

Viljami Aaltonen

PORRASTIKKAIDEN JA HOITOTASOJEN SUUNNITTELUN  
AUTOMATISOINTI

Konetekniikan koulutusohjelma  
2020

PORRASTIKKAIDEN JA HOITOTASOJEN SUUNNITTELUN  
AUTOMATISOINTI

Aaltonen, Viljami  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan koulutusohjelma  
Lokakuu 2020  
Ohjaaja: Teinilä Teuvo  
Sivumäärä: 49  
Liitteitä: 0

Asiasanat: Inventor, hoitotaso, suunnitteluautomaatio, iLogic

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa porrastikkaiden ja hoitotasojen suunnitteluautomaatti Lehtosen Konepajan projektiosaston käyttöön. Suunnitteluautomaatin tarkoituksena oli vähentää yksinkertaista ja toistuvaa suunnittelutyötä ja näiltä osin vapauttaa suunnittelukapasiteettia muihin suunnittelutehtäviin. Suunnitteluautomaattien tuli myös täyttää standardien ja lakien asettamat vaatimukset.

Työssä käydään läpi, miten kyseiset automaattit on toteutettu ja miten standardit ja lait vaikuttavat kyseisten automaattien toimintaan ja lopulliseen toteutukseen. Työssä ei kiinnitetty huomioita standardien koko sisältöön vaan niihin osiin, joilla on vaikutusta automaattien toimintaan.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi kolme toimivaa suunnitteluautomaattia eri tuotteille.

## DESIGNING AUTOMATION FOR INDUSTRIAL STAIRS AND CATWALKS

Aaltonen, Viljami

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

September 2020

Teinilä Teuvo

Number of pages:49

Appendices:0

Keywords: Inventor, industrial catwalk, design automation, iLogic

---

The purpose of this thesis was to design and make stair and industrial catwalk designing automat for Lehtosen Konepaja project department. Automat purpose was decrease simple and routine designing work and free the designing capacity for other designing tasks. Industrial catwalk and stair design configurators had to also meet the requirements of standards and laws.

In this thesis I go through how these configurators were made and how standards and laws affect on the design of the configurators. I concentrated only on parts of the standards that would affect the design of the automats.

The final result of the thesis was three functional design configurators for three different products.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	4
2 LEHTOSEN KONEPAJA/LEKO GROUP .....	5
3 INVENTOR-OHJELMA.....	6
4 LÄHTÖTIEDOT PORTAILLE JA TASOILLE.....	10
4.1 Porrastikkaat .....	10
4.2 Hoitotasot.....	14
5 SUUNNITTELUAUTOMAATTI.....	16
5.1 Porrastikkaat .....	16
5.2 Hoitotaso yhdellä porrasliitännällä .....	28
5.3 Hoitotaso kahdella porrasliitännällä .....	37
6 POHDINTA.....	48
LÄHTEET.....	49
LIITTEET	

### 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut kehittää Lehtosen konepaja Oy:n projektiosaston käyttöön suunnitteluautomaattia, jolla pystyttäisiin nopeuttamaan toistuvien rakenteiden suunnittelua. Tässä tapauksessa keskityttiin portaiden/porrastikkaiden ja hoitotasojen suunnitteluun. Samalla oli myös tarkoituksena tehdä kyseisistä konstruktiosta vakioituneemmat. Työn tuli myös täyttää kyseisiltä tuotteilta vaaditut standardit ja lain asettamat vaatimukset.

Työn aihe tuli tarpeeseen, koska haluttiin vapauttaa suunnittelukapasiteettiä yksinkertaisista ja toistuvista töistä muihin suunnittelutehtäviin. Suunnittelun nopeutuessa pystytään myös aloittamaan projektien muut vaiheet nopeammalla aikataululla, mikä kokonaisuudessaan lyhentää projektien läpivientiaikaa. Tämä taas itsessään parantaa projektiosaston kustannustehokkuutta.

Työn toissijaisena tarkoituksena oli toimia yrityksen suunnittelunautomatisoinnin testiprojektina ja kartoittaa suunnittelunautomatisoinnin mahdollisuuksia ja mahdollisia valmiuksia lisätä suunnitteluautomatisaatioita muihinkin tuotteisiin. Työssä käytettävä ohjelmisto on Autodeskin Inventor -ohjelma.

Työssä käydään läpi, miten suunnitteluautomaatit on toteutettu ja miten standardit vaikuttavat kyseisiin rakenteisiin. Rakenteita mietittäessä otettiin myös huomioon merkittävimpien asiakkaidemme lisävaatimukset kyseisiä rakenteita koskien.

Alkuun tarkoituksena oli tehdä suunnitteluautomaatti, joka valmistaisi myös malleista valmistuskuvat. Tämä kuitenkin osoittautui myöhemmin lähes mahdottomaksi eikä ainakaan tämänhetkisin ohjelmaversioilla ole mahdollista ilman syvempää osaamista ohjelmoinnista.

## 2 LEHTOSEN KONEPAJA/LEKO GROUP

Lehtosen Konepaja Oy on vuonna 1923 toimintansa aloittanut raskaan metalliteollisuuden tilauskonepaja. Kokemäen Peipohjassa sijaitseva konepaja työllistää noin 140 alan ammattilaista (Kuva 1).



Kuva 1. Lehtosen konepaja Oy. (LEKO Group [www-sivut](http://www-lekko.fi))

Lehtosen Konepaja on LEKO Group konsernin perustajayritys. LEKO Group koostuu raskaan valmistuksen konepajasta, teollisuuden suunnittelupalveluosajasta sekä omia tuotteita tuottavista ryhmistä. Omia tuotteitamme ovat ruuvikuljettimet, erilaiset muut kuljettimet ja kuljetinjärjestelmäkokonaisuudet sekä teollisuuden puhallinratkaisut.

Sama omistuspohja, yhteinen hallinto ja yhteiset liiketoiminta-alueet nivovat yhteen vahvan suuriin teollisuusratkaisuihin paneutuvan ryhmän. LEKO Groupilla on pitkät perinteet vaativien asiakasprojektien hallinnasta merellä, satamissa, lannoiteteollisuudessa, fossiilisen ja uusiutuvan energian tuotannossa sekä teollisen rakentamisen ja valmistuksen parissa. (LEKO Group www-sivut 2020.)

### 3 INVENTOR-OHJELMA

Inventor on Autodeskin julkaisema ohjelma, mikä tarjoaa työkaluja 3D-mekaniikka-suunnitteluun, dokumentointiin ja tuotesimulointiin. Ohjelmaan on saatavilla lukuisia Autodeskin omia lisäosia ja kolmansien osapuolien tuottamia lisäosia, joilla itse ohjelmasta saa vieläkin enemmän irti. Ohjelmasta löytyy muun muassa mahdollisuudet dynaamisille simuloinneille ja muutamia eri lisäosia FEA-analyysille. Ensimmäisen kerran Inventori julkaistiin vuonna 1999 nimellä Inventor 1. Tämän jälkeen ohjelmasta on julkaistu uusi versio kerran vuodessa. Tässä työssä käytetty versio on Inventor 2021. (kts. esim. English T 2017)

Työssä isossa osassa on Inventorin sisäinen ohjelmointi ominaisuus ILogic. ILogic esiteltiin 2011 julkaistun Inventor-version mukana. ILogic mahdollistaa mallien, kokoonpanojen ja piirustusten automatisoinnin. Automatisointi perustuu pitkälti parametriseen mallintamiseen. Inventoriin on mahdollista tehdä myös makroja ja automatisoida tehtäviä VBA-ohjelmoinnilla. VBA (Visual Basic) on sama ohjelmointikieli,

jota on mahdollista käyttää muun muassa Excel-taulukkolaskentaohjelmassa. Inventorissa onkin mahdollista linkittää esimerkiksi kappale lukemaan Excelistä solutietoja ja tällä tavoin ohjata parametrejä.

Parametrillä tarkoitetaan nimettyä mitta. Mitoitettaessa esimerkiksi 2D-sketchiä annetaan mitta-arvoksi parametrin nimi varsinaisen lukuarvon sijaan. Näin ollen, kun halutaan muuttaa mallissa jotain mitta, voidaan käydä parametritaulukossa muuttamassa parametrin arvoa. Parametrejä voidaan käyttää siis minkä tahansa mitoittamiseen. Tämä nopeuttaa mallien muokkaamista ja mahdollistaa juurikin joustavien mallien tekemisen. Parametrit löytyvät parametritaulukosta, jossa jokaiselle mitalle on annettu nimi. Automaattisesti luodut parametrit ovat muotoa d1, d2, d3 ja niin edelleen. Nämä mitat löytyvät Model parameter -sarakeesta (Kuva 2) sinisellä rajattu alue. Tähän alueeseen ei tarvitse juurikaan kiinnittää huomiota eikä tässä osassa näkyviä parametrejä kannata käyttää tehdessään parametrisiä malleja. Tähän sarakkeeseen tulee myös kaikki mitat, mitä mallista löytyy. Sen vuoksi tässä sarakkeessa saattaa olla satoja, jopa tuhansia rivejä, riippuen mallin koosta.

Parameter Name	Consumed	Unit/T	Equation	Nominal Va	Driving Rule	Tol.	Model Valu	Ke	Comment
d50	Mate:13	mm	0,000 mm	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d53	Mate:14	mm	0,000 mm	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d54	Angle:2	deg	0 deg	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d55	Mate:15	mm	0,000 mm	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d56	Compon...	mm	2,0 mm	2,000000		●	2,000000	<input type="checkbox"/>	
d57	Compon...	mm	KaidePituus	1630,58...		●	1630,58...	<input type="checkbox"/>	
d58	Compon...	ul	1 ul	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	
d59	Compon...	ul	KaideMäärä	2,000000		●	2,000000	<input type="checkbox"/>	
d60	Mate:16	mm	0,000 mm	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d61	Mate:17	mm	0,000 mm	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d62	Mate:18	mm	0,000 mm	0,000000		●	0,000000	<input type="checkbox"/>	
d63	Compon...	mm	2,0 mm	2,000000		●	2,000000	<input type="checkbox"/>	
d64	Compon...	mm	Askelma_eta	242,950...		●	242,950...	<input type="checkbox"/>	
d65	Compon...	ul	1 ul	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	
d66	Compon...	ul	Askelm_määrä + 1 ul	14,676032		●	14,676032	<input type="checkbox"/>	
User Parameters									
KaideMäärä	d59, d12	ul	2 ul	2,000000		●	2,000000	<input type="checkbox"/>	
KaidePituus	d57, d5	mm	1630,58305092589 mm	1630,58...		●	1630,58...	<input type="checkbox"/>	
Pituus		mm	2200 mm	2200,00...		●	2200,00...	<input type="checkbox"/>	
TasoKorkeus		mm	3000 mm	3000,00...		●	3000,00...	<input type="checkbox"/>	
AskelmaH		mm	200 mm	200,000...		●	200,000...	<input type="checkbox"/>	
Rappuset...	d19, d13	mm	600 mm	600,000...		●	600,000...	<input type="checkbox"/>	
Kaide_kok...		mm	1,0 mm	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	
Kulma		deg	55,4077113124901 deg	55,407711		●	55,407711	<input type="checkbox"/>	
Alin_askelma		mm	200 mm	200,000...		●	200,000...	<input type="checkbox"/>	
Askelm_mä...	d66	ul	13,6760318145501 ul	13,676032		●	13,676032	<input type="checkbox"/>	
Askelma_max		mm	215 mm	215,000...		●	215,000...	<input type="checkbox"/>	
Askelma_eta	d64	mm	242,950551087014 mm	242,950...		●	242,950...	<input type="checkbox"/>	

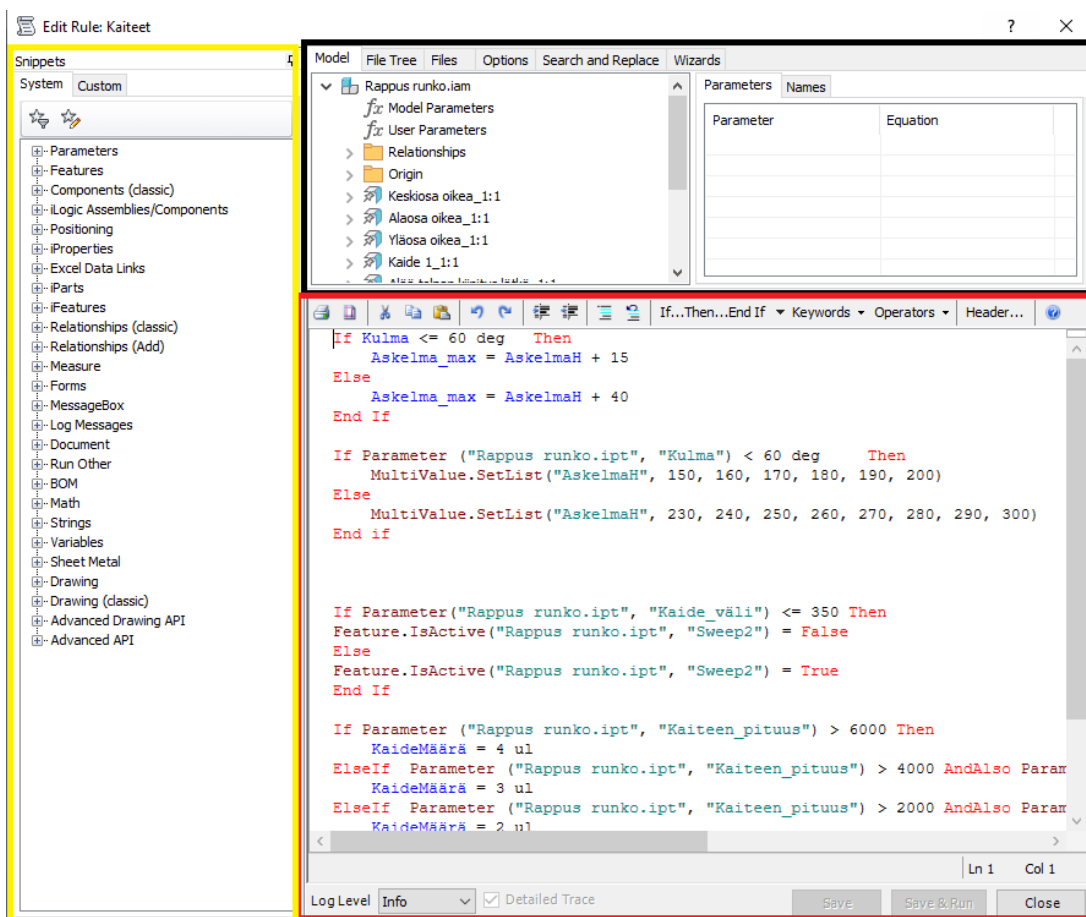
Kuva 2. Parametri ikkuna.

Seuraavana taulukossa on (Kuva 2) punainen alue, jossa on User Parametrit alue. Nämä parametrit luodaan etukäteen ja nimetään haluamallaan nimellä. Annettu nimi näkyy vihreässä sarakkeessa. Seuraavassa sarakkeessa, keltainen alue, näkyy mihin mittoihin kyseinen parametri vaikuttaa. Nämä vaikuttavat mitat siis löytyvät model parameter -taulukosta. Viimeisessä sarakkeessa mustalla rajattu alue on parametrin mittayksikkö ja sen arvo. User -parametrit voivat olla joko numeerisia, tekstejä tai True/False -parametrejä. Teksti ja True/False -parametrien käyttö vaatii käytännössä aina jonkun ILogilla luodun säännön. Näiden kahden parametrityypin lisäksi on mahdollista käyttää Linked -parametrejä, mitkä ovat nimensä mukaisesti parametrejä, jotka on linkitetty jostain toisesta dokumentista, esimerkiksi toisesta osasta tai Excel -taulukosta. Toiseksi viimeinen parametrityyppi on reference -parametrit eli parametrit, jotka eivät suoranaisesti vaikuta mihinkään, vaan niitä voidaan käyttää esimerkiksi apumittoina. Viimeisenä parametrityyppinä on Sheet metal -parametrit, joissa näkyy levyosille määritetyt parametrit. Nämä määritellään erikseen tehtäessä levyosia.

Parametrejä luodessaan kannattaa kehittää itselleen vakituinen tyyli, jolla nimeää niitä. Tämä helpottaa mallien muokkaamista ja malleissa, joissa parametrejä saattaa olla satoja, helpottaa se oikean parametrin löytämistä. User -parametrit toimivat paremmin linkittäessään parametrejä kuin model -parametrit osien ja kokoonpanojen välillä. Tästä syystä kannattaa suosia niitä.

