

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikka

2021

Sami Kaaranen

KAURAHUUTALEIDEN VÄLISYÖTTÖSÄILIÖN SUUNNITTELU

Sami Kaaranen

KAURAHUUTALEIDEN VÄLISYÖTTÖSÄILIÖN SUUNNITTELU

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona yritykselle Oriplan Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella tilavuudeltaan 2,5–3 m³ välisyöttösäiliö kaurahuutaleita varten sekä tehdä piirustukset valmistamista varten. Säiliön suunnittelussa täytyy ottaa huomioon, että sen tulisi olla yhteensopiva jo valmiina olevan tuotantolinjaston kanssa. Valmistaminen tapahtuu asiakkaan omalla tehtaallaan Virossa. Välisyöttösäiliön tarkoituksena on toimia osana tuotantolinjastoa, ja säiliön tehtävänä on olla puskurivarastona koneiden tarvitessa huoltoa tai muita korjauksia.

Säiliö suunniteltiin alusta loppuun asiakkaan tarpeita kuunnellen. Opinnäytetyössä esitellään yleisimmät siilo ja säiliötyypit sekä näihin säiliötyyppeihin liittyviä ongelmia materiaalin purkauksessa. Työssä on näkyvillä laskut, joista saadaan selville säiliön tilavuus sekä nurjahduskestävyys jaloille. Laskelmista ilmenee, että jalat kestävät säiliön rakenteen painon ja kaurahuutaleiden painon säiliön ollessa täynnä.

Tähän kyseiseen säiliöön valittiin asiakkaan toiveiden mukaisesti kiinalainen hattu menetelmä auttamaan materiaalin purkauksessa. Materiaaliksi säiliöön valikoitui haponkestävä ruostumaton teräs, koska se on yleisesti elintarvikehyväksytty materiaali.

Lopputuloksena saatiin luotua säiliöstä yhteensopiva linjaston kanssa ja 3D-malli ja piirustukset säiliön valmistamista varten.

ASIASANAT:

Säiliö, Siilo, Kaurahuutale

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering

2021 | 47, 22 pages in appendices

Sami Kaaranen

DESIGNING OF AN INTERMEDIATE OATMEAL FEEDING TANK

This Bachelor's thesis was commissioned by Oriplan Oy. The aim of this Bachelor's thesis was to design an intermediate oatmeal feeding tank with a volume 2.5–3 m³ and make drawings for manufacturing. In the design process of the tank, it had to be considered that the tank would need to be compatible with the existing production line. Manufacturing is done by the customer in Estonia at its own factory. The purpose of the intermediate feed tank is to act as part of the production line and the tank is to be a buffer storage when the machines need maintenance or other repairs.

The tank was designed from start to end by listening to the customer's needs. The thesis reviews the most common silo and tank types, as well as the problems associated with the unloading of material in these tank types. In the theoretical part, various solutions and devices were used to prevent these problems. The work shows calculations that show the volume of the tank and the buckling resistance for the feet, which shows that the feet can withstand the self-weight of the tank and the weight when the tank is full of oatmeal.

In accordance with the customer's wishes, a Chinese hat method was selected for this tank to assist in the unloading of the material. Acid resistant stainless steel was chosen as the material for the tank because it is a generally approved food contact material.

As a result, the tank is compatible with the production line and a 3D model and drawings were created from the tank for manufacturing.

KEYWORDS:

Silo, Tank, Oatmeal

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn eteneminen	8
1.2 Oriplan Oy	8
2 SIILOT JA SÄILIÖT	10
2.1 Siilotyypit	10
2.1.1 Suppilovirtaussiilo	11
2.1.2 Massavirtaussiilo	11
2.1.3 Laajenevan virtauksen siilo	12
2.2 FIFO- ja LIFO periaatteet	12
2.3 Ongelmat purkautumisessa	12
2.3.1 Holvaantuminen	13
2.3.2 Rotankolo	13
2.4 Apulaitteita materiaalin purkautumiseen	14
2.4.1 Kiinalainen hattu	14
2.4.2 Fluidisointi eli leijutus	15
2.4.3 Siilotykit	17
2.4.4 Mekaaniset hämmentimet	18
2.4.5 Täryttävät laitteet	19
2.5 Syöttimet ja annostelulaitteet	20
2.5.1 Sulkupellit ja -luukut	20
2.5.2 Rumpusyötin	21
2.5.3 Hihnasyötin	22
2.5.4 Telasyötin	23
2.5.5 Ruuvisyötin	24
2.5.6 Lokerosyötin	25
2.5.7 Lautassyötin	26
2.5.8 Tärysyötin ja pöytäsyötin	27
2.6 Materiaali	29
3 VÄLISYÖTTÖSÄILIÖN SUUNNITELU	30
3.1 Käynti asiakkaan luona	30

3.2 Ideointi	32
3.3 Laskut	35
3.4 Kaurahiutaleiden purkautuminen	40
3.4.1 Kiinalaisen hatun ideointi	40
3.4.2 Hatun sijoittaminen	42
3.5 Jäykisteet	43
3.6 Lopullinen malli säiliöstä	45
4 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	47

