

TIETOMALLIN HYÖDYNTÄMINEN LINJASANEERAUKSISSA

Joni Ollikainen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



Tekijä Ollikainen, Joni	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 27.05.2011
	Sivumäärä 50	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi TIETOMALLIN HYÖDYNTÄMINEN LINJASANEERAUKSISSA		
Koulutusohjelma Rakennustekniikka		
Työn ohjaaja(t) HAAPAMAA, Hannu, lehtori		
Toimeksiantaja, yhteyshenkilö Insinööritoimisto Controlteam Oy SEPPÄNEN, Petri, Toimitusjohtaja		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö käsitteli rakennuksen linjasaneerauksen toteutusta kaikkine vaiheineen tietomallia hyödyntäen. Tarkoituksena oli selvittää, voiko tietomallin käyttöönottoa harkita insinööritoimistossa. Tavoitteena oli ottaa selvää tietomallinnuksen hyvistä ja huonoista puolista korjausrakennushankkeessa ja soveltaa niitä linjasaneerauksiin. Toinen tavoite oli tehdä kustannusvertailu kohteen digitoinnista. Kohteen digitointitavoiksi valittiin perinteinen tapa, Maxmess – ohjelman käyttö ja laserkeilaus. Lisäksi tarkoituksena oli tehdä yhteenveto mahdollisista toimenpiteistä, joilla toimeksiantaja voi alkaa kehittää linjasaneerausta tietomallipohjaiseksi hankkeeksi.</p> <p>Tutkimus toteutettiin haastattelemalla tietomallinnuksen avulla toteutettavan Jyväskylän Ammattiopiston Viitaniemen kampuksen perusparannuskohteen osapuolia. Esimerkkikohde sisälsi valmiin mallin, jonka pohjalta kysymykset esitettiin. Kustannusvertailu toteutettiin pyytämällä tarjoukset digitoinnista ja arvioimalla tapoihin kuluvia työtunteja. Tutkimuksen molemmissa vaiheissa otettiin selvää toimintatapojen soveltuvuudesta linjasaneeraukseen.</p> <p>Tutkimustulokset osoittivat, että tulevaisuudessa tietomallinnuksen käyttöön siirtyminen on välttämätöntä. Tietomalleihin liitettävien toimintamallien ansiosta suunnittelu nopeutuu sekä toteutuksen ja ylläpidon aikaiset kustannukset laskevat. Tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, että nykytilanteessa ohjelmistot eivät vielä ole niin kehittyneitä, eikä osaavia mallintajia ole tarpeeksi, jotta siirtyminen olisi ajankohtaista. Tutkimuksen kustannusvertailussa havaittiin, että laserkeilauksen ja perinteisen mallinnuksen sijaan kannattaa tutkia muita digitointitapoja. Jatkotoimenpiteeksi voidaan kustannusvertailun perusteella suositella inventointimallin tekoa Maxmess –ohjelmiston avulla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) rakentaminen, korjausrakentaminen, tietomallinnus, linjasaneeraus		
Muut tiedot		



Author Ollikainen, Joni	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 27.05.2011
	Pages 50	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/>
Title UTILISATION OF BUILDING INFORMATION MODELS IN PIPE RENOVATION		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) HAAPAMAA, Hannu		
Assigned by Insinööritoimisto Controlteam OY SEPPÄNEN, Petri, Managing Director		
Abstract <p>The commissioner of this thesis was Insinööritoimisto Controlteam Oy. The thesis dealt with a pipe renovation project with all of its phases by utilizing a building information model. The objective of the thesis was to survey the use of a building information model in a real project. The objective was to learn about the positive and the negative aspects of the model in a renovation project. The secondary objective was to compare the expenses of the digitalization of the plans from an existing building. Additionally one purpose was to find out the means for proceeding with modeling in renovation projects.</p> <p>The research was executed by interviewing the parties involved in the renovation project of the Jyväskylä Vocational College Viitaniemi Campus. The comparison between the expenses was executed by placing the bid for the different ways of making the digitalization. The suitability of the procedures in pipe renovation was reviewed in both phases of the research.</p> <p>The results of the research indicated that the utilization of the building information model in pipe renovations is necessary in the near future. Due to the procedures that can be attached to model, planning speed up and the expenses of the execution and the maintenance of the project decrease. The results also indicated that the present day applications are not as developed as needed to make full use of the model. The professionally skilled modelers are also few. These points make transition premature. The expense comparison phase of the research indicates that it is advisable to research more ways to digitalize buildings instead of using traditional ways or laser scanning. According to the expense comparison the suitable procedure for proceeding in transition is to find out the possibilities of using the Maxmess digitalization application.</p>		
Keywords construction, renovation, building information model, BIM, pipe renovation		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ.....	1
1 JOHDANTO	4
1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	4
1.2 Tehtävän rajaus ja toteutus.....	5
2 LINJASANEERAUS.....	6
2.1 Putkityöt.....	7
2.2.1 Perinteinen menetelmä	7
2.2.2 Pinnoitus- ja sukitusmenetelmät	7
2.3 Sähkötyöt	8
2.4 Rakennustekniset työt.....	9
2.5 Muut työt.....	9
3 HANKESUUNNITTELU.....	10
3.1 Kiinteistön kunnan seuranta.....	10
3.2 Kohdekartoitus	11
Kuntoarvio	12
Kuntotutkimus	12
3.3 Hankesuunnitelma.....	13
4 TIETOMALLISUUNNITTELU	16
4.1 Tietomallisuunnittelun perusteet	16
4.1.1 Tietomalli	16
4.1.2 Tiedonvälitys	17
4.2 Tietomallisuunnittelun vaiheet	19
4.2.1 Inventointimalli	19
4.2.2 Vaatimus- ja tilamallit.....	20
4.2.3 Rakennusosa- ja tuoteosamalli	21
4.2.4 Toteuma- ja ylläpitomalli	22
4.3 Tietomallisuunnittelu verrattuna perinteiseen suunnitteluun.....	22
4.4 Tietomallisuunnittelun mahdollisuudet	24
4.1.1 Malliin sijoitettavat valmiit komponentit.....	24
4.1.2 Luetteloiden ja tulosteiden tuotto	24
4.1.3 Mallin käyttö havainnollistamiseen	25

5 LINJASANEERAUKSEN TIETOMALLISUUNNITTELU	26
5.1 Kohteen digitointi	26
5.1.1 Digitointi	26
5.1.2 Käsien mittaus ja takymetri	26
5.1.3 Laserkeilaus	27
5.1.4 Maxmess Professional 2011 -ohjelmisto	28
5.2 Pääsuunnittelu ja rakennussuunnittelu	29
5.3 Rakennesuunnittelu	30
5.4 LVI-suunnittelu	31
5.5 Sähkötekniisten järjestelmien suunnittelu	31
5.6 Tietomalli saneeraustyömaalla	32
6 ESIMERKKIKOHTEEN OSAPUOLTEN NÄKÖKULMIA	33
6.1 Jyväskylän ammattipiston Viitaniemen kampus	33
6.2 Tilaaja	33
6.3 Rakennuttajakonsultti	35
6.3 Rakennussuunnittelija	37
6.4 Talotekniikkasuunnittelija	39
7 KUSTANNUKSET	40
7.1 Kustannusvertailun kohde	40
7.2 Käsien digitointi mittaamalla	40
7.3 Laserkeilaus	41
7.4 Digitointi Maxmess Professional –ohjelmistolla	41
8 TIETOMALLINNUKSEN HYÖDYT NYKYTILANTEESSA	42
8.1 Tilamallit ja törmäystarkastelu	42
8.2 Aikataulutus ja työnaikainen tilojen käyttö	43
8.3 Hankkeen tiedotus ja viestintä	44
8.4 Määrälaskenta	45
8.5 Linjasaneeraus pinnoittaen	45
8.6 Jatkokäyttö	45
9 POHDINTA	46
LÄHTEET	49

KUVIOT

KUVIO 1. Kustannusten määräytyminen rakennusprosessissa.....	13
KUVIO 2. Esimerkki rakenneosan sisältämistä attribuuttitiedoista Tekla Structures –ohjelmistossa.....	17
KUVIO 3. Näkymä Solibri Model Viewer –tarkasteluohjelmistosta.....	18
KUVIO 4. Mallintamisen teoreettiset vaiheet.....	20
KUVIO 5. Esimerkki hankevaiheistuksesta.....	22
TAULUKKO 1. Rakennushankkeen vaiheet perinteisesti ja tietomallihankkeessa.....	21

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyöni aiheena oli tietomallin hyödyntäminen linjasaneerauskohteen suunnittelussa ja mallin käytön hyötyjen pohtiminen hankkeen eri osapuolten välillä. Linjasaneerauskohteilla tarkoitetaan tässä tapauksessa lähinnä asuinkerrostaloja, joissa korjaustarpeet lisääntyvät koko ajan.

Korjausrakentamisen osalta ”suurin työllistäjä” ovat jo nyt vuosina 1960 - 1980 sarjatuotannolla rakennetut asuinkerrostalot. Näinä vuosina rakennettiin jopa lähes puolet Suomen nykyisestä kerrostalokannasta väestön kaupunkeihin kohdistuneen muuttoliikkeen takia. Rakennusteollisuuden nopean kehityksen myötä suurin osa näistä kerrostaloista on rakennettu sarjatuotannolla moduulimitoin ja usein elementtirakenteisina. Näiden laajoissa kerrostalolähiöissä sijaitsevien kiinteistöjen käyttövesi- ja viemäriputkistojen käyttöiän arvellaan olevan noin 30 - 60 vuotta, joten tällä hetkellä linjasaneeraus on ajankohtainen 1960 – 1970-luvuilla rakennetuissa kiinteistöissä. (RIL-252-1-2009, 3 - 21.)

Lähitulevaisuuden yksi isoimmista edistysaskelista rakennusprosessissa on tietomalleihin siirtyminen. Tällä hetkellä on käynnissä kehitys, jossa dokumenttipohjaisesta tiedonhallinnasta ollaan siirtymässä mallintavaan suunnitteluun. Useat suunnittelutoimistot ja urakoitsijat hyödyntävät jo uudis- ja korjausrakentamisessa eri ohjelmistoilla mallinnettuja tietomalleja, jotka esittävät hankkeen kokonaisuudessaan ja helpottavat kohteen suunnittelijoiden yhteistyötä.

Tällä hetkellä asiantuntijoiden tekemien arvioiden mukaan 10 - 20 % uudisrakentamisen hankkeista hyödyntää tietomallintamista. Menetelmän yleistyessä olisi tärkeää päästä soveltamaan sitä myös korjausrakentamisessa. (Vakkilainen 2009, 56.)

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tietomallipohjaisen suunnittelun eri vaiheiden pääkohdat korjausrakennusprosessissa. Näitä pääkohtia tutkimalla ja pohdiskelemalla tavoitteenani oli tehdä selvitys siitä, miten tietomallintaminen voidaan yhdistää linjasaneerausprosessiin ja ketkä siitä hyötyvät. Tavoitteenani oli myös ottaa selvää eri osapuolista, jotka tekevät jo tietomallinnusta sekä tehdä kustannusvertailu sen ja perinteisen 2D-suunnittelun välillä.

Aiheeni oli kehittävä myös henkilökohtaisen osaamiseni kannalta. Sain toimeksiantajalta mahdollisuuden tutustua Tekla Structures- ohjelmistoon, jolla se tekee mallinnusta. Lisäksi ohjelmistoa käytetään yhä enemmän suunnittelutoimistoissa, joten sen perusteiden hallitseminen tulee olemaan iso etu tulevaisuudessa. Lisäksi odotin opinnäytetyöni kehittävän tietämystäni sekä runsaasti tehtävistä linjasaneerauksista että koko ajan yleistyvistä tietomallintamisesta. Opinnäytetyöni toimeksiantaja oli Insinööritoimisto Controlteam Oy. Vuonna 1985 perustettu yhtiö tarjoaa rakennuttamispalveluita ja rakennesuunnittelua. Opinnäytetyöni ohjaajana toimi yhtiön toimitusjohtaja Petri Seppänen.

1.2 Tehtävän rajaus ja toteutus

Tehtäväni oli tutustua aluksi linjasaneerausprosessiin ja tietomallisuunnittelun vaiheisiin sekä yhdistää näiden eri osa-alueiden pääkohdat toisiinsa siten, että niitä voidaan tarkastella ja pohtia rakennusprosessin eri osapuolten kannalta. Lisäksi tehtävänäni oli selvittää linjasaneerauskohteen tietomallin tekotapoja ja suorittaa niille kustannusvertailu.

Mallinnuksen osalta rajasin tehtäväalueeni nimenomaan tietomallisuunnitteluun, koska mallintamisen piiriin kuuluu myös esimerkiksi pelkkä visuaalinen 3D-mallintaminen. Geometrinen 3D-mallinnus kuuluu enemmän arkkitehdin luonnosteluun ja taiteelliseen visualisointiin ja

tarkasteluun, kuten esimerkiksi sisustussuunnitteluun. Tietomallisuunnittelun sijaan on enemmänkin tiedonkäsittelyä ja –hallintaa.

Tietomallin käytöstä korjausrakentamisen yhteydessä keräsin tietoa haastattelemalla erään paikallisen kohteen eri osapuolia. Haastatteluista kokosin ylös pääasiat sekä kustannukset, teknisen onnistumisen ja nykytilanteen kartoituksen osalta. Näistä pääasioista tein yhteenvedon ja johtopäätöksiä.

Haastattelujen lisäksi tein linjasaneerauskohteen tietomallintamiseen liittyen kustannusarvioinnin, jonka perusteella voi vähintään prosentteina arvioimalla vetää johtopäätöksiä siitä, mikä tapa on kannattavin. Kustannusarviossa erittelin digitoinnin kustannukset ja pohdin koko hankkeen kustannuksia verrattuna perinteiseen.

2 LINJASANEERAUS

Linjasaneeraus eli arkikielellä ilmaistuna putkiremontti tarkoittaa sitä, että kiinteistön käyttövesi- ja viemäriputkisto uusitaan tai korjataan linjoittain. Tällä tarkoitetaan sitä, että asuinkiinteistöissä päällekkäisten kylpyhuoneiden tai keittiöiden putkistolinjoille suoritetaan korjaukset samanaikaisesti.

(Linjasaneeraus n.d.)

