

Pertti Yli-Kohtamäki

## **Monipäävää'an tason kehitysprosessi**

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Pertti Yli-Kohtamäki

Työn nimi: Monipäävää'an tason kehitysprosessi

Ohjaaja: Jukka Aarnio

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Työssä kehitettiin, suunniteltiin ja valmistettiin uudenmallinen taso monipäävää'alle. Työ tehtiin Traypack Engineering Oy:lle. Tarve kehitystyölle tuli, kun monipäävää'an tason valmistuskustannuksia haluttiin vähentää.

Teoreettista pohjaa työlle haettiin erilaisista tuotekehitykseen liittyvistä julkaisuista sekä kirjoittajan omista pohdinnoista.

Tason 3D-mallinnus oli ajallisesti työn suurin vaihe. Mallinnuksessa käytettiin SolidWorks-ohjelmistoa. Tärkein kehityskohde oli tason rungon uusi valmistusmalli, joka vaihtui putkirunkoisesta levyrunkoiseen. Suunnitteluun sisältyi myös tason käyttöön olennaisesti liittyviä kokoonpanoja.

Uudenmallinen taso valmistettiin suunnitelman mukaan ja toimitettiin asiakkaalle kevään 2012 aikana. Tuote täytti sille asetetut odotukset eli kustannukset putosivat ja taso täytti monipäävää'an vaatimukset.

Asiasanat: Suunnittelu, tuotekehitys, monipäävaaka, elintarviketeollisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author/s: Pertti Yli-Kohtamäki

Title of thesis: Engineering development process of a multihead weigher platform

Supervisor(s): Jukka Aarnio

Year: 2012                      Number of pages: 48      Number of appendices: 3

---

This thesis includes the development, design and manufacturing details of a new type of platform for a multihead weigher. The thesis was made for a company called Traypack Engineering Oy. The thesis subject was topical because the company wanted to lower the cost of manufacturing the platform.

The different publications related to the product development and the writer's own reflections are the theoretical bases of this thesis

The 3D modeling of the platform was the most time consuming phase of this thesis. The program used for modeling was the SolidWorks. The most important subject of the development was replacing the pipe frame to a plate frame. The designing process also included different assemblies related to the platform.

The new style platform was made as designed and it was delivered to the customer during the spring of 2012. The product met the expectations of lowering the costs, and it also filled the requirements of the multihead weigher.

Keywords: design, product development, multihead weigher, food industry

## SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä.....          | 2  |
| Thesis abstract.....                    | 3  |
| SISÄLTÖ .....                           | 4  |
| KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO .....        | 6  |
| KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....       | 8  |
| 1 Johdanto .....                        | 9  |
| 1.1 Työn tausta .....                   | 9  |
| 1.2 Lähtökohdat .....                   | 10 |
| 2 Tuotekehitys.....                     | 11 |
| 2.1 Yleistä .....                       | 11 |
| 2.2 Tuotekehitysprosessi .....          | 12 |
| 2.3 Tuotteiden kehittäjät.....          | 14 |
| 2.3.1 Ketkä tuotteita kehittävät? ..... | 14 |
| 2.3.2 Tuotekehitys ryhmässä .....       | 15 |
| 3 Suunnittelu .....                     | 17 |
| 3.1 Taso .....                          | 17 |
| 3.2 Portaat .....                       | 25 |
| 3.3 Pesuseinä .....                     | 29 |
| 3.3.1 Pesuseinän käyttötarkoitus .....  | 29 |
| 3.3.2 Pesuseinän suunnittelu .....      | 30 |
| 3.4 Kaiteet, viemärit ja muut osat..... | 31 |
| 3.4.1 Kaiteet.....                      | 31 |
| 3.4.2 Viemärit.....                     | 34 |
| 3.4.3 Turvapuomi .....                  | 35 |
| 3.4.4 Pesuseinän vinotuennat.....       | 36 |
| 3.4.5 Jalkapalkit .....                 | 37 |
| 4 Valmistus .....                       | 39 |
| 4.1 Yleistä valmistuksesta .....        | 39 |
| 4.2 Valmistusjärjestys .....            | 39 |

|    |                                   |    |
|----|-----------------------------------|----|
| 5  | Pintakäsittely.....               | 42 |
| 6  | Asennus.....                      | 43 |
| 7  | Muutokset ja parannukset.....     | 44 |
| 8  | Jälkilaskelma.....                | 47 |
| 9  | Kehitys- ja parannuskohteita..... | 48 |
| 10 | Yhteenveto.....                   | 49 |
|    | LÄHTEET.....                      | 50 |
|    | LIITTEET.....                     | 51 |

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

|  |    |
|--|----|
| Kuvio 1. Jännitys jakauma kulman suuntaisessa levyssä .....      | 18 |
| Kuvio 2. Lähikuva mallin heikoimmasta kohdasta .....             | 19 |
| Kuvio 3. Runkolevyihin leikattiin 0,4 asteen kaato .....         | 20 |
| Kuvio 4. Kyynellevyn pintakuviokuva .....                        | 21 |
| Kuvio 5. Kohdistuslevyt paikoillaan runkolevyjen hahloissa ..... | 22 |
| Kuvio 6. Putkirunkoinen taso .....                               | 23 |
| Kuvio 7. Putkirunkoinen taso ilman lattialevyjä .....            | 23 |
| Kuvio 8. Levyrunkoinen taso .....                                | 24 |
| Kuvio 9. Levyrunkoinen taso ilman lattialevyjä .....             | 24 |
| Kuvio 10. Putkirunkoisen tason massa pinta-alaa kohden .....     | 25 |
| Kuvio 11. Levyrunkoisen tason massa pinta-alaa kohden .....      | 25 |
| Kuvio 12. Porrasaskelmien nousu, etenemä ja limitys .....        | 27 |
| Kuvio 13. Uudenmalliset portaat .....                            | 28 |
| Kuvio 14. Ylin porrasaskelma uudessa mallissa .....              | 28 |
| Kuvio 15. Portaiden yläpää vanhassa mallissa .....               | 29 |
| Kuvio 16. Pesuseinän kokoonpano .....                            | 30 |
| Kuvio 17. Pesuseinän takalevyjen reiät uudessa mallissa .....    | 31 |
| Kuvio 18. Parametreilla määritelty kaide .....                   | 32 |
| Kuvio 19. Uusi menetelmä kaiteen kiinnittämiseksi tasoon .....   | 33 |
| Kuvio 20. Lattialevyjen rei'ityksellä kompensoitiin kaatoa ..... | 34 |
| Kuvio 21. Pesuvesien viemärintiputki .....                       | 35 |
| Kuvio 22. Jousitoiminen turvapuomi .....                         | 36 |
| Kuvio 23. Pesuseinän vinotuennat .....                           | 37 |
| Kuvio 24. Jalkapalkki .....                                      | 38 |
| Kuvio 25. Runko ja lattia hitsauksen jälkeen .....               | 40 |
| Kuvio 26. Hitsausaumamat runkolevyjen liitoskohdassa .....       | 41 |
| Kuvio 27. Taso pystyssä .....                                    | 43 |
| Kuvio 28. Mallin mukainen pesuseinän lattia .....                | 44 |
| Kuvio 29. Muokattu pesuseinän lattia .....                       | 45 |
| Kuvio 30. Viemäriputken väistö .....                             | 46 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Taulukko 1. Jälkilaskelma ..... | 47 |
|---------------------------------|----|

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>SolidWorks</b> | Dassault Systèmes- yhtiön kehittämä 3d-mallinnusohjelma, jolla työssä esiintyvät 3d-mallit luotiin.   |
| <b>Layout</b>     | Layout tarkoittaa koneiden, laitteiden ja kulkuväylien sijoittelua tehdasympäristöön.   |
| <b>MPV</b>        | Monipäävaaka, eli puntarilaite, joka asennettiin työssä kehitetylle tasolle.  |
| <b>Traypack</b>   | Lyhenne nimestä Traypack Engineering Oy, eli yrityksestä, jolle opinnäytetyö tehtiin.   |
| <b>RST</b>        | Ruostumaton teräs. Ruostumaton teräs sisältää vähintään 10,5 painoprosenttia kromia, ja korkeintaan 1,2 prosenttia hiiltä. (Euro Inox 2004) |



# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Työn tarkoitus oli kehittää edullisempi hoitotaso monipääväa'aksi kutsutulle puntarilaitteelle, jota käytetään pääosin elintarviketeollisuudessa annostelevaan tuotteita kuluttajapakkauksiin. Toimeksiantajana oli Traypack Engineering Oy, Kauhajoella sijaitseva konepaja, joka valmistaa erilaisia koneita ja laitteita elintarviketeollisuudelle, erityisesti lihateollisuuden asiakkaille.

Monipäävaaka on laite, jolla punnitaan halutunkokoisia annoksia pakattavaksi, tyypillisesti vähittäismyyntipakkauksiin. Vaakaa syötetään ylhäältäpäin esimerkiksi kuljettimella, josta tulee määrittelemättömällä tahdilla puntaroitavaa tuotetta, esimerkiksi lihapullia, makeisia tai vihanneksia. Vaaka jakaa tuotteita reunoilla sijaitseviin puntarikuppeihin. Kun joihinkin näistä kupeista tulee haluttua annoskokoja vastaava yhdistelmä, vaaka pudottaa kyseisten kuppien tuotteet alhaalla sijaitsevaan suppiloon, josta ne ohjataan edelleen myyntipakkauksiin. Vaaka vaatii hyvin tukevan tason alleen, jotta punnitustapahtumat hoituvat mahdollisimman nopeasti. Tyypillinen työtahti monipääväa'alle on noin 60-80 punnitusta minuutissa.

Elintarviketeollisuudelle valmistettavissa koneissa ja laitteissa jokaista kilogrammaa tulee tarkastella erityisen kriittisesti, sillä valmistusmateriaalina on yleensä ruostumaton teräs. Tämä johtuu elintarvikealan hygieniavaatimuksista, jotka RST täyttää paremmin kuin normaali hiiliteräs. Ja koska RST:n kilohinta on yleisesti 3,5–4 kertaa kalliimpi, on erittäin perusteltua etsiä kevennyskohteita jo suunnitteluvaiheessa.

Tason suunnitteluun, mallinnukseen ja piirustusten tekemiseen käytettiin SolidWorks 2009- nimistä 3D- mallinnusohjelmaa, sillä Traypack käyttää kyseistä ohjelmaa. Osa- ja kokoonpanomallien lisäksi SolidWorksilla tehtiin myös 3d layout sekä osien lujuustarkasteluja.

## 1.2 Lähtökohdat

Tason hintaa pyrittiin vähentämään ensisijaisesti keventämällä rakennetta, eli vähentämällä kiloja. Säästöä haettiin myös työtuntien vähennyksen kautta. Erityisesti sahauksesta ennakoitiin saatavan runsaasti työtunteja pois, sillä alustavassa suunnitelmassa sahattavat osat putosivat murto-osaan.

Suurin muutos tasossa oli putkirungon vaihto levyrunkoon. Toinen merkittävä muutos oli lattialevyn vahvuuden kasvattaminen. Tällä haettiin lisäjäykkyyttä ja sitä kautta käyttömukavuutta tasolle. Lattialevyn vahvuuden kasvu toi huomattavasti lisää painoa, mutta koska runkorakenne keveni, lopullinen paino jäi pienemmäksi kuin vastaavankokoisessa putkirunkotasossa.

Tason lopullisiin varusteisiin sisältyi myös niin kutsuttu pesuseinä, portaat sekä turvakaiteet, jotka liittyvät olennaisesti tämän tyyppisiin projekteihin. Myös näihin liittyviä parannuksia syntyi suunnittelun yhteydessä.

Tason kehitys lähti liikkeelle yhden projektin tarpeista, mutta tavoitteena suunnittelussa oli tehdä tason mallista helposti muokattava myös tuleviin projekteihin.

## 2 Tuotekehitys

### 2.1 Yleistä

Tuotekehitys on lähes koko ihmiskunnan historian ajan ollut enemmänkin sarja hyviä vahinkoja kuin ennalta päätetty, suunnitelmallinen prosessi. Tästä huolimatta tuotekehitystä on tapahtunut koko ajan. Suunnitelmallisuuden puute on kuitenkin tehnyt siitä niin hitaan prosessin, että merkittävät aikaansaannokset liitetään historiamme aikakausiin, kuten kivikausi tai rautakausi. Kehitystahti on silti kiihtynyt huomattavasti. Varsinainen tieteellinen tuotekehitys on saanut alkunsa kuitenkin vasta 1940 ja -50-lukujen taitteessa (Jokinen 2001).

Nykyään tuotekehitys on eilinehto lähes kaikessa tavaroita ja palveluita tuottavassa toiminnassa. Edellä mainittuja hyviä vahinkojakin hyödynnetään, mutta yritystoiminnassa kilpailukykyisenä pysyminen vaatii säännöllisiä panostuksia tuotekehitystoimintaan. Toisaalta voimakkaatkaan tuotekehityspanostukset eivät takaa menestystä, jos uudet tuotteet ja palvelut eivät vastaa markkinoiden kysyntää. Kehityskohteiden merkitys vaihtelee suuresti asiakassegmentistä riippuen: Prosessiteollisuudessa laitteiden toimintavarmuus on monesti tärkein kriteeri, kun taas esimerkiksi kuluttajaelektronikassa helppokäyttöisyys ja näytettävyys nousevat todennäköisemmin etusijalle.

Tuotekehitykselle tyypillinen alkusysäys syntyy niukkuudesta, eli jokin tuote tai palvelu halutaan saada aikaan vähemmillä resursseilla tai samoilla resursseilla halutaan suotuisampi lopputulos. Tämä tarkoittaa yleensä vaihtoehtoisen valmistusmateriaalin tai -menetelmän etsimistä tai kokonaan uutta näkökulmaa. Uuden näkökulman löytäminen onkin monesti se vaikein vaihe: Henry Fordin kerrotaan sanoneen, että jos hän olisi kysynyt asiakkailtaan heidän tarpeistaan, niin nämä olisivat halunneet nopeampia hevosia.

## 2.2 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessi on sarja toimintoja, joilla yritys laatii, suunnittelee ja kaupallistaa tuotteita. Tuotekehityksen eri vaiheet eivät tyypillisesti ole fyysisiä suoritteita, vaan erilaisia ajatus- ja organisointiketjuja. Jokaisella yrityksellä on omanlaisensa tuotekehitysprosessi, ja yritysten sisälläkin saattavat prosessit poiketa toisistaan. (Ulrich & Eppinger 2012, 12)

Hyvin määritelty tuotekehitysprosessi tuo käyttäjälleen seuraavia hyötyjä:

- Laadunvarmistus: tuotekehitysprosessi määrittelee tuotekehityksen vaiheet ja tarkastelukohteet. Tarkoituksenmukaiset tarkastelukohteet ja – vaiheet takaavat osaltaan laadukkaan lopputuotteen.
- Koordinaatio: tarkasti määritelty prosessi antaa selkeät suuntaviivat tuotekehitysryhmän jäsenille. Jokainen jäsen tietää, koska hänen erikoisosaamistaan tarvitaan, ja kenen kanssa hänen tulee tehdä yhteistyötä kullakin hetkellä.
- Suunnittelu: tuotekehitysprosessi sisältää kunkin eri vaiheen päätöstä kuvaavat virstanpylväät. Näiden virstanpylväiden avulla voidaan määrittää tuotekehitysprojeffin aikataulu.
- Hallinto: tuotekehitysprosessi antaa johtajalle työkalun, jolla voidaan verrata aikaansaannoksia ja alkuperäistä suunnitelmaa. Näin mahdollisten ongelmakohtien tunnistaminen helpottuu.
- Kehitys: kehitystyön tarkka dokumentointi ja tuotekehitysprosessin jatkuva valvonta auttavat kehitys- ja parannuskohteiden löytämisessä. (Ulrich & Eppinger 2012, 12)

Edellä mainituista kohdista erityisesti laadunvarmistus, koordinaatio ja kehitys olivat tukemassa tämän tuotekehitysprosessin etenemistä. Laadunvarmistus keskittyi rakenteiden kantavuuteen ja hygieniaan liittyviin tekijöihin. Myös koordinaatio oli selkeää työn eri vaiheissa ja tarvittava erikoisosaaminen oli oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Kehityksen osalta opinnäytetyön kirjallinen osio sisältää kehitystyön tarkan dokumentoinnin ja ehdotuksia kehitystoimenpiteille.

