



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Vesa Mustalahti

# Tietomallintamisen hyödyt LVI-suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma.  
Insinöörityö  
24.5.2021

Tekijä Otsikko	Vesa Mustalahti Insinööriyön otsikko
Sivumäärä Aika	20 sivua + 17 liitettä 30.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaaja	Sunil Suwal
<p>Tässä insinööriyössä tarkasteltiin tietomallinnuksen hyötyjä LVI-suunnittelun apuvälineenä korjausrakentamisprojekteissa. Työssä tutkitaan minkälaisia kustannuksellisia ja ajankäytöllisiä säästömahdollisuuksia tietomallien käytöstä voidaan saavuttaa ja pohditaan millä keinoin potentiaalisia parannuskeinoja voidaan saavuttaa sekä minkälaista standardointia tämänkaltainen suunnitteluprosessi vaatii</p> <p>Työn sisältöä kerättiin aiheiseen liittyvistä julkaisuista sekä määräyksistä. Tämän lisäksi työssä viitataan muutamaankorjausrakentamis-hankkeeseen, jonka suunnittelussa on käytetty tietomallintamista. Näiden projektien pohjalta mietitään mitä hyötyjä mallinnuksesta oli ja minkälaisissa asioissa on vielä kehittämistä, että tietomallisuunnittelun hyödyistä saataisiin kaikki irti.</p> <p>Tietomallintamisen käyttö ainakin osittaisena suunnitteluvälineenä alkaa olla jo yleinen tapa suunnitteluhankkeissa. Suuri osa haastavista suunnitteluprojekteista halutaan toteuttaa tietomallintamisella siitä saavutettavien hyötyjen takia. Suunnitteluprosesseissa on silti edelleen kehitettävää, jotta suunnittelusta saadaan tehokasta, tarpeenmukaista sekä ajankäytöllisesti tuottavampaa.</p> <p>Tietomallintamisen maailmaan on siirrytty vahvasti viimeisen kymmenen vuoden aikana ja kehityssuunta on selkeästi se, että jatkossa tietomallisuunnittelua tullaan hyödyntämään entisestään. Tietomallisuunnittelun standardisointi tulee itsessään tukemaan BIM-käyttöön otosta saatuja hyötyjä. Työssä tehtyjen havaintojen perusteella voitiin todeta, että tietomallihankkeissa mukana olevien osapuolten riittävällä koulutuksella päästäisiin lähemmäksi tavoiteltuja hyötyjä.</p>	
Avainsanat	tietomallinnus, IFC, YTV2012, BIM

Author Title	Vesa Mustalahti Tietomallintamisen hyödyntäminen LVI-Suunnittelussa
Number of Pages Date	20 pages + 13 appendices 30 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Service Engineering
Professional Major	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Sunil Suwal, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to review the benefits and challenges of using building information models (BIM) as a tool in HVAC-design projects. In addition, the aim of this thesis was also to study that how much time and resources could be saved if building information models would be more used more effectively. And also considered what kind of changes in the project management could be used and what kind of standardization needs to be done to implement all the benefits that BIM offers.</p> <p>There was couple of methods used in this project to approach this problem. First was to study the current publications from the parties that are pioneers in this field and also what is the current standardization and legislation in BIM. There is also some BIM projects used as example to tell what kind of benefits there has been noted in renovation construction projects.</p> <p>The result of the project indicate the BIM itself is already commonly used tool between different fields of design. Because BIM and visual communication is evolving so fast There is some improvement needed in teaching all the different parties how to use the latest methods implemented.</p>	
Keywords	BIM, HVAC

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietomallinnus ja digitalisaatio	1
3	Tietomallinnuksen tavoitteet ja hyödyt	3
3.1	Muutosten ennakointi	4
3.2	Tietomallinnuksen kustannukset	5
3.3	BIM:in hyödyntäminen projektin eri vaiheissa.	6
4	Lähtötietoaineisto	10
4.1	Inventointimalli	10
4.2	Laserkeilaus	10
5	Mallien tuottaminen ja TATE-suunnitteluvaiheet	12
5.1	Tietomallin käytön tavoitteet ja yleiset asiat	12
6	Rakennushankkeen suunnitteluvaiheet	15
6.1	Ehdotus- ja yleissuunnittelu	15
6.2	Toteutussuunnittelu	17
6.3	Rakentamisvaihe	17
7	Johtopäätökset	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.1	Tietomallintamisen haasteet	18
7.2	Tietomallintamisen hyödyt	19
	Lähteet	20

## Lyhenteet

BIM	(Building Information Modeling) Rakennuksen tietomalli. Se tarkoittaa työkaluja, prosesseja ja teknologiaa, jolla luodaan rakennuksen digitaalinen tiedostokokonaisuus.
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu
IFC	(Industry Fountadation Classes) Kansainvälinen tiedostonsiirtoformaatti, joka mahdollistaa eri sovellusten välisten tietomallien yhdistämisen.
Template	Mallipohja

## 1 Johdanto

Tietomallipohjainen suunnittelu on yleistynyt rakennusalaalla viime vuosikymmenen aikana ja tietomallien käyttö on yleistynyt suunnittelijoiden keskuudessa. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan mitä hyötyjä tietomallin käytöstä on suunnittelun apuvälineenä projektin eri vaiheissa sekä minkälaisia hyödyntämismahdollisuuksia, haasteita ja tulevaisuuden näkymiä tietomallin käyttämisessä on rakennusprojekteissa. Opinnäytetyössä pohditaan myös millaisiin projekteihin tietomallipohjaista suunnittelua kannattaa käyttää. Työssä tarkastellaan tietomallinnusta etenkin korjausrakentamisen näkökulmasta, toteutuneita esimerkkihankkeita hyödyntäen.

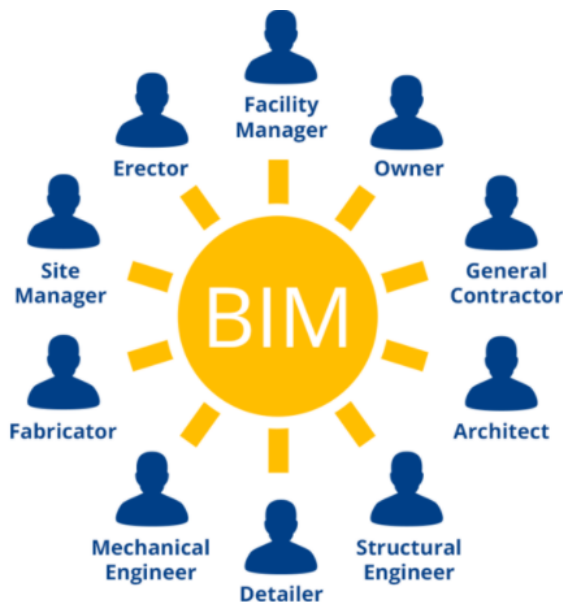
Työssä tutustutaan tietomallein yleisimpiin käyttötarkoituksiin, ajankohtaisiin julkaisuihin, yleisimmin käytettyihin ohjelmistoihin sekä yleisiin tietomallivaatimuksiin (YTV2012). Havaintoja tarkastellessa asioita pohditaan etenkin asioita LVI-suunnittelijan näkökulmasta ja opinnäytetyön tavoitteena on esitellä tietomallinnuksesta saatuja hyötyjä suunnitteluprosessin aikana.

