



# PuuBIM-nimikkeistö elementtisuunnittelussa

Ilari Mara

Opinnäytetyö, AMK

Huhtikuu 2024

Tekniikan ala

Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

**Mara Ilari**

## **PuuBIM-nimikkeistö elementtisuunnittelussa**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Huhtikuu 2024, 67 sivua.

Tekniikan ala. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

## **Tiivistelmä**

Puurakenteiden tietomallintaminen on kärsinyt tiedonsiirron vakioimattomuudesta. Alalla ei ole ollut saatavilla puurakenteiden tiedonsiirtoa johdattelevaa ohjeistusta, mikä on ajanut suunnittelijoita käyttämään uudelleen määriteltäviä hankekohtaisia ohjeistuksia tilapäisen tiedonsiirron saavuttamiseksi. Puutuoteteollisuus ry on julkaissut Puuelementin nimikkeistö- ja luettelo-ohjeen, PuuBIM. Nimikkeistön tarkoituksena on yhdenmukaistaa puutuotteiden ja niiden komponenttien nimeämistä.

Kehitystyön toimeksiantajana oli teolliseen puurakentamiseen sekä tietomallintamiseen erikoistunut yritys VVR Wood Oy. Kehitystyön tavoitteena oli tutkia, mitkä ovat yrityksen tiedonsiirron rajapintatapaukset, miten PuuBIM-nimikkeistön tietosisältö otetaan käyttöön osana yrityksen suunnitteluprosessia sekä miten yrityksen suunnitteluprosessia voidaan kehittää nimikkeistön käyttöönottamisella. Rajapintatarkastelun tuloksena päädyttiin kehittämään sisäisen ja ulkoisen suunnittelun välillä tapahtuvaa tiedonsiirtoa.

PuuBIM-nimikkeistön sisällön käyttöönottaminen toteutettiin tietomallinnetussa työympäristössä käyttäen Archicad- ja ArchiFrame-suunnitteluohjelmistoja. Osa nimikkeistön ominaisuuksista toteutettiin yhteistyössä ArchiFramen kehitysvastaavan, toimitusjohtaja Petteri Heiskarin kanssa, joka toteutti tarvittaville ominaisuuksille niitä vastaavat parametrit.

Laajan lähdeaineiston perusteella luotiin käsitys tietomallintamisen tilanteesta ja sen vakioimattomuudesta. Tämän avulla kehitystyössä haettiin monipuolista näkökulmaa tutkittavaan aiheeseen. Kehitystyön lopputuloksena yritykselle muodostui vakioitu työmenetelmä sekä IFC-tiedonsiirron ohjeistus.

## **Avainsanat (asiasanat)**

Nimikkeistö, vakiointi, tietomallintaminen, BIM, PuuBIM, Archicad, ArchiFrame, IFC

## **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

**Mara Ilari**

### **PuuBIM nomenclature in element designing**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2024, 67 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Construction and Civil Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

BIM-modeling of wooden structures has suffered from a lack of data transfer standardization. There have been no available guidelines in the industry which has driven the designers to use redefinable project specific guidelines to achieve temporary data transfer. Puutuoteteollisuus ry has published a terminology and catalogue guide for wooden elements, PuuBIM. Its purpose is to harmonize the naming of wood products and their components.

The client of the development work was a company VVR Wood Oy that specializes in industrial wood construction and BIM-modeling. Goals of the development work was to study what are the interface cases of the company's data transfer, how the content of the PuuBIM-nomenclature will be implemented as part of the company's designing process and how the company's designing process could be developed by introducing the nomenclature. As the results of the interface cases, it was decided to develop of data transfer between the internal and external designers.

PuuBIM-nomenclature content was implemented in a BIM-environment by using CAD softwares Archicad and Archiframe. Some of the nomenclature property content was implemented in cooperation with ArchiFrame CEO and development manager Petteri Heiskari who created the corresponding parameters for the necessary properties.

An extensive source material was used to raise awareness of the current state of BIM-modeling and its lack of standardization. Source materials purpose was to create a versatile perspective for the development work. As a result of the development work, the company received a standardized workflow and IFC data transfer guidance.

### **Keywords/tags (subjects)**

Nomenclature, standardization, Building information modeling, BIM, PuuBIM, Archicad, ArchiFrame, IFC

### **Miscellaneous (Confidential information)**

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>7</b>
1.1	Toimeksiantaja .....	7
1.2	Työn tarkoitus ja tavoitteet.....	8
1.3	Työn rajaus ja tutkimuskysymykset .....	8
1.4	Taustatiedot ja tutkimusmenetelmät .....	8
<b>2</b>	<b>Tietomallintaminen, BIM</b> .....	<b>9</b>
2.1	Tietomalli.....	9
2.2	Avoin standardi IFC .....	10
<b>3</b>	<b>Tietomallintamisen historia Suomessa</b> .....	<b>11</b>
3.1	Tietomallintamisen nykytilanne ja kehitys Suomessa .....	14
3.2	Tietomallintamisen tulevaisuus .....	16
<b>4</b>	<b>Teollinen puurakentaminen</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Tietomallintaminen puurakentamisessa</b> .....	<b>21</b>
5.1	Archicad.....	22
5.2	ArchiFrame .....	23
<b>6</b>	<b>Nimikkeistö tietomallintamisessa</b> .....	<b>25</b>
6.1	Nimikkeistöjen käyttäjät ja kokemukset.....	26
6.2	Puuelementin nimikkeistö ja luettelo-ohje.....	27
<b>7</b>	<b>Nimikkeistön käyttöönotto</b> .....	<b>28</b>
7.1	Rajapintatarkastelu .....	28
7.2	Ominaisuuksien valinta .....	29
7.3	Ominaisuuksien tietosijainti.....	30
7.4	IFC-kääntäjän määrittäminen .....	31
7.5	Käytettävien ominaisuuksien lisääminen.....	33
7.5.1	Tunnistaminen ja identiteetti .....	33
7.5.2	Geometria .....	39
7.5.3	Laatuominaisuudet ja -vaatimukset .....	42
7.5.4	Laskettavat suureet .....	45
7.5.5	Suunnitelma .....	47
<b>8</b>	<b>Tulokset</b> .....	<b>49</b>
8.1	Nimikkeistön käyttöön ottaminen .....	49
8.2	Lisättyjen ominaisuuksien hyödyntäminen .....	50
8.3	Suunnitteluprosessin kehittäminen .....	51

<b>9 Johtopäätökset</b> .....	<b>52</b>
9.1 Jatkotoimenpiteet .....	53
9.2 Luotettavuus ja tutkimusetiikka.....	53
<b>10 Pohdinta</b> .....	<b>54</b>
10.1 PuuBIM-nimikkeistön hyödyntäminen tuotannossa .....	56
10.2 Kestävä kehitys.....	57
10.3 Yhteenveto .....	57
<b>Lähteet</b> .....	<b>58</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>65</b>
Liite 1. IFC-ominaisuuksien viitoitus.....	65
Liite 2. Ulkoseinäelementin IFC-ominaisuudet .....	66
Liite 3. IFC-tiedonsiirron käyttöohje.....	67
<b>Kuviot</b>	
Kuvio 1 IFC-malli (VVR Wood Oy n.d). .....	10
Kuvio 2 RASTI Tiekartta 2030 (Kira-digi & BuildingSMARTFinland 2019, 20). .....	14
Kuvio 3 Teollisen puurakentamisen etuja (Hämäläinen ym. 2021, 3). .....	17
Kuvio 4 VVR Wood Oy Puuelementtitehdas (Töyrä 2021). .....	18
Kuvio 5 Kerrostalorakentamisen prosessi (Puutuoteteollisuus ry 2022, 9).....	19
Kuvio 6 Puurakennuksen toimitusprosessi (Hämäläinen ym. 2021, 5). .....	21
Kuvio 7 Archicadilla ja ArchiFramella mallinnettu puukerrostalon runko (Uotila 2020).....	23
Kuvio 8 Archicadin ja ArchiFramen ominaisuuksien vertailu (ArchiFrame 2024). .....	24
Kuvio 9 Luokittelujärjestelmien rakenne (KIRA-digi 2019, 5). .....	25
Kuvio 10 Tiistilän koulu ja päiväkoti, Archicad-testimalli .....	28
Kuvio 11 IFC-ominaisuuksien viitoitus .....	33
Kuvio 12 Kokoonpanojen tunnukset (Jansson ym. 2023, 33). .....	34
Kuvio 13 Archicadin pilkkomissääntö .....	34
Kuvio 14 Komponenttien tyyppitunnukset (Jansson ym. 2023, 34). .....	35
Kuvio 15 Archicad-lausekemuokkaaja .....	36
Kuvio 16 Komponentin tunnus -viitoitussääntö .....	36
Kuvio 17 Lohkojako vyöhykkeellä .....	38
Kuvio 18 Kapulan mitat .....	40
Kuvio 19 Viitoitussääntö objektin parametreille .....	41
Kuvio 20 Palonkestoluokitusten määrittäminen .....	43

Kuvio 21 Palonkestoluokituksen määrittäminen, alasetoalikko .....	44
Kuvio 22 ArchiFrameWeightMarker .....	45
Kuvio 23 Elementin painoasetukset (ArchiFrame 2021). .....	46
Kuvio 24 Elementin pinta-alat (Jansson ym. 2023, 12). .....	47
Kuvio 25 BIMcollabZoom, runkomateriaalien määrälaskenta .....	50

## **Taulukot**

Taulukko 1 PuuBIM:n valitut ominaisuudet.....	30
Taulukko 2 PuuBIM:n ominaisuuksien kartoitus .....	30

# 1 Johdanto

Tietomallintamista on käytetty rakennushankkeissa jo pitkään, mikä näkyy rakentamisen kustannustehokkuudessa sekä suunnitelmien yhteensovittamisessa. Tietomallintamista on kuitenkin käytetty enemmän geometriapohjaisena työkaluna kuin varsinaisena älykästä tietoa sisältävänä tietomallina, jota voitaisiin hyödyntää tehokkaammin kokonaisvaltaisena suunnittelutyökaluna sen tietosisällön avulla. Suurikokoisissa rakennushankkeissa on voitu sopia projektikohtaisista tietomallin sisältämistä ominaisuuksista eri suunnittelijoiden kesken. Näiden käyttö jää usein kertaluontoiseksi eikä jatkuvuutta hyödynnetä seuraavissa hankkeissa, vaan ominaisuustiedot määritellään joko uudestaan tai ne jätetään määrittelemättä kokonaan. Tämä on ajankohtainen tunnistettu ongelma tietomallintamisen ympärillä, mihin alan eri toimijat etsivät ratkaisuja standardien, nimikkeistöjen sekä vaatimusten määrittämisellä, jotka ohjeistavat tietomallipohjaista suunnittelua eteenpäin Suomessa.

Puurakenteisien elementtien suunnittelussa ei ole vielä ollut tietomallintamista ohjeistavaa nimikkeistöä käytettävissä. Vuoden 2023 marraskuussa Puutuoteteollisuus ry on julkaissut PuuBIM - Puuelementti nimikkeistö- ja luettelo-ohjeen, joka kohdistuu puurakennetun tietomallintamisen ympärille. PuuBIM-nimikkeistö ohjeistaa puurakentamisen tietomallintamista asettamalla yhteiset nimikkeet eri puurakentamisen tuotteille ja komponenteille. Nimikkeistö on yksi askel eteenpäin rakennetun ympäristön tietomallintamisen vakiointia, jonka avulla yhtenäistäminen voidaan saavuttaa kiinteistö- ja rakennusallalla (KIRA). (Jansson, Salonen, Tähtinen & Ylinen 2023.)

## 1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana on VVR Wood Oy, joka on yksi Suomen suurimmista rakennelii-mattujen Kerto-Ripa-elementtien toimittajista. VVR Wood Oy on perustettu Heinolassa vuonna 2014. Yrityksen toimitusjohtaja ja myyntivastaava on Tero Vesanen. Hallituksen puheenjohtajana toimii Ville Valve, joka johtaa yrityksen suunnittelua ja kehitystä. Yrityksen liikevaihto vuoden 2022 tilikautena oli 8 917 000 €, jonka tuloksena 1 148 000 € (Kauppalehti 2023).

VVR Wood Oy on kasvava puurakentamiseen erikoistunut yritys, joka valmistaa pääsääntöisesti puukerrostaloja sekä muita puurakenteisia suurikokoisia rakennuksia. Kolmijakoisella tuotantolinjalla työskentelee noin 30 henkilöä. Tuotantolinja pystyy valmistamaan yhden asuinkerrostalon kerroksen viikossa. (Töyrä 2021.)

## **1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet**

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan PuuBIM-nimikkeistön sisältöä ja miten sen ominaisuuksia voidaan hyödyntää puurakenteisien elementtien suunnitteluprosessissa. Työn tarkoituksena on myös tutkia, kuinka ominaisuudet saadaan osaksi tietomallinnusprosessia toimeksiantajan tarjoamiin suunnitteluohjelmiin Archicadiin ja sen lisäosaan ArchiFrameen. Ominaisuuksia tarkastellaan toimeksiantajan kanssa ja tämän pohjalta luodaan nimikkeistön käyttöohje, joka ohjeistaa yrityksen suunnittelijoita ominaisuuksien yhtenäiseen käyttöön suunnitteluprosessin IFC-tiedonsiirron aikana.

## **1.3 Työn rajaus ja tutkimuskysymykset**

Opinnäytetyö rajataan siten, että tutkimus ja toteutus suoritetaan tietomallintajan näkökulmasta. Työssä tarkastellaan ArchiFramella mallinnettua ulkoseinäelementtiä. Opinnäytetyö ei käsittele tietomallintamisen yleisiä työmenetelmiä vaan keskittyy tietomallintamisen tiedonsiirtoon ja sen ympärillä havaittuihin ongelmiin. Työssä tutkitaan suunnittelijalle kohdistuvia etuja nimikkeistön käyttöönotosta. Opinnäytetyössä pohditaan myös kuitenkin mitä hyötyjä tuotannolle nimikkeistön käyttämisestä voisi olla.

Opinnäytetyössä etsitään vastauksia kysymyksiin, mitkä ovat nimikkeistön olennaiset käyttötapaukset yritykselle, miten nimikkeistö otetaan käyttöön osana yrityksen suunnitteluprosessia sekä miten yrityksen suunnitteluprosessia voidaan kehittää nimikkeistön käyttöönottamisella.

## **1.4 Taustatiedot ja tutkimusmenetelmät**

Tämä opinnäytetyö toteutetaan, koska puurakenteiden suunnittelussa ei ole aiemmin käytetty sille tarkoitettua vakioitua menetelmää rakenneosien nimeämiselle, toisin kuin betonielementti-suunnittelussa, jossa on ollut käytössä BEC-nimikkeistö. Yritys saa tästä vakioidun työohjeen sekä



menetelmän, jota voidaan yhtenäisesti hyödyntää suunnittelijoiden välillä tietomallintamisen avustuksella.

Opinnäytetyön suorittamiseen käytetään tutkimuksellista kehittämistyön muotoa, tapaustutkimusta, jossa syvennyttään kyseisen aihepiiriin pariin ja tuotetaan sen pohjalta kehitysmenetelmä yritykselle. Tutkimusmenetelmän tarkoituksena on luoda laaja kuvaus aiheesta käyttäen erilaisia lähteitä monipuolisesti, kuten tapaukseen liittyvät asiakirjat, mediajulkaisut, valokuvat ja haastattelut. (Kallinen & Kinnunen n.d.)

## **2 Tietomallintaminen, BIM**

Sana BIM voidaan usein sekoittaa pelkkään suunnitteluohjelmistoon tai sen tuottamaan kolmiulotteiseen malliin, joka syntyy osana tietomallintamisen prosessia. Lyhenne BIM tulee sanoista building information modeling. Tietomallintaminen, BIM, on ajattelutapa, prosessi tai menetelmä, jota käytetään suunnittelussa ja yleisesti rakennusalalla. Tietomallinnusprosessissa kaikki rakennuksen tiedot ja suunnitteludokumentit säilyvät integroidussa tietokannassa. (Green BIM, 26.) Tietomallintamisen tarkoituksena on luoda koordinoitua, johdonmukaista ja laskennallista tietoa rakennusprojektista, jonka parametrisiä tietoja käytetään päätöstentekoon, rakentamisen tehokkuuden ja kustannusten ennakkointiin sekä rakentamisen suunnitteluun. (Green BIM, 27.)

### **2.1 Tietomalli**

Tietomalli tarkoittaa kolmiulotteista digitaalista mallia. Tietomallia voidaan hyödyntää kokonaisvaltaisesti sekä suunnittelu- että rakentamisprosessin aikana. Parametrisen tietomallin avulla mallista saadaan automatisoituna perinteisiä rakentamiseen liittyviä suunnitelmia, kuten pohja-, leikkaus-, julkisivu- ja detaljipiirustuksia sekä erilaisia listauksia. Nämä piirustukset ja listaukset ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa tietomallin kanssa ja päivittyvät sitä mukaa ajantasaisiksi, kun malliin tehdään muutoksia, kuten seinän siirtäminen. Tämä toimii myös toiseen suuntaan, esimerkiksi kun tietomallin leikkauspiirustuksen näkymässä tehdään muutoksia, nämä muutokset päivittyvät myös malliin, pohjapiirustukseen, julkisivupiirustukseen ja listauksiin. (Green BIM, 27.)

Tietomallin sisältämät kappaleet ovat olioita, joita kutsutaan objekteiksi. Näitä ovat esimerkiksi seinät, laatat, katot, ikkunat ja ovet, joille on määritetty omia asetuksia. (Halmetoja 2016, 10.) Jokaiselle tietomallin sisältämälle objektille voidaan asettaa tietoja, joita hyödynnetään koko rakennushankkeen suunnittelu- ja toteutusprosessista ylläpitoon ja aina uusiokäyttöön saakka (LUMEN 2020). Näin yksittäisiä mallin osia voidaan paikantaa ja niille löytyy vastaavuus valmiista rakenteesta. Tietomallin sisältämät dimensiot sekä erilaiset ominaisuustiedot voidaan myös luetteloida suoraan mallista. (YTV, Osa 14.)

Rakennushankkeessa käytettävän tietomallin tarkoituksena on kehittää suunnittelun ja rakentamisen laatua, tehokkuutta, turvallisuutta sekä tukea kestävästä kehityksestä mukaista hanke- ja elinkaari-prosessia. Tietomallia käytetään myös rakennushankkeen valmistuttua erilaisiin ylläpitotehtäviin. (YTV, osa 2.) Kuviossa 1 on yrityksen VVR Wood Oy:n tuottama IFC-tietomalli.



Kuvio 1 IFC-malli (VVR Wood Oy n.d).

## 2.2 Avoin standardi IFC

IFC eli Industry Foundation Classes on standardoitu digitaalinen kuvaus rakennetusta ympäristöstä, joka kattaa rakennukset sekä infrastruktuurin. Kansainvälisen ISO 16739-1:2018 standardin tarkoituksena on olla käytettävissä mahdollisimman laajalti olematta toimittaja, ohjelmisto tai laiteriippuvainen. Maailmanlaajuisen standardin jatkuvasta kehityksestä on vastuussa BuildingSmart. (BuildingSMART International n.d.)

IFC:tä käytetään tyypillisesti tiedonsiirtoon rakennusalan eri toimijoiden välillä. Esimerkiksi arkkitehti voi toimittaa rakennuttajalle IFC-mallin haluamastaan rakennuksesta ja rakennuttaja taas voi välittää mallin urakoitsijalle pyytäkseen tarjouksen kohteesta. Urakoitsija voi siten toimittaa takaisin IFC-mallin mikä sisältää laite- sekä materiaalikohtaisia tietoja rakennuksesta. IFC-tiedostomuodossa tallennettua mallia voidaan käyttää myös projektitietojen arkistointiin suunnittelun aikana, sekä hankinta että rakennusvaiheessa tai projektin pitkäaikaissäilytykseen sekä käyttöön. (BuildingSMART International n.d.) IFC-tiedostomuoto on poikkeuksetta tarpeellinen rakennushankkeen eri osapuolien tiedonsiirron kannalta (YTV, Osa 14).

### 3 Tietomallintamisen historia Suomessa

Suomi on ollut yksi rakennusalan tietotekniikan edelläkävijöistä ja kehittäjistä suhtautumisessaan uusiin ratkaisuihin ja innovaatioihin. Suomen historiaa tietomallintamisen parissa kuvantaa Suomen BIM-innovaatiomatka-artikkeli. Siinä kehitys jakautuu seitsemään eri vaiheeseen ja useisiin erilaisiin projekteihin vuoteen 2016 saakka, jonka jälkeistä kehitystä ei ole kyseisessä tutkimuksessa tarkasteltu. (Aksenova, Lejeune, Kocaturk & Kiviniemi 2017.)

Innovaatiomatkan ensimmäisessä vaiheessa Suomen ensiaskeleet kohti tietomallintamista tapahtui jo vuosina 1955–1982. Tällöin rakennusalalle tuli teknologisesti taitavia henkilöitä ja yrittäjiä, joista muodostui innovaatioyksikkö, joka tuki teknologian kehittämistä Suomessa. Nämä henkilöt muodostivat toimintasuunnitelman viestintäteknologian hyödyntämiselle rakennusalalla. Tämän vaiheen aikana Suomeen perustettiin useita pieniä ohjelmistoalan yrityksiä, jotka kohdentuivat esivalmistettujen elementtien laskentaan. Ajanjaksolla tapahtuneen kehityksen myötä rakennusalalla ongelmaksi ilmeni kehitettyjen CAD-järjestelmien yhteensopimattomuudet sekä standardisointitarpeet. (Aksenova ym. 2017, 71.)

Innovaatiomatkan toinen vaihe alkoi vuonna 1983, kun innovaatorahoittaja TEKES perustettiin. TEKES rahoitti hanketta nimeltä RADAC, jonka tavoitteena oli ratkaista CAD-ohjelmien integraatio-ongelmia, joita ensimmäisen vaiheen aikana oli löydetty. RACAD-hanke laajeni myöhemmin RATAS-ohjelmaksi. RATAS perustettiin vuonna 1983 ja sen tavoitteena oli kehittää tietokoneperustaista rakennussuunnittelua. RATAS sai aikaan ensimmäiset käsitteet rakennuksen tuotemallista, joka sisältää kolmiulotteisia objekteja ja näiden tietokantoja. Charles Eastman on kuitenkin tuote-

malliajatuksen kehittäjä, koska hän esitteli ajatuksensa jo vuonna 1975. Vuoteen 2002 asti puhuttiin käsitteestä tuotemalli, kunnes Autodesk otti käyttöön termin tietomalli. (Aksenova ym. 2017, 73.)

Innovaatiomatkan kolmannen vaiheen aikana vuosina 1991–1995 Suomessa alkoi lama, jonka aikana rakennusteollisuus kärsi suuresti. Lama-aikana Suomessa kuitenkin tapahtui merkittäviä kehitysaskeleita teknologisen osaamisen osalta, kun yritykset alkoivat tutkia keinoja kehittääkseen omaa toimintaansa. Silloin osa insinööri- ja arkkitehtitoimistoista alkoi siirtyä ohjelmistokehityksen pariin. Samassa ajanjaksossa TEKES lisäsi resurssien määrää tutkimus- ja kehittämistoimintaan, minkä ansiosta teknologinen osaaminen kasvoi merkittävästi. Tämän myötä Suomesta muodostui teknologisesti taitava yhteiskunta myös maailmanlaajuisella tasolla. Lama-ajan tapahtumat kiihdyttivät tietokoneavusteisen suunnittelun hyödyntämistä rakennusalalla. (Aksenova ym. 2017, 74.)

