



# **TUOTETIETO KIINTEISTÖN ELINKAAREN AIKANA**

Petri Metsäsalo

Opinnäytetyö  
Syyskuu 2010  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Tampereen ammattikorkeakoulu

**TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Tampere University of Applied Sciences**

Petri Metsäsalo

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Syyskuu 2010

Hakusanat

Tuotetieto kiinteistön elinkaaren aikana

32 sivua

Tuntiopettaja sähkötekniikan insinööri (AMK) Kari Kallioharju

Tampereen ammattikorkeakoulu

Tuotetieto, Kiinteistön elinkaari, Tuotemalli, IFC

---

## TIIVISTELMÄ

Työn aiheena oli tuotetieto kiinteistön elinkaaren aikana, päämääränä oli kuvata tuotetiedon kulkua ja kehittymistä tuotemallisuunnittelun aikana aina kiinteistön käyttöön ja ylläpitoon asti. Työssä käsitellään lisäksi tuotemallipohjaisen suunnittelun hyötyjä ja edellytyksiä hyötyjen saavuttamiseksi sekä tietomallien yleistä käsitettä ja tarkoitusta. Työn tarkoituksena oli kehittää tuotemallisuunnittelussa käytettävän tuotetiedon kulkua kiinteistön elinkaaren aikana sekä tehostaa suunnittelusta saatavia hyötyjä. Työn lähteinä on käytetty talotekniikan alan kirjallisuutta sekä tuotemallisuunnittelun pilottihankkeista kerättyjä materiaaleja ja teoksia. Oppinäytetyötä luettaessa tulee ottaa huomioon tuotemallisuunnittelun nopea kehittyminen ja muuttuminen, mikä saattaa vaikuttaa joihinkin sisällön osiin tai kohtiin.

Tuotemallien ja tuotemallisuunnittelun kehittymisen yleistyessä tuotetieto ja sen käyttö tulee yhä tärkeämmäksi. Tuotetiedosta tuotettujen analyysien ja simulointien avulla voidaan kiinteistön elinkaarikustannuksia hallita ja optimoida tehokkaammin. Visualisoinnit taas tarjoavat selkeän käsityksen rakennettavasti tai korjattavasti kohteesta. Tiedonsiirto eri suunnitteluohjelmistojen välillä mahdollistaa törmäystarkastelujen tekemisen, mikä vähentää rakentamisvaiheessa tapahtuvien päällekkäisyyksien tai järjestelmien epäsovivuuksien määrää ja vaikuttaa siten kokonaiskustannusten hallintaan. Tuotemallisuunnittelun hyötyjen edellytyksenä on kuitenkin useita eri kokonaisuuksia, joiden kehittämiseen tarvitsee tulevaisuudessa panostaa.

Yhteisten toimintatapojen löytämiseksi tuotemallisuunnittelun kehitystä tulee jatkaa ja tehostaa. Tuotetiedon mahdollisuudet tulevat kasvamaan, kun suunnitteluohjelmistot kehittyvät ja suunnitteluprosessit muuttuvat vastaamaan tietomallisuunnittelun tarpeita. Tiedonsiirron osalta rajapintojen määrää tulee lisätä, jotta tietomallisuunnittelun hyödyt kasvaisivat. Yhteisten standardien ja normien luomisella pystytään takaamaan selkeä ja tehokas yhteistyö eri suunnittelijoiden välillä. Tuotemallisuunnittelu vaikuttaa koko rakennusalaan ja muuttaa perinteisen suunnittelun prosessin uusilla toimintatavoillaan.

Petri Metsäsalo	Product data during the life cycle of a real estate
Engineering thesis	32 pages
Thesis supervisor	Lecturer, Building Services Engineer Kari Kallioharju
Commissioning Company	Tampere University of Applied Sciences
April 2010	
Keywords	Product Data, Real estate life cycle, Product Model, IFC

---

## ABSTRACT

The thesis subject was product data during the life cycle of a real estate and the aim was to describe the development of products data during the design process of product modeling and up to the use and maintenance phase of the building. The thesis also examines the benefits and the conditions to achieve the benefits in building information modeling and the concept of product modeling. The purpose of the thesis was to develop the product data's flow through the life cycle of the building and intensify the benefits that can be achieved from the design process. Sources used in this thesis mainly consist of literature generally used in building services technology and materials that are gathered from pilot projects in product modeling. When reading this thesis one must take in to consideration that product modeling is developing and alternating fast which can affect parts or chapters of this thesis.

Building information modeling and product modeling are getting more and more common and that is going to emphasise the correct use of product data and product data's meaning of itself. Analyses and simulations produced with product data can be used to control and optimise the cost of buildings life cycle. Visualisations offer well-defined concept of the building that is going to be built or repaired. Electronic data transfer between different designing softwares enables one to analyse if the product model has any collisions between different systems or actual physical objects in the 3D-model. Collisions analysis reduces the number of overlaps and inconsistencies between the systems during construction phase of the building. Benefits of product modeling prerequisites consist of many different thematic entities, which need to be invested in the future in order to develop them.

In order to find common working methods of product modeling development need to be continued and intensified. Possibilities with product data are going to enlarge and designing processes are going to change to match the needs of product modeling. For the part of electronic data transfer interfaces need to be expanded and increased for to gain more benefits from product modeling. Building information modeling and product modeling are going to affect the whole constructions sector and to change the traditional designing process.

## ALKUSANAT

Idea tietomallipohjaisen suunnittelun tuotetiedon käsittelemiseksi tuli Tampereen ammattikorkeakoulun toimesta. Aihepiiri oli tullut osittain tutuksi opiskeluaikaan käydyillä sähkösuunnittelun kursseilla, mutta vasta työtä tehdessäni ymmärrykseni tietomallisuunnittelusta ja tuotetiedosta todella kasvoi. Työn tekemisen kannalta suurena apuna toimi Kotkassa käyty Kyndata Oy:n tarjoama tietomallikoulutus, jossa sain itse tehdä 3D-malleja sähköpisteistä ja johtoreiteistä. Oppinäytetyö tekeminen oli kokonaisuudessaan kiinnostavaa ja opettavaa.

Kiitän oppinäytetyöni ohjaajaa sähkötekniikan insinööriä Kari Kallioharjua työn edistymisestä ja valmistumisesta. Lisäksi osoitan kiitokseni Tampereen ammattikorkeakoululle oppinäytetyö aiheen antamisesta.

Tampereella, 16. syyskuuta 2010

Petri Metsäsalo

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
ALKUSANAT .....	4
SISÄLLYSLUETTELO.....	5
LYHENTEET JA MÄÄRITTEET .....	6
1. JOHDANTO .....	7
2. TIETOMALLIPOHJAINEN SÄHKÖSUUNNITTELU .....	8
2.1 CAD-sähkösuunnittelu.....	8
2.2. IFC-tiedonsiirto/standardi .....	9
2.3 Tuotemallintaminen talotekniikassa.....	10
2.4 Yhdistelmämallinnus ja tarkastelut .....	11
3. TUOTETIEDON KULKU SUUNNITTELUPROSESSISSA JA KIINTEISTÖN ELINKAAREN AIKANA .....	12
3.1 Tuotetiedon kulku yritysten välillä .....	12
3.2 Tuotetiedon kulku sähkösuunnittelussa .....	14
3.3 Urakoinnin eri vaiheissa.....	16
3.4 Kiinteistön käytön ja ylläpidon aikana.....	17
4. TUOTETIEDON HYÖDYNTÄMINEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA SEKÄ KÄYTÖN JA YLLÄPIDON AIKANA.....	18
4.1 Tarve- ja hankesuunnittelussa .....	18
4.2 Luonnos- ja toteutussuunnittelun aikana.....	19
4.3 Rakentamisvaiheessa.....	22
4.4 Ylläpito.....	23
5. TUOTETIEDON HYÖDYNTÄMISEN EDELLETYKSET TALOTEKNIIKAN URAKOINNISSA.....	24
5.1 Sähkösuunnitteluprosessissa ja laitevalinnoissa .....	24
5.2 Sähköurakoinnissa .....	25
5.3 Käyttö- ja kunnossapitosuunnitelmissa.....	26
6. TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUN EDUT.....	27
6.1 Tuotemallintamisesta saatavat yleiset hyödyt.....	27
6.2 Tuotemallintamisen edut sähkösuunnittelussa.....	29
7. YHTEENVETO .....	30
LÄHTEET.....	31

## LYHENTEET JA MÄÄRITTEET

BIM	Building Information Modeling. Prosessi, jossa mallinnetaan ja viestitetään rakennuksen tarkka rakenne sen koko elinkaaren hyödyntämiseksi. /17/
Building Smart	Rakennusalan tietotekniikan kehitystä ja erityisesti tietomallintamista edistävä yhteistyöfoorumi. IFC-tiedonsiittoa kehittävä järjestö, joka vastaa IFC-standardoinnista ja rajapintojen asetelusta. /8/
CAD	Computer Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
IFC	Industry Foundation Classes. Kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. /3/
IFD	International Framework for Dictionaries. IFD toimii IFC-standardin lisäosana laajentaen sen ominaisuuksia ja mahdollistaen IFC käytön suunnittelijan omalla kielellä. /9/
ISO	International Organization for Standardization. Kansainvälisten standardien suurin kehittäjä ja julkaisija.
Kiinteistön elinkaari	Kiinteistön elinkaari alkaa maanhankinnasta, jota seuraavat kiinteistön rakentamis- ja hyödyntämisvaiheet aina käytöstä luopumiseen asti. /1/
NSS ry	Neuvottelevat sähkösuunnittelijat ry.
SSTL	Suomen sähkötukkuliikkeiden liitto.
Tietomalli	Rakennusta ja rakennuksen elinkaaren tietoja sisältävä standardin mukainen tietokoneella käsiteltävä tieto. /8/
Tuotemallitietokanta	Rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tuotetietojen kokonaisuuden sisältävä tietokanta. /3/
Tuotetieto	Tuotetieto on tuotetta ja siihen liittyviä asioita kuvaava tieto, joka on digitaalisessa muodossa. /5/
2D	Two dimensional eli kaksiulotteinen näkymä.
3D	Three dimensional eli kolmiulotteinen näkymä.
4D	Four dimensional eli kolmiulotteinen näkymä, jossa neljäntenä ulottuvuutena on aika.