ILogic -käyttöliittymä on itsessään suhteellisen yksinkertainen, eikä sen hyödyntäminen vaadi juurikaan ohjelmointiosaamista. Mustalla ympyröidyllä alueella (Kuva 3) nähdään mallin piirrepuu, josta voidaan muun muassa etsiä mallissa käytettyjä parametrejä, muokata säännön asetuksia ja luoda parametreille rajoja. Punaisella näkyvä alue (Kuva 3) on kenttä, johon itse koodi kirjoitetaan. Keltaisella ympyröidyllä alueella (Kuva 3) on hakemisto eri käskyille. Itse koodi voidaan kirjoittaa joko käyttämällä kokonaan ILogickin omia käskyjä tai Visual Basic -koodia tai näiden kahden sekoitusta. Itse en silti suosittelen sekoittamaan näitä kahta keskenään. Kuvassa 4 esimerkki puhtaasta ILogic koodin pätkästä.





Kuva 3. ILogic -käyttöliittymän näkymä

```

If Kulma <= 60 deg Then
    Askelma_max = AskelmaH + 15
Else
    Askelma_max = AskelmaH + 40
End If

If Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kulma") < 60 deg Then
    MultiValue.SetList("AskelmaH", 150, 160, 170, 180, 190, 200)
Else
    MultiValue.SetList("AskelmaH", 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300)
End if

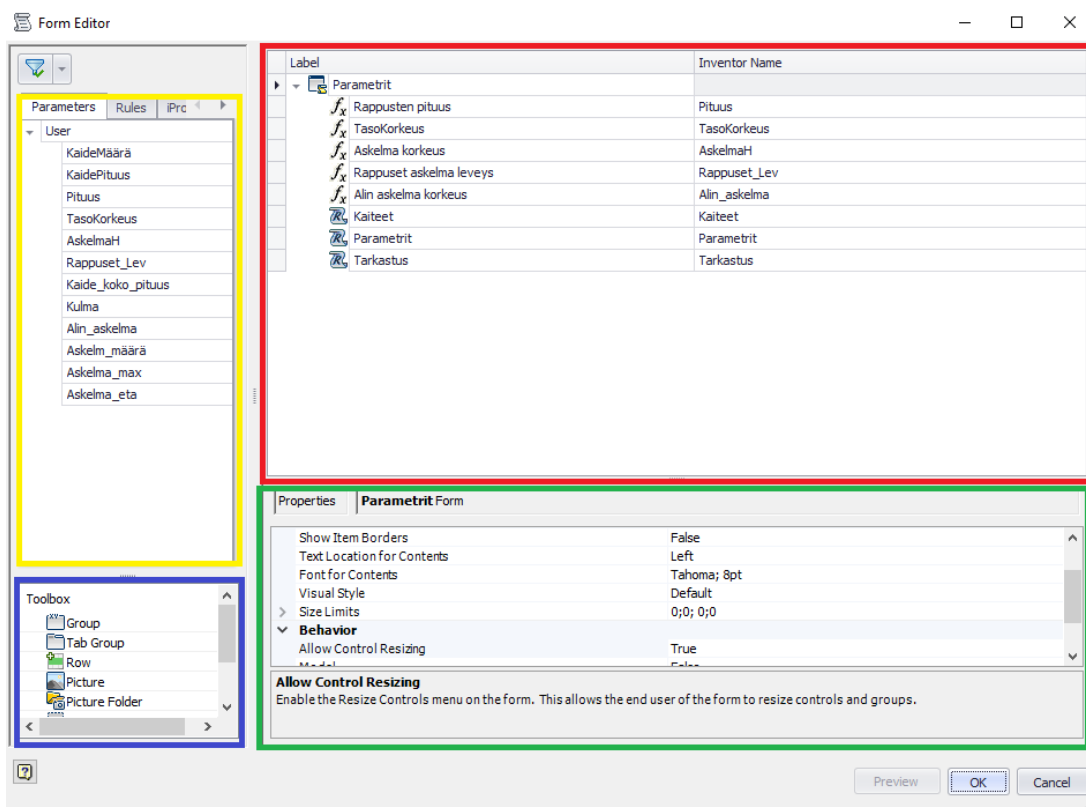
If Parameter("Rappus runko.ipt", "Kaide_väli") <= 350 Then
    Feature.IsActive("Rappus runko.ipt", "Sweep2") = False
Else
    Feature.IsActive("Rappus runko.ipt", "Sweep2") = True
End If

If Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen pituus") > 6000 Then
    KaideMäärä = 4 ul
ElseIf Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen pituus") > 4000 AndAlso Param
    KaideMäärä = 3 ul
ElseIf Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen pituus") > 2000 AndAlso Param
    KaideMäärä = 2 ul

```

Kuva 4. ILogic -ohjelman osa.

Tehtäessä suunnitteluautomaattia sen ohjaamiseksi tarvitaan myös formi. Formi on erillinen ikkuna, johon voidaan liittää parametrien täyttökenttiä, kuvia, tekstejä, painikkeita ja niin edelleen. Säännöllä tarkoitetaan ILogikilla luotua ohjelmaa. Form muokkausikkuna näkyy kuvassa 5.



Kuva 5. Form -ikkuna.

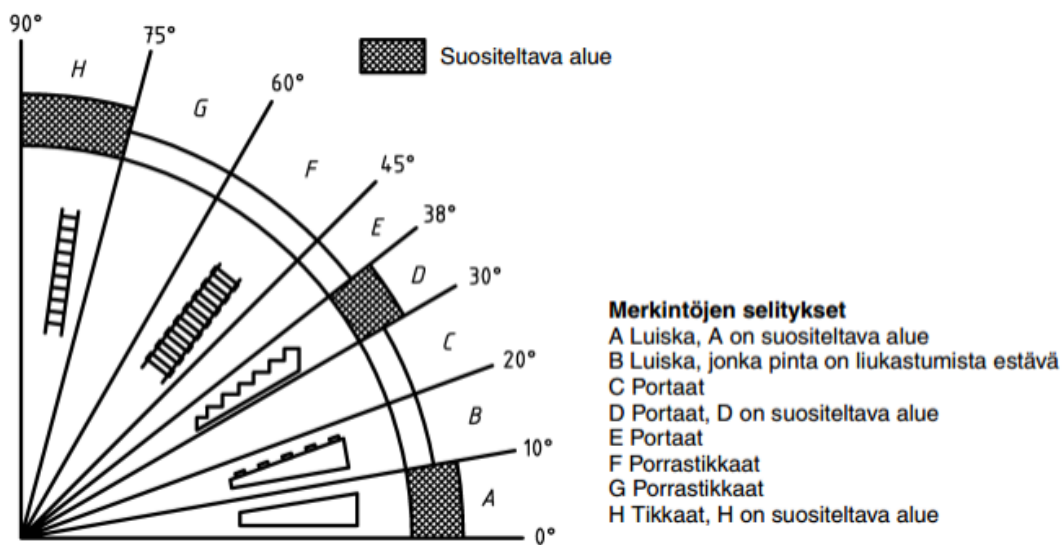
Punaisella on rajattu alue (Kuva 5), missä näkyy itse form -ikkunan sisältö. Keltaisella näkyy piirrepuu, josta pystyy valitsemaan esimerkiksi parametrejä. Sinisellä rajattu alue sisältää työkalut eri komponenteille, mitä voi käyttää formin muokkaamisessa ja vihreällä rajattu alue on kohta, missä näkyy formiin tuotujen asioiden asetukset.

## 4 LÄHTÖTIEDOT PORTAILLE JA TASOILLE

### 4.1 Porrastikkaat

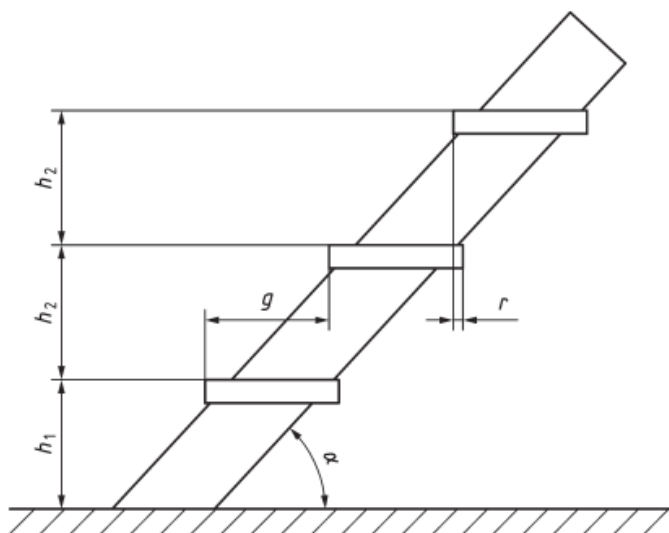
Aloituspalaverissa Lehtosen konepajalla mietittäessä lähtökohtia portaille tultiin lopputulokseen, että suunnitteluautomaatin osalta keskitytään lähinnä porrastikkaisiin. Tähän lopputulemaan vaikutti vahvasti porrastikkaiden huomattavasti löyhempi sään-

nöstely. Lisäksi lähes aina tiloissa, joihin tehdään hoitotasoja ja portaita, on tilaa käytettävissä aina huomattavan vähän. Tämänkin osalta porrasjaksojen nousukulmasta tulee niin jyrkkä, että siltäkin osalta puhutaan jo aina porrastikkaista. Kuvassa 6 on esitetty kulkuteiden suositeltavat käyttöalueet nousukulman mukaan. Koneiden kiinteistä hoitotasosta puhuttaessa tulkitaan standardia SFS-EN 14122. Puhuttaessa portaista ja porrastikkaista niiden merkittävin ero on nousukulma. Kun nousu kulma on yli 45 astetta, puhutaan porrastikkaista.



Kuva 6. Kulkuteiden käyttöalueet. (SFS-EN 14122-2)

Kuvassa 7 on esitetty mitoitukselle lähtötietoja. Etenemä porrastikkaissa pitäisi olla vähintään 80 mm. Askelmien limitys tulisi olla suurempi kuin 0 mm.

**Selite**

- $g$  Etenemä  
 $h$  Nousu  
 $r$  Limitys  
 $\alpha$  Nousukulma

Kuva 7. Porrastikkaiden mitoitus (SFS-EN 14122-3.)

Nousukulman ja askelmien korkeudelle on annettu omat rajansa (Kuva 8).

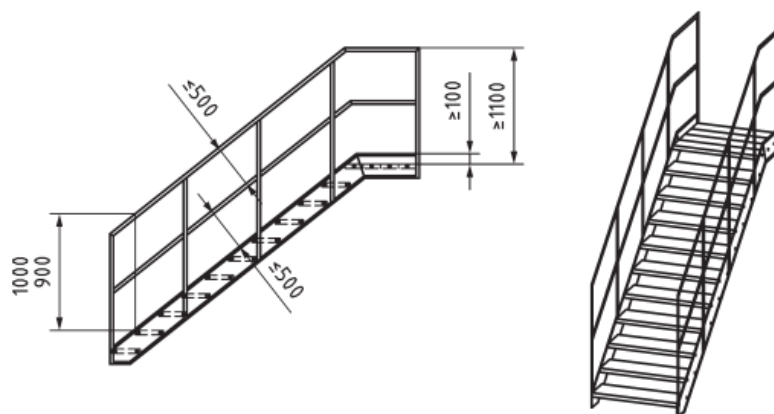
**Taulukko 1 Vaatimukset nousuille**

	$45^\circ < \alpha \leq 60^\circ$		$60^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$	
	$h_1$	$h_2$	$h_1$	$h_2$
<b>Vähintään</b>	$0,5 \times h_2$	150	$0,5 \times h_2$	230
<b>Enintään</b>	$h_2 + 15$	200	$h_2 + 40$	300

Kuva 8. Porrastikkaiden nousut (SFS-EN 14122-3.)

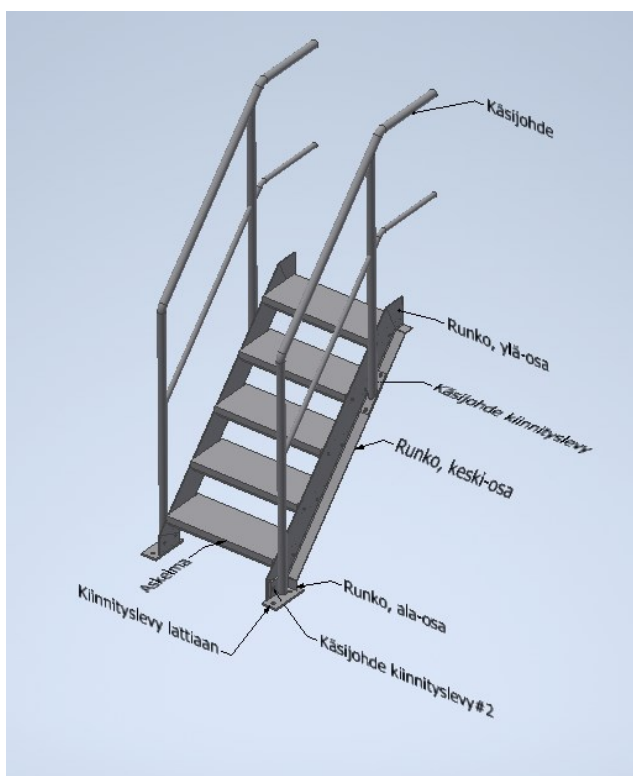
Näiden lisäksi samassa porrasjaksossa nousun tulisi olla vakio aina, kun se on mahdollista toteuttaa. Jos tämä ei ole mahdollista, saa lähtötason ja ensimmäisen askelman välillä nousua pienentää maksimissaan 15 prosenttia. Näiden lisäksi standardissa on olemassa lukuisia kohtia, millä määritetään muita porrastikkaiden mittoja, mutta niistä saatetaan tapauskohtaisesti joustaa. Tämän tyyppisiä tilanteita on esimerkiksi porrastikkaiden yläpuolella olevan vapaan tilan riittämättömyys tai esimerkiksi porrastikkaiden leveys. Nämä ovat sen kaltaisia asioita, mitkä eivät vaikuta itse porrasautomaatin toimintaan, vaan niitä tarvitsee tarkastella tapauskohtaisesti mietittäessä, miten johonkin tilaan toteutetaan hoitotasot ja niille kulku. Tämän vuoksi niihin ei kiinnitetä tässä työssä huomiota.

Standardissa SFS-EN 14122 määritetään, että porrastikkaissa täytyy olla molemmilla puolella käsijohte. Lisäksi käsijohteen ja portaan sivupalkin välissä täytyy olla vähintään yksi välijohte. Välijohteen ja kaiteen ja välijohteen ja portaan sivupalkin välinen väli ei saa ylittää 500 mm. Lisäksi käsijohteen pystysuora korkeus askelman reunasta on oltava 900 mm – 1000 mm ja vähintään 1100 mm tasanteen kävelytason kohdalla. Kuvassa 9 on vielä esitetty käsijohteiden mitoitus.



Kuva 9. Käsijohteiden mitoitus. (SFS-EN 14122-3.)

Näiden alkutietojen ja hyväksi todettujen rakenteiden pohjalta portaiden rakenteesta tuli kuvan 10 mukainen.



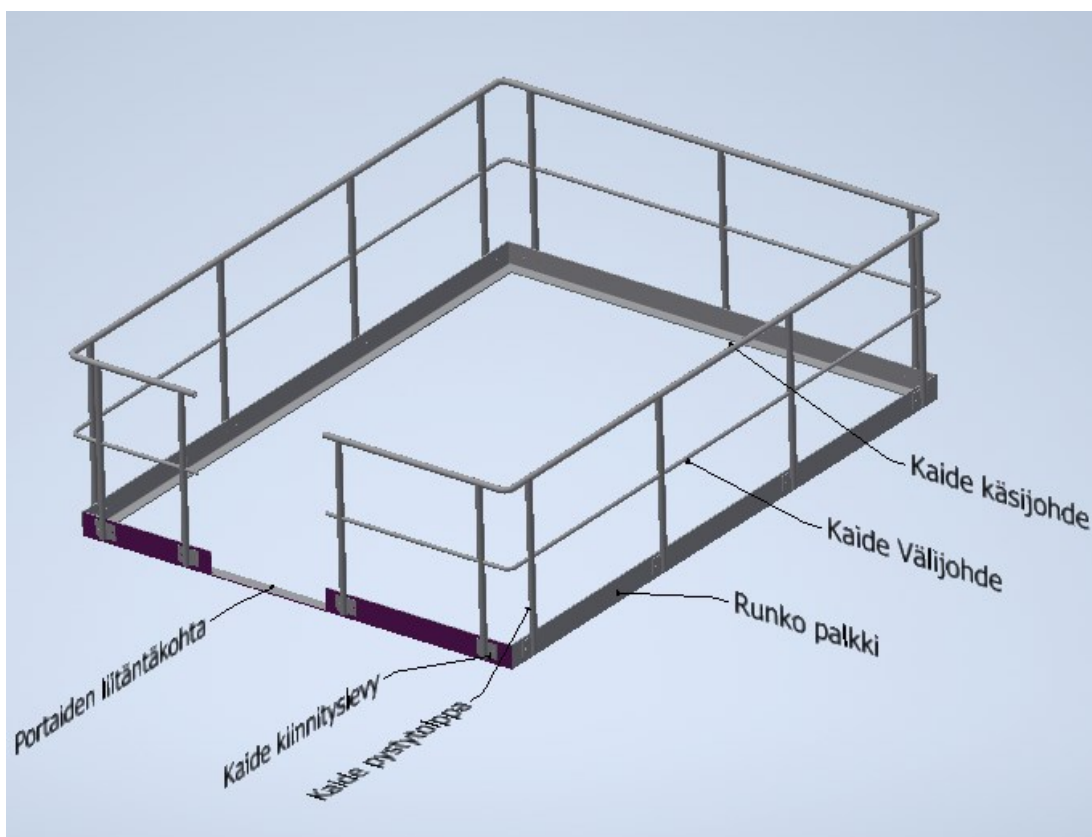
Kuva 10. Porrastikkaiden rakenne.

