

Josefina Tikkala

**IKKUNA- JA OVIKOMPONENTIT RAKENNUSLIIKKEEN  
KONSEPTISSA**

# **IKKUNA- JA OVIKOMPONENTIT RAKENNUSLIIKKEEN KONSEPTISSA**

Josefina Tikkala  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Rakennusarkkitehtuurin koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennusarkkitehtuurin koulutusohjelma

---

Josefina Tikkala  
Ikkuna- ja ovikomponentit rakennusliikkeen konseptissa  
Seppo Perälä  
04 / 2018:

Sivumäärä + liitteet: 56 + 3

---

Lehto Asunnot Oy on käynnistänyt tietomallinnushankkeen LEKA-hankkeen, jolla pyritään tehostamaan yrityksen toimintatapoja luomalla valmis konsepti arkkitehtityöskentelyä varten. LEKA-hankkeen yhtenä osana olevan LEGO-projektin tavoitteena oli luoda suunnittelun tueksi pohjat eri mallinnusohjelmiin.

LEGO-projektiin liittyvän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää yleisellä tasolla tehokkaampaa ja toimivampaa tapaa suunnittelun ohjaukseen Lehto Asunnot Oy:n rakennuskonseptissa. Työssä keskityttiin erityisesti konseptissa käytettyjen ikkuna- ja ovikomponenttien mallintamiseen ja parametritietojen selvittämiseen.

Aluksi ikkunoista ja ovista tuotettiin taulukkomuotoinen lista, jota päivitettiin ja tarkennettiin kyselyiden ja palavereiden avulla. Komponenttilistan tietojen pohjalta jokaisesta rakennusosasta tehtiin objektit ArchiCAD-ohjelmaan tehtyyn Lehto-käyttöliittymään. Lopuksi komponenttilistassa tarkennetut tiedot päivitettiin myös yrityksen rakennustapaohjeeseen.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi ikkuna- ja ovikomponenttien osuus ArchiCAD-ohjelmaan tehtyyn Lehto-käyttöliittymään. Opinnäytetyössä esitelty versio on kehitysversio, jota tullaan parantamaan käyttökokemusten perusteella. Tulevaisuudessa käyttöliittymää tulevat käyttämään Lehto Oy:n kanssa yhteistyössä olevat arkkitehtisuunnittelijat.

---

Tietomalli, parametri, rakennusosa

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Architecture

---

Josefina Tikkala  
Window and Door Components in Concept of Building Company  
Seppo Perälä  
04 / 2018:

Number of pages: 56 + 3

---

Lehto Asunnot Ltd has launched the LEKA project for the information modeling project aimed at enhancing the company's operating methods by creating a concept for architectural work. The objective of the LEGO project, which was part of the LEKA project, was to create the basics of design in different modeling programs.

The purpose of the thesis related to the LEGO project was to find out more efficient and more effective way than now to planning in company's construction concept. The thesis focused on modeling the window and door components used in the concept and analyzing parameter information.

Initially a list of windows and doors which were updated and refined were produced by surveys and meetings. Based on the component data, each building part was made to objects in to the Lehto user interface which is made to ArchiCAD-program. Finally the information detailed in the component list was updated also in the company's installation manual.

The final result of the thesis was a share of window and door components in the Lehto user interface in the ArchiCAD-program. The version presented in the thesis is a development version that will be improved on the basis of user experience. In the future, the interface will be used by architects working with Lehto Ltd.

---

Information model, parameter, Building block

## ALKULAUSE

Haluan kiittää Lehto Asunnot Oy:n suunnittelupäällikkö Urho Myllymäkeä mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja muita projektissa mukana olleita kollegoita, joilta sain paljon apua tiedonhankintaan ja ohjelmien käyttöön liittyen. Eri-tyiskiitos myös ArhciCAD-ohjelman asiantuntija Lauri Melvasalolle, jonka kanssa käydyistä palavereista sain paljon uutta tietoa mallintamiseen ja tietomalleihin liittyen.

Oulussa 14.04.2018

Josefina Tikkala

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
1 JOHDANTO	8
2 IKKUNOIDEN JA OVIENTÄ KÄYTTÖ RAKENTAMISESSA	9
2.1 Ikkuna- ja ovikaaviot	9
2.1.1 Selosteiden muoto ja sisältö	9
2.1.2 Taulukkomuotoinen ikkuna- ja oviseloste	12
2.1.3 Korttimuotoinen ikkuna- ja oviseloste	14
2.2 Rakentamisen tuotenimikkeistöt	16
2.3 Tietomallinnuksen yleiset vaatimukset	18
2.3.1 Arkkitehtisuunnittelu tietomallinnuksessa	21
2.3.2 Määrälaskenta tietomallinnuksessa	24
2.3.3 Kaaviot tietomallinnuksessa	26
2.4 ArchiCAD-suunnitteluohjelma	28
2.4.1 GDL-ohjelmointi	28
2.4.2 IFC-tiedonsiirto	32
3 LEHTO ASUNNOT RAKENTAMISESSA	33
3.1 Lehto Groupin talousohjattu rakentaminen	33
3.2 Lehto Asunnot Oy:n alustava ikkuna- ja ovikomponenttilista	35
3.3 Alustavan komponenttilistan täydentäminen	37
3.3.1 Kyselyt valmistajille	37
3.3.2 Projektin palaverit	38
3.3.3 Rakennustapaohje sekä ikkuna- ja ovikaaviot	39
3.4 Tarkennettu komponenttilista	40
3.5 Lehto käyttöliittymän ikkuna- ja ovikirjasto	42
3.5.1 Ikkuna- ja ovikomponentit suunnittelussa (ArchiCAD-ohjelma)	43
3.5.2 Ikkuna- ja ovikomponentit tietomallissa (Solibri-ohjelma)	47
3.6 Naamakuvat komponenteista	50
3.7 Rakennustapaohjeen päivitys	51
4 YHTEENVETO	53

LÄHTEET	54
LIITTEET	56

Liite 1 Kyselylomake ovivalmistajalle

Liite 2 Kyselylomake ikkunavalmistajalle

Liite 3 Tarkennettu komponenttilista

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö liittyy Lehto Asunnot Oy:n LEKA-tietomallinnushankkeeseen, jolla pyritään tehostamaan rakennusliikkeen toimintatapoja arkkitehtisuunnittelussa. LEKA-hanke on yksi Lehto Group konsernin tämän hetkisistä strategisista kärkihankkeista. Sen tärkeimpänä tavoitteena on tietomallinnuksen avulla tehostaa toimintatapoja ja luoda lisäarvoa sekä rakentajalle että tilaajalle. Arkkitehtisuunnittelussa toivottaisiin käytettävän Lehdon rakentamiskonseptin mukaisia vakioratkaisuja ja -elementtejä.

Hankkeen yhtenä osana olevan LEGO-projektin tavoitteena on luoda aloitus- pohjat arkkitehtisuunnittelun tueksi eri mallinnusohjelmiin. LEGO-projektiin kuuluvassa opinnäytetyössä keskitytään selvittämään Lehto Asunnot Oy:n rakennuskonseptissa käytettävien ikkuna- ja ovikomponenttien parametritietoja. Työssä selvitettävien parametritietojen avulla luodaan GDL-objektit ArchiCAD-ohjelmaan tehtyyn Lehto-käyttöliittymään.

Työn toimeksiantaja on Lehto Asunnot Oy, jonka toiminta perustuu talousohjautun rakentamisen toimintamallin hyödyntämiseen. Suurin osuus asuntorakentamisesta koostuu betonirakenteisista kerrostaloista, joiden toteutuksessa hyödynnetään Lehdon kehittämää ja valmistamaa keittiö- ja kylpyhuonemoduulia eli tekniikkastudiota.



## **2 IKKUNOIDEN JA OVIENTÄ KÄYTTÖ RAKENTAMISESSA**

### **2.1 Ikkuna- ja ovikaaviot**

Suunnittelu- ja mallinnusohjelmia käytettäessä ikkuna- ja oviselosteet voidaan tuottaa suoraan rakennuskohteen suunnitelmätiedoista. Tällä tavoin vältetään erillisten luetteloiden ylläpito ja siitä helposti syntyvät sisältö- ja määrävirheet. Selosteiden tuottamistekniikka riippuu oleellisesti käytettävästä suunnittelujärjestelmästä. Lisäksi selosteisiin vaikuttaa oleellisesti myös haluttu ja tarvittava tietosisältö, joka vaihtelee suuresti hankkeesta ja rakennusosan tyyppistä riippuen. (1, s. 1.)

Esimerkiksi oviin voi liittyä monia yksilöitäviä materiaali- ja väriratkaisuja sekä vaihtelevia määriä erilaisia heloja ja varusteita. Tästä johtuen ei ole aina tarkoituksenmukaista määrittellä rakennusosien ominaisuuksia yksinkertaisen määrämuotoisen taulukon tai kiinteiden nimikkeiden kautta. (1, s. 1.)

Luetteloitaviin rakennusosiin kuuluvat ikkunat, ovet ja kiintokalusteet. Niiden luettelointi lukumäärineen sekä sijainnin osoittaminen kuuluu tavallisesti arkkitehdin tehtäviin. Rakennusosien ominaisuuksien hallinnan ja tietomäärän kannalta on usein parempi ratkaisu tuotemallin mukainen rakenne, jossa pääkohteeseen liitetään tarvittavat viittaukset attribuutteihin eli rakennusosan ominaisuuksiin. (1, s. 2.)

Kaikkien luetteloitavien rakennusosien tulisi sisältää taulukoissa 1 ja 2 pääsääntöisesti näkyväksi merkityt attribuutit. Suositeltavaa on kuitenkin liittää myös muut siihen soveltuvat attribuutit, jotta luetteloitavat rakennusosat tulevat yksiselitteisesti määritellyiksi. (1, s. 2.)

#### **2.1.1 Selosteiden muoto ja sisältö**

Selosteet sisältävät kaiken rakennusosan hankintaa ja valmistusta varten tarvittavan tiedon sekä selitysdokumentteja ja detaljipiirustuksia koskevan viitetiedon. Taulukoiden ja korttien muoto määräytyy lopullisen tarkoituksen mukaan. Ovi- ja

ikkunaselosteet voivat olla joko kortti- tai taulukkomuotoisia. Korttimuotoisiin selosteisiin sisältyy rakennusosan geometrian ja mitoituksen määrittelevät kaaviot ja niissä tarvittavat attribuutit. (1, s. 3.)

Taulukkoseloste voi sisältää graafisen kaaviokuvan kyseisestä rakennusosasta, mutta siihen ei liitetä graafista mitta- tai varustetietoa. Selosteisiin voivat kuitenkin liittyä erilliset kaavio- tai detaljipiirustukset, joihin luetteloissa viitataan. Tietosisältöjen esittämistavassa ja -järjestyksessä tulee pyrkiä kuitenkin noudattamaan RT-selosteohjeita. Laajoissa rakennushankkeissa on usein tarkoituksenmukaista tuottaa korttimuotoisten selosteiden liitteeksi taulukkomuotoinen yhteenveto. (1, s. 3.)

Attribuutteja eli rakennusosan yksittäisiä ominaisuuksia ei tulisi koodata moneen eri paikkaan eikä toisaalta eri asioita kuvaavia ominaisuuksia tulisi yhdistää samaan ominaisuustietoon. Tiedon koodauksessa pyritään selkeyteen ja turhan tiedon karsimiseen. Käytettävät attribuutit tulee pääsääntöisesti nimetä RT-kortissa esitettävien nimikkeiden mukaisesti, ne tulee esittää vakioidussa järjestyksessä ja niiden sisällön tulee vastata tässä esitettyä kuvausta. Lisäattribuutteja voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön, jolloin attribuutti jaetaan alaominaisuuksia kuvaavaksi tai osoittaa rakennusosan tiettyjä komponentteja kuvaaviksi. (1, s. 4.)

Taulukkoon 1 on lisätty RT-kortista 15-11026 löytyvät taulukot ikkunoiden ja ovien attribuuteista. Vasemmalla on eriteltynä tärkeimpiä rakennusosien kuvaukseen liitettäviä tekstiosia eli attribuutteja. Taulukon 1 oikeassa laidassa on esitetty rakennusosien kuvaukseen liitettyjen tekstiosien eli attribuuttien esittäminen pää- ja työpiirustuksissa. (1, s. 5.)

Taulukossa olevan x-merkki tarkoittaa, että attribuutti on pääsääntöisesti tarpeen ja sen on oltava näkyvillä. o-merkki tarkoittaa, että attribuuttia käytetään rakennusosassa ja piirustuksissa vain tarvittaessa ja se voi sisältyä myös muihin koodeihin. Yksilöllinen tunniste ei ole yleensä attribuutti vaan ohjelman automaattisesti antama tunniste. Koko, leveys, korkeus ja syvyys sekä kätisyys voivat olla yhdistettynä tyyppiin. (1, s. 5.)

TAULUKKO 1. Rakennusosien attribuutit (1, s. 6-7)

Attribuutti	Tunniste	Rakennusosa / tunniste					
		Ikkunat	Ovet	Ikkunat		Ovet	
				Pääpiir.	Työpiir.	Pääpiir.	Työpiir.
Yksilöllinen tunniste <sup>2)</sup>	ID	x	x	-	-	-	-
Tunniste	NRO	o	o	-	x	-	x
Tyyppi	TYP	x	x	-	x	-	x
Sijainti	POS	o	o	-	-	-	-
Koko <sup>3)</sup>	KOK	x	x	-	x	-	x
Korkeus <sup>3)</sup>	KOR	4)	4)	-	x	-	o
Leveys <sup>3)</sup>	LEV	4)	4)	-	x	-	x
Syvyys <sup>3)</sup>	SYV	4)	4)	-	o	-	o
Paloluokka	PAL	x	o	x	x	x	x
Ääneneristävyys	ERI	o	o	1)	x	1)	x
Lämmöneristävyys	U	o	o	-	-	-	-
Kätsiys <sup>3)</sup>	KAT	x	x	-	x	-	x
Heloitus	HEL	x	x	-	o	-	o
Lukitus	LUK	-	o	-	-	-	-
Kulunvalvonta	KV	-	o	-	-	-	-
Karmi	KAR	o	x	-	o	-	o
Kynnys	KYN	-	x	-	-	-	o
Materiaali	MAT	o	o	-	-	-	-
Väri	VRI	o	o	-	-	-	-
Versio	VER	x	x	-	o	-	o
Revisio	REV	o	o	-	o	-	o
Piirustus	PNO	o	o	-	-	-	-
Selitys	SEL	o	o	-	-	-	-
Erytystiedot	YLE	x	x	-	-	-	-
Talo 2000	T2K	o	o	-	-	-	-
Omistaja/käyttäjä	OMI	-	-	-	-	-	-
Nimi	NMI	-	-	-	-	-	-
Pinta-ala	ALA	-	-	-	-	-	-
Kehä	KEH	-	-	-	-	-	-
Lattiamateriaalit	LAT	-	-	-	-	-	-
Jalkalistat	JAL	-	-	-	-	-	-
Seinäateriaalit	SEI	-	-	-	-	-	-
Katto/alakattomateriaalit	KAT	-	-	-	-	-	-
Varusteet	VAR	-	-	-	-	-	-
Laitteet	LAI	-	-	-	-	-	-

Oven tunniste tai tyyppimerkintä eli ”littera” voi perustua kokomerkintään esim. O9, jossa leveys on ilmoitettu moduulimittana, suojattavan huoneen tilanumeroon tai se voi olla juokseva hankekohtainen tunnus. Samassa hankkeessa voi

tarvittaessa käyttää eri merkintätapoja. Tunnukseen voi sisällyttää tarvittaessa muita attribuuttitietoja, esimerkiksi kätsyydestä, ääneneristävydestä, jolloin se merkitään esim. O9o/30dB. Palo-ovien merkitsemistapa voi vaihdella, mutta sen tulee aina sisältyä tunnukseen, jos se on määritelty. (3, s. 1.)

Kätsiys kertoo painikkeen tai vetimen asennuspuolen. Vasenkätsisissä ovissa ja ikkunoissa painike on oikealla ja saranapuoli vasemmalla, oikeakätsisessä päinvastoin. Tarkastelusuunta on aina ulkopuolelta suojattavan tilan suuntaan. Parillisissa rakennusosissa kätsiys ilmoitetaan käyntipuolen mukaan. Lukkopesän asennuspuoli on määriteltävä erikseen, sillä ovet voivat aueta joko ulos- tai sisäänpäin suojattavaan tilan nähden. (3, s. 1.)

Yksinkertainen ikkunaluettelo on riittävä eikä kaavioita tarvitse piirtää kaavioon, jos heloitus ja asennus tehdään RT-kortin 41-10947 mukaisesti tai niissä on viittaus valmistajan vakioheloitukseen. Korttimuotoisten selosteiden liitteeksi voidaan tarvittaessa tuottaa kokoava taulukkomuotoinen ikkunalistaus ja niitä tulee käsitellä yhtenä dokumenttina eikä ominaisuustietoja tule esittää monessa paikassa. (3, s. 1.)

