

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

2018

Jere Karsikas

**LAIVAN PORTAIDEN
PARAMETRINEN
SUUNNITTELU
KÄYTTÖLIITTYMÄN AVULLA**

– Meyer Turku Oy:n sisustussuunnittelu

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

2018 | 57+35

Jere Karsikas

LAIVAN PORTAIDEN PARAMETRINEN SUUNNITTELU KÄYTTÖLIITTYMÄN AVULLA

- Meyer Turku Oy:n sisustusosasto

Opinnäytetyö suoritettiin toimeksiantona Meyer Turku Oy:lle. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja tehdä tuotekehitystä porrassuunnitteluun. Valmiina olevien portaiden 3D-malleja pyrittiin automatisoimaan hyödyntäen SolidWorks-ohjelman parametrissa ominaisuutta. Työn tavoitteena oli mallintaa portaiden kokoonpanoja, joiden mittoja pystyttäisiin ohjaamaan helposti ja yksinkertaisesti Excel-taulukkolaskentatoiminnolla.

Työ aloitettiin tutustumalla, miten portaat suunnitellaan nykyisin Meyer Turku Oy:ssä ja minkälaisia muutoksia haluttaisiin työn helpottamiseksi sekä nopeuttamiseksi. Tämän jälkeen tutustuttiin portaiden suunnittelua koskeviin määräyksiin ja sääntöihin. Työssä noudatettiin yleisiä porrassuunnittelun, FSS Coden (paloturvallisuuskoodin) sekä SOLAS:n (kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä) määräämiä sääntöjä ja määräyksiä. Myös haastattelut, henkilökunnan tietotaito sekä Meyer Turku Oy:n sisäinen tietokanta olivat keskeisiä tiedon lähteitä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli nopeuttaa porrassuunnittelijoiden työtä merkittävästi. Työn pääpaino oli miehistö- ja pakotieportaiden kokoonpanojen ohjattavuus parametreilla Excel-taulukkoa hyväksi käyttäen. Exceliin tehtiin erillinen käyttöliittymä, jolla porraskokoonpanoa ohjataan, ja tarkoitus oli saada siitä niin helppokäyttöinen, että maallikkokin voisi käyttää sitä ilman, että tuntee SolidWorks-ohjelmaa tai tietää porrassuunnittelun perussääntöjä. Excel-käyttöliittymästä tehtiin myös käyttöohjeet suomeksi ja englanniksi, joka esitetään työn liitteissä sen laajuuden vuoksi. Työ otettiin välittömästi käyttöön tuleviin projekteihin. Kirjoittajan oma tietotaito SolidWorksin parissa kasvoi prosessin edetessä huomattavasti ja tehdystä työstä oli paljon apua tulevaisuutta ajatellen.

ASIASANAT:

laivanrakennus, porrassuunnittelu, tuotekehitys, sisustussuunnittelu, parametrinen suunnittelu, 3D-mallintaminen, SolidWorks

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management Engineering

2018 | 57+35

Jere Karsikas

THE PARAMETRIC DESIGN OF SHIPS STAIRSWELL'S BY USING THE USER INTERFACE

- Meyer Turku Oy interior design

The client of this thesis was Meyer Turku Oy. The target of this functional thesis was to research and make product development for stair design concerning passengers and crew stairs. The purpose was to make the existing 3D-stairs assemblies more automatic by using SolidWorks program's parametric feature. Purpose of this work was also to model stairs assemblies which measures could be controlled easily and simple by using Excel.

Work started by finding out how stairs are designed at the moment in Meyer Turku Oy and which kind of changes they needed so that the work could be done better and faster. After this started the research concerning which kind of rules and regulations are used in stair designing. This thesis was done by following basic stair rules, FSS Codes (International Code for Fire Safety Systems) and SOLAS (Safety of life at sea) regulations and rules. Also interviews, Meyer Turku Oy's staff's internal know-how and their ways of working were essential sources of the information.

The goal of this thesis was to develop significantly the stairs designer's work. The primary goals were crew and passenger stairs assemblies' parametric control used by Excel. A separate user interface was created to Excel, which was used to control the stairs assemblies and the goal was to make it so easy to use that layman could use it without knowing SolidWorks at all or knowledge of the basic rules for stair design. A manual of the user interface was created in Finnish and English, which can be found at the end of this thesis. User interfaces were immediately introduced for the next projects. The know-how of the writer concerning the SolidWorks was increased significantly during the process and this work gave a lot of useful information for the future.

KEYWORDS:

shipbuilding, stairs design, product development, interior design, parametric design, 3D-modelling, SolidWorks

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tavoitteet	9
1.2 Meyer Turku Oy	9
2 PORRASSUNNITTELUN SÄÄNNÖT LAIVATEOLLISUUDESSA	10
2.1 Porrassuunnittelun perusvaatimukset	10
2.2 Portaiden mitoitus	13
2.2.1 Kaltevuus	13
2.2.2 Askelman etenemän ja nousun mitoitus	14
2.2.3 Porrasaskelman, lepotason ja porrastasanteen vaatimukset	17
2.2.4 Portaiden pakotielaskelmat	18
2.3 Kuutiosääntö	23
2.4 Kaiteet ja käsijohteet	25
3 PORTAIDEN NYKYINEN SUUNNITTELUTAPA	27
3.1 Porrastyypit	27
3.2 Suunnittelun kulku	29
4 SUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVÄT TYÖKALUT	34
4.1 Parametrinen piirremallinnus	34
4.2 Design Table	35
4.3 Porras kokoonpanot	35
5 TYÖN TOTEUTUS	38
5.1 Parametrisen mallintamisen toteutus	38
5.2 Suorasivuisten kaksisyöksyisten suorien porrastyypien parametrinen mallintaminen	40
5.3 Suorasivuisten kolmisyöksyisten suorien porrastyypien parametrinen mallintaminen	45
5.4 Excel-käyttöliittymän laadinta	52
5.5 Portaiden uusi suunnittelutapa	55
6 TYÖN MERKITYS TYÖNANTAJALLE	56

LIITTEET

Liite 1. Käyttöohjeet porraskokoonpanojen käyttöliittymille

KUVAT

Kuva 1. Suorasivuinen kaksisyöksyinen suora porras.	11
Kuva 2. Suorasivuinen kolmisyöksyinen suora porras.	12
Kuva 3. Luiskien, portaiden ja tikkaiden kaltevuudet (Rakennustieto Oy 2011).	13
Kuva 4. Luiskien ja portaiden kaltevuudet erikorkuisten nousujen ja eripituisten etenemien mukaan (Rakennustieto Oy 2011).	13
Kuva 5. Comfort factor -kaava.	16
Kuva 6. Esimerkki pakoreittiä käyttävien matkustaja määrän laskennasta (FSS Code).	19
Kuva 7. Landing-alueet (FSS Code).	21
Kuva 8. Esimerkki minimiporrasleveyden laskusta (FSS Code).	22
Kuva 9. Portaen kuutiosääntö (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).	23
Kuva 10. Kaiteiden kuutiosääntö (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).	24
Kuva 11. Käsijohteen mitoitus (Rakennustieto Oy 2011).	26
Kuva 12. Porrastyypit (Rakennustieto Oy 2011).	28
Kuva 13. Portaiden sivuprojektio (AutoCad-kuvakaappaus).	31
Kuva 14. Portaiden yläprojektio (AutoCad-kuvakaappaus).	32
Kuva 15. Portaiden etuprojektio (AutoCad-kuvakaappaus).	33
Kuva 16. Service U CCW -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).	36
Kuva 17. Service U CW -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).	36
Kuva 18. Service W Sides -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).	37
Kuva 19. Service Center W -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).	37
Kuva 20. Service U CCW -porraskokoonpanon luurankomalli.	39
Kuva 21. Service U CCW -porraskokoonpanon luurankomalli.	39
Kuva 22. Luurankomalli, jolla ohjataan nousukulmaa, porraskorkeutta sekä yksittäisen askeleen korkeutta.	40
Kuva 23. Portaen leveyden luurankomalli.	41
Kuva 24. Lepotason luurankomalli.	42
Kuva 25. Reisilevyn luurankomalli.	43
Kuva 26. Luodut tasot sekä luurankomallit piirrepuussa.	44
Kuva 27. Porraskokoonpanon luurankomalli.	45
Kuva 28. Service Center W porraskokoonpanon luurankomalli.	46
Kuva 29. Service W Sides -porraskokoonpanon luurankomalli.	46
Kuva 30. Lepotason luurankomalli.	47
Kuva 31. Portaen leveyden luurankomalli.	48
Kuva 32. Reisilevyjen luurankomallit.	49
Kuva 33. . Luurankomallit, jolla ohjataan nousukulmaa, porraskorkeutta sekä yksittäisen askeleen korkeutta.	50

Kuva 34. Luodut tasot sekä luurankomallit.	51
Kuva 35. Kokoonpanoa ohjaavien mittojen nimet sekä arvot.	52
Kuva 36. Control Panel.	53
Kuva 37. Inspection Panel.	54
Kuva 38. Käyttöohjeet Excel-tiedostossa.	54
Kuva 39. Käyttöliittymä.	55

TAULUKOT

Taulukko 1. Esimerkkejä eri kerroskorkeuksille laskettujen portaiden nousuista ja etenemistä sekä portaiden kaltevuuksista asteina (Rakennustieto Oy.)	15
Taulukko 2. Portaiden minimileveyden laskukaavat.	20
Taulukko 3. Kaidekoon korkeus.	25

KÄYTETYT LYHENTEET

FSS-koodi/FSS Code	Paloturvallisuuskoodi, joka ottaa kantaa pakotiejärjestelyyn ja paloturvallisuuteen. (<i>International Code for Fire Safety Systems</i>)
IMO	Kansainvälinen merenkulkujärjestö (<i>International maritime organisation</i>)
Kaaripalkki	Laipiossa oleva jäykiste
LA	Landing-alue
Laipio	Laivan rungon pituus- ja leveys suunnassa kulkeva tiloja erottava seinä
MVZ	Pääpalovyöhyke (<i>Main vertical zone</i>)
NLA	Nettolanding-alue
Skeletonmalli	Apuviiva, jolla muodostetaan ohjattavuus SolidWorks kokoonpanoon
Sketsi	Tarkoittaa piirtämistä SolidWorksissä
SOLAS	Kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä (<i>Safety of life at sea</i>)

1 JOHDANTO

Portaiden tehtävänä on, että niitä pitkin pystyy kulkemaan kansien välillä, mutta ne toimivat myös hätätilanteen sattuessa pakoteinä, joita pitkin kuljetaan pelastuslauttakannelle sekä kokoontumisasemille, ja tämä asia onkin yksi keskeisimmistä asioista, joita porrassuunnittelussa tulee huomioida. Risteilijäaluksissa jokaisella paloalueella (MVZ) on vähintään yksi pakotieportaikko. Pakotieportaikko voi olla yleiseen käyttöön tarkoitettu matkustajaportaikko tai miehistön käyttöön tarkoitettu huoltoportaikko. Paloalueiden määrä riippuu laivan koosta, esimerkiksi Viking Line Grace:lla paloalueita on viisi, Costa Smeraldalla niitä on seitsemän ja M/S Oasis of the Seas paloalueita on kahdeksan kappaletta. Matkustajaporrastorneja laivassa on yleensä 2–4 kappaletta. Porrastornit koostuvat kansien välisistä portaista ja laivoissa portaat nousevat aina alimmaiselta kannelta ylimpään kanteen.

Perussuunnittelusuunnittelu on aikaa vievää työtä, jota pitäisi koko ajan pyrkiä tekemään nopeammin ja kustannustehokkaammin sekä niin, että vältetään turhan työn tekemistä, mutta samalla vähentämään virhemarginaalien syntymistä. Parametrisen suunnittelun avulla voidaan yksinkertaisesti nopeuttaa varsinkin suunnittelun alkuvaiheessa suoritettavia työvaiheita.

Työssä otetaan huomioon kyselyt ja haastattelut, henkilökunnan tietotaito, aiemmat toimintatavat sekä Meyer Turku Oy:n sisäinen tietokanta, jotka ovat keskeisiä tiedon lähteitä.

Työn alussa käydään läpi porrassuunnittelun sääntöjä laivateollisuudessa. Seuraavassa luvussa kerrotaan, miten porrassuunnittelu on toteutettu tähän mennessä. Tämän jälkeen kuvataan, työssä käytettävistä työkaluista sekä miten itse porrassuunnittelun parametrit, parametrisen mallin käyttöliittymä sekä niiden ohjeet tehdään. Viimeiseksi esitellään työn merkitys kohdeyritykselle.

1.1 Työn tavoitteet

Työ suoritetaan toimeksiantona Meyer Turku Oy:n sisustusosastolle. Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoitus on kehittää, nopeuttaa ja samalla tehdä kustannustehokkaammin miehistö- ja pakotieportaiden suunnittelua käyttäen hyväksi SolidWorks-3D-suunnitteluohjelman parametrissa ominaisuutta. Tavoitteena on, että mittoja voidaan muunnella parametrisesti pelkästään Excel-taulukkoa hyväksi käyttäen ja saada ohjelmoitua työ niin, että se on helposti siirrettävissä mahdolliseen uuteen suunnitteluohjelmistoon tulevaisuudessa. Tarkoituksena on myös saada Excel-käyttöliittymästä visuaalisesti toimiva sekä helppokäyttöinen, jotta sitä voisi käyttää kuka tahansa ilman, että tuntee kunnolla SolidWorks-ohjelmistoa, ja tämän vuoksi sille luodaan myös käyttöohjeet suomeksi sekä englanniksi.

1.2 Meyer Turku Oy

1 700 henkilöä työllistävä Meyer Turku Oy sijaitsee Turussa, ja sen omistaa saksalainen perheyhtiö Meyer Werft. Yhdessä kahden saksalaisen sisartelakkansa, Papenburgissa olevan Meyer Werftin ja Rostockissa sijaitsevan Neptun Werftin, kanssa Meyer Turku Oy on yksi maailman johtavista risteilyalusten rakentajista. Turun telakan sisaryhtiönä toimii Piikkio Works Oy, joka tarjoaa hyttiratkaisuja risteilyaluksiin. Vuonna 1737 perustetun telakan nykyisenä toimitusjohtajana toimii Jan Meyer. Turun telakka on rakentanut vuosien varrella yli 1 300 uutta alusta asiakkailleen ympäri maailmaa, ja tällä hetkellä Meyer Turku Oy rakentaa kahta risteilijää TUI Cruises -varustamolle ja tilauksessa on kaksi risteilyalusta Costa Crociere -varustamolle sekä kaksi Carnival Corporation -varustamolle. (Meyer Turku Oy 2017a.)

Meyer Turku Oy on erikoistunut rakentamaan hyvin monimutkaisia, ympäristöystävällisiä ja innovatiivisia risteilyaluksia, matkustaja-autolauttoja sekä erikoisaluksia. Turun telakka on tunnettu siitä, että alukset ovat alan turvallisimpia, ympäristöystävällisimpiä, energiatehokkaimpia, viihtyisimpiä sekä luotettavimpia. Moni uusi innovaatio on saanut alkunsa Turun telakalta, kuten ensimmäinen dieselsähköllä toimiva risteilyalus sekä maailman ensimmäinen suuri matkustaja-alus, joka käyttää polttoaineena nesteytettyä maakaasua (Viking Grace). Tulevaisuudessa kilpailu risteilyalusten valmistuksessa kovenee, joten sekä työtä että suunnittelua joudutaan koventamaan kaikilla osa-alueilla. (Meyer Turku Oy 2017b.)

2 PORRASSUNNITTELUN SÄÄNNÖT LAIVATEOLLISUUDESSA

Portaita suunniteltaessa on huomioitava monia eri sääntöjä, joita tulee noudattaa. Sääntöjen tarkoitus on taata ihmisten turvallisuus, varsinkin evakuoitumistilanteessa, joten monet säännöt käsittelevät pakotiejärjestelyjä, jotta portaat olisivat turvalliset ja järkevään paikkaan sijoitettu.

Sääntöjä ovat muun muassa projektikohtaiset säännöt, jotka saattavat muuttua laiva-kohtaisesti riippuen siitä, mitä tilaaja haluaa. Luokitussääntöjä ovat SOLAS, sekä paloturvallisuuskoodi eli FSS Code, jotka määräävät pakotiejärjestelyn ja paloturvallisuuden vaatimuksia. Lippuviranomaisten säännöt, jossa noudatetaan sen maan viranomaisten merenkulkuun ja meriturvallisuuteen liittyviä asetuksia, johon maahan varustamo päättää laivansa rekisteröidä. Esimerkiksi Costa Smeraldan rekisteröidään Italian lipun alle, joten sen on noudatettava Italian merenkulkuun ja meriturvallisuuteen liittyviä sääntöjä. ADA-säännöt ottavat kantaa liikuntarajoitteisten henkilöiden liikkumisen järjestämiseen yleisissä tiloissa (rampit, askeleet, kulkuleveydet, kaiteet yms.), mutta pakotieportaita ei tehdä näiden sääntöjen mukaan. Sääntöjen lisäksi portaista halutaan myös mahdollisimman mukavat käyttää eli ergonomiset, ja tässä sovelletaan yleisiä porrassuunnittelun sääntöjä. Opinnäytetyössä keskitytään porrassuunnittelun yleisiin sääntöihin sekä SOLAS:n ja FSS Coden määrittämiin sääntöihin miehistö- ja matkustajaportaissa, koska ne ovat muuttumattomia sääntöjä, joita on pakko noudattaa laivatyyppistä tai projektista riippumatta.

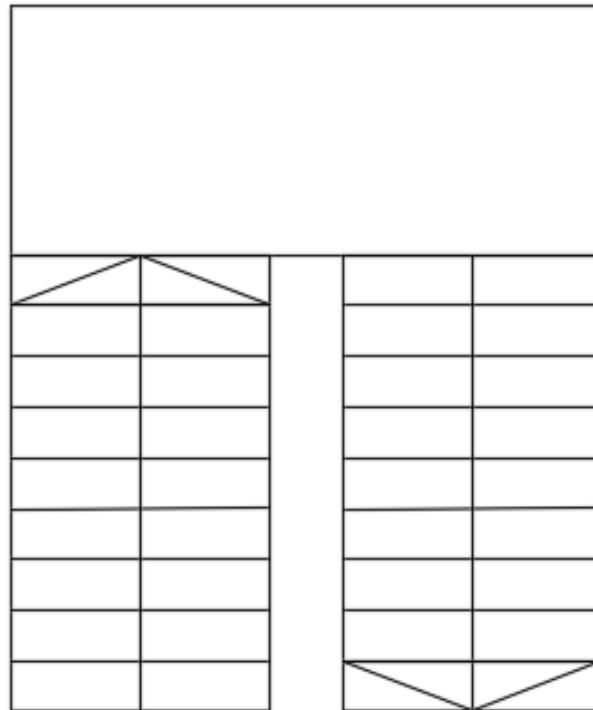
2.1 Porrassuunnittelun perusvaatimukset

Portaat tulee suunnitella ja rakentaa niin, että ne ovat helppokulkuiset ja turvalliset huomioiden samalla, että niitä on mukava käyttää, eli portaan askeleen nousun ja etenemän mitat ovat järkeviä. Portaiden tulee olla riittävän väljät ja tarkoitukseensa soveltuvat. (Rakennustieto Oy 2011, 4.)

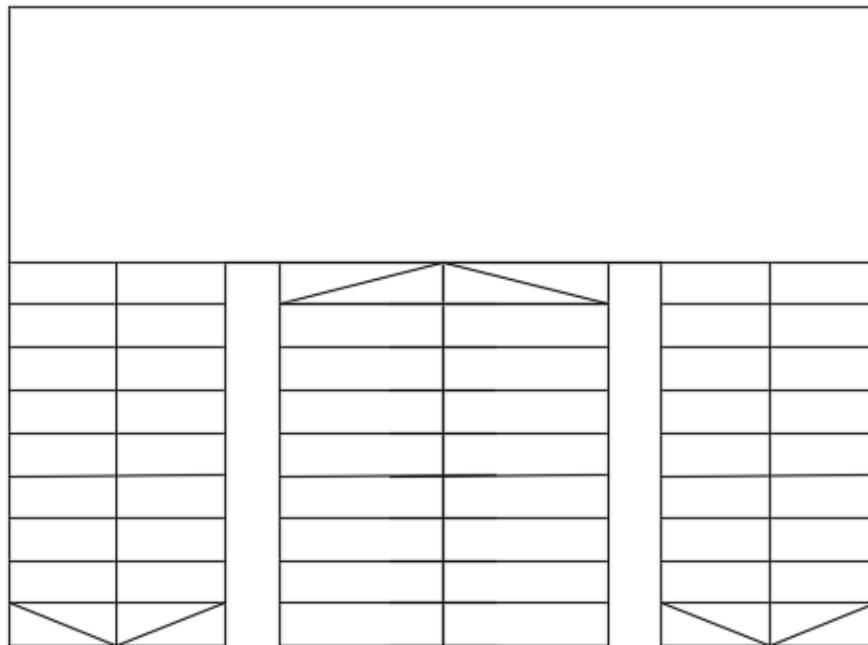
Kierreporras ei sääntöjen mukaan käyttömukavuudeltaan sovellu pääportaaksi, vaan matkustaja- ja miehistötiloissa tulisi suosia lepotasolla varustettua suorasivuista kaksisyöksyistä suoraporrasta (Kuva 1) ja suorasivuista kolmisyöksyistä suoraporrasrat-

kaisuja (Kuva 2). Kaksisyöksyinen suora porras voidaan suunnitella tiloihin, jossa portaanleveys eli pakotieleveys ei ylitä 1 800 mm. Jos pakotieleveys ylittää 1 800 mm, tulee tällöin suunnitella kolmisyöksyinen suora porras (Teemu Kankaanpää, 20.2.2018; Rakennustieto Oy 2011,7).

Poistumisalueella olevan kulkureitin tulee olla riittävän väljä ja helppokulkuinen. (Rakennustieto Oy 2011, 4.)



Kuva 1. Suorasivuinen kaksisyöksyinen suora porras.



Kuva 2. Suorasivuinen kolmisyöksyinen suora porras.

Portaat tulee sijoittaa A-luokan laipioista rakennetun alueen sisälle, jossa olevien aukkojen on oltava helposti suljettavissa, paitsi jos portaikko on suunniteltu yhdistämään ainoastaan yhtä kansiväliä ja se on toiselta kannelta suojattu palolaipioin tai automaattisesti sulkeutuvien ovien. Toinen poikkeus on, että portaikko voidaan sijoittaa avoimeen julkiseen tilaan, mikäli se on kyseisessä tilassa kokonaan rajapintojen sisäpuolella (SOLAS Ch. 2-2 Reg. 9.2.2.5.1).

Portaikot ja tikkaat on järjestettävä niin, että niitä voidaan käyttää pakotiereitteinä matkustajien ja henkilökunnan majoitustiloista sekä henkilökunnan työskentelytiloista. Portaiden ja tikkaiden tulee johtaa suoraan tai suojattua sisäreittä pitkin pelastuslautta- tai kokoontumiskannelle (SOLAS Ch. 2-2 Reg 13.3.1.1).

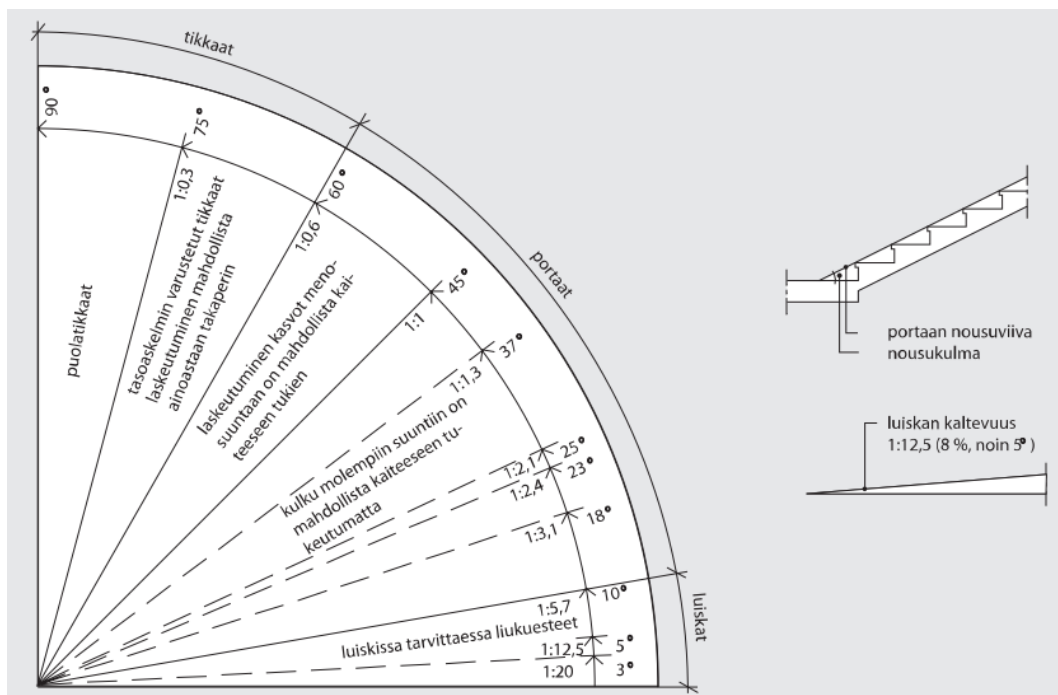
Kaikki portaat majoitus- ja palvelutiloissa sekä valvonta-asemissa on oltava teräsrakenteisia, paitsi jos rakentamista valvova viranomainen on hyväksynyt muun teräksen tärkeimmiltä ominaisuuksilta vastaavan materiaalin käytön. (SOLAS Ch.2-2 Reg 13.3.1.3.)

Kaikki yli 90 henkilölle suunnitellut portaat on kohdistettava etu- ja takaosaan laivan pituussuunnassa. (FSS Code Ch. 13.2.2.2.)

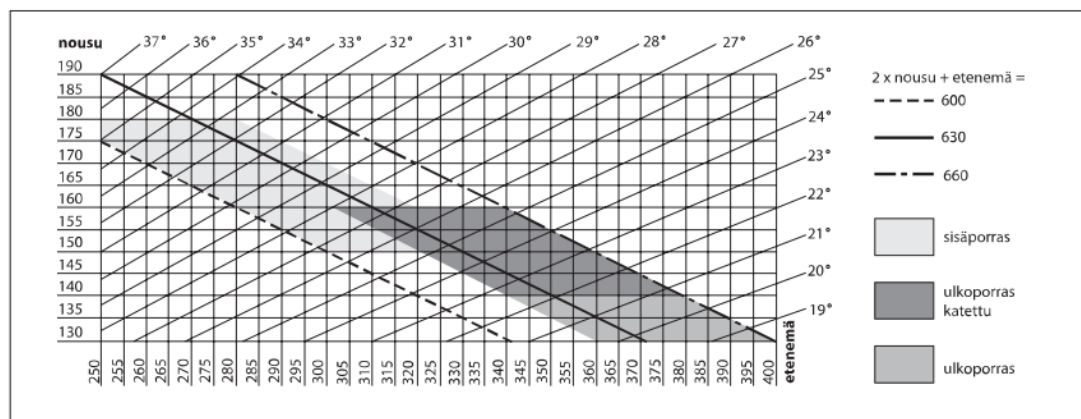
2.2 Portaiden mitoitus

2.2.1 Kaltevuus

Portaiden kaltevuus voidaan ilmoittaa nousun ja etenemän suhteena tai nousukulmana (Kuva 3). Eri nousukulmien mukainen askelman nousu ja etenemä saadaan kuvassa 4 olevilta tummennetuilta alueilta. (Rakennustieto Oy 2011, 4.)



Kuva 3. Luiskien, portaiden ja tikkaiden kaltevuudet (Rakennustieto Oy 2011).



Kuva 4. Luiskien ja portaiden kaltevuudet erikorkuisten nousujen ja eripituisten etene-
mien mukaan (Rakennustieto Oy 2011).

2.2.2 Askelman etenemän ja nousun mitoitus

Mitoitus voidaan tehdä eri tavoilla riippuen rakennustavasta ja mitä asiakas haluaa. Esimerkiksi jos asiakas haluaa, että portaat tulee olla mahdollisimman mukavat käyttää eli ergonomiset, voidaan mitoituksessa panostaa comfort factoriin, eli mukavuuskertoi-
meen, jonka optimi luku on 630mm. Portaan askeleen etenemä, nousu sekä nousu-
kulma suunnitellaan siis tämän optimi luvun ympärille (T. Kankaanpää, henkilökohtai-
nen tiedonanto 30.1.2018).

