



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Teemu Svens

Revit Dynamon soveltaminen KSL- suunnitteluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

04.05.2021

Tekijä(t) Otsikko	Teemu Svens Revit Dynamon soveltaminen KSL-suunnitteluun
Sivumäärä Aika	21 sivua 04.05.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Koneensuunnittelu
Ohjaaja(t)	KSL-ryhmäpäällikkö, Sampo Hintsanen, Granlund Oy Lehtori, Pekka Salonen
<p>Tämän työn tilaaja on Granlund Oy:n KSL-suunnitteluryhmä. Työn tavoitteena on tutkia Revit Dynamon antamia mahdollisuuksia parantaa KSL-suunnittelua. Mahdollista olisi esimerkiksi nopeuttaa parametrien muuttamista ja laiteluettelon tulostamista, sekä laitteiden ja kalusteiden automaattista sijoittamista pohjakuviin. Projektin lähtökohtana oli tutustua Dynamon toimintaperiaatteisiin ja luoda skripti, jolla edellä mainitut asiat olisivat mahdollisia.</p> <p>Granlund Oy:llä on tällä hetkellä projekteissa käytössä Revit-tietomallinnusohjelma. Revitin sisälle on rakennettu visuaalisen ohjelmoinnin tarjoama ohjelma nimeltä Dynamo. Tällä hetkellä kaikki työ tehdään ilman Dynamon tarjoamia nopeuttavia mahdollisuuksia.</p> <p>Tässä insinööriyössä onnistuttiin luomaan ohjelma, jolla saadaan laiteluettelo tulostettua nappia painamalla. Muokkaamalla tulostettua laiteluetteloä saatiin muutettua nappia painamalla haluttuja parametrejä, jotka tässä tapauksessa tarkoittivat kalusteiden leveyttä.</p> <p>Insinööriyön olennaisia tuloksia olivat juuri toimivan esimerkin luominen. Jatkojalostusmahdollisuudet ja syventävä ymmärrys Dynamon tarjoamista mahdollisuuksista esitetään työn lopussa.</p>	
Avainsanat	Dynamo, skripti, KSL-suunnittelu

Author(s) Title	Teemu Svens Application of Revit Dynamo to KSL design
Number of Pages Date	21 pages 4 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Machine Design
Instructor(s)	Sampo Hintsanen, FHE Group Manager, Granlund Oy Pekka Salonen, Senior Lecturer
<p>The client of this work is Granlund Oy's FHE design group. The aim of this work is to study the possibilities provided by Revit Dynamo to improve FHE design. For example, it would be possible to speed up changing parameters and exporting a list of devices, as well as the automatic placement of devices and furniture in floor plans. The starting point of the project was to get familiar with Dynamo's operating principles and to create a script that would make the above listed characteristics possible.</p> <p>Granlund Oy currently uses the Revit BIM program in its projects. Inside Revit it has been built a visual programming application called Dynamo. At the moment, all the work is done without the possibilities offered by Dynamo.</p> <p>In this engineering thesis, it was possible to create a program that makes the device list exported by pressing a button, and by editing the exported device list, the parameters could be changed only by pressing the button. In this case the parameter was the width of the piece of furniture.</p> <p>The essential results of the thesis were the creation of a working example, leaving further processing possibilities and deepening the understanding of the possibilities offered by Dynamo are discussed in the summary of the thesis.</p>	
Keywords	Dynamo, script, FHE design

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	1
3	KSL-suunnittelu	3
3.1	Yleisesti	3
3.2	RST-kalusteet ja laitteet	4
4	Autodesk Revit	5
4.1	Yleisesti	5
4.2	Dynamo	6
5	Mallinnus, ohjelmointi ja tulokset	7
5.1	Malliprojektin ja kalusteiden mallintaminen	7
5.2	Kalusteen sijoittaminen	10
5.3	Laiteluettelon tulostaminen	15
5.4	Tulokset	20
6	Yhteenveto	21
	Lähteet	22
	Liitteet	
	Liite 1. Liitteen nimi	
	Liite 2. Liitteen nimi	

Lyhenteet ja käsitteet

KSL	Kiinteät sairaalalaitteet
CAD	Computer Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu
RST	Ruostumaton teräs
TP	Työpöytä
SH	Seinähyly
Solmu	Skriptin osa, joka tarkoittaa yhtä toimintoa
Skripti	Ohjelman käsikirjoitus, jonka mukaan ohjelma toimii
BIM	Building Information Modeling
FHE	Fixed Hospital Equipment

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia Revit Dynamon tarjoamia mahdollisuuksia ja niiden mahdollisia hyötyjä KSL-suunnittelulle. Työ tehdään Granlund Oy:n KSL-suunnitteluryhmälle, jossa työskentelen parhaillaan suunnittelijaharjoittelijana. Ryhmässä käytetään tällä hetkellä suunnittelutyön tukena, sekä MagiCAD (Autodesk AutoCAD-ohjelmiston ympärille luotu ohjelmisto), että Autodesk Revit-tietomallinnusohjelmistoa. Suurin osa uusista projekteista kuitenkin suunnitellaan Revit-ohjelmistoa käyttäen. Revit tarjoaa hyvät mahdollisuudet talotekniikan, sekä muiden rakennus- ja suunnittelualan harjoittajille. Revitistä löytyy myös sisäänrakennettuna Dynamo-sovellus, jota on mahdollista käyttää visuaalisessa ohjelmoinnissa. Tätä ei ole vielä toistaiseksi otettu käyttöön KSL-suunnittelussa, mutta sen potentiaali tunnistetaan.

Työssä käsitellään Dynamon tarjoamia mahdollisuuksia KSL-suunnittelulle. Työn tavoite on saada ohjelmassa luoduista skripteistä toimivia ja selvittää olisiko niistä mahdollisesti hyötyä suunnittelun tukena. Tätä varten tulee tutustua visuaaliseen ohjelmointiin, sekä ymmärtää skriptin luonnin periaatteet. Pitää myös olla ymmärrys KSL-suunnittelusta ja siinä käytetyistä kalusteista ja laitteista, jotta saa käsityksen ohjelmoinnin tarpeellisuu-desta suunnittelussa.

Tällä hetkellä kalusteet ja laitteet sijoitetaan pohjakuviin käsin ja kalusteluettelon ulos- tuonti Revitistä vie enemmän aikaa kuin olisi tarve. Näihin kahteen työvaiheeseen hae- taan mahdollista helpotusta Dynamon avulla. Dynamolla luotujen skriptien avulla olisi teoriassa mahdollista nappia painamalla tuoda kalusteiden tai laitteiden tiedot suoraan Exceliin, tai skriptin käynnistämällä tuoda pohjakuviin haluttu laite tai kaluste oikeaan paikkaan. Lisäksi tutkitaan mahdollisuutta luoda RST-kalusteiden ja laitteiden tietoihin muutoksia, joutumatta käymään niitä yksitellen läpi projektista.

2 Yritysesittely

Granlund Oy on suomalainen työntekijöidensä omistama yritys, joka toimii kiinteistö- ja rakennusalla. Yhtiö työllistää tällä hetkellä n. 1000 työntekijää ja sen pääkonttori sijaitsee Helsingissä Malmilla (Kuva 1), ja toimipisteitä yhtiöllä on yhteensä 27 kappaletta. Yrityk- sen päätoimialana on talotekninen suunnittelu.

Granlund on sairaalasuunnittelun markkinajohtaja Suomessa ja yritys on palvellut lähes jokaista Suomen sairaanhoitopiireistä. Granlundin sairaalasuunnittelu kattaa kaikki talotekniikan osa-alueet sisältäen myös erikoisosa-alueet esimerkiksi putkiposti, keittiösuunnittelu, pyykki- ja jätehuoltoselvitykset. [2.]



Kuva 1. Granlund Oy pääkonttori Malmilla.

Taloteknisen suunnittelun lisäksi Granlund tarjoaa asiantuntemusta ohjelmistokehityksessä, konsulttipalveluita kiinteistö- energia- ja ympäristöjohtamisen sekä rakentamisen toimialoilla. Lisäksi löytyy vielä korjausrakentamisen osasto. Granlundin tavoitteena globaalilla tasolla on olla uudistaja ja suunnannäyttävä. Energia- ja ympäristövastuullisuus, sekä hiilijalanjäljen pienentäminen ovat suuressa arvossa. Granlund haluaa toimia asiakkaan puolueettomana asiantuntijakumppanina ja sitä kautta rakentaa parempaa tulevaisuutta, minkä takia he sitoutuvat tekemään päätöksiä kestävän kehityksen periaatteiden mukaan. [2.]