Mikäli ikkunakohtaisia poikkeamia ole ja attribuutti määritellään kattavasti rakennusselostuksessa, ei sitä tarvitse ikkunaselosteessa esittää. Tällöin selosteessa on viitattava ko. dokumenttiin. Jotta tietojen käsittely eri järjestelmissä olisi sujuvaa, tulisi käyttää vakiomuotoisia attribuuttinimikkeitä ja esittää ne vakiojärjestyksessä. Ensin esitetään rakennusosaa yksilöivät tiedot (tunnus, tyyppi), lukumäärä, sitten ominaisuustiedot ja mahdolliset osatiedot (karmi, puite, lasi) ja lopuksi sanallinen selostus ja erityistiedot sekä sijaintitieto tarvittaessa. (3, s. 1.)

### **2.1.2 Taulukkomuotoinen ikkuna- ja oviseloste**

Taulukkomuotoista ikkunaselostetta suositellaan käytettäväksi erityisesti silloin, kun se luovutetaan digitaalisessa muodossa muille osapuolille, kuten taulukkolaskentatiedostona. Kenttien sisällön ja järjestyksen on lähtökohtaisesti noudatettava RT-kortissa 15-11026 (ovi-, ikkuna-, kaluste- ja huoneselosteiden laati-

misohje) esitettyä tapaa. Lopullisen ja käytettävän esitysmuodon käyttökelpoisuus tulee kuitenkin tarkistaa vastaanottavalta osapuolelta, jotta niitä pystytään hyödyntämään. (2, s. 2. 3, s.2.)

Taulukkomuotoisessa ovi- ja ikkunaselosteessa jokaisesta ovesta tai ovityypistä on tarvittava tietomäärä omana rivinä. Taulukkomuotoista oviselostetta suositellaan käytettäväksi silloin, kun oven ulkomuotoa ei tarvitse esittää graafisesti vaan tyyppien välinen vaihtelu sisältyy attribuuttitietoihin. Tarvittaessa taulukkomuotoisia selosteita voidaan täydentää detaljipiirustuksilla, jotka sisältävät mitoituksen ja ulkonäön kuvauksen, mutta ei kappalemääriä. (2, s. 2; 3, s.2.)

Taulukossa 2 on esimerkki taulukkomuotoisesta oviselosteesta, jossa kulunvalvonnalle on lisätty oma sarake. Lukitustyyppi on ilmoitettuna heloitussarakkeessa koodilla, muu heloitus on purettu taulukkoon omiksi sarakkeikseen. Huomautussarakkeeseen on yhdistetty piirustusviittaukset ja varustetiedot. (2, s. 2; 3, s.2.)

**TAULUKKO 2. Esimerkki taulukkomuotoisesta oviselosteesta (2, s. 2)**

TUNNISTE	POS	PAL	KV.	VRI	d=	h=	KAR	HEL	VEDIN/PAINIKE	SULJIN	KYNNYS	SARANA	SELITYS	HUOM
HO9/o	1703			RAL 7073	9M	21M	Al	M87-1	-	-	laahus	vakio	Saumaton lujitemuovi-heiluriovi Lasiakko. Säätökarmi. Rst-potkulevyt 1000mm.	kts.piiir. 8601_406
O10/o	1317			MC L159	10M	21M	puu	M47-1	painikepari	DC335 + DC190	muovi	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	+ Abloy DC191
O10/o	1318		kv	MC L159	10M	21M	puu	S47-1	painikepari	DC335 + DC199	puu	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O10/v	1211		kv	MC L159	10M	21M	puu	S47-1	painikepari	DC335 + DC199	puu	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O10/v	1218			MC L159	10M	21M	puu	M56-1	painikepari	-	muovi	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	+tukivedin 139/400JVA
O10/v	1208			MC L159	9M	21M	puu	M24-1	painikepari	DC240 + DC190	muovi	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O7/o	1202			MC L159	7M	21M	puu	M56-1	painikepari	-	-	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O7/o	1215			MC L159	7M	21M	puu	M56-1	painikepari	-	-	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O7/v	1204			MC L159	7M	21M	puu	M56-1	painikepari	-	-	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O7/v	1212			MC L159	7M	21M	puu	M56-1	painikepari	-	-	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O7/v	1217			MC L159	7M	21M	puu	M56-1	painikepari	-	-	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O8/o	1201			MC L159	8M	21M	puu	M56A-1	painikepari	DC335 + DC190	puu	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	
O8/o	1214			MC L159	8M	21M	puu	M56A-1	painikepari	DC335 + DC190	puu	Cr	Maalattu, huullettu puulaakaovi.	

### 2.1.3 Korttimuotoinen ikkuna- ja oviseloste

Korttimuotoinen ikkuna- ja oviseloste voidaan tehdä erikseen jokaisesta yksittäisestä rakennusosasta. Jos niissä esiintyy merkittävästi toistuvuutta, voidaan samanlaiset objektit yhdistää yhteen selosteeseen alla olevien kuvien mukaisesti. Yhden tyyppin variaatiot, kuten oikea- ja vasenkätisyys, sekä muut mahdollisesti soveltuvat attribuutit voidaan esittää yhden kaavion avulla ja ilmaista niiden lukumäärät selosteen yhtenä kenttänä. (2, s. 2; 3, s.2.)

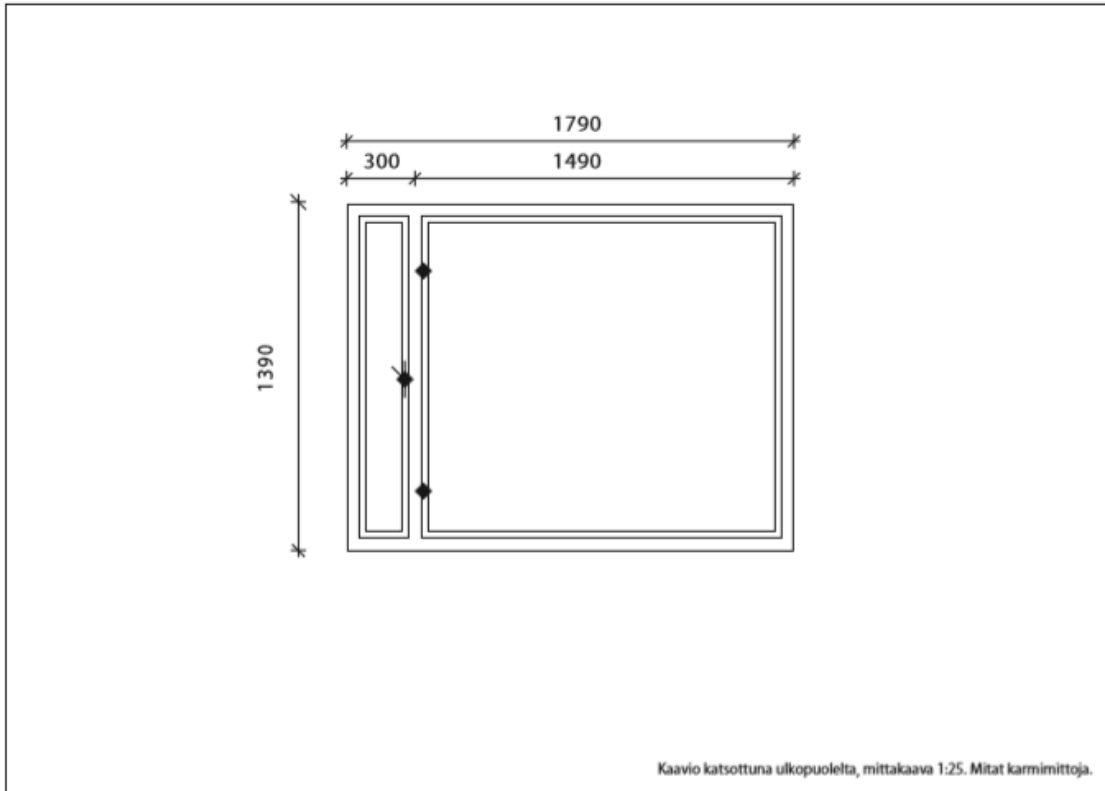
Yhteen korttiin ei tule sijoittaa liikaa variaatioita, koska luettavuus heikkenee vaihtoehtojen lisääntyessä. Lisäksi helojen symbolit voidaan selkeyden vuoksi koota yhdeksi erilliseksi selosteeksi. Kun ovissa ja ikkunoissa ei ole merkittävästi toistuvuutta, selosteet voidaan tehdä kustakin yksittäisestä ovesta jättämällä pois kappalemäärää koskevat tiedot. (2, s. 2; 3, s.2.)

Kuvassa 1 on esimerkki korttimuotoisesta ikkunaselosteesta. Kaavioon on yhdistetty samanlaiset ovet ja ikkunat. Korttien ylälaitaan on merkitty tekijä- ja kohdetiedot ja piirustusnumerointi. Keskellä on rakennusosan kaaviokuva tarpeellisine mitta- ja materiaalitietoineen. Vastaavasti alalaitaan sijoitetaan yksilöivät tunnus- ja tyyppitiedot ja tarvittavat attribuutit sekä listataan sijainti- ja kätisyystiedot. (2, s. 2.)

KOHDE

LAATUJA HYVÄKSYJÄ PÄIVÄYS MUUTOS

▬ Sarana	◆ Salpa, kiintopainike	⊖ Painikelukko	] Vedin
◆ Salpa, painikkeeton	◆ Pitkäsarpa, painike	○ Lukko	┌ Aukkipitoaite



<b>Tyyppi</b> I3+15	<b>Karmi</b> syvyys materiaali väri, sisäp. väri, ulkop.	<b>Heloitus</b> Salpa Painike Sarana Aukkipitol.
<b>Lukumäärä</b> kaavionmuk. peilikuvia		
<b>Ääneneristävyys</b>	<b>Puite</b> materiaali väri, sisäp. väri, ulkop.	<b>Selitys</b>
<b>Sijainti</b> (kätisyys)		
	<b>Varuste</b>	

KUVA 1. Korttimuotoinen ikkunaseleoste (2, s. 3)

## 2.2 Rakentamisen tuotenimikkeistöt

Rakentaminen on moniteollista ja siksi siinä tarvitaan eri asteista suunnittelua, tavoitteiden asettamista, rakennuksen fyysisten ulottuvuuksien ja laadun suunnittelua sekä käytettävien tuotteiden suunnittelua ja alojen tuotteiden valmistusta. Rakentamisen tuotenimikkeistön avulla pyritään hallitsemaan olevaa rakennustuotteiden saatavavilla olevaa valikoimaa. (4, s. 451.)

Ensimmäinen Suomessa käytetty rakennustuotenimikkeistö oli osa alun perin Ruotsissa 1940-luvulla kehitettyä SfB-luokitusjärjestelmää, joka kehitettiin yleisnimikkeistöksi rakennusselostuksia varten. Järjestelmän teoreettisuus sai Suomessa osakseen paljon vastustusta, sillä eräitä rakennustuotteita oli jouduttu niputtamaan asennustavan mukaan eräänlaisiksi tekoluokiksi. SfB-järjestelmä oli Suomessa käytössä RT-kortit 1990-luvulle ja Rakennustarvikkeet-vuosiluettelossa, kunnes sen korvasi vuonna 1988 Talo 80-nimikkeistöön kehitetty rakennustuotenimikkeistö. (4, s. 452.)

Työmaa- ja hankintayksikkö käyttävät edelleenkin Talo 80-nimikkeistöä rakennusosien nimeämiseen. Nimeäminen on tarkempaa kuin Talo 2000-nimikkeistön mukaan, ja se saattaa olla osasyynä miksei uusimpaan versioon ei siirrytä. 1990-luvun lopulla tehtiin perusteellinen nimikkeistöuudistus ja Talo 90-nimikkeistö, johon laadittiin itsenäiset osanimikkeistöt tiloja, hankeosia (eli rakennus- ja laiteosat), työlajeja, työpanoksia, kalustopanoksia ja rakennustuotepanoksia varten. Samaan aikaan käynnistyi eurooppalaisten rakennuskeskusten yhteistyö koko Euroopan Unionin alueen kattavan nimikkeistön laatimiseksi. (4, s. 452.)

Uutta laitosta Talo nimikkeistöstä 2000-lukua varten ryhdyttiin laatimaan 1990-luvun lopulla. Uutta rakennustuotenimikkeistöä laadittaessa painoarvo kohdistui valittavien nimikkeiden otsikoihin, geneeristen tuoteryhmien nimiin. Niiden tuli olla hyvää rakennusalan yleiskieltä ja yleisesti tunnettuja. Otsikkotermien sekaantumista toisiinsa pyrittiin välttämään. (4, s. 453.)



Talo 2000-nimikkeistö on tammikuussa 2008 ilmestyneen julkaisun Talo 2000-nimikkeistö mukainen ohje otsikkoluettelosta, jonka mukaan rakennusselostuksen sisältö jäsenellään. Otsikkoluettelo noudattaa Talo 2000-nimikkeistöä ja sisältää eri tarkkuustasoja, joista voidaan valita sopiva kuvattavan rakennuskohteen laajuuden ja erityispiirteiden mukaan. Lyhyt sisältöohje tarkentaa otsikkoluetteloita, joka kertoo, mitkä rakennusosat ja suoritukset otsikon kohdalla rakennusselostuksessa kuvataan. Ohjeita täydentää vielä viittaus Rakennustöiden yleisiin laatuvaatimuksiin. (5, s. 3.)

Kuvassa 2 vaaleammalla pohjalla on listattuna kaikki Talo 2000-nimikkeistön nimikkeet, joista on neliöllä huomioitu kohta 13 tilaosat. Tummemmalla pohjalla olevassa osiossa on nuolella osoitettu esimerkki yhden rakennusosaselosteen tuoterakenteesta, joka tässä kuvassa on kohta 131 tilan jako-osat ja välioveen liittyvät tuoterakenteet. (5, s. 3.)

Talo 2000 Hankenimikkeistön nimikkeet. Rakennusselostuksessa käytössä olevat on lihavoitu:			
1	<b>RAKENNUSOSAT</b>	3	HANKETEHTÄVÄT
11	<b>ALUEOSAT</b> Rakennusalueen ja rakennuskaivannon rakenteet.	31	<b>HANKKEEN JOHTOTEHTÄVÄT</b> Rakennuttaminen, paikallisvalvonta ja hankkeen hallinto.
12	<b>TALO-OSAT</b> Rakennuksen perustukset, runko-, julkisivu- ja väliseinärakenteet.	32	<b>SUUNNITTELUKATEHTÄVÄT</b> Tilasuunnittelu, rakennussuunnittelu, suunnittelun asiantuntijatehtävät sekä hanketietotehtävät.
13	<b>TILAOSAT</b> Rakennuksen tilarakenteet.	33	<b>RAKENTAMISEN JOHTOTEHTÄVÄT</b> Rakentamisen yleisjohto ja hallinto sekä työmaan johtotehtävät.
2	<b>TEKNIikkaOSAT</b>	34	<b>TYÖMAATEHTÄVÄT</b> Työmaata kokonaisuutena palvelevat työmaapalvelut ja työmaan kalusto. Työmaatehtävät ovat rakennus- ja tekniikkosien rakentamisen suhteen välillisiä ja kohdistuvat työmaahan tai sen osaan kokonaisuutena.
21	<b>PUTKIOSAT</b> Rakennuksen ja rakennusalueen LVI-tekniiset järjestelmät.	4	<b>KIINTEISTÖTEHTÄVÄT</b> Kiinteistökehitystehtävistä, tontin hankinnasta tai vuokrauksesta ja liittymistä aiheutuvat kustannukset.
23	<b>SÄHKÖOSAT</b> Rakennuksen ja rakennusalueen sähköjärjestelmät.	5	<b>KÄYTTÄJÄTEHTÄVÄT</b> Toimintavarusteista ja toiminnan ylläpidosta aiheutuvat kustannukset.
24	<b>TIETO-OSAT</b> Puhelin-, antenni-, äänentoisto- ja merkinantojärjestelmät, kiinteistön atkjärjestelmät, turva-, rakennusautomaatio- ja integroidut järjestelmät.	6	<b>HANKEVARAUKSET</b> Hankerahoituksen lainojen koroista ja muista pääomamennoista ja markkinoinnista aiheutuvat kustannukset.
25	<b>LAITEOSAT</b> Rakennuksen siirtolaitteet ja tilalaitteet, kuten laitoskeittolaitteet ja pesulalaitteet.		

131 TILAN JAKO-OSAT	
<b>1315 Väliovet</b>	
<b>SO01</b> Huullettu, maalattu laakaovi	
• huullettu laakaovi, pinta tehdasmaalattu MDF-levy, runko mänty, karmisyyvyys 92	
• mm, kiinnitys ruuvein valmistajan ohjeen mukaan	
• valmistajan vakiosarjanat	
• lukko ja vedin vakioalaatu	
• karmilistat 12 x 44 mm, tehdasmaalattu, oven molemmin puolin	
• kynnys lakattua punapyökkiä, max korkeus 20 mm	
<b>SO02</b> Huullettu, maalattu laakaovi	
Märkätila	
• kuten SO01, mutta ns. märkätilan kynnys	
• lukko, meistetty levykilpi, vääntönuppi	
1315 Laatuvaatimukset SO01-SO02	
• Noudatetaan SisäRYL 2013 732.4 ja RT 42-11058 soveltaen	
<i>Karmit ja puitteet</i>	
• Puuosien laatu RT 42-10643 luokan V mukainen	
• Karmit liimataan vähintään kolmesta osasta kieroutumisen estämiseksi	
• Puurakenteisten ovien karmit ja ovilevyjen puuosat maalauksittain tehtäällä	
<i>Heloitus</i>	
• Saranoiden, salpojen ja kytkinhelejen määrä ja sijoitus on RT 42-11058 mukainen	
• Lukko asennetaan valmistajan ohjeita noudattaen jne.	