Toinen tapa on, että halutaan tietty vakiokulma portaille, tällöin askeleen etenemä sekä
nousu on säädettävä siten, nousun ja etenemän ergonominen arvo on lähellä 630mm
(T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 30.1.2018).

Mitoitus voidaan tehdä myös valitsemalla vakioetenemä, kuten Meyer Werft tekee. Täl-
löin portaan askeleen etenemä on vakio ja nousukulma sekä askeleen nousu lasketaan
etenemän ympärille (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 30.1.2018).

Mitoitukseen vaikuttaa myös tila, joka on varattu portaille. Matkustajaportaat ovat ylei-
sesti loivemmat ja mukavakäyttöisemmät kuin miehistöportaavat, mutta myös miehistö-
portaissa tulee ottaa huomioon, että ne täyttävät FSS Coden ja SOLAS:n laatimat tur-
vallisuusmääräykset (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 30.1.2018).

Portaiden yksittäisen askelman nousuksi suositellaan noin 170–190 mm, mutta se ei
saa olla alle 150 mm, eikä yli 200 mm. Etenemäksi suositellaan noin 280 mm eikä se
saa olla pienempi kuin 270 mm tai ylittää 300 mm. Askelmanousut suunnitellaan sa-
mankorkuisiksi kaikissa portaan askelmissa, mutta mahdollisen heiton sattuesssa, val-
miiden portaiden asennustoleranssi kerrosvälillä saa olla enintään 7 mm, ja se sijoite-
taan alimpaan nousuun (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 1.2.2018; Ra-
kennustieto Oy 2011, 4–5).

Suunnittelijan pitää portaita mitoitettaessa valita itse, mitkä arvot haluaa ottaa yksittäi-
sen portaan nousulle sekä etenemälle, ja tämän jälkeen mitoittaa porras. Arvojen valit-
seminen vaatii kokeilua ja kokemuksen myötä oppii valitsemaan sopivat mitat. On ole-
massa myös taulukoita, esimerkkinä taulukko 1, joista nähdään eri vaihtoehtoja nousun
ja etenemän mitoille erikorkuisille kansille. Taulukkoa ei voi vain soveltaa kaikissa ta-
pauksissa, koska portaille varattu tila voi olla pienempi, mitä taulukon mitat vaatisivat.
Tällöin suunnittelijan on valittava, minkä näistä tärkeistä ominaisuuksista jättää toisar-

voiseksi (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 30.1.2018; Rakennustieto Oy 2011, 4).

Taulukko 1. Esimerkkejä eri kerroskorkeuksille laskettujen portaiden nousuista ja etenemistä sekä portaiden kaltevuuksista asteina (Rakennustieto Oy 2011).

kerroskorkeus mm	nousu kpl	nousu mm	etenemä mm	kaltevuus asteina
2800	16	175,0	270...290	33...31
	17	164,7	270...310	31...28
	18	155,5	289...329	28...25
3000	17	176,4	270...287	33...32
	18	166,6	270...307	32...29
	19	157,9	284...324	29...26
	20	150,0	300...304	27...24
3200	18	177,7	270...284	33...32
	19	168,4	270...303	32...29
	20	160,0	280...320	30...27
	21	152,4	295...335	27...25
3400	19	178,9	270...282	34...32
	20	170,0	270...300	32...30
	21	161,9	276...316	30...27
	22	154,5	291...331	28...25
3600	20	180,0	270...280	34...33
	21	171,4	270...297	32...30
	22	163,6	273...313	31...28
	23	156,6	287...327	29...26
3800	22	172,7	270...295	33...30
	23	165,2	270...310	32...28
	24	158,3	283...323	29...26
4000	23	173,9	270...292	33...31
	24	166,6	270...307	32...29
	25	160,0	280...320	30...27
	26	153,8	292...332	28...25
4200	24	175,0	270...290	33...31
	25	168,0	270...304	32...29
	26	161,5	277...317	30...27
	27	155,5	289...329	28...25
4400	25	176,0	270...288	33...31
	26	169,2	270...302	32...29
	27	162,9	274...314	31...27
	28	157,1	286...326	29...26
4600	26	176,9	270...286	33...31
	27	170,3	270...299	32...30
	28	164,8	270...310	31...28
	29	158,6	283...323	30...26
4800	27	176,9	270...286	33...31
	28	171,4	270...297	32...30
	29	165,5	270...309	31...29
	30	160,0	280...320	30...28
5000	28	178,6	270...283	33...32
	29	172,4	270...295	32...30
	30	166,6	270...305	31...28
	31	161,3	275...315	30...27
5200	29	179,3	270...281	34...32
	30	173,3	270...293	33...31
	31	167,7	270...305	32...29
	32	162,5	275...315	31...27

Seuraavaksi esitellään kaksi erilaista Meyer Turun käyttämää mitoitustapaa:

Kun halutaan panostaa käyttömukavuuteen eli ergonomiaan, portaat mitoitetaan seuraavalla tavalla: Mitoitus voidaan toteuttaa, kun tiedetään kansivälin kokonaiskorkeus, joka voi tässä tapauksessa olla 3 000 mm. Mitoitus aloitetaan jakamalla kansivälin korkeudesta yksittäisen askeleen nousulla, jolloin saadaan selville askelten lukumäärä. Yksittäisen askeleen nousuksi valitaan 176 mm, jolloin 3 000 mm jaettuna 176 mm saadaan tulokseksi 17,0454. Tulos pyöristetään lähimpään tasalukuun, eli askeleita tulee portaalle yhteensä 17 kappaletta. Näistä 17 portaasta yksi on lepotaso, eli varsinaisia portaita tulee siis 16 kappaletta. Jotta jokaisesta askeleesta saadaan samankorkeiset, pitää kansikorkeus (3 000 mm) jakaa portaiden lukumäärällä (17), jolloin tuloksesi saadaan tarkka mitta yksittäisen askeleen nousulle, joka on nyt siis 176,47 mm. Tämän jälkeen suunnittelija valitsee haluamansa askeleen etenemän, joka voisi tässä tapauksessa olla 280 mm. Nyt voidaan laskea kuvan 5 kaavaan mukaisesti, menevätkö portaat Comfort Factoryn alueelle, joka on 620–640 mm ja jossa ihannearvo on 630 mm.

Nousun ja etenemän mitoittamisen lähtökohtana voidaan käyttää seuraavaa kaavaa:

$$2 \times \text{nousu} + \text{etenemä} = 630 \text{ mm}$$

Kaavaa on sovellettu seuraavin toleranssein

$$\begin{array}{rcl}
 & +10 & \\
 630 \text{ mm} & & = 620 \dots 640 \text{ mm} \\
 & -10 &
 \end{array}$$

Kuva 5. Comfort factor -kaava.

Kaavan mukaan laskettuna $176,47 \times 2 + 280 = 632,94$ eli Comfort factory on portaissa erinomainen (Taunton Press 2004, 6–7; Spence 2000, 24).

Portaat voidaan mitoittaa myös toisella tavalla, eli jos portaille on annettu jokin tietty vakiokulma, esimerkiksi 32 astetta ja kannen korkeus on 3 000 mm, niin nousu saadaan laskettua kuten edellisessä esimerkissä, eli nousu on tässäkin tapauksessa 176,47 mm. Tämän jälkeen lasketaan askeleen etenemä trigonometrisella kaavalla.

$\tan 32^\circ = 176,47/x$, jolloin etenemäksi saadaan 266,97 mm. Kuva 1 kaavan mukaan laskettuna comfort factory on 620 mm eli portaat ovat myös mukavat käyttää (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 18.12.2017).

2.2.3 Porraskaskelman, lepotason ja porrastasanteen vaatimukset

Portaiden on oltava vähintään 900 mm leveydeltään ja portaiden vähimmäisleveyttä on kasvatettava 10 mm:llä, jokaista 90:ä ylittävää henkilöä kohden. Evakuoitavien ihmisten kokonaismäärä portaissa on oletettu olevan 2/3 miehistöstä sekä kaikki matkustajat kyseiseltä alueelta, joille portaikko on tarkoitettu. (FSS Code Ch. 13.2.1.1.)

SOLAS:n Ch 2-2 Reg 13.3.2 mukaan miehistöportaissa portaiden leveyden on oltava vähintään 800 mm ja niissä on oltava kaiteet molemmilla puolilla. SOLAS Ch 2-2 Reg 45.1.5 mukaan miehistöportaissa portaiden leveyden on oltava vähintään 700 mm ja niissä on oltava kaide toisella puolella. Näistä kahdesta mennään aina tiukemman tulokinnan mukaan.

Jos porraskaskel on 1 800 mm tai enemmän, niin kaiteet on oltava molemmin puolin porrasta. Portaiden nousukulma olisi hyvä olla 45 astetta, mutta enintään 50 astetta ja konetiloissa sekä pienissä tiloissa nousukulma saa olla enintään 60 astetta. (SOLAS Ch 2-2 Reg 45.1.5.)

Portaiden leveys ei saa kaventua evakuoitumisreitillä, kun mennään kohti kokoontumistilaa eli pelastuslautta kannelle. Esimerkiksi, jos kokoontumistila sijaitsee kannella viisi, niin portaiden leveys esimerkiksi kannelta kymmenen lähettäessä alaspäin pitää suurentua kunkin kannen kohdalla sen mukaan, jota kyseiseltä kannelta odotetaan ihmisiä tulevan portaille (FSS Code Ch. 13.2.1.3).

Kaksisyöksyisten suorien portaiden suurin sallittu leveys kahden kaiteen välillä saa olla enintään 1 800 mm. (FSS Code Ch. 13.2.2.1.)

Portaat eivät saa ylittää 3,5 m pystysuoraa nousua ilman lepotasoa sekä ne eivät saa kaltevuudeltaan ylittää 45 asteen kulmaa. (FSS Code Ch. 13.2.2.3.)

Porrastasanteen (landing-alue) pienin pinta-ala saa olla 2 m² ja sitä tulee kasvattaa 1 m² jokaista kymmentä henkilöä kohden, joka ylittää 20 henkilöä. Porrastasanteiden ei tarvitse kuitenkaan ylittää 16 m² paitsi sellaisilla aluilla, jotka palvelevat yleisiä alueita ja joista on suora yhteys portaikkoon. (FSS Code Ch.13.2.2.4.)

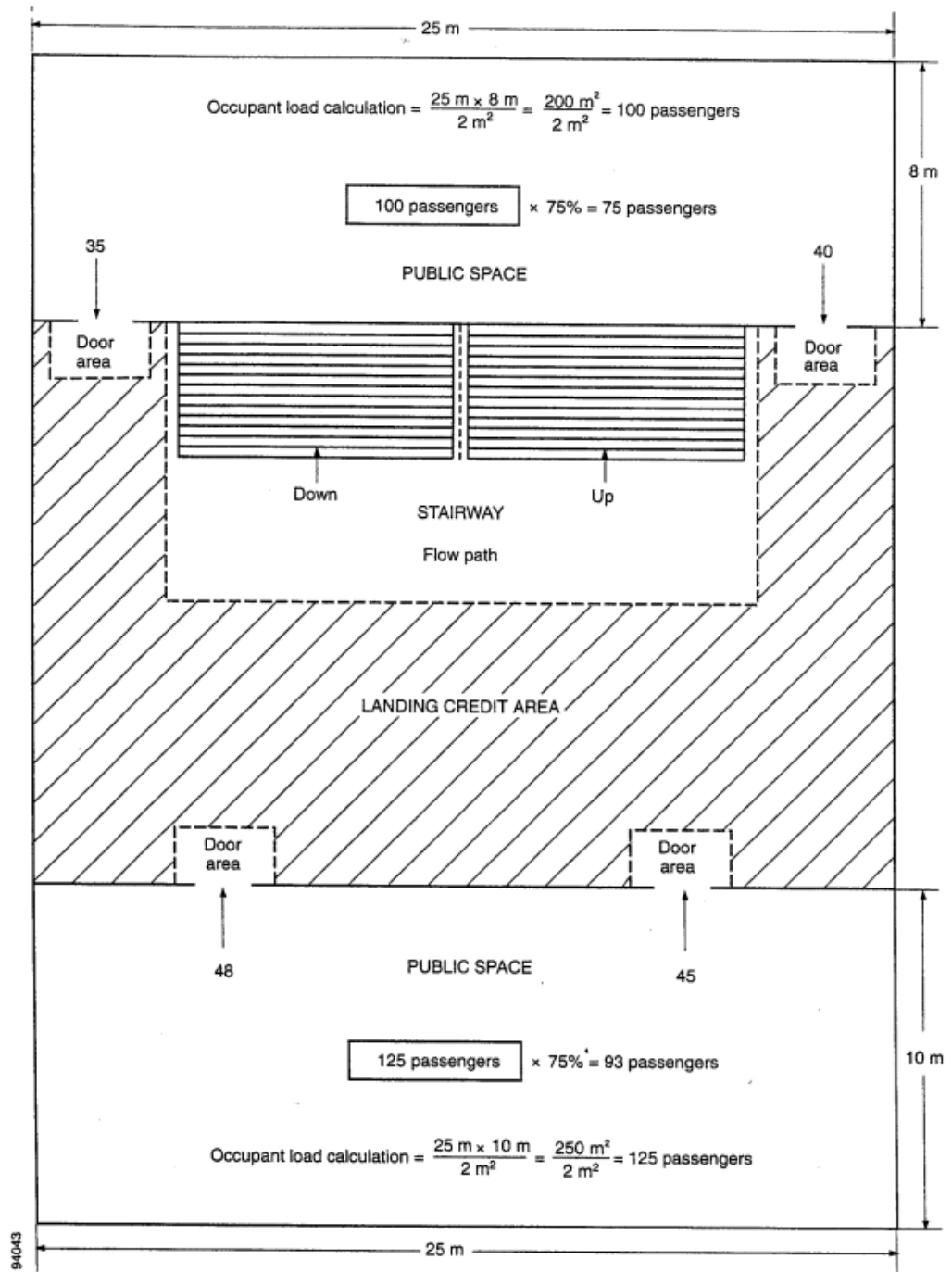
Portaiden hätäpoistumisovien yhteenlaskettu leveys kokoontumisalueilla ei saa olla pienempi kuin kyseisen kannen portaiden yhteenlaskettu leveys. (FSS Code Ch. 13.2.3.2.)

2.2.4 Portaiden pakotielaskelmat

Portaiden laskelmien tulee perustua sekä työntekijöiden että matkustajien määrän mukaan jokaiselle kannelle. Suunnittelijan pitää laskuja tehdessään ottaa huomioon matkustajien ja henkilökunnan majoitukset, palvelutilat, ohjaustilat sekä myös konetilat. Laskennan tarkoituksena on määrittää maksimi kapasiteetti yleisiin tiloihin laskien se joko istuinten määrän mukaan tai jakamalla kannen pinta-ala niin, että jokaista henkilö kohden on kahden neliönmetrin tila. (FSS Code Ch. 13.2.1.2.1.4-)

Pakotien pinta-ala ja leveys lasketaan niiden henkilöiden kokonaislukumäärällä, joiden oletetaan pakenevan portaiden, oviaukkojen käytävien ja porrastasanteiden kautta (Kuva 6). Laskelmat pitää tehdä sekä yö- että päiväkäyttöä ajatellen. Valitut mitat poistumisreitien osa-alueille ei saa olla pienempiä, kuin tapaukselle määrätty suurin mitta. (FSS Code Ch. 13.2.1.2.2.2.)

1. Yö aikana kaikkien matkustajien oletetaan olevan hyteissä ja hytit ovat täyteen varattuja. Henkilökunnasta 2/3 oletetaan olevan majoitustiloissaan ja 1/3 oletetaan olevan palvelutiloissa.
2. Päivä aikaan Matkustajista 3/4 ja henkilökunnasta 1/3 oletetaan olevan julkisilla alueilla ja henkilökunnasta 1/3 oletetaan olevan makuutiloissa.



Kuva 6. Esimerkki pakoreittä käyttävien matkustaja määrän laskennasta (FSS Code).

Taulukossa 2 esitettyjen kaavojen avulla voidaan laskea portaiden vaativa minimileveys sillä perustella montako kantta se palvelee. Kyseisillä laskuilla pyritään estämään, että mihinkään ei synny pullonkaulaa, vaan mahdollistetaan evakuointi tilanteessa ihmisten tasainen virtaus sekä ylä- että alakansilta pelastuslautta kannelle (Kuvat 7 ja 8) (FSS Code Ch. 13.2.1.2.2).

Taulukko 2. Portaiden minimileveyden laskukaavat.

Kannet, joita portaikko palvelee (kpl)	Portaan minimileveys (mm)
2	$W = (N1 + N2) \times 10\text{mm}$
3	$W = (N1 + N2 + 0.5 \times N3) \times 10\text{mm}$
4 tai useampi	$W = (N1+N2+0.5 \times N3 + 0.25 \times N4) \times 10\text{mm}$

- W = Kaiteiden välissä oleva portaan vapaa minimileveys.

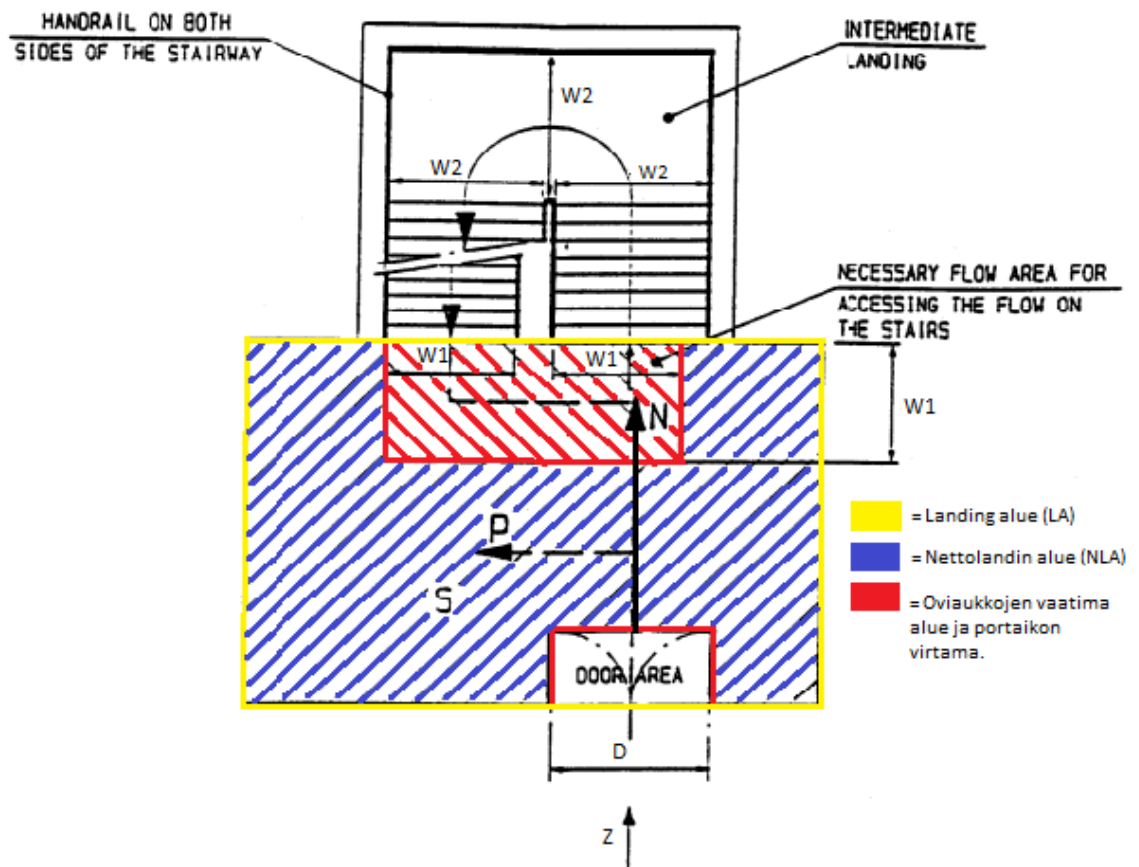
Jos portaikossa on landing-alue (S), niin voidaan siitä pienentää henkilömäärän P verran kokonaishenkilömäärästä Z.

- Z = Kokonaishenkilömäärä, joiden oletetaan käyttävän kyseistä porrasta evakuointiin kyseiseltä kannelta.
- P = Väliaikaisten poistumista olevien henkilöiden lukumäärä, joiden katsotaan käyttävän kyseistä lepotasoa evakuoinnissa.

$$P = S \times 3,0 \frac{\text{Henkilöä}}{\text{m}^2} \text{ ja maksimissaan } P_{\text{max}} = 0,25Z$$

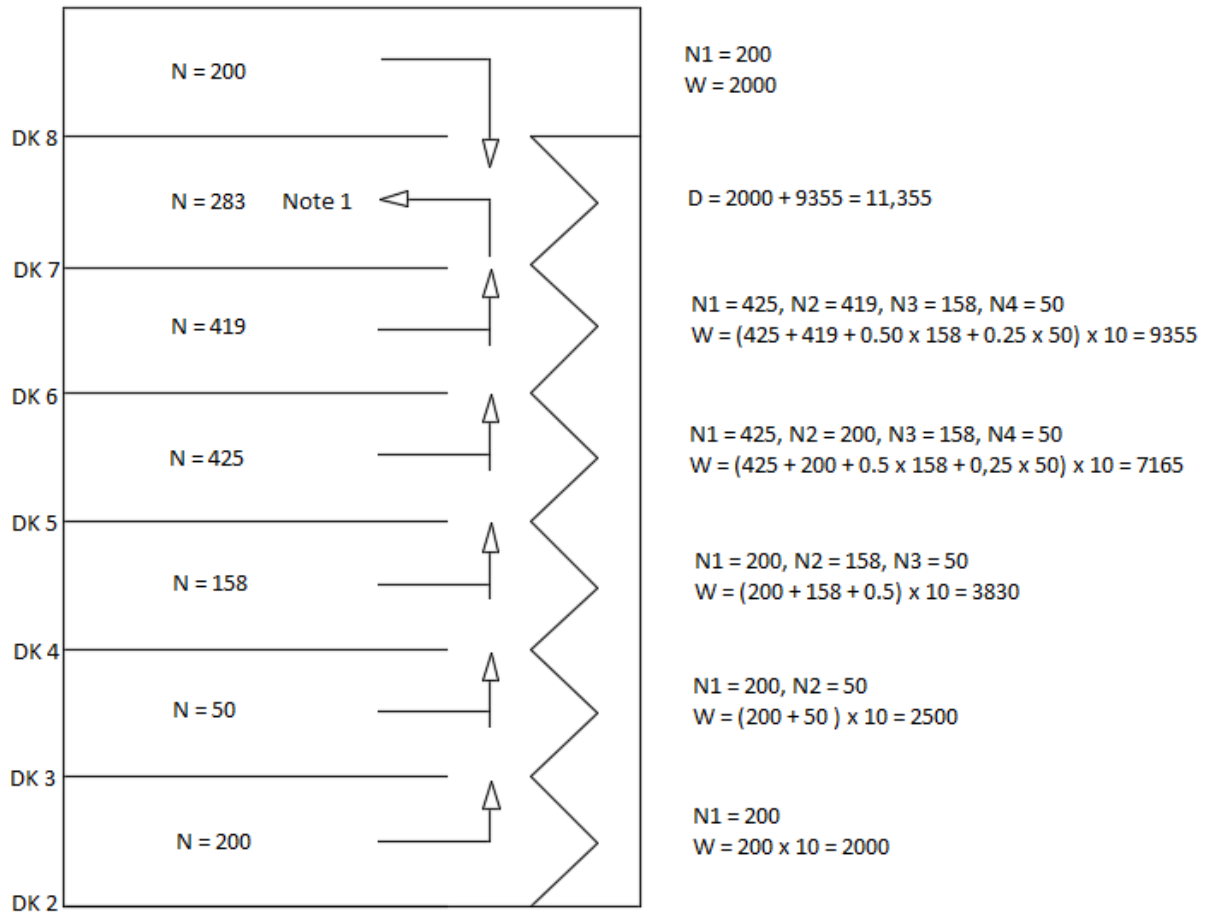
Saatu tulos pyöristetään lähimpään kokonaislukuun.

- S = Landing-alueen nettopinta-ala (m²) eli nettolanding-alue (NLA). Lasketaan vähentämällä porrastasanteen landing-alueesta (LA), ovien aukaisemisen vievä alue D, sekä portaan pakotieleveys W1 (Kuva 7).
- N = Henkilöiden kokonaismäärä peräkkäisiltä kansilta, joiden oletetaan käyttävän kyseistä porrasta. Aivan ylimmäisiltä ja aivan alimmaisilta kansilta tulee vähemmän henkilöitä, kuin keskimmaisista kansista; N1 on porrastasanteesta, josta tulee suurin ihmismäärä, N2 on porrastasanteesta, johon syntyy seuraavaksi suurin ihmismäärä ja niin edelleen aina N3 ja N4 asti. $N1 > N2 > N3 > N4$. (Kuva 8). (FSS Code Ch.13.2.1.2.2.1.)



Kuva 7. Landing-alueet (FSS Code).

Porrastasanne muodostuu landing- ja nettolanding-alueesta (Kuva 7). Nämä tulee aina esittää perussuunnitteluvaiheessa sisustusosaston portaikkopiirustuksissa. Pakotielaskelmista tarkastetaan, että täyttävätkö ne alueiden vaatimukset. Portaikon virtaamassa $W1$ sekä lepotasolla $W2$ tulee aina olla vähintään sama leveys kuin mitä porraskorkeus on, jotta siihen ei synny pullonkaulaa (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 1.2.2018).

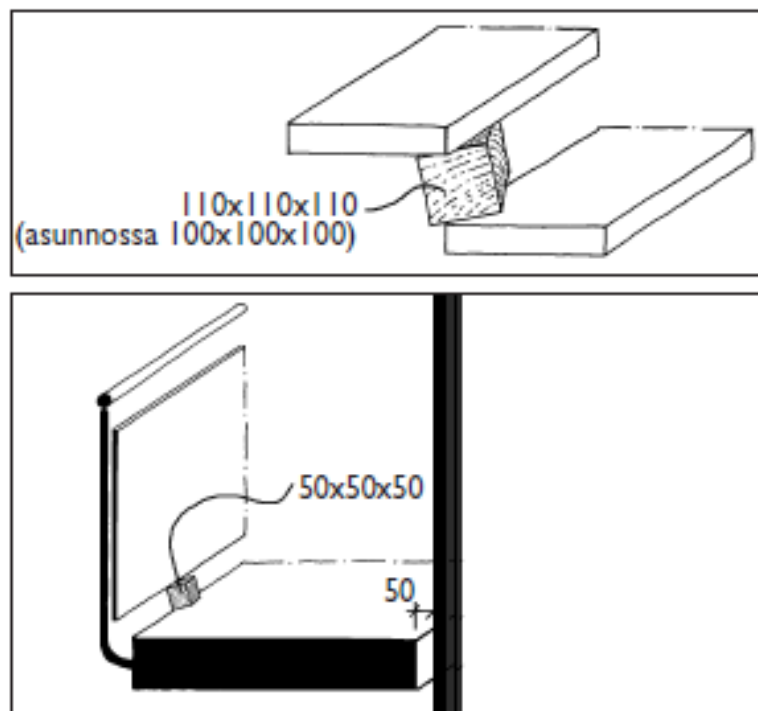


Kuva 8. Esimerkki minimiporrasleveyden laskusta (FSS Code).

2.3 Kuutiosääntö

Portaille ja kaiteille on olemassa ns. kuutiosääntö, joka on maarakennuksessa sovellettava sääntö. Sen tarkoituksena on parantaa turvallisuutta ja estää esimerkiksi lasta tunkemasta päätään portaiden tai kaiteiden eri rakoihin.

Kuvassa 9 esitellään portaille määrättyjä turvamittoja. Porrassyöksyn ja välitasanteen seinän sekä sivupinnan välistä ei saa mahtua yli 50 mm:n mittainen kuutio. Suurempi aukko edellyttää kaidetta tai muuta suojarakennetta. Portaiden avoaskelmien välistä ei saa mahtua läpi särmältään yli 110 mm:n mittainen kuutio. (Rakennustieto Oy 2011, 6; F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 4.)