3 KSL-suunnittelu

3.1 Yleisesti

KSL-suunnittelu, eli kiinteiden sairaalalaitteiden suunnittelu, kattaa yleensä taloteknisiä liitännöitä vaativia laitteita. KSL-suunnittelusta luotiin oma toimialansa LVI-suunnittelun rinnalle, koska LVI-suunnittelu sairaaloissa on huomattavasti monimutkaisempaa, kuin tavallinen LVI-suunnittelu. Sairaaloissa tulee ottaa tarkemmin huomioon laitteiden talotekniset liitännät ja kiinnitykset. Lisäksi otetaan huomioon tavallisesta suunnittelusta poikkeavia liitännöitä, kuten sairaalakaasut, höyry ja paineilma. Näin ollen oli järkevää luoda oma toimiala, joka pitää huolta sekä laitteista, että niiden tarvitsemista liitännöistä. Kun laitteiden hankinnoista vastasi siihen perehtynyt toimiala, saatiin kustannustehokkuus samalla paremmaksi. Ennen laitteiden hankinta tapahtui suoraan valmistajilta ja maahantuojilta, jotka koittivat maksimoida tilaukset, mikä johti ylimitoittamisen ongelmiin. Tarkoituksena KSL-suunnittelulla on siis antaa tilaajalle puolueeton ja oikein mitoitettu laitehankintasuunnitelma, sekä ilmoittaa laitteiden vaatimat liitännätiedot LVI-suunnittelijoille. Tyypillinen KSL-suunnittelun prosessikaavio on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 2). [1, s. 43–44.]



Kuva 2. Tyypillinen KSL-suunnittelun prosessikaavio.

3.2 RST-kalusteet ja laitteet

Kiinteät sairaalalaitteet voidaan jakaa RST-kalusteisiin ja laitteisiin. Laitteisiin kuuluvat kattokiinnitteiset laitteet, hammashoitolaitteet, välinehuollon ja siivoustilojen laitteet, sekä erilaiset kaapit, kuten lääkejääkaapit, lämpö- ja suojakaapit. Kattokiinnitteisiin laitteisiin kuuluu esimerkiksi tutkimusvalaisimet ja kattokeskukset, kun taas välinehuoltoon ja siivoukseen kuuluvat esimerkiksi pesukoneet ja autoklaavit.

Kattokiinnitteisiä laitteita löytyy enimmäkseen potilastiloissa. Ne voidaan jakaa valaisimiin ja liitäntäpisteillä varustettuihin laitteisiin, kuten esimerkiksi kattokeskus ja seinäpilari. Liitäntäpisteillä varustettujen laitteiden toimintaperiaate on tuoda mahdolliset sähkö- ja kaasupisteet lähelle toimenpiteitä, jotta esimerkiksi liitäntöihin tulevat johdot eivät kulkisi liian pitkää matkaa huoneen läpi. Sairaaloissa on myös tärkeää, että välineet, joita käytetään, on vaaditulla tavalla puhdistettu mahdollisen infektoriskin takia. Tämän vuoksi välinehuollon tiloilla on valtava merkitys sairaalan toimivuuden kannalta. Tiloissa on yleensä sekä likainen, että puhdas puoli, jotka toimivat nimiensä mukaisesti. Likaiset eli kontaminoituneet tavarat tuodaan likaiselle puolelle ja pesu- ja desinfiointi prosessien jälkeen tavarat päätyvät puhtaalle puolelle, jonka jälkeen ne viedään steriilisti eteenpäin. [5.]

RST-kalusteiden hankinta on myös useimmiten KSL-suunnittelun vastuulla. RST-kalusteet kattavat kaikki ruostumattomasta teräksestä valmistetut tuotteet, kuten esimerkiksi työpöydät, kaapistot, pesupöydät, seinähylyt ja obduktiotasot. Näitä kalusteita löytyy pääosin huolto- ja siivoushuoneista. Suunnitellut RST- kalusteet vastaavat aina tilaajan tarpeita, joten sairaaloista voi löytyä monenlaisia eri variaatioita esimerkiksi pesupöydästä. Kalusteet tehdään ruostumattomasta teräksestä niiden helpon puhdistettavuuden takaamiseksi. Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty Granlundin suunnittelema RST-työpöytä, sekä RST-yläkaapistot. Pöydän takana nähdään seinäkiinnitys, sekä tason taakse jätetty siivousrako. Myös alatasot on tehty kaapeiksi avonaisen mallin sijasta. Tässä työssä luotu malli on avonainen versio ilman kaappeja.



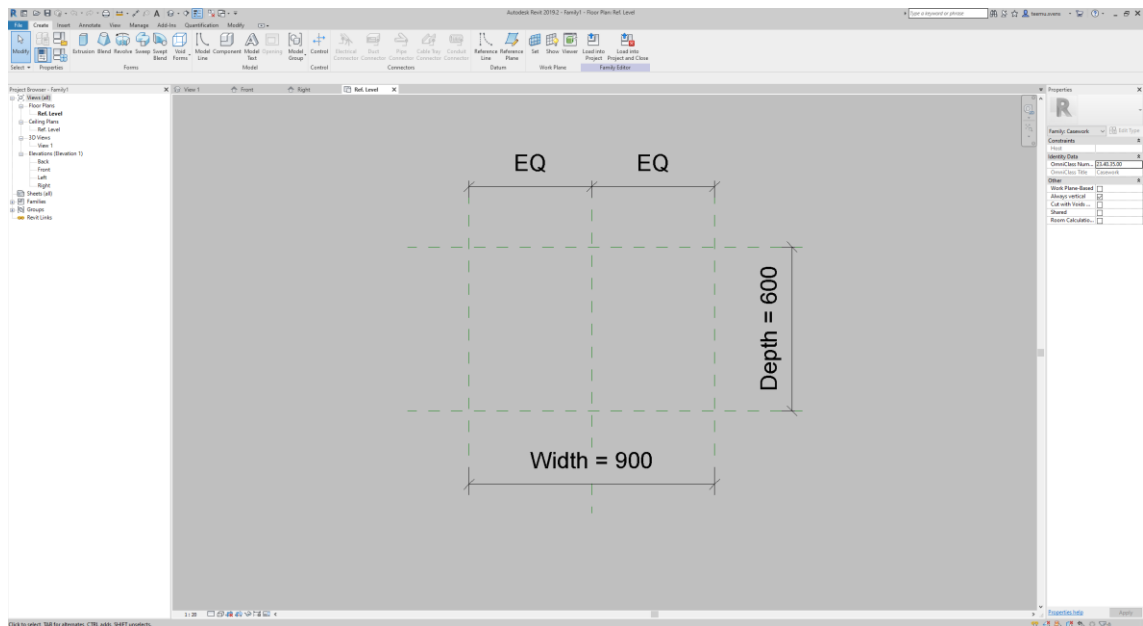
Kuva 3. Tyypillinen Granlundin suunnittelema RST-työpöytä ja RST-yläkaapistot.

4 Autodesk Revit

4.1 Yleisesti

Revit on tietomallinnusohjelma eli BIM-ohjelma. Tietomalli tarkoittaa rakennuksen 3D-mallia, mikä kuvastaa rakennuksen suunnitteluavaruutta. Revitin tarkoituksena on mahdollistaa digitaalisen version luominen rakennuksesta. Revit mahdollistaa useampien suunnittelualojen yhtäaikaisen työskentelyn ja yhtenäisen mallin luomisen. Yhtenäinen mallintaminen suunnittelualojen välillä nopeuttaa virheiden ja risteävien tapahtumien huomaamista, sekä nopeuttaa niiden korjaamista. [4.]

Revit mahdollistaa yksittäisen tuotteen eli Familyn mallintamisen niin 2D-, kuin 3D-muodossa. Lisäksi se mahdollistaa dokumenttien ja projektien hallintaa. Revit kerää itsenäisesti mahdollisimman paljon parametritietoja kaikesta, mikä liittyy meneillään olevaan projektiin eli rakennukseen ja jakaa tämän tiedon kaikkien tarkasteltavaksi. Yhtenäisen mallin tarkastelu on paras tapa huomata virheet ja ennakoida mahdollisia ongelmia. [7.]



Kuva 4. Revit-ohjelman näkymä.

4.2 Dynamo

Dynamo on Revitille luotu visuaalinen ohjelmointiympäristö. Visuaalisessa ohjelmoinnissa on mahdollista nähdä tapahtumia samalla kun luo skriptiä. Yleisin ohjelmoinnin malli on kuitenkin tekstiohjelmointi. Skriptin luonnin tarkoituksena on päästä aloitus pisteestä lopputulokseen antamalla sääntöjä solmujen avulla. Annetut säännöt muokkaavat lopputulosta halutun mukaiseksi. Erot teksti- ja visuaalisessa ohjelmoinnissa on se, että tekstiohjelmointi on kuin seuraisi käsikirjoitusta. Toisin kun visuaalinen ohjelmointi, joka on kuin seuraisi kuvallisia ohjeita Ikean tuotteen kasaamiseen. Molemmissa ohjelmointityypeissä päästään lopputulokseen asettamalla ohjelmaan erilaisia sääntöjä. Visuaalisessa ohjelmoinnissa virheet on kuitenkin helpompi havaita toisin kuin tekstiohjelmoinnissa. [3.]