KUVA 2. Rakennusselostuksen yhteys muihin asiakirjoihin ja Talo 2000-nimikkeet (5, s. 6)

Arkkitehti kerää tiedot rakennuskohteen luetteloitavista rakennusosista. Niitä ovat hankkeessa toistuvasti esiintyvät rakennusosat. Niistä tehdään luetteloita, joissa rakennusosat on tyypitetty ja niiden lukumäärät on joko esitetty luette-

lossa tai urakoitsijan laskettava määrät erikseen. Tyypillisiä luetteloitavia rakennusosia ovat ovet, ikkunat ja kalusteet. Usein edellä mainitut luettelot esitetään erillisenä selosteasiakirjana kuten esim. oviseloste, johon löytyy laatimisohje RT-kortista 15-11028. Jos samoja rakennusosia koskevia tietoja esitetään useammassa asiakirjassa, tulee suunnittelijan rajattava selkeästi, mitä asioita missäkin asiakirjassa esitetään, jotta väärinkäsityksiltä vältytään. (5, s. 5.)

### **2.3 Tietomallinnuksen yleiset vaatimukset**

Suomessa tietomallintamisesta on hyvää vauhtia tulossa rutiini suunnittelutyökalu sekä uudis- ja peruskorjaushankkeissa. Sillä pilottihankkeiden suunnittelusta ollaan vähitellen siirtymässä arkiseen käytäntöön. Kiristyvät energiamääräykset antavat uutta painetta mallintavalle suunnittelukäytännölle. Seuraava iso askel tietomallien saralla olisi mallien siirtyminen kiinteistöjen ylläpitoon. Pääosa kiinteistön kustannuksista muodostuu sen käytöstä, joten suuri osa potentiaalisesta kustannushyödyistä löydetään sieltä. Älykkäille tietomallipohjaisille järjestelmille on siis selkeä tarve. (6, s. 1.)

Tietomallinnuksen tavoite rakentamisessa on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Malleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaarien ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkäytön ja ylläpidon aikana. (6, s. 2.)

Tietomallit mahdollistavat tuen investointipäätöksille vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia. Energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysi ratkaisuja pystytään mallin avulla vertailemaan ja suunnittelemaan, sekä havainnoimaan suunnitelmia ja analysoimaan rakennettavuutta. Lisäksi kaikki hanketiedot pystytään mallissa hyödyntämään sekä käytön että ylläpidon aikaisissa toiminnoissa. Tiedonsiirron ja suunnitteluprosessin tehostumisen kautta laatu paranee olennaisesti. (6, s. 2.)

Jotta mallinnus onnistuisi halutulla tavalla, on malleille ja mallien hyödyntämiselle asetettava hankekohtaiset painopistealueet ja tavoitteet. Yleisiä mallinnukselle asetettuja tavoitteita ovat hankkeen päätöksentekoprosessien tukeminen,

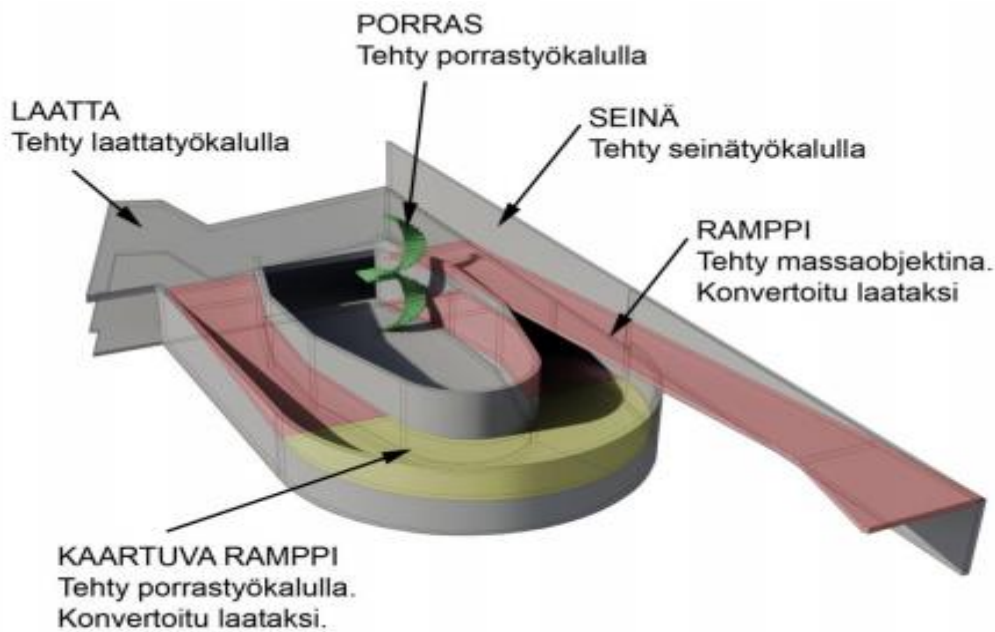
osapuolten sitouttaminen tavoitteisiin sekä prosessin laadun takaaminen ja tehostaminen. Mallin avulla havainnollistetaan ja yhdistetään suunnitelmia sekä tuetaan hankkeen kustannus- ja elinkaari analyysejä. (6, s. 2.)

Mallien mittatarkkuus on sitä tarkempaa mitä yksityiskohtaisemmasta vaiheesta on kyse. Rakennusosamallivaiheeseen asti ikkunan tai oven mittana käytetään aukon vaatimaa mitta. Liittymämittojen tulee kuitenkin olla johdon mukaisesti aina tarkalleen normin mukaisia. Liittymismitta on mitta, johon sisältyy rakennusosan mitta, asennuksen ja mittapoikkeamien vaatima tila sekä eri osien välinen sauma. (6, s. 3.)

Rakennusosamallissa valitaan rakennusosille esitetyt vaatimukset täyttävä rakenne. Ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet esitetään yleisinä, ellei ole visuaalista tarvetta esittää niitä havainnollisempana. Rakennusosamallissa tulee olla mallinnettuna tarkentavat todelliset sovitukset. (6, s.1.)

Hankkeessa käytettävä mallinnustapa tulee dokumentoida tietomalliselostukseen. Tietomalliselostus on kunkin suunnittelualan ylläpitämä kuvaus mallin sisällöstä, käytetyistä mallinnustavoista ja mahdollisista poikkeamista yleisiin vaatimuksiin tai mallinnustapoihin nähden. Se kertoo, mihin tarkoitukseen malli on julkaistu ja mikä on sen tarkkuusaste. Sitä on päivitettävä aina, kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön, olipa sitten kyseessä työmalli tai tietomalli urakkalaskentaa varten. Tietomallikoordinaattori huolehtii yhdistelmämallien soveltamisesta. (7, s.2.)

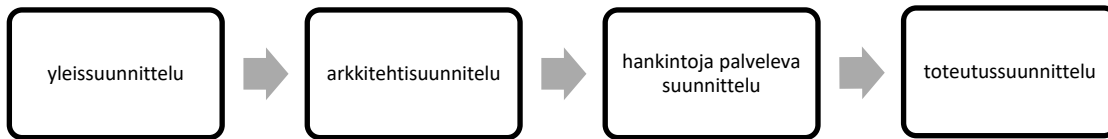
Mallinnuksessa on käytettävä ohjelmistojen mallikomponentteja ja työkaluja niiden varsinaiseen käyttötarkoitukseen, mikä tämä tarkoittaa, että seinät on mallinnettava seinätyökaluilla, laatat laattatyö kalulla jne. Kuvassa 3 on esitetty suunnitteluohjelman työkaluja soveltaen mallinnettu ajoramppi. (6, s. 3.)



KUVA 3. Suunnitteluohjelman työkaluilla toteutettu ramppi (6, s. 4)

Hankkeen yleissuunnittelulla tarkoitetaan luonnossuunnitteluvaihetta, jolloin lähdetään kehittämään ehdotusvaiheessa valittua perusratkaisua, joka on olemassa arkkitehdin tietomallina. Arkkitehtisuunnitteluvaiheessa kehitetään valittua suunnitelmavaihtoehtoa alustavaksi rakennusosamalliksi. Ikkunoiden ja ovien määrittely kuuluu arkkitehtisuunnittelun osana hankintoja palvelevaan suunnitteluun. Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa tietomallit ja niistä tuotetut määräluettelot, visualisoinnit ja muut dokumentit annetaan tarjousten tekijöille helpottamaan urakkatarjoustensa tekemistä ja rakennustyön alustavaa suunnittelua. (6, s. 5-9.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomalleja hyödynnetään työmaalla. Mallien visuaalisuus on edelleen merkittävä mallien hyödyntämistapa monissa erilaisissa käyttötilanteissa. Muita käyttökohteita ovat perehtyminen kohteeseen, sen rakenteisiin sekä työjärjestysten suunnittelu ja töiden yhteensovittaminen. Määrälaskenta tietomallista nopeuttaa laskentaa ja antaa tarkemman tuloksen edellyttäen, että mallinnus on tehty oikein ja virheettömästi. Kuvassa 4 on esitetty tietomallin suunnittelun neljä suunnitteluvaihetta, joita ovat yleis-, arkkitehti-, toteutus- ja hankintoja palveleva suunnittelu (6, s. 9.)



*KUVA 4. Tietomallisuunnittelun neljä vaihetta*

### **2.3.1 Arkkitehtisuunnittelu tietomallinnuksessa**

Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa arkkitehdin mallinnus on pakollista kaikissa suunnittelun vaiheissa. Arkkitehtimalli toimii pohjana kaikille muille suunnittelumalleille ja on keskeinen osa analyyssejä ja simuloitteja. Koska se vaikuttaa kaikkiin projektin kaikkiin osiin, on sen oltava teknisesti oikein tehty. Suunnitelmat tarkastetaan prosessin aikana myös kolmannen osapuolen toimesta. (8, s.2.)

Arkkitehtimallin geometria ja tietosisältö vaihtelevat hankkeen vaiheen ja mallin käyttötarkoituksen mukaan. Mitä tarkempi vaihe menossa, sitä tarkemmin tieto on määriteltä. Rakennusosat on mallinnettava siten, että tietoa siirrettäessä rakennusosan sijainti, nimi, tyyppi ja geometria siirtyvät myös muiden osapuolten ohjelmistoihin. (8, s. 2.)

Taulukossa 3 on esitetty ote yleisissä tietomallivaatimuksissa asetetuista sisältövaatimuksista arkkitehtimallille hankkeen eri vaiheissa. Taulukkoon on otettu näkyville pelkästään ikkunoita ja ovia koskevat vaatimukset ja ne on taulukossa osoitettu nuolimerkinnoilla. Pakolliset tehtävät on merkitty taulukossa kirjaimella P ja valinnaiset tehtävät, jotka määritellään hankekohtaisesti, ovat merkitty V-kirjaimella. Jos on kyse normaalista poikkeavasta mallinnustehtävästä, se merkitään tyhjällä ruudulla, jolloin mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti. Niissä on lisäksi suositeltavaa tarkkuustasoa merkitsevä numero. Lisäksi voidaan määritellä hanke- tai tilaajakohtaisesti muita tietomallitehtäviä. Ylim-

mällä rivillä olevissa sarakkeissa olevat lyhenteet tarkoittavat seuraavaa; TA tarveselvitystä, HA hankesuunnittelua, EHD ehdotussuunnittelua, YS yleissuunnittelua, LUPA rakennuslupaa, TOT toteutussuunnittelua, UR urakkalaskentaa, RA rakentamista, VA vastaanottoa ja YL ylläpitoa. (8, s.15-17.)

TAULUKKO 3. Tietomallivaatimukset arkkitehtimallille (12, s.15-17)

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
<b>12 Talo-osat</b>										
123 Runko										
1231 Väestönsuojan lattia			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan seinä			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan katto			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan sukultila, hätäpoistumiskäytävä tai -aukko				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan suojaovet ja -luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
124 Julkisivut										
1241 Ulkoseinät			P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1242 Ikkunat			P1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunoiden lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunan vesipellit ja peitelistat										
1243 Ulko-ovet			V1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1243 Ulko-ovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
126 Vesikatot										
1261 Vesikattorakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1261 Yläpohjan palo-osastointi				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Kulkurakenteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1262 Räystäsrakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Täydentävät rakenteet ja pellitykset										
1263 Vesikate aluskatteineen										
1263 Kattokaivot				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1264 Vesikattovarusteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1265 Lasikattorakenteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Lasikaton heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1265 Lasikaton seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Hoito- ja huoltotasot						P1	P1	P1	P1	P1
1266 Kattoikkunat ja luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1266 Kattoikkunoiden helat ja automatiikka						P2	P2	P3	P3	P3
1266 Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
<b>13 Tilaosat</b>										
1311 Kevyet väliseinät			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1312 Lasiväliseinät			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Välilovet			V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2
1315 Välilovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1317 Tilaportaat ja lepotasot			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1317 Tilaportaiden kaitteet ja käsijohteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1

Rakennusosamalli sisältää tilojen lisäksi rakennusosia. Rakennusosamallin tulee olla tietomallivaatimusten määritellyissä puitteissa mittatarkka. Rakennusosamallista tuotetaan yleissuunnitteluvaiheessa rakennusluvan hakemiseen tarvittavat dokumentit. Niiden vastattava tarkkuustasoltaan myös viranomaisten vaatimuksia. (8, s.10.)

Lopullinen rakennusosamalli tehdään tyypillisesti urakkalaskenta-/työpiirustusvaiheessa. Mallissa esitetään rakenneosat todellisin rakennusselostuksen mukaisin tyyppitiedoin. Tällöin toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitelma kehitetään rakentamisen edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Siihen sisältyvät myöskin tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu. (8, s.10.)

Rakennusosien mallintamisessa on huomioitava tietomalliselostuksen ohjeistus koskien niiden mallintamista. Ovia ja ikkunoita mallinnettaessa, ovet mallinnetaan ovityökalulla ja ikkunat ikkunatyökalulla tyyppitietoineen ja heloitustunnuksineen. Ovien ja ikkunoiden tarviketiedot esimerkiksi heloitus liitetään ominaisuuskenttiin ja kaikki käytetyt kentät dokumentoidaan tietomalliselosteeseen. Liitetyt helat voidaan ilmaista myös yhdellä koodilla, jolloin siitä helatiedot esitetään erillisenä listana tai kaaviona. (8, s.10.)

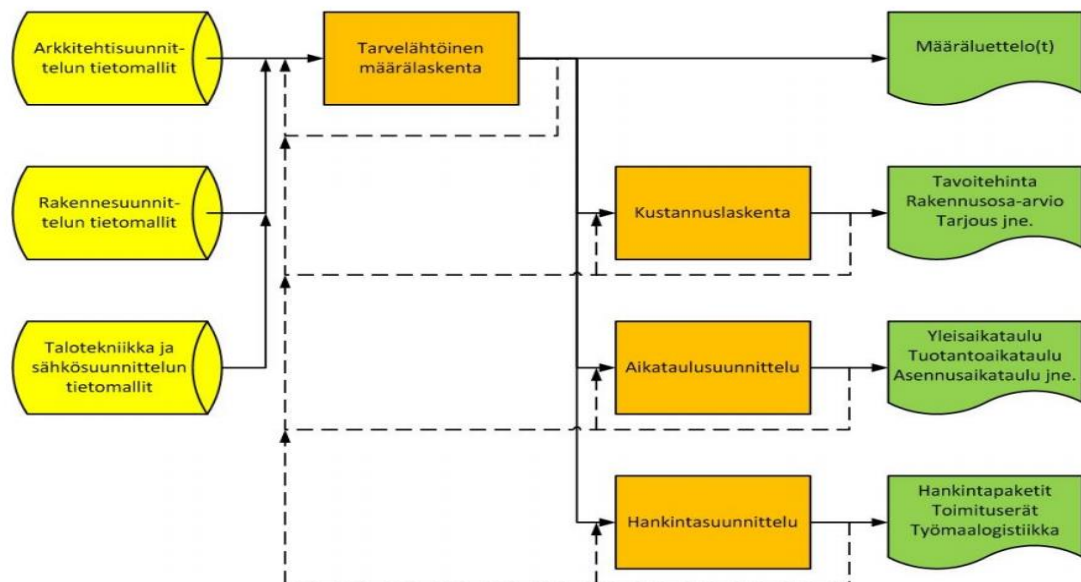
Suunnittelijan on mallinnuksessa varmistettava, että ovi on kytketty seinään, jossa se sijaitsee. Ikkunat ja ovet mallinnetaan viimeistään varsinaiseen rakennusosamalliin niin, että asennusaukot sisältävät asennusvarat (aukkomitoitus). Karmimitat ilmoitetaan yhdenmukaisella tavalla joko karmi- tai aukkomitoilla ja huolehditaan siitä, että tieto käytetystä mitoitustavasta välittyy tieto myös ikkuna- ja ovivalmistajalle. (8, s.10.)