Innovaatiomatkan neljännessä vaiheessa vuosina 1997–2002 tapahtui tietomallintamisen kannalta tehokkaita askeleita VERA-ohjelman myötä. Tämä ohjelma pyrki luomaan rakennusalasta ja sen tavoitteista laajan ymmärryksen työmenetelmien parantamiseksi. Ohjelma keskittyi tiedonhallinnan integroimiseen rakennuksen koko elinkaaren aikana koostuvista tiedoista. Tähän hyödynnettiin avoimiin tiedonsiirtostandardeihin perustuvaa tietomallintamista erityisesti IFC:tä (Industry Foundation Classes). Tietomallinnus havaittiin hyödylliseksi teknologiaksi rakentamisessa ja suunnittelussa. Tietomallinnus antaa tehokasta tukea asiakkaiden tarpeisiin, kestävän kehityksen edistämiseen sekä selkiyttämään eri järjestelmien yhteensopivuuksia. VERA-ohjelman ansiosta ohjelmistokehitys otti suuria askeleita eteenpäin teknologisessa osaamisessa sekä tietomallintaminen (BIM) otettiin käyttöön Suomen rakennusteollisuudessa. Vuosina 2001–2002 Helsingissä toteutettiin maailman ensimmäinen integroitu IFC-projekti nimeltä HUT600. Tämän projektin aikana havaittiin, että IFC ei ollut riittävän vakioituneella tasolla ja rakennusteollisuus perusti PRO IT-hankkeen vuonna 2002, jonka perustana oli kehittää IFC:n käyttöönoton standardeja. Hankkeen tuotoksena syntyi esimerkiksi teoreettiset tietomallinnusohjeet. Hankkeen taustalla Senaatti-kiinteistöt sekä rakennusalan edelläkävijät aloittivat erillisiä pilottiprojekteja, joiden tarkoituksena oli kehittää tietomallintamista ja digitaalisia käytäntöjä. VERA-ohjelman ansiosta tietomallintaminen sai vahvan pohjan Suomessa sekä hyvät lähtökohdat seuraavan vaiheen SARA-ohjelmalle. (Aksenova ym. 2017, 75.)

Innovaatiomatkan viidennessä vaiheessa, vuosien 2003–2009 aikana, SARA-ohjelman aikomuksena oli edistää rakennusallalla tapahtuvaa verkostointia ja viestintää. Tällöin tietomallintaminen osoittautui vakiintuneeksi menetelmäksi koko rakennusallalla Suomessa. Vuodesta 2007 eteenpäin Senaatti-kiinteistöt asetti tietomallivaatimuksen, joka tarkoitti, että tietomallintamista tulee käyttää rakennuskohteissa, joiden budjetti oli yli miljoona euroa. Vuonna 2008 luotiin sopimus avointen standardien käytännöstä, jonka tarkoituksena oli kehittää rakennusalan laatua, tuottavuutta sekä tehokkuutta tietomallintamisen muodossa. Sopimuksen allekirjoitti valtion alaiset tilaajat, kuten Senaatti-kiinteistöt. Lisäksi myös Pohjoismaat sekä Yhdysvallat allekirjoittivat tämän sopimuksen. (Aksenova ym. 2017, 77.)

Innovaatiomatkan kuudennessa vaiheessa vuosina 2010–2014 käynnistyi Process Re-engineering ohjelma, jonka tarkoituksena oli tietomallipohjaisten menetelmien sekä liiketoimintamallien edistäminen. Tällä aikavälillä tapahtui aikaisemmissa vaiheissa löydettyjen menetelmien sovittamista vakiintuneempaa käyttöä varten sekä tiedonsiirtoa erilaisten sidosryhmien välillä. (Aksenova ym. 2017, 79.) Myös Senaatti-kiinteistön vuonna 2007 julkaisema tietomallivaatimus uudistettiin vuonna 2011 alkaneessa COBIM-hankkeessa ja lopputuloksena syntyi yleiset tietomallivaatimukset 2012. Hankkeen toteuttajana toimi Rakennustietosäätiö, jonka mukana oli Senaatti-kiinteistöt sekä useita suomalaisia rakennusalan asiantuntijoita. (Rakennuslehti 2012.)

Innovaatiomatkan seitsemännessä vaiheessa käynnistyi KIRA-digihanke, jonka myötä käynnistyi erilaisia testihankkeita rakennusalan tietomallintamisen standardisoimista ja kehittämistä varten (Aksenova ym. 2017, 80). Digihanke toteutettiin vuosien 2016–2018 välillä. KIRA-digin tavoitteena oli parantaa jo olemassa olevien tietokantojen yhteensovittamista eri järjestelmien välillä sekä muuttaa lainsäädäntöä siten, että rakentamisen digitaalinen ekosysteemi saa hyvät edellytykset kehittyä rakennusallalla. (Rakentajain kalenteri 2019, 36–37; Owlgroup 2019, 25.) Hankkeen ohessa ympäristöministeriön toimesta toteutettiin RASTI-projekti, jonka tarkoituksena oli luoda suunnitelmallinen tiekartta vuoteen 2030 asti. RASTI-projektin edetessä ilmeni, kuinka katkonaisesti standardisointi on toteutettu rakennetun ympäristön tiedonhallinnan ympärille Suomessa. Vaikka samaan aikaan luodaan uusia ohjeistuksia sekä menetelmiä tiedonsiirron yhdenmukaistamiseksi, niitä ei pystytä hyödyntämään täydellä potentiaalilla yhteensovitusongelmien vuoksi. Tä-

hän vaikuttaa myös vanhoista työskentelymenetelmistä luopuminen muutoksen saapuessa, kerrotaan Rakennetun ympäristön tiedonhallinnan standardisoinnin raportissa. (Kira-digi & BuildingSMARTFinland 2019, 25.) Kuviossa 2 on esitetty Rasti-projektin tiekartta.



Kuvio 2 RASTI Tiekartta 2030 (Kira-digi & BuildingSMARTFinland 2019, 20).

### 3.1 Tietomallintamisen nykytilanne ja kehitys Suomessa

KIRA-alalla on tapahtunut vuosien varrella paljon kehitystä rakennetun tietomallintamisen ympärillä ja tämä kehitys jatkuu edelleen positiiviseen suuntaan. Kuitenkin tietomallien tiedonhallinta suunnitteluprosessissa saattaa olla hyvin puutteellista suurien tietomäärien takia. Tämä johtaa siihen, että tietomalleista jää tarpeellisia tietoja pois, kun suunnittelijat eivät ymmärrä miten mallin sisältämää dataa voisi hyödyntää suunnitteluprosessissa, kertoo Kimmo Pere. (Pere 2021.) Suuremmissa rakennushankkeissa tietomallinnusta ohjaavat vaatimukset ja sen sisältämät ominaisuudet on yleensä sovittu jo hyvissä ajoin hankkeen alkamisvaiheessa. Usein nämä vaatimukset ovat kuitenkin jääneet vain projektikohtaisiksi. (Pere 2021).

Ympäristöministeriö on osana YTV2020 päivitystä, jonka tarkoituksena on saada KIRA-ala toimimaan yhtenäisellä tavalla tietomallintamisen ja tiedonhallinnan ympärillä sekä luoda yhteiset toimintaperiaatteet ja mallit mitä kaikki hyödyntäisivät, kertoo KIRAHub:in toimitusjohtaja Teemu

Lehtinen (KiraHub 2021). Hankekoordinaattori Kallinen sanoo YTV2020 päivityksen sisältävän nimikkeistöjen ja standardien vakioitumisen sekä tietomalliprojektin käytäntöjen standardoimisen, jotta tietokone luettavuutta voidaan hyödyntää laajemmin (KiraHub 2021).

YTV2020 uudistushanke kohdentuu tietomallintamisen tietosisällön yhdenmukaistamiseen YTV2012 pohjalta, joka ohjeistaa enemmän geometrista tietomallintamista (BIM-datan yhtenäistäminen etenee 2021). Tietomallivaatimusten päivittäminen on merkittävä askel kohti kehittyneempää digitalisaatiota kiinteistö- ja rakentamialalla, mikä tukee myös uudistuvaa maankäyttö- ja rakennuslakia (Kehityshankkeet tuovat yhteen toimivaa tietoa rakentamialalle 2021).

Tietomallintaminen näkyy uudessa rakennuslaissa siten, että rakennuslupaa haettaessa käytetään valtakunnallisesti yhteensopivia tietomalleja maakunta-, yleis- ja asemakaavoissa, kerrotaan ympäristöministeriön tiedotteessa sekä maankäyttö- ja rakennuslain alueidenkäyttölaisissa (Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen jatkosta linjaus 2022; Maankäyttö- ja rakennuslaki 432/2023, 29 §). Rakennetun ympäristön tietojärjestelmän laki astuu voimaan vuonna 2024 ja tämän mukaan vuodesta 2025 lähtien jokaisen kunnan tulee vastaanottaa tietomalleja osana rakennuslupaprosessia. Kuntien tulee myös siirtää uudet rakennuslupan sisältämät tiedot omista tietojärjestelmistä rakennetun ympäristön tietojärjestelmään vuoteen 2027 mennessä. (Heikkonen 2023.)

Peren mukaan rakennuslakiuudistuksen astuessa voimaan vuonna 2025, tulee mallintaminen toteuttaa IFC-tietomallina. Geometrisen mallintamisen lisäksi malliin on syötettävä rakennuslupahakemusta varten tarvittavat parametrit oikeisiin tietokenttiin, jotta rakennustarkastus voi automaattisesti käsitellä lupahakemuksen. Tietokenttien täyttämistä vastuu on lupahakemusta vastaavan kohteen suunnittelijalla ja sen myötä suunnittelijan tulee osata tarkastella, että suunniteltu kohde täsmää rakennettavaa kohdetta. Tietomalliin syötettävien tietojen avulla rakennusta voidaan hallita sen koko elinkaaren ajan. (Pere 2024.)

Rakennuslakiuudistuksen myötä tietomalliin tulee sisältää eri LVI-järjestelmien tiedot, laitetiedot valmistajakohtaisesti sekä liittyvien laitteistojen tiedot. Myös materiaali-kohtaiset elinkaaritiedot, kuten käyttöikä, mahdollinen kierrätettävyys sekä purkujätteiden tiedot on sisällytettävä mallin tietokenttään. Näiden tietojen lisäksi rakennusvalvontaan tulee toimittaa materiaalilistaukset, joista selviää tarvittavat tiedot hiilidioksidipäästöjen laskemiseen. Tietomalliin tulee sisällyttää

myös oma tietokenttä työmaata varten, jotta työmaalla tehtävät muutokset voidaan kirjata ylös. Näin tietomallista voidaan muodostaa digitaalinen kaksonen ja tietojen todenmukaisuus säilyy rakennuksen koko elinkaaren ajan, kuvailee Pere. (Pere 2024.)

### 3.2 Tietomallintamisen tulevaisuus

Tietomallintamisen kehitys on edelleen vahvassa kasvussa Suomessa, mikä näkyy kehityshankkeiden muodossa. BuildingSMARTFinland kuitenkin painottaa, että tietomallintamisen parissa työskentely tarvitsee uudenlaisen ajattelutavan saavuttaakseen yhteisesti määritetyn vakioinnin. Ongelmaksi on muodostunut, että tähän mennessä suoritettujen tiedonhallinnan vakioinnit ovat vaikuttaneet usein vain paikallisesti, ja niiden uudelleen käyttö tietomalliprojekteissa on vähäistä. (BuildingSMARTFinland n.d.) Myös BIMcornerin julkaisemassa artikkelissa kuvaillaan standardisoinnin puutteellisuudesta aiheutuvia haittoja, joita ovat esimerkiksi tietomalliprojektista siirtyminen toiseen ja kuinka vakioinnin puute vaikuttaa työskentelyn sujuvuuteen negatiivisesti (Niemi 2023).

BuildingSMART Finland ja Rakennustietomalli Oy käynnistivät vuoden 2022 tammikuussa Rakennetun ympäristön tietomallintamisen vakiointi -hankkeen (RYTV), jonka tarkoituksena on edistää tietomallinnetun ympäristön vakiointia kiinteistö- ja rakennusalalla (Lehtoviita & Rautiainen 2022). Rakennusalalla on koettu tarpeelliseksi suorittaa vakiointia alan eri toimijoiden kesken, sillä se mahdollistaisi yhteisten sääntöjen luomisen vakioinnin suhteen (RYTV-hankeohjelma n.d). Hankkeen lopputuloksena syntyy kansalliset tietomallivaatimukset, joissa täsmennetään, millä tavoin tietomallia tulee käyttää rakennetun ympäristön elinkaaren ajan. Vaatimusten tietosisällönmäärittäminen kertoo, millä tavoin tietomallintamisen aikana luodut tiedot siirtyvät rakennetussa ympäristössä. (BuildingSMARTFinland n.d.) Tavoitteena on, että uudet vakiointimenetelmät ovat käytössä jo vuonna 2025 (RYTV-hankeohjelman aikajana 2022).

Tietomallintamisen vakioinnin suorittaminen vaikuttaa positiivisesti myös kestävään kehitykseen sekä ekologisuuteen, joka on tärkeä osa Suomen hallituksen asettamaa hiilineutraalisuustavoitetta vuoteen 2035 mennessä (RYTV-hankeohjelma ja kestävä kehitys n.d). Vakioinnin mahdollistavia etuja kestäväan kehityksen suhteen on kuvailtu BIM Cornerin sekä Trimblen julkaisemissa artikkeleissa, joiden mukaan tietomallintaminen antaa paremmat edellytykset kehittyneempään analy-



sointiin sekä suunnitteluun (Poczobutt 2021; Burczyk 2018). Tämä voi johtaa energiatehokkaampien rakennusten suunnitteluun. Vakiointi mahdollistaisi myös sujuvan tiedonsiirron rakennushankkeen elinkaaren aikana, jolloin luodaan vain hyödyllisiä rakennuselementtejä ja minimoidaan hukkakäytteen määrä. Myös rakennuksen kunnossapitovaiheessa on tärkeää, että tietomallin sisältämät tiedot säilyvät käyttövaiheeseen saakka. (RYTV-hankeohjelma ja kestävä kehitys n.d.)

## 4 Teollinen puurakentaminen

Rakennusala on kokenut Suomessa alhaista tuottavuutta prosessien vakioimattomuuden sekä haasteellisten toimitusketjujen myötä. Edellä mainittu tilanne näkyy, jos rakentamista verrataan teollisuudessa esiintyviin standardisoiuihin valmistusprosesseihin. Rakennusala on kuitenkin menossa kohti teollista tuotantoa, jossa tuotanto pohjautuu vakioituihin menetelmiin, tuotteisiin sekä tiedon koordinointiin standardien johdattamana. (Mäkeläinen ym. 2021, 8.)

Teollisen puurakentamisen tarkoituksena on rakentaa tehdasolosuhteissa työmaaolosuhteiden sijaan, joka mahdollistaa rakentamisprosessin toistuvuuden ja laadun paranemisen (Hämäläinen, Jussila, & Salmi 2021, 3). Teollisessa tuotannossa käytettävän korkean automatisaation ansiosta kustannustehokkuus nousee ja rakentamiseen käytettävä aika rakennustyömaalla pienenee (Mäkeläinen ym. 2021, 8). Rakentamiseen kuluva aika voi kaventua puoleen sekä siihen tarvittava henkilöstön määrä voi vähentyä kolmanneksella (Hämäläinen ym. 2021, 3). Teollisen puurakentamisen etuja on esitetty kuviossa 3.



Kuvio 3 Teollisen puurakentamisen etuja (Hämäläinen ym. 2021, 3).

Teollisesti esivalmistettujen elementtien tuoteryhmiä ovat esimerkiksi tilaelementit sekä suurelementit (Koste, Neuvonen & Perälä 2023). Tehdasolosuhteissa valmistettujen puuelementtien ansiosta saavutetaan korkea esivalmistusaste. Tästä seuraa laadunvalvonnan tehostuminen, kustannustehokkuuden nouseminen, työturvallisuuteen vaikuttavien riskien pieneneminen sekä logistiikan hallinnan tehostuminen. Logistinen tehokkuus näkyy työmaakuljetuksien vähentymisenä, jonka ansiosta kuljetuksista muodostuvat päästöt sekä meluhaitat pienenevät. Näiden lisäksi tuotanto tapahtuu sisätiloissa, jolloin säärasitusten aiheuttamat haitat poistuvat rakentamisvaiheessa. (Mäkeläinen ym. 2021, 8.) Myös rakentamisesta muodostuva hukkajätteen muodostuminen vähenee ja materiaalitehokkuus kasvaa (Hämäläinen ym. 2021, 3). Kuviossa 4 on esitetty teollisesti esivalmistettu ulkoseinäelementti VVR Wood Oy:n puuelementtitehtaalta.



Kuvio 4 VVR Wood Oy Puuelementtitehdas (Töyrä 2021).

Rakennusallalla teollistumisen onnistuminen vaatii järjestelmällisiä työmenetelmiä sekä kontrolloituja prosesseja, joiden avulla standardeja voidaan hyödyntää kokonaisvaltaisesti (Mäkeläinen ym. 2021, 8).

Kerrostalojen rakentaminen on kehittynyt siilomaisesti kolmeen pääryhmään. Tilaaja on kehittänyt omia suunnitteluratkaisuja, joille etsitään sopivat toteuttajat. Työmaalla urakoitsijat puolestaan ovat kehittäneet omia ratkaisuja, jotka ovat haasteellisia toteuttaa tehdasolosuhteissa. Tehtaalla valmistettavien tuotteiden vakiointimenetelmien takia työmaalla asentamisen tehokkuus voi olla haasteellista saavuttaa. Siiloutuneisuus on johtanut kokonaisuudessa osaoptimointiin, jolloin prosessia ei hyödynnetä täysimittaisesti. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 9.)

Teollisesti toteutetun puurakennushankkeen osapuolten välinen tiedonsiirto on ollut siiloutuneessa toimintamallissa puutteellista. Tavoitellun kerrostalohankkeen prosessin aikaansaamiseksi, tulee siiloutuneisuus saada purettua. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 22.) Kuviossa 5 esitetään, miten tyypillinen kerrostalohanke toimii nykytilanteessa. Teollista rakentamista ei voida hyödyntää täysin monivaiheisen prosessin takia. Kuvion 5 alareunassa on esitetty kerrostalohankkeen tavoiteltu prosessi, joka voidaan saavuttaa teollisen rakentamisen vakioituilla menetelmillä. Tämä mahdollistaisi siiloutuneisuuden purkautumisen. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 9.)



Kuvio 5 Kerrostalorakentamisen prosessi (Puutuoteteollisuus ry 2022, 9).

Kokonaisvaltaisella suunnitteluprosessilla on mahdollista kehittää suunnittelun tuottavuutta. Tämä tarkoittaa, että rakennushankkeen eri osapuolia otetaan osaksi suunnitteluprosessia kaavoituksesta toteutukseen saakka. Näitä osapuolia olisivat arkkitehti, rakentamisen-, työmaan-, tuotannon- ja tehtaanedustajat. Näin jokainen rakennushankkeen osapuoli saadaan osallistumaan suunnitteluun sopivalla työpanoksella oikeaan aikaan, mikä mahdollistaa syventymisen heti projektin alkuvaiheessa. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 23.)

Suunnitteluratkaisujen vakioimisella voidaan edistää suunnittelun tuottavuutta (Puutuoteteollisuus ry 2022, 23). Puukerrostalojen sisältämien jäykisteiden suunnittelun ja elementtiliitosten vakioiminen johtaisi yhteensopivaan ja läpinäkyvään suunnitteluun. Tämä poistaisi suunnittelutoimistojen käyttämän menetelmän, jossa toimistokohtaisesti määritellään nämä asiat, ja se yhdenmukaistaisi suunnittelua. Tilaelementtien suunnittelussa voitaisiin hyödyntää pitkälle vakioituja ratkaisuja, mikä mahdollistaisi yksittäisen tilaelementin vakioimisen. Näin suunnittelija voisi mitoittaa vakioidun tilaelementin vastaamaan rakennuksen vaatimuksia. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 25.)

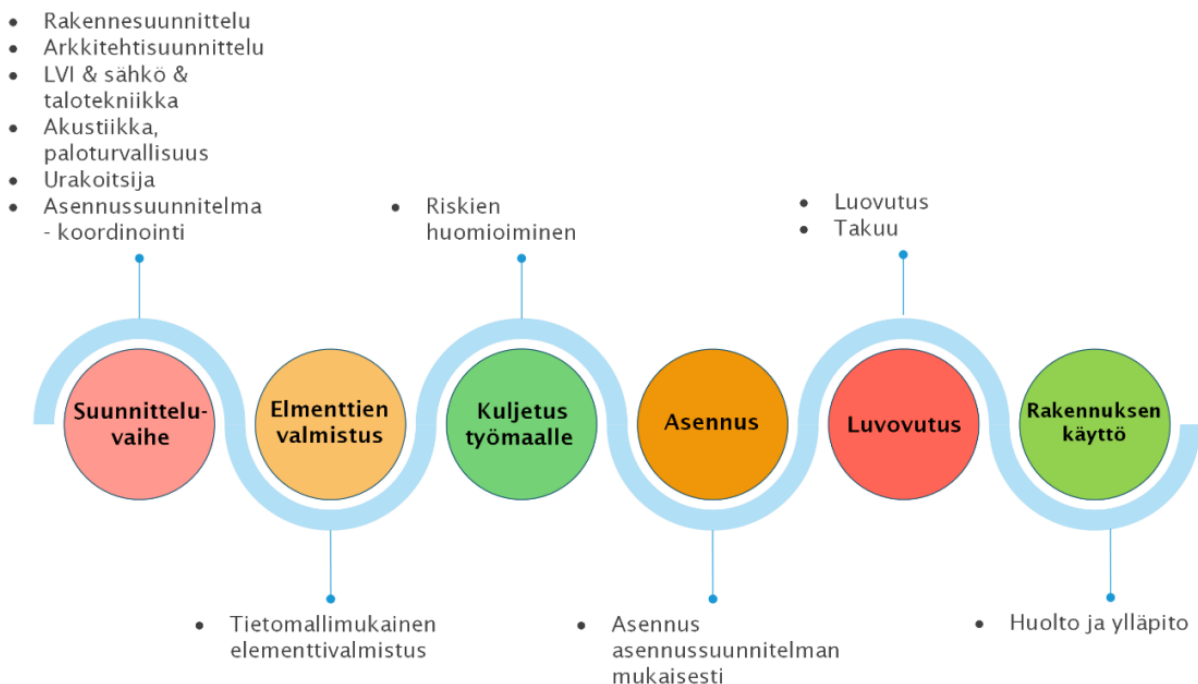
Nykytilanteessa rakenteiden suunnittelusta ja mallinnettavuudesta saatavilla oleva tieto on yleensä suunnittelija- ja valmistajakohtaista tietoa. Tiedon vakioimisella voitaisiin vähentää puukerrostalon suunnitteluvaiheen riskejä ja epävarmuuksia merkittävästi. Tämä voisi johtaa parempaan kustannusarvioon. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 25.) Teollisen puurakentamisen tuottavuusloikka -artikkelin mukaan näitä suunnitteluratkaisuja ja niiden julkaisualustoja tulee kehittää. Tavoitteena olisi, että eri suunnitteluohjelmistot voisivat hyödyntää jakoalustaa kirjastomaisena tietolähteenä, joka sisältäisi valmiita tietomalliyhteensopivia objekteja tai erilaisia suunnittelijoita palvelevia tietoja. Myös tietomallipohjaiselle tiedonsiirrolle tulisi määrittää yhteinen menetelmä, jonka avulla voitaisiin jakaa tietoa mahdollisimman sujuvasti ilman ihmisen tekemää manuaalista työtä. Myös puurakennusalan tuotetietoja kerättäisiin yhteiseen tietokantaan. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 66.)

Tämä kaikki on saavutettavissa koko rakennusalan yhtenäistymisellä. Yksittäinen osaoptimointi ei mahdollista tuottavuuden kasvamista, vaan koko toiminnan tulee pyrkiä suunnitelmallisesti kohti tehokkaampaa rakentamista ja sen tuottavuutta. (Puutuoteteollisuus ry 2022, 65.)

## 5 Tietomallintaminen puurakentamisessa

Rakentamisen tietomallinnus Suomessa on nousemassa osaksi rakennushankkeiden vakioitunutta prosessia. Yleiset tietomallivaatimukset sekä erillisesti laaditut ohjeistukset suuntaavat tietomallintamista rakennushankkeessa, minkä ansiosta mallintamista voidaan hyödyntää monella alueella. Tietomallilla voidaan vähentää yhteensovituksessa tapahtuvia virheitä, tehostaa päätöksentekoa ja visuaalista havainnollistamista suunnitteluvaiheessa. Näin ollen yhteensovittaminen tukee teollista esivalmistusta silloin, kun eri rakennejärjestelmien komponentteja voidaan tarkastella tietomallin kautta. (Mäkeläinen, Vainio-Kaila, Lavikka & Rönty 2021, 23.)