## 2 Tietomallinnus ja digitalisaatio

”BIM-teknologialla (Building Information Modeling, BIM, rakennuksen tietomalli) rakennuksesta luodaan digitaalisesti yksi tai useampi todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Nämä mallit tukevat rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua kaikissa vaiheissa ja mahdollistavat paremman analytiikan ja hallinnan kuin manuaaliset prosessit. Digitaalisesti koostetut mallit sisältävät rakennuksen täsmällisen geometrian ja tiedot, joita tarvitaan rakentamisen, osien valmistuksen ja hankintatoimen tukena rakennusvaiheessa.” [6]

”Kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana”. [1,s.5]

Oikein käytetty rakennuksen tietomalli on pankki johon projektin tiedot on kerätty yhteen paikkaan ja sieltä helposti käytettävissä. Tämä on hyödyllinen työkalu etenkin suunnittelijoille. Yhdysvaltojen tietomallinnusstandardi komitean (NBIMS-US) mukaan tällä hetkellä rakennusten suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito on kalliimpaa kuin sen pitäisi, ja eri työvaiheiden toteutus on liian hidasta johtuen eri rakennusprosessin osapuolten välisten riittämättömän yhteistyön takia. [6] Osapuolten väliseen huonoon kommunikaatioon voi olla monia syitä, mutta yhtenä syynä tähän voidaan pitää nykyisten käytössä olevien projektipankki- metodien tehottomuutta tiedonvälittäjänä. Dokumenttipohjaisista tiedostoista tiedon hakeminen huomattavasti hankalampaa kuin visuaalisesta tietomallista.

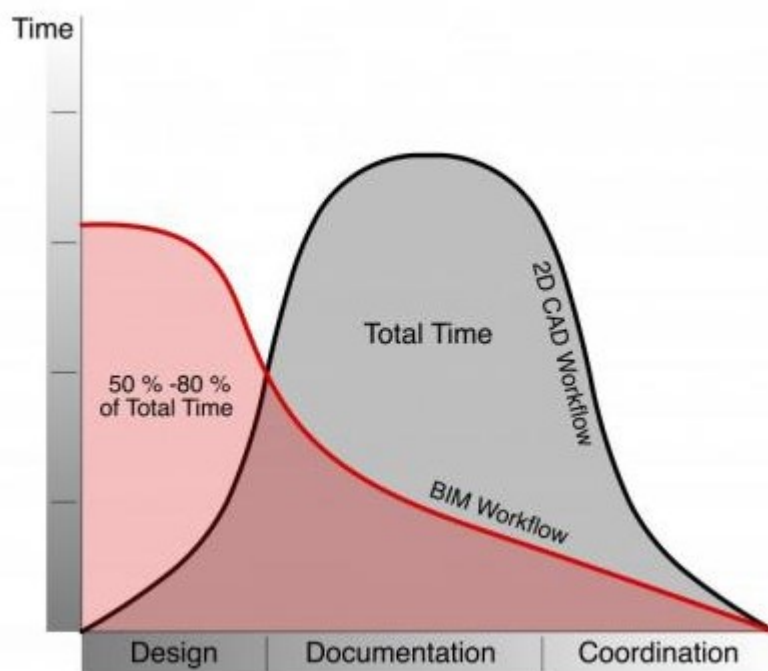


Kuva 1. BIM tiedonvälittäjänä [6].

### 3 Tietomallinnuksen tavoitteet ja hyödyt

Tietomallinnuksen yksi päätavoitteista on luoda työkalu jota pystytään hyödyntämään rakennuksen suunnittelusta ylläpitoon, koko rakennuksen elinkaaren ajan. Tietomallinnuksen käyttö suunnittelumuotona toimii projektipankin tavoin tietopankkina, keräten hankkeen kannalta tärkeää tietoa eri suunnittelualoilta samaan paikkaan. Tietomallinnuksella tuotettuja malleja pystytään hyödyntämään lukuisiin eri taloteknisiin tehtäviin elinkaari- energia ja olosuhde simuloinneista asennuskatselmuksiin.

Tietomallin tarjoamien työkalujen onnistuneen hyödyntämisen takaamiseksi on projektista riippuen mallille asetettava vaatimukset sekä tavoitteet sen mukaan miten mallia halutaan käyttää. Vaikka suunnittelun tarkoitus on tuottaa vain paperiset 2D- piirustukset, voidaan suunnittelussa silti käyttää tietomallinnuspohjaista suunnittelutapaa. 3D-mallin luomiseen menee enemmän aikaa kuin perinteisiin arkkitehtipohjiin, mutta tällöin aikaa säästyy tiedostojen käsittelyssä ja dokumentoinnissa.



Kuva 2. Ajankäytön jakautuminen 2D- ja Tietomallisuunnittelussa. [13].

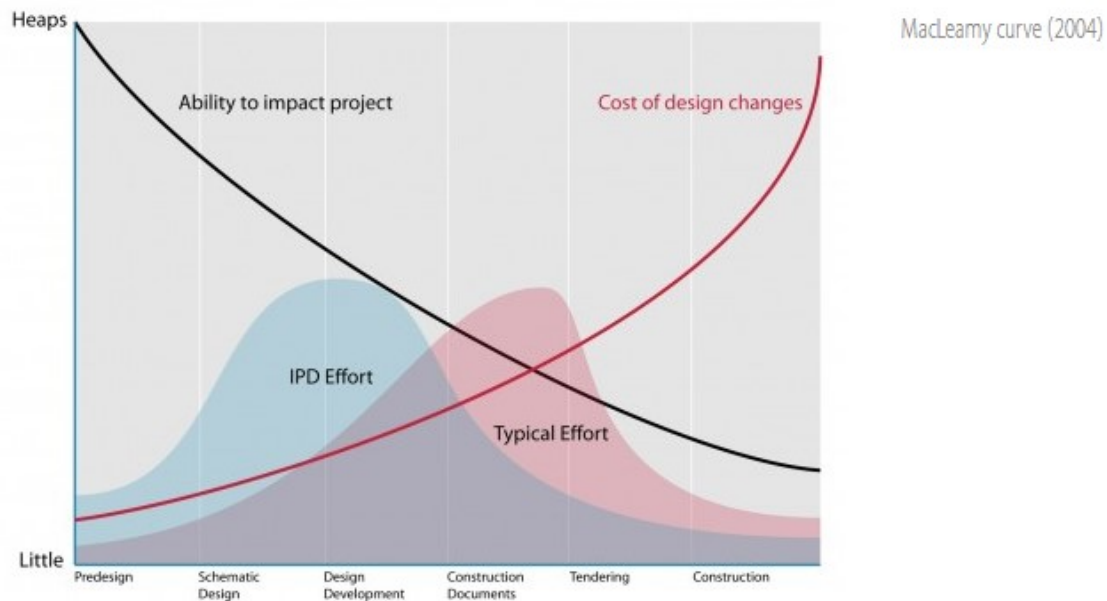


Yleisimpiä käyttökohteita tietomalleille rakennusprojekteissa ovat esimerkiksi Määrälas-kenta, jota käytetään kustannuksien laskentaan. Energia- ja ympäristö analyysien luominen jotka onnistuu lähtötietojen selvittämisen jälkeen automaattisesti suunnitteluohjelmilla. Myös laadunvarmistus voidaan osittain automatisoida suunnitteluohjelmien työkalujen ansioista. Todenmukaista geometriaa käyttäen voidaan törmäystarkastuksella varmistaa tilavarausten riittävyys tekniikan ja rakenteiden osalta. Myös puutteiden ja kanava- tai putkitörmäilyiden havainnointi on helpompaa kuin perinteisellä 2D- menetelmällä.