Runko on siis kolmesta kantatusta levystä hitsattu kokoonpano. Levvyihin saadaan tehtyä kaikki tarvittavat reiät askelmia ja kaiteita varten jo polttoleikkausvaiheessa, minkä ansiosta rakenteessa ei ole lainkaan porattavia/koneistettavia osia. Tämä tekee rakenteesta helpon ja kustannustehokkaan. Rungon materiaaliksi on valittu 5mm S355J0 rakenneteräs. Käsijohteen materiaaliksi on valittu S355 pyöreä putkipalkki EN 10219 42.4x2.9 ja välijohteen materiaaliksi S235 pyöreä putkipalkki EN 10219 26.9x2.6. Käsijohteet kiinnitetään pulttiliitoksilla runkoon. Tämä nopeuttaa käsijohteiden asennusta asennuskohteessa. Rappusiin on tehty alapäähän levyt lattiaan kiinnittämistä varten. Rappusten yläpää on tehty niin, että se hitsataan kiinni hoitotason kylkeen asennusvaiheessa. Rappusten ja hoitotasojen rakenne on tehty niin, että viimeinen porras on samalla tasolla kuin hoitotaso, kun käytetään samalla periaatteella tehtyä hoitotasoja. Hoitotason rakenne esitetään myöhemmin. Lisäksi hoitotason ja viimeisen askelman väliin ei jää rakoa, vaan viimeinen askelma on vähän kuin samaa tasoa. Portaissa käytettävät askelmat ovat alihankinta ostettuja komponentteja, samoin kuin itse hoitotasojen ritilätkin. Porrasautomaattiin päätettiin jättää käsijohteet (Kuva 10) mukaisesti päättymättömiksi. Tähän päätökseen vaikutti merkittävimpien asiakkaidemme vaatimus siitä, että käsijohteiden täytyy olla yhtäjaksoisia. Tämä toteutetaan käytännössä niin, että asennettaessa hoitotaso/portaita yhdistellään hoitotasojen ja portaiden kaiteet toisiinsa.

## 4.2 Hoitotasot

Kun aloituspalaverissa mietittiin hoitotasojen vaatimuksia ja rakenteiden tyyppiä, tulitiin nopeasti siihen lopputulokseen, että yhtä yleispätevää automaattia on aika mahdollista tehdä. Tästä syystä päätettiin ottaa alkuun kaksi erilaista rakennetta ja mahdollisesti tulevaisuudessa tehdä muillekin hoitotaso muodoille omia suunnitteluautomaattejaan. Valitut mallit olivat molemmat neliskulmaisia ja niiden erona on, että toisessa on yksi liitântäkohta portaille ja toisessa on kahdella vastakkaisella sivulla liitântäkohdat portaille. Hoitotaso suunniteltaessa tulkitaan samaa standardia kuin portaissakin (SFS EN 14122). Suunnitteluautomaatin kannalta merkittäviä määräyksiä standardissa on ainoastaan kaiteita ja potkulistaa koskevat määräykset. Käsijohteen korkeus tasosta

täytyy olla vähintään 1100 mm ja potkulistan täytyy olla vähintään 100 mm korkea. Lisäksi käsijohte vaatii vähintään yhden välijohteen. Käsijohteen pystytolppien välinen etäisyys saa maksimissaan olla 1500 mm. Hoitotasojen osalta kuin rappusiakin. Kuvassa 9 esitetty kaiteiden vaatimukset. Muut standardissa olevat määräykset eivät vaikuta suunnitteluautomaatin toimintaan, vaan niitä tarkastellaan aina tapauskohtaisesti. Tämänkaltaisia asioita ovat muun muassa hoitotason kantavuuteen vaikuttavat tekijät. Hoitotason rungoksi tuli EN 10056, 150x75x9, S355J2 kulmarauta. Runko koostuu siis neljästä runkopalkista, jotka hitsataan päistään toisiinsa kiinni. Tarvittaessa näiden palkkien alle pistetään lisätukia esimerkiksi tilanteessa, jossa hoitotaso on niin leveä, että muuten taso ei saavuta tarvittavaa kantavuutta. Tämä kulmarauta toimii sekä potkulistana, että itse ritiläosan kantavana rakenteena. Tällä tavoin rakenteesta saatiin yksinkertainen, jämäkkä ja helposti muokattavissa oleva. Kaidetolpat/käsijohteet kiinnitetään pultiliitoksella runkoon. Hoitotasojen ritilänä käytetään alihankintana ostettua valmista ritilää. Kuvassa 11 on esitetty hoitotason rakenne.



Kuva 11. Hoitotaso rakenne.

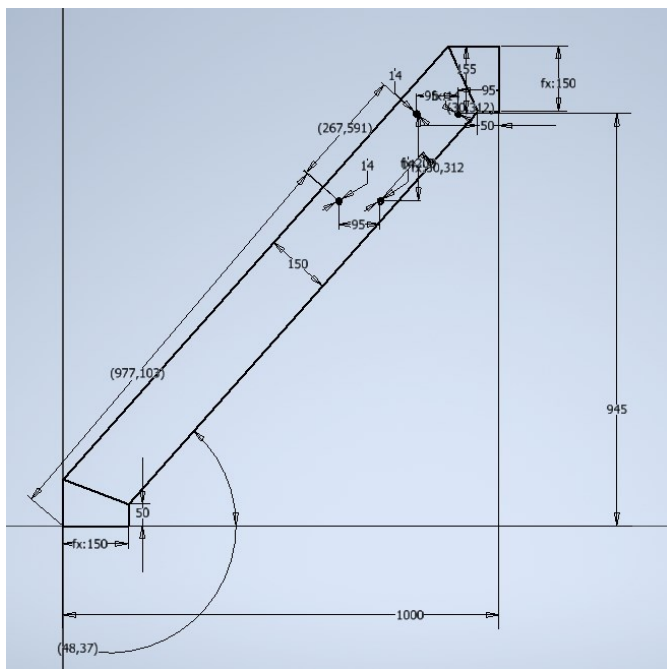
Suunnitteluautomaatin avulla tehtyä mallia pystytään hyödyntämään sekä tehtäessä erillisen pukin päälle tulevia hoitotasoja tai esimerkiksi rakennettaessa rakennuksen seinästä tuenta hoitotason rungolle.

## 5 SUUNNITTELUAUTOMAATTI

Sekä portaiden että, hoitotasojen lähtökohtana käytettiin multibody -mallia. Multibody -mallilla tarkoitetaan mallia, jossa usea osa mallinnetaan samanaikaisesti niin sanotussa ohjausmallissa. Tämän tyyppisellä mallintamisella on hyvät ja huonot puolensa. Hyvänä puolena siinä on, että samalla kun mallintaa osia tulee tehtyä jo itse kokoonpanoa. Tämä parantaa osien yhteensopivuutta. Huonoina puolina Multibody -mallien muokkaaminen on joissain tilanteissa hieman monimutkaisempaa ja isot multibody -mallit ovat raskaita käsitellä.

### 5.1 Porrastikkaat

Multibody -mallin tekeminen aloitettiin rautalankamallin tekemisellä (Kuva 12) ja parametrisetilan laatimisella (Kuva 13).



Kuva 12. Rappusten ensimmäinen Sketchi.



Reference Par...						
Kulma		deg	48,37 deg	48,366461		48,366461
d34	d35	mm	30,312 mm	30,311600		30,311600
Askelmat_eta	d97	mm	267,591 mm	267,590...		267,590...
Suora_pituus		mm	977,103 mm	977,102...		977,102...
d98	Flange1	mm	Thickness	5,000000		5,000000
d109	Flange2...	mm	Thickness	5,000000		5,000000
d110	Face2	mm	Thickness	5,000000		5,000000
Kaiteen_pi...		mm	1014,461 mm	1014,46...		1014,46...
d239		mm	140,000 mm	140,000...		140,000...
Kaide_väli	d316	mm	713,485 mm	713,484...		713,484...
Kaide_tolp...		mm	664,480 mm	664,479...		664,479...
User Parameters						
Askelmat_kpl	d95	ul	3,65147879821218 ul	3,651479	Portaat	3,651479
Askelmat_H	d33	mm	200 mm	200,000...		200,000...
Alin_askelma		mm	200 mm	200,000...	Portaat	200,000...
Askel_max		mm	215 mm	215,000...	Portaat	215,000...
d83		ul	7,74560251001096 ul	7,745603		7,745603
d84		mm	170 mm	170,000...		170,000...
Rappusten...		mm	600 mm	600,000...		600,000...
Tason_kor...		mm	1000 mm	1000,00...		1000,00...
Kaide_määrä	d305	ul	1 ul	1,000000	Portaat	1,000000
Kaide_pituus	d307	mm	972,06125161002 mm	972,061...	Portaat	972,061...

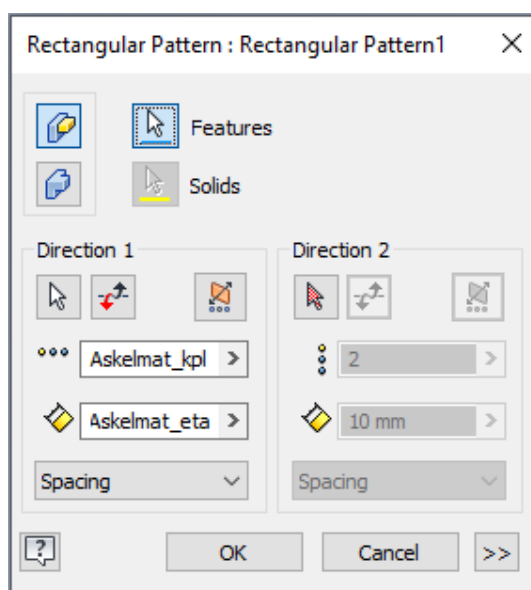
Kuva 13. Parametri lista.

Rappusten osalta tärkeimmät mitat ovat portaiden pituus, hoitotason korkeus maasta, askelkorkeus ja alimman askelman korkeus maasta. Näiden lisäksi muuttuvia parametreja ovat rungon leveys riippuen rappusten nousukulmasta. Malliin tarvitaan lisäksi reference -parametrejä kaiteiden mitoitusta varten ja reference -parametri rappusten nousukulmasta.

Tämän jälkeen sketchistä tehtiin solidit ja saatiin rappusten runko valmiiksi (Kuva 14). Solidit on tehty tässä vaiheessa jo levyosiksi, mikä mahdollistaa levityskuvien tekemisen. Edellisessä sketchissä olleet askelmien reiät on myös monistettu rectangular pattern -komennolla (Kuva 15). Patternissa reikien määrää ja etäisyyttä ohjataan parametreilla, joiden arvoa taas ohjataan ILogic -koodilla.

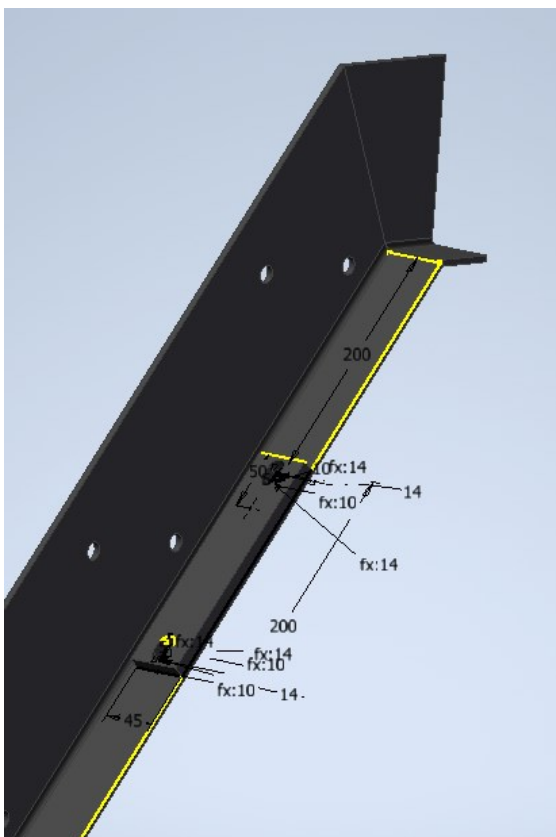


Kuva 14. Rungon malli.



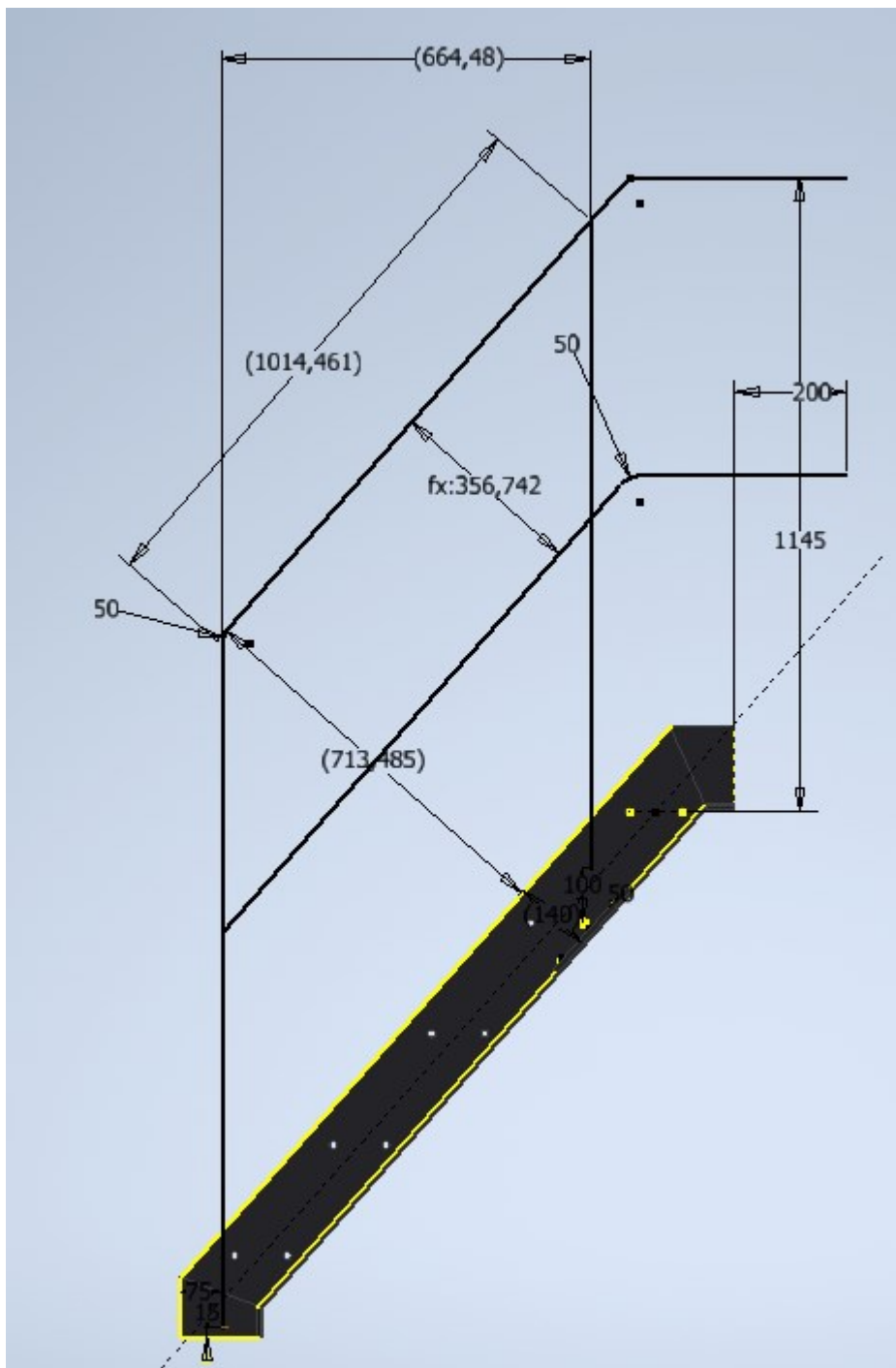
Kuva 15. Askelmien reiät

Tämän jälkeen malliin tehtiin käsijohteen ylempi kiinnityslevy ja sen kiinnitysreiät (Kuva 16). Tämä osa on aina vakio ja riippumatta portaiden pituudesta, on se aina myös samassa paikassa. Levyyn on tehty pitkät reiät asennuksen helpottamiseksi.



