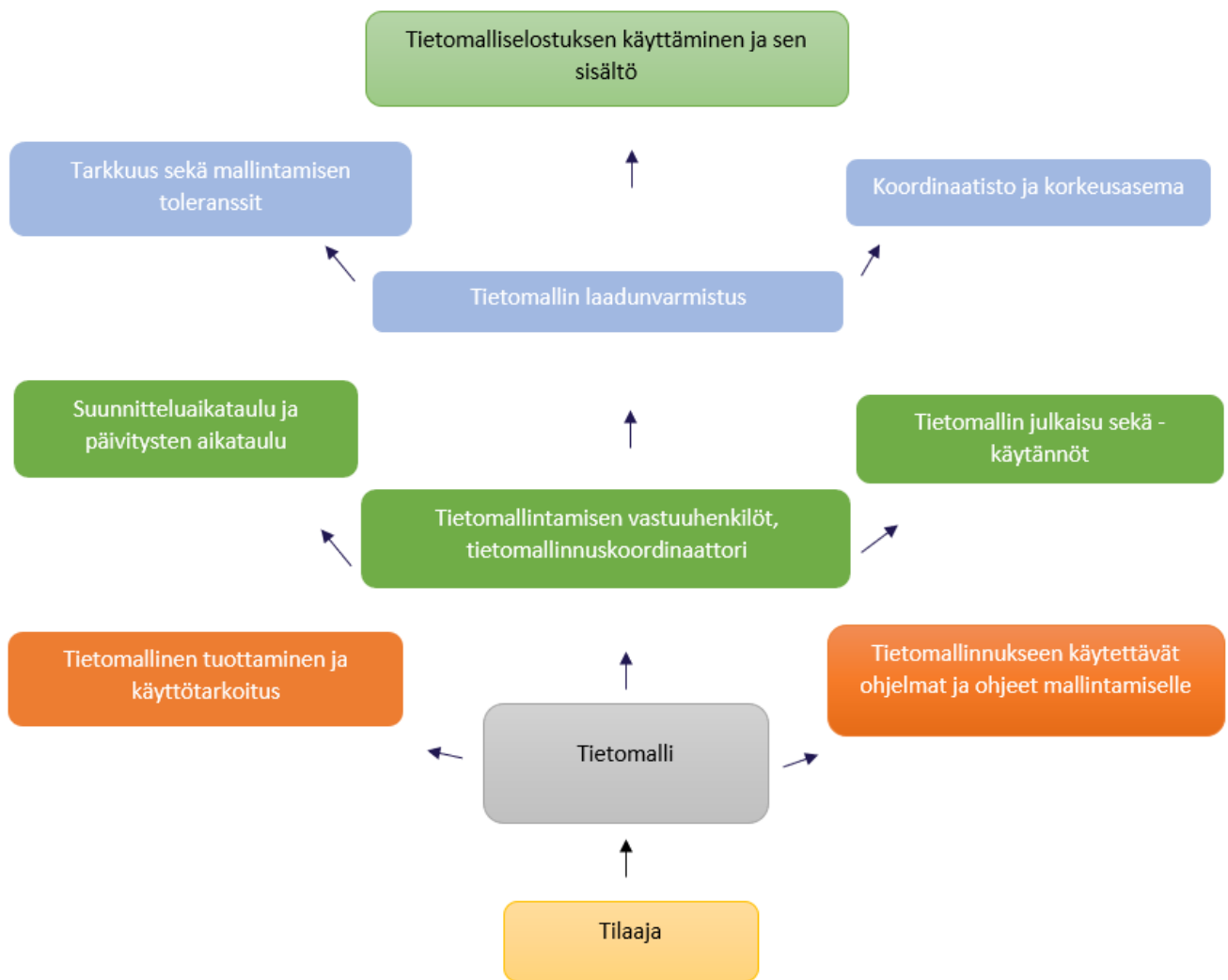
Kuvio 1. 2D-piirroksien, 3D-mallien ja tietomallien eroavaisuudet.

## 2.2 Tietomallinnusta koskevat ohjeistukset sekä määräykset

Tietomallien monipuolisen hyödyntämisen vuoksi kannattaa hankkeessa hyödyntää Open BIM -periaatteita eli avoimen tiedonsiirron periaatteita (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 37). Open BIM tarkoittaa sitä, että tietoa siirretään avoimesti hankkeen sisällä tiedonsiirtotavalla, joka ei ole ohjelmistoriippuvainen. Kun tietoa siirretään Open BIM -periaatteen tiedonsiirtotavalla, siirretty tieto voidaan avata kaikilla tietomallinnusohjelmilla tai sen tarkisteluun tarkoitetuilla ohjelmilla. Suunnittelijat siis suunnittelevat oman tietomallinsa siihen tarkoitettuihin ohjelmiin ja tallentavat tiedoston sellaiseen muotoon, että se voidaan toisillakin ohjelmilla avata ja tarkastella tarvittaessa.

Rakennusalalle on muodostunut yhteisesti käytettävä IFC-standardi, joka määrittelee tämän avoimen tiedonsiirron tavat (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 37). IFC-tiedosto taas tarkoittaa tiedostoa, jota voidaan siirtää tietomallista toiseen ohjelmistoon avoimen tiedonsiirron periaatteella. Suunnittelijoiden täytyy todentaa, että heidän ohjelmistonsa tukevat IFC-ominaisuuksia ja sen erityispiirteitä ennen mallinnustyön aloitusta, koska sillä taataan eri mallien yhteensopivuus (Rakennustieto, 2012e, s. 2).

Rakennusprojektin tilaaja saattaa myös määritellä ohjelmistot, joilla hanke mallinnetaan (Rakennustieto, 2012e, s. 2). Projektin päättyessä tilaajalle luovutetaan kaikki dokumentit mukaan lukien tietomallit ja niiden dokumentit (mts. 3). Suunnittelijoiden työjärjestys mallia tehdessä on kerros kerrallaan. Tätä pidetään yleisvaatimuksena (mts. 4). Tällöin saadaan yhteensovitettua suunnitelmia johdonmukaisesti, kun kaikki suunnittelevat aluetta kerrallaan. Alla olevassa kuviossa 2 on havainnollistettuna YTV2012-ohjeistuksen mukaiset lähtökohdat tietomallintamiselle.



Kuvio 2. Tietomallinnuksen prosessi YTV2012 mukaan (Jäväjä & Lehtoviita 2016, s.17).

Tietomallin laadunhallinnasta on vastuussa projektille määritelty tietomallikoordinaattori, joka toimii eri suunnittelualojen sekä suunnittelijoiden koordinaattorina ja ohjeistaa suunnittelijoiden mallinnustyötä. Tietomallikoordinaattori myös valvoo mallin teknistä laatua (Rakennustieto, 2012e, s. 5).

Tietomallintamisen prosessiin kuuluu myös pakollisia osuuksia (Rakennustieto, 2012e, s. 5). Tällaisista pakollisista osuuksista esimerkkinä ovat kustannusarviot, jotka perustuvat rakennuksen ja tilojen pinta-aloihin sekä tilavuuksiin. Nämä työtehtävät kuuluvat arkkitehtisuunnitteluun (mts. 7). Tilojen ja pinta-alojen määrittämisen jälkeen LVI-suunnittelija pystyy laskemaan hänen mallipohjaisen prosessinsa pakollisen tehtäväalueen. Hänen pakolliseen tehtäväalueeseensa kuuluvat energiankulutusanalyysit sekä rakennuskohteen elinkaarikustannusten laskelmat.



Halmetojan (2016, s. 14) selvityksessä YTV2012 toimii ohjenuorana siihen, mitä rakennusosia tulee tietomallintaa sekä sisältää näihin liittyviä tarkempia ohjeistuksia, mutta niiden itse tietosisältöön ei esitetä tarkkoja vaateita.

### **2.3 Rakennushankkeen eri tietomallinnuksen vaiheet**

Projektin tietomallin luontiprosessi lähtee vaativuusmallin hahmottelusta (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 19). Hankkeen edetessä vaativuusmallista tulee lopulta as built -malli eli toteutunut rakennus. Tietomallista voidaan jalostaa ylläpidolle oma tietomalli toteutuneen rakennuksen perusteella. Vaativuusmalli on sähköinen asiakirja, dokumentti, excel-tiedosto ynnä muu tarvelistaus tilaajalta, mitä tilaaja rakennushankkeelta haluaa. Vaativuusmallin tulee sisältää tilaajan haluamat tilat pinta-aloineen sekä tilojen erityistarpeet. Vaativuusmalliin saadaan siten täydennettyä erilaisia toiveita tilaajalta sekä saadaan tuotettua haluttua lisätietoa rakennukseen, esimerkiksi tietoa energiankulutuksesta tai rakennuksen ilmastosta.

Tilamalli tehdään arkkitehdin toimesta (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 20). Tilamallista löytyvät tilan tunnus sekä kyseisen tilan käyttötarkoitus. Tilamallia hyödynnetään energia-analyysien teossa, koska tilamalleista on saatavilla jo pinta-ala- ja tilavuustietoja. Tilamallissa tilat rajautuvat seiniin, lattiaan ja kattoon. Rakennusosa- ja järjestelmämallit sisältävät jo huomattavasti spesifimpää tietoa ja ne pohjautuvat arkkitehtimallin pohjalle. Näissä jokaisen suunnittelualan omissa malleissa tulee geometrian lisäksi erilaisia ominaisuustietoja lisäksi.

Rakennesuunnittelija määrittelee rakennuksen kantavia rakennusosajärjestelmiä sekä muita rakennuksen oleellisia rakennusosajärjestelmiä (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 20).

Talotekniikan suunnittelijat määrittelevät omia runkolinjojaan sekä tarpeellisia tilavarauksiaan. Suunnitelmat tarkentuvat suunnitteluprosessin edetessä. Tuotantomalli on rakennushankkeen tuotantoon tarkoitettu tietomalli, johon saadaan koostettua eri suunnittelualojen mallit tarvittaessa. Tuotantomalli auttaa rakennushankkeen tuotannonohjauksessa. Rakennushankkeen valmistuttua voidaan tehdä toteumamalli valmistuneesta rakennuksesta.

## 2.4 Yleistä suunnittelualojen tietomalleista

Tietomallin avulla suunnittelijat näkevät, mitä on jo suunniteltu ja mitä on vielä työpöydällä (Halmetoja, 2016, s. 10). Tietomalli auttaa suunnittelijoita pääsemään päämäärään, se auttaa laadunhallinnassa sekä pitämään tämä koko prosessi läpinäkyvänä. Tietomallin hyödyt eivät jää tähän, esimerkiksi suunnittelijan mallintamien rakenneosien lujuuksia pystytään laskemaan tietomalliin syötettyjen tietojen perusteella tai osia valmistavalle tehtaalle voidaan lähettää kyseisen komponentin tiedot valmistusta varten.

Jokaisella eri suunnittelija-alalla on omat tietomallinsa (Rakennustieto, 2012a, s. 2). Kaikkien mallien pohjalla on kuitenkin arkkitehtien tietomalli. Suunnittelijan tietomallitiedosto on niin kutsuttu natiivimalli. Sen tiedostomuoto on kyseisen suunnitteluohjelmiston tuotos, esimerkiksi Revit-ohjelmistolla tiedosto tallentuu aina rvt-tiedostomuotoon (Ramboll Finland Oy, sisäinen tietolähde, sairaalan ylläpidolle järjestetty koulutus, 21.2.2022). Natiivimallia on mahdollon saada auki toisella suunnitteluohjelmistolla, tämän vuoksi suunnittelijat tallentavat aina suunnitelmansa myös IFC-tiedostomuotoon. Sekä natiivimallin että IFC-tiedoston luo yleensä rakennushankkeen suunnittelija tai olemassa olevan rakennuksen inventoija.

Tietomallit kehittyvät hankkeen aikana, ja siksi onkin tärkeää, että suunnittelijoilla on koko ajan käsitys vaaditusta mallinnuksen tarkkuudesta sekä siitä, mitä on sovittu tietomallin sisältövaatimuksiksi (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 38). Tietomallien sekä piirustusten tietosisältöjen täytyy olla lähes identtiset, mitään risteävää tietosisältöä ei saa olla (mts. 37). Suunnittelun alussa yksityiskohtaisella tiedolla ei ole vielä niin suurta painoarvoa kuin toteutusvaiheen mallissa (mts. 38). Toteutusvaiheen mallin tarkkuusvaativuus on korkeimmillaan, ja tällöin tiedon täytyy olla yksityiskohtaista.