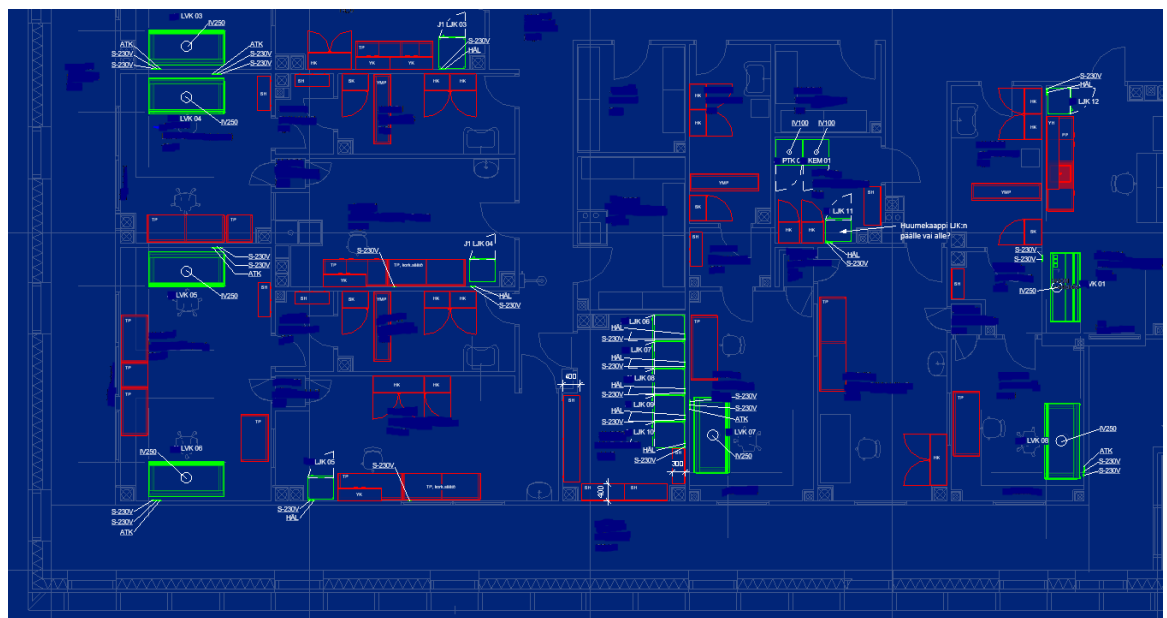
Dynamo antaa mahdollisuuden työskennellä visuaalisen ohjelmoinnin prosessissa, jossa elementit yhdistetään määrittelemään toimintojen suhteet ja sekvenssit, jotka lopulta muodostavat mukautettuja algoritmeja. Algoritmeja on mahdollista käyttää moniin sovelluksiin, kuten tietojenkäsittelyyn ja geometrian muodostamiseen. Kaikki tämä tapahtuu Dynamossa reaaliajassa suoraan silmien edessä. [3.]

Dynamon ainoa vahvuus ei kuitenkaan ole toimivuus Revitin kanssa ja visuaalisen ohjelmoinnin aloittelijaystävällisyys verrattaessa tekstiohjelmointiin, vaan sen mukana tuleva yhteisö voidaan myös laskea vahvuudeksi. Revit-ohjelmassa Autodesk tarjoaa nopean pääsyn sekä Revitiin, että Dynamoon liittyviin foorumeihin, joissa niiden käyttäjät auttavat toisiaan ongelmatilanteissa. Foorumeita selatessa on mahdollista huomata, että usein muillakin on ollut samoja ongelmia ja siihen oli vastattu ja saatu ratkaistua. Foorumi alustana helpottaa ihmisten työntekoa, kun voidaan jakaa omia ideoita ja erilaisia ratkaisuja ongelmatilanteisiin. Dynamo-yhteisö myös jakaa omia koodejaan ja selittää niiden toimintaa, mikä helpottaa Dynamon toimintaperiaatteiden ymmärtämistä. [6.]

5 Mallinnus, ohjelmointi ja tulokset

5.1 Malliprojektin ja kalusteiden mallintaminen

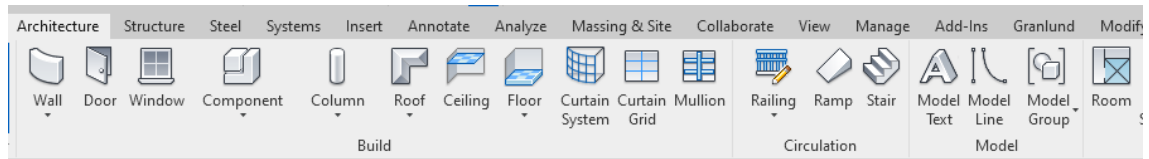
Työn ohjelmointivaiheen aloittamiseksi oli luotava työalustaksi malliprojekti. Malliprojektiksi luotiin viiden huoneen pohjakuva, jotta kokeileminen ei olisi liian monimutkaista. Huoneita piti kuitenkin olla useampi, jotta saatiin tietää osaako Dynamo erotella kalusteiden sijainnit huoneiden perusteella. Yleisesti sairaaloissa on monia eri huoneita ja kerroksia, mutta nämä viisi huonetta ovat tarvittavat dynamon toimivuuden arvioimiseksi.



Kuva 5. Pohjakuva tyypillisestä KSL-projektista. Vihreällä laitteet ja punaisella RST-kalusteet.

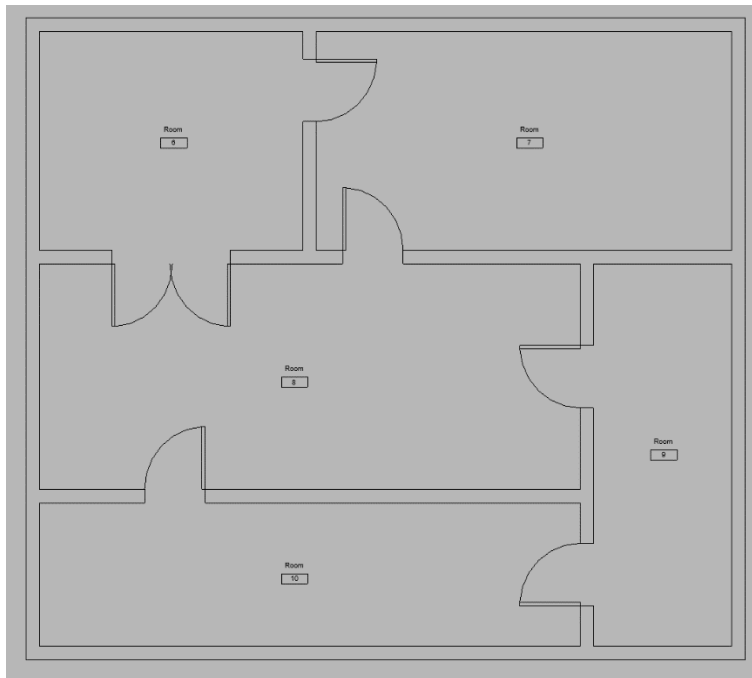
Malliprojektin eli huoneiston luominen kävi vaivattomasti Revitin helppokäyttöisen työkalunauhan avulla (Kuva 6). Nauhalta käytettiin Wall-, Floor- ja Door-työkaluja, joilla saatiin

lisättyä huoneisiin tarpeelliset elementit. Työkalujen käyttö oli helppoa, sillä ne toimivat valinta- ja piirtotoiminnoilla.



Kuva 6. Revit työkalupalkki arkkitehtuurin luontiin.