Rakennuksen valmistuttua arkkitehti päivittää rakennusosamallin vastaamaan lopullista toteutusta. Siinä vaadittava tietosisältö on sama kuin rakennusosamallissa. Tätä suunnittelun osaa kutsutaan toteumamalliksi. Käyttöönoton ja ylläpidon aikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet. Ylläpitomalli käytetään huoltokirjan osana ja tehtyjä olosuhdesimulointien tuloksia voidaan verrata toteutuneisiin olosuhteisiin. Ylläpitoa varten voidaan tehdä erillinen malli,

joka sisältää ainoastaan ylläpidon kannalta tarvittavat tiedot, koska sen vaatimukset voivat poiketa huomattavasti rakennusvaiheen vaatimuksista. (8, s.10.)

### 2.3.2 Määrälaskenta tietomallinuksessa

Tietomallien avulla määrälaskentaa on mahdollista tehostaa ja määrätietojen käyttöä hyödyntää erilaisissa päätöksentekotilanteissa huomattavasti. Manuaalinen määrien mittaaminen piirustuksista korvataan tietokoneavusteisella määrien mittaamisella suoraan tietomallista. Määriä voidaan mitata sekä arkkitehdin että rakenne- ja talotekniikan tietomalleista sekä näiden yhdistelmämalleista. Hankkeen kaikilla toimijoilla, rakennuttajilla, suunnittelijoilla, urakoitsijoilla ja tuotesatoimittajilla, on mahdollista hyödyntää määrälaskentaa aivan uudella tavalla ja uusista näkökulmista. Kuvassa 5 on esitetty tietomalleista saatavan määrälaskennan muodot. (8, s.5.)



KUVA 5. Tietomallien määrälaskennan muodot (8, s.5)



Rakennuksen tietomalli ei täysin ratkaise määrälaskentaan liittyviä kysymyksiä, eikä mallista voida laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia määrätietoja. Määrälaskijan ja asiantuntijan ammattitaitoa tarvitaan laskennan lähtötietojen ja lähtömateriaalin arvioinnissa, sen kattavuuden varmistamisessa, vaihtoehtojen esille tuomisessa sekä lopullisten tulosten jäsentämisessä. Mallipohjainen määrälaskenta antaa kuitenkin tehokkuutensa vuoksi mahdollisuuden tehdä laskenta perinteistä useammin ja tutkia enemmän vaihtoehtoja. (8, s.9.)

Mallitiedon sisältö voidaan määrälaskentamielessä jakaa rakennus- ja tekniikkaosiin, nimikemääriin ja tuote- ja tuoterakennemääriin. Rakennus- ja tekniikkaosia laskettaessa mallista raportoidaan osat suunnittelijan määrittämällä ominaisuuksilla. Raportti tuotetaan määräluettelona suunnittelu ohjelmistojen perusominaisuuksia käyttäen tai esimerkiksi siirtämällä tietomallissa oleva tieto Exceliin. (8, s.9.)

Alustavassa rakennusosalaskennassa mallista lasketaan määriä siinä olevien rakennus- ja tekniikkaosien perusteella. Lasketut määrät muodostavat perinteisen rakennusosamääräluettelon. Määrälaskija tekee mallissa olevien rakennusosien ja tyyppirakenteiden perusteella oletuksia rakennusosien tarkemmista tyypeistä ja määristä. (8, s.10.)

Tarkennetussa rakennusosalaskennan vaiheessa on käytettävissä arkkitehtisuunnittelun rakennusosamalli, rakennesuunnittelun yleissuunnitteluvaiheen tai hankintoja palveleva rakennemalli ja mahdollisesti talotekniikkasuunnittelun järjestelmämalli. Alustavan laskennan rakennus- ja tekniikkaosien määriä täsmennetään mallissa olevilla tuoterakenteilla ja tuotetiedoilla. (8, s.12.)

Tarjous- ja rakentamisvaiheen laskenta-aikana eli toisin sanoen suoritelaskenta perustuu täydellisiin tuoterakenteisiin. Käytettävissä on tällöin arkkitehtisuunnittelun rakennusosamalli, taloteknisen suunnittelun järjestelmämalli ja rakennesuunnittelun hankintoja palveleva rakennemalli sekä toteutussuunnittelun rakennemalli. Niistä lasketaan hanke- tai tuotantonimikkeistön mukaan rakennus- ja taloteknisten osien määrät. (8, s.12.)

### 2.3.3 Kaaviot tietomallinnuksessa

Tietomallipohjaisen järjestelmän tulisi sisältää kaikki rakennusosien luetteloita varten tarvittavat tiedot, niiden keskinäiset suhteet sekä yksilöivät tiedot. Näitä yksilöiviä tietoja voidaan täydentää erilaisilla tietokannoilla, jotka sisältävät laajempia tekstimuotoisia kuvauksia ja joiden taltiointi malliin ei ole kokonaisuuden kannalta mielekästä. Tietomallia ja oheistietokantoja on kuitenkin ylläpidettävä kokonaisuutena, josta tarvittaessa tulostetaan piirustuksia, selostuksia, luetteloita ja muita otteita. (8, s.2.)

Pääsääntönä voidaan todeta, että mallista taltioitavan tekstitiedon tulisi olla muodoltaan suppeaa ja koodimaista. Yksityiskohtaisemmat tiedot voivat olla linkitetty tietomallin kyseisiin osiin. Tiedostojen kautta tulisi kuitenkin olla mahdollista muokata kaikkia sellaisia tietoja, jotka liittyvät johonkin yksittäiseen rakennusosaan tai tilaan. (8, s.2.)

Luetteloiden tuottaminen voidaan siirtää myös niiden tuottajalle ja valmistajalle. Jos kyseisillä henkilöillä on pääsy tietomalliin tai tarvittaviin tietokantoihin esimerkiksi projektipankin kautta, voi jokainen osapuoli käsitellä tarvitsemiaan tietoja suoraan järjestelmässä. Vastuu suunnitelmätietojen oikeellisuudesta ja niiden sisältämistä määristä on kuitenkin tiedon tuottajalla. Tällä hetkellä käytännössä tietomallista tulostetaan muiden osapuolten käyttöön luetteloita ja kaavioita, joko sähköisinä tai paperitulosteina. (8, s.3.)

Eri rakennusosien ja niiden attribuuttien tunnisteiden vakiointi on suositeltavaa, koska se mahdollistaa eri suunnittelujärjestelmien käytön rinnakkain siten, jotta tarvittava luettelotieto voidaan löytää ja sitä pystytään käsittelemään. Rakennusosan tunnus voi muodostua rakennusosan yleisen tunnuksen ja attribuuttitunnusten yhdistelmästä, tai se voi olla hankekohtainen juokseva tunnus. (8, s.3.)

Suurin osa nykyaikaisista CAD-järjestelmistä on oliopohjaisia ja tietomallinnukseen soveltuvia. Ne ovat graafiseen tietoon pohjautuvia järjestelmiä. Niitä voidaan kuitenkin käyttää tietomallintamisen tavoitteita täyttämättä, jolloin suunnitelumalli sisältää vain rajallisen tietomäärän, ja lisäinformaatio, kuten seloste

tuotetaan erillisinä tuotantovaiheina. Tällöinkin selostedokumentti voi olla mal-  
lista kertaalleen tulostettu otanta, mutta sen ajantasaisuudesta tulee pitää erik-  
seen huolta. (8, s.2.)

CAD-mallin ja selostetiedon yhteysmalleja on olemassa neljää erilaista tyyppiä.  
Tyyppejä ovat virtuaalirakennus, CAD-malli ja tietokanta lisätyllä linkitystoimin-  
nolla, yksisuuntaisella linkityksellä ja linkittämättömillä selosteilla. Virtuaaliraken-  
nusmallissa kaikki oheistieto sisältyy CAD-malliin, johon kaikilla rakennuskoh-  
teen osapuolilla on pääsy. Nykytekniikalla tämän tyylinen malli on kuitenkin tek-  
nisesti liian raskas eikä kaikilla osapuolilla ole sitä varten riittävää osaamista. (8,  
s.3.)

CAD-malli ja tietokantamalleista on kolme erilaista vaihtoehtoa riippuen siitä,  
miten selosteet ovat liitettynä malliin. Linkitystoiminnolla varustetussa versiossa  
CAD-mallissa on vain olennaisin tieto. Muut määreet ja selosteet on sijoitettu  
erilliseen tietokantaan, johon muilla osapuolilla on pääsy. Malli ja tietokanta on  
linkitetty yhteen, jolloin tehtävät muutokset päivittyvät soveltuvin osin kaikkiin  
mallin ja tietokannan tietoihin. Tietokannaksi riittää usein taulukkolaskentadoku-  
mentti, johon on lisätty linkitystoiminto. (8, s.3.)

Toisessa versiossa malli ja tietokanta on liitetty toisiinsa yksisuuntaisella linki-  
tyksellä. Malliin tehtävät muutokset päivittyvät tietokantaan, kun taas tietokan-  
taan tehdyt lisäykset ja muutokset eivät välity malliin. Ainoastaan suunnittelu-  
puolella on oikeudet päivittää selosteita, muilla osapuolilla on vain lukuoikeus  
tiedostoihin. Kolmannessa vaihtoehdossa malli ja tietokanta ovat linkittämätön.  
Mallista tulostetaan taulukko tai kaavio, johon lisätään tarvittava lisätieto. Tämä  
on kuitenkin alttein virheille, sillä ajantasaisuudesta tulee huolehtia erikseen.  
Koska osat eivät ole missään yhteydessä toisiinsa, malliin eikä tietokantaan, jo-  
ten tehtävät muutokset eivät päivity kaikkiin kohteen tietoihin ja suunnitelmiin.  
(8, s.3.)

## **2.4 ArchiCAD-suunnitteluohjelma**

Arkkitehtisuunnittelu on muuttunut viimeisten vuosien aikana viivojen piirtämisestä koko rakennuksen käsittäväksi simuloinniksi. Tilaajalle ei enää riitä rakennuskohteesta pelkkä piirustus vaan siitä halutaan malli, joka sisältää kaiken suunnitelmaan sisältyvän tiedon. (9, s.1.)

ArchiCAD on Graphisoftin kehittämä kolmiulotteinen rakennussuunnitteluohjelmisto. Ohjelma pohjautuu ajatukseen rakennuksen simuloinnista ja se on rakennussuunnittelijan näkökulmasta mietitty suunnittelijan työkalu. ArchiCAD on käännetty 25 eri kielelle ja sitä myydään noin sadassa maassa. Useisiin maihin ohjelmisto ja objektkirjastot lokalisoidaan paikallisten rakennusmääräysten ja vaatimusten mukaisiksi. (9, s.1.)

Micro Aided Design Oy eli M.A.D. on rakentamisen tietomallinnuksen asiantuntijayritys. Se on ArchiCAD-ohjelmiston maahantuoja sekä mukana ohjelmiston lokalisoituvuudessa Suomen rakennusmääräyksiä vastaavaksi. Yritys kouluttaa, konsultoi ja auttaa rakennusalan yrityksiä koulutus- ja kehitystarpeissa. (9, s.1.)

### **2.4.1 GDL-ohjelmointi**

GDL (Geometric Description Language) on tekstipohjainen ohjelmointikieli, joka vie vähän muistia ja mahdollistaa älykkäiden objektien luomisen ArchiCAD-tietomallinnusohjelmaan. Älykäs objekti on parametrinen, se mukautuu ympäristöönsä ja sisältäen monipuolista 3D-tuote- ja määrälaskentatietoa. Se voi sisältää kokonaisen tuotesarjan kaikkine variaatioineen, tällöin suunnittelija voi helposti kokeilla, miten objektien erilaiset materiaalit, mitoitukset ja muut ominaisuudet sopivat suunnitelmaan. (10, s.1.)

GDL-ohjelmoidun objektin vahvuuksia ovat äärimmäisen pieni koko ja huikea muokattavuus, sillä se on säädettävissä kymmenin eri parametrein. Yksi objekti vastaa usein tuhansia block-tyyppejä, moninkertaisesti kookkaampia ja silti yksinkertaisempia kappaleita. (10, s.1.)

Graphisoftin objektitekniologia koostuu useammasta toisistaan tukevasta palasesta ja ominaisuudesta. Tuotemallipohjaisessa suunnittelussa tarvitaan todellisia tuotteita jo suunnittelu alkuvaiheessa. GDL-ohjelmointitekniologialla rakennustuote, kuten kaluste tai rakennusosa, mallinnetaan älykkääksi objektiksi. Objektin älykkyys ilmenee rajattomana muunneltavuutena, automaattisena mitta-kaavaan sopeutumisenä sekä todellista tuotetta vastaavana olemuksena visualisointikuvissa. (10, s.1.)

GDL-kielellä tehty objekti on yhteensopiva monien muiden suunnitteluohjelmien kanssa, sen voi tallentaa lukuisiin tiedostomuotoihin, viedä muihin CAD-ohjelmiin ja niitä voidaan jakaa myös verkon kautta esteettömästi. (10, s.1.)

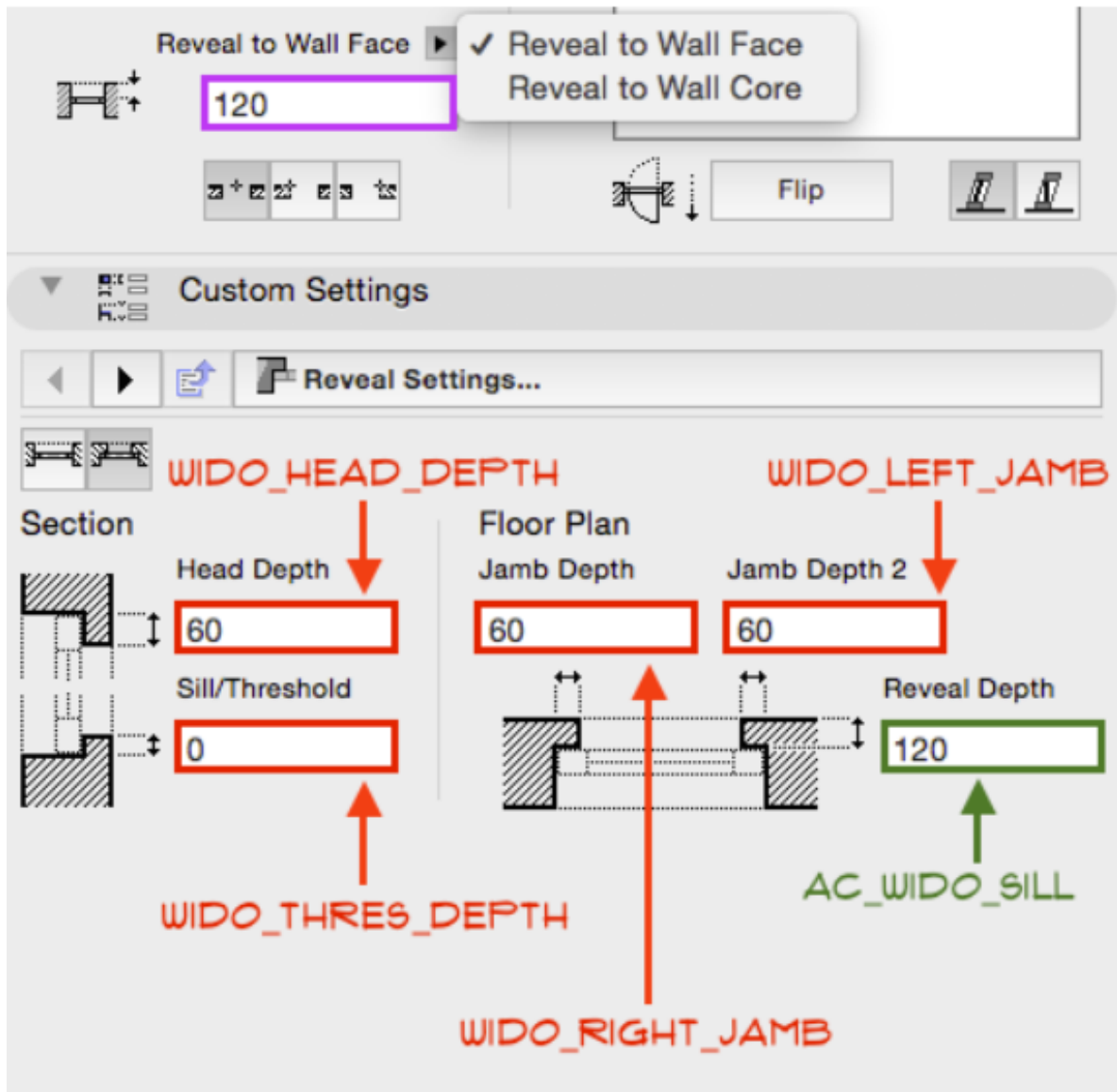
Tuotteen valmistaja voi jakaa objektikirjastonsa asiakkailleen ja suunnittelijoille esimerkiksi omien kotisivujensa kautta. Tällöin valmistaja joutuu maksaa objektikirjastonsa täydellisestä verkkotoimivuudesta vuosittaisen lisenssimaksun, jolloin objektit ovat sellaisinaan ArchiCAD-yhteensopivia. Toisena vaihtoehtona valmistaja voi halutessaan tarjota objektikirjastoaan yhteistyökumppaneilleen myös CD-tallenteena. (10, s.1.)

Nämä asiat tuovat yksinkertaisuutta ja kustannustehokkuutta objektikirjastojen luontiin. Objektikirjastoksi kutsutaan yhdestä tai useasta tuotteesta koottua kokonaisuutta, jonka hallitsemiseksi on laadittu käyttöliittymä. Objekti voi esimerkiksi sisältää tuotteen valmistajan sille määrittämän tuotetiedon, parametrit ja älykkyyden. (10, s.1.)