Tietomallintamista hyödyntävä suunnitteluprosessi sekä tuotannonohjaus sopivat teollisen tuotannon ympäristöön rakennusalalla. Ihanteellisessa tilanteessa tietomallintaminen toteutuu yhtenäisenä ketjuna tuotantoautomaation, logistiikan ja työmaavaiheiden välillä koko rakennuksen elinkaaren ajan, sen käyttöönotosta ylläpitoon, korjauksesta käytöstä poistoon sekä lopuksi kierrätykseen saakka. Realistinen tietomallintamisen toteutuminen on kuitenkin vahvimillaan suunnittelu- ja tuotantoprosessin aikana, jonka jälkeen tämä ketju alkaa heiketä. (Mäkeläinen ym. 2021, 9.) Kuviossa 6 on esitetty puurakennuksen toimitusprosessi suunnitteluvaiheesta rakennuksen käyttöönottoon.



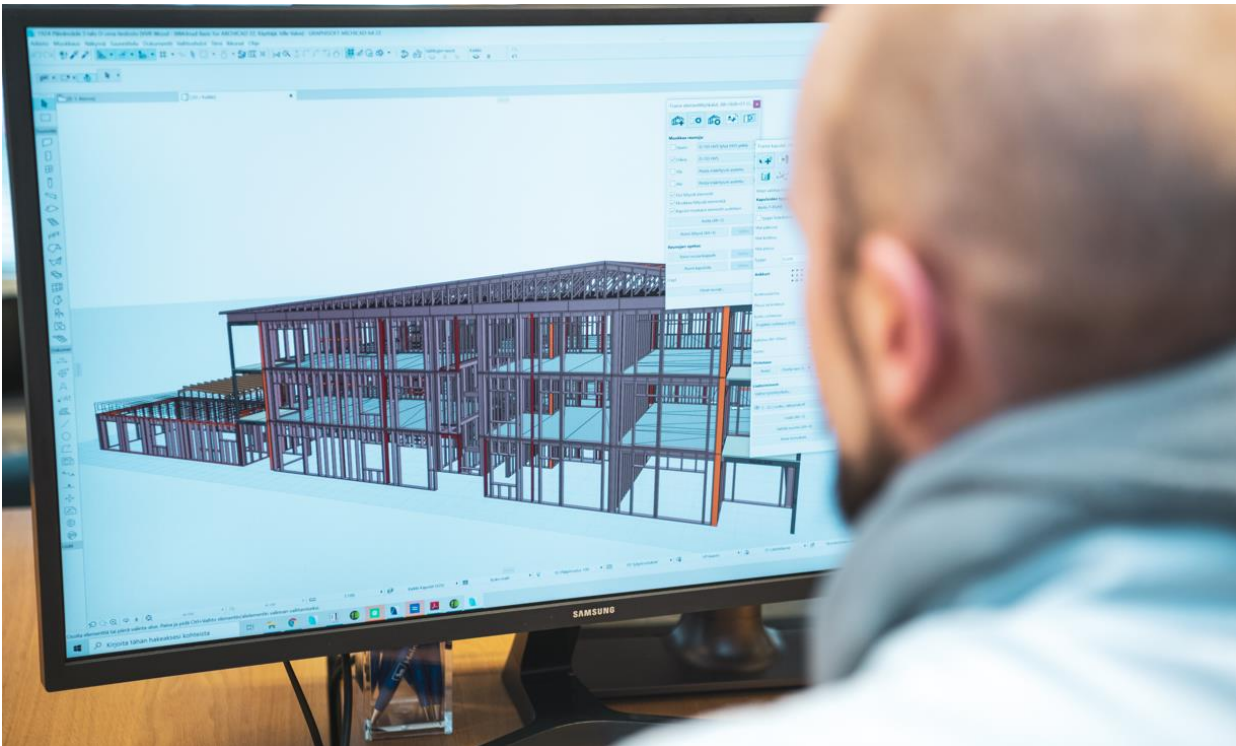
Kuvio 6 Puurakennuksen toimitusprosessi (Hämäläinen ym. 2021, 5).

Tietomallista muodostuvaa geometrista dataa käytetään osana elementtisuunnittelun määrälaskentaa, logistiikan hallintaa sekä automatisoiduissa tuotantojärjestelmissä, kuten ristiin liimattujen CLT-levyjen sekä sahatavaran määramittaan työstämisessä. Jotta tietomallin sisältämä data on todennukaista, tulee tietomallin geometrian olla virheetöntä sekä yhteensopiva eri työstökoneiden välillä. Tämän myötä tietomallipohjaisen puurakenteiden suunnittelun on oltava hallittu ja määrämuotoinen prosessi, jotta vältetään ylimääräisiltä muutoksilta virheellisen tiedon takia. (Mäkeläinen ym. 2021, 7.)

## 5.1 Archicad

Archicad on tietomallintamiseen tarkoitettu ohjelmisto, joka on suunnattu arkkitehdeille ja muille suunnittelijoille. Ohjelmiston avulla voidaan toteuttaa rakennuksen tietomalli sekä kaikki sen sisältämät dokumentit automaattisesti päivittyvillä piirustuksilla. Kaikki tämä tapahtuu yhden tiedoston sisällä, mikä vähentää virheiden mahdollisuuksia huomattavasti. Archicadilla on myös mahdollista tuottaa määrätietotaulukoita, erilaisia kaavioita ja työselostuksia suoraan mallista. (NordicBimGroup n.d.)

Tietomallintamiseen käytetyistä ohjelmista Archicad on Suomen suosituin ja tehokkain BIM-ohjelmisto markkinoilla olevista vaihtoehdoista. Suomenkielisen ohjelmiston käyttäjätahoja on Suomessa noin 1650. (NordicBimGroup n.d.) Archicadin kanssa yhteensopivilla laajennuksilla ohjelmisto voidaan räätälöidä suunnittelijan tarpeiden mukaisesti. ArchiFrame on yksi saatavilla olevista laajennuksista, jolla arkkitehtiystävällinen Archicad voidaan muuttaa puurakennesuunnittelijalle kohdennetuksi ohjelmaksi. (NordicBimGroup n.d.) Kuviossa 7 on esitetty VVR Wood Oy:n mallintama puukerrostalokohteen runko käyttäen Archicad-suunnitteluohjelmistoja sekä ArchiFrame-laajennusta.



Kuvio 7 Archicadilla ja ArchiFramella mallinnettu puukerrostalon runko (Uotila 2020).

## 5.2 ArchiFrame

ArchiFrame toimii Archicad-laajenuksena, jonka avulla voidaan tuottaa puurakennesuunnitelmat suoraan arkkitehtimallista. Näin vältetään kohteen uudelleenmallintamiselta sekä sen tuomilta virhemahdollisuuksilta. Laajenuksella voidaan toteuttaa uudisrakennuskohteiden lisäksi korjausrakennus-, kunnostus- sekä jälkiasennusprojekteja hankkeen koosta riippumatta. (ArchiFrame n.d.)

ArchiFrame on saanut alkunsa vuonna 2000 ArchiLogsin muodossa. ArchiLogs on hirsirakentamiseen keskittynyt Archicad-laajennus, joka muodostui hirsirakentamiseen erikoistuneiden toimijoiden tarpeista. Myöhemmin ArchiLogsin käyttäjillä heräsi tarve tuottaa eri rakennetyyppejä sekä liitoksia hirsirakenteiden lisäksi, minkä seurauksena syntyi ArchiFrame, joka mahdollisti nämä tarpeet, kertoo ArchiFramen toimitusjohtaja Petteri Heiskari. (Heiskari 2024.)

ArchiFramen työkaluilla voidaan mallintaa seinät, välipohjat, katot sekä erilliset pilarit ja palkit. Rakenteille voidaan asettaa useampia rakennekerroksia, kuten levytyksiä ja tuuletusrakoja. Mallinnetuista kappaleista saadaan erilaiset listaukset, elementtipiirustukset, katkaisulistat sekä työstötiedot CNC-koneelle. Kaikki tapahtuu yhdessä Archicad-projektissa. (ArchiFrame n.d.)

Kuviossa 8 on vertailtu Archicadin ja ArchiFramen keskeisiä ominaisuuksia, mitä sovelluksilla voidaan mallintaa.

	ARCHICAD	ARCHIFRAME
<b>Rakennusmateriaalit</b>	Laaja valikoima rakennusmateriaaleja	Ensisijaisesti vain puurakentamiseen tarkoitettuja lankkuja ja teräsrunkoja
<b>Objektit</b>	Elementit, kuten seinät ja lattiat, ovat yksittäisiä objekteja. Ei tarkempia tietoja yksittäisistä lankuista tai liitosten geometriasta.	Jokainen yksittäinen lankku määritellään erillisenä objektina. Lankkujen väliset liitokset mallintuvat.
<b>Elementtipiirustukset</b>	Automaattiset elementtipiirrokset seinistä ja lattioista. Kaikki elementit ja lankut kuvina ja luetteloina.	Luo automaattisesti elementtipiirroksen jokaisesta seinästä ja lattiasta. Kaikki elementit ja lankut kuvana ja luettelona.
<b>Huippuominaisuudet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tiimityö</li> <li>– IFC-tuki tiedonvaihtoon muiden ohjelmistojen kanssa</li> <li>– BIMx-mobiilisovellus</li> <li>– Hiilijalanjälkilaskuri</li> <li>– Suora Rhino- &amp; Grasshopper-yhteys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lankku-työkalu</li> <li>– Laajennettu lankku-työkalu</li> <li>– Elementti-työkalu</li> <li>– Ristikkosilta-työkalu</li> <li>– Perustus-piirtotyökalu</li> <li>– Vuorilauta-työkalu</li> <li>– CNC-lähtö</li> <li>– Automaattinen korkeus</li> </ul>

Kuvio 8 Archicadin ja ArchiFramen ominaisuuksien vertailu (ArchiFrame 2024).

ArchiFrame on vakioitunut osaksi VVR Wood Oy:n suunnitteluprosessia. Sen avulla saadaan aikaiseksi rakennuksen tietomalli, elementtijaot, asennus ja valmistuspiirustukset sekä CNC-konetta ohjaavat työstötiedostot. ArchiFrame on auttanut yritystä tarkkuutta vaativien puuelementtien valmistamisessa sekä projektinhallinnassa, kertoo VVR Wood Oy:n hallituksen puheenjohtaja, suunnittelu- ja kehitysvastaava Ville Valve. (ArchiFrame 2021.)

Kaikki rakenteet mitä VVR Wood Oy valmistaa on suunniteltu käyttäen ArchiFramea. Sen mallinnustyökaluja hyödyntämällä voidaan elementtien esivalmistusvaiheessa asettaa rakenneosille työstöt ja merkinnät. Tämä tehostaa elementtien valmistamista sekä asennusta. VVR Wood Oy on tunnistanut ArchiFramen vahvuudeksi sen laajan muokattavuuden sekä joustavuuden erilaisia rakennusprojekteja varten. Automatisaatio on myös yksi vahvuus, kun elementtejä voidaan tuottaa monistamalla sekä tarvittaessa automaattisesti. Tuki reagoi nopeasti ja ArchiFramen jatkuva kehitys antaa uusia ominaisuuksia käytettäväksi. (ArchiFrame 2021.)

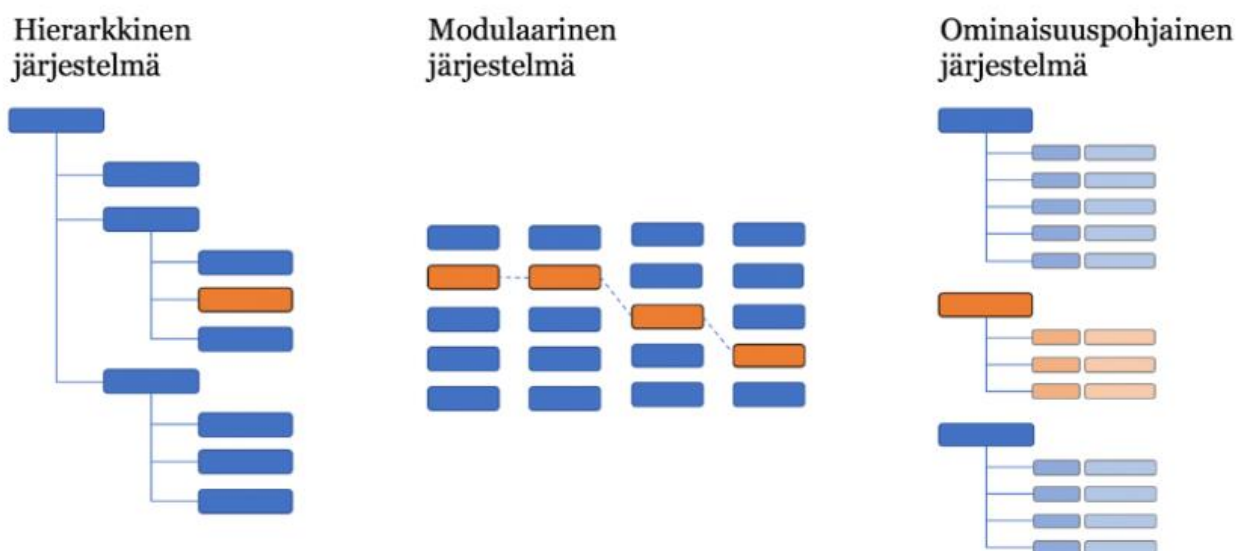


## 6 Nimikkeistö tietomallintamisessa

Rakennus- ja kiinteistöalan digitalisoituminen on kehittynyt vauhdikkaasti. Tietomallien tietosisälön hyödyntämistä on suunniteltu käytettäväksi osana älykästä tiedonsiirtoa, mikä voisi edistää kaupunkimallien käyttöä sekä kaavoitusta. Tämä vaatii sen, että tiedon tulee olla yhdenmukaistettua standardoitujen nimikkeistöjen avulla. Nimikkeistön tarkoituksena on luoda vakioituidut tiedonsiirron menetelmät rakennushankkeen eri osapuolille. (KIRA-digi 2019, 4.)

Nimikkeistöt sisältävät erilaisia luokittelujärjestelmiä, joiden avulla määritellään eri rakennuksen osia, järjestelmät ja työhön kuuluvat osat. Luokittelulla pyritään luomaan loogista ryhmittelyä kolmella eri päämenetelmällä, joita ovat hierarkkinen, modulaarinen ja ominaisuuspohjainen järjestelmä. Hierarkkisessa menetelmässä on otsikonmukaisen nimikkeen alapuolella sille alistettu nimike, jolla voi myös olla sille alistettu nimike. Modulaarinen menetelmä taas mahdollistaa nimikkeiden yhdistelyn, jolloin nimike voi olla alistettu monelle ylätason nimikkeelle, mutta samanaikaisesti vain yhdelle nimikkeelle. Kolmas järjestelmä on ominaisuuspohjainen järjestelmä, joka koostuu pääotsikoista ja niitä täydentävistä ominaisuuksista. (KIRA-digi 2019, 5.)

Kuviossa 9 on esitetty eri luokittelujärjestelmien hierarkiarakenteita.



Kuvio 9 Luokittelujärjestelmien rakenne (KIRA-digi 2019, 5).

Nimikkeistö pitää sisällään luokittelujärjestelmän lisäksi nimikkeistöön kuuluvia yleisiä ominaisuuksia, joilla kuvaillaan rakennuksen tai sen osan materiaaliominaisuuksia, kuormitusluokitusta, lämmöneristävyyssarvoja tai väriä. Yleisien luokitusten lisäksi käytetään yksityiskohtaisempia tuoteominaisuuksia, jotka kuvastavat todellisuudessa käytettäviä tuotteita. (KIRA-digi 2019, 5.)

Tiedon tehokas hyödyntäminen vaatii, että ominaisuustiedot sekä tuoteominaisuudet ovat määritelty nimikkeistössä. (KIRA-digi 2019, 25.) Nimikkeistön on nojattava fyysisesti ja toiminnallisesti toteutettuun mallintamiseen. Tietomallin geometrian muodostavien objektien, eli olioiden täytyy vastata nimikkeistön tietosisältöä, jotta datan voi hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. (KIRA-digi 2019, 26.) Hyvän mallinnustavan saavuttamiseksi, ominaisuudet voidaan linkittää tietomallin sisältämiin objekteihin erillisestä tietolähteestä sen sijaan, että sama ominaisuustieto lisättäisiin useampaan kertaan eri sijaintiin. Näin vältetään tiedon kahdentumiselta. (KIRA-digi 2019, 25.)

## **6.1 Nimikkeistöjen käyttäjät ja kokemukset**

Nimikkeistöjä käyttävät toimijat voi jaotella kolmeksi pääryhmäksi, joita ovat tiedon tuottajat, sen hyödyntäjät sekä palveluntarjoajat (KIRA-digi 2019, 8).

Suunnittelijat ovat pääsääntöisiä tiedon tuottajia, joiden rinnalla ovat rakennustuotanto sekä rakennustuoteteollisuus. Rakennusalan suunnittelijoiden mukaan eri nimikkeistöissä on havaittu eriävyyksiä sekä päällekkäisyyksiä, jotka ovat luoneet haasteita muutoin kohtuullisesti toimivien nimikkeiden käytössä. (KIRA-digi 2019, 8.)

Tiedon hyödyntäjät koostuvat suuremmasta kokonaisuudesta, johon kuuluvat työmaa ja tuotanto, määrälaskijat, tilaajat, viranomaiset, huolto sekä ylläpito. Näiden toimijoiden mukaan tiedon tulkitseminen tapahtuu manuaalisesti. Tämä johtaa siihen, että tiedon täysi potentiaali jää hyödyntämättä nimikkeistöjen epäjohdonmukaisuuden takia. (KIRA-digi 2019, 8.)

Ohjelmistovalmistajista sekä palveluntarjoajista muodostuva kolmas ryhmä on havainnut epäjohdonmukaisten nimikkeistöjen heikentävän tiedonhallintaa sekä luovan lisätyötä (KIRA-digi 2019, 9).

## 6.2 Puuelementin nimikkeistö ja luettelo-ohje

Puurakenteiden tietomallintamisessa on ilmennyt puutteita sen vakioinnissa. Vakioinnin puutteet korostuvat erityisesti, kun puurakenteiden suunnitteluun käytettävistä tiedonsiirron standardeista sekä yhteisistä käytännöistä ei ole luotu vakioitua ohjeistusta. Alalla ei ole ollut virallista komponenttien nimeämishjeistusta, mikä tekee puutuotteita sisältävän tietomallin tiedonhallinnan haasteelliseksi tuoteryhmän laajuuden takia. Esimerkiksi betonirakentamiseen verrattuna tuotekoonpano on yksinkertaisempi kuin puurakentamisessa. (Jansson 2023.) Puun materiaaliominaisuuksien laajuus hankaloittaa sen ominaisuuksien sisällyttämistä tuotetieto-objektin ominaisuuskentässä verrattuna muihin rakennusmateriaaleihin. Tämä näkyy esimerkiksi puun syysuunnan merkitsemisessä ominaisuustietokentässä, ja siinä kuinka tietomalliobjektin visuaalinen esitys toteutetaan rakenteen jäädessä näkyviin. (Mäkeläinen ym. 2021, 7.)

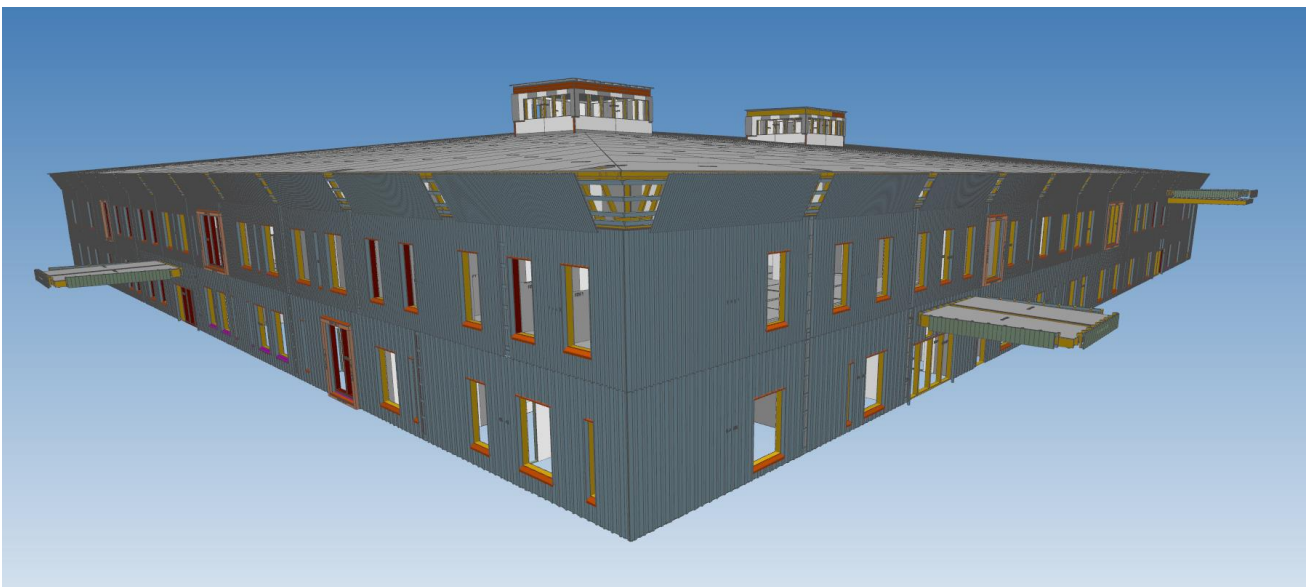
Suomessa tietomallintamista ohjaa yleiset tietomallivaatimukset, jotka ovat puurakentamisen osalta puutteelliset. Kuitenkin puurakenteiden tietomallintajat ovat hyödyntäneet itse laadittuja tai sovittuja ohjeita osana tietomallipohjaista hanketta. (Mäkeläinen ym. 2021, 3.) Vakioinnin puuttumisen myötä puurakenteisien kohteiden mallintaminen on hitaampaa ja niiden kilpailuttaminen on myös haasteellisempaa. Tämä aiheuttaa myös ristiriitoja tietomallin sisältämien tietojen oikeellisuudessa ja heikentää mahdollisuuksia hyödyntää tietomallia päätöksentekoihin sekä automatisoituihin tiedonhallintamenetelmiin. (Mäkeläinen ym. 2021, 23; Jansson 2023.)

Puutuoteteollisuus ry on julkaissut vuoden 2023 loppupuolella Puuelementin nimikkeistö- ja luettelo-ohjeen, jonka tarkoituksena on yhdenmukaistaa rakennus- ja kiinteistöalan eri osapuolien käyttämiä menetelmiä puurakenteiden tietomallintamisessa. Nimikkeistö- ja luettelo-ohje luo vakaan pohjan ja määrittää edellytykset paremman tuottavuuden saavuttamiseksi. (Jansson ym. 2023, 4.)

Nimikkeistön sisältö määrittelee puurakenteita sisältävän tietomallin tunnistus- sekä identiteettitietoja, kuten kokoonpanon tai komponentin tunnus- sekä sijaintitietoja asennuslohkolla. Ohje antaa edellytykset geometrisille ominaisuuksille, kuten leveydelle, korkeudelle ja pituudelle sekä laskeville suureille, joita ovat esimerkiksi paino ja pinta-ala. Myös eri materiaalien laatuominaisuuksia sekä vaatimuksia on määritetty, kuten palonkestoluokitus, pintakäsittely, lujuusluokka ja käyttöluokka. (Jansson ym. 2023, 1.)

## 7 Nimikkeistön käyttöönotto

Tässä luvussa käsitellään nimikkeistön sisältämien ominaisuuksien käyttöönottoa osana yrityksen suunnitteluprosessia. Työn suorittamiseen käytettiin kuviossa 10 VVR Wood:n toteuttamaa kohdetta Tiistilän koulu ja päiväkotia, jossa tarkastelu kohdistuu yksittäiseen ulkoseinäelementtiin. Testimalli mahdollisti tiedonsiirron oikeellisuuden tarkastamisen, kun ominaisuuksia lisättiin ArchiCAD-suunnitteluohjelmistoon. Työssä käytettiin myös erillistä IFC-lukuohjelmaa, BIMcollab ZOOMia, jolla pystyi tarkastelemaan IFC-tiedoston sisältöä, sekä ArchiCAD-ohjelmiston opiskelijalisenssiä.