2.1 Putkityöt

2.2.1 Perinteinen menetelmä

Linjasaneerauksen pääasiallinen tavoite on nimensä mukaisesti käyttövesi- ja viemäriinjaston korjaaminen tai kokonaan uusiminen. Linjasaneerauksen toteutukseen on useita eri tapoja.

Perinteinen tapa on uusien viemärit ja putket kokonaan. Vaihtoehtoina ovat putkien uusiminen entisille paikoilleen tai uusiin kohtiin. Jälkimmäinen tapa voidaan toteuttaa moduuliratkaisuja käyttäen tai pinta-asennuksina. (RIL-252-1-2009, 109.) Pinta-asennuksina tehtynä uusien putkien tulevaisuuden korjaustarve on helpompi huomioida, koska putket asennetaan niin, että niiden tarkastus ja vaihto onnistuu helposti. (Hallittu putkiremontti 2008, 34.)

Moduuliratkaisu toteutetaan asennusmoduuleja eli valmiselementtejä käyttämällä. Niissä on valmiina sisällä lämmöneristeet, putket sekä liitososat. Elementit ovat käyttökelpoisia modulaaristen betonielementtikiinteistöjen korjaamisessa, koska ne ovat nopeita asentaa, niiden sijoittamiseen on useita hyviä ratkaisuja ja ne ovat pitkällä aikavälillä edullisia. (RIL-252-1-2009, 113.)

2.2.2 Pinnoitus- ja sukitusmenetelmät

Perinteinen tapa vaatii usein rakenteiden purkua ja muuta rakennusteknistä työtä. Sen takia se on usein työläs, kallis ja varsinkin asunnonomistajalle tai asukkaalle hankala. Helpompi ja modernimpi tapa on korjata linjasto jatkamalla sen käyttöikä. Putkiston sisäpuolinen pinnoitus ei vaadi ollenkaan tai vaatii vain vähän rakenteiden rikkomista. Tämä tapa on perinteiseen tapaan verrattuna todella edullinen ja nopea. (Laksola & Palsala 2006, 64.) Vaihtoehtoina ovat muun muassa putkiston sisäpuolinen putkitus ruiskuvaluna tai sujutus epoksihartsisukalla. Näitä tekniikoita hyödyntämällä voidaan pinnoittaa eri tavoin vaurioituneita putkia. (Laksola 2007, 37.)

Pinnoitusmenetelmiin turvautuminen edellyttää kuitenkin heti hankesuunnittelun alussa tehtävän kuntotutkimuksen. Tutkimuksessa viemäri kuvataan sisäpuolelta. Näin voidaan tarkastaa, että putkistossa ei ole painumia ja seinämäpaksuudet ovat riittäviä. Jos vanhat putkistot ovat soveltuvia käyttöiän pidentämiseen, voidaan valita joko kokonainen tai osittainen pinnoitus. (Laksola ym. 2006, 65.)

2.3 Sähkötyöt

Nykyään kiinteistön linjasaneerausten tekeminen ilman muita perusparannuksia ja saneerauksia ei ole järkevää. Saneeraukseen kannattaa sisällyttää ainakin sähkötyöt. Perinteisessä linjasaneerauksessa 60 % kustannuksista aiheutuu rakennusteknisistä ja 40 % viemäriteknisistä töistä. Muutaman prosentin lisäys rakennusteknisiin töihin muun remontin yhteydessä tekee sähkönousuremontin rakennustyöt kustannuksiltaan lähes ilmaisiksi. Sähköverkoston saneeraus on senkin takia kannattavaa tehdä linjasaneerauksen yhteydessä, että tällöin johtoreittien ja kaapelointien sijoituksessa voidaan hyödyntää linjasaneerauksen luomia mahdollisuuksia. (Laksola, 2007, 96 - 97.)

Linjasaneerauksen ohella tehtäviin sähkötöihin kuuluu normaaleissa linjasaneeraustapauksissa kylpyhuoneiden sähköasennusten uusiminen, koska vanhoissa kiinteistöissä asennukset eivät vastaa voimassa olevaa sähköturvallisuuslakia. Voimassa olevien määräysten mukaan esimerkiksi märkätilojen lattialämmityskaapelit ja pistorasiat edellyttävät vikavirtasuojasta normaalin johdonsuojan tai sulakkeen lisäksi. Sen lisäksi näissä tiloissa sijaitseville pistorasioille, valaisimille ja valaisinpeilikaapeille on määritelty minimietäisyydet kiinteisiin vesipisteisiin. Nämä määräykset on huomioitava jo suunnitteluvaiheessa. (Mts. 96.)

Edellä mainittujen lisäksi kiinteistön tiloihin voidaan myös lisätä uusia pistorasioita esimerkiksi pyykin- tai astianpesukoneelle sekä asentaa lattialämmitys tai liesituuletin (RIL-252-1-2009, 118–119). Sähkötöiden ohella uusitaan usein myös puhelin- ja antenniverkosto sekä mahdollisesti asennetaan tietoliikenneverkosto ja –pistorasiat ja ovipuhelimet (Laksola, 2007, 96.)

2.4 Rakennustekniset työt

Rakennustekniset työt ovat välttämättömiä linjasaneerauksen yhteydessä, vaikka suurin osa putkistoista saneerattaisiin pinnoittamalla. Lähes aina joudutaan purkamaan joitain rakenteita. Useimmiten näin toimitaan, kun tavoitteena on vanhojen putkitusten esiin saaminen ja purkaminen. Myös uudet putkistot vaativat rakenteisiin läpivientejä sekä asennuksen jälkeen uuden seinäpinnan tai koteloinnin. (Laksola ym. 2006, 24.)

Kun märkätilojen putkistot puretaan pois tai märkätiloja muutoin halutaan parantaa, tulee rakennusteknisiin töihin laskea mukaan nykymääräysten mukaiset vesieristysten lisäämiset. Rakennusteknisiin töihin sisältyvät myös märkätilan laatoitus, kaadot ja uusien kalusteiden asennus. Työt ovat kustannuksiltaan 60 % linjasaneerauksen kokonaiskustannuksesta. (Mts. 24.)

2.5 Muut työt

Linjasaneerauksen yhteydessä voidaan ja on usein kustannustehokasta tehdä yleisten putki- ja sähkötöiden ja välttämättömien rakennusteknisten töiden lisäksi myös muut tarpeelliset korjaus- tai perusparannustyöt. Näitä ovat muun muassa ilmanvaihtotekniset työt, energiatehokkuuden parantaminen ja usein linjasaneerausten yhteydessä tehtävä yhteis- ja kellaritilojen peruskorjaus. (Paiho, Heimonen, Kouhia, Nykänen, Nykänen, Riihimäki & Vainio 2009, 104.)

Tällä hetkellä linjasaneerauksen tarpeessa olevissa kiinteistöissä on yleensä painovoimainen tai koneellinen ilmanvaihto. Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminta perustuu siihen, että korvausilma tulee venttiileistä, ikkunanraoista ja rakenteiden läpi sisään. Lämmitessään ilma nousee ylöspäin ja poistuu wc:n tai keittiön poistoilmaventtiileistä. Linjasaneerauksen yhteydessä painovoimaisen järjestelmän ilmanvaihtohormit yleensä puhdistetaan. (Laksola, 2007, 104 - 107.)

Koneellinen ilmanvaihto toimii yleensä lämmitysenergiaa ja sähköä tuhlaavalla poistoilmapuhaltimella. Linjasaneerauksen yhteydessä ilmanvaihtojärjestelmälle on hyvä tehdä huoltokorjaus tai miettiä sen muuttamista tulo/poistoilman vaihtojärjestelmäksi, joka on energiataloudellisempi järjestelmä. (Mts. 104 - 107.)

Energiatehokkuutta voi parantaa linjasaneerauksen yhteydessä myös lisäeristämällä putket nykyvaatimuksia vastaaviksi. Myös linjaston säätöjen tarkentaminen, lämmitysverkoston perussäätö, lämmöntuottojärjestelmien uusiminen ja autolämmityksen säädöt (esimerkiksi kahden tunnin maksimikäyttö) toteutetaan yleensä samalla. (RIL-252-1-2009, 112.)

3 HANKESUUNNITTELU

3.1 Kiinteistön kunnan seuranta

Kiinteistön säilyminen hyvässä kunnossa sen elinkaaren ajan vaatii vallitsevan nykytilan ja korjaustarpeen jatkuvaa seurantaan rakennuksen valmistumisesta asti. Työkaluja tällaiseen seurantaan ovat kiinteistöstrategia ja pitkän tähtäimen suunnitelma, joka on nykyään lakisääteinen. (RIL-252-1-2009, 53.)

Kiinteistöstrategia laaditaan vuosittain yhtiökokouksessa kiinteistön ylläpitoa ja kehittämistä helpottamaan. Kiinteistöstrategia on jokaisella kiinteistöltä, ja sen tarkoitus on antaa osakkaille mahdollisuus ilmaista yhteinen näkemyksensä asioiden kulkuun omistamisen, asumisen ja kiinteistön ylläpidon suhteen. Se antaa suuntaviivat kiinteistön kehittämiseen ja ohjaa päätöksentekoa vaihtoehtoja punnittaessa. (Mts. 53.)

Pitkän tähtäimen suunnitelma eli PTS on suunnitelma kiinteistön ylläpidosta, huollosta ja korjauksesta. PTS laaditaan kuntoarvion pohjalta ja se voi sisältää toiminnallisten tarpeiden kehittämistä (esimerkiksi liikkumisrajoitteisten huomiointi), rakennusteknisiä korjauksia, LVIST-asennuksia ja mahdollista lisärakentamista (esimerkiksi hissien lisääminen). Pitkän tähtäimen suunnitelmaan voi sisällyttää myös pehmeitä arvoja, kuten yhteisöllisyyden kasvattamista. (Mts. 54, 57.)

Kiinteistön nykytilan ja korjaustarpeen ollessa tiedossa tehdään päätökset tavoitteiden saavuttamiseksi. Ennen varsinaisten korjaustoimenpiteiden aloitusta tehdään osakas- tai asukaskysely ja tarvekartoitus, joista ilmenee käyttäjän tarve ryhtyä toimenpiteisiin. Ennen varsinaisia korjaustoimenpiteitä tehdään myös tarpeen mukaiset asiantuntijan suorittamat kuntoarviot tai -tutkimukset, joista ilmenee muun muassa putkiston kunto ja korjaustarve. Putkiston kunnan lisäksi saneerauksen tarpeeseen voivat vaikuttaa myös toiminnalliset, rakennustekniset, sähkötekniset tai ilmanvaihto- ja lämmitys tekniset syyt. (Mts. 54, 57.)

3.2 Kohdekartoitus

Kiinteistön jatkuvaan ylläpitoon ja huoltoon keskittyvää kiinteistöstrategiaa ohjaa tarvekartoitus (RT18-10813, 2003, 1). Kartoituksen tekevät rakennuttajakonsultti, isännöitsijä ja hallitus yhdessä. Kartoituksen tuloksena saadaan asukas- ja osakaskyselyn tulokset sekä rakennuttajakonsultin tekemät arviot paikan päällä. Koosteessa esitetään huoneistojen nykykunto esimerkiksi arvosanoin. Arvioitavia kohteita ovat viemäröinti ja vesikalusteet,

keittiöt, eteiset ja yhteistilat. Kartoituksessa kiinnitetään myös huomiota kosteuspoikkeamiin, sähköasennuksiin ja ilmanvaihtoon. (kooste tarvekartoituksesta)

Tarvekartoituksen tulokset huomioidaan hankesuunnittelua tehdessä osana suunnittelun lähtökohtia. Ne esitellään yhtiökokouksessa linjasaneerauksen aloittamispäätöstä punnittaessa. (RT18-10813, 2003, 3 - 4.)

Kuntoarvio

Kuntoarvio on alustava selvitys kiinteistön nykytilasta ja korjaustarpeesta. Suosituksena kuntoarvio tulisi teettää kiinteistön saavuttaessa 10 - 15 vuoden iän. Sen suorittaa asiantuntijaryhmä, joka koostuu rakennustekniikan, LVI-tekniikan ja sähkötekniikan osajista. Kuntoarvio on aistinvaraiseen arviointiin perustuva, mutta tarvittaessa voidaan suorittaa kevyitä mittauksia ainetta rikkomatta. Arvion perusteella asiantuntija voi suositella erillisen kuntotutkimuksen tekemistä. (RIL-252-1-2009, 57.)

Kuntotutkimus

Kuntotutkimus teetetään kuntoarvion oikeellisuuden varmistamiseksi. Kuntotutkimuksen tavoitteena on paikallistaa vaurioituneet, huonokuntoiset ja kelvolliset vesijohto- ja viemäriputkiston osuudet. Kuntoarvion perusteella valittuja kohtia tutkimalla pyritään saamaan selville putkien seinämäpaksuudet, liitosten kunto, putkien kunto (siirtymät, murtumat, halkeamat, sakkaumat), sekä viemäriputkien siirtyneet kaadot. (Mts. 58.)

Kuntotutkimusmenetelmiin kuuluvat mm.

- putkien sisäpuoliset videokuvaukset
- röntgenkuvaukset
- tähystykset
- vesianalyysit

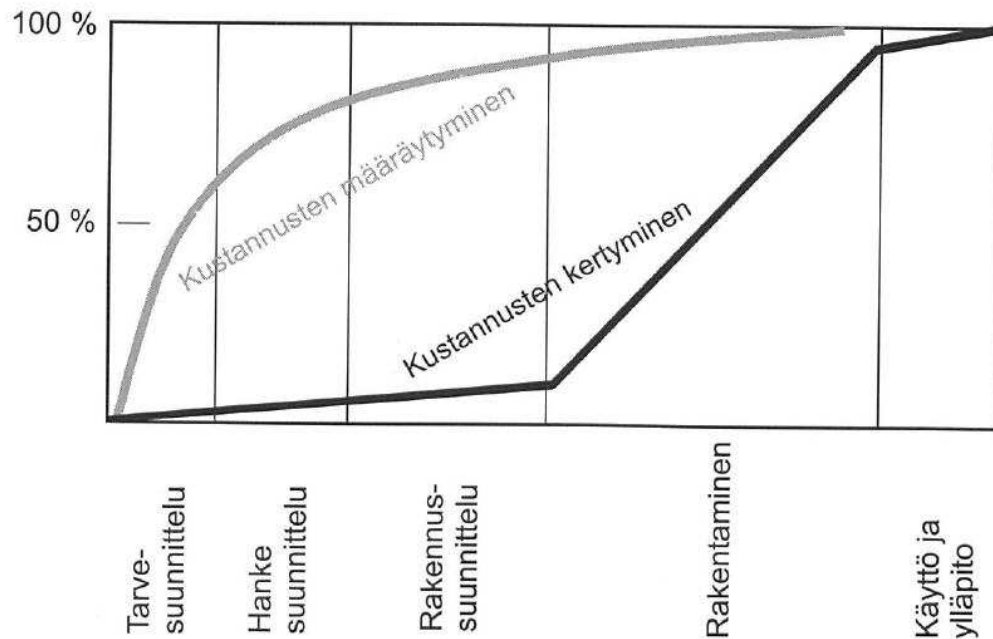
- tiiveyskokeet ilmalla tai vedellä.

