

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# IMPACT REVIT -OHJELMA TYÖKALUNA SANDWICH-ELEMENTIN 3D-SUUNNITTELUSSA

TEKIJÄ Miika Katainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Miika Katainen			
Työn nimi Impact Revit-ohjelma työkaluna Sandwich-elementin 3D-suunnittelussa			
Päiväys	24.4.2023	Sivumäärä/Liitteet	37/3
Toimeksiantaja Sitowise Oy			
Tiivistelmä			
<p>Elementtiprojekteissa 3D-suunnittelu on 2D-suunnittelua tehokkaampaa, sillä mekaanisia työvaiheita on mallinnusohjelmalla mahdollista automatisoida ja nopeuttaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua Impact Revit -ohjelmaan mallintamalla sandwich-ruutuelementti. Tavoitteena oli luoda kokonaiskäsite ohjelman käytöstä ja luoda video-ohjeistus yrityksen sisäiseen käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin projektityyppisenä kehittämishankkeena. Työssä mallinnettu elementti on osa Espooseen rakennettavaa SRV Rakennus Oy:n asuinkerrostaloprojektia, johon Sitowise Oy toteuttaa elementtisuunnittelun. Opinnäytetyö on tehty opettelemalla ohjelman käyttö perusteellisesti, haastattelemalla Sitowisen projekti-insinööriä, sekä StrusoftWIKI-nettisivuja tietosisällön osalta.</p> <p>Työn lopputuloksena oli yhteensä seitsemän, noin 8 minuutin pituista ohjevideota Impact Revit -ohjelman käytöstä. Videoissa käydään läpi sandwich-elementin mallinnus Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -ohjeistuksen tarkkuudella. Ohje sisältää myös elementtipiirustuksen teon. Ohjevideoiden avulla voidaan oppia kattavasti ohjelman perustoimintojen käyttö. Opinnäytetyön lukija saa hyödyllistä tietoa Impact Revit -ohjelman toimintaperiaatteista elementtisuunnittelussa. Jatkotutkimuksena voisi olla Impact-tietokannan laajempi hyödyntäminen siten että myös LVI- ja sähkösuunnittelu tehtäisiin Revit-ohjelmalla.</p>			
Avainsanat Impact, Revit, elementtisuunnittelu, 3d-suunnittelu			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Miika Katainen	
Title of Thesis 3D Designing a Sandwich Element with the Impact Revit Program	
Date April 24, 2024	Pages/Appendices 37/3
Client Organisation Sitowise Group PLC	
<p><b>Abstract</b></p> <p>In element projects, 3D design is a more efficient way to produce shop drawings than 2D design, because the mechanical designing steps can be automated and accelerated with a modeling program. The aim of the thesis was to get familiar with the Impact Revit program by modeling a sandwich element. This thesis was commissioned by Sitowise Group PLC and the purpose was to create an overall understanding of the program and to create a video instruction for the company's internal use.</p> <p>The thesis was implemented as a project-type development project. The element modeled in the thesis is part of SRV Rakennus Oy's apartment building project to be built in Espoo, for which Sitowise will carry out the element design. The thesis has been done by thoroughly learning how to use the program, by interviewing Sitowise's project engineer, and based on the information content of the StrusoftWIKI website.</p> <p>The result of the work was a total of seven, approximately 8-minute-long instructional videos going through the modeling of the sandwich element with the accuracy of the YTV2012 guidelines. The instruction also includes the element drawing. With the help of the instructional videos, it is possible to comprehensively learn how to use the basic functions of the program. The reader of the thesis gets useful information about the operating principles of the Impact Revit program in element design. Further research could be a wider utilization of the Impact database so that MEP planning would also be done with the Revit program.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>Impact, Revit, element design, 3D design</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	BETONIELEMENTTIEN SUUNNITTELU .....	8
2.1	Betonielementtirakentaminen .....	8
2.2	Betonisandwich-elementit .....	9
2.3	BEC 2012 ja YTV 2012 .....	10
2.4	3D-elementtisuunnittelun työvaiheet .....	11
3	IMPACT REVIT - OHJELMISTO .....	12
3.1	Autodesk Revit.....	12
3.2	StruSoft IMPACT .....	12
3.3	Impact Revit.....	13
4	PROJEKTIN YLEISKATSAUS JA ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTILANNE .....	15
4.1	Asuinkerrostaloprojektin lähtötiedot .....	15
4.2	Opinnäytetyön SW-elementti .....	15
4.3	Yleiskataus Impact Revit -ohjelmaan .....	16
5	SANDWICH-ELEMENTIN 3D-SUUNNITTELU IMPACT REVIT-OHJELMALLA.....	19
5.1	3D-suunnittelun lähtötilanne .....	19
5.2	Elementin 3D-mallinnus.....	19
5.3	Wall Endcap -työkalu.....	21
5.4	Valutarvikkeet.....	22
5.5	Raudoitus .....	24
5.6	Piirustuksen tuottaminen .....	26
5.7	Impact project manager .....	27
5.8	Video-oheistus .....	27
5.9	Haastattelu.....	28
5.9.1	Haastattelun lähtökohdat .....	28
5.9.2	Seinän mallinnus .....	28
5.9.3	Endcapit.....	28
5.9.4	Valuosat.....	29
5.9.5	Raudoittaimen .....	29
5.9.6	Piirustuksen luominen .....	29
5.9.7	Lisäkysymykset.....	30

6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
7	POHDINTA.....	32
	LÄHTEET .....	33
	LIITE 1: SW-ELEMENTIN ELEMENTTIPIIRUSTUS SIVU 1/3.....	35
	LIITE 2: SW-ELEMENTIN DETALJIT SIVU 2/3.....	36
	LIITE 3: SW-ELEMENTIN DETALJIT SIVU 3/3.....	37

## KUVALUETTELO

KUVA 1.	Rooman Pantheonin kaarikatto (Betoni, julkaisuaika tuntematon) .....	8
KUVA 2.	Kuvaleike BES-järjestelmästä, kantavat seinät ja laatta -runko (Betoniteknikka, 2018, 428) .....	9
KUVA 3.	Betonisandwich -rakenteen poikkileikkaus (Juntunen, 2020) .....	10
KUVA 4.	Impact -ohjelmiston tietokannan tasot (StruSoft, julkaisuaika tuntematon).....	13
KUVA 5.	Projektin kerrostalon havainnekuva (Sarc architects, 2022).....	15
KUVA 6.	Kuvankaappaus rakennuksen julkisivukuvasta (Sarc architects, 2022) .....	16
KUVA 7.	Kuvaleike Impact Revit -ohjelman yleisvalikosta .....	16
KUVA 8.	Kuvaleike Impact Revit -ohjelman yleisvalikosta, sekä seinätyökaluista (Katainen 2023) .....	17
KUVA 9.	Kuvaleike Components -osion valuosien mallinnustyökaluista ja -asetuksista (Katainen 2023) .....	18
KUVA 10.	Kuvaleike ohjelman yleisnäkymän valikosta (Katainen 2023) .....	18
KUVA 11.	Kuvaleike projektin hallinnan ja linkityksen asetuksista (Katainen 2023) .....	19
KUVA 12.	Kuvaleike seinätyökalun asetusten määrittämisestä (Katainen 2023) .....	20
KUVA 13.	Kuvaleike Impact Revitillä mallinnetusta SW-elementistä (Katainen 2023).....	20
KUVA 14.	Kuvaleike endcapien luomisesta (Katainen 2023).....	21
KUVA 15.	Kuvaleike ikkuna-aukon asetusten määrittämisestä (Katainen 2023).....	21
KUVA 16.	Kuvaleike sandwich -ruutuelementistä Revit -ohjelmassa (Katainen 2023) .....	22
KUVA 17.	Kuvaleike valuosien asetusten määrittämisestä (Katainen 2023) .....	23
KUVA 18.	Kuvaleike SW-ruutuelementistä valuosineen (Katainen 2023).....	23
KUVA 19.	Kuvaleike seinän raudoitustyökalun välilehdistä (Katainen 2023) .....	24
KUVA 20.	Kuvaleike SW ruutuelementistä, johon on lisätty umpihaat. (Katainen 2023). .....	25
KUVA 21.	Kuvaleike SW-ruutuelementistä rauditusverkoin ja pieliteräksin (Katainen 2023).....	25
KUVA 22.	Kuvaleike elementin tallentamisesta, sekä piirustusohjelman valinnasta (Katainen 2023).....	26
KUVA 23.	Kuvaleike elementtipiirustuksen pääsivusta. Piirustukseen ei vielä olla tehty mitään manuaalisia viimeistelyjä. (Katainen 2023). .....	26
KUVA 24.	Kuvaleike Impact project manager -ohjelmasta (Katainen 2023) .....	27
KUVA 25.	Kuvaleike Sitowisen Impact -ohjevideokansion sisällöstä (Katainen 2023) .....	28

**Käsitteet ja lyhenteet**

BIM	Tietomallinnus (Building Information Modeling)
2D	Kaksiulotteinen (2-dimensional)
3D	Kolmiulotteinen (3-dimensional)
Autodesk Revit	BIM-ohjelmisto arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoille
Strusoft Impact	Betonielementtien BIM-ohjelmisto, sekä tietokanta
Impact Revit	Revitin lisäosa elementtien 3D-suunnitteluun
SW-elementti	Betonisandwich-elementti, jonka kahden betonikuoren välissä on eristekerros
IFC	Kansainvälinen rakennusalan standardi tiedonsiirtoon (Industry Foundation Classes)
Assembly	Elementtikokoonpano Revit-mallinnusohjelmassa
CIM	Elementin valuosat (cast in material)
End cap	Impact-ohjelmassa käytetty nimitys elementin reunojen muotoiluille, esimerkiksi vaaraurille ja ikkunaviisteille
Reikäkierto	Elementtiin eri suunnittelualojen tarvitsemat läpiviennit, esimerkiksi sähkö- ja LVI-varaukset

## 1 JOHDANTO

Elementtisuunnittelua tehdään nykyään entistä enemmän 3D-suunnitteluohjelmilla. Niiden etuna ovat suunnittelutyön nopeuttaminen mekaanista työtä vaativien työvaiheiden automatisoiminen elementtipiirustukseen asti, sekä elementtien tietosisällön jakaminen piirustuksien lisäksi IFC-muodossa. Suomessa Tekla Structures on tällä hetkellä yleisin ja kenties toiminnallisuudeltaan monipuolisin 3D-suunnitteluohjelma, mutta ei kuitenkaan markkinoiden ainoa.

Sitowise otti talvella 2023 käyttöön Strusoftin kehittämän Impact-ohjelmistoperheen. Siihen kuuluu Revit-ohjelman lisäosana toimiva Impact Revit -ohjelma elementtisuunnitteluun. Tämän työn tarkoituksena on tutkia Impact Revit -ohjelman käyttöä luomalla sillä sandwich-ulkoseinäelementti. Tavoitteena on siis saada kokonaiskäsitys siitä, miten ohjelmalla voidaan mallintaa elementti ja tuottaa suomalaisten vaatimusten mukainen elementtipiirustus. Työssä myös haastatellaan Sitowisen projekti-insinööriä liittyen Impactin ominaisuuksiin elementin eri mallinnusvaiheissa. Lisäksi elementin 3D-mallinnuksesta tuotetaan video-ohjeistus yrityksen sisäiseen käyttöön. SW-elementin suunnittelu toteutetaan SRV Rakennus Oy:n asuinkerrostaloprojektiin, joka sijaitsee Espoon Kivenlahdessa.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii suunnittelu- ja konsultointiyritys Sitowise Oy. Yritys on käyttänyt elementtien 3D-suunnitteluun pääosin Tekla Structures-ohjelmaa, mutta viime aikoina on pohdittu myös Revitin mahdollisuuksia elementtisuunnittelussa. Opinnäytetyön aloitushetkellä Impact-ohjelman lisenssit on juuri saatu käyttöön yrityksessä.

Työn alussa on tarkoitus opetella Impact Revit -ohjelman käyttöä koulutusten, webinaarien sekä Impact Wiki -nettisivuston avulla. Kun ohjelman käyttö on hallinnassa, mallinnetaan kerrostaloprojektiin kuuluva SW-elementti valuosineen ja raudoitukseen sekä tuotetaan elementtipiirustus. Työ on rajattu siten, että tarkastellaan vain yhden SW-ruutuelementin suunnittelua ohjelmalla. Tässä työssä ei kuitenkaan luoda kirjallista ohjetta elementin tekoon, vaan tavoite on yhteen elementtiin keskittyen luoda kokonaiskäsitys ohjelman käytöstä, työkaluista ja mahdollisuuksista.

## 2 BETONIELEMENTTIEN SUUNNITTELU

### 2.1 Betonielementtirakentaminen

Betonirakentaminen on keksitty jo noin 2000 vuotta sitten, kun kreikkalaista kivirakentamisen taitoa sovellettiin uuteen tekniikkaan, betonirakentamistapaan. 120-luvulla valmistunut Rooman Pantheon on yleisesti tunnetuin varhainen betonirakenne (kuva 1). Sen kupolimainen kaarikatto on tehty betonista ja on edelleen maailman suurin laatuaan. Betonin valmistustapa kuitenkin unohdettiin vuosisadoiksi.