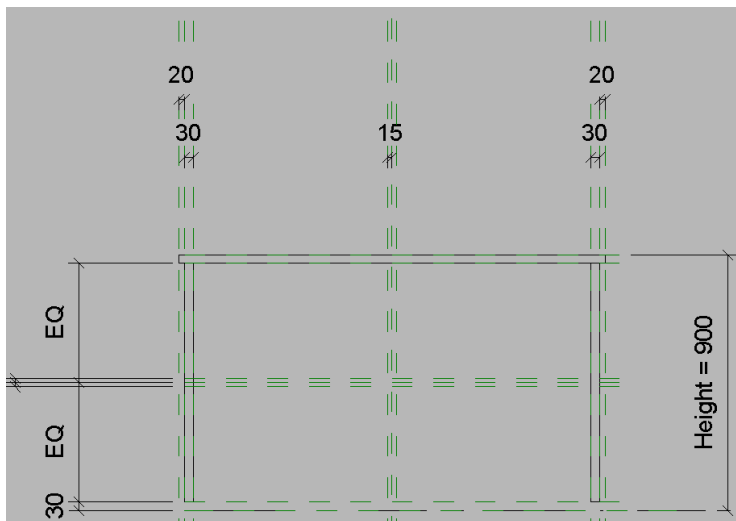
Arkkitehtuuriksi valittiin yksinkertainen viiden eri kokoisen huoneen pohjakuva, jotta olisi helpompi seurata, mitä ohjelmoidessa tapahtuu ja huomata mahdolliset virheet (Kuva 7). Malliprojekti luotiin yksinkertaiseksi vain, jotta nähtäisiin helposti skriptien eli ohjelmien toimivuus ja pystyttäisiin arvioimaan sen toimivuus suuremmassa projektissa. Jokainen huone maalattiin Room-työkalulla, mikä löytyi myös työkalunauhasta (Kuva 6). Room-työkalun avulla huoneista tuli määriteltyjä Revitissä ja ohjelma pystyi tunnistamaan erikseen jokaisen kalusteen tai laitteen sijainnin projektissa.



Kuva 7. Room-työkalulla luotu mallihuoneisto.

Projektille tuli myös mallintaa muokattavat RST-kalusteet. Tämän pystyi sujuvasti toteuttamaan Revitin parametriseen mallinnukseen, eli Familyn luomisella. Mallin tavoitteena oli saada muokattua pöydän parametrejä ilman, että joutuisi käymään pöydän Familyssä

tekemässä muutoksia. Tämä yksinkertaistaa ja nopeuttaa työntekoa. Tarkoituksena on Dynamon avulla saada asetettua oikein mitoitettu työpöytä malliprojektiin niin, että jätetään mahdolliset 50 mm siivousraot sivuilla oleviin seiniin. Tämä kaikki onnistuu mallinnuksen aikana kätevästi käyttämällä referenssiiviivoja (Kuva 8). Referenssiiviivoja asetetaan niihin paikkoihin, missä pöydän eri elementit menevät ja niitä voidaan lukita tietyille etäisyyksille muista referenssiiviivoista. Näiden avulla saatiin esimerkiksi jalat pysymään aina oikean kokoisina ja oikeassa paikassa, vaikka pöytää levennettäisi tai kavennettaisiin. Referenssiiviivoja on mahdollista asettaa jokaisesta näkymästä (päältä, edestä, sivusta) ja näin ollen mahdollistaa sujuvan 3D-mallinnuksen.



Kuva 8. Työpöydän referenssiiviivat edestä.

Referenssiiviivojen sijoittamisen ja lukitsemisen jälkeen on helppoa luoda 3D-malli kalusteesta piirtämällä pöydän elementit referenssiiviivoja pitkin ja lukitsemalla ne paikoilleen. Kun elementit lukitaan referenssiivivoihin, se mahdollistaa pöydän parametrien vaivattoman säätelyn. Kun parametreja (yleensä etäisyyksiä) säädellään, niin referenssiiviivat ja elementit liikkuvat näiden mukana.

Dimensions		
Depth (default)	620.0	=
Height (default)	900.0	=
Width (default)	1500.0	=
Visibility		
Lyhyt_pöytä (default)	<input type="checkbox"/>	= Width < 1499 mm
Pitkä_pöytä (default)	<input checked="" type="checkbox"/>	= Width > 1499 mm

Kuva 9. Työpöydälle luodut parametrit.

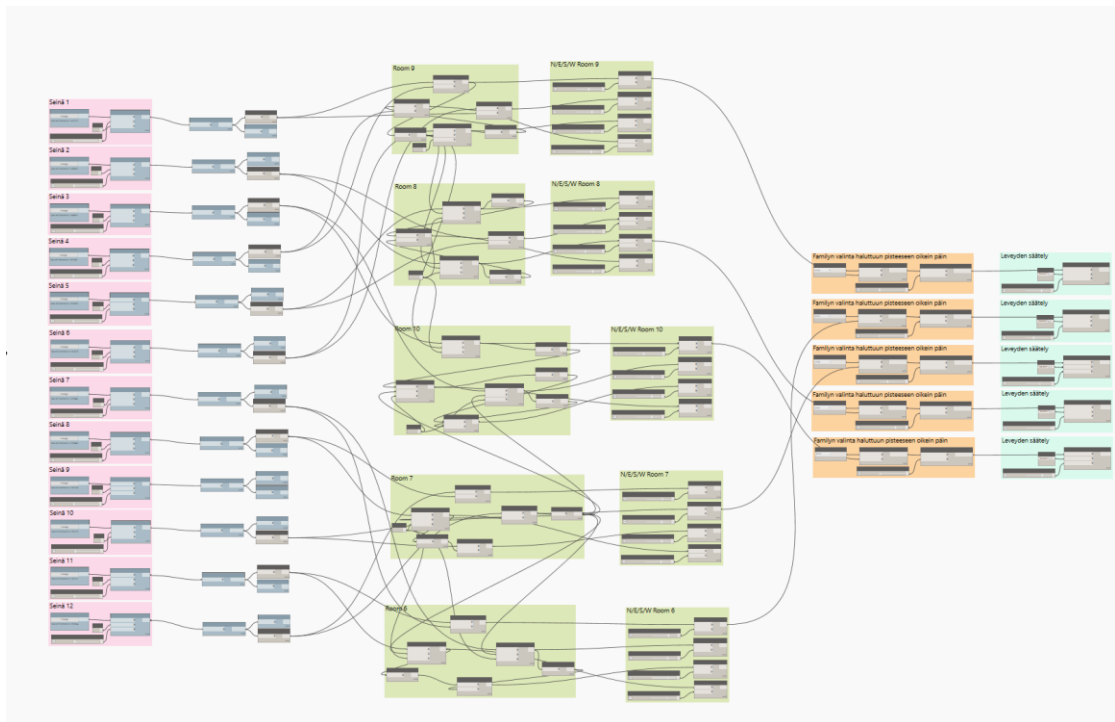
Elementtien luomisen jälkeen voidaan siirtyä 3D-näkymän puolelle ja tarkistaa, että malli näyttää oikealta ja toimii halutulla tavalla. Toiminta kokeillaan muuttamalla parametrien arvoja (Kuva 9). Näkyvyysparametreilla pystyttiin vaikuttamaan esimerkiksi keskijalkaan. Sille luotiin kaava, mikä määrittä sen näkyväksi, kun pöytä oli leveämpi kuin 1499 mm. Kun skripti lopulta ajettiin, tunnisti se näkyvyysparametreista ja pöydän leveydestä automaattisesti onko siinä keskijalka tarpeellinen vai ei. Kun pöytä on todettu halutun mukaiseksi, voidaan sille lisätä materiaalit ja koska kyseessä oli RST-kaluste, sen materiaali oli ruostumaton teräs (Kuva 10).



Kuva 10. Valmis RST-työpöytä.

5.2 Kalusteen sijoittaminen

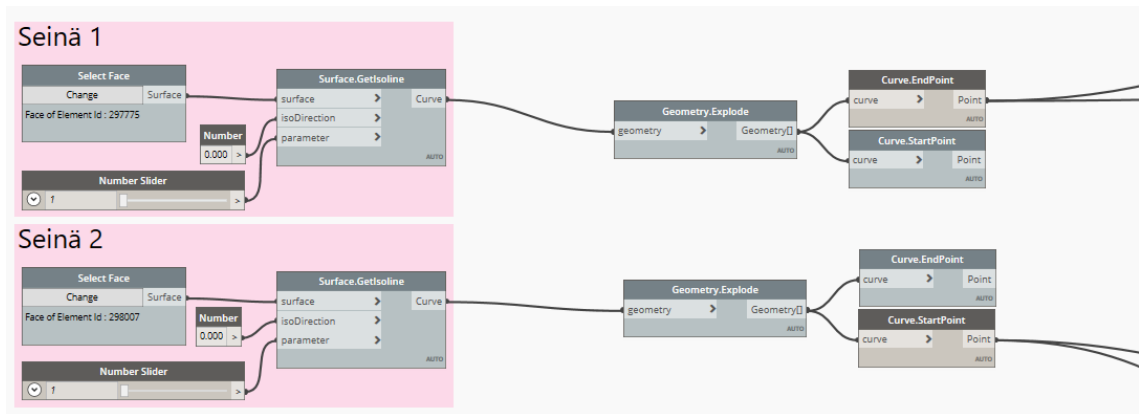
Ensimmäinen idea Dynamon käytölle oli kalusteen tai laitteen automatisoitu sijoitus pohjakuvaan. Tähän kokeiluun käytettiin mallinnettua työpöytää. Ajatuksena oli käyttää hyödyksi mallinnetun tilan määrittämistä ja kalusteen sijoittamista haluttuun pisteeseen, jonka kautta mahdollisesti saataisiin vaivattomasti sijoitettua kaluste antamalla halutut informaatiot kalusteesta ohjelmalle. Halutut informaatiot voivat kattaa esimerkiksi tiettyjä etäisyyksiä seinistä tai muista kalusteista tai laitteista. Tiedossa oli, että kyseessä tulisi olemaan monimutkainen skripti, jonka toimivuudesta ei ole minkäänlaisia takeita. Toimiva skripti kuitenkin onnistuttiin luomaan, missä itse saa valita mille seinille kaluste halutaan asettaa ja miten päin se sijoitetaan (Kuva 11).