Sisäpuoliset videokuvaukset ja tähystykset soveltuvat vaurioiden etsimiseen, mutta eivät anna tietoa syöpymistä ja seinämäpaksuuksista. Röntgenkuvausta taas ei voi käyttää rakenteen sisässä oleviin seiniin, mutta seinämäpaksuudet voidaan määrittää näkyvillä olevista putkista. Vesianalyysi paljastaa veden teknisen laadun ja syövyttävyyden, mikä antaa mahdollisuuden arvioida putkistossa tapahtuvaa korroosiota. Tiiveyskoe kertoo onko putkistossa koestushetkellä vuotoa vai onko se tiivis. (Mts. 59.)

3.3 Hankesuunnitelma

Linjasaneeraushankkeen hankesuunnitelma on luovaa esisuunnittelua, jonka tavoitteena on punnita eri toteutusvaihtoehtoja hankkeen läpivientiin. Erilaisten toteutusratkaisujen huomioidulla vaikutetaan hanke- ja käyttökustannuksiin ja kiinteistön toimivuuteen, sekä elinkaareen. (RIL-252-1-2009, 67.)

Kaiken kaikkiaan hankesuunnitelman laatiminen on tärkeä vaihe linjasaneerausprosessissa, koska urakan sisällöstä ja koko hankkeen kustannuksista noin 90 % päätetään hankesuunnittelun lopputuloksena (ks. kuvio 1) (Mts. 12). Jos otetaan huomioon, että suunnitelman osuus koko prosessin kustannuksista on vain noin 0,5 – 3 %, on suunnitelman tekeminen kunnolla erittäin tehokasta ja kannattavaa (Mts. 67). Huolella tehty suunnittelu pienentää rakentamisaikaisten yllätysten riskiä, vähentää työnaikaisia haittoja ja edesauttaa kiinteistön toimivuutta tulevaisuudessa niin käyttäjien, kuin kunnossapidon ja huollon kannalta. Hankesuunnitelman tekee tilaajan edustaja, esimerkiksi tehtävään palkattu rakennuttajakonsultti. (RT-10813, 2003, 4.)



KUVIO 1. Kustannusten määräytyminen rakennusprosessissa (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006.)

Hankesuunnitelmassa esitetään pääasiassa saneerauksen toteutustapa, aikataulu ja alustava kustannusarvio. Hankkeelle laaditaan karkea, hankkeen edetessä muokkautuva tavoiteaikataulu. Siinä esitetään kaikki päätöksentekoon, rahoitukseen, suunnitteluun ja urakan toteutukseen kuuluvat asiat. Hankkeen laajuuden osalta suunnitelmassa huomioidaan tehtävät suunnittelun lähtökohdat, tarvekartoituksen tulokset ja samalla tehtävät peruseräparannukset. Alustava kustannusarvio tarkentuu hankkeen edetessä ja se sisältää hankkeen tässä vaiheessa tiedossa olevat tulo- ja menoerät. (RT 18-10813, 2003, 4)

Hankesuunnitelman päävaiheet ovat

- kohteen yleistietojen ja hankkeen osapuolten yhteystietojen esitys
- lähtötietojen, korjaushistorian ja kohteen kunnan selvitys
- vanhojen piirustusten siirto digitaaliseen muotoon
- putki- ja sähköjärjestelmän lisätutkimustarpeiden selvitys
- hankkeen sisällön ja laajuuden määrittäminen
- soveltuvien toteutusvaihtoehtojen selvitys ja vertailu
- kustannusten arviointi eri vaihtoehdoille
- toteutettavan vaihtoehdon valinta
- hankeaikataulun ja rahoitussuunnitelman laadinta
- riskien ja turvallisuusnäkökohtien arviointi
- hankesuunnitteluraportin tulostus suunnitteluvaihetta varten (RIL-252-1-2009, 67).

Lopullisena tulosteen hankesuunnittelusta saadaan raportti, joka sisältää muun muassa:

- kohteen ja osapuolten tiedot
- valitun toteutustavan ja toimenpiteet
- kustannusarvion ja rahoitussuunnitelman
- toteutusaikataulun
- remontinaikaiset asumisjärjestelyt
- remontinaikaiset turvallisuusasiat (Mts. 69).

4 TIETOMALLISUUNNITTELU

4.1 Tietomallisuunnittelun perusteet

4.1.1 Tietomalli

Tulevaisuuden suuret kehityslinjat tulee ottaa huomioon myös putkiremonttipalveluita kehitettäessä. Suurilla kehityslinjoilla tarkoitetaan tietomalli- eli tuotemallisuunnittelun yleistymistä rakennusosalalla. Lähes jokainen rakennusprosessissa mukana oleva suunnittelunala tekee jo jonkinasteista 3D-mallintamista. (Paiho ym. 2009, 96 - 97.)

Hellstenin (2011, 10) mukaan Chuck Eastman määrittelee, että pelkkä 3D-mallin olemassaolo ei riitä täyttämään tietomallinnuksen määritelmää. Hän määrittelee tietomallinnuksen prosesseiksi, joka kattaa rakennuksen elinkaaren toteutettavuuden arvioinnista aina kaikkien vaiheiden kautta rakennuksen purkuun. (Mts.)

Paihon ym. (2009) mukaan rakennuksen tietomalli eli BIM (Building Information Model) on virtuaalinen kokonaisuus, joka sisältää rakennuksen 3D-mallin ja siihen integroidut tarvittavat arvot ja tiedot. Tietomallin avulla voidaan hallita suunnittelun, rakennusprosessin ja käytön aikaisia tietoja. Näitä tietoja voi päivittää ja muokata koko rakennuksen elinkaaren ajan, ja näin ollen käyttää työkaluna suunnittelussa, toteutuksessa ja jopa kiinteistönhallinnassa ja huollossa. (Paiho ym. 2009, 96 - 97.)

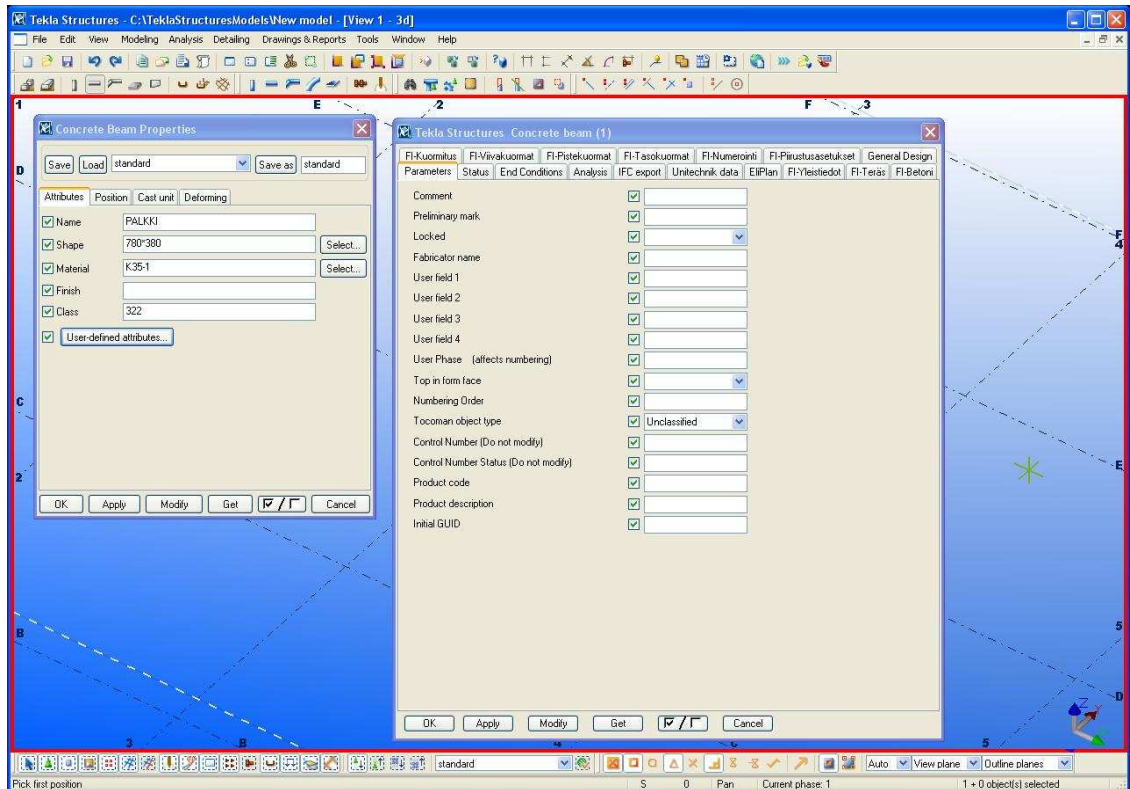
Freese, Penttilä ja Rajala puolestaan määrittelevät, että tietomalli on viitekehys, jonka sisältä löytyy tietotekniikan avulla kaikki rakennushankkeen tiedot, suunnitelmat, toteutus ja ylläpidon aikaiset, esimerkiksi tulevat korjaukset. (Freese, Penttilä & Rajala, 2007, 10.)

Tietomallinnusta voidaan tehdä monilla eri alati kehittyvillä ohjelmistoilla, mutta tärkein nykyinen työkalu on CAD-järjestelmät. Yleisimpinä ohjelmistoina voidaan mainita Autodeskin Revit Architecture ja Graphisoftin ArchiCAD. Usein suunnittelijat käyttävät eri ohjelmistoja, esimerkiksi arkkitehti käyttää rakennussuunnittelussa ArchiCADia ja rakennesuunnittelija Tekla Structures – ohjelmistoa.

4.1.2 Tiedonvälitys

Valikoimasta huolimatta rakennusprosessin eri osapuolten tarpeisiin ei ole olemassa yhtä ainoaa sopivaa ohjelmistoa, vaan eri suunnittelijat käyttävät kukin soveltuvimpana pitämäänsä. Tämän takia tiedonsiirrosta on muodostunut eräänlainen pullonkaula. Jokainen suunnittelija joutuisi erikseen suorittamaan muille ohjelmistoille kääntämisen. Tämä tai käännössovellusten käyttäminen ei ole järkevää. (Vakkilainen, 2009, 96.)

Tähän tarkoitukseen tiedonsiirtoa varten on kehitetty neutraali, useilla alustoilla toimiva IFC -tiedonsiirtostandardi. Standardi on kehitetty 1990-luvulla tietomallien sisältämien tietojen hallintaan. Tämä tarkoittaa sitä, että mallissa olevien rakenteiden, rakennusosien ja muiden yksityiskohtien attribuutit (ks. kuvio 2) eli tiedot ja arvot kulkevat koko ajan mukana. Tiedot voivat sisältää esimerkiksi materiaalitietoja, geometriatietoja (kuten koko ja paino), hintatietoja sekä erilaisia luokitustietoja. Tällä hetkellä IFC-tiedostot eivät vielä ole tiedon säilyttämisen kannalta täydellisiä ja eivät pysty käsittelemään kaikkea tietoa. (Freese ym. 2007, 13 - 15.)



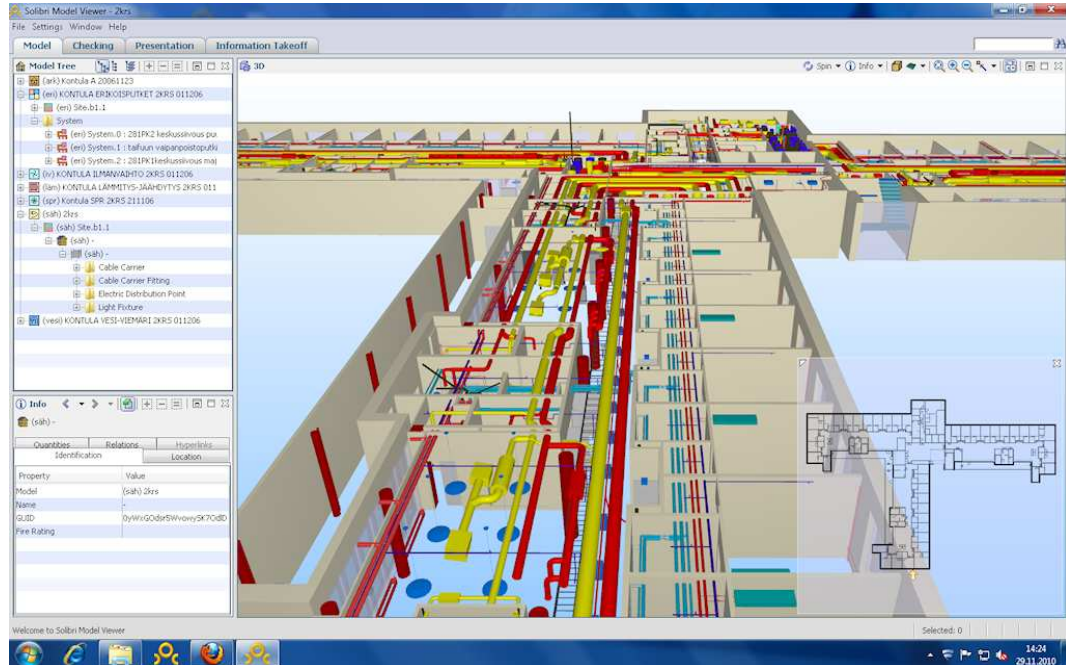
KUVIO 2. Esimerkki rakenneosan sisältämistä attribuuttitiedoista Tekla Structures -ohjelmistossa.