Jokaisella objektilla on oma parametriluettelo, jonka avulla käyttäjä voi mukauttaa objektin eri osia. Parametrien tarkoituksena on määrittellä objekti. Parametrit voivat olla peräisin joko tyypistä, jota on käytetty objektin teon pohjana, tai ne voivat ohjelmoijan lisäämiä mukautettuja parametreja. Jokaisella parametrilla on olemassa oletusarvo, jota muunnetaan muuttujien avulla sitä käytettäessä (11, 1.)

Kuvassa 6 on ote ArchiCAD-ohjelmasta ikkuna-objektin asetusvalikosta. Valikossa on näkyvillä asetukset, jotka koskevat ikkunan pielen eli ikkunan ja seinän liittymää koskevia asetuksia.

Kuvassa 6 on nuolilla osoitettu GDL-kielellä valikossa olevia kohtia, joita voidaan nähdä kuvassa 7 olevassa GDL-kielellä koodatussa tekstissä.



KUVA 6. ArchiCAD-ohjelman ikkunavalikon osa (12, s.1)

Kuvassa 7 on ikkunan asetusvalikkoon (kuva 6) liittyvä GDL-kielellä koodattu tekstiosuus. Siitä nähdään miten asetusvalikon valinnat ovat ArchiCAD-ohjelmaan koodattuja tekstiosia ja niihin liittyviä käskyjä.

```

! =====
! Input parameters:
! revealWidthLeft (Length): the dimension of the left reveal
! revealWidthRight (Length): the dimension of the right reveal
! revealWidthBottom (Length): the dimension of the bottom reveal
! revealWidthTop (Length): the dimension of the top reveal
! =====

! -----
! Counteract FLIP function, keep reveal on the original side of the wall
! -----

if WIDO_REVEAL_SIDE then
    addz WIDO_FRAME_THICKNESS
else
    mulz -1
endif

! -----
! Reveal is made of 2 cuts
! -----

! First cut: the smaller hole facing reveal side
wallniche 4, 1, 1+2,
    0, 0, 1, 1,
    -A/2 + revealWidthLeft, revealWidthBottom, 31,
    -A/2 + revealWidthLeft, B - revealWidthTop, 31,
    A/2 - revealWidthRight, B - revealWidthTop, 31,
    A/2 - revealWidthRight, revealWidthBottom, 31

! Second cut: the greater hole facing the opposite side.
wallniche 4, 1, 1+2,
    0, 0, -1, 1,
    -A/2, 0, 31,
    -A/2, B, 31,
    A/2, B, 31,
    A/2, 0, 31

del 1

```

KUVA 7. Ote GDL-kielestä (12, s.1)

## 2.4.2 IFC-tiedonsiirto

IFC-tiedosto on kansainvälisen International Alliance for Interoperabilityn kehittämä valmistajariipumaton ISO-standardoitu (16739) XML-pohjainen tiedostomuoto, joka mahdollistaa rakennusosapohjaisen tiedonsiirron eri CAD-ohjelmien välillä. Kyseistä tiedostomuotoa käytetään suunnittelijalta toiselle siirron lisäksi rakennusmallien siirtämiseen kiinteistöjen ylläpito- ja viranomaistahoille. IFC on ISO-standardi, jonka sisällön laadun voi tarkistaa automaattisilla ohjelmistoilla. (13, s.2.)

Sen muotoa kehittää kansainvälinen BuildingSMART, jonka Suomen osasto on nimeltään BuildingSMART Finland. Se on suomalaisten kiinteistö- ja infra-alan omistajien ja palvelujen tuottajien muodostama yhteistyöfoorumi, jonka toimintaan kaikki suomalaiset yritykset, yhteisöt, opetuslaitokset voivat liittyä. Järjestössä on mukana omistajien lisäksi suunnittelijoita, urakoitsijoita, ohjelmistotaloja, korkeakouluja ja muita rakennusalan yrityksiä. (13, s.2.)

IFC-tiedoston lyhenne tulee sanoista Industry Foundation Classes, joka tarkoittaa vapaasti suomennettuna rakennuselementtien ja objektien luokittelujärjestelmää. Tavoitteena on saavuttaa "oliopohjainen" ohjelmistojen välinen objekti- ja parametrijärjestelmä rakennusten suunnittelussa ja ylläpidossa. ArchiCAD-ohjelmassa objektien mallintamiseen käytetty GDL-ohjelmointikieli on synkronoitu IFC-parametreihin. Näin objektia luotaessa on mahdollista valita sille luokka, jonka pohjalta objektiin siirtyy automaattisesti sen tarkoituksen mukaiset parametrit, jotka tulevat IFC-standardin määrittelyistä. (13, s.4.)

IFC-tallennusmuoto on saatu niin laajaksi, että sillä voidaan siirtää tietoa kaikilta rakennusten suunnittelun konsulttialoilta toisille. Siirrettävä tietomäärä on moninkertainen siihen nähden, mitä yleensä olisi tarpeen siirtää. Tämän takia on tärkeää suodattaa ja valita pelkästään olennainen tieto. (13, s.4.)



## 3 LEHTO ASUNNOT RAKENTAMISESSA

### 3.1 Lehto Groupin talousohjattu rakentaminen

Lehto Group on suomalainen rakennusalan konserni, jonka toiminta perustuu talousohjatun rakentamisen toimintamallin hyödyntämiseen. Talousohjatussa rakentamisessa toteutus ja suunnittelu on integroitu kustannushyötyjen saavuttamiseksi. Lehdon kehittämät rakennusalan innovaatiot perustuvat modulaariseen rakennustapaan, jolla voidaan tarjota asiakkaille rakennusprosessi suunnittelusta toteutukseen. Tämä on havainnollistettu kuvassa 8. (14, s. 8.)



KUVA 8. Lehto Groupin toiminta (14, s. 7)

Keskeiset kilpailukykytekijät Lehdon rakentamisessa ovat suunnittelun ohjaaminen, vakioitujen ratkaisujen käyttö sekä omissa tehtaissa esivalmistetut rakennuselementit ja -moduulit. Lehto Groupin liiketoiminta on jaettu neljään palvelualueeseen, joita ovat Toimitilat, Asunnot, Hyvinvointitilat ja Korjausrakentaminen. Lisäksi yritys omistaa kahdeksan tehdasta ympäri Suomea. 9. (14, s. 30.)

Lehto Asunnot palvelualueen toimintaan kuuluu uusien asuinkerros-, luhti-, rivi- ja erillistalojen rakentaminen. Lehto Asunnot jakautuu neljään asutoperheeseen seuraavasti: Lehto Nero valmistaa kerrostaloja, Lehto Optimi kaksikerroksisia rivitaloja, Lehto Deco luhtitaloja ja Lehto Cosmos keskittyy saneerauskohteisiin. Rakentaminen sijoittuu Suomen suurimpiin kasvukeskuksiin, hyvien liikenneyhteyksien ja monipuolisten palveluiden lähelle. Pääosa asuntorakentamisesta on omaperusteista tuotantoa, jossa Lehto suunnittelee ja rakentaa kohteet hankkimilleen maa-alueille ja myy valmiit asunnot asiakkailleen. Asiakkaita ovat yksityishenkilöiden lisäksi asuntosijoittajat. (14, s. 35.)

Suurin osuus asuntorakentamisesta koostuu betonirakenteisista kerrostaloista, joiden toteutuksessa hyödynnetään Lehdon kehittämää ja valmistamaa keittiö- ja kylpyhuonemuodulia eli tekniikkastudiota. Moduulit rakennetaan täysin valmiiksi Lehdon omassa tehtaassa ja kuljetetaan valmiina rakennuspaikalle, missä ne lasketaan yläkautta rakennuksen sisään. Tehtaissa valmistetaan myös katto- ja seinäelementtejä, ikkunoita, kiintokalusteita sekä puurakenteisia tilaelementtejä, joiden avulla voidaan nopeasti toteuttaa erityisesti kaupunkiympäristöön soveltuvia rivi- ja luhtitaloja. (14, s. 36.)

Lehdon tavoitteena on innovatiivisten moduulipohjaisten ratkaisujen jatkuva kehittäminen sekä nykyisten moduuliratkaisujen hyödyntäminen yhä suuremmassa osassa rakennushankkeita. Tuottavuuskehityksen keskiössä on digitaalinen rakennusprosessi, jossa toimintatapoja uudistamalla ohjataan ja johdetaan koko rakentamistuotannon ketjua. Digitalisaation avulla Lehdolla on tavoitteena saavuttaa kymmenien prosenttien lisätuottavuus verrattuna pelkästään työmaalla tapahtuvaan rakentamiseen. Digitalisaation kehittämistä varten on kehitetty LEKA-hanke, jonka avulla pyritään saavuttamaan yrityksen määrittämät tavoitteet. (14, s. 28.)

LEKA-hanke on yksi Lehto Group konsernin tämän hetkisistä strategisista kärkihankkeista. Sen tärkeimpänä tavoitteena on tietomallinnuksen avulla tehostaa toimintatapoja ja luoda lisäarvoa sekä rakentajalle että tilaajalle sekä mahdollistaa puitteet tulevalle kasvulle. Hankkeen lopputuloksella pyritään toiminnan tehostumiseen, läpimenoaikojen nopeutumiseen sekä laatutason ja kohteen käy-

tettävyuden parantumiseen. Tietomallien halutaan palvelevan tarkoituksenmukaisesti koko tuotantoketjua. LEKA-hanketta kehitetään pilottiprojektien avulla, joiden kautta luodaan pohja tulevaisuuden digikehitykselle ja kilpailukyvyille. (14, s. 28.)

Hankkeen yhtenä osana on LEGO-projekti, jossa Lehto Asunnot Oy:n konseptin mukaiset rakennusosat mallinnetaan eri mallinnusohjelmiin, joita ovat ArchiCAD, Revit ja Tekla. Kuhunkin ohjelmaan tuotetaan käyttöliittymä ja konseptikirjasto suunnittelun nopeuttamiseksi ja konseptin mukaisen suunnittelun avuksi. Tapa, jolla rakennusosat kuhunkin ohjelmaan tehdään, riippuu käytettävästä ohjelmasta. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin projektissa käytettävät ikkuna- ja ovikomponentit ArchiCAD-ohjelmaan tehtävään käyttöliittymään.

### **3.2 Lehto Asunnot Oy:n alustava ikkuna- ja ovikomponenttlista**

Lehto Group Oy:n talousohjatun rakentamisen toimintamalli näkyy myös Lehdon asuntorakentamisen liiketoimintayksikössä. Asuntorakentamiseen liiketoimintaan on luotu oma rakennuskonsepti. Konseptin päätarkoituksena on käyttää vakioituja rakennusosia ja esivalmistettuja rakennuselementtejä. Käyttämällä konseptin mukaisia osia rakennushankkeet saadaan toteutettua mahdollisimman kustannustehokkaasti ja toivotussa aikataulussa.

LEGO-projektin ensimmäisessä vaiheessa luotiin alustava komponenttlista kaikista Lehdon asuntorakentamisessa käytetyistä rakennusosista. Pohjana osien luetteloimisessa käytettiin Lehto asunnot Oy:n rakennustapaohjetta. Alustavassa komponenttilistassa luetteloitiin kaikki konseptin mukaiseen rakentamiseen liittyvät komponentit ikkunoista ulkoseinän rakenteisiin. Alustavasta listasta on poissuljettu ainoastaan rakennusosat, joita käytetään vain erikoistapauksissa. Edellä mainittu alustava komponenttlista oli pohjana LEGO-projektin konseptikirjastoille, jotka tuotettiin eri mallinnusohjelmiin.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään pelkästään alustavan komponenttilistan ikkuna- ja oviobjektien parametritietojen tarkentamiseen. Taulukossa 4 on ote alustavasta komponenttilistasta. Otteeseen on kerättyinä pelkästään ikkuna- ja

oviobjekteja koskeva osuus. Alustavassa taulukossa jokaiselle parametriselle objektille on määritetty oma tunnus, niiden muuttuvat parametrit sekä tiedot, jotka objektista halutaan saada tietomallin kautta ulos.

**TAULUKKO 4. Alustava ikkuna- ja ovikomponenttilista**

TUNNUS	PARAMETRINEN OBJEKTI	MUUTTUVA PARAMETRI	MUU PARAMETRI	MITÄ TIETOJA?
MLUO-1	Ulko-ovi lasilla (12x23)	Väri, kätisyys, helat	Iso lasi	Väri, määrä
MLUO-2	Ulko-ovi sivulasilla (12x23)	Väri, kätisyys, helat	Kapea lasi	Väri, määrä
MLUO-3	Ulko-ovi lisäovella (15x23)	Väri, kätisyys, helat	Vasikallinen	Väri, määrä
MO-1	UMPINAISET METALLIOVET	Väri, koko, kätisyys, helat		
MO-2	UMPINAISET METALLIOVET (PALOLUOKKA EI30/EI60)	Väri, koko, kätisyys, helat		
MUO-1	METALLIULKO-OVI (alumiini)	Väri, koko, kätisyys, helat		
MLOss	METALLILASIOVI SISÄLLÄ (SAVULOJKO-OVI)	Väri, koko, kätisyys, helat		
ASO-1	HUONEISTO-OVI TAMMIVIILU	kätisyys, helat		Väri, määrä
ASO-2	HUONEISTO-OVI VALKOINEN	kätisyys, helat		Väri, määrä
ASO-3	HUONEISTO-OVI LUHTI	kätisyys, helat		
ASO-4	HUONEISTO-OVI LUHTI (EI30)	kätisyys, helat		
LLO-1	SISÄ LIUKUOVET (LASI)	Koko		
LLO-2	SISÄ LIUKUOVET (PUU)	Koko		
VO-1	SISÄOVET	Koko, karmisyvyys, kätisyys, helat		
VO-2	SISÄOVET (KOSTEA TILA)	Koko, karmisyvyys, kätisyys, helat		
RPO-1	RANSKALAISET OVET Muovi 16-18x21	väri, kätisyys, kaide	dB-arvo ja g-arvo	Väri, määrä
RPO-2	RANSKALAISET OVET Muovi 16-18x23	väri, kätisyys, kaide	dB-arvo ja g-arvo	Väri, määrä
RPO-3	RANSKALAISET OVET Puu-alumiini 18x21	väri, kätisyys	dB-arvo ja g-arvo	Väri, määrä
RPO-4	RANSKALAISET OVET Puu-alumiini 18x23	väri, kätisyys	dB-arvo ja g-arvo	Väri, määrä
IOU-1	NURKKAPARVEKKEEN OVI 10x23 1-LEHTINEN	Väri, kätisyys, helat	dB-arvo ja g-arvo	Väri, määrä
IOU-2	NURKKAPARVEKKEEN OVI 10x23 2-LEHTINEN	Väri, kätisyys, helat	dB-arvo ja g-arvo	Väri, määrä
SO-1	VSS suojaovi 9x20	Väri, kätisyys		
F	YKSIAUKKOINEN KIINTEÄ IKKUNA	Karmisyvyys (170/210), TL		
FA	YKSIAUKKOINEN AVATTA IKKUNA	Väri, kätisyys, helat, karmisyvyys, TL	dB-arvo ja g-arvo	
FB	2-AUKKOINEN AVATTAVA IKKUNA TUULETUSIKKUNA VIERESSÄ	Väri, kätisyys, helat, karmisyvyys, TL	dB-arvo ja g-arvo	
FBA	2-AUKKOINEN AVATTAVA IKKUNA TUULETUSIKKUNA ALLA	Väri, kätisyys, helat, karmisyvyys, TL	dB-arvo ja g-arvo	
SP	SAVUNPOISTOIKKUNA	koko, mekaaninen vai sähköinen		
MLS-1	ALUMIINILASISEINÄ 2-KRS	Väri	dB-arvo ja g-arvo	
MLS-2	ALUMIINILASISEINÄ 3-KRS	Väri	dB-arvo ja g-arvo	
MLS-3	ALUMIINILASISEINÄ 4-KRS	Väri	dB-arvo ja g-arvo	
MLS-4	ALUMIINILASISEINÄ 5-KRS	Väri	dB-arvo ja g-arvo	
MLS-5	ALUMIINILASISEINÄ 6-KRS	Väri	dB-arvo ja g-arvo	

Esimerkki löytyy taulukosta 4, jossa tunnuksella ASO-1 oleva rakennusosa tarkoittaa tammiviilupintaista huoneisto-ovea. Oven muuttuviksi parametreiksi on taulukkoon listattu kätisyys ja heloitus sekä tietomallista saatavan tiedon sarakkeeseen väri ja määrä. Huoneisto-ovella on kuitenkin olemassa paljon muitakin

määräviä tekijöitä esimerkiksi ääneneristävyys arvo. Alustavan komponenttilistan tiedot eivät riittäneet pohjaksi komponenttikirjaston luomiselle, koska rakennusosien parametritiedot olivat puutteelliset ja vaativat täydennystä.