Kuvio 10 Tiistilän koulu ja päiväkotia, ArchiCAD-testimalli

### 7.1 Rajapintatarkastelu

Työ alkoi kartoittamalla tiedonsiirron rajapinnat yrityksen suunnitteluprosessissa. Yrityksen suunnitteluprosessissa tietomallin ominaisuuksia hyödynnetään suunnittelun aloitusvaiheen määrälaskennassa, jonka mukaan tehdään tuotantoa varten alustavat materiaalivaraukset, kuten kipsilevyt, ääneneristyskumit ja puumateriaalit. Tietomallista tuotetaan suunnitelmat, kuten asennusjärjestys, elementtipiirustukset ja detaljipiirustukset, joita tuotanto hyödyntää suunnittelun aloituksesta toteutukseen saakka. Näin tiedonsiirto näkyy yrityksen sisäisen suunnittelun ja tuotannon välillä.

Yrityksen sisäisen suunnittelun sekä ulkoisen suunnittelun välillä tietomallia hyödynnetään tiedon yhteensovittamiseen eri suunnittelualojen välillä. Näiden alojen tietomalleja ovat esimerkiksi LVIS-, rakenne- ja arkkitehtisuunnittelu. Tietomallin sisältämiä ominaisuuksia käytetään suunnitelmien yhdenmukaistamiseksi ja niitä on uudelleen määritelty hankekohtaisesti. Näitä ominaisuuksia ovat olleet esimerkiksi elementin lohkotieto, suunnittelun valmiusaste ja elementin tunnus. Tämän rajapintatarkastelun tiedonsiirto on edelleen vakioimatonta, ja tässä PuuBIM-nimikkeistön tietosisältöä voitaisiin hyödyntää.

Kartoituksessa selvisi, että tiedonsiirron rajapinnat kohdistuvat sekä yrityksen sisäisen suunnittelun ja tuotannon väliseen, että sisäisen suunnittelun ja ulkopuolisen suunnittelun väliseen tiedonsiirtoon. Päätimme toimeksiantajan kanssa keskittyä sisäisen suunnittelun ja ulkopuolisen suunnittelun välillä tapahtuvaan tiedonsiirron kehittämiseen julkaisuvaiheessa. Tämä tarkoittaa tiedonsiirron vakiointia, joka poistaa projektikohtaisen tietosisällön määrittämisen suunnittelun alkuvaiheessa.

## **7.2 Ominaisuuksien valinta**

Työn seuraavana vaiheena oli tutkia PuuBIM-nimikkeistön määrittämät ominaisuudet ja valikoida niistä tarpeelliseksi osoittautuvat, joista tein ehdotuksen toimeksiantajalle. Toimeksiantajan kanssa valitsimme hyödynnettävistä ominaisuuksista ne, jotka palvelevat mahdollisimman tehokkaasti yrityksen tiedonsiirtoa.

Työssä ei otettu käyttöön kaikkia nimikkeistön sisältämiä ominaisuuksia kerralla, vaan poimittiin suunnittelutyön kannalta oleellimmat ominaisuudet. Tämä mahdollistaa kehitystyön jatkamisen myöhempänä ajankohtana. Taulukossa 1 on esitetty valitut ominaisuudet nimikkeistöstä.

VVR IFC EXPORT v1.0				
PuuBim Luokitus	Ominaisuusryhmä	Kohta	Ominaisuus	Esim
Tunnistaminen ja identiteetti	PuuBIM		1.2 Kokoonpanon tunnus	HR-A-101
	PuuBIM		1.3 Komponentin tunnus	T-HR-A-06
	PuuBIM		1.8 GUID	0C58s8norByBesaaV2QocR
	PuuBIM		1.9 Juokseva numero (ACN)	HR-A-101/01
	PuuBIM		1.10 Asennuslohko	Lohko-A
Geometria	PuuBIM		2.4 Leveys	8000 mm
	PuuBIM		2.5 Pituus	12000 mm
	PuuBIM		2.8 Korkeus	3000 mm
Laskettavat suureet	PuuBIM		3.2 Paino	3500 kg
	PuuBIM		3.3 Elementin pinta-ala	24 m2
Laatuominaisuudet ja vaatimukset	PuuBIM		7.1 Materiaali	GL30C
	PuuBIM		7.7 Palonkestoluokitus	REI60
	PuuBIM		7.8 Pintakäsittely	Palosuojamaalattu
Suunnitelma	PuuBIM		8.1 Päivämäärä	12.12.2023
	PuuBIM		8.2 Revisiotunnus	A
	PuuBIM		8.3 Muutospäivämäärä	13.12.2023
	PuuBIM		8.4 Muutos	Lisätty tolppa
Aikataulutus ja statustiedot	PuuBIM		9.2 Suunnitelmien valmiusastetatus	10_Valmis

Taulukko 1 PuuBIM:n valitut ominaisuudet

### 7.3 Ominaisuuksien tietosijainti

Ominaisuuksille on joko olemassa oleva tietosijainti, jota voidaan hyödyntää, tai sille on määritettävä ehto, joka muodostaa nimikkeistön mukaisen ominaisuustiedon. Ominaisuustieto voi löytyä Archicadin tai ArchiFramen sisältämistä parametreista. Taulukkoon 2 on merkitty, mistä nimikkeistön mukainen ominaisuus löytyy työn aloitushetkellä, käyttäytykö ominaisuus automaattisesti vai vaatiiko se manuaalista työtä, mikä ominaisuuden nimi on ohjelmistossa sekä onko sen sisältämä tieto toteutettavissa. Punaisella merkittyjen ominaisuuksien toteutus ei ollut kartoitusvaiheessa mahdollista, mikä aiheutti tarkempaa tutkimusta kehitystyön toteuttamiseksi.

Ominaisuus	Esim	Löytyy tällähetkellä AC/AF	Toiminto	Ominaisuus AC/AF	Toteutus
Kokoonpanon tunnus	HR-A-101	AF	Manuaalinen	AC Elementin ID	ok
Komponentin tunnus	T-HR-A-06	AF	Automaattinen	AF objekin parametri	ok
GUID	0C58s8norByBesaaV2QocR	AC	Automaattinen	AC IFC ID	ok
Juokseva numero (ACN)	HR-A-101/01	AF	Manuaalinen	AC Elementin ID	ok
Asennuslohko	Lohko-A	AC	Automaattinen	AC Liittyvä vyöhykkeen nimi	ok
Leveys	8000 mm				
Pituus	12000 mm	AC/AF	Automaattinen	AF objekin parametri	ok
Korkeus	3000 mm	AC/AF	Automaattinen	AF objekin parametri	ok
Paino	3500 kg				
Elementin pinta-ala	24 m2				
Materiaali	GL30C	AF	Automaattinen	AF objekin parametri	ok
Palonkestoluokitus	REI60	AC	Manuaalinen	AC Alasvetovalikko	ok
Pintakäsittely	Palosuojamaalattu	AC	Manuaalinen	AC Pintamateriaali	ok
Päivämäärä	12.12.2023	AC	Manuaalinen	Manuaalinen	ok
Revisiotunnus	A	AC	Manuaalinen	Manuaalinen	ok
Muutospäivämäärä	13.12.2023	AC	Manuaalinen	Manuaalinen	ok
Muutos	Lisätty tolppa	AC	Manuaalinen	Manuaalinen	ok
Suunnitelmien valmiusastetatus	10_Valmis	AC	Manuaalinen	AC Liittyvä vyöhykkeen numero	ok

Taulukko 2 PuuBIM:n ominaisuuksien kartoitus

## 7.4 IFC-kääntäjän määrittäminen

Ennen IFC-tiedoston julkaisua tulee Archicadiin määrittää IFC-kääntäjän asetukset. Kääntäjässä voidaan määritellä julkaisuvaiheen tiedostomuoto, mallissa näkyvät objektit, geometriamuunnos, ominaisuuksien viitoitus, datamuunnos ja yksikkömuunnos.

Kääntäjän IFC-tiedostomuotona käytetään tällä hetkellä yleisintä käytössä olevaa IFC 2x3:a, joka on julkisessa rakentamisessa määritetty vähimmäisarvo käytettävistä tiedostomuodoista (YTV, osa 1). IFC 2x3-tiedostomuodossa on mallinäkyviä, joiden avulla IFC-mallin tietosisältöä voidaan suodattaa ja hyödyntää eri tarpeisiin. Coordination View version 2.0 on yleisin käytetty mallinäkyvä, jota hyödynnetään eri suunnittelijoiden väliseen mallien vaihtamiseen. (Kolari 2021, 15.) Kääntäjässä käytetään mallinäkyvää Coordination View version 2.0. Kääntäjän geometriamuunnoksessa käytetään täsmällistä geometriaa BREP (Boundary Representation). BREP on tarkka ja parametri- ton geometriamuunnos, jonka elementtejä ei voi jatkomuokata. Geometriaan tallentuvat mallin komponenteissa käytetyt värit sekä komponenttien väliset liitokset. (Geometry conversion for IFC Export n.d.)

Ominaisuuksien viitoituksesta voidaan määrittää nimikkeistön sisältämät ominaisuudet IFC-kääntäjään (Liite 1). Tätä varten luodaan uusi ominaisuusjoukko (property set) PuuBIM. Ominaisuusjoukon sisältämät ominaisuudet kohdennetaan IFC-tiedoston yksilötyypeille (entities) (Kolari 2021, 25).

Yksilötyypit muodostuvat IFC-malliin usein oikein ilman lisämäärittelyjä, jolloin ohjelmisto tunnistaa yksilötyypin automaattisesti. Esimerkiksi porrastyökalulla mallinnettu portaikko saa yksilötyypin IfcStair ja kattotyökalulla mallinnettu kattorakenne saa yksilötyypin IfcRoof. (BIM base IDS n.d.) Tämä edellyttää oikeiden mallinnustyökalujen käyttämistä niille soveltuville rakenteille. Esimerkiksi seinätyökalulla mallinnetaan seiniä ja laattatyökalulla laattoja. Mallinnettavat komponentit, joille kohdentuvia loogisia työkaluja ei ole olemassa, käytetään mukautettuja mallinnusmenetelmiä. Mukautettu mallinnusmenetelmä ja sitä koskevat poikkeamat tulee sisällyttää tietomalliselostukseen. (YTV, osa 1.)

ArchiFramella mallinnettuja rakennusosia ja niiden komponentteja ei mallinneta käyttämällä Archicadin natiiveja mallinnustyökaluja, jolloin komponentit eivät saa niiden mukaisia IFC-

yksilötyyppejä. Tällöin ArchiFramella mallinnetuille rakennusosille IFC- yksilötyypiksi tulee IfcBuildingElementProxy, joka koskee jokaista ArchiFramella mallinnettua komponenttia. Tämä johtaa siihen, että jokainen komponentti saa PuuBIM-nimikkeistön mukaan määritellyn ominaisuuden IFC-mallin julkaisussa, mikäli komponentille on tällainen ominaisuus viitoitettu kääntäjän asetukseen.

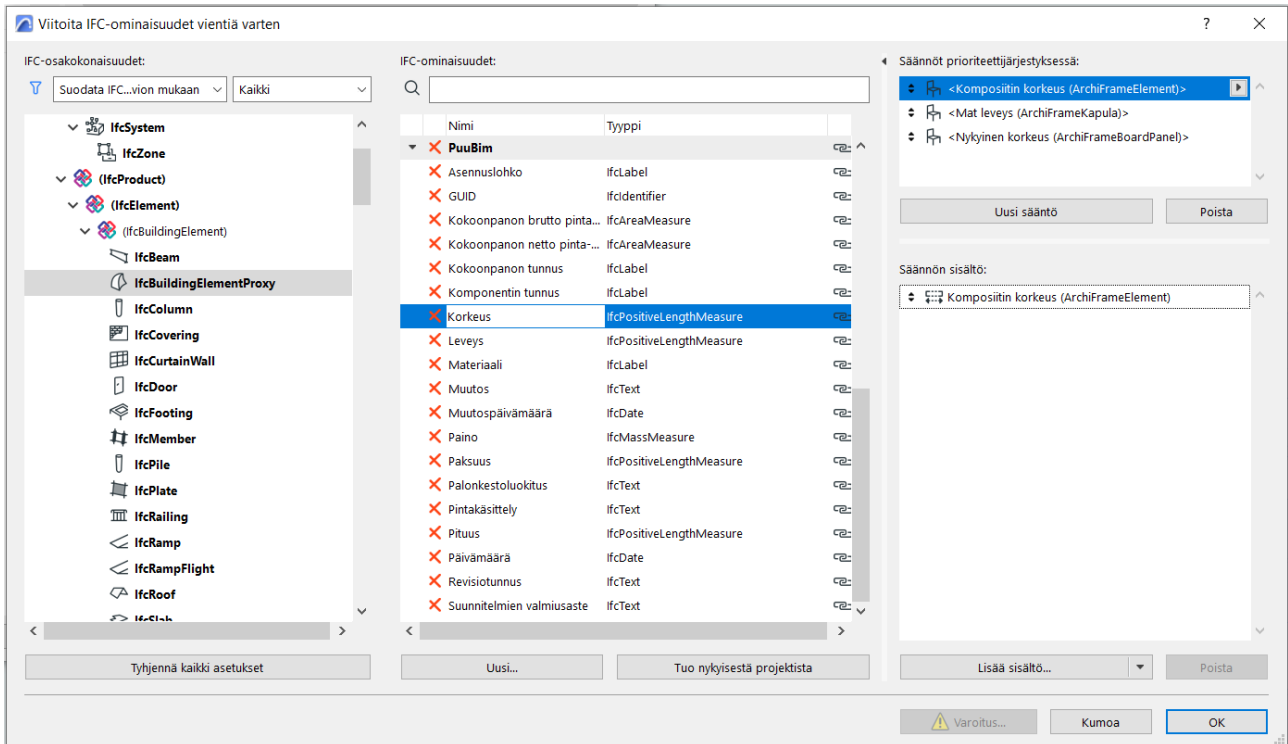
IfcBuildingElementProxy on yksilötyyppi, joka kuvaa rakennusosaa tai komponenttia, jolle ei ole määritelty sille kuuluvaa rakennustyyppiä. Tätä yksilötyyppiä tulee käyttää rakennuskomponenteille, joilla ei vielä ole nykyisen IFC-standardin mukaista semanttista määrittystä. (BuildingSMART International n.d.)

Ominaisuusjoukon sisältö muodostuu ominaisuuksista, ominaisuustyypeistä (property type) sekä niiden arvotyypeistä (value type). Ominaisuustyyppi määrittelee ominaisuuden sisältöä, ja onko kyseessä esimerkiksi yksittäinen numeroitu arvo, luetteloitu arvo vai lista-arvo. Arvotyyppillä voidaan määrittää, onko ominaisuus esimerkiksi pituusmitta, tunnus, pinta-ala vai merkkijono. (Create New, Custom IFC Property n.d.)

Tyypimääritysten jälkeen ominaisuudelle annetaan tarkoituksenmukainen nimi ja luodaan viitotussääntö (mapping rule) kääntäjän asetukseen (Kłos 2021). Kuviossa 11 on esitetty, kuinka viitotussääntöihin voidaan asettaa Archicad- ja ArchiFrame-parametrejä IFC-kääntäjän sisällä. Viitotussäännöllä muodostetaan ominaisuuden varsinainen tietosisältö.

IFC-mallin tietosisältö on muodostettava siten, että komponenteille määrittyy nimi ja tyyppi sekä sijaintitiedot, eli mihin rakennukseen se kuuluu ja mihin kerrokseen komponentti on sidottu. Näiden tietojen on siirryttävä IFC-tiedonsiirron mukana oikein kappaleen geometrian mukana. (YTV, osa 5.)





Kuvio 11 IFC-ominaisuuksien viitoitus

## 7.5 Käytettävien ominaisuuksien lisääminen

Tässä osiossa kuvaillaan, kuinka valitut ominaisuudet sisällytetään IFC-kääntäjään. Osa ominaisuuksista vaati enemmän selvittämistä kuin toiset ja näiden ominaisuuksien lisäämisestä on kerrottu yksityiskohtaisemmin.

Osa ominaisuuksista vaati objektien parametrien koodaamista sekä uuden ohjelmistoversion, jonka toteutti ArchiFrame-ohjelmiston kehitysvastaava, toimitusjohtaja Petteri Heiskari. Sovimme erillispalaverissa lisättävät parametrit, jotta halutut ominaisuudet voitiin toteuttaa.

### 7.5.1 Tunnistaminen ja identiteetti

#### Kokoonpanon tunnus

Kokoonpanolle asetettu tyyppitunnus (prefix) ja tämän sarjanumero muodostavat yhdessä kokoonpanon tunnuksen. Tyyppitunnus määrittää kokoonpanon käyttötarkoituksen. Kokoonpanon

tunnukseen voidaan sisällyttää myös rakennuksen lohkotieto, esimerkiksi HR-A-101, missä HR kuvaa rakenteen tyyppitunnusta, kirjain A rakennuksen lohkotietoa ja numero 101 sarjanumerointia. (Ylinen 2023, 6.) Sarjanumeron ensimmäinen aloittava numero kertoo kokoonpanon kerroskohtaisen sijainnin. Kuviossa 12 on esitetty seinäkokoonpanojen tyyppitunnukset.

### KOKOONPANO

ULKOSEINÄELEMENTTI  
VÄLISEINÄELEMENTTI

### ASSEMBLY

EXTERIOR WALL ELEMENT  
INTERIOR WALL ELEMENT

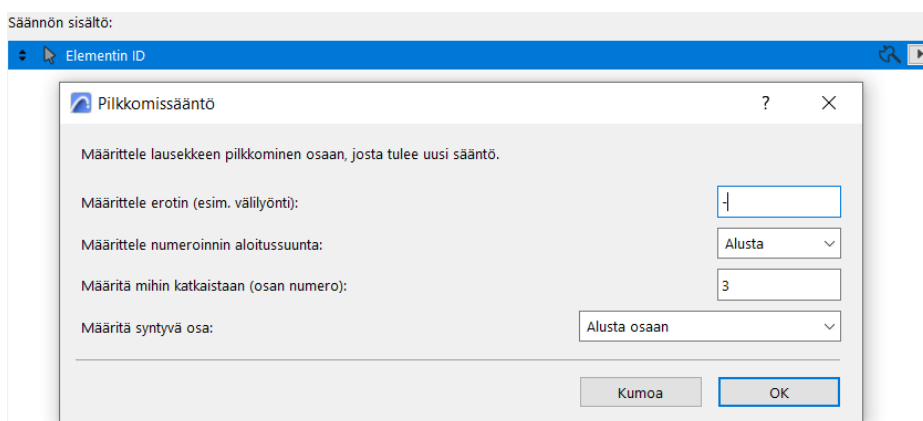
### PREFIX

HR  
HV

Kuvio 12 Kokoonpanojen tunnukset (Jansson ym. 2023, 33).

Haluttu kokoonpanon tunnus annetaan ArchiFramella mallinnetulle seinäkokoonpanolle tunnus-työkalulla. Tällä työkalulla tunnus voidaan asettaa usealle elementille samanaikaisesti. Työkalu tekee yksilöidyn sarjanumeroinnin elementtikohtaisesti, esimerkiksi HR-A-101 ja HR-A-102. Tunnuksen antamisen jälkeen elementti kapuloidaan, joka tarkoittaa sitä, että elementti saa elementtityypin sekä asetusten mukaiset komponentit yksilöidyillä tunnuksilla. Esimerkiksi runkotalppa voi saada tunnuksen HR-A-101-06.

IFC-kääntäjän asetuksiin määritellään sääntö, jonka sisältönä on Archicad-ominaisuus Elementin ID. Kokoonpanon tunnus voidaan eritellä komponentin yksilöidystä osanumerosta viitoitussäännöllä. Kuviossa 13 on luotu pilkkomissääntö, joka katkaisee elementin tunnuksen haluttuun merkkiin ja luo lopullisen tunnuksen. Näin saadaan tunnus, joka kuvastaa vain siihen liittyvää kokoonpanoa HR-A-101 (Liite 2).



Kuvio 13 Archicadin pilkkomissääntö

## Komponentin tunnus

Komponentin rakenneosan tyyppitunnus (prefix) sekä osan sarjanumero muodostavat komponentin tunnuksen. Kokoonpanon tunnus voidaan lisätä täydentäväksi tiedoksi osana komponentin tunnusta. (Jansson ym. 2023, 6.) Kuviossa 14 on esitetty komponenttien kohdennetut tyyppitunnukset kokoonpanon eri rakenneosille. Esimerkiksi komponentin tunnuksessa, T-HR-A-06, T on tyyppitunnus, HR-A kokoonpanon tunnus ja 06 komponentin sarjanumero.

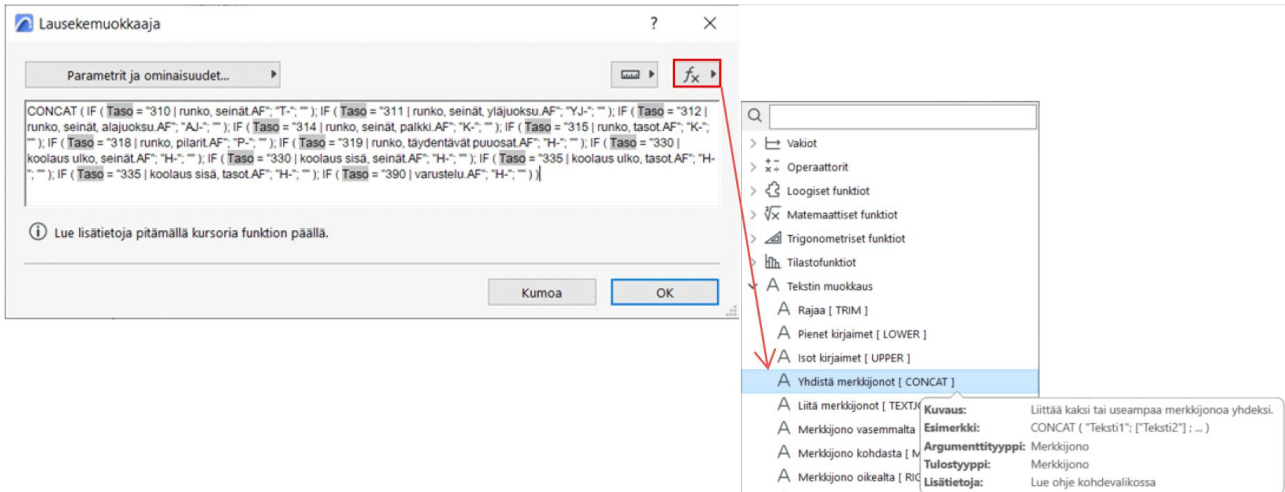
<b>OSA</b>	<b>PART</b>	<b>PREFIX</b>
RUNKOTOLPPA	STUD	T
ALAJUOKSU	BOTTOM WOOD/CHORD	AJ
YLÄJUOKSU	TOP WOOD/CHORD	YJ
PALKKI	BEAM	K
PILARI	COLUMN	P
TÄYDENTÄVÄT PUUOSAT	SUPPLEMENTARY MEMBERS	H

Kuvio 14 Komponenttien tyyppitunnukset (Jansson ym. 2023, 34).

ArchiFramen kapuloinnin seurauksena komponentti saa edellä mainitun esimerkin mukaisen yksilöidyn tunnuksen HR-A-101-06. Tähän tunnukseen halutaan lisätä komponenttia vastaava tyyppitunnus (prefix) kuvion 14 mukaisesti sekä poistaa elementin sarjanumerointi.