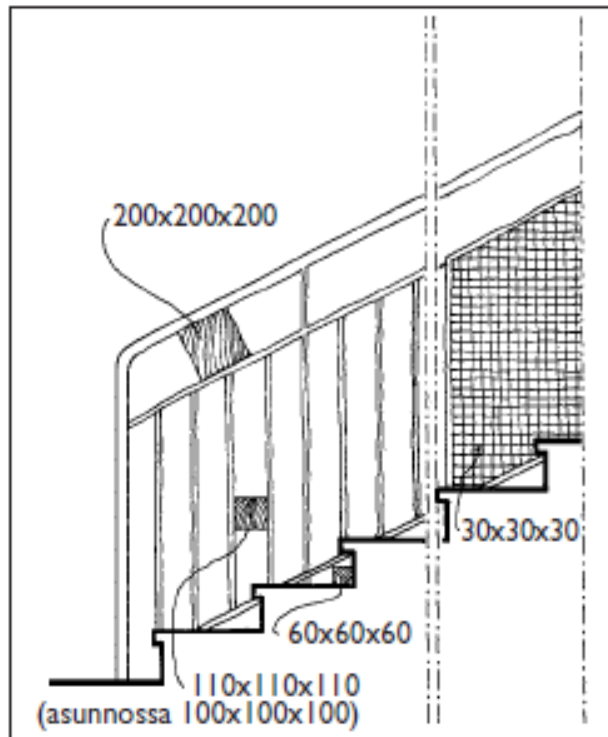


Kuva 9. Portaan kuutiosääntö (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Jos kaiteen suojaavassa osassa on ainoastaan pystyrakenteita, sen aukosta saa mahtua särmältäään enintään 110 mm:n mittainen kuutio ja muunlaisen suojaavan osan aukoista enintään 30 mm: mittainen kuutio, kuten kuvasta 10 on huomattavissa. (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 7.)

Kaiteen yläreunan ja suojaavan osan välistä saa mahtua särmältään enintään 200 mm:n mittainen kuutio, kuten kuvasta 10 on nähtävissä. (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 7.)

Kaiteen suojaavanosan alareunan ja lepotason tai askelman yläpinnan välistä saa mahtua särmältään enintään 60 mm:n mittainen kuutio, kuten kuvassa 10 on esitetty. (Rakennustieto Oy, 10; F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 7.)



Kuva 10. Kaiteiden kuutiosääntö (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

2.4 Kaiteet ja käsijohteet

Kaikkien portaiden molemmille sivuille on asennettava koko pituudelle helppokäyttöiset sekä turvalliset käsijohteet ja niiden tulee jatkua yhtenäisinä myös lepotason osuudella. Käsijohteet tulee olla mitoitettu niin, että niistä saa tukevan otteen ja niiden päät on muotoiltava turvalliseksi. (Rakennustieto Oy 2011, 10.)

Portaiden molemmat puolet tulee olla varusteltu kaiteilla, ja kaksisyöksyisissä suorissa porrastyypeissä suurin sallittu leveys kahden kaiteen välillä saa olla 1 800 mm. (FSS Code Ch. 13.2.2.1.)

Miehistö- ja matkustajaportaiden kaiteiden sekä käsijohteiden putken halkaisijan tulisi olla 40–50 mm ja sen tulee olla saumatonta. Materiaaleista ruostumaton teräs tai maalattu teräs ovat erinomaisia vaihtoehtoja näiden helpon puhdistettavuuden vuoksi, sillä kaiteet ja käsijohteet keräävät suuria määriä bakteereja ihmisten kosketuksesta (Väisänen Timo, 13.2.2018; IMO MSC/Circ.735,10).

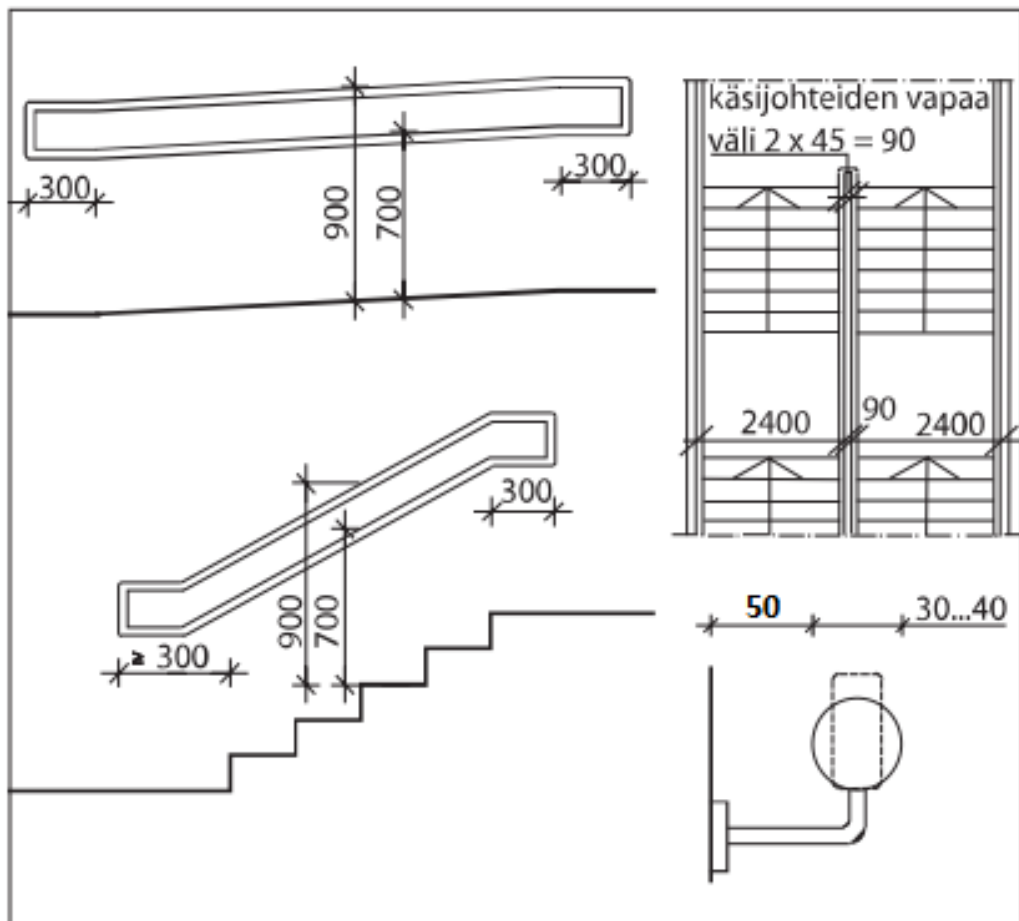
Kaiteiden ja käsijohteiden tulee kestää alaspäin vedettävää sekä käytävään päin vedettävää kuormaa 750 N/m (SOLAS CH. 2-2 Reg 13.7.3).

Portaiden ja lepotasojen käsijohde- ja kaidekorkeus on riippuvainen putouskorkeuden mukaan joka esitetään taulukossa 3. (Rakennustieto Oy 2011, 10.)

Taulukko 3. Kaidekoon korkeus.

Putoamisaukon syvyys S ja leveys L (mm)	Kaiteen koko korkeus (mm)	Suojaavan osan korkeus (mm)	Pystysuoran aukon vaakasuora väli (mm)
S enintään 3 000 tai L enintään 400	Vähintään 900	Vähintään 700	110
S yli 3 000 ja enintään 6000 tai L yli 400	Vähintään 1000	Vähintään 700	110
S yli 6 000	Vähintään 1 200	Vähintään 900	110

Kuten kuvasta 11 voidaan todeta, niin käsijohteet tuodaan 300 mm ohi porrassyöksen alkamis- ja päättymiskohdasta. IMO:n mukaan, käsijohteen etäisyys seinästä tulee olla vähintään 50 mm, mutta Meyer Turku Oy sopii aina tilaajan kanssa erikseen, mitä etäisyyttä tullaan noudattamaan. Esimerkiksi Costa Smeralda risteilijäaluksessa pitää vähimmäismittana käsijohteen ja seinän välillä olla 55 mm ja lisäksi asennusvälinä vähintään 100 mm, eli yhteensä 155 mm (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 23.1.2018; Rakennustieto Oy 2011, 10; IMO MSC/Circ.735, 10).



Kuva 11. Käsijohteen mitoitus (Rakennustieto Oy 2011).

3 PORTAIDEN NYKYINEN SUUNNITTELUTAPA

3.1 Porrastyypit

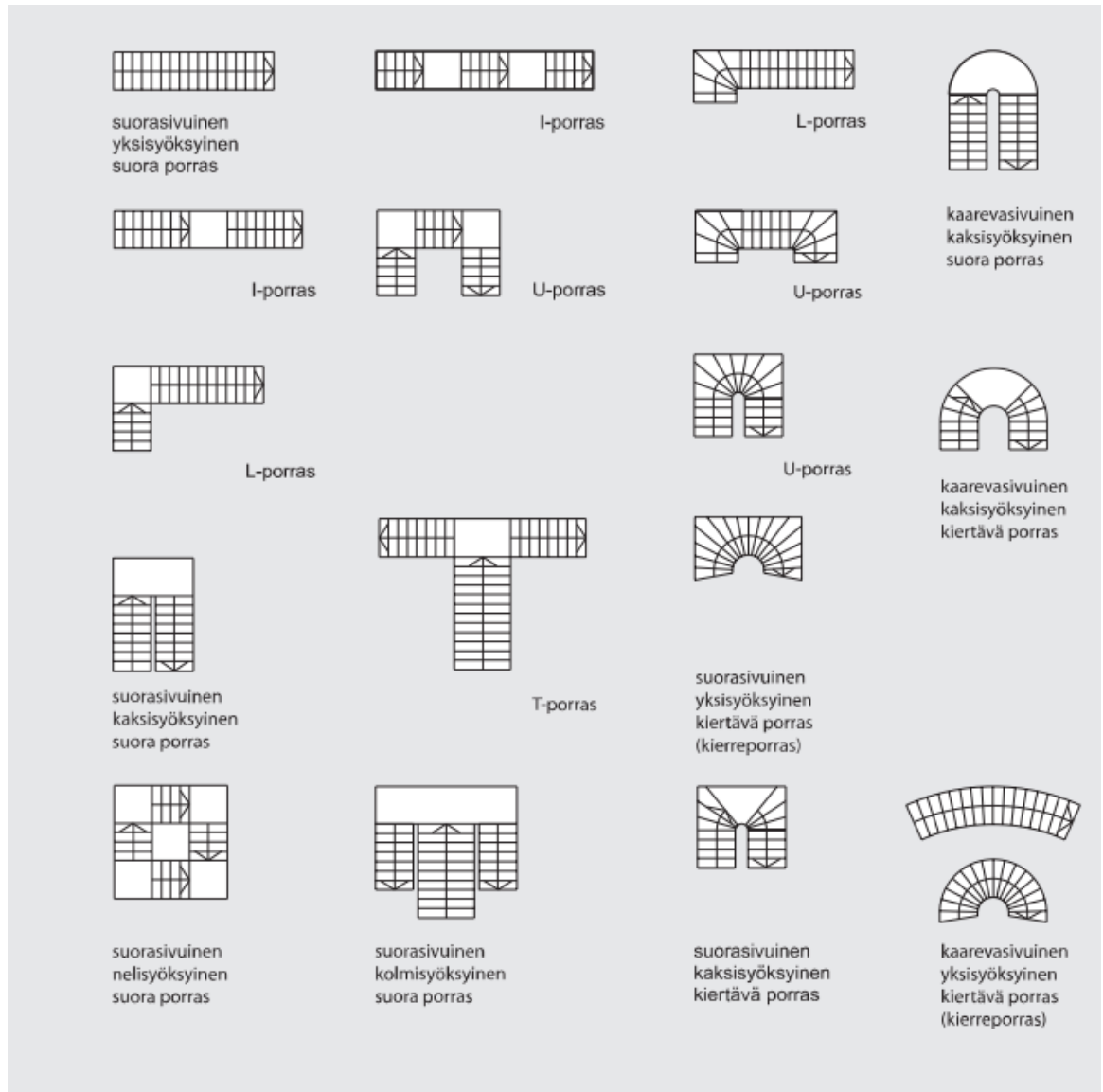
Kuvan 12 portaat voidaan jaotella kahteen ryhmään, suoriin ja kiertäviin porrastyypeihin, joista miehistö- ja pakotieportaissa käytetään suorasivuinen kaksisyösyinen suora porrastyyppiä sekä suorasivuinen kolmisyökyinen suora porrastyyppiä (Rakennustieto Oy 2011, 3).

Suoria porrastyyppejä ovat:

- Yksisyökyinen suora porras
- Kaksisyökyinen suora porras
- Kolmisyökyinen suora porras
- Kolmisyökyinen suora porras
- Nelisyökyinen suora porras
- Kaarevasivuinen kaksisyökyinen suora porras

Kiertäviä porrastyyppejä ovat:

- Suorasivuinen yksisyökyinen kiertävä porras
- Suorasivuinen kaksisyökyinen kiertävä porras
- Kaarevasivuinen kaksisyökyinen kiertävä porras
- Kaarevasivuinen yksisyökyinen kiertävä porras
- Kierreporras



Kuva 12. Porrastyytit (Rakennustieto Oy 2011).

3.2 Suunnittelun kulku

Miehistöportaiden suunnittelu alkaa projektikohtaisen suunnitelman eli vakiosuunnitelman selvittämisestä. Selvitettäviä asioita ovat:

- Kansiväli
- Porraskuilun koko
- Pakotievaatimukset
- Paloeristekaavio
- Melueristekaavio
- Yleisjärjestelykuva.

Kansiväli selvitetään, jotta tiedetään kuinka korkea porras tulee olla kansien välillä ja kuinka monta porrasta se vaatii. Kansiväli saadaan selvitettyä vähentämällä esimerkiksi kannen 7 korkeus kannen 6 korkeudesta. Kansien korkeudet lähtevät base line:sta eli pohjalinjasta, joka on arvoltaan siis nolla. Ennen vähennyslaskua pitää selvittää kunkin kannen paksuus, sillä jokainen kansi saattaa olla eri paksuinen. Tämän jälkeen selvitetään melueristys kaaviosta äänieristyksen paksuus sekä selvitetään tuleeko kansien päälle mahdollinen lattiamatto. Näiden kaikkien paksuus lisätään molempiin kansiin ja tämän jälkeen voidaan tehdä vähennyslasku (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 18.12.2017).

Kansiväli tiedettäessä, tiedetään samalla portaiden kokonaisuus. Kuten jo luvussa 2 mainittiin, yksittäisen askeleen nousu ei saa olla alle 150 mm eikä yli 200 mm ja etenemä ei saa olla pienempi kuin 270 mm tai ylittää 300 mm. Nyt suunnittelija voi katsoa taulukko 1. mukaan sopivan askel korkeuden, jonka jälkeen voidaan laskea porraskielten lukumäärä. Meyer Turku Oy käyttää porrassuunnittelussa määräävänä tekijänä vakio nousukulmaa, joka on 30–45 astetta, riippuen onko kyseessä matkustaja- vai miehistöporras. Kun tiedetään nousukulma sekä yksittäisen askeleen nousu, voidaan laskea askelman etenemä käyttäen hyväksi trigonometrinen laskukaava ($\tan \alpha = \text{nousu} / \text{etenemä}$). Jos kyseessä on matkustajaporras, voidaan tämän jälkeen tarkastaa onko Comfort factor sallitussa haarukassa laskemalla $2 \cdot \text{askelnousu} + \text{askel etenemä}$, jolloin tulokseksi tulisi saada arvo väliltä 620 – 640 mm (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 18.12.2017; Rakennustieto Oy 2011, 4).

Seuraavaksi selvitetään mitkä ovat pakotievaatimukset, jotta saadaan portaiden askel leveys sekä lepotason syvyys. Lepotason syvyyden pitää FSS Code mukaan olla vähintään sama kuin porrasteleveys (FSS Code Ch. 13.2.2.1).

Porraskuilun koko vaaditaan, jotta nähdään minkä kuinka pitkälle syvyys suunnassa portaat voidaan suunnitella, mikä vaikuttaa siis portaiden nousukulmaa valittaessa. Yleisjärjestelykuva kertoo mihin kohtaan laivaa portaat on suunniteltu sijoitettavaksi (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.12.2017).

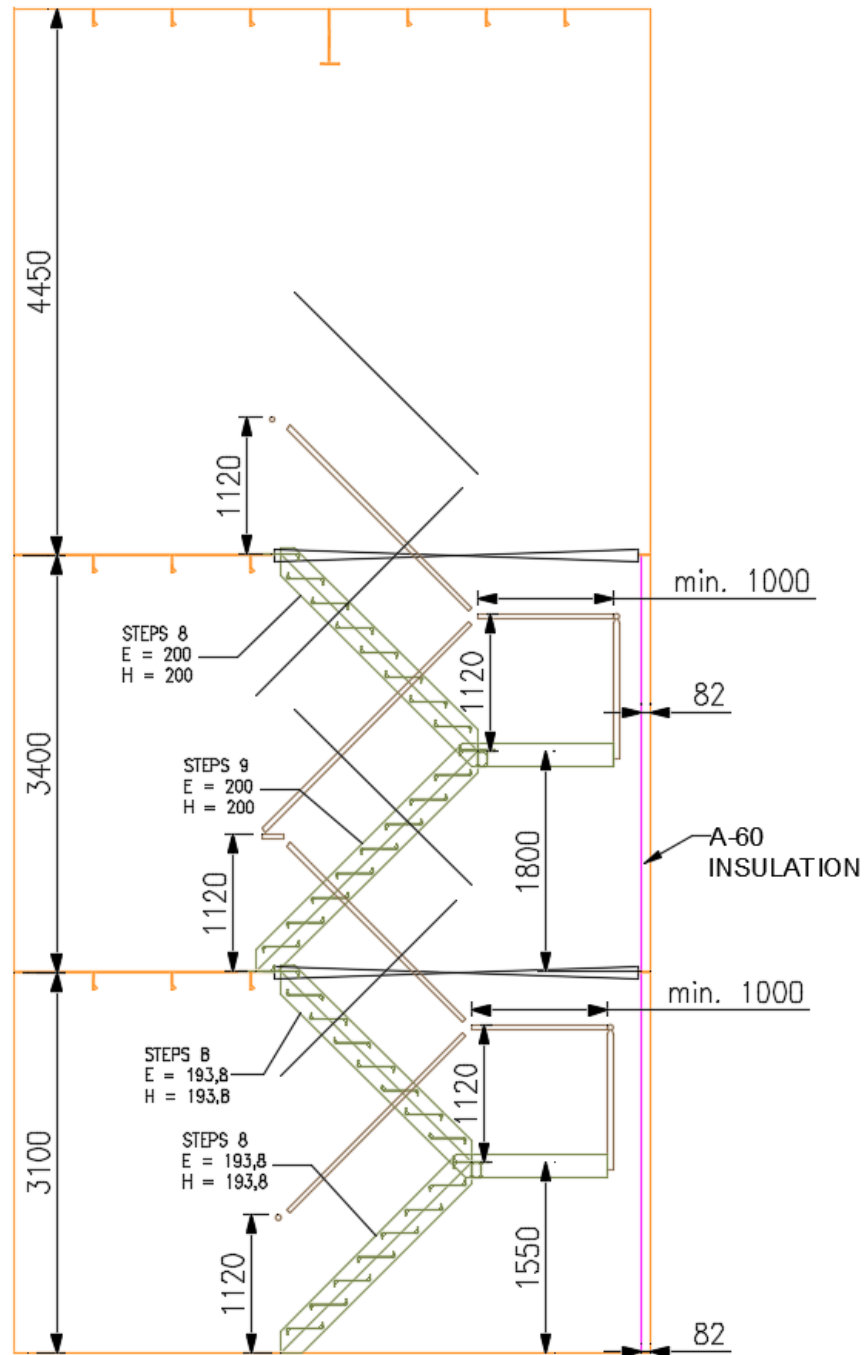
Tämän jälkeen alkaa piirustusvaihe AutoCad – ohjelmalla. Piirtäminen aloitetaan katsomalla luokkakuvasta missä porraskuilu sijaitsee, eli nähdään teräsrakenteet sekä kaaripalkkien sijainnit. Kun porraskuilu on piirretty, voidaan suunnitella portaat edellä laskettujen mittojen mukaisesti.

Portaiden jälkeen aletaan piirtää porraskaiteita. Riippuen putoamiskorkeudesta, kaiteet saavat olla korkeudeltaan minimissään 900 millimetriä ja maksimissaan 1 200 millimetriä. Tämän jälkeen porraskokonaisuus pitää vielä sijoittaa oikeaan paikkaan porraskuiluun, huomioiden kuitenkin kaidesääntö, mahdolliset palo- ja melueristeet sekä asennusvara seinästä. Huomioida pitää myös mahdolliset seinäkasetit sekä laipioit ja jäykisteet, koska nämä kaikki vievät seinästä tilaa. Kun on selvitetty, kuinka paljon seinän rakenteet vievät tilaa, voidaan portaat sijoittaa paikoilleen niin että seinän ja lepotasossa sijaitsevan kaiteen väliin on jätävä sormivara, joka on minimissään 55 millimetriä sekä asennusvara, joka on 100 millimetriä, eli yhteensä kaiteen tulee olla seinästä vähintään 155 millimetriä. Kun porraste on paikoillaan, nähdään osuuko porraste mahdollisesti jo piirrettyyn kaaripalkkiin. Jos näin käy, pitää katsoa voiko porrasta siirtää tai sitten otettava yhteyttä runkosuunnitteluun ja kysyä, voiko kaaripalkin siirtää tai poistaa, niin että turvallisuus ei kuitenkaan kärsi (T. Kankaanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.12.2017; Rakennustieto Oy 2011, 10; IMO MSC/Circ.735.10).

Portaista piirretään kuvat kolmesta eri projektiosta: edestä, sivulta sekä ylhäältä, jotta kaikki tarvittavat mitat saadaan näkyviin sekä saadaan parempi kokonaiskuva portaista. Sivuprojektiosta, jonka näet kuvasta 13, nähdään mm:

- Kansivälin korkeus
- Kaaripalkin sijainti
- Kannen paksuus
- Portaiden nousukulma

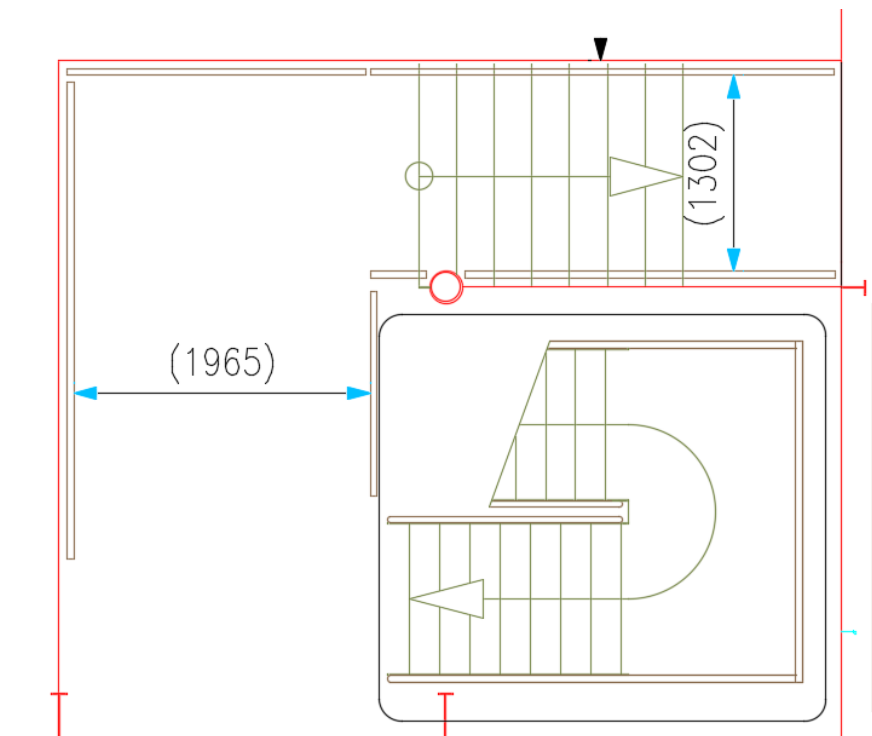
- Lepotason syvyys sekä korkeus kannesta
- Askelten lukumäärä
- Yksittäisen askeleen nousu sekä etenemä
- Lepotason kaiteen korkeus sekä etäisyys seinästä.
- Paloeristeen paksuus



Kuva 13. Portaiden sivuprojektio (AutoCad-kuvakaappaus).

Yläprojektiosta (Kuva 14) nähdään mm seuraavaa:

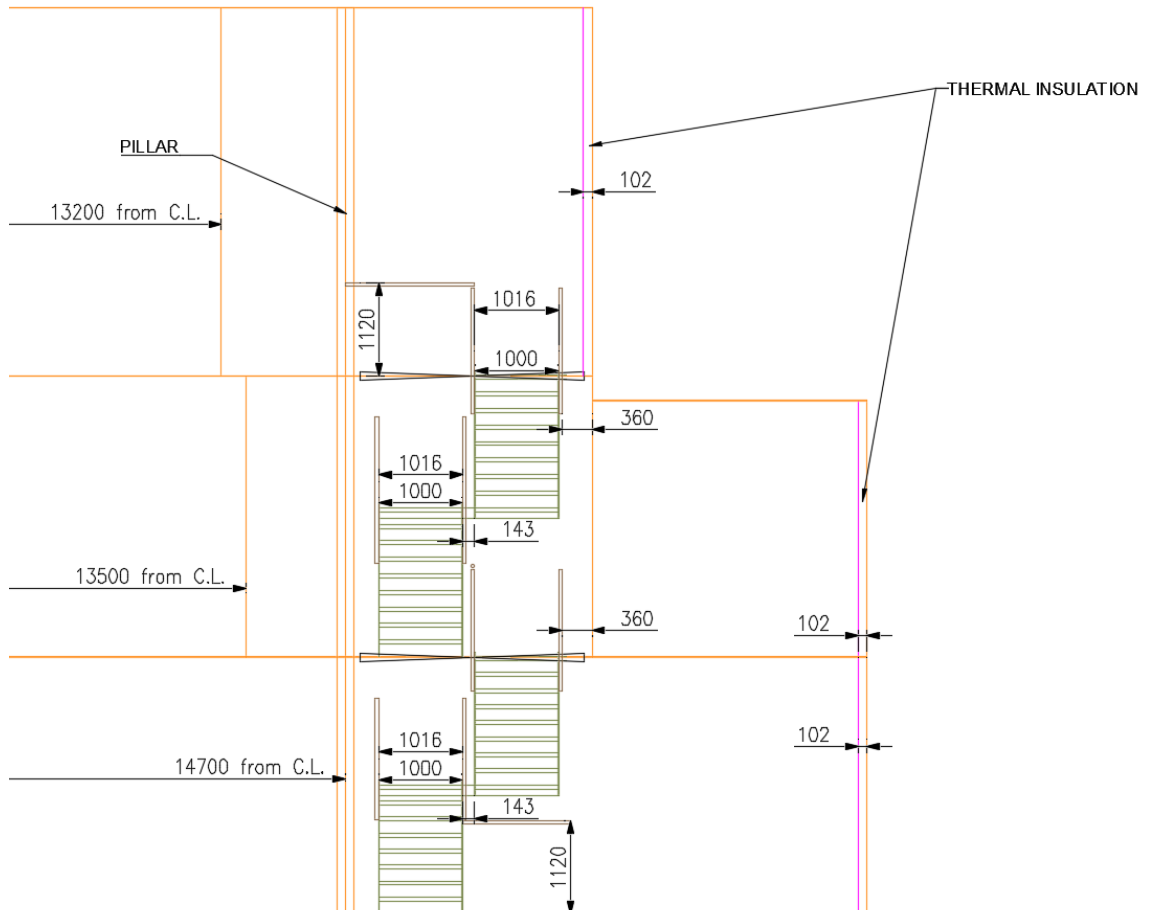
- Porraskuilun koko
- Kansiaukon koko
- Kaaripalkin sijainti
- Kaiteiden etäisyys seinästä
- Kannen pinta-ala
- Pakotiealueen pinta-ala
- Portaiden kiertosuunta
- Askeleen pituus



Kuva 14. Portaiden yläprojektiio (AutoCad-kuvakaappaus).

Etuprojektioista (Kuva 15) voidaan tarkastella mm:

- Kansivälin korkeus
- Porrasalueen leveyttä
- Kaiteiden mittoja sekä etäisyyksiä toisistaan että seinästä
- Reisivälin mitta



Kuva 15. Portaiden etuprojektio (AutoCad-kuvakaappaus).

Matkustaja eli pakotieportaita suunnitellessa otetaan huomioon samat asiat kuin miehistöportaissa, mutta näiden lisäksi katsotaan myös arkkitehtimateriaalia, jotta nähdään millaiset portaat arkkitehti haluaa visuaalisesti ja rakenteellisesti.