KUVA 1. Rooman Pantheonin kaarikatto (Betoni, julkaisuaika tuntematon)

Betonia alettiin käyttämään uudelleen rakentamisessa vasta 1800-luvun puolivälissä. Tuolloin keksittiin nykyäänkin yleisin sementtityyppi, Portland-sementti. Sen myötä teräsbetonirakentaminen levisi maailmanlaajuiseen tietoisuuteen Pariisin maailmannäyttelyssä vuonna 1900. Suomeen kyseinen rakentamistapa rantautuikin 1900-luvun alussa ja vanhimpina betonin käyttökohteina ovat tuon ajan kivitalojen portaikot. 1940-luvulla alettiin kehittämään elementtitekniikkaa muun muassa asuinkerrostalojen rakentamiseen. (Betoni, julkaisuaika tuntematon).

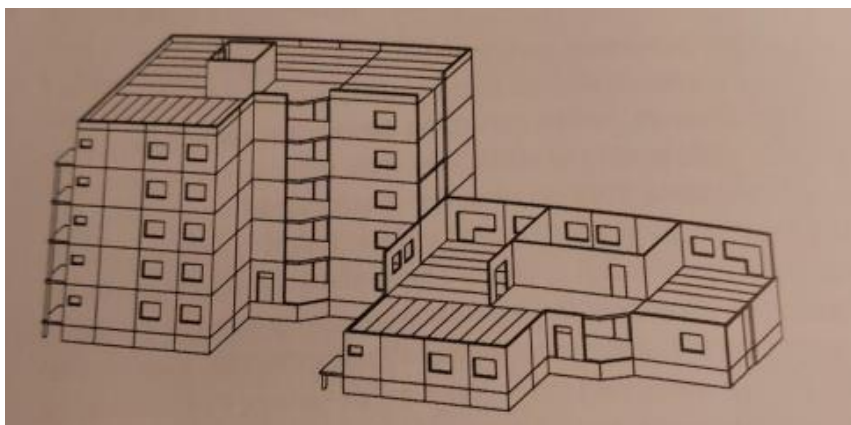
Nykyään betonielementtirakentaminen on Suomen yleisin rakentamistapa toteuttaa monikerroksisten rakennusten rungot (taulukko 1). Elementtejä käytetään niin asuinkerrostaloihin ja toimitiloihin, kuin myös infrarakentamiseen. Oikein valmistettuna, suunniteltuna ja käyttöänsä päättyessä kierrätettynä betoni on ekotehokas, luja ja pitkäikäinen rakennusmateriaali. (Betoni, julkaisuaika tuntematon)

TAULUKKO 1. Runkomateriaalit viiden vuoden keskiarvoina (Stat, 2021)

		Betoni	Muu	Puu	Teräs	Tiili
<b>Pientalo</b>	ka 2011-2015	14 %	1 %	83 %	0 %	1 %
	ka 2016-2020	12 %	1 %	85 %	0 %	1 %
<b>Kerrostalo</b>	ka 2011-2015	94 %	0 %	4 %	0 %	1 %
	ka 2016-2020	94 %	0 %	5 %	0 %	1 %
<b>Palvelurakennus</b>	ka 2011-2015	65 %	1 %	18 %	14 %	2 %
	ka 2016-2020	66 %	2 %	20 %	12 %	1 %
<b>Tuotantorakennus</b>	ka 2011-2015	33 %	0 %	26 %	40 %	0 %
	ka 2016-2020	33 %	1 %	27 %	40 %	0 %

## 2.2 Betonisandwich-elementit

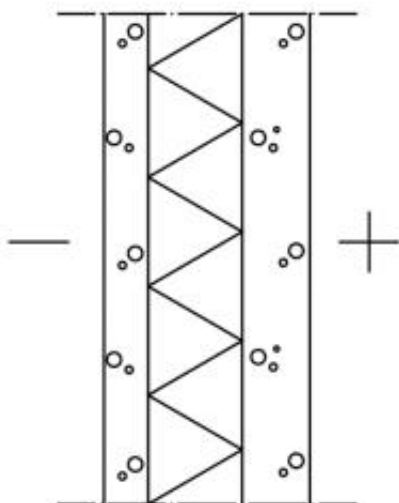
Betonisandwich-elementti eli SW-elementti on elementtitehtaalla valmistettava betonivalmisosa. Se on osa jo 1960-luvulla kehitettyä BES-järjestelmää, jossa elementtirakentaminen toteutetaan vaakasuunnassa moduulimitoilla (kuva 2). Pystysuunnassa kerroksen minimikorkeus on 3000 mm. Asuin-kerrostalossa BES-järjestelmän mukainen runko koostuu kantavista seinistä ja ontelolaatoista (Elementtisuunnittelu 2020).



KUVA 2. Kuvaleike BES-järjestelmästä, kantavat seinät ja laatta -runko (Betoniteknikka, 2018, 428)

SW-elementti koostuu teräsbetonisesta sisä- ja ulkokuoresta, joiden välissä on esimerkiksi mineraalivillasta koostuva lämmöneristekerros (Juntunen 2020). Niitä käytetään yleisimmin rakennuksen ulkoseinä- ja kantavina, että ei-kantavina rakenneosina. Kantavana kerroksena rakenteessa toimii sisäkuori. Tyypillisesti ulkokuoren paksuus on noin 70-85 mm ja eristekerroksen paksuus noin 140-160 mm. Sisäkuoren paksuus on noin 80-150 mm riippuen siitä, onko rakenneosa kuormia kantava vai ei. (Kuva 3.)

Elementin sisä- ja ulkokuori liitetään toisiinsa ansailloin eli sideraudoituksella kuorien välissä olevan lämmöneristekerroksen läpi. Sen tehtävänä pitää elementti koossa ja kannatella ulkokuorta, sekä siirtää tuulikuormat sisäkuorelle. SW-elementin ulkokuori toimii ulkoseinän sääsuojana ja sille on olemassa erilaisia elementtitehtaalla valmiiksi toteutettuja pintakäsittelyvaihtoehtoja, esimerkiksi maalaukset, sekä harjattu tai pesty pinta. Rakenteen tuuletus tapahtuu eristekerrokseen tehtävällä tuuletusurituksella. (Juntunen 2020)



KUVA 3. Betonisandwich -rakenteen poikkileikkaus (Juntunen, 2020)

### 2.3 BEC 2012 ja YTV 2012

BEC 2012 elementtisuunnittelun mallinnusohje on ohjeistus betonielementtien mallinnukseen oikeaoppisesti. Ohjeistus määrittelee pelisäännöt oikeaoppiselle 3D-mallin sisällölle, joita kaikkien mallintajien tulisi noudattaa. Sääntöjen mukaisesti toteutettuna mallit ovat samankaltaisia riippumatta suunnittelutoimistosta, mallintajasta tai mallinnusohjelmasta. Mallinnusohje pyrkii ohjeistuksellaan siihen, että tietoa olisi mahdollisimman kattavasti hyödynnettävissä suoraan tietomallista. (Parma, 2012)

YTV 2012 eli Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on COBIM (Common BIM requirements) -kehittämissankkeen tulos. Hankkeen vetäjänä toimi Rakennustietosäätiö ja tavoitteena oli tietomallintamisen toimintatapojen yhdenmukaistaminen ja vakinaistaminen. 14-osaisen sarjan osassa 5. käsitellään rakennesuunnittelun mallinnustarkkuuteen liittyviä asioita. Ohjeessa on taulukoitu mallinnusperiaatteet, sekä Talo 2000-nimikkeistön mukainen tarkkuustaso rakenneosille (Taulukko 2.). Ohje velvoittaa tietomallin tietosisältöjen vastaamaan muiden suunnitteluasiakirjojen sisältöjä. (Buildingsmart, julkaisuaika tuntematon)

TAULUKKO 2. Mallinnuksen tarkkuustason kuvaus (YTV2012, 2012)

Mallinnuksen tarkkuustaso	Mallinnuksen tarkkuustason kuvaus
1	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein.
2	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden kokonaismäärät selviävät mallista. Rakenteet elementoidaan.
3	Mallinnetaan tyyppielementit ja tyyppiapaikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen (liittopilareihin myös raudoitteet). Muut osat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen.
4	Mallinnetaan elementit ja paikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanot mallinnetaan konepajatasolle (liittopilareihin myös raudoitteet). Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan.

## 2.4 3D-elementtisuunnittelun työvaiheet

Elementtimallinnuksen suunnittelu jakautuu kolmeen eri suunnitteluvaiheeseen. Niitä ovat yleissuunnittelu, hankintoja palveleva suunnittelu sekä toteutussuunnittelu. (Koskinen 2021)

Yleissuunnitteluvaiheessa elementit mallinnetaan perusgeometrialtaan oikein, eli elementtien on oltava oikean kokoisia sekä oikealla paikallaan. Tämän mallin pohjalta voidaan tehdä alustavat määrästarkastelut, sekä törmäystarkastelut muiden suunnittelualojen kanssa. (Koskinen 2021)

Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa tietomallin tarkkuustaso on hankintakyselyjen vaatiman tason mukaisia. Elementtien geometrian on oltava lopullisessa muodossaan ikkuna- ja oviaukkoineen, sekä tietomallista on saatava elementtitehtaan tarvitsevat määrät. Hankintoja palvelevan vaiheen aikana tuotetaan tyyppielementtipiirustukset ja niiden tarkkuustason pitää olla toteutussuunnittelun tasolla. (Koskinen 2021)

Toteutussuunnitteluvaiheessa mallinnetaan elementit tietosisällöiltään perinteisiä piirustusdokumenteja vastaavaan tarkkuuteen. Elementtiin mitoitettavat raudoitteet ja valutarvikkeet tulee mallintaa tietomalliin. Jos kaikkia tietoja ei pystytä mallintamalla sisällyttämään, sisällytetään tiedot muulla tavoin, jotta ne ovat raportoitavissa. (Koskinen 2021)

### 3 IMPACT REVIT - OHJELMISTO

#### 3.1 Autodesk Revit

Autodesk Revit on yhdysvaltalaisen ohjelmistoyritys Autodeskin omistama tietomalliohjelma arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikan suunnitteluun. Ohjelma kehitettiin alun perin arkkitehtisuunnittelua varten, mutta viime vuosina sitä on kehitetty soveltumaan myös muihin suunnittelualoihin, kuten rakennesuunnitteluun. 2000-luvun alussa kehitetyllä ohjelmistolla on ollut alusta asti tarkoituksena kyetä luomaan 3D-malleja, jotka sisältävät kaiken tarvittavan BIM-tietosisällön. (Wikipedia 2023)

Revitissä mallintaminen toteutetaan erilaisten objektien avulla, joita kutsutaan familyiksi. Ne voivat olla yksittäisiä komponentteja, esimerkiksi tuoli, tai useista komponenteista koostuvia kokonaisuuksia, kuten kylpyhuonekokonaisuus. Familyjä voidaan muokata Revitin parametrien avulla sopivaksi kuhunkin käyttötarkoitukseen ja ne jakautuvat tyypeiltään Koskisen (2021) mukaan kolmeen eri kategoriaan:

- System familyt
- Component familyt
- In place familyt

System familyjä ovat Revitiin sisäänrakennetut toiminnot ja näitä ovat esimerkiksi seinä-, katto-, ja lattiatyökäkalut. Niihin voidaan määritellä rakenteet materiaalikirjastojen avulla. Varsinaisia system familyjä ei pysty luoda uusia eikä poistaa, mutta niihin luotuja rakennetyyppejä on mahdollista muokata ja kopioida.

Component familyyn kuuluu kaikki muu, mikä ei kuulu system familyyn. Näitä familyjä käyttäjä luo itse ulkoisiksi tiedostoiksi ja lataa projekteihin erikseen. Tällaisia ovat muun muassa rakennuskomponentit, jotka yleensä ostetaan, toimitetaan ja asennetaan rakennuksiin. Esimerkiksi ikkunat, ovet, kalusteet sekä huonekalut kuuluvat tähän familyyn.

In place familyt ovat projektikohtaisesti räätälöityjä familyjä. Component familyjen ollessa erillisiä ulkoisia tiedostoja, in place familyt luodaan ja tallennetaan suoraan projektiymäristöön. Niitä ei siis voi tallentaa erikseen erillisinä komponentteina. In place familyjä ja niiden alatyypppejä voi kuitenkin kopioida ja muokata, sekä tarvittaessa myös siirtää projektista toiseen. In place -komponentteja luodessa on määritettävä aina kyseisen objektin kategoria esimerkiksi seinä, lattia tai palkki.