Ajantasaisen ja virheettömän suunnittelutiedon saamisen perusedellytys on sähköinen tiedonsiirto. Yhteisen tiedonsiirtostandardin yleistyessä tietoa voidaan vaihtaa yksisuuntaisesti eri suunnittelijoiden välillä, mutta järkevämpi tapa on niin kutsutun tietomallipalvelimen eli projektipankin käyttö. (Vakkilainen 2009, 97)

Tietomallipalvelin on järjestelmä, johon eri alojen suunnittelijat voivat kukin tahollaan tuottaa oma suunnitelmansa verkon yli samaan tietomalliin. Näin eri suunnittelijat voivat samanaikaisesti käyttää ja tarkastella mallia. Yhtäaikainen tarkastelu toimii hyvänä pohjana suunnittelun ohjaukselle ja valvonnalle, koska eri alojen suunnitteluista johtuvat ristiriidat ja havaitut virheet voidaan havaita ajoissa suunnitteluvaiheessa. (Mts. 97.)

Tietomallipalvelimelle syötetyn tiedon katseluun on suunnitteluohjelmistojen lisäksi olemassa erilaisia katseluohjelmia. Esimerkiksi Solibri Model Viewerin (ks. Kuvio 3) voi ladata ilmaiseksi internetistä. Ohjelmistolla voi lisenssin

kanssa kirjautua tietomallipalvelimen mallitiedostoon ja lukea esimerkiksi IFC-tiedoston sisältöä sekä arvioida ja tarkastella sitä silmämääräisesti esimerkiksi työmaalta suoraan. (Solibri 2007.)



KUVIO 3. Näkymä Solibri Model Viewer –tarkasteluohjelmistosta (Solibri, 2011.)

4.2 Tietomallisuunnittelun vaiheet

4.2.1 Inventointimalli

Korjausrakennushankkeissa tietomallintamisen aloittaminen edellyttää kohteen luomista inventointimalliksi, jos sellaista ei ole valmiiksi olemassa. Mallin luonti vastaa hankesuunnittelussa tehtävää kohteen digitointia. Inventointimalli sisältää valmiina olemassa olevat rakenteet mallinnettuna yleensä rakennusosatasolle asti. Käytännössä kuitenkin päätetään hankekohtaisesti, mitkä osat mallinnetaan. Vaihtoehtoina voivat olla esimerkiksi historiallisesti arvokkaat rakennuksen osat tai rakennesuunnittelijoiden tarpeisiin mallinnettavat osat. (Senaatti, 2007a, 4.)

Inventointimalli voi sisältää tietoa hankkeen osapuolten toiveiden mukaan. Tällaisen mallin tietosisältöön voi kuulua, eli sen neutraaleja attribuutteja voivat olla esimerkiksi

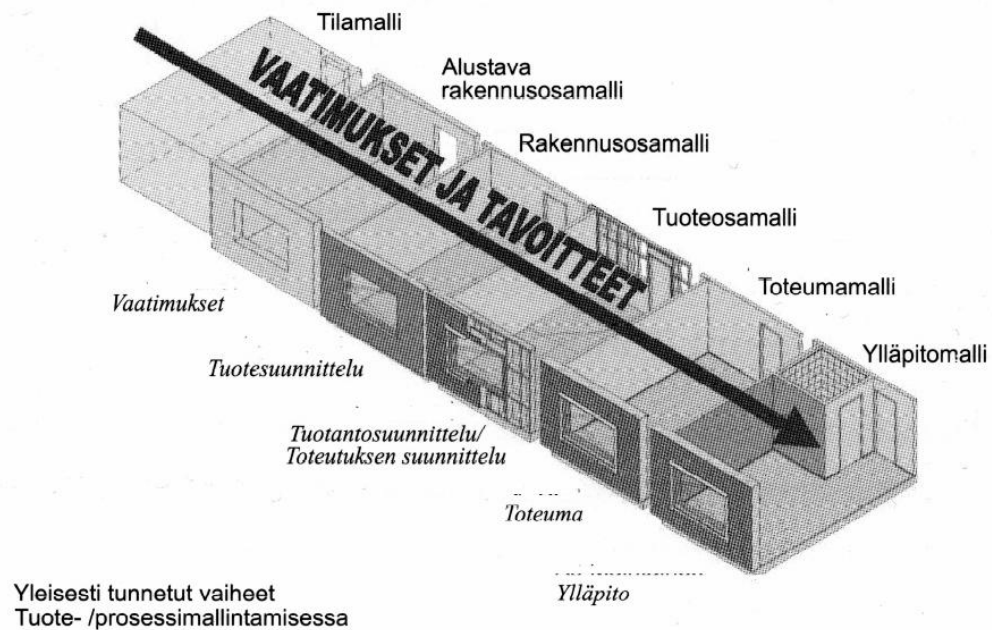
- paikkatiedot (numeroinnit, tilojen sijainnit)
 - historia ja suojele (tehdyt korjaukset, suojaustarpeet ja –menettelyt)
 - rakenne (kuntoarviot, kantavuus, materiaali, paloluokitus)
 - mittaus (detaljikuvaukset, väritutkimukset)
 - tuotokuvaus (käsittelyt, työtavat, tekijät)
 - käyttö (tilaan pääsy, lukitus ja kulunvalvontatiedot, henkilöturvallisuus).
- (Freese ym. 2007, 25.)

4.2.2 Vaatimus- ja tilamallit

Uudisrakentamisessa mallintamisen ensimmäinen vaihe on alustavan vaatimus- ja tilamallin luominen tarve- ja hankesuunnittelussa. Vaatimusmalli on asiakkaan, tilaajan ja rakennuttajan yhdessä suunnittelema malli, jossa määritellään tavoitteelliset hanke- ja tilavaatimukset. Yleensä tässä vaiheessa otetaan huomioon myös viranomaismääräykset. Vaatimusmalli sisältää tiedot halutusta tavoitteesta, sekä sitä rajoittavat reunaehdot. Mallissa pohditaan ja testataan kaikki ideat ja vaihtoehdot, sekä sovitaan laajuus, paljonko investoidaan ja millaista laatua halutaan. Tärkeä osa tietomallinnusta on saada hankkeen alkuasetelmat ja reunaehdot ohjelmallisesti tarkastettavaksi.

Tilamalli luodaan arkkitehdin johdolla edellä mainittujen määriteltyjen vaatimusten ja dokumentoinnin perusteella. Tästä mallista voidaan tarkastella raameihin sopivaa tilojen sijoittelua ja kokoa. Visuaalisena tilamallina hanketta on helppo luonnostella tilaajan kanssa.

Korjausrakentamisessa vaatimus- ja tilamalli korvataan inventointimallilla, koska tilat luonnollisesti ovat valmiina. Inventointimalli luodaan digitoimalla tai otetaan käyttöön aiemmin luotu malli, jos sellainen löytyy. (Penttilä ym, 2006. 31.)



KUVIO 4. Mallintamisen teoreettiset vaiheet (Penttilä ym, 2007.)

4.2.3 Rakennusosa- ja tuoteosamalli

Alustavaa rakennusosamallia voidaan verrata tavallisen vanhanaikaisen suunnittelun luonnossuunnitelmiin. Siinä esitetään karkeasti luonnosteltuna rakenteet ja rakennusosat, kuten ovet, ikkunat ja aukot ja tiloihin sijoitettava varustelu. (Freese ym. 2007, 11.)

Kun suunnittelu etenee, alustavaa rakennusosamallia voidaan täydentää ja tarkentaa. Näin muodostuu varsinainen rakennusosamalli, joka vastaa toteutussuunnittelua. Tässä mallissa esitetään todelliset tuotteet ja siitä voidaan laskea määriä. Tuotteiden toimittajia ei välttämättä ole vielä tässä vaiheessa valittu. (Mts. 11.)

Tuoteosamallivaiheessa tarkennetaan yksityiskohtien suunnittelua entisestään. Valmiina olevaan rakennusosamalliin lisätään tiedot materiaaleista ja tuotteiden toimittajista. (Mts. 11.)

4.2.4 Toteuma- ja ylläpitomalli

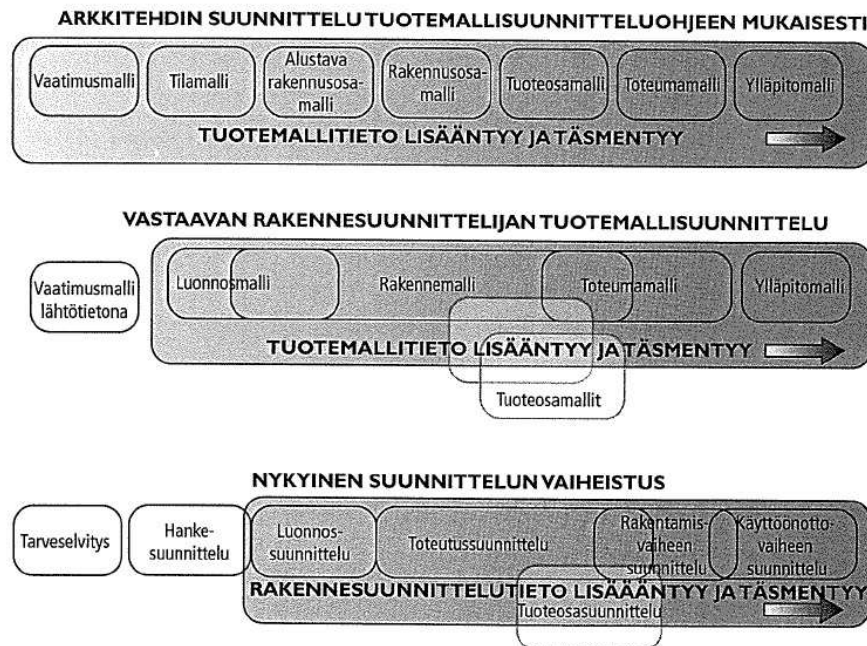
Toteumamalli on malli, josta ilmenee miten hanke on todellisuudessa toteutettu. Toteumamallia tulee täydentää rakennusaikaisten muutosten mukaisesti koko ajan, jotta hankkeen valmistuttua malli vastaa aitoa kohdetta. Ylläpitomalli on käyttö- ja ylläpitovaiheessa ylläpidettävä malli, jonka tavoitteena on pitää kirjaa muutostöistä ja peruskorjauksista. Ylläpitomalli toimii tiedonlähteenä tulevaisuuden saneerausten suunnittelijoille ja sillä voidaan ajaa kiinteistöhuollon ynnä muiden käyttöön osallistuvien simulaatioita ja analyyssejä esimerkiksi energiankulutuksen osalta. (Mts. 12.)

4.3 Tietomallisuunnittelu verrattuna perinteiseen suunnitteluun

Tietomallisuunnittelun kaari eroaa perinteisestä suunnittelusta huomattavasti. Tärkein ero on suunnittelun painopisteen siirtyminen aikataulullisesti hankkeen alkuvaiheisiin. Painopisteen siirtyminen johtuu siitä, että suurin osa kustannuksista ja suurista linjapäätöksistä tehdään hankkeen alkuvaiheessa. Myös rakennesuunnittelija astuu mukaan suunnitteluun jo varhaisemmassa vaiheessa. (Freese ym. 2007, 12.)

TAULUKKO1. Rakennushankkeen vaiheet perinteisesti ja tietomallihankkeessa (Penttilä ym, 2006.)

Perinteinen hankevaiheistus	Päätökset	Tietomallinhankkeen vaiheistus	Päätökset
Tarveselvitysvaihe	> Hankepääätös	Hankeohjelmointi, visualisoinnit, massamallit, tilamalli	>Hankepääätös
Hankesuunnitteluvaihe	>Investointipääätös		>Investointipääätös
Luonnossuunnitteluvaihe		Alustavat rakennusosamallit (as required)	>Rakentamispääätös
Toteutussuunnitteluvaihe	>Rakentamispääätös	Rakennusosamallit (as designed)	
Rakennuksen toteutuksen suunnitelmat		Toteutusmallit (as planned)	
Rakentamisen suunnitelmien lopullinen toteutuma	>Vastaanottopääätös	Toteumamallit (as built)	>Vastaanottopääätös
Käyttöönottovaihe	>Takuiden vapauttaminen	Ylläpitomallit (as maintained)	>Takuiden vapauttaminen



KUVIO 5. Esimerkki hankevaiheistuksesta (Penttilä ym, 2006.)

4.4 Tietomallisuunnittelun mahdollisuudet

4.1.1 Malliin sijoitettavat valmiit komponentit

Tietomallisuunnittelun edellytyksiä ovat valmiit rakennetyypit ja komponentit. Mitä yksityiskohtaisemmaksi suunnittelu tarkentuu, sen hankalampaa on yksittäisten pienten komponenttien mallinnus ilman tuotteen valmistajan apua. Sen sijaan että komponentteja (custom components) mallintaisi itse, on nopeampaa ja helpompaa valita ne valmiista luettelosta.

Nykyään CAD-piirustusta varten löytyy internetistä paljon valmiita blokkeja miltei kaikilta tuotevalmistajilta aina suurista hisseistä pieniin teräskomponentteihin asti. Tietomallintamisen osalta kehitys ei ole vielä aivan näin pitkällä. Hetken etsimisen jälkeen vain Ruukin ja Peikon sivuilta löytyi ladattavia lisäkomponenttipaketteja. Lisäksi vanhempiin CAD-kirjastosivustoihin on lisätty mahdollisuus lisätä omia ja ladata muiden tekemiä Tekla-komponentteja, mutta niiden laatuun tulee suhtautua varauksella.

4.1.2 Luetteloiden ja tulosteiden tuotto

Tietomallin yksi suurimmista eduista on kaiken tiedon yhtäaikainen käsittely. Samaan tapaan kuin CAD-ohjelmistojä käytettäessä on totuttu kuvien käsittelyyn layer –tasoina, voidaan tietomallia käsitellä sen eri arvojen perusteella. Valintoja voidaan tehdä muun muassa komponentin nimen, materiaalin, profiilin ja luokan perusteella.

Näitä tietoja käsittelemällä voidaan tehdä tuoteluetteloita, esimerkiksi teräsrungon tuoteluettelo lähetettäväksi konepajalle tai pulttien määräluettelo. Korjausrakennuskohteessa esimerkiksi purettavat rakenteet voidaan merkitä omalla luokkanumeroinnillaan, jolloin voidaan helposti laskea rakennusjätteen määrä ja massa.