4 SUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVÄT TYÖKALUT

Nykyisellä suunnittelutavalla jokainen porraskerros pitää piirtää erikseen ja kolmesta eri projektista, joten portaiden piirtäminen sekä laskeminen vievät paljon aikaa ja yhden kannen portaan suunnitteluun aikaa kuluu noin 45–60 minuuttia. Yhdessä porrastornissa saattaa olla 20 porrasta ja porrastornejakin laivassa on lukuisia, joten aikaa ja resursseja kuluu huomattavasti. Uuden suunnittelutavan tarkoituksena on lyhentää suunnittelu-aikaa ja tavoitteena on, että yhden kannen portaiden suunnitteluun menisi aikaa vain noin 5–10 minuuttia per porraskerros. Jo alkuvaiheessa sovittiin, että työ tullaan tekemään SolidWorks:illa, joten tämä ratkaisi nopeasti, mitä työkaluja tulisi käyttää, jotta tavoitteeseen päästään.

4.1 Parametrinen piirremallinnus

SolidWork:ssa parametrisuus tarkoittaa mallinnuksen automatisointia, jossa muutamilla lähtöarvoilla voidaan ohjata kokoonpanomallin mittoja tai eri jäsenten lukumäärää niin, että kokoonpanon geometria muuttuu mukana. Tämä myös helpottaa myöhempien muutosten tekemistä malliin, kun kokoonpanon mittoja halutaan muuttaa, ei geometriaan tarvitse kajota, vaan riittää että muutetaan vain tarvittavaa mittalukua, jolloin siihen kytketty geometria muuttuu itse kokoonpanossa sekä kaikissa siihen kytketyissä kohteissa. Mallin mittojen välille voidaan luoda relaatioita, riippuvaisuuksia sekä matemaattisia yhteyksiä sekä malliin voidaan määritellä erilaisia ehtoja kuten symmetria-, samankeskisyys- tai yhdensuuntaisuusehtoja. (Hietikko 2014, 23.)

Piirremallinnus tarkoittaa sitä, että malli rakennetaan piirteistä. Ensin tehdään peruspiirre, johon lisätään uusia piirteitä siten, että lopuksi saadaan aikaiseksi tarkka malli. Piirteet näkyvät itse mallissa, mutta myös piirrepuussa. Kokoonpanon piirrepuussa näkyvät kaikki siihen kuuluvat osat, komponentit ja osakokoonpanot. Toisin sanoen piirrepuu kertoo tuotteensuunnittelun historian mitä on tehty. (Hietikko 2014, 23–24.)

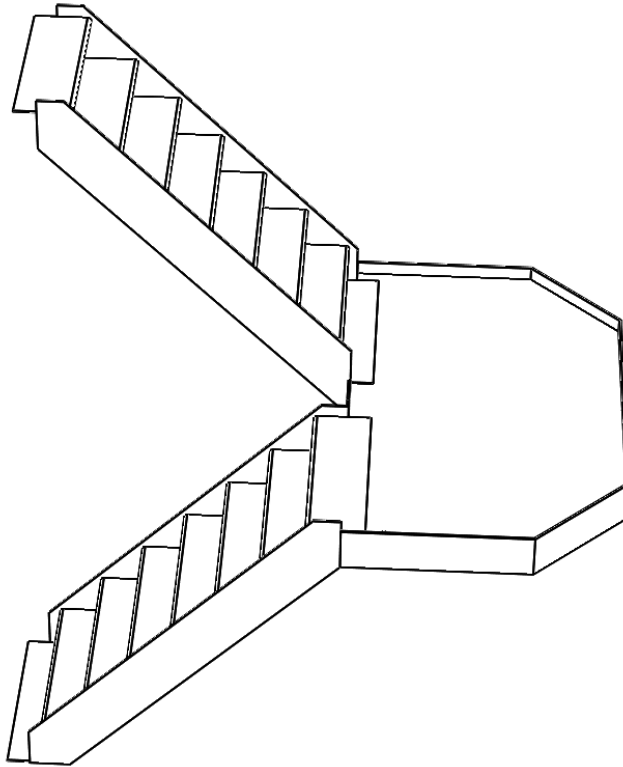
4.2 Design Table

Design Tablella voidaan linkittää osien tai kokoonpanojen parametreja Excel- taulukkolaskentaohjelmaan, joita ovat esimerkiksi mallin mitat sekä jäsenten lukumääriä. Taulukko voidaan luoda suoraan kokoonpanon parametreista tai se voidaan tehdä erilliselle Excel-tilulle etukäteen. Kun mallin mitat tai lukumäärät ovat linkitetty Exceliin, voidaan sillä helposti ohjata mallin parametreja tai jäsenten lukumääriä, jolloin kokoonpanon geometria muuttuu vastaavasti SolidWorksissa. (Hietikko 2014, 219–221.)

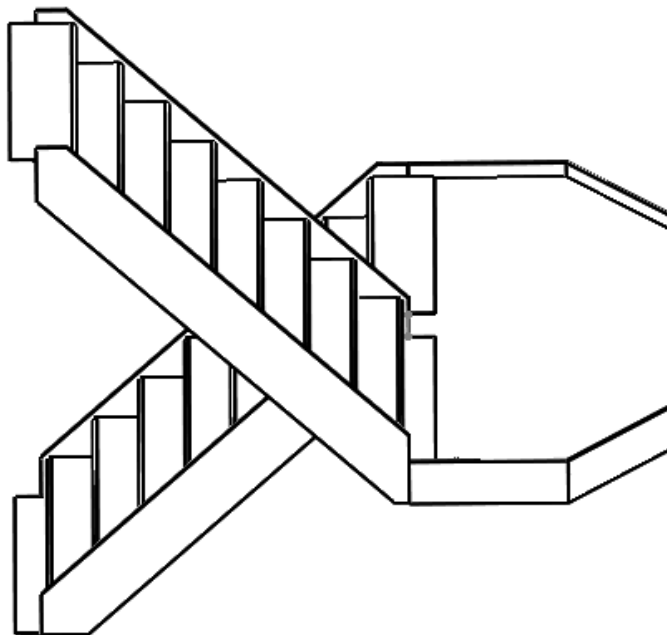
4.3 Porras kokoonpanot

Tässä opinnäytetyössä keskitytään pelkästään miehistöportaiden kokoonpanoihin, jotka ovat jo olemassa, joten niitä ei tarvitse mallintaa. Matkustajaportaista ei tehdä parametrisia mallinnuksia, koska ne muuttuvat laivaprojektin mukaan toisin kuin miehistöportaat, jotka pysyvät melko muuttumattomina projektista toiseen. Portaista on neljä erilaista kokoonpanoa ja jokaiseen tehdään parametrit sekä design tableen perustuvat Excel-käyttöliittymät. Mallinnettavista portaista kaksi kappaletta on kaksisyöksyisiä suoraa porrastyyppisiä, jotka on nimetty tähän työhön Service U CCW (counterclockwise) eli vastapäivään nousevat portaat (Kuva 16), sekä Service U CW (clockwise) eli myötäpäivään nousevat portaat (Kuva 17). Molempien kokoonpanot koostuvat yhdestätoista perusosasta sekä kolmesta alakokoonpanosta.

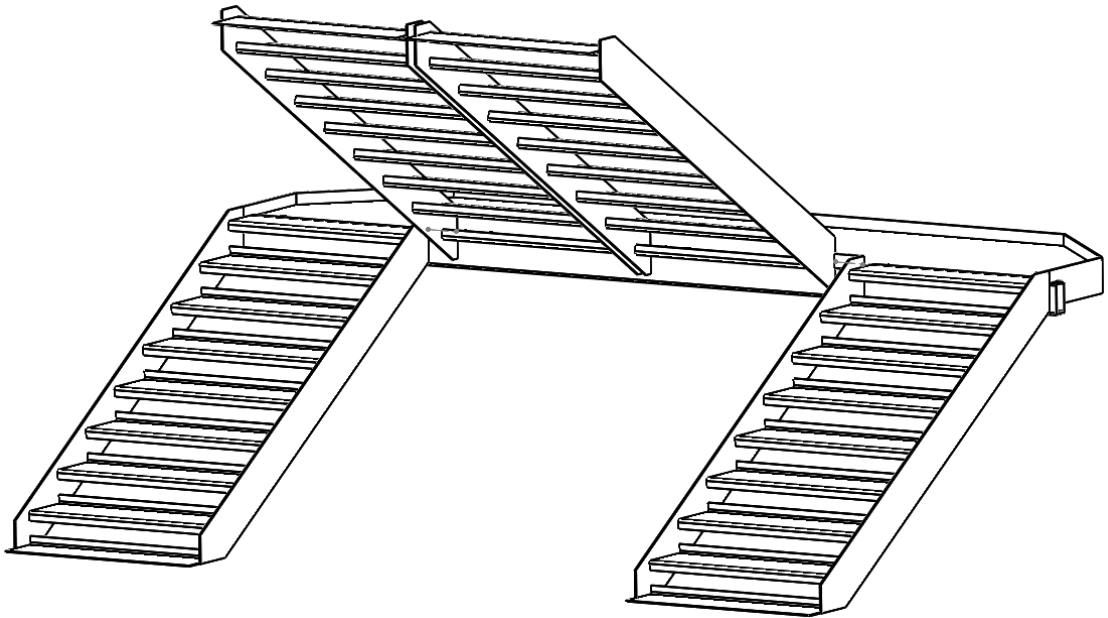
Toiset kaksi mallinnettavaa porrasta ovat suorasivuisia kolmsyöksyisiä suoraa porrastyyppisiä, jotka ovat tässä työssä nimeltään Service W Sides, jossa lähtösyöksyt ovat alemmalta kannelta katsottuna sivuilla (Kuva 18), sekä Service Center W, jossa lähtösyöksyt ovat alemmalta kannelta katsottuna keskellä (Kuva 19). Näiden kokoonpanot koostuvat yhdestätoista perusosasta sekä viidestä alakokoonpanosta.



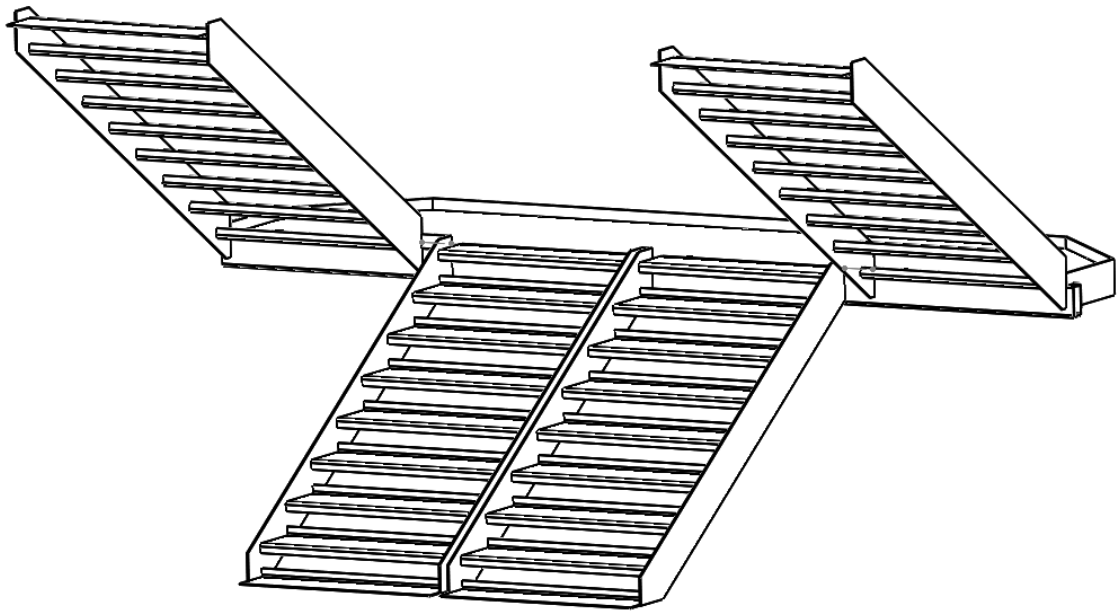
Kuva 16. Service U CCW -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).



Kuva 17. Service U CW -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).



Kuva 18. Service W Sides -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).



Kuva 19. Service Center W -porraskokoonpano (SolidWorks-kuvakaappaus).

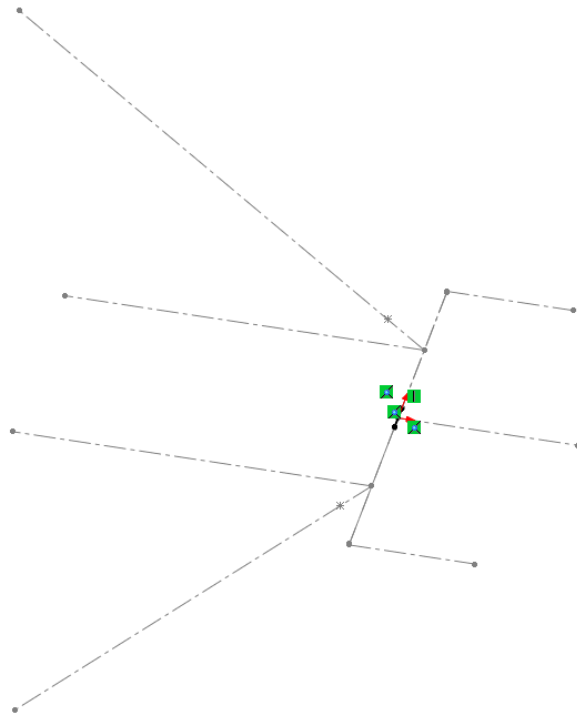
5 TYÖN TOTEUTUS

Työ aloitetaan tekemällä aluksi jokaiseen porraskokoonpanoon skeletonmallit, jotka ohjaavat portaiden geometriaa. Tämän jälkeen jokaiselle kokoonpanolle tehdään oma erillinen design table, eli Excel-käyttöliittymä, joiden avulla kokoonpanojen parametreja voidaan ohjata. Lopuksi luodaan käyttöohjeet Excel-käyttöliittymiä varten.

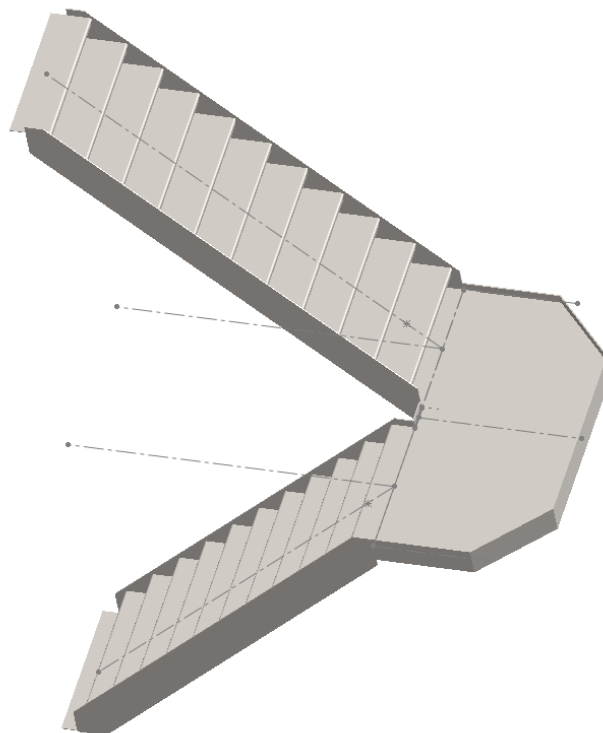
5.1 Parametrisen mallintamisen toteutus

Porraskokoonpanoihin tehdään skeletonmallit, eli luurankomallit (Kuvat 20 ja 21), joilla kokoonpanon parametreja ohjataan. Luurankomallit sisältävät lukuisia eri tasoja sekä mittoja. Nämä tasojen väliset mitta-arvot on sidottu käyttöliittymän parametrisiin arvoihin, jotka muuttavat kokoonpanoa Excel-käyttöliittymään syötettyjen parametrusten arvojen mukaan. Skeletonissa on asetettu parametrien välille relaatioita eli riippuvuussuhteita mitoista ja toisista parametreista. Skeletonmallit tehdään pelkästään niihin pintoihin, joiden mittoja halutaan ohjata. Nämä ohjattavat pinnat kokoonpanossa ovat:

- Portaan nousukulma
- Lepotason pituus sekä leveys
- Portaan leveys
- Portaan korkeus
- Yksittäisen askelman korkeus
- Askelmien lukumäärä
- Reisilevyn leveys



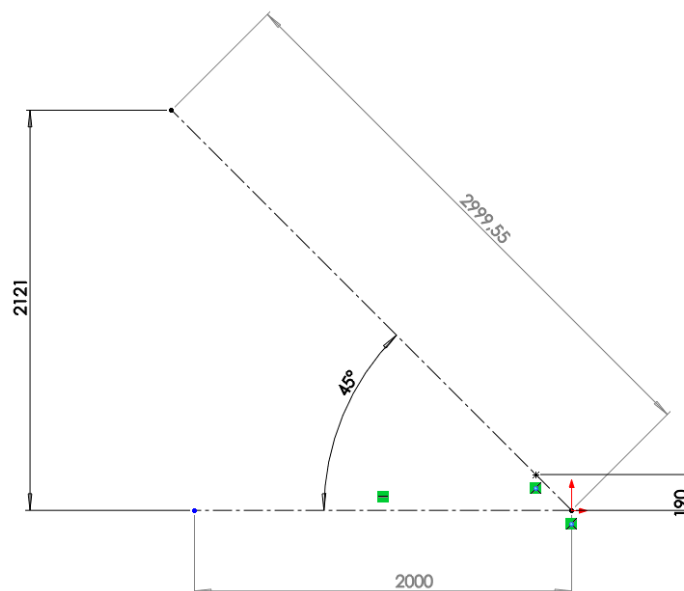
Kuva 20. Service U CCW -porraskokoonpanon luurankomalli.



Kuva 21. Service U CCW -porraskokoonpanon luurankomalli.

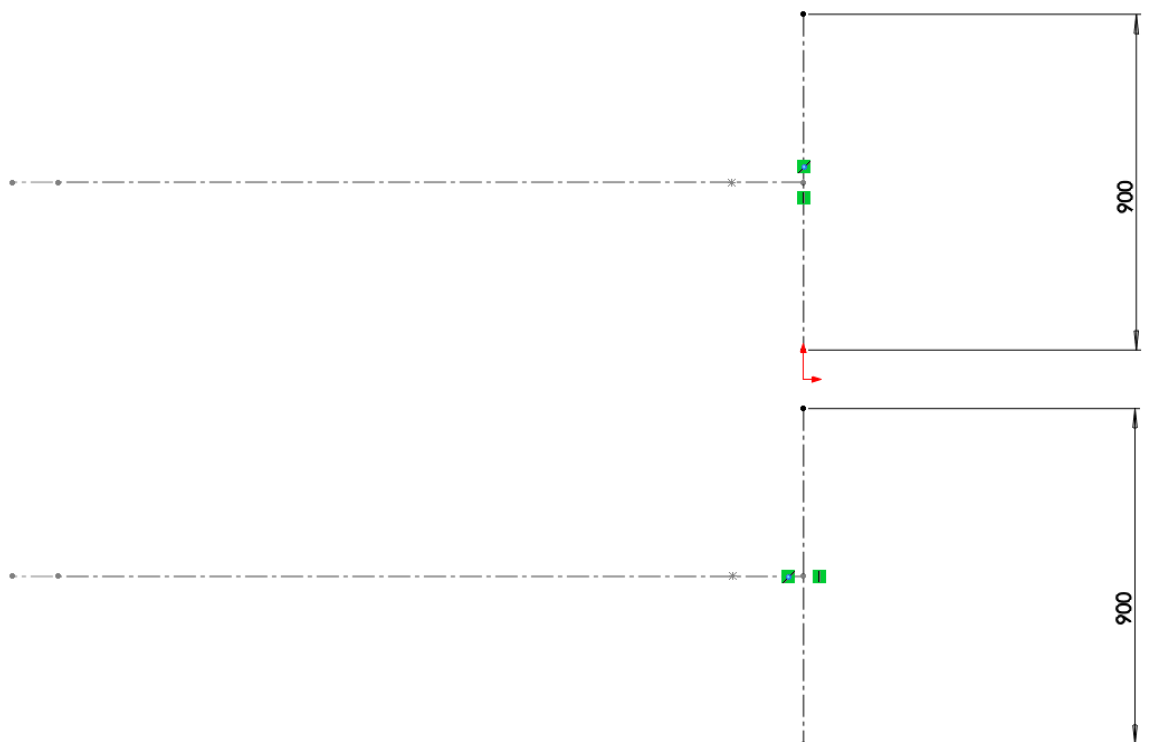
5.2 Suorasivuisen kaksisyöksyisten suorien porrastyypin parametrinen mallintaminen

Ensimmäiseksi luodaan kaksi uutta tasoa (Top Plane), toinen nousevalle ja toinen laskevalle portaalle ja molemmat tasot mitoitetaan origoon nähden. Molempiin tasoihin piirretään luurankomallit ja annetaan viivoille mitat sekä kulmat (Kuva 22). Tämän jälkeen laitetaan vanhat vastaavat mitat driven tilaan, jotta kokoonpano ei enää ohjautu niiden avulla. Seuraavaksi kiinnitetään luurankomallien päät vanhan mallin päiden kanssa yhteen coincident toiminnolla, sekä tehdään kaava portaan alikokoonpanoon equations kohtaan, jotta saadaan askelten lukumäärä muuttumaan samassa suhteessa kun portaan korkeutta muutetaan. Tämä saadaan jakamalla porraskorkeus yksittäisen askeleen lukumäärällä ja vähentämällä tuloksesta yksi. Vähennys tehdään, koska halutaan laskea vain askeleita, ei askelmia ja esimerkiksi kansi on yksi askelma. Nyt voidaan ohjata portaiden korkeutta, nousukulmaa sekä askelten lukumäärää. Tasojen paikkaa voidaan ohjata origoon nähden eli kun tason ja origon välistä mitta muutetaan, niin porraskorkeus liikkuu sivusuunnassa. Tasot nimetään piirrepuussa TopFlightPlane ja BottomFlightPlane. Luurankomallien sketsit nimetään Skeleton TopFlightPlane ja Skeleton BottomFlightPlane.



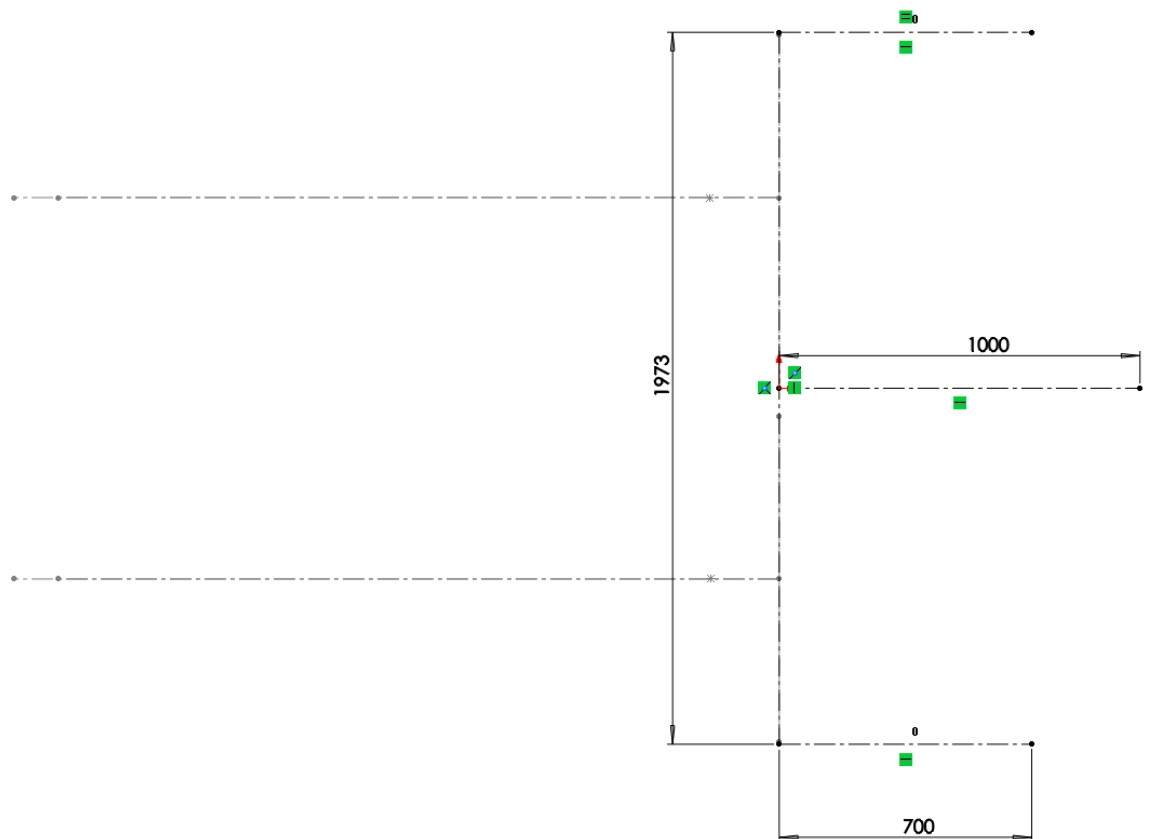
Kuva 22. Luurankomalli, jolla ohjataan nousukulmaa, porraskorkeutta sekä yksittäisen askeleen korkeutta.

Seuraavaksi luodaan uusi taso (Front Plane), johon piirretään luurankomalli portaan leveyden ohjattavuutta varten. Portaan leveyssuuntaan piirretään kaksi viivaa, joista toinen ohjaa nousevan portaan ja toinen laskevan portaan leveyttä. Piirretyt viivat mitoitetaan, jonka jälkeen ne kiinnitetään sekä keskitetään aiemmin piirrettyihin luurankomalleihin ja viivan molemmat päät laitetaan riippuvaisiksi portaan reisilevyihin (Kuva 23). Kun viivan mitta muutetaan, se liikuttaa portaan reisilevyjä, jolloin kokoonpanon geometria muuttuu mukana. Taso nimetään HalfLandingAndStairsWidth ja luurankomallin sketsi Skeleton HalfLandingAndStairsWidth.



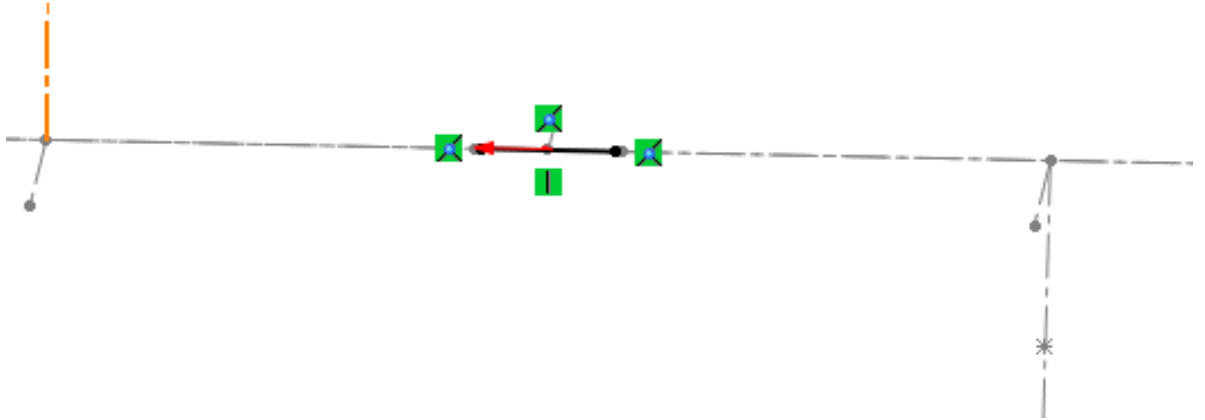
Kuva 23. Portaan leveyden luurankomalli.

Lepotason ohjattavuutta varten luodaan uusi taso (Front Plane) johon piirretään luurankomalli, jolla ohjataan lepotason leveyttä sekä pituutta (Kuva 24). Luurankomalli keskitetään origoon ja sen viivoille annetaan mitat. Luurankomalli luodaan riippuvaiseksi lepotason alakokoonpanon kolmeen tasoon, eli kun luurankomallien mittoja muutetaan, niin ne siirtävät tasoja jotka muuttavat lepotason kokoonpanon geometriaa. Lepotasaan luotu taso nimetään LandingPlane ja sen luurankomallin sketsi Skeleton LandingPlane.