Kuva 11. Toimiva skripti laitteen sijoitukselle valitsemille seinille.

Skriptin luonti aloitettiin hakemalla Dynamoon tieto seinien sijainneista. Koska kalusteet ja laitteet sijoitetaan aina huoneiden sisäpuolelle, valittiin ensimmäiseksi solmuksi Surface.GetIsoline, millä saadaan haettua projektin sisäseinien rajat. Koska Dynamo on visuaalinen ohjelmointisovellus, niin tällä saatiin sisäseinät näkymään levyinä ohjelmassa. Select Face solmun avulla voitiin käydä hakemassa sisäseinien sijainnit suoraan projektista.

Kun sisäseinät oli haettu, haluttiin näistä näkyviin vain alareunan rajaviivat, jotta voitaisiin määritellä niille pisteet kalusteiden sijoitusta varten (Kuvan 15 osoittamalla tavalla). Tätä varten seinät tuli räjäyttää aloitus- ja lopetuspisteisiin Geometry.Explode solmun avulla. Pisteet löytyivät Curve.EndPoint-solmuilla (Kuva 12). Näissä pisteissä ainut ongelma oli se, että pisteet eivät olleet vaakatasossa alareunassa vaan jommassakummassa kulmassa pystysuoraan.

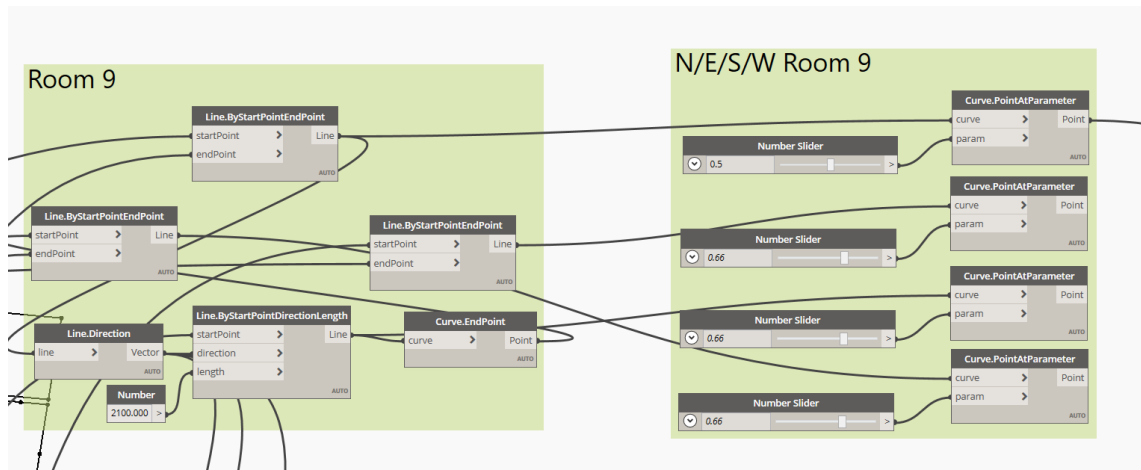


Kuva 12. Seinien tietojen tuonti.

Seuraavaksi piti luoda rajaviivat jokaiselle seinälle aloitus- ja lopetuspisteiden mukaan Line.ByStartPointEndPoint-solmulla. Tämä oli kuitenkin mahdotonta tehdä suoraan, sillä jokaisella seinällä ei ollut sekä aloitus, että lopetuspistettä aiemmin luodun skriptin ongelman takia. Tästä syystä käytettiin myös solmuja Line.ByStartPointDirectionLength, jonka käyttö tapahtuu aloituspisteellä, suuntavektorilla ja pituudella. Aloituspiste oli jokaisella seinällä olemassa. Suuntavektori saatiin, joko koordinaatistosta, tai viivasta, joka oli jo luotua solmulla Line.Direction. Viivan pituus käytiin mittaamassa projektista ja lisätiin käyttämällä Number-solmua.

Jotta olisi visuaalisesti helpompi tunnistaa mistä seinästä projektissa on kyse minkäkin solmun kohdalla, käytettiin ryhmä -ominaisuutta, millä voidaan määritellä tietyt solmut kuulumaan tiettyyn alueeseen. Jokaiselle ryhmälle annettiin nimeksi projektista löytyvä huoneen numero tai muu tunnistettava nimi. Lisäksi solmut järjestettiin kompassin mallisesti helpottamaan tunnistamista ilmansuuntien avulla (Kuva 13).

Viivojen luonnin jälkeen haluttiin luoda pisteet viivoille ja varmistaa niiden säädeltävyys. Tämä tapahtui Curve.PointAtParameter-solmulla, missä annetaan viiva ja luku nollan ja yhden väliltä kertomaan pisteen sijainti. Tämä tarkoittaa siis, että 0,5 on keskellä viivaa ja 0 ja 1 ovat viivan päädyissä. Luvun säätely onnistuu liukusäätimellä, jonka Number Slider-solmu antaa tekijän käyttöön.

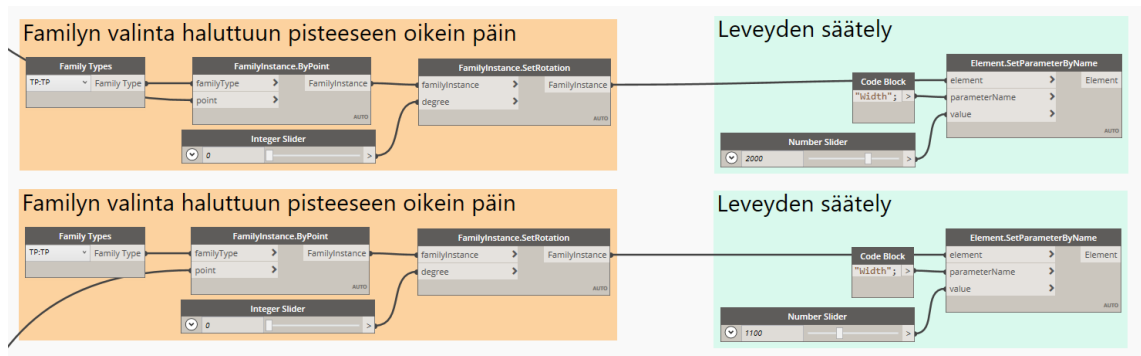


Kuva 13. Huoneiden erottelu seinistä.

Kun visuaaliseksi ilmeeksi saatiin Kuvan 11 mukainen näkymä, piti määrittää mitä pisteisiin tuodaan. Tämä onnistuu solmulla `FamilyInstance.ByPoints`, mikä vaatii toimiakseen pisteen, sekä halutun Revit Familyn. Näin ollen saatiin valittua haluttu työpöytä, sekä seinusta, jolle se asetettaisiin valitsemalla pisteet huoneista (Kuva 14).

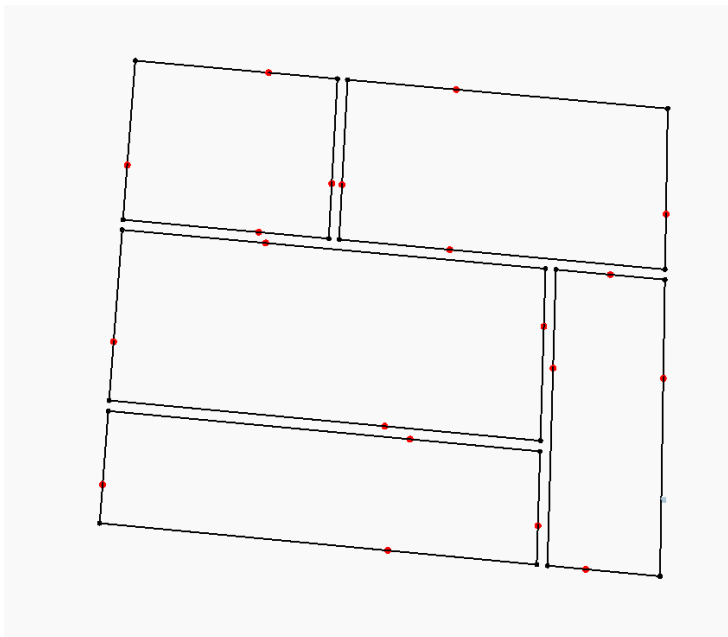
Pisteen ja Familyn valitsemisen jälkeen varmistettiin, että pöytä tuotaisiin pisteeseen osoittaen oikeaan suuntaan `FamilyInstance.SetRotation`-solmulla. Tähän toimivuuteen lisättiin solmu `Integer Slider`, jossa numerot ovat tasalukuja ja ne ovat 0° ... 270° väliä 90° välein. 90° välit asetettiin, koska projekti on piirretty suorakulmaisilla huoneilla, joten pöytä joudutaan kääntämään vain 90° verran tarvittavaan suuntaan.