## 2.5 IFC-tiedonsiirto mahdollistaa yhdistelmämallin luonnin

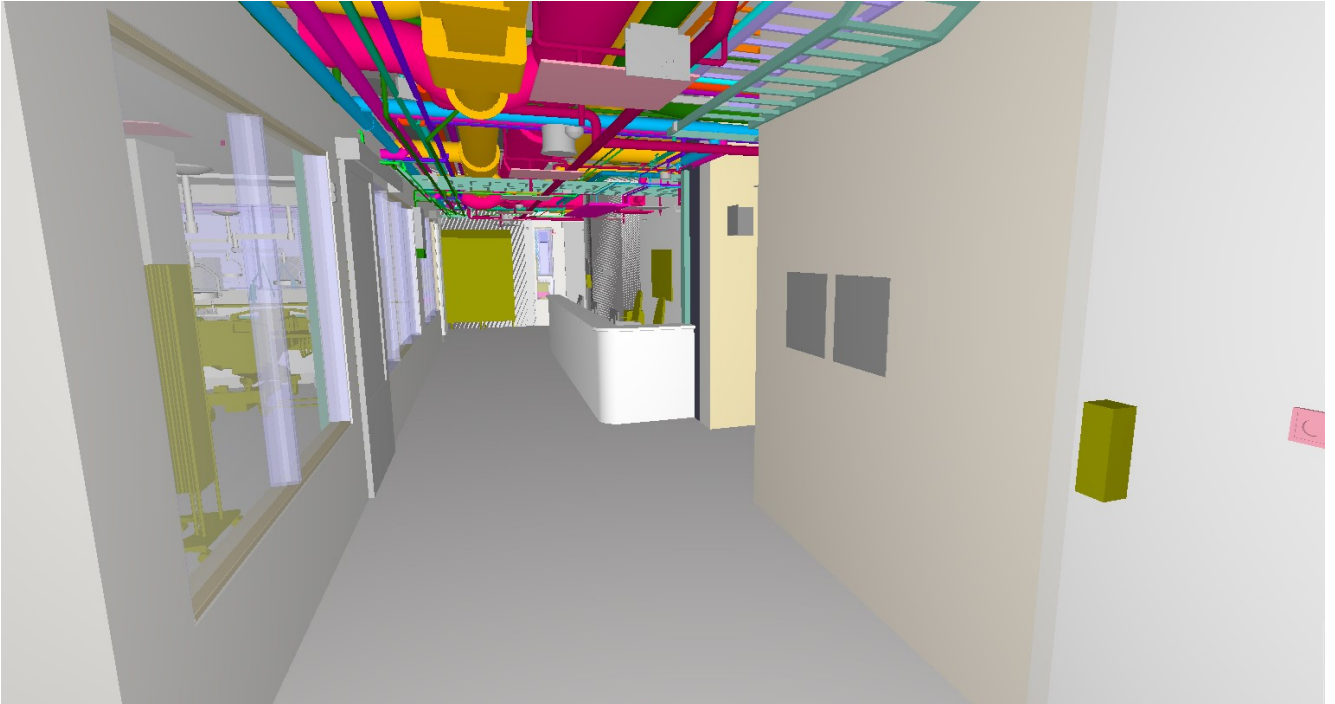
Yhdistelmämalli on koonti eri suunnittelumalleista, ja tämän vuoksi se on erinomainen työkalu laadunhallinnassa (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 31). Piirustuksista tarkastelemalla on vaikeaa havaita suunnitteluvirheitä, mutta yhdistelmämallin todenmukainen visualisointi tietomallien tarkkailuohjelmalla auttaa mahdollisten suunnitelmavirheiden havainnoinnissa tai mahdollisissa tulevaisuudessa ongelmapaikoissa. Tietomallien ja yhdistelmämallien avulla saadaan myös tarkasteltua suunnitelmien oikeudenmukaisuus esimerkiksi paloturvallisuuden osalta,

kun poistumisteiden pituudet saadaan mitattua mallientarkastusohjelmistoilla. Malleista voidaan tarkastella myös rakennetörmäilyjä ja reikävarauksia sekä oikeaa korkomaailmaa. Tästä esimerkkinä ilmanvaihtokanavan törmääminen rakennesuunnittelijan määrittämiin palkkeihin.

Yhdistelmämallien pohjana toimii arkkitehtimalli (Rakennustieto, 2012a, s. 4). Kukin suunnittelija on velvollinen tarkastamaan oman mallinsa ennen IFC-tiedoston luontia. Jos virheitä yhdistelmämallissa huomataan, tulee ne korjata sen suunnittelualan tietomalliin, mistä virhe on peräisin (Rakennustieto, 2012b, s. 9).

Tietomallinnuskoordinaattori vastaa jo yleissuunnitteluvaiheessa alkaneen tietomallien yhteensovittamisen sujuvuudesta (Rakennustieto, 2012e, s. 8). Hän tarkastaa myös, että suunnitelmat sisältävät ennalta sovitut sisällöt, suunnitelmien laadukkuuden sekä virheettömyyden. Tietomallien yhteensovitus on tärkeää jo heti suunnittelun alussa, koska siten vältetään suurien merkittävien linjojen törmäykset. Törmäystarkastelua tulee tehdä jatkuvasti suunnittelutyön edetessä. Eri rakenteiden ja taloteknillisten laitteiden ja teknologian törmäilyyn vaikuttaa se, että suunnitelmissa on otettu huomioon tilavaade.

Laadukkaiden ja hyvin yhteensovittettujen suunnitelmien etuna on se, että esimerkiksi eri reikävaraukset saadaan mietittyä jo etukäteen, mikä taas helpottaa itse rakentamista (Rakennustieto, 2012c, s. 11). Yhdistelmämallin merkittävä hyöty on siinä, että suunnitelmat ovat näkyvissä yhdessä paketissa (Rakennustieto, 2012b, s. 9). Jos suunnitelmissa on ristiriitoja, on ristiriitoihin porautuminen huomattavasti helpompaa, kun kaikki tarvittava tieto löytyy samasta tiedostosta. Kiperät pulmat suunnitelmien yhteensovittamisessa voidaan käydä suunnittelijoiden työpöydällä eikä ratkoa työmaalla. Tämä helpottaa myös suunnittelun ohjausta. Alla olevassa kuviossa 3 on havainnollistettu eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovitusta kuvalla Solibri-yhdistelmämallista.

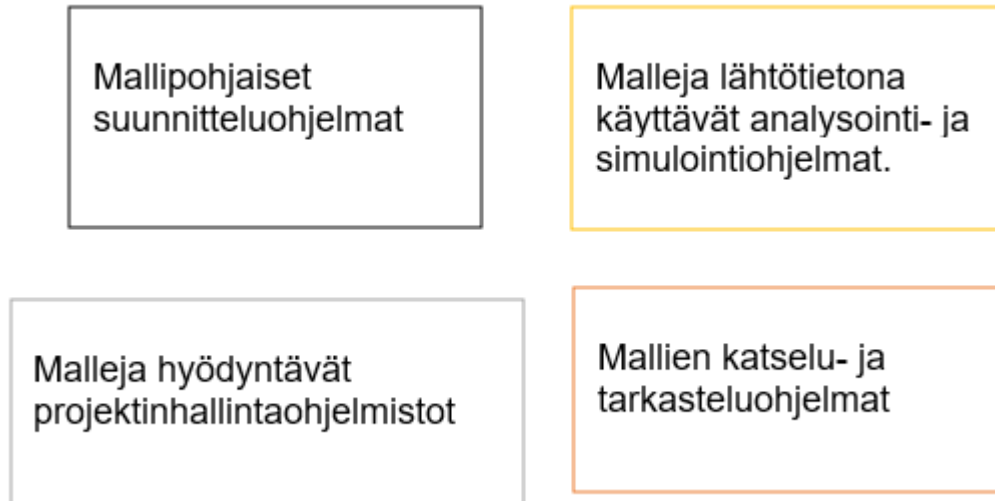


Kuvio 3. Bothnia High 5 allianssista, kuva Solibri yhdistelmämallista. Alaslasketut katot piilotettu näkymästä havainnollistamaan eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovitusta (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, Solibri yhdistelmämalli, 10.4.2022).

## 2.6 Suunnitteluohjelmistot sekä katseluohjelmistot

Tietomallipohjaisessa hankkeessa on monia ohjelmistoja, jotka voidaan ryhmitellä alla olevan kuvion 3 mukaisesti neljään pääryhmään: mallipohjaiset suunnitteluohjelmat, malleja

lähtötietona käyttävät analysointi- ja simulointiohjelmat, malleja hyödyntävät projektihallintaohjelmistot sekä mallien katselu- ja tarkasteluohjelmat (Jäväjä & Lehtoviita 2016, s. 38).



Kuvio 4. Tietomallipohjaisen hankkeen tietomallinnus prosessin eri ohjelmistotyytit (Jäväjä & Lehtoviita 2016, s.38).

Rakennukset suunnitellaan suunnittelijaohjelmistoilla IFC avoimen tiedon tiedostomuotoon, esimerkkejä näistä suunnitteluohjelmistoista ovat Revit, AutoCAD, Tekla ja MagiCAD (Rakennustieto, 2012d, s. 4). Tietomallipohjaisessa rakennushankkeessa kukin suunnittelija suunnittelee ja mallintaa samaan aikaan, tämä on mahdollista eri ohjelmistoilla suunnittelualasta riippuen (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 39).

Rakennuksen kantavan rakenteen havainnointi onnistuu parhaiten rakennemallin tarkkailulla (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 67). Rakennemallista selviää paljon eri asioita eri mallityökaluja hyödyntämällä. Niillä saadaan tietoja halutuista elementeistä, pystytään laskemaan vaivatta määriä, pystytään selvittämään, mihin muihin rakenneseisiin ne liittyvät ja millä tavoin liitytään. Yksittäistä objektia tarkastelemalla pystytään havainnoimaan kyseisen rakenneseosan dimensiot, paino ja muut erityispiirteet. Nämä kaikki osatekijät vaikuttavat siihen, mikä on työmaalle järkevä asennusjärjestys, jotta päästään etenemään sovitussa aikataulussa. Erilaisilla tietomallien katseluohjelmistoilla voidaan ottaa rakenteista leikkauksia, tarkentaa tai vaikkapa piilottaa tiettyjä komponentteja havainnollistamisen tueksi.

### 2.6.1 Solibri IFC-mallien katseluohjelmisto

Solibri-ohjelmisto perustuu avoimen tiedonsiirron eli Open BIM -konseptiin (Solibri, 2022). Ohjelmistolla pystytään tarkastelemaan kaikkien suunnittelualojen ja suunnitteluohjelmistojen tietomalleja, joista on tuotettu IFC-tietomallitiedosto. Solibri auttaa paikantamaan suunnitelmien ongelmakohtia jo ennen toteutusvaihetta. Tällä tietomallin tarkasteluohjelmistolla pystytään laskemaan tietomallista määriä ja näin saamaan esimerkiksi hankintoja varten määrätietoja suunnitelmista. Tietomallien katseluohjelmiston avulla pystytään suunnittelemaan työtehtäviä etukäteen säästämällä niin materiaali- kuin työkustannuksissakin. Solibri on mainio työkalu eri suunnittelualojen törmäystarkasteluihin, mutta siitä on paljon muuhunkin. Solibrilla suunnitelmiin pystytään lisäämään hyvinkin tarkkaa suunnittelu- ja tuotetietoja. Alla olevasta kuvista 5 voidaan havaita, miten Solibri-tietomallia pystytään hyödyntämään eri suunnittelualojen suunnitelmien havainnollistamisessa.



Kuvio 5. Bothnia High 5 allianssista, kuvio Solibri yhdistelmämallista (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, Solibri yhdistelmämalli, 10.4.2022).

### 2.6.2 Revit-tietomallinnusohjelmisto

Autodesk Revit on suunnitteluohjelmisto, jolla pystytään suunnittelun lisäksi myös koordinoimaan suunnittelua (Autodesk, 2022). Revit mahdollistaa tarkan tietomallinnuksen ja työkalun rakennuksen koko elinkaaren hyödynnettäväksi. Revit mahdollistaa rakennuksesta

tuotettavan analyyttisen materiaalin tuotossa sekä visualisoinnissa. Revit on älykäs, tehokas ja nopea mallipohjainen suunnitteluohjelmisto, joka on mainio suunnitteluohjelmisto rakennesuunnitteluun, taloteknilliseen suunnitteluun sekä arkkitehtuurin suunnitteluun (Arkance Systems, i.a.-c). Revit mallintaa parametrisesti, mikä tuo taas suunnitteluun tarkkuutta.

Parametrinen tietomallintaminen tuo itse suunnitelmiin laskennallista tietoa, joka määrittää eri komponenttien ulkoasua sekä linkittymistä muihin objekteihin (Arkance Systems, i.a.-c). Parametrinen tieto on hyvin älykäs, ja eri komponentit onkin älyllisesti linkitetty toisiinsa. Komponenttien älyllinen linkittäminen toisiinsa nopeuttaa ja helpottaa muun muassa suunnitelmien muutoksia. Kun esimerkiksi betonilaatan korkeutta halutaan nostaa, nousee myös laattaan liitetty pilari määritellyn noston verran.

Revit-ohjelmisto mahdollistaa sen, että 3D-suunnittelutilassa tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti myös muihin suunnitelmiin (Arkance Systems, i.a.-c). Esimerkiksi pohjakuvia ei tarvitse enää päivittää erikseen tietomalliin tehtyjen muutosten jälkeen, kun Revit tekee tämän automaattisesti. Jos puolestaan päivittää pohjakuvia, päivittyvät niihin tehdyt muutokset muihin suunnitelmiin automaattisesti, eli piirustukset eivät ole ristiriidassa toisiinsa nähden. Alla olevasta kuviosta nähdään, miten suunnittelijat voivat hyödyntää Enscape-ohjelmistoa havainnollistamisessa.



Kuvio 6. Bothnia High 5 -allianssista, kuvio Enscape-ohjelmistosta (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, Enscape ohjelmisto, 10.4.2022).

### 2.6.3 Autodesk BIM 360

Autodesk tarjoaa pilvialustan projekteille nimeltä BIM 360, jotka mahdollistavat hankekohtaisen projektidatan jaon reaaliaikaisesti (Arkance Systems, i.a.-a). Tämä tuo ihan uudenlaisen mahdollisuuden kommunikoida projektin eri osapuolten välillä helpottaen päätöksentekoa. BIM 360 sisältää erilaisia palveluja, joita ovat muun muassa BIM 360 Docs, BIM 360 Design ja BIM 360 Coordinate.