#### 3.2 StruSoft IMPACT

StruSoft on ruotsalainen ohjelmistoyritys, joka kehittää rakennusalan ohjelmistoja erilaisten rakennusprojektien suunnittelua ja mallinnusta varten. Impact on StruSoftin kehittämä BIM-ohjelmistoperhe, jolla voidaan suunnitella betonielementtejä. Lisäksi sillä voidaan toteuttaa tuotannon suunnittelua, kuljetussuunnittelua ja projektinhallintaa. Se voidaan integroida erilaisiin ohjelmistoihin, kuten Revit-ohjelmaan. Myös esimerkiksi AutoCadille ja Tekla Structuresille on olemassa Impact-lisäosat. (Wiki.impact.strusoft 2023)

Impact-ohjelmisto pohjautuu SQL-tietokantaan, jolloin tiedonjako projektin eri toimijoiden kesken toteutuu saman 3D-mallin ja tietokannan kautta. Tässä opinnäytetyössä käytetään Impact server

connect -sovellusta, Impact project manager -ohjelmaa sekä Impact Revit -ohjelmaa. Server connect yhdistää käyttäjän tietokantaan ja Project manager toimii valmiiden elementtien 3D-katseluohjelmalla, sekä tietokannan käyttöliittymänä, jolla hallitaan kaikkia tietokannan projekteja. Impact Revitillä tehdään elementin mallinnus ja elementtipiirustukset. (Wiki.impact.strusoft, 2023)

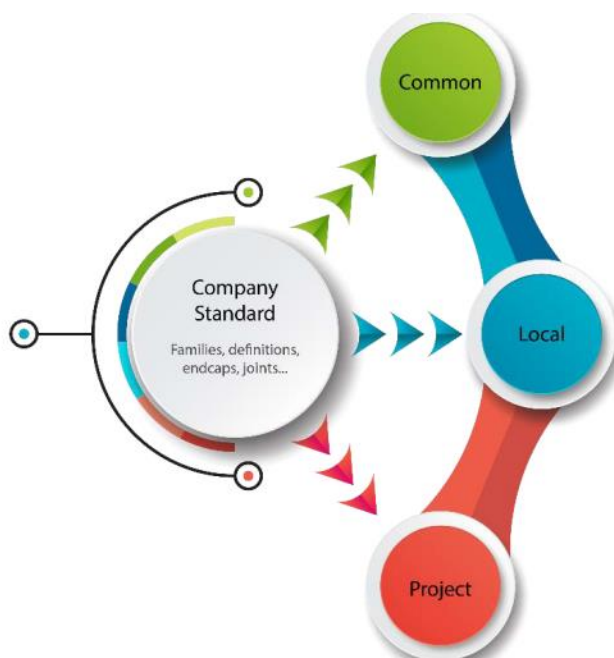
### 3.3 Impact Revit

Impact Revit on Revit-ohjelmaan tehty laajennusosa, joka on kehitetty käsittelemään sekä elementtien mallintamista että tiedonhallintaa. Sen avulla 3D-mallinnus Revitissä on nopeampaa ja helpompaa Impactin automatisointi- ja mukauttamistyökalujen avulla. Sillä on mahdollista myös luoda automaattisesti piirustuksia mallista. Nämä kaikki 3D-mallit tietoisesti voidaan tallentaa Impactin tietokantaan. Tietomallia ja sen tietosisältöjä voi tarkastella Impact project manager -ohjelmalla.

Impact Revitissä familyt koostuvat pääosin itse elementistä sekä sen valuosista. Niiden käyttö ja kaantuu kolmelle tietokannan tasolle:

1. Common
2. Local
3. Project

Yleisellä tasolla (common) on yrityksen standardien mukaiset familyt. Paikallisella tasolla (local) yleisen tason familyjä voidaan räätälöidä esimerkiksi elementtisuunnitteluosaston tarpeisiin. Paikalliselle tasolle luodaan myös familyjä osaston omiin tarpeisiin. Projektitason (project) familyt ovat käytössä vain kyseiseen projektiin räätälöityinä. (Kuva 4.)



KUVA 4. Impact -ohjelmiston tietokannan tasot (StruSoft, julkaisuaika tuntematon)

Tässä opinnäytetyössä syvennyttään betonielementtien joukosta ainoastaan sandwich-elementin mallinnukseen Impact Revit -ohjelmalla. Sillä on kuitenkin mahdollista mallintaa myös muun muassa ontelolaatat, pilarit ja palkit valuosineen ja raudoituksineen, sekä tuottaa myös niistä elementtipii-

rustukset. Eri elementtien mallinnus- ja raudoitustyökalujen toimintaperiaatteet ovat kuitenkin samankaltaiset, joten sandwich-elementin mallintaminen antaa hyvän yleiskäsityksen minkä tahansa elementin mallintamisesta ohjelmalla.

Elementin mallinnus Impact Revitillä toteutetaan 6 eri vaiheessa:

1. Projektin liittäminen Impact-tietokantaan tasoineen ja grideineen
2. Elementin paksuuden, materiaalin, nostolenkkien ja vemojen määrittäminen Walls-työkalulla.  
Seinän mallintaminen
3. End capien luonti 2D-näkymässä, jonka jälkeen niiden lisääminen malliin Edit wall -työkalulla.  
Ikkuna-aukon lisääminen Opening-työkalulla
4. CIM Familyjen (tapit, kolot ja vaijerilenkit) tuonti tietokannasta ja CIM Templaten eli valuosasapluunan luominen. Valuosien lisääminen malliin Apply CIM templates -työkalulla
5. Raudoituksen asetusten määrittäminen RC Templates -työkalulla. Raudoituksen lisääminen Apply RC Templates -työkalulla ja lisäksi raudoituksen viimeistely Revitin omilla raudoitustyökaluilla.
6. Piirustuksen luonti Create Shop Drawings -työkalulla. Piirustuksen viimeistely manuaalisesti joko Revitin omilla piirustustyökaluilla tai AutoCad-ohjelmalla.

## 4 PROJEKTIN YLEISKATSAUS JA ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTILANNE

### 4.1 Asuinkerrostaloprojektin lähtötiedot

Tässä opinnäytetyössä luotu SW-elementti kuuluu SRV Rakennus Oy:n asuinkerrostaloprojektiin, jonka elementtisuunnittelun toteuttaa Sitowise Oy. Kohde sijaitsee Espoon Kivenlahdessa, metrokeskuksessa (kuva 5). Rakennuksessa on 16 kerrosta ja 6750 kerrosalaneliometriä. Projektin hanke- ja luonnossuunnitteluvaihe alkoi vuoden 2019 syksyllä ja elementtisuunnitteluvaihe vuoden 2022 lopulla.



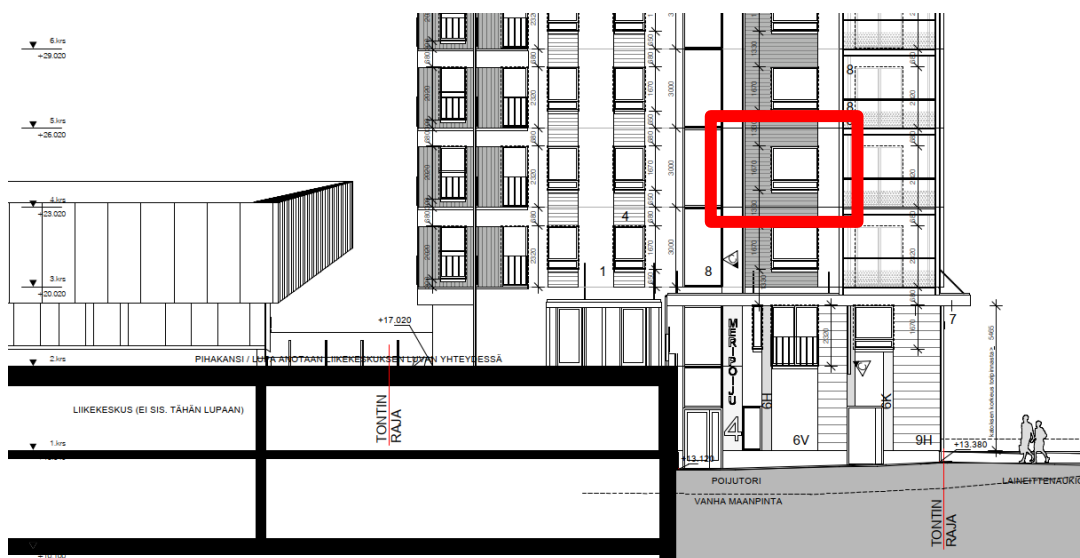
KUVA 5. Projektin kerrostalon havainnekuva (Sarc architects, 2022)

### 4.2 Opinnäytetyön SW-elementti

Impact Revitissä luotu SW-elementti on rakennuksen länsisivun neljännen kerroksen ulkoseinäelementti, joka on kuvassa rajattu punaisella suorakulmiolla. (kuva 6). Elementin paksuus on 530 millimetriä, siinä on yksi ikkuna-aukko ja se toimii kantavana ruutuelementtinä. Kerroskorkeus on asuinkerrostalolle tyypillinen 3000 mm. Ulkokuori pintakäsittellään siten, että molemmissa reunoissa on valkobetoniaista. Keskiosa on vaakauritettu, sekä maalattu tummanharmaaksi. Eristemateriaalina toimii Paroc COS 5 -kivillä ja elementin suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta.

Elementin suunnittelun lähtötiedot saadaan projektia varten luoduista tyyppielementeistä, aukko- ja rakennedetaljeista sekä raudoitustaulukoista. Neljännen kerroksen tasokuvasta saadaan elementin mitat. Numerointi toteutetaan juoksevalla numeroinnilla.

Tietoa elementin suunnitteluun Impactilla kerättiin ohjelmaan tutustumalla, Sitowisen työntekijöiltä, sekä Strusoftin nettisivuilta ja yhteyshenkilöltä.



KUVA 6. Kuvankaappaus rakennuksen julkisivukuvasta (Sarc architects, 2022)

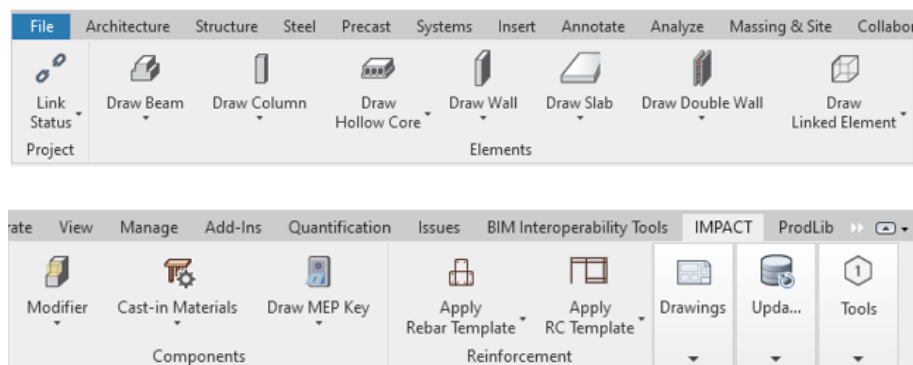
#### 4.3 Yleiskataus Impact Revit -ohjelmaan

Kun lisenssit on aktivoitu ja käyttäjätunnukset luotu yrityksen tietokantaan, saadaan Impact-välilehti tuotua Revitiin. Tämän välilehden alla on lähes kaikki elementin suunnitteluun tarvittavat työkalut, joten Revitin omia työkaluja ei tarvita itse mallinnustyöhön.

Impact on jaettu seitsemään päävalikkoon:

1. Project
2. Elements
3. Components
4. Reinforcement
5. Drawings
6. Update model
7. Tools

Elements-osion alta löytyy suunnittelytyökalut palkin, pilarin, laatan ja seinän mallinnukseen (kuva7).

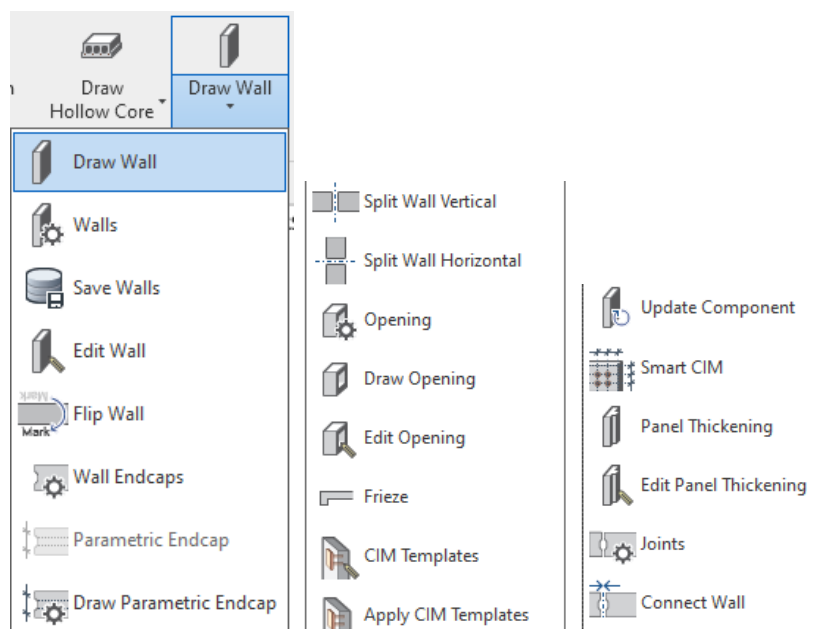


KUVA 7. Kuvaleike Impact Revit -ohjelman yleisvalikosta

Seinän suunnitteluvalikon alla on 3D-mallinnustyökalu, sekä työkalut eri asetusten määrittämiseen sekä aukkojen ja valuosien lisäämiseen (kuva 8). Myös elementtijakoa ja seinäliitoksia varten on omat työkalunsa. Wall Endcaps -työkalu on olennainen työkalu elementin sisä- ja ulkokuoren sekä eristekerroksen muotoilussa. Työkalulla voidaan tehdä esimerkiksi vaarnaurat seinän vaijerilenkkiliitoksia varten, sisäkuoren madallus ontelolaatalle, sekä ikkuna- ja oviaukkojen detaljoinnit. Impactissa on seinän suunnittelua varten muihin elementteihin verrattuna enemmän työkaluja, sillä se on esimerkiksi pilaria tai palkkia monimutkaisempi betonivalmisosa.