Tuotekehitysprosessi sisältää tyypillisesti kuusi selkeää vaihetta. Näistä ensimmäistä vaihetta eli suunnittelua kutsutaan usein nollavaiheeksi, koska sen yhteydessä tutkitaan onko tuotekehitysprosessille edellytyksiä. Vasta tätä kautta käynnistyy varsinainen tuotekehitys. (Ulrich & Eppinger 2012, 13)

Toinen vaihe on nimeltään konseptisuunnittelu. Tässä vaiheessa tunnistetaan kohdemarkkinoiden tarpeet ja tuotteen eri variaatioita arvioidaan. Yleensä 1–2 tuoteideaa etenee seuraavaan vaiheeseen. (Ulrich & Eppinger 2012, 15)

Kolmas vaihe tuotekehitysprosessissa on karkeasuunnittelu. Tässä vaiheessa tuotteesta erotellaan alikokoonpanot ja komponentit. Samoin alustavat valmistus- ja kokoonpanoratkaisut sisältyvät tähän vaiheeseen. Tämän vaiheen lopputuloksia ovat yleensä tuotteen ulkoiset mitat sekä toimintojen määrittely. (Ulrich & Eppinger 2012, 15)

Tuotekehitysprosessin neljäs vaihe on nimeltään yksityiskohtien suunnittelu. Tämä vaihe sisältää tuotteen tarkan suunnittelun, mitoituksen, materiaalien valinnan, sekä ostokomponenttien määrittelyn. Tämän vaiheen lopputuloksia ovat osakuvat, ostokomponenttien tiedot sekä tarkat valmistus- ja kokoonpanomenetelmät. (Ulrich & Eppinger 2012, 15)

Viides vaihe on testaus ja hienosäätö. Tässä vaiheessa tuotteesta valmistetaan erilaisia koeversioita eri materiaaleista, joilla testataan suunniteltuja ominaisuuksia ja muotoja. Tällä varmistetaan tuotteen toimivuus. Tämän jälkeen tuote kootaan suunnitelman mukaisista osista, muttei välttämättä lopulliseen muotoonsa. Tuotteen käytettävyyttä ja luotettavuutta tarkastellaan tässä vaiheessa, ja samalla etsitään mahdollisia korjaus- ja parannuskohteita. (Ulrich & Eppinger 2012, 15)

Kuudes vaihe on tuotannon ylösajo. Tuotteen suunnitelmien mukainen valmistus aloitetaan, ja henkilöstölle annetaan uuden tuotteen valmistuksen vaatima käyttökoulutus. Samalla tuotteesta etsitään vielä mahdollisia heikkouksia. Tämän jälkeen tuotanto saatetaan vaihe vaiheelta vaadittuun työtahtiin. (Ulrich & Eppinger 2012, 16)

Monipäiväisen kehitysprosessi eteni pääpiirteiltään edellä kuvatun kaltaisesti. Suurimmat erot löytyivät vaiheista viisi ja kuusi, sillä Traypackille tyypillisten

linjastojen toimittaminen on erittäin suurelta osin projektiluonteista. Tästä johtuen esimerkiksi koeversioita ei tasosta valmistettu, vaan tuotetta testattiin kokoamalla se ilman kaikkia siihen liittyviä komponentteja. Kohta kuusi ei myöskään toteutunut kuvatuinkaltaisesti. Tuotannon ylösajon sijasta Traypackilla on nyt tuoterepertuaarissaan uudenmallinen taso kaupanteon yhteydessä esiteltäväksi.

Tuotekehitykseen liittyy vahvasti halu saada enemmän voittoa uudella tuotteella kuin vanhalla. Tuotekehitykseen liittyy läheisesti viisi ominaisuutta, joilla voidaan mitata prosessin onnistumista. Nämä ovat:

- Tuotteen laatu
- Tuotteen hinta
- Kehitysaika
- Kehityskustannukset
- Kyky kehittää tuotteita

Tuotteen laatu, hinta ja kehityskustannukset liittyvät vahvasti taloudellisten resurssien käytön tehostumiseen. Kyky kehittää tuotteita taas kuvastaa kehitysryhmän ja yrityksen osaamista tuotekehityksen saralla, eli onko yritys kykenevä uudistamaan tuotetarjontaansa markkinoiden muutosten paineessa. (Ulrich & Eppinger 2012, 2)

Tuotekehitysprosessia käsittelevistä teoksista nousee selvästi esiin kaksi tekijää, jotka vaikuttavat prosessin onnistumiseen: tuotteen laatu sekä toiminnan organisointi. Ne kulkevat lisäksi vahvasti käsi kädessä, sillä huonosti organisoitu ryhmä ja tehoton ajankäyttö johtavat usein heikkolaatuisiin tuotteisiin.

## **2.3 Tuotteiden kehittäjät**

### **2.3.1 Ketkä tuotteita kehittävät?**

Tuotekehitys sitoo yhteen lähes kaikki ammattiryhmät, joita yrityksen toiminnassa tarvitaan. Tyypillisesti kuitenkin tärkeimpinä pidetään kolmea ryhmää:

- Markkinointi
- Suunnittelu
- Tuotanto

Markkinointi- ja myyntihenkilöstö ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa asiakkaiden kanssa, ja tätä kautta kuulevat parannusehdotuksia yrityksen tuotteisiin. Suunnittelijoiden tehtävä taas on suunnitella, mallintaa ja piirtää tuotteen fyysinen olemus ja toiminnot, sekä huomioida käyttäjään ja ympäristöön vaikuttavat tekijät. Tuotannon tehtävä on huolehtia menetelmistä, joilla tuote saadaan valmistettua ja toimitettua asiakkaalle. (Ulrich & Eppinger 2012, 3)

Tason kehitysprosessi eteni juuri edellä mainitulla tavalla: Yrityksen myyntihenkilöt viestittivät, että tason valmistuskustannuksia tulisi vähentää, ja samalla ehdottivat levyrunkoista mallia. Seuraavaksi minun tehtäväni oli tehdä levyrunkoisesta tasosta alustava 3D-malli. Tämän mallin avulla tuotantohenkilöstö tutki, voidaanko taso valmistaa yrityksen omalla osaamisella ja käytettävissä olevilla menetelmillä. Kun tuotannon todettiin olevan mahdollista, ryhdyin suunnittelemaan ja mallintamaan tason osa- ja kokoonpanomalleja.

### **2.3.2 Tuotekehitys ryhmässä**

Tuotekehitys ei ole nykypäivänä enää pelkästään yksinäistä puurtamista. Käytännössä kaikissa keskisuurissa ja suurissa yrityksissä Suomessakin on nykyään tuotekehitysosasto, jossa työskentelee useiden eri alojen ammattilaisia. Tuotekehitysryhmässä vaikuttaa satunnaisesti myös yrityksen ulkopuolisia henkilöitä, esimerkiksi tavarantoimittajia, jotka suosittelevat uusia menetelmiä ja tuotteita, ja näiden ominaisuuksia.

Tuotekehitysryhmässä on tärkeää määritellä, millä keinoin ideoista ja ideoinnista saadaan maksimaalinen hyöty. Tunnetuin ideointimenetelmä on aivoriihi, jonka on kehittänyt Alex P. Osborn 1950-luvulla. Tässä mallissa kootaan 5–10 hengen ryhmä eri alojen ammattilaisia ja ryhmälle määrätään johtaja. Johtaja on tärkeässä osassa, sillä hänen tulee varmistaa, että kaikki saavat ryhmässä mielipiteensä julki ja että asioita käsitellään enemmän tieteellä kuin tunteella. Ryhmän eri alojen

asiantuntijat tuovat ideointiin monia erilaisia näkökulmia, mutta työmuotona aivoriivi on kallis, sillä se sitoo paljon ihmisiä mahdollisesti pitkäksi ajaksi. (Jokinen 2001, 40)

Opinnäytetyöni yhteydessä pidimme tuotekehityspalavereja myynnin, layout-suunnittelun ja tuotannon henkilöstön kanssa. Kävin runsaasti myös kahdenkeskisiä keskusteluja tuotannon työntekijöiden kanssa saadakseni monta eri näkökulmaa erilaisiin, pääosin valmistusteknisiin ongelma-kohtiin.



## 3 Suunnittelu

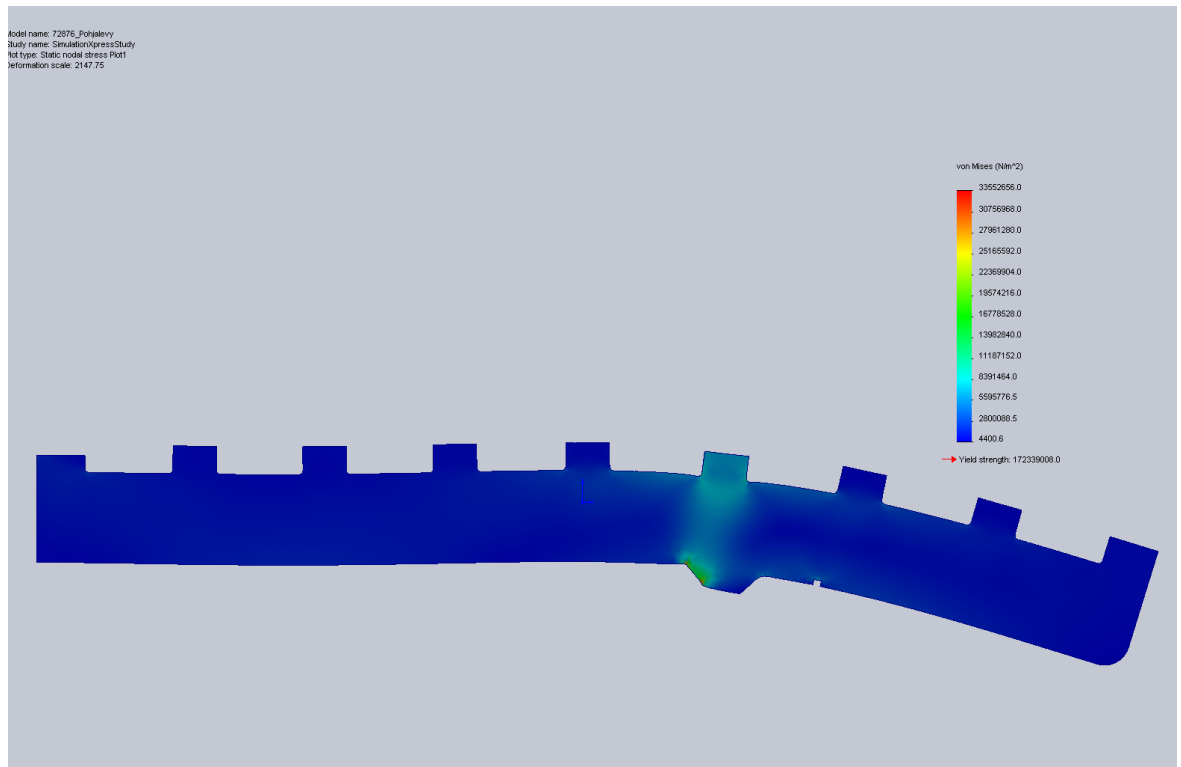
### 3.1 Taso

Suunnittelussa tärkein tarkkailun kohde runkorakenteessa oli kantavan levyosan vahvuus. Kantavan levyosan vahvin kohta tuli monipäävaa'an jalan kohdalle ja tätä kohtaa vahvistettiin vielä vinotuennalla. Levyjen vahvuusmitoituksessa suuntaantavana ohjeena käytettiin SolidWorksin omaa lujuustarkastelutoimintoa. Esimerkiksi kulmien suuntaisten levyjen mallissa heikoin kohta oli vinotuennan kiinnityspisteen kulmassa. Tässä pisteessä varmuuskerroin oli noin 5, kun pisteen kuormitukseksi laskettiin 80 % koko tason ja monipäävaa'an aikaansaamasta rasituksesta. Pisteeseen kohdistuva voima voidaan laskea kaavalla (1) (Valtanen 2002, 851).

$$F = ma, \tag{1}$$

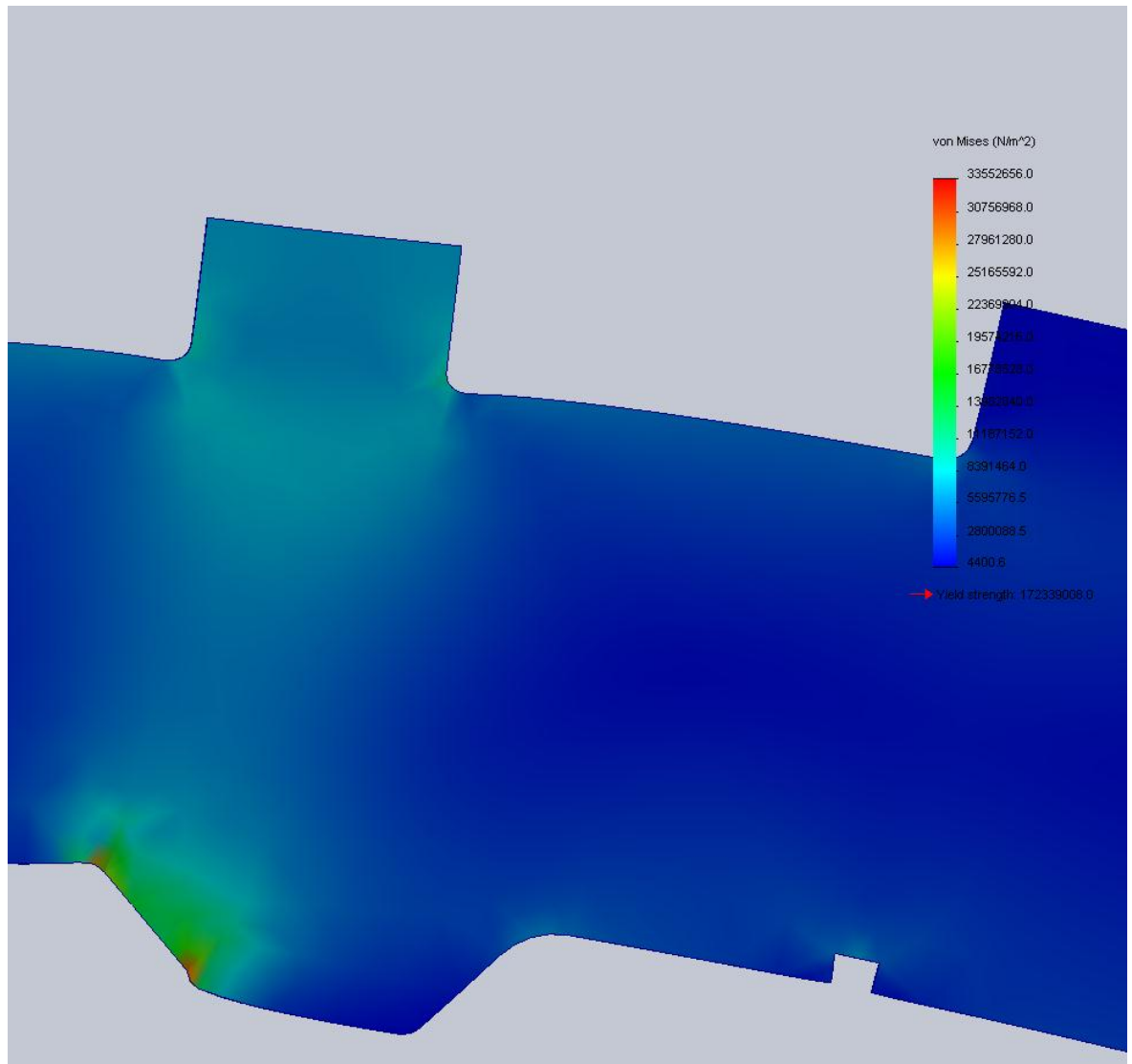
jossa  $F$  on voima,  $m$  on massa ja  $a$  on kiihtyvyys. Kiihtyvyys  $a$  on arvoltaan sama, kuin putoamiskiihtyvyys, eli noin  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Edellä mainittu osuus tason massasta ja monipäävaa'an massa ovat yhteensä 1737 kg. Näillä lukuarvoilla voimaksi saatiin noin 13632 Newtonia. Koska kiinnityspisteitä on neljä, ja voiman oletetaan kohdistuvan niihin tasaisesti, jaettiin saatu tulos neljällä. Tällöin kantavan levyosan suurin kuormitus sai arvon 3408 Newtonia.