”Tietomalleista on entistä enemmän hyötyä nykyaikana kun suunnittelukokoukset järjestetään yhä useammin etäyhteyksillä. Yhdessä avoimen ja luottamuksellisen vuorovaikutuskulttuurin kanssa ne toimivat perustana systemaattiselle etenemiselle, jossa parhaat ratkaisut löydetään yhdessä” [12]

### 3.1 Muutosten ennakointi

Tietomallinnus mahdollistaa vuorovaikutuksen tilaajan ja suunnittelijoiden välille ja tämä mahdollistaa eri ratkaisuiden havainnollistamisen tilaajalle aikaisessa vaiheessa projektia. Aikaisessa vaiheessa havainnoidut muutostarpeet suunnitelmissa säästävät huomattavasti kustannuksia projektin loppuvaiheessa.[4] Alla olevassa kuvaajassa on esitetty muutosten vaikutuksia hintaan riippuen projektin vaiheesta.



Kuva 3. Macleamyn käyrällä kuvataan muutoksista aiheutuvaa hintaa projektin vaiheeseen nähden. [4].

Perinteinen suunnitteluprosessi tuottaa ratkaisuja liian myöhään ja on näin myös kustannuksellisesti huonompi vaihtoehto.

### 3.2 Tietomallinnuksen kustannukset

Mallintamisella toteutetun suunnittelun kustannuksista verrattuna perinteisiin 2D-suunnitelmiin ei ole olemassa tarkkaa tietoa. 2D- ja 3D-suunnitelmien kustannukset eivät ole suoraan verrattavissa keskenään, koska niiden laadulliset tarkkuudet poikkeavat toisistaan huomattavasti. Tietomallista jää myös suunnittelun jälkeen käytettäväksi ylläpitomalli, joka tuotetaan normaalin tietomallisuunnittelun yhteydessä.

”EU-valtioiden julkishallinnon organisaatioiden yhteistyöryhmä EU BIM Task Group on todennut avoimen tietomallintamisen, Open BIMin, säästöpotentiaalin olevan valta koko Euroopan rakennusteollisuuden osalta. Raportit ennustavat, että BIMin käyttöönotto toisi

15-25%:n säästöt globaaliin inframarkkinoihin vuoteen 2025 mennessä. Euroopan rakennusmarkkinoiden 1,3 triljoonan euron volyymissa jo 10% säästö BIMin käyttöön otossa tarkoittaisi 130 miljardin euron säästöä. Suomessa toteutettu Rasti -hanke arvioi vuosittaisiksi Suomen rakennusalan tiedonhallinnan hukaksi 300 miljoonaa euroa ja tuotavuuspotentiaaliksi 12-20% koko rakentamisen volyymiksi seuraavien 10 vuoden aikana. Täydet hyödyt tavoitetaan vasta kun aletaan tavoitella ”Isoa ja avointa BIMiä, jossa toimitaan kansainvälisten standardien mukaan, puhutaan koko elinkaaren kattavasta prosessista ja otetaan mukaan kaikki osapuolet.” [13].

### 3.3 BIM:in hyödyntäminen projektin eri vaiheissa.

Projektin alkuvaiheessa BIM:iä käytetään tiedon keräämiseen. Malliin kerätään tietoa kohteesta esisuunnittelua varten. Korjausrakentamiskohteissa malliin kerätään saatavilla oleva tieto rakennuksen nykytilasta. Rakennuksen geometrinen tieto voidaan tuoda malliin kohdekäynneillä suoritettujen mittausten avulla, vanhojen rakennesuunnitelmien pohjalta tai esimerkiksi laserkeilausmenetelmää käyttämällä.

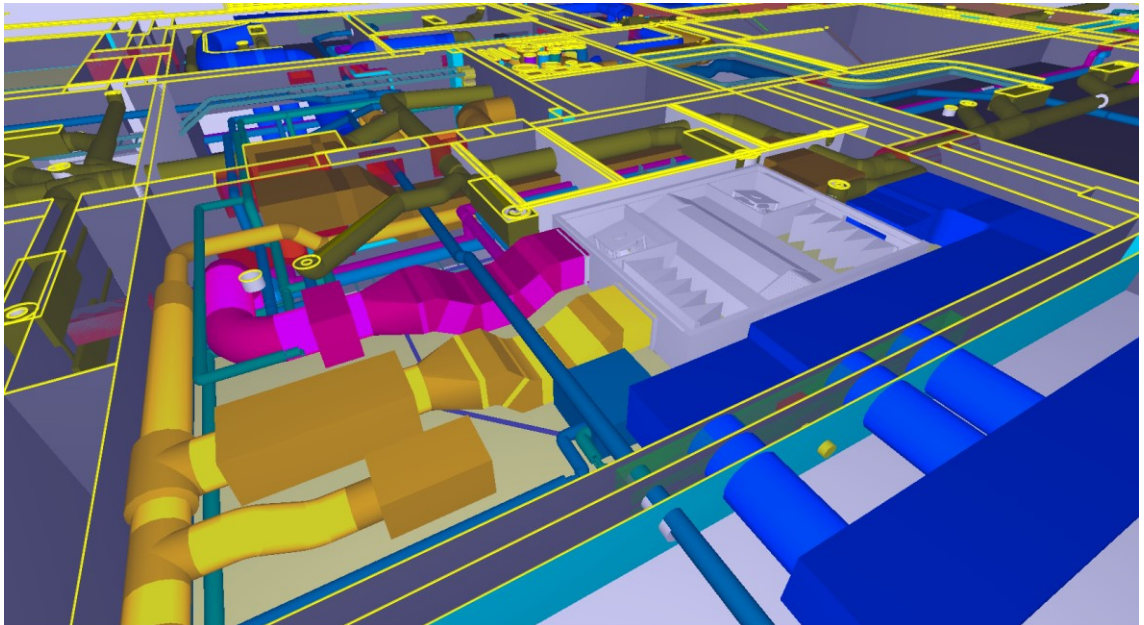
[13] Geometrisen datan avulla voidaan arvioida projektin kustannuksia. Esimerkiksi kiinteistön neliöiden perusteella voidaan antaa alustava arvio tulevan putkiremontin kustannuksista.

Kun malliin on tuotu tiedot rakenteista, ikkunoista ja niiden sijainnista sekä kun arkkitehti on määritellyt eri huoneiden tulevia käyttötarkoituksia voidaan mallia käyttää analysoimaan rakennuksen reaaliaikaisia suorituskykytietoja. Näiden tietojen pohjalta mallia voidaan käyttää työkaluna esimerkiksi kun simuloida rakennuksen lämpökuormia ja yksilöidä eri tilojen jäähdytystarpeita. Tämänkaltaista dynaamista tietoa voidaan käyttää päätöksenteon tueksi taloteknisissä päätöksissä. [13]