LIITTEET

Liite 1. Syöttösäiliön piirustukset

KUVAT

Kuva 1. Siilotyypit (Frilund & Pihkala 1988, 107).	11
Kuva 2. Holvaantuminen (Jauhetekniikka Oy, 2).	13
Kuva 3. Rotankolo (Jauhetekniikka Oy, 2).	14
Kuva 4. Kiinalainen hattu (Frilund & Pihkala 1988, 108).	15
Kuva 5. Fluiditutti.	16
Kuva 6. Fluiditutti.	16
Kuva 7. Esimerkki Fluidisointilevyistä (Grönmark 2021).	17
Kuva 8. Esimerkki siilotykistä (Pneuplan Oy).	18
Kuva 9. Hydraulinen ruuvipurkain (Morillon 2021).	19
Kuva 10. Mekaaninen hämmennin (Frilund & Pihkala 1988, 109).	19
Kuva 11. Sulkupeltejä ja -luukkuja (Frilund & Pihkala 1988, 84).	21
Kuva 12. Rumpusyötin (Frilund & Pihkala 1988, 84).	22
Kuva 13. Hihnasyötin (Frilund & Pihkala 1988, 85).	23
Kuva 14. Telasyötin (Frilund & Pihkala 1988, 85).	24
Kuva 15. Ruuvisyötin (Frilund & Pihkala 1988, 86).	25
Kuva 16. Lokerosyötin (Frilund & Pihkala 1988, 86).	26
Kuva 17. Lautassyötin (Frilund & Pihkala 1988, 87).	27
Kuva 18. Tärysyötin (Frilund & Pihkala 1988, 87).	28
Kuva 19. Pöytäsyötin (Frilund & Pihkala 1988, 88).	28
Kuva 20. Havainnekuva.	31
Kuva 21. Havainnekuva.	31
Kuva 22. Palikkamalli.	32
Kuva 23. Mix srl paineilma sulkuventtiili.	33
Kuva 24. Säiliön ensimmäinen malli.	34

Kuva 25. Jalan kokoonpano.	35
Kuva 26. Kiinalainen hattu pyramidimalli.	41
Kuva 27. Kiinalainen hattu kartiomalli.	41
Kuva 28. Hatun sijoitus.	42
Kuva 29. Poikkileikkaus säiliön sisältä.	43
Kuva 30. Seinämän jäykiste.	44
Kuva 31. Kannen jäykiste.	44
Kuva 32. Lopullinen malli säiliöstä.	45

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
FIFO	First In First Out
LIFO	Last In First Out

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään toimeksiantona yritykselle Oriplan Oy. Toimeksiantona on kaura-hiutaleiden välisyöttösäiliön suunnittelu ja mallintaminen. Työn tavoitteena on suunnitella tilavuudeltaan 2,5–3 m³ toimiva välisyöttösäiliö, mikä on yhteensopiva jo olemassa olevan kokoonpanon kanssa sekä tulevan tuotantolinjaston kanssa ja siihen liittyvien piirus-tusten teko. Säiliön valmistaminen tapahtuu asiakkaan toimesta omissa tiloissa Virossa. Suunnittelussa otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan valmistusmenetelmät.

1.1 Työn eteneminen

Ensin käydään läpi teoriaosuudessa siilo- ja säiliötyyppejä ja mitkä ovat niiden yleisimpiä ongelmia. Tämän jälkeen kerrotaan erilaisista apupurkain laitteistoista ja miten niitä tulisi käyttää sekä käydään läpi myös tyypillisimmät syöttimet ja annostelulaitteet. Seuraavaksi nähdään miten itse säiliön suunnittelu ja mallintaminen etenee vaiheittain sekä millaisia ratkaisuja lähdetään hakemaan ongelmakohtiin. Ensimmäisten mallien jälkeen lasjetaan säiliön sen hetkinen tilavuus ja nurjahduskestävyys jaloille. Lopuksi käydään yhteenvedo missä valmista mallia ja ratkaisua peilataan toimeksiantoon ja tavoitteeseen mistä nähdään, onko lopputulos halutunlainen. Loppukappaleessa käydään läpi, miten työ eteni ja tuliko ongelmia.

1.2 Oriplan Oy

Oriplan Oy on vuonna 1988 perustettu teollisuuden koneiden ja laitteiden maahantuontiyritys sekä myyntiyritys. Oriplanin maahantuomat koneet ja laitteet tulevat Kiinasta ja muualta Euroopasta. Myynti on lähtökohtaisesti konsultoivaa myyntiä, eli haetaan asiakkaan kanssa ratkaisua olemassa olevaan ongelmaan, mutta on myös vaihtoehtona saada avaimet käteen periaatteella toimiva palvelu. Palvelut on tarkoitettu niin pienille toimijoille kuin isoille toimijoille teollisuuteen. (Laakso 2021.)

Yritys ei itse valmista koneita tai laitteita, mutta laaja yhteistyökumppaniverkosto mahdollistaa laitteiden muokkaukset asiakastarpeiden mukaan. Muokkauksia ovat esimerkiksi sähkötöiden tekeminen laitteisiin tai erilaisten teknisten muutoksien tekeminen. Myyntitoiminta perustuu pääosin kuitenkin pakkauskoneiden myyntiin sekä erilaisten jauhemaisten ja rakeisten aineiden käsittelyyn sekä elintarvikkeisiin liittyvät laitteistot ja koneet. (Laakso 2021.)