## 1. JOHDANTO

Tietomallipohjaisen suunnittelun yleistyessä ja yhä useamman rakennuttajan sitä vaatiessa, tulee tarpeelliseksi luoda yhteisiä työskentelytapoja. Yhteisillä toimintamalleilla tietomallipohjaisesta suunnittelusta on mahdollista maksimoida siitä saatavat hyödyt ja edut tavalliseen sähkösuunnitteluun verrattessa. Avoimen IFC-standardin kehittyessä ja ohjelmistovalikoiman laajentumisessa yritykset voivat kehittää yhteistyötään rakennusprojektin suunnittelussa ja urakoinnissa.

Tietomallipohjainen suunnittelu asettaa haasteita rakentamisen ja suunnittelun jokaiselle osapuolelle. Erityisesti tekniikan ja automaation lisääntyminen rakennuskohteissa luo haasteita sähkösuunnittelun puolella, tähän tuotetieto sekä 3D-mallit tulevat tulevaisuudessa tarjoamaan lisää ratkaisuja ja mahdollisuuksia välttää urakointivaiheessa tapahtuvista yhteensopivuusongelmista talotekniikan muiden järjestelmien kanssa. Tuotetieto kehittyy kiinteistön elinkaaren aikana monessa eri vaiheessa. Suunnitteluprosessin aikana luodaan edellytykset tuotetiedon tehokkaalle käytölle rakentamis- ja ylläpitovaiheessa. Toimintamallien ja suunnittelun tehostuessa tietomallisuunnittelu ja tuotetieto tulevat kehittymään voimakkaasti ja tarjoamaan uusia mahdollisuuksia suunnitteluun ja sen toteutukseen.

Työn tarkoituksena on käsitellä tuotemallipohjaisen sähkösuunnittelun ja siihen sisältyvän tuotetiedon osuutta kiinteistön elinkaaren aikana. Työssä seurataan tuotetiedon kulkua suunnittelu- ja rakentamisvaiheesta käyttö- ja kunnossapitosuunnitelmiin ja niiden toteutukseen asti. Lisäksi työssä perehdytään tarkemmin tuotetiedon käyttöön, kulkuun ja hyödyntämiseen talotekniikan urakoinnissa. Tuotetiedon ohessa käsitellään myös CAD-sähkösuunnittelua, avointa IFC-standardia ja tuotemallipohjaisten suunnitelmien mallinnusohjelmia.

Tavoitteena on kehittää 3D-sähkösuunnittelussa käytettävän tuotetiedon kulkua kiinteistön elinkaaren aikana sekä parantaa tuotemallipohjaisesta sähkösuunnittelusta saatavia hyötyjä tuotetiedon osalta. Aluksi on tarkoitus luoda yleiskäsitys tietomallipohjaisesta suunnittelusta ja siihen liittyvistä ohjelmista. Tuotetiedon osuudessa on lisäksi tarkoitus pohtia sen eri osa-alueita ja tarjota näkemys tuotetiedon etenemisestä urakoinnin eri vaiheissa.

## 2. TIETOMALLIPOHJAINEN SÄHKÖSUUNNITTELU

### 2.1 CAD-sähkösuunnittelu

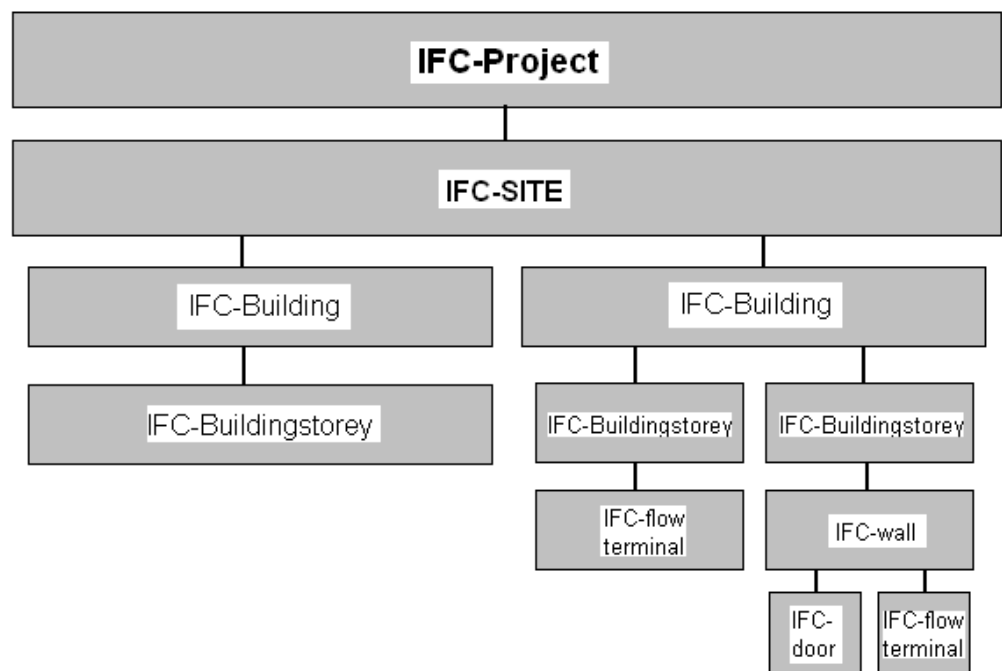
Suomessa tällä hetkellä käytössä olevia sähkösuunnitteluohjelmia on useita, ja monilla niistä voidaan tehdä tuotemallipohjaista 3D-sähkösuunnittelua perinteisen sähkösuunnittelun rinnalla. Tasopiirustukset edustavat 2D-sähkösuunnittelua, jossa sähköpisteisiin voidaan asettaa eri parametriarvoja kuten korkeus- ja positiotietoja. Tasopiirroksen tieto käytetyistä tuotteista ja kaapeleista ei siirry sen mukana, jos piirros avataan muilla suunnitteluohjelmilla. Tiedot tuotteista ja järjestelmistä jäävät muiden dokumenttien, kuten määrälaskentaluetteloiden ja järjestelmien teknisten tietojen varaan. /6; 10/

Tuotemallipohjaisessa sähkösuunnittelussa 2D-symboliin eli sähköpisteisiin lisätään 3D-symboli ja tuotetieto käytetystä laitteesta tai sähkötarvikkeesta. Tuotetietoon sisältyvät tiedot parametreista, kuten korkeus, nimi, järjestelmä, sähkönumero sekä mahdollinen kuvauksen käytetystä tarvikkeesta tai laitteesta. Tuotteen perustiedot haetaan laitetietokannasta, joka on valmiiksi ladattu tai ladattavissa CAD-sähkösuunnitteluohjelmaan. Sähköpisteeseen lisätystä 2D-symbolista ja tuotetiedosta generoidaan 3D-symboli oikeaan korkeuteen ja pisteeseen. Generoinnin jälkeen tiedot viedään IFC-tiedostoon, mistä se voidaan suunnitteluohjelman Export-toiminnolla viedä useita IFC-tiedostoja yhdistäviin yhdistelmämallinnusohjelmiin kuten Solibri Model Checkeriin tai Archicadiin. /6; 10/



## 2.2. IFC-tiedonsiirtostandardi

IFC on avoin BuildingSmart-organisaation kehittämä tietomallipohjaiseen suunnitteluun tarkoitettu kansainvälinen ISO-standardi, joka mahdollistaa tiedonsiirron eri tietojärjestelmien välillä ilman alkuperäisen kohde- tai lähdejärjestelmän tiedostomuodon muuttamista. IFC-standardin versiona esimerkiksi CADS-ohjelmistossa on 2x3, jossa on lisätty sähköalan objektitietojen laajuutta verrattuna aikaisempaan standardiversioon. IFC-standardin rakenne on puumainen, ja siinä ylimpänä on rakennuksen perustietoja täyttävä osa (IFC-Project) ja alimpana teknisen laitteen, kuten esimerkiksi pistorasian tai valaisimen informaatio-osa (IFC-flowterminal). Puumaista rakennetta on kuvattu Kuviossa 1. /2; 3/



**Kuvio 1** IFC-tietomallin rakenne /4/

IFC-standardin pääasiallinen tarkoitus on siis siirtää eri suunnittelijoiden välillä teknistä tietoa ohjelmistosta riippumatta koko kiinteistön elinkaaren ajan. Yhdistettäessä esimerkiksi LVI:n ja sähkösuunnittelun CAD-kuvia tai muita taloteknisiä järjestelmiä voidaan niitä tarkastella silmämääräisesti jo suunnittelun alkuvaiheessa ja minimoida suunnitteluvirheiden määrä. /2; 4/

## **2.3 Tuotemallintaminen talotekniikassa**

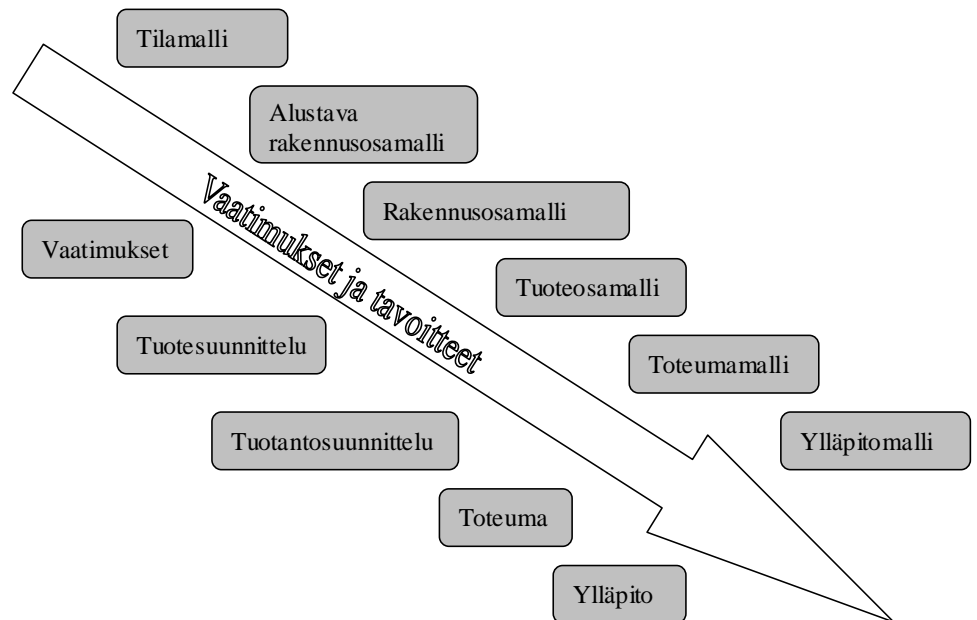
Talotekniikassa tuotemallintamisella tarkoitetaan kokonaisvaltaista tapaa hallita rakennuskohteen elinkaaritietoja digitaalisessa muodossa. Tuotemalli sisältää tietoa koko rakennuksesta, kuten esimerkiksi eri tiloista, rakenteista, ominaisuuksista sekä mitoista ja määristä rakennuksessa. Tuotemallipohjaisen suunnittelun tavoitteena on nostaa rakennuskohteen laatua ja vähentää suunnitteluvirheiden määrää. /3/