Kuten jo huoneisto-ovi ASO-1:n tiedoista voitiin nähdä, listassa ei ollut mainittuna yksityiskohtaisesti eri rakennusosiin vaikuttavia tekijöitä. Jokaisesta objektista tuli määritellä tarkemmin, mitkä parametrit niissä ovat muuttuvia ja mitkä vakioita. Vakiolla tarkoitetaan tässä yhteydessä parametritietoja, joita objektille on konseptissa määritelty ja joita ei voida suunnittelussa enää muuttaa. Määritettäviin parametritietoihin vaikuttivat myös tiedot, joita rakennushankkeiden ikkuna- ja ovikaavioissa haluttiin olevan.

### **3.3 Alustavan komponenttilistan täydentäminen**

Alustavaa komponenttilistaa oli täydennettävä, jotta sen avulla toteutettavat mallinnusohjelmien komponenttikirjastot hyödyttäisivät hankkeen kaikkia osapuolia suunnittelusta tuotantoon. Opinnäytetyössä selvitettiin ja tarkennettiin alustavan komponenttilistan ikkunoihin ja oviin yksityiskohtaisia parametritietoja.

Selvitystyö ovien ja ikkunoiden parametritietoihin liittyen tehtiin kyselyiden ja palaverien avulla. Kyselyt tehtiin rakennusosien valmistajille sähköpostitse. Suurin osa puuttuvista tiedoista selvitettiin kuitenkin projektia koskeneissa palavereissa. Palaverit hankintayksikön sekä rakennusosien mallintajan kanssa olivat siis tärkeässä osassa tiedonkeruun suhteen.

#### **3.3.1 Kyselyt valmistajille**

Ikkuna- ja ovivalmistajille laadittiin kyselylomakkeet, joilla pyrittiin selvittämään valmistajien kanta rakennusosien määrittelyyn liittyviin yksityiskohtiin ja saamaan täydentäviä tietoja komponenteista puuttuviin parametritietoihin. Ikku-  
navalmistajille tehty kysely oli hieman erilainen kuin ovivalmistajille tehty. Molemmissa kyselylomakkeissa oli kuitenkin yhtenevät pääkysymykset. Kyselylomakkeet esitetään liitteissä 1 ja 2.

Kysymykset koskivat objektien vakioparametrejä eli tietoja, joita ei voida suunnittelussa enää muuttaa, ja toisaalta parametritietoja, jotka ovat suunnittelijan vapaasti muutettavissa. Kyselyn avulla haluttiin tietää myös, mitä eri osien kovavaihtoehtoja yrityksellä on tarjottavissa ja mikä maksimikoko tuotteissa on. Karmisyvyys on parametri, joka vaihtelee valmistajan mukaan, joten siitä haluttiin selvittää erikseen tarkentavia tietoja. Kyselylomakkeen lopussa tiedusteltiin yrityksen mielipiteitä ja kehitysehdotuksia suunnittelijoiden laatimiin selosteisiin sekä tietomalleihin liittyen.

Kyselylomakkeet lähetettiin sähköpostitse Lehto Asunnot Oy:n rakennuskonseptin ikkuna- ja ovitoimittajille. Vastaukset valmistajilta saatiin myöskin sähköpostin kautta. Valmistajat ottivat vastauksissaan kantaa rakennusosien mittatietoihin, maksimikokoihin ja karmisyvyysiin. Heidän mielestään vakioitaviksi parametreiksi suunnittelussa tulisi laittaa karmisyvyys, väri, koko, lämmönläpäisykerroin eli U-arvo sekä lasiosan auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin eli g-arvo.

Nykyisissä arkkitehtien laatimissa ovi- ja ikkunakaavioissa ei valmistajien vastausten perusteella ollut suurempia ongelmia ja niitä pidettiin kokonaisuudessaan hyvinä. Ainut parannusehdotus kaavioihin liittyen oli turvalasien selkeämpi esitystyyli, jossa olisi tarkasti kerrottuna rakennusosan paikka ja malli sekä merkintä TL, joka kuvaa turvalasia.

Tietomalleihin liittyvät kehitysehdotukset valmistajien mukaan liittyivät ikkunakokoihin ja korjattavuuteen. Valmistajat toivoivat, ettei suunnittelussa määritettäisi liian suuria ikkunoita, sillä jos niitä käytetään, on huomioitava ikkunoiden painon ja koon takia aiheutuvat kuljetuksen ja asennuksen ongelmat. Tärkeänä ajatuksena otettiin esille myös rakennusosien korjattavuuden suunnittelu, kuten esimerkiksi puitteiden vaihtomahdollisuus asuttavassa tilassa.

### **3.3.2 Projektin palaverit**

LEGO-projektin ovi- ja ikkunaosuutta koskeva parametritietojen selvitystyö ja aihe opinnäytetyölle tuli Lehto Asunnot Oy:n suunnittelupäälliköltä. Hän toimii

LEGO-projektin lisäksi myös konsernin LEKA-hankkeen päällikkönä. Palaverit suunnittelupäällikön kanssa muodostivat ensimmäisen vaiheen rungon alustavan komponenttilistan tarkennetulle versiolle.

LEGO-projektin alkuvaiheista lähtien pidettiin palavereita myös projektin tietomallivastaavana toimivan rakennepäällikön ja rakennusosien mallintajan kanssa ikkunoiden ja ovien suunnitteluun liittyvistä yksityiskohdista ArchiCAD-ohjelmassa sekä alustavan komponenttilistan liittyvistä parametritietojen täydennyksistä. Rakennusosien mallintajan tehtävänä oli koodata GDL-objektit kaikista Lehto Asunnot Oy:n konseptin mukaisista rakennusosista tarkennettujen tietojen mukaisesti ArchiCAD-ohjelmaan laadittavaan Lehto-käyttöliittymään.

Komponenttilistan puuttuvia parametreja selvitettiin myös Lehto Asunnot Oy:n hankintainsinöörin kanssa. Hänellä oli työtehtävänsä takia tarvittava tieto tarkennettavien parametritietojen täydentämiseen. Hän otti parametritietojen lisäksi kantaa myös suunnittelijoiden määrittämiin ikkuna- ja ovikaavioihin. Hänen mukaansa kaaviot ja selosteet ovat jokaisella arkkitehtitoimistolla erilaiset ja jokaisen tuotetoimittajan tilauslomakkeet ovat omanlaisiaan. Kaavioiden ja tilauslomakkeiden erot aiheuttavat joskus väärinkäsityksiä hankintayksikössä.

### **3.3.3 Rakennustapaohje sekä ikkuna- ja ovikaaviot**

Parametritietojen täydentämistyön alkuvaiheessa etsittiin puuttuvia tietoja Lehto Asunnot Oy:n rakennustapaohjeesta. Tarkentavia parametritietoja löytyi ohjeesta vain osalle alustavaan komponenttilistaan merkitylle ovelle ja ikkunalle. Alustava komponenttilista on määritetty rakennustapaohjeen laatimisen jälkeen, joten se saattaa olla osasyynä puutteellisille tiedoille. Rakennustapaohjetta tullaan kuitenkin täydentämään puutuivilta osiltaan lopullisen tarkennetun komponenttilistan valmistumisen myötä.

Otsikon 3.8 alta löytyy ote rakennustapaohjeesta yhden rakennusosan osalta ja samaan osaan liittyvän ohjekohdan päivityksestä. Koko rakennustapaohjetta ei tässä opinnäytetyössä esitellä, sillä se vaatii tarkennuksia, minkä vuoksi sitä ei haluta nostaa tässä esiin.

Yhtenä osana selvitystyötä oli etsiä tietoa ovien ja ikkunoiden parametritietoja myös aiempien rakennushankkeiden ikkuna- ja ovikaavioista. Kaavioista ja selosteista löytyi useita yhtäläisyyksiä, mutta projektien ja rakennuspaikasta johtuvien erojen takia löytyi rakennusosien tiedoista myös paljon eroavaisuuksia. Epäselvyyksien karsimiseksi kaikki kaavioista kerätyt tiedot tarkennettiin ja varmistettiin LEGO-projektia koskeneissa palavereissa.

### **3.4 Tarkennettu komponenttilista**

Edellisten otsikoiden alta löytyvät alustavan komponenttilistan parametritietojen tarkennuksiin liittyneen selvitystyön osat antoivat kaikki omalta osaltaan rungon tarkennetulle komponenttilistalle. Tarkennettu komponenttilista syntyi pääosin LEGO-projektiin osallistuneiden henkilöiden kanssa käytyjen palavereiden pohjalta. Alustava komponenttilista, joka esiteltiin taulukossa 4, muuttui parametritietojen osalta kokonaan, koska muuttuvia parametrejä ja yksityiskohtia oli alustavaan hahmotelmaan verrattuna huomattavasti enemmän.

Tarkennetun komponenttilistan runko ja siinä olevat tiedot päivittyivät koko parametritietoja koskevan tiedonkeräämisen aikana. Esimerkiksi projektin alkuvaiheessa ajateltiin, että valmistajatieto olisi hyvä olla valittavissa kuhunkin rakennusosaan. Tästä ajatuksesta kuitenkin luovuttiin, sillä valmistajatieto saattaa antaa väärää tietoa selosteissa, jos lopullinen toimittaja ei olekaan sama kuin suunnittelijan suunnittelumalleihin määrittämä vaihtoehto.

Eri osissa maata käytetään eri ikkuna- ja ovitoimittajia, joten se myös aiheuttaisi osaltaan malleissa sekaannuksia. Alustavassa komponenttilistassa eri rakennusosista käytettiin nimitystä objekti, tämä vaihdettiin suunnittelua kuvaavampaan nimitykseen tyyppi.

Tarkennettu komponenttilista on nähtävillä liitteessä 3. Taulukon ylälaitaan on merkitty selitteet, jotka osoittavat, että harmaalla on merkitty parametri, jotka eivät kuulu rakennusosan tietoihin, ja rastimerkinnällä on tuotu esille tyyppiin



muuttuvat parametrit. Jos tyypin kohdalla olevassa sarakkeessa on jokin merkintä, se tarkoittaa, että kyseistä parametriä voidaan muuttaa vain siinä olevilla arvoilla.

Esimerkiksi tunnuksen MO-1 kohdalla E-luokka sarakkeessa on merkintä "EI30, EI60, -", joka tarkoittaa, että oveen voidaan suunnitteluvaiheessa määrittää paloluokka EI30 tai EI60 ja lisäksi on valittavissa paloluokaton vaihtoehto.

Alustavassa taulukossa olleita tunnuksia ja tyyppejä on hiukan selkiytetty ja vähennetty. Kokoihin liittyviä parametrejä taulukossa ovat rakennusosan ja siihen liittyvän lisäosan leveys, korkeus ja karmisyvyys. Rakennusosassa olevan ikkuna-aukon alareunan korkeus on myös tärkeä määrittää ja näkyä, sillä se määrittää, tuleeko komponenttiin turvalasia vai ei. Väritieto on myöskin tärkeä tieto ja sekin oli määritettävä, milloin väriä ei voida suunnittelussa muuttaa.

Rakennusosan teknisiin ominaisuuksiin liittyvät arvot ja luokitukset kuuluvat olennaisesti ikkunoiden ja ovien parametritietoihin. Näitä ominaisuuksia ovat rakennusosan lämmönläpäisykerroin eli U-arvo, ääneneristävyyden kertova dB-arvo, lasiosan auringonsäteilyn lämmönläpäisykerroin eli g-arvo sekä energiatehokkuutta kuvaava E-luokka. Nämä arvot ja luokitukset ovat ikkunoihin ja oviin määritettäviä parametreja, joten niistä jokaiselle on tarkennetussa taulukossa oma sarakkeensa.

Sarake "kaide / ranskalainen parveke" liittyy ranskalaisten parvekeovien parametreihin. Oveen voidaan valita joko kaide tai ranskalainen parveke, joka näkyy valinnan jälkeen osana ovea. Helat-sarake tarkoittaa, että kyseiseen rakennusosaan on suunnittelussa valittavissa siihen sopiva helakoodi. Helakooditiedot tullaan mahdollisesti liittämään osaksi Lehto-käyttöliittymää tulevissa kehitysversioissa. Kehitysversion ei tämän enempää oteta opinnäytetyössä kantaa. Kaihdin ja lukkorunkovalikko ovat kuitenkin heloista esitettyinä omina tiedostoinaan.

Verrattaessa alustavaa ja tarkennettua komponenttilistaa taulukoissa 4 ja liitteessä 3, voidaan huomata, että huoneisto-ovi ASO-1, on tullut lisää parametritietoja. Nyt oven vakioituja, ei muutettavissa olevia parametrejä ovat korkeus, leveys ja karmisyvyys. Väri, ääneneristävyys ja paloluokka on myöskin vakioitu.

Kyseiselle ovelle on suunnittelussa muutettavissa ainoastaan kätisyys ja lukkorunko. Muut listassa olevat parametrit eivät kuulu oven tietoihin.

### **3.5 Lehto käyttöliittymän ikkuna- ja ovikirjasto**

Rakennusosien mallintajan tehtävänä oli koodata GDL-objektit kaikista Lehto Asunnot Oy:n konseptin mukaisista rakennusosista tarkennettujen tietojen mukaisesti ArchiCAD-ohjelmaan laadittavaan Lehto-käyttöliittymään. Käyttöliittymän avulla pyrittiin nopeuttamaan ja helpottamaan rakennusten suunnittelua antamalla Lehdon kanssa yhteistyössä oleville suunnittelutahoille aloituspohja ja kirjasto suunnittelutyön pohjaksi. Samalla pyrittiin ohjaamaan suunnittelua Lehto Asunnot Oy:n konseptin mukaiseen rakentamiseen.

Jotta käyttöliittymän rakennusosat palvelisivat rakennuskohteen eri osia suunnittelusta hankintaan, oli rakennusosien parametritietojen oltava tarkkoja. Mallinnetuissa rakennusosatyypeissä otettiin huomioon sekä suunnittelussa että hankinnassa vaaditut detaljit ja yksityiskohdat. Lopputuloksena saatiin Lehtokäyttöliittymä ArchiCAD-ohjelmaan kaikista konseptin mukaisista rakennusosista. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin komponenttilistan ikkunoiden ja ovien parametritietojen tarkentamiseen.

Lehto-käyttöliittymän ovi- ja ikkunakirjasto sisältää siis pelkästään Lehto Asunnot Oy:n tarkennetun komponenttilistan ovet ja ikkunat. Jokaisesta rakennusosatyypistä on mallinnettu oma komponenttinsa, jossa on määritettävissä vain sille muutettaviksi sallitut parametrit.

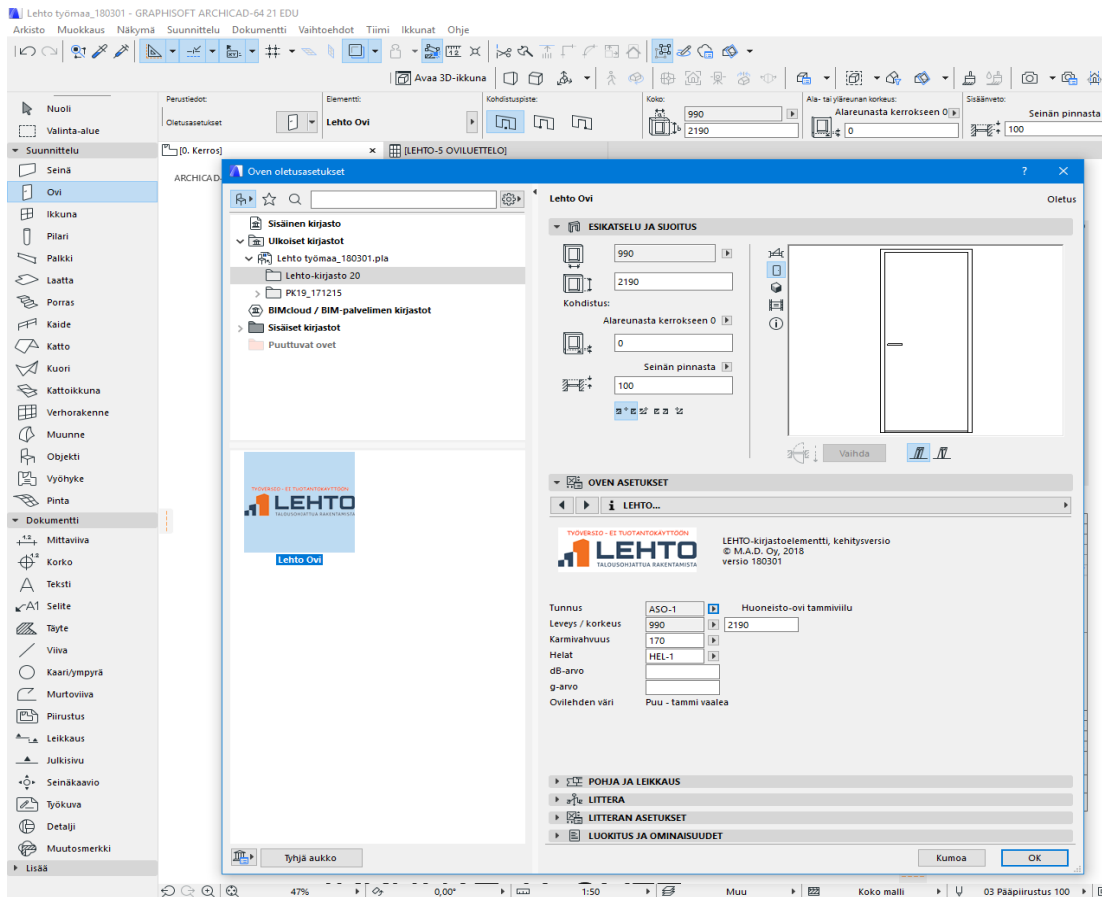
Esimerkiksi MLUO-1-metalliulko-ovessa on tarkennetun komponenttilistan (liite 3) mukaan muutettavissa ovat kätisyys, karmisyvyys, lasin alareunan korkeus ja turvalasi, dB- ja U-arvo sekä lukkorunko muut tiedot, kuten oven koko, ei ole suunnittelijan valittavissa. Komponenttilistaan muutettaviksi määritetyt parametrit ovat siis niitä parametreja, jotka ovat kyseiselle rakennusosalle muutettavissa myös ArchiCAD-ohjelman käyttöliittymässä.