BIM 360 Docs on suunnitelmien sekä tiedonhallinnan arkisto (Arkance Systems, i.a.-a). Siellä pystytään säilyttämään hankkeen eri dokumentteja, kuten esimerkiksi tietomallista tulostettuja suunnitelmia, pohjakuvia, tietomalleista tuotuja analyysyjä sekä muita tiedostoja. Näitä tietomallintamisesta tuotettuja tiedostoja pystytään tallentamaan BIM 360 Docs-palveluun ja selaamaan tarvittaessa myöhemmin.

BIM 360 Design on suunnittelijoille suunnattu palvelu, joka mahdollistaa tietomallien samanaikaisen muokkauksen ja tämän datan jakamisen reaaliaikaisesti, jolloin muut suunnittelualat näkevät kunkin suunnittelualan tekemät muokkaukset omiin Revit-tietomalleihinsa (Arkance



Systems, i.a.-a). BIM 360 Design sallii tietojen avoimen jakamisen kyseisen alustan käyttäjille sekä näiden tietojen tallentamisen BIM 360 Docs-palveluun.

BIM 360 Coordinaten avulla pystytään tarkastelemaan kaikkia suunnitelmia esimerkiksi työmaalla sekä tekemään suunnitelmien välisiä törmäystarkasteluja (Arkance Systems, i.a.-a).

#### **2.6.4 Autodesk Dynamo Studio**

Autodesk Dynamo Studio on Revit-tietomallinnusohjelmistoon saatava lisäosa. Dynamo mahdollistaa suunnittelijoille visuaalisen ohjelmoinnin luomisen (Arkance Systems, i.a.-b). Dynamo auttaa automatisoinnissa. Koodauksella sekä ehtojen asettamisella pystytään automatisoimaan tai luomaan useita eri vaihtoehtoja tai monenlaisia stimuloitteja.

#### **2.6.5 Simplebim IFC-mallien muokkausohjelma**

Simplebim on tietomallien muokkauksiin erikoistunut ohjelmisto. Ohjelma on avoimen tiedon siirron tietomalliohjelmisto (Simplebim, i.a.). Simplebim mahdollistaa tietomallien monipuolisen muokkauksen. Sen avulla pystyy karsimaan haluamia tietoja, leikkaamaan ja yhdistämään tietoja. Ohjelmisto laskee määrätiedot tietomallista, luo haluttuja ominaisuuksia ja antaa lisätä tai muuttaa objektien tietoa. Simplebim muokkaa minkä tahansa tietomallinnusohjelmiston tietoja, myös IFC-malleja.

### **2.7 Tiedonkeruu tietomallista**

Ennen rakennustöiden alkamista on tietomallista havainnoitavissa mahdolliset teknisesti vaikeat toteutuspaikat sekä muut mahdollisesti haastavat kohdat rakennusteknisesti (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 61). Kaikkeen tähän voidaan varautua ja tehdä hyvät työsuunnitelmat etukäteen tietomallin ansiosta. Haastavien kohtien löytäminen tietomallista edellyttää mallilta kuitenkin riittävää tarkkuutta. Riittävän tarkka malli säästää työmaalta paljon aikaa ja rahaa. Tietomalli antaa rakentajalle mahdollisuuden ennakoida, hallinnoida erityyppisiä muutoksia sekä suunnitella esimerkiksi työturvallisuutta eteenpäin rakennustöiden edetessä.

Nykyään taloissa on paljon talotekniikkaa, ja tekniikka tarvitsee tilaa (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 61). Talotekniikan sovittaminen rakennukseen on mietittävä tarkoin. Erilaiset ongelmatilanteet tulevat monesti ilmi asennustyössä, esimerkiksi tarvittavalle eristeelle ei ole tilaa, kanavan asennuksessa törmäilyt tai rakenteissa ei ole reikävarauksia. On varsin merkityksellistä, että kaikki suunnittelualat puhaltavat yhteen hiileen toimivan rakennuksen vuoksi ja kaikkien osapuolten kanssa käydään tietomallien seuranta- tai törmäilypalavereita, jotka toisivat ratkaisuja näihin ongelmiin.

Määrälaskennan voi suorittaa perinteisesti käsin laskemalla tai vaihtoehtoisesti hyödyntää tietomallia ja antaa tietokoneen laskea määrät mallista (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 61–62). Määrälaskentaa voidaan suorittaa suunnittelijoiden natiivimalleista tai vaihtoehtoisesti IFC-malleista koostetusta yhdistelmämallista. Tietomallipohjainen määrälasku edellyttää sen, että tietomalli on tehty tarkoin, suuria muuttujia ei tule ja voidaan luottaa mallin virheettömyyteen. Ero näiden kahden laskentatavan välillä on siinä, että käsin laskettaessa voi tehdä inhimillisiä virheitä, sekä se, että manuaalinen laskentatapa on hyvin hidas verraten tietomallista saatavaan tietoon ja mallin kykyyn siirtää haluttua tietoa sekä määriä. Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa myös suunnittelija voi tehdä virheitä ja tietomalli voi olla eri tekijöistä johtuvista syistä virheellinen tai puutteellinen, mikä taas heijastaa siihen, että määrälaskennan onnistuminen on näistä tekijöistä riippuvainen.

Työmaainsinöörinä YIT:llä toimivan Tuukka Lammin mukaan tietomallista tehtävän määrälaskun voi tehdä väärin, mikäli laskee väärillä parametreilla (T. Lammi, henkilökohtainen tiedonanto, 5.4.2022). Esimerkiksi määrälaskettaessa väliseinien neliöitä tietomallista saatava määrä on hyväksyttävä, kun taas samojen seinien maalattavat seinäneliöt tulee laskea kahden kertaan, jotta seinä maalataan molemmin puolin. On siis ymmärrettävä tietomallin antama tieto.

## **2.8 Ylläpidon tietomalli, tietomalli osaksi ylläpidon työvälineistöä**

Tietomallit ylläpidon käyttöön on kohtalaisen uusi käsite (Rakennustieto, 2012d, s. 2). Rakennuksia on suunniteltu ja tietomallinnettu jo pitkä tovi, ja nyt sitä on alettu hyödyntää myös rakennusten jatkokäyttäjille. Tarjolla on niin sovelluspohjaisia kiinteistöpidon tietomalleja kuin huoltokirjasovelluksiakin.

Kiinteistöpidon tietomalleissa on laajaosaisia paketteja, joista löytyvät kiinteistön perustiedot, tiedot ympäristövaikutuksista ja energiankulutuksesta (Rakennustieto, 2012d, s. 2). Kiinteistöpidon tietomalleissa pystytään lähettämään huollolle palvelupyynnön, sen avulla voidaan tehdä kustannustenseurantaa, pystytään tekemään pitkän ajan suunnitelmia ylläpitoon ja huoltoon sekä huoltokirjan yleistä hallinnointia.

Huoltokirjasovelluksissa pystytään myös vaihtelevasti hyödyntämään tietomallinnusta (Rakennustieto, 2012d, s. 2). Huoltokirjasovelluksista pystytään hallinnoimaan tietoa kohteen huoltohistoriasta, rakennuksen yleisiä dokumentaatioita ja teknisiä tietoja, sopimuksia, palvelupyynnön sekä kiinteistöhuollon monia muita tehtäviä.

Tietomalleista pystytään seuraamaan myös nykyistä tilannetta (Rakennustieto, 2012d, s. 2). Ylläpidon tietomallipohjaiset ohjelmistot palvelevat muitakin kuin vain ylläpitoa, tietoa pystytään ammentamaan niin kiinteistön omistajalle kuin eri huoltotehtäviä suorittavalle henkilöllekin. Suunnittelun tietomalli ei sovellu ylläpidon tarpeisiin, tiedostot ovat raskaita ja vaikeakäyttöisiä (mts. 4). Ylläpito voi hyödyntää tietomallin katseluohjelmistoja. Suunnittelijat täydentävät tietomalleihin muutokset, ja tietomallit luovutetaan tilaajalle toteumamallina. Suunnitelmamallit tulee päivittää myös itse hankkeen päätyttyä, ja ne tulee päivittää samoilla ohjelmistoilla kuin millä itse tietomallinnus on tehty. Tietomallien päivityksen tulee tehdä aina henkilö, jolla on käsitys ja tuntemus tietomallintamisesta ja sen säädöksistä. Ylläpidon tietomallista saadaan hyötyinä esimerkiksi laajuustietoja, määräluetteloja sekä havainnollistavia tietoja (Rakennustieto, 2012a, s. 13). Tiedon ollessa ajantasaista ja huoltohistorian löytyessä järjestelmistä on ylläpidon malli myös oiva työkalu suunniteltaessa mahdollista rakennuksen korjaushanketta (Rakennustieto, 2012d, s. 3).

## 3 HUOLTOKIRJA

### 3.1 Huoltokirjan laadinta

Kiinteistön omistaja määrittää, miten kohteen huoltokirja laaditaan (Rakennustieto, 2016b, s. 1). Tärkeää on, mihin tietoa tallennetaan ja kuka tätä tietoa ylläpitää. Huoltokirjan laadinnasta tulee olla määritettynä sopimusasiakirjoissa, mihin ja millaista tietoa tulee kerätä, sekä kunkin osapuolen vastuut ja velvoitteet rakennuksen huoltokirjaa kohden. Kiinteistön ylläpito ja omistajat tulee perehdyttää kohteen sähköisen huoltokirjan käyttöön. Kiinteistön omistajan tulee tehdä päätös siitä, mikä tieto on relevanttia.

### 3.2 Huoltokirjassa käsiteltävä tieto

Huoltokirjan tietojen keräämisestä ja kokonaisuuden laatimisesta vastaa huoltokirjakoordinaattori (Rakennustieto, 2016b, s. 2). Koordinaattori ohjeistaa projektin eri osapuolia huoltokirjamateriaalin keräämisessä. Hän valvoo laatua yhdessä hankkeen tilaajan kanssa. Tilaajan määriteltyä raamit siitä, mitä tietoa kerätään, koordinaattori ohjeistaa eri osapuolille tarkkuuden tietosisällöstä ja siitä, missä muodossa tiedostot toimitetaan. Koordinaattori valvoo, että rakennusosatiedot toimitetaan, eri teknisten laitteiden sijainnit ja palvelualue tiedot, tarvittavat huolto- sekä siivousdokumentaatiot sekä muut rakennuksen elinkaaren aikana mahdollisesti merkittävät tiedot.

Erityisen tärkeää on se, että urakoitsijat käyvät suunnittelijoiden kanssa kerätyt materiaalit läpi ja suunnitelmiin päivitetään mahdolliset muutokset, jotta loppukuvat vastaavat toteumaa (Rakennustieto, 2016b, s. 3). Perustuen viranomais määräyksiin sekä hankkeelle määriteltyihin tavoitteisiin määritetään takuuajan huoltosuunnitelma. Tämän lisäksi huoltokirjakoordinaattori määrittelee myös alustavan ylläpidon huoltosuunnitelman, mikä on määritelty eri materiaalien teknisen käyttöiän perusteella sekä suositeltujen huoltovälien mukaan. Lopuksi huoltokirja tarkastutetaan rakennushankkeen tilaajalla ja näytetään myös rakennusvalvonnalle.

### 3.3 Suunnittelijoilta tuleva tieto kiinteistön huoltokirjaan

Kaikki suunnittelijat tuottavat tilaajan ohjeistuksen mukaisesti huoltokirjaan vaadittavat dokumentit ja suunnitelmat (Rakennustieto, 2016b, s. 3). Tilaaja määrittelee sen, millaisessa tiedostomuodossa suunnitelmat toimitetaan ja mikä on suunnitelmista löytyvien tietojen taso. Kukin suunnittelija tahollaan vastaa siitä, että tarvittavat tiedot toimitetaan niistä rakennesista ja teknisistä laitteistoista, jotka vaativat huoltamista ja ylläpitämistä tai vastaavasti on viranomaisten määrittelemä velvoite. Jokaisen suunnittelijan täytyy myös osaltaan täydentää tiedot kiinteistön perustietokorttiin ja muihin yleisiin tietoihin.

Arkkitehdin tulee toimittaa kaikkien käyttöön vesikattopiirustus, tarkemmat kerros- ja lohko-kohtaiset piirustukset sekä asemapiirustus (Rakennustieto, 2016b, s. 3). Näitä piirustuksia hyödynnetään kohteen eri vaikutusalueiden ja paikantamiskaavioiden laadinnassa. Arkkitehdin tulee toimittaa myös tilakortit, joista selviää tarkemmat tilakoodit sekä pinta-ala, pintamateriaalit, kalusteet ja varusteet sekä tilan käyttötarkoitus. Rakennesuunnittelija määrittää rakenteiden ja sen osien käyttöikäennusteet sekä niiden kunnossapitosuunnitelmat.