Seinän mallinnuksen alasettovalikon tärkeimpiä työkaluja ovat:

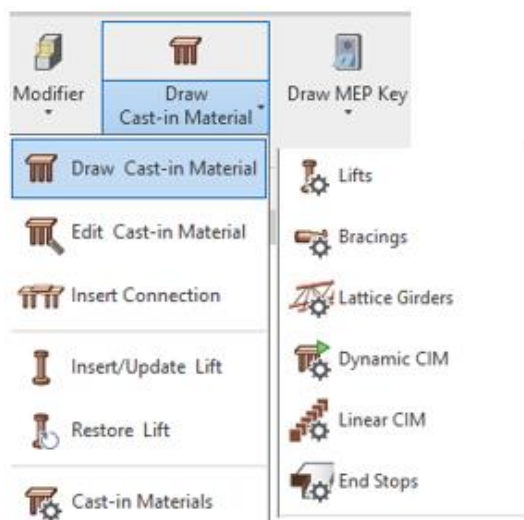
- Draw wall, Walls ja Edit wall
- Wall endcaps
- Opening, Draw opening ja Edit opening
- CIM Templates ja Apply CIM Templates



KUVA 8. Kuvaleike Impact Revit -ohjelman yleisvalikosta, sekä seinätyökaluista (Katainen 2023)

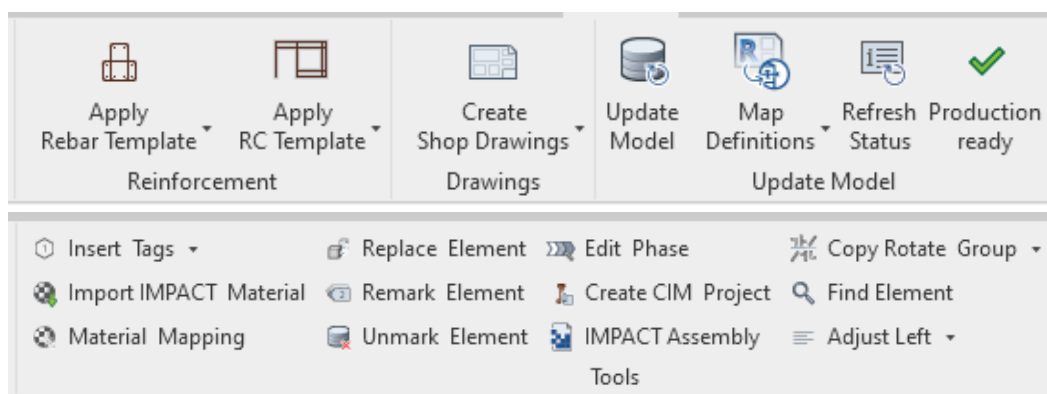
Components-osio sisältää työkalut ulokkeiden ja syvennysten tekoon, sekä valuosien ja talotenkiikan varausten luomiseen (kuva 9).

Seinän suunnittelussa kaikki valuosat lisätään CIM-työkalun (cast in material) avulla. Tämä mahdollistaa sen, että asetuksista voidaan seinätyyppikohtaisesti määrittää kaikki valuosat. Määrittämisen jälkeen päivitetään elementit, jolloin ohjelma lisää valuosat automaattisesti kaikkiin kyseisen seinätyypin elementteihin.



KUVA 9. Kuvaleike Components -osion valuosien mallinnustyökaluista ja -asetuksista (Katainen 2023)

Impact-lisäosa sisältää lisäksi työkalut raudituksen tekoon, piirustuksen luomiseen ja tietomallin päivittämiseen. Tools -osiosta löytyy elementin käsittelyssä käytettäviä välineitä (kuva 10).



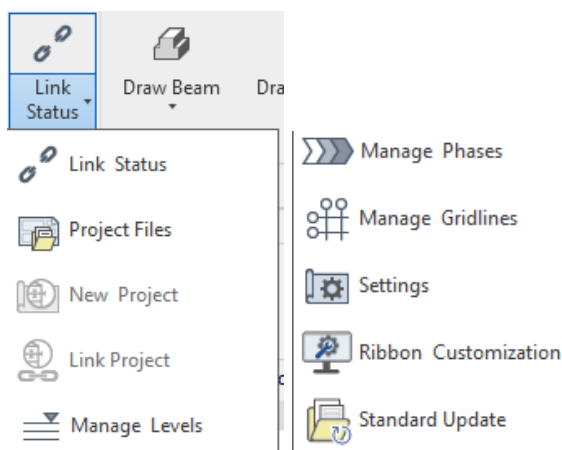
KUVA 10. Kuvaleike ohjelman yleisnäkymän valikosta (Katainen 2023)

## 5 SANDWICH-ELEMENTIN 3D-SUUNNITTELU IMPACT REVIT-OHJELMALLA

### 5.1 3D-suunnittelun lähtötilanne

Impactin-ohjelman toimintojen pohjana on Revit-ohjelman toiminnot. Tässä työssä pidetään oletuksena sitä, että lukija hallitsee perustaidot Revitin käytöstä, joten sen ominaisuuksiin ei syvennyttä ollenkaan. Revitin ominaisuuksien hallitseminen on kuitenkin olennaista, jotta Impactia voi oppia käyttämään sujuvasti.

SW-elementin 3D-suunnittelun lähtötilanteessa luodaan Revitiin uusi projekti ja linkitetään se Impactin tietokantaan Link status -valikon alta (kuva 11). Tämän jälkeen tuodaan rakennuksen tasokuvat projektiin, jotta voidaan luoda tasot ja gridiviivasto. Valmiin mallin tarkastelua varten Project manager -sovelluksella, myös tasot ja gridit ovat tarpeellisia saada näkyviin, joten nekin on linkitettävä tietokantaan.

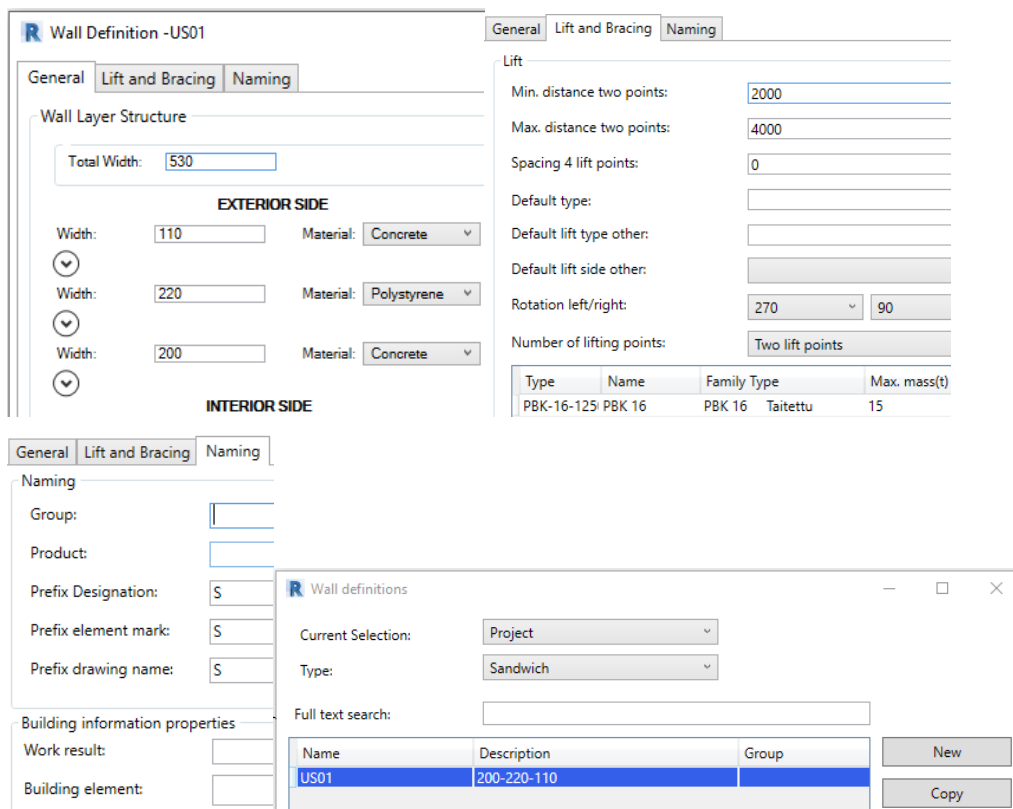


KUVA 11. Kuvaleike projektin hallinnan ja linkityksen asetuksista (Katainen 2023)

### 5.2 Elementin 3D-mallinnus

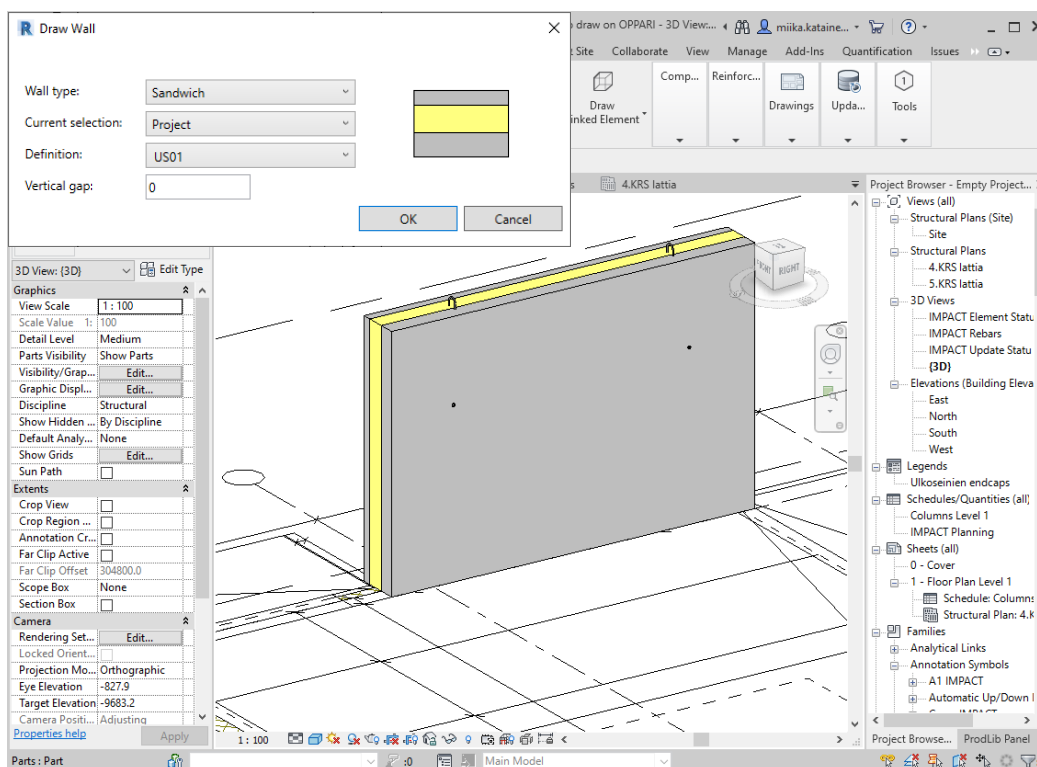
Kun projektin alkuvalmistelut on tehty, voidaan mallinnustyö aloittaa luomalla uusi seinätyyppi US01 ja määrittämällä sille asetukset Wall definitions -työkalulla. Seinätyypille määritetään kerrospaksuudet sekä materiaalit General -valikon alta (kuva 12).

Nostolenkin ja vemojen asetukset määritetään Lift and bracing -valikosta. Nostolenkki ja vemo on tuotu projektille tietokannasta family-objekteina CIM-työkalun avulla. Valuosia voi myös itse mallintaa Revitin familypohjalle, kirjata tarvittavat parametrit ja lisätä sen jälkeen Impact-tietokantaan CIM-objektiksi. Naming-valikosta elementille voidaan lisätä Prefix-tunnus, joka SW-elementillä on S-kirjain. (Kuva 12.)