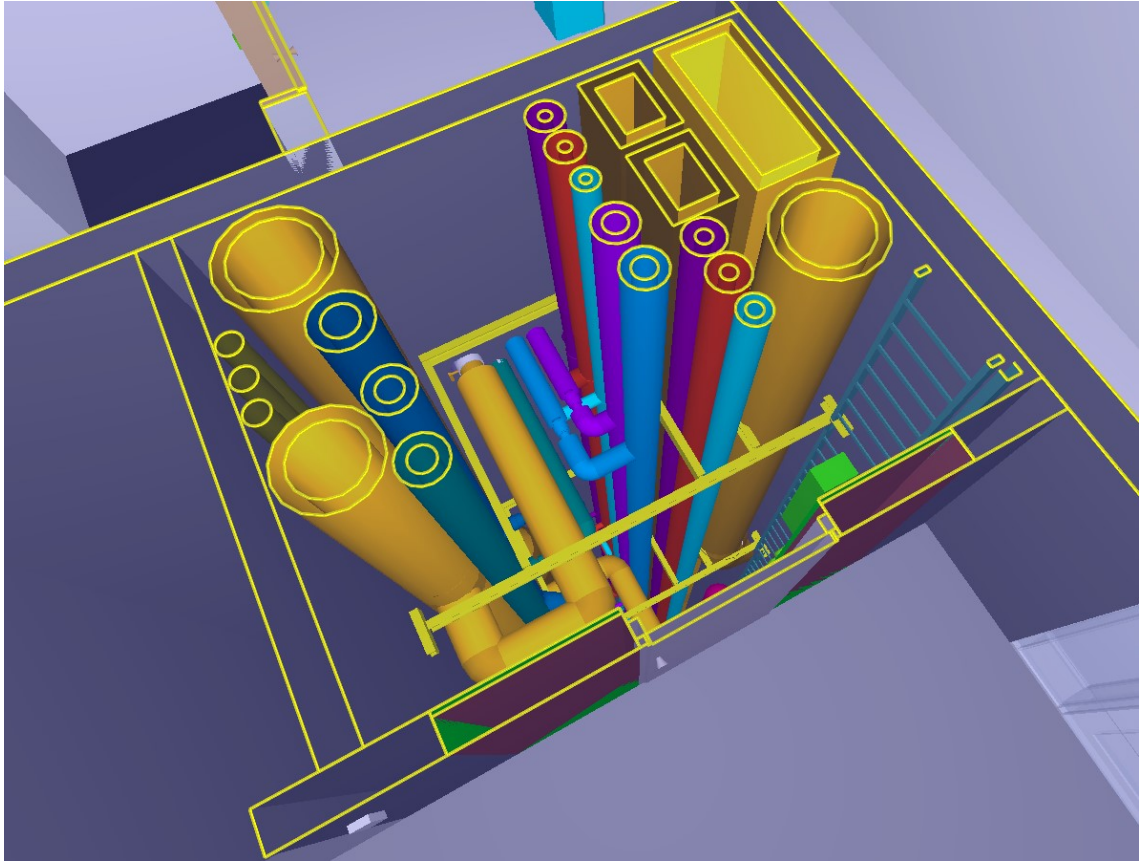
Korjausrakentamisessa riittävien lähtötietojen toimittaminen rakennuksen nykyisestä tilanteesta on pohja koko suunnittelutyölle. Taloteknisessä suunnittelussa yksi tärkeimmistä lähtötiedoista on käytettävissä olevat tilat alakatoissa, tekniikka kuiluissa sekä teknisissä tiloissa. Korjausrakentamisen yhteydessä talotekniikkaa päivitetään vastaamaan nykyisiä vaatimuksia, joka usein tarkoittaa kasvavaa tilantarvetta putkille, kanaville ja

muille teknisille laitteille. Käytettävissä olevien tilojen visuaalinen hahmottaminen 3D-mallin avulla on suuri hyöty jo alustavaa suunnittelua tehdessä.

Rakennusvaiheessa mallia käytetään tiedonvälittämiseen ja kommunikoimiseen. Kun kaikkien suunnittelualojen edustajat tekevät omat päivityksensä malliin niin näin kaikilla osapuolilla on koko ajan käytettävissä viimeisin versio suunnitelmista. Rakentamisvaiheessa tietomallin mahdollistama kohteen visuaalinen tarkastelu on suuri hyöty työmaan ja suunnittelijoiden välisessä kommunikaatiossa.[13] Asentaja voi työmaalla ollessaan katsoa mallista tiloihin tulevat talotekniset järjestelmät ja tämän avulla suunnitella laitteiden ja putkien asennusjärjestyksen sen pohjalta.

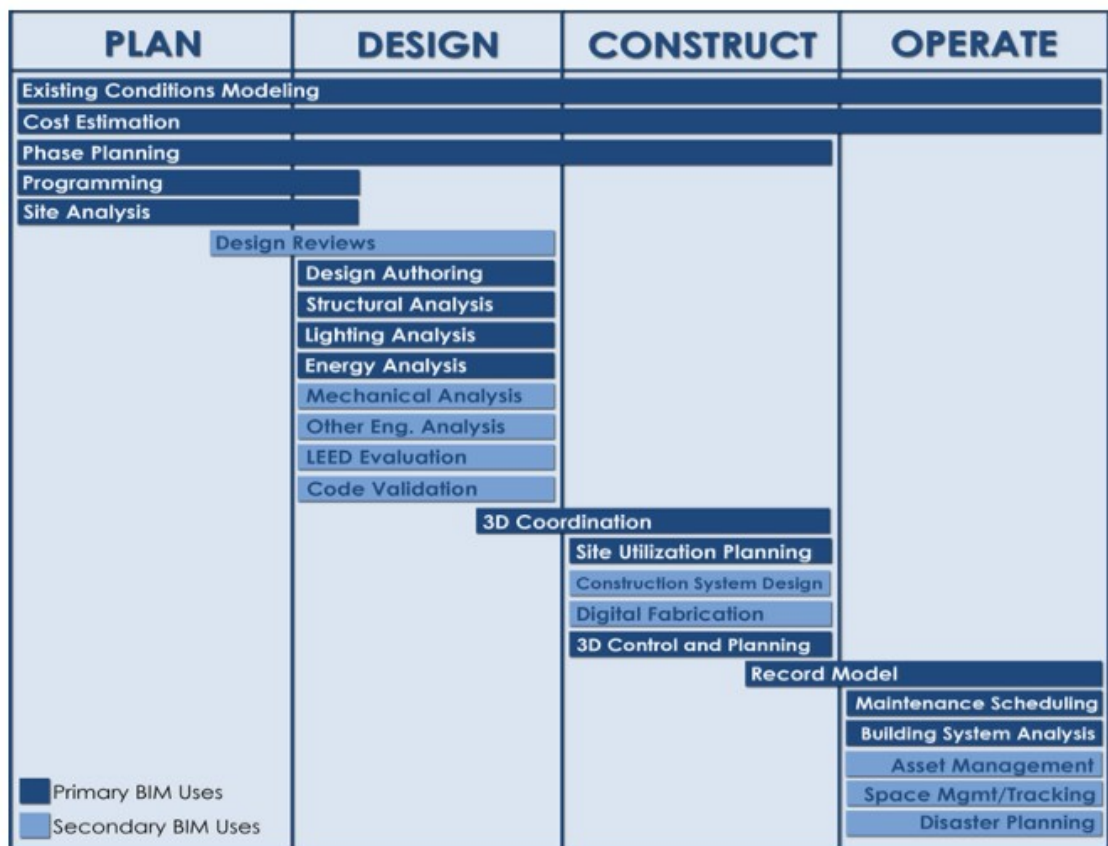


Kuva 4. Leikkaus erään korjausrakentamiskohteen yhdistelmämallista. Kuvaan on rajattu liiketilan alakaton sisäpuolinen alue. Malliin punaisella merkityt rakenteiden olemassa olevat läpiviennit ovat tärkeää tietoa LVI-reittien suunnittelussa



Kuva 5. Ahtaiden tekniikkakuilujen sovitusta on visuaalisesti helpompaa tarkastella tietomallista kuin 2D-suunnitelmista.