Tuotemallintaminen voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen, jotka ovat analysointi ja järjestelmämallinnus. Analysoinnin tarkoituksena on varmistaa koko elinkaaren ajan rakennuskohteen vaatimusten täyttyminen sekä määrittää järjestelmämallinnukseen tarvittavat pohjatiedot. Järjestelmämallinnuksessa määritettyihin tilakohtaisiin analysointimalleihin luodaan talotekniikan järjestelmät sisältävä tuotemalli. Tuotemallinnusta voidaan edellisen jaon mukaisesti jaotella lisää seuraaviin ryhmiin: visualisoinnit, tilatietojen hallinta, yhdistelmämallit, talotekniikan urakointi ja ylläpito. /3/

Tuotemallintamisen vaiheet alkavat tilamallista ja loppuvat ylläpitomalliin (Kuvio 2). Tilamallissa eri tilojen tietosisältö siirretään suunniteltuihin tilaobjekteihin, joilla pyritään täyttämään tilakohtaiset tavoitteet sekä suorittamaan tilakohtainen kustannusarvio. Alustava rakennusosamalli on rakennuskohteen luonnossuunnittelua, jossa luodaan alustavia laskelmia energiakulutukselle, elinkaarikustannuksille sekä valaistuksen tarpeelle. /3/

Rakennusosamallissa rakenteet on sijoitettu paikoilleen, mutta niitä ei ole vielä sidottu toimittajiin, vaan ne on määritelty yleisellä tasolla. Rakennusosamallin alustavia laskelmia voidaan tarkentaa sekä luoda määrätietoihin perustuva kustannusarvio. Tuoteosamallissa rakennusosiin on lisätty toimittajan tiedot ja rakennusosat on esitetty todellisten tuotteiden mukaisina. Tuoteosamallin aikana suoritetaan elinkaariperusteista tuotevalintaa sekä visualisoidaan asennuksia 3D-malliksi. Ylläpitomallissa valitut rakennusosat on

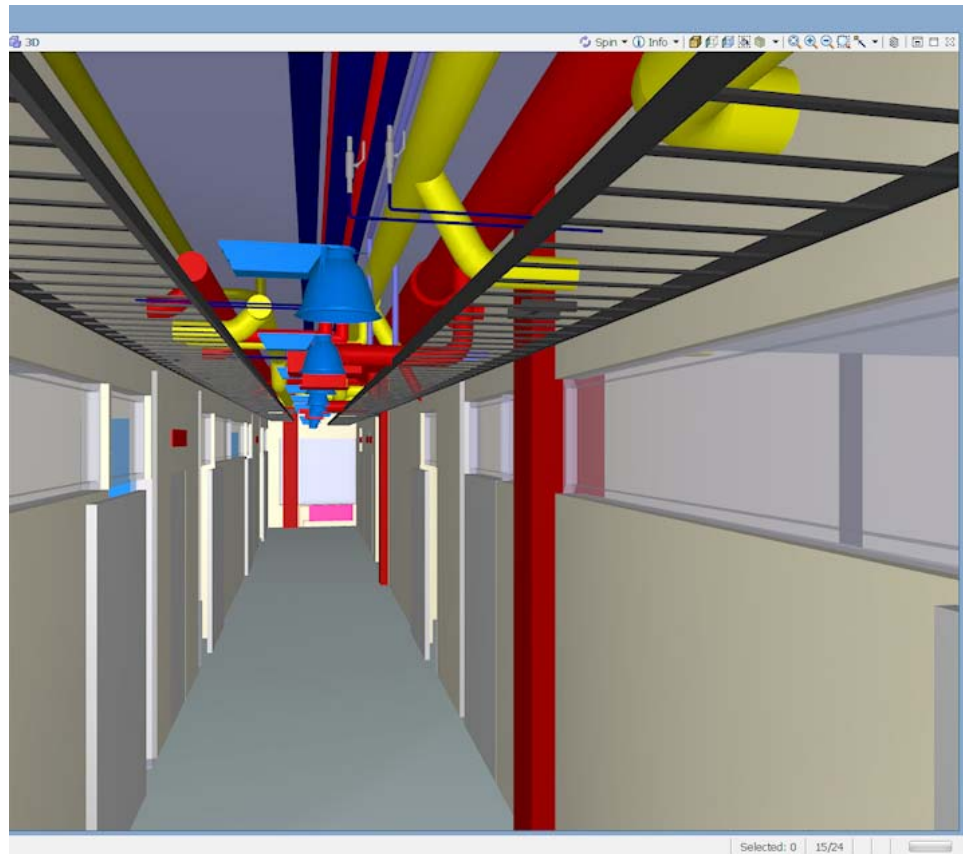
täydennetty ylläpitoon liittyvillä puhtaanapito-, huolto- ja kunnossapitotiedoilla, joista voidaan jälleen laskea kiinteistön ylläpidon kustannusarvio. /3/



Kuvio 2 Tuotemallintamisen vaiheet /3/

## 2.4 Yhdistelmämallinnus ja tarkastelut

Yhdistelmämallinnuksessa on tarkoitus yhdistää eri suunnittelijoiden luomia tietomalleja yhteen ja havainnollistaa suunniteltua rakennuskohdetta. Mallintamistyökaluilla voidaan tehdä törmäystarkastelua, jossa yhdistettyjä tietomalleja tarkastetaan päällekkäisyyksien ja epäsopivuuksien varalta. Osasta mallinnusohjelmia on mahdollista tuottaa kaikki tarvittavat piirustukset, ja tehdyt muutokset päivittyvät kaikkiin pohjakuviin automaattisesti. Ohjelmistojen avulla voidaan hallita rakennuskohteen huoltosyklejä ja määräluetteloida. Lisäksi voidaan määräluetteloiden ja tuotetiedon avulla suorittaa kustannusarvioita eri osa-alueille rakennuksen elinkaaren aikana. Ohjelmistoilla voidaan lisäksi tuottaa 4D-mallinnuksia rakennuksista, mikäli tuotemalliin on lisätty aikataulu, jolloin saadaan mallinnuksia rakennuksen eri vaiheista. Kuviossa 3. on esitetty esimerkki yhdistelmämallin visuaalisesta näkymästä rakennuksen LVI ja sähkösuunnitelman osalta. /3; 11/



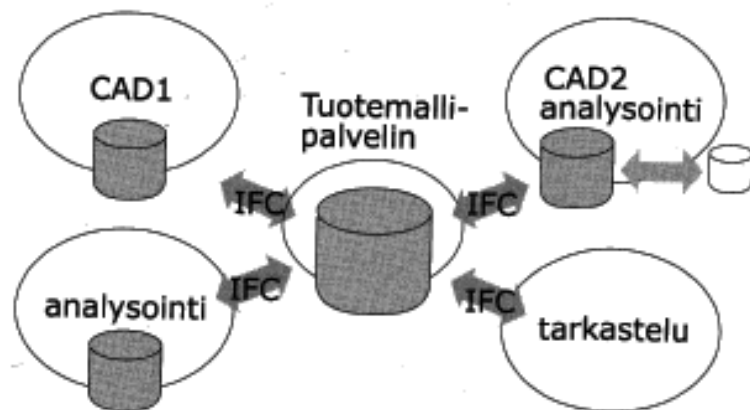
**Kuvio 3** Solibri Model Checker -yhdistelmämallinnus LVIS-järjestelmistä  
/14/

### **3. TUOTETIEDON KULKU SUUNNITTELUPROSESSISSA JA KIINTEISTÖN ELINKAAREN AIKANA**

#### ***3.1 Tuotetiedon kulku yritysten välillä***

Talotekniikan suunnittelussa tuotetiedon kulku yritysten välillä on mahdollista vain, jos kiinteistön tuotetiedon elinkaari on kattavasti tietokonesovelluksilla tuettu. Silloin suunnittelijat voivat hyödyntää toistensa tuottamia tuotetietoja sekä yhdistää omia tuotetietojaan jatkuvasti täydentyvään kiinteistön elinkaaritietokantaan. Tiedonsiirto tuotemallipohjaisessa suunnittelussa on toteutettu IFC-standardin avulla, joka määrittelee yksittäisestä sovelluksesta riippumattoman muodon tuotetiedon siirrolle. /5; 12/

Tuotemallipohjaisessa suunnittelussa tiedonsiirron pohjana käytetään tiedon yhteiskäyttöä. Tiedon yhteiskäytöllä tarkoitetaan sitä, että useat eri suunnitteluovellukset voivat käyttää ja päivittää samanaikaisesti yhteisessä tietokannassa olevia tietoja. Yhteiskäyttö kuitenkin edellyttää tuotemallipalvelimia, joihin talotekniikan suunnitteluosapuolet ovat yhteydessä. Tuotemallipalvelin on tietokonesovellus, joka tarjoaa yrityksille ja kiinteistön eri suunnitteluosapuolille yhteisen tuotemallitietokannan ja tuotemallin hallintapalveluita sekä toimii tiedon saantirajapintana. Kuviossa 4. on esitetty tuotemallipalvelimen toimintaperiaate, josta käy ilmi myös tiedon yhteiskäytön perusperiaatteet. /5/