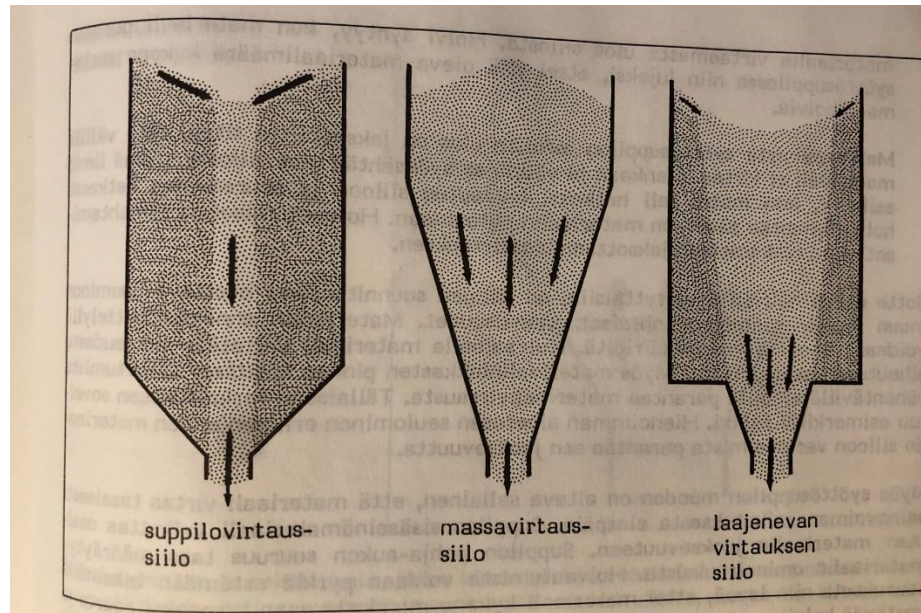
2 SIILOT JA SÄILIÖT

Siilo käsitteellä yleisesti tarkoitetaan kaikkia säiliöitä, joiden on tarkoitus varastoida suuria rakeisia kiintoainemääriä (Rotter 2001 Pulkan 2007, 5 mukaan). Säiliöt ovat yleisin varaston muoto puhuttaessa prosessiteollisuudesta, varsinkin silloin kun tarkoitus on varastoida nesteitä tai kiinteitä raaka-aineita. Säiliöiden rakenne koostuu sylinteri tai nelikulmaisesta yläosasta, sekä sen alapuolella sijaitsevasta kartio-osasta, jonka yleinen nimitys on syöttösuppilo tai suppilo. Säiliön alapuolelle sijoitetaan tai säiliöön integroidaan kiinni syöttö- tai annostelulaite. Riippuen tehtaan toiminnasta, toimilaite ohjaa varastoidun aineen kuljettimelle tai tuotantolaitteelle. (Frilund & Pihkala 1988, 106.)

Poikkileikkaukseltaan nelikulmainen säiliö on hyvä ratkaisu, jos varattu tila on vähäinen ja silti kapasiteetti halutaan maksimoida. Nelikulmaisen muodon seurauksena säiliöstä tulee kuitenkin painavampi, kuin poikkileikkaukseltaan pyöreästä säiliöstä. Tämän takia seinämät tulisi jäykistää esimerkiksi rivoilla. Näistä syistä pääasiassa pienet säiliöt ovat yleensä nelikulmaisia, nämä säiliöt soveltuvat myös erinomaisesti kevyiden kiintoainesten varastointiin. (Pulka, J. 2007, 6.)

2.1 Siilotyypit

Siilot jaetaan kolmeen eri tyyppiin, jotka ovat: suppilovirtaussiilo, massavirtaussiilo ja laajenevan virtauksen siilo. Jakautuminen katsotaan syöttösuppilon jyrkkyyden perusteella. Kuvassa 1 on esitetty erilaiset siilotyypit.



Kuva 1. Siilotyypit (Frilund & Pihkala 1988, 107).

2.1.1 Suppilovirtaussiilo

Suppilovirtaussiilolle yleistä on se, että raaka-aine purkautuu siilon keskellä olevaa kanavaa pitkin ulos siilosta toimilaitteelle tai kuljettimelle niin kuin kuvassa 1 on esitetty. Tämä saa aikaan sen, että siilon laidoilta purkautuu ensimmäisenä ylin materiaalikerros. Siilo purkautuu niin kutsutulla "Last In First Out" (LIFO) periaatteella eli ensiksi syötetty materiaali tulee vasta viimeisenä ulos. Tämän syyn takia siilotyyppi rajoittaa sellaisten raaka-aineiden käytön mitkä eivät kestä pitkää varastointia. Suppilovirtaussiiloa pidetään yleisimpänä siilotyyppinä, koska syöttösuppilosta on mahdollista tehdä leveää, mikä nostaa siilon kapasiteettia. (Frilund & Pihkala 1988, 106.)

2.1.2 Massavirtaussiilo

Massavirtaussiilossa syöttösuppilo osa on loiva, minkä takia raaka-aine virtaa tasaisesti pois siilosta. Tämä siilo purkautuu niin kutsutulla "First In First Out" (FIFO) periaatteella eli ensimmäisenä syötetty materiaali myös purkautuu ensimmäisenä ulos. Tämän syyn takia massavirtaussiilo on yleisin tyyppi mitä käytetään elintarviketeollisuudessa. Yleensä massavirtaussiilot ovat korkeita, koska niiden syöttösuppilo osa on loiva ja silti siilosta halutaan maksimi kapasiteetti irti. (Frilund & Pihkala 1988, 107.)

2.1.3 Laajenevan virtauksen siilo

Laajenevan virtauksen siilo on yhdistelmä edellä mainituista siilotyypeistä. Syöttösuppilo osa on tässäkin siilotyypissä loiva mikä saa aikaan sen, että raaka-aine purkautuu ylöspäin menevää kanavaa pitkin ja reunoille jäävän materiaalin virtaus on huonompi, kuin suppilovirtaussiilossa. (Frilund & Pihkala 1988, 107.)

2.2 FIFO- ja LIFO periaatteet

FIFO eli First In First Out on varastonohjauksen yksi perusperiaate. FIFO-periaatteella tarkoitetaan sitä, että ensimmäisenä tullut tavara lähtee myös ensimmäisenä varastosta pois. Tällä varmistetaan se, että mikään tavara tai tuote ei jää varastoon seisomaan. (Logistiikan maailma 2021.) Tätä samaa voidaan soveltaa säiliöissä, eli ensimmäisenä syötetty materiaali tai raaka-aine myös purkautuu ensimmäisenä pois.

LIFO eli Last In First Out tarkoittaa sitä, että viimeisenä tullut tavara lähtee ensimmäisenä ulos varastosta (Logistiikan maailma 2021). Tätä samaa voidaan myös soveltaa säiliön toiminnassa, jos säiliön sisältö ei ole helposti pilaantuvaa tavaraa ja kestää varastoinnin hyvin. Tämä ei ole kuitenkaan mahdollista elintarviketuotteiden kanssa, vaan silloin tulisi käyttää FIFO-periaatetta.

2.3 Ongelmat purkautumisessa

Erityisesti suppilovirtaussiilossa on havaittu ongelmia purkautumisen suhteen. Näitä ongelmia ovat muun muassa: Pitkä varastointiaika, joka muuttaa materiaalin. Esimerkkinä tästä on materiaalin paakkuuntuminen tai pahimmassa tapauksessa pilaantuminen. Liian hienojakoinen materiaali siilossa, mikä heikentää materiaalivirtausta tai tukkii sen. Sisällä olevan materiaalin jääminen seinämille, jonka seurauksena materiaali ei virtaa ollenkaan ulos siilosta. Tämän takia käytettävä tilavuus pienenee huomattavasti halutusta tilavuudesta.