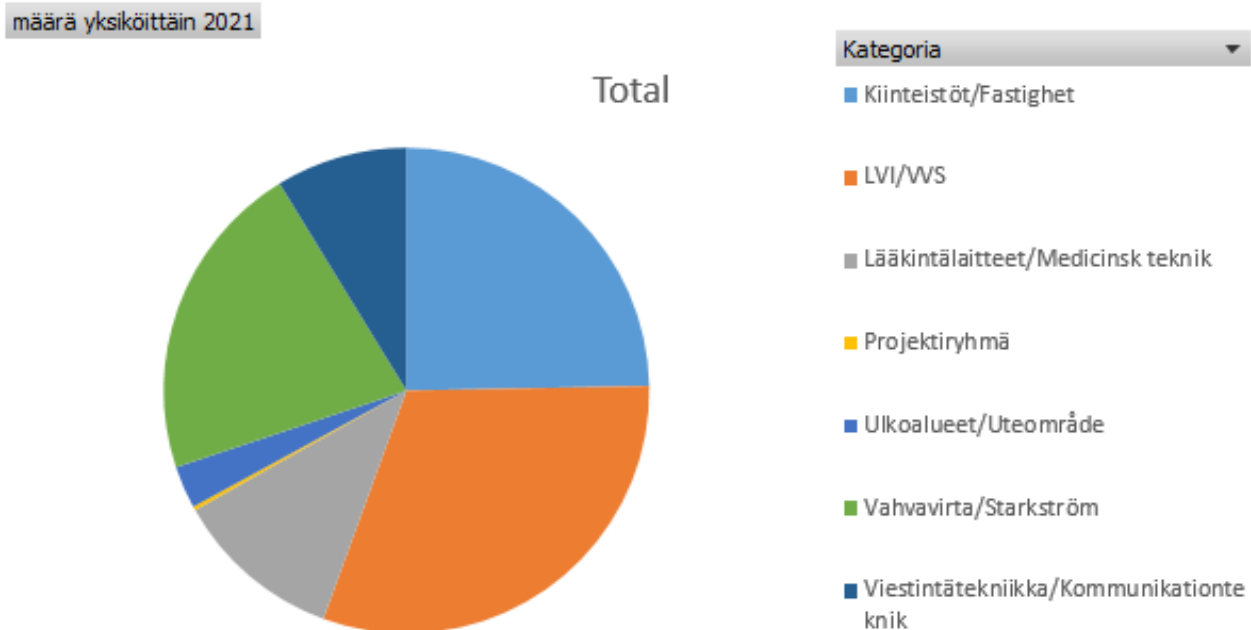
Talotekniikan suunnittelija kasaa puolestaan huoltokirjamateriaalit, joista selviää eri konekohtaiset vaikutusalueet, säätöjen ja olosuhteiden tarkemmat selonteot, miten mitäkin laitetta tai järjestelmää tulee ohjata sekä konekohtaiset ohjeistukset (Rakennustieto, 2016b, s. 3). Konekohtaiset ohjeistukset tehdään laiteluetteloiden ja laitetietojen avulla. Kun nämä on saatu laadittua, pystytään määrittelemään eri kunnossapitajakset sekä tarvittavat huollot. Erityisen tärkeää on tietää se, mitä aluetta mikin ilmanvaihtokone tai sähkökeskus palvelee. Näistä tulee olla selkeät piirustukset huoltojen, ylläpidon ja mahdollisen häiriötilanteen varalle.

Tässä tutkielmassa ei kiinnitetä huomiota urakoitsijoilta tulevaan huoltokirjatietoon, koska tällöin tutkielma laajenisi huomattavasti. Tämän tutkimuksen kannalta on keskitytty pääosin suunnittelijoilta tulevaan tietoon. Tutkielma käsittelee hankkeen mullistavaa tiedonkeräämistapaa ja siitä, miten tätä tietoa on pyritty siirtämään eri ohjelmistojen välillä.

### 3.4 Huoltokirja sekä kiinteistöhuolto

Rakennuksen kiinteistöhuollolla on merkittävä vaikutus siinä, kuinka rakennuksen ylläpito toimii (Rakennustieto, 2016a, s. 2). Toimivalla ylläpidolla vältetään ennenaikaisia vika- ja

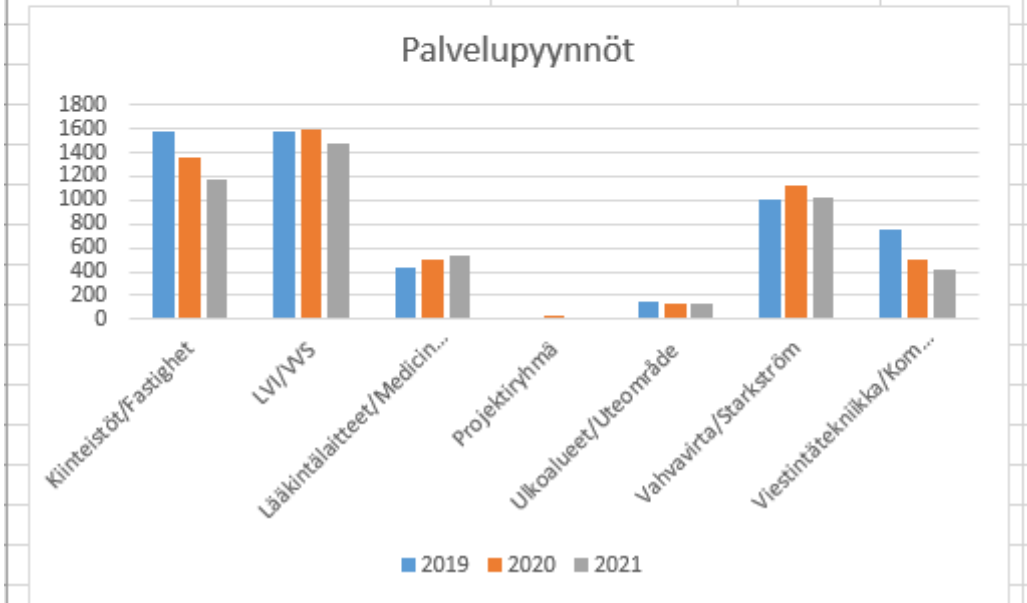
huoltotiloja. Kiinteistöhuolto pitää huolen siitä, että rakennus ja sen osat sekä tekniset laitteistot toimivat moitteettomasti ja kiinteistöt ovat täydessä toimintakunnossa. Alla olevassa kuviossa 4 näkyy osa Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon huoltotehtävistä sekä piirakka-kaavio huoltotehtävien seurannasta vuodelta 2021.



Kuvio 7. Pohjanmaan hyvinvointialueen, Vaasan keskussairaalan huoltomäärät (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, ylläpidon oman työn seuranta, 10.4.2022).

Rakennuksen kiinteistöhuolto on myös avainasemassa siinä, minkälainen huoltokirja todellisuudessa on (Rakennustieto, 2016b, s. 1). Kiinteistöhuollolla tulee olla yksiselitteiset ohjeistukset siitä, miten huoltokirjaa käytetään sekä käsitys järjestelmän ylläpitämisestä. Huoltokirjaan on tärkeää merkitä, mitä huoltoja on tehty, milloin niitä on tehty sekä kenen toimesta. Mahdollisten vikojen ilmetessä on tärkeää merkitä korjaustoimenpiteet tarkoin ylös. Olosuhdeseuranta on tärkeä osa rakenteiden ja laitteistojen hyvinvointia. Erilaiset viranomaisten tarkastukset on kirjattava huoltokirjaan. Alla on kuviossa 5 tietoa Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon palvelupyynnöistä sekä huoltotoimenpiteistä.

Vikailmoitukset	2019	2020	2021
Kiinteistöt/Fastighet	1580	1359	1177
LVI/VVS	1569	1598	1471
Lääkintälaitteet/Medicinsk teknik	437	506	536
Projektiryhmä	19	34	12
Ulkoalueet/Uteområde	156	138	135
Vahvavirta/Starkström	1010	1126	1018
Viestintäteknikka/Kommunikationstek	762	504	417
	5533	5265	4766



Kuvio 8. Kuluneen kolmen vuoden aiheutuneet palvelupyynnöt Pohjanmaan hyvinvointialue, Vaasan keskussairaalan kiinteistöt (Pohjanmaan hyvinvointialue, sisäinen tietolähde, ylläpidon oman työn seuranta, 10.4.2022).

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 4.1 Tutkimuksen lähtökohta

Tämä opinnäytetyö käsittelee Pohjanmaan hyvinvointialueelle tehtyä H-uudisrakennusta Bothnia High 5 -hankkeen kautta. Kyseessä on allianssihanke, johon kuuluvat YIT Suomi Oy, Ramboll Finland Oy, Granlund Pohjanmaa Oy, Raami Arkkitehdit Oy sekä Arkkitehdit Kontu-koski Oy yhdessä Pohjanmaan hyvinvointialueen kanssa. Opinnäytetyössä selvitetään, mitkä olivat tietomallinnuksen päätavoitteet hankkeessa sekä miten tietomallia hyödynnetään rakennusajan jälkeen osana ylläpidon työkalustoa. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan myös sitä, kuinka sairaalan ylläpidon järjestelmät toimivat ja miten kerätty huoltokirja-aineisto saadaan sulautettua ylläpidon tiedonhallintajärjestelmään. Sairaalan ylläpidolla on käytössä huolto- ja ylläpitojärjestelmä Medusa sekä tiedostojen arkistointipalvelu Meridian.

Kyseessä on laadullinen tutkielma, ja tiedonkeruu on saatu haastatteluaineistoa keräämällä. Haastatteluun ovat osallistuneet hankkeen tietomallinnuskoordinaattori Max Levander (Ramboll Finland Oy), suunnitteluinsinööri Sanna Ahola (Pohjanmaan hyvinvointialue), ylläpidon esihenkilö Johanna Rajamäki (Pohjanmaan hyvinvointialue), työmaainsinööri/suunnittelunohjaus Tuukka Lammi (YIT Suomi Oy), lvi-suunnittelija Erkkä Harju-Säntti (Granlund Pohjanmaa Oy) sekä arkkitehtien tietomallivastaava Teija Peltoharju (Raami Arkkitehdit Oy).

### 4.2 Tutkimuksen toteutus

Pohjanmaan hyvinvointialue tilasi opinnäytetyön toteutettavaksi allianssihankeena aikana. Opinnäytetyöstä on käyty palaveri työn tilaajan kanssa ja kartoitettu tarpeet. Aiheeksi rajattiin tietomallin hyödyntäminen ylläpidon tarpeisiin, tarkempia rajoituksia ei tehty. Todettiin, että tutkielma on tehtävä haastattelututkimuksena. Opinnäytetyön haastattelujen tekemiseksi on selvitetty valtava määrä tietoa, jotta haastattelukysymykset saataisiin kohdistettua oikein ja saataisiin relevanttia tietoa, joka hyödyttäisi H-rakennuksen ylläpidossa.

Tutkielmatulosten esittelyssä päätuloksina on laaja määrä tietoa hankkeen tietomallin matkasta osaksi ylläpidon tietomallia ja osaksi jo toimivaa ylläpidon järjestelmää. Sivutuloksina

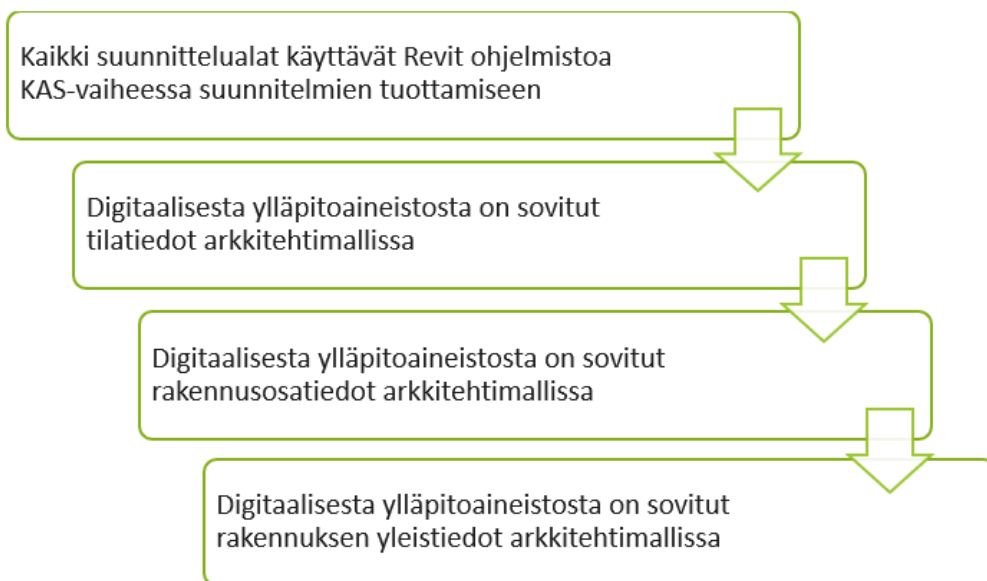


haastattelussa saatiin tietää hankkeen tietomallinnuksen vaiheista ja siitä, miten tietomallista tuli lopulta lähes täydellinen malli, josta pystyttiin ammentamaan työkalu ylläpidolle koko rakennuksen elinkaaren ajaksi.

#### 4.1 Tietomallinnuksen lähtökohdat Bothnia High 5 -hankkeessa

Pohjanmaan hyvinvointialueen suunnitteluinsinööri Sanna Ahola kertoi, että allianssin kehitysvaiheen sopimuksessa eli KAS-vaiheessa määriteltiin hankkeen tietomallintamiselle periaatteet sekä tavoitteet. Hyvinvointialue esitti näkemyksen siitä, että hankkeen tietomallia voitaisiin hyödyntää myös ylläpidossa tukemaan ylläpidon järjestelmiä.

Haastatteluissa ilmeni, että KAS-vaiheen jälkeen mietittiin, miten huoltokirja toteutetaan. Hankkeen tietomallinnuskoordinaattori Max Levander ehdotti, että kehitetään ylläpidon Basil-tietomalliohjelmistoa tukemaan ylläpidon järjestelmiä Medusaa ja Meridiania. Tämä ylläpidolle kehitettävä oma tietomalli olisi suunnittelumallista kevennetty versio, jota olisi helpompi ja keveämpi käyttää. Tietomallikoordinaattori Max Levander toi myös esiin, että Bothnia High 5 -hankkeessa on määritelty niin kutsuttuja ATA-tavoitteita, eli allianssin avoimia tulostavoitteita, niillä mitataan allianssin onnistumisia. Yhtenä komponenttina on myös tietomallintaminen. Alla kuvio, jossa on neljä toteutunutta poimintaa ATA-tavoitteista.