### 3.5.1 Ikkuna- ja ovikomponentit suunnittelussa (ArchiCAD-ohjelma)

ArchiCAD-ohjelmassa rakennusosat, esimerkiksi tässä työssä esille tuodut ovet ja ikkunat, ovat GDL-kielellä koodattuja objekteja. Ovi- ja ikkunatyyppeiden mallintaja koodasi ArchiCAD-ohjelmaan Lehto-käyttöliittymän, jonne hän koodasi GDL-kielellä kaikki tarkennetun komponenttilistan rakennusosat. Tarkennetun komponenttilistan ikkunoiden ja ovien osuus esiteltiin liitteessä 3. Käyttöliittymä rakennettiin hyödyntämään ArchiCAD-ohjelmassa olevaa peruskirjasto 19 -objekteja. Opinnäytetyön teon aikana Lehto-käyttöliittymän ovi- ja ikkunaosuudesta oli valmiina kehitysversio, jota tullaan parantamaan tulevilla kehitysversioilla.

ArchiCAD-ohjelman käyttöliittymä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi oviobjektin työkaluasetusten kirjastovalikossa on Lehto komponenttikirjaston oville oma kirjasto. Tämä kirjasto nimettiin tässä kehitysvaiheessa nimellä Lehto kirjasto 20.

Kuvassa 9 on nähtävillä kuva ArchiCAD-ohjelman työympäristöstä ja Lehto-käyttöliittymän kehitysversion ovityökalun asetuksista. Oven asetusvalikon vasemmassa yläkulmassa on valittuna Lehto kirjasto-20 ja kirjastoalinnan jälkeen oikealle puolelle avautuvat kirjaston kaikki ovet ja niihin suunnittelussa muutettavissa olevat asetukset. Kuvassa ovat nähtävillä ASO-1-oven asetukset.

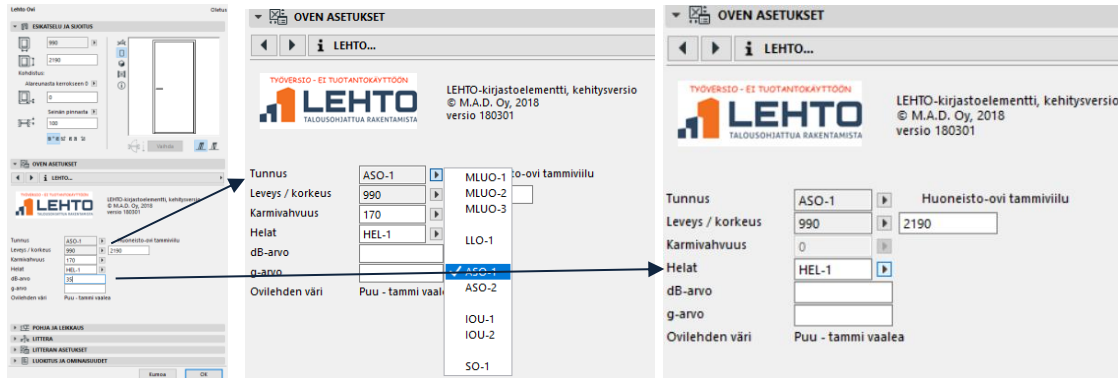


KUVA 9. Lehto-käyttöliittymän ovityökalun asetukset

Kuvassa 10 on esitetty tarkemmin oven asetukseen liittyviä valintoja. Vasemmalla puolella kuvaa on jo aiemmin kuvassa 10 esitetty oven asetuserä. Asetuserästä valitaan ensin oven tunnuksen mukaan haluttu ovi. Tämä valinta on esitetty kuvan keskellä. Oveksi on valittu tunnuksella ASO-1 oleva huoneisto-ovi, sillä se näkyy valikossa sinisellä värillä maalattuna. Tunnuksiparametrin valinta asettaa siis ovityypille halutut arvot, arvojen vaihtoehdot tai suunnittelijan vapaasti valittaviksi jätetyt vaihtoehdot.

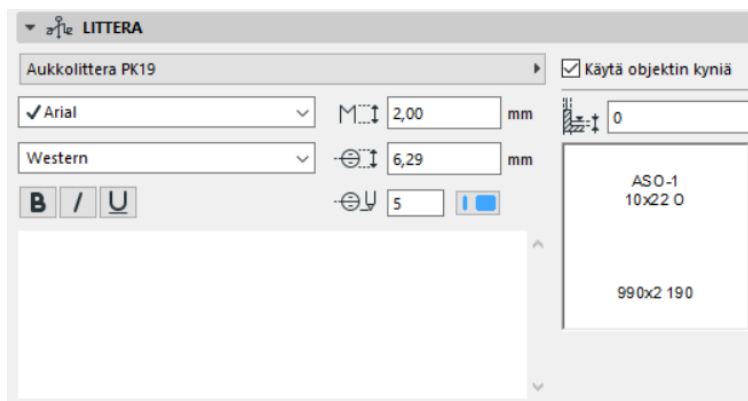
Kun haluttu ovitunnus on valittuna, tulee valikkoon pelkästään kyseistä ovea määrittävät parametritiedot. Tämä osa valikosta on esitetty kuvan vasemmalla puolella. Valittuna on huoneisto-ovi ASO-1, jolle pystytään valitsemaan helat valikosta helakoodi, kuvassa valittuna helakoodi, joka on nimetty HEL-1. Valikosta nähdään myös ASO-1-ovelle tarkennetussa komponenttilistassa (taulukko 5) määritetyt parametritiedot. Kyseisen oven väriksi on listassa määritetty tammi,

joten se on nyt oven asetusvalikossa vakioparametrina, jota ei voida suunnittelussa muuttaa.



KUVA 10. Yksityiskohtia oven asetusvalikosta

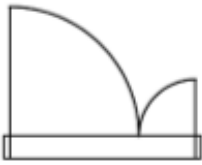
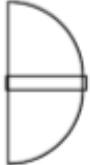
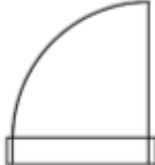



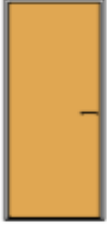

Kun ovi sijoitetaan seinään, oveen tulee mukaan sille määritelty litteraobjekti. Litteralla tarkoitetaan oven selitettä, joka näkyy suunnitelmissa ja esimerkiksi rakennuskohteen pohjakuvissa oven kohdalla. Kuvassa 11 on oven asetuksissa oleva litterointia koskeva valikko, johon ASO-1-ovelle on määritetty oma littera. Litteravalikosta nähdään ASO-1-ovelle määritetyt litteratiedot näitä ovat aukon koko ja käteisyys sekä alapuolella oven koko. Littera-valikkoon määritetyt tiedot näkyvät oven tiedoissa, kun se on liitettyä seinäobjektiin.



KUVA 11. Oven litteratiedot

Kuvassa 12 on esillä ArchiCAD-ohjelman perusmuotoinen oviluettelo. Tämän tyyppinen luettelo on usein pohjana kyseistä ohjelmaa käyttävien suunnittelutoimistojen ikkuna- ja ovikaavioissa. Jokainen toimisto on itse muokannut siitä omanlaisensa ja siinä olevat tiedot riippuvat toimiston rakennusosille syöttämistä tiedoista. Siksi luettelot ovat niin erilaisia.

Kuvan 12 luettelossa on esimerkkinä listattuna muutamia Lehto-käyttöliittymän ovityyppejä. Luettelo on taulukon muodossa ja siitä voidaan nähdä oviin käyttöliittymässä oville määritetyt parametrit. Esimerkiksi aiemminkin opinnäytetyössä esillä ollut ASO-1-oven luettelotiedoista nähdään ArchiCAD-ohjelman oviluettelossa näkyviin tulevat tiedot. Näitä tietoja ovat koko tiedot, kätsisyys, symbolit 2- ja 3D:ssä sekä palo- ja lämmöneristävyysarvot.

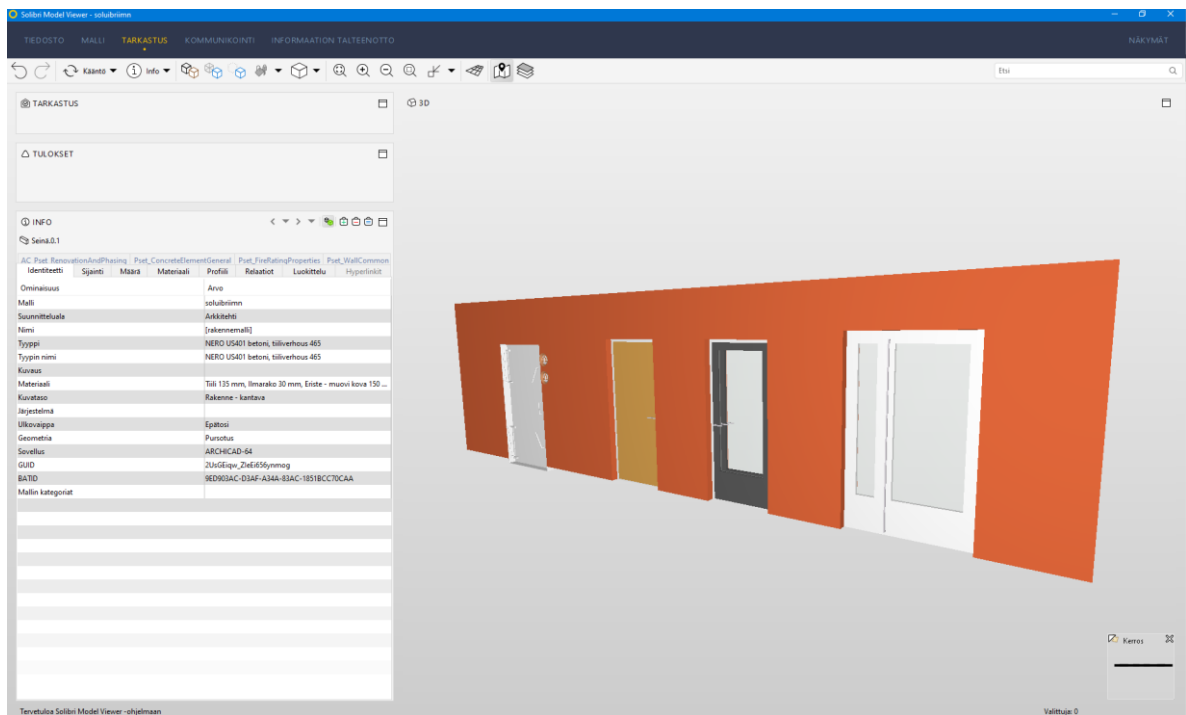
LEHTO OVILUETTELO				
Täysi Elementin ID	OVI-901	OVI-902	OVI-903	OVI-904
Aukon nimi	Lehto Ovi	Lehto Ovi	Lehto Ovi	SO PK19
Määrä	1	1	1	1
Koko l x k	1 490x2 290	990x2 190	990x2 190	900x2 000
Kätsisyys	O	O	V	V
2D-symboli				
Näkymä avautumispuolelta				
Tunnus	MLUO-3	IOU-1	ASO-1	---
Kuvaus	Ulko-ovi ilisäovella	Nurkkaparvekkeen ...	Huoneisto-ovi tam...	---
Helat	HEL-1	HEL-1	HEL-1	---
Ääneneristävyys				---
Auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin				---
Lämmöneristävyys	Määrittelemätön	Määrittelemätön	Määrittelemätön	Määrittelemätön
Paloluokitus	25 minuuttia	25 minuuttia	25 minuuttia	25 minuuttia

KUVA 12. Oviluetteloesimerkki

### 3.5.2 Ikkuna- ja ovikomponentit tietomallissa (Solibri-ohjelma)

Kuvassa 13 on nähtävillä Solibri-ohjelman työympäristö. Solibri-ohjelmaan on viety ArchiCAD-ohjelmassa tehty seinä, johon on liitettynä Lehto-käyttöliittymän ovia. Työympäristön oikealla puolella on nähtävillä 3D- eli kolmiulotteisessa muodossa oleva seinäobjekti, johon on liitetty kolme erilaista ovea. Ovikomponentit täytyy olla liitettyinä seinäkomponenttiin, jotta ne näkyvät ohjelmassa oikein.

Kuvan 13 työympäristön vasemmalla puolella on Solibri-ohjelman infonäkymän valikko. Valikosta pystytään ohjaamaan yksittäisen osan tai koko mallista saatavaa tietomäärää ja laatua.

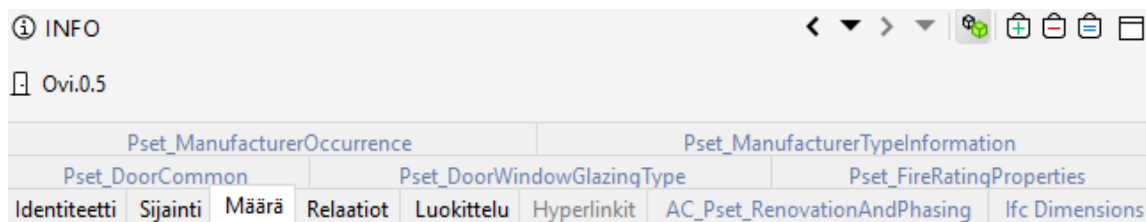


KUVA 13. Solibri-ohjelman työympäristö

Kuvassa 14 on nähtävillä Solibri-ohjelman infonäkymän mallipuu. Kun ohjelman 3D-näkymässä on valittu aktiiviseksi huoneisto-ovi ASO-1, infovalikkoon tulevat

näkyviin kyseistä ovea koskevat valinnat. Kuvasta 14 voidaan nähdä, että mustalla kirjoituksella on valikot, joihin voidaan tehdä muutoksia, ja harmaalla valikot, jota ei tällä hetkellä ole oven ArchiCAD-ohjelmassa syötetyissä tiedoissa.

Haluttuja tietoja voidaan projektin edetessä lisätä komponentteihin, mutta tässä aloituspohjan ensimmäisessä versiossa tiedot on pidetty mahdollisimman selkeinä. Esimerkiksi valikko Pset\_FireRatingProperties tarkoittaa oven paloluokitustietoja, jotka voidaan halutessa ArchiCAD-ohjelmassa lisätä oven tietoihin.



*KUVA 14. Infonäkymän mallipuu*

Kuvassa 15 on esitetty kolme ASO-1-ovea koskevaa valikkoa kuvassa 14 olleen infonäkymän mallipuusta. Ylimpänä identiteetti-, keskellä sijainti- ja alimpana määrätiedot. Identiteettivalikosta nähdään valittuna olevan ASO-1-oven perustietoja.

Sijaintivalikosta voitaisiin nähdä, missä kohtaa rakennusta on kyseisen oven sijainti mutta tässä mallissa on pelkästään mallinnettuna yksi seinä, johon ovi on liitettynä. Tämän takia yksityiskohtaisempia tietoja ei infonäkymässä ole.

Alimpana olevasta infonäkymän määrätietovalikosta selviävät kaikki oven kokotietoihin ja oveen liittyvän karmin mittatietoihin liittyvät parametrit.