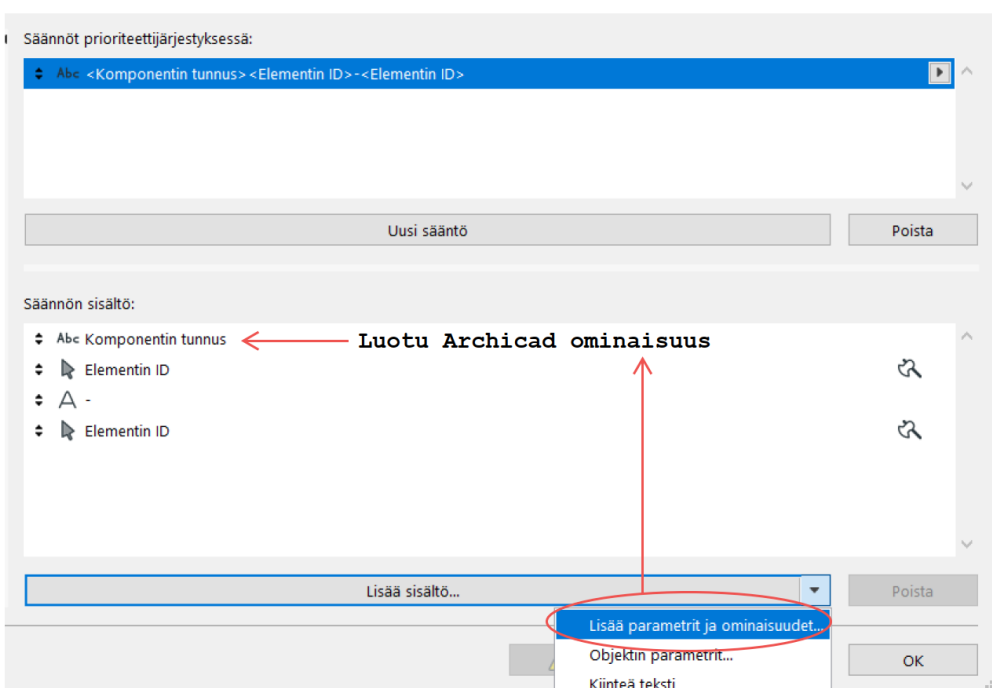
Tyyppitunnus voidaan määrittää komponentille tasokohtaisesti. Tätä varten määritetään tarvittaessa uudet tasot niille komponenteille, joille tarvittavaa tasoa ei ole vielä määritelty. Esimerkiksi täydentäville puuosille luodaan uusi taso, jonka nimi on 319 | runko, täydentävät puuosat.AF.

Tyyppitunnuksen lisäämistä varten luodaan uusi Archicad-ominaisuus ominaisuuksien hallinnasta. Ominaisuudelle määritetään lauseke (expression) kuvion 15 mukaisesti. Lausekkeessa on yhdistetty useampaa ehtolauseketta CONCAT-toiminnolla. Ehtolausekkeen toteutuessa, komponentti saa tasokohtaisesti tyyppitunnuksen (prefix). Esimerkiksi, jos komponentti on tasolla 310 | runko, seinät.AF, se saa tunnuksen T, joka tyyppitunnusohjeistuksen mukaan viittaa runkotolppaan. Jos ehto ei toteudu, tyyppitunnus ei saa arvoa. Lausekkeeseen on määritelty jokaista komponenttia vastaava tyyppitunnus tasokohtaisesti kuvion 15 mukaan. Ominaisuuden toiminnan varmistamiseksi tulee noudattaa huolellisuutta, jotta mallinnettavat komponentit ovat oikeilla tasoilla.



Kuvio 15 Archicad-lausekemuokkaaja

Ominaisuuksienhallinnassa määritelty uusi ominaisuus, komponentin tunnus, voidaan nyt tuoda osaksi IFC-kääntäjän viitoitussääntöjä, joissa määritellään lopullinen komponentin tunnus kuvion 16 mukaisesti. Luotu ominaisuus antaa tyyppitunnuksen T, jonka jälkeen käytetään Archicad-ominaisuutta Elementin ID. Ominaisuudelle asetetaan pilkkomisääntö, joka muodostaa tunnuksen kokoonpanon tyyppitunnuksesta, asennuslohkosta sekä komponentin sarjanumerosta. Näin ominaisuuksien yhdistelyllä ja pilkkomisella saavutetaan komponentin tunnus. (Liite 2).



Kuvio 16 Komponentin tunnus -viitoitussääntö

## GUID

GUID (globally unique identifier) on yksilöity numerointi, jonka mallinnusohjelma tuottaa mallinnetulle komponentille. Numerointi on tunniste, jonka tulee säilyä samanlaisena projektin alusta loppuun saakka eri suunnitteluohjelmien tiedonsiirron välillä. (Jansson ym. 2023, 7.) GUID-tunnuksen säilyttäminen samana projektin alusta loppuun tulee huomioida mallinnuksessa käytettävissä menetelmissä. Mahdollisuuksien salliessa on suositeltavaa muokata jo olemassa olevaa rakennusosaa sen poistamisen tai uuden kappaleen luomisen sijaan. (YTV, osa 3.)

Yksilöity GUID-numerointi saadaan viitoitettua IFC-kääntäjään Archicad-ominaisuudella Archicad IFC ID. Ominaisuus asetetaan viitoitussäännön sisällöksi, jolloin IFC-mallin julkaisussa jokainen mallin komponentti saa GUID-tunnuksen (Liite 2).

## Juokseva numero (ACN)

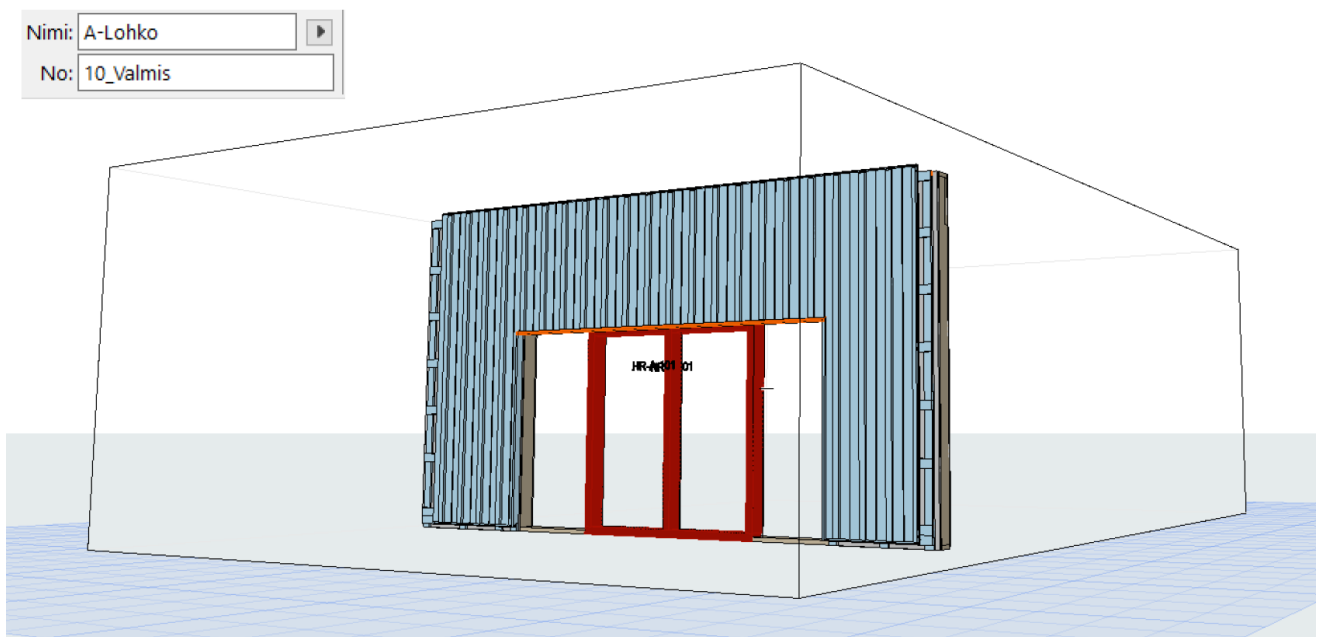
Juokseva numero ACN on yksilöity numerointimenetelmä, jota voidaan käyttää useammalle samanlaiselle elementille. Näin samanlaisia elementtejä voidaan luoda yksilöidyllä tunnuksella. Suositeltu menetelmä on antaa eri tyyppitunnuksille yksilöidyt numerosarjat. Esimerkiksi ulkoseinän tyyppitunnukselle HR annetaan tunnus väliltä 1000–1999 ja väliseinälle HV väliltä 2000–2999. (Jansson ym. 2023, 7–8.)

Edellä mainittu menetelmä on ohjeistuksen mukainen suositus, jota voi käyttää. Mallinnusteknisistä syistä tässä kehitystyössä käytetään samanlaisille elementeille lisänumerointia. Kokoonpanon tunnusta täydennetään jatkuvalla numeroinnilla alkaen /01, jolloin lopputulokseksi saadaan esimerkiksi HR-A-101/01. Numerointi 01 kuvastaa ensimmäistä kopiota alkuperäisestä kokoonpanosta.

## Asennuslohko

Kokoonpanot ja komponentit sidotaan rakennuksen lohkojaon mukaisesti lohkoon, jos sellainen on projektissa erillisesti määritelty (Jansson ym. 2023, 8). Lohkotieto tulee määrittää rakennemalliin siten, että tieto siirtyy IFC-tiedonsiirron yhteydessä (YTV, osa 5).

Asennuslohko voidaan määritellä komponenteille Archicad vyöhyke -työkalun (zone) avulla, jota käytetään tyypillisesti tilojen määrittämiseen. Tässä opinnäytetyössä vyöhyketyökalua hyödynnetään rakennuksen lohkojaon muodostamiseksi. Vyöhyke mallinnetaan lohkojaon mukaisesti siten, että mallin komponentit ovat vyöhykkeen sisällä, kuten kuviossa 17 on esitetty. Rajoitteena vyöhykettä mallinnettaessa on vyöhykkeen määrittäminen kerroskohtaisesti. Vyöhyke ei osaa lukea useamman kerroksen välille mallinnettuja komponentteja, vaan se lukee vain sijaintikerrokseen mallinnetut kappaleet.



Kuvio 17 Lohkojako vyöhykkeellä

Seuraavaksi vyöhykkeelle määritetään lohkojako vastaava nimi, esimerkiksi A-Lohko tai B-Lohko. Kun lohkon nimi on asetettu, IFC-kääntäjään luodaan viitoitussääntö asennuslohko-ominaisuuden alle. Viitoitussäännössä käytetään Archicad-parametria nimeltä Liittyvä vyöhykkeen nimi, jonka avulla saadaan lopullinen asennuslohkotieto. (Liite 2).

Vyöhykkeen tulee olla sijoitettuna tasolle, joka on jatkuvasti näkyvässä. Jos taso piilotetaan IFC-julkaisuvaiheessa, komponentit eivät saa asennuslohkon mukaista tietoa. Tämä voidaan kiertää 3D-näkymässä näytettävien elementtien asetuksilla, joilla voidaan valita mitkä elementit näkyvät

3D-mallissa. Vyöhykkeet voidaan asettaa näkymättömiksi, kun lohkojako on suoritettu suunnitelmien mukaisesti. Näin vyöhyke ei ole tiellä 3D-näkymässä työskenneltäessä ja asennuslohkotieto tallentuu komponenteille oikein.

### **Suunnitelmien valmiusaste**

Suunnitelman valmiusasteella kuvataan mallin kokoonpanon tai komponentin valmiustasoa. Valmiusastetta kuvaillaan arvoilla 01–09, jotka ovat vapaasti määriteltävissä olevia valmiusasteita. Arvolla 10\_Valmis kuvaillaan valmista, julkaisukelpoista elementtiä tai piirustusta, ja arvo 11\_Muutunut kuvailee piirustukseen tai elementtiin viittaavaa muutosta. (Jansson ym. 2023, 30.)

Suunnitelmien valmiusaste tulee esittää tietomallissa tai osana tietomalliselostusta (YTV, osa 5).

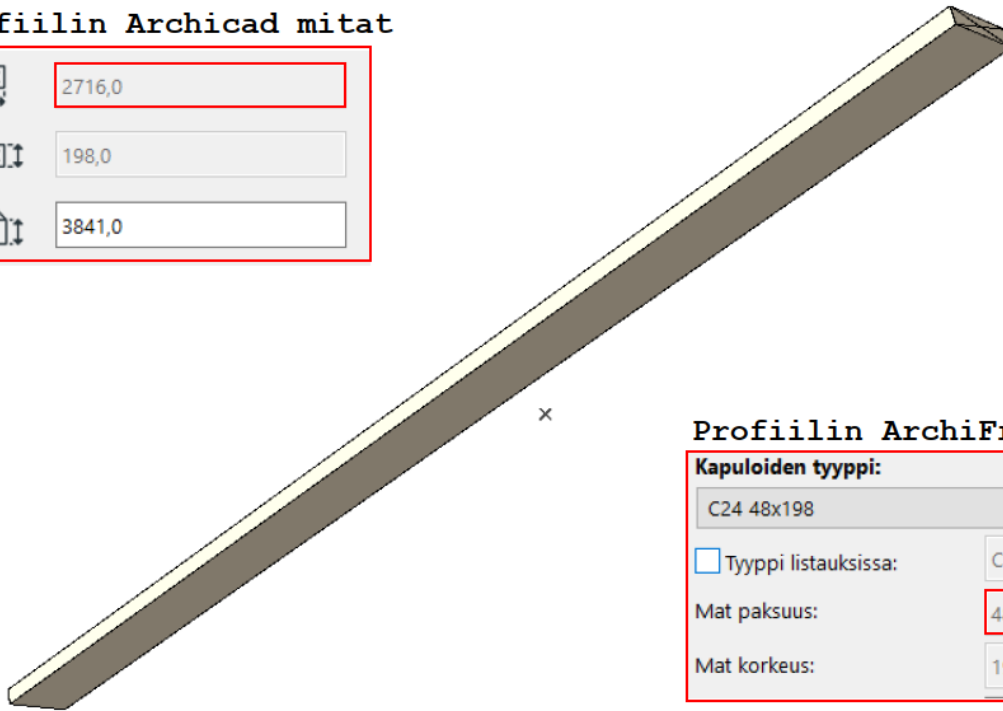
Suunnitelman valmiusasteen määrittämisessä käytetään vyöhykkeen numeroa. Kuvion 17 mukaisesti vyöhykkeen numeroon on asetettu lohkon valmiusastetta kuvaava arvo, esimerkiksi 10\_Valmis. Nimikkeistön mukaiset, vapaasti määriteltävät arvot 01–09 sovitaan projektikohtaisesti. IFC-kääntäjässä luodaan viitoitussääntö Suunnitelman valmiusaste -ominaisuuden alle. Viitoitussääntön ominaisuutena käytetään Archicad-ominaisuutta Liittyvä vyöhykkeen numero, joka antaa oikean valmiusasteen arvon asennuslohkokohtaisesti (Liite 2). Valmiusaste asetetaan lohko-kohtaisesti elementeille, jotta säästytään yksittäisten arvojen määrittämiseltä.

### **7.5.2 Geometria**

Komponentin geometrisen tiedon määrittämisessä tutkittiin erilaisia mallinnusteknisiä tilanteita, joissa elementin runko voi olla kallistettu, kuten kuvion 10 mukaisessa räystäsrakenteessa. Tätä varten luotiin ArchiFrame 48x198 C-24 testikapula, jota kallistettiin tavanomaisesta pystysuorasta kulmasta määrittelemättömään kulmaan. Seurauksena ilmeni, että Archicad käsittelee komponentin geometriaa epäjohdonmukaisesti, minkä takia ominaisuuden viitoituksessa on käytettävä ArchiFrame-parametreja. Kuviossa 18 on esitetty testikapulan profiilin mittojen poikkeamat.

### Profiilin Archicad mitat

	2716,0
	198,0
	3841,0



### Profiilin ArchiFrame mitat

<b>Kapuloiden tyyppi:</b>	
C24 48x198	
<input type="checkbox"/> Typpi listauksissa:	C24 48x198
Mat paksuus:	48,0
Mat korkeus:	198,0

Kuvio 18 Kapulan mitat

### Leveys (b)

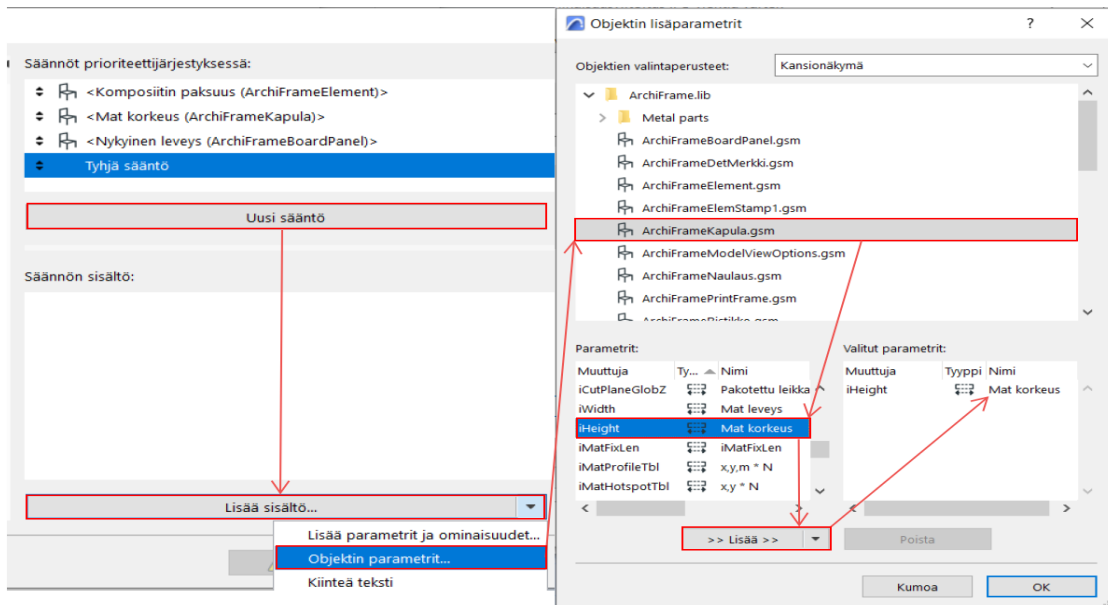
Kun mallinnetaan kokoonpanoa tai komponenttia, voi leveyden määrittellä eri tavoin. Komponenttien leveys määrää komponentin profiilin leveyden, jolloin leveysuuntainen akseli on samansuuntainen kuin komponentin pidempi sivu. (Jansson ym. 2023, 9.)

Tässä opinnäytetyössä leveys kuvastaa komponentin profiilin pidemmän sivun mittaa sekä seinäkoonpanon kokonaisrakennepaksuutta, johon sisältyy jokainen elementin rakennekerros.

Elementin rakennekerrosten kokonaispaksuutta kuvaavaa mittatietoa ei ollut olemassa ArchiFramen objektin parametreissa. Tämä olisi tarkoittanut sitä, että elementin paksuutta ei voi viitoittaa ominaisuudelle. ArchiFramen kehitysvastaava Petteri Heiskari kuitenkin toteutti kyseisen parametrin, AF Komposiitin paksuus (ArchiFrameElement), joka mahdollisti ominaisuuden toteuttamisen (Liite 2).



Seuraavaksi kääntäjän asetuksiin luotiin uusi viitoitussääntö, johon asetettiin objektin parametri. Kyseessä on ArchiFramen kapulan parametri, jonka sijainti tulee paikantaa erikseen. Käyttämällä ArchiFramen parametreja viitoitussäännössä, saadaan todenmukainen ominaisuustieto leveydelle, vaikka komponentti olisi kallistettu. Leveysominaisuus viitoitetaan samalla elementin levy- sekä kapulakomponentin leveydelle kuvion 19 mukaisesti. Mallia tarkasteltaessa saa jokainen objekti parametria vastaavat ominaisuustiedot, mikäli parametri on olemassa (Liite 2).



Kuvio 19 Viitoitussääntö objektin parametreille

## Korkeus (*h*)

Myös korkeuden voi määrittellä eri tavoilla, kun mallinnetaan kokoonpanoa tai komponenttia. Komponentin korkeus kertoo komponentin profiilin korkeuden, joka on kappaleen lyhyemmän sivun suuntainen. Korkeudella voidaan esittää myös kokoonpanon korkeutta rakennuksen korkeusakselin suuntaisella mitalla. (Jansson ym. 2023, 10.) Tässä opinnäytetyössä korkeus kuvastaa komponentin profiilin lyhyemmän sivun mittaa, levykomponentin pituutta sekä seinäkokoontalon kokonaiskorkeutta.

Korkeus-ominaisuudelle asetetaan viitoitussäännöt objektin parametreista samalla menetelmällä kuin leveys-ominaisuudellekin. Ominaisuuteen viitoitetaan samalla elementin, levyn ja kapulakomponentin korkeudet.

## Pituus (L)

Pituuden voi määrittellä eri tavoilla, kun mallinnetaan kokoonpanoa tai komponenttia. Pituusakseli määrää kappaleelle kantosuunnan, joka on kantavan lamellin pituussuuntainen. (Jansson ym. 2023, 10.) Tässä opinnäytetyössä pituus kuvastaa komponentin pituutta ja seinäkoonpanon kokonaispituutta.

Seinäkoonpanon pituuden määrittämiseksi käytetään ArchiFrame-parametriä AF Komposiitin leveys (ArchiframeElement). Parametri antaa ArchiFrame-elementin kokonaispituuden huomioiden rakennekerroksien pituussuuntaiset erot (Heiskari 2024). ArchiFrame-kapulan pituutta kuvaava parametri Pituus (ArchiFrameKapula) antaa kapulan pituustiedon. Levykomponentin pituustietoa kuvaava parametri on Nykyinen korkeus (ArchiframeBoardPanel). Nämä parametrit viitotetaan pituusominaisuuden alle, jolloin valitulle mallin kappaleelle muodostuu määritelty ominaisuustieto (Liite 2).

### 7.5.3 Laatuominaisuudet ja -vaatimukset

Laatuvaatimuksia ovat mm. puumateriaalin lujuusluokka, käyttöluokka, suunniteltu käyttöikä, erilaiset pintaluokitukset, palonkestoluokitus sekä pintakäsittely (Jansson ym. 2023, 26).

## Materiaali

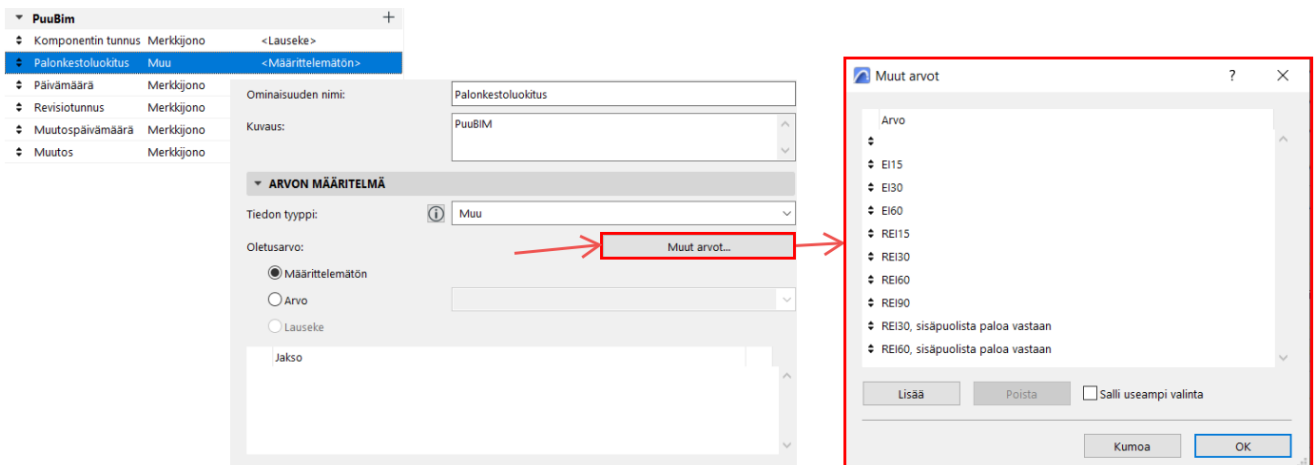
Materiaali kuvaa puumateriaaleille kohdistuvia laatuvaatimuksia. Tieto ilmoitetaan tarvittaessa erikseen komponenteille ja kokoonpanoille. (Jansson ym. 2023, 26.) Tässä opinnäytetyössä materiaali kuvastaa komponentissa käytettyä materiaalia tai sen lujuusluokkaa. Yrityksen tietokantaan on määritelty erilaisia ArchiFrame-kapuloita ja levytyyppejä. Tyypin nimeämisessä ilmoitetaan ensin materiaalia, tuotetta tai lujuusluokkaa kuvaava teksti, jota seuraa komponentin profiilin dimensio. Esimerkiksi kapulan nimi voi olla C24 48x198 ja levyn nimi GFL 18x1200x3000.