Myös tulosteiden teko on tietomallin pohjalta yksinkertaista, koska varsinaista piirtämistä ei tarvitse enää tehdä. Tekla Structures –ohjelmistolla valmistus- ja työkuvat elementeistä ja rakenteista muokataan asetusten kautta näyttämään halutun tiedon. Muutoin kuvan sommittelu layout-tilassa tapahtuu suurin piirtein kuten AutoCADilla. Usein kuitenkin törmää tilanteeseen, jossa Teklaan ei ole pystynyt mallintamaan kaikkea tarvittavaa. Näin tarkkojen detallojen kanssa pitää toimia niin, että siirtää mallin kuvan AutoCADiin ja piirtää siinä ”käsini” puuttuvat osat. Juuri tämän takia moni suunnittelija kuitenkin kokee vielä helpompana ottaa kuva mallinnusohjelmasta ja viimeistellä se joka tapauksessa AutoCADilla.

4.1.3 Mallin käyttö havainnollistamiseen

Valmista tietomallia voidaan hyödyntää monilla eri tavoin. Yksi tavoista on tehdä mallista mahdollisimman tarkka visuaalisesti. Tällöin esimerkiksi Tekla Structuresilla tehty malli tehdään pintojen suhteen mahdollisimman tarkasti toteutettavaa vastaavaksi. Malli voidaan siirtää vaikkapa Autodeskin 3ds Max –ohjelmalla renderöitäväksi, eli malliin voidaan tehdä melko aidon näköisiä pintoja, sekä lisätä objekteja, kuten huonekaluja ja ihmisiä. (Paiho ym, 2009, 97.)

Visualisointi voidaan jakaa kahteen eri osaan; teknilliseen ja valokuvamaiseen päätapaan. Tekninen visualisointi määrittää esittämään tietoja, geometriaa ja sijaintia. Valokuvamaisen visualisoinnin tarkoituksena on saada aikaiseksi mahdollisimman aidon näköinen materiaalien, ympäristön ja valaistuksen laatu. Valokuvamainen visualisointi on usein arkkitehdin tai taiteilijan näkemys valmiista kohteesta. (Senaatti, 2007b, 6.)

Tällaista tarkkaan mallinnettua mallia voidaan käyttää tilaajalle ja käyttäjille havainnollistamisessa, viranomaisille maiseman vaatimien lupien hakemisessa, sekä esitteissä ja markkinoinnissa. Muun muassa näin tehtyjä malleja näkee usein työmaiden esittelytauluissa.

5 LINJASANEERAUKSEN TIETOMALLISUUNNITTELU

5.1 Kohteen digitointi

5.1.1 Digitointi

Kohteen digitointi tarkoittaa valmiin rakennuksen piirustusten siirtämistä digitaaliseen muotoon, esimerkiksi CAD-piirustukseksi vanhoista rakennuspiirustuksista tai jos niitä ei ole, paikan päällä mittaamalla. Digitointi on osa hankesuunnittelun lähtötietojen selvittämistä (RIL-252-1-2009, 67.) Tällä hetkellä linjasaneerauksen tarpeessa olevien kohteiden piirustuksista on vain harvoin olemassa digitaalisessa muodossa olevia piirustuksia, koska sähköisten piirustusten teko yleistyi Suomessa ja muualla länsimaissa vasta 1990-luvulla.

Yksinkertaisin menetelmä digitoinnin suorittamiseksi on vanhojen piirustusten perusteella uudelleen piirto CAD-tiedostoksi. Jos kohteesta ei löydy vanhoja piirustuksia, digitointi voidaan suorittaa ensin mittaamalla paikan päällä ja sen jälkeen piirtämällä hankittujen tietojen mukaan. (Senaatti, 2007a, 5.)

5.1.2 Käsien mittaus ja takymetri

Paikan päällä mittaamiseen on monenlaisia keinoja. Perinteisen mittanauhan lisäksi on olemassa tarkempia mittavälineitä, kuten laseretäisyysmittareita, takymetreja ja laserkeilaimia. Käsilaseretäisyysmittarit ovat helppoja käyttää mittanauhan korvikkeina. Ne soveltuvat kuitenkin vain sisätilojen pituus- ja korkeusmatkojen mittaukseen, jopa 100 metriin saakka. Käsilaserilla mittaustulokset voivat olla kuitenkin epätarkkoja, jos alkuperäiset pinnat eivät

ole oikeassa tasossa. Yksittäisten mittaustulosten sitominen toisiinsa on näin ollen epäluotettavaa. (Liimatainen, 2010, 13.)

Takymetri on mittauslaite, jolla pystytään mittaamaan kulmia, korkeuseroja ja etäisyyksiä. Sillä mitataan pisteelle vaaka- ja pystykulma, sekä etäisyys kohteeseen nähden. Näillä tiedoilla takymetri pystyy laskemaan yksittäisen pisteen koordinaatit. Takymetrillä voi suorittaa vaativia mittauksia ja se soveltuu ulkokäyttöön, rakennuksen mittojen, kulmapisteiden ja korkojen määrittämiseen. Uudenaikaisemmat robottitakymetrit kykenevät useampien määritettyjen pisteiden mittaukseen samanaikaisesti. (Mts. 14 - 15.)

5.1.3 Laserkeilaus

Laserkeilaus on uudenaikainen tapa mitata kohteen pisteet koordinaatistoon. Keilaamalla mitattaessa kohteeseen ei tarvitse koskea lainkaan ja näin ollen se soveltuu mihin tahansa arvokkaaseen tai herkkään kohteeseen.

Laserkeilain toimii nimensä mukaisesti lasersäteellä. Keilain käyttää valon edestakaista kulku-aikaa mitatakseen etäisyyden. Etäisyyden lisäksi keilain mittaa palaavan valon perusteella jokaiselle pisteelle myös intensiteetti-arvon. Keilaimia on kolmea eri pääluokkaa: Kaukokartoitus-, maalaser- ja teollisuuslaserkeilaimet. Kahdella ensimmäisellä keilainluokalla käyttökohteet ovat maaston ja isojen rakennusten ulkopuoliset mittaukset. Niiden mittaetäisyydet ovat yhteensä metristä sataan kilometriin ja tarkkuus jää parhaimmillakin laitteilla kahden senttimetrin luokkaan.

Teollisuuslaserkeilaimilla, joilla esimerkiksi asuinkiinteistöjen sisätiloja voidaan mitata, etäisyydet ovat alle 30 metriä ja tarkkuudet jopa alle millimetrin.

Laserkeilauksen tuotteena saadaan pistepilvi. Se ilmoittaa ennalta määrätyn määrän kohteen pinnoilla olevien pisteiden koordinaatit ja niitä voidaan käsitellä eri tietokoneohjelmistoilla. Yleensä tavoitteena pistepilveä luotaessa on mitattavan kohteen mallintaminen. Mallintamisen laatuun vaikuttaa pistepilven pisteiden keskinäinen välimatka eli pistepilven tiheys, jota voi säätää laitteen asetuksista. Muita laatuun vaikuttavia kriteerejä ovat pisteiden

laadut ja erikseen mitattujen pistepilvien yhdistämisen laatu. Isoja tiloja mitattaessa täytyy tehdä usein monta pilveä. Pilvet yhdistetään toisiinsa kiinteiden ennalta määrättyjen tähysmerkkien perusteella.

Mallinnuksessa voidaan myös hyödyntää valon intensiteettiarvoa, eli palautuvan signaalin voimakkuutta. Tasaisilta pinnoilta pystytään tätä arvoa lukemalla erottelemaan tekstuuria, kuten kuvioita tai tekstejä. Joidenkin mittalaitteiden ohjelmistot esittävät voimakkuuserot eri väreinä. Nämä värit voi paikan päällä säätämällä saada vastaamaan todellisia väriarvoja. Näin saadaan pelkällä tiheällä pistepilvellä melko laadukkaita mittaustuloksia. (Joala, 2006.)

Yhtäältä pitää myös miettiä laserkeilauksen kannattavuutta. Liimataisen vuonna 2010 tekemästä opinnäytetyöstä selviää muun muassa, että kaikkien keilainten ohjelmistoilla pistepilvien pohjalta mallinnettuja malleja ei pystytä kääntämään suurimpaan osaan tietomallinnusohjelmistoista suoraan, vaan ne pitää mallintaa uudestaan referenssikuvan päälle. Toisaalta AutoCADia, eikä varsinkaan muita mallinnus- ja piirto-ohjelmistoja ole suunniteltu suurten pistepilvimassojen pyörittelyyn. Liimatainen painottaakin laitteiston ja ohjelmistojen huolellista valintaa. (Liimatainen, 2010, 51 - 54.)

5.1.4 Maxmess Professional 2011 -ohjelmisto

Maxmess professional on saksalaisen Braasch & Jäschke computertechnik -yrityksen valmistamia ohjelmistoja kohdekartoitukseen ja digitointiin. Maxmess-ohjelmalla pystytään kiinteistössä paikan päällä mittaamaan bluetooth-yhteensopivalla käsilaseretäisyysmittarilla huoneistojen seinävälejä ja korkeuksia. Ohjelmistoon luodaan ensin projekti, jonka jälkeen ”projektipuun” alle luodaan tilakirjasto. Tilat sijoitetaan koko ajan ruudulla näkyvässä olevaan 2D-ympäristöön, joka päivittää ne 3D-malliin annettujen mittojen avulla. Näin saadaan erittäin nopeasti digitoitua erilaisia sisätiloja. Ohjelmiston ominaisuuksista löytyy muun muassa työkalut tilatietojen muuttamista suoraan asiakirjoiksi, kuten tilaluetteloksi tilavuuksineen ja

seinäpinta-aloineen. Ohjelmiston malliin pystyy myös lisäämään yksinkertaisia ovia, ikkunoita, sekä muotoja, kuten portaikkoja.

Ohjelmiston etuna on suoraan muodostuva 3D-malli, jonka voi muuntaa export-toiminnolla AutoCadin DWG- tai DXF-tiedostoksi. Näistä ainakin DXF-tiedoston pystyy siirtämään edelleen 3D-muodossa referenssimalliksi Tekla Structuresiin, jolloin ”kunnollisen” mallin luominen on vaivatonta.

Curamess on Maxmessin yhteydessä toimiva ohjelmisto, jolla voidaan lisätä malliin valokuvia, audiota ja videota. Näin saadaan esimerkiksi valokuva lisäämällä mallin julkisivuseinästä samannäköinen kuin se on luonnossa. Tämä helpottaa vaikkapa julkisivun vahinkojen tarkastelua toimistosta käsin. Videota lisäämällä on oletettavasti samanlaisia ja vielä laajempia mahdollisuuksia, mutta tässä vaiheessa ohjelmiston suurimmaksi osaksi saksankielisiltä sivuilta ei löydy tarpeeksi tietoa aiheesta.

5.2 Pääsuunnittelu ja rakennussuunnittelu

Korjaushankkeen pääsuunnittelun olennainen vaihe on päättää mitä kaikkea mallinnetaan. Suunnittelun alussa eri osapuolet yhdessä sopivat suunnittelua johtavan tahon kanssa mallinnuksen tason. Laajempi ja yksityiskohtaisempi mallinnuksen taso takaa paremmat edellytykset hankkeen onnistumiselle, mutta toisaalta on aikaa vievää ja työlästä. (Freese ym. 2007, 36 - 37.)

Rakennuksen inventointimalliin mallinnetaan aina ensisijaisesti rakennuksen tilat. Osat, joissa saneerauksia tehdään, voidaan mallintaa hyvinkin tarkkaan tuoteosamallitasolle. Toisaalta samassa kohteessa voi olla osia, joita ei ikinä mallinneta tilamallia tarkemmalle tasolle, koska sille ei yksinkertaisesti ole tarvetta. Yksinkertaisimmillaan inventointimalli on geometriamalli, josta ilmenee kohteen muoto sovitulla tarkkuudella. (Mts. 30, 42.)

Korjattavalle rakennukselle voidaan tehdä myös tietomallin avulla suunnittelun edetessä erilaisia simuloitteja. Esimerkiksi palosimuloinnin avulla voidaan selvittää valmiin rakennuksen palokuormia ja osastoivuuden toimivuutta. Simuloitteja voidaan tehdä myös poistumisreiteistä, sisäilmasta, lämpötaloudesta, valaistuksesta, akustiikasta ja pintavesivirtauksista. Tällaisten simulaatioiden ajo vaatii kuitenkin tehtävässä kohteessa tarkan mallinnuksen. (Mts. 34 - 35.)

5.3 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelijan osalta tietomalliin tulee geometriatietojen tai mallin pohjalta mallinnettavaksi kantavat rakenteet, kevyet väliseinät, ikkunat ja ovet. Kaikista rakennusosista pitää näkyä niiden oikeat rakennetyypit ja materiaalit. Kaikki edellä mainitut rakennusosat pitää mallintaa erikseen sovitulla hankkeen vaatimuksien mukaisilla tarkkuuksilla. Esimerkiksi väliseinien mallinnus ei ole tarpeellista, elleivät ne ole muutos- tai purkutöiden kannalta tarpeellisia. Ikkunoista ja ovista riittävät yleensä pelkät aukot, ellei hankkeessa erikseen toisin sovita. (Senaatti, 2007a, 7.)

Rakennesuunnittelulle ominainen ja ensimmäisenä tarpeeseen tuleva suunnitelma on purkusuunnitelma. Inventointimallista saatujen tietojen perusteella voidaan esittää mallissa purkuhistoria. Malliin voidaan merkitä kevyet purut, varsinainen purku-urakka ja toteutuneet purut vaihtamalla niiden luokka-attribuuttia. Samalla tavalla luokiteltuina mallista voidaan tulostaa työturvallisuusohjeen liitteeksi tiedot asbestista ja muista myrkyllisistä aineista. (Freese ym. 2007, 34.)