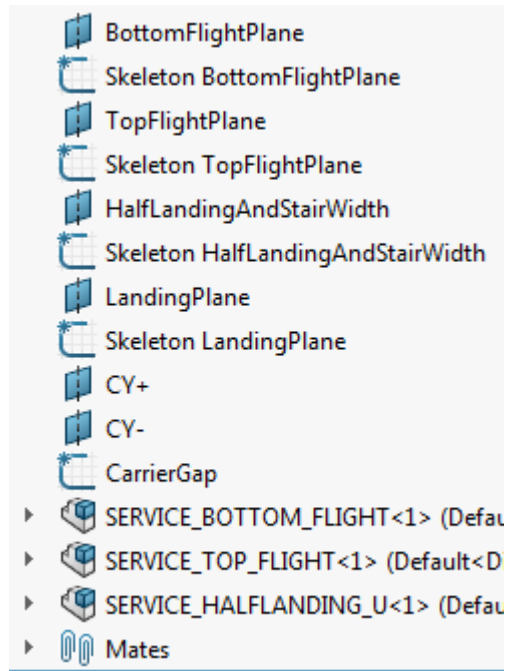
Kuva 24. Lepotason luurankomalli.

Viimeisenä luodaan leveyttä ohjaava luurankomalli reisilevyille, jonka näet kuvasta 25. Luurankomalli tehdään jokaiseen alikokoonpanoon, jotta sitä pystytään ohjaamaan ja vanhat ohjaavat mitat asetetaan driven tilaan. Luurankomallin molemmat päät luodaan riippuvaisiksi kahteen eri tasoon origon molemmille puolille. Ohjattavuus tapahtuu, näiden kahden tason etäisyyttä muuttamalla origoon nähden. Tasot nimetään CY+ sekä CY- ja luurankomallin nimetään CarrierGap.



Kuva 25. Reisilevyn luurankomalli.

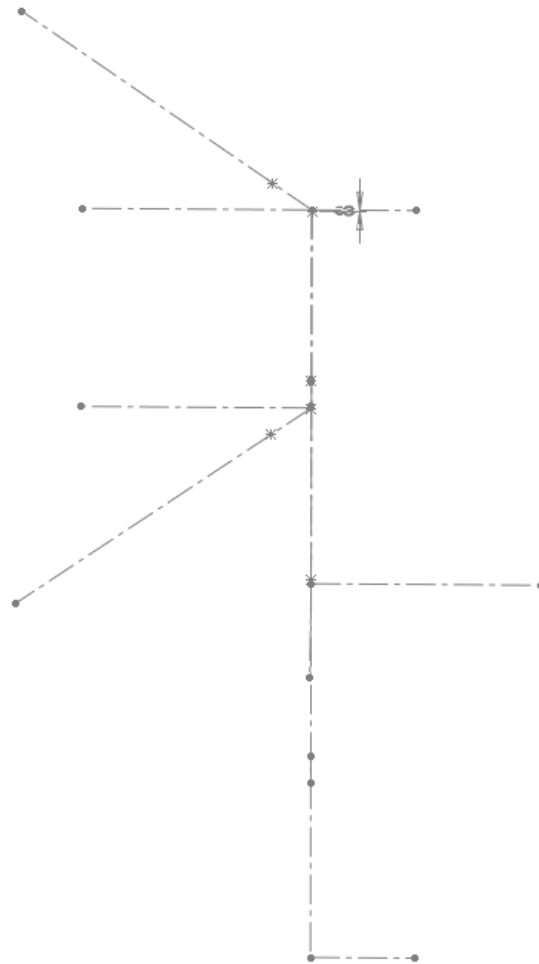
Kaikki luodut tasot ja niille tehdyt luurankomallit nostetaan SolidWorks piirrepuussa ensimmäiseksi ja nimetään vastaamaan alikokoonpanon nimiä, jotta tiedetään mitkä luurankomallit ja tasot ohjaavat mitäkin osakokonaisuutta (Kuva 26).



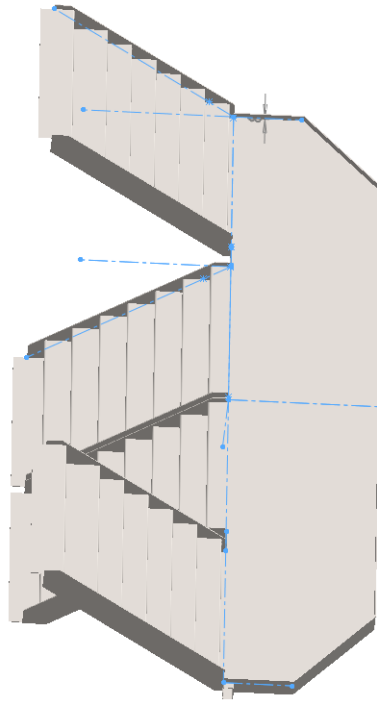
Kuva 26. Luodut tasot sekä luurankomallit piirrepuussa.

5.3 Suorasivuisten kolmisyöksyisten suorien porrastyyppien parametrinen mallintaminen

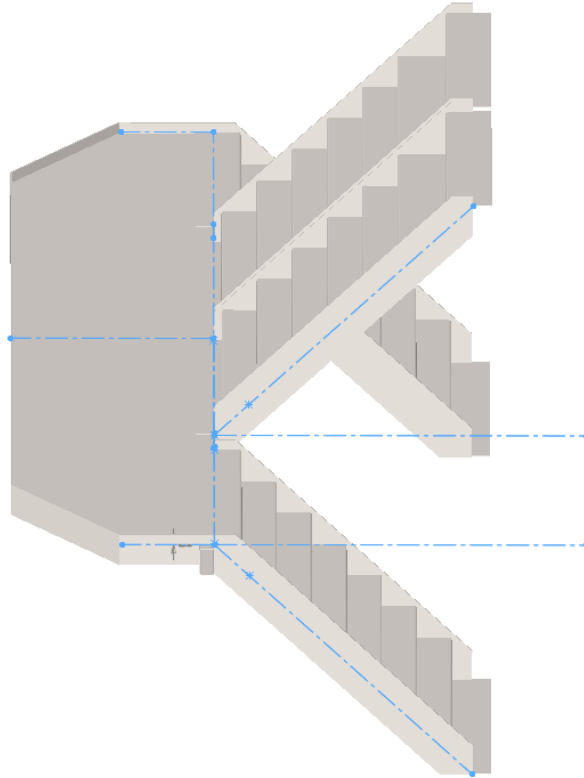
Service W Sides sekä Service Center W kokoonpanojen luurankomallit sekä niiden parametrinen ohjattavuus luodaan erilailla kuin kaksi edellistä porrasta. Tämä sen vuoksi, että kyseiset portaavat ovat isompia, joten myös ohjattavia pintoja on enemmän. Kuvista 27, 28 sekä 29 näet luurankomallit kyseisissä portaissa.



Kuva 27. Porraskokoonpanon luurankomalli.

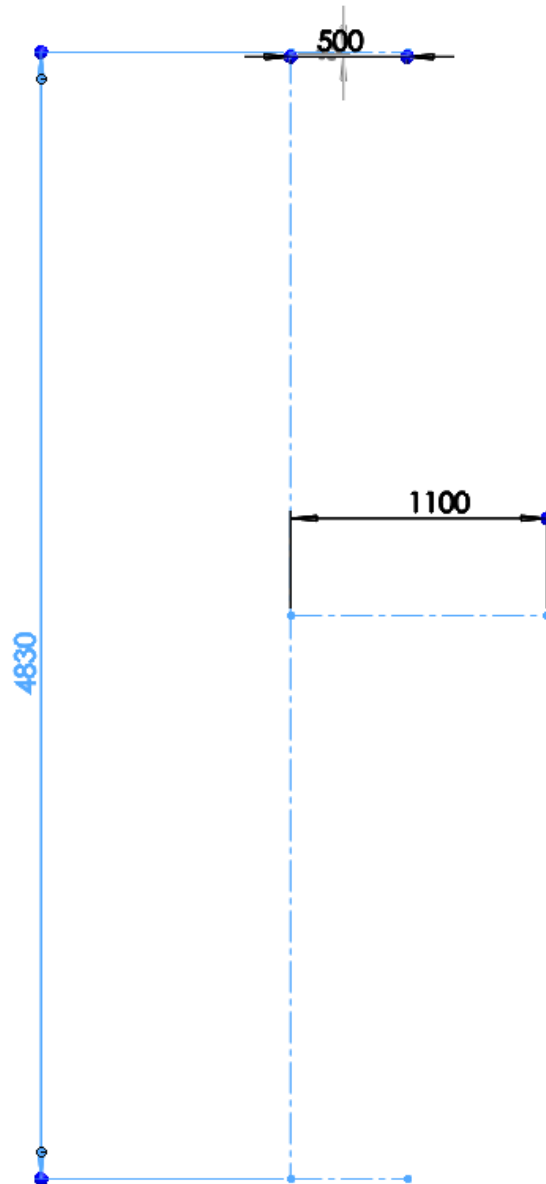


Kuva 28. Service Center W -porraskokoonpanon luurankomalli.



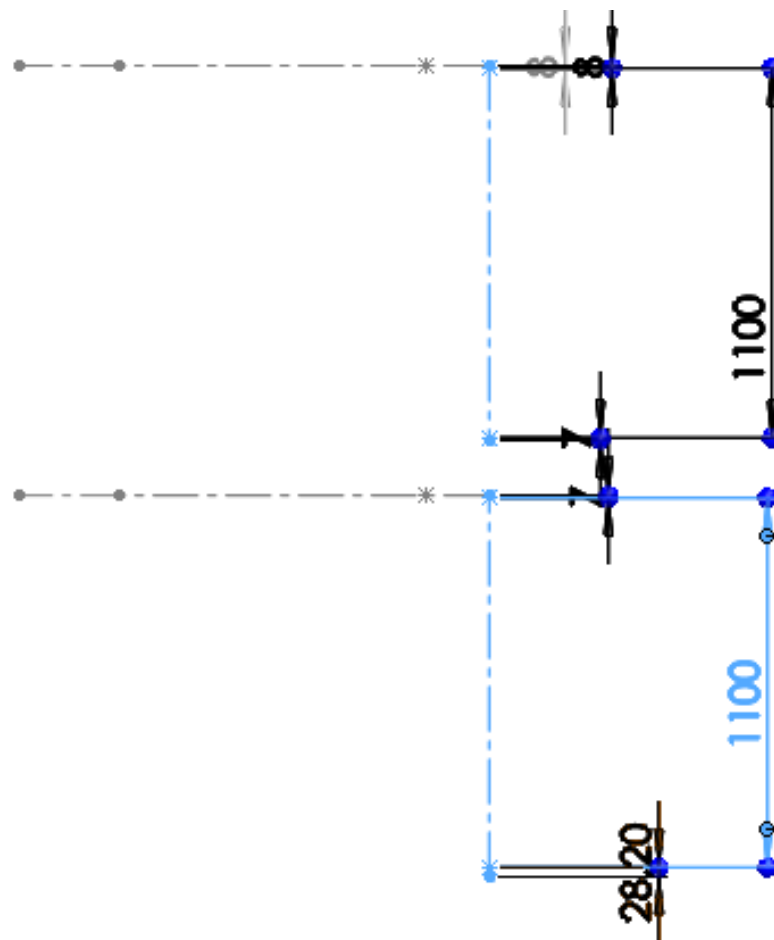
Kuva 29. Service W Sides -porraskokoonpanon luurankomalli.

Ensimmäiseksi luodaan uusi taso (Front Plane), johon piirretään lepotason luurankomalli (Kuva 30). Tällä luurankomallilla ohjataan lepotason leveyttä sekä pituutta. Viivoille annetaan mitat sekä keskitetään origoon ja se luodaan riippuvaiseksi lepotason alakokoonpanon kolmeen tasoon. Luurakomallin mittoja muuttaessa ne siirtävät tasoa, jotka muuttavat lepotason kokoonpanon geometriaa. Taso piirrepuussa nimetään LandingPlane ja luurankomalli Skeleton LandingPlane.



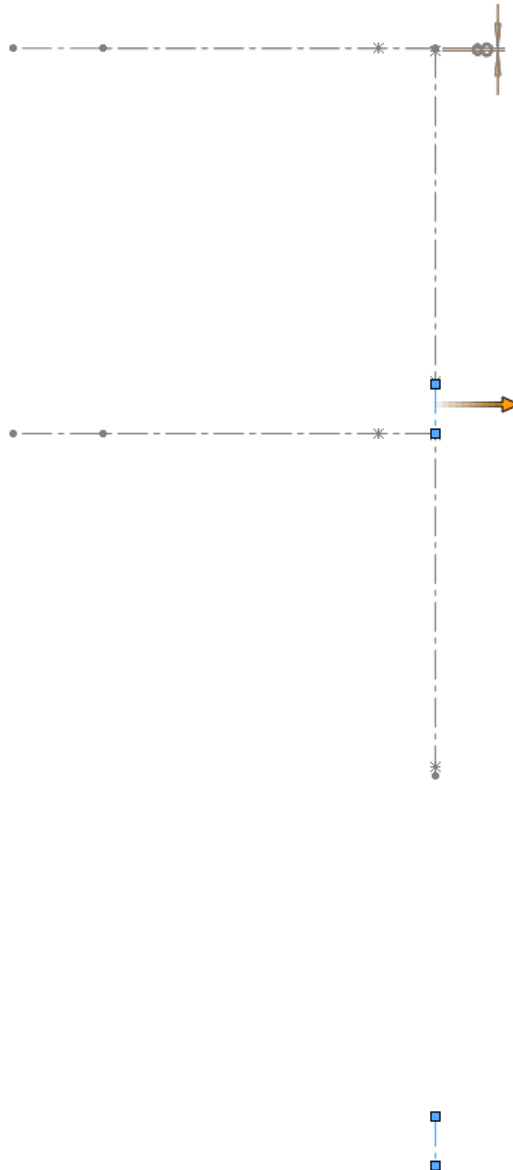
Kuva 30. Lepotason luurankomalli.

Seuraavaksi luodaan portaan leveyttä ohjaava luurankomalli. Luodaan uusi taso (Front Plane), johon piirretään kaksi ohjaavaa viivaa, yksi nouseville portaille ja toinen laskeville portaille (Kuva 31). Nousevaan portaaseen piirretty viiva ohjaa myös toista nousevaa porrasta, koska ne peilataan toisiinsa nähden ja sama laskevilla portailla. Molemmille viivoille kiinnitetään kaksi pistettä ja nämä mitoitetaan toisesta viivanpäädystä 8 mm ja toisesta 7 mm, reisilevyn paksuuden mukaan. Pisteiden välinen etäisyys toisistaan mitoitetaan ja tämä mitta ohjaa portaan leveyttä. Reunimmaisen portaan viivan toinen pää kiinnitetään coincident toiminolla lepotasoon ja keskimmäisen portaan viiva kiinnitetään origoon. Molempien viivojen vapaana olevat päät laitetaan riippuvaisiksi portaiden reisilevyn tasoihin. Kun leveyden mittaa muutetaan, niin viivat liikkuvat vain toiseen suuntaan liikuttaen samalla portaan reisilevyjä. Lepotasoon kiinnitetyn viivan ansiosta, reunimmaiset portaat seuraavat aina lepotason leveyttä. Taso nimetään piirrepuussa HalfLandingAndStairsWidth ja luurankomallin sketsi nimetään Skeleton HalfLandingAndStairsWidth.



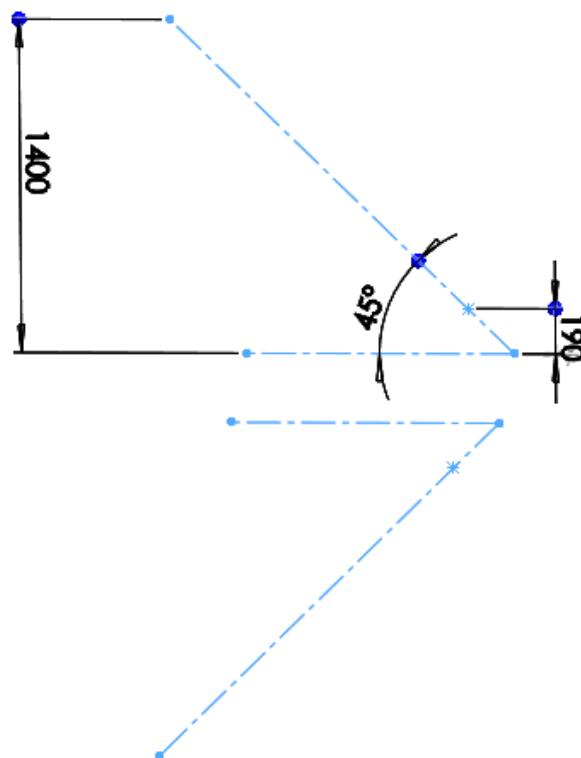
Kuva 31. Portaon leveyden luurankomalli.

Service W Sides sekä Service Center W kummassakin porraskokoonpanoissa on kolme reisilevyä, joista kahta reunimmaista halutaan ohjata. Molempiin reisilevyihin tehdään luurankomallit ja ne luodaan kaikkiin alakokoonpanoihin. Luurankomallina toimii viiva, jonka päät mitoitetaan portaiden reisilevystä luvulla nolla. Nyt kun portaiden leveydet muuttuvat, niin reisilevyt seuraavat aina mukana (Kuva 32). Piirrepuussa reisilevyjen sketsi nimetään CarrieCap.



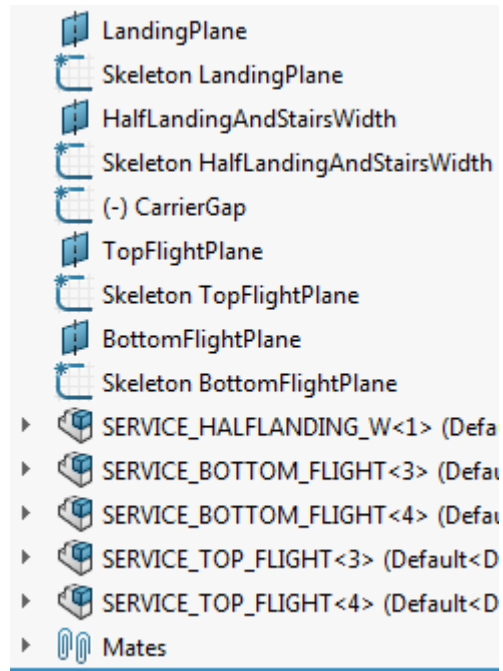
Kuva 32. Reisilevyjen luurankomallit.

Viimeiseksi tehdään portaiden korkeutta, nousukulmaa sekä askelten lukumäärää ohjaava luurankomalli. Luodaan kaksi uutta tasoa (Top Planea), toinen laskevalle ja toinen nousevalle portaalle. Tasot kiinnitetään portaiden päissä oleviin portaiden leveyden luurankomalleihin. Tasoihin piirretään luurankomallit ja annetaan viivoille mitat sekä kulmat (Kuva 33). Tämän jälkeen laitetaan vanhat vastaavat mitat driven tilaan, jotta kokoonpano ei enää ohjaudu niiden avulla. Seuraavaksi kiinnitetään luurankomallien päät vanhan mallien päiden kanssa yhteen coincident toiminnolla sekä tehdään kaava portaan alikokoonpanoon equations kohtaan, jotta askelten lukumäärä muuttuu samassa suhteessa kun portaan korkeutta muutetaan. Tämä saadaan jakamalla porraskorkeus yksittäisen askeleen lukumäärällä ja vähentämällä tuloksesta yksi. Vähennys tehdään, koska halutaan vain laskea askeleita eikä askelmia, ja esimerkiksi kansi on yksi askelma eikä askel. Nyt voidaan ohjata portaiden korkeutta, nousukulmaa sekä askelten lukumäärää. Nousevat portaat muuttuvat samaan aikaan vaikka luuranko on tehty vain toiseen portaaseen peilaus toiminnon avulla. Sama tapahtuu laskevilla portailla. Tasot nimetään TopFlightPlane ja BottomFlightPlane. Luurankomallien sketsit nimetään Skeleton TopFlightPlane sekä Skeleton BottomFlightPlane.



Kuva 33. . Luurankomallit, jolla ohjataan nousukulmaa, porraskorkeutta sekä yksittäisen askeleen korkeutta.

Kaikki luodut tasot ja niille tehdyt luurankomallit nostetaan SolidWorks piirrepuussa ensimmäiseksi ja nimetään vastaamaan alikokoonpanon nimiä, jotta tiedetään mitkä luurankomallit ja tasot ohjaavat mitäkin osakokonaisuutta (Kuva 34).



Kuva 34. Luodut tasot sekä luurankomallit.

5.4 Excel-käyttöliittymän laadinta

Jokaiselle neljälle porraskokoonpanolle luodaan oma käyttöliittymä. Käyttöliittymä tehdään Excel-tilukkolaskentaohjelmalla. Käyttöliittymän tarkoitus on, että siihen syötetään arvoja, jotka sitten ohjaavat parametrissa 3D-mallia niin, ettei itse mallia tarvitse enää muokata.

Käyttöliittymän teko aloitetaan avaamalla tyhjä Excel-tilukko. Ensimmäiset 31 solua jätetään tyhjäksi ja soluun A33 kirjoitetaan family. Nyt SolidWorks-ohjelma lukee kaikki family solun alapuolelle tulevat tekstit tai arvot ja kaikki jotka ovat family solun yläpuolella, SolidWorks ei huomioi. Tämän jälkeen family rivistöön aletaan kirjoittaa edellä luotujen tasojen sekä luurankomallien mittojen nimiä, joita halutaan ohjata. Nimet kirjoitetaan esimerkiksi muotoon D1@TopFlightPlane, jossa D1 on mitan nimi ja TopFlightPlane on luodon tason nimi. Nimien alle kirjoitetaan mittojen arvot (Kuva 35).

33		D2@Skeleton TopFlightPlane	D3@Skeleton TopFlightPlane	D1@Skeleton	D3@Skeleton HalfLandi	D2@Skeleton BottomFlightPl
34	Default	1400	175	45	1100	1400
35						

Kuva 35. Kokoonpanoa ohjaavien mittojen nimet sekä arvot.

Seuraavaksi luodaan itse käyttöliittymä, jossa muutamaa arvoa muuttamalla voidaan ohjata portaan geometriaa. Liittymästä halutaan myös visuaalisesti toimivan näköinen ja helppokäyttöinen. Käyttöliittymä tehdään family solun yläpuolelle.

Luodaan kaksi tilukkoa, joista toisella ohjataan portaalle haluttuja arvoja (Control Panel), jonka näet kuvassa 36. Control Panelin valkoisella pohjalla olevat arvot kirjoitetaan käsin ja harmaalla pohjalla olevat arvot muuttuvat itsestään samassa suhteessa. Muutettavia arvoja Control Panel:ssa ovat:

- Nousukulma
- Lepotason leveys
- Nousevan ja laskevan portaan leveys
- Kannen korkeus
- Nousevan ja laskevan portaan askelten lukumäärät

CONTROL PANEL		
Rise angle [°]	32	Info
Landing Width	900	Info
Stairs Width	1800	Info
Landing Length	1973	
Carrier Gap	143	
Flight Offset	1057	
Deck height	2800	Info
Top flight steps	8	Info
Bottom flight steps	8	Info
Recommendaton number of steps	✓ 18	Info
Steps Total	16	
Step Rise	175	Huom!
Top flight height	1400	
Bottom flight height	1400	

Kuva 36. Control Panel.

Control Panelin luodaan pudotusvalikot askelten lukumäärille. Askelten lukumäärät valitaan sen mukaan, mitä Recommendaton number of steps suosittelee. Suositellut askelten lukumäärät muuttuvat sen mukaan, mikä kannen korkeus annetaan.

Toista taulukkoa eli Inspection Tablea käytetään nousevan portaan, laskevan portaan sekä lepotason arvojen tarkastamiseen. Tärkeimmät tarkastettavat kohdat ovat Comfort Factory, Rise sekä Tread, koska näiden arvojen pitää olla tietyillä alueilla, jotta portaat täyttävät sallitut määräykset. Tähän taulukkoon ei tehdä mitään muutoksia vaan arvot muuttuvat itsenäisesti Control Paneeliin syötettyjen arvojen mukaan. Inspection Tablen näet kuvasta 37.

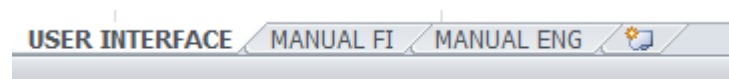
INSPECTION TABLE				
Top Stair		Huom! Info	Landing	
Top Flight Rise Angle [°]	32		Lenght	1973,0
Rise	175		Width	900
Tread	280,06		Carrier Gap	
Comfort Factory	630		CY+	71,5
Width	900		CY-	71,5
Top Flight total height	1400			
Number of steps	8			
Flight Offset	528,50			
Bottom Stair			Huom! Info	
Bottom Flight Rise Angle [°]	32			
Rise	175			
Tread	280,06			
Comfort Factory	630			
Width	900			
Bottom Flight total height	1400			
Number of steps	8			
Flight Offset	528,50			

Kuva 37. Inspection Table.

Kuvissa näkyvät "Info" merkit antavat ohjeita taulukon täyttämistä varten. "Huom!" merkit antavat ohjeita mitkä arvot kyseisessä solussa tulisi näkyä, jotta porras on sääntöjen ja määräysten mukainen.

Control Panelin sekä Inspection Panelin mitat on linkitetty family solun alapuolella oleviin tasojen sekä luurankomallien mittoihin, eli aina kun jotakin arvoa Control Panel:ssa muutetaan, niin arvot muuttuvat samassa suhteessa myös Inspection Table:ssa sekä family solun alapuolella olevien tasojen ja luurankomallien mitoissa.

Lopuksi tehdään vielä käyttöohjeet suomeksi sekä englanniksi, joissa opastetaan tarkasti vaihe vaiheelta käyttöliittymän täyttäminen sekä SolidWorksin käyttö. Käyttöohjeet tehdään jokaiseen Excel-käyttöliittymän välilehtiin (Kuva 38) sekä Word-tiedostoon. Suomenkielinen käyttöohje on liitetty tämän työn loppuun.



Kuva 38. Käyttöohjeet Excel-tiedostossa.

Käyttöliittymän näkymä sen käyttäjälle kokonaisuudessaan näyttää kuvan 39 mukaisesti.

CONTROL PANEL			INSPECTION TABLE			
Rise angle [°]	45	Info				
Landing Width	900	Info				
Stairs Width	1800	Info				
Landing Length	1973					
Carrie Cap	143					
Flight Offset	1057					
Deck height	3200	Info				
Top flight steps	12	Info				
Bottom flight steps	8	Info				
Recommendation number of steps	16	Info				
Steps Total	20					
Step Rise	160	Huom!				
Top flight height	1920					
Bottom flight height	1280					
			Top Stair			
			Top Flight Rise Angle [°]	45	Landing	
			Rise	160	Length	1973,0
			Tread	160,00	Width	900
			Comfort Factory	480	Carrie Cap	
			Width	900	CY+	71,5
			Top Flight total height	1920	CY-	71,5
			Number of steps	12		
			Flight Offset	528,50		
			Bottom Stair			
			Bottom Flight Rise Angle [°]	45		
			Rise	160		
			Tread	160,00		
			Comfort Factory	480		
			Width	900		
			Bottom Flight total height	1280		
			Number of steps	8		
			Flight Offset	528,50		

Kuva 39. Käyttöliittymä.

5.5 Portaiden uusi suunnittelutapa

Porraskokoonpanoon luotujen parametrien ja niitä ohjaavien käyttöliittymien ansiosta portaat voidaan suunnitella erittäin nopeasti. Käyttöliittymään kirjoitetaan tarvittavat arvot, jonka jälkeen se tallennetaan ja suljetaan. Tämän jälkeen avataan porraskokoonpano ja design table, jonka jälkeen porraskokoonpano rakentuu uusiksi automaattisesti käyttöliittymään syötettyjen arvojen mukaisesti. Tämän jälkeen porraskokoonpano voidaan muuttaa 2D-näkymäksi avaamalla SolidWorks:lla työpiirustus toiminto, jossa portaat näkyvät joka suunnasta 2D-näkymänä. Piirustus tallennetaan DWG muotoon, jonka jälkeen sen pystyy avaamaan AutoCad-ohjelmalla.