**Kuvio 4** Tuotemallipalvelimen toimintaperiaate /5/

Tuotemallipalvelimet eroavat normaaleista projektipankeista siinä, että niiden tarkoituksena ei ole ainoastaan dokumenttien jakaminen ja yhteiskäyttö vaan palvelimia voidaan käyttää tuotemallien ja tuotetiedon jakamiseen sekä yhteiskäyttöön projektin eri osapuolten välillä. Tuotemallipalvelimien tarkoituksena on tarjota kattava kuvaus rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetiedoista kiinteistön koko elinkaaren ajalle. Perinteisen paperimuodossa kulkevan tai erillisten tiedostomuotojen tiedonsiirron sijasta tiedonsiirto yritysten ja suunnittelijoiden välillä toteutetaan nyt yhteistä rajapintaa käyttävässä muodossa tuotemallipalvelimelle, josta se on kaikkien käytettävissä. Tuotemallipalvelimien voidaan tiedonsiirtoa yritysten välillä nopeuttaa huomattavasti sekä minimoida mahdolliset virheet. /5; 12/

### **3.2 Tuotetiedon kulku sähkösuunnittelussa**

Tuotetiedon kulku alkaa laiteosa- ja laitesuunnittelijalta, jonka vastuulla on toimittaa tuotteesta tarvittavat tiedot ohjelmistosuunnittelijoille tai mahdollistaa laitetietokantojen lataaminen suunnitteluohjelmaan esimerkiksi valmistajan omilta Internet-sivuilta. Tuotetieto käsittää ja sisältää yleisesti laitteen tai koneen fyysiset mitat, sähkötekniset tiedot, kuvauksen kyseistä tuotteesta sekä mahdollisesti muuta kuvaavaan tietoa tuotteesta, kuten tuotteen sähkönumeron. /16/

CAD-suunnitteluohjelmistoissa yleisesti laitetietokantojen ja symbolikirjastojen laajuus ei ole tähän mennessä ollut tarpeeksi riittävä. Laitetoimittajilta saadut laitetietokannat ovat olleet osittain puutteellisia ja tuotemallipohjaiseen suunnitteluun tarvittavat 3D-symbolikirjastot ovat erityisesti olleet laajuudeltaan suppeita. Laitetietokantojen ja 3D-symbolikirjastojen kehittämistä voidaan tällä hetkellä pitää tuotemallipohjaisen suunnittelun tärkeimpänä kehityksen kohteena. Kiinteistön elinkaaren kannalta on tärkeää saada kattavat laitetietokannat ja laajat tuotetieto kokoelmat, joita voidaan myöhemmin hyödyntää kiinteistön urakoinnin, käytön sekä ylläpidon pohjana. /8/

Tuotetiedon kannalta tärkeimpänä uudistuksen kohteena on suunnittelijoiden ja tuotevalmistajien tuotetiedon välille luotava uusi kommunikoitiin tarkoitettu IFD-kirjasto. IFD-kirjasto (International framework for Dictionaries) on BuildingSmart-organisaation kehittämä järjestelmä, jonka yksinkertaisimpana tarkoituksena on luoda monikielinen kirjasto tai antologia. IFD-kirjastosta voidaan hakea tuotteita kielestä riippumatta tuotteen ominaisuuksien perusteella, kuten esimerkiksi sähkönumeron, palonkestävyyden tai suojausluokituksen. /9/

IFD-kirjasto perustuu ISO-standardiin ja käyttää hyödykseen IFC-luokkia, jolloin hakutiedot voidaan syöttää hakijan omalla kielellä. IFD-kirjasto ei ainoastaan käytä suoraa käännoä hakusanasta vaan yhdistää sen käsitteeseen

kyseisestä esineestä tai objektista. Esimerkiksi sana ”ovi” ei tarkoita samaa kaikissa kielissä, vaan voi tarkoittaa tuotevalmistajan kielellä pelkkää oven runkoa tai ovilehteä. IFD-kirjaston avulla voidaan yhdistää eri laitevalmistajien ja suunnittelijoiden terminologiaa ilman virhekäsityksiä. IFD-kirjaston on tarkoitus tulla liitettäväksi osaksi IFC-standardia ja toimia erillisenä lisäosana tiedonsiirrossa. Käytännössä IFD-kirjasto tarjoaa helposti ajan tasalla pidettävän kanavan, jonka avulla suunnittelijat voivat hakea tuotteita suoraan käyttämistään suunnitteluohjelmistoistaan. Suunnitteluohjelmistojen tulee kuitenkin olla linkitetty laitevalmistajien laitetietokantoihin, jotta tehokas tuotetiedonsiirto olisi mahdollista. /9/

IFD-kirjaston tueksi on kehitteillä lisäksi tuotetietopankkeja, kuten Suomen sähkötukkuliikeliiton (SSTL) tarjoama www.sahkonumerot.fi-sivusto. Sivusto sisältää tuotetiedot yli 210 000 sähkötarvikkeesta sekä tuotekuvauksen tuotteesta ja mahdollisen tuotekuvan. Kymdata Oy on yhteistyössä SSTL:n kanssa luonut omaan suunnitteluohjelmistoon mahdollisuuden linkittää suunnitteluvaiheessa lisätty komponentti SSTL:n tarjoamaan sivustoon, jolloin tuotetta tarkasteltaessa olisi mahdollista avata yleinen tuotekuvaus käytetystä komponentista. Kuviossa 5. on esitetty SSTL:n tarjoaman tuotekortin ulkoasu ja sen tarjoamat tekniset tiedot. /16/

sähkönumerot.fi Etusivu Tietoa palvelusta Ohjeita Yhteistyökumppanit Yhteystiedot sstl Suomen Sähköliikkeen liitto

Sähkönumero  Vapaa haku  pistorasias  Hae  Tarkennettu haku > In English

Tuoteryhmät >> 11 Asennusputket ja putkitustarvikkeet >> Schneider Electric Finland Oy >> Strömfors >> Ei tuotesarjaa >> Valaisinpistorasia >> 1150612


**Valaisinpistorasia - 2-NAP RL PINTA - Strömfors**

Perustiedot	
Sähkönumero	11 506 12
Yleisnimi ja tuotesarja	Valaisinpistorasia
Tekninen nimi	2-NAP RL PINTA
Pitkä tuotenimi	
EAN-koodi	6410011506127
Toimittajan tuotekoodi	E189508200
Toimittajan tuotekoodi 2	
Toimittaja / Tuotamerkki	Schneider Electric Finland Oy / Strömfors
Tuoteryhmä	11 Asennusputket ja putkitustarvikkeet

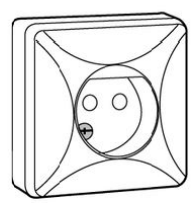
Tuotteen mitat				
Pit. mm	Kork. mm	Lev. mm	Paino kg	Tilav. l

Tuotteen täydentävät tiedot				
Alkuperämaa	Takuuaika	Tullinimike	UNSPSC-koodi	ETIM-luokka
Käyttöyksikkö	Muunnos-erroin	Myyntiyksikkö	Muutospäivä	Perustamis-päivä
PCE		PCE	26.03.2010	31.10.1998


Käännetiedot		
Kieli	Yleisnimi	Tekninen nimi
EST, Eesti keel	Valgusai pistikupes	



Toimittajan ladattavat materiaalit  
Toimittajan tuotekortti



Tukkujen myyntiohjelmassa

 **Elektroskandia**  
Finland

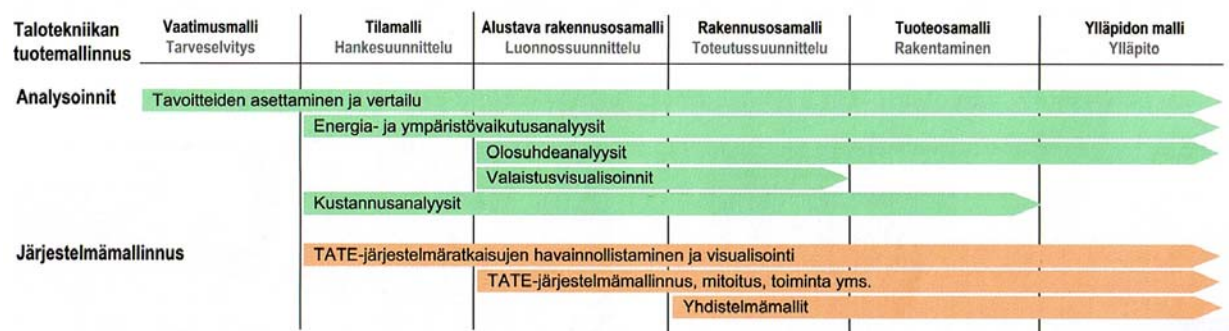
**SLO**

**Kuvio 5** Tuotetietokortin ulkoasu ja tekniset tiedot /16/

Tuotetiedon ja yleiskuvauksen lisäksi sivuston olisi mahdollista tarjota suunnitteluohjelmistolle 3D-symboli kyseistä tuotteesta tai komponentista. Suomen Sähkötukkuliikkeiden Liitto ry (SSTL) ja Sähkösuunnittelijat NSS ry ovat luoneet yhteisen ohjeistuksen sähköalan 3D-tuotekuvien tekoa varten, minkä avulla laitevalmistajat voisivat toimittaa sivuston ylläpitäjälle myös omien tuotetietojen lisäksi CAD-ohjelmistoissa käytettävän 3D-symbolin. Ohjeistuksen tarkoituksena on helpottaa 3D-tuotemallien tekemistä, lisätä niiden käytettävyyttä sekä pienentää laitevalmistajan kustannuksia, kun samalla 3D-tuotemallilla voitaisiin palvella eri suunnitteluohjelmistoja. Ohjeistuksessa 3D-mallit tulisi toteuttaa Dwg-tiedostomuodossa, jonka tarkkuus olisi riittävä selvittämään tuotteen käyttötarkoitus. Liian tarkkoja yksityiskohtia on syytä välttää, jotta 3D-malleista ei tulisi liian raskaita ja suuria. Ohjeistuksessa on annettu myös muita kriteerejä toimivan 3D-mallin toteuttamiseksi, kuten objektin väri, käytetyt viivatyypit, tasokomennot sekä kohdistuspisteet ja tiedoston tallennusnimi. /13/