Kuitenkin isoimmat ja tunnetuimmat ongelmat ovat holvaantuminen ja siiloon muodostunut onkalo, jota kutsutaan "rat-holeksi" eli rotankoloksi. (Frilund & Pihkala 1988, 107–108.)

2.3.1 Holvaantuminen

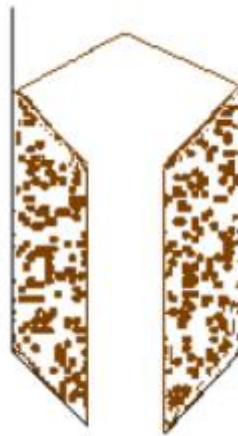
Holvi syntyy, kun materiaali puristuu suppilossa niin lujaksi, ettei yläpuolella oleva materiaalmäärä pysty murtamaan tätä muodostunutta holvia ja näin ollen ei pysty purkautumaan siilosta. Tätä ilmiötä kutsutaan materiaalin holvaantumiseksi, niin kuin kuvassa 2 näkyy. Holvi muodostuu yleensä syöttösuppilon poistumisaukon yläpuolelle. (Frilund & Pihkala 1988, 107–108.)



Kuva 2. Holvaantuminen (Jauhetekniikka Oy n.d., 2).

2.3.2 Rotankolo

Rotankolo muodostuu siitä syystä, että osa materiaalista purkautuu suppilovirtaussiilon tavoin ja osa materiaalista taas jää siilon seinämiin kiinni (Jauhetekniikka Oy n.d., 2). Kuvassa 3 on esitetty miltä rotankolo näyttää.



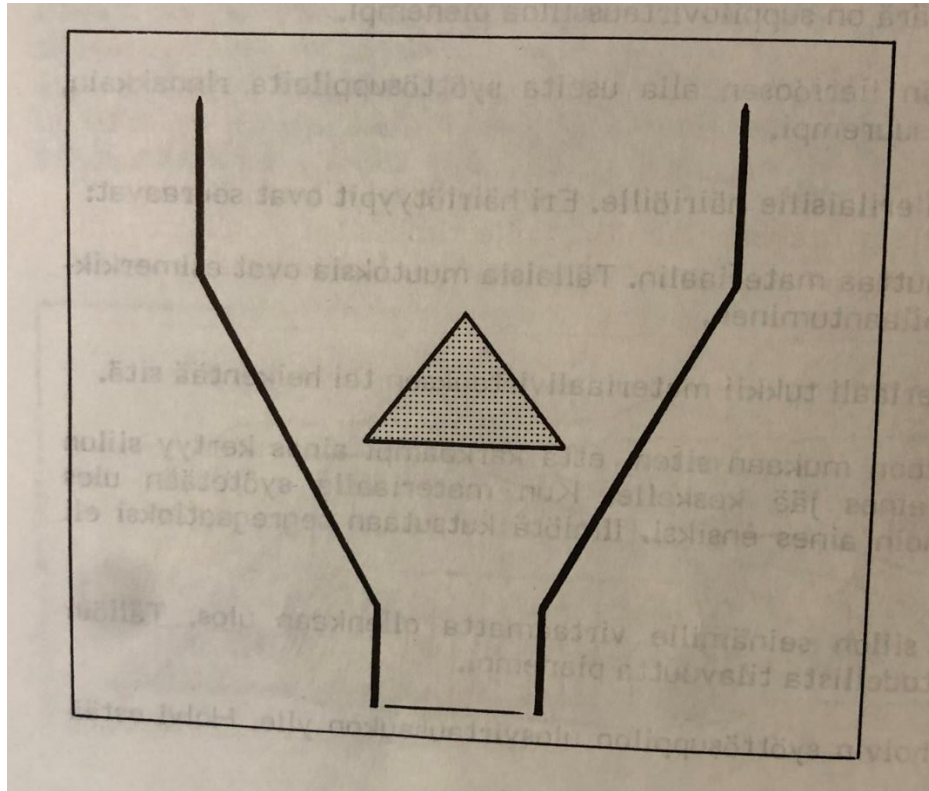
Kuva 3. Rotankolo (Jauhetekniikka Oy n.d., 2).

2.4 Apulaitteita materiaalin purkautumiseen

Tässä luvussa esitellään yleisimmät apulaitteistot materiaalin purkautumiseen. Ne ovat kiinalainen hattu, fluidisointi, siilotykit, erilaiset mekaaniset hämmentimet ja tärytin laitteistot (Jauhetekniikka Oy n.d., 2).

2.4.1 Kiinalainen hattu

Kiinalainen hattu on yleisin siilon sisärakenteisiin kiinteästi rakennettu apulaite. Ideana on estää materiaalin mahdollinen holvaantuminen sekä rotankolon syntyminen. Hattu muodostuu terävästä kartiosta ja tukirakenteista, millä se saadaan kiinni suppilon sisäpuolelle. Sijoituspaikka on ulostuloaukon kohdalla kuten kuvassa 4. Hatun tarkoitus on ottaa vastaan yläpuolelta syötettävän materiaalin paino, ja näin ollen materiaalin pakautuminen ulostuloaukon päälle pienenee. (Frilund & Pihkala 1988, 108.)



Kuva 4. Kiinalainen hattu (Frilund & Pihkala 1988, 108).

2.4.2 Fluidisointi eli leijutus

Fluidisointi on suomennettu leijutukseksi, mutta silti yleisessä käytössä on nimitys fluidisointi. Fluidisointi laitteistot ovat nykyään yksi yleisimmistä menetelmistä, edullisen hinnan ja asennuksen takia. Asennus voidaan suorittaa helposti myös jälkikäteen ja sovitaminen jo olevissa oleviin silloihin onnistuu ongelmitta. Laitteisto koostuu tarvittavista venttiileistä, putkituksesta ja ajastinyksiköstä. Näiden avulla ilma ohjataan fluidisointilevyille (kuva 7), fluidisointipohjille tai fluidituteille, mitkä sijoitetaan sillojen seinämille. Kuvisa 5 ja 6 on yksinkertaistettu malli fluiditutista. Yleisin käyttökohde fluidisoinnille on hienojakoiset jauheet sekä helposti holvaantuvat materiaalit. Fluidisoinnissa on myös hyötynä se, ettei siitä aiheudu vaurioita silloon tai säiliön rakenteisiin. (Jauhetekniikka Oy n.d., 3.)