Kuvio 9. Poimintoja Bothnia High 5 -hankkeelle määritellyistä allianssin avoimille tulostavoitteille eli ATA-tavoitteille, jotka määrittelevät allianssin onnistumista.

## 5 TIETOMALLINTAMINEN BOTHNIA HIGH 5 -HANKKEESSA

H-uudisrakennuksen tietomallin sekä suunnittelun lähtökohdat määrittelevät merkittävästi sitä, millaiseksi toteutunut rakennus ja tietomalli muodostui. Eri suunnittelualojen, tilaajan sekä työmaan yhteistyö loivat lähtökohdat toimivalle rakennushankkeelle. Tässä luvussa tuodaan esiin hankkeen alun lähtökohtia eli sitä, miten tietomallintaminen alkoi.

Tietomallikoordinaattori Max Levanderin mukaan kohteesta on tehty useita eri tietomalleja jo Bothnia High 5 -hankkeen alkumetreillä. Hankkeen alussa mallinnettiin muun muassa nykyinen maanpinta, tunneliverkostoa ja alueeseen liittyviä jo olemassa olevia rakennuksia. Silloin kartoitettiin myös, mitä tietomalleja sairaala-alueelta on jo tehty. Nämä muodostivat kokonaisuuden, jonka keskelle pystyttiin aloittamaan uuden H-rakennuksen suunnittelu miettien toimivaa kokonaisuutta, sairaalan liikennevirtoja, etäisyyksiä ja liittymäpintoja. YIT:n työmaainsinööri Tuukka Lammi täydensi haastattelussaan, että alueelle suoritettiin laserkeilaukset, joiden perusteella pystyttiin tietomallit luomaan.

Hyvinvointialueen suunnitteluinsinööri Sanna Aholan mukaan tärkeitä hetkiä tietomallintamisessa ja suunnittelussa olivat Enscape-mallin avulla järjestetyt katselmoinnit:

Tärkeitä hetkiä olivat, kun Enscape-mallin avulla tilojen katselmointi hoitohenkilökunnan edustajien kanssa eri hankevaiheissa. Esimerkiksi suunnittelun alussa mallihuoneita tarkasteltiin VR-lasien ja ison TV-ruudun kautta. Näiden sessioiden tuloksena saatiin suurin osa rakennuksen huoneiden sisustuksesta ja TATE-varustuksesta lukittua, kun rakennuksen muotoa ja päälinjoja vasta luonnosteltiin. TATE-suunnitelmien hyväksyttämävaiheessa katselmoitiin rakennuksen tiloja kokonaisuudessaan Enscape -mallin avulla ja havainnot esim. varusteiden paremmasta sijoittelusta vietiin toteutusmalleihin. Näin haluttiin varmistaa loppukäyttäjien tavoitteiden toteutuminen ja välttää muutostöitä käyttöönottovaiheessa. Enscape-mallia on tarkoitus käyttää myös henkilökunnan perehdyttämisessä uusiin tiloihin hankkeen luovutusvaiheessa, ennen varsinaista muuttoa uusiin tiloihin.

Suunnittelijat toivat esiin haastatteluissa näkemyksiään suunnittelun ja tietomallinnuksen vaiheista ja tässä pohjatietoa prosessista. Arkkitehti Teija Peltoharju toi esiin merkittäviä tietoja tietomallintamisesta hankkeessa ja kertoi, että H-uudisrakennus on suunniteltu pääosin Revit-tietomallinnusohjelmistolla. Siinä kukin suunnitteluala on suunnitellut omaa natiivimalliaan Autodeskin BIM360-alustalla, jonka Ramboll hankkeelle loi.

Tietomallikoordinaattorin mukaan rakennushankkeen toteutusvaiheessa hän on hallinnoinut Solibri-yhdistelmämallia sekä toteutussuunnittelun yhteensovittamista ja johtamista. Haastateltavien mukaan Solibri-yhdistelmämalli luotiin kaikille hankkeen osapuolille tarkasteltavaksi, kun toteutussuunnittelu oli käynnissä. Useissa haastatteluissa haastateltavat toivat myös ilmi Solibrin tärkeän roolin törmäystarkastelujen teossa hankkeessa, ja se onkin osoittautunut yhdistelmämallin suurimmaksi hyödyksi sekä suunnittelijoille että työmaallekin. Arkkitehti Teija Peltoharjun mukaan myös Revit-suunnitteluohjelmistossa on tehty suunnitelmien yhteensovittusta. Hyvinvointialueen suunnitteluinsinööri toi myös esiin sen, että tilaaja on Solibrin avulla tarkistanut ja varmistanut tilaajan tavoitteisiin suunnittelun toteutumisen. Tästä esimerkkinä annettiin erityisesti TATE-suunnittelun tarkastukset yhdistelmämallista.

Tietomallikoordinaattorin mukaan on ollut tärkeää ymmärtää, että tässä tehdään sairaalarakennusta, jonka on tärkeää integroitua luontevasti ja toimivasti osaksi Hietalahden sairaalaluetta. Haastattelumateriaalissa oli hyvin mielenkiintoista se, että kaikki haastateltavat kokivat hankkeen tietomallinnuksen tärkeät vaiheet hyvin erilaisen ja laajan oman näkökulman mukaan. Tästä kerrotaan enemmän seuraavassa kappaleessa.

## 6 BASIL VISUALISOI TIETOA

Haastattelujen päätulokseksi nousi selkeästi sairaalan ylläpidon järjestelmä: sen ominaisuudet ja hyödyt sekä se, miten ja millaiseksi Basil-ylläpidon tietomalli luotiin. Basilin vahvuus on sen mukanaan tuoma tiedon visualisointi. Tutkimuksessa nousi esiin, että Pohjanmaan hyvinvointialueella on olemassa toimiva huoltokirjajärjestelmä Medusa ja Meridian. Basil on luotu täydentämään jo näitä olemassa olevia järjestelmiä. Rakennushankkeesta syntyneitä tietomallia haluttiin hyödyntää myös tulevaisuudessa osana H-rakennuksen ylläpitoa ja siksi Ramboll loi Basil-tietomallin.

### 6.1 Hankkeen huoltokirja yhdistää tiedon eri lähteistä

Hankkeen huoltokirjan kasaamisessa oli monta vaihetta. Huoltokirjan luonnissa pyrittiin ennen kaikkea käyttäjälähtöisyyteen. Näin isossa hankkeessa tarvittavaa tietoa on paljon, ja sitä oli monessa eri lähteessä. Hyvinvointialueen suunnitteluinsinöörin Sanna Aholan mukaan aluksi pidettiin työpajoja, joissa pohdittiin, kuinka hankkeen huoltokirjamateriaali laaditaan. Kyseessä on iso hanke, joten olisi ollut lähes mahdoton työ Excel-taulukoin kerätä tarvittava aineisto, kuten usein normaalissa hankkeessa tehdään. Tästä syystä lähdettiin kehittämään ajatusta siitä, että siirretään kaikki mahdollinen tieto suunnittelijoiden tietomallista. Arkkitehti Teija Peltoharjun mukaan hankkeessa päätettiin, että tietomallinnus tehdään yleisten tietomallivaatimusten mukaan sekä niin, että kaikki tieto lisätään tietomalliin.

Arkkitehti Teija Peltoharjun sanoihin viitaten:

Rambollin kanssa sovittiin tietomallintamisen periaatteista jo ihan hankkeen alusta lähtien, että minkälaista tietoa tänne sitten syötetään mihinkäkin ja sitten sitä tietoa on lisätty siinä vaiheessa, kun ruvettiin tätä huoltokirja integraatiota miettimään. Meiltä löytyi kaikki tieto jo tietomallista, se vain vaati pientä tietojen tarkennusta ja sopimista, mistä parametristä mikäkin löytyy ja millä perusteella mitäkin tietoa sieltä voi hakea. Ja sitten vain excelin-tiedoston koostaminen käytännössä, todella paljon näihin tilaobjekteihin on sidottu tietoa. Käytännössä kaikki, mitä sitten huoltokirjaakin koskee, niin ne löytyivät jo sieltä tilaobjekteista valmiiksi, huoltokirjaa varten ei olla syötetty mitään ylimääräistä.

Useassa haastattelussa ilmeni huoltokirjan kasaamisen vaiheet, joissa toimittajakohtaiset tiedot selvitettiin urakoitsijoiden kautta, ja näistä tiedoista lähdettiin ohjaamaan huoltokirjan kasaamisen prosessia. Kartoitettiin se, mistä mitäkin tietoa kerätään. Kun oli päätetty, mikä tieto

saadaan tietomalleista ja mitä tietoja kerätään Excel-tiedostojen avulla, perehdyttiin siihen, miten kerätty tieto pystytään siirtämään sairaalan ylläpidon järjestelmiin, sekä siihen, miten nämä tiedot linkitetään toisiinsa.

Ramboll hoiti hankkeen alussa huoltokirja-aineiston jäsentelyä. Tietomallikoordinaattori Max Levanderin mukaan olennainen vaihe huoltokirjan laadinnassa oli se, että hankkeeseen otettiin huoltokirjakoordinaattori, joka toimi tilaajan sekä suunnittelijoiden että urakoitsijoiden välillä johtaen huoltokirjan kasaamisen vaiheita. Huoltokirjakoordinaattori ohjeisti tiedostopohjaisten materiaalien kansiorakenteiden luomisen sekä auttoi itse aineistojen keräämisen vaiheistuksessa. Levanderin mukaan huoltokirjakoordinaattori ohjeisti yhtä lailla niin suunnittelijoita kuin urakoitsijoitakin siinä, miten aineistojen kerääminen suoritetaan ja miten aineisto pankitetaan. Useiden haastateltavien mukaan suunnittelijoiden Revit-tietomallista pystyttiin siirtämään tietoja suoraan sairaanhoitopiirin ylläpidon järjestelmiin. Urakoitsijat pankittavat tarvittavat materiaalit projektipankkiin, josta ne ajetaan massa-ajona sairaalan järjestelmiin.

Tietomallikoordinaattori Max Levanderin sanoihin viitaten:

Sitten voisi nähdä tämän toisen ulottuvuuden tässä eli tietojen ja toteumatietojen kerääminen muun muassa Medusa ylläpito- ja huoltojärjestelmää varten. Se lähtee käytännössä liikkeelle siitä, että meillä oli sairaalan kiinteistö- ja ylläpitotiimin toimittamat excel-pohjat, voisi ajatella, että tiedonkeruu lomakkeita ja niihin lähdettiin tunnistamaan oikeat tahot täyttämään kutakin välilehteä niissä. Lähdettiin tunnistamaan sitä mistä tietolähteestä se toteumatieto sitten haetaan. Ja nythän sitten näitä excel-taulukoita on kerätty ja niitä excel-taulukoita käytetään siihen, että se tieto ajetaan massa-ajona Medusaan.

Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon esihenkilön Johanna Rajamäen mukaan huoltokirja-materiaalin laadinta on vielä käynnissä, kun hankekin on vielä aktiivisessa rakennusvaiheessa. Johanna Rajamäki sekä Max Levander kertoivat myös, että Medusa- ylläpidonjärjestelmän tuottaja on Softpro medical, jolta on myös tilattu erilaisia palveluja, jotta voitiin mahdollistaa tiedon vieminen eri järjestelmien välillä. Levanderin mukaan arkkitehtien tietomallista on viety tilanumeroinnit sekä paljon muuta tietoa. Tilanumerot toimivat linkkinä eri järjestelmien välillä, jolloin on saatu erinäiset tilakohtaiset tiedot yhtenäiseksi ylläpidon järjestelmiin.

Arkkitehti Teija Peltoharjun mukaan:

Huoltokirjaa varten kerätyissä tiedoissa lähes kaikki muu tieto tulee arkkitehtien Revit-mallista – lukuun ottamatta alakattoja, ne tulevat Solibrista. Revit ei tunnista alakattotyyppisiä tiloittain, vaan tämä tieto oli helpompi poimia Solibrista. Solibrissa saa listan kaikista alakatoista sekä niihin liittyvistä tiloista. Revitistä on pystytty tuottamaan excel-listaukset, jotka taas on siirretty Medusa-ylläpidonjärjestelmään. Medusa ei tue tietomalleja itsessään, joten siksi tiedot on täytyneet siirtää excel-tiedosto muodossa.

Hankkeen alussa käytyjen työpajojen perusteella päätettiin kasata huoltokirjamateriaali suoraan suunnittelijoiden tietomallista ja täydentää urakoitsijoilta tulevaa materiaalista Excel-tilukoin. Huoltokirjan laatimisen koordinoitiin hankkeelle tuli huoltokirjakoordinaattori, joka toimi eri osapuolien välillä ohjeistaen huoltokirjamateriaalien keräämisen prosessia. Kerätyn huoltokirjamateriaaliston linkittäminen hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmiin päätettiin toteuttaa tilanumeroiden avulla. Urakoitsijoilta kerätyn materiaalin, suunnittelijoiden suunnitelmien ja sairaalan ylläpidon järjestelmän välillä tilanumerot toimivat tietoja yhdistävinä linkkeinä.