Materiaaliominaisuuteen halutaan vain kyseistä materiaalia kuvaava tieto ilman profiilin dimensioita tai muita mittatietoja, koska nämä ovat erikseen määritelty omiin tietokenttiin. Tätä varten kääntäjän asetuksiin luodaan viitoitussääntö ArchiFrame-parametreille AF Mat nimi (Archiframe-

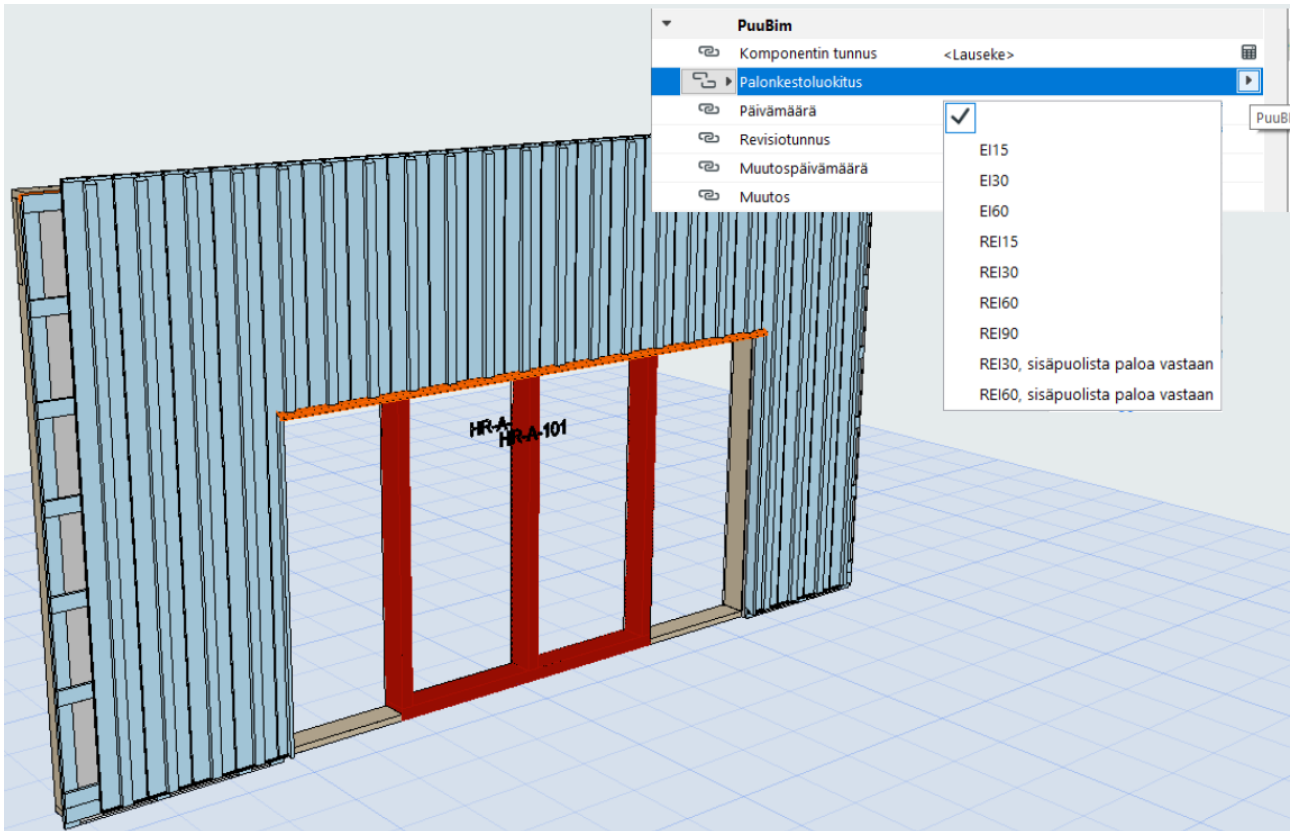
Kapula) ja AF Materiaalin ID (ArchiFrameBoardPanel). Viitoitussääntö toteutetaan samaa periaatetta noudattaen, kuten kuviossa 13 on esitetty. Materiaalin nimi pilkotaan ensimmäiseen välilyöntimerkkiin niin, että jäljelle jäävässä tiedossa komponenttia kuvaavat dimensiot poistuvat ja saadaan lopullinen materiaalia kuvaava ominaisuus (Liite 2).

## Palonkestoluokitus

Palonkestoluokituksella kuvaillaan rakenteen kantavuus- ja osastoivuusvaatimuksia (Jansson ym. 2023, 27). Palonkestoluokitusta varten luodaan ominaisuuksien hallinnan kautta uusi Archicad-ominaisuus. Ominaisuudelle määritetään yleiset palonkestoluokitusten arvot kuvion 20 mukaisesti. Arvojen määrittäminen luo Archicadin käyttöliittymään alavetovalikon, josta paloluokitus voidaan tarvittaessa asettaa Archicad-seinälle, ArchiFrame-elementille tai yksittäiselle komponentille kuvion 21 mukaisesti.



Kuvio 20 Palonkestoluokitusten määrittäminen



Kuvio 21 Palonkestoluokituksen määrittäminen, alasvetovalikko

## Pintakäsittely

Pintakäsittelyllä kuvaillaan mahdollista säilyvyyteen vaikuttavaa pintakäsittelyä. Pintakäsittely voi olla puumateriaalin erilainen puunsuojakäsittely tai lakkaus, tai rakenne voi olla pintakäsittelemätön. (Jansson ym. 2023, 27.)

ArchiFrame käyttää Archicad-pintamateriaaleja sen komponenteissa. Kappaleet saavat tällöin näkyvän 3D-pintamateriaalin. Archicad-pintamateriaaleja voidaan hyödyntää pintakäsittelyominaisuuden määrittämisessä luomalla tarvittavat pintamateriaalit. Pintamateriaaleja on käytetty aikaisemmin lähinnä visuaalisena tekijänä mallintamisen aikana, jotta komponentit voidaan erotella toisistaan helposti työskentelyn aikana. Niitä on hyödynnetty myös visuaaliseen havainnollistamiseen.

Archicad-pintamateriaaleihin määritetään yleisin käytetty pintamateriaali, joka on pintakäsittelemätön. Tämä pintamateriaali voidaan asettaa ArchiFrame-elementin asetuksiin siten, että halutut

komponentit saavat tämän pintamateriaalin automaattisesti kapuloitaessa elementtejä. Pintamateriaaleja määritetään jatkossa lisää projektikohtaisesti.

#### 7.5.4 Laskettavat suureet

##### Paino

Paino kuvastaa kokoonpanon kuljetus-, nosto- ja asennuspainoa. Paino muodostuu kokoonpanon komponenttien massasta, ja laskennassa huomioidaan komponenttien tiheys sekä materiaalit.

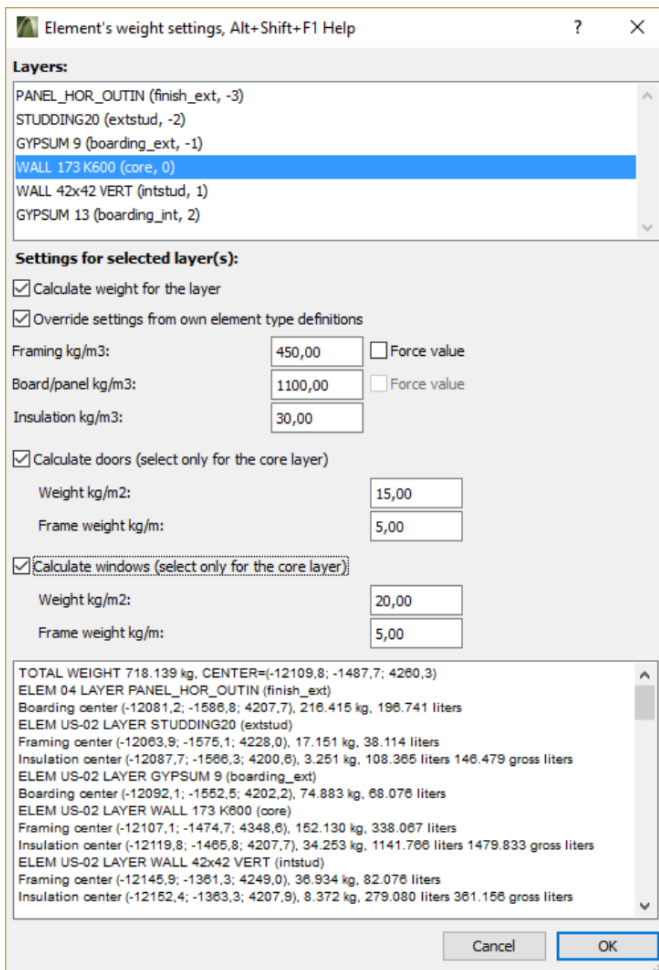
(Jansson ym. 2023, 12.)

Elementin laskennallinen paino elementtipiirustukseen muodostuu ArchiFrameWeightMarker-objektin avulla kuvion 22 mukaisesti. Paino-objekti on linkitetty elementtipiirustuksiin, jolloin objektin parametreista ei voida lukea painotietoa viitoitussääntöihin elementtikohtaisesti. Ominaisuuden toteuttamiseksi Petteri Heiskari koodasi uuden ArchiFrame-elementin parametrin, Komposiitin paino kg, joka antaa elementin laskennallisen painon kilogrammoina (Liite 2).



Kuvio 22 ArchiFrameWeightMarker

ArchiFrame käyttää painon laskemisessa materiaalikohtaisia tilavuuspainoja. ArchiFrame-kapuloille on määritetty tilavuuspaino 450 kg/m<sup>3</sup>, joka on havupuun tilavuuspaino kuivana. Kipsilevyille on määritetty tilavuuspaino 1100 kg/m<sup>3</sup>, joka vastaa yleisesti käytetyn kipsilevyn tiheyttä. Eristeille on määritelty tilavuuspaino 30 kg/m<sup>3</sup>. Objekteille voidaan asettaa tilavuuspainot myös käsin ArchiFramen elementtiasetuksista. ArchiFrame huomioi myös ovet ja ikkunat painon laskennassa. (ArchiFrame 2021.) Kuviossa 23 on esitetty elementin painon laskentaan liittyvät asetukset ArchiFramen käyttöohjeista.



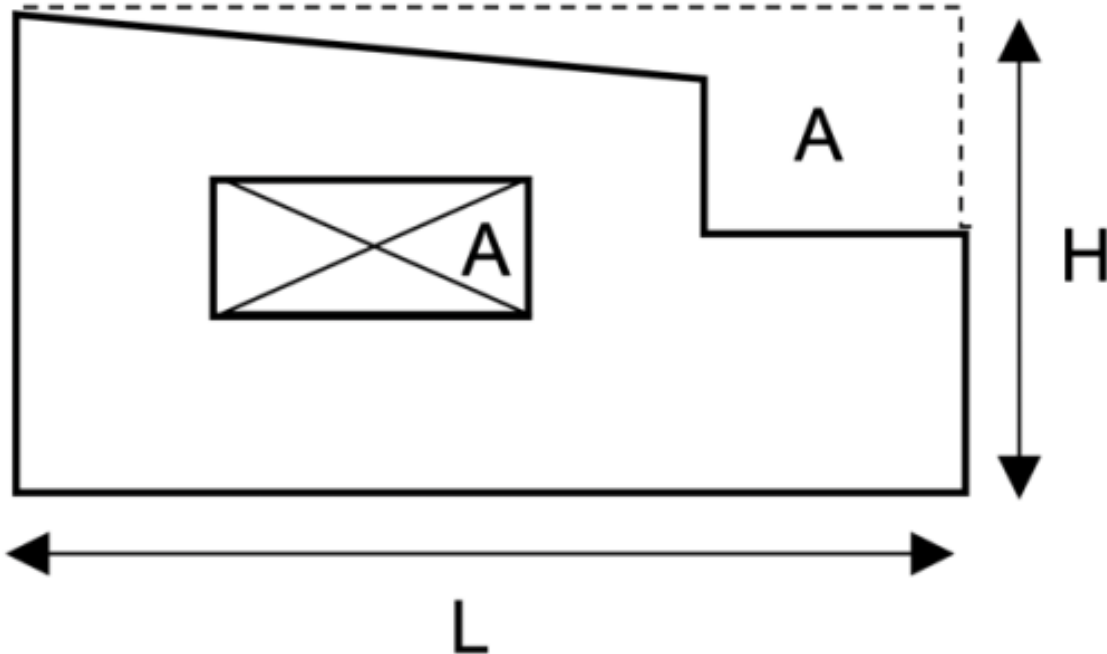
Kuvio 23 Elementin painoasetukset (ArchiFrame 2021).

## Elementin pinta-ala

Elementin bruttoalaa määrittää mielikuvituksellinen suorakaide, jonka sisälle elementti tai sen komponentit mahtuvat. Suorakaiteen mitat vastaavat elementin äärimittoja. Kuviossa 24 on esitetty elementin äärimitat leveys L ja korkeus H. Elementin nettoala muodostuu aukkojen pinta-alan A erotuksena elementin bruttoalasta. (Jansson ym. 2023, 12.)

Elementin pinta-alaominaisuudelle aluksi viitoitettiin Archicad-ominaisuus Pintojen ala, mikä osoitautui epäjohdonmukaiseksi. Ominaisuus laski valitun objektin jokaisen pinnan alaa, mikä johti virheelliseen tulokseen. Myöskään ArchiFrame-elementin parametreissä ei ollut äärimittojen mukaan määrittyvää pinta-alaparametriä, joka tarvitaan kyseiselle ominaisuudelle. Tätä varten Petteri

Heiskari toteutti uudet ArchiFrame-elementtien parametrit, minkä avulla ominaisuudelle voitiin viitoittaa elementin brutto- sekä nettoalat äärimittojen mukaisesti (Liite 2).



Kuvio 24 Elementin pinta-alat (Jansson ym. 2023, 12).

### 7.5.5 Suunnitelma

Suunnitelma tarkoittaa kokoonpanosta tuotettua tietomallia tai tätä vastaavaa elementtipiirustusta (Jansson ym. 2023, 29).

Suunnitelmia kuvaaville ominaisuuksille määritettiin ominaisuuksien hallinnan kautta uudet ArchiCAD-ominaisuudet. Tyypiksi asetettiin määrittelemätön merkkijono, mikä luo Archicadin käyttöliittymään merkkijonokentän, johon voi kirjoittaa suunnitelmaa koskevan tiedon valituille objekteille. Kääntäjän asetuksiin määritettiin ehtolauseet, joihin jokainen ominaisuus viitotettiin.

### Päivämäärä

Päivämäärä kuvailee suunnitelman julkaisupäivämäärää (Jansson ym. 2023, 29). Tässä opinnäytetyössä päivämäärä kuvastaa tietomallinnetun kokoonpanon tai komponentin julkaisupäivämäärää.

Tutkimuksen perusteella päivämäärälle ei ole sitä vastaavaa Archicad-parametria, joka voitaisiin viitoittaa kääntäjän asetukseen (Date & Time Property Data Type 2019). Tämän myötä päivämääräominaisuus on toteutettava edellä mainitun menetelmän mukaan tekstikenttänä, jossa mallin kappaleille voidaan manuaalisesti syöttää päivämäärä.

### **Revisiotunnus**

Revisiotunnus kuvailee suunnitelmien versiota. Tunnuksena käytetään kirjaimia aakkosjärjestyksen mukaisesti A, B, C, D, E jne. (Jansson ym. 2023, 29.)

Ominaisuuksia lisätessä ilmeni, että Archicad-revisiotunnuksen parametri, Lähetysjärjestyksen tunnus, on sidonnainen Archicad-planssin, eli piirustuksen kanssa. Testien perusteella ominaisuudelle viitoitettu parametri Lähetysjärjestyksen tunnus ei luo tietoa revisiotunnuksesta IFC-malliin. Tämän myötä revisiotunnus on luotava edellä mainitun menetelmän mukaan tekstikenttänä, jossa mallin kappaleille voidaan manuaalisesti syöttää suunnitelmia vastaava revisiotunnus.

### **Muutospäivämäärä**

Muutospäivämäärällä kuvaillaan viimeiseksi julkaistun revision julkaisupäivämäärää (Jansson ym. 2023, 29).

Archicadissa muutospäivämäärälle ei ole sitä vastaavaa parametria, joka voitaisiin viitoittaa kääntäjän asetukseen (Date & Time Property Data Type 2019). Siksi päivämääräominaisuus on luotava edellä mainitun menetelmän mukaan tekstikenttänä, jossa mallin kappaleille voidaan manuaalisesti syöttää päivämäärä.

### **Muutos**

Muutoksella kuvaillaan lyhyesti suunnitelmien muutoksia, jotka ovat aiheuttaneet revision (Jansson ym. 2023, 29). Muutosominaisuudelle luodaan edellä mainitun menetelmän mukaisesti tekstikenttä, jossa mallin kappaleille voidaan manuaalisesti syöttää muutos.



## 8 Tulokset

Opinnäytetyössä haettiin vastauksia siihen, miten nimikkeistö otetaan käyttöön osana yrityksen suunnitteluprosessia, mitkä ovat nimikkeistön olennaiset käyttötapaukset sekä kuinka yrityksen VVR Wood Oy suunnitteluprosessia voidaan kehittää nimikkeistön käyttöön ottamisella.

### 8.1 Nimikkeistön käyttöön ottaminen

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen etsittiin vastausta yrityksen tyypillisistä tiedonsiirron rajapintatapauksista. Kartoituksen perusteella osoittautui kehitystarve sisäisen suunnittelun ja ulkoisen suunnittelun välillä tapahtuvaan tiedonsiirtoon. Erityisesti suunnitteluprojektin aloitusvaiheessa IFC-tiedonsiirron määrittely ja yhteensovittaminen on aikaa vievä prosessi, koska haluttu tietosisältö määritellään projektikohtaisesti aina uudelleen ulkoisen suunnittelun kanssa.

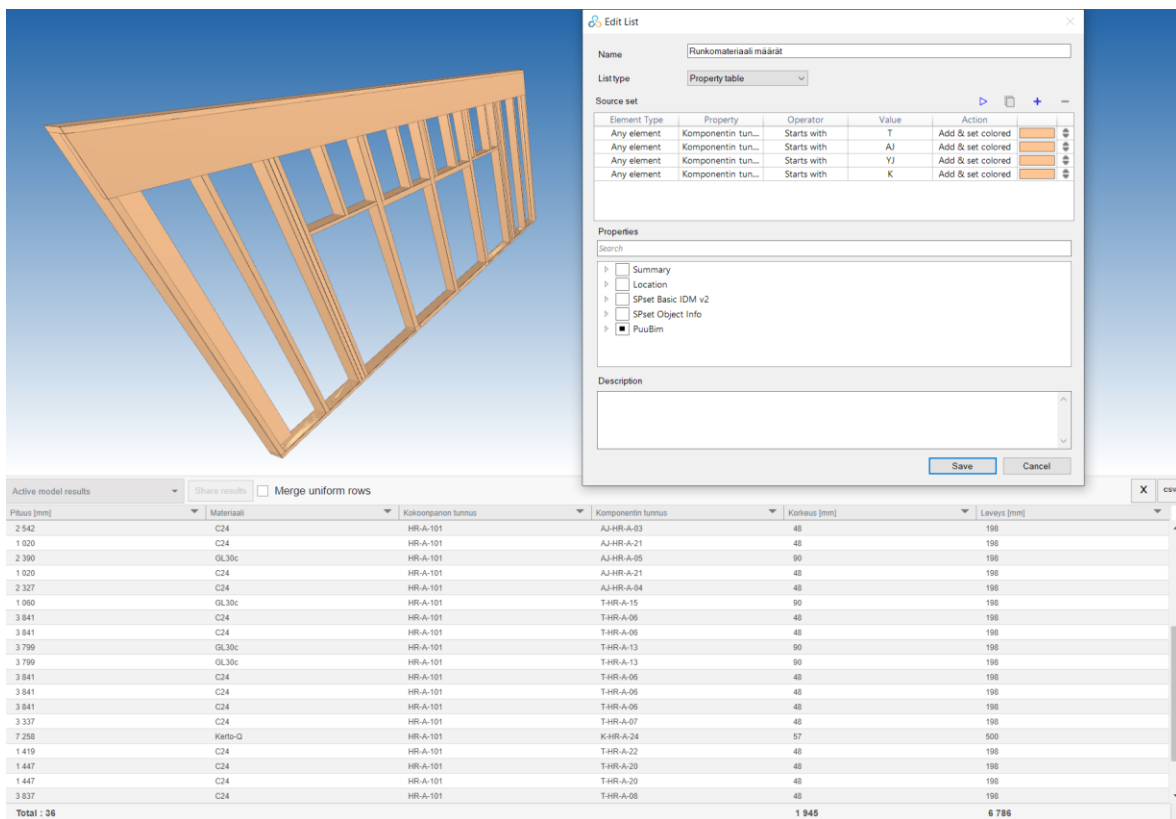
Nimikkeistön käyttöönotto jatkui ominaisuuksien valinnalla, mistä luotiin erillinen Google Sheets- taulukko yrityksen tietokantaan. Taulukon tarkoituksena oli toimia ohjenuorana, jossa kuvailtiin lisättävien ominaisuuksien parametrien sijainteja ohjelmiston sisällä. Archicad IFC-kääntäjän asetuksiin määriteltiin taulukon mukaisten ominaisuuksien IFC-tyypit viitoituksineen, jotka koostuivat tarvittaessa useasta eri parametrasta ja säännöstä. Ominaisuuksia lisätessä havaittiin, ettei kaikille ominaisuuksille ole tarvittavaa tai oikein toimivaa parametria saatavilla, mikä aiheutti jatkotoimenpiteitä. Ratkaisuna tähän ArchiFramen kehitysvastaava, toimitusjohtaja Petteri Heiskari toteutti puuttuvat parametrit ohjelmistopäivityksen muodossa, minkä mukana tarvittavat parametrit tulivat osaksi ohjelmistoa. Tämä myötä puuttuvat parametrit saatiin viitoitettua onnistuneesti.

Suunnitelmia kuvaavien ominaisuuksien lisääminen ei kuitenkaan tuottanut haluttua lopputulosta. Ominaisuusviitoitusta varten tarvittavaa parametria, kuten päivämäärää, ei ollut mahdollista viitoittaa ominaisuudelle kääntäjän asetuksissa. Vaikka Archicad-järjestelmän tiedoissa päivämäärä oli saatavilla 2D-tekstiobjektin parametrina Lyhyt päiväys, ei tätä samaa ominaisuutta voitu määrittää IFC-kääntäjässä. Kompromissina työssä päädyttiin manuaaliseen tekstikenttään, jota täydennetään suunnitelmien mukaisesti. Graphisoftin keskustelufoorumien mukaan myös muut Archicad-käyttäjät ovat toivoneet kehittäjiltä puuttuvaa päivämääräominaisuutta (Date & Time Property Data Type 2019).

## 8.2 Lisättyjen ominaisuuksien hyödyntäminen

Nimikkeistön sisältämiä ominaisuuksia voidaan vakioinnin ansiosta hyödyntää tehokkaammin suunnitteluprossissa. PuuBIM-nimikkeistön ominaisuuksien myötä IFC-tiedonsiirto suunnitteluprojektissa muuttuu suoraviivaisemmaksi ja vältytään toistuvilta uudelleenmäärittelyltä hankkeiden alkuvaiheessa. Yksilöidysti nimetyt kokoonpanot ja komponentit auttavat tietomallin sisällönhallinnassa, kun mallin osia voidaan paikantaa yhdenmukaistetuilla ominaisuustiedoilla. Ominaisuustietoja voidaan käyttää listauksiin, suunnitelmien havainnollistamiseen sekä etenemisen tarkkailuun eri suunnittelijoiden välillä.