6 TYÖN MERKITYS TYÖNANTAJALLE

Tämä opinnäytetyö ja sen tarpeellisuus suunnitella portaille parametrinen ohjattavuus käyttöliittymän avulla syntyi, koska nykyinen suunnittelutapa kuormitti paljon porrassuunnittelijoita ja haluttiin, että varsinkin työn alkuvaiheet voitaisiin tehdä nopeammin ja enemmän automatisoidusti. Ennen portaat piti piirtää viiva viivalta 2D-suunnitteluohjelmalla ja yhden portaan piirtämiseen aikaa kului noin 60 minuuttia. Uudella menetelmällä sama työ saadaan tehtyä 5–10 minuutissa.

Työn tarkoitus oli myös, että portaita pystyisivät suunnittelemaan muutkin kuin pelkästään vain portaisiin erikoistuneet henkilöt ja tämän vuoksi työlle luotiin helppokäyttöiset käyttöliittymät sekä niille käyttöohjeet.

Tähän opinnäytetyöhön kerättiin yhteen myös kaikki tärkeät porrassuunnittelua koskevat perussäännöt sekä määräykset, ja nyt tietoa ei tarvitse enää etsiä monista eri sääntöteksteistä, joten tämä opinnäytetyö toimii myös uusien porrassuunnittelijoiden perehdyttämismateriaalina.

Käyttöliittymät sekä niiden ohjeiden toimivuus testattiin kahdella koekäyttäjällä ja näistä saatujen palautteiden ansiosta kirjoittajan oli helppo muokata käyttöliittymistä sekä ohjeista käyttäjäystävälliset. Työ otettiin heti käyttöön tuleviin projekteihin.

LÄHTEET

F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001. Rakennuksen käyttöturvallisuus määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.

FSS Code. MSC 73/21. 2000.

Hietikko, E. 2014. SolidWorks. Tietokoneavusteinen suunnittelu. Helsinki: BoD-Book on Demand.

Meyer Turku Oy 2017a. Meyer Turku Oy:n www-sivut 2017. Viitattu 11.12.2017
http://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/company.jsp.

Meyer Turku Oy 2017b. Meyer Turku Oy:n www-sivut 2017. Viitattu 11.12.2017
http://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/building_innovative_products/building_innovative_products.jsp.

MSC/Circ.735. 1996. IMO.

Rakennustieto Oy 2011. RT 88–11018, Portaat ja luiskat. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SOLAS Consolidated Edition. 2004. IMO.

Spence, W. 2000. Constructing staircases, balustrades & landings. New York: Sterling cop.

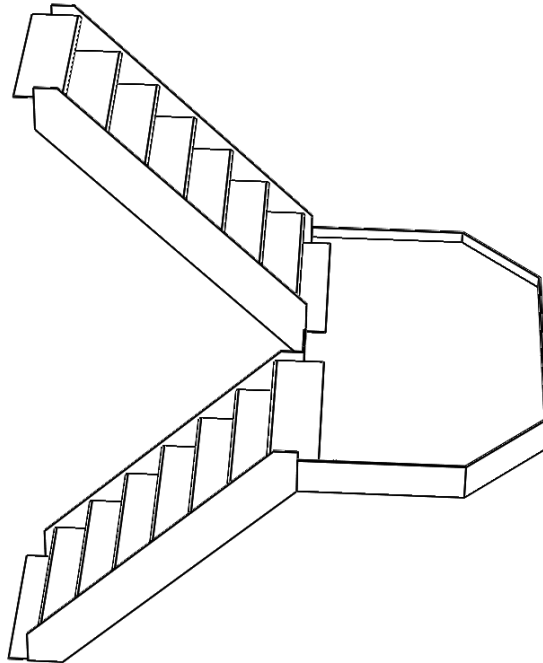
Taunton Press. 2004. Building stairs. Englanti: Newtown; Taunton Press cop.

KÄYTTÖOHJEET PORRASKOKOONPANOJEN KÄYTTÖLIITTYMILLE

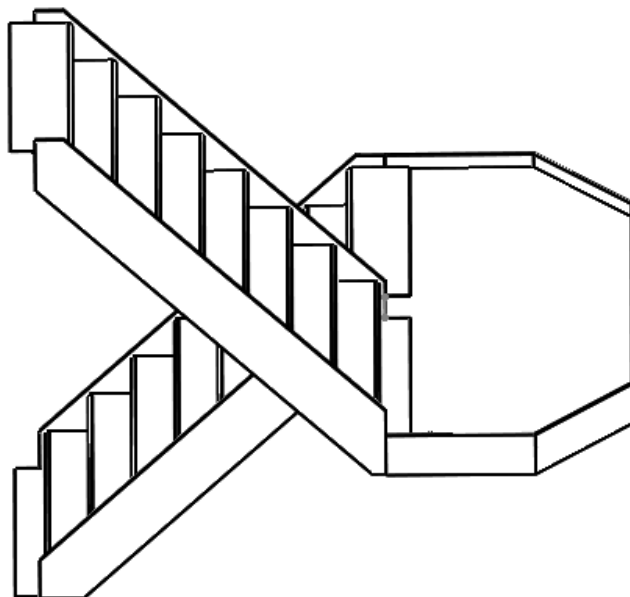
SISÄLLYSLUETTELO

1 SERVICE U CCW JA SERVICE U CW	3
1.1 Control panel käyttöohje	4
1.2 Inspection table	7
1.3 Tarkastus	8
1.4 Solidworks sekä design tablen käyttöohje	9
1.5 Kokoonpanoon linkitetyt mitat	13
1.6 Mittojen nimet ja tarkoitus kokoonpanossa.	14
1.7 Taulukon kaavat	19
2 SERVICE CENTER W JA SERVICE W SIDES	20
2.1 Control Panel käyttöohje	21
2.2 Inspection Table	24
2.3 Tarkastus	25
2.4 Solidworks sekä design tablen käyttöohje	26
2.5 Kokoonpanoon linkitetyt mitat	30
2.6 Mittojen nimet ja tarkoitus kokoonpanossa.	31
2.7 Taulukon kaavat	34
3 KUVALUETTELO	35

1 SERVICE U CCW JA SERVICE U CW



Kuva 40. Service U CCW porraskokoonpano.



Kuva 41. Service U CW porraskokoonpano.

1.1 Control panel käyttöohje

Porraskokoonpanon ohjaus tapahtuu Control Panel:sta. Arvot jotka ovat valkoisella pohjalla, voidaan muuttaa. Harmaalla pohjalla olevat arvot muuttuvat itsestään aina oikeassa suhteessa.

Info: Kertoo mitä kustakin solusta tapahtuu.

Huom! Kertoo mitkä arvot kyseisissä soluissa tulisi olla.

CONTROL PANEL		
Rise angle [°]	32	Info
Landing Width	900	Info
Stairs Width	1800	Info
Landing Length	1973	
Carrier Gap	143	
Flight Offset	1057	
Deck height	2800	Info
Top flight steps	8	Info
Bottom flight steps	8	Info
Recommendaton number of steps	✓ 18	Info
Steps Total	16	
Step Rise	175	Huom!
Top flight height	1400	
Bottom flight height	1400	

Kuva 42. Control panel käyttöliittymä

Ennen Control Panelin täyttämistä selvitä seuraavat arvot:

- Kansiväli
- Pakotieleveys
- Portaiden nousukulma

Aseta arvot Control Paneliin seuraavassa järjestyksessä:

1. Aseta nousukulma **Rise angle [°]** kohtaan, (esimerkiksi 32 astetta).
 2. Aseta portaan pakotieleveys **Stairs Width** kohtaan, (esim. 1800). Huomaa, että portaan pakotieleveys pitää kertoa kahdella, koska siihen otetaan huomioon nousevan ja laskevan portaan yhteenlaskettu leveys. (Jos pakotieleveys 900, niin anna arvo 1800)
 3. Aseta **Landing Width** kohtaan lepotason leveys. Tämä on yleensä sama kuin pakotieleveys, (esim. 900).
 4. Aseta kannen korkeus **Deck height** kohtaan (esim. 2800), jonka jälkeen **Recommendaton number of steps** ehdottaa parhaat vaihtoehdot askelten kokonaisuudelle (jotka ovat nyt 16, 17, 18). Huomaa, että **Recommendaton number of steps** pudotusvalikko pitää avata (klikkaamalla hiirellä pudotusvalikkoa) ennen kuin ehdotettavat askelten lukumäärät tulevat esille.
 5. Tämän jälkeen valitse askelten lukumäärät **Top flight steps** sekä **Bottom flight steps** pudotusvalikosta. Pyri aina mahdollisuuden mukaan valitsemaan sama askelmäärä molempiin portaisiin. (Valitaan 8 ja 8, koska askelten kokonaisuudelle päätettiin valita 16.)
- - Nyt nähdään, että **Step Rise** on 175 eli sallitulla alueella. (pitää olla välillä 150–200 ja ihanne arvo on väliltä 170–190).
 - Nähdään että **Tread** on 280, joka on myös sallitulla alueella. (pitää olla 270–300 ja ihanne arvo on noin 280).
 - Nyt nähdään myös, että **Comfort Factory** on 630 eli ihanne luvussa. (Pitää olla välillä 620–640 matkustaja portaissa. Miehistöportaissa luvun ei tarvitse olla tällä alueella.)

Taulukko 4. Taulukosta voit katsoa eri kansikorkeuksille sopivat askelten lukumäärät, jossa askel etenemä ja korkeus sekä comfort factor ovat sallitulla alueella.

kerroskorkeus mm	nousu kpl	nousu mm	etenemä mm	kaltevuus asteina
2800	16	175,0	270...290	33...31
	17	164,7	270...310	31...28
	18	155,5	289...329	28...25
3000	17	176,4	270...287	33...32
	18	166,6	270...307	32...29
	19	157,9	284...324	29...26
	20	150,0	300...304	27...24
3200	18	177,7	270...284	33...32
	19	168,4	270...303	32...29
	20	160,0	280...320	30...27
	21	152,4	295...335	27...25
3400	19	178,9	270...282	34...32
	20	170,0	270...300	32...30
	21	161,9	276...316	30...27
	22	154,5	291...331	28...25
3600	20	180,0	270...280	34...33
	21	171,4	270...297	32...30
	22	163,6	273...313	31...28
	23	156,6	287...327	29...26
3800	22	172,7	270...295	33...30
	23	165,2	270...310	32...28
	24	158,3	283...323	29...26
4000	23	173,9	270...292	33...31
	24	166,6	270...307	32...29
	25	160,0	280...320	30...372
	26	153,8	292...332	28...25
4200	24	175,0	270...290	33...31
	25	168,0	270...304	32...29
	26	161,5	277...317	30...27
	27	155,5	289...329	28...25
4400	25	176,0	270...288	33...31
	26	169,2	270...302	32...29
	27	162,9	274...314	31...27
	28	157,1	286...326	29...26
4600	26	176,9	270...286	33...31
	27	170,3	270...299	32...30
	28	164,8	270...310	31...28
	29	158,6	283...323	30...26
4800	27	176,9	270...286	33...31
	28	171,4	270...297	32...30
	29	165,5	270...309	31...29
	30	160,0	280...320	30...28
5000	28	178,6	270...283	33...32
	29	172,4	270...295	32...30
	30	166,6	270...305	31...28
	31	161,3	275...315	30...27
5200	29	179,3	270...281	34...32
	30	173,3	270...293	33...31
	31	167,7	270...305	32...29
	32	162,5	275...315	31...27

1.2 Inspection table

- Arvot Inspection Table:ssa muuttuvat itsestään ja siihen ei tarvitse koskea.
- Inspection Table:ssa portaan eri osien mitat on eritelty erikseen.

INSPECTION TABLE			
Top Stair			Landing
Top Flight Rise Angle [°]	32		Lenght 1973,0
Rise	175		Width 900
Tread	280,06		
Comfort Factory	630	Huom! Info	Carrier Gap
Width	900		CY+ 71,5
Top Flight total height	1400		CY- 71,5
Number of steps	8		
Flight Offset	528,50		
Bottom Stair			
Bottom Flight Rise Angle [°]	32	Huom! Info	
Rise	175		
Tread	280,06		
Comfort Factory	630		
Width	900		
Bottom Flight total height	1400		
Number of steps	8		
Flight Offset	528,50		

Kuva 43. Inspection Table.

1.3 Tarkastus

Huomioitavat asiat ovat:

- **Rise** arvon tulisi olla välillä 150–200 ja ihanne arvo on välillä 170–190.
- **Tread** arvon tulisi olla välillä 270–300 ja ihanne arvo on noin 280.
- **Comfort Factory**:n arvo matkustajaportaissa tulisi aina olla 620–640. Ihanne arvo on 630. Miehistöportaissa Comfort Factorya ei tarvitse huomioida.
- Jos pakotieleveys on esimerkiksi 900 niin:
 - Inspection Tablessa **Width** kohdassa arvo on 900.
 - Control Panel:ssa **Stairs Width** kohdassa arvo on 1800, (koska pakotieveys kerrotaan aina kahdella).

Top Stair		
Top Flight Rise Angle [°]	32	
Rise	175	
Tread	280,06	
Comfort Factory	630	Huom!
Width	900	Info
Top Flight total height	1400	
Number of steps	8	
Flight Offset	528,50	

Kuva 44. Huomioitavat asiat Inspection Tablessa.

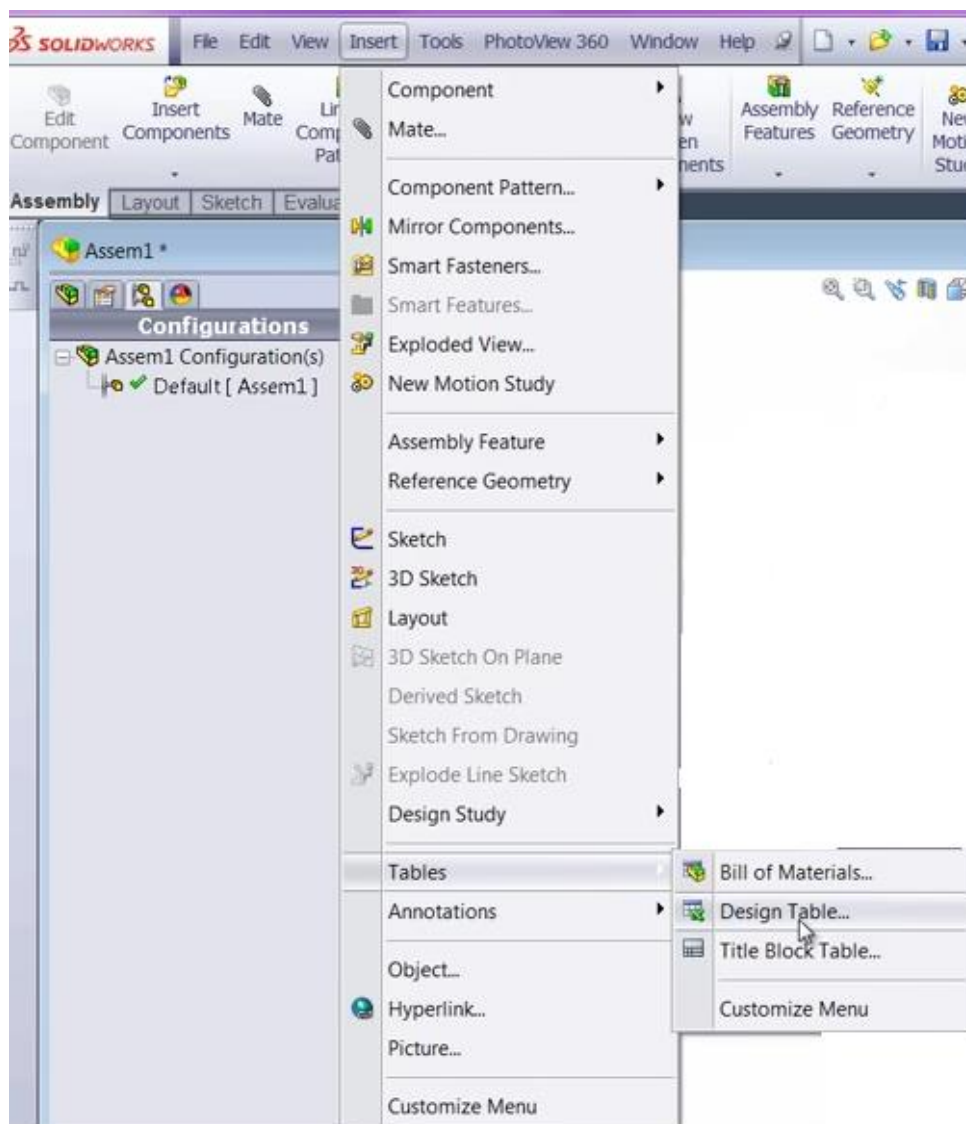
Landing Width	900	Info
Stairs Width	1800	Info
Landing Length	1973	
Carrier Gap	143	
Flight Offset	1057	

Kuva 45. Huomioitavat asiat Control Tablessa.

TARKSTUKSEN JÄLKEEN ENNEN KUIN AVAAT SOLIDWORKS NIIN PIDÄ EXCELIN "USER INTERFACE" VÄLILEHTI NÄKYVISSÄ, JONKA JÄLKEEN TALLENNAN JA SULJE EXCEL!

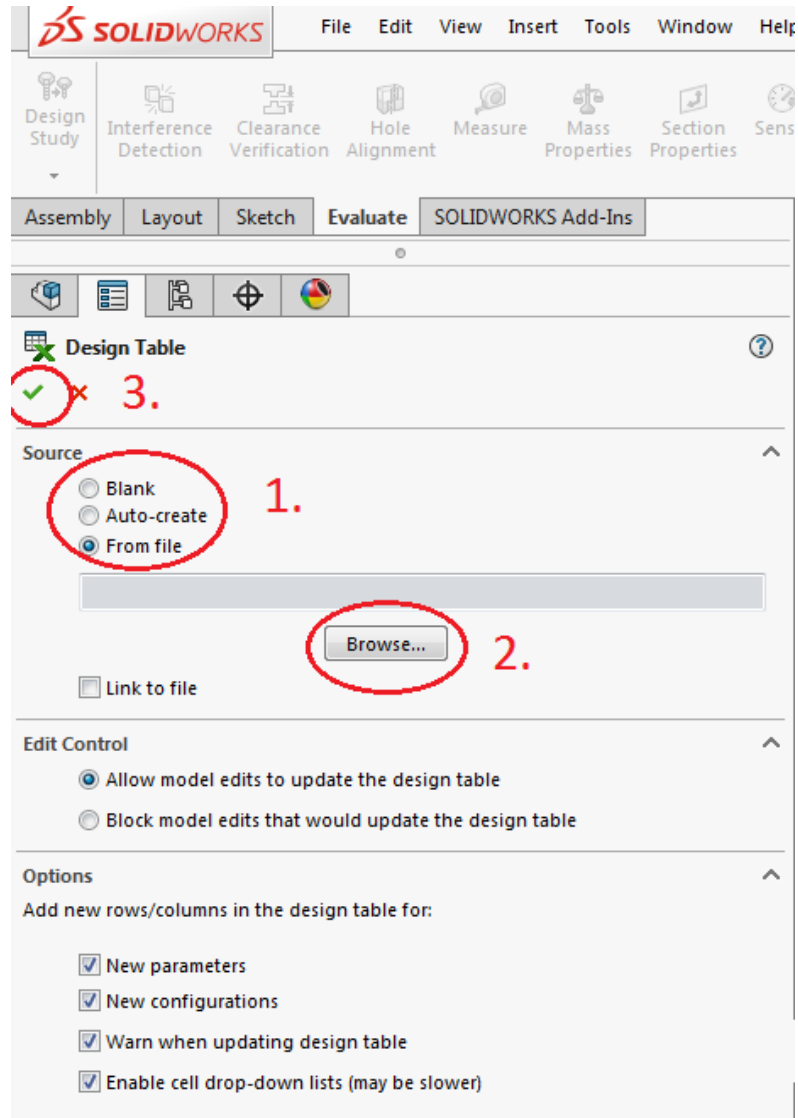
1.4 Solidworks sekä design tablen käyttöohje

1. Käynnistä SolidWorks avaamalla porraskokoonpano (SERVICE_STAIRS_U_CCW) tai (SERVICE_STAIRS_U_CW), riippuen kumpaa kokoonpanoa haluat muokata.
2. Valitse **Insert > Tables > Design Table...**



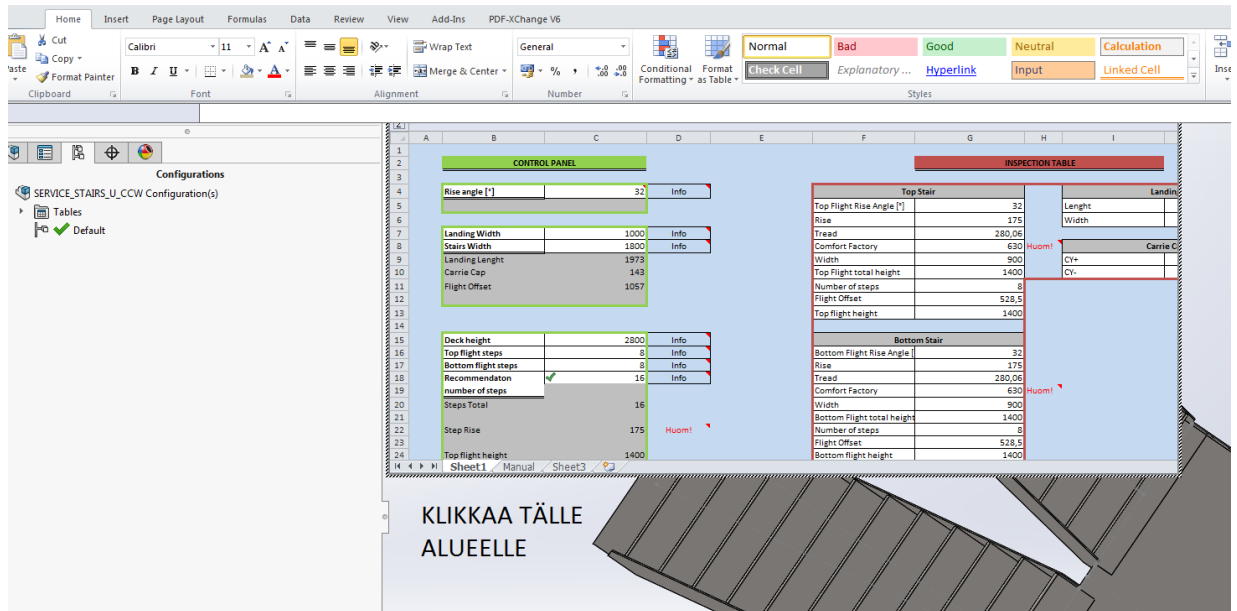
Kuva 46. SolidWorks ja Design Table.

3. Valitse **From file** ja etsi koneelta Excel käyttöliittymä. Tämän jälkeen klikkaa **vihreää ok** merkkiä.



Kuva 47. SolidWorks ja Design Table.

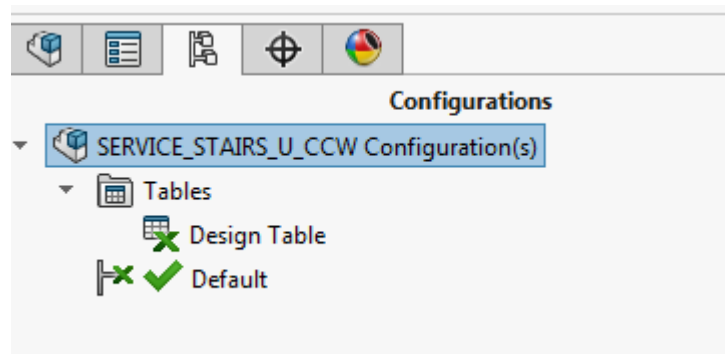
4. Taulukon ilmestyessä näkyviin, klikkaa johonkin taulukon ulkopuolelle, jolloin taulukko häviää näkyvistä. Tämän jälkeen kokoonpano rakentuu uusiksi Exceliin syöttämien arvojen mukaisesti.



Kuva 48. SolidWorks ja Design Table.

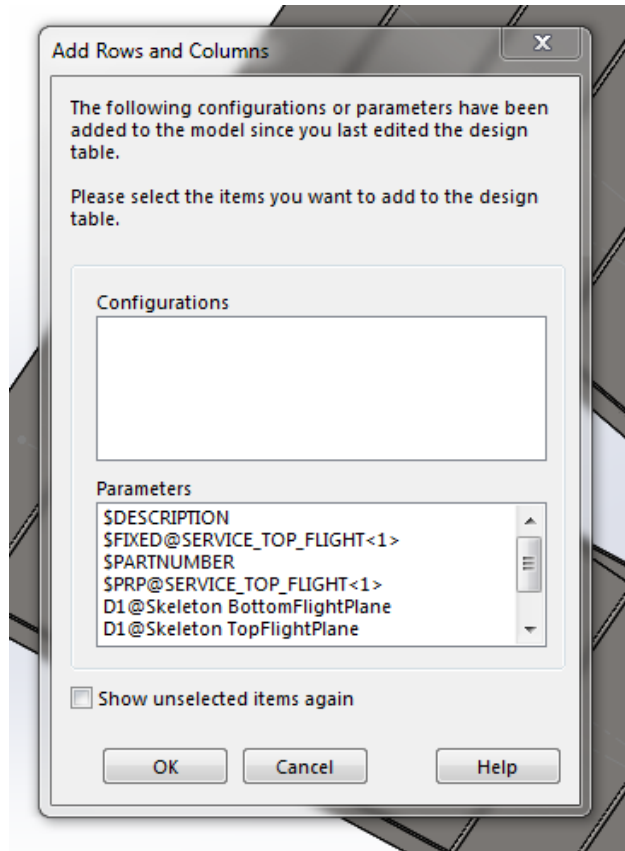
Nyt muutokset on tehty portaalle. Jos haluat vielä tehdä lisää muutoksia design tableen niin tee seuraavasti:

5. Valitse **Configuration Manager** välilehti. Klikkaa **Tables** ja sitten klikkaa hiiren oikealla **Design Table**.
6. Valitse joko **Edit Table** tai **Edit Table in New Window**.



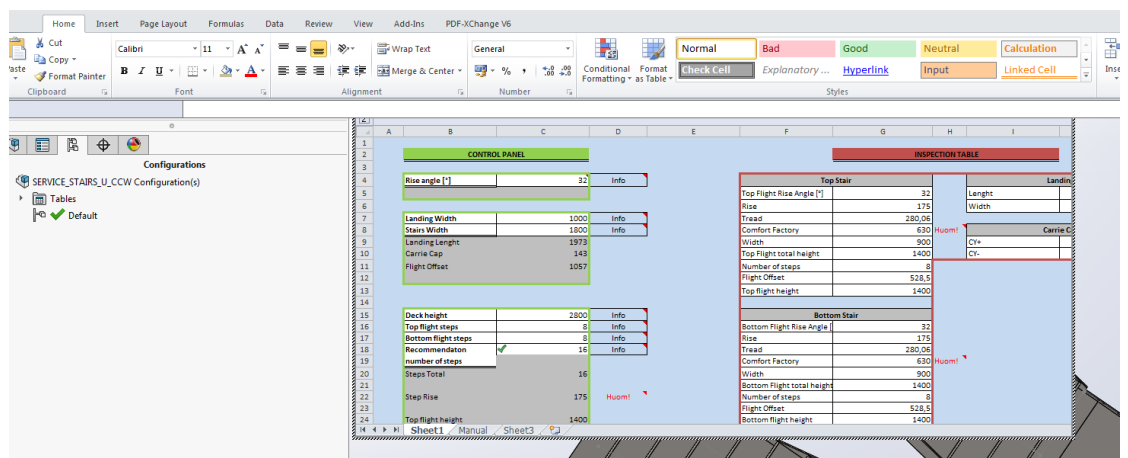
Kuva 49. SolidWorks ja Design Table.

7. Esille ilmestyy **Add Rows and Columns** välilehti. Klikkaa tässä kohtaa **OK**.



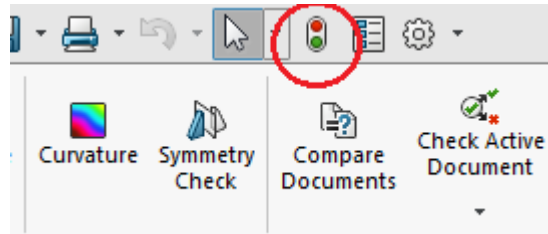
Kuva 50. SolidWorks ja Design Table.

8. Nyt esille avautuu Design Table ja voit tehdä siihen haluttuja muutoksia.



Kuva 51. SolidWorks ja Design Table.

9. Kun muutokset on tehty niin klikkaa taulukon ulkopuolelle ja paina päivityä napulaa, jonka jälkeen kokoonpano rakentuu uusiksi.



Kuva 52. SolidWorks ja Design Table.