Kun kaluste on saatu paikoilleen, haluttiin vielä mahdollisuus säätää kalusteen leveyttä skriptillä. Tämä oli mahdollista käyttämällä solmua `Element.ByParameterName`. Solmun toimivuutta varten vaadittiin elementti eli työpöytä ja parametrin nimi. Tässä tapauksessa `Width`, sekä `Number Slider` määrittelevät halutun leveyden työpöydälle. Parametrin nimi haetaan suoraan Revit projektissa olevan Familyn tiedoista.

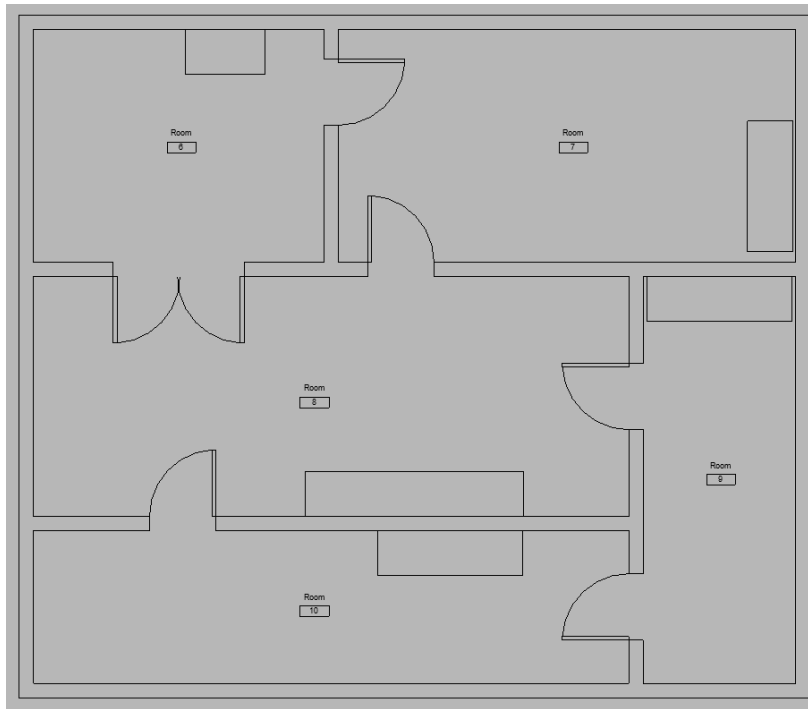


Kuva 14. Kalusteen valinta pisteeseen, pyörytys ja leveyden säätely.

Näiden vaiheiden jälkeen skripti oli valmis ajettavaksi ja sen avulla pystyttiin sovittamaan jokaiselle valitulle pisteelle seiniltä minkä levyisenä tahansa (Kuvat 15 ja 16). Kyseisessä kuvassa näkyy hyvin miten visuaalinen skripti näyttää etenemisen ohjelmassa. Tämä ei kuitenkaan mahdollista minkään tasoista automatisoitua painiketta, joka sitten pystyisi annettujen tietojen perusteella itsenäisesti sijoittamaan kalusteen oikean kokoisena oikeaan paikkaan. Automaation sijasta skripti joudutaan aina avaamaan ja sieltä erikseen valitsemaan mille pisteille halutaan asettaa kaluste ja minkä levyisenä se halutaan tuoda.



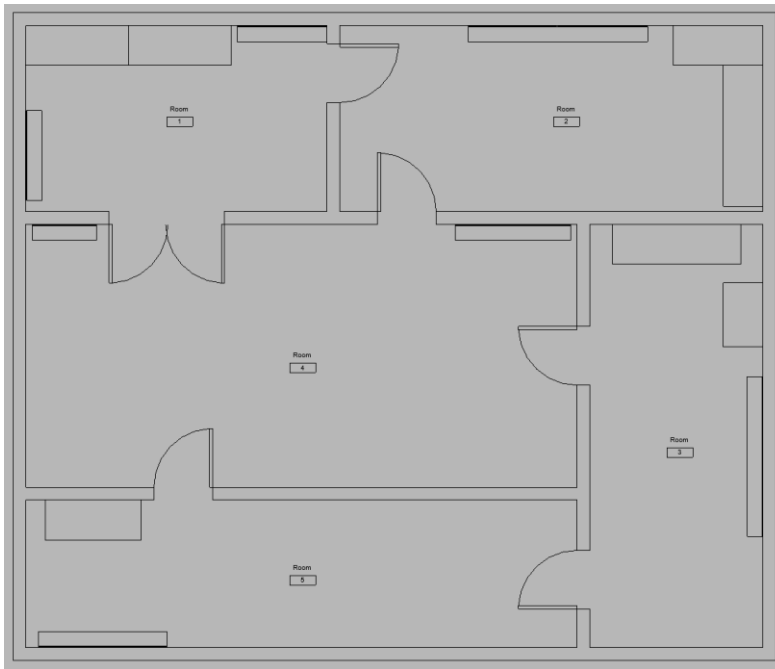
Kuva 15. Visuaalinen näkymä Dynamossa, kun skripti oli valmis.



Kuva 16. Projektin pohjakuva ajetun skriptin jälkeen.

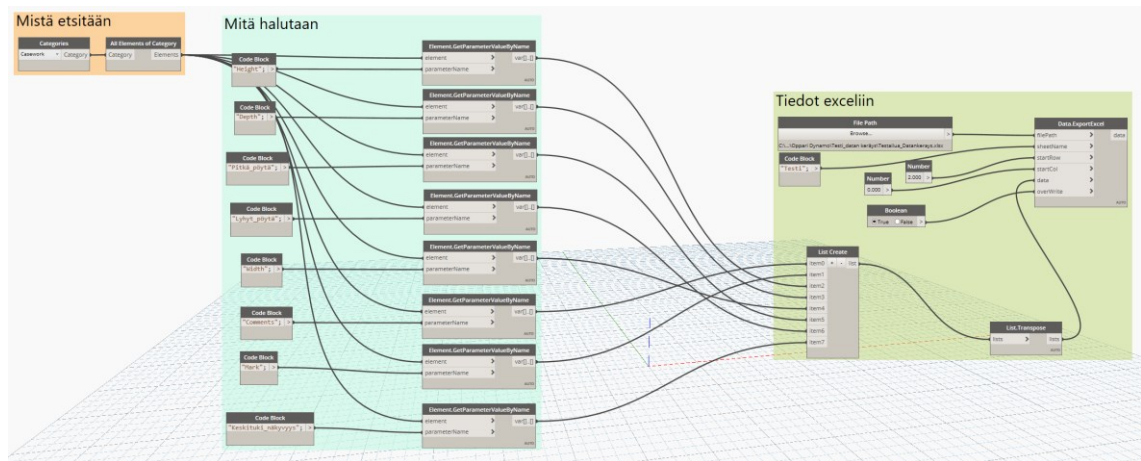
5.3 Laiteluettelon tulostaminen

Laiteluettelon tulostamista varten projektiin lisättiin seinähyllyjä, jotta tuloksista saataisiin monipuolisempia (Kuva 17). Seinähyllyt oli mallinnettu samalla tavalla, kuin työpöydät, eli keskijalka tulee mukaan tietyllä leveyden arvolla. Myös leveys on muokattavissa. Ideana oli lähteä luomaan skriptiä, joka veisi halutut tiedot kalusteista suoraan Exceliin ja loisi niistä luettelomaisen rakenteen. Tarkoitus olisi siis nappia painamalla saada laiteluettelo Excel-muotoon. Seuraava vaihe tästä olisi tietojen muokkaus ja tuonti takaisin Dynamon kautta Revitiin, jolloin muutetut tiedot muokkaisivat näkymää.