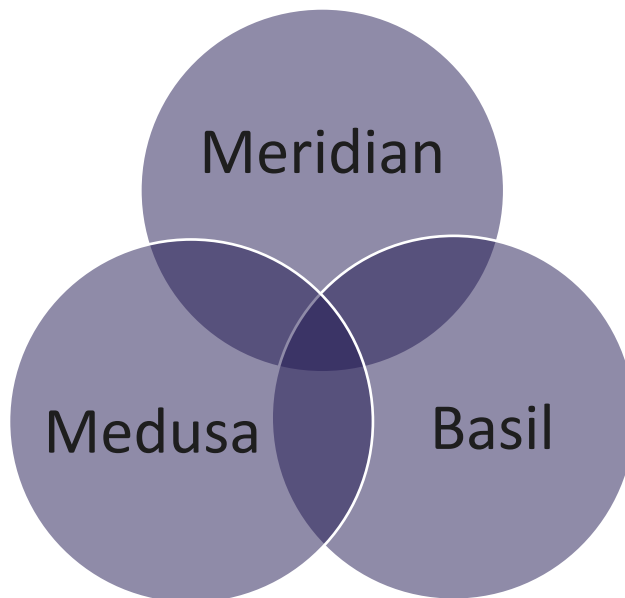
## 6.2 Basil, Medusa ja Meridian täydentävät toisiaan

Ylläpitomallin ja ylläpitojärjestelmän arvo syntyy kolmesta tekijästä, jotka on toisiinsa linkitetty, näitä ovat Medusa, Meridian ja Basil. Jokainen näistä ohjelmistoista tarvitsee toistaan, jokaisessa ohjelmistossa on jotain, mikä tukee toista ohjelmistoa. Yhdessä ne luovat H-uudisrakennukselle loistavasti toimivan ylläpidon järjestelmän. Tietomalli on visuaalinen lisä tukemaan jo toimivaa ylläpidon järjestelmää. Tämä ajatus tuli useassa haastatteluissa ilmi, eli haastateltavat olivat hyvin yhtä mieltä siitä, että jokainen näistä ohjelmistoista tukee toinen toistaan.

Tietomallikoordinaattori Max Levanderin sanoja lainaten:

Minä näen tämän tämmöisenä kolminaisuutena, että on juuri Medusa, Meridian ja Basil eli tietomalli. Näen että se arvo syntyy näiden yhdistelmästä, että se on vähän niin kuin kolmipyöräinen, että voidaan kysyä, mikä niistä pyöristä on se tärkein ja sitä vastausta on aika vaikea määritellä sitä. Tavallaan ne kaikki pyörät tarvitsevat toisiaan, että kokonaisuus toimii. Okei, miksi me ollaan lisäämässä tietomallia tähän kolmanneksi pyöräksi ikään kuin. Onhan se toiminut jo aikaisemmin ilman sitä. Kyllä se sairaalan huollon ja teknisen väen näkökulma on ollut se, että kun hankkeessa joka tapauksessa syntyy tietomalli ja siitä on niin paljon hyötyä suunnittelussa ja rakentamisessa. He halusivat hyötyjä myös ylläpitoon ja halusivat sen tietomallin käyttöön sinnekin.

Esimerkiksi Medusasta on saatavilla rakennuksen jokainen tila, jolla on oma tilanumero, ja Meridianista on saatavilla jokaiseen tilaan esimerkiksi kaikki tilaa koskevat piirustukset. Medusan tietojen pohjalta ei voida määrittellä, mitkä tilat ovat toisiinsa yhteydessä pelkän tilanumeron perusteella. Basil tuo tähän havainnointiin visuaalisen lisän, jonka avulla pystytään tarkastelemaan tietoja sekä esimerkiksi näitä vierekkäisiä tiloja tai vaikka sitä, mikä on sähkön vaikutusalue. Jo nopealla vilkaisulla ylläpidon tietomallista hahmottaa alueet ja niihin liittyvät tilat ja tekniikat sekä sen, minkälaisia materiaaleja tilassa on. Pystytään jo ennen huolletta-vaan tilaan menemistä hahmottamaan, onko korjaukselle tai asennettavalle komponentille esteitä ja havainnoimaan esimerkiksi alas lasketun katon korkeutta.



Kuvio 10. Meridian, Medusa & Basil muodostavat yhdessä toisiaan tukevan ylläpidon järjestelmän Pohjanmaan hyvinvointialueelle.

Basilissa on mahdollista asettaa näkymään huonenumerot ja tilojen nimet, palo-osastoiden rajat sekä sähkön- ja IV-palvelualueiden rajat. Näitä eri näkymiä pystytään myös sammuttamaan ja sytyttämään, eli jos halutaan tarkastella pelkkiä sprinkler-putkistoja, muut näkymät voidaan sammuttaa. Basil toimii verkkoselainpohjaisesti, eli Basilin käyttäjä voi halutessaan käyttää Basilia tietokoneella tai mobiililaitteella.

Tietomallikoordinaattori ja Basilin kehittäjän Max Levanderin mukaan:

Medusan ja Basilin linkitys toisiinsa tehtiin relaatiotietokannan kautta. Eli kyseessä on niin kutsuttu avaintieto ja tämä avaintieto on linkki ohjelmistojen välillä. Tässä

Pohjanmaan hyvinvointialueen tapauksessa päädyttiin käyttämään tilanumeroa linkkinä ohjelmistojen välillä eli avaintietona.

Medusa, Meridian ja Basil muodostavat H-uudisrakennukselle toisiaan tukevan ylläpidon järjestelmän. Basil toimii yhtälössä tiedon visualisoijana, Basil visualisoi jo olemassa olevaa tietoa. Medusa toimii huoltokirjaohjelmistona, jonka kautta ylläpito pystyy koordinoimaan tiloja ja rakennuksia sekä niiden toimintoja. Meridian toimii kaiken tiedon pankkina, Meridianista löytyvät mittaukset, piirustukset ja tietomallit, eli ohjelmiston avulla pystytään hallinnoimaan eri tietolähteitä sekä säilyttämään niitä. Jokainen ohjelmisto on siis tärkeä ja olennainen osa toimivaa ylläpidon järjestelmää.

### **6.3 Medusa-ylläpitojärjestelmä helpottaa ylläpidon arkea**

Max Levanderin ja Johanna Rajamäen mukaan Medusan avulla sairaalan ylläpito pystyy hallinnoimaan tiloja sekä tilojen ylläpitoa ja huoltoa. Medusa on ruotsalainen Softpro medicalin kehittämä sairaalalaitteiden hallinta-, huolto- ja ylläpitojärjestelmä, joka toimii web-se-laimessa. Useassa haastattelusta tuli esiin, miten Medusa helpottaa suuresti sairaalan ylläpidon päivittäistä työtä. Se on sairaalalle toimiva huoltokirja, kun pystytään hallinnoimaan sekä tiloja että laitteistoja samalla ohjelmalla.

Medusassa on kaikki laitteet lueteltuina laitenumeroilla. Kiinteistön ylläpidon järjestelmään luettelointi on tehty niin, että kullakin tilalla on oma laitenumero eli tilanumero. Jokainen tila, jolla on oma tilanumero, löytyy Medusasta. Kaikista tiloista ja laitteista on saatavilla tarkat attribuuttitiedot ja huoltohistoriat sekä tulevat huollot sekä työmääräykset. Tiloihin on myös merkitty, kuka tilaa hallinnoi sekä omistaa, kuka on tehnyt palvelupyynnöjä ja kuka tätä kyseistä tilaa tulee huoltamaan.

Hyvinvointialueen esihenkilön Johanna Rajamäen mukaan huollot on merkitty kunkin tilan tai laitteen tarvitseman jakson mukaan eli vuoden, kolmen tai viiden vuoden välein. Työmääräykset ovat ilmoituksia, joissa on ilmoitettu viasta, esimerkiksi ovenkahva on irti tässä tilassa. Tällöin kyseiseen tilaan kohdistetaan palvelupyynnö, joka korjataan vikana ja kaikki tilan tai laitteiden työmääräykset ovat haettavissa Medusasta.



Rajamäki kertoi myös, että rakennuksen ydinkäyttäjät voivat tehdä palvelupyyntöjä tai vikailmoituksia tietokoneella sairaalan oman intran kautta Medusaan. Kuvia vikailmoituksiin pystyy liittämään, mutta ne on lähetettävä sähköpostin kautta, ja ne lisätään Medusaan dokumentteina.

#### **6.4 Meridian on dokumenttien hallintajärjestelmä**

Hyvinvointialueen suunnitteluinsinöörin Sanna Aholan sekä hyvinvointialueen ylläpidon esihenkilön Johanna Rajamäen mukaan Meridian on monikäyttöinen ohjelmisto, jonka avulla pystytään säilyttämään ja hyödyntämään eri tiedostoja hyvinvointialueen tarpeen mukaan. BlueCielo Meridian Enterprise on dokumenttien hallintajärjestelmä, ja se on osa Pohjanmaan hyvinvointialueen ylläpidon järjestelmää. Meridianiin tulee huoltokirjaan kerätyt aineistot, joita huoltokirjakoordinaattori on koordinoanut, eli sieltä löytyvät kaikki H-uudisrakennuksen asiakirjat tulevaisuudessa. Meridianilla pystytään lukemaan Autocad-tiedostoja ilman, että Autocad olisi asennettuna tietokoneeseen. Sen lisäksi, että Meridian mahdollistaa DWG-tiedostojen avaamisen, se avaa myös PLT-tiedostoja, jotka ovat vanhoja kuvatiedostoja.

Sairaalan suunnitteluinsinöörin Sanna Aholan mukaan:

Meridian on materiaalien eli piirustusten, dokumenttien, mittauspöytäkirjojen, määräaikaistarkastusten dokumenttien hallintajärjestelmä ja niitä voidaan siellä arkistoida. Meillä kaikkien suunnittelualueiden kuvat, loppupiirustukset sekä kaikki tietomallit löytyvät Meridianista. Meridianissa kaikki revisioidit näkyvät eli näkyy myös historiatietoa.

#### **6.5 Basil pyrkii nopeaan havainnollistamiseen**

Haastateltavien tuloksissa tuli esiin, että toive ylläpidon tietomallista tuli sairaanhoitopiiriltä jo heti hankkeen alussa, koska hankkeeseen tehtiin tietomalli, johon lisättiin kaikki tieto, mitä on hankkeesta saatavilla. Tällainen täydellinen tietomalli koettiin tärkeäksi myös hankkeen elinkaaren ajaksi. Ramboll lähti kehittämään tietomallia sairaanhoitopiirille, josta muodostui oma räätälöity ylläpidon tietomalli nimeltä Basil.

Rambollin Max Levanderin mukaan prosessi Basil-tietomallin kehittämiseen lähti rakennuksen tulevien käyttäjien työtehtävien kartoituksella. Heille esitettiin monenlaisia kysymyksiä,

yksinkertaisia ja vähemmän yksinkertaisia. Haluttiin kartoittaa ja tunnistaa tarpeet. Tärkeää oli se, että ei rikota toimivaa järjestelmää. Ajateltiin nimenomaan ylläpidon tarpeita. Basilin helppokäyttöisyys oli kaiken avain. Helppokäyttöisyyden lisäksi toiveena ylläpidon tietomallille Basilille oli myös nopea käytettävyys, mikä vaati järjestelmältä nopeaa latautumista. Koska toiveena oli sekä järjestelmän keveys sekä runsas havainnollistaminen, tarvittava tieto löytyy Basilista kerroskohtaisesti.

Medusa, Meridian ja Basil on linkitetty toisiinsa, yhdessä ne muodostavat toinen toisiaan tukevan toimivan ylläpidon järjestelmän. Haastateltavilta nousi myös esiin, että Medusassa näkyvä tietosisältö on suunnittelijoilta ja urakoitsijoilta kerätyn Excel-tiedostojen muodostama kattava tietopankki. Basil ei varsinaisesti tuo uutta tietoa, vaan Basil visualisoi jo olemassa olevaa tietoa. Basilista haluttiin apu havainnollistamaan tietoa. Nopean havainnollistamisen vuoksi Basilin avulla pystytään kartoittamaan mahdolliset esteet etenemiselle sekä pystytään hallitsemaan riskejä.

Haastatteluissa erityisesti korostui toive siitä, että Basil vähentäisi useiden asiakirjojen ja piirustuksien selaamisen tarpeen. Haastatteluissa oltiin hyvin samaa mieltä siitä, että Basilin visuaalinen lisä on ehdottomasti sen tärkein ominaisuus, ja sen vuoksi Basil koettiin tärkeäksi työkaluksi H-rakennuksen ylläpitoon.

Basilin kehittäjä Max Levander toi esiin paljon asioita, missä Basil on hyödyksi. Basil mahdollistaa usean eri tiedon visualisoinnin. Basilista on saatavilla tietoa esimerkiksi eri palvelualueista, sähkön normaalitila ja varavoimatila. Basilista näkee, mitkä sähkön alueet ovat saman sulakkeen takana. Mittaroitavaa dynaamista tietoa on mahdollista linkittää Basiliin, jos sellaiselle tiedolle on tarvetta. Mikäli rakennuksen automaatiojärjestelmästä on saatavilla tieto siitä, mitkä piirit ovat käytössä ja mitkä on poistettu käytöstä, niin silloin ne on mahdollista myös visualisoida Basilissa.

Haastateltavien vastauksissa eniten jakaumaa toi kysymys siitä, saako Basilista aktiivista tietoa. Aktiivitietoa on nopeaa ja muuttuvaa. Passiivinen tieto puolestaan on muuttumatonta. Esimerkkinä passiivisesta tiedosta tietomallissa toimivat seinärakenteet – ne pysyvät muuttumattomina, ja niitä koskevaa tietoa päivitetään vain harkiten ja suunnitellusti. Moni vastaajista piti turhana ominaisuutena aktiivitiedon lisäämistä Basil-tietomalliin, koska automaation järjestelmät antavat aktiivista tietoa. Osa vastaajista piti taas todella hyvänä ideana ainakin

osan aktiivitetiedon visualisoinnista. Kuitenkin lähes kaikki oli yhtä mieltä siitä, että aktiivitetieto saattaisi hidastaa ylläpidon tietomallia, mikä taas olisi huono asia.