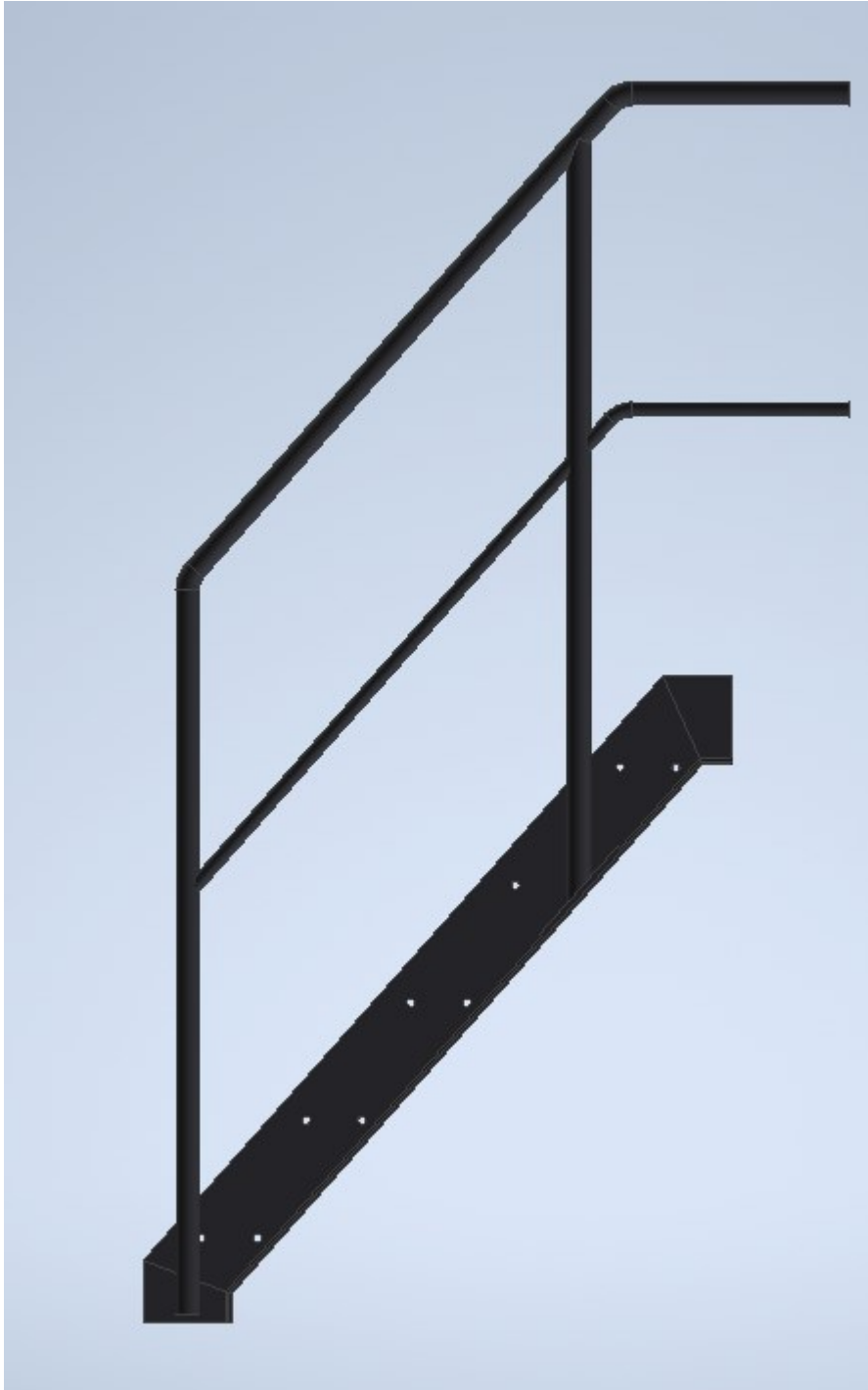
Kuva 16. Kiinnityslevy.

Näiden jälkeen malliin tehtiin käsijohteet (Kuva 17). Käsijohteissa määräävinä mittoina oli ylimmällä porrastasolla, porrastason ja kaiteen välinen vähimmäismitta, mikä oli 1100 mm. Kuvassa 17 suluissa olevat mitat ovat reference -mittoja. Nämä mitat helpottavat sääntöjen tekemistä.



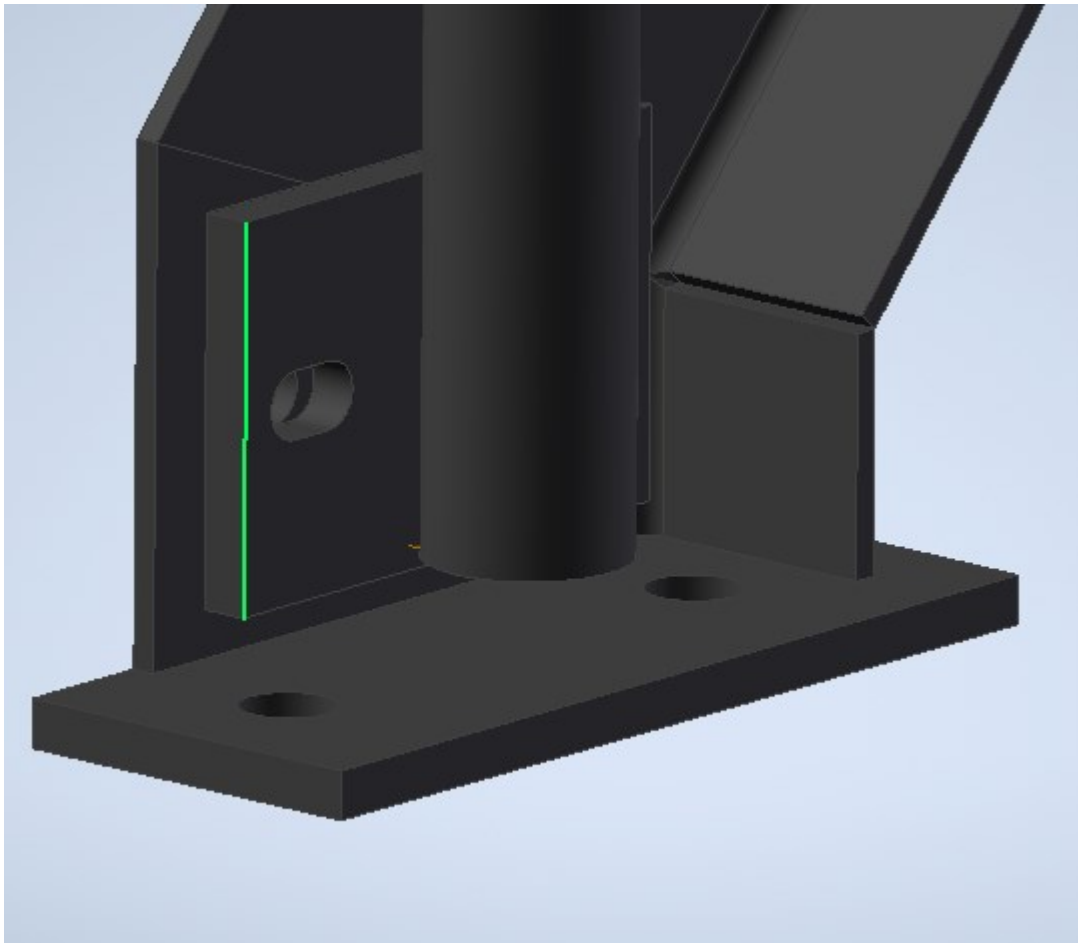
Kuva 17. Käsijohteiden sketchi.

Käsijohteiden sketchin jälkeen tehtiin tasot sketchien päihin. Näille tasoille tehtiin sketchit käsijohteiden putkista. Putkien profilit pursotettiin sweep -komennolla käsijohteiden sketchien mukaisesti (Kuva 18). Ylempi pystytolppa tehtiin omana solidinaan, sillä kaidetolppien eron kasvaessa yli 1500 mm, tarvitaan portaisiin useampia pystytolppia. Tällaisessa tilanteessa ylemmää pystytolppaa ja kiinnityslevyä ja sen kiinnitysreikiä monistetaan pattern -komennolla portaiden mukaisesti.



Kuva 18. Käsijohteet.

Viimeisenä malliin tehtiin käsijohteen alempi kiinnityslevy ja portaiden kiinnityslevy lattiaan. Nämä osat ovat myöskin muuttumattomia osia, joten niiden mallintamisessa ei ole mitään tavallisesta poikkeavaa (Kuva 19).



Kuva 19. Alaosan rakenne.

Multibody -mallin ollessa valmiina, tarvitsi sille luoda vielä säännöt, jotta mallia saadaan ohjattua. Sääntöjä luodaan Rules -ikkunasta. Kyseisen mallin säännöt pyrittiin tekemään niin, että ne ovat mahdollisimman yksinkertaisia ja lyhyitä. Kokonaisuudessaan koodi löytyy kuvasta 20. Kyseisessä mallissa ei ole kuin muutama IF-lause. Ensimmäinen If -lause ohjaa askelmien korkeuksien valintaan. Jos portaikon nousukulma on alle 60 astetta, on valittavissa askelkorkeudet 150, 160, 170, 180, 190, 200. Jos taas nousu kulma on yli 60 astetta, on askelkorkeus valittavissa korkeuksista 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300. Seuraavassa If -lauseessa määritetään nousukulmaan liittyen alimman askelman maksimi korkeus ja rungon laidan korkeus. Alimman askelman suurin sallittu korkeus tulee standardista. Tätä parametria käytetään siis sen lukemiseen. Myöhemmin tulee sääntö, jossa varmistetaan alimman askelman sallittu korkeus. Nämä kaksi If- lausetta voisivat olla saman If -lauseen sisällä, mutta koodin lukemisen helpottamiseksi, on ne jaettu omiin lauseisiinsa. Seuraavat kaksi lausetta koodissa on

puhtaita laskuja eli joku parametri on joidenkin parametrien lausekkeen arvo. Ensimmäisessä lauseessa lasketaan alimman askelman korkeus. Toisessa lauseessa lasketaan tason todellinen korkeus, ottaen huomioon askelman tuoma korkeus. Näiden jälkeen tulee useampi rivi koodia, jossa lasketaan tarvittavien välitolppien määrä. Viimeisellä rivillä on myös parametrien laskutoimitus. Osa tässä vaiheessa luoduista säännöistä muuttuvat turhiksi itse kokoonpanossa, koska kokoonpanossa luodaan samat säännöt uudelleen. Mallin toimivuuden kannalta on tosin helpompaa varmistaa sen toimivuus jo tässä vaiheessa.

```

If Kulma < 60 deg Then
    Askelmat_kpl = Suora_pituus / Askelmat_eta
    MultiValue.SetList("Askelmat_H", 150, 160, 170, 180, 190, 200)
Else
    Askelmat_kpl = Suora_pituus / Askelmat_eta
    MultiValue.SetList("Askelmat_H", 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300)

End If

If Kulma <= 60 deg Then
    Laita_kork = 150
    Askel_max = Askelmat_H + 15
Else
    Laita_kork = 180
    Askel_max = Askelmat_H + 40
End If

Alin_askelma = Taso_korkeus - Round(Askelmat_kpl) * Askelmat_H + 55
Taso_korkeus = (Tason_kork_tod - 55)

If Kaiteen_pituus > 6000 Then
    Kaide_määrä = 4 ul
ElseIf Kaiteen_pituus > 4000 AndAlso Kaiteen_pituus < 6000 Then
    Kaide_määrä = 3 ul
ElseIf Kaiteen_pituus > 2000 AndAlso Kaiteen_pituus < 4000 Then
    Kaide_määrä = 2 ul
ElseIf Kaiteen_pituus < 2000 Then
    Kaide_määrä = 1 ul
End If

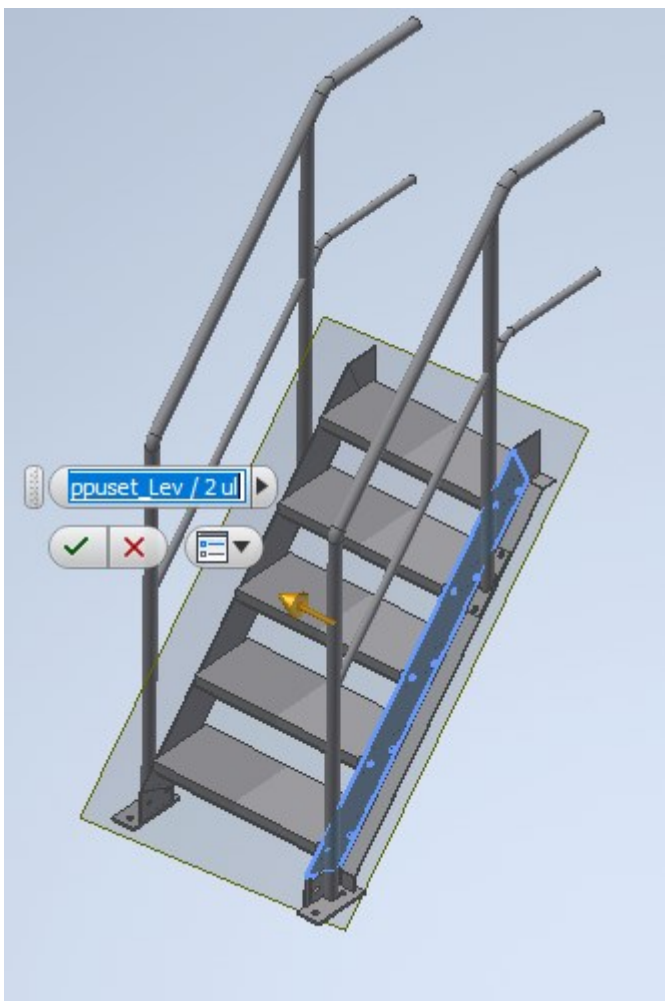
Kaide_pituus = Kaiteen_pituus / Round(Kaide_määrä)-42.4

```

Kuva 20. ILogic koodi.

Multibody -mallin ollessa valmiina voidaan siitä tehdä kokoonpano samalla, kun siitä tehdään kokoonpano, luodaan mallissa luoduista solideista itsenäiset osat. Tämän jälkeen malli toimii niin sanottuna ohjausmallina.

Kun multibody -malli on muutettu kokoonpanoksi, tehdään sinne taso, joka myös määrittää rappusten leveyden. Taso tehdään offset -tasona ja sen mittana käytetään parametria, millä määritetään rappusten leveys. Tästä tasosta pystytään aikaisemmat osat peilaamaan tason toiselle puolelle, jonka jälkeen portaiden runko onkin mallinnettu. Tämän jälkeen tuodaan askelman malli kokoonpanoon ja rectangular pattern -komentolla monistetaan se rungon suuntaisesti. Oikeaa määrää ja askelmien etäisyyttä ohjataan parametreilla, jotka on linkitetty ohjausmallin kanssa.



Kuva 21. Tason luominen.

Jotta itse kokoonpanoa saadaan muutettua, tarvitsee luoda parametrit ja säännöt, joilla linkitetään ohjausmalli toimimaan kokoonpanon kanssa. Kokoonpanon parametrilista löytyy kuvasta 22.



User Parameters									
KaideMäärä	d59, d12	ul	1 ul	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KaidePituus	d57, d5	mm	975,15621928073 mm	975,156...		●	975,156...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pituus		mm	1000 mm	1000,00...		●	1000,00...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TasoKorkeus		mm	1000 mm	1000,00...		●	1000,00...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AskelmaH		mm	200 mm	200,000...		●	200,000...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rappuset_...	d19, d13	mm	600 mm	600,000...		●	600,000...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaide_kok...		mm	1,0 mm	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulma		deg	48,3664606634298 deg	48,366461		●	48,366461	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alin_askelma		mm	200 mm	200,000...		●	200,000...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Askelm_mä...	d66	ul	3,66028761808458 ul	3,660288		●	3,660288	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Askelma_max		mm	215 mm	215,000...		●	215,000...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Askelma_eta	d64	mm	267,590990639829 mm	267,590...		●	267,590...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kuva 22. Porraskokoonpanon parametrilista.