Hankkeen valmistuttua tietomalli jää kiinteistöä hallinnoivan tahon käyttöön ja sitä voidaan hyödyntää kiinteistön huollossa ja kunnossapidossa.



Kuva 6. Kuva 1 BIM hyödyntäminen projektin eri vaiheissa. [10].

Vuonna 2009 tehdyn kyselytutkimuksen perusteella BIM:iä käyttävät suunnittelijat koki-  
vat sen hyödyllisimmäksi ominaisuudeksi 3D-mallin. Kärkipäähän sijoittui rakennusjär-  
jestelmien suunnittelu, sekä suunnittelun laadun arvioiminen. [10]

BIM USE	Frequency	Rank	Benefit	Rank
	%	1 to 25	-2 to +2	1 to 25
3D Coordination	60%	1	1.60	1
Design Reviews	54%	2	1.37	2
Design Authoring	42%	3	1.03	7
Construction System Design	37%	4	1.09	6
Existing Conditions Modeling	35%	5	1.16	3
3D Control and Planning	34%	6	1.10	5
Programming	31%	7	0.97	9
Phase Planning (4D Modeling)	30%	8	1.15	4
Record Modeling	28%	9	0.89	14
Site Utilization Planning	28%	10	0.99	8

Kuva 7. Top 10 BIM:in käytöstä saatavat hyödyt. [10].

## 4 Lähtötietoaineisto

### 4.1 Inventointimalli

Inventointimalli luodaan projektin alussa hankkeelle tarkoituksenmukaisessa muodossa [1]. Inventointimalli ei ole täydellinen 3D-malli kohteesta vaan järjestelmällinen tieto koota ja hallita lähtötietoja projektin alkuvaiheessa. Inventointimallin toteuttamiseen valitaan projektista riippuen paras informaation keräys muoto. Esimerkiksi saneerauskohteissa jossa ei tehdä rakenteellisia muutoksia voidaan tämänkaltaisissa tapauksissa voidaan lähtötiedot kerätä esimerkiksi huonekorttipohjaisella ratkaisulla. Tämänkaltaisen malli voi olla riittävä, mikäli kohteeseen tulevat talotekniset tilantarpeet ovat verrattain pieniä käytettävissä olevaan tilaan nähden.

Inventiomallin tarkkuus taloteknisessä suunnittelussa määräytyy mihin mallia halutaan käyttää. Tilanvarauksia varten tehtävään malliin ei esimerkiksi tarvita tietoja seinien ja ikkunoiden U-arvoista vaan tärkeää on että mallista käy ilmi tilojen mitat, materiaalit ja esimerkiksi kantavien rakenteiden sijainnit. Mikäli kyse on kohteesta johon on tarpeen tehdä myös kustannus, energia, elinkaari ja olosuhde laskelmia ja analyysyjä tulee inventiomalliin syöttää huomattavasti enemmän tietoa.

Parhaan hyödyn inventointimallista talotekniseen suunnitteluun saa, laatimalla kohteesta 3D-mallin jonka pohjalta riittävän tarkat talotekniset tilantarpeet pystytään tekemään jo projektin alkuvaiheessa.

### 4.2 Laserkeilaus

Laserkeilaus on lasersäteiden avulla tehtävä mallinnus kohteesta. Lukuisten pisteiden avulla laser pistepilvestä saadaan hahmotettua kohteen kolmiulotteinen pinta. Keilain tallentaa takaisinheijastuvat lasersäteet, joiden kautta laite tulkitsee säteen etäisyyden, suuntauman ja takaisinheijastumisvoimakkuuden. Laserkeilauksen 3D-malli tuotetaan pistepilven avulla, jossa miljoonia laser pisteitä sidotaan samaan koordinaatistoon. La-



serkeilausmenetelmä ei edellytä fyysistä kontaktia mallinnettavaan pintaan, joten se soveltuu käytettäväksi lähes kaikkiin kohteisiin. Rakentamisessa sitä voidaan käyttää rakennuksen kolmiulotteisen tietomallin luomiseen. [3]

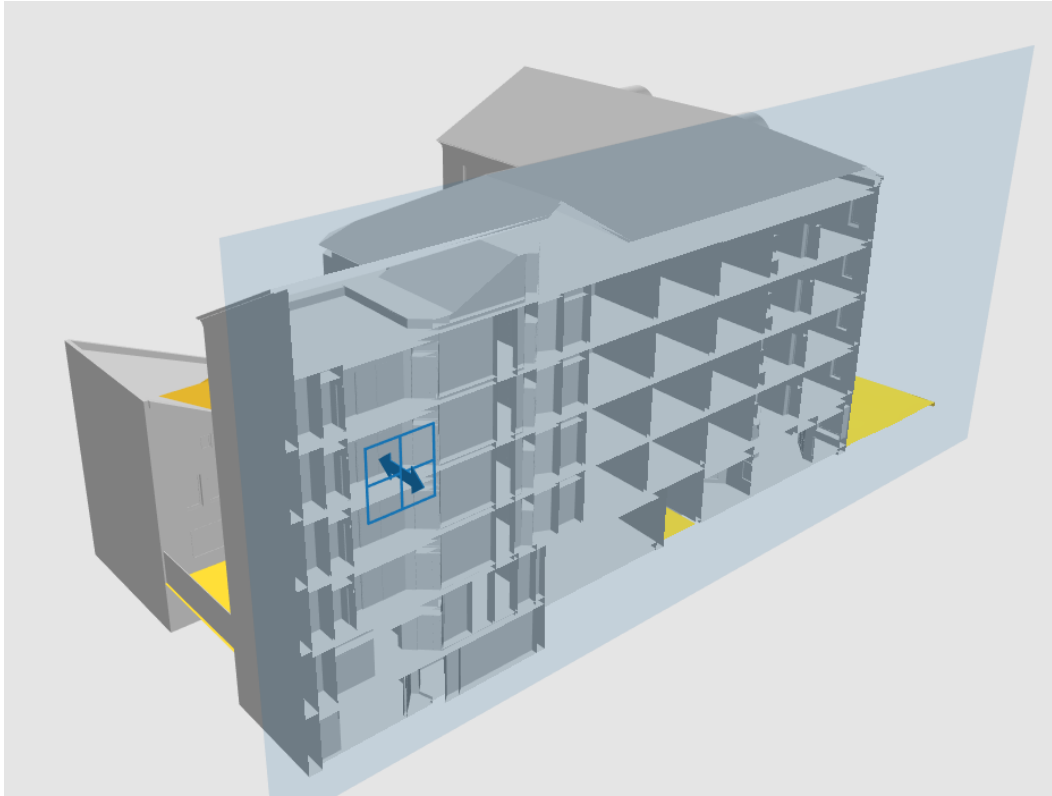
Laserkeilauksen käyttöön voidaan päätyä eri perusteilla, mutta merkittävin tekijä on yleensä kustannukset. Laserkeilaus ei välttämättä ole se edullisin mittausvaihtoehto, mutta kun otetaan huomioon jatkokäyttömahdollisuudet mittaustarkkuus sekä kannattavuus saattaa se olla kokonaisuuden kannalta kannattava vaihtoehto. [3]



Kuva 8. Laserkeilauksella tuotettu 3D-Malli linjasaneerauskohteesta

Inventointimallia voidaan tarkastella esimerkiksi Trimble Connect nimisellä selainpohjaisella IFC-mallien tarkasteluun tarkoitetulla ohjelmalla. Mallista on helppo tarkastella tiloja ja rakenneleikkauksia voi ottaa mistä suunnasta tahansa.