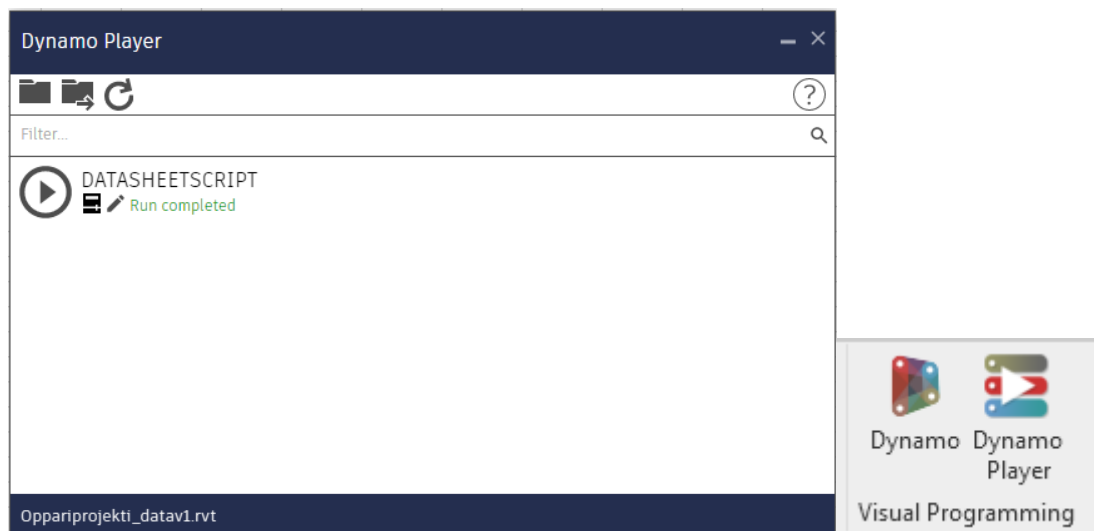
Kuva 17. Seinähyllyillä ja työpöydillä kalustettu projekti.

Dynamolle pitää siis ilmoittaa mitä halutaan löytää, eli tässä tapauksessa kaikki projektin kalusteet. Seuraava askel on mitä me haluamme tietää kalusteista. Koska tämä oli vain kokeilua, lisättiin sinne halutuiksi tiedoiksi vähän kaikkea ja testattiin, onko kaikkea mahdollista saada Exceliin. Tiedoiksi valittiin ulkomitat, kalusteen nimi ja sijainti, sekä keskijalan näkyvyytiedot. Näillä tiedoilla pystytään Excelissä kertomaan minkä kalusteen mittoja muokataan ja onko siinä keskijalkaa ja missä huoneessa muutos pitäisi näkyä. Kokonaisuudessaan skripti saatiin näyttämään hyvin simppeliltä ja värien käytön avulla helpotetaan jatkomuokkauksia varten kertomaan, mitä kyseisillä alueilla tapahtuu. Näin olen virheenkorjaus helpottuu, kun tiedetään mistä virhettä pitää etsiä (Kuva 18).



Kuva 18. Valmis skripti datankeruuta varten.

Kun skripti on luotu ja nimetty, niin se on mahdollista löytää nopeakäyttöisenä Revitin työkalupalkilta löytyvästä kohdasta nimeltä Dynamo Player. Dynamo Player ei ole käyttöliittymältään modernein ratkaisu, mutta se on helppokäyttöinen ja toimiva (Kuva 19). Tämä käyttöliittymä mahdollistaa oikein rakennetun koodin jälkeen yhden klikkauksen tuloksia. Painamalla play-näppäintä saadaan aikaiseksi skriptin mukaan luotu luettelo halutuista tiedoista (Taulukko 1). Taulukko kertoo, että olemme luoneet oikeanlaisen ohjelman, sillä kaikki halutut tiedot on saatu oikeille paikoille.



Kuva 19. Dynamo Playerin käyttöliittymä, sekä Dynamo ja Dynamo Player työkalupalkilla.

Taulukko 1. Exceliin kerätty data raakana

Room 2	TP 3	900	620	1400	0	1	
Room 2	TP 4	900	620	2200	1	0	
Room 3	TP 5	900	620	2000	1	0	
Room 3	TP 6	900	620	1000	0	1	
Room 5	TP 7	900	620	1500	1	0	
Room 1	TP 2	900	620	1600	1	0	
Room 1	TP 1	900	620	1600	1	0	
Room 1	SH 2	565	250	1400			1
Room 2	SH 3	565	250	2800			1
Room 1	SH 1	565	250	1400			1
Room 4	SH 6	565	250	1800			1
Room 4	SH 5	565	250	1000			0
Room 5	SH 7	565	250	2000			1
Room 3	SH 4	565	250	2500			1

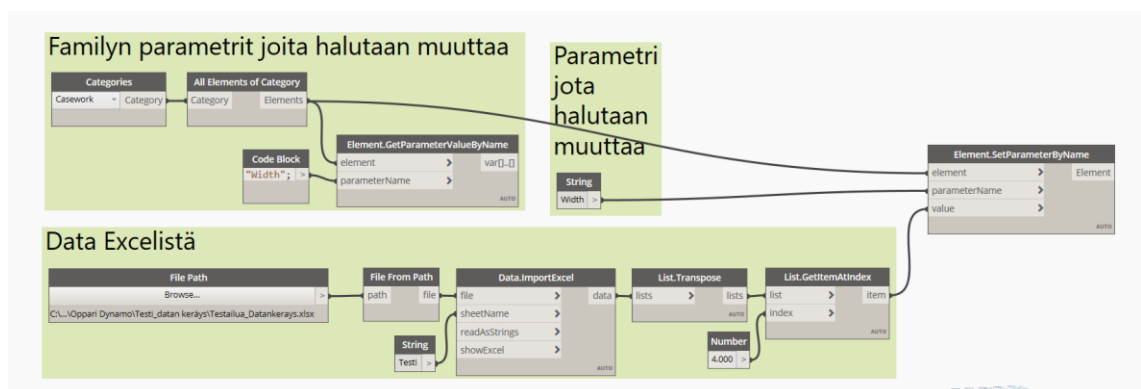
Taulukko ei kuitenkaan ole sellaisenaan helppolukuinen ja useiden osien merkitys selviää nopealla silmäyksellä vain koodin tekijälle. Se vaatii Excelin sisällä muutaman viilauksen eli sort-toiminnon ja find & replace-toiminnon käyttöä. Luettavuutta helpottaa myös, jos jokaiselle sarakkeelle kirjoitetaan otsikot, jotta tietää mitä tietoa kullakin sarakkeella käsitellään. Uudelleen järjestelemällä saatiin huoneittain järjestettyä tavarat ja korvaamalla 0 ja 1 arvot X:llä ja tyhjällä on helpompi analysoida kalusteiden keskijalan puuttumista. Näiden pienten säätöjen jälkeen saatiin taulukosta helppolukuisempi ja kaikki ymmärtää kaiken merkityksen (Taulukko 2). Taulukon siistimisen jälkeen huomataan, että luodulla skriptillä on mahdollista tuoda laitteiden tai kalusteiden kaikki parametrit Exceliin lukukelpoisina.

Taulukko 2. Exceliin kerätty data muokattuna ja helppolukuisena.

Huone	Nimi	Korkeus	Syvyys	Leveys	Keskijalka	
					Kyllä	Ei
Room 1	TP 2	900	620	1600	X	
Room 1	TP 1	900	620	1600	X	
Room 1	SH 2	565	250	1400	X	
Room 1	SH 1	565	250	1400	X	
Room 2	TP 3	900	620	1400		X
Room 2	TP 4	900	620	2200	X	
Room 2	SH 3	565	250	2800	X	
Room 3	TP 5	900	620	2000	X	
Room 3	TP 6	900	620	1000		X
Room 3	SH 4	565	250	2500	X	
Room 4	SH 6	565	250	1800	X	
Room 4	SH 5	565	250	1000		X
Room 5	TP 7	900	620	1500	X	
Room 5	SH 7	565	250	2000	X	