5.4 LVI-suunnittelu

Talotekniikan suunnittelu voidaan myös hoitaa tietomallipohjaisesti muiden suunnittelunalojen kanssa samaan malliin integroituna yhdistelmämallina. TATE- suunnittelun tietomallintaminen voidaan jakaa kahteen pääryhmään: analysointiin ja järjestelmämalliin. Analysoinnin tarkoituksena on varmistaa kiinteistön eri tekniikoiden toimivuus ja lähtötietojen selvittäminen järjestelmämallinnuksen aloittamiseen. Analysointiin kuuluvat erilaiset virtaus-, elinkaari-, määrätieto-, valaistus- ja virtuaalianalyysit. Järjestelmämalli on tietomalli, joka sisältää kiinteistön malliin sijoitettuna lopullisena valitut ilmanvaihto-, lämmitys ja jäähdytysvaihtoehdot, sekä vesijohto- ja viemäriverkostot. Malli toimii esimerkiksi havainnollistavana muille suunnittelunaloille. (Laine, 2008, 14 - 16)

Linjasaneerauksen tärkeimpinä havainnollistamista ja hallintaa tarvitsevinä osina ovat tulovesi- ja viemäriputket, sekä ilmanvaihtoon liittyvä tekniikka. Tietomallinnusta tekevä LVI-suunnittelija mallintaa uudet putkistot niin, että ne mahtuvat muun talotekniikan kanssa niille varatuille paikoille. LVI- järjestelmän vaatimat reiät voidaan mallintaa joko objektina tai selvittää törmäystarkasteluna. Objektina mallinnettaessa reiän tiedot voidaan sitoa attribuutteina sen tietokantaan. Törmäystarkastelusta selviää ainoastaan tarvittavien läpivientien kohdat ja tässä tapauksessa esimerkiksi reiän toleranssitiedot tulee esittää erillisessä putkisuunnitelmassa. (Freese ym. 2007, 34.).

5.5 Sähkötekniisten järjestelmien suunnittelu

Taloteknisen järjestelmämallin etuja myös sähköteknisessä suunnittelussa on havainnollistaminen. Sähköjärjestelmämalli sisältää kaikki kiinteistön sähkö- ja telejärjestelmät. Tärkeimmät mallinnettavat kohteet ovat kaapelihyllyt,

johtokanavat ja ripustuskiskot, koska ne vievät paljon tilaa muulta rakennus- ja taloteknisiltä tuotteilta. (Laine, 2008, 31)

Sen lisäksi, että sähkösuunnittelija pystyy tarkastelemaan ja hyödyntämään muun LVI-järjestelmän asennusreittejä, malliin voidaan helposti sijoittaa pistorasioiden ja katkaisijoiden varaukset, sähkökaapit, läpiviennit ja muiden laitteiden paikat. (mts. 28)

5.6 Tietomalli saneeraustyömaalla

Korjausrakennustyömaalla tietomallia voidaan käyttää monilta osin samoin kuin uudisrakennuskohteissakin. Hankintojen ohjelmointi ja aikataulutusta helpottuu huomattavasti. Samoin tietomalliin voidaan aikatauluttaa ja arkistoida viranomaistarkastukset sekä suorittaa valvontaa. Korjaustyön valmistuessa voidaan valmistella myös huoltokirja ja tehdä tietomallin avulla käyttäjille käyttöönottokoulutus sekä kiinteistön että talotekniikan osalta.

Verrattuna uudisrakentamiseen korjausrakentamisen tietomallinnuksessa on esimerkiksi työnaikaisessa toiminnassa. Korjaussuunnittelua ja inventointimallin täydentämistä voidaan tehdä työnaikaisesti. Monesti korjausrakentamiseen liittyvät käsityöratkaisut voidaan myös lisätä tietomalliin. Työn aikana voidaan myös tietomalliin sisällyttää tiedot suojattavista tiloista ja rakennusosista. (Freese ym. 2007, 35-36.)

Työmaalla rakennuksen tietomallin tietosisältöä voidaan myös muokata urakoitsijan oman työn helpottamiseksi. Keinoja tähän ovat tietomallin attribuuttien muokkaaminen niin, että eri tiloille ja rakennusosille selviää aikataulut (minä aikana tila käytössä, milloin saa purkaa, milloin tehdä työsuoritukset), kuka on vastuussa tehtävistä (urakkarajat, yhteystiedot), muutosten hallinta ja toteutumamallin teko sekä tavaravirtojen kuvaukset ja suojauksen kuvaus pystytyksestä purkuun. (Mts. 36.)

6 ESIMERKKIKOHTTEEN OSAPUOLTEN NÄKÖKULMIA

6.1 Jyväskylän ammattiopiston Viitaniemen kampus

Eri osapuolten näkökantoja ja mielipiteitä lähdettiin selvittämään paikallisen otollisen korjausrakennuskohteen avulla. Kohteeksi valittiin Jyväskylän koulutuskuntayhtymän tilaama Jyväskylän ammattiopiston Viitaniemen kampuksen peruskorjaus ja laajennus Jyväskylässä. Kohde on mallinnettu suunnitteluvaiheessa kokonaan tietomallina ja se toimii seudulla alan edelläkävijänä.

Kohteessa toimivien osapuolten haastatteluissa pyrin kartoittamaan yleistä tämän hetkistä suhtautumista tietomallinnukseen Jyväskylän alueella sekä heidän kokemuksiinsa asiassa. Kysymyksissäni yritin myös saada tietoa nykytilanteesta, käytettävistä ohjelmistoista ja rajoituksista. Osapuolina haastattelin esimerkkikohteen rakennuttajaa, rakennuttajakonsulttia, pääsuunnittelijaa sekä LVI-suunnittelijaa. Haastattelut rakentuivat niin, että esitin valmiiksi pohtimiani kysymyksiä, joita oli noin kaksi kymmentä haastateltavaa kohden. Haastattelutilanteista muodostui kuitenkin melko vapaamuotoisia keskusteluja, joka itse asiassa oli parempi tavoitteisiin pääsyn kannalta.

6.2 Tilaaja

Kohteen tilaajana on Jyväskylän koulutuskuntayhtymä ja rakennuttajana toimii kiinteistöliikelaitoksen rakennuttaja Riikka Kaarnamo. Koulutuskuntayhtymän hankkeissa on hyödynnetty tietomallinnusta jo vuodesta 2006 Jyväskylän ammattiopiston Priimuksen peruskorjauksen yhteydessä. Tällä hetkellä he ovat Kaarnamon mukaan ainoa tietomallinnusta korjausrakentamisessa

hyödyntävä rakennuttaja Jyväskylässä. Hänen mukaansa toiminta on kuitenkin herättänyt kiinnostusta monilta tahoilta.

Lähtökohdat tietomallinnuksen käyttöön rakennushankkeessa löytyivät Kaarnamon mukaan innokkuudesta lähteä kokeilemaan tulevaisuudessa yleistyvää tapaa tehdä suunnittelua. Hänen mukaansa lähtökohtana oli myös olla mukana kehittämässä alaa. Hankkeen odotuksien hän kertoo olleen suuret. Suurimpana tavoitteena on saada kiinteistöliikelaitokselle talteen tietomallit, joita voidaan hyödyntää kiinteistöjen ylläpidossa, mutta koska hanke on vielä varsin tuore, ylläpidosta ei ole saatu vielä tuloksia. Muutoin odotukset ovat täyttyneet varsin hyvin tilaajan osalta. Eniten tavoitteisiin pääseminen on kiinni ohjelmistojen rajoittuneisuudesta, sekä mallintamista osaavien suunnittelijoiden vähyydestä.

Tulevaisuudessa Kaarnamo kertoo pääpainon olevan suunnittelijoilta tulevien mallien yhteensovittamisen hiomisessa. Myös aiemmissa kohteissa vain sivukehityshankkeena ollut määrälaskennan hyödyntäminen aiotaan ottaa käyttöön. Jatkossa kaikki Jyväskylän kohteet tullaan tekemään tietomallintamalla, mutta myös Jämsässä mallinnus otetaan käyttöön eräässä kohteessa.

Suurimmaksi hyödyksi Kaarnamo mainitsee odotetusti yhteensovittamisen. Törmäystarkastelujen teon lisäksi erilaisten tilojen ja korkojen hahmottaminen ja havainnollistaminen yleensäkin on hänen mukaansa täysin eri luokkaa verrattuna perinteiseen suunnitteluun. Havainnollistaminen ja törmäystarkastelu johtavat siihen, että tuotantovaiheessa muutoksia ei tarvitse juuri tehdä. Kaarnamo kuitenkin alleviivaa, että työmaalta käsin mitään muutoksia ei saa tehdä, vaan muutokset malliin ja sitä kautta kohteeseen saa hyväksyä vain pääsuunnittelija.

Yksi hyötynäkökulma on Kaarnamon mukaan myös tietomallin tiiviys. Yhden yhtenäisen suunnitelman tiivis paketti on aina päivitettyinä viimeiseen versioonsa kaikilla osapuolilla. Tietomallinnussuunnittelun kustannuseroja hän pitää perinteiseen suunnitteluun verrattuna pieninä, mutta ei ainakaan

missään tapauksessa kalliimpana. Tulevaisuuden hyödyistä Kaarnamo sanoo sen verran, että varsinaiset säästöt syntyvät vasta sitten, kun ylläpitoa kehitetään ja malli pystytään sitomaan huoltokirjaan. Kustannukset riippuvat hänen mukaansa paljon suunnittelijoiden osaamisesta. Jatkossa suunnittelu muuttunee halvemmaksi, kun tietomallinnus yleistyy.

Kaarnamo kertoo, että pääsuunnittelija yhteensovittaa ja päivittää muutokset noin kerran kuukaudessa ja tarvittaessa useammin. Tietomalliserveriä ei Kaarnamon mukaan vielä tällä hetkellä ole käytössä, mutta tulevaisuudessa sellainen tullaan ottamaan käyttöön. Tiedonsiirrossa on riittänyt paljon haasteita, mutta tällä hetkellä tieto kulkee sujuvasti, eikä suunnitelmia tai muuta tietoa häviä matkalla. Tietomalli varastoidaan CD-levyllä tässä tapauksessa Kiinteistöliikelaitoksen arkistoon. Rakennuttajalla on edelleen sopimus pääsuunnittelusta vastanneen arkkitehtitoimiston kanssa ja he hoitavat mallin päivittämisen ja ylläpidon.

Tulevaisuuden haasteet liittyvät Kaarnamon mukaan ohjelmistojen yhteensopivuuteen. Mallit varastoidaan niin, että niiden päivittäminen vaatii ArchiCAD-ohjelmiston. Riskinä on ohjelmistojen päivittyminen niin, että vanhalla versiolla tehdyn mallin aukaiseminen ei onnistu kunnolla. Näin ollen mallit vaativat jatkuvaa kääntämistä.

6.3 Rakennuttajakonsultti

Kohteessa rakennuttajakonsulttina toimii Harri Valkonen Insinööritoimisto Controlteam Oy:stä. Hän kertoo tehtäviinsä kuuluvan projektinjohdon ja tilaajan edustajana toimimisen. Tietomalli on hänen mukaansa hyvä apuväline valvonnassa. Hyvin tehty malli vähentää ongelmatilanteita ja sitä kautta yhteydenpitotarvetta. Malli myös helpottaa työmaakäyntejä vähentämällä paperisten kaksikulotteisten suunnitelmien selaamista. Ongelmakohtia voidaan tarkastella mallia pyörittelemällä suoraan työmaatoimistosta käsin.

Suunnittelun osalta erona tavanomaiseen on Valkosen mukaan tilaajan kantaaottavuus suunnittelun kulkuun. Myös aikataulu on hänen mukaansa suunnittelun osalta kiireisempi, koska mallin tulee olla valmis urakkalaskentaan mennessä. Yleensä kiire tulee talotekniikan osalta. Tähän ongelmaan ratkaisuna Valkosen mukaan on pääsuunnittelun aikaistaminen. Myös rakennetyypit vaaditaan hyvin aikaisessa vaiheessa, kun tavanomaisessa kohteessa niitä tehdään tarpeen mukaan. Valkonen kertoo, että muutokset suunnitelmiin tehdään pääsuunnittelijan kautta, mutta myös tilaajalta on saatava hyväksyntä.

Mallin hyötyjä ovat Valkosen mukaan suunnittelussa törmäystarkastelujen lisäksi määrälaskenta. Esimerkiksi talotekniikan suunnittelun etuina on putkien sijoittaminen kolmiulotteiseen maailmaan, sekä putkien pituuksien laskenta mutkineen. Hän kertoo myös, että alakattoja suunniteltaessa mallin hyödyt ovat isot, koska näin voidaan hahmottaa helposti millainen tilasta tulee. Toisaalta hänen mukaansa on myös tullut kritiikkiä mallista heikosti saatavista leikkauskuvista juuri alakattoihin sijoitettavan tekniikan osalta. Valkonen sanoo myös, että rakenteellisesti mallintamalla voi tehdä mitä vain, mutta tekniikan puolelta puuttuu vielä malliin sijoitettavia komponentteja, joiden puute aiheuttaa ristikkäisyyksiä työmaalla. Hänen mukaansa myös pienempien aukkojen sijaintien kanssa on ongelmia vanhoissa rakenteissa, koska ne eivät näy listauksissa kunnolla.

Työmaalla tietomallin hyödyntämiseen tarvitaan Valkosen mukaan kokopäiväinen mallin käsittelyä hallitseva työmaainsinööri. Hän kertoo myös, että tilaaja on toimittanut Viitaniemen työmaalle tietokoneen tarvittavine ohjelmistoineen ja he toimivat tukena malliin liittyvissä asioissa. Tässä kohteessa mallin käyttöönotto on pyritty tekemään urakoitsijalle helpoksi. Valkonen kertoo, että työmaalla on ensimmäisessä vaiheessa ollut käytössä myös Vico Softwaren Vico Control –ohjelmisto, jolla pystytään seuraamaan tuotantoa ja käsittelemään aikatauluja. Hänen mukaansa ohjelmiston käyttö jäi koeasteelle muun muassa lisenssin hinnan takia.

Mallin jatkokäytöstä Valkonen sanoo, että ylläpito-ohjelmat eivät toimi vielä kunnolla, mutta esimerkiksi ohjelmistokehittäjät työskentelevät asian kanssa parhaillaan. Tulokset saadaan muutaman vuoden kuluttua ja toimiessaan ne antavat edellytykset mallin jatkohyödyntämisen kehittämiseksi.

Kustannukset tietomallinnuskohteessa ovat Valkosen mukaan 30 % suuremmat kuin tavanomaisessa kohteessa. Kustannuksia kertyy mallin ylläpidosta ja suunnittelusta, erityisesti betonirakenteiden suunnittelun hitaudesta. Hän kuitenkin sanoo, että jatkossa kustannuserot pienenevät kun osaaminen lisääntyy ja säästöjä tulee muuta kautta, kuten huoltokirjan pidosta.