### 3.3 Urakoinnin eri vaiheissa

Tuotetiedon kulku urakoinnin eri vaiheissa toteutuu pääsääntöisesti sähköisesti koko urakoinnin ajan. Tuotetieto kehittyy asteittain jo aikaisemmin kuvattujen mallintamisen teoreettisten vaiheiden perusteella (Kuvio 6). Varsinainen ja konkreettinen tuotetieto alkaa kehittyä hankesuunnittelun aikana, jolloin tuotetiedon avulla voidaan eri komponenttivalintoja vertailla kustannusten sekä tarpeiden perusteella. /3/



**Kuvio 6** Tuotetiedon kehittyminen urakoinnin eri vaiheissa /3/



Luonnossuunnittelun aikana tuotetiedon avulla voidaan suorittaa erilaisia olosuhdeanalyysyjä sekä visualisointeja tuotteiden 3D-malleilla. Urakoinnin edetessä tuotetieto linkittyy yhä useampaan osaan koko tuotemallia. Ylläpidon aikaiset muutokset vaikuttavat myös koko tuotemalliin ja tuotetietoon, joten tuotetieto kehittyy aina rakennuksen loppusijoitukseen saakka. Tuotetieto ja koko talotekniikan tuotemalli elää ja muuttuu koko kiinteistön elinkaaren ajan. /1; 3/

### 3.4 Kiinteistön käytön ja ylläpidon aikana

Käytön ja ylläpidon suunnitteluvaiheessa tuotetieto kulkee tietomallin muodossa suunnittelusta vastaavalta taholta kiinteistön valitulle huolto-organisaatiolle. Huolto-organisaation tehtävänä on jatkaa tuotetiedon kulkua ja ylläpitoa omiin ja kiinteistön tarpeisiin sopivalla tavalla. Huolto-organisaation sisällä tapahtuva tiedonsiirto on usein sähköistä, mutta tilan käyttäjille tarkoitetut ohjeistukset laitteistoista ja tiloista toimitetaan dokumentoituina versioina kiinteistöön. Huolto-organisaation sisäisen jakelun tulisi kattaa kuviossa 7 esitellyt ylläpidon eri osa-alueet. /1/



**Kuvio 7** Ylläpidon ja tuotetiedon yhdistymisen eri osa-alueet /3/

Kiinteistön käytön aikana kohteeseen tehdään peruskorjauksia ja parannuksia, jolloin suunnittelussa käytetty laitteiden tuotetieto vanhenee laitteiden vaihtuessa tai muuttuessa. Huollon ja kunnossapidon ylläpitäjän vastuulla on myös tuotetiedon uusiminen tai päivittäminen kiinteistön tietomalliin, mikäli kohteen järjestelmiin tai laitteisiin tehdään suuria muutoksia. Ilman tuotetiedon tarkistamista ja päivittämistä saadut ylläpitovaiheen hyödyt vähenevät olennaisesti. /1; 3/

## 4. TUOTETIEDON HYÖDYNTÄMINEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA SEKÄ KÄYTÖN JA YLLÄPIDON AIKANA

### 4.1 Tarve- ja hankesuunnittelussa

Tarvesuunnitteluvaiheessa tarkoituksena on asettaa ja selvittää, miten omistaja ja käyttäjä aikovat kohdetta käyttää eli mitkä ovat heidän tarpeensa.. Tarvesuunnittelussa tehdyt omistajan ja käyttäjän tarveselvitykset ovat myöhemmin pohjana hankesuunnittelussa ja -päätöksenteossa.. Tarpeiden selvityksessä tulisi ilmetä, mitä käyttäjä ja omistaja odottavat rakennukselta ja mitä vaatimuksia he haluavat rakennuksen täyttävän. Esimerkiksi on selvitettävä kiinteistön elinkaari- ja ympäristötavoitteet, sen laatu ja muunneltavuus kohteessa sekä kunnossapito- ja käyttökustannustavoitteet. Asetettuja tavoitteita voidaan myöhemmin käyttää tuote- ja järjestelmävalinnoissa, joiden tuotetiedon tulisi sisältää halutut ominaisuudet. /1/

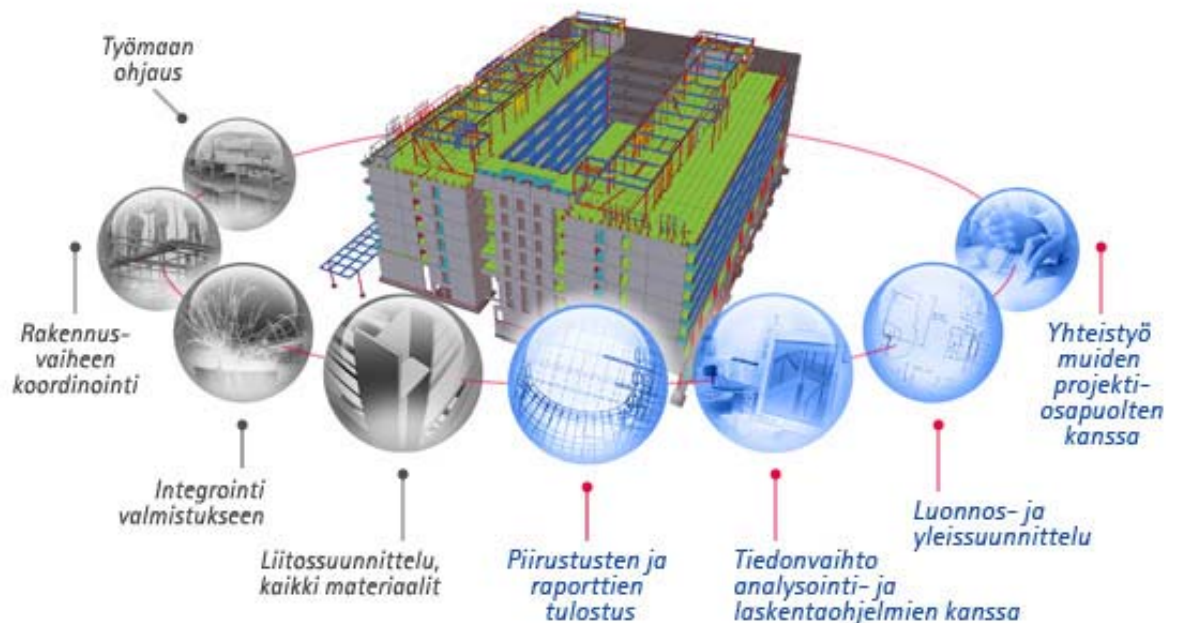
Tuotetieto ja tietomallit liittyvät suunnitteluprosessiin kunnolla vasta hankesuunnitteluvaiheessa, jossa tarpeita ryhdytään täyttämään materiaalivalinnoilla, tilaratkaisuilla ja taloteknisillä järjestelmillä. Hankesuunnittelussa lisäksi määritetään suunnittelualakohtaisesti pääpiirteiset kustannusarviot ja aikataulut. Hankesuunnitteluvaiheessa ei kuitenkaan tehdä lopullisia järjestelmäratkaisuja, vaan erilaisia vaihtoehtoja voidaan tarkastella ja arvioida alustavalla tuotemallipohjaisella suunnitelmalla. /1/

Tietomallien ja tuotetiedon avulla eri järjestelmävaihtoehtoja voidaan vertailla tehokkaasti ja vaikuttaa haluttuihin ominaisuuksiin, kuten kustannuksiin, energia- ja ympäristövaikutuksiin. Mainitut esimerkit ja niiden vaikutus suunnitteluun on täysin riippuvainen siitä, mitä tilaaja haluaa kiinteistöltään. Erityisesti energia- ja ympäristövaikutukset tulevat olennaisesti liittymään myöhemmin tuotetietoon ja suunniteltuihin tietomalleihin. Hankesuunnittelun aikana voidaan lisäksi tehdä visuaalisia ja havainnollisia tietomalleja, jotka eivät ole kuitenkaan välttämättä lopullisia. /3; 5/

## 4.2 Luonnos- ja toteutussuunnittelun aikana

Luonnossuunnittelun aikana jatketaan jo hankesuunnitteluvaiheessa tutkittujen vaihtoehtojen vertailua periaateratkaisuiltaan ja määritellään lopulliset tekniset perusratkaisut. Luonnossuunnittelussa tilaajalle esitetään vaatimukset täyttäviä ratkaisuvaihtoehtoja, joista tilaaja tekee lopullisen päätöksensä. Ratkaisuvaihtoehtojen tulisi sisältää riittävät tiedot päätöksen tekoa varten, kuten kustannusarviot, järjestelmien toimivuusarviot ja soveltuminen ympäristöön, suunnittelu- ja vastuurajat, suunnittelu-aikataulu sekä käyttö- ja huoltosuunnitelman laatimisperiaatteet. /1/

Tuotetiedon osalta luonnossuunnitteluvaiheessa järjestelmät tarkentuvat ja komponenttivalintojen varmistuessa tuotetieto muokkautuu tuotetietokortteiksi, joista tuotetietoa voidaan hyödyntää ja linkittää analyyseihin sekä mallinnuksiin. Kuviossa 8 on kuvattu luonnossuunnittelun linkittymistä sähkösuunnittelun ja urakoinnin eri prosesseihin, joihin myös tuotetiedolla on oma vaikutuksensa. /3; 17; 5/



**Kuvio 8.** Luonnossuunnittelun ja tuotetiedon linkittyminen eri osa-alueisiin

Luonnossuunnittelun tärkeimpänä osana tietomallin ja tuotetiedon kannalta on analyysien ja visualisointien antama kuva tilaajalle, minkä avulla lopullinen suunnitteluratkaisu tehdään. Tuotetiedolla tuotettujen energia- ja ympäristövaikutusanalyysillä pystytään vaikuttamaan käyttö- ja ylläpitokustannuksiin huomattavasti. Tuotetieto antaa tarvittavat tiedot laskentaohjelmitoille, joista saatuja lukuja on helppo vertailla. Olosuhdeanalyysillä sekä visualisoinnilla tilaaja saa käsityksen siitä, mitä suunnitelma tarjoaa käytännössä ja kuinka ratkaisut esimerkiksi soveltuvat ympäristöön. Tuotetiedon ja 3D-symbolien tarjoamat visualisoinnit antavat selkeä käsityksen tiloista sekä tarjoavat luonnossuunnittelussa mahdollisuuden valaisimien tuotetiedon avulla valaistusparametrien laskemiseen ja sen myötä valaistusstandardien täyttymiseen toteutussuunnitteluvaiheessa. /3; 5/