Fluidisointilaitteisto toimii kahtena variaationa. Ensimmäinen on, että silloissa olevan materiaalin sekaan syötetään paineilmaa, joka rikkoo partikkeleihin syntyneet sidosvoimat,

jotka yrittävät saada materiaalin pakkautumaan. Toinen variaatio on sellainen, jossa siiloon syötetty paineilma, joka syötetään siiloon, tunkeutuu siilon seinämän ja syötetyn materiaalin väliin vähentäen näiden kahden välistä kitkaa. (Jauhetekniikka Oy n.d., 3.)



Kuva 5. Fluiditutti.



Kuva 6. Fluiditutti.



Kuva 7. Esimerkki Fluidisointilevyistä (Grönmark 2021).

2.4.3 Siilotykit

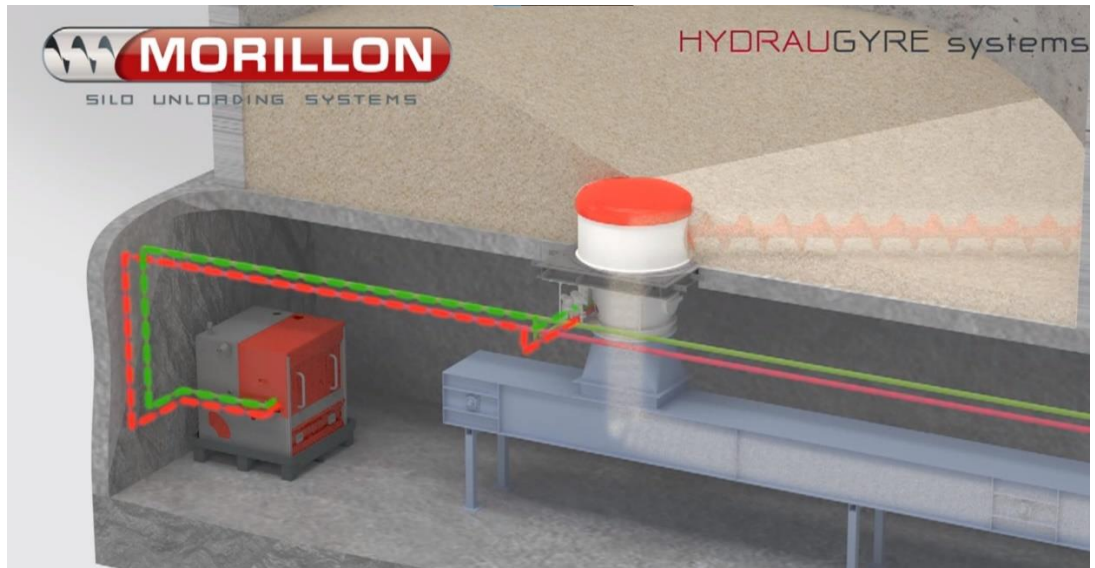
Siilotykkejä käytetään yleensä vain isoissa silloissa sekä silloin, kun materiaali on karkeaa. Siilotykki toimii siten, että laukaisun aikana tykissä oleva paineilma laajenee pikaisesti ja tämä aiheuttaa pienimuotoisen räjähdysten silon sisällä, minkä takia suuttimen kohdalla oleva holvi hajoaa. Siilotykit ovat varteenotettavia vaihtoehtoja silloin, kun on havaittu materiaalin holvaantumista ulostuloaukon läheisyydessä. Siilotykki sijoitetaan silon seinämille siten, että suutin tulee silon sisäpuolelle ja muu osio tykistä sijaitsee silon ulkopuolella. Haittapuolena tykeissä on kuitenkin, että se voi vahingoittaa silon rakenteita minkä takia silo ei ole välttämättä enää turvallinen. (Jauhetekniikka Oy n.d., 3.) Esimerkkimalli siilotykistä on nähtävillä kuvassa 9.



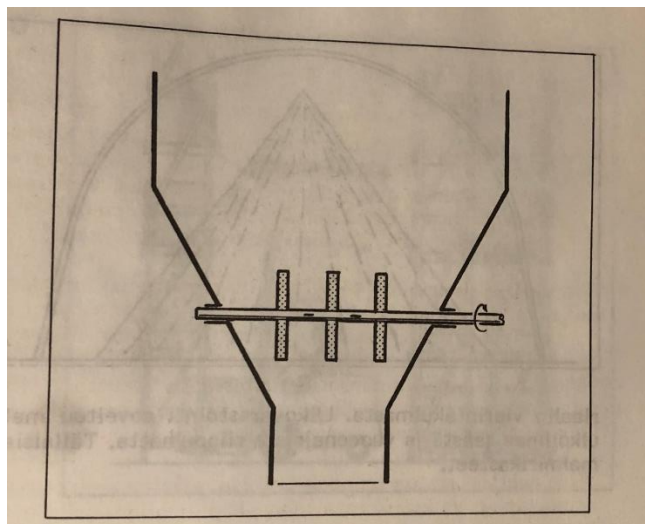
Kuva 8. Esimerkki siilotykistä (Pneuplan Oy).

2.4.4 Mekaaniset hämmentimet

Mekaaniset hämmentimet ovat siiloon kiinteästi asennettuja sekoittimia. Sekoittimia suositellaan käyttämään jaksoittain eikä kokoaikaisesti, koska jatkuvassa käytössä on vaarana, että materiaali pakkaantuu ja holvaantuu siilon sisällä. Sekoittimet asennetaan siilon suppilo-osaan. (Firilund & Pihkala 1988, 109.) Kuvassa 11 on esimerkki mekaanisesta hämmentimestä. Kuvassa näkyy miten sen voi asentaa siilon sisälle. Hydraulinen ruuvipurkain toimii mekaanisen hämmentimen kanssa samoin tavoin, tälle kyseiselle ruuvipurkaimelle tarvitaan vain tasapohjainen siilo mikä ei ole kovin yleinen. Ruuvipurkain (kuva 10) toimii siten, että se pyörii 360° siilon pohjaa pitkin ruuvaten halutun määrän materiaalia keskelle, mistä materiaali putoaa kuljettimille. (Morillon 2021.)