Kuva 9. Leikkauskuva laserkeilauksella teetetyistä inventointimallista.

Linjasaneerauskohteeseen tehtiin laserkeilaus inventointimallin pohjaksi. Laserkeilausta varten luotiin tietomalliselostus, jonka tarkoitus on välittää projektin muille osapuolille mi-  
hin tarkoitukseen ja millä tarkkuudella tietomalli julkaistaan.

## 5 Mallien tuottaminen ja TATE-suunnitteluvaiheet

### 5.1 Tietomallin käytön tavoitteet ja yleiset asiat

Projektiin ryhtyvien kesken laaditaan tietomalliselostus jota päivitetään koko projektin ajan. Tietomalliselostuksen laajuudesta sovitaan projektin alkuvaiheessa vastaamaan ti-  
laajan ja suunnittelijoiden vaatimuksia. Tietomalliselostukseen kirjataan myös ne aiheet

ja tiedot joita ei ole mallinnettu. Kaikkien hankkeeseen ryhtyvien tulee sitoutua käyttämään ohjelmistoja jotka ovat IFC-yhteensopivia. Hankkeeseen ryhtyviltä pitää löytyä riittävästi ammattitaitoa, jotta hyvään lopputulokseen on mahdollista päästä. Tietomallin käyttö edellyttää yleensä työritiimin päivittämistä, se ei yleensä ole huono asia ja vanhentuneita työtapoja on syytä päivittää aika-ajoin. Omien suunnittelutapojen muuttaminen on yleensä työlästä ja siksi ensimmäisestä tietomalliprojektista on yleensä turha odottaa tehokkuuden lisäystä perinteiseen suunnittelutapaan.

Projektin alussa tehdään Suunnittelutarjouspyyntö, jossa TATE- suunnittelija määrittelee tietomallivaatimuksen tason. Tasot voidaan jakaa kahteen vaatimusmallitasoon riippuen vaatimusmallin toteutustavasta. Tason 1 mukainen tehdään dokumenttipohjaisen ja Taso 2 on tietomallipohjainen. Vaatimusmallin sisältö riippuu projektista.

Suunnitelmien laadun ja osapuolien välisen tiedonsiirron parantaminen ja suunnittelu-prosessin tehostaminen. Rakennuttajalle pyritään tarjoamaan tukea investointipäätösten tekemiseen sekä mahdollisuuksien mukaan kustannuksia ja elinkaariominaisuuksia. [3]

Helsingissä tehtyyn linjasaneeraus- ja ullakkorakentamisprojektiin tehtiin inventointimalli rakennuksen nykyisestä tilanteesta. Malli laadittiin laserkeilausmenetelmällä noudattaen yleisien tietomallivaatimusten suoritusohjeita (RT 10-11067) noudattaen. Kiinteistön mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden ja kestävän kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Lisäksi malli helpottaa investointipäätösten tekemistä sillä, vertailu eri vaihtoehtojen välillä on helpompaa. Korjausrakentamiskohteessa mallilla voidaan havainnollistaa suunnitelmia ja analysoida rakennettavuutta.

### 3 MITTAUSMENETELMÄT, TARKKUUS JA AJANKOHTA

#### 3.1 Mittauksen kuvaus

Mittausmenetelmä	Laserkeilaus, laserkeilain Faro Focus 3D, keilausasemia 419 kpl
Mittaustarkkuus	+/- 2 mm
Mittausajankohta	11.4.-14.4.2016
Poikkeamat mittausmäärittelystä	-
Mitta-aineiston toimitusmuoto	-
Muuta huomioitavaa	-

#### 3.2 Mallinnuksen kuvaus

Mallinnuksen mittayksikkö	mm
Koordinaatisto	Inventointimalli on mallinnettu projektikoordinaatistoon. Projektikoordinaatistona toimii moduulilinjasto.
Korkeusjärjestelmä	Korkeusjärjestelmä N2000, lähtökorko +26.38 otettu vanhoista piirustuksista.
Origo	Origo sijaitsee moduulilinjojen 1-E risteyskohdasta x- ja y-suuntaan -10000 mm
Siirtokoordinaatit	-
Kerrosten korkeusasemat	Kerrosten lattiakorko: Kellari korko +23.50 1. kerros korko +26.38 2. kerros korko +29.83 3. kerros korko +33.18 4. kerros korko +36.55 5. kerros korko +39.895
Lähtötietojen alkuperä	Tilaaajan toimittamat pohja- ja leikkauspiirustukset
Mallin tarkkuus	YTV 2012 osan 2 mukainen
Poikkeukset tarkkuustasosta	-

Rakennusosien nimeämisperiaatteet	Rakennusosat on nimetty yleisesti
Käytetty tasojärjestelmä	TALO 2000
Poikkeamat mallinnuskäytännöstä	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yläpohjan ja vesikatteen mallinnus ei kuulu toimeksiantoon. Vesikate mallinnettu ulkonäöllisistä syistä, ei perustu mittausaineistoon</li><li>- Kellarissa "Luonnonkivi"-nimetyt seinät mallinnettu suoriksi pinnoiksi (epätasainen kallioseinä)</li></ul>
Muuta huomioitavaa	-

Kuva 10. Ote linjasaneerauskohteen Tietomalliselostuksesta. [7].

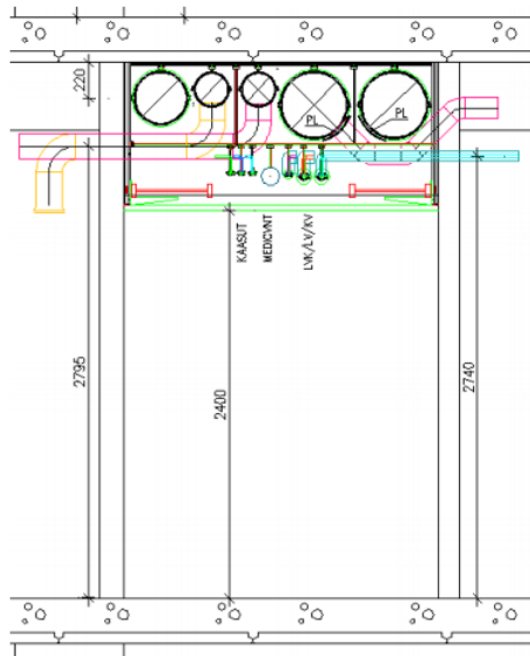
## 6 Rakennushankkeen suunnitteluvaiheet