Kokoonpanossa on yhteensä kolme sääntöä, joista yksi on lähes sama kuin ohjausmallissa (Kuva 23).

```

If Kulma <= 60 deg Then
    Askelma_max = AskelmaH + 15
Else
    Askelma_max = AskelmaH + 40
End If

If Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kulma") < 60 deg Then
    MultiValue.SetList("AskelmaH", 150, 160, 170, 180, 190, 200)
Else
    MultiValue.SetList("AskelmaH", 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300)
End if

If Parameter("Rappus runko.ipt", "Kaide väli") <= 350 Then
    Feature.IsActive("Rappus runko.ipt", "Sweep2") = False
Else
    Feature.IsActive("Rappus runko.ipt", "Sweep2") = True
End If

If Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen_pituus") > 6000 Then
    KaideMäärä = 4 ul
ElseIf Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen_pituus") > 4000 AndAlso Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen_pituus") < 6000 Then
    KaideMäärä = 3 ul
ElseIf Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen_pituus") > 2000 AndAlso Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen_pituus") < 4000 Then
    KaideMäärä = 2 ul
ElseIf Parameter ("Rappus runko.ipt", "Kaiteen_pituus") < 2000 Then
    KaideMäärä = 1 ul
End If

```

Kuva 23. Ensimmäinen sääntö.

Toinen sääntö (Kuva 24) linkittää parametrit ohjausmallin, askelman ja kokoonpanon välillä. Viimeinen sääntö on ”tarkastus” sääntö ja sen tehtävä on laskea mallista, että alimman askelmankorkeus on sallituissa rajoissa (Kuva 25).

```

Alin_askelma = Parameter("Rappus runko.ipt", "Alin_askelma")
Askelm_määrä = Parameter("Rappus runko.ipt", "Askelmat_kpl")
KaidePituus = Parameter("Rappus runko.ipt", "Kaide_pituus")
Parameter("Rappus runko.ipt", "Rappusten_pituus") = Pituus
Parameter("Rappus runko.ipt", "Tason_kork_tod") = TasoKorkeus
Parameter("Rappus runko.ipt", "Askelmat_H") = AskelmaH
Kulma = Parameter("Rappus runko.ipt", "Kulma")
Askelma_eta = Parameter("Rappus runko.ipt", "Askelmat_eta")

Parameter("porras.ipt", "Askelmat_lev") = Rappuset_Lev

```

Kuva 24. Parametrien linkitys, toinen sääntö.

```

iLogicVb.RunRule("Tarkastus")
  If (Alin_askelma >= AskelmaH / 2) AndAlso (Alin_askelma <= Askelma_max) Then
    MessageBox.Show("Alin askelma korkeus on OK")
  End If

```

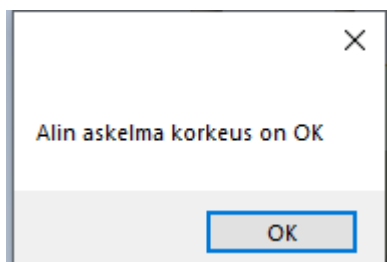
Kuva 25. Kolmas sääntö, tarkistus.

Todettaessa mallin toimivuus, tehtiin kyseisien parametrien pohjalta ohjausnäyttö eli Formi (Kuva 26). Formit löytyvät samalta välilehdeltä kuin ILogicikin. Formiin pistettiin parametrit, joita halutaan muuttaa. Tässä tapauksessa halutaan muuttaa rappusten pituutta, tason korkeutta maasta, askelkorkeutta sekä askelman leveyttä.

Kuva 26. Form -ikkuna.

Malli toimii siis niin, että ensin määritellään rappusten pituus ja tason korkeus. Tämän jälkeen painetaan painiketta ”Parametrit”. Parametrit -painikkeen jälkeen malli päivittyy ja samalla päivittyy askelkorkeus valintaikkuna, sen mukaan, onko portaiden nousukulma yli vai alle 60 astetta. Tämä jälkeen valitaan askelkorkeus ja päivitetään malli, jonka jälkeen voidaan painaa tarkastuspainiketta, jos alimman askelman korkeus on sallituissa rajoissa pompahtaa näytölle viesti ”Alimman askelman korkeus on OK!”

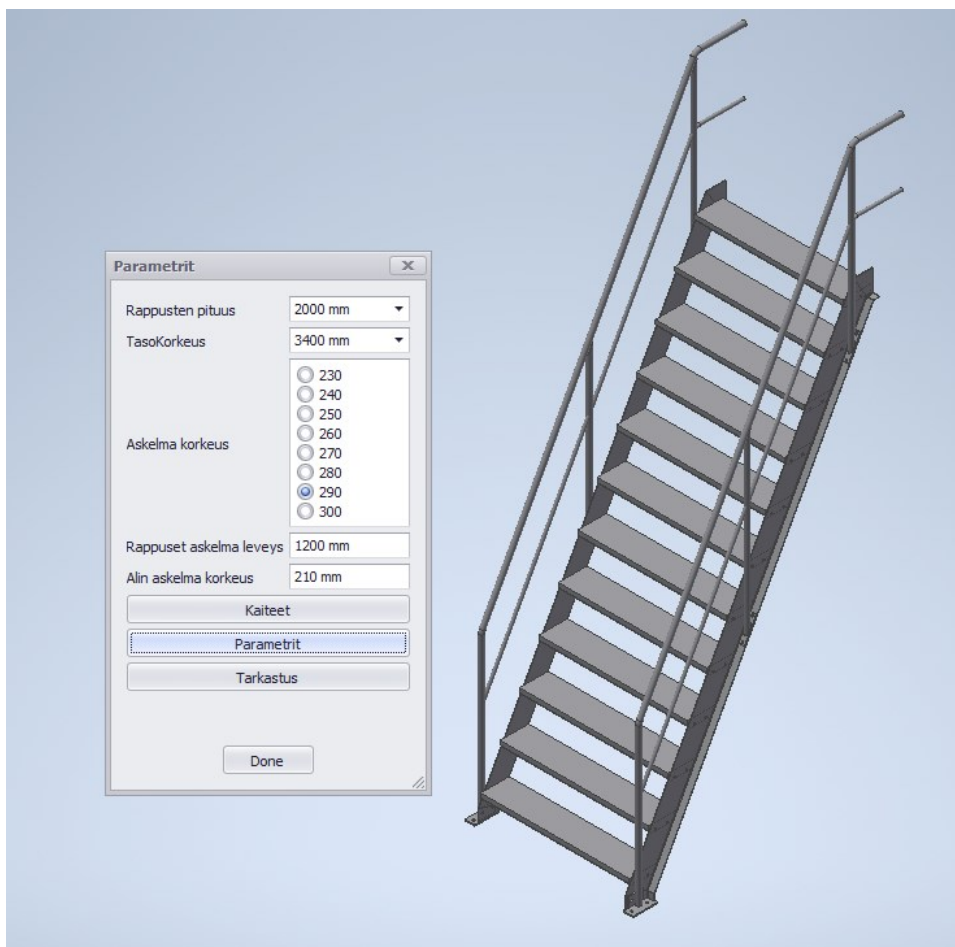
(Kuva 27). Jos ponnahtusikkunaa ei tule, valitaan toinen askelkorkeus. Alimman askelman korkeus näkyy myös mittana alimassa sarakkeessa. Tämän jälkeen voi muuttaa vielä askelmaleveyden oikeaksi ja malli on valmis käytettäväksi.



Kuva 27. Ponnahtusikkuna.

Toisinaan Inventorilla on ongelmia mallien päivittämisen kanssa. Tällöin malli kannattaa päivittää manuaalisesti yläpalkin kohdasta Update model.

Esimerkkejä mallin toiminnasta kuvat 28 ja 29.



Kuva 28. Esimerkki 1.



Kuva 29 Esimerkki 2.

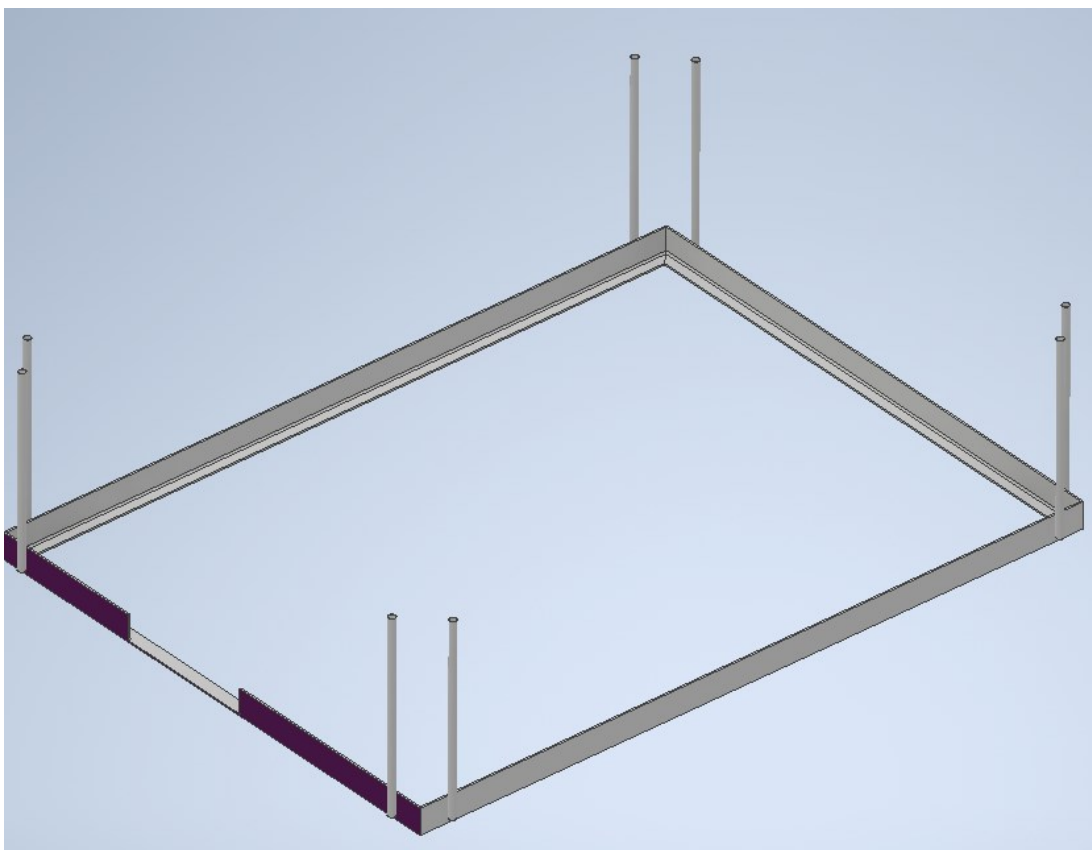
## 5.2 Hoitotaso yhdellä porraskäytävällä

Hoitotason tekeminen aloitettiin rungon mallintamisella (Kuva 31) ja parametrilistan luomisella (Kuva 30). Suunnitteluautomaatin kannalta merkittäviä mittoja ovat sivujen pituudet, porraskäytävän aukon paikka ja koko. Tämän lisäksi tarvittiin muutamia parametrejä ohjaamaan pystytolppia.

Parameter Name	Consumed by	Unit/Type	Equation	Nominal Value	Driving Rule	Tol.	Model Value	Key	Exp	Comment
<b>Reference Parameters</b>										
Vas_puol	d272	mm	581,200 mm	581,200000		●	581,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Okk_puol	d275	mm	981,200 mm	981,200000		●	981,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Okk_aukko		mm	1300,000 mm	1300,000000		●	1300,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d167		mm	1300,000 mm	1300,000000		●	1300,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vas_aukko		mm	900,000 mm	900,000000		●	900,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>User Parameters</b>										
X_sivu	d1	mm	4000 mm	4000,000000		●	4000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Z_sivu	d2	mm	3000 mm	3000,000000		●	3000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Porras_lev	d162	mm	800 mm	800,000000		●	800,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Etä_okreuna		mm	500 mm	500,000000		●	500,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_z	d229	ul	2 ul	2,000000	Tolpat	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_x	d239, d217	ul	3 ul	3,000000	Tolpat	●	3,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_vas	d270	ul	1 ul	1,000000	Tolpat	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_oi	d273	ul	1 ul	1,000000	Tolpat	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuva 30. Paramettilista.

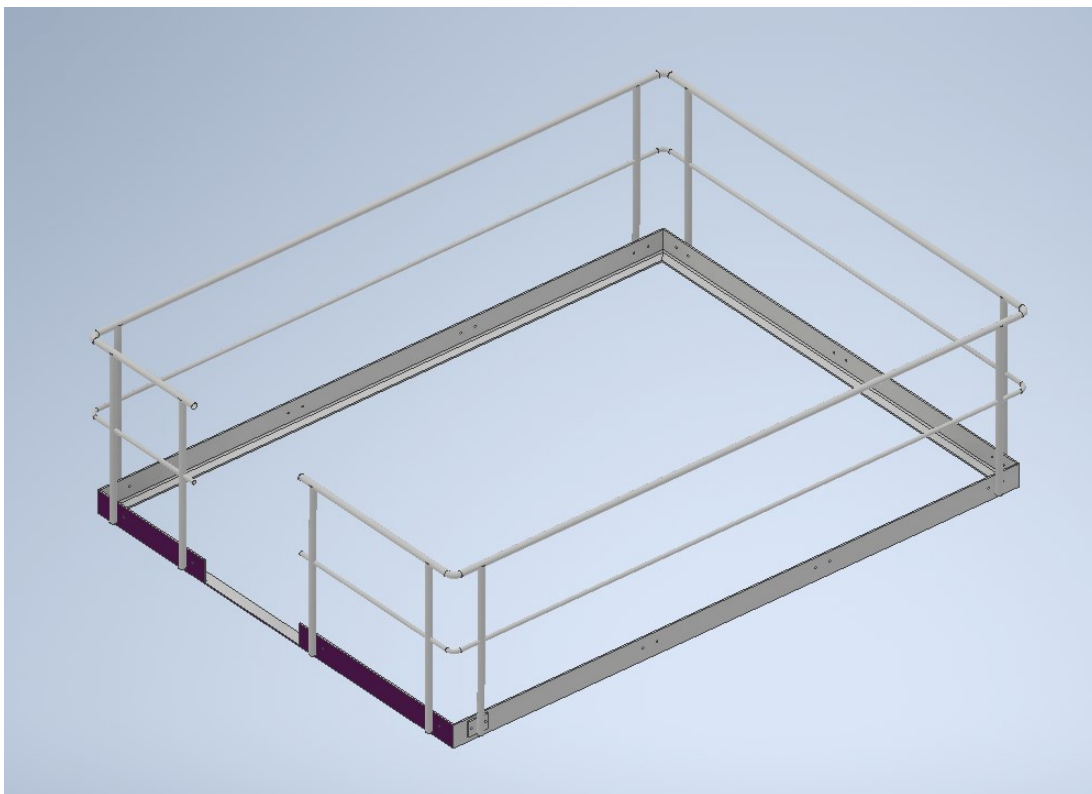
Rungon mallintamisen jälkeen tehtiin rungon nurkkiin pystytolpat.



Kuva 31. Runko ja nurkkatolpat.

Tämän jälkeen mallissa on kaikki tarvittava aukon viereisten tolppien ja käsi/välijohteiden mallintamiseen. Väli/käsijohteet mallinnettiin samalla tavalla kuin portaissa eli sweep -komennolla. Kaiteiden ja loppujen tolppien jälkeen mallista puuttui enää kai-

teiden kiinnityslevyt ja niille reiät. Ohjausmalliin tehtiin vain yksi kiinnityslevy ja kokoonpanossa se pattern -komennolla asetettiin lopuille tolpile. Osa pystytolpista tehtiin myös samalla tavalla. Valmis ohjausmalli näkyy kuvassa 32.



Kuva 32. Valmis ohjausmalli.