KUVA 12. Kuvaleike seinätyökalun asetusten määrittämisestä (Katainen 2023)

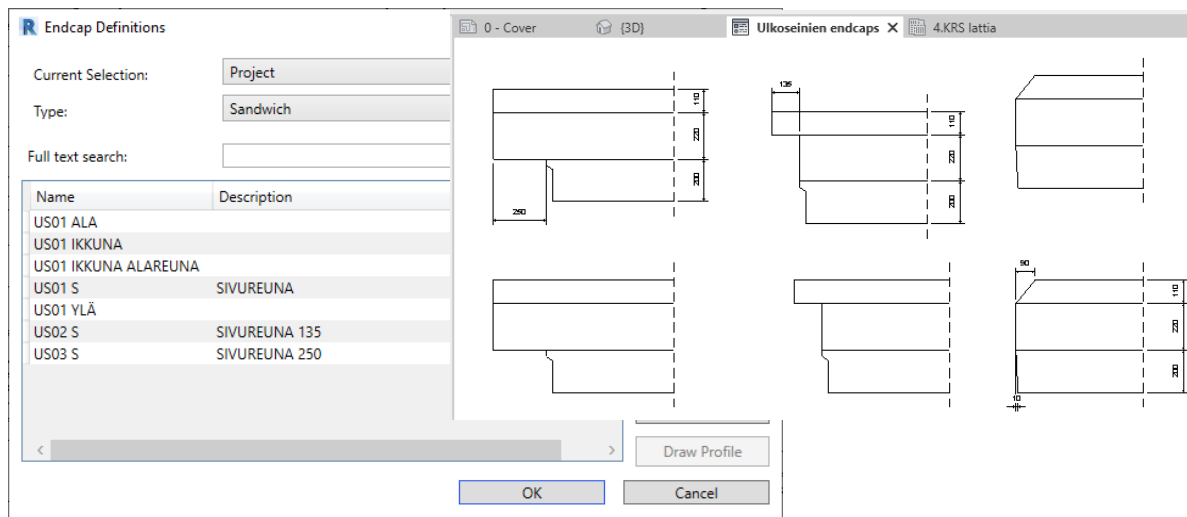
Kun asetukset seinätyypille on määritetty, mallinnetaan seinä tasolle Draw wall -työkalulla. Elementti näkyy tasolla 3D-näkymässä ja siinä on nostolenkit sekä vevot asetusten mukaisesti paikoillaan (kuva 13). Elementtien saumat voi tehdä joko koko seinälinjalle kerrallaan Split wall vertical -työkalulla tai yksittäiselle elementille manuaalisesti tasonäkymässä.



KUVA 13. Kuvaleike Impact Revitillä mallinnetusta SW-elementistä (Katainen 2023).

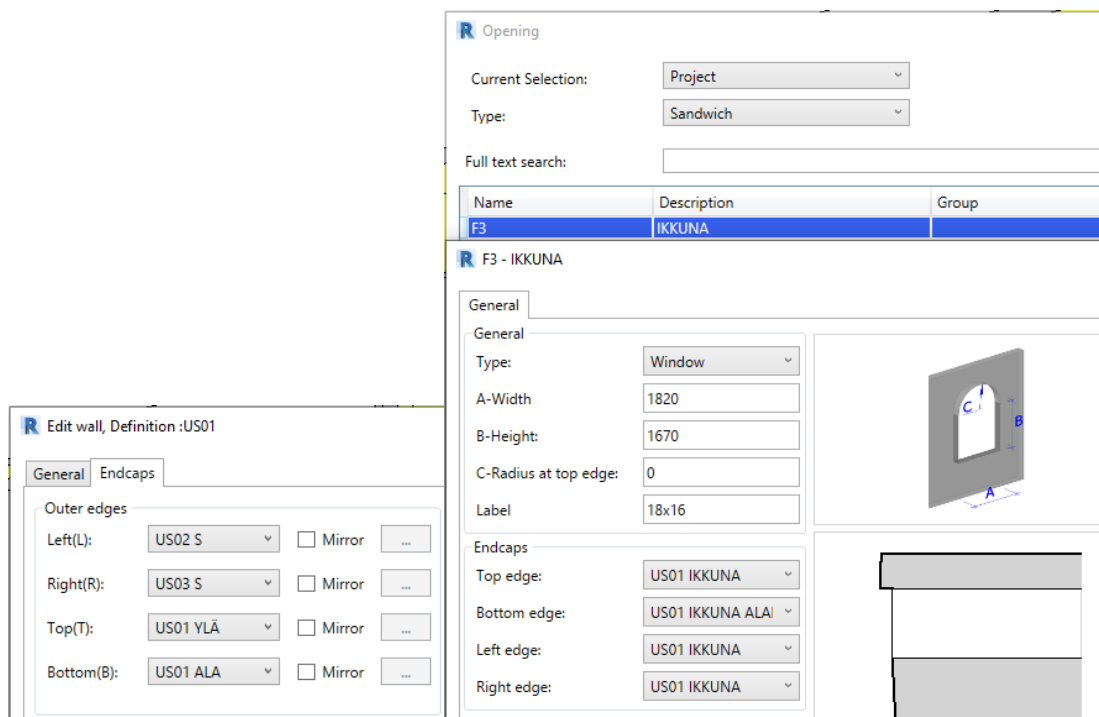
### 5.3 Wall Endcap -työkalu

Kaikki elementin kerrosten muotoilut tehdään Endcap-työkalulla. Sivut, ylä ja alareunat, sekä ikkuna-detaljit piirretään Revitin legends-tasolle. Kaikki detaljikuva on piirrettävä vaakatasoon, josta ohjelma kääntää ne malliin oikein päin. Tämän jälkeen tehdään jokaisesta detaljista oma endcapinsa ja nimetään ne. Samalla luodaan valmiiksi detaljikuva projektiin, jotka voidaan halutessaan tuoda automaattisesti elementtipiirustukseen myöhemmin. (Kuva 14.) Kun endcapit on luotu, voidaan ne lisätä US01-elementtiin Edit wall -työkalulla. Tämän jälkeen muotoilut päivittyvät automaattisesti malliin.



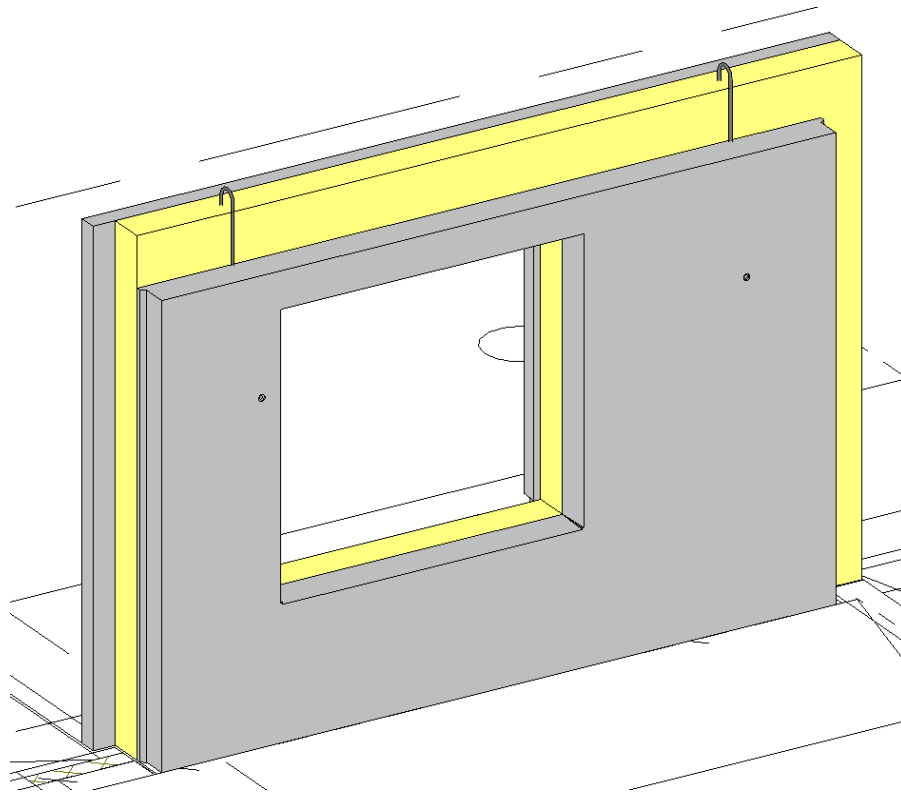
KUVA 14. Kuvaleike endcapien luomisesta (Katainen 2023)

Ikkunaa varten määritetään mitat ja lisätään juuri luodut ikkunan endcapit työkaluun (kuva 15). Aukon mallinnus tehdään Draw opening -työkalulla sijoittamalla ikkuna tasonäkymässä oikealle kohdalle.



KUVA 15. Kuvaleike ikkuna-aukon asetusten määrittämisestä (Katainen 2023)

Nyt malliin on saatu tehtyä sisäkuoren ja eristeiden lyhennykset, vaarnaurat vaijerilenkkejä varten, sekä ikkuna-aukko detaljeineen (kuva 16).

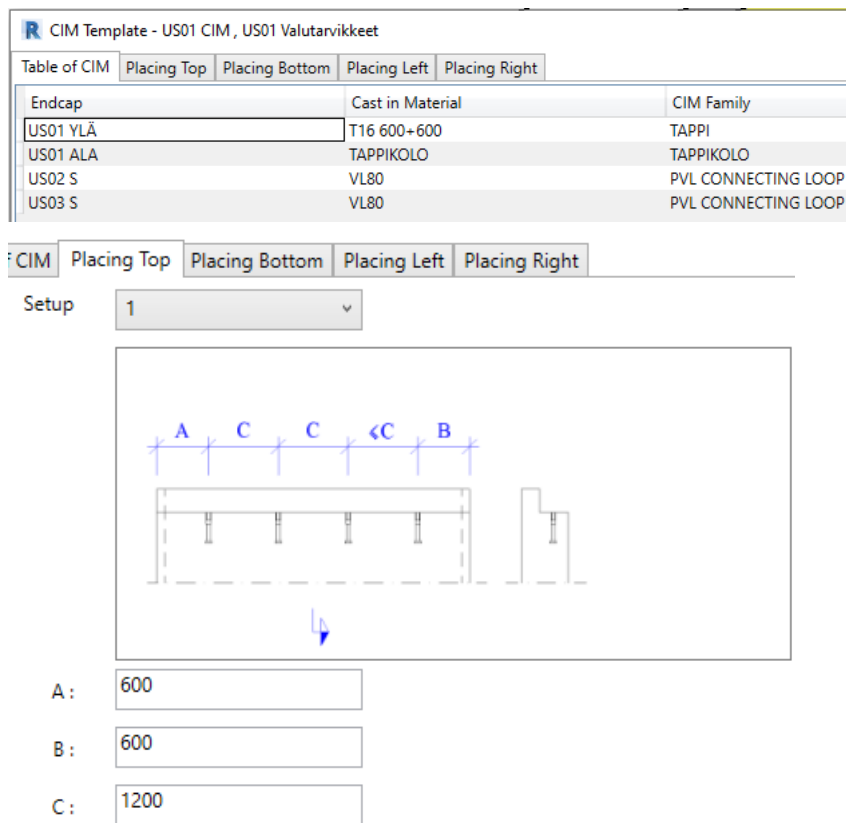


KUVA 16. Kuvaleike sandwich -ruutuelementistä Revit -ohjelmassa (Katainen 2023)

#### 5.4 Valutarvikkeet

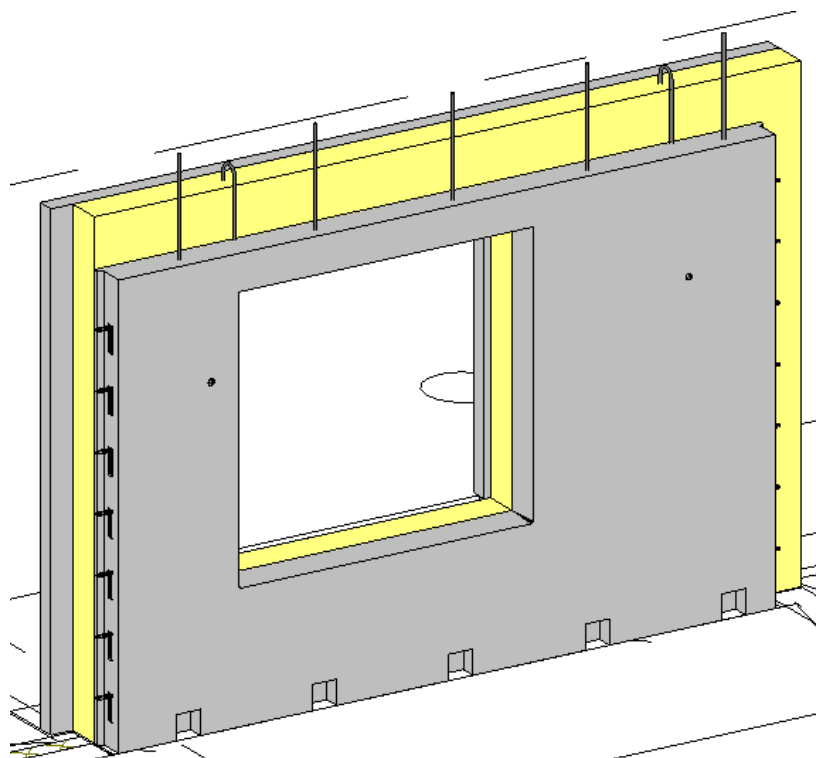
Elementtiin lisätään nostolenkkejä ja vemoja lukuun ottamatta kaikki valutarvikkeet CIM Templates -työkalun kautta. Työkalu toimii siten, että jokaiselle elementin neljälle sivulle määritetään aiemmin lisättyihin endcapeihin sitoen valutarvikkeet (kuva 17). Yläreunaan tulee tapit, alareunaan kolot ja sivuille vaijerilenkit.

Kun elementin jokaiselle sivulle on valittu family, määritetään vielä etäisyydet, jotta valutarvikkeet sijoittuvat oikein elementtiin (kuva 17). Lisätään valutarvikkeet elementtiin Apply CIM Templatella, jonka jälkeen ne päivittyvät malliin.