Mallista tehtävillä listauksilla voidaan luetteloida komponentteja esimerkiksi määrälaskentaa varten. Luetteloinnissa on mahdollista hyödyntää tietomalliin määriteltyjä IFC-ominaisuuksia. Kokoonpanojen komponentit voidaan paikantaa niiden tyyppitunnuksella, jolloin mallista saadaan eriteltyä esimerkiksi alajuoksut, runkotolpat sekä yläjuoksut. Kuviossa 25 on esitetty määrälaskentaa varten luotu listaus käyttäen IFC-lukuohjelmaa BIMcollabZoomia, jossa ulkoseinäkokoonpanon runkomateriaalit on luetteloitu käyttäen komponenttien tyyppitunnuksia hakukriteerinä.



Pituus [mm]	Materiaali	Kokoonpanon tunnus	Komponentin tunnus	Korkeus [mm]	Leveys [mm]
2 542	C24	HR-A-101	AJ-HR-A-03	48	198
1 020	C24	HR-A-101	AJ-HR-A-21	48	198
2 390	GL30c	HR-A-101	AJ-HR-A-05	90	198
1 020	C24	HR-A-101	AJ-HR-A-21	48	198
2 327	C24	HR-A-101	AJ-HR-A-04	48	198
1 060	GL30c	HR-A-101	T-HR-A-15	90	198
3 841	C24	HR-A-101	T-HR-A-06	48	198
3 841	C24	HR-A-101	T-HR-A-06	48	198
3 799	GL30c	HR-A-101	T-HR-A-13	90	198
3 799	GL30c	HR-A-101	T-HR-A-13	90	198
3 841	C24	HR-A-101	T-HR-A-06	48	198
3 841	C24	HR-A-101	T-HR-A-06	48	198
3 841	C24	HR-A-101	T-HR-A-06	48	198
3 337	C24	HR-A-101	T-HR-A-07	48	198
7 258	Kerho-Q	HR-A-101	K-HR-A-24	57	500
1 419	C24	HR-A-101	T-HR-A-22	48	198
1 447	C24	HR-A-101	T-HR-A-20	48	198
1 447	C24	HR-A-101	T-HR-A-20	48	198
3 837	C24	HR-A-101	T-HR-A-08	48	198
<b>Total : 06</b>				<b>1 945</b>	<b>6 786</b>

Kuvio 25 BIMcollabZoom, runkomateriaalien määrälaskenta

Tietomallista voidaan myös etsiä ja suodattaa tietoa IFC-ominaisuuksien hakuehdoilla samalla menetelmällä kuin luetteloinnissa. Tämä mahdollistaa suunnitelmien havainnollistamisen esimerkiksi suunnitelmien valmiusasteen tai muutoksen perusteella. Jos komponentille on asetettu muutos, voidaan IFC-lukuohjelman hakuehdoilla suodattaa ne mallin komponentit tai kokoonpanot, jotka sisältävät muutoksia ja korostaa kyseistä kohtaa halutulla esitystavalla. Hakukriteereinä voidaan käyttää mitä tahansa kääntäjään viitoitettua ominaisuutta, mikäli komponentilta tai kokoonpanolta sellainen löytyy. Suuremmissa rakennushankkeissa asennuslohko-ominaisuutta voidaan käyttää suunnitelmien paikantamiseen tietomallista lohkokokohtaisesti, mikä nopeuttaa navigointia suurikokoisessa tietomallissa. Ominaisuuksien käyttäminen tietomallin hakukriteereinä nopeuttaa suunnitelmien tulkintaa työn aikana verrattuna IFC-malliin, jolla kyseisiä ominaisuuksia ei ole lainkaan.

IFC-tietomallin sisällön toiminnan varmistamiseksi tulee IFC-tiedonsiirrossa noudattaa sille tehtyä ohjeistusta huolellisesti. Näin voidaan saavuttaa IFC-ominaisuuksien yhdenmukaisuus.

### **8.3 Suunnitteluprosessin kehittäminen**

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda normaalin suunnittelutyön taustalla muodostuva IFC-tietokanta, joka tallentuu julkaisuvaiheessa osaksi tietomallia ilman ylimääräisiä työvaiheita. Lisätävistä ominaisuuksista luotiin taulukoitu Google Sheets-ohjeistus (Liite 3). Taulukossa on esitetty IFC-tiedonsiirron ohjeistus, joka kertoo, miten jokainen ominaisuus toimii ja mitä parametria tiedonsiirrossa tulee käyttää kyseisen ominaisuuden kohdalla. Ohjeistuksessa on määritelty IFC-tyyppi, ominaisuusjoukko, IFC-arvotyyppi, ominaisuus sekä sen parametri jokaista ominaisuutta kohden. Myös ominaisuutta kuvaava toiminto sekä mahdollinen käyttöohje on esitetty taulukoidun ohjeistuksen yhteydessä lyhyenä kuvauksena.

Ohje antaa hyvän lähtökohdan Archicad IFC-kääntäjän sisällön määrittämiseen sekä auttaa suunnittelijaa toimimaan yhdenmukaistetulla menetelmällä IFC-tiedonsiirrossa. Suunnittelijan julkaisessa IFC-mallia, sisältö säilyy samanlaisena tietomallissa, jolloin minimoidaan virheellisen tiedon mahdollisuudet. Suunnittelijan on täten noudatettava ohjeistusta huolellisesti ja täydennettävä sen sisältöä uusilla lisättävillä ominaisuuksilla, jotta ohjeistuksen tietosisältö säilyy yhdenmukaisena. Tämän työn toteuttamisen myötä syntyi hallittu työmenetelmä ja IFC-tiedonsiirron hallintatyökalu, mikä edistää yrityksen suunnitteluprosessia sekä tiedonsiirtoa muiden osapuolten välillä.

## 9 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten Puuelementin nimikkeistö- ja luettelo-ohjeen sisältö voidaan ottaa käyttöön osaksi VVR Wood Oy:n suunnitteluprosessia, ja mitkä ovat tiedonsiirron rajapintatapaukset sekä miten suunnitteluprosessia voidaan kehittää. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset työn toteuttamisen myötä ja asetetut tavoitteet saavutettiin.

Vakioitujen ominaisuuksien käyttöön ottaminen suunnitteluohjelmistoon saatiin toteutettua pääsääntöisesti onnistuneesti. Lisättyjä ominaisuuksia testattiin BIMCollab Zoom IFC-lukuohjelmalla ominaisuustietojen oikeellisuuden varmistamiseksi. IFC-lukuohjelmaa käytettiin myös luetteloinnin toteuttamiseen määrälaskennan muodossa sekä tietomallin sisällön havainnollistamiseen käyttämällä lisättyjä ominaisuuksia. Työn aloituksessa määritetyt ominaisuustaulukot jalostuivat työn edetessä IFC-tiedonsiirron ohjeistukseksi, jota suunnittelijat pääsevät hyödyntämään osana suunnitteluprosessia julkaisuvaiheessa (Liite 3). Ohjeistuksen tarkoituksena on yhdenmukaistaa suunnittelijoiden työvaihetta IFC-mallia julkaistaessa, jotta mallin tietosisältö säilyy vakiona eri suunnitteluprojektien välillä.

Työn tulosten perusteella voidaan todeta, että yrityksen tiedonsiirron käytäntöjä on saatu edistettyä kohti vakioituneempaa suunnittelua, minkä myötä virheiden mahdollisuus pienenee. Nimikkeistön käyttöön ottaminen näin ollen yhdenmukaistaa tiedonsiirtoa muiden osapuolten välillä ja luo hyvät edellytykset tiedonsiirron hallintaan puurakentamisessa. Myös PuuInfon sivuilla julkaisussa lehtiartikkelissa kerrotaan PuuBIM-nimikkeistön käyttöön ottamisesta saatavia hyötyjä. Artikkelin mukaan nimikkeistön sisällön käyttöönotto luo vakaan pohjan hallittuun mallinnusprosessiin sekä sujuvoittaa osapuolten välistä tiedonsiirtoa. (Jansson, Salonen, Tähtinen & Ylinen 2024, 58.)

## 9.1 Jatkotoimenpiteet

Tämä opinnäytetyö suoritettiin käyttämällä Archicad-opiskelijalisenssiä, mikä rajoitti IFC-tietosisällön integroimista suoraan yrityksen tietokantaan. Työn toteuttamiseen oli kuitenkin mahdollista käyttää yrityksen tietokannasta kopioitua tietomalliprojektia, joka muuntui opiskelijaversioksi avatessa. Jatkotoimenpide tälle opinnäytetyölle on siirtää opiskelijaversiossa määritellyt IFC-kääntäjän asetukset ja ominaisuudet osaksi yrityksen Archicad-aloituspohjaa sekä testata tiedonsiirron toiminnallisuus todellisessa rakennushankkeessa IFC-tiedonsiirron välityksellä.

Tämä opinnäytetyön rajattiin pelkän ulkoseinäelementin tarkasteluun aikataulullisista syistä. Työssä ei tarkasteltu ominaisuuksien toimivuutta tasoelementtien kannalta. Jatkokehityksenä tälle opinnäytetyölle ehdotan PuuBIM-nimikkeistön tietosisällön käyttöä tasorakenteiden tiedonsiirron toimivuuden tarkastelussa. Sen yhteyteen sisällyttäisin uusia nimikkeistön mukaisia ominaisuuksia osaksi yrityksen suunnitteluprosessia.

Suunnitelmia kuvaavien ominaisuustietojen käyttöönotossa ei saatu täysin haluttua lopputulosta. Päivämäärätietoja ei löytynyt Archicad-suunnitteluohjelmistosta tarvittavassa muodossa, mikä johti tiedon manuaaliseen määrittämiseen. Tämä ei ole tehokas työtapana, ja siihen tulee löytää ratkaisu lisätutkimisen kautta, jotta tieto muodostuu automaattisesti normaalin suunnittelutyön taustalla.

## 9.2 Luotettavuus ja tutkimusetiikka

Tutkimuksellinen kehitystyö on toteutettu käyttäen eettisiä tutkimusmenetelmiä. Ennen työn aloittamista yritystä edustavalta toimeksiantajalta on varmistettu, ettei erillistä tutkimuslupaa tai salassapitosopimusta tarvitse tehdä. Opinnäytetyötä suorittaessa on myös huomioitu, että työn sisältö ei loukkaa ketään. Opinnäytetyötä varten kerätty lähdeaineisto on julkista ja jokaiselle saatavilla olevaa tietoa. Opinnäytetyön suunnittelun yhteydessä on tehty aineistonhallintasuunnitelma, jolla on varmistettu työhön käytettävän aineiston keruun vastuullisuus sekä tutkimustyön läpinäkyvyys. Opinnäytetyössä pyrittiin käyttämään lähteitä monipuolisesti ja lähteisiin on viitattu asianmukaisilla viittauksilla Jyväskylän ammattikorkeakoulun raportointiohjeen mukaisesti huomioiden eettiset periaatteet sekä tekijänoikeudet.

## 10 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön toteuttaminen oli mielestäni luontevaa, koska sain toimia tutussa työympäristössä tietomallintamisen äärellä. Työhön käytettävät mallinnustyökalut olivat entuudestaan tuttuja, mikä edesauttoi työn suorittamista. Työn toteuttaminen vaati myös paljon uuden tiedon omaksumista ja soveltamista varsinkin lisätessä ominaisuuksia suunnitteluohjelmistoon. Tässä pohdintaosuudessa tuon esille kehitystyön aikana ja sen jälkeen ilmaantuneita ajatuksia työn suorituksesta. Pohdin myös PuuBIM-nimikkeistön hyödyntämistä tuotannossa.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valittiin tutkimuksellinen kehittämistyön muoto, tapaustutkimus. Tapaustutkimuksen tarkoituksena oli perehtyä yhteen kehitettävään aihepiiriin laajaa aineistoa käyttäen ja tämän pohjalta luoda uusi kehitysmenetelmä. Käytin opinnäytetyön toteuttamiseen monipuolisesti erilaisia lähteitä, kuten kirjoja, raportteja, artikkeleita, verkkojulkaisuja, videoita, keskustelupalstoja, asiakirjadokumentteja sekä haastattelua. Aineiston laajuuden varmistamiseksi työssä käytettiin kotimaisten lähteiden lisäksi myös useita ulkomaisia lähteitä.

Työn lopputuloksen saavuttamiseksi aloitin opinnäytetyön tietoperustaan tutustumisen lähestymällä tietomallintamisen historiaa, jonka avulla sain muodostettua itselleni kokonaiskuvan alan kehityksestä ja sen nykytilasta. Tiedonsiirron vakioimattomuus nousi monesti esille tietokoneavusteisten suunnitteluohjelmistojen yhteensopimattomuuden rinnalla. Vakioimattomuuden ratkaisemiseksi on haettu vastauksia erillisistä kehitysprojekteista, jotka ovat vieneet KIRA-alaa eteenpäin kohti standardisoituneempaa työskentelyä tietomallintamisessa. Suunnittelutoimistojen pöytälaatikoista löytyy kuitenkin yksittäisiä suunnittelua ohjaavia dokumentteja, joita sovelletaan projekti-kohtaisesti olemassa olevien ohjeistusten ohella. Puuelementin nimikkeistö- ja luettelo-ohjeistuksen kaltaiset dokumentit poistavat näiden yksittäisten, räätälöityjen ohjeistusten tarpeen, jolloin tietomalliprojekteissa vallitsevat yhteisesti noudatettavat pelisäännöt.

Nimikkeistön ominaisuuksien käyttöön ottaminen osana VVR Wood Oy:n suunnitteluprosessia toteutettiin onnistuneesti, vaikka ominaisuuksien viitoitus oli osittain monimutkainen prosessi. Yhden ominaisuuden muodostamiseen saatetaan tarvita useampaa eri parametria, joita IFC- kääntäjässä yhdistelemällä saadaan haluttu ominaisuustieto. Jos ominaisuustietoa ei ollut, sellainen täytyi joko luoda Archicad-lausekemuokkaajalla tai tilata kehitystyönä ArchiFramelta. Työn alussa osa ominaisuuksista luotiin iteraatiotyylisesti prosessin monimutkaisuuden vuoksi. Työn edetessä

ymmärrys prosessista kuitenkin kasvoi ja ominaisuuksien lisäämisestä tuli suoraviivaisempaa. Ominaisuuksien lisääminen toteutettiin opiskelijalisenssillä yrityksen testimalliin. Ominaisuudet ja kääntäjän asetukset tulee myöhemmin siirtää Archicad-aloituspohjaan käyttämällä kaupallista lisenssiä. Tämä on helposti toteutettavissa.

Opinnäytetyön suorittamisen aikana havaitsin merkkejä tietomallintamisen historiasta, jossa näkyi mielestäni ohjelmistojen yhteensopimattomuus. ArchiFramella mallinnetut komponentit ja kokoonpanot saavat IFC-yksilötyypin `IfcBuildingElementProxy`, vaikka kyseessä olisi seinärakenne. Suunnitteluohjelmiston natiivityökaluilla mallinnettaessa seinärakenteelle määrittyisi yksilötyyppi `IfcWall`. Yleisten tietomallivaatimusten mukaan tämä on kuitenkin hyväksyttävää, kunhan asiasta erikseen mainitaan tietomalliselostuksessa. Olisiko nimikkeistön sisällössä tai yleisten tietomallivaatimusten päivityksessä otettava kantaa siihen, miten tämä osa-alue tulisi ratkaista IFC-tiedonsiirron kehityksen kannalta?

Käyttöön ottamalla PuuBIM-nimikkeistön mukaiset ominaisuudet osaksi VVR Wood Oy:n suunnitteluprosessia varmistamme oman osamme tietomallinnetun puurakentamisen suunnittelun kehittämisessä. Mielestäni nimikkeistön hyödyt saavutetaan vasta sitten, kun muutkin alan toimijat ottavat nimikkeistön käyttöön osaksi omaa suunnitteluprosessiaan. Kun kaikki rakennushankkeen osapuolet hyödyntäisivät PuuBIM-nimikkeistön sisältöä, mahdollistaisi se todellisen vuoropuhelun tiedonsiirrossa IFC-tietomallin välityksellä. Nimikkeistön käyttöönottamisella on varmasti oma siirtymäaikansa, johon voisi vaikuttaa IFC-tiedonsiirron koulutuksilla. Tämä voisi lyhentää käyttöönottoprosessiin kuluvaan aikaa niissä yrityksissä, joissa tietomallintamista on käytetty lähinnä geometrisenä työkaluna suunnitelmien valmistamiseksi.

Mielestäni olisi tärkeää korostaa IFC-tiedonsiirron sisältöä jo suunnitteluassistentin koulutuksesta lähtien aina rakennusinsinöörin tutkintoon saakka. Tietomallin ominaisuustietoja hyödyntämällä geometrisen mallinnustyön ohella voidaan saavuttaa tehokas työnkulku ja ymmärrys todellisesta tietomallintamisesta. Työn tuottavuuden nostamiseksi myös yritysten olisi mahdollistettava työntekijöiden kouluttaminen aihepiirin parissa. Mielestäni koulutuksen lisääminen IFC-tiedonsiirrossa voisi lyhentää nimikkeistön käyttöönottoon kuluvaan aikaa ja tehostaa sen käyttämistä osana suunnittelutyötä.

Aloitettuani työurani tietokoneavusteisen suunnittelun parissa suunnitteluassistenttina VVR Wood Oy:ssa, käytin Archicad-mallinnusohjelmaa sekä ArchiFrame-laajennusta suunnitelmien tuottamiseen. Näillä tietomallintamiseen tarkoitetuilla työkaluilla tuotettiin geometrisia malleja, joiden avulla luotiin elementtipiirustuksia, CNC-koneen työstötiedostoja sekä muita puurakenteisiin liittyviä dokumentteja ilman suurempaa käsitystä varsinaisesta IFC-tiedonsiirrosta tai sen sisällöstä. Tiedonsiirron menetelmissä ei käytetty erillisiä ohjeistuksia ja mallit julkaistiin lähinnä vain geometrisenä tietona. Rakennushankkeiden koon kasvaessa IFC-tiedonsiirron tarpeellisuus korostui ja suunnittelijoiden välillä sovittiin tiedonsiirrosta erillispalaverissa. Tämä avasi silmät ominaisuuksien käyttämiseen keskeisenä tekijänä mallinnustyön edetessä. Tämä nopeuttaa työskentelyä. Esimerkiksi, jos usealle saman pituiselle komponentille halutaan suorittaa sama työstö, voidaan tarvittavat komponentit paikantaa mallista pituusominaisuuden perusteella ja tehdä työstö samanaikaisesti usealle komponentille ilman ylimääräisiä klikkauksia. Työkokemukseni ja koulustaustani perusteella voin todeta, että ominaisuuksien tehokas hyödyntäminen osana suunnittelu-prosessia nostaa tuottavuutta merkittävästi.

### **10.1 PuuBIM-nimikkeistön hyödyntäminen tuotannossa**

PuuBIM-nimikkeistön ominaisuuksia on mahdollista hyödyntää myös VVR Wood Oy:n tuotannossa. Tämä tarkoittaisi sitä, että tuotantoa ohjaavien insinöörien tulisi käyttää IFC-lukuohjelmaa tietomallin sisällön tarkasteluun. Ihanteellisessa tapauksessa tuotantoinsinöörit saisivat IFC-lukuohjelmalla suoritettua materiaalilauksiin tarvittavat määrälaskennat itsenäisesti ilman suunnittelijan avustusta. IFC-lukuohjelmaan voisi vakioda tarvittavat listaukset, jolloin eri materiaalien määrät saadaan vaivatta ajantasaisen IFC-tietomallin avulla. IFC-mallin tarkastelu tuotannossa mahdollistaisi myös tehokkaan havainnollistamisen tietomallin välityksellä, mikä helpottaisi suunnitelmien tulkitsemista. Usein kolmiulotteinen tietomalli toimii havainnollistamisessa tehokkaammin kuin pelkät tasopiirustukset. Näillä menetelmillä voidaan vakioda sisäisen suunnittelun ja tuotannon välillä tapahtuva tiedonsiirto. Tämä voisi vähentää työhön käytettävää aikaa, nostaa työskentelyn tehokkuutta molemmilla osapuolilla ja viedä yritystä taas yhden kehitysaskeleen eteenpäin.



## 10.2 Kestävä kehitys

Tämän opinnäytetyön toteuttaminen on yksi kehitysaskel tietomallinnetun puurakentamisen ajanalla. Opinnäytetyöni aihe on mielestäni merkityksellinen puurakentamisen parissa. PuuBIM-ohjeistus on tarpeellinen koko rakennusalalle puurakenteiden tietomallintamisen vakioimattomuuden takia. Myös vakioimisen vaikutus kestävään kehitykseen on mielestäni merkityksellinen. Lähdeaineistoon perehtymisen myötä osoittautui, että vakioinnin tarkoituksena on edistää tietomallintamisen prosesseja rakentamisessa. Tämä puolestaan heijastuu teollisen puurakentamisen kehittymiseen, jolloin prosessien hyödyt saadaan maksimoitua, käytettävät materiaalit optimoitua sekä rakentamiseen käytettävä aika kutistettua mahdollisimman pieneksi. Mielestäni tämä tukee vahvasti kestävästä kehitystä, ja sillä on suuri vaikutus Suomen hallituksen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisessa vuoteen 2035 mennessä.

## 10.3 Yhteenveto

Opinnäytetyön toteuttaminen oli hyödyllistä yrityksen sekä itseni kehittämisen kannalta. Sain laajan käsityksen alan tilanteesta, vakioinnin tarpeesta, opin uutta ja täydensin aiempaa osaamistani IFC-tiedonsiirrossa. Tätä tietoa voin jakaa VVR Wood Oy:n suunnittelijoiden kesken sekä hyödyntää työelämässä.

Työn lopputuloksena syntyi IFC-tiedonsiirron ohjeistus (Liite 3) sekä vakioitu työmenetelmä, joka muodostaa tarvittavan IFC-tietosisällön normaalin suunnittelutyön taustalla. Tämän myötä voidaan todeta, että opinnäytetyölle asetetut tavoitteet ovat saavutettu.

Opinnäytetyön aihe oli hyvin kiinnostava ja aion kehittää itseäni tämän aihepiirin ympärillä myös tulevaisuudessa. Toivon, että tästä opinnäytetyöstä on hyötyä myös muille puurakenteiden tietomallintajille PuuBIM-nimikkeistön käyttöönoton tai yleisen IFC-tiedonsiirron yhteydessä.

## Lähteet

Aksenova, G., Lejeune, A., Kocaturk, T. & Kiviniemi, A. 2017. Suomen BIM-Innovaatiomatka. 2017. Viitattu 19.11.2023. [https://www.researchgate.net/publication/324038072\\_Soumen\\_BIM-Innovaatiomatka](https://www.researchgate.net/publication/324038072_Soumen_BIM-Innovaatiomatka).

ArchiFrame. 2021. ArchiFrame käyttöohjeet. Viitattu 27.2.2024. <https://archiframe.fi/wp-content/uploads/ArchiFrameEng-1.pdf#page=75&zoom=100,68,228>.

ArchiFrame. N.d. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 3.2.2024. <https://archiframe.fi/fi/archiframe/>.

ArchiFrame. 2021. ARCHIFRAMEN VIERAILUPÄIVÄ VVR WOOD OY:N TEHTAALLA – KUVAKERTOMUS. Artikkelin ArchiFramen verkkosivuilla. Julkaistu 1.1.2021. Viitattu 4.2.2024. <https://archiframe.fi/fi/uutiset-fi/vierailupaiva-vvr-wood-oy-n-tehtaalla-draft/>.

ArchiFrame. 2021. A CASE STUDY: VVR WOOD OY LUOTTA ARCHIFRAMEEN PUUELEMENTTITUOTANNOSSA. Artikkelin ArchiFramen verkkosivuilla. Julkaistu 15.1.2021. Viitattu 4.2.2024. <https://archiframe.fi/fi/uutiset-fi/vvr-wood-case-study/>.

ArchiFrame. 2024. MITEN ARCHIFRAME TÄYDENTÄÄ ARCHICADIÄ. Artikkelin ArchiFramen verkkosivuilla. Julkaistu 4.1.2024. Viitattu 5.2.2024. <https://archiframe.fi/fi/uutiset-fi/archiframe-taydentaa-archicad/>.