Saatu lukema annettiin kuormitusarvoksi laskentamallissa levyn kampajaossa sille hampaalle, joka on suoraan vinotuentapisteen yläpuolella, ja johon vaa'an kuormitus kohdistuu. Loput 20 % tason massan vaikutuksesta jaettiin muille hampaille tasan.



Kuvio 1. Jännitys jakauma kulman suuntaisessa levyssä

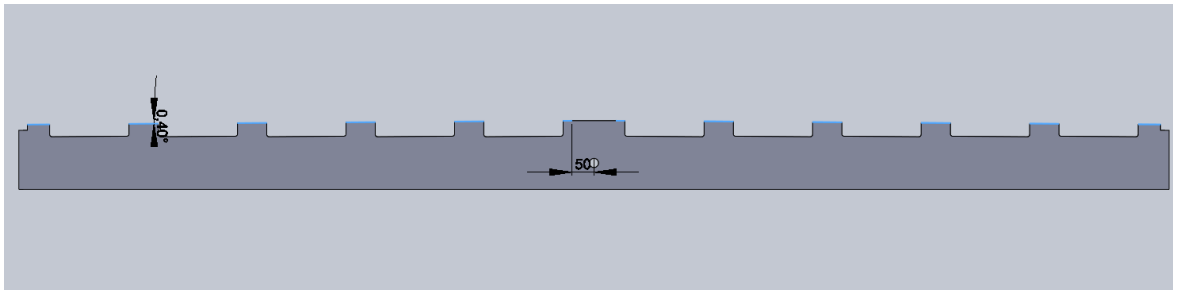
Kuviossa 1 näkyy värispektri, jossa alhaalla oleva sininen väri kuvastaa vähäistä kuormitusta, ja ylhäällä oleva punainen suurta kuormitusta. Tämän värikartan avulla on helppo paikallistaa osan vahvat ja heikot kohdat. Kuviossa selviää myös, että levyosa kestää hyvin sille suunnitellun kuorman. Heikoin kohta muodostui levyn alaosassa sijaitsevan navan kulmakohtiin. Nämä kulmat pyöristettiin, jolloin rasitus saatiin minimoitua. Kyseinen kohta näkyy selvästi kuviossa 2.



Kuvio 2. Lähikuva mallin heikoimmasta kohdasta

Kun runkolevyjen vahvuus oli saatu kohdalleen, piti kehittää uusi tapa hoitaa tasojen kaato. Ennen tason kaatoa ei tarkasteltu suunnittelun yhteydessä, vaan tehtävä jäi hitsarin huoleksi. Kehitystyön tavoitteena oli kuitenkin poistaa myös valmistuksen kannalta aikaa vieviä vaiheita, joten kaato päätettiin suunnitella jo mallinnuksen yhteydessä.

Kaato toteutettiin viistämällä runkolevyjä loivasti. Kun lattia hitsattiin mukaillen viisteitä, muodostui kaatolinja jokaista nurkkaa kohti. Esimerkki kaadosta näkyy kuviossa 3.



Kuvio 3. Runkolevyihin leikattiin 0,4 asteen kaato

Jokaiseen kulmaan leikattiin viemäriaukko. Tämä valinta oli linjassa symmetrian kanssa, jota tason suunnittelussa pyrittiin noudattamaan olosuhteiden niin salliessa. Näistä neljästä aukosta viemärointi johdettiin kahdella yhdistelmäputkella alas.

Lattialevyinä käytettyjen kyynellevyjen (Kuvio 4) ahiokoon vuoksi (3000 mm x 1250 mm) tason runkoon piti suunnitella kaksi erilaista kampajakomallia. Koska jaot erosivat toisistaan vain muutamia kymmeniä millimetrejä, tehtiin toiseen jakomalliin keskelle runkolevyjä reiät, jotta erilaiset osat erottuisivat helpommin. Yhteensä erilaisia runkolevyjä tuli täten viisi: kaksi mallia ulkokehälle, kaksi sisäkehälle, sekä viistosti kulmista keskipistettä kohti tulevat levyt. Runkolevyjen hitsauskoonpano näkyy kuviossa 9.

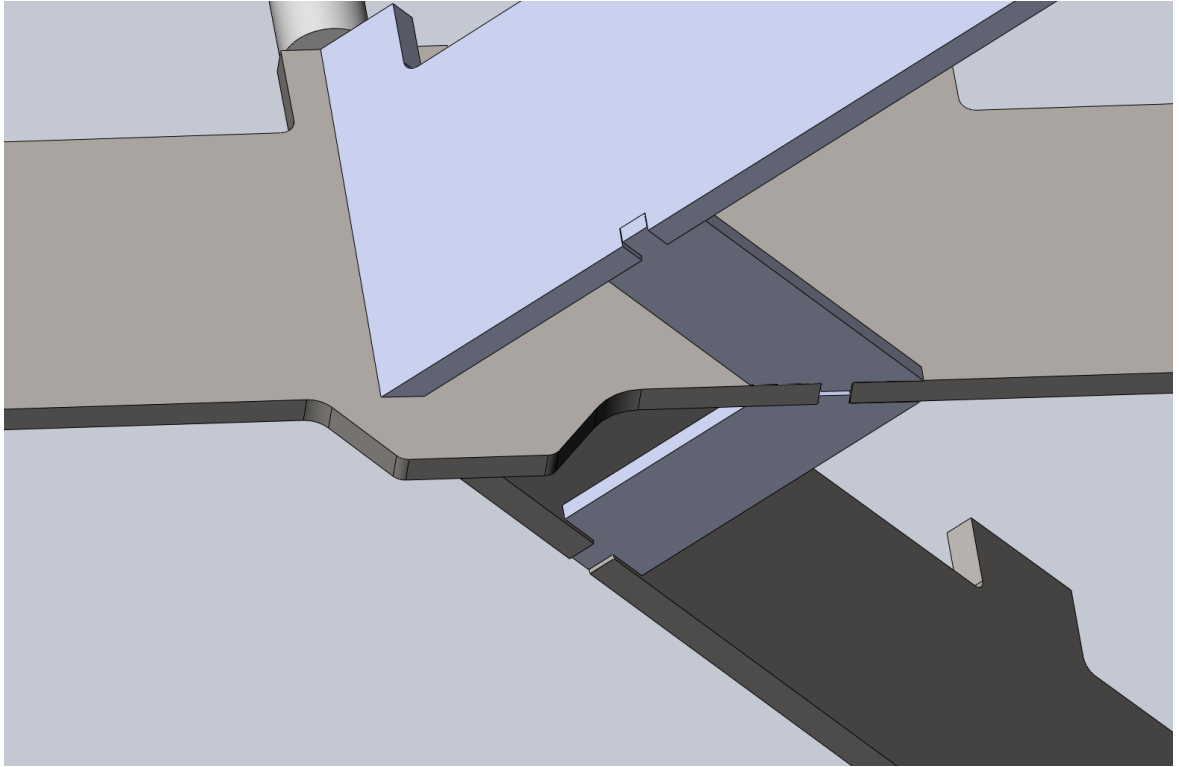


Kuvio 4. Kyynellelyn pintakuvio

Lattialevymalleissa symmetria onnistui hyvin. Jokaiseen kulmaan tuli sama levymalli, joko annetuilla särmäyksillä taikka peilikuvana. Näiden väliin hitsattiin noin metrin levyinen välilevy. Lopuksi tason keskellä olevan aukon reunoille tarvittiin vielä noin 600 mm pitkä levy. Levymalleja tarvittiin siis vain kolme.

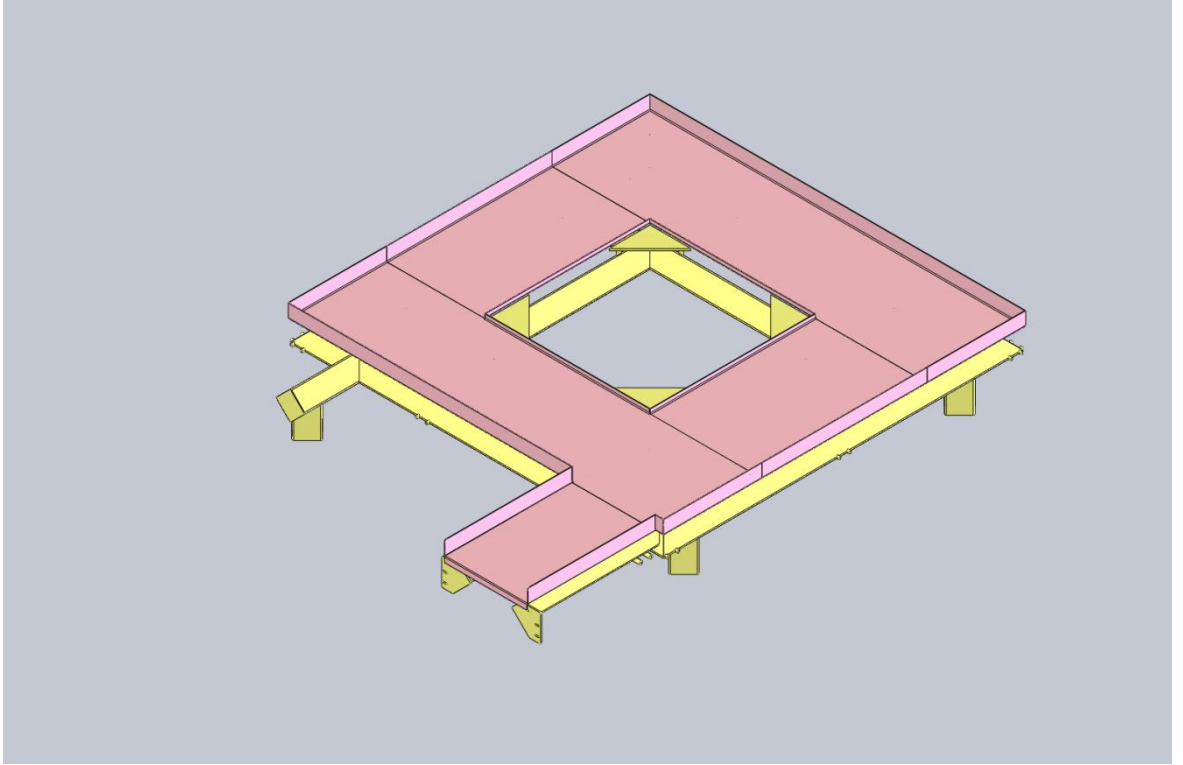
Lattian kulmapalojen mitoituksessa haasteen asetti levyn pituus, sillä se oli noin 1700 mm. Tämä tarkoitti sitä, että jokainen kulmapala jätti ylijäämäpalan, jota ei voinut kokonaisuudessaan hyödyntää tason muihin osiin. Suunnittelun myöhemmässä vaiheessa tämä ongelma kuitenkin ratkesi, kun suuri osa ylijäämistä saatiin käytettyä pesuseinän tason lattialevyihin.

Lopuksi runkolevyjen väliin suunniteltiin kohdistuspalat, joilla rungon asettelu oikeaan asentoon ennen hitsaamista olisi helpompaa. Nämä palat oli helppo kohdistaa paikalleen runkolevyissä olevien lovien ja kohdistuspaloissa olevien päätyjatkeiden avulla. Kohdistuspalat näkyvät kuviossa 5.

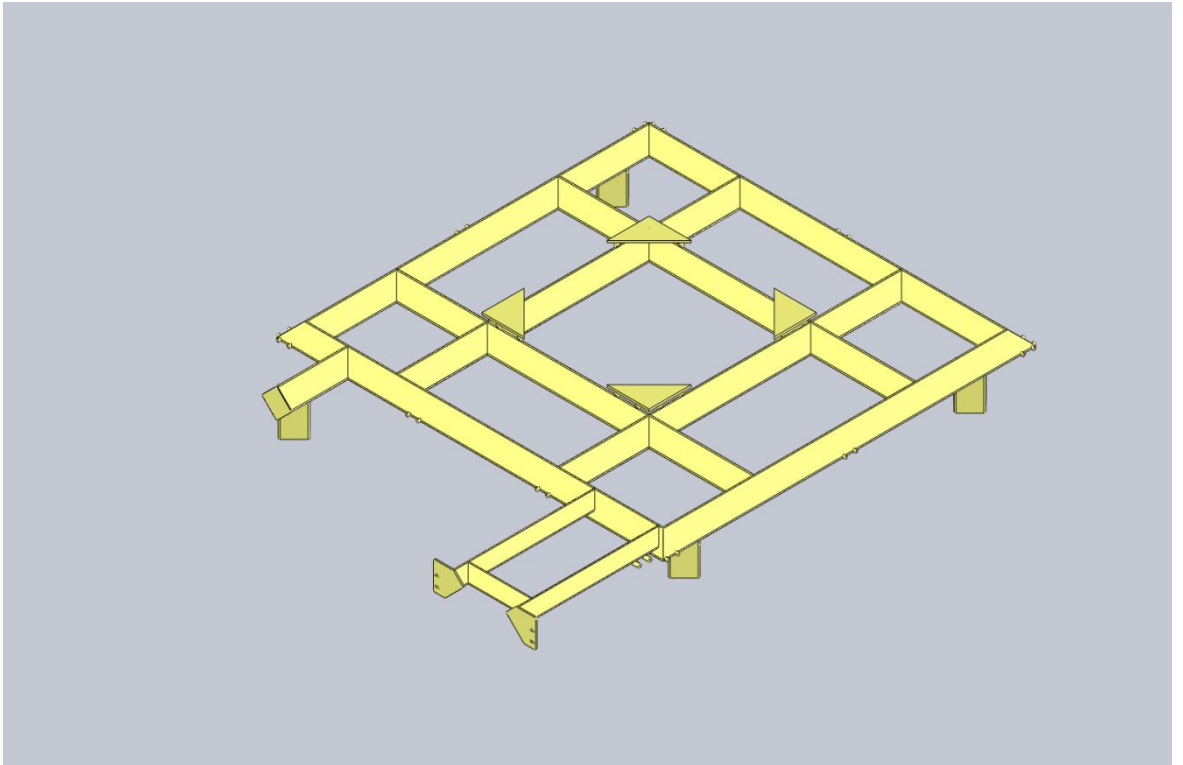


Kuvio 5. Kohdistuslevyt paikoillaan runkolevyjen hahloissa

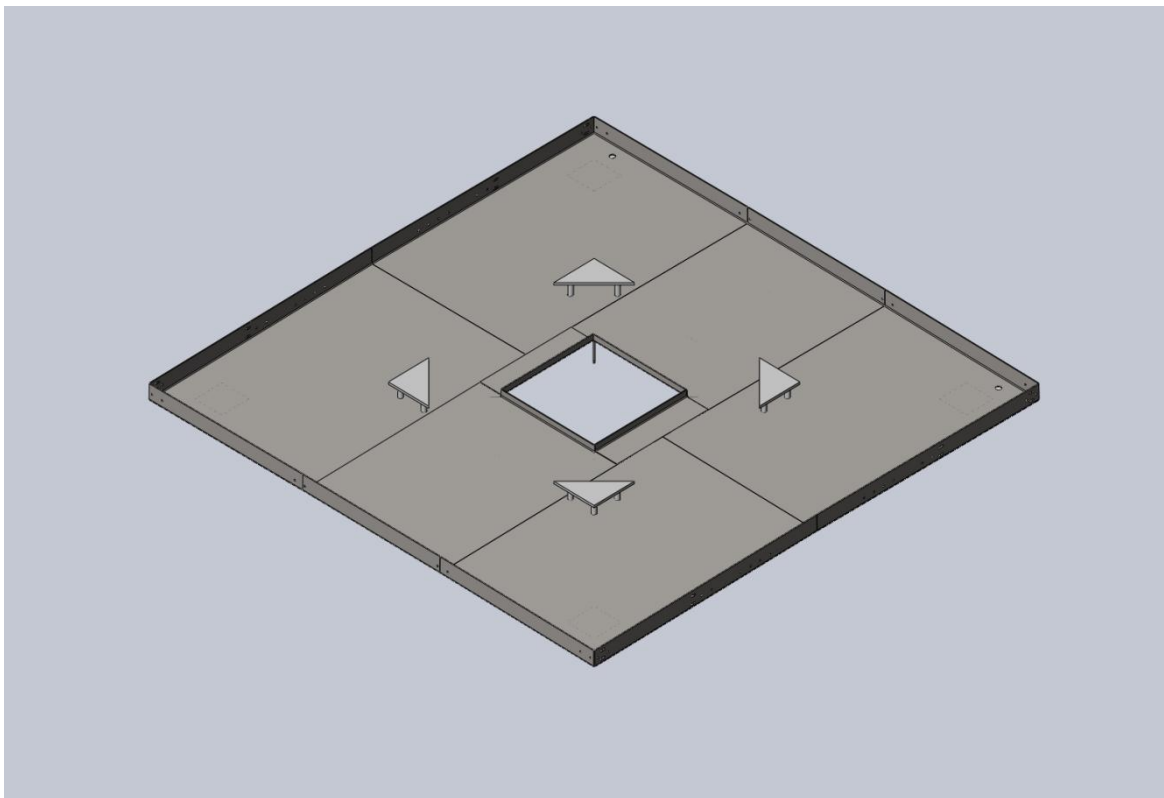
Kun levyrunгон ja lattialevyjen suunnitelmat ja mallit olivat valmiit, tein vertailua putkirunkoisen ja levyrunkoisen tason välillä. Kuvioissa 6 ja 7 näkyy Traypackin valmistaman putkirungon malli ja kuvioissa 8 ja 9 vertailukuvat levyrunkoisesta tasosta. Kuten kuvioista näkyy, levyrunkoisen taso on symmetrinen ja selkeä. Selkeys, helppous ja näyttävyys ovat tekijöitä, joita Traypack haluaa tuotteidensa edustavan (Tuomisto 2012).