Ohjausmallin ollessa valmiina tarvitsi se vielä säännön ohjamaan tolppien määrää sivulla, missä on portaiden liitäntäaukko ja tolppien kiinnityslevyjen reikien määrää. Molemmat säännöt ovat tavallisia If-sääntöjä. Kuvissa 33 ja 34 näkyy kuva mallin ILogic -koodista. Ohjausmallin ollessa valmiina tehtiin siitä tämän jälkeen kokoonpano samalla tavalla kuin porrastikkaissakin.

```
If Z_tolppa_vali <= 1500 Then
Tolppa_maara_z = 1
ElseIf Z_tolppa_vali > 1500 AndAlso Z_tolppa_vali <= 3000 Then
Tolppa_maara_z = 2
ElseIf Z_tolppa_vali > 3000 AndAlso Z_tolppa_vali <= 4500 Then
Tolppa_maara_z = 3
ElseIf Z_tolppa_vali > 4500 AndAlso Z_tolppa_vali <= 6000 Then
Tolppa_maara_z = 4
ElseIf Z_tolppa_vali > 6000 AndAlso Z_tolppa_vali <= 7500 Then
Tolppa_maara_z = 5
ElseIf Z_tolppa_vali > 7500 AndAlso Z_tolppa_vali <= 9000 Then
Tolppa_maara_z = 6
ElseIf Z_tolppa_vali > 9000 AndAlso Z_tolppa_vali <= 10500 Then
Tolppa_maara_z = 7

End If

If X_tolppa_vali <= 1500 Then
Tolppa_maara_x = 1
ElseIf X_tolppa_vali > 1500 AndAlso X_tolppa_vali <= 3000 Then
Tolppa_maara_x = 2
ElseIf X_tolppa_vali > 3000 AndAlso X_tolppa_vali <= 4500 Then
Tolppa_maara_x = 3
ElseIf X_tolppa_vali > 4500 AndAlso X_tolppa_vali <= 6000 Then
Tolppa_maara_x = 4
ElseIf X_tolppa_vali > 6000 AndAlso X_tolppa_vali <= 7500 Then
Tolppa_maara_x = 5
ElseIf X_tolppa_vali > 7500 AndAlso X_tolppa_vali <= 9000 Then
Tolppa_maara_x = 6
ElseIf X_tolppa_vali > 9000 AndAlso X_tolppa_vali <= 10500 Then
Tolppa_maara_x = 7

End If
```

Kuva 33. Tolppien kiinnitysreikien määrä rungossa.

```

|
If Vas_puol <= 1500 Then
Tolppa_maara_vas = 1
ElseIf Vas_puol > 1500 AndAlso Vas_puol <= 3000 Then
Tolppa_maara_vas = 2
ElseIf Vas_puol > 3000 AndAlso Vas_puol <= 4500 Then
Tolppa_maara_vas = 3
ElseIf Vas_puol > 4500 AndAlso Vas_puol <= 6000 Then
Tolppa_maara_vas = 4
ElseIf Vas_puol > 6000 AndAlso Vas_puol <= 7500 Then
Tolppa_maara_vas = 5
ElseIf Vas_puol > 7500 AndAlso Vas_puol <= 9000 Then
Tolppa_maara_vas = 6
ElseIf Vas_puol > 9000 AndAlso Vas_puol <= 10500 Then
Tolppa_maara_vas = 7

End If

If Oik_puol <= 1500 Then
Tolppa_maara_oik = 1
ElseIf Oik_puol > 1500 AndAlso Oik_puol <= 3000 Then
Tolppa_maara_oik = 2
ElseIf Oik_puol > 3000 AndAlso Oik_puol <= 4500 Then
Tolppa_maara_oik = 3
ElseIf Oik_puol > 4500 AndAlso Oik_puol <= 6000 Then
Tolppa_maara_oik = 4
ElseIf Oik_puol > 6000 AndAlso Oik_puol <= 7500 Then
Tolppa_maara_oik = 5
ElseIf Oik_puol > 7500 AndAlso Oik_puol <= 9000 Then
Tolppa_maara_oik = 6
ElseIf Oik_puol > 9000 AndAlso Oik_puol <= 10500 Then
Tolppa_maara_oik = 7

End If

```

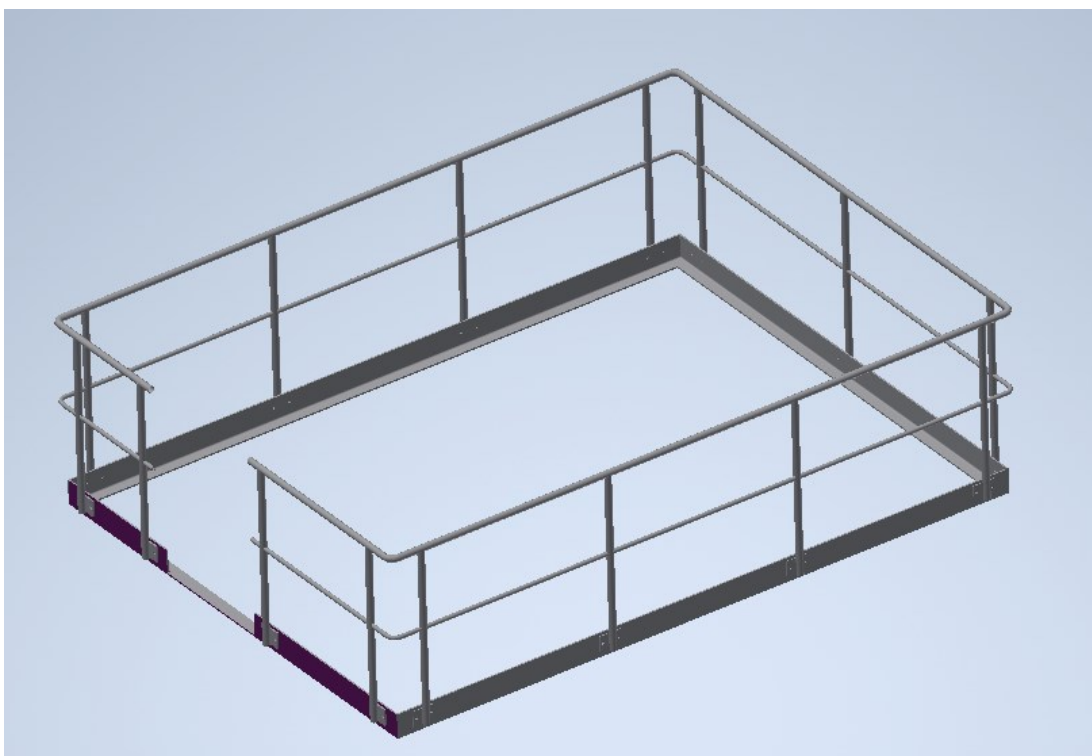
Kuva 34. Tolppien määrä porraskon sivulla.

Kokoonpanossa malliin tehtiin loput kaidetolppien kiinnityslevyt ja kaidetolpat. Nämä tehtiin molemmat tavallisella `pattern` -komennolla. `Pattern` -komentoa varten tarvittiin muutama parametri ohjaamaan niitä. Samalla luotiin parametrit ohjausmallin ohjaamista varten. Kokoonpanon parametrilista kuvassa 35 ja valmis kokoonpano kuvassa 36.



Parameter Name	Consumed by	Unit/Type	Equation	Nominal Value	Driving Rule	Tol.	Model Value	Key	Exp	Comment
d52	Component Pa...	ul	1 ul	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d53	Component Pa...	ul	Tolppa_maara_vas	1,000000		●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
User Parameters										
X_sivu		mm	4000 mm	4000,000000		●	4000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Z_sivu		mm	3000 mm	3000,000000		●	3000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Porras_lev		mm	800 mm	800,000000		●	800,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eta_okreuna		mm	900 mm	900,000000	Wizard	●	900,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_z	d33, d31, d7, d5	ul	2 ul	2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_x	d26, d24, d19,...	ul	3 ul	3,000000	Parametrit	●	3,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_vas	d53, d51, d15,...	ul	1 ul	1,000000	Tolpat	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_maara_ok	d49, d47, d11,...	ul	1 ul	1,000000	Tolpat	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Z_tolppa_vali	d31, d5	mm	2662,4 mm	2662,400000	Parametrit	●	2662,400000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
X_tolppa_vali	d24, d17, d1	mm	3662,4 mm	3662,400000	Parametrit	●	3662,400000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vas_puol	d51, d13	mm	581,2 mm	581,200000	Parametrit	●	581,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oik_puol	d47, d9	mm	981,2 mm	981,200000	Parametrit	●	981,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuva 35. Kokoontulo parametrilista.



Kuva 36. Hoitotason kokoonpano.

Mallin muokkaamista varten luotiin kaksi sääntöä. Toisessa linkitetään parametrit ohjausmallin kanssa ja toisessa on kaidetolppien ohjaus. Kuvassa 37 on parametrien linkitys. Kaidetolpat porrassaukon sivulla tehtiin toimimaan niin, että kun aukko on tarpeeksi lähellä tason reunaa ei sillä puolella ole kaidetolppia lainkaan. Kuvassa 38 ja 39 on kaidetolppia ohjaava sääntö.

```

Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "X_sivu") = X_sivu
Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Z_sivu") = Z_sivu
Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Porras_lev") = Porras_lev
Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Aukko_etä") = Etä_oikreuna
Z_tolppa_vali = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Z_tolppa_vali")
X_tolppa_vali = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "X_tolppa_vali")
Tolppa_maara_z = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Tolppa_maara_z")
Tolppa_maara_x = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Tolppa_maara_x")
Tolppa_maara_vas = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Tolppa_maara_vas")
Tolppa_maara_oik = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Tolppa_maara_oik")
Vas_puol = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol")
Oik_puol = Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol")

```

Kuva 37. Parametrien linkitys.

```

If Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_aukko") >= 300 Then
  Component.IsActive("Oik_tolppa:1") = True
Else
  Component.IsActive("Oik_tolppa:1") = False
End If
If Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_aukko") >= 300 Then
  Component.IsActive("Vas_tolppa:1") = True
Else
  Component.IsActive("Vas_tolppa:1") = False
End If
If Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") >= 400 Then
  Component.IsActive("Solid51:1") = True
Else
  Component.IsActive("Solid51:1") = False
End If
If Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") >= 400 Then
  Component.IsActive("Solid50:1") = True
Else
  Component.IsActive("Solid50:1") = False
End If
If Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 1500 Then
  Tolppa_maara_vas = 1
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") > 1500 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 3000 Then
  Tolppa_maara_vas = 2
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") > 3000 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 4500 Then
  Tolppa_maara_vas = 3
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") > 4500 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 6000 Then
  Tolppa_maara_vas = 4
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") > 6000 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 7500 Then
  Tolppa_maara_vas = 5
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") > 7500 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 9000 Then
  Tolppa_maara_vas = 6
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") > 9000 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Vas_puol") <= 10500 Then
  Tolppa_maara_vas = 7
End If
If Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 1500 Then
  Tolppa_maara_oik = 1
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") > 1500 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 3000 Then
  Tolppa_maara_oik = 2
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") > 3000 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 4500 Then
  Tolppa_maara_oik = 3
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") > 4500 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 6000 Then
  Tolppa_maara_oik = 4
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") > 6000 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 7500 Then
  Tolppa_maara_oik = 5
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") > 7500 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 9000 Then
  Tolppa_maara_oik = 6
ElseIf Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") > 9000 AndAlso Parameter("Ohjaus_malli.ipt", "Oik_puol") <= 10500 Then
  Tolppa_maara_oik = 7
End If

```

Kuva 38. Osa kaidetolppia ohjaavaa sääntöä.

```

If Component.IsActive("Oik_tolppa:1") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:16") = True
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_por_oik") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:16") = False
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_por_oik") = False
End If

If Component.IsActive("Solid50:1") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:14") = True
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_aukko_vas") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:14") = False
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_aukko_vas") = False
End If

If Component.IsActive("Vas_tolppa:1") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:13") = True
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_por_vas") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:13") = False
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_por_vas") = False
End If

If Component.IsActive("Solid51:1") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:15") = True
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_aukko_oik") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:15") = False
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_aukko_oik") = False
End If

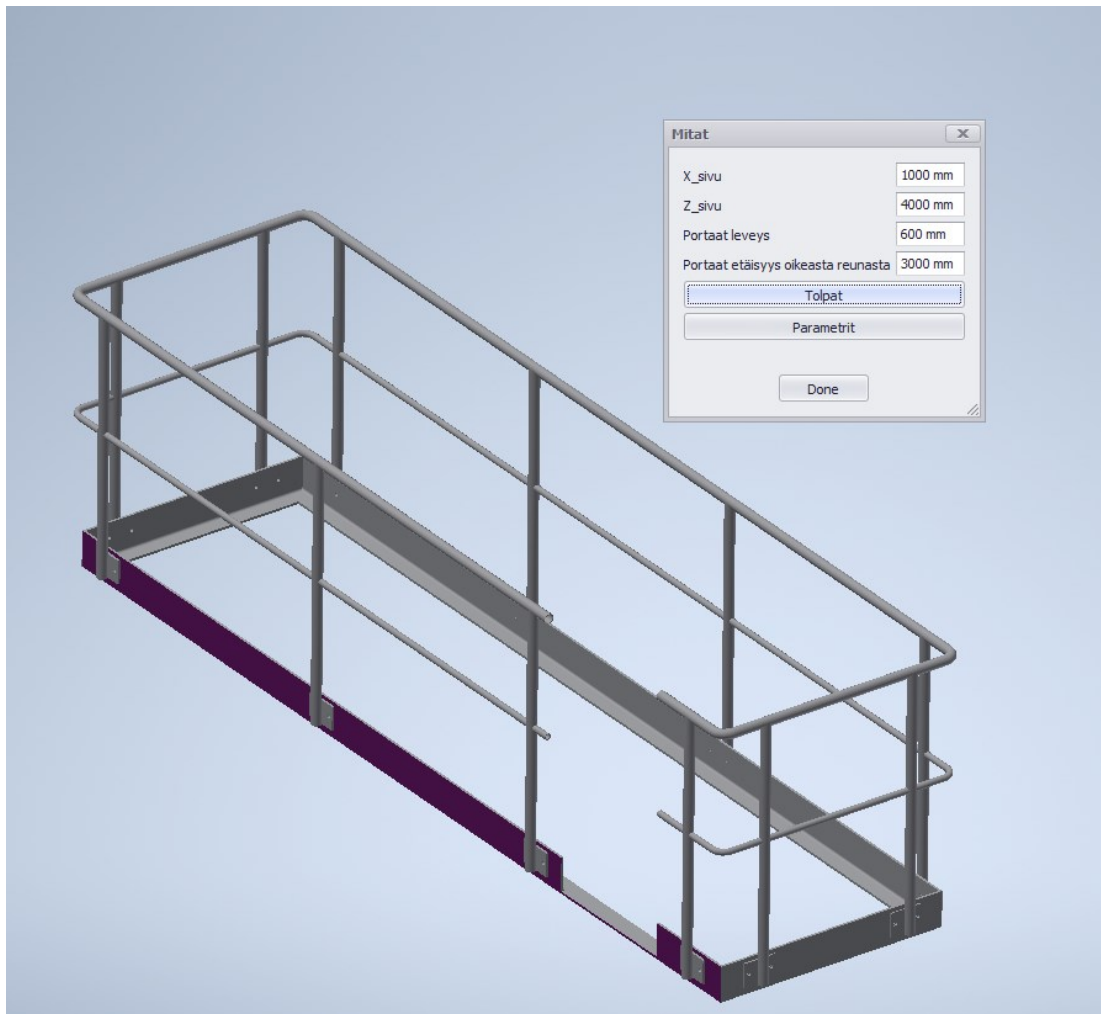
If Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_aukko_vas") = True Then
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Rectangular Pattern9") = True
Else
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Rectangular Pattern9") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Reiät_aukko_oik") = True Then
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Rectangular Pattern10") = True
Else
    Feature.IsActive("Ohjaus_malli.ipt", "Rectangular Pattern10") = False
End If

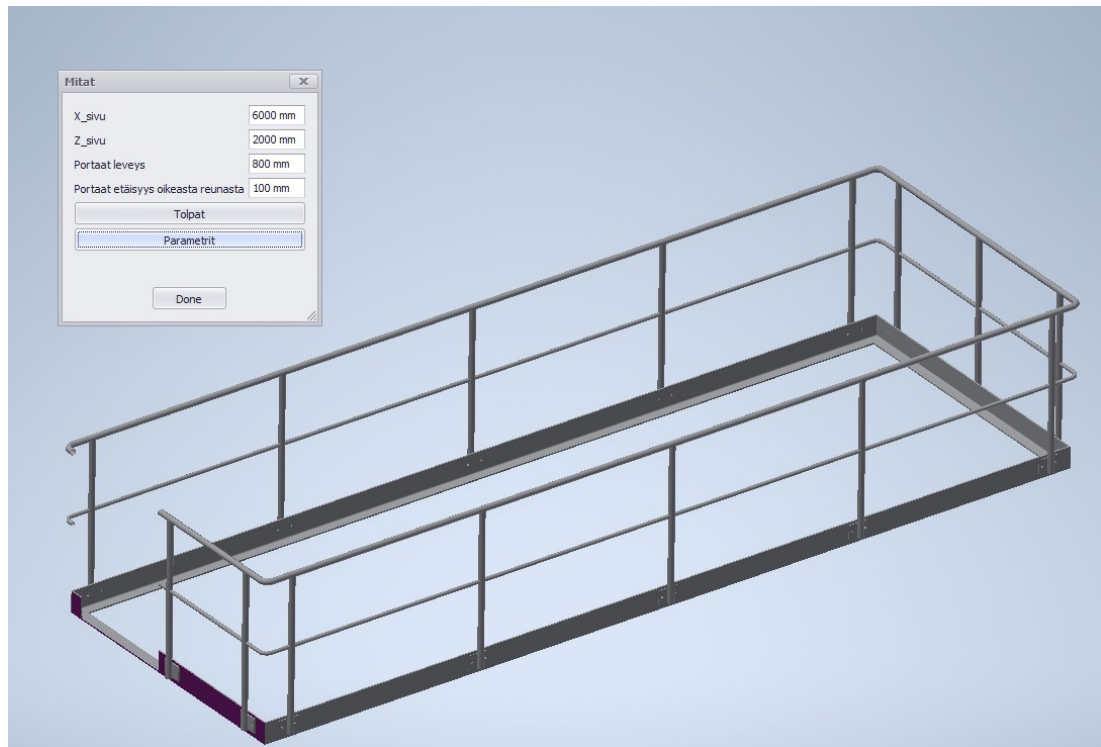
```

Kuva 39. Osa kaidetolppia ohjaavaa sääntöä.