KUVA 17. Kuvaleike valuosien asetusten määrittämisestä (Katainen 2023)

Aukon päällä olevat tapit pitää vielä korvata manuaalisesti 90 asteen kulmaan taivutetuilla tapeilla ja näin kaikki valuosat on lisätty malliin. Nyt elementtiin tarvitaan enää rauditus. (Kuva 18).

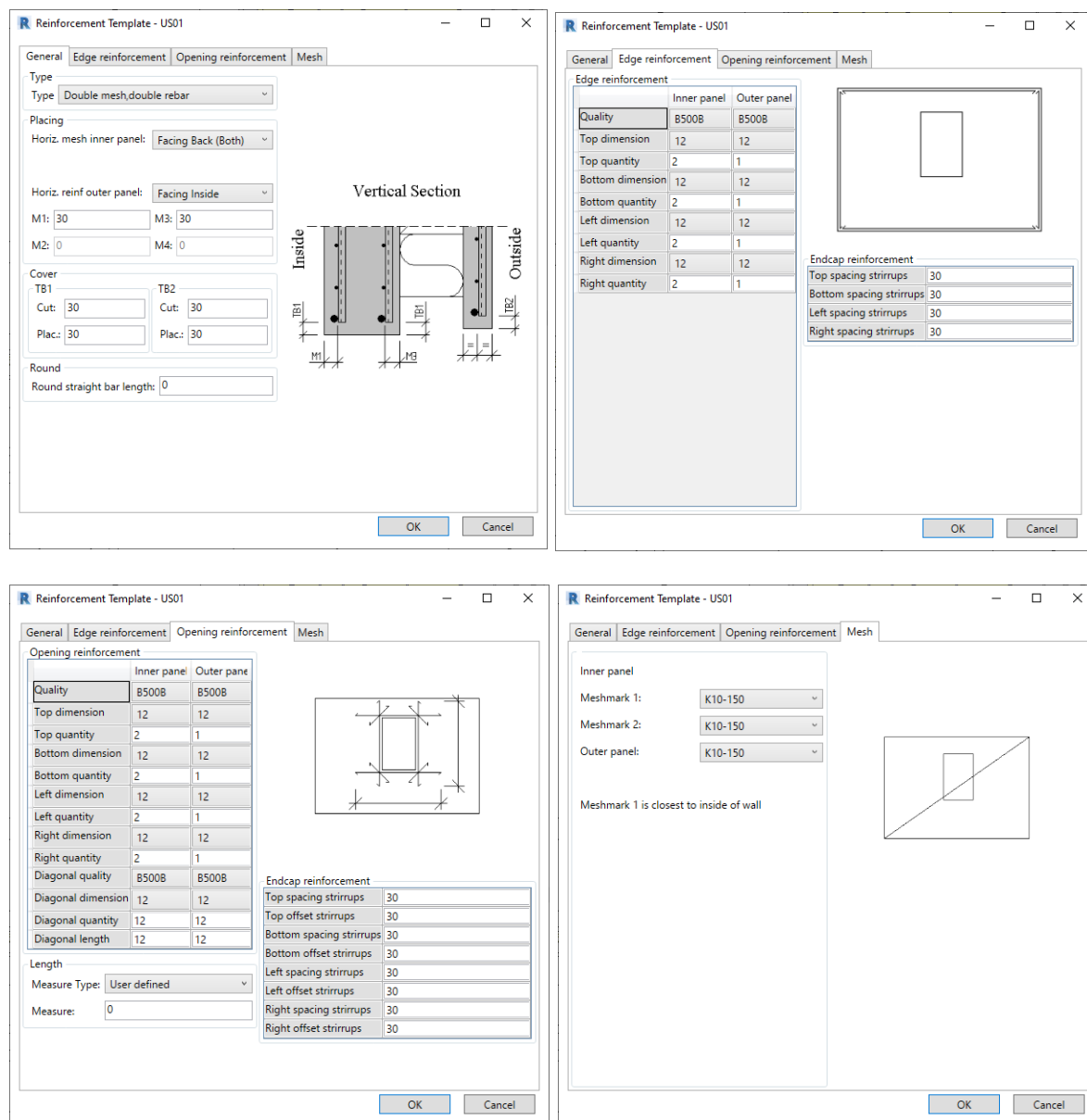


KUVA 18. Kuvaleike SW-ruutuelementistä valuosineen (Katainen 2023)

## 5.5 Raudoitus

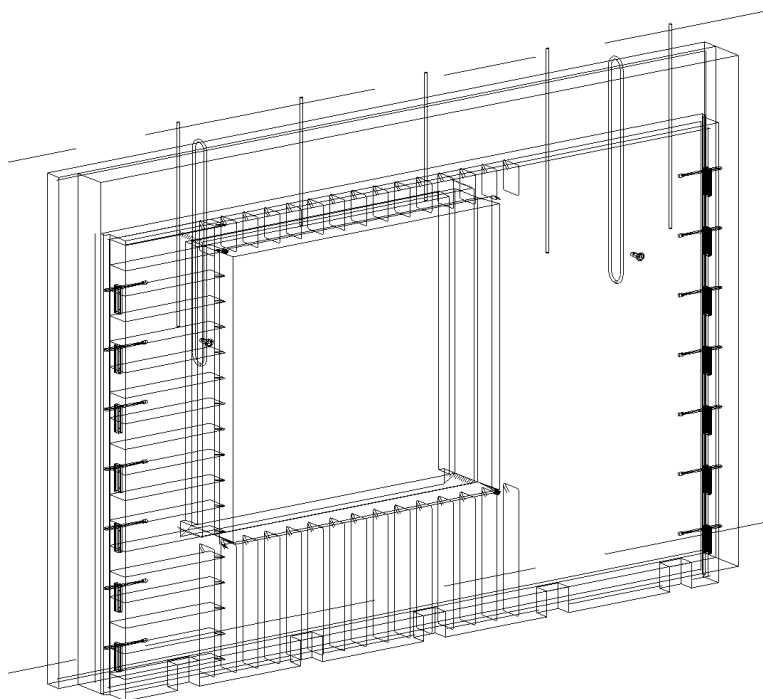
Impactin RC Template -työkalu koostuu neljästä välilehdestä: General, Edge reinforcement, Opening reinforcement ja Mesh (kuva 19). Työkalulla voidaan määrittää:

- Rauditusverkon tiheys, lukumäärä ja asento betonikuossa
- Teräslaudut ja teräspaksuudet sekä suojaetäisyydet kaikille teräksille
- Elementin pieliteräkset ja ikkunan pieliteräkset



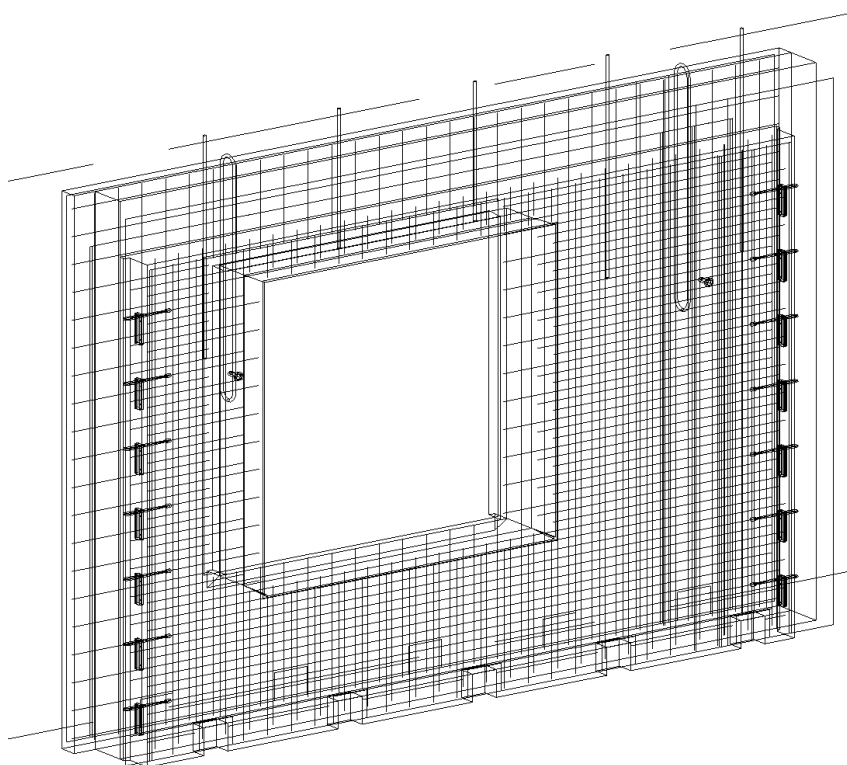
KUVA 19. Kuvaleike seinän raudoitustyökalun välilehdistä (Katainen 2023)

Impactin raudoitustyökalussa ei ole ominaisuuksia ikkuna-aukon ylä- ja alapuoliseen palkkiraudoitukseen eikä aukon oikean puolen pilariraudoitukseen. Sen sijaan seinään tulevat pilari- ja palkkiraudoitukset voi tehdä manuaalisesti Revitin omalla Rebar-työkalulla. Rebar-työkalulla mallinnetut umpihaat on esitetty kuvassa suodattamalla elementin 3D-näkymästä muut raudoitukset pois (kuva 20).



KUVA 20. Kuvaleike SW ruutuelementistä, johon on lisätty umpihaat. (Katainen 2023).

Rauditusverkot ja pieliteräkset saadaan elementtiin Apply RC Template -työkalulla. Verkot ja pieliteräkset on esitetty kuvassa suodattamalla elementin 3D-näkymästä umpihaat pois. (Kuva 21). Pilari- ja palkkiraudoitukseen verkkoa ei kuitenkaan tarvita, mutta rauditusasetuksista sitä ei voi muuttaa. Tämä hieman sotkee 3D-näkymän lisäksi myös piirustusnäkyymiä (liite1).



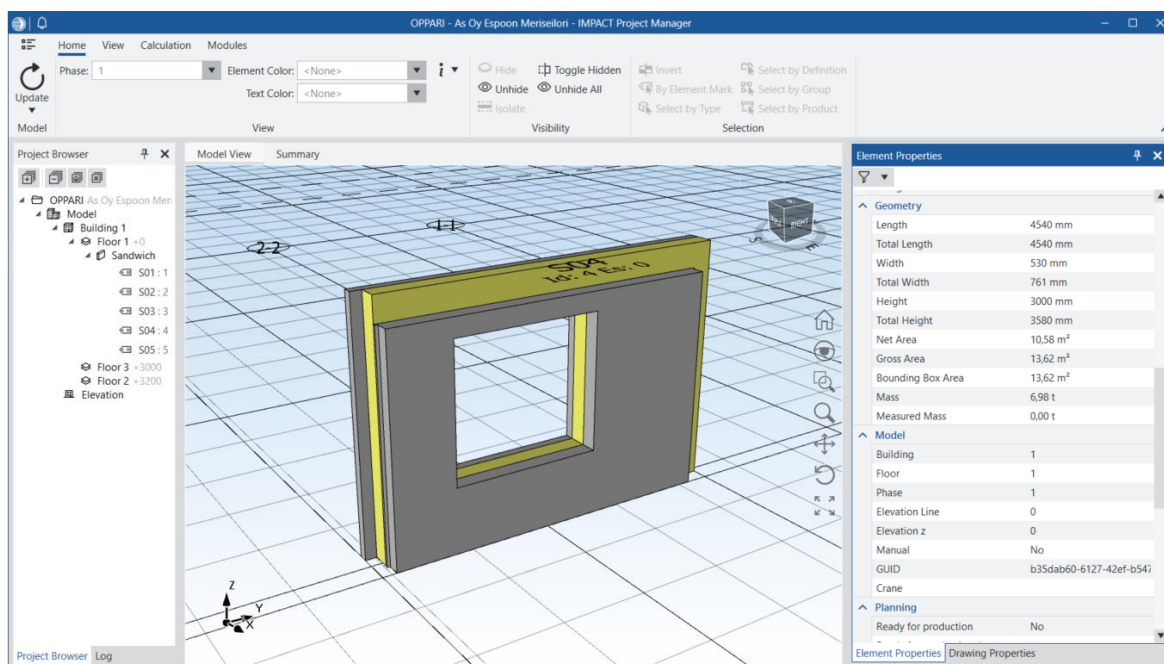
KUVA 21. Kuvaleike SW-ruutuelementistä rauditusverkein ja pieliteräksin (Katainen 2023)



## 5.7 Impact project manager

Kun elementti on tallennettu kokoonpanomuotoon, tallentuu se samalla myös Impact-tietokantaan. Tämän jälkeen projektin muut osapuolet voivat tarkastella 3D-mallia Project managerilla. Ohjelma luo yhteenvedon mallinnetuista elementeistä, sekä luoduista piirustuksista. Elementtiä klikkaamalla saa näkyviin perustietoja, kuten mitat, painon ja raudoitustiedot.

Lisäksi ohjelmalla on mahdollista luoda aikatauluja ja suunnitelmia elementtien tuotantoa, kuljetusta ja asennusta varten. Asennusjärjestystä voi havainnollistaa 3D-mallin avulla.