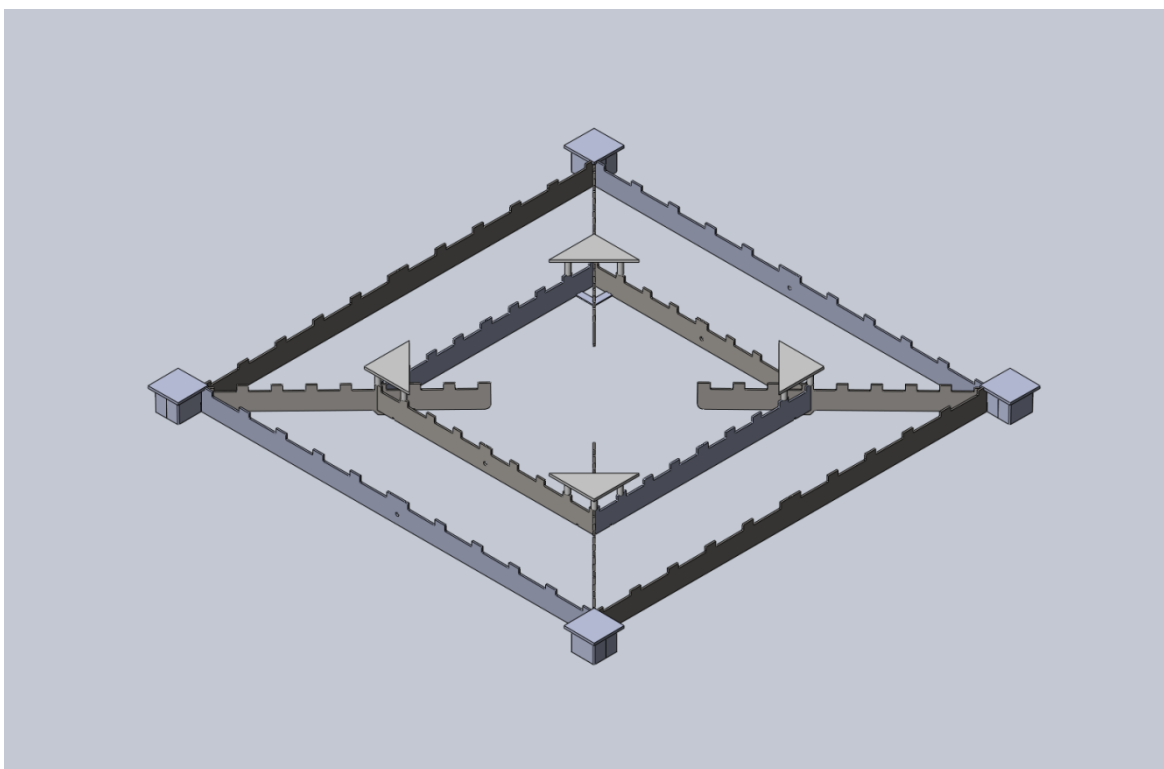
Kuvio 6. Putkirunkoinen taso



Kuvio 7. Putkirunkoinen taso ilman lattialevyjä



Kuvio 8. Levyrunkoinen taso



Kuvio 9. Levyrunkoinen taso ilman lattialevyjä

Kuvioissa 10 ja 11 verrataan SolidWorksin mittaustyökaluilla laskettuja, tasojen massaan ja pinta-alaan liittyviä lukuarvoja:



| <b>Vanhanmallinen taso</b> |                                  |   |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| <b>Massa (kg)</b>          | <b>Pinta-ala (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Massa/Pinta-ala (Kg/m<sup>2</sup>)</b> |
| 576                        | 6,34                             | 90,85                                     |

Kuvio 10. Putkirunkoisen tason massa pinta-alaa kohden

| <b>Uudenmallinen taso</b> |                                  |   |
|---------------------------|----------------------------------|---|
| <b>Massa (kg)</b>         | <b>Pinta-ala (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Massa/Pinta-ala (Kg/m<sup>2</sup>)</b> |
| 737                       | 10,38                            | 71,00                                     |

Kuvio 11. Levyrunkoisen tason massa pinta-alaa kohden

Luvuista nähdään, että uudenmallinen tasotyyppi on neliometriä kohden noin 22 % kevyempi. Tämä tarkoittaa, että myös raaka-ainekustannukset ovat ruostumattoman teräksen osalta noin viidesosan matalammat uudessa mallissa. Vertailussa on huomioitava juuri massan suhde pinta-alaan, sillä tasojen pinta-ala vaatimukset vaihtelevat kulloisenkin MPV:n ulkomittojen sekä tason ympäristöön sijoitettavien laitteiden mukaan.

### 3.2 Portaat

Portaiden suunnittelussa noudatettiin standardia SFS-EN ISO 14122-3, joka antaa hyvin tarkat rajat portaiden nousukulmalle, askelten etenemälle ja korkeuserolle.

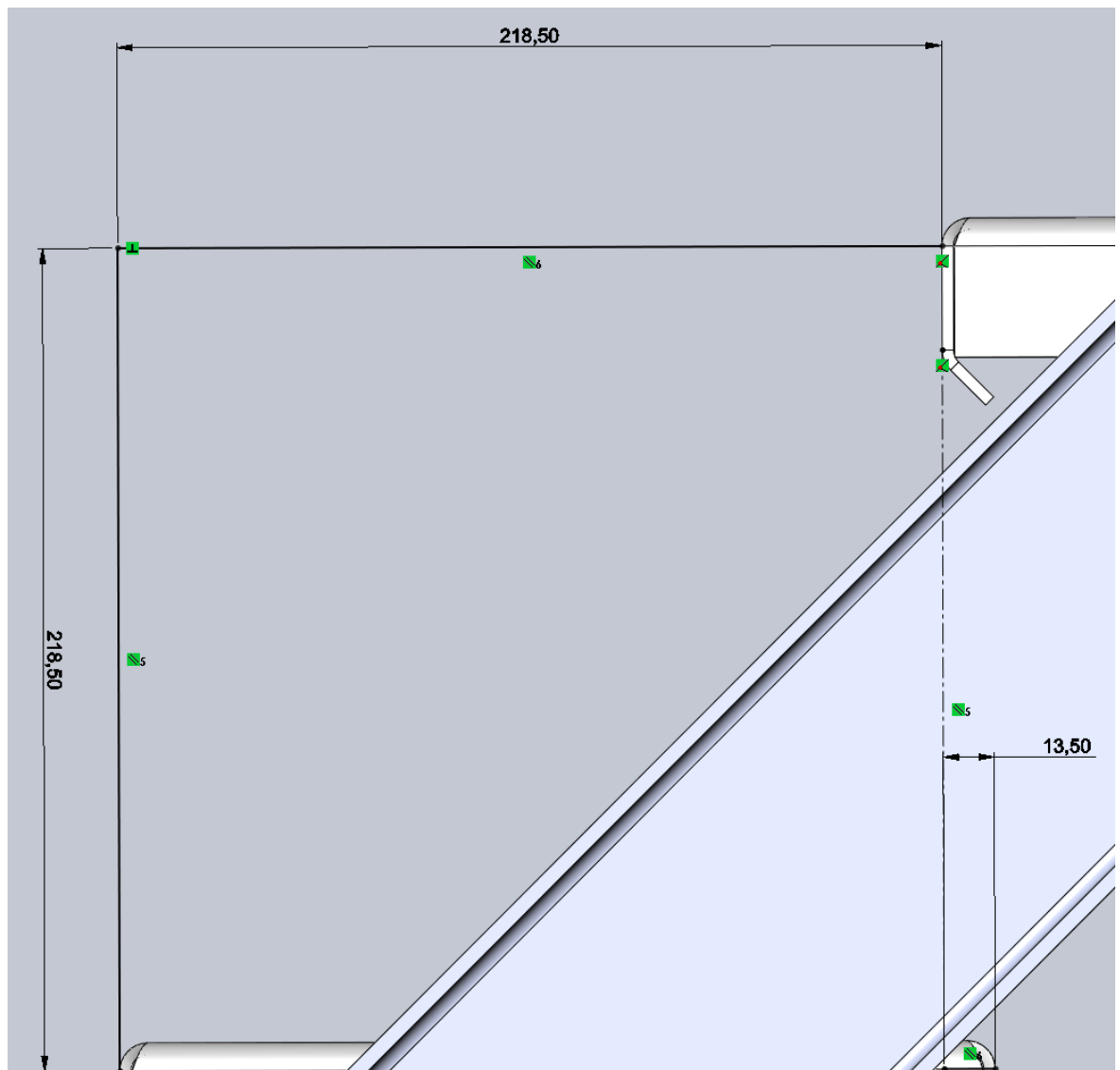
Portaiden mallinnusvaihe nopeutuu huomattavasti, jos suunnittelija osaa hyödyntää SolidWorksin derived pattern-toimintoa. Tämä toiminto liittää erilaisia osia jo valmiiksi tehtyyn, toistuvaan kuvioon, englanniksi patterniin. Hyödynsin tätä toimintoa liittämällä porrasaskelmat ja sen reunoille tulevat holkit portaiden

runkoprofiilissa kulkevaan reikäkuvioon. Tällä tavoin porraskokoonpanon muutos tapahtuu muuttamalla profiilin reikäjakoja, jolloin porraskokoonpanossa kaikki osat päivittyvät automaattisesti uusille paikoille. Tällä tavoin porraskokoonpanon lukumäärän, etenemän ja nousun hakeminen standardin mukaiseksi nopeutuu huomattavasti. Samalla myös tulevaisuudessa valmistettavien tasojen portaat ovat helposti kopioitavissa ja muutettavissa uutta tarvetta vastaavaksi, joten kuviotoiminnon liittäminen portaisiin oli erittäin merkittävä säästötoimenpide.

Kun portaiden kokoonpanomallissa oli kaikki tarvittavat osat, ryhdyin mitoittamaan portaita standardin vaatimiin mittoihin. Ensimmäinen vaihe oli mitoittaa porraskokoonpanon etenemä ja nousukulma standardissa olevan kaavan (2) mukaiseksi (Suomen standardisoimisliitto SFS 2001).

$$600 \leq g + 2h \leq 660 \text{ (mm)}, \quad (2)$$

jossa  $g$  on porraskokoonpanon välinen etenemä, ja  $h$  on askelmien välinen nousu. Portaiden etenemä oli mallissa 218,5 mm ja nousu 218,5 mm, eli kaavan mukaan arvoksi saadaan 655,5 mm. Kuviosta 12 nähdään, että askelman mitat täyttävät annetut ehdot.