## 6.6 Kerroskohtainen näkymä tuo keveyden

Haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että ylläpidon tietomalliin tulee olla kevyt ja ketterä, muuten sen käytettävyys kärsisi. Max Levander kertoi myös asioista, jotka vaikuttavat Basiliin keveyteen. Tietomallin keveyteen vaikuttaa se, että tietomallista on saatavilla kerroskohtainen näkymä eli koko rakennuksen tietomalli ei lataudu kerralla.

Eri näkymiä voi myös muokata. Voidaan tarkastella esimerkiksi pelkkää ilmanvaihtoa ja piilottaa muita suunnittelualojen näkymiä. Keveyteen vaikuttaa lisäksi se, että itse tietomalliin ei ole ladattu suuria määriä tietoa eri objekteista tai tiloista, vaan nämä tiedot ovat saatavilla Medusasta. Basiliin ja Medusan välillä on linkki, jota painamalla pääsee tarkastelemaan tarkempia tietoja Medusaan ja taas toisinpäin.

## 6.7 Tiedon päivittäminen ylläpidon tietomalliin on tärkeää

Moni haastateltavista painotti päivitysten tekemisen tärkeyttä. Se koettiin ehdottoman tärkeänä, että tiedot ylläpidon järjestelmässä on ajantasaiset ja ristiriitaista tietoa ei ole. Huolto tekee arjessaan sekä pieniä että suuria päivityksiä. Päivitysten tekeminen on äärimmäisen tärkeää, koska vanhentunut tai väärä tieto luo ristiriitoja.

Suunnittelijoiden mallin valmistuessa eriytetään tietosisältö ja 3D eli ulkomuoto sekä geometria. Geometria ja ominaisuustiedot ladataan Basiliin eli esimerkiksi tieto siitä, millainen lattia-materiaali on. Samat tilojen ominaisuustiedot ovat Medusassa, jos tämän kyseisen tilan lattia-materiaali vaihdetaan, niin ylläpito päivittää nämä vaihtotiedot ihan heidän normaalin prosessinsa mukaan. Kun tämä tieto päivitetään Medusaan, niin se myös siirtyy Basiliin. Tällaiset tapaukset ovat niitä pieniä päivityksiä, joita huolto tekee arjessaan.

Tilamuutokset ovat esimerkkinä isommista päivityksistä. Tällainen tilamuutos voisi olla esimerkiksi tilanne, jossa halutaan yhdistää kaksi tilaa poistamalla tiloja rajaava seinä. Nämä isommat päivitykset tehdään siten, että päivitetään suunnittelijoiden tietomalli, jota säilytetään Meridianissa ja haetaan Medusasta ne viimeisimmät tiedot tähän suunnittelijoiden mallin

päivittämiseen. Kun suunnitelmat isommasta toimenpiteestä on tehty ja suunnittelijoiden tietomalli on päivitetty, voidaan kyseinen muutostoimenpide suorittaa ja päivittää nämä tiedot Medusaan, jolloin myös Basil päivittyy. Tällä tavoin ylläpidon järjestelmä pysyy kokonaisuutenaan päivitettyinä läpi ajan.

## **6.8 Basilia toivotaan työvälineeksi tulevaisuuden hankkeisiin**

Useampi haastateltavista toivoi, että Basil on muokattavissa myös tulevaisuuden hankkeisiin. Pohjanmaan hyvinvointialueella on useita kiinteistöjä. Kiinteistöjen huollon ja ylläpidon koordinointiin toivottiin tietomallia avuksi. Tietomalli koettiin myös hyödylliseksi sellaisiin tilanteisiin, joissa perehdytettäisiin uutta työntekijää tai urakoitsijaa alueen kiinteistöihin. Myös se havaittiin positiiviseksi ominaisuudeksi, että Basil pystyy suorittamaan määrälaskentaa ja se on loistava työkalu mahdollisten muutosten tai korjaustoimenpiteiden suunnittelussa. Nämä kaikki tiedot auttavat huoltokohteiden suunnittelussa ja aikatauluttamisessa, tätä myöden myös kustannuslaskennassa sekä riskienhallinnassa.

Basilia pystytään kehittämään myös tulevaisuuden hankkeisiin. Rakennusten tietomallintaminen tulee muuttumaan vielä ennen kuin se vakiintuu. Basil on valmis vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin.

## 7 H-UUDISRAKENNUKSEN SUUNNITTELUSSA HYÖDYNNETTIIN UUSIA INNOVAATIOITA

Haastattelujen sivutuloksiksi saatiin tietoa hankkeen tietomallinnuksen vaiheista. Hankkeessa otettiin käyttöön BIM360-alusta, joka mahdollisti suunnitelmien reaaliaikaisen tarkastelun. Tämän koettiin nopeuttavan kommunikointia eri suunnittelualojen välillä tehden kommunikoinnista vaivattomampaa. Suunnitelmien reaaliaikainen tarkastelu koettiin tutkimuksessa nostaneen suunnitteluprosessin laatua, kun suunnittelijat näkivät toistensa natiivimallien muokkaukset.

Tutkimuksessa yhdeksi sivutulokseksi nousi myös esiin uuden innovaation käyttöönotto. Hankkeen määrälaskennan avuksi kehitettiin tahtialueiden massalaatikot. Suunnittelijoille toimitettujen tahtialueiden mukaan muodostettiin tahtialuemassalaatikoita, joiden perusteella voidaan suorittaa määrälaskentaa kunkin tahtialueen sisällä. Tämä uusi innovaatio koettiin hyödylliseksi, koska sen todettiin tuovan merkittävää ajan säästöä.

### 7.1 Natiivimallien reaaliaikainen tarkastelu koettiin hyödylliseksi

Bothnia High 5 -hankkeessa suunnittelijat ovat pystyneet tekemään tiivistä yhteistyötä koko suunnitteluprosessin ajan. Tämän on mahdollistanut Rambollin BIM360-alusta, jossa eri suunnittelualat pääsivät suunnittelemaan kukin omaa natiivimalliaan samanaikaisesti sekä näkemään reaaliajassa, mitä muut suunnittelijat tekevät Revit-tietomallissa. Suunnitelmien reaaliaikainen muokkaus mahdollisti avoimen työskentelyn sekä mahdollisten esteiden nopean havainnoinnin, kun kaikki suunnittelijat pystyivät tarkastelemaan muiden tekemiä suunnitelmia suunnittelutyön edetessä.

Arkkitehti Teija Peltoharjun sanoihin viitaten:

Suunnittelun onnistumisen lähtökohtana on ollut se, että Ramboll loi Autodesk BIM360 -tilin ja kaikki suunnittelijat toimivat Rambollin alustalla, jossa on arkkitehtimalli, rakennemalli ja talotekniikanmallit, joista myöhemmin eroteltiin LVI, Sähkö, Sprinkler ja KSL eli kiinteät sairaalalaitteet omaksi suunnittelualakseen. Tällä BIM360-alustalla kukin suunnitteluala voi suunnitella omaa natiivimalliaan ja nähdä reaaliajassa muiden suunnittelualojen muutokset kyseisissä natiivimalleissaan. Tämä mahdollisti avoimemman kommunikaation suunnittelijoiden kesken ja säästi kasapäin aikaa, kun ei tarvinnut viedä IFC-mallia, tarkastaa kyseistä

tietomallia, ladata sitä projektipankkiin, josta toiset suunnittelijat lataavat IFC-tiedoston ja tässä vaiheessa suunnittelutieto olisi ollut jo vanhaa. Eli se, että pystytään kommunikoimaan Revitin välityksellä ja nähdä muutokset reaaliaikaisesti on ollut mullistavaa, tällaista suunnittelualojen yhteistyötä ei suomessa ole vielä useaa ollut. Lähes kaikki suunnittelijat käyttivät hankkeessa Revit-ohjelmistoa ja tätä kautta BIM360-alustaa. Rakennesuunnittelu suunnitteli Revit-ohjelmalla paikallavalurakenteet ja elementtirakenteet on suunniteltu Teklalla, samaten teräsraakenteiden mallinnukseen käytettiin Teklaa. Näistä muilla ohjelmistoilla luoduista malleista luotiin IFC-tiedosto, joka linkitettiin yhteiseen Revit-suunnitteluohjelmistoon.

Alla kaavio havainnollistamaan BIM360-alustaa, jonka avulla eri suunnittelualat pystyivät suunnittelemaan ja tarkastelemaan toisten suunnittelualojen natiivimalleissa tapahtuvia muutoksia.



Kuvio 11. BIM360-alusta mahdollisti kaikkien Revit-tietomallien reaaliaikaisen tarkastelun kunkin suunnittelualan natiivimallissa.

Arkkitehti Teija Peltoharju kertoi myös muista BIM360:n hyödyistä. BIM360:lla pystyy tarkastelemaan samanaikaisesti tietomallia ja 2D-suunnitelmia. Tämä mahdollisti sen, että tilaajalle ja työmaalle luotiin mahdollisuus Revit-tietomallin tarkkailuun suunnittelutöiden edetessä. Lisäksi kaikkia luotuja 2D-piirroksia pystyi selaamaan alustalla. Hankkeen edetessä toimitettiin paljon aineistoa PDF-, DWG- ja IFC-muodossa projektipankkiin. IFC-malleista on luotu yhdistelmämallia tilaajan ja työmaan käyttöön.

BIM360-alusta mahdollisti siis eri suunnittelualojen nopean kommunikoinnin, kun he pääsivät reaaliaikaisesti tarkastelemaan toistensa natiivimallien muokkausta. Tämä mahdollisti laadukkaamman suunnitteluprosessin syntyminen jo projektin alkumetreiltä. Havainnollistava tilanne natiivimallien linkityksen hyödyistä nähtiin esimerkiksi, kun hankkeessa havaittiin jo varhaisessa vaiheessa talotekniikan suunnitelmien ja rakennesuunnitelmien linjojen törmääminen. Rakennuksessa on kolmion mallinen pullautusosio, jonka läpi talotekniikan suunnittelija oli suunnitellut päälinjastoaan kulkemaan. Havaittiin, että kyseisen linjan läpi menee rakennesuunnittelijan määrittämä kantava palkki, jota ei voinut lävistää. Tähän haettiin avoimella kommunikaatiolla ratkaisua, ja siirrettiin talotekniikan päälinjastot toiseen paikkaan.

Arkkitehdin haastattelun mukaan, kun suunnitteluissa oli päätetty niin sanotut pääratkaisut, kantavien linjojen sijainnit sekä talotekniikan pääreitit sekä tekniikkakuilut, alettiin tarkentamaan suunnitelmia ja luomaan suunnitelmista yhdistelmämallia, ja niiden pohjalta pystyttiin tekemään tarkempia törmäystarkasteluja.

Haastatteluissa tuli myös ilmi, että Solibri on helpottanut hankkeen suunnittelunohjausta merkittävästi. Solibri on muun muassa mahdollistanut työmaalla suunnitelmien tarkastelun sekä auttanut ratkomaan mahdollisia ongelmatilanteita sen vuoksi, että Solibrilla on pystytty visuaalisesti havainnollistamaan eri suunnitelmia. Rakennusvaiheessa sekä työnjohtajat että valvojat ovat hyödyntäneet Solibri-yhdistelmämallia suunnitelmien tarkasteluun, työvaihesuunnitteluun ja moneen muuhun tehtävään.

## **7.2 Uudet innovaatiot koettiin toimiviksi**

Hankkeen aikana otettiin käyttöön uusia innovaatioita. Yksi hankkeen uusista innovaatioista oli määrälaskennassa hyödynnetyt tahtialueiden massalaatikot. Toinen käyttöön otettu innovaatio oli komponenttien nimeämisen automatisointi, jonka avulla tehty ikkunoiden ja ovien nimeäminen koettiin tehokkaammaksi. Näistä innovaatioista kerron tarkemmin alla.

Haastatteluissa nousi tietomallintamisen tärkeistä vaiheista esiin se, että yhdistelmämallin yksi hyödyistä työmaalle on ollut määrälaskenta. Raami Arkkitehtien kehittämä tahtialuemassalaatikot yhdistelmämalliin ovat luoneet työmaalle mahdollisuuden saada yhdistelmämallista tahtialueittain määriä. Tämä on koettu todella arvokkaaksi. Haastateltavat kokivat, että nämä tahtialueiden massalaatikot toivat merkittävää ajallista säästöä rakennushankkeessa.

Tahtialueiden mallintaminen massalaatikoiksi on ollut tässä hankkeessa ihan uutta innovaatiota, mitä ei ole aikaisemmin tehty. Lisäksi haastateltavat toivat esiin yhdistelmämallin hyödyt työnjohdolle, koska tietomallin avulla pystytään havainnollistamaan useita eri asioita samanaikaisesti sekä havainnoimaan lopputuloksen visuaalisuutta.