Kuva 9. Hydraulinen ruuvipurkain (Morillon 2021).



Kuva 10. Mekaaninen hämmennin (Frilund & Pihkala 1988, 109).

2.4.5 Täryttävät laitteet

Täryttävät laitteet sijaitsevat suppilon sisäpuolella tai ulkopuolella ja näillä voidaan täryttää siilon suppilo-osaa tarvittaessa. Laitteita ei suositella pidettävän kuitenkaan lakkaamatta päällä, koska se todennäköisesti vain pahentaa tilannetta ja lujittaa materiaalin siilon seinämille ja tällöin materiaali on jo holvaantunut. Siiloa ei kuitenkaan haluta täryttää kokonaisuudessaan, vaan vain sitä kohtaa mihin materiaali holvaantuu, tämän

vuoksi olisi hyvä asentaa suppilon ja lieriöosan väliin tärinänvaimennin. (Frilund & Pihkala 1988, 109.)

Täryttäviä laitteita ovat muun muassa: täryttimet ja tärypohjat. Täryttäminen menetelmänä on yleisin näistä silloin, kun halutaan saada siilo kokonaisuudessaan tyhjäksi. Tämä menetelmä soveltuu kuitenkin vain todella juokseville materiaaleille. (Jauhetekniikka Oy n.d., 3.)

Hyvinä puolina täryttimistä mitkä asennetaan siilon ulkopuolelle, voidaan nostaa esiin laitteiden edullinen hinta ja asennuksen helppous. Ongelmakohtina taas täryttimistä nousee esiin meteli, mitä laite pitää ja mahdollisuus siilon rakenteiden rikkoutumiselle väsymisen vuoksi. Tärypohjat toimivat taas täryttimiä tehokkaammin, mutta niilläkin on omat ongelmansa. Haittapuolina lukeutuu laitteiston kallis hinta ja oikean kokoisen tärypohjan löytäminen siilon suppilo osaan. (Jauhetekniikka Oy n.d., 3.)

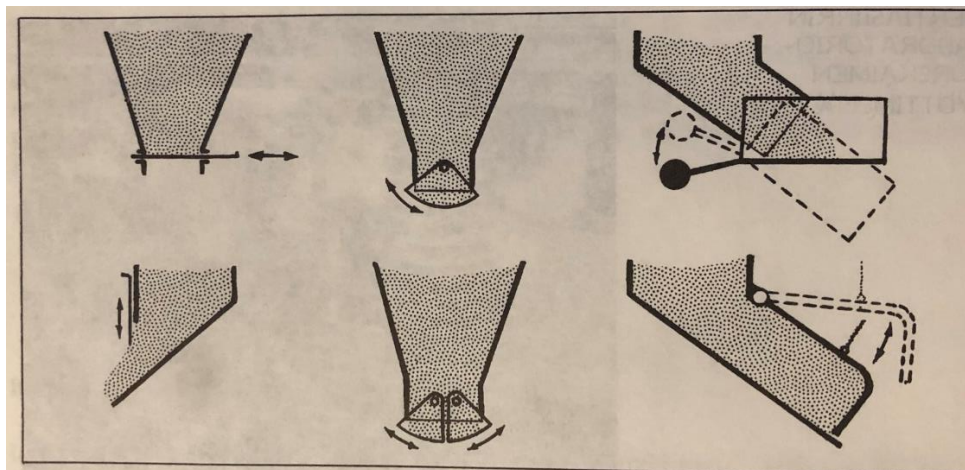
2.5 Syöttimet ja annostelulaitteet

Tässä kappaleessa esitellään yleisimpiä laitteita, mitkä on tarkoitettu raaka-aineiden ja materiaalien siirtämiseen. Näitä laitteita kutsutaan syöttimiksi ja annostelulaitteiksi. Laitteiden tehtävänä on siirtää raaka-aineet ja materiaalit varastoista kohti prosesseja ja välivarastoja. Tämän takia laitteet ovat elintärkeä osa prosessiteollisuutta, koska ilman näitä laitteita työtä on lähes mahdotonta automatisoida. Syöttimellä ja annostelulaitteen erona on, että syöttimeltä vaaditaan tasaista materiaalinvirtausta ja annostelulaitteelta vaaditaan määräsuuruista materiaaliäätä materiaalinvirtauksen sijaan. Materiaaliäätä määrättyy siten, että sen määräännos voidaan mitata tilavuuden tai painon mukaan. Syötin voi myös lukeutua annostelulaitteeksi, jos se täyttää ehdon mikä on, että sillä voidaan jollain tavalla mitata materiaalinvirtaa. (Frilund & Pihkala 1988, 83.)

2.5.1 Sulkupellit ja -luukut

Sulkupeltien ja -luukkujen tehtävänä on yksinkertaisuudessaan sulkea säiliön ulostulo-
luukku silloin, kun myöhempanä olevia laitteita huolletaan tai korjataan. Näitä voi myös