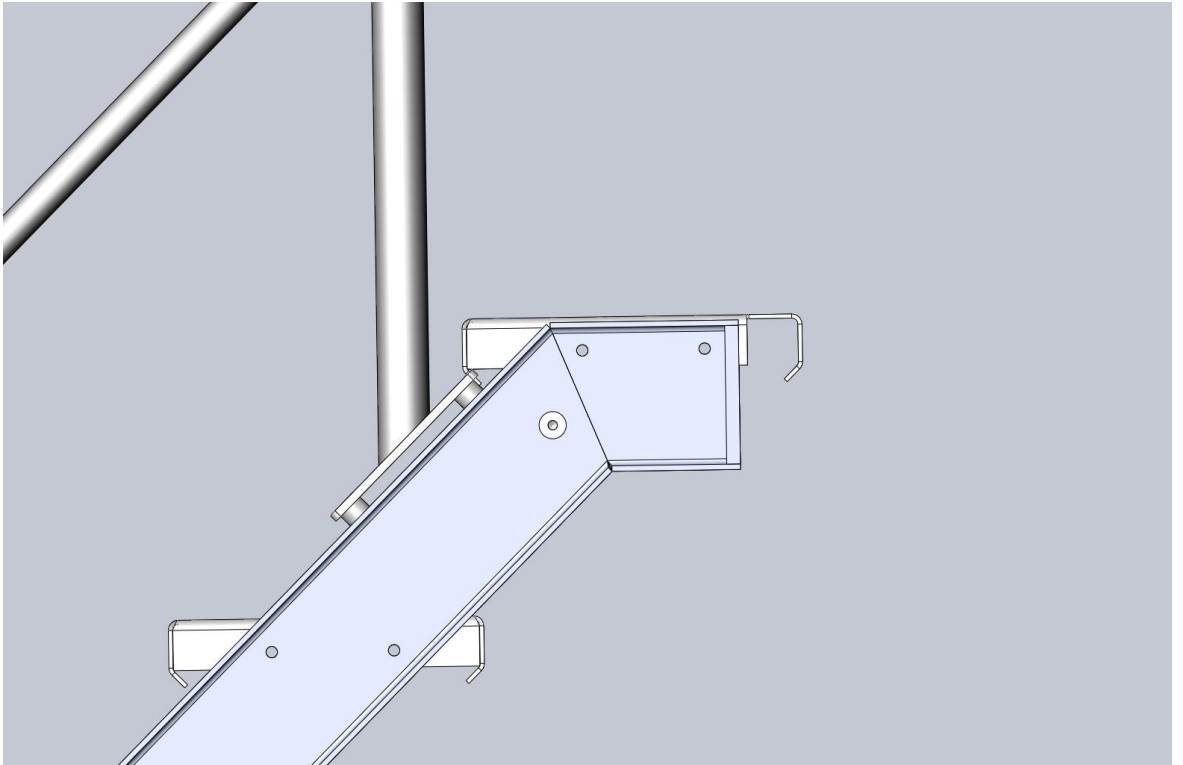


Kuvio 12. Porrasaskelmien nousu, etenemä ja limitys

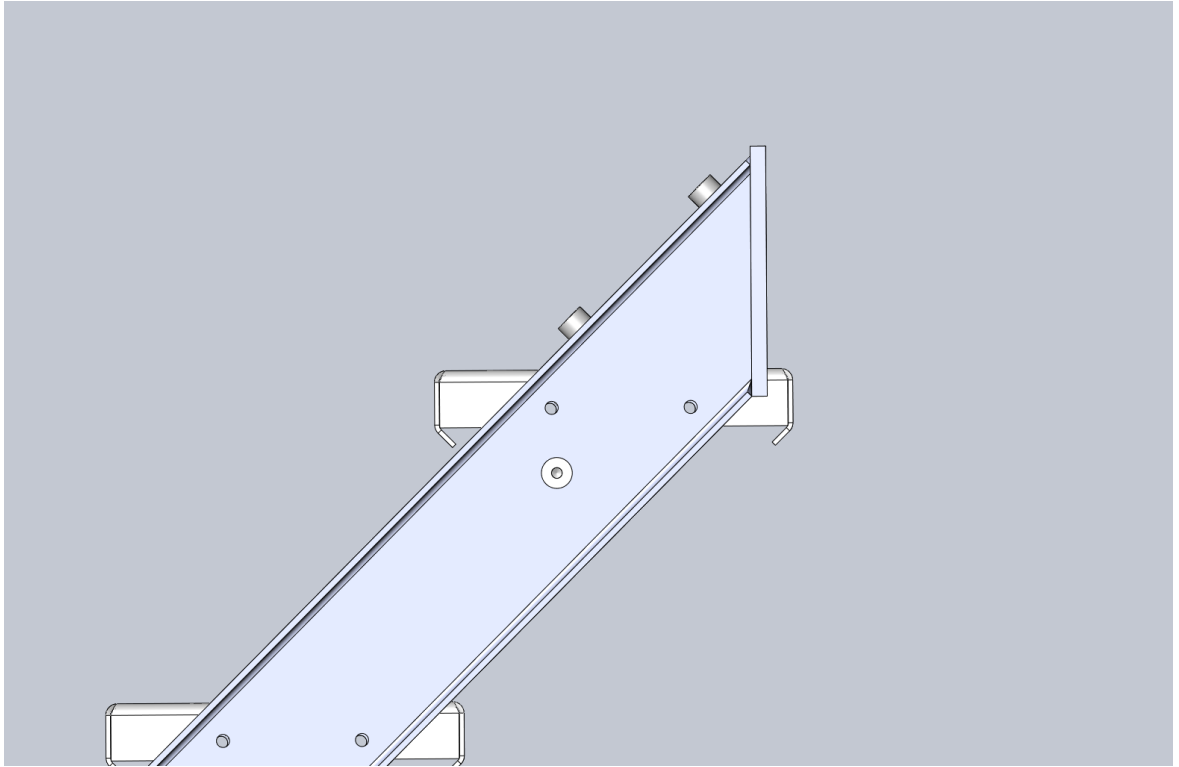
Portaisiin (Kuvio 13) kehitettiin myös yksi merkittävä muutos. Portaiden ylin askelma suunniteltiin menemään MPV:n tason reunan yli, ja kyseiseen askelmaan jätettiin hahlo myötäilemään kyseistä reunaa. Aikaisemmin viimeinen askelma on mallinnettu pienenä ulkonemana tason lattialevystä. Tässä ratkaisussa on ollut se huono puoli, että pesuvesi, tai muut epäpuhtaudet saattoivat tippua askelman ja tason välisestä raosta alas ja aiheuttaa hygieniaongelmia portaiden alapuolella. Kuvioissa 14 ja 15 näkyy ylimmän askelman muutos.



Kuvio 13. Uudenmalliset portaat



Kuvio 14. Ylin porrasaskelma uudessa mallissa



Kuvio 15. Portaiden yläpää vanhassa mallissa

### 3.3 Pesuseinä

#### 3.3.1 Pesuseinän käyttötarkoitus

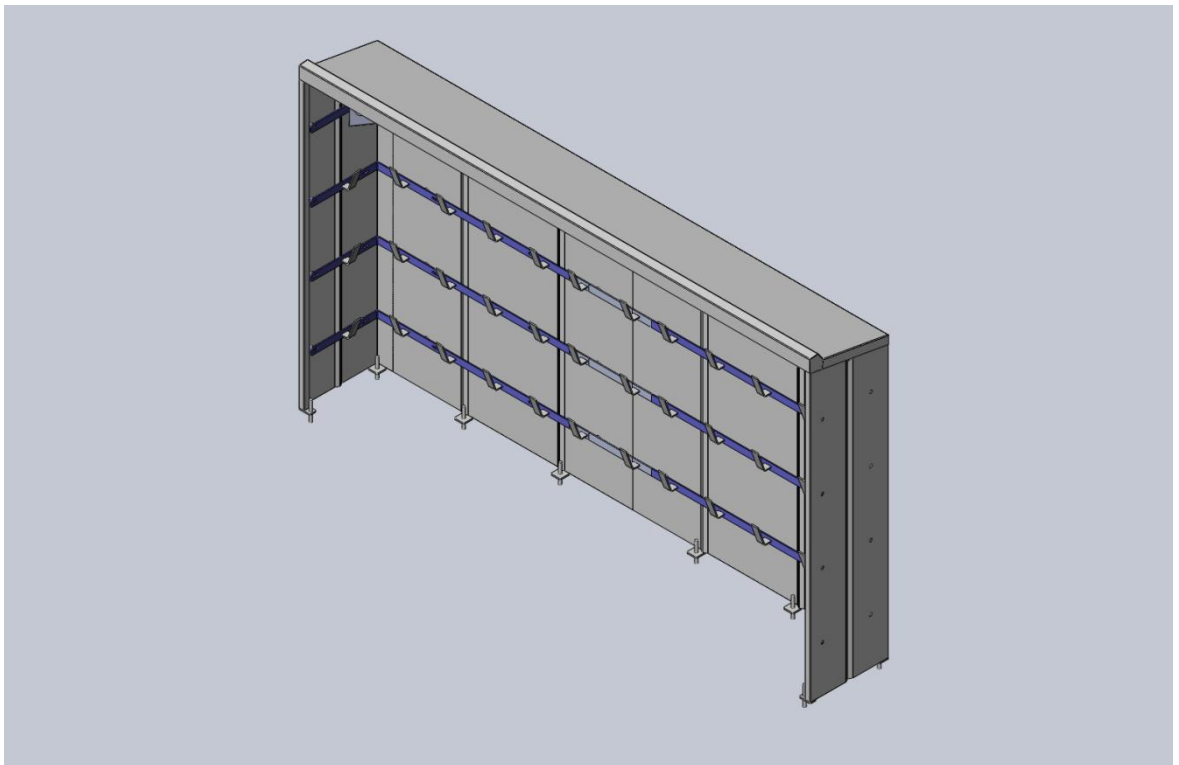
Pesuseinä on hieman bussipysäkkiä muistuttava, särmätyistä teräslevyistä valmistettu koppi, johon on asennettu erilaisia koukkutelineitä. Näihin koukkuihin kiinnitetään pesun ajaksi MPV:n irrotettavat osat, kuten erilaiset kupit ja sulkijaluukut.

Sen tarkoitus on helpottaa pesijän työskentelyä ja varmistaa, että edellä mainitut osat saadaan pidettyä hygieenisesti säilössä pesun ajan. Erillisten koukkujen lukumäärä vaihtelee noin viidenkymmenen ja sadan välillä, riippuen MPV:n koosta.

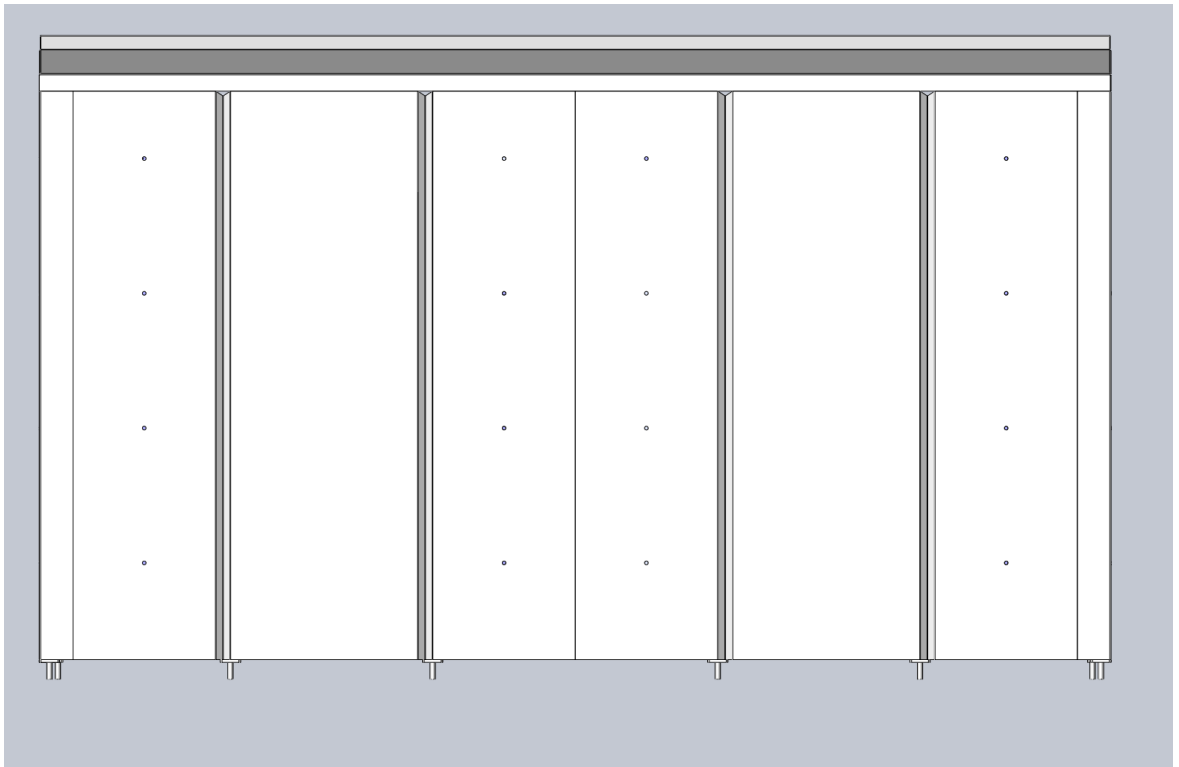
### 3.3.2 Pesuseinän suunnittelu

Pesuseinän (Kuvio 16) suunnittelussa oli tarve kehittää yhden seinälevyn mallia yksinkertaisemmaksi. Ennen kyseinen seinälevy muodosti pesuseinän takaseinän, ja se tilattiin särmäysalihankinnasta kuvanmukaisena ja peilikuvana. Mutta koska seinässä olevat pesukoukkujen kiinnitysreiät eivät olleet symmetrisesti, peilauksen takia syntyi monta paikkaa inhimillisille virheille.

Nämä virheet ilmenivät sekä suunnittelussa, särmäyksessä, että kokoonpanohitsauksessa. Pahimmassa tapauksessa malleja käsiteltiin jokaisessa työvaiheessa väärästä katselukulmasta. Tämä vaiva korjattiin suunnittelemalla takaseinä kahdesta samanlaisesta levystä, jolloin katosi sekä peilauksen tarve että epäsymmetriset reiät. Pesuseinän takalevyt näkyvät kuviossa 17. Muuten suunnittelussa käytettiin samoja osia ja piirustuksia kuin aiemmissakin pesuseinissä.



Kuvio 16. Pesuseinän kokoonpano



Kuvio 17. Pesuseinän takalevyjen reiät uudessa mallissa

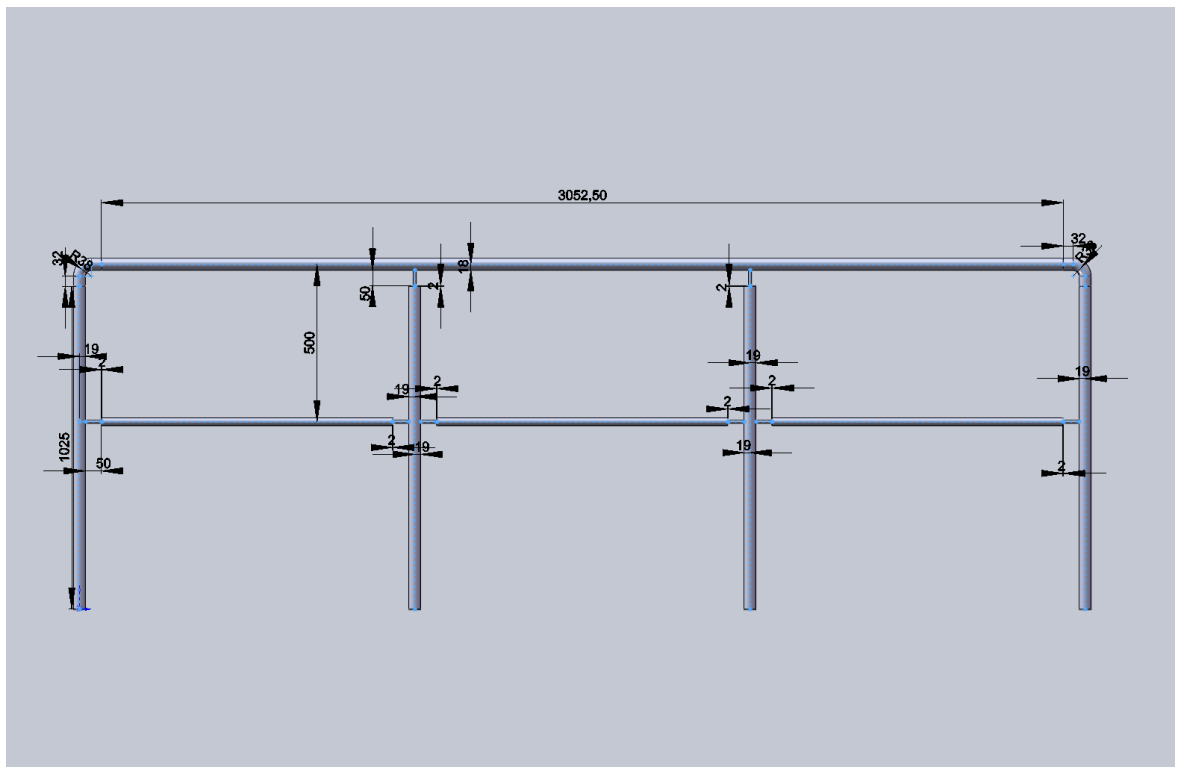
### 3.4 Kaiteet, viemärit ja muut osat

#### 3.4.1 Kaiteet

Kaiteiden suunnittelussa noudatettiin standardia SFS-EN ISO 14122-3, joka määrittää kaiteen pystytolppien maksimivälin, kokonaiskorkeuden lattiasta, sekä jalkalistan ja välitorren korkeuden. Traypack käyttää kaiteissa 38 mm halkaisijaltaan olevaa putkea pystyputkissa ja yläputkessa. Välitorret ovat halkaisijaltaan 25 mm.

Kaiteiden suunnittelussa syntyi kaksi merkittävää muutosta. Ensimmäinen muutos liittyi mallinnustekniikkaan. Olin aiemmin kehittänyt parametrisoidut kaiteet eniten käytettyjä kaidemalleja varten. Nuo mallit olivat ensi kertaa käytössä tässä projektissa. Niiden vaikutus oli huomattava, sillä ennen vastaavan kaidemäärän suunnitteluun ja mitoittamiseen kului muutamia tunteja, nyt kaiteet olivat kuvineen tulostusvalmiita noin 20 minuutissa. Koska suoran kaiteen ainoat parametrit ovat

korkeus ja pituus, pysyvät myös osaluettelot ja piirustukset kunnossa, ja mitat päivittyvät automaattisesti. Kuviossa 18 näkyy parametreilla määritelty kaide.