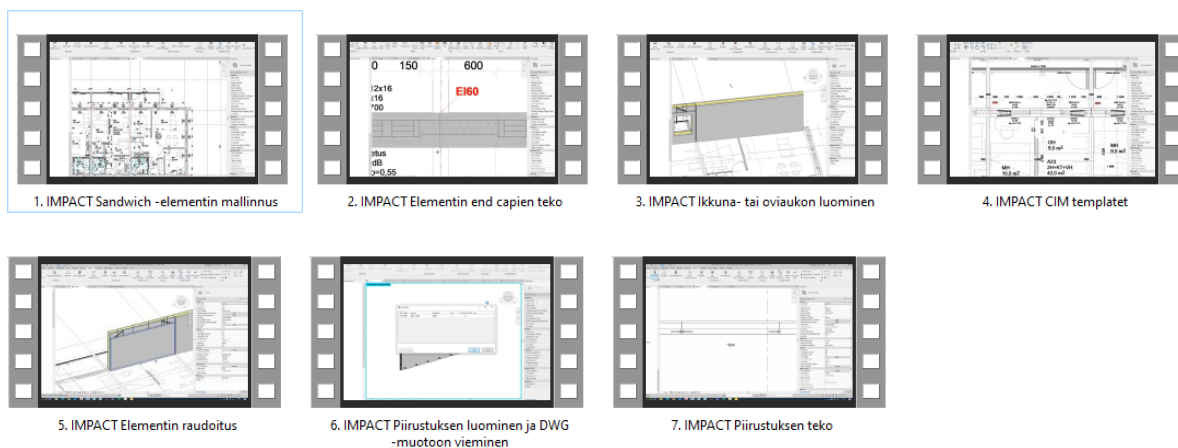
KUVA 24. Kuvaleike Impact project manager -ohjelmasta (Katainen 2023)

## 5.8 Video-ohjeistus

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tilaaja esitti tarpeen video-ohjeistukselle, jossa lyhyinä, noin 5-10 minuutin pituisina videoina opetettaisiin seinäelementin mallinnus ja piirustuksen tuottaminen Impact Revit -ohjelmalla.

Opetustavoitteina ohjeistuksessa oli vaihe vaiheelta opastaa elementin mallinnus ja piirustuksen luonti lähtötilanteesta, jossa projekti on luotu ja linkitetty tarvittavine objekteineen tietokantaan, sekä seinätyypit, teräslaadut ja piirustusasetukset määritetty valmiiksi.

Videot toteutettiin yhdessä Sitowise Kotkan projekti-insinöörin kanssa suunnittelemalla aihealueet ja opetustavoitteet, nauhoittamalla videot ja editoimalla niistä videoleikkeitä aihealueittain. Videoita syntyi yhteensä seitsemän ja ne jaettiin yrityksen käyttöön sen sisäiseen tietokantaan. (Kuva 22).



KUVA 25. Kuvaleike Sitowisen Impact -ohjevideokansion sisällöstä (Katainen 2023)

## 5.9 Haastattelu

### 5.9.1 Haastattelun lähtökohdat

Haastattelin Sitowise Kotkan projekti-insinööriä Impact Revit -ohjelmaan liittyvistä asioista. Haastatteltavalla on noin viisi vuotta kokemusta mallintamisesta sekä rakenne- että elementtisuunnittelu-puolella. Tavoitteena oli saada kokeneemman elementtisuunnittelijan näkemyksiä elementtisuunnittelusta Impactilla, sekä ohjelman käyttökelpoisuudesta verrattuna Tekla Structuresiin, joka on Suomessa tällä hetkellä yleisin käytössä oleva 3D-elementtisuunnitteluohjelma. Jaoin haastattelun kuuteen eri aihealueeseen:

1. Seinän mallinnus
2. Endcapit
3. Valutarvikkeet
4. Raudoittaminen
5. Piirustuksen luominen
6. Lisäkysymykset

### 5.9.2 Seinän mallinnus

Kysyin haastateltavalta Impactin käytännöllisyydestä eri seinätyyppien mallintamisessa.

Impact Revitin -lisäosan työkalut ovat käteviä, kun käytetään elementtisuunnitteluohjelmana Revitiä. Revitillä itsellään on hieman suppea valikoima asetuksia ja työkaluja, joilla voisi muokata tarkasti betoniseinien muotoja, liitoksia ja varusteluja. Impact Revit kuitenkin sisältää työkalut, joilla pystytään kokonaisuudessaan mallintamaan betonikuoria, väliseiniä, parvekepieliä sekä ruutuelementtejä. Sillä on mahdollista mallintaa myös pilareita, palkkeja ja laatastoja. (Haastateltava 2023)

### 5.9.3 Endcapit

Kysyin endcap-työkalun käytännöllisyydestä elementtien muokkaamisessa, sekä valulipan mallintamisesta. Pyysin vertailemaan Impact Revitiä Tekla Structuresiin.

Prosessina Endcaps-työkalu toimii siten, että mallintaakseen elementtiin vaarnauran tai syvennyksen, on ensin piirrettävä eri näkymässä endcapille 2D-abstraktio. Syvennystä ei voi siis mallintaa

suoraan malliin, vaan 2D-abstraktio syötetään tietokantaan, jonka jälkeen se voidaan lisätä malliin kolmannen osapuolen työkalulla. End cap on siis toimiva työkalu, mutta sen käyttö on monivaiheinen johtuen siitä, että mallinnus ei tapahdu natiivisti suoraan seinään. Riskinä 2D-abstraktioiden pohjalta mallinnettaessa voi olla se, että ohjelma ei välttämättä täysin ymmärrä, miten haluat muokata mallia. (Haastateltava 2023).

#### 5.9.4 Valuosat

Kysyin CIM-työkalun ominaisuuksista.

CIM-työkalulla on mahdollista mallintaa kaikki valuosat kerrallaan tarkoilla jaoilla, tai epätasaisilla jaoilla yksitellen. Revitin ja teklan ero on se, että vaikka molempiin ohjelmiin on saatavilla kolmannen osapuolen komponentteja (Revitissä familyt), niin Teklassa komponentit ovat helpompia muokata. Tämä johtuu siitä, että Teklan komponentit ovat mallinnusteknisesti pelkistetympiä ja siten joustavampia. (Haastateltava 2023).

Revitin familyt ovat Teklan komponentteihin verrattuna huomattavasti monimutkaisempia ja niiden parametrit ovat tarkemmin määritettyjä, eli ne eivät ole helposti muokattavissa. Tämä familyjen itseenäisyys voi johtaa mallinnusteknisiin ongelmiin. Koska Impact-ohjelmisto pohjautuu sen omaan tietokantaan, on tärkeää, että kaikki Impactiin vietyjen familyjen tiedot on määritetty tarkasti ja oikein. (Haastateltava 2023).

#### 5.9.5 Raudoittaminen

Kysyin Impactin RC Template -työkalun käytettävyydestä.

Impactin raudoitustyökalulla seinäelementtien raudoittaminen on kohtuullisen rajoitettua, eli ohjelma kykenee Teklaa rajallisemmin tulkitsemaan esimerkiksi betonikuorten muodot, pinnat ja betonipeitteet. Teklassa on paljon Trimblen lisäämiä omia raudoitustyökaluja, kun taas Impact Revitissä kaikki työkalut ovat osana itse ohjelmaa. Impact Revit ei raudoitustyökalujen muokattavuuden suhteen ole siis tällä hetkellä yhtä joustava kuin Tekla. (Haastateltava 2023).

Revit ei ole sitoutunut pelkästään yhteen suunnittelualaan, vaan se sisältää eri suunnittelualojen työkaluja. Koska Tekla on selkeästi rakennesuunnitteluun keskittynyt ohjelma, siinä on tällä hetkellä monipuolisemmat työkalut 3D-elementin raudoittamiseen. (Haastateltava 2023).

#### 5.9.6 Piirustuksen luominen

Kysyin piirustustyökalujen ominaisuuksista, sekä piirustuksen viimeistelymahdollisuuksista AutoCadilla.

Revit ei ole keskittynyt elementtirakenteisiin ja detaljiikkaan siinä määrin kuin Tekla, joten elementtisuunnittelijana voi olla haastavaa saada yhtä luotettavasti toistuvasti laadukkaita kuvia aikaiseksi seinäelementtikokonaisuuksista. Ohjelma on millintarkkaan elementtisuunnitteluun hieman vajavainen, sillä esimerkiksi 10 millimetrin syvyisiä uria tehdessä näkymien tekeminen ja deltajointi ei ole aina sujuvasti tehtävissä, toisin kuin Teklalla. (Haastateltava 2023)

Impactilla voi Teklan tapaan viedä elementtikuvan dwg-muotoisena tiedostona AutoCadiin viimeisteltäväksi. Tämä ei ole välttämätöntä, mutta moni 2D-suunnitteluun totunut elementtisuunnittelija pitää mielekkäänä vaihtoehtona kuvan viimeistelyä AutoCadissa, jossa on 3D-ohjelmien piirustustusnäkyymiä kattavammat 2D-piirtotyökalut. (Haastateltava 2023).

### 5.9.7 Lisäkysymykset

Lisäkysymyksinä kysyin haastateltavalta, reikäkierron tekemisestä, Impact project managerin hyödyllisyydestä, sekä haastateltavan näkemystä Impact-ohjelmiston kilpailukyvyistä elementtisuunnittelussa Suomessa.

Impactilla on reikäkierron toteutukseen manuaalisesti omat työkalunsa. Koska Revitissä toimii ainoastaan natiivimuotoinen tiedonkulku sähkö- ja LVI-malleista elementtimalliin, reikäkierron automaattinen lisääminen on mahdollista vain, jos kaikki mallinnus tehtäisiin Revitissä. Näin tehtäessä Impactilla olisi helppoa muuttaa reikä tiedot elementtimalliin reikävaraustiedoiksi. (Haastateltava 2023).

Impact Project manager on tietokannan käyttöliittymä, jolla hallitaan kaikkia tietokannan projekteja. Se ei suoranaisesti ole hyödyllinen ohjelma elementtisuunnittelijalle, sillä Project manager on Impact Revitin ulkopuolella, vaikka ne pohjautuvatkin samaan tietokantaan. Esimerkiksi Sitowisellä projektienhallinta toteutetaan yrityksen omien tietojärjestelmien kautta, jolloin Project manager ei ole merkittävässä roolissa. (Haastateltava 2023).

Impact-ohjelmiston tulevaisuudesta Suomessa ja sen kilpailukyvyistä on vaikeaa antaa yksiselitteistä näkemystä. Impactin arvo yritykselle tulee lopulta siitä, onko yrityksen oman tietokannan vaihtaminen Impact-tietokantaan kustannustehokasta ja hyödyllistä. Koska Impact Revit on ostettavissa oleva lisäosa, niin mikäli Revitiin kehitettäisiin jokin muu järjestelmä, jolla elementit saadaan tehtyä, ei Strusoftin Impact-ohjelmistoa enää tarvittaisi tietokantoineen Revit-elementtisuunnittelussa. Impactin mahdollisuuksista Suomessa ei siis voi antaa suoraa vastausta, vaan kokonaiskuvaa on tarkasteltava laajemmin. (Haastateltava 2023).

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli saada kokonaiskäsitys Impact Revit -ohjelman käytöstä mallintamalla elementti varusteluineen ja luomalla siitä elementtipiirustus. Lisäksi tavoitteena oli tuottaa video-ohjeistus ohjelman käytöstä yrityksen sisäiseen käyttöön. Työn alkuvaiheessa oli tiedossa, että Impact-ohjelmisto on ensimmäistä kertaa käytössä Sitowisellä ja ensimmäisiä kertoja käytössä myös koko Suomessa. Tämän takia kovin tarkkaa ja luotettavaa käsitystä ohjelmiston kaikista toiminnoista ei ollut mahdollista muodostaa ja se huomioitiin myös asetettaessa opinnäytetyölle tavoitteet.

Mielestäni työn tavoitteessa onnistuttiin todella hyvin, vaikka en ehtinyt syventyä Impact-ohjelmistoon mielestäni riittävästi. Mallinnus onnistui YTV2012-ohjeistuksen tarkkuudella ja elementtipiirustusten tietosisältö saatiin kattavaksi, sekä ulkoasu selkeäksi. Video-ohjeistuksen opetustavoitteina oli opastaa elementin mallinnus ja piirustuksen luonti lähtötilanteesta, jossa projekti on luotu ja linkitetty tarvittavine objekteineen tietokantaan, sekä seinätyypit, teräslaadut ja piirustusasetukset määritetty valmiiksi. Ohjeistuksesta saatiin informatiivinen ja kattava kokonaisuus SW-elementin 3D-suunnittelusta. Siitä on yritykselle suuri apu koulutettaessa työntekijöitä, joilla ei ole aiempaa kokemusta ohjelman käytöstä.

Johtopäätöksenä Revitillä on Impact Revit -lisäosan avulla mahdollista tuottaa Suomalaisten vaatimusten mukainen 3D-elementti ja elementtipiirustus. Impact Revitin työkalut mallintamiseen ja asetusten määritykseen on tehty helpoiksi, joka nopeuttaa ohjelman käytön opettelua. Ohjelmaa käytettäessä Revit ei kertaakaan kaatunut ja projektin linkitys Impact-tietokantaan sekä mallin tallentaminen toimivat moitteetta.