### 6.1 Ehdotus- ja yleissuunnittelu

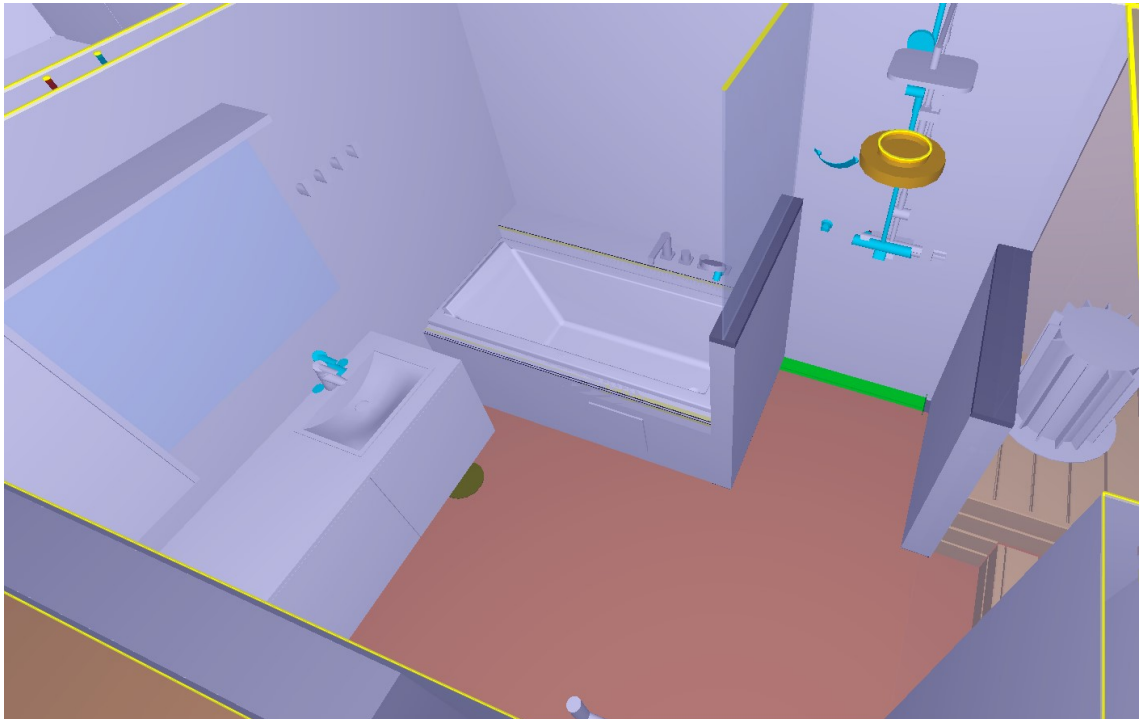
Ehdotussuunnitteluvaiheessa suunnitellaan projektissa tai suunnittelutarjouspyynnössä sovitulla laajuudella vaihtoehtoisia ratkaisuja. Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheen tavoite on tuottaa tiedot ARK- ja RAK- suunnittelijoille. Tämän suunnitteluvaiheen tiedot ovat alustavia ja ne ovat pääasiassa alustavia linjavetoja avuksi järjestelmävalintoihin, palvelualuekaavioihin, sekä taloteknisiin tilavarauksiin 2D-leikkauksien tai 3D-mallialueiden muodossa. Tässä suunnitteluvaiheessa tuotetuilla simulaatioilla voidaan alustavasti arvioida esimerkiksi jäähdytystarpeita. [2]

Pinta-alojen ja tilavuuksien perusteella voidaan laskea alustavia kustannusarvioita erilaisille ratkaisuille. Tilapohjainen kustannuslaskenta on osa mallipohjaisen prosessin pakollisia tehtäviä. Tilamallien avulla kohteesta voidaan luoda myös alustavia energia-analyyskejä ja elinkaarikustannusarvioita. [2]

Ehdotussuunnitteluvaiheessa haetaan sopivimpia ratkaisuita vaihtoehtoisilla suunnitelmissa. Kolmiulotteinen mallinnus ja visualisointi nopeuttavat eri ratkaisuiden vertailua ja tuovat suunnitelmat konkreettiselle tasolle. Visuaalinen tarkastelu helpottaa ongelmien havainnointia [2].



Kuva 11. 2D-leikkauskuva LVI-suunnitelmista. Suunnitelmasata saatava tieto on huomattavasti niukempi.



Kuva 12. Mallista voi helposti tarkastaa esimerkiksi yksittäisen vesikalusteen tarkat tuotetiedot, geometrisen sijainnin sekä kappalemäärät.

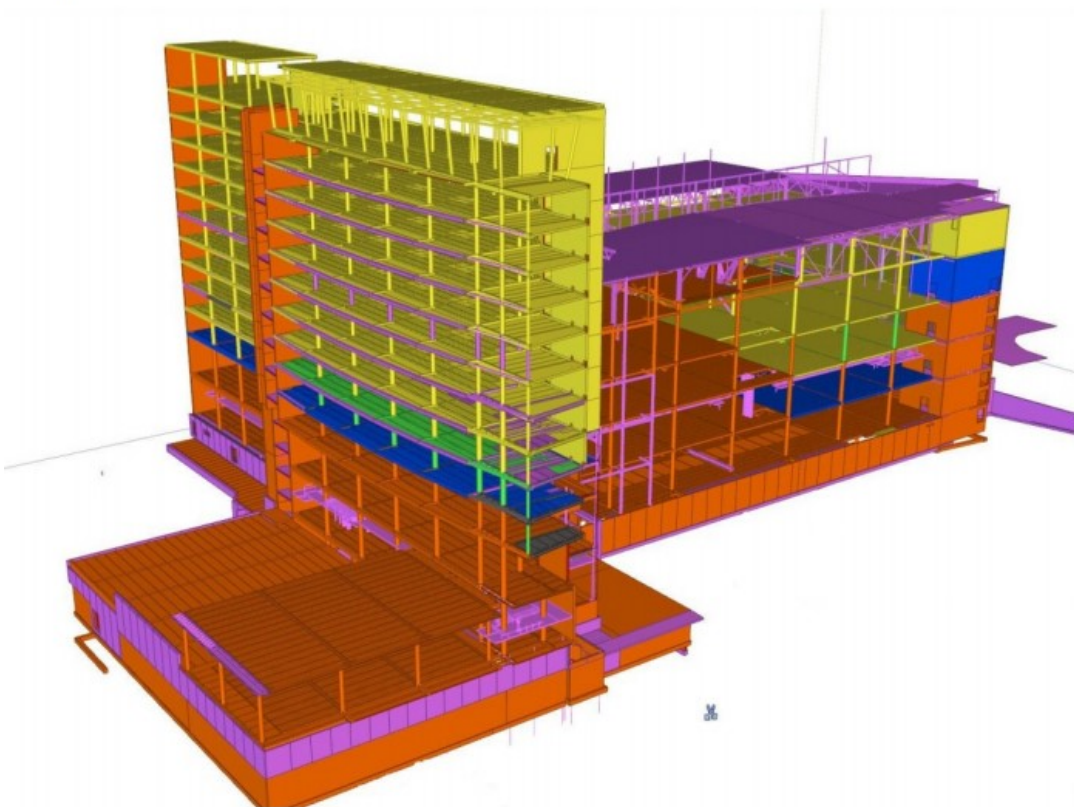
## 6.2 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnittelumenetelmä pysyy lähes samana, mutta tuotettavan tiedon tarkkuustaso kasvaa ja suunnitelmat viimeistellään urakkatarjouspyynnössä määriteltyä tarkkuustasoa vastaavaksi. Toteutussuunnitteluvaiheessa kaikista taloteknisistä ratkaisuista tehdään koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit. Virtaus-tekniisissä järjestelmissä verkostot luodaan ehjiksi ja eri kerrosten välillä jonka jälkeen verkostot voidaan suunnitteluohjelmiston mahdollistamissa rajoissa mitoittaa, tasapainottaa tai tuottaa muita analyysitoimintoja. Vaikka verkostoissa oleva tieto viedään malliin, voidaan esimerkiksi lämmönsiirtimen mitoitus tiedot silti esittää erillisessä dokumentissa.[2] Putkisto- ja kanavareitit on tärkeää mallintaa sillä tarkkuudella, että mm materiaalistojen ja törmäystarkasteluiden tarkastelu mallista antaa mahdollisimman tarkkaa ja luotettavaa tietoa.