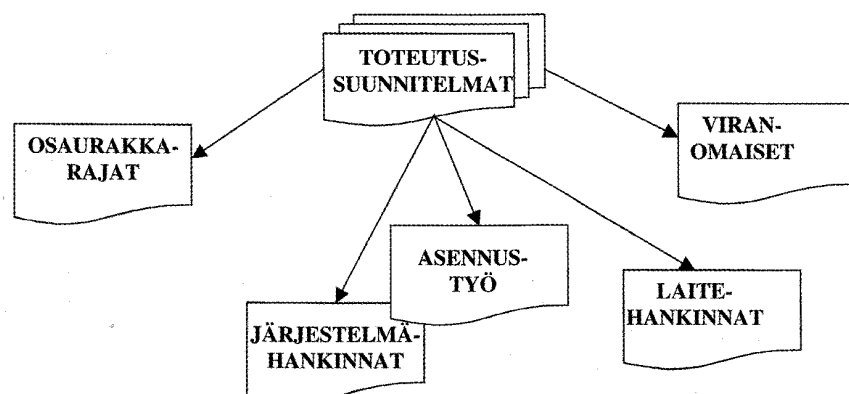
Talotekniikan järjestelmien kannalta tuotetieto mahdollistaa alustavien mitoituslaskelmien teon suuruusluokkaisesti. Tilojen toiminnasta puolestaan voidaan määrittellä paloalueet, poistumistiet sekä paloluokat, joista tuotetiedon avulla tuotetaan tarvittavia asiakirjoja luonnossuunnitteluvaiheessa. Tilojen toiminnallisten määritysten lisäksi pystytään tilassa käytettyjen laitteiden sähköturvallisuusluokitus suunnittelemaan siten, että luokitukset vastaavat vaadittuja standardeja esimerkiksi palo- ja kosteusluokitusten osalta. Tuotetiedon avulla järjestelmäkokoja pystytään hallinnoimaan sekä havainnollistamaan, jotta ne vastaisivat aikaisemmin asetettuja tarpeita ja muunneltavuustavoitteita. /3/

Toteutussuunnittelun pääasiallisena tarkoituksena on määrittää toteutuksen hankinta-tapa sekä laatia tarvittavat asiakirjat ja piirustukset. Laaditun suunnitelman tulee olla tarpeeksi yksityiskohtainen, jotta sen perusteella voidaan määrittää esimerkiksi sähkötöiden laajuus ja muut kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallipohjainen suunnittelu alkaa tarkentua luonnossuunnitteluvaiheesta, ja tuotetiedon avulla pystytään nyt tekemään tarkkoja mitoituslaskelmia sähköselostuksen laatimista varten. Sähköisen talotekniikan osalta suunnitelmat tarkentuvat esimerkiksi teho- ja

mitoituslaskelmiin, johtoteihin ja -järjestelmiin, keskusten pääkaavioihin sekä valaistusratkaisuihin. /1/

Tuotetiedon avulla pystytään suorittamaan vaaditut valaistustarkastelut valaistusominaisuuksien suhteen. Toteutussuunnitteluvaiheen tärkeimpänä osana tietomallien kannalta voidaan kuitenkin pitää yhdistelmämallinnuksen tarjoamaa törmäystarkastelua. Järjestelmien törmäystarkastelussa on mahdollista poistaa turhat suunnitteluvirheet ja yhteensopivuusongelmat käytettyjen laitteiden ja eri järjestelmien väliltä tuotetiedon avulla. Reikä- ja varaussuunnittelussa törmäystarkasteluilla ja tuotetiedoilla pystytään tarkastamaan järjestelmien fyysiset reitit ja välttää sitä kautta rakentamisvaiheessa tapahtuvilta päällekkäisyyksiltä. /3; 5/

Toteutusvaiheessa laaditaan usein myös tarjouspyyntöaineisto, jonka tarkoitus toimia yksikäsitteisenä ja luotettavana kauppasiakirjana. Tarjouspyyntöaineisto ei perinteisessä sähkösuunnittelussa sisällä yksikohtaisia aineistoja, vaan tarkoitus on olla vain tarpeeksi riittävä tarjouksen tekemiseen. Syy tähän on yleisesti se, että tarjouksen laatiminen vaikeutuu huomattavasti jos tarjouspyyntöaineisto on liian laaja. Tietomallien ja tuotetiedon avulla pystytään käsittelemään helpommin laajojakin tarjouspyyntöaineistoja. Tuotetieto komponentille voi määrittää asennustavan, laitetiedon sekä asennukseen liittyvät erikois- tai lisäselvitykset. Tuotetiedoilla ja tietomalleista tuotetuilla asiakirjoilla tarjouslaskennasta saadaan hinnoitteluiltaan ja töiden osalta tarkempia. /1; 5/



**Kuvio 9** Toteutussuunnitelmien vaikutus eri osa-alueisiin /1/

Kuviossa 9 on esitetty toteutussuunnitelmien vaikutuksia ja käyttötarkoituksia rakentamisvaiheeseen. Tietomallipohjaisesta suunnitelmasta tehtyjä tuotetietoluetteloita hyödynnetään laite- ja laiteosatoimittajien kilpailuttamiseen. Tuotetietoluetteloiden avulla laitetoimittaja pystyy toimittamaan määritelmän mukaisia komponentteja, jotka vastaavat suunnitelmassa käytettyä asennustapaa. Mikäli tietomallipohjaisessa suunnitelmassa on lisäksi käytetty aikataulutusta, on laitetoimittajan mahdollista aikatauluttaa toimitukset vastaamaan urakointia ja muita materiaalihankintoja. /5/

### **4.3 Rakentamisvaiheessa**

Talotekniikan urakoinnissa tietomallipohjaista suunnittelua voidaan käyttää hyödyksi rakennusprojektin hoitamiseen ja valvontaan. 3D-mallit rakenteista ja tiloista tarjoavat apuvälineen kiinteistön havainnollistamiseen työmaalla. Aikataulutuksen ja 3D-mallien yhdistämisellä voidaan visualisoida asennusjärjestystä tarkemmin kuin perinteisellä urakoitsijan aikataululla. Rakentamisen valvonnassa tuotetietoa pystytään käyttämään aikataulu ja kustannus-seurannassa sekä osittain myös viranomaistarkastuksissa. Kustannusten seuranta on yksi merkittävä osa valvonnasta, tuotetietoa ja siitä saatavia asiakirjoja voidaan käyttää maksuerätaulukon todentamiseen. Viranomaistarkastuksiin tuotetieto tarjoaa selkeän dokumentoinnin, jonka avulla suunnitelmien ja asennusten todentaminen voidaan suorittaa. /1; 3/

Tuotetieto ja tuotemalli toimivat rakentamisvaiheessa myös laadunvalvontamenetelmänä. Erityisesti 3D-mallinnus tiloista antaa yksityiskohtaisen kuvan sovitusta asennuksesta, mihin kiinteistön toteutettuja asennuksia pystytään vertaamaan. Jos tehdyt toteutukset eivät vastaa suunnitelmaa, tulee ne muuttaa mallinnuksen mukaisiksi. /3/

Tuotetiedon kehittyminen rakennusvaiheessa tarkoittaa valittujen järjestelmien, laitteiden ja laitteistojen teknisten tietojen täydennystä. Tuotetiedon loppudokumenteista laaditaan käytön- ja ylläpidon tarpeisiin suunnatut käyttö- ja huoltosuunnitelmat sekä huoltokirja. Kokonaisuutena niiden tulee sisältää kunnossapidon sekä hoidon ja huollon lähtötiedot, ohjeet ja tehtävät omistajalle sekä ylläpito-organisaatioille. /1/

#### **4.4 Ylläpito**

Ylläpidon hoito- ja huoltojaksojen sekä taloteknisten järjestelmien valvomisen on yhä tärkeämpää kiinteistön käyttökustannusten minimoimiseksi. Kiinteistön materiaalien ja laitteiden puhtaanapitoon, huoltoon ja korjaamiseen liittyvien tietojen säilyttäminen on järkevintä tuotemallitietokannassa. Tuotemallitietokannan tarkoituksena ylläpidossa on antaa huoltoorganisaatiolle tarpeelliset tiedot taloteknisistä järjestelmistä sekä käytetyistä laitteista. Tarpeellisina tietoina talotekniikassa pidetään yleisesti teknisen hoidon ja huollon tehtäviä hoito- ja huoltojaksoineen, lämmön ja sähkönkulutuksen tavoitearvoja, tarkastuksia, ohjeita häiriö- ja vikatilanteita varten sekä muita teknisen hoidon ohjeellisia toimintaohjeita. /1; 5/

Taloteknisten järjestelmiin liittyvien osien sekä laitteiden yksikohtaisten tietojen ylläpito tapahtuu suurissa kiinteistöissä usein keskitetysti tuotemallitietokannassa. Tuotemallitietokannat ovat usein yhdistetty osaksi erillistä automaattista huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa. Erillisen ohjelman etuina ovat automaattiset huoltohälytykset ja huoltovälien ennakointi-ilmoitukset. Määrävälein tehdyillä ennakkohuolto- ja kunnossapitotöillä vähennetään yllättäviä laitevaurioita ja käyttökatkoksia, sekä turvataan esimerkiksi sähkölaitteistoille jatkuva käytettävyys. Ennakkohuolloilla lisäksi havaitaan laitteiston vikoja ja puutteita muulloinkin kuin vikatilanteessa. /15/

Automatisoidun huolto- ja kunnossapito-ohjelman avulla pystytään myös tuomaan tuotemallitietokantaan päivitettyjä tietoja toteutetuista huolloista ja kunnossapidoista. Informaatio tilojen olosuhteista, kuten jäähdytyksen, ilmastoinnin ja lämmityksentarve ovat tärkeitä tuotemallitietokannan avulla tehtyjen olosuhdesimulointien kannalta. Tiedonsiirto ja tietojen päivittäminen tietokantoihin kannattaa suorittaa kuitenkin vain keskitetysti. Tarpeettomien tietojen päivittäminen tietokantoihin vaikeuttaa tuotemallitietokantojen käsittelyä, jolloin saatavat hyödyt vähenevät. /5; 15/