6.3 Rakennussuunnittelija

Esimerkkikohteen rakennussuunnittelusta vastasi arkkitehti Mika Kurth Arkkitehtitoimisto Nousiainen Pertti Ky:stä. He ovat olleet suunnittelemassa kolmea isoa kohdetta, Jyväskylän ammattiopiston kauppapilaitosta, Priimusta sekä Viitaniemen kampuksen A-rakennusta. Kaikkissa näissä kohteissa on tehty tietomalli.

Mika Kurth kertoo, että tietomallissa on eri tasoja, eikä sille ole olemassa tiettyä standardia. Hänen mukaansa se on työkaluna tehokas ja edesauttaa projektin hallittavuutta ja suunnittelun koordinoitua isoissa kohteissa. Myös Kurth sanoo yhteensovituksen yhdistelmämalliin ja suunnittelutoimistojen mallien risteämien havaitsemisen olevan tärkein hyöty suunnittelun kannalta. Hyötyjä saa mallista irti myös kustannuslaskija, joka pystyy esimerkiksi Tocomanin iLink –ohjelmistolla laskemaan siitä tarkat määrät. Kurth kertoo myös, että tietomalli myötä urakkamuodot ovat kehittyneet. Käytössä on tavoitehintaurakka, joka muodostaa vähemmän riskejä, koska tarjoukset saadaan sidottua siihen mitä on tilattu.

Kurthin mukaan he käyttävät suunnitteluun ArchiCADia. Malleja tarkastellaan ja yhdistellään Solibrin sekä Autodeskin Navisworks –ohjelmistoilla. Tieto

siirtyy hänen mukaansa IFC-formaatissa. Hän kertoo myös, että kahdeksan vuotta sitten tietomallinnusta aloitettaessa tiedonsiirto oli ongelma, mutta nyt se toimii hyvin. Kurth kertoo myös heidän kokeilleen eri ohjelmistoja simulaatioiden tekoon. Yhtenä esimerkkinä hän mainitsee Jyväskylän Yliopiston Agora virtuaalilaboratorion käytön. Siellä tilaaja on voinut tarkastella rakennuksen mallia sen sisältä 3D-lasit päässä. Toinen simulaatio, jota hänen mukaansa on kokeiltu Priimuksessa, on ilman virtaussimulaatio. Sillä voidaan etsiä rakennuksesta veto-ongelmia ja poikkeamia. Priimuksen suuria ilmamassoja sisältävissä tiloissa se oli osoittautunut hyödylliseksi.

Tietomallin ylläpitosopimukseen kuuluu Kurthin mukaan mallin luominen, suunnittelu ja ylläpito. Toteutus tapahtuu vain suunnitelmien mukaisesti. Pääsuunnittelijan tehtävä on ylläpidon osalta pitää tieto ajan tasalla, päivittää kalustetiedot ja muut muutokset. Tietomallin sitominen huoltokirjaan on Kurthin mukaan vielä kehitysasteella, sillä ohjelmistot eivät ole vielä täydessä valmiudessa.

Kustannuksista kysyttäessä Kurth sanoo vain sen, että tietomalli luomalla saadaan varmasti laadukasta jälkeä, josta kannattaa maksaa. Hänen mukaansa eri alojen suunnittelijoiden osaamistilanne on hyvä. Heille on kehittynyt toimiva yhteistyökuvio ja osapuolet ovat kehittyneet alalla. Sen lisäksi tietomallien lisääntyminen erilaisiin kohteisiin laajentaa suunnittelijoiden toimenkuvaa, kuten esimerkiksi arkkitehti tekee enemmän insinöörin töitä ja toisin päin.

Lopuksi Kurth painottaa korjausrakentamisessa inventointimalliin sisältyvää vastuuta. Mallin tietojen tulee olla luotettavia, jotta suunnittelu ja toteutus onnistuisivat. Pienikin virhe voi aiheuttaa väärin suunnitellun yksityiskohdan, joka huomataan pahimmassa tapauksessa vasta työmaalla.

6.4 Talotekniikkasuunnittelija

Viitaniemen kohteseen LVI-suunnittelua on tehnyt Eero Kannisto Insinööritoimisto Mittatyö Timo Holopainen Ky:stä. Hänen mukaansa LVI-suunnitelmien teko tietomalliin on vielä vähäistä. Koulutuskuntayhtymä on Jyväskylässä ainoa joka sitä on tähän mennessä vaatinut. Kannisto sanoo, että uusia kohteita ei tällä hetkellä ole tiedossa, mutta tulevaisuudessa esimerkiksi Senaatti-kiinteistöt vaativat sitä kaikissa kohteissaan.

Tietomalliin LVI-suunnittelusta Kannisto on sitä mieltä, että se on sinänsä mielekästä työtä, mutta se vie kolme kertaa enemmän aikaa kuin perinteinen 2D-suunnittelu. Aikaa vie oikeisiin korkoihin mallinnus ja mallin ristiriitojen välttäminen, kuten rakenteiden ja sähkötekniikan väistely. Vastapainona lopputulos on kuitenkin viimeistellympi, koska työmaalla asennukset voidaan tehdä suoraan, kuten mallissa on valmiiksi suunniteltu. Samasta syystä yhteydenpito työmaan ja suunnittelutoimiston välillä vähenee, kun ongelmakohtia on vähemmän.

Kannisto kuitenkin sanoo, että liian tarkat mallitkaan eivät ole kovin käytännöllisiä. Esimerkiksi jos malliin sijoitetaan suunnitteluvaiheessa paljon ilmanvaihtokoneita tai muuta tekniikkaa, lopputuloksena voi olla työmaalle liian hankalasti luettavat 2D-piirustukset. Tarkka malli vaatisi työmaalle asentajalle oman päätteen, mikä ei sinänsä ole myöskään käytännöllistä.

Käytössä oleviksi suunnitteluohjelmistoiksi Kannisto nimeää AutoCAD-pohjaisen MagiCADin ja omana ohjelmistonaan toimivan CADS Plannerin. Näistä ensin mainittu on hänen mukaansa pidemmälle kehittynyt. Tiedostonsiirtoformaattina toimii kohteessa aiemminkin tutuksi tullut IFC. Kannistoon mukaan ohjelmistot eivät kuitenkaan ole vielä valmiita, sillä niistä puuttuu paljon olennaisia komponentteja.

7 KUSTANNUKSET

7.1 Kustannusvertailun kohde

Kustannusvertailun tekeminen Viitaniemen koulun kohteesta ei ollut mahdollista, koska alkuperäisenä tavoitteena oli saada enemmän tietoa mahdollisen linjasaneerauskohteen kustannuksista ja toteutuskelpoisuudesta. Linjasaneerauskohteen ensimmäinen kustannuseroja aiheuttava tekijä on valmiin rakennuksen digitointi. Niinpä looginen lähtökohta on verrata perinteistä tapaa tehdä piirustukset 2D:nä uudempiin tapoihin.

Vertailtavaksi kohteeksi valikoitui As Oy Jyväskylän Kauppakatu 12, joka sijaitsee aivan Jyväskylän keskustassa.. Kohde on vuonna 1965 rakennettu 7 kerroksinen asuinliiketalo. Kohteessa on 6 asuinkerrosta ja pohjakerros, sekä yksi maanpinnan alapuolinen kellarikerros. Kohteessa on 50 asuinhuoneistoa ja 7 liikehuoneistoa, sekä varasto- ja autotallihuoneistoja. Kohteen kerrosala on 4797 m², tilavuus 21500 m³ ja bruttoala 8149 brm².

7.2 Käsin digitointi mittaamalla

Controlteam Oy:n on tehnyt tarjouksen vertailun alla olevasta kohteesta. Pohjapiirustusten digitointi käsin mittaamalla maksaa ilman arvonlisäveroa 5350,00 euroa. Hinta sisältää kaksi kappaletta leikkauspiirustuksia, mitoituksen kylpyhuone- ja wc-tilojen osalta ja huoneistokohtaisen tulostusmahdollisuuden sekä nykytilanteen päivityksen piirustuksiin. Tarjous edellyttää sen, että vanhat suunnitelmat ovat digitoinnin suorittajan käytössä.

Julkisivupiirustusten digitalisoinnin erillishinta on 950,00 euroa ja tuntiveloitus 60,50 euroa per tunti.

7.3 Laserkeilaus

Laserkeilaus on toimenpide, joka tulee suorittaa aliurakoitsijalla. Keilauslaitteet ovat kalliita ja työtapa on liian työläs asiaan perehtymättömän tehtäväksi. Kustannusten selvittämisen ja laserkeilausta käsittelevien aineistojen perusteella keilaus ei vielä tällä hetkellä sovellu taloyhtiön tarpeisiin.

7.4 Digitointi Maxmess Professional –ohjelmistolla

Maxmess–ohjelmisto otettiin kustannusvertailuun sen helppokäyttöisyyden ja lisenssin halvan hinnan takia. Itse ohjelmisto maksaa 1000 euroa (alv 0 %) ja sen lisäksi työkäytössä kestävä kannettava tietokone noin 2500 euroa.

Kustannusvertailun hinta-arvion kuten myös hyviä kommentteja asiasta antoi ohjelmistoon tutustunut Jukka Sulkakoski Insinööritoimisto Controlteam Oy:stä. Hänen mukaansa ohjelmisto on hyvin helppokäyttöinen, mutta monimutkaisemmassa kohteessa tarvitaan silti kokenutta mittaajaa. Monimutkaisessa kohteessa ohjelmiston hyödyt ovat suurimmillaan. Esimerkiksi omakotitaloa ei kannata edes lähteä mittaamaan Maxmess–ohjelmistolla. Hyödyistä Sulkakoski kertoo vielä, että ohjelmiston käyttö on hitaampaa kuin perinteinen käsin mittaus, mutta se on kuitenkin huomattavasti tarkempaa. Hänen mukaan ohjelmistolla heti saatava oleva 3D-malli on suuri etu jatkosuunnittelussa. Tällä hetkellä Suomessa ei ole juuri kokeneita ohjelmiston käyttäjiä.

Sulkakosken mukaan ohjelmiston kanssa menee vertailukohteessa työmaalla arviolta kahdesta kolmeen päivään, mikä on suurin piirtein sama aika kuin käsin mitattaessa. Ohjelmiston nopeus ilmenee siinä, että toimistossa malli on käytännössä valmiiksi digitoitu. Käsin mittaamalla toimistossa työskentelyyn menee yli 3 päivää, kun Maxmess –ohjelman käyttö vaatii vain noin puoli päivää toimistotyötä.

Kustannukset muodostuvat työmäärästä, katteesta ja välineiden kustannusten vähennyksistä. Jos työaika arvioidaan neljälle päivälle laskettuna, tulee kustannuksia 1840 euroa. Tähän lisätään 30 % tuottoa, jolloin summaksi muodostuu 2400 euroa. Jos arvio työn kestosta pitää paikkansa, välineiden käytöstä voidaan veloittaa vielä aika runsaasti, eivätkä kustannukset silti nouse perinteisen mittauksen tasolle. Hinta ei tosin sisällä muuta kuin kiinteistön 3D-mallin.

Muista piirustuksista Sulkakoski mainitsee sen verran, että julkisivukuvat on mahdollista saada hyvin tarkkoina Maxmess-ohjelman sisarohjelmalla Curamessilla, mutta se vaatii oman lisenssin ja sen käytöstä ei ole vielä kenelläkään kokemuksia.

8 TIETOMALLINNUKSEN HYÖDYT NYKYTILANTEESSA

8.1 Tilamallit ja törmäystarkastelu

Suurin tietomallinnuksesta saatava hyöty miltei kaikissa kohteissa on suunnitelmien yhteensovittaminen valmiiseen inventointimalliin. Tämä ilmenee kaikessa tutkimuksessa, kirjallisuudessa, keskusteluissa alan ammattilaisten kanssa sekä haastatteluissa. Sekä uudis- että korjausrakentamisessa hyödyt ovat törmäystarkastelujen suhteen samat. Kun eri suunnittelunalojen, esimerkiksi rakenne- ja LVI- suunnittelijat sovittavat työnsä yhteen, voidaan tarkastella rakenteiden liittymistä toisiinsa, sekä talotekniikan asennuksia ja sijoittamista. Ilman erillisiä törmäysanalyysseja voidaan jo todeta mallista silmämääräisesti ongelmakohtia. Kun tähän lisätään vielä tarkemmat tarkastelut analyysiohjelmistojen kanssa, tietomallien ylivoimainen etu paljastuu.

Linjasaneerauskohteissa, kuten monessa muussa korjausrakentamisen kohteessa voidaan todeta inventointimallia tarkastelemalla tilanteita, joita ei mitenkään voi tavanomaisesta 2D- piirustuksesta huomata. Esimerkiksi jo heti Maxmess- ohjelmistoon tutustumisen alkuvaiheessa mallinnetun kerrostalon kellarikerroksen huoneesta ilmeni kohta, jossa huonekorkeus oli erillisen betonivalun takia reilusti pienempi kuin muussa osassa kellaria. Tällainen jälkeinpäin tehty muutostyö, jota ei näy alkuperäisissä piirroksissa jää vaikkapa LVI- suunnittelijalta helposti huomaamatta ja siitä johtuen piirustuksista löytyy putkia paikasta, joihin niitä todellisuudessa ei voi toteuttaa.

Sen lisäksi, että vanhat piirustukset eivät esitä välttämättä kaikkea tietoa, 2D- piirustuksen avulla ei ole kovin helppoa hahmottaa esimerkiksi ahtaiden tiloja, porraskäytäviä tai muita vastaavia ”hankalia tiloja”. Lähtökohtaisesti jo tilamallin teko helpottaa hahmottamaan muotoja kaikissa kolmessa ulottuvuudessa.

Törmäystarkastelun teko tilanteessa, jossa on päällekkäisyyksien riskejä, on helppoa todelliseen tilanteeseen pohjautuvan inventointimallin avulla. Kokonaan uuden mallin teko paikan päällä luottamatta täysin vanhoihin piirustuksiin on siis kannattavampaa jo niiden epäluotettavuuden takia.

8.2 Aikataulut ja työnaikainen tilojen käyttö

Suuri hyöty esimerkiksi usean asunnon kiinteistöön on normaalin aikataulutuksen lisäksi erillisten tilojen aikatautus. Tietomalliin on mahdollista sisällyttää suunnitteluvaiheessa neljäntenä ulottuvuutena aika, eli luoda ns. 4D-malli, jonka avulla jokainen porraskäytävä, taloyhtiön tila ja asunto voidaan jaotella aikajanelle eri työvaiheiden mukaan. Näin pystytään tekemään tilakohtaiset aikataulut rakennusteknisiä, purku- ja LVI- töitä varten.