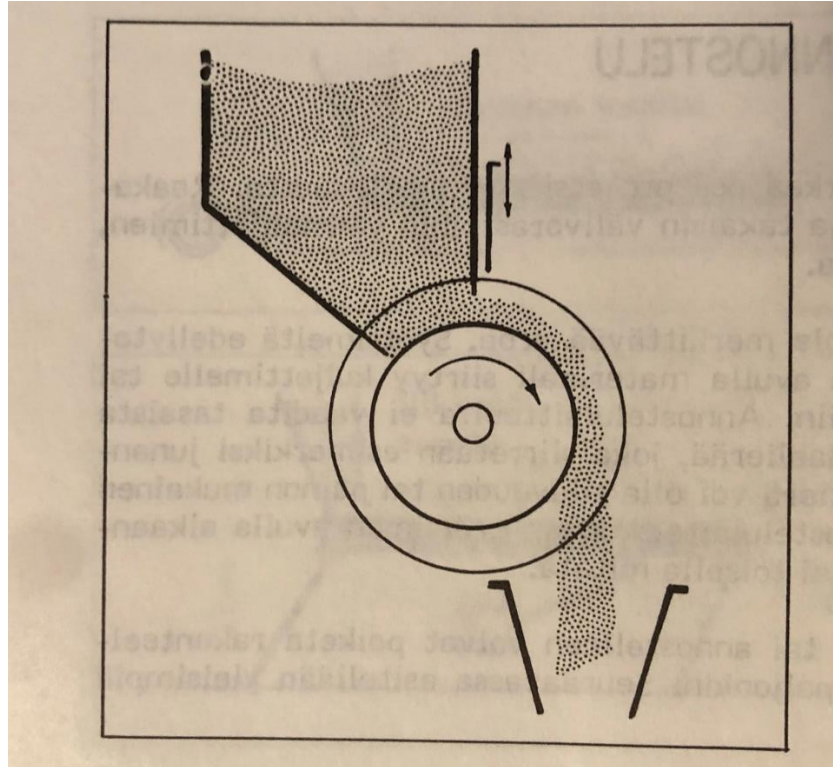
käyttää syöttölaitteen tarkoituksessa, mutta annostelu on hyvin karkeaa, joten se ei ole suositeltavaa. (Frilund & Pihkala 1988, 84.) Kuvassa 12 on näkyvillä erilaisia sulkupeltejä sekä -luukkuja ja niiden toimintaperiaatteita.



Kuva 11. Sulkupeltejä ja -luukkuja (Frilund & Pihkala 1988, 84).

2.5.2 Rumpusyötin

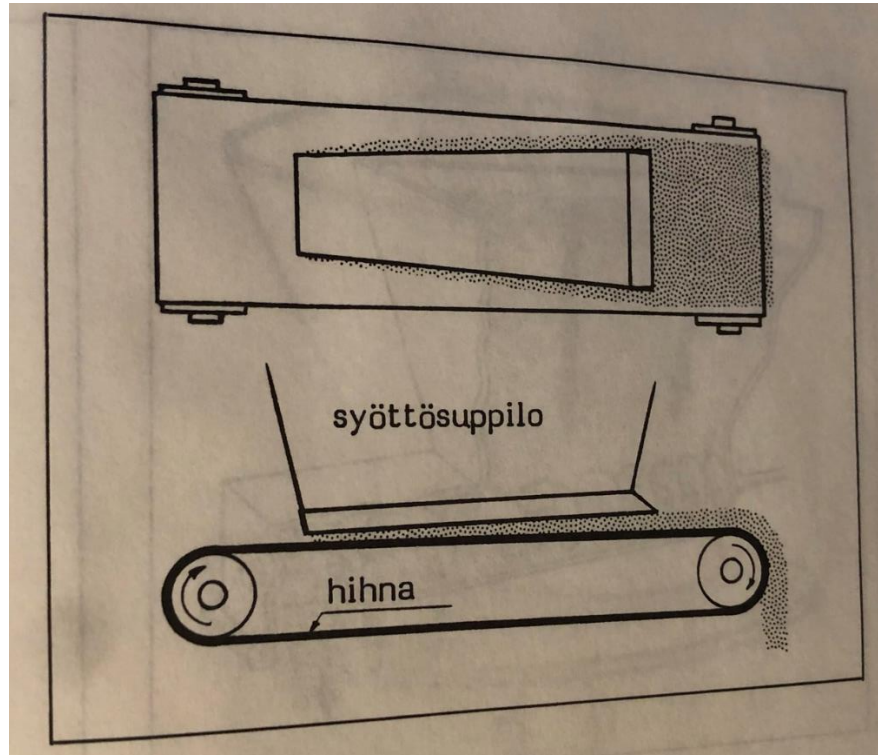
Rumpusyötin sijoitetaan ulosvirtausaukkoon, jonka tarkoituksena on purkaa materiaalia siilosta pyörimisliikkeen avulla. Rumpusyöttimellä on vaikea hallita materiaalivirtausta, mutta silti se on enemmän hallittavissa kuin sulkupelleillä ja -luukuilla. Materiaalivirtausta muokataan ja säädetään muuttamalla rummun pyörimisnopeutta. (Frilund & Pihkala 1988, 84.)



Kuva 12. Rumpusyötin (Frilund & Pihkala 1988, 84).

2.5.3 Hihnasyötin

Hihnasyötin toimii siten, että materiaali tuodaan syöttösuppilon kautta hihnasyöttimelle. Tasaisen materiaalivirran takaamiseksi täytyy hinnan ja syöttösuppilon suuaukon välisen raon kasvaa hinnan pyörimissuunnan mukaisesti kuten kuvassa 13 on hahmoteltu. Hihnasyötin on lähinnä tarkoitettu hienorakeiselle ja juoksevalle materiaalille. Materiaalivirtaa on mahdollista säätää, muokkaamalla hinnan pyörimisnopeutta pienemmäksi tai suuremmaksi. Hihnasyöttimestä on mahdollista muokata annostelulaite lisäämällä siihen hihnavaaka, minkä avulla saadaan mitattua materiaalin painoa tai tilavuutta. (Frilund & Pihkala 1988, 85.)