BIM base IDS. Correct use of entities. n.d. BIM base IDS verkkojulkaisu. Viitattu 26.2.2024. <https://www.bimloket.nl/p/966/Correct-use-of-entities>.

BIM-datan yhtenäistäminen etenee. 2021. Mercus Software verkkojulkaisu. Julkaistu 7.5.2021. Viitattu 2.12.2023. <https://www.mercus.net/ajankohtaista/bim-datan-yhtenaistaminen-etenee/>.

BuildingSMARTFinland. N.d. Avoimen tietomallintamisen yhteisöverkoston BuildingSMARTFinlandin verkkosivut. Viitattu 2.12.2023. <https://odoo.bsfcollaboration.com/>.

BuildingSMART International. N.d. Industry Foundation Classes (IFC) BuildingSMART Internationalin verkkosivut. Viitattu 12.2.2024. <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>.

BuildingSMART International. n.d. IfcBuildingElementProxy. Avoimen tiedonsiirron standardi. Viitattu. 22.2.2024. [https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4\\_2/FINAL/HTML/link/ifcbuildingelementproxy.htm](https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4_2/FINAL/HTML/link/ifcbuildingelementproxy.htm).

Burczyk, D. 2018. Beyond Energy Efficiency: BIM in Sustainable Construction. Trimble constructionin verkkosivuilla julkaistu artikkeli. Julkaistu 28.1.2018. Viitattu 19.12.2023. <https://constructible.trimble.com/construction-industry/beyond-energy-efficiency-bim-in-sustainable-construction>.

Create New, Custom IFC Property. n.d. Graphisoft Help Center. Archicad käyttöohje Graphisoft:n verkkosivuilla. Viitattu 26.2.2024. <https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/128899/>.

Date & Time Property Data Type. 2019. Graphisoft community foorumi. Viitattu 12.3.2024. <https://community.graphisoft.com/t5/Wishes/Date-amp-Time-Property-Data-Type/td-p/255784>.

Geometry conversion for IFC Export. n.d. Graphisoft Help Center. Archicad käyttöohje Graphisoft:n verkkosivuilla. Viitattu 27.2.2024. <https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/128899/>.

Green BIM: Successful Sustainable Design With Building Information Modeling. 2010. [https://www.researchgate.net/publication/249481721\\_Book\\_Review\\_Green\\_BIM\\_Successful\\_Sustainable\\_Design\\_With\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_by\\_Eddy\\_Krygiel\\_and\\_Bradley\\_Nies](https://www.researchgate.net/publication/249481721_Book_Review_Green_BIM_Successful_Sustainable_Design_With_Building_Information_Modeling_by_Eddy_Krygiel_and_Bradley_Nies).

Halmetoja, Esa. 2016 [https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit\\_yllapidossa.pdf](https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf).

Heikkonen, H. 2023. Laki rakennetun ympäristön tietojärjestelmästä astuu voimaan jo 1.1.2024. Rakennuslehti 10.3.2023. Viitattu 2.12.2023. <https://www.rakennuslehti.fi/2023/03/laki-rakennetun-ympariston-tietojarjestelmasta-astuu-voimaan-jo-1-1-2024-kunnille-velvoite-tietomallien-kayttoonotosta/>.

Heiskari, P. 2023. ArchiFrame toimitusjohtaja ja kehittäjä. Haastattelu 1.2.2024.

Hämäläinen, M., Jussila, J. & Salmi, A. 2021. Elinvoimaa ja kestävyyttä teollisella puurakentamisella. Hankeraportti. Viitattu. 27.1.2024. <https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/12693/978-952-476-957-0.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Jansson, E. 2023. Mitä hyötyä puutuotteille on rakennusten tietomallintamisesta? Video. Lataaja Suomen metsäkeskus - Finlands skogscentral. Viitattu 17.1.2024. [https://www.youtube.com/watch?v=2UyOZNpDSew&list=PLtMxBepiQsI67i2i7bIH2MpFjcywKPrA&index=3&ab\\_channel=Suomenmets%C3%A4keskus-Finlandsskogscentral](https://www.youtube.com/watch?v=2UyOZNpDSew&list=PLtMxBepiQsI67i2i7bIH2MpFjcywKPrA&index=3&ab_channel=Suomenmets%C3%A4keskus-Finlandsskogscentral).

Jansson, E., Salonen, H., Tähtinen, H. & Ylinen, S. 2023. PuuBIM – Puuelementin nimikkeistö- ja luettelo-ohje. Viitattu 8.12.2023. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tietomallinnus/>.

Jansson, E., Salonen, H., Tähtinen, H. & Ylinen, S. 2024. PuuBIM – Puuelementin nimikkeistö- ja luettelo-ohje. 2024. Artikkelit Puuinfon verkkosivuilla. Viitattu. 20.3.2024. <https://puuinfo.fi/2024/02/26/puubim-puuelementin-nimikkeisto-ja-luettelo-ohje/>.

Kallinen, T. & Kinnunen, T. N.d. Tapaustutkimus. Teoksessa Jaana Vuori. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 21.2.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusasetelma/tapaustutkimus/>.

Kauppalehti. 2023. VVR Wood Oy. Viitattu 8.12.2023. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/vvr+wood+oy/2596908-8>.

Kehityshankkeet tuovat yhteentoimivaa tietoa rakentamisolalle. 2021. Artikkelin ympäristöministeriön verkkosivuilla. Julkaistu 17.5.2021. Viitattu 2.12.2023. <https://ym.fi/-/kehityshankkeet-tuovat-yhteentoimivaa-tietoa-rakentamisolalle>.

Kira-digi & BuildingSMARTFinland. 2019 Rakennetun ympäristön tiedonhallinnan standardisointi - Nykytilan kartoitus ja ehdotus toimenpiteistä. Viitattu 19.11.2023. <https://rastiprojekti.com/wp-content/uploads/2019/02/RASTI-strategia-v1.pdf>.

Kira-digi. KIRA-digin tavoitteet <https://www.kiradigi.fi/info/visio-ja-tavoitteet.html>.

KIRA-digi. 2019. Kiinteistö- ja rakentamisolalan nimikkeistövertailu. Loppuraportti. Viitattu 10.2.2024. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/Kiinteisto%CC%88-%20ja%20rakentamisolalan%20nimikkeisto%CC%88vertailu%20.pdf>.

KIRAHub. 2021. Tietoisku: Puurakentamisen tietomallintamisen tiekartta. KIRAHub urbaanit visionäärit tietoisku. Video. Lataaja KIRAHub. Viitattu 19.12.2023. [https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IrSN0-daD-8&ab\\_channel=KIRAHub](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IrSN0-daD-8&ab_channel=KIRAHub).

KiraHub. 2022. YTV - yhteentoimivuutta, tehokkuutta, vuorovaikutusta. Viitattu 19.11.2023. <https://kirahub.org/kirahviryhma/#esitysarkisto>.

Kolari, S. 2021. RAK IFC-mallien tietosisällön kehittäminen. Opinnäytetyö YAMK. Viitattu 26.2.2024. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/502260/Opinnaytetyo\\_Sami\\_Kolari.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/502260/Opinnaytetyo_Sami_Kolari.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

Koste, O., Neuvonen, A. & Perälä, E. 2023. Puurakentamisen tulevaisuus -loppuraportti. Viitattu 30.1.2024. [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd-00ec8d20065e/ab767032-1b60-4f24-be97-3bfe1b8c7f56/RAPORTTI\\_20230308111645.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd-00ec8d20065e/ab767032-1b60-4f24-be97-3bfe1b8c7f56/RAPORTTI_20230308111645.pdf).

Kłos, K. 2021. Exporting IFC from Archicad. Artikkelin BimCornerin verkkosivuilla. Viitattu 22.2.2024. <https://bimcorner.com/exporting-ifc-from-archicad/>.

L 432/2023 29 §. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Laki maakuntakaavan esitystavasta. Viitattu 2.12.2023. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

Lehtoviita, T. & Rautiainen, J. 2022. Rakennusten tietomallintamisen nykytila ja tulevaisuus Suomessa. LAB Pro verkkojulkaisu. Julkaistu 19.12.2023. Viitattu 2.12.2023. <https://www.labopen.fi/lab-pro/rakennusten-tietomallintamisen-nykytila-ja-tulevaisuus-suomessa/>.

Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen jatkosta linjaus: uusi rakentamislaki sekä alueidenkäytön digitaalisuus eduskuntaan syksyllä. 2022. Artikkelit ympäristöministeriön verkkosivuilla. Julkaistu 22.3.2022. Viitattu 2.12.2023. <https://ym.fi/-/maankaytto-ja-rakennuslain-uudistuksen-jatkosta-linjaus-uusi-rakentamislaki-seka-alueidenkayton-digitaalisuus-eduskuntaan-syksylla>.

Mäkeläinen, T., Vainio-Kaila T., Lavikka, R. & Rönty, J. 2021. Tiekartta kohti tietomallinnettua puurakentamista. VTT Asiakasraportti. Viitattu 19.12.2023. [https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/43960519/PuuBIM\\_raportti\\_16\\_02\\_2021.pdf](https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/43960519/PuuBIM_raportti_16_02_2021.pdf).

Niemiec, M. 2023. Why do we need BIM standards, procedures, and other documents in a company? BimCornerin verkkosivuilla julkaistu artikkeli. Julkaistu 18.4.2023. Viitattu 2.12.2023. <https://bimcorner.com/why-do-we-need-bim-standards-procedures-and-other-documents-in-a-company/>.

NordicBimGroup. N.d. Archicad esittely. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 4.2.2024. <https://www.nordicbim.com/fi/tuotteet/archicad>.

Owalgroupp. 2019. KIRA-digi Arviointiraportti. Viitattu 19.11.2023. SIVU 25 [https://www.kira-digi.fi/media/hankemateriaali/kira-digi\\_arviointiraportti\\_2019.pdf](https://www.kira-digi.fi/media/hankemateriaali/kira-digi_arviointiraportti_2019.pdf).

Pere, K. 2021. Yleiset tietomallivaatimukset 2020: BIM-mallin objektien luokittelu. Viitattu 19.11.2023. <https://blogi.tocoman.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-bim-mallin-objektien-luokittelu>.

Pere, K. 2024. Uusi rakennuslaki: Mihin rakennusalan yritysten tulee varautua. Admicomin verkkosivuilla julkaistu artikkeli. Julkaistu 9.1.2024. Viitattu 7.2.2024. <https://www.admicom.com/fi/blogi/uusi-rakennuslaki-mihin-rakennusalan-yritysten-tulee-varautua>.

Poczobutt, K. 2021. BIM, a step towards a more sustainable future. BimCornerin verkkosivuilla julkaistu artikkeli. Julkaistu 23.11.2021. Viitattu 19.12.2023. <https://bimcorner.com/bim-a-step-towards-a-more-sustainable-future/>.

Puutuoteteollisuus ry. 2022. Teollisen puurakentamisen tuottavuusloikka. Viitattu 22.2.2024. <https://puuinfo.fi/puulehti/puulehdet/teollisen-puurakentamisen-tuottavuusloikka/>.

Rakennuslehti. 2012. Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset uudistuivat ja laajenivat. Viitattu 19.11.2023. <https://www.rakennuslehti.fi/2012/03/senaattikiinteistojen-tietomallivaatimukset-uudistuivat-ja-laajenivat/>.

Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry. 2019. Rakentajain kalenteri.

RYTV-hankeohjelman aikajana. N.d. Jana RYTV-ohjelman vaiheista BuildingSMARTFinlandin verkkosivuilla. Viitattu 2.12.2023. <https://www.buildingsmart.fi/rytv-hankeohjelman-aikajana>.

RYTV-hankeohjelma. N.d. RYTV-ohjelman esittely BuildingSMARTFinlandin verkkosivuilla. Viitattu 2.12.2023. <https://www.buildingsmart.fi/rytv>.

RYTV-hankeohjelma ja kestävä kehitys. N.d. BuildingSMARTFinlandin blogi hankeohjelman vaikutuksista kestävään kehitykseen. Viitattu 2.12.2023. <https://odoo.bsfcollaboration.com/blog/rytv-hankeohjelma-9/rytv-hankeohjelma-ja-kestava-kehitys-409>.

Tietomallit tuovat digitaalisuutta rakentamiseen. 2020. Blogi. <https://blogi.eoppimispalvelut.fi/luomenlehti/2020/04/15/tietomallit-tuovat-digitaalisuutta-rakentamiseen/>.

Töyrä, K. 2021. VVR WOOD PRODUCES ELEMENTS OF FINLAND'S LARGEST WOODEN APARTMENT BUILDING. Nordic Bim Groupin blogi. Asiakas referenssi. Viitattu 27.1.2024. <https://www.nordicbim.com/fi/references/vvr-wood-produces-elements-of-finlands-largest-wooden-apartment-building>.

Uotila, H. 2020. VVR Wood / structural designing for Linnanfältti's element production. Valokuva. Viitattu 3.2.2024. <https://databank.metsagroup.com/l/BTpP-LDLcx9x>.

VVR Wood Oy. N.d. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 8.12.2023. <https://www.vvr.fi/>.

YTV 2020. TARKOITUS <https://kirahub.org/ytv2020-kehityshankkeen-tietomallien-hyodyntaminen-rakennusvalvonnassa-osan-julkinen-lausuntokierros-kaynnistynyt/>.

YTV - Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. Osa 1 Yleinen osuus. Viitattu 26.2.2024. [https://wiki.buildingsmart.fi/fi/04\\_Julkaisut\\_ja\\_Standardit/YTV](https://wiki.buildingsmart.fi/fi/04_Julkaisut_ja_Standardit/YTV).

YTV - Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. Osa 5 Rakennesuunnittelu. Viitattu 27.2.2024. [https://wiki.buildingsmart.fi/fi/04\\_Julkaisut\\_ja\\_Standardit/YTV](https://wiki.buildingsmart.fi/fi/04_Julkaisut_ja_Standardit/YTV).



# Liitteet

## Liite 1. IFC-ominaisuuksien viitoitus

Viitoita IFC-ominaisuudet vientiä varten

IFC-osakokonaisuudet: Näytä kaikki IFC-tahot Kaikki

IFC-ominaisuudet:

Nimi	Tyyppi	
▶ Pset_FireRatingProperties		
▶ Pset_ManufacturerOccurrence		
▶ Pset_ManufacturerTypeInformation		
▶ Pset_PackingInstructions		
▶ X Pset_PrecastConcreteElementGeneral		
▶ Pset_ProductRequirements		
▶ Pset_QuantityTakeOff		
▶ Pset_Reliability		
▶ Pset_Risk		
▶ Pset_Warranty		
▶ X PuuBim		
X Asennuslohko	IfcLabel	
X GUID	IfcIdentifier	
X Kokoonpanon brutto pinta-ala	IfcAreaMeasure	
X Kokoonpanon netto pinta-ala	IfcAreaMeasure	
X Kokoonpanon tunnus	IfcLabel	
X Komponentin tunnus	IfcLabel	
X Korkeus	IfcPositiveLength...	
X Leveys	IfcPositiveLength...	
X Materiaali	IfcLabel	
X Muutos	IfcText	
X Muutospäivämäärä	IfcDate	
X Paino	IfcMassMeasure	
X Paksuus	IfcPositiveLength...	
X Palonkestoluokitus	IfcText	
X Pintakäsittely	IfcText	
X Pituus	IfcPositiveLength...	
X Päivämäärä	IfcDate	
X Revisiotunnus	IfcText	
X Suunnitelmien valmiusaste	IfcText	

Tyhjennä kaikki asetukset Uusi... Tuo nykyisestä projektista

Varoitus... Kumoa OK

## Liite 2. Ulkoseinäelementin IFC-ominaisuudet

The image displays a 3D perspective view of a building facade element, showing a grid of vertical panels supported by a wooden frame. Two property tables are overlaid on the image, providing detailed information about the components.

**Top Property Table (A-Lohko):**

Summary	Location	PartOf	Clashes	SPset Basic I...	SPset Object...	PuuBim
Property		Value				
Asennuslohko		A-Lohko				
GUID		0f0WrhKPb8leOjqRRldZGn				
Kokoonpanon tunnus		HR-A-101				
Komponentin tunnus		YJ-HR-A-25				
Korkeus		48 mm				
Leveys		198 mm				
Materiaali		C24				
Muutos		Lisätty kolous liittyvää väliseinää varten				
Muutospäivämäärä		20.3.2024				
Palonkestoluokitus						
Pintakäsittely		Käsittelemätön				
Pituus		7 258 mm				
Päivämäärä		20.3.2024				
Revisiotunnus		A				
Suunnitelmien valmiusaste		10_Valmis				

**Bottom Property Table (HR-A-101):**

Summary	Location	PartOf	Clashes	SPset Basic I...	SPset Object...	PuuBim
Property		Value				
Asennuslohko		A-Lohko				
GUID		39ZT\$ajIbAY93F76OPHkv				
Kokoonpanon brutto pinta-ala		29,31 m <sup>2</sup>				
Kokoonpanon netto pinta-ala		19,55 m <sup>2</sup>				
Kokoonpanon tunnus		HR-A-101				
Komponentin tunnus		HR-A-101				
Korkeus		4 008 mm				
Leveys		339 mm				
Muutos		undefined				
Muutospäivämäärä		undefined				
Paino		1518,419903				
Pintakäsittely		undefined				
Pituus		7 314 mm				
Päivämäärä		undefined				
Revisiotunnus		undefined				
Suunnitelmien valmiusaste		10_Valmis				

## Liite 3. IFC-tiedonsiirron käyttöohje

VR Wood IFC Export ohje	Property set	Ominaisuus PuuBIM	Esim	IFC Arvopyyppi	Ominaisuus A/CAF	Tuontia / Käyttöohje
IFC Tyypit						
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Kokoonpanon tunnus	HR-A-101	IFCLabel	AC Elementin ID	<b>Ominaisuus kuvaan kokoonpanon tunnusta.</b> HR= kokoonpanon tyyppitunnus, A= Aseennusloikko, 101= kokoonpanon sarjanumero 1 krs Ominaisuus kuvaan komponentin tunnusta
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Komponentin tunnus	T-HR-A-06	IFCLabel	AC Komponentin tunnus	Ominaisuusasettoihin määritelty lauseke joka antaa komponentille oikean tunnuksen lausekeohjauksella: CONCAT ( IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "310   runko, seinät, AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "311   runko, seinät, väliluku AF", "Y", "4", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "312   runko, seinät, alaluku AF", "A", "4", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "314   runko, seinät, palkki AF", "K", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "315   runko, tasot AF", "K", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "318   runko, pilaat AF", "P", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "319   runko, täydenväli puusala AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "330   koodaus ulko, seinät AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "330   koodaus ulko, seinät AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "330   koodaus sisä, seinät AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "335   koodaus sisä, tasot AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "335   koodaus sisä, tasot AF", "H", "2", "mm" ); IF ( Property, Yleiset parametrit/Taso ) = "390   varuste AF", "H", "2", "mm" );
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	GUID	0C5858norbJgeesaaZ2QcR	IFCIdentifier	AC IFC ID	Ominaisuus kuvaan IFC objektin GUID tunnusta (Globally Unique Identifier). Koodille AF kokoonpanolle asetetaan lisänumerointi alkaen /01
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Juokseva numero (ACN)	HR-A-101/01	IFCLabel	AC Elementin ID	Ominaisuus kuvaan kokoonpanon sijaintia aseennusloikossa. AC vyöhyke (zone) asetetaan malliin ja nimitään lohkojako mukaisesti. IFC objektit saavat vyöhykkeen mukaisen tunnuksen tietokenttään. Vyöhyke sijoitetaan tasolle mikä on jatkuvasti näkyvässä, mutta piloitetaan 3D näkymän asetuksesta.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Aseennusloikko	Loikka-A	IFCLabel	AC Liittyvä vyöhykkeen nimi	<b>Ominaisuus kuvaan suunnitelmien valmistusasetusta</b> Lohkole asetetaan esimääritelty vyöhyke oikealla vyöhykenumeronilla, joka kuvastaa kokoonpanon tai komponentin valmistusasetta.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Suunnitelmien valmistusasetus	10_Valmis	IFCText	AC Liittyvä vyöhykkeen numero	02-06_Vapaasti määriteltävissä olevat valmistusasetet 10_Valmis_Suunnitelma valmis 11_Muutunnut_Suunnitelmien sisältö on muutettu.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Leveys (b)	198 mm 328 mm 1200 mm	IFCPositiveLengthMeasure	AF Mat leveys (ArchFrameKapula) AF Komposiitin pakkaus (ArchFrameElement) AF Myyminen leveys (ArchFrameBoardPanel)	Ominaisuus kuvaan komponentin profiilin pidemmän sivun mittaa. Ominaisuus kuvaan seinäkokoonpanon kokonaisrakemepaksuutta. Ominaisuus kuvaan levykomponentin leveyttä
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Pituus (L)	4200 mm 12000 mm 4000 mm	IFCPositiveLengthMeasure	AF Pituus (ArchFrameKapula) AF Komposiitin leveys (ArchFrameElement) AF Myyminen korkeus (ArchFrameBoardPanel)	Ominaisuus kuvaan komponentin pituutta Ominaisuus kuvaan seinäkokoonpanon kokonaispituutta Ominaisuus kuvaan levykomponentin pituutta
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Korkeus (h)	48 mm 4000 mm 18 mm	IFCPositiveLengthMeasure	AF Mat korkeus ArchFrameKapula AF Komposiitin korkeus (ArchFrameElement) AF Elementin pakkaus (ArchFrameBoardPanel)	Ominaisuus kuvaan komponentin profiilin jhyemmän sivun mittaa. Ominaisuus kuvaan seinäkokoonpanon kokonaiskorkeutta. Ominaisuus kuvaan levykomponentin paksuutta.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Materiaali	GL30C	IFCLabel	AF Mat nimi (ArchFrameKapula) AF Materiaalin ID (ArchFrameBoardPanel)	Ominaisuus kuvaan komponentin laatuominaisuuksia AF Kapulan materiaali nimi on pilkoitu etäolaisuusella niin, ettei kapulan geometriset tiedot näy.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Paino	3500 kg	IFCMassMeasure	AF Komposiitin paino kg (ArchFrameElement)	<b>Ominaisuus kuvaan kokoonpanon lastenkemiallista painoa.</b> Elementin painon päivitysmen: Timpiojektissa varataan koko malli, avataan elementtiobjektin asetukset ja suljetaan asetukset OK:lla. Paino tulee päivitystä ennen IFC-tuotusta.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Elementin brutto pinta-ala	20 m <sup>2</sup>	IFCAreaMeasure	AF Komposiitin bruttoala (leveys x korkeus) m <sup>2</sup> (ArchFrameElement)	<b>Ominaisuus laskee kokoonpanon bruttoalaa</b>
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Elementin netto pinta-ala	13 m <sup>2</sup>	IFCAreaMeasure	AF Komposiitin nettoala m <sup>2</sup> (ArchFrameElement)	<b>Ominaisuus laskee kokoonpanon nettoalaa</b>
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Palonkestoluokitus	REI60	IFCText	AC Palonkestoluokitus	Ominaisuus kuvaan kokoonpanon palonkestoluokitusta Palonkestoluokitus asetetaan alustevaiheesta. Tämä voidaan asettaa esim. AC seinälle tai AF kokoonpanolle.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Pintakäsittely	Käsittelynäön	IFCText	AC Pintamateriaalit (kaikki)	Ominaisuus kuvaan komponentin pintakäsittelyä AF kapulalle annetaan oletus pintamateriaali Käsittelynäön. AC Pintamateriaalin voi laitteessa vaihtaa pintakäsittelyyn mukaan.
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Päivämäärä	12.12.2023	IFCDate	AC Päivämäärä	Asetetaan manuaalisesti tietokenttään
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Revisiottunnus	A	IFCText	AC Revisiottunnus	Asetetaan manuaalisesti tietokenttään
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Muutospäivämäärä	13.12.2023	IFCDate	AC Muutospäivämäärä	Asetetaan manuaalisesti tietokenttään
IFCBuildingElementProxy	PuuBim	Muutos	Uusittu loppu	IFCText	AC Muutos	Asetetaan manuaalisesti tietokenttään