1.5 Kokoonpanoon linkitetyt mitat

Kuvassa olevat arvot sekä mitan nimet ohjaavat itse kokoonpanoa. Mittoihin ei tarvitse koskea, sillä ne on linkitetty Control Paneliin. Kun muutat Control Panelin arvoja, niin myös kuvassa näkyvät arvot muuttuvat.

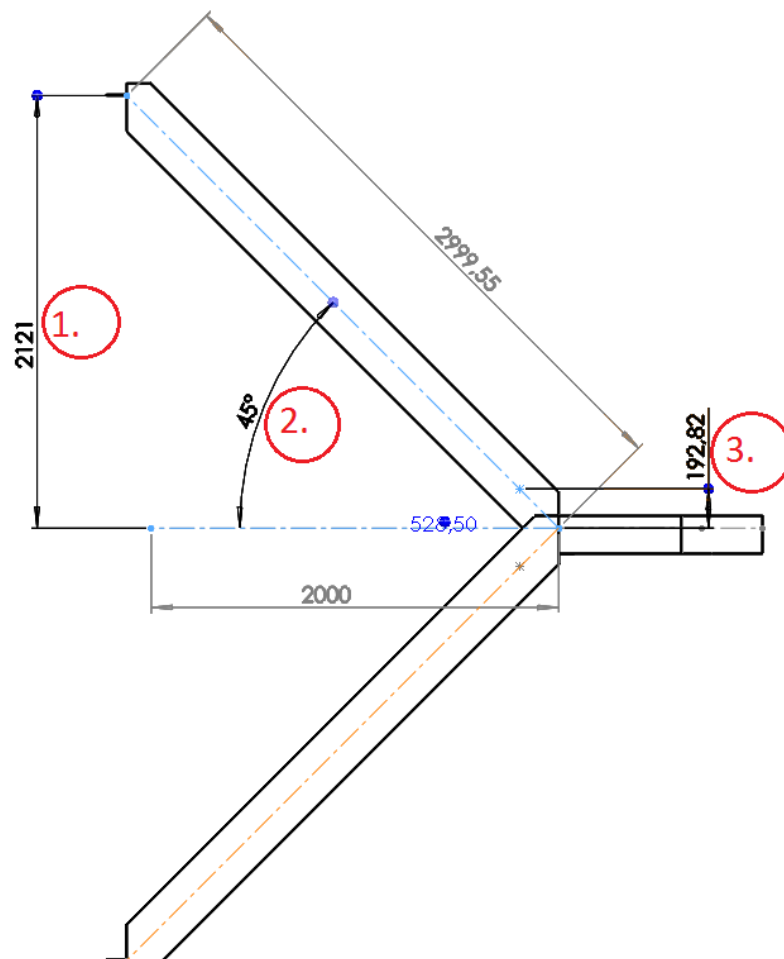
1. Kertoo tarkemmin mikä osa on kyseessä.
2. Mitan nimi Solidworks porraskokoonpanossa.
3. + tai – painikkeesta saat linkitetyt arvot piiloon tai esille.

30				
31				
32		1. Top Flight height	Top Flight stair Rise	Top Flight Rise Ang Tc
33		D5@Skeleton TopFlight	D4@Skeleton TopFlight	D5@Skeleton TopFl
34	Default	1400	175	32
35			2.	
36				

Kuva 53. Porraskokoonpanoa ohjaavat mitat sekä mittojen nimet.

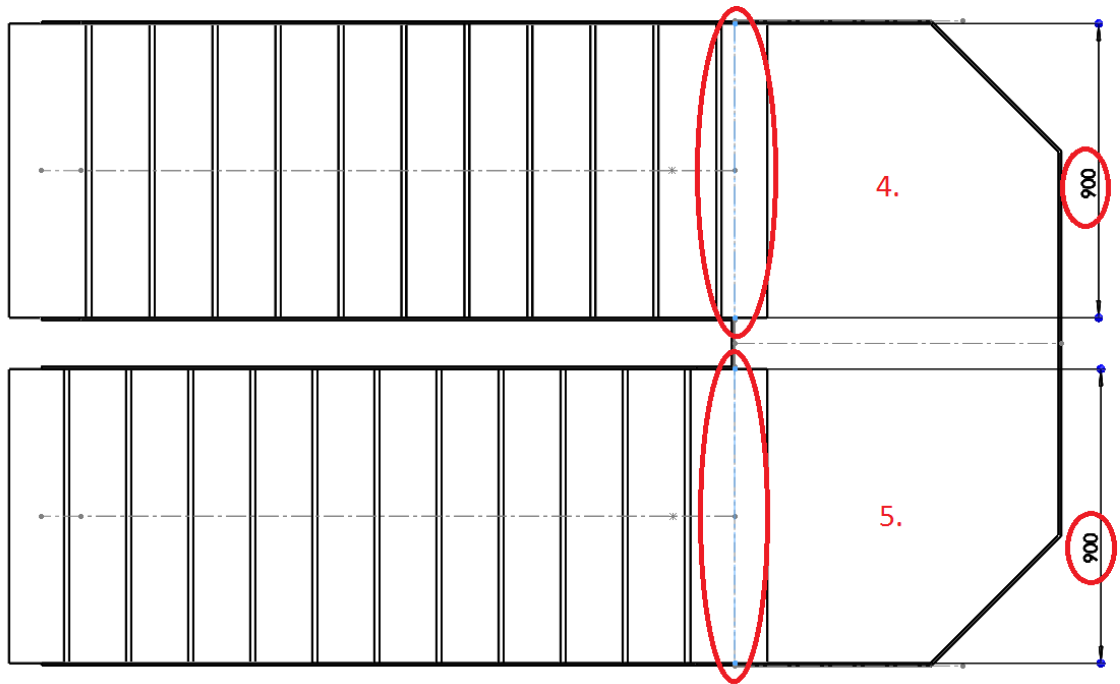
1.6 Mittojen nimet ja tarkoitus kokoonpanossa.

	MITAN NIMI KOKOONPANOSSA	NIMEN TARKOITUS	SELITYS
1.	D5@Skeleton TopFlightPlane D5@Skeleton BottomFlightPlane	Top Flight height Bottom flight height	Ohjaa portaiden korkeutta.
2.	D3@Skeleton TopFlightPlane D3@Skeleton BottomFlightPlane	Top Flight Rise Angle [°] Bottom Flight Rise Angle [°]	Ohjaa portaiden nousukulmia.
3.	D4@Skeleton TopFlightPlane D4@Skeleton BottomFlightPlane	Top Flight stair Rise Bottom Flight Stairs Rise	Ohjaa portaiden askelnousua.



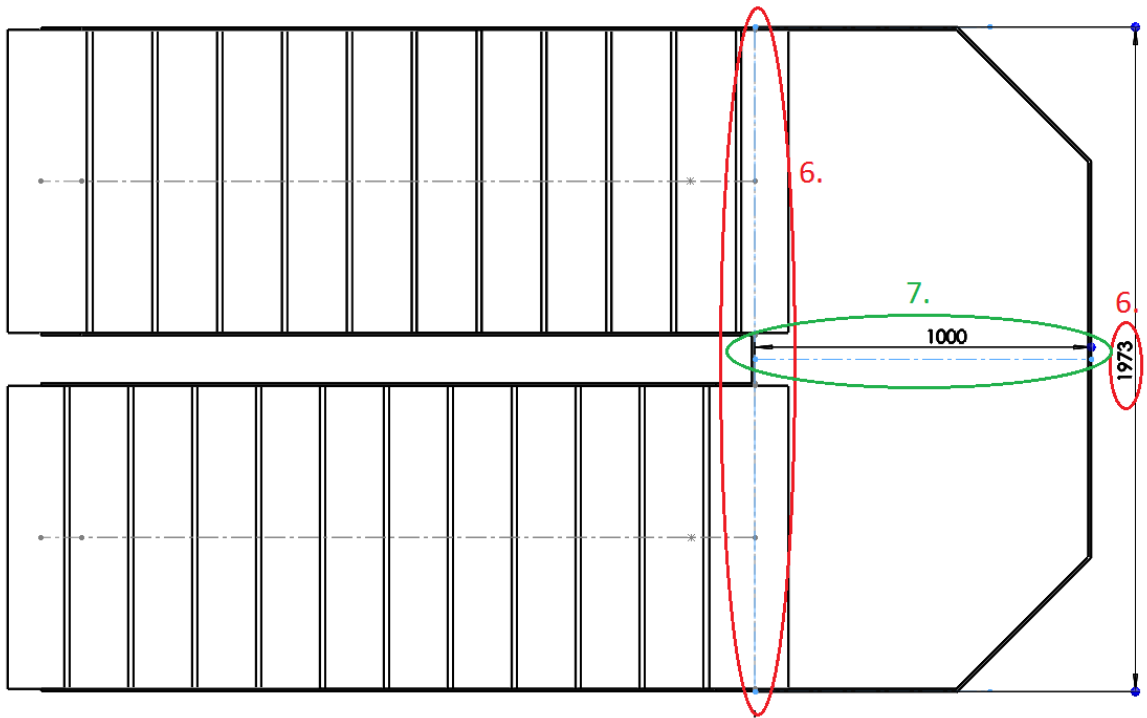
Kuva 54. Nousukulman, korkeuden sekä askelnousun mitat.

	MITAN NIMI KOKOONPANOSSA	NIMEN TARKOITUS	SELITYS
4.	D2@Skeleton HalfLandingAnd- StairsWidth	Bottom Flight Stairs Width	Ohjaa portaiden leveyttä.
5.	D1@Skeleton HalfLandingAnd- StairsWidth	Top Flight stairs Width	



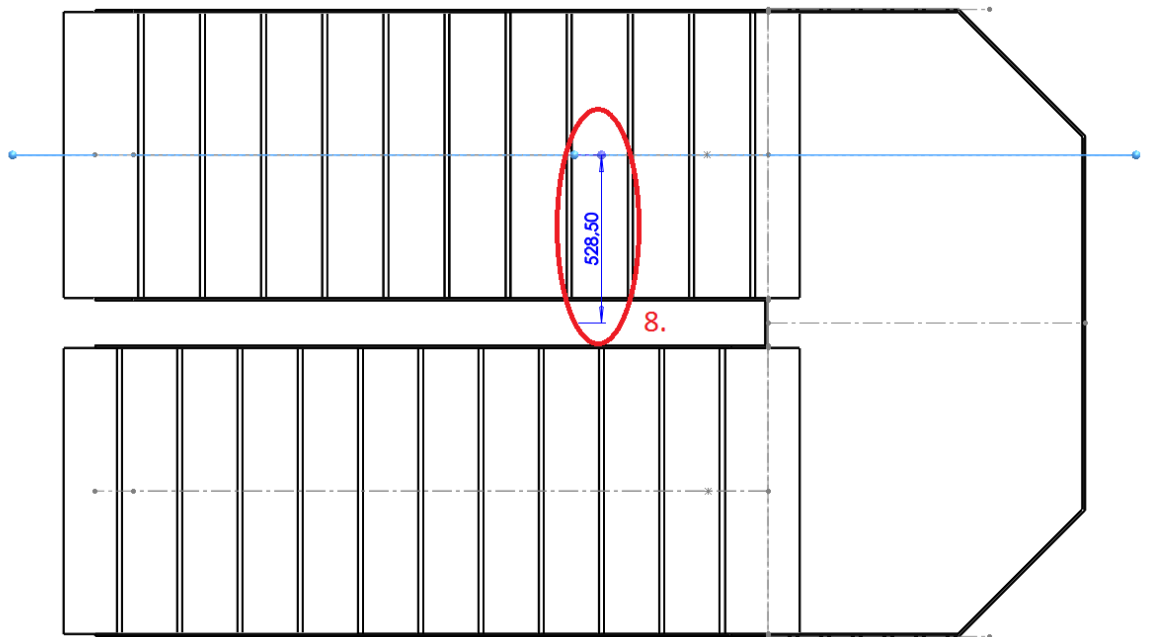
Kuva 55. Portaan leveyden mitat.

	MITAN NIMI KOKOONPANOS- SA	NIMEN TAR- KOITUS	SELITYS
6.	D3@Skeleton LandingPlane	Landing Lenght	Ohjaa lepotason pituutta.
7.	D1@Skeleton LandingPlane	Landing Width	Ohjaa lepotason leveyttä.



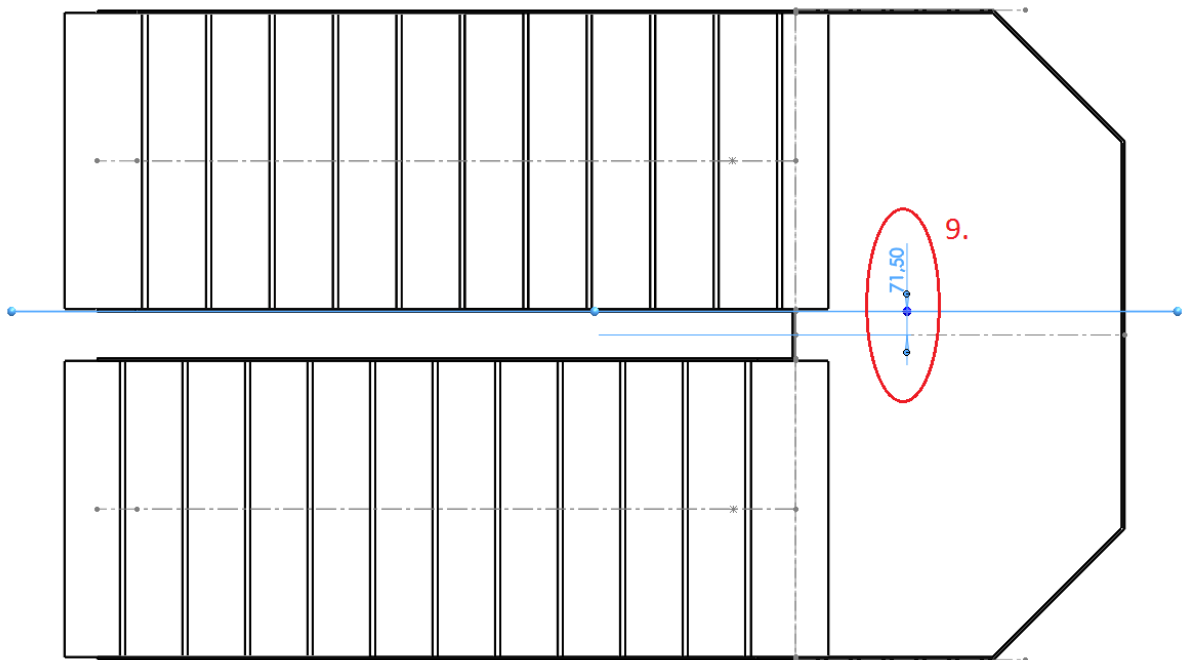
Kuva 56. Lepotason mitat.

	MITAN NIMI KOKOONPANOS- SA	NIMEN TARKOI- TUS	SELITYS
8.	D1@TopFlightPlane	Flight Offset	Ohjaa portaiden paik- kaa sivusuunnassa.
	D1@BottomFlightPlane	Flight Offset	



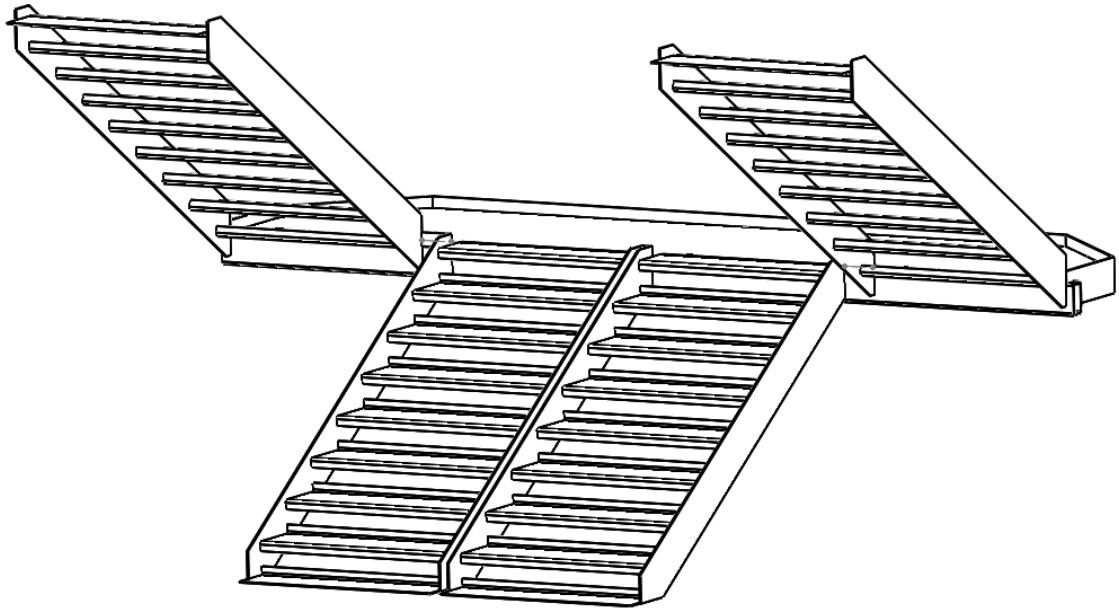
Kuva 57. Portaan ohjaus sivusuunnassa.

	MITAN NIMI KOKOONPA- NOSSA	NIMEN TARKOI- TUS	SELITYS
9.	D1@CY+	Carrier Gap	Ohjaa portaiden reisivä- lin leveyttä.
	D1@CY-	Carrier Gap	

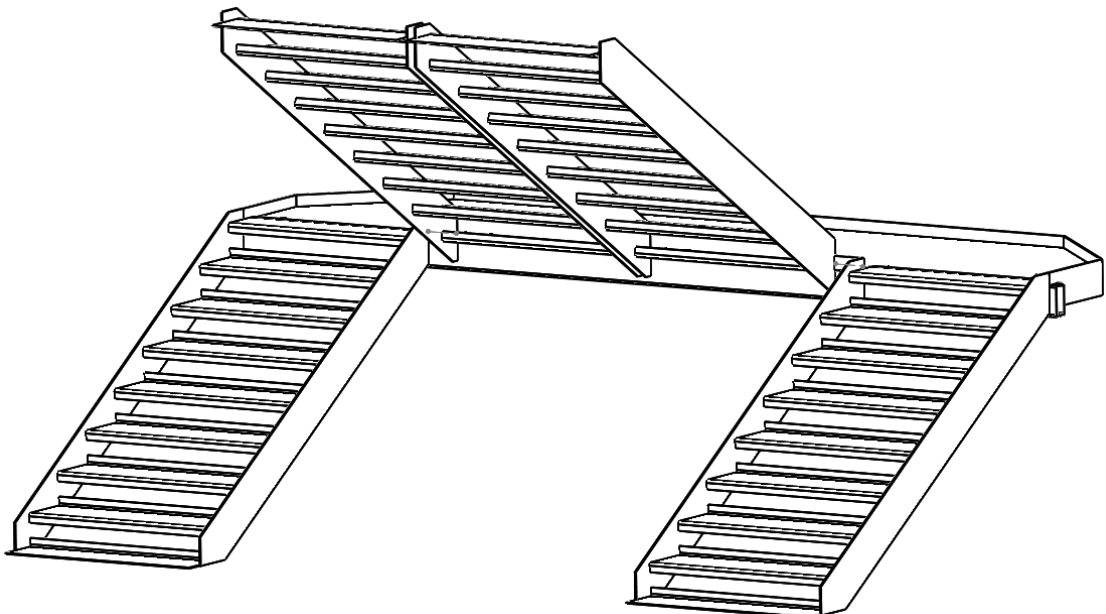


Kuva 58. Portaan reisivälin mitta.

2 SERVICE CENTER W JA SERVICE W SIDES



Kuva 60. Service Center W.



Kuva 61. Service W Sides.

2.1 Control Panel käyttöohje

Porraskokoonpanon ohjaus tapahtuu Control Panel:sta. Arvot jotka ovat valkoisella pohjalla, voidaan muuttaa. Harmaalla pohjalla olevat arvot muuttuvat itsestään aina oikeassa suhteessa.

Info: Kertoo mitä kustakin solusta tapahtuu.

Huom! Kertoo mitkä arvot kyseisessä solussa tulisi olla.

CONTROL PANEL		
Rise Angle [°]	45	Info
Landing Width	1100	Info
Bottom Stairs Width	2200	Info
Top Stairs Width	2200	Info
Landing Lenght	4831	
Deck height	2800	Info
Top flight steps	8	Info
Bottom flight steps	8	Info
Recommendaton number of steps	16	Info
Steps Total	16	
Step Rise	175	Huom!
Top flight height	1400	
Bottom flight height	1400	

Kuva 62. Control Panel (Service Center W).

CONTROL PANEL		
Rise Angle [°]	45	Info
Landing Width	1100	Info
Top Stairs Width	2200	Info
Bottom Stairs Width	2200	Info
Landing Lenght	4831,00	
Deck height	2800	Info
Top flight steps	8	Info
Bottom flight steps	8	Info
Recommendaton number of steps	16	Info
Steps Total	16	
Step Rise	175	Huom!
Top flight height	1400	
Bottom flight height	1400	

Kuva 63. Control Panel (Service W Sides).

Ennen Control Panelin täyttämistä selvitä seuraavat arvot:

- Kansiväli
- Pakotieleveys
- Portaiden nousukulma

Aseta arvot Control Paneliin seuraavassa järjestyksessä:

1. Aseta nousukulma **Rise angle [°]** kohtaan (esimerkiksi 32 astetta).
 2. Aseta portaan pakotieleveys **Top Stairs Width** sekä **Bottom Stairs Width** kohtaan (esim. 2200). Huomaa, että portaan pakotieleveys pitää kertoa kahdella, koska siihen otetaan huomioon molempien nousevien sekä molempien laskevien portaiden yhteenlaskettu leveys. (Jos pakotieleveys 1100, niin anna arvo 2200)
 3. Aseta **Landing Width** kohtaan lepotason leveys. Tämä on yleensä sama kuin pakotieleveys, (esim. 1100).
 4. Aseta kannen korkeus **Deck height** kohtaan (esim. 2800), jonka jälkeen **Recommendaton number of steps** ehdottaa parhaat vaihtoehdot askelten kokonaisuudelle (jotka ovat nyt 16, 17, 18). Huomaa, että **Recommendaton number of steps** pudotusvalikko pitää avata (klikkaamalla hiirellä pudotusvalikkoa) ennen kuin ehdotettavat askelten lukumäärät tulevat esille.
 5. Tämän jälkeen valitse askelten lukumäärät **Top flight steps** sekä **Bottom flight steps** pudotusvalikosta. Pyri aina mahdollisuuden mukaan valitsemaan sama askelmäärä molempiin portaisiin. (Valitaan 8 ja 8, koska askelten kokonaisuudeksi päätettiin valita 16.)
- - Nyt nähdään, että **Step Rise** on 175 eli sallitulla alueella. (pitää olla välillä 150–200 ja ihanne arvo on väliltä 170–190).
 - Nähdään että **Tread** on 280, joka on myös sallitulla alueella. (pitää olla 270–300 ja ihanne arvo on noin 280).
 - Nyt nähdään myös, että **Comfort Factory** on 630 eli ihanne luvussa. (Pitää olla välillä 620–640 matkustaja portaissa. Miehistöportaissa luvun ei tarvitse olla tällä alueella.)

Taulukko 5. Taulukosta voit katsoa eri kansikorkeuksille sopivat askelten lukumäärät, jossa askel etenemä ja korkeus sekä comfort factor ovat sallitulla alueella.

kerroskorkeus mm	nousu kpl	nousu mm	etenemä mm	kaltevuus asteina
2800	16	175,0	270...290	33...31
	17	164,7	270...310	31...28
	18	155,5	289...329	28...25
3000	17	176,4	270...287	33...32
	18	166,6	270...307	32...29
	19	157,9	284...324	29...26
	20	150,0	300...304	27...24
3200	18	177,7	270...284	33...32
	19	168,4	270...303	32...29
	20	160,0	280...320	30...27
	21	152,4	295...335	27...25
3400	19	178,9	270...282	34...32
	20	170,0	270...300	32...30
	21	161,9	276...316	30...27
	22	154,5	291...331	28...25
3600	20	180,0	270...280	34...33
	21	171,4	270...297	32...30
	22	163,6	273...313	31...28
	23	156,6	287...327	29...26
3800	22	172,7	270...295	33...30
	23	165,2	270...310	32...28
	24	158,3	283...323	29...26
4000	23	173,9	270...292	33...31
	24	166,6	270...307	32...29
	25	160,0	280...320	30...372
	26	153,8	292...332	28...25
4200	24	175,0	270...290	33...31
	25	168,0	270...304	32...29
	26	161,5	277...317	30...27
	27	155,5	289...329	28...25
4400	25	176,0	270...288	33...31
	26	169,2	270...302	32...29
	27	162,9	274...314	31...27
	28	157,1	286...326	29...26
4600	26	176,9	270...286	33...31
	27	170,3	270...299	32...30
	28	164,8	270...310	31...28
	29	158,6	283...323	30...26
4800	27	176,9	270...286	33...31
	28	171,4	270...297	32...30
	29	165,5	270...309	31...29
	30	160,0	280...320	30...28
5000	28	178,6	270...283	33...32
	29	172,4	270...295	32...30
	30	166,6	270...305	31...28
	31	161,3	275...315	30...27
5200	29	179,3	270...281	34...32
	30	173,3	270...293	33...31
	31	167,7	270...305	32...29
	32	162,5	275...315	31...27

2.2 Inspection Table

- Arvot Inspection Table:ssa muuttuvat itsestään ja siihen ei tarvitse koskea.
- Inspection Table:ssa portaan eri osien mitat on eritelty erikseen.

INSPECTION TABLE				
Top Stair			Landing	
Top Flight Rise Angle [°]	45		Lenght	4831
Rise	175		Width	1100
Tread	175			
Comfort Factory	525	Huom!		
Width	1100	Info		
Top Flight total height	1400			
Number of steps	8			
Bottom Stair				
Bottom Flight Rise Angle [°]	45			
Rise	175			
Tread	175			
Comfort Factory	525	Huom!		
Width	1100	Info		
Bottom Flight total height	1400			
Number of steps	8			

Kuva 64. Inspection Table.

2.3 Tarkastus

Huomioitavat asiat ovat:

- **Rise** arvon tulisi olla välillä 150–200 ja ihanne arvo on välillä 170–190.
- **Tread** arvon tulisi olla välillä 270–300 ja ihanne arvo on noin 280.
- **Comfort Factory**, jonka arvon matkustajaportaissa tulisi aina olla 620–640. Ihanne arvo on 630. Miehistöportaissa Comfort Factorya ei tarvitse huomioida.
- Jos pakotieleveys on esimerkiksi 1100 niin:
 - Inspection Tablessa **Width** kohdassa arvo on 1100.
 - Control Panel:ssa **Stairs Width** kohdassa arvo on 2200, (koska pakotieleveys kerrotaan aina kahdella).

Top Stair	
Top Flight Rise Angle [°]	45
Rise	175
Tread	175
Comfort Factory	525
Width	1100
Top Flight total height	1400
Number of steps	8

Kuva 65. Huomioitavat asiat Inspection Tablessa.

Bottom Stairs Width	2200	Info
Top Stairs Width	2200	Info
Landing Lenght	4831	

Kuva 66. Huomioitavat asiat Control Tablessa (Service Center W).