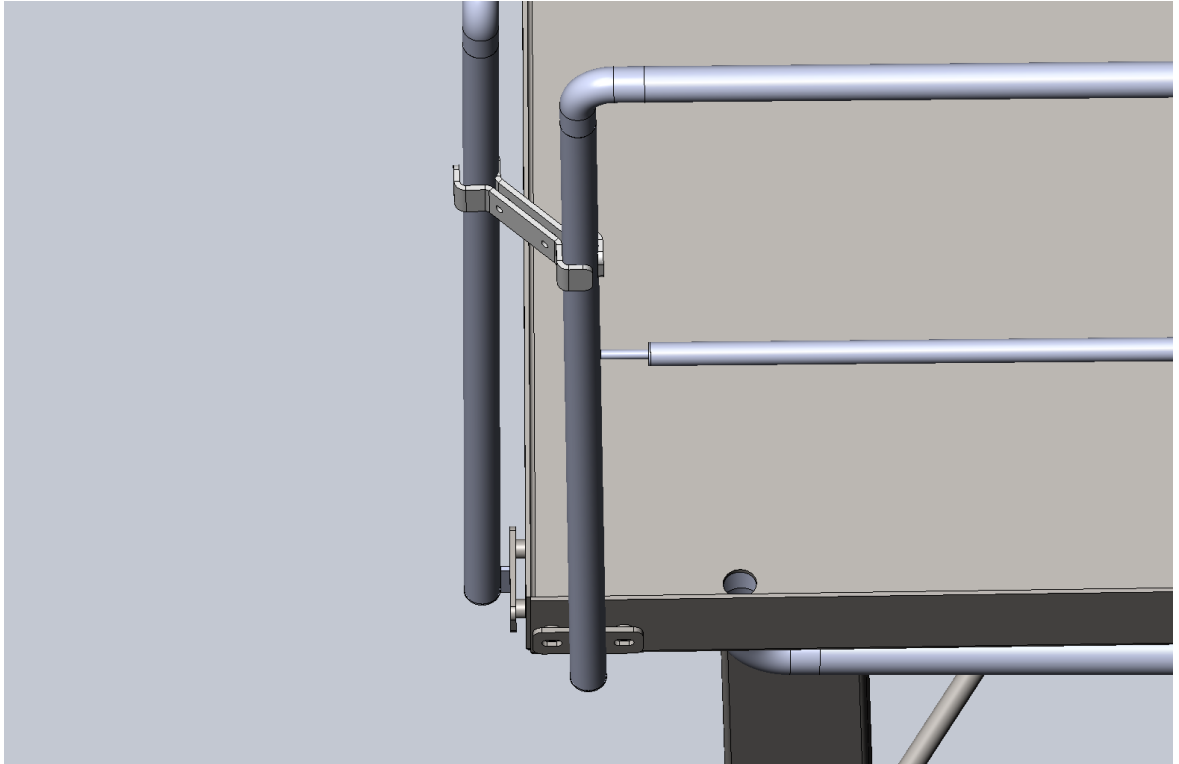


Kuvio 18. Parametreilla määritelty kaide

Toinen merkittävä muutos kaiteissa liittyi niiden kiinnitykseen asennettaessa. Putkirunkoisessa tasossa kaiteet kiinnitettiin paikoilleen kierreholkkien avulla. Nämä kierreholkit hitsattiin tason putkirunkoon. Kaiteen jokaisessa pystyvuomissa on kaksi ruuvi kiinnitysreikää, joten hitsattavien holkkien määrä nousi tyypillisesti lähes kolmeen kymmeneen.

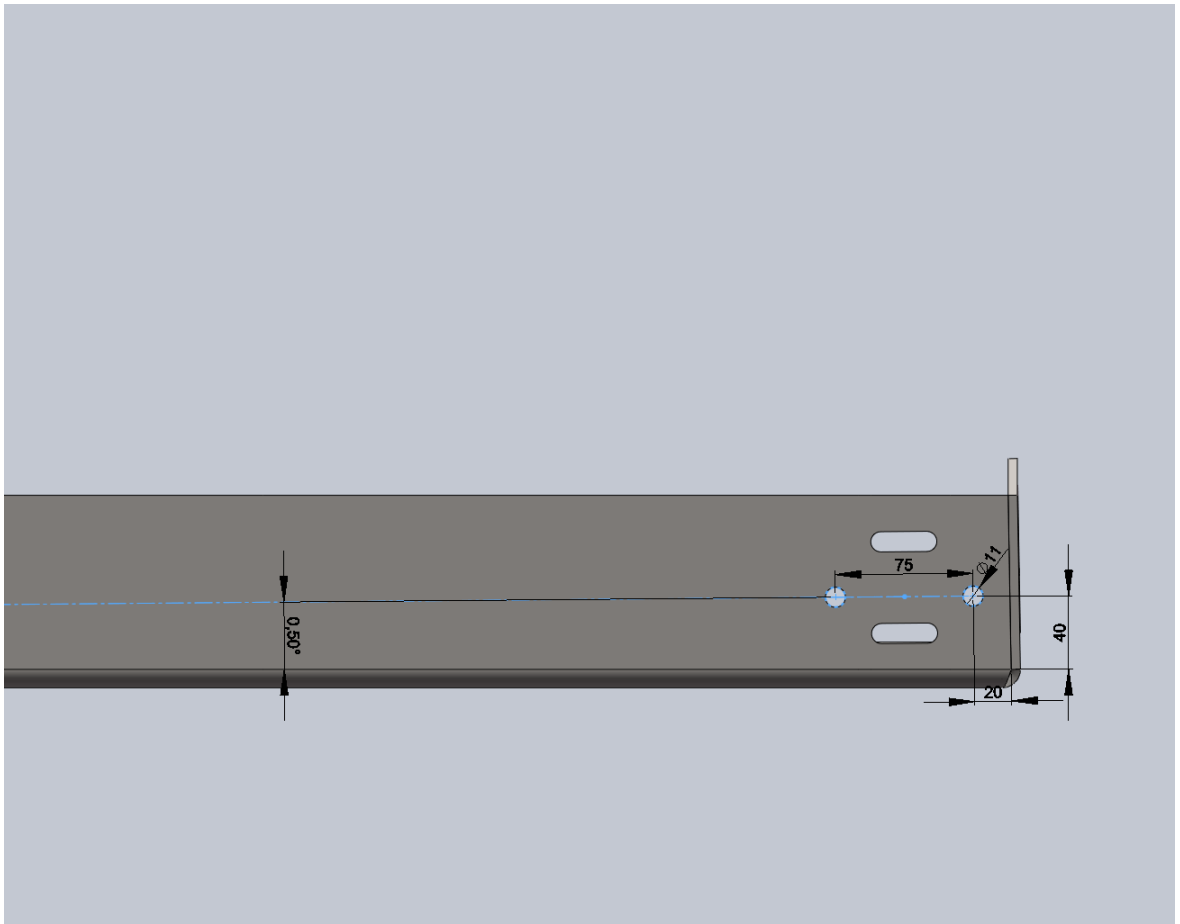
Uudessa tasomallissa kaiteet kiinnitetään reikiin, jotka mallinnettiin lattialevyjen jalkalistaan. Lattialistan ja kaiteen väliin asetetaan 10 mm pitkä holkki ja kaide kiinnitetään pultilla ja mutterilla. Tämä ratkaisu vähensi sekä suunnittelijan että kokoonpanijan kaiteisiin käyttämää aikaa sekä poisti kokonaan hitsaustarpeen holkkien osalta. Kaiteiden heilunnan estämiseksi ne lukittiin toisiinsa eräänlaisilla lukituslevyillä aina kun se oli mahdollista. Jos kaiteiden väliin ei voi asettaa lukituslevyjä, niitä on tilanteen mukaan tuettu parhaaksi katsotuin menetelmin. Kuviossa 19 näkyy kaiteiden uusi asennustyyli ja lukituslevyt.





Kuvio 19. Uusi menetelmä kaiteen kiinnittämiseksi tasoon

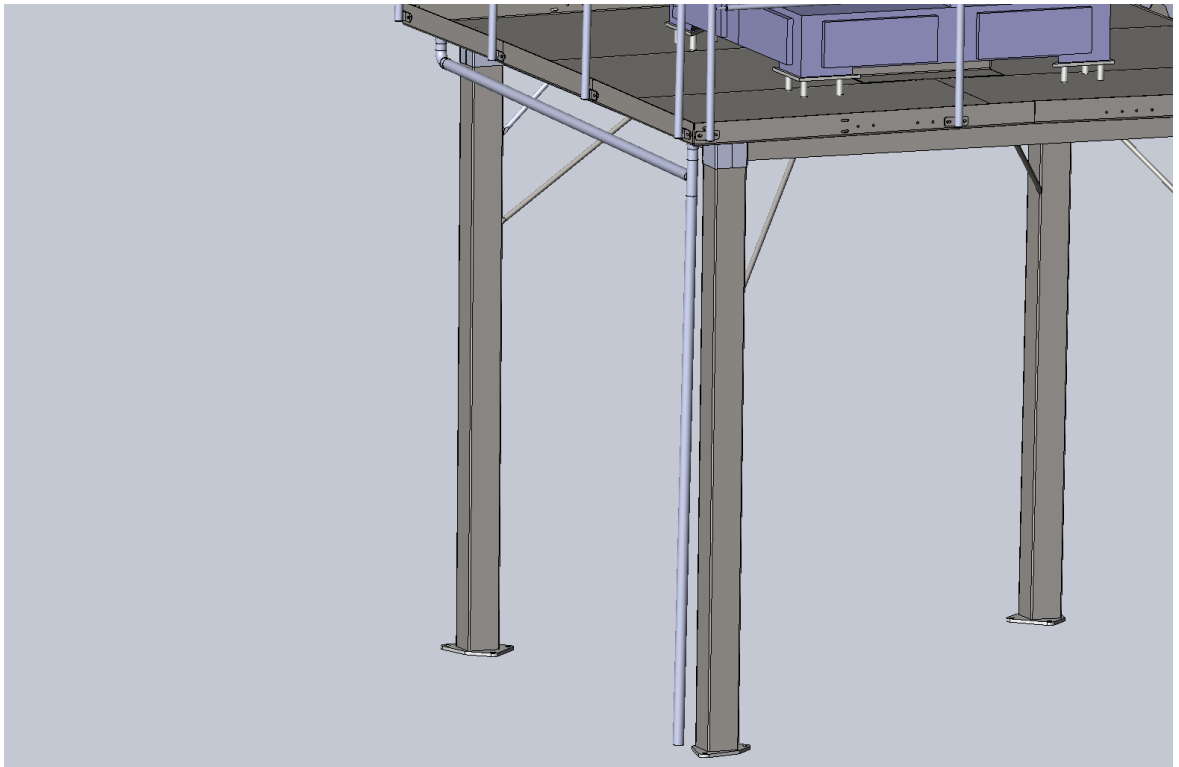
Lattialevyihin mallinnettujen reikien keskilinja oli vinossa lattiapintaan nähden. Tällä kompensoitiin kaadon aiheuttama kaltevuus. Täten kaiteet ovat samassa linjassa tason ympärillä, vaikka kaadot ovat eri suuntiin. Kuviossa 20 esimerkki reikien leikkauksesta.



Kuvio 20. Lattialevyjen rei'ityksellä kompensoitiin kaatoa

### 3.4.2 Viemärit

Tason viemärointi suunniteltiin putkirunkotasojen mallilla eli jalkapalkkeihin kiinnitetyllä viemäriputkella. Putken yläpäässä on kartio ja lattiassa on alaspäin vedetty viemäriaukko. Kartio ympäröi lattian aukkoa. Putken kartio on noin 15 mm lattian pohjasta irti, jotta viemärointi saa ilmaa. Putki johdetaan jalan rinnalla noin 150 mm etäisyydelle tehtaen lattiasta. Kuviossa 21 esitellään viemäriputki tasoon asennettuna.

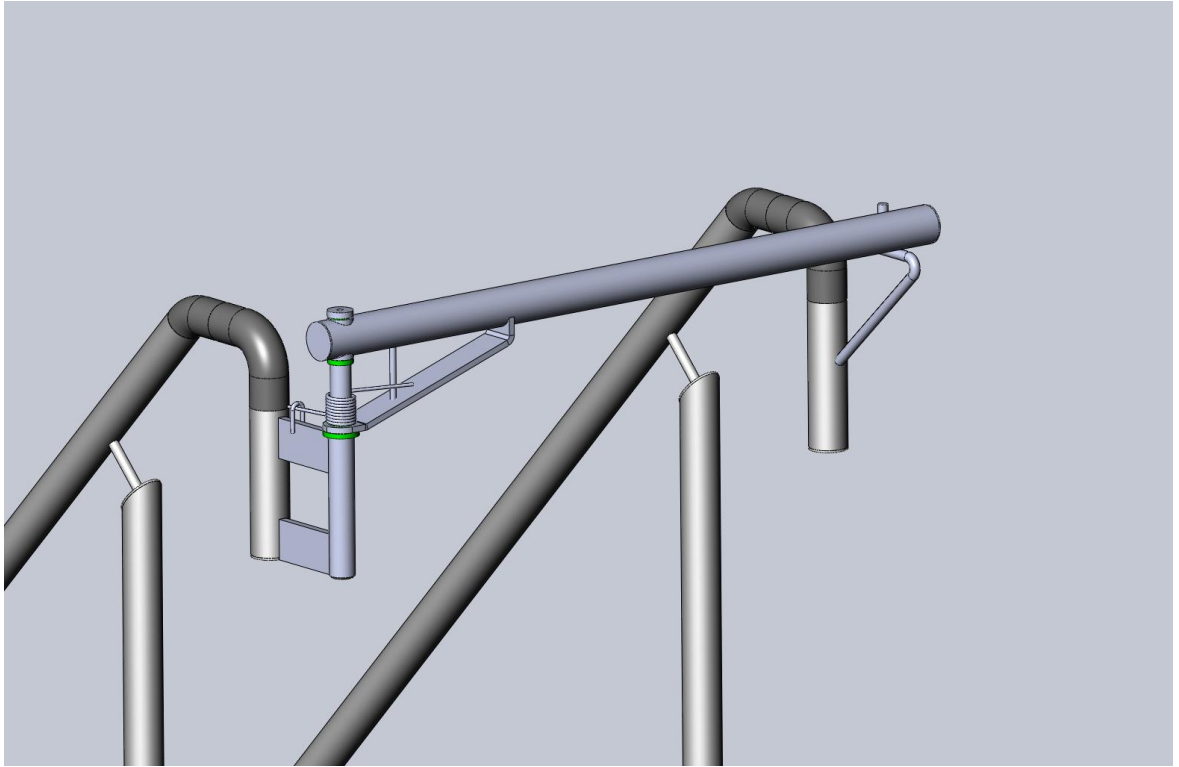


Kuvio 21. Pesuvesien viemäröintiputki

Ainoa muutos viemäröinnissä on viemäriaukkojen lukumäärä. Putkirunkoisissa tasoissa on perinteisesti ollut 1–2 viemäriaukkoa, levyrunkoisessa niitä on neljä. Tämä siitä syystä, että uudessa tasomallissa jokaisen kulman lattialevyssä on viemäriaukko symmetrian säilyttämiseksi. Viemäröinti johdettiin tason neljästä lattiareiästä kahteen alastuloputkeen, jotta vesi ohjautuisi helpommin tehtaän viemäreihin.