Identiteetti	Sijainti	Määrä	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	AC_Pset_RenovationAndPhasing
Ominaisuus						Arvo
Malli						Lehto työmaa_180301.7
Suunnittelualue						Arkkitehti
Nimi						ASO-1
Tyyppi						Lehto Ovi
Tyyppin nimi						Lehto Ovi
Kuvaus						Kerrostaso-ovi
Toiminta						Määrittelemätän
Kuvataso						Rakenne - kantava
Järjestelmä						
Ulkovaippa						Epätosi
Geometria						Kolmioesitys (brep)
Sovellus						ARCHICAD-64
GUID						2x3\$\$\$5hZIHfKx\$NTcCBMm
BATID						BB0FFFC5-AD18-EF46-953B-FD776630B5B0
Mallin kategoriat						

Identiteetti	Sijainti	Määrä	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	AC_Pset_RenovationAndPhasing
Ominaisuus						Arvo
Tontti						Ympäristö
Rakennus						Rakennus
Kerros						Kerros
Yhdistelmäkerros						Kerros
Ylin korkeusasema						2,19 m
Alin korkeusasema						0 mm
Etäisyys seuraavaan kerrokseen						810 mm
Ylin globaali korkeusasema						2,19 m
Alin globaali korkeusasema						0 mm
Globaali X						84,88 m
Globaali Y						2,04 m

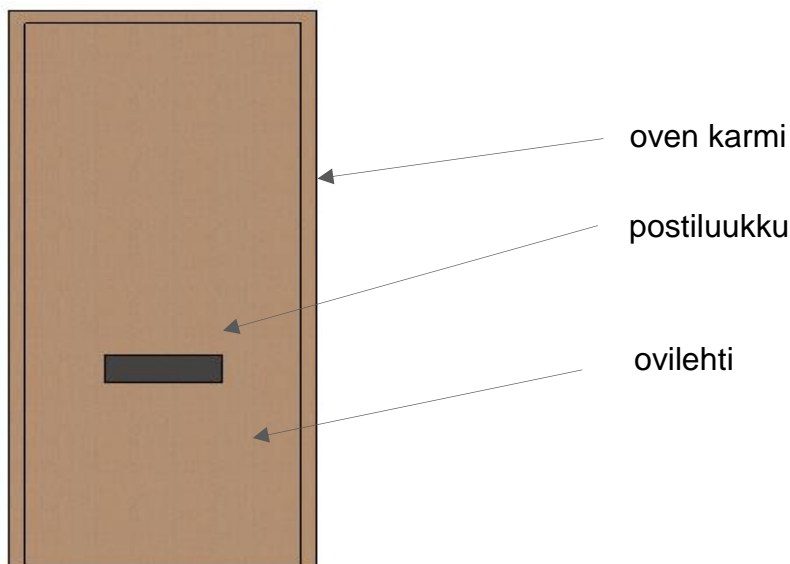
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	AC_Pset_RenovationAndPhasing
Ominaisuus						Arvo
Pinta-ala						2,17 m <sup>2</sup>
Korkeus						2,19 m
Leveys						990 mm
Karmien pituus						5,37 m
Suurin korkeus						2,19 m
Suurin pituus						990 mm
Suurin leveys						215 mm

KUVA 15. Infonäkymän valikoista saatava informaatio

### 3.6 Naamakuvat komponenteista

Jokaisesta Lehto-käyttöliittymän komponentista otettiin ArchiCAD-ohjelman kautta niin sanotut naamakuvat. Naamakuvalla tarkoitetaan rakennusosasta kohtisuoraan edestä otettua kuvaa ja niitä käytetään yleensä esimerkiksi ikkuna- ja ovikaavioissa havainnollistamaan kutakin tyyppiä. Naamakuvassa ei ole näkyvillä yksityiskohtia tai muutettavia parametrejä, mutta se kuvaa tärkeimmät rakennusosaan liittyvät ominaisuudet.

Lehto-käyttöliittymästä otettuja naamakuvia tullaan käyttämään Lehto asunnot Oy:n päivitettyssä rakennustapaohjeessa ja komponenttilistassa. Mahdollisesti myös tulevissa ikkuna- ja ovikaavioissa. Kuvassa 16 on naamakuva huoneisto-ovi ASO-1-ovesta. Kuvasta nähdään, että siinä on esitetty pelkästään oven tärkeimmät elementit, ne on osoitettu kuvaan nuolin ja selityksin. Oven elementtejä ovat postiluukku sekä karmin ja ovilehden sauma, ilman tarkempia yksityiskohtia.



KUVA 16. Ovikomponentin naamakuva

### 3.7 Rakennustapaohjeen päivitys

Lehto Asunnot Oy:n rakennustapaohje vaati LEGO-projektin alkuvaiheessa tarkennuksia, sillä siinä ei ollut mainintaa kaikista komponenttilistaan merkityistä rakennusosista. Ohjetta tarkennettiin kunkin komponentin osalta, sen vaatimindoin. Esimerkiksi ASO-1-ovesta sanottiin ohjeessa näin:

Huoneistojen ovet (ASO1-2)

Huoneistojen ovet tulee olla paloluokassa EI30. Ääniluokka pitää olla 30dB. Vaihtoehtoisiksi on 2 mallia

O1: FIRE 810: 10x21 ovi valkoinen NCS S 0502-Y

O2: FIRE 810: 10x21 tammi pystyviilutettu

Ovet toimittaa Jeld-Wen.

Ovien perusominaisuudet:

Syvyys: 92 mm

EI30/ääniluokka 30dB – Rw38dB

Käsittely: maalattu NCS S 0502-Y tai tammipystyviilutettu

Kynnys: tammi EI30, kynteellinen 92 lakattu

Tätä yllämainittua rakennustapaohjeen selostetta ASO-1-ovesta tarkennettiin komponenttilistan tekemisen jälkeen ja siinä otettiin huomioon myös muuttuvat ja vakioidut parametrit. Valmistajamaininta jätettiin tiedoista pois, jotta se ei aiheuttaisi väärinkäsityksiä. Rakennustapaohjeen selostetta pyrittiin selkeyttämään ja siihen lisättiin tyypistä muodostettu naamakuva. Päivitetty seloste ASO-1 ja -2-ovista on esitetty seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 17, jossa on ote rakennustapaselosteesta kyseisten ovien kohdalta.

ASO-1 ja -2

Sisätiloissa oleva huoneisto-ovi.

Väri vaihtoehtot: pystyviilutettu tammi (ASO-1)  
valkoinen (ASO-2)

Koko: Leveys 990 x Korkeus 2090

Karmisyvyys: 92 mm

Paloluokka: EI30

Ääniluokka: 30dB



*Kuva 17. Rakennustapaohjeen ote ASO-ovista*

## 4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tarvittava informaatio Lehto Asunnot Oy:n rakennuskonseptissa käytetyistä ikkuna- ja ovikomponenteista. Tarkennetut tiedot kerättiin kyselyiden ja palaverien avulla taulukon muodossa toteutettuun komponenttilistaan. Komponenttilistan avulla objektien mallinnustyö voitiin toteuttaa ArchiCAD-ohjelman Lehto-käyttöliittymään ikkunoiden ja ovien osalta. Tarkennetun komponenttilistan tietojen avulla päivitettiin myös yrityksen rakennustapaohje.

Lopputuloksena syntyi Lehto-käyttöliittymän kehitysversio, jota tullaan kehittämään arkkitehtien ja muiden suunnittelijoiden kanssa mahdollisimman toimivaksi pohjaksi suunnittelun. Käyttöliittymän kehitysversiosta saatiin aikaan selkeä kokonaisuus, jonka avulla suunnittelua pyritään ohjaamaan Lehto Asunnot Oy:n konseptin mukaiseen linjaan. Käyttäjien kokemusten avulla selvitetään, miten se toimii käytännön suunnittelutyössä, ja siten selviävät myös jatkokehitysehdotukset. Tulevaisuudessa käyttöliittymästä saatavia tietoja tullaan hyödyntämään myös rakennuskohteiden tietomalleissa ja sitä kautta kerättävissä tiedostoissa.

Opinnäytetyö oli kokonaisuudessaan mielenkiintoinen kehitysprojekti, jossa sai toimia yhteistyössä eri alojen asiantuntijoiden kanssa. Tehtävä lisäsi ammatillista osaamista suunnitteluohjelmien mallintamiseen ja tietomalleihin liittyvissä asioissa.

## LÄHTEET

1. RT 15-11026. 2011. Ikkuna-, ovi-, kaluste- ja huoneselosteiden laatimisohje. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11066> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 14.3.2018.
2. RT 15-11027. 2011. Ikkunaselosteen laatimisohje ja malli. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11066> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 20.3.2018.
3. RT 15-11028. 2011. Oviselosteen laatimisohje ja malli. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11066> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 20.3.2018.
4. Tiula, Martti. Rakentamisen tuotenimikkeistö. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040401.pdf>. Hakupäivä 27.4.2018.
5. RT 10-11176. 2015. Rakennusselostusohje 2015. Talo 2000 -nimikkeistö. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11176> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 18.3.2018.
6. RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11066> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 14.3.2018.
7. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa1. Yleinen osuus. 2012. Rakennustietosäätiön toimikunta. Saatavissa: [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf). Hakupäivä 14.3.2018.

8. RT 10-11068. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11068> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 14.3.2018.
9. Yrityksestä. M.A.D. 2018. Saatavissa: [https://www.mad.fi/m-a-d-yrityksestä](https://www.mad.fi/m-a-d-yrityksesta). Hakupäivä 22.3.2018.
10. GDL. 2018. M.A.D. Saatavissa: <https://www.mad.fi/palvelut/gdl>. Hakupäivä 22.3.2018.
11. Components of a Library Part. 2018. Graphisoft. Saatavissa: <http://gdl.graphisoft.com/gdl-basics/components-of-a-libpart>. Hakupäivä 24.3.2018.
12. Reveal options: automatic or scripted. 2018. Graphisoft. Saatavissa: <http://gdl.graphisoft.com/tips-and-tricks/reveal-options-automatic-or-scripted>. Hakupäivä 22.3.2018.
13. IFC-tiedonsiirto. 2013. M.A.D. Saatavissa: [https://www.mad.fi/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC\\_web.pdf](https://www.mad.fi/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC_web.pdf). Hakupäivä 24.3.2018.
14. Vuosikertomus 2017. 2017. Lehto Group Oyj. Saatavissa: [https://lehto.fi/wp-content/uploads/2018/03/lehto\\_vuosikertomus\\_2017\\_fin.pdf](https://lehto.fi/wp-content/uploads/2018/03/lehto_vuosikertomus_2017_fin.pdf). Hakupäivä 25.3.2018.

**LEKA-HANKE IKKUNA- JA OVIKOMPONENTTIEN PARAMETRIT**

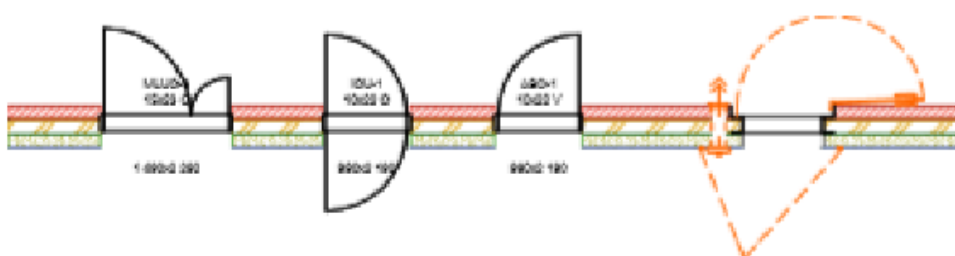
LEKA-hanke on yksi Lehto Group konsernin kärkihankkeista. Sen tavoitteena on tietomallinnuksen avulla tehostaa toimintatapoja ja luoda lisäarvoa sekä tilaajalle että rakentajalle. Lopputuloksena toiminta tehostuu, läpimenoajat nopeutuvat, laatutase sekä kohteen käytettävyys parantuvat. Tarkoituksena on tuottaa tietomalleja, jotka palvelevat tarkoituksenmukaisesti koko tuotantoketjua.

Tällä hetkellä työstimme Lehto aloituspohjaa / komponenttikirjasto Archicad-ohjelmaan. Tämän kyselylomakkeen tarkoituksena olisikin kartoittaa valmistajien mielipiteet tietomallinnukseen liittyen, jotta mallinnettavissa komponenteissa olisi huomioitu myös tuotannon kannalta olennaiset osat.

MLUO-1	ULKO-OVI LASILLA	1190	2290
MLUO-2	ULKO-OVI SIVULASILLA	1190	2290
MLUO-3	ULKO-OVI LISÄOVELLA	1190 + 300	2290
MUO-1	METALLIULKO-OVI	?	?

Ylläolevassa taulukossa on lista Lehto Asunnot Oy:n konseptoidussa rakentamisessa käytetyistä metalliovista;

- Mitkä parametrit suunnittelussa tulisi olla vakioita? (koko, karmi yms.)
- Mitä eri kokovaihtoehtoja oville on?  
Mikä on maksimikoko?
- Mitkä ovat käytössä olevat karmisyvytydet?
- Onko ovikaavioissa parannettavaa?  
Miten ne palvelisivat paremmin tuotantoa?
- Muut kehitysehdotukset tietomalleihin liittyen?





**LEKA-HANKE IKKUNA- JA OVIKOMPONENTTIEN PARAMETRIT**

LEKA-hanke on yksi Lehto Group konsernin kärkihankkeista. Sen tavoitteena on tietomallinnuksen avulla tehostaa toimintatapoja ja luoda lisäarvoa sekä tilaajalle että rakentajalle. Lopputuloksena toiminta tehostuu, läpimenoajat nopeutuvat, laatu- ja kohteen käytettävyys parantuvat. Tarkoituksena on tuottaa tietomalleja, jotka palvelevat tarkoituksenmukaisesti koko tuotantoketjua.

Tällä hetkellä työstimme Lehto aloituspohjaa / komponenttikirjastoa Archicad-ohjelmaan. Tämän kyselylomakkeen tarkoituksena olisikin kartoittaa valmistajien mielipiteet tietomallinnukseen liittyen, jotta mallinnettavissa komponenteissa olisi huomioitu myös tuotannon kannalta olennaiset osat.

TUNNUS	OBJEKTI
F	YKSIAUKKOINEN KIIINTEÄ IKKUNA
FA	YKSIAUKKOINEN AVATTAVA IKKUNA
FB	2-AUKKOINEN AVATTAVA IKKUNA TUULETUSIKKUNA VIERESSÄ
FBA	2-AUKKOINEN AVATTAVA IKKUNA TUULETUSIKKUNA ALLA

Ylläolevassa taulukossa on lista Lehto Asunnot Oy:n konseptoidussa rakentamisessa käytetyistä ikkunamalleista;

- Mitkä parametrit niissä tulisi olla vakioita? (koko, karmi yms.)
- Mitä eri koko vaihtoehtoja ikkunoille on?  
Mikä on maksimikoko?
- Mitkä ovat käytössä olevat karmisyvytykset?
- Onko ikkunakaaviossa parannettavaa?  
Miten ne palvelisivat paremmin tuotantoa?
- Muut kehitysehdotukset tietomalleihin liittyen?

LEHTO ASUNNOT OY IKKUNA- JA OVIKOMPONENTIT

		X		MILUTTUVA PARAMETRI		EIKUULU TYYPIIN PARAMETREIHIN															
TUNNUS	TYYPPI	MATERIAALI	KÄYTSISYYS	LEIVIS	KORKEUS	OVENLEIKKEEN/ IKKUNALEIKKEEN LEIVIS	KÄRMISYYS	ALUKON ALAREUNA	LASIN ALAREUNA	TURVALASI	dB-ARVO	E-LUOKKA	U-ARVO	VÄRI	KALDE / RANKE P.	HELAT	LUKKO- RUNKO	KÄHDIN	LISÄTIEDOT		
O	MILUO-1	ALUMIINI	O/V	1190	2390		X		X	X	X		X	RAL			X				
V	MILUO-2	ALUMIINI	O/V	1190	2390		X		X	X	X		X	RAL			X				
E	MILUO-3	ALUMIINI	O/V	1490	2390	300	X		X	X	X		X	RAL			X				
T	MILUO-1	ALUMIINI	O/V	990-1190	2090-2390		X			X	X		X	RAL			X				
	MILOB	ALUMIINI	O/V	X	X		X		X	X	X	E130, E160, -		RAL			X		SAVUOHJO OVI, ISÄTILÄ		
	MOD-1	TERÄS	O/V	X	X		X			X	X	E130, E160, -		RAL			X				
	ASO-1	LAAGA OVI	O/V	990	2090		92			30 dB		E130		TAMMI			X				
	ASO-2	LAAGA OVI	O/V	990	2090		92			30 dB		E130		VALKOINEN			X				
	ASO-3	LAAGA OVI	O/V	990	2090		170			X		E130, -		X			X				
	LLO-1	LASI	O/V	X	2700					X				LASI							
	LLO-2	PUU	O/V	X	2700									PUU							
	VO-1	LAAGA OVI	O/V	990	2090		92							VALKOINEN							
	VO-2	LAAGA OVI	O/V	990	2090		92							VALKOINEN			X				
	RPO-1	MUOVI		1790	2090, 2390		82		X	X	X			REHAU KALEDO VÄRIKARTTA	X			X			
	RPO-2	PUU-ALUMIINI		1790	2090, 2390		150, 170, 210		X	X	X	X	X	X	X			X	KÄYTTÖ VAIN KORKEAN JB KORTISSA		
	IOU-1	PUU-ALUMIINI	O/V	990	2390		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
	IOU-2	PUU-ALUMIINI	O/V	990	2390		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
	SO-1		O/V	900	2000					X	X	X	X	X			X				
I	F	PUU-ALUMIINI		X	X		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
K	FA	PUU-ALUMIINI	O/V	X	X		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
U		PUU-ALUMIINI	O/V	X	X																
N	FA	PUU-ALUMIINI	O/V	X	X		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
A	FB	PUU-ALUMIINI	O/V	X	X		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
T	FBA	PUU-ALUMIINI		X	X		130, 170, 210		X	X	X	X	X	X							
	FBM	ALUMIINI		X	X		X		X	X	X	X	X	X							
	SP	SAVUPOISTOKUUNA		X	X		X		X	X	X	X	X	X					MYKÄÄNEN / SAHKOINEN		
	MLS-1	ALUMIILASSEINA 2-KRS		6000	3600		X		X	X	X	X	X	X							
	MLS-2	ALUMIILASSEINA 3-KRS		9000	3600		X		X	X	X	X	X	X							
	MLS-3	ALUMIILASSEINA 4-KRS		12000	3600		X		X	X	X	X	X	X							
	MLS-4	ALUMIILASSEINA 5-KRS		15000	3600		X		X	X	X	X	X	X							
	MLS-5	ALUMIILASSEINA 6-KRS		18000	3600		X		X	X	X	X	X	X							