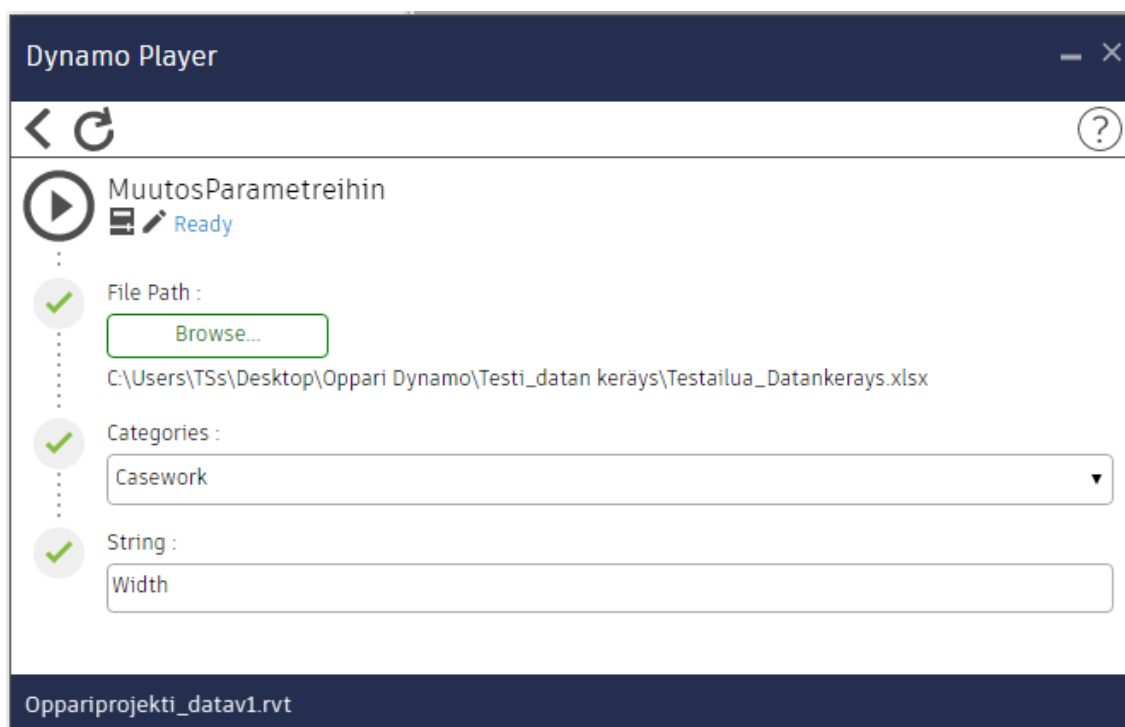
5.4 Parametrien muuttaminen Dynamolla

Seuraavaksi oli tarkoituksena luoda skripti, jolla kokeillaan mahdollisuutta tuoda Excelistä muutettuja tietoja suoraan projektiin. Tätä varten piti valita Excel-tiedosto, mistä halutaan kerätä data ja valita Familyt, joihin muutoksia halutaan tehdä. Tämä skripti on helpompi luoda, sillä se voidaan ajatella yhtenäisenä datankeruuskriptin kanssa. Excel-tiedosto, mistä tiedot halutaan, on sama kuin datankeruussa kuten on myös Familyt, joita halutaan muuttaa. Nämä tulee vain osaa yhdistää oikeanlaiseen järjestykseen, jotta saadaan aikaiseksi toimiva tietojenmuokkausskripti (Kuva 20).



Kuva 20. Parametrien muokkausskripti.

Valmiina tietojenmuutoskripti on mahdollista suorittaa myös käyttöliittymän kautta painamalla play-näppäintä. Lisäksi kokeiltiin lisätä skriptiin muutama input-vaihtoehto, mikä tarkoittaa tietojen muuttamista käyttöliittymässä, kuten esimerkiksi mikä parametri halutaan muuttaa ja mistä tiedostosta tiedot otetaan (Kuva 21). Tämä helpottaa huomattavasti operointia, sillä skriptiä ei tarvitse avata aina muuttaakseen tai muokatakseen haluttuja tietoja. Tässä kokeiltiin leveyden muuttamista ja se toimi halutulla tavalla. Esimerkki nopeasta parametrien muutoksesta tapahtuu avaamalla käyttöliittymä ja painamalla play-näppäintä datankeräysskriptissä. Tämän jälkeen avautuu Excel-tiedosto, jossa listattuna kaikki tiedot aivan normaalisti (Taulukko 1). Tämän jälkeen muokataan haluttuja leveystietoja taulukosta. Kun arvot on muutettu halutuiksi, avataan Dynamo Player jälleen ja painetaan muutoskriptin kohdalta play-näppäintä. Seuraavaksi muutokset pitäisi näkyä projektissa halutulla tavalla ja näin ollen ohjelma on valmis ja parametrit ovat muuttuneet.



Kuva 20. Esimerkki Dynamo Playerin helppokäyttöisyydestä.

5.5 Tulokset

Ideoinnin ja sen jälkeiset tulokset olivat suurimmaksi osaksi halutunlaisia. Automaattiseksi ei kuitenkaan kalusteen sijoitusta saatu, joka oli monimutkaisin osuus kokeilusta.

Sitä on kuitenkin mahdollista jatkojalostaa ja jopa joskus saada toimivaksi automaattiseksi toiminnoksi. Kuitenkin tällä hetkellä on nopeampaa toimia vanhoja kaavoja noudattaen ja laittaa laitteet ja kalusteet yksi kerrallaan oikeille kohdille.

Datankeräys ja parametrien muuttaminen kuitenkin toimi odotettua paremmin. Ne toimivat juuri kuten piti ja kokeiltujen asioiden ansiosta tiedetään, että on mahdollista muokata kaikkia projektin kalusteiden ja laitteiden parametrien arvoja nopeasti hyväksikäyttäen Dynamolla luotuja skriptejä. Parannettavaa kuitenkin löytyy. Excelliin tulostettavan datankeräys voisi näyttää otsikot rivien yläpuolella helpottamaan tunnistamista ja tässä olisi sikiin mahdollisuus jatkojalostamiseen. Lisäksi mallinnettaessa laitteita ja kalusteita pitäisi ottaa huomioon parametreja nimettäessä, että kaikki samat parametrit tulee nimetä samalla tavalla, jotta skripti toimii. Esimerkiksi leveyttä ei voi eri laitteella kirjoittaa suomeksi ja toisella laitteella englanniksi, koska skripti ei ymmärrä itsessään niiden tarkoittavan samaa asiaa vaan jokainen merkki ratkaisee.

6 Yhteenveto

Dynamo on monimutkainen, mutta monipuolinen ja varteenotettava lisä KSL-suunnitteluun. Ohjelmalla on paljon mahdollisuuksia helpottaa suunnittelijan arkea, mutta vaatii vielä pientä hiomista ennen kuin sen voi ottaa käyttöön lopullisesti. Lopputulokseen voi kuitenkin olla tyytyväinen, sillä jotain konkreettista ja toimivaa saatiin aikaiseksi. Lisäksi tässä on paljon jatkojalostusmahdollisuuksia, joita voi jatkossa parantaa ja luoda oikeasti helppokäyttöinen ja kaikkien ymmärtämä tuote. Työ oli siis suurimmaksi osaksi onnistunut ja Dynamon käytön mahdollisuuksien ymmärtäminen on paljon paremmalla tasolla, kuin mitä se ennen työtä oli. Dynamolla luotuja skriptejä voisi myös olla mahdollista käyttää muilla talotekniikan suunnittelualoilla.

Dynamolla luotuja skriptejä voisi myös olla mahdollista käyttää muilla talotekniikan suunnittelualoilla esimerkiksi LVI-suunnittelussa tavaroiden vaivattomaan listaamiseen. Sähkösuunnittelulla on jo käytössä skripti, joka lisää valokatkaisijat jokaisen oven viereen ja tätä tutkimalla voisi olla mahdollista selvittää, miten yksinkertaisia asioita saataisiin KSL-suunnittelussa sijoitettua automaattisesti pohjakuviin. Tässä kuitenkin ongelmana johdonmukaisuuden puute ja jokaisen tilan yksilöllisyys. Jatkokehityksessä tietojenkeruu- ja parametrienlisäys-skriptiä voisi kehittää edistyneemmäksi ja helppokäyttöisemmäksi jokaiselle mahdolliselle käyttäjälle.

Lähteet

- 1 Hänninen, Reijo; Jokela, Markku & Aavaharju, Harri. 2010. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy
- 2 Granlund Oy, Verkkolähde. <<https://www.granlund.fi/granlund/meista/>>, luettu 17.11.20
- 3 Dynamo, Verkkolähde. <<https://primer.dynamobim.org/>>, luettu 25.1.21
- 4 Revit BIM, Verkkolähde. <<https://www.jlarchs.com/bim-and-revit-explained-the-digital-building-industry/>>, luettu 4.2.21
- 5 Välinehuolto, Verkkolähde. <https://www.suomenvalinehuolto.fi/valinehuolto-poikkeusolosuhteissa?gclid=Cj0KCQjw4cOEBhDMARIsAA3XDRgzg6NjvnPygY5TdVgng_OuOU0MGrDrhYNq23yQtrZShYr6ZG9Yyjl-aAtf_EALw_wcB>, luettu 13.4.21
- 6 Dynamo Forum, Verkkolähde. <<https://forum.dynamobim.com/>>, luettu 20.4.21
- 7 Revit About, Verkkolähde. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-D8835F8E-1330-4DBC-8A55-AF5941056C58-htm.html>>, luettu 28.4.21