Automaatti toimii siis niin, että se poistaa turhat kaidetolpat mallista silloin, kun portaiden aukko on sellaisessa paikassa, että se ei niitä vaadi. Kuvissa 40 ja 41 on esimerkit automaatin toiminnasta ja kuva formista, millä mallia ohjataan. Formissa tarvitsee määritellä vain sivujen pituudet ja porraskon leveys ja paikka oikeasta reunasta katsottuna.



Kuva 40. Esimerkki 1.



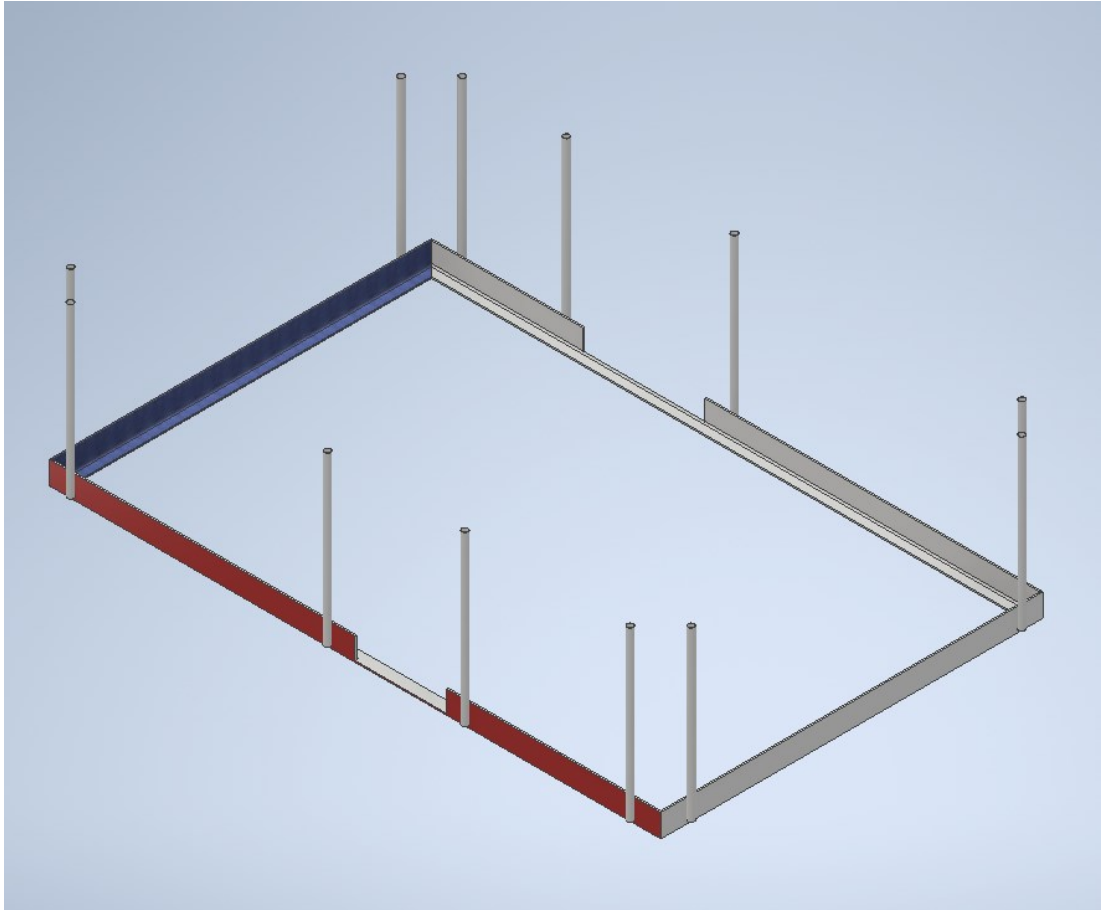
Kuva 41. Esimerkki 2.

### 5.3 Hoitotaso kahdella porrastilillä

Toisen hoitotasoautomatin tekeminen ei pääpiirteisesti eroa edellisestä muuten kuin, että siinä on hieman enemmän parametrejä ja ohjausmalliin on tehty kaikki pysty kaidetolpat valmiiksi. Ohjausmallin parametrilista on kuvassa 42. Mallin tekeminen aloitettiin samalla tavalla kuin edellinenkin eli rungon ja kaidetolppien mallintamisella (Kuva 43).

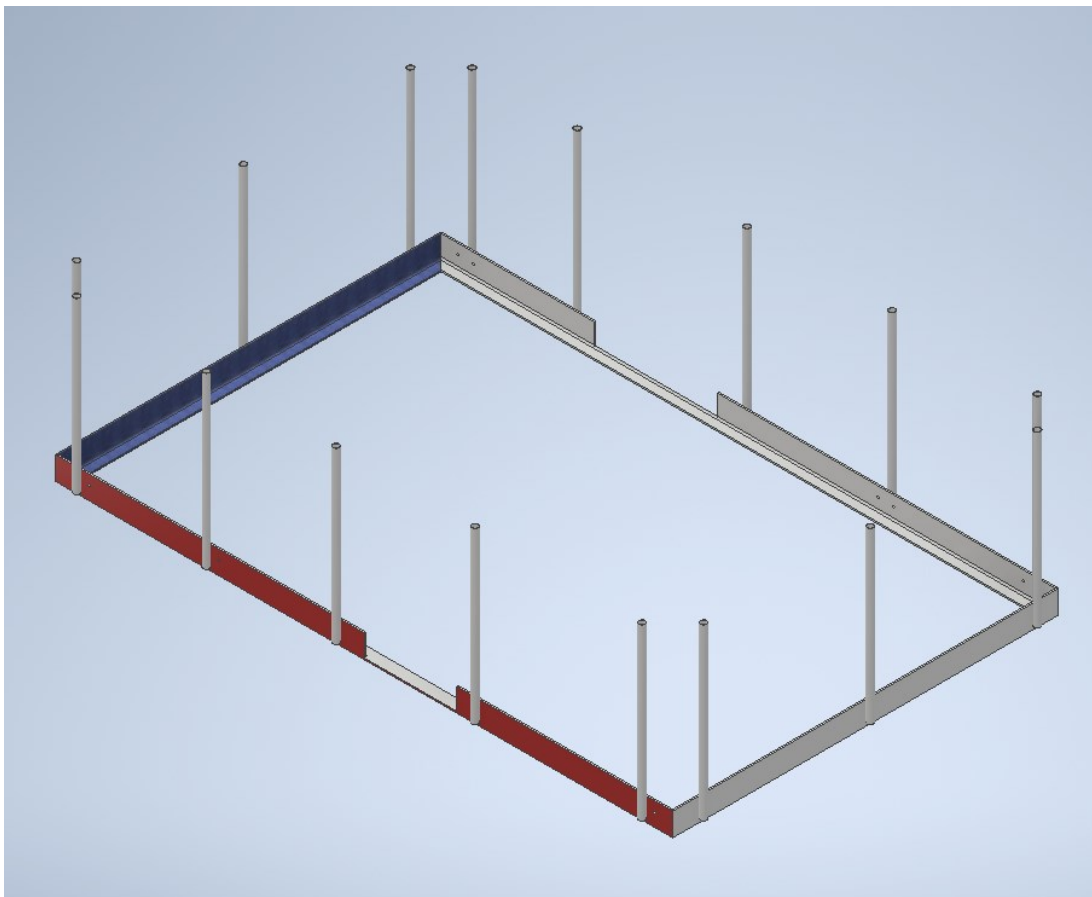
Parameter Name	Consumed by	Unit/Type	Equation	Nominal Value	Driving Rule	Tol.	Model Value	Key	Exp	Comment
<b>Reference Parameters</b>										
AukkoT1	d166	mm	1681,200 mm	1681,200000		●	1681,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AukkoT2	d160	mm	1081,200 mm	1081,200000		●	1081,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AukkoT3	d169	mm	681,200 mm	681,200000		●	681,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AukkoT4	d163	mm	1881,200 mm	1881,200000		●	1881,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>User Parameters</b>										
X_sivu	d2, d1	mm	2500 mm	2500,000000		●	2500,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Z_sivu	d3, d0	mm	4000 mm	4000,000000		●	4000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu1_eta_ok	d112	mm	2000 mm	2000,000000		●	2000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu2_eta_ok	d118	mm	1000 mm	1000,000000		●	1000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu1_aukko	d97	mm	600 mm	600,000000		●	600,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu2_aukko	d102	mm	800 mm	800,000000		●	800,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_kpl	d202, d157, d...	ul		2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppavali_	d204, d157	mm	d55 - 400 mm	2162,400000		●	2162,400000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T1_tolppa	d166, d164	ul		2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T2_tolppa	d160, d158	ul		1,000000	Parametrit	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T3_tolppa	d169, d167	ul		1,000000	Parametrit	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T4_tolppa	d163, d161	ul		2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuva 42. Parametrilista.



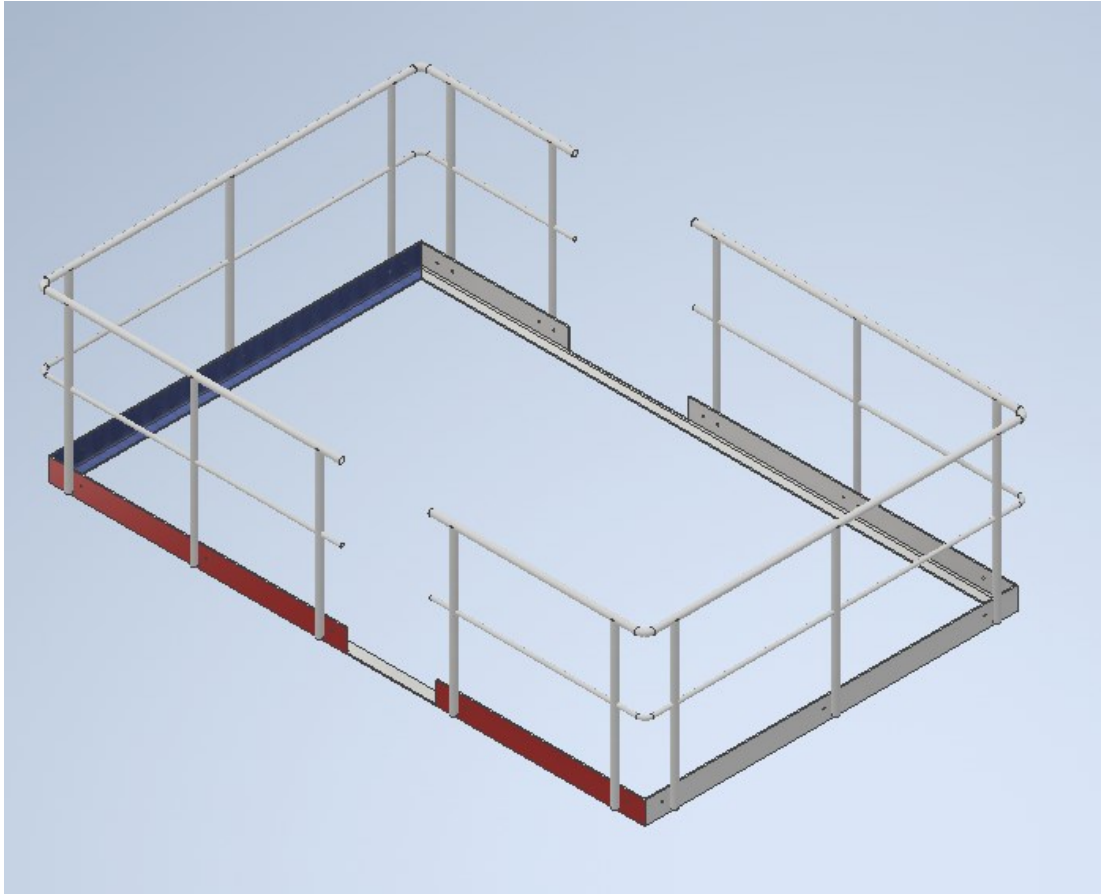
Kuva 43. Runko ja pystytolpat.

Tämän jälkeen tehtiin malliin pattern -komennolla loput pystytolpat ja kaikille pystytolpille kiinnitysreiät runkoon.



Kuva 44. Pystytolpat ja kiinnitysreiät.

Enää mallista puuttui käsi- ja välijohteet. Kaiteiden kiinnityslevyt laitetaan malliin vasta kokoonpanossa ja kiinnityslevynä käytetään samaa osaa kuin edellisessä hoitotasossa eli sitä ei myöskään tarvitse mallintaa uudestaan. Ohjausmalli tarvitsi yhden säännön, jossa ohjataan tolppien ja kiinnitysreikien määrää porrasaukkojen sivuilla ja pystytolppien ja kiinnitysreikien määrää ehjillä sivuilla. Kuvassa 45 on valmis ohjausmalli ja kuvissa 46 ja 47 on sääntö, millä ohjataan mallia.



Kuva 45. Valmis ohjausmalli.



```

If Siv1_etä_oik <= 250 Then
  Feature.IsActive("Siv1Vas") = False
  Feature.IsActive("R1") = False
Else
  Feature.IsActive("Siv1Vas") = True
  Feature.IsActive("R1") = True
End If

If Z_sivu - (Siv1_etä_oik + Siv1_aukko) <= 250 Then
  Feature.IsActive("Siv1Oik") = False
  Feature.IsActive("R4") = False
Else
  Feature.IsActive("Siv1Oik") = True
  Feature.IsActive("R4") = True
End If

If Siv2_etä_oik <= 250 Then
  Feature.IsActive("Siv2Vas") = False
  Feature.IsActive("OikR") = False
Else
  Feature.IsActive("Siv2Vas") = True
  Feature.IsActive("OikR") = True
End If

If Z_sivu - (Siv2_etä_oik + Siv2_aukko) <= 250 Then
  Feature.IsActive("Siv2Oik") = False
  Feature.IsActive("VasR") = False
Else
  Feature.IsActive("Siv2Oik") = True
  Feature.IsActive("VasR") = True
End If

If AukkoT1 <= 500 Then
  Feature.IsActive("AukkoT1") = False
  Feature.IsActive("R2") = False
Else
  Feature.IsActive("AukkoT1") = True
  Feature.IsActive("R2") = True
End If

If AukkoT2 <= 500 Then
  Feature.IsActive("AukkoT2") = False
  Feature.IsActive("R3") = False
Else
  Feature.IsActive("AukkoT2") = True
  Feature.IsActive("R3") = True
End If

```

Kuva 46. Osa ohjausmallin säännöstä.

```

If AukkoT3 <= 500 Then
    Feature.IsActive("AukkoT3") = False
    Feature.IsActive("ReikäO") = False
Else
    Feature.IsActive("AukkoT3") = True
    Feature.IsActive("ReikäO") = True

End If

If AukkoT4 <= 500 Then
    Feature.IsActive("AukkoT4") = False
    Feature.IsActive("ReikäR") = False
Else
    Feature.IsActive("AukkoT4") = True
    Feature.IsActive("ReikäR") = True

End If

Tolppa_kpl = Ceil(Tolppavali_ / 1500)
T1_tolppa = Ceil(AukkoT1 / 1500)
T2_tolppa = Ceil(AukkoT2 / 1500)
T3_tolppa = Ceil(AukkoT3 / 1500)
T4_tolppa = Ceil(AukkoT4 / 1500)

```

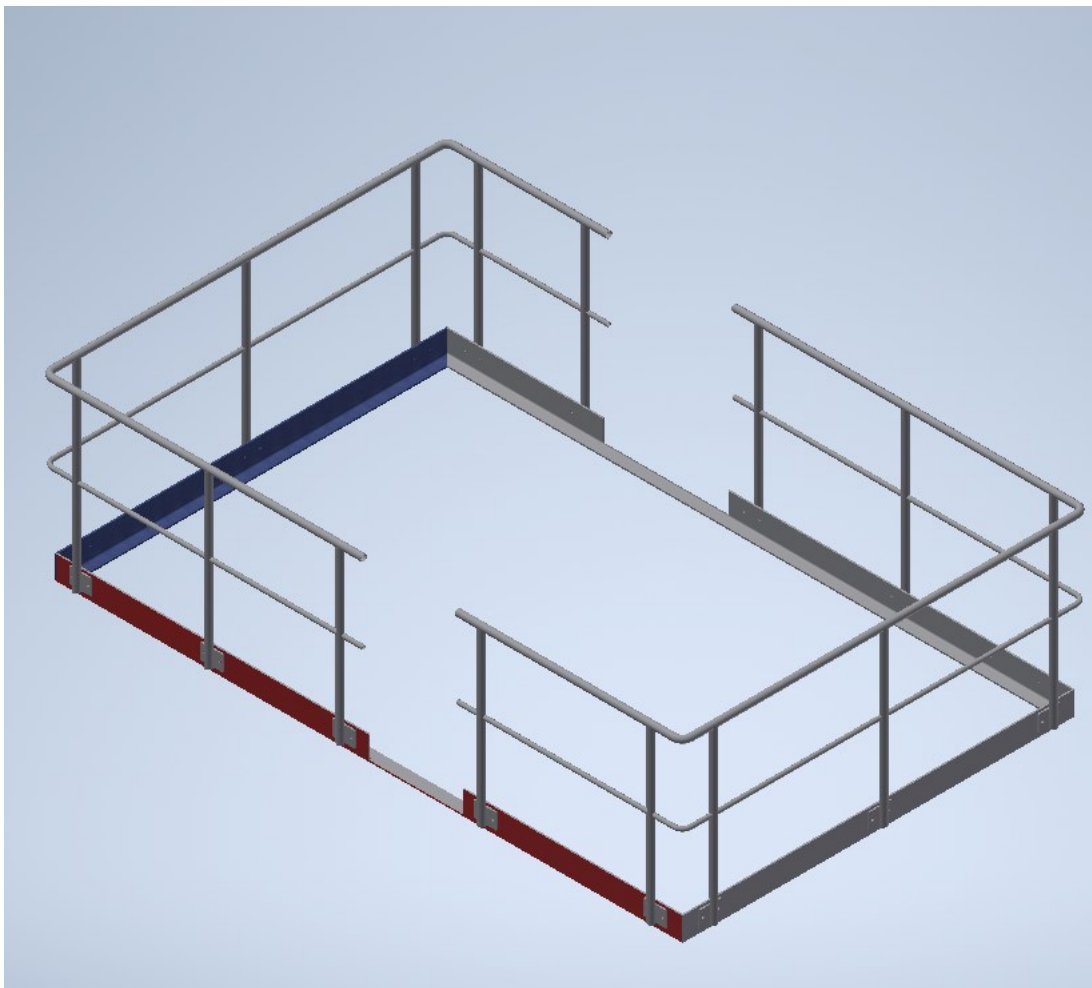
Kuva 47. Osa ohjasmallin säännöstä.