### 3.4.3 Turvapuomi

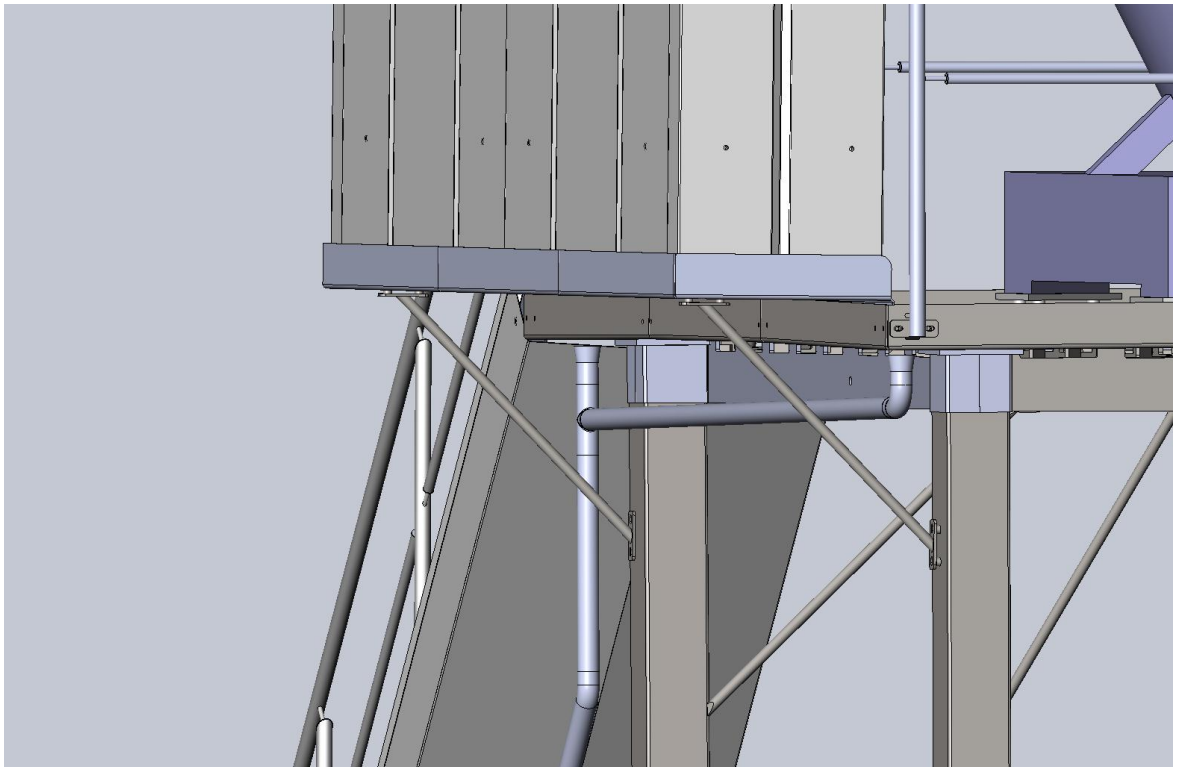
Turvapuomi on jousitoiminen, pesuseinän puolelle aukeava vaakaputki, joka asennetaan portaiden yläpäähän. Sen tarkoitus on muodostaa tason kaiteiden ja pesuseinän kanssa yhtenäinen turvakehä tasolle. Turvapuomiin ei tullut muutoksia suunnittelun yhteydessä. Kuviossa 22 turvapuomi asennettuna portaiden yläpäähän.



Kuvio 22. Jousitoiminen turvapuomi

#### 3.4.4 Pesuseinän vinotuennat

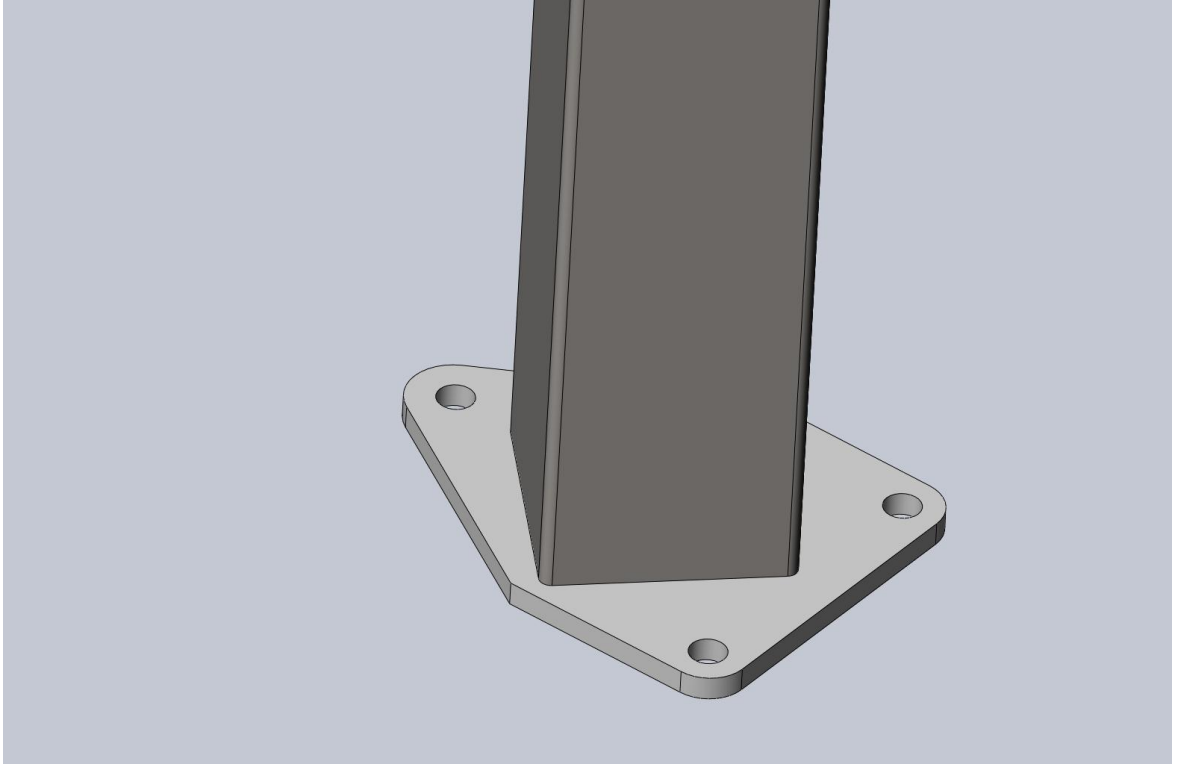
Pesuseinän vinotuennat ovat 45 asteen kulmaan asennetut tukitangot, jotka kantavat suuren osan pesuseinän aiheuttamasta kuormasta ja tukevat sitä heilunnalta. Tankojen päihin on hitsattu kiinnitystä varten latta, jossa on kaksi reikää pulttikiinnitystä varten. Vastaavasti jalkapalkeissa ja pesuseinän lattian pohjassa on kierreholkit vinotukien kiinnitykselle. Vinotuilla varmistetaan myös pesuseinän kaato oikeaan suuntaan. Vinotuennat näkyvät kuviossa 23.



Kuvio 23. Pesuseinän vinotuennat

### 3.4.5 Jalkapalkit

Jalkapalkit ovat leikkausprofiililtaan 150 x 150 x 4 mm RST-putkipalkkeja, joihin on hitsattu niin sanottu jalkalappu alapäähän. Jalkalapussa on kolme reikää, joiden läpi asennetaan kierretangot lattiaan. Jalkalaput tulevat noin 50–100 mm korkeudelle lattiasta, jottei niiden väliin jää vaikeasti pestävää aluetta. Jalkapalkkeihin ei tullut muutoksia suunnittelun yhteydessä. Kuviossa 24 näkyy jalkapalkin alapää.



Kuvio 24. Jalkapalkki

## 4 Valmistus

### 4.1 Yleistä valmistuksesta

Suurin muutos valmistuksessa verrattuna putkirunkotasoon oli putkiosien väheneminen murto-osaan. Lisäksi pienten osien, kuten kierreholkkien, hitsaamistarve poistui lähes kokonaan.

Putkirunkoisessa tasossa erimittaiset putkiosat saatiin yrityksen omista materiaaleista. Materiaalitarpeen lisäksi sahaamiseen kului lähes saman verran aikaa kuin tason suunnitteluun.

Levyrunktasossa lähes kaikki osat saatiin alihankintana alueen yrityksistä, jotka ovat erikoistuneet leikkaus- ja särmäyspalveluiden tuottamiseen. Alihankinnan avulla saatiin sekä vähennettyä valmistustyötunteja että pienennettyä 150 x 150 x 4 mm putkipalkin varastotarvetta.

Hitsaustyötuntien määrä tason valmistuksessa ei juuri muuttunut. Odotettavissa kuitenkin on vähennystä myös tähän vaiheeseen, kun hitsareiden parannusehdotuksia saadaan toteutettua suunnittelun yhteydessä tulevilla projekteilla.

### 4.2 Valmistusjärjestys

Hitsauksessa oli kolme selkeää vaihetta: runkolevyjen hitsaaminen, lattialevyjen hitsaaminen sekä näiden kahden kokoonpanon hitsaus yhteen. Kuviossa 25 tason runko ja lattialevyt hitsauksen jälkeen.



Kuvio 25. Runko ja lattia hitsauksen jälkeen

Edellä mainitut muodostivat yhden kokonaisuuden, jonka valmisti yksi hitsaaja. Muita kokonaisuuksia muodostivat kaiteet, portaat ja pesuseinä sekä pesuseinän lattia. Nämä kaikki kiinnitetään asiaankuuluviin paikkoihin pulttiliitoksilla.

Kuviossa 26 on lähikuva haastavimmasta työvaiheesta hitsauksessa, eli runkolevyjen ahtaista saumapaikoista. Hitsaus oli haastavaa sen vuoksi, että elintarvikealalla kaikki rakenteet pitää hitsata ympäri, jottei laitteisiin muodostuisi vaikeasti puhtaana pidettäviä kohtia.





Kuvio 26. Hitsausaumamat runkolevyjen liitoskohdassa

Myös lattialevyjen hitsaus runkolevyihin vaati tarkkuutta ja kärsivällisyyttä, jotta suunniteltu kaato saatiin toimimaan. Lattialevyt käännettiin ensin väärinpäin hitsauspöydälle, ja tämän jälkeen niiden päälle nostettiin runkolevyt myös väärinpäin. Sitten lattialevyt kiinnitettiin puristimilla tukevasti hitsauspöytään, jotta runko ja lattiataso saataisiin tarkalleen oikealle kohdalle toisiin nähden.

Hitsaus onnistui hyvin, ja tason kaato toimi moitteettomasti. Hitsaustyötä oli kuitenkin melko paljon, joten sen suhteen tasossa on vielä runsaasti parannuskohteita.

## 5 Pintakäsittely

Elintarviketeollisuuden käyttöön tulevien laitteiden tulee olla pinnanlaadultaan helposti puhtaana pidettäviä. Lisäksi materiaalien pitää olla korroosionkestäviä. Ruostumaton teräs täyttää nämä ehdot, mutta hitsauksen jättämien epäpuhtauksien ja pintavaurioiden vuoksi se tulee pintakäsitellä.

Ruostumaton teräs sisältää kromia, joka reagoi ilman kanssa, ja muodostaa niin sanotun passiivisen kerroksen teräksen pintaan. Tällainen pinta on itsekorjautuva, eli se korjaantuu reagoidessaan hapen kanssa, vaikka se vaurioituisi. Happokäsittelyllä, eli peittauksella korjataan hitsauksen aikaansaamia hapettumisvaurioita poistamalla RST:n pinnasta ohut kerros metallia, ja palautetaan RST:n pinnan kromipitoisuus vaaditulle tasolle. (Euro Inox, 2004)

Pintakäsittelyssä yleisesti käytetty happo on typpi- ja fluorivetyhapon seos (Euro Inox, 2004). Tämä aine on erittäin voimakkaasti syövyttävää, ja hapotusta suorittavan työntekijän on pidettävä suojapukua päällään hapotuksen ajan.

Traypackilla on tuotantotiloissaan hapotusallas ja hapotusruisku, joten pintakäsittely saatiin tehtyä yrityksen omissa tiloissa. Käytetty happoseos on typpi- ja fluorivetyhapposeos. Pienemmät osat ja kokoonpanot hapotettiin altaassa, ja suuret, kuten itse taso, hapotettiin ruiskuhapotuksella.

## 6 Asennus

Monipäävään taso nostettiin pystyyn Traypackin tiloissa ennen sen toimittamista asiakkaalle, jotta mahdolliset huojunnat ja muut epäkohdat löydettäisiin ajoissa. Taso koottiin ilman vinotuenta-akseleita, koska ne hitsataan jalkojen ja tason välille eikä tarpeetonta leikkaustyötä haluttu tehdä.

Taso pysyi tukevasti pystyssä eikä huojuntaa esiintynyt merkittävästi. Portaiden nousukulma oli luonteva, ja kaiteet muodostivat hyvän turvakehän tason päälle. Tasolle ei tarvinnut tehdä suuria muutoksia. Kuviossa 27 näkyy taso pystytettynä Traypackin tiloihin.

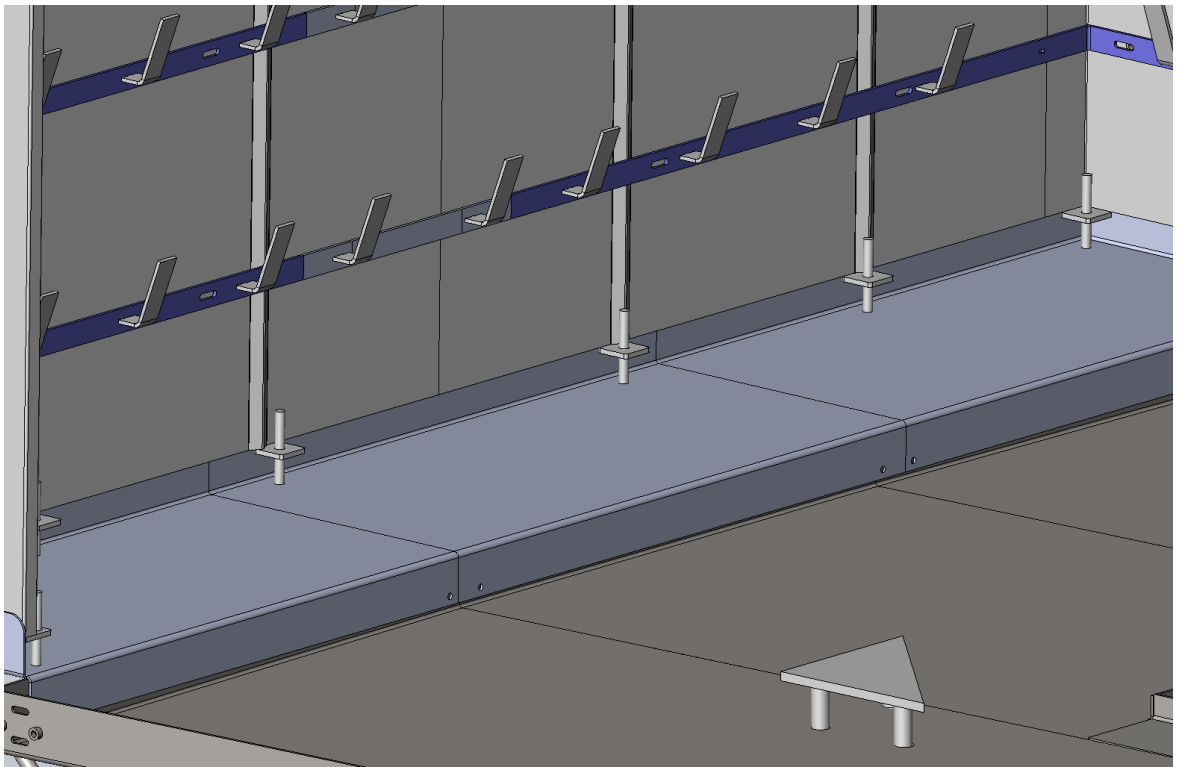


Kuvio 27. Taso pystyssä

Taso asennettiin asiakkaan tiloihin helmikuussa 2012. Samalla sen ympärille asennettiin myös muita Traypackin valmistamia laitteita, kuten kuljettimia. Liitteissä 1, 2 ja 3 näkyy tason lopullinen varustelu, suunniteltu layout sekä sijainti asiakkaan tiloissa.

## 7 Muutokset ja parannukset

Pesuseinän lattia oli ensimmäinen parannuskohde kokoonpanon jälkeen. Pesuseinälattian etureuna on särmätty alaspäin ja vastaavasti MPV:n tason lattian reuna näiden liitoskohdassa ylöspäin. Nämä särmäykset menevät limittäin, jotta vesi ei roisku niiden välistä alas. Särmäykset menivät kuitenkin liian syvälle lomittain, joten pesuseinälattiaan leikattiin kulmahiomakoneella kevennyskuvio, jotta havaittu puute saataisiin minimoitua. Eron voi nähdä kuvioista 28 ja 29.