Ideaalitulanteessa työntekijät voivat työmaalla edetä asunnosta toiseen ja merkitä työn etenemisen malliin, jolloin sitä voivat seurata sekä työnjohto,

suunnittelijat, sekä mahdollisesti internetin välityksellä myös asukkaat/osakkeenomistajat, joita kiinnostaa oman asunnon tilanne. Samalla työntekijät pystyvät merkitsemään missä asunnossa työskentelevät, mikä asunto on vapaana työn aloittamista varten ja jopa mitä urakoitsijan työkaluja heillä on käytössään.

Tällaisten tietomallista tehtävien analyysien ja seurannan tekeminen vaatii kuitenkin omat ohjelmistonsa, sekä osaamista niiden käytöstä, joten niiden käyttöä ei voida pitää realistisena tavoitteena vielä moneen vuoteen. Ei ole kuitenkaan mahdotonta että työmaalla olisi tulevaisuudessa yksi seurantapäätteenä, johon esimerkiksi päivän päätteeksi kirjataan oman työn eteneminen.

8.3 Hankkeen tiedotus ja viestintä

Linjasaneeraushankkeessa voidaan hyödyntää yhteistä projektipankkia eri osapuolten väliseen viestintään muutenkin kuin mallien tietojen jakoon. Myös asukkaille/osakkeenomistajille voidaan tiedottaa hankkeen etenemisestä tätä kanavaa käyttäen. Monesti on puhetta asiakaslähtöisestä linjasaneerauksesta. Tällaiseen asiakaslähtöisyyteen on syytä panostaa kehittämällä tietomallin yhteydessä toimivaa projektipankkia tai siihen liitettyä internetsivustoa niin, että asukkaat/osakkeenomistajat voivat kirjautua omilla tunnuksillaan seuraamaan hankkeen etenemistä ja siihen liittyviä uutisia.

Eräs käytännön sovellus voisi olla myös esimerkiksi perinteisen linjasaneerauskohteen kellariin tehdyn mallikylpyhuoneen tai –keittiön korvaaminen virtuaalisella mallilla. Yleensä asukkaat haluavat uusia kalusteita ja laattoja valitessaan nähdä mallisuorituksen, joka tehdään joko yhteen asuntoon tai kellarikerrokseen esille. Tällainen malli voitaisiin korvata tarkasti visualisoidulla 3D-mallilla, johon voisi itse kokeilla sopivia väri vaihtoehtoja ja tarkastella eri kulmista eri valaistuksessa.

8.4 Määrälaskenta

Samalla tavoin, kuin muissakin kohteissa, myös linjasaneerauksessa voidaan hyödyntää tietomallia määrälaskentaan. Normaalien hankintojen ja työtuntien laskennan lisäksi korjausrakentamiselle ominaisen purkutyön suunnittelu helpottuu jätehuollon kannalta, kun purkutyöstä voidaan tehdä suunnitelma tietomallin avulla. Tähän suunnitelmaan voidaan laskea mukaan purkujätteen materiaalit ja ominaisuudet, kuten määrät, tilavuus ja massa. Laskenta helpottaa kustannusten ja työtuntien määrittämistä jo varhaisessa vaiheessa.

Normaalin jätteen lisäksi tietomalliin voidaan sisällyttää tiedot erityiskohteista, kuten esimerkiksi asbesti. Omana luokkanaan numeroiduista asbestia sisältävistä osista voidaan myös tehdä luettelot ja ne voidaan merkitä kuviin helposti. Myös asbestin määrän tiedostaminen helpottaa kustannusten arviointia suunnittelun alkuvaiheessa.

8.5 Linjasaneeraus pinnoittaen

Jos linjasaneerauksen hankesuunnittelun yhteydessä tehtävän kuntotutkimuksen pohjalta päädytään tekemään suurin osa korjauksista pinnoittaen, tietomallin tekemisestä ei työn suunnittelun tai toteutuksen kannalta ole juuri etuja. Jos joitain osia joudutaankin vetämään pinta-asennuksina, on silti todennäköisesti edullisempaa ja nopeampaa tehdä suunnitelmat tavanomaisin menetelmin.

8.6 Jatkokäyttö

Tietomallin hyödynnettävyys ei lopu toteutusvaiheeseen. Tilaajan antaman haastattelun perusteella suurin hyöty mallista korjausrakennuskohteessa on jatkokäytössä. Kiinteistön huoltokirjan sitominen tilamalliin on mielenkiintoinen

ja kehittämisen arvoinen hanke. Kiinteistön huoltoyhtiön ja kuntoarvioiden/tutkimusten tekijöiden havainnot pystytään merkitsemään samaan paikkaan kaikkien osapuolten tarvittaessa saataville. Lopulliset muutokset malliin tekee kuitenkin pääsuunnittelija, jolla on ylläpitosopimus kiinteistön linjasaneerauksen tilaajan kanssa.

9 POHDINTA

Tehtävänä oli selvittää tietomallin hyöty- ja haittanäkökulmia korjausrakennushankkeessa, sekä vertailla hankkeen inventointimallin luomisen kustannuksia. Tavoitteisiin päästiin haastattelemalla ja pyytämällä arviot kustannuksista. Tuloksina saatiin paljon hyvää pohdintamateriaalia ja tavoitteisiin nähden riittävän tarkat kustannusarviot.

Tällä hetkellä tietomallinnuksen käyttö on vasta leviämässä uudisrakennuskohteista myös korjausrakentamisen pariin. Jyväskylän alueella vain yksi rakennuttaja hyödyntää tällä hetkellä mallinnusta perusparannuskohteessaan. Valtakunnallisesti näitä toimijoita on monia, mutta kehitys on hidasta ja koskee vain suuria pilottikohteita.

Tietomallinnuksen ottaminen mukaan linjasaneeraushankkeeseen on siis ehkä vielä ennen aikaista. Suurin syy on resurssien puute. Ensiksi tarvittavia ohjelmistoja on kehitetty niukasti ja niiden osaajia on vähän. Toisekseen pääsuunnittelijan tulee osata sekä ArchiCADilla visualisointi, että rakennussuunnittelu, jotta kaikki hyöty saadaan irti. Tietomallinnuksen pitää vielä yleistyä sille tasolle, että erilaisten sovellusten käytöstä saadut hyödyt ajavat kannattavuudessaan perinteisen suunnittelun ohi. Toisaalta linjasaneerausta voidaan jo alkaa kehittää tietomallinnuksen suuntaan.

Linjasaneerauksen suunnittelu tietomallintaen sisältää paljon hyviä puolia, joita voitaisiin kokeilla jo tällä hetkellä. Nämä mahdollisuudet ovat kuitenkin vasta kehitys- ja kokeiluasteella tälläkin hetkellä käynnissä olevissa hankkeissa.

Käytännön kokemusten hakeminen linjasaneerauskohteissa ei välttämättä ole järkevää.

Asiakaslähtöisen linjasaneerauksen toteuttaminen tietomallina on mielenkiintoinen ajatus sen suomien mahdollisuuksien takia. Yhteinen palvelin sekä mallille, että tiedottamiselle ja molemminpuoliselle palautteelle on kehittämisen arvoinen idea, mutta tällä hetkellä se on ohjelmistojen ja niiden käyttäjien puutteesta kiinni. Asiakkaalle linjasaneeraus tietomallintaen tulisi myydä pakettina, johon kuuluu suunnittelun ja toteutuksen lisäksi myös sopimus mallin jatkokäytöstä. Tulevaisuudessa, kun mallin jatkokäytön edellytykset selkenevät ja hyvät puolet, kuten säästöt, käyvät ilmi, kannattaa sitä markkinoida asiakkaalle yhtä paljon kuin varsinaista saneerausta.

Suurin työ linjasaneerauksessa on inventointimallin luonti. Kun valmiin kiinteistön mallinnus on tehty, hanke ei juuri eroa normaalista tietomallinnettavasta uudisrakennuskohteesta. Joka tapauksessa nykyään saneerattavista kiinteistöistä tulee tehdä digitaaliset piirustukset, joten niiden suoraan teko mallintaen osaavien suunnittelijoiden puitteissa on kannattavaa. Mallinnuksen hyödyntäminen varsinkin 70-luvun moduulimittaisten elementtirakenteisten kiinteistöjen linjasaneerauksissa voisi olla tehokasta. Saneerauksia kannattaisi muutenkin tehdä niin sanotusti sarjatuotantona, jossa osapuolet pysyisivät suurin piirtein samoina ja toimintamalli olisi sama. Näin voisi syntyä toimiva yhteistyökuvio.

Linjasaneerauksen muuttamista mallinnuskohteeksi kannattaa lähteä kokeilemaan Maxmess -ohjelmiston kautta. Ohjelmisto on hintansa ja käytön nopeuden ja vaivattomuuden avulla ehdottomasti kokeilemisen arvoinen. Sen kokeileminen oikeassa kohteessa on melko riskitöntä, koska sen käyttö työmaolosuhteissa vastaa käsin mittaamista. Jos ohjelmiston tuottama 3D-malli voidaan tyydyttävästi siirtää referenssimalliksi ArchiCADiin, Tekla Structuresiin tai muuhun pääsuunnittelijan käyttämään ohjelmistoon, toimistotyöskentelyaika vähenee usealla päivällä. Jos malli ei kokeiltaessa sovellukaan referenssiksi 3D-malliin, se on mahdollista digitoida vielä vähin kustannuksin AutoCADilla saatujen mittojen mukaan 2D-piirustuksiksi.

Inventointimallin teko on ensisijainen tavoite, jota kannattaa kehittää edellisessä kappaleessa mainitulla tavalla tai etsiä vastaavaan suoritukseen pystyviä ohjelmistoja. Linjasaneerauksessa tietomallin luomisen etuina on se, että sitä voidaan rajata runsaasti. Koko kiinteistön mallinnus ei välttämättä ole tarpeellista, koska saneeraus ei välttämättä koske esimerkiksi makuuhuoneita tai olohuonetta. Yleisesti ottaen tietomalliin tulisi sisällyttää kellarikerros, porrashuoneet, asuntojen eteiset ja wc-tilat sekä keittiö, riippuen siitä miten laaja saneeraus on kyseessä. Esimerkiksi pelkästään huoneistokohtaisia sähköjä uusiessa ei välttämättä kannata mallintaa joka huonetta erikseen. Tietomallin rajauksesta tulee sopia yhdessä muiden suunnittelijoiden kanssa heidän tarpeidensa mukaan.

LVI-suunnittelijalle tietomallipohjainen suunnittelu ei välttämättä ole helpoin tapa, mutta motivoituneen suunnittelijan löytyessä yhteistyötä kannattaa alkaa kehittää. Kustannusten jakautumista kannattaa pohtia myös siltä kannalta, että vähentääkö kallis mutta laadukkaampi LVI-suunnittelu kustannuksia asennusvaiheessa. Toinen asia, jota LVI-suunnittelijan kanssa voidaan seurata, on LVISA-ohjelmistojen kehitys. Linjasaneeraukselle olennaisten komponenttien löytyessä ohjelmistojen ei pitäisi olla esteenä perustason LVI-suunnittelulle.

Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin asiantuntijoiden antamien erittäin hyvien haastattelujen perusteella. Tietomallipohjaisen suunnittelun nykytilanne tuli hyvin selville ja tuloksena voidaan sanoa, että myös linjasaneerauksiin tietomallin laajentaminen tulee jossain vaiheessa olemaan kannattava vaihtoehto.

LÄHTEET

Freese, S., Penttilä, H. & Rajala, M. 2007. Arvorakennusten korjaushankkeet ja tuotemallintaminen – Case-kohteena Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosasto. Tampere. Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosasto, ArkIT-informaatiotekniikka.

Hallittu putkiremontti. 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Hellsten, J. 2011. Rakennuksen malli ei ole tietomalli. Rakennuslehti 10.2.2011. 10.

Joala, V. 2006. Laserkeilauksen perusteita ja mittauksen suunnittelu. http://www.leicanet.fi/Geo/lisatietoa/HDS_Laserkeilaus/pdf/Laserkeilauksenperusteita.pdf

Laine, T. 2008. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. Tampere: Rakennustieto Oy.

Laksola, J., Palsala, A. 2006. Onnistunut putkiremontti. Lahti.

Laksola, J. 2007. Onnistunut putkiremontti osa 2: Tekniset vaihtoehdot. Jyväskylä

Liimatainen, A. 2010. Rakennusten 3D-mittaus ja pistepilven prosessointi jatkosuunnittelua varten. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma.

Linjasaneeraus. Inspecta Group Oy, Helsinki. Viitattu 27.1.2011. <http://www.talokorjaus.info>, linjasaneeraus.

Paiho, S. Heimonen, I. Kouhia, I. Nykänen, E. Nykänen, V. Riihimäki, M. Vainio, T. 2009. Putkiremonttien uudet hankinta- ja palvelumallit, VTT tiedotteita – Research Notes 2483. Helsinki: VTT.

Penttilä, H. Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet. Tampere: Rakennustieto Oy.

Penttilä, H. Nissinen, S. Valjus, J. & Varis, M. 2007. Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa. Tampere: Rakennustieto Oy.

RT 18-10813. 2003. Asuntoyhtiön vesijohtojen ja viemärien uusiminen.

RIL 252-1-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus – hankeprosessi ja tekniset ratkaisut 60- ja 70- lukujen kerrostaloissa Osa1: Perusteet ja ohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Tietomallivaatimukset 2007a. Senaatti-kiinteistöt: Osa 2: Lähtötilanne. Versio 1.01. viitattu 17.2.2011 Senaatti-kiinteistöt.

Tietomallivaatimukset 2007b. Senaatti-kiinteistöt: Osa 8: Mallien käyttö havainnollistamisessa. Versio 1.01. viitattu 31.3.2011 Senaatti-kiinteistöt.

Solibri. 2007. Solibri Model Checker versio 4.2 Tietomallinnus tuottamaan.
<http://www.solibri.com/solibri-model-checker/screenshots.html>

Vakkilainen, J. 2009. Rakennuksen tietomalli rakennushankkeen suunnitteluvälineenä. Diplomityö Tampereen teknillinen yliopisto. .
Arkkitehtuurin koulutusohjelma.