## 6.3 Rakentamisvaihe

Merkittävin informaatio tietomallista rakentamisvaiheessa on mallien visuaalisuus ja sen hyödyntäminen. Kun mallinnus on tehty virheettömästi voidaan tämän tiedon pohjalta kohteeseen, rakenteisiin ja toteutettaviin asennuksiin perehtyä yksityiskohtaisesti. Tämä helpottaa urakoitsijaa esimerkiksi työjärjestysten sekä aikataulutuksen suunnittelussa. Mikäli tietomallia halutaan käyttää hyödyksi aikataulun suunnittelussa, tulee siitä sopia osapuolten kesken jo suunnittelun alkuvaiheessa. Siten malliin voidaan kirjata esimerkiksi värikoodeilla eri töiden suunnitellut aikataulut. Mallipohjaisen aikataulutuksen edellytyksenä on, että mallia päivitetään jatkuvasti töiden edetessä (Kuva9).

Toinen merkittävä tietomalleista saatava hyöty on määrälaskenta. Oikein tehdystä mallista voidaan tuottaa helposti määräluetteloita suunnittelualakohtaisesti. Määräluetteloita voidaan käyttää tukemaan hankintoja.



Kuva 13. Projektin aikataulutus tietomallin avulla. Kuvan värikoodit: oranssi = valmis, sininen = kuluva viikko, vihreä = seuraava viikko, keltainen = aikataulutettu yli kahden viikon päähän, lila = aikataulutettu yli kahden viikon päähän, eri urakoitsijalle. (SRV, Flamingo, Vantaa). [1].

## 7 Päätelmät

### 7.1 Tietomallintamisen haasteet

Suunnittelussa esiintyvät ongelmat johtuvat yleensä suunnittelutiimin puutteellisista taidoista tietomallinnuksen käytössä. Tämä johtaa siihen että suunnitteluun käytetty aika kasvaa liian korkeaksi verrattuna siitä saatuun hyötyyn. Tietomallinnuksen käyttöön siirtäessä tulee ottaa huomioon, että koko suunnitteluprosessi muuttuu CAD-pohjaiseen verrattuna. BIM suunnittelussa aikaa käytetään enemmän suunnitelman tekemiseen kun taas CAD suunnittelussa aikaa menee keskimäärin enemmän dokumentointiin. Tämä

muutos saattaa ottaa aikansa ja tästä johtuen ajallisia hyötyjä on tuskin luvassa ensimmäisissä projekteissa. Siirtymävaiheessa iso asia on oikeanlaisen Templaten luominen. Huolellisesti luotu Template vähentää suunnittelun dokumenttiin tarvittavaa aikaa.

Talotekniikan työnjohdon ja asentajien toive työmailta on, että mahdollisimman monet kohteet olisivat mallinnettuja. Haasteita voi silti syntyä esimerkiksi siitä ettei kaikilla urakoitsijoilla ole riittävää osaamista tietomalliohjelmistojen käytöstä, tai tähän tarvittava laitteisto on puutteellista. Parhaaseen lopputulokseen päästään kun riittävän aikaisessa vaiheessa projektia varmistetaan, että hankkeen kaikilla osapuolilla on riittävä osaaminen tarvittavien ohjelmistojen käyttämiseen.

Teoriassa tietomallisuunnittelussa syntyvä ylläpitomalli on kätevä työkalu kiinteistön ylläpidossa rakennustöiden valmistuttua. Todellisuudessa kuitenkin tietomallien käyttö ja niiden tuomat hyödyt jäävät käyttämättä ylläpitovaiheessa, koska usein kiinteistöjen huolto- ja ylläpito-organisaatioissa ei osata käyttää tietomalleja. Tämän asian parantamiseksi tulisi kiinteistöhoitoon koulutuksessa asiaan kiinnittää erityistä huomiota. Ongelmia aiheuttaa myös esimerkiksi puutteellisesti laadittu tietomalli tai, että mallin tarkasteluun käytettävät ohjelmat tai tietokoneet eivät ole yhteensopivia.

## 7.2 Tietomallintamisen hyödyt

Oikein käytettynä tietomallintamisen käyttö tuo hyötyä hankkeen jokaiselle osapuolelle. Suunnittelijaryhmälle se toimii työkaluna ja visuaalisena tietopankkina koko projektin ajan. Urakoitsijat ja rakennusliikkeet voivat rakentamisvaiheessa käyttää tietomalleja esimerkiksi suunnitelmien arviontiin sekä työnsuunnitteluun. Tilaaja ja loppukäyttäjät voivat tutustua tietomallinnettuun kohteeseen jo suunnitteluvaiheessa. Kaikkien eri osapuolten hyödyissä korostuu tietomallintamisen hyödyntäminen eräänlaisena visuaalisena viestintävälineenä. Tietomallintamisella tavoitellaan parempilaatuista suunnittelua, tekemistä suorista kustannussäästöjä.



## Lähteet

- 1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. 2012 RT-11066. Helsinki: Rakennustieto
- 2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012 RT 10-11069. Helsinki: Rakennustieto
- 3 Rajala, Marko. Laserkeilausmittaus ja rakennuksen inventointimalli. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090701.pdf>>. Luettu 23.3.2019.
- 4 Davis, Daniel. The MacLeamy curve. Verkkoaineisto. <<http://www.danieldavis.com/macleamy/>>.
- 5 Patel, Yash. What is openBIM? Verkkoaineisto. <<https://www.bimtraining.in/post/what-is-openbim>> Luettu 24.5.2021.
- 6 Mitä on BIM? 2018. Verkkoaineisto. Tekla Oy. <<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>> Luettu 1.3.2018.
- 7 Tietomalliselostus ProSolve.
- 8 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 12. Tietomallein hyödyntäminen käytön ja ylläpidon aikana. 2012 RT-11077
- 9 Latvala, Jyrki. 2012. Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa. Fira Oy. <[http://aaltopro2.aalto.fi/lomakkeet/tilaukset/Rakentaminen/r34/Latvala-Jyrki\\_Tietomallinnuksen\\_hyodyntaminen\\_tyomaatoiminnassa.pdf](http://aaltopro2.aalto.fi/lomakkeet/tilaukset/Rakentaminen/r34/Latvala-Jyrki_Tietomallinnuksen_hyodyntaminen_tyomaatoiminnassa.pdf)>
- 10 The uses of bim. 2011. Verkkoaineisto. Pennstate Collage of Engineering. <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanning/chapter/uses/> Luettu 2018.
- 11 Banks, Jared. 2015. Why BIM is still bankrupting your firm. Shoegnome architects. Verkkoaineisto. <<http://www.shoegnome.com/2015/12/09/bim-still-bankrupting-firm/>> Luettu 24.5.2021
- 12 Monialainen, tietomalleihin pohjautuva suunnittelu tuo paljon mahdollisuuksia rakennuttajalle. Verkkoaineisto. Optiplan Oy. <https://optiplan.fi/blogi/monialainen-tietomalleihin-pohjautuva-suunnittelu-tuo-paljon-mahdollisuuksia-rakennuttajalle/> Luettu 1.3.2021.

- 13 Perttula, Tiina & Savolainen, Tarmo. 2019. Kansainvälinen tietomallistandardointi tulee – ”pienestä” BIMistä isoon tornadoon. Building Smart Finland. Verkkoaineisto. <<https://buildingsmart.fi/kansainvalinen-tietomallistandardointi-tulee-pienesta-bimista-isoon-tornadoon/>>