Ohjelmassa on mielestäni tällä hetkellä kuitenkin liian vähän joustavuutta työkalujen asetuksissa, jolloin mekaaninen työ kasvaa helposti turhan suureksi. Esimerkiksi sijoitettaessa elementtiin tapit ja kolot epätasaisella jaolla, on osa valuosista lisättävä manuaalisesti malliin. Mielestäni myös raudoitustyökalua pitäisi kehittää monipuolisemmaksi, jotta esimerkiksi ikkuna-aukollinen elementti voitaisiin raudoittaa kokonaan Impactin työkalujen avulla.

Reikäkierto on suuri ongelma Suomen toimintaympäristössä Revitissä. Siihen ei ole riittävän hyviä työkaluja ja Impact ei tarjoa siihen käytännössä mitään apuja. Myös Suomiympäristön Revit-familyn laatu on kohtalainen ongelma. Esimerkiksi Pintoksen tuotteet olisi tärkeää saada pelkkien 3D-geometrioiden sijaan älykkäinä ja helposti muokattavina 3D-familjinä Revitiin. Lisäksi Suomessa hyödynnetään vahvasti IFC:n käyttöä, mutta tässäkin Revit on kuitenkin kohtuullisen vajavainen verrattuna Teklan ominaisuuksiin IFC:n luonnissa tietosisältöineen.

Luotettavamman käsityksen Impact-ohjelmistosta voi kuitenkin saada vasta sen jälkeen, kun tietokantaan on Common-, Local ja Project-tasolle ladattu kaikki tarvittavat familyt, endcapit, määritykset ja asetukset (kuva 4). Hyvillä ja toimivilla objekteilla sekä asetuksilla ohjelman käyttökokemus olisi varmasti parempi ja sitä kautta suunnittelun toteutus tehokkaampi. Mielestäni Impact Revit -lisäosalla voisi olla tulevaisuutta suomalaisessa elementtisuunnittelussa, mutta kehitettävää on vielä paljon.

## 7 POHDINTA

Sain opinnäytetyön aiheen ollessani kesällä 2022 työharjoittelussa Sitowisella Kuopiossa ja tein tuolin elementtisuunnittelua Tekla Structuresilla. Kesän aikana sain vahvan perusosaamisen sekä Teklan käytöstä, että elementtisuunnittelusta. Työkokemukseni pohjalta oli mielenkiintoista ja kehittelevää tehdä opinnäytetyöhön liittyen elementtisuunnittelua Revitillä Impact Revit -lisäosan avulla. 3D-suunnittelun yleistymisen johdosta on mielestäni tärkeää tutkia eri mallinnusohjelmien vaihtoehtoja elementtisuunnittelussa, sekä kerätä dataa niiden käytettävyydestä. Opinnäytetyön toteutustapa oli projektityyppinen kehittämishanke. Yritykselle hyödyllisinä tuotoksina syntyi video-ohjeistus, sekä tämän työn tuoma tietosisältö Impact-ohjelmasta. Koska lisenssit Impact-ohjelmistoon saatiin yrityksessä käyttöön vasta helmikuussa 2023, ei sen käytöstä ehtinyt kuitenkaan saada riittävän syvällistä ymmärrystä, jotta olisi mahdollista arvioida tarkasti ohjelmiston etuja verrattuna esimerkiksi Tekla Structuresiin.

Työn tilaajana oli Sitowisen Kotkan toimisto, joten opinnäytetyöprosessin aikana kaikki kommunikointi toteutettiin etänä. Tämä onnistui erittäin hyvin ja olen iloinen siitä, että etätyöskentelystä huolimatta sain kaiken tarvitsemani ohjauksen ja tuen ohjelmiston käyttöön ja opinnäytetyön kirjoittamiseen liittyen. Ohjauspalaverit, haastattelu ja muu kommunikointi toteutettiin Teams-yhteyksien avulla. Tarvittaessa sain apua myös Sitowise Kuopion projekti-insinööreiltä ja toki myös opinnäytetyön ohjaavalta opettajalta.

Haastavaa opinnäytetyön alkuvaiheessa oli suunnitella työn tavoitteet ajankäytöllisesti realistisiksi yhdessä tilaajan kanssa. Koska Impact-ohjelmistosta ei ollut saatavilla tietoa aiemmista käyttökokeuksista Suomessa, on yrityksellä tarve saada vielä tämän opinnäytetyön tietosisältöä laajemmin ja syvällisemmin tietoa ohjelmistosta sen käytettävyyden ja kustannustehokkuuden arvioimiseen. Henkilökohtaisena haasteena työn alkuvaiheessa pidän säännöllisen työskentelyrutiinin omaksumista sekä riittävän tuen pyytämistä niin tilaajalta kuin ohjaavalta opettajalta. Rutiinien löytyessä ja opinnäytetyön edetessä työskentely sujui luontevasti ja haasteina oli pääosin vain Impact Revit -ohjelmaan liittyvät mallinnustekniset ongelmat.

Opinnäytetyön jatkokehityksenä voitaisiin luoda piirustusohjelmisto yrityksen käyttöön, jotta piirustuksia tehdessä manuaalinen työ jäisi mahdollisimman vähäiseksi. Myös älykkäistä familyistä koostuvalle 3D-objektikirjastolle olisi tarvetta, sillä tällä hetkellä yrityksen Impact-tietokannassa on vain muutamia tyyppillisimpiä valuosia familytiedostoina. Elementin raudoittamisen osalta olisi hyödyllistä tutkia tarkemmin Revitin ja Impact Revitin raudoitusvälineiden automatiikkaa, mahdollisuuksia, sekä rajallisuuksia.

## LÄHTEET

- Betoni julkaisuaika tuntematon. Betonin historia. Verkkojulkaisu. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betonin-historia/>. Viitattu 24.3.2023.
- Betoniteollisuus ry 2012. Elementtisuunnittelun mallinnusohje. Pdf-tiedosto. [https://parma.fi/userassets/uploads/2018/06/bec2012\\_elementtisuunnittelun\\_mallinnusohje.pdf](https://parma.fi/userassets/uploads/2018/06/bec2012_elementtisuunnittelun_mallinnusohje.pdf). Viitattu 24.3.2023.
- BuildingSMART Finland 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Täydentävä liite osa 5. Pdf-tiedosto. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/YTV2012\\_Taydentava\\_liite\\_RAK\\_Tilaajan\\_ohje.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/YTV2012_Taydentava_liite_RAK_Tilaajan_ohje.pdf). Viitattu 31.3.2023.
- Elementtisuunnittelu 2020. Elementtirakentamisen historia. Verkkojulkaisu. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>. Viitattu 24.3.2023.
- Elementtisuunnittelu, julkaisuaika tuntematon. Suunnitteluprosessi. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/suunnitteluprosessi>. Viitattu 24.3.2023.
- Juntunen, Väinö 2020. Betonisandwich-elementin lämmöneristysvaihtoehdot. Kandidaatintutkielma. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Tampereen yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202009046896>. Viitattu 31.3.2023.
- Koskinen, Esa 2021. Tietomallipohjaisen elementtisuunnittelun työkaluna Agacad precast concrete -ohjelmisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021061015478>. Viitattu 7.4.2023.
- Haastateltava. Projekti-insinööri. Sitowise Oy. Haastattelu 20.4.2023.
- Sarc architects 2022. Arkkitehtikuvat. Dokumentti yrityksen hallussa.
- Strusoft, julkaisuaika tuntematon. Impact Revit beginners course 16.0. Pdf-tiedosto. Dokumentti yrityksen hallussa.
- Strusoft, julkaisuaika tuntematon. IMPACT Revit Precast. <https://strusoft.com/software/impact-precast/integrations/revit/>. Viitattu 7.4.2023.
- Suomen Betoniyhdistys 2018. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018. 6.painos. Helsinki: BY-koulutus Oy
- Tilastokeskus 2021. Runkomateriaalit viiden vuoden keskiarvoina. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2021/rakentamisen-trendit-ja-muutokset-huomioidaan-rakennuskustannusindeksin-uudistamisessa/>. Viitattu 24.3.2023.
- Wikipedia 2023. Autodesk Revit. [https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_Revit](https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Revit). Viitattu 7.4.2023.

## LIITTEET

LIITE 1: SW-ELEMENTIN ELEMENTTIPIIRUSTUS SIVU 1/3

LIITE 2: SW-ELEMENTIN DETALJIT SIVU 2/3

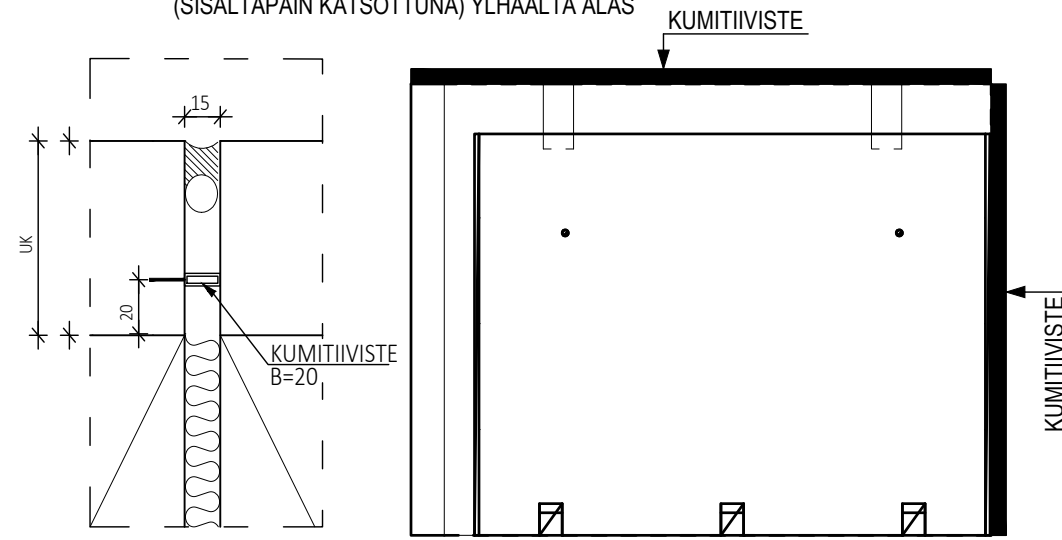
LIITE 2: SW-ELEMENTIN DETALJIT SIVU 3/3



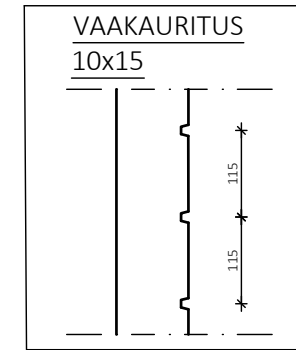
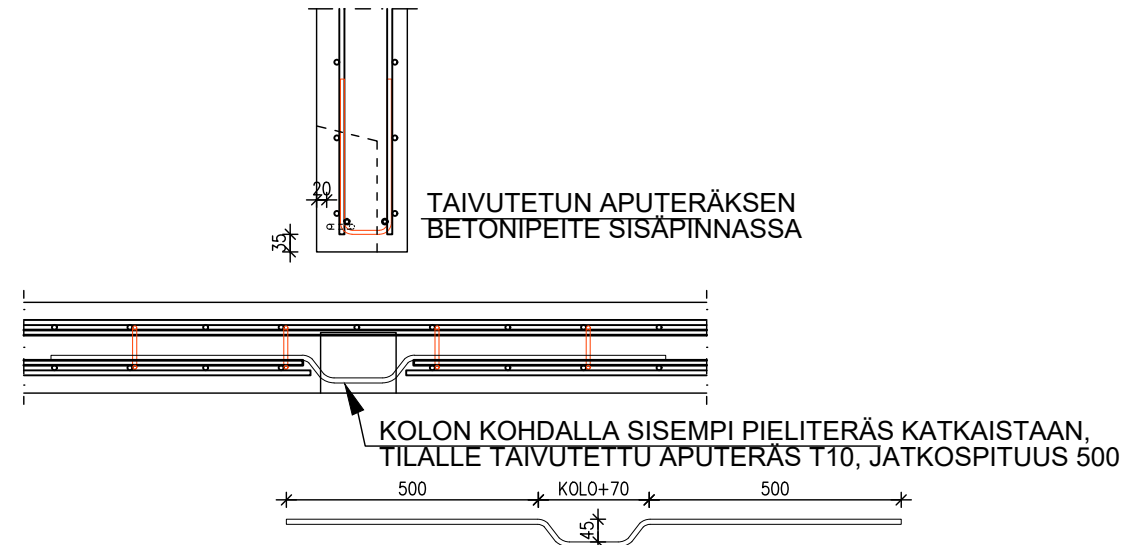


JUOKS. NUM.	KERROS	AP+	LKM
S-4007	4.KRS	+22.995	1 KPL
S-5007	5.KRS	+25.995	1 KPL
S-6007	6.KRS	+28.995	1 KPL
S-7007	7.KRS	+31.995	1 KPL
S-8007	8.KRS	+34.995	1 KPL
S-9007	9.KRS	+37.995	1 KPL

KUMITIIIVISTE AINA ELEMENTIN YLÄREUNAAN KOKO  
MATKALLE SEKÄ ELEMENTIN OIKEAAN REunaan  
(SISÄLTÄPÄIN KATSOTTUNA) YLHÄÄLTÄ ALAS



### DET RAUDOITUS TAPPIKOLON KOHDALLA



1. MAALATTU, TUMMANHARMAA VAKAURITUS