## **5. TUOTETIEDON HYÖDYNTÄMISEN EDELLYTYKSET TALOTEKNIIKAN URAKOINNISSA**

Tuotemallipohjainen suunnittelu eroaa nykyisin käytössä olevasta perinteisestä CAD-suunnitteluprosessista monelta eri alueelta. Hyödyntämisen edellytyksinä ei voida pitää samoja asioita, kuin perinteisessä tietokoneavusteisessa talotekniikan suunnittelussa. Tuotemallipohjainen suunnittelu painottuu erityisesti hankkeen alkuvaiheisiin ja vaatii enemmän suunnittelutyötä, jotta vaihtoehto- ja ennakkotarkastelut saadaan tehtyä. Tuotemallintamiseen ja sen suunnitteluun on varattava aikaa enemmän kuin perinteisessä suunnittelussa. Aikasäästöä kuitenkin syntyy myöhemmässä vaiheessa suunnitteluprosessia, kun tiedonsiirto nopeutuu eri alojen suunnittelijoiden välillä ja vaiheistus prosessissa lyhenee. /5/

### **5.1 Sähkösuunnitteluprosessissa ja laitevalinnoissa**

Tuotemallisuunnittelun saatavien hyötyjen tärkeimpänä edellytyksenä on, että tuotemallintamiseen liittyvistä yksityiskohdista sovitaan ennen hankkeen aloittamista. Erityisesti tietojen hallinnan osalta tulee sopia tarkasti, kuinka tuotemallimuotoisia tietoja tullaan suunnitteluprosessin aikana jakamaan. Lähtötietojen käsittely ja tehtävät tulisi sopia projektikohtaisesti suunnitteluryhmän kanssa, jotta tuotemalli tulisi alusta lähtien hyödynnettyä tehokkaasti. Tuotemallintamisen laajuus ja tarkkuus eri suunnitteluvaiheissa tulee sopia suunnittelijakohtaisesti. Myös yhteisten toimintamallien ja ohjeistusten luominen yritysten sisällä takaa tuotemallien tehokkaan hyödyntämisen. /5/



Hanke- ja luonnosvaiheessa tuotemallintaminen tulee tehdä kevyesti ottaen huomioon vain tarpeelliset simulointiin ja visualisointiin tarvittavat tiedot. Rakennesuunnittelijan tuominen suunnitteluhankkeeseen tulee tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta tuotemallille saadaan paremmat edellytykset laatia rakenteista staattinen malli oleellisine rakennusosineen, liitoksineen ja kuormituksineen. Lisäksi eri suunnittelijoiden tulisi aloittaa suunnitteluprosessi samaan aikaan, jolloin törmäystarkasteluja päästään suorittamaan mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. /5/

Laitevalinnoissa tarkkojen simulaatioiden teko on keskeisenä asiana, jotta talotekniset järjestelmät olisivat energiatehokkaita ja vastaisivat tilaajan haluamaa kokonaisuutta. Laitevalintoja tehdessä on hyvä konsultoida laiteosavalmistajia ja tarkistaa toteutuksen aikataulullinen toteutuminen, jolloin valitut laitteet pystytään toimittamaan ajoissa rakennuskohteeseen. Tiedonsiirto laiteosavalmistajien kanssa takaa, että laitteet ovat kohteeseen ja suunnitteluun sopivia. /5/

## **5.2 Sähköurakoinnissa**

Edellytykset toimivalle sähköurakoinnille ja aikataulutukselle liittyvät pääasiassa jo tehtyyn työhön suunnitteluprosessin alkuvaiheessa. Tiedonsiirron toimiminen suunnittelijoiden ja työmaan johdon välillä tulee olla sujuvaa, jolloin aikataulun myöhästymisiltä voidaan välttyä. Tuotemallin tarkoituksena sähköurakoinnissa on antaa selkeä visuaalinen 3D-malli kiinteistön taloteknisistä asennuksista, joita asennusryhmän tulisi noudattaa. Mikäli suunnittelussa on käytetty 4D-malleja, on työmaan aikatauluseurannassa todettava työmaan todellinen edistyminen suunniteltuun aikatauluun verrattuna. Projektin valvonnan avulla työvoimaa voidaan tarpeen vaatiessa lisätä ja tehostaa, jotta aikataulutusta ei jouduttaisi muuttamaan. /1; 5/

Toteutussuunnittelun aikana hyvin suunnitellut dokumentit ja valmistellut hankinnat laiteosa- ja laitevalmistajilta takaavat aikataulun mukaisen rakentamisen. Rakentamisvaiheessa tarkoituksena on valvoa suunnittelun mukaisista toteutusta ja käyttää hyödyksi suunnitteluprosessin aikana tehty työ. Tiedonsiirron tärkeys korostuu ja näkyy erityisesti rakentamisvaiheessa, mikäli suunnitteluvaiheissa ei ole onnistuttu tiedonsiirron osalta ja tuotetiedon saatavuus on ollut heikkoa. Heikko tiedonsiirto ja yritysten välinen kommunikointi johtavat lähes aina aikataululliseen myöhästymiseen ja ongelmiin rakentamisvaiheessa. /1; 5/

### **5.3 Käyttö- ja kunnossapitosuunnitelmissa**

Toimivien käyttö- kunnossapitosuunnitelmien toteuttamiseen onnistuneesti vaikuttaa erityisesti tuotetiedon tehokas käyttö. Tuotemallitietokantojen päivittäminen ajan tasalle on erityisen tärkeää, jolloin määräaikaishuolloista saadun informaation avulla voidaan suorittaa lisähuoltoja tai muita ennakkoivia huoltotoimenpiteitä kiinteistölle. Tuotemallitietokannan ja käyttö- ja kunnossapitosuunnitelmien yhdistäminen vaatii kuitenkin tiedonsiirron toimimista ylläpito-organisaation ja tietomallipohjaisen suunnitelman välillä. /1/

Käyttö- ja kunnossapitosuunnitelmien tarkoituksena on kattaa koko kiinteistön elinkaari. Tuotetiedon on myös tällöin katettava koko kiinteistön elinkaari ja laitevalmistajilta saatujen tietojen tulisi olla riittäviä antamaan laitteen huoltoon ja käyttöön liittyvistä asioista tarpeellinen informaatio. Laiteosa- ja laitevalmistajien tulisi käyttö- ja kunnossapitosuunnitelmia tehdessä olla yhteistyössä suunnittelijan ja huolto-organisaation kanssa. Tuotetiedon kattavuudella on merkittävä vaikutus huolto- ja kunnossapitosuunnitelmien tekemiseen sekä käytön ajalta saatavien kustannussäästöjen saamiseen. /1/

## 6. TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUN EDUT

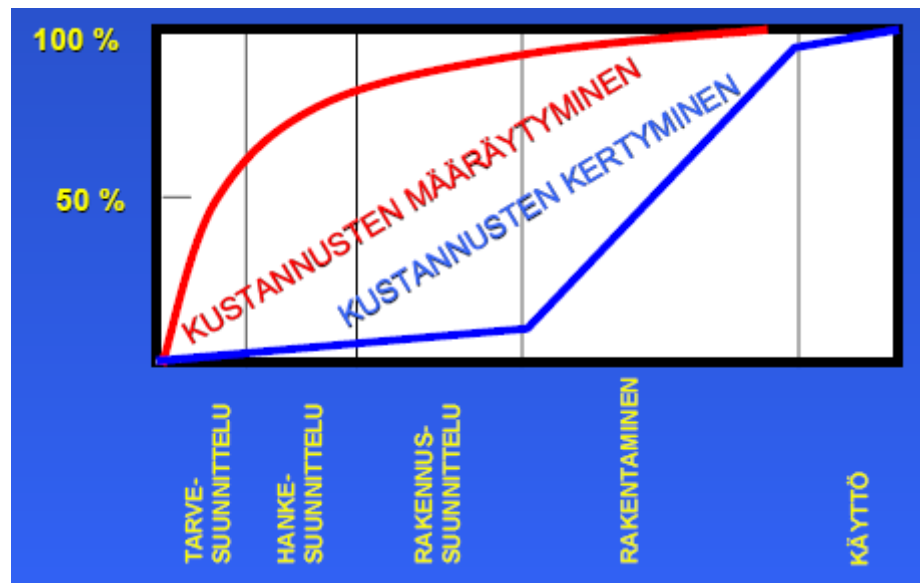
### 6.1 Tuotemallintamisesta saatavat yleiset hyödyt

Tuotemallipohjaisen suunnittelun yleisinä etuina ja lisäarvoa nostattavina asioina voidaan pitää suunnittelun lopputuloksen ja tietosisällön monipuolistumista ja tarkentumista. Suunnitteluvirheet pystytään havaitsemaan aikaisemmin, kun eri suunnittelijoiden tuottamat tietomallit voidaan yhteensovitaa ja tarkastaa mahdollisilta ristiriidoilta. Visuaalisen mallinnuksen avulla erilaisten suunnitteluvaihtoehtojen valitseminen halutuksi helpottuu ja tilaaja saa paremman käsityksen rakennettavasta kohteesta. Nopeamman ja luotettavan suunnitteluprosessin avulla saavutetaan lisäksi elinkaaritaloudellisesti parempia teknisiä ratkaisuja, joiden avulla voidaan myös hallita kiinteistön ympäristövaikutuksia kokonaisuutena. /3; 5/

Suunnitteluvaiheessa suurimmat hyödyt saavat rakennuttaja ja suunnittelijat, jotka voivat käyttää tuotteistettua tietomallisuunnitelmaa päätöksenteon tukena. Alustavat kustannusarviot, olosuhdeanalyysit sekä kolmiulotteinen visuaalinen näkymä rakennuskohteesta helpottavat päätöksentekoa hankkeen omistajien, rahoittajien ja rakennuttajan välillä jo hankkeen alkuvaiheissa. Tilanhallinnassa tuotemallisuunnittelu mahdollistaa tilojen selkeän jaottelun ja muutosten vertailu alkuperäiseen tilaohjelmaan on helpompaa. Tilanhallinnan hyödyt tulevat esiin erityisesti suurissa kohteissa, joissa tiloja on paljon ja niillä on useita eri käyttötarkoituksia. /5/