Arkkitehti Teija Peltoharjun mukaan Raami Arkkitehtien tahtialuemalli on periaatteessa yhdistelmämalli, joka on luotu IFC-muotoon ja täten saatu linkitettyä Solibrin yhdistelmämalliin. Tahtialuemalli on tehty alun perin arkkitehtien Revit-malliin, johon on luotu massalaatikoita YIT:n toimittamien tahtialueiden perusteella. Haastatteluissa ilmeni, että on käyty keskustelua esimerkiksi eri tahtialueiden välisestä seinästä sekä niihin liittyvistä objekteista, kumpaan tahtialueeseen ne kuuluvat, sekä siitä, mikä on rakennusjärjestys näissä tahtialueissa. Rakennus on mallinnettu täyteen näitä massalaatikoita. Kaikkien massalaatikoiden sisään kuuluvat kaikki kalusteet, varusteet, portaat ja niin edespäin.

Arkkitehti Teija Peltoharjun mukaan nämä massalaatikot vietiin IFC-muodossa Revitistä Simplebim-ohjelmaan, jonka avulla on saatu näitä IFC-malleja muokattua. IFC-mallit ovat tavallaan vain katseluversiona natiivimalleista, ja niitä ei pysty muokkaamaan. Simplebim-ohjelmisto mahdollistaa IFC-tietomallien muokkauksen. Simplebimin avulla voidaan lisätä tietosisältöä IFC-malliin ja muokata näitä tietosisältöjä, eli tämän avulla pystyttiin luomaan IFC-malliin näitä massalaatikoita. Simplebim tunnistaa, mitkä osat jäävät luotavan massalaatikon ulkopuolelle, ja liittää nämä muut osat haluttuun tahtialueeseen eli haluttuun massalaatikkoon. Tämä IFC-tiedosto lisättiin yhdistelmämalliin, ja se mahdollisti työmaalla määrälaskennan tahtialueittain.

Arkkitehti Teija Peltoharjun mukaan tässä hankkeessa on ollut kehitystä tietomallintamisessa myöskin se, että on pystytty automatisoimaan tiettyjä komponenttien nimeämisiä. Tämä automatisointi on suoritettu Revitin lisäosalla Dynamolla, eli sillä on pystytty algoritmien avulla automatisoimaan esimerkiksi kaikki ovien nimeämiset. Jokaisella ovella on oma tunniste. Tunniste tulee siitä, mihin tilaan ovi aukeaa. Jos tilassa on kaksi ovea, niin toinen on A ja toinen on B. H-uudisrakennuksessa on vähintään useita satoja ovia, niiden nimeäminen manuaalisesti olisi iso työ, ja olisi tietenkin luonnollista, että tällaisen määrän nimeäminen altistaisi mahdollisuuden inhimillisille kirjoitusvirheille.



Toinen asia, mitä hankkeessa automatisoitiin, olivat ikkunoiden nimeämiset. Ikkunoissa oli sama tilanne: niiden nimet tulivat kyseisen tilan mukaan. Elementtitehtaalta esitettiin toive, että ikkunoiden nimi olisi jokin muu. Tämä siksi, että ikkunat asennettiin elementteihin valmiiksi jo tehtaalla. Tästä syystä ikkunat nimettiin elementtinumeroiden perusteella. Jos elementissä oli kaksi ikkunaa, niin toinen oli 1 ja toinen oli 2. Dynamolla haettiin rakennesuunnittelijan IFC-mallista elementtinumerot ja mallinnettiin ikkunat juoksevalla numeroinnilla.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen yhtenä päätuloksena oli ylläpidon tietomalli Basilin kehittäminen. Pohjanmaan hyvinvointialue saa ylläpidon Basil-tietomallista loistavan työkalun itselleen. Eri tietojen visualisointi tuo suuren edun kiinteistön hoidossa ja hallinnassa. Tämä Basilin mukanaan tuoma tietojen visualisointi koettiin tutkimukseen osallistuneiden haastateltavien mielestä Basilin merkittävimäksi hyödyksi. Näin ison kiinteistön hoidossa ja koordinoimisessa näen tietomallin lähes pakolliseksi jo pelkästään sen tuoman ajansäästön vuoksi. Tämä sama ajatus tulikin monessa haastattelussa ilmi.

Tärkeää tulee olemaan se, että tietomalli on ajantasainen, sekä se, että Basil pysyy kevyenä. Keveys vaikuttaa ohjelmiston toimivuuteen, ja uskon, että sillä on suuri merkitys myös ohjelmiston käyttäjälle. Ohjelmiston keveys on saatu luotua kerroskohtaisen näkymän avulla. Ramboll on tehnyt hyvää työtä siinä, että tietomalliin on saatu pakattua iso määrä tietoa ja ohjelma vaikuttaa silti ketterältä. Käyttäjäkokemukset tuovat esiin varmasti vielä uusia asioita.

Tämän tutkimuksen yhdeksi päätulokseksi nousi ylläpidon järjestelmä, joka muodostuu Medusa-huoltokirjaohjelmistosta, Meridian-tiedonhallintaohjelmistosta sekä Basil- ylläpidon tietomallista. Haastateltavien mukaan mikään näistä ohjelmistoista ei yksinään riitä ylläpidon työtehtävien suorittamiseen. Näiden kolmen ohjelmiston yhdistelmä koettiin toimivaksi ja hankkeen kannalta hyödylliseksi.

Useammassa haastattelussa tuli myös ilmi suunnittelun ja työmaan välinen hyvä kommunikointi hankkeen edetessä. Haastatteluissa nostettiin esiin BIM360-alusta, jonka avulla eri suunnittelualat pystyivät reaaliaikaisesti muokkaamaan omia natiivimallejaan ja havainnoimaan muiden suunnittelijoiden tekemät muutokset heidän natiivimalleihinsa. Haastatteluissa koettiin myös, että tahtialueiden muodostuminen oli merkittävää työmaan onnistumisen kannalta.

Hankkeen aikana kehitettiin uusia innovaatioita. Yhtenä innovaationa oli tahtialuemassalaatikot, joiden avulla määrälaskenta pystytään suorittamaan tahtialueittain. Tahtialueittain suoritettava määrälaskenta koettiin tutkimuksessa järkeväksi, koska se vähensi laskemiseen kuluva aikaa.

Toisena innovaationa hankkeessa oli komponenttien nimeämisen automatisointi Autodesk Revit -suunnitteluohjelmistoon saatavan Dynamo-lisäohjelmiston avulla. Kohteessa oli suuri määrä nimikoitavia ovia ja ikkunoita, joten todettiin kannattavammaksi kehittää tietokoneella suoritettava nimeäminen. Kohteessa näitä nimettäviä ovia ja ikkunoita oli useita satoja, joten nimeämisen automatisointi sekä nopeutti nimeämistä että ehkäisi inhimillisten virheiden syntymistä.

Tutkimatuloksia voidaan hyödyntää tulevaisuuden hankkeiden kehittämiseen, ylläpidon sisäiseen käyttöön esimerkiksi työtehtävään perehdytyksessä.

## **8.1 Jatkokehittelyehdotukset**

Ylläpidon järjestelmän ajantasaisuuteen täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Järjestelmään syötetyt tiedot eivät saa olla ristiriidassa keskenään, ja itse tietojen päivittämiseen täytyy luoda luotettava prosessi, jotta tiedot ovat aina ajan tasalla. Tämä määrittelee myös sitä, onko Basil koko rakennuksen elinkaaren aikainen työkalu.

Ylläpidon tietomalliin tulee olla helppokäyttöinen ja nopea, mikäli siitä halutaan arkeen toimiva työkalu ylläpidolle. Tästä ei saatu opinnäytetyöhön luotettavaa tietoa, koska ylläpidon Basil-tietomallista ei olla saatu vielä käyttäjäkokemuksia rakennusprojektin ollessa vielä kesken.

## **8.2 Tutkimuksen kehittämiskohteet**

Tutkimuksen tekeminen oli tärkeää, koska aiheesta ei ole paljoa vielä julkaisuja. Etenkin ylläpidon tietomallit ovat varsin uutta rakentamisen maailmassa. Ylläpidon tietomalleihin ei ole löytynyt vakiintunutta ratkaisua, ja se hakeekin vielä vahvasti paikkaansa. Bothnia High 5 -hankkeessa on loistavasti täydennetty jo olemassa olevia ylläpidon järjestelmiä keveällä tietomallilla tuomaan visuaalista antia.

Yleisten tietomallinnusvaatimusten RT-korttisarja on julkaistu vuonna 2012, tästä on jo siis 10 vuotta aikaa. Opinnäytetyötä tehdessä ja näitä RT-kortteja lukiessa havaitsin, että aika on osittain ajanut näiden RT-korttien ohi. Olisi tärkeää, että näitä RT-kortteja päivitetäisiin ja tehtäisiin laaja-alaisempaa tutkimusta nimenomaan ylläpidon tietomallien näkökulmasta.

Rakennusten rakennusaika on kovin lyhyt, kun sitä verrataan itse rakennuksen elinkaareen. Tälle elinkaaren ajalle on toimiva ylläpidon tietomalli loistava työkalu rakennuksen huoltoon. Rakennuksen huoltajat ovat ihmisiä, ja ihmisten on monesti helpompi hahmottaa kokonaisuuksia, kun he pääsevät tarkastelemaan kokonaisuuksia visuaalisen kuvamateriaalin kera. Näen, että tämä toisi samalla rakennuskantaamme hyvinvointia.

Osan haastattelukysymyksistä olisin muotoillut toisin ja joitain jättänyt jopa pois. Itse haastattelussa sain valtavasti lisätietoa hankkeesta sekä tietomallintamisesta. Toisaalta monet näistä kysymyksistä toivat kokonaisuuteen pieniä lisäyksiä, mikä taas auttoi pitkän haastatteluosion luonnissa.

## LÄHTEET

- Arkance Systems. (i.a.-a). *BIM360*. <https://arkance-systems.fi/ohjelmistot/autodesk/bim-360/>
- Arkance Systems. (i.a.-b). *Dynamo Studio*. <https://arkance-systems.fi/ohjelmistot/autodesk/dynamo-studio/>
- Arkance Systems. (i.a.-c). *Revit*. <https://arkance-systems.fi/ohjelmistot/autodesk/revit/>
- Autodesk. (2022). *Revit useita ammattialoja kattava BIM-ohjelmisto korkealaatuiseen, koordinoituun suunnitteluun*. <https://www.autodesk.fi/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Halmetoja, E. (2016). *Tietomallit ylläpidossa*. Senaatti-kiinteistöt. [https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit\\_yllapidossa.pdf](https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf)
- Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. (2016). *Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla*. Rakennustieto.
- Rakennustieto. (2016a). Kiinteistönpitokirja kiinteistön elinkaaren hallinnassa (RT 18-11240).
- Rakennustieto. (2016b). Kiinteistönpitokirjan laadinnan tehtävät (RT 18-11243).
- Rakennustieto. (2012a). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu (RT 10-11068).
- Rakennustieto. (2012b). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus (RT 10-11071).
- Rakennustieto. (2012c). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu (RT 10-11069).
- Rakennustieto. (2012d). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana (Versio 1.0, 2012) (RT 10-11077).
- Rakennustieto. (2012e). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus (Versio 1.0, 2012) (RT 10-11066).
- Simplebim. (i.a.). *Ominaisuudet*. <https://simplebim.com/fi/ominaisuudet/>
- Solibri. (2022). *The core product for model checking and collaboration*. <https://www.solibri.com/solibri-office>

## LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

## Liite 1. Haastattelukysymykset

- Tietomallinnuksen kulmakivet Bothnia High 5 hankkeessa?
- Yhdistelmämallin suurimmat hyödyt rakennushankkeessa sekä ylläpidon mallin luonnissa?
- Mitkä oli hankkeen huoltokirjan kasaamisen vaiheet ja kulmakivet?
- Miten H-rakennuksen huoltokirjaan kerätyt tiedot siirtyvät ylläpidon järjestelmään?
- Mikä on medusa ja miten se toimii?
- Mikä on meridian ja miten se toimii?
- Mikä mielestäsi on ylläpitomallin keskeisimmät tehtävät?
- Mitkä oli tärkeimmät asiat mille ylläpidon mallia lähdettiin rakentamaan?
- Ylläpidon tarpeet on aktiivinen ja passiivinen tieto. Saako Basilista aktiivista tietoa?
- Palveleeko ylläpidon malli rakennuksen elinkaaren ajan?
- Miten huollon tietomallia päivitetään?
- Kuinka ylläpidon malli pysyy riittävän kevyenä, pystyykö mallin keveyttä käyttäjä muokkaamaan?
- Miten Medusan ja Basilin rajapinnat tehtiin, jotta ohjelmat saatiin linkitettyä toisiinsa?
- Onko Basil muokattavissa tulevaisuuden hankkeisiin?
- Kun Basilissa valitsee komponentin niin miten se näyttää tiedot Medusassa? Näkykö valitun objektin attribuuttitiedot sekä huoltohistoria?

- Saako Basilista näkyviin huonenumerot, tilojen nimet, palo-osastoiden rajat, iv-palvelualueet sekä sähkön palvelualueet?
- Pystyykö Basilin käyttäjä muokkaamaan näkymää haluamallaan tavalla? Saako siihen sytetyttä ja herätettyä eri suunnittelualojen tietoja?
- Miten Basil toimii tietokoneella ja mobiililaitteilla?
- Onko rakennuksen ydinkäyttäjien tarpeet huomioitu ylläpidon järjestelmässä ja pystyykö ydinkäyttäjät myös tehdä palvelupyyntöjä tarvittaessa?
- Pystyykö palvelupyyntöihin lisäämään kuvia ja miten?
- Miten Basil, Medusa ja Meridian linkittyvät toisiinsa?
- Mikä tekee Basilista övph:n ylläpidolle hyvän työkalun? Ja miten se näkyy huoltohenkilön työkuvassa?
- Miten Basil ja ylläpidon järjestelmä on avuksi esimerkiksi isompien huoltotoimien suunnittelussa?