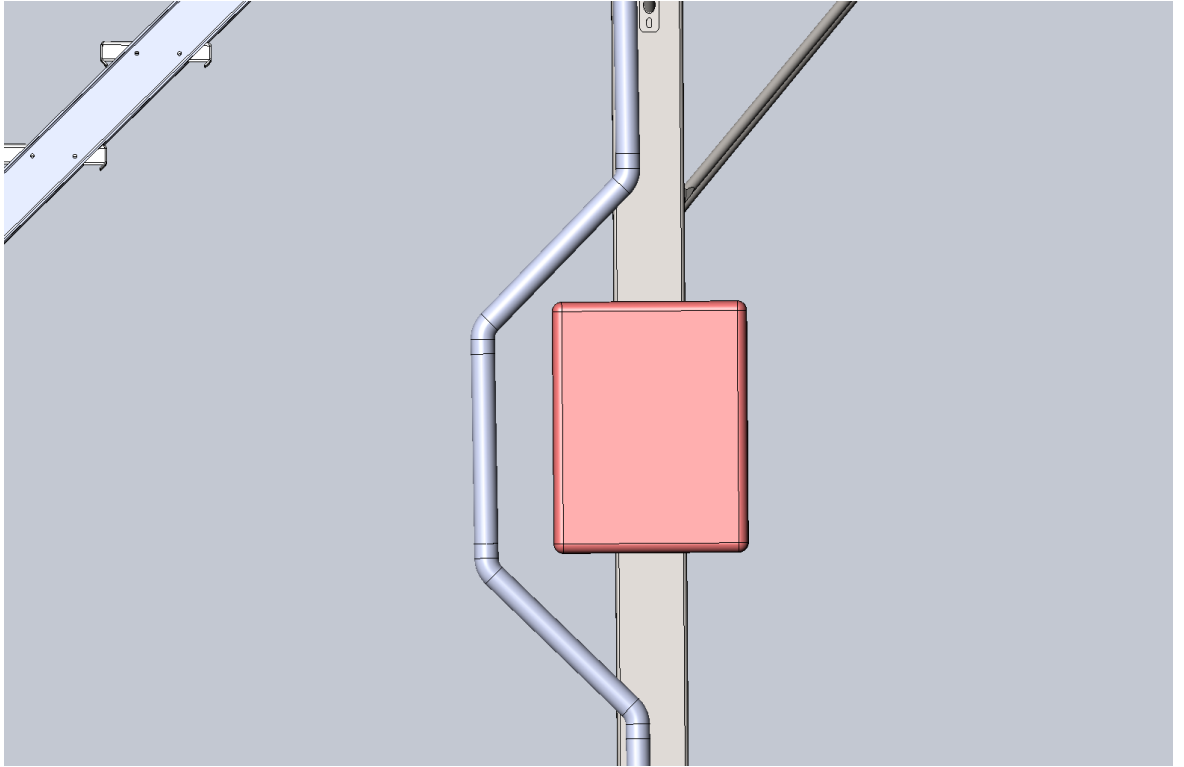
Kuvio 28. Mallin mukainen pesuseinän lattia



Kuvio 29. Muokattu pesuseinän lattia

Toinen muokkaustoimenpide tehtiin tasossa oleville kaiteille. Portaiden viereisestä ja sen vastapäisestä kaiteesta jouduttiin muokkaamaan keskimmäistä pystyputkea asiakkaalle asennuksen yhteydessä. Tämä siitä syystä, että molempien kaiteiden välistä nousevat kuljettimet, jotka eivät sopineet tarkalleen alkuperäisen mitoituksen mukaisille paikoilleen.

Kolmas muokkaus tehtiin toiseen viemäriputkeen. Tason toiselle laidalle jalkapalkkiin asennettiin näyttöpäätte hallintalaitteeksi linjastolle, ja tämän johdosta toisen viemäriputken laskevaan osaan tehtiin väistö, joka mukaili näyttöä. Kuvioista 30 ilmenee näytön paikka, sekä muokattu viemäriputki.



Kuvio 30. Viemäriputken väistö

## 8 Jälkilaskelma

Tässä osiossa vertaillaan putkirunkoisen ja levyrunkoisen tason kokonaiskustannuksia. Jälkilaskelma sisältää yrityssalaisuuksiksi luettavia tietoja, joten vertailua ei tehty absoluuttisilla rahasummilla, vaan kustannusten suhteilla. Taulukosta 1 nähdään vertailun tulokset.

Taulukko 1. Jälkilaskelma

|                     | Putkirunko | Levyrunko |
|---------------------|------------|-----------|
| <b>Raaka-aineet</b> |            |           |
| Runko               | 100        | 58        |
| Portaat             | 100        | 95        |
| Kaiteet             | 100        | 90        |
| Pesuseinä           | 100        | 108       |
| Lattia              | 100        | 125       |
|                     |            |           |
| <b>Työ</b>          |            |           |
| Suunnittelu         | 100        | 430       |
| Sahaus              | 100        | 6         |
| Hitsaus             | 100        | 115       |
| Hapotus             | 100        | 100       |
| Testaus             | 100        | 80        |
| Kokoonpano          | 100        | 80        |

Huomattavimmat erot syntyivät odotetusti rungon raaka-ainekustannuksiin. Myös suunnittelutyön erot olivat odotetun kaltaiset. Pesuseinän raaka-ainekustannuksia kohottivat hieman myös sen tasossa käytetty vahvempi lattialevymateriaali. Sahaustunnit vähenivät lähes nollaan, mikä on valmistusteknisesti erittäin hyvä asia, sillä yhden vaiheen poisjäänti vähentää merkittävästi tason tuotannon läpimenoaikaa.

## 9 Kehitys- ja parannuskohteita

Kuten aina, jäi tässäkin työssä varaa kehitykselle. Mallinnuksen osalta ensimmäinen kehityskohde olisi runkokokoonpanon selkeämpi kiinnitys. Tässä versiossa tasomalli rakennettiin yhden viiston runkolevyn mukaan. Ehdottomasti selkeämpi paikka origolle olisi tason keskelle jäävän aukon keskipiste. Tämä saataisiin paikannettua esimerkiksi näkymättömiin jätettävällä apugeometrialla. Näin toimien ylimääräiset viivat eivät sotkisi muita malleja tai piirustuksia, mutta kokoonpanon muokkaaminen olisi helpompaa.

Suunnittelun ja valmistuksen tiimoilta eräs kehityskohde olisi viistelaserleikkauksen tarjoamat mahdollisuudet. Työn yhteydessä eräisiin levyosiin piti tehdä 45 asteen viiste Traypackin omilla laitteilla, mikä vaati tarkkuutta ja vei aikaa. Moderneilla laserleikkauksoneilla saadaan tällaiset viisteet tehtyä valmiiksi. Rajoituksena tosin on RST:n huonompi leikkautuvuus verrattuna tavalliseen hiiliteräkseen.

Hitsauksen osalta parannuskohteiksi hitsari mainitsi runkolevyjen kampajaon harventamisen, ja vastaavasti kampaosan pituuden lisäämisen. Näin saataisiin yhtenäistä saumaa hitsata pidemmältä, mikä helpottaisi vaikeiden saumojen hitsausta. Myös kohdistuspalojen pituutta toivottiin kasvatettavan, sillä tämä poistaisi yhden ahtaan paikan. Tämä kohta näkyy kuviossa 26.



## 10 Yhteenveto

Projektina MPV:n tason kehitysprosessi oli erittäin menestyksenkäs. Suurin säästö materiaalissa saatiin aikaan tason kokonaispainon pudotuksella. Lisäksi pieniä kustannussäästöjä saavutettiin esimerkiksi noudattamalla symmetriaa, jonka ansiosta mallinnus, valmistus ja asennus nopeutuivat ja olivat yksinkertaisempia. Projektin aikana ei koettu merkittäviä takaiskuja, ja tarvittavat muutostyöt saatiin tehtyä Traypackin omilla menetelmillä.

Kustannusten osalta tulevilla projekteilla on odotettavissa lisää säästöjä, sillä tason valmistuksessa käytettiin runsaasti Traypackin omiin tarpeisiin kehitettyjä standardiosia. Tämä mahdollistaa sen, että tason valmistus saadaan nopeasti alkuun esimerkiksi kaiteiden ja portaiden osalta.

Taso varusteineen asennettiin asiakkaan tiloihin keväällä 2012. Ne täyttivät niille asetetut vaatimukset.

Omaan osaamiseeni nähden työ oli juuri sopivan haasteellinen. Projektin alkaessa olin saanut jo kokemusta erilaisten MPV- ja hoitotasojen suunnittelusta ollessani harjoittelussa ja kesätöissä Traypackilla. Myös 3d-mallien luominen onnistui vaivatta. Tästä kuuluu kiitos myös työni ohjaajalle, Jukka Aarniolle, joka on opettanut minulle teknisen piirustuksen ja 3d-mallinnuksen perusteet. Haastavimmat vaiheet työssä olivat tason värähtelyjen vaimentamiseen liittyvä suunnittelu, sekä itse työn kirjoittaminen ja jäsentäminen.

Työ oli piirteiltään juuri sellainen, kuin olen insinööriyön kuvitellut olevankin: aluksi raskasta aivotyötä suunnittelun parissa, sitten valmistuksen seuranta ja parannuskohteiden miettimistä, ja lopuksi tarkka dokumentointi aikaansaannoksista.

Lopputulokseen olen erittäin tyytyväinen, ja opin uusia asioita esimerkiksi mallinnustekniikoista, valmistusmenetelmistä, alihankintaketjuista ja estetiikan merkityksestä teollisessa suunnittelussa. Suuri kiitos työn loppuun saattamisesta kuuluu Traypack Engineering Oy:n henkilöstölle sekä avopuolisolleni Riikalle, jotka ovat auttaneet ja kannustaneet minua koko puoli vuotta kestäneen projektin ajan.

## LÄHTEET

Crookes, R. 2004. Ruostumattoman teräksen peittäus ja passivointi. Materiaalit ja niiden käyttösovellukset – sarja, julkaisu 4. Luxemburg. Euro Inox. [Viitattu 26.4.2012]. Saatavana: [http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating\\_Pickling\\_FI.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_FI.pdf)

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6.p. Helsinki: Otatieto

SFS-EN ISO 14122-3. 2001. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 3: Portaat, porrastikkaat ja suojakaiteet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. 35 s.

Tuomisto, S. 2012. Tuotantovastaava. Traypack Engineering Oy. Haastattelu 26.4.

Ulrich, K. & Eppinger, S. 2012. Product design and development. 5.p. New York: McGraw-Hill

Valtanen, E. 2002. Tekniikan taulukkokirja. 12.p. Jyväskylä: Genesis-Kirjat

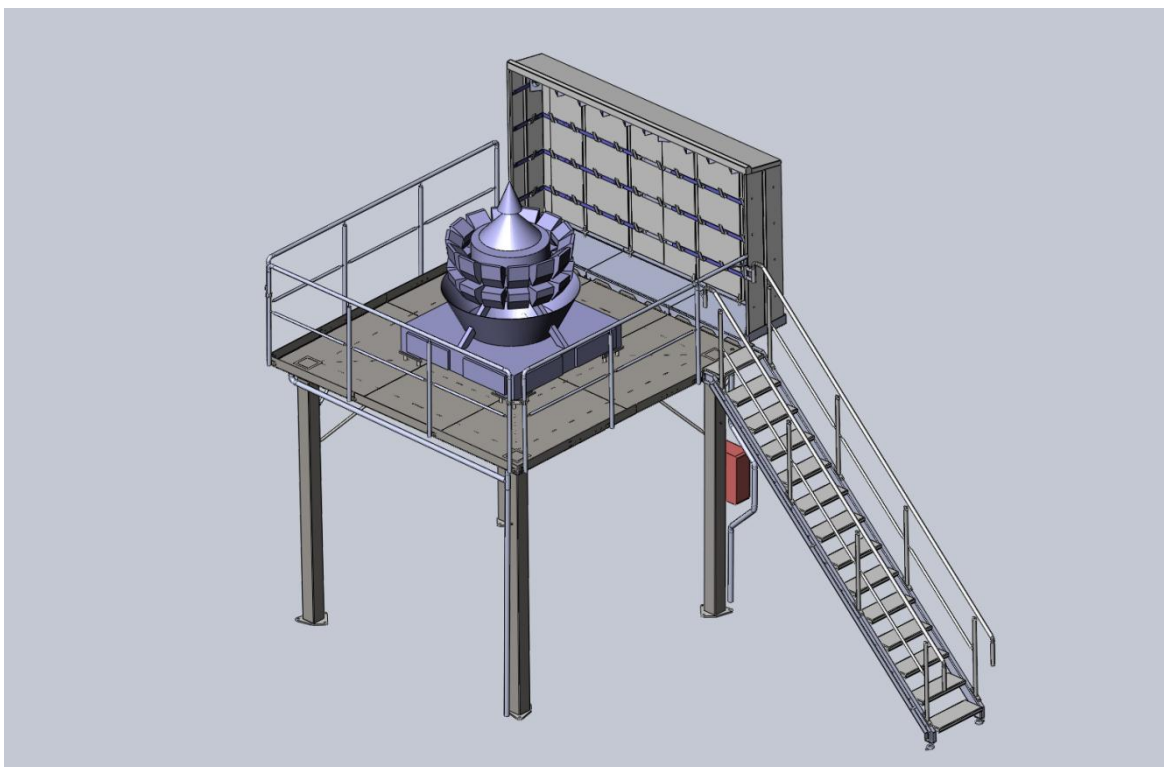
## **LIITTEET**

Liite 1: Taso varusteltuna

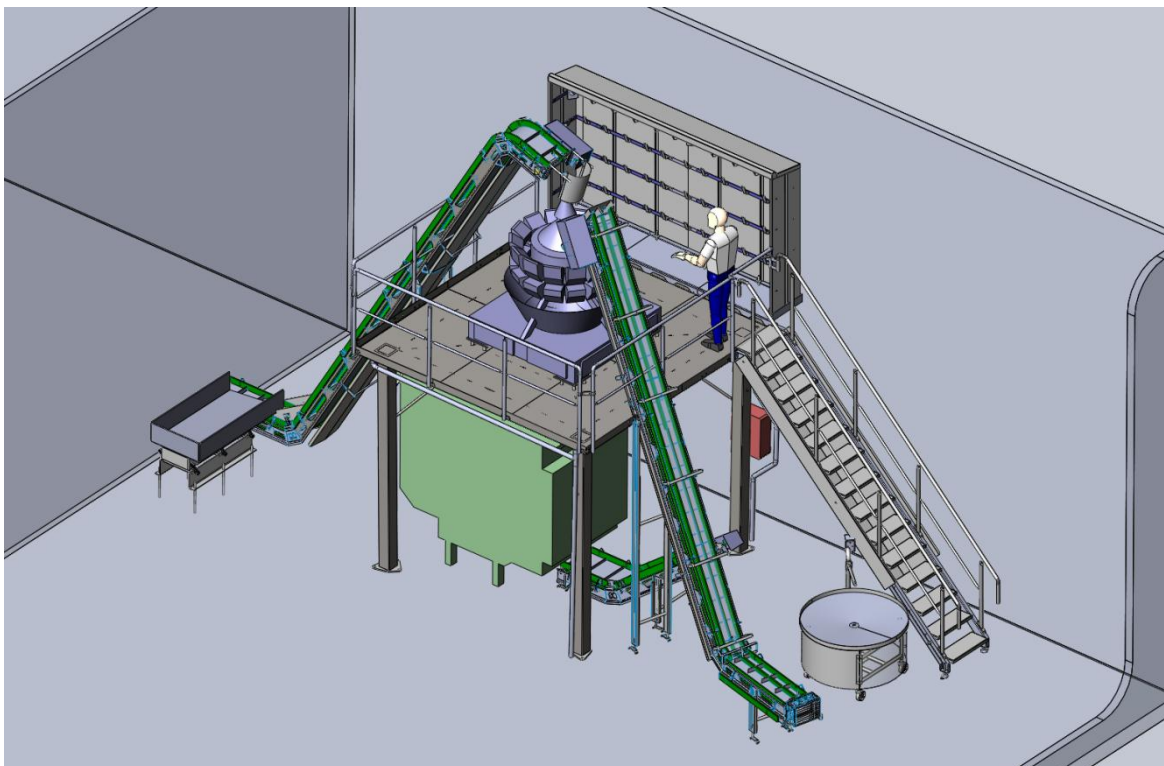
Liite 2: Taso sijoitettuna tehdas-layoutiin

Liite 3: Taso tuotantotiloissa

Liite 1: Taso varusteltuna



Liite 2: Taso sijoitettuna tehdas-layoutiin



### Liite 3: Taso tuotantotiloissa