Ohjasmallin ollessa toimiva, tehdään siitä kokoonpano. Kokoonpano vaatii vielä kai-detolppien kiinnityslevyt, jotka pistetään paikalleen pattern -komennolla, parametrit ohjasmallin ja kokoonpanon ohjausta varten ja säännön, jolla ohjataan näitä kaikkia.

Kuvassa 48 on kokoonpanon parametrilista ja kuvassa 49 on valmis kokoonpano.

Parameter Name	Consumed by	Unit/Type	Equation	Nominal Value	Driving Rule	Tol.	Model Value	Key	Exp	Comment
d49	Component Pa...	ul	T1_tolppa	2,000000		●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
User Parameters										
Z_sivu		mm	4000 mm	4000,000000		●	4000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
X_sivu		mm	2500 mm	2500,000000		●	2500,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu1_etä		mm	2000 mm	2000,000000		●	2000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu2_etä		mm	1000 mm	1000,000000		●	1000,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu1aukko		mm	800 mm	800,000000		●	800,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sivu2aukko		mm	600 mm	600,000000		●	600,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppa_kpl	d9, d7	ul	2 ul	2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tolppavali	d7	mm	2162,4mm	2162,400000	Parametrit	●	2162,400000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T1_tolppa	d49, d47	ul	2 ul	2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T2_tolppa	d45, d43	ul	1 ul	1,000000	Parametrit	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T3_tolppa	d37, d35	ul	1 ul	1,000000	Parametrit	●	1,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T4_tolppa	d41, d39	ul	2 ul	2,000000	Parametrit	●	2,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
aukkoT1	d47	mm	1681,2 mm	1681,200000	Parametrit	●	1681,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
aukkoT2	d43	mm	1081,2 mm	1081,200000	Parametrit	●	1081,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
aukkoT3	d35	mm	681,2 mm	681,200000	Parametrit	●	681,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
aukkoT4	d39	mm	1881,2 mm	1881,200000	Parametrit	●	1881,200000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuva 48. Kokoonpanon parametrit.



Kuva 49. Valmis kokoonpano.

Kokoonpanoon on tehty kolme sääntöä. Ensimmäisellä säännöllä linkitetään parametrit ohjausmallin kanssa (Kuva 50). Toisella ohjataan pystytolppien ja kiinnityslevyjen ja niiden reikien määrää (Kuva 51). Lisäksi malliin on tehty kolmas sääntö, jolla pystytään ajamaan ohjausmallissa oleva sääntö uudestaan (Kuva 52). Tämä sääntö on tehty, koska välillä ohjausmalli ei joistain syystä päivity. Tällä säännöllä pystytään siis päivittämään ohjausmalli kokoonpanosta käsin ilman, että ohjausmallia tarvitsee avata.

```
Tolppa_kpl = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Tolppa_kpl")
Tolppaväli = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Tolppaväli")
Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Sivu1_etä_oik") = Sivul_etä
Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Sivu2_etä_oik") = Sivu2_etä
Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Sivu2_aukko") = Sivulaukko
Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Sivu1_aukko") = Sivu2aukko
Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "Z_sivu") = Z_sivu
Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "X_sivu") = X_sivu
T1_tolppa = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "T1_tolppa")
T2_tolppa = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "T2_tolppa")
T3_tolppa = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "T3_tolppa")
T4_tolppa = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "T4_tolppa")
aukkoT1 = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT1")
aukkoT2 = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT2")
aukkoT3 = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT3")
aukkoT4 = Parameter ("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT4")
```

Kuva 50. Parametrien linkitys.

```

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "Sivu1Vas") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:8") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:8") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "Sivu1Oik") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:7") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:7") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT1") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:13") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:13") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT2") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:12") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:12") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "Sivu2Vas") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:16") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:16") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "Sivu2Oik") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:11") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:11") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT4") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:14") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:14") = False
End If

If Feature.IsActive("Ohjausmalli.ipt", "AukkoT3") = True Then
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:15") = True
Else
    Component.IsActive("Kaide kiinnityslätkä:15") = False
End If

```

Kuva 51. Kaidetolppia ohjaava sääntö.

---

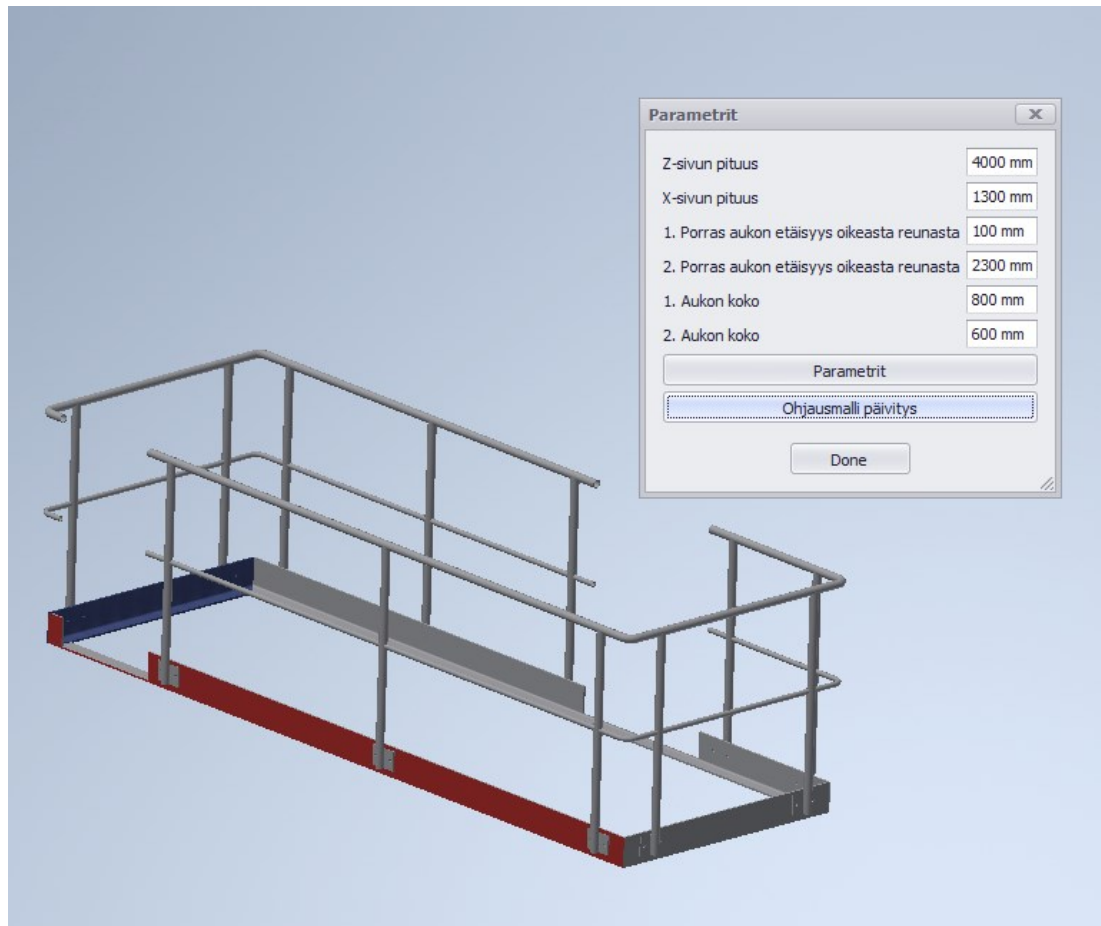
```

LogicVb.RunRule("Ohjausmalli.ipt", "Paramterit")

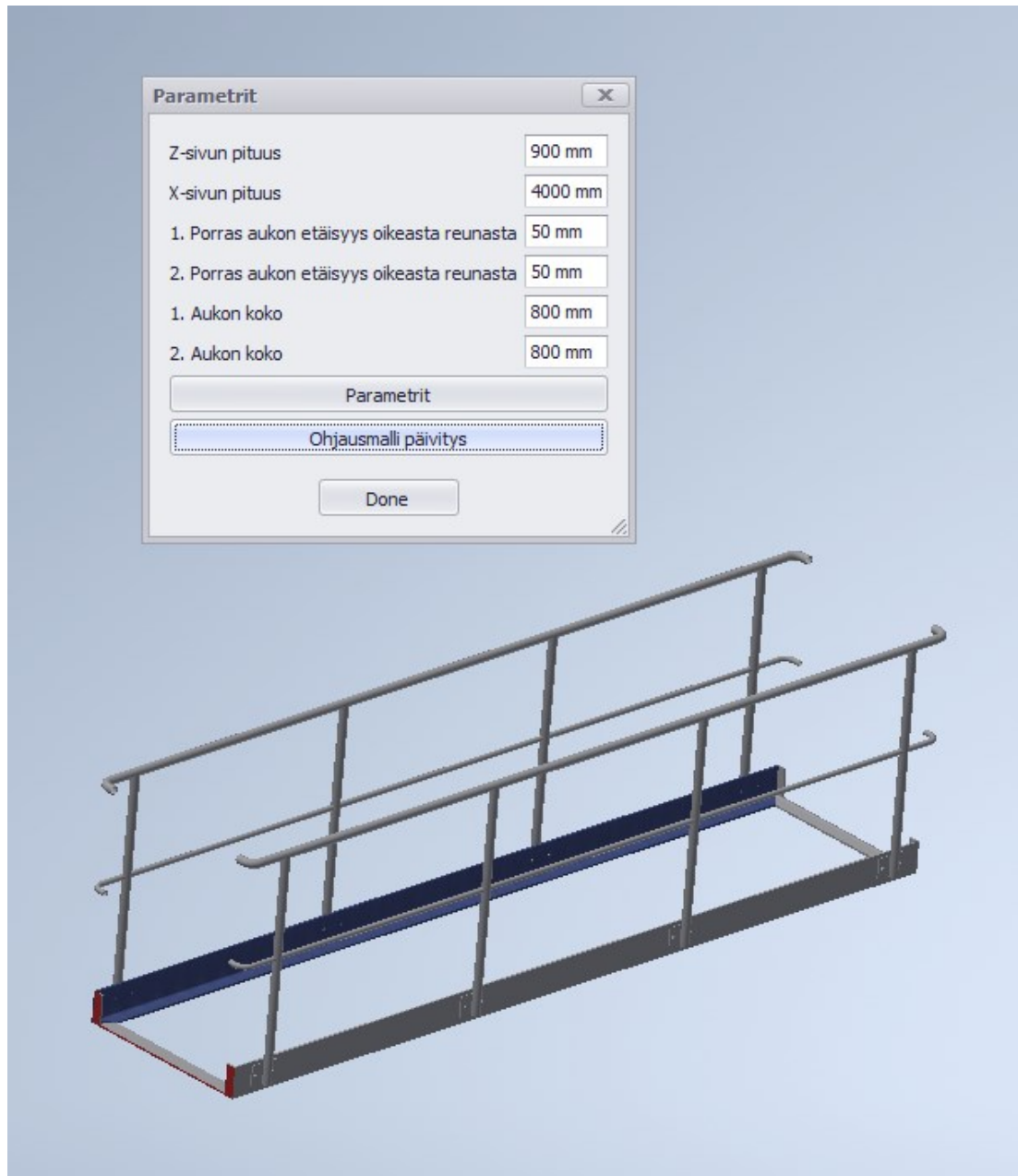
```

Kuva 52. Ohjausmallin säännön ajava sääntö.

Kuvassa 52 oleva sääntö on lyhyt, mutta erittäin tarpeellinen. Syy, miksi se on tehty omaksi säännökseen, on siinä, että se saadaan form -lomakkeeseen omaksi painikkeeseen. Kokoonpanon formi on muuten samanlainen kuin edellisessäkin hoitotasossa, mutta siinä on lisäksi toisen puolen porrasaukon koon ja paikan määrittäminen ja painike ohjausmallin säännön uudelleen ajamiselle. Kuvissa 53 ja 54 on esimerkit automaatin toiminnasta ja form -lomakkeesta.



Kuva 53. Esimerkki 1.



Kuva 54. Esimerkki 2.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli valmistaa suunnitteluautomaatit nopeuttamaan hoitotasojen ja portaiden suunnittelua varten. Alkuperäisessä suunnitelmassa oli tarkoituksena saada malleista tulemaan myös automaattisesti valmistuskuvat, tähän tavoitteeseen ei kuitenkaan päästy. Isoimpana syynä tähän on varmasti itse suunnitteluohjelman puutteellinen ja kankea tapa luoda valmistuskuvia. Muilta osin työ oli onnistunut ja tavoitteisiin päästiin. Automaateista tuli helposti käytettäviä ja tarvittaessa niiden muokkaus onnistuu suhteellisen vaivattomasti.

Työntekovaiheessa tuli vastaan useita ongelmia, koska alkutietoni ILogista olivat olemattomat. Onneksi nykypäivänä internet tarjoaa todella paljon tietoa tästäkin aiheesta. Lisäksi autodeskin omat foorumit auttoivat useasti, kun etsi ratkaisua, miten toteuttaa jokin osa mallista.

Jos nyt aloittaisin työn tekemisen alusta, pyrkisin varmasti käyttämään enemmän yksittäin mallinnettuja osia ja tehdä ohjausmallista mahdollisimman kevyen. Kokoonpanossa hyödyntäisin iMate toimintoja osien liittämässä. Tällä tavoin lopullisten piirustusten ja osaluetteloiden muokkaaminen ja hallinnointi olisi vaivattomampaa.

Yhtenä osana työtä oli myös kartoittaa suunnitteluautomatisoinnin mahdollisuuksia muissakin tuotteissa. Hoitotasojen ja portaiden suunnitteluautomaatit osoittivat, että kyseisistä automaateista on todellisia käytännön hyötyjä. Tämän myötä suunnitteluautomaatioita on lisätty muihinkin tuotteisiin.



## LÄHTEET

English T, 20.1.2017, A Look at the History of Inventor Through the Eyes of Jay Tedeschi. Viitattu 17.10.2020. <https://blogs.autodesk.com/inventor/2017/01/20/look-history-inventor-eyes-jay-tedeschi/>

LEKO Group www-sivut, Viitattu 17.10.2020, <https://www.lekogroup.fi/www/fi/etusivu/>

SFS-EN 14122-2. Kiinteät kulkutiet osa 2 työskentely ja kulkutasot. 2016. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

SFS-EN 14122-3. Kiinteät kulkutiet osa 3 portaat ja kaiteet. 2016. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.