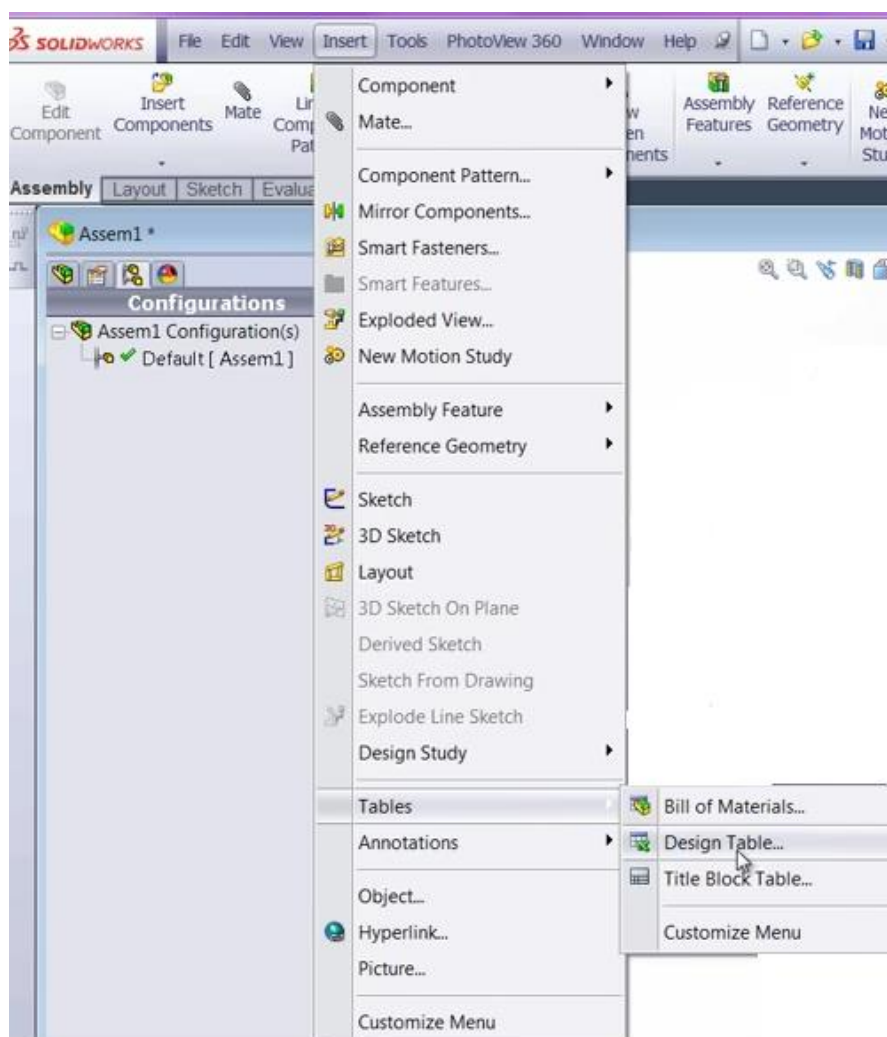
Top Stairs Width	2200	Info
Bottom Stairs Width	2200	Info
Landing Lenght	4831,00	

Kuva 67. Huomioitavat asiat Control Table:ssa (Service W Sides).

TARKSTUKSEN JÄLKEEN ENNEN KUIN AVAAT SOLIDWORKS NIIN PIDÄ EXCELIN "USER INTERFACE" VÄLILEHTI NÄKYVISSÄ, JONKA JÄLKEEN TALLENNAA JA SULJE EXCEL!

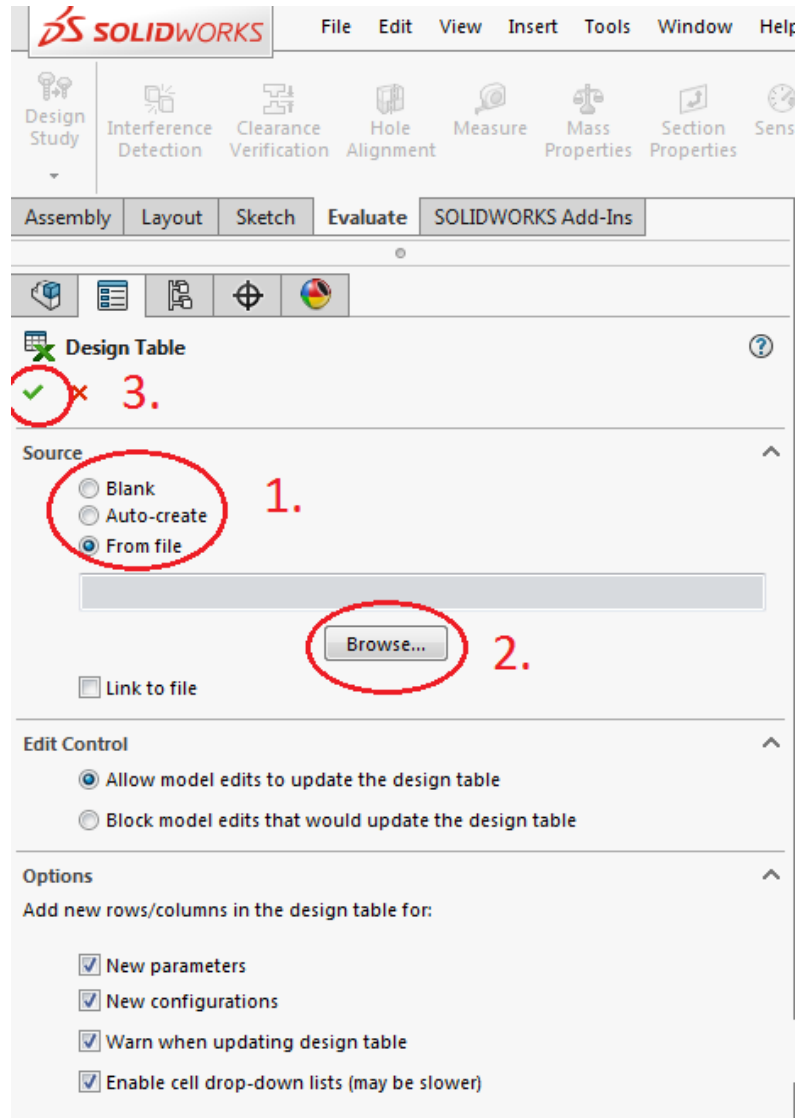
2.4 Solidworks sekä design tablen käyttöohje

1. Käynnistä SolidWorks avaamalla porraskokoonpano (SERVICE_STAIRS_CENTER_W) tai (SERVICE_STAIRS_W_SIDES), riippuen kumpaa kokoonpanoa haluat muokata.
2. Valitse **Insert > Tables > Design Table...**



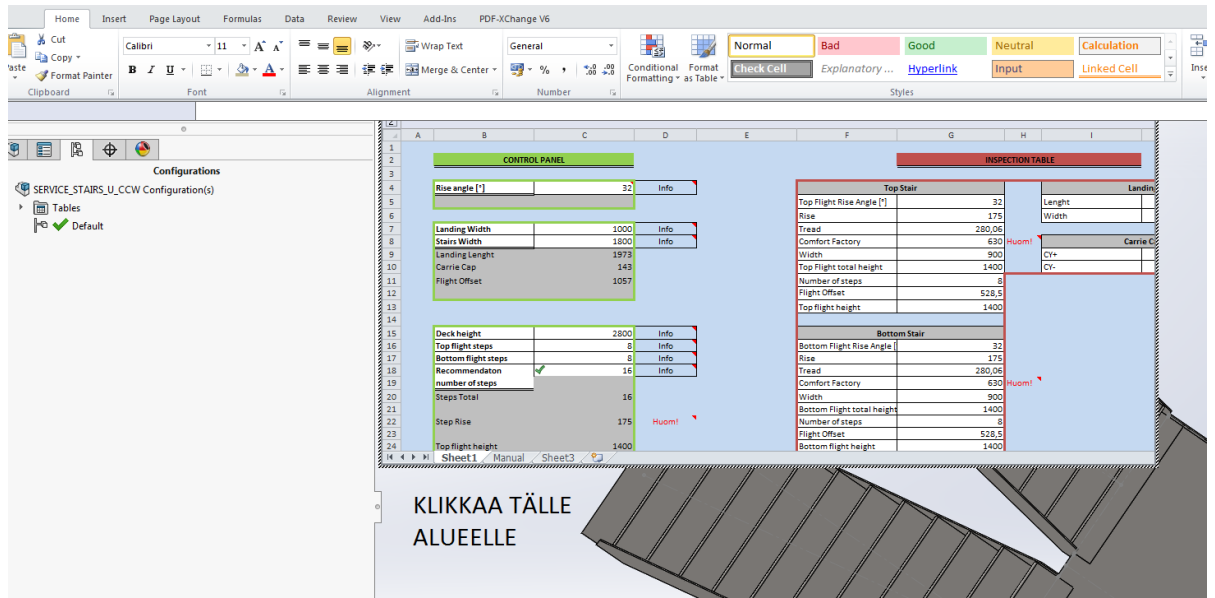
Kuva 68. SolidWorks ja Design Table.

3. Valitse **From file** ja etsi koneelta Excel käyttöliittymä. Tämän jälkeen klikkaa **vihreää ok** merkkiä.



Kuva 69. SolidWorks ja Design Table.

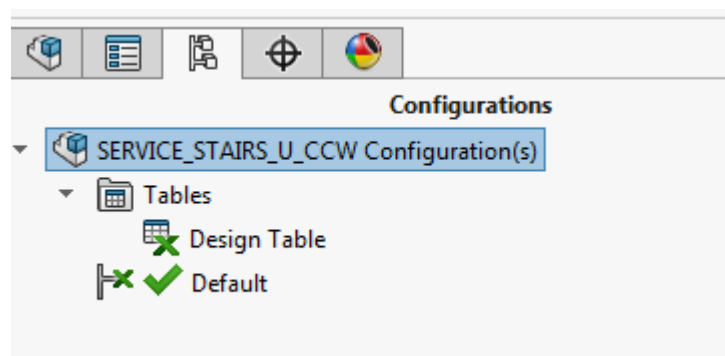
4. Taulukon ilmestyessä näkyviin, klikkaa johonkin taulukon ulkopuolelle, jolloin taulukko häviää näkyvistä. Tämän jälkeen kokoonpano rakentuu uusiksi Exceliin syöttämien arvojen mukaisesti.



Kuva 70. SolidWorks ja Design Table.

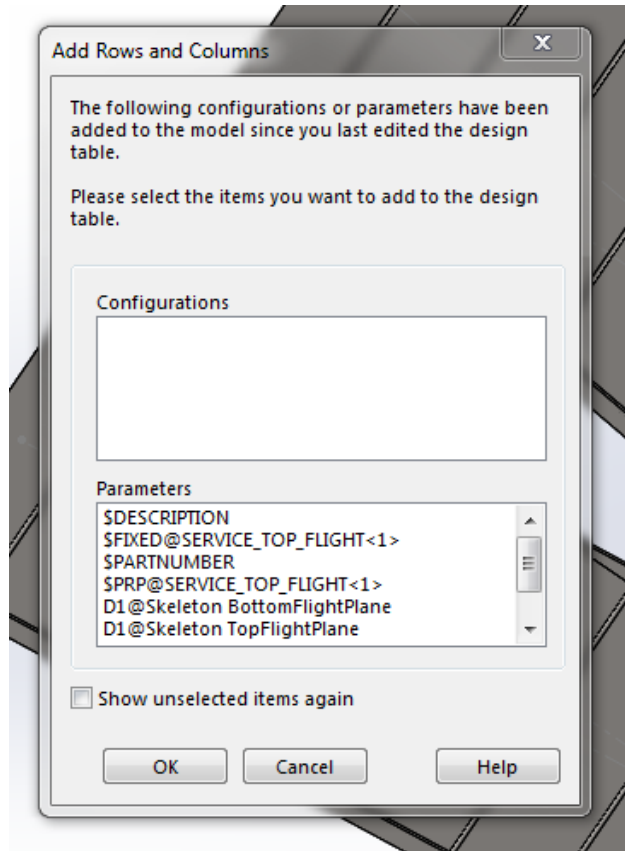
Nyt muutokset on tehty portaalle. Jos haluat vielä tehdä lisää muutoksia design tableen niin tee seuraavasti:

5. Valitse **Configuration Manager** välilehti. Klikkaa **Tables** ja sitten klikkaa hiiren oikealla **Design Table**.
6. Valitse joko **Edit Table** tai **Edit Table in New Window**.



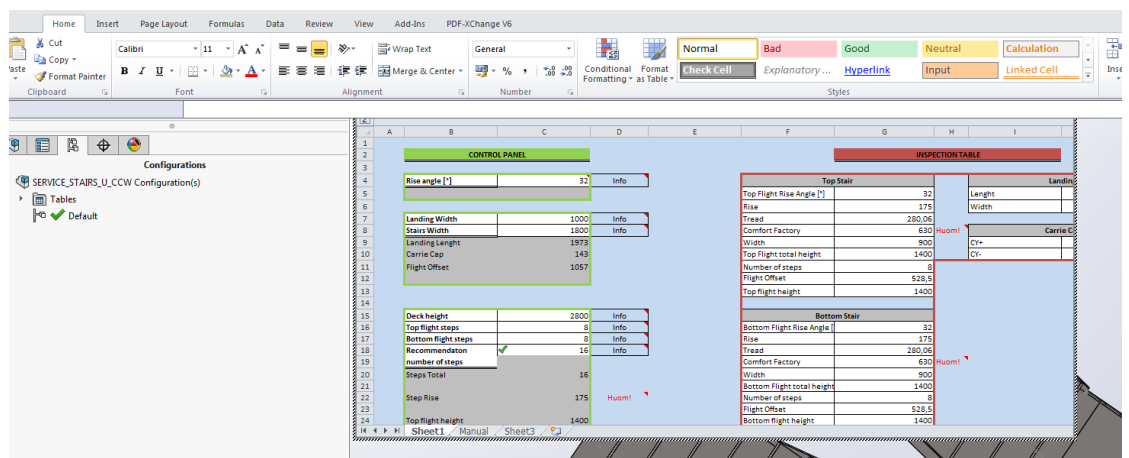
Kuva 71. SolidWorks ja Design Table.

7. Esille ilmestyy **Add Rows and Columns** välilehti. Klikkaa tässä kohtaa **OK**.



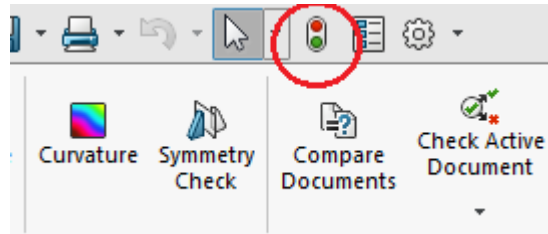
Kuva 72. SolidWorks ja Design Table.

8. Nyt esille avautuu Design Table ja voit tehdä siihen haluttuja muutoksia.



Kuva 73. SolidWorks ja Design Table.

9. Kun muutokset on tehty niin klikkaa taulukon ulkopuolelle ja paina päivitä napulaa, jonka jälkeen kokoonpano rakentuu uusiksi.



Kuva 74. SolidWorks ja Design Table.

2.5 Kokoonpanoon linkitetyt mitat

Kuvassa olevat arvot sekä mitan nimet ohjaavat itse kokoonpanoa. Mittoihin ei tarvitse koskea, sillä ne on linkitetty Control Paneliin. Kun muutat Control Panelin arvoja, niin myös kuvassa näkyvät arvot muuttuvat.

1. Kertoo tarkemmin mikä osa on kyseessä.
2. Mitan nimi Solidworks porraskokoonpanossa.
3. + tai – painikkeesta saat linkitetyt arvot piiloon tai esille.

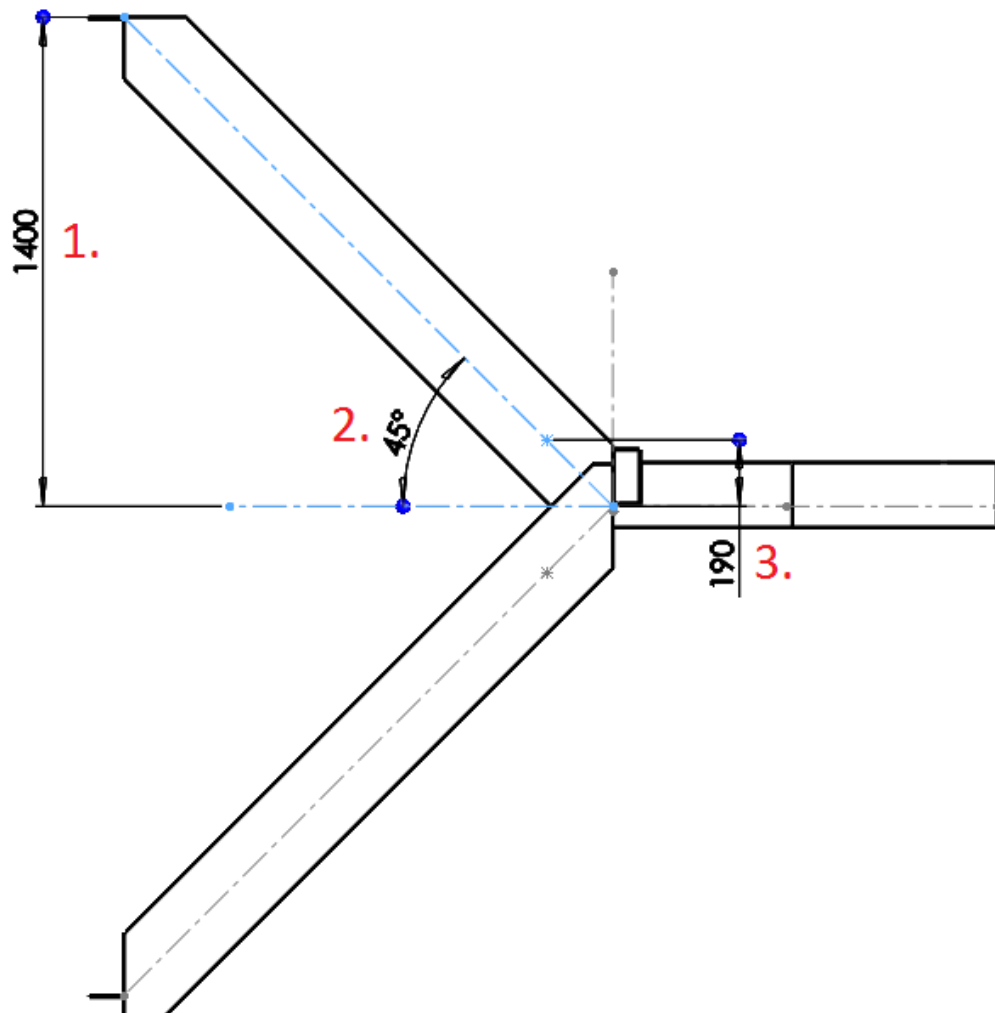
30				
31				
32		1.		
33		Top Flight height	Top Flight stair Rise	Top Flight Rise Ang Tc
34	Default	1400	175	32
35				
36				

Red annotations in the image: A red circle around the minus sign icon in the left column header (row 35), and red circles around the 'Top Flight height' and 'Top Flight stair Rise' cells in row 33. A red '2.' is placed below the 'Top Flight stair Rise' cell.

Kuva 75. Porraskokoonpanoa ohjaavat mitat sekä mittojen nimet.

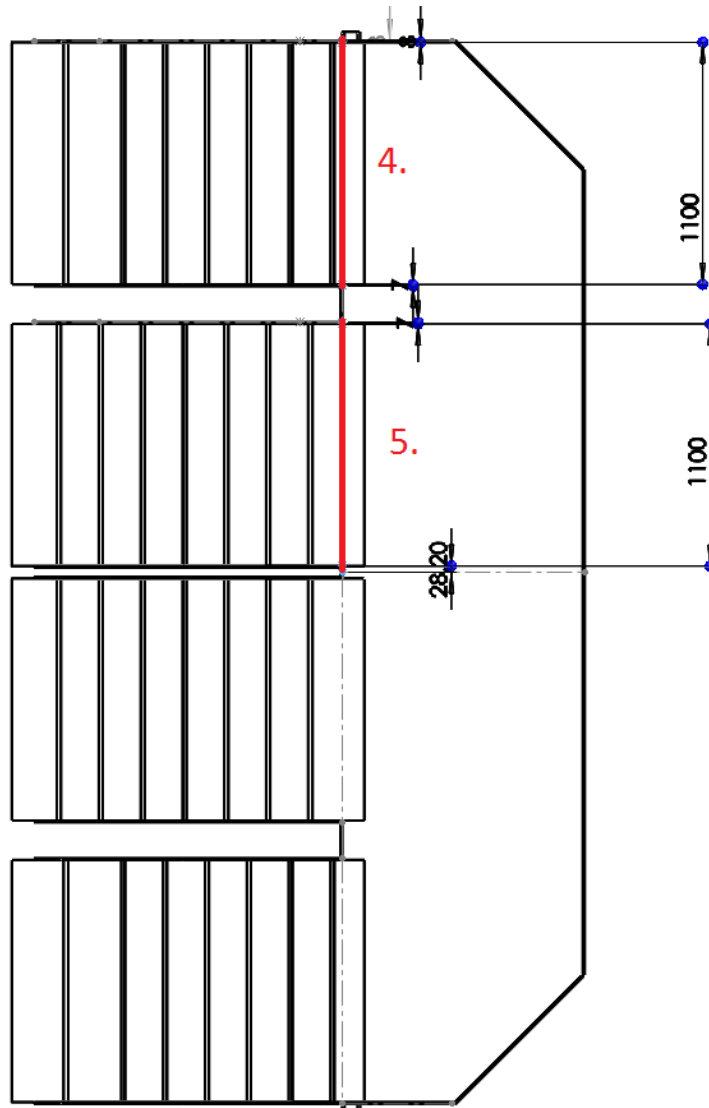
2.6 Mittojen nimet ja tarkoitus kokoonpanossa.

	MITAN NIMI KOKOONPANOSSA	NIMEN TARKOITUS	SELITYS
1.	D2@Skeleton TopFlightPlane D2@Skeleton BottomFlightPlane	Top Flight height Bottom flight height	Ohjaa portaiden korkeutta.
2.	D1@Skeleton TopFlightPlane D1@Skeleton BottomFlightPlane	Top Flight Rise Angle [°] Bottom Flight Rise Angle [°]	Ohjaa portaiden nousukulmia.
3.	D3@Skeleton TopFlightPlane D3@Skeleton BottomFlightPlane	Top Flight stair Rise Bottom Flight Stairs Rise	Ohjaa portaiden askelnousua.



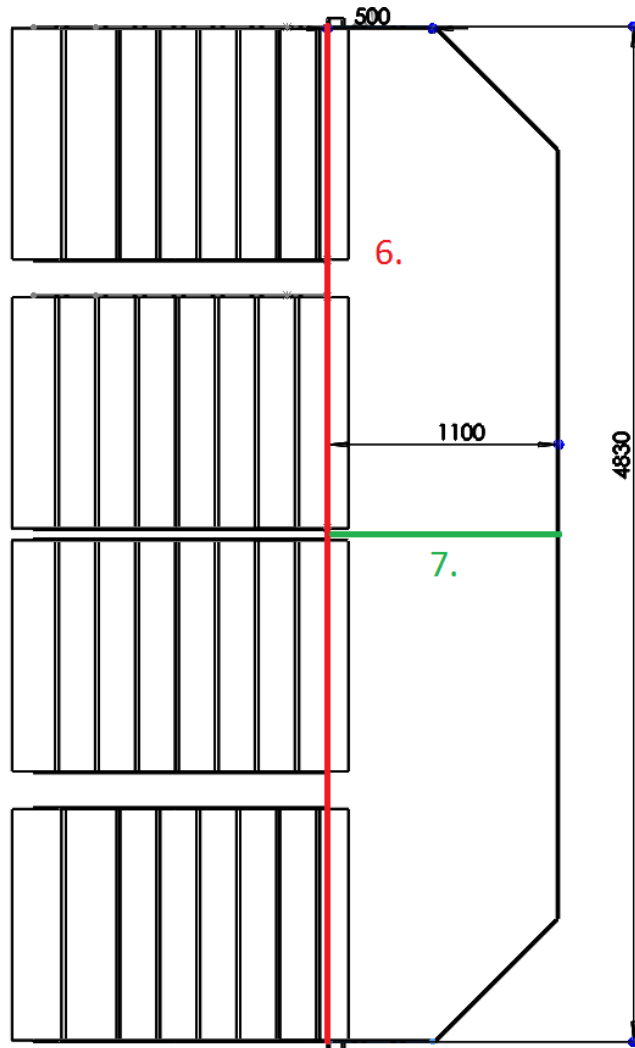
Kuva 76. Nousukulman, korkeuden sekä askelnousun mitat.

	MITAN NIMI KOKOONPANOSSA	NIMEN TARKOITUS	SELITYS
4.	D3@Skeleton HalfLandingAnd- StairsWidth	Bottom Flight Stairs Width	Ohjaa portaiden leveyttä.
5.	D6@Skeleton HalfLandingAnd- StairsWidth	Top Flight stairs Width	



Kuva 77. Portaan leveyden mitat.

	MITAN NIMI KOKOONPANOS- SA	NIMEN TARKOI- TUS	SELITYS
6.	D2@Skeleton LandingPlane	Landing Lenght	Ohjaa lepotason pi- tuutta.
7.	D3@Skeleton LandingPlane	Landing Width	Ohjaa lepotason le- veyttä.



Kuva 78. Lepotason mitat.

2.7 Taulukon kaavat

Kuvassa olevia arvoja ja taulukoita on käytetty ohjelman luomiseen ja niiden arvoja ei tarvitse muokata.

Saat taulukon piiloon tai esille ylhäällä olevasta + tai – painikkeesta.

R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
	Askelmäärät													
	3		Kansi korkeus		Porras määrä									
	4		2300	2499	12,13,14	0	0	12	13	14				16
	5		2500	2699	14,15,16	0	0	14	15	16				17
	6		2700	2799	16,17,18	0	0	16	17	18				18
	7		2800	2999	16,17,18	2800	2800	16	17	18				0
	8		3000	3199	16,17,18,19,20	0	0	16	17	18	19	20		0
	9		3200	3399	18,19,20,21	0	0	18	19	20	21			
	10		3400	3599	19,20,21,22	0	0	19	21	21	22			
	11		3600	3799	20,21,22,23	0	0	20	21	22	23			
	12		3800	3999	22,23,24	0	0	22	23	24				
	13		4000	3999	23,24,25,26	0	0	23	24	25	26			
	14		4200	3999	24,25,26,27	0	0	24	25	26	27			
	15		4400	3999	25,26,27,28	0	0	25	26	27	28			
	16		4600	3999	26,27,28,29	0	0	26	27	28	29			
	17		4800	3999	27,28,29,30	0	0	27	28	29	30			
	18		5000	3999	28,29,30,31	0	0	28	29	30	31			
	19													
	20													
		Top stairs	2200						Top stairs	2200				
		Bottom St	2200	2000	2000		200	1,090909	Bottom St	2200	2200		0	1
		Landing L	4830		5270,0909				Landing L	4830			1	

Kuva 79. Kaavoja ohjelman luomista varten.

3 KUVALUETTELO

Kuva 1. Service U CCW porraskokoonpano.	3
Kuva 2. Service U CW porraskokoonpano.	3
Kuva 3. Control panel käyttöliittymä	4
Kuva 4. Inspection Table.	7
Kuva 5. Huomioitavat asiat Inspection Tablessa.	8
Kuva 6. Huomioitavat asiat Control Tablessa.	8
Kuva 7. SolidWorks ja Design Table.	9
Kuva 8. SolidWorks ja Design Table.	10
Kuva 9. SolidWorks ja Design Table.	11
Kuva 10. SolidWorks ja Design Table.	11
Kuva 11. SolidWorks ja Design Table.	12
Kuva 12. SolidWorks ja Design Table.	12
Kuva 13. SolidWorks ja Design Table.	13
Kuva 14. Porraskokoonpanoa ohjaavat mitat sekä mittojen nimet.	13
Kuva 15. Nousukulman, korkeuden sekä askelnousun mitat.	14
Kuva 16. Portaan leveyden mitat.	15
Kuva 17. Lepotason mitat.	16
Kuva 18. Portaan ohjaus sivusuunnassa.	17
Kuva 19. Portaan reisivälin mitta.	18
Kuva 20. Kaavoja ohjelman luomista varten.	19
Kuva 21. Service Center W.	20
Kuva 22. Service W Sides.	20
Kuva 23. Control Panel (Service Center W).	21
Kuva 24. Control Panel (Service W Sides).	21
Kuva 25. Inspection Table.	24
Kuva 26. Huomioitavat asiat Inspection Tablessa.	25
Kuva 27. Huomioitavat asiat Control Tablessa (Service Center W).	25
Kuva 28. Huomioitavat asiat Control Table:ssa (Service W Sides).	25
Kuva 29. SolidWorks ja Design Table.	26
Kuva 30. SolidWorks ja Design Table.	27
Kuva 31. SolidWorks ja Design Table.	28
Kuva 32. SolidWorks ja Design Table.	28
Kuva 33. SolidWorks ja Design Table.	29
Kuva 34. SolidWorks ja Design Table.	29
Kuva 35. SolidWorks ja Design Table.	30
Kuva 36. Porraskokoonpanoa ohjaavat mitat sekä mittojen nimet.	30
Kuva 37. Nousukulman, korkeuden sekä askelnousun mitat.	31
Kuva 38. Portaan leveyden mitat.	32
Kuva 39. Lepotason mitat.	33
Kuva 40. Kaavoja ohjelman luomista varten.	34