Suunnitelmien yleinen muuteltavuus paranee tuotemallipohjaisessa suunnittelussa huomattavasti ja dokumentit voivat päivittyä suunnitteluohjelmasta riippuen automaattisesti tietokantoihin. Käyttäjän kannalta suurin hyöty saadaan kustannusten optimoinnista ja ylläpitotoiminnan ja kiinteistön hallinnan organisoinnista. /5/

Toteutusvaiheessa saatavat hyödyt kohdistuvat urakoitsijoihin ja tuoteosa-toimittajiin, jotka pystyvät tuotemallipohjaisten suunnitelmien tarkkojen määräluetteloiden avulla ohjaamaan tuotannosuunnittelua sekä yhdistämään tiedot kustannustiedoiksi tuotannonohjausjärjestelmissä. Visuaaliset mallit helpottavat rakentamisen valvontaa ja aikatauluseurantaa. Toteutusvaiheessa huomattavin hyöty saadaan kustannustietojen hallinnalla, missä kustannusarviota voidaan tuottaa hankkeen eri vaiheissa tai muutosten jälkeen. Suunnittelutyön kustannukset ovat pieni osa kokonaiskustannuksia, mutta suunnittelun vaikutukset rakennuksen toimintaan, käyttökustannuksiin sekä rakentamiskustannuksiin ovat merkittäviä, kuten Kuviossa 10 on esitetty. /5/



**Kuvio 10** Kustannusten määräytyminen rakennusprojektissa /5/

Tuotemalleista tehdyt visualisoinnit selkeyttävät lisäksi rakennusten viranomaistarkastuksia, suunnitelmat voidaan jo ennakkolausuntovaiheessa sovittaa tulevaan ympäristöön ja tarkastella suunnitelmien toimivuutta sekä soveltuvuutta. Viranomaiset voivat suorittaa joitakin teknisiä tarkastuksia suoraan tuotemalleista, kuten esimerkiksi poistumisteiden riittävyys, väylien leveys sekä reittien pituudet. Tuotemalleista viranomaisilla on myös mahdollisuus tehdä analyysiohjelmilla rakennusstatiikkaan ja kantavuuteen liittyviä laskelmia. /3/

Ylläpitovaiheen hyötyinä voidaan pitää kiinteistön tilanhallinnan ominaisuuksia, joilla pystytään määrittelemään tilojen käyttötarkoituksia, lukituksia, omistus- ja vuokrasuhteita sekä tilan käyttöastetta. Kiinteistön tilojen huolto, puhtaanapito sekä määräaikaishuollot pystytään liittämään tuotemallitietokantaan, joka puolestaan voitaisiin yhdistää erilliseen tilanhallintaohjelmaan. Tuotetietokannasta saatava tieto voitaisiin siirtää taloteknisiin tilanhallintajärjestelmiin, joista saataisiin automaattisia huoltohälytyksiä määräaikaishuolloille. /3/

## **6.2 Tuotemallintamisen edut sähkösuunnittelussa**

Sähkösuunnittelun kannalta suurimmat hyödyt yleisten hyötyjen ohella liittyvät tilakohtaisten tavoitteiden saavuttamiseen, minkä avulla on mahdollista optimoida koko kiinteistön kustannuksia sekä luoda tarkat tilakohtaiset vaatimusdokumentit kohteen eri tiloille. Tilakohtaisina tavoitteina sähkösuunnittelun osalta voidaan pitää tarkoituksen mukaista valaistusta ja varustetasoja. Tavoitteiden saavuttamisen apuna voidaan käyttää tuotemallipohjaisia analysointejä, kuten esimerkiksi valaistus- ja energia-analysointi. /3/

Energiasimuloinneilla on mahdollisuus kehittää ja tehostaa kiinteistön energiatehokkuutta sekä lisäksi varmistaa suunnitelman tavoitteenmukaisuus. Suurimmat hyödyt saadaan vertailtaessa kuinka erilaiset tekniset toteutukset vaikuttavat kiinteistön energiankulutukseen. Energiasimuloinnin avulla sähköjärjestelmien energiankulutustietoa voidaan käyttää hyödyksi ylläpitovaiheen kulutusseurannan tavoitteiden määrittämiseen. Kokonaisenergiakustannusten määrityksessä tulee kuitenkin ottaa huomioon energiasimulointien jakaantuminen eri suunnittelu osapuolille. Osapuolten on toimittava yhteistyössä, jotta simuloinnissa käytetyt lähtötiedot vastaavat toisiaan esimerkiksi käyttöasteen osalta. /3/

Valaistusanalysoinnissa visualisoituun malliin voidaan liittää lisäksi valaistusparametreja, kuten valaistusvoimakkuus, häikäisyindeksi ja valaistustason laskenta. Visualisoitu valaistusmalli voidaan liittää suoraan sähkösuunnittelun pohjakuvaan, joka puolestaan helpottaa valaistussuunnittelun ja sähkösuunnittelun yhdistymistä. Dialux-ohjelmalla suunnitellut valaistusmallit pystytään jo nykyäänkin siirtämään sähkösuunnitteluohjelmaan suoraan Isolux-käyrineen ja valaisintietoineen. Valaistussimuloinnin avulla pystytään tarjoamaan asiakkaalle selkeä visuaalinen kuva suunnitellusta kohteesta ja lisäksi varmistamaan valaistusnormien täyttyminen tiloissa sekä optimoimaan paras mahdollinen energiankulutus valaistukselle. /3/

## 7. YHTEENVETO

Tutkintotyötä tehdessä huomio kiinnittyi tuotemallipohjaisen suunnittelun kehitykseen ja sen tulevaisuuteen. Tuotemallipohjainen suunnitteluala on kasvamassa voimakkaasti ja erityisesti tuotetiedon käyttö tulee korostumaan tietomallien kehittyessä ja yleistyessä. Tarve yhteisille toimintatavoille eri alojen yrityksissä, yritysten välillä sekä tietomallipohjaisessa suunnittelussa on suuri. Toimintatapojen puuttuminen vähentää tietomallisuunnittelusta saatavia hyötyjä huomattavasti ja hidastaa suunnittelun yleistymistä.

Toimintatapojen luominen ei kuitenkaan ratkaise kaikkea, vaan jatkokehittävää löytyy sekä suunnitteluohjelmistojen ja suunnitteluprosessin osalta. Kehittävää löytyy myös tiedonsiirrossa sekä standardoinnissa. Rajapintojen toimivuuden varmistamisella voidaan parantaa esimerkiksi analysointityökalujen tuottaman tiedon hyödyntämisen tehokkuutta. Taloteknisten järjestelmätyökalujen kehittämisen tärkeimpänä asiana voitaisiin pitää suunnitelmien päivittämisen helpottamista ja tehostamista. Ylläpidon ja tuotemallin yhdistämiseksi kehittämistä on paljon tiedonsiirron, ylläpitotietojen päivityksen ja menettelytapojen osalta.

Tuotemallintamisen kehittyminen ja uusien hyötyjen saavuttaminen ei tule tapahtumaan hetkessä, vaan se vaatii yritysten välistä kehitystoimintaa ja verkostoitumista hankeosapuolten välillä. Pilottihankkeista saatujen tietojen kerääminen ja analysointi olisi huomattavan tärkeää tehokkaiden toimintatapojen löytämiseksi. Tuotemallipohjainen suunnittelu tulee yleistymään joka tapauksessa, mutta sen kautta saatujen hyötyjen saaminen on riippuvainen lähivuosien aikana tapahtuvasta kehityksestä suunnittelualalla. Kehittämiseen ja sen edistämiseen tulee sijoittaa tarpeeksi resursseja, jotta tuotemallipohjainen suunnittelu voisi saavuttaa täyden potentiaalinsa.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

- 1 Harsia, Pirkko 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Helsinki. Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry; Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry.
- 2 Kuitunen, Jarno 2007. 3D sähkösuunnittelu ja tietomallit. Tutkintotyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, Sähkötekniikka, Tampere.
- 3 Laine, Tuomas 2008. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa, Helsinki, Rakennustieto.
- 4 Pato, Jarno 2009. Tiedonsiirtoa eri tietojärjestelmien kesken, CADS Partner asiakaslehti 1/2009, 9.
- 5 Penttilä, H. Nissinen, S. Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, Tampere, Rakennustieto.
- 6 Piispa, Tommi. Koulutusmateriaali, CADS Planner Electric tietomallikoulutus, Tietomallisuunnittelu pähkinänkuoressa, 23.3.2010 Kotka. Kyndata Oy.
- 7 Vakkilainen, Jussi 2009. Rakennuksen tietomalli rakennushankkeen suunnitteluvälineenä, Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere

### Sähköiset lähteet

- 8 Building Smart Finland. [www-sivu] [Viitattu 4.5.2010]  
<http://cic.vtt.fi/buildingsmart/>
- 9 IFD Library for building smart. [online] [Viitattu 14.7.2010]  
[http://dev.ifd-library.org/index.php/Ifd:buildingSMART\\_and\\_IFD](http://dev.ifd-library.org/index.php/Ifd:buildingSMART_and_IFD)
- 10 Kyndata Oy. [www-sivu] [Viitattu 14.3.2010].  
<http://www.cads.fi>
- 11 M.A.D Oy. [www-sivu] [Viitattu 3.4.2010].  
<http://www.mad.fi>
- 12 Niemioja, Seppo 2005, 3.painos, Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu; Yleiset perusteet ja ohjeita. [online] [Viitattu 15.9.2010]  
[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_tuotemalliohje\\_ark\\_elokuu2005.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_tuotemalliohje_ark_elokuu2005.pdf)
- 13 NSS ry. 2010, Sähköalan 3D-tuotekuville yhteinen ohjeistus, [online] [Viitattu 15.9.2010]  
<http://www.sstl.fi/3d-kuvat>
- 14 Solibri Oy. [www-sivu] [Viitattu 6.4.2010].  
<http://www.solibri.com>
- 15 Suomen sairaalatekniikan yhdistys ry. Miten tehdä halpa ja hyvä kunnossapito ohjelma. [online] [Viitattu 8.8.2010]  
<http://www.ssty.fi/images/Esitys.pdf>
- 16 Sähkönumerot.fi. [www-sivu] [Viitattu 10.4.2010]  
<http://www.sahkonumerot.fi>
- 17 Tekla Oyj. [www-sivu] [Viitattu 9.9.2010].  
<http://www.tekla.com>