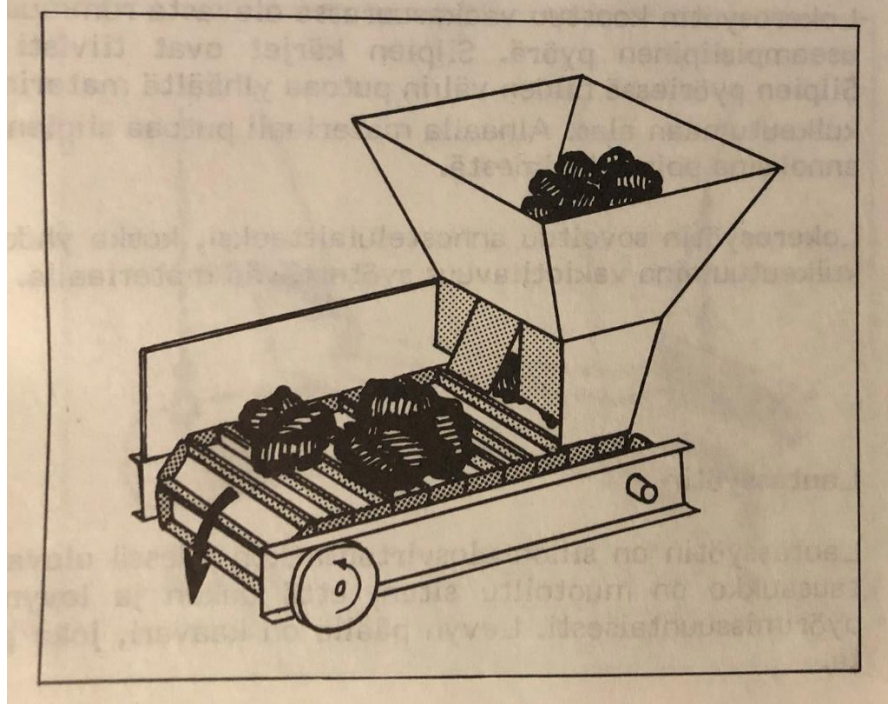


Kuva 13. Hihnasyötin (Frilund & Pihkala 1988, 85).

2.5.4 Telasyötin

Telasyöttimen periaate vastaa hihnasyötintä. Telasyötin on rakenteeltaan järeämpi ja hihnan tilalle on sijoitettu nimensä mukaisesti tela. Tästä syystä se on suunniteltu lähinnä suurien materiaalien käsittelyyn. Esimerkiksi telasyötin soveltuu hyvin siirtämään suuria kivilohkareita, sekä erilaisten murskaimien syöttölaitteeksi. (Frilund & Pihkala 1988, 85.)

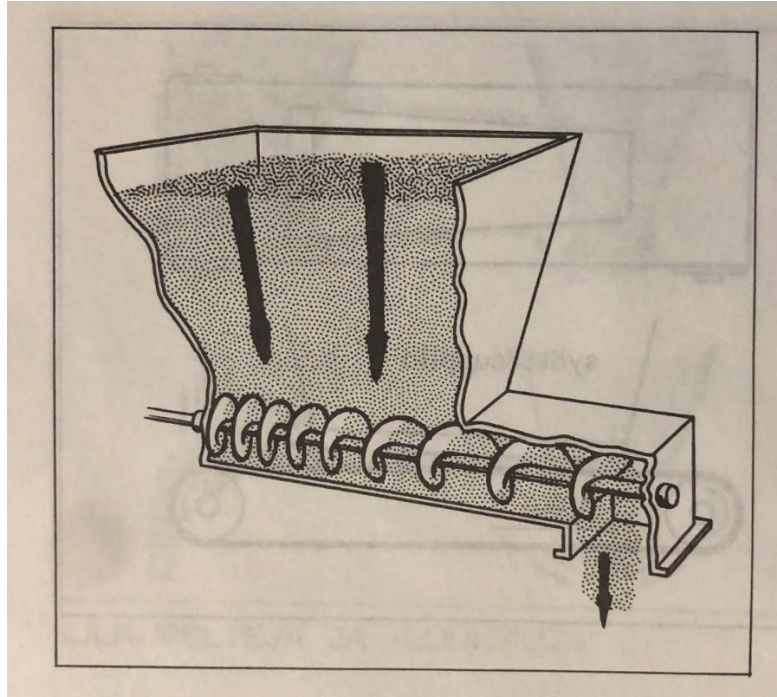
Kuvassa 14 on esitetty telasyöttimen toiminta.



Kuva 14. Telasyötin (Frilund & Pihkala 1988, 85).

2.5.5 Ruuvisyötin

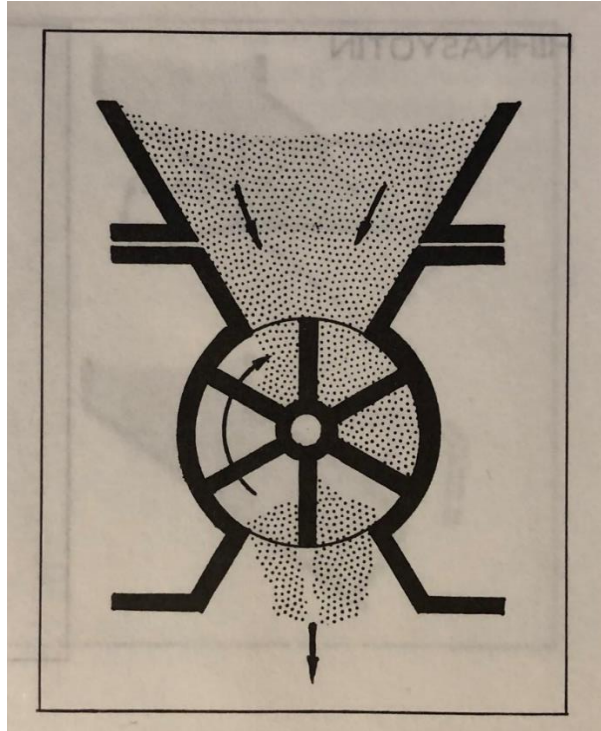
Ruuvisyötin on eniten käytetty silloin, kun materiaali on hienojakoista ja pölyävää ja silloin kun syötettävät määrät ovat pieniä. Materiaalivirran syötön tasaisuuden takaamiseksi tulisi ruuvin olla suunniteltu siten, että suoraan ulostuloaukon kohdalla väli on pienempi ja välin tulisi kasvaa syöttösuuntaan nähden kuten kuva 15 esittää. Ruuvisyötintä voidaan hyvin pitää annostelulaitteena, koska ruuvin avulla materiaalia purkautuu aina sama määrä. (Frilund & Pihkala 1988, 86.)



Kuva 15. Ruuvisyötin (Frilund & Pihkala 1988, 86).

2.5.6 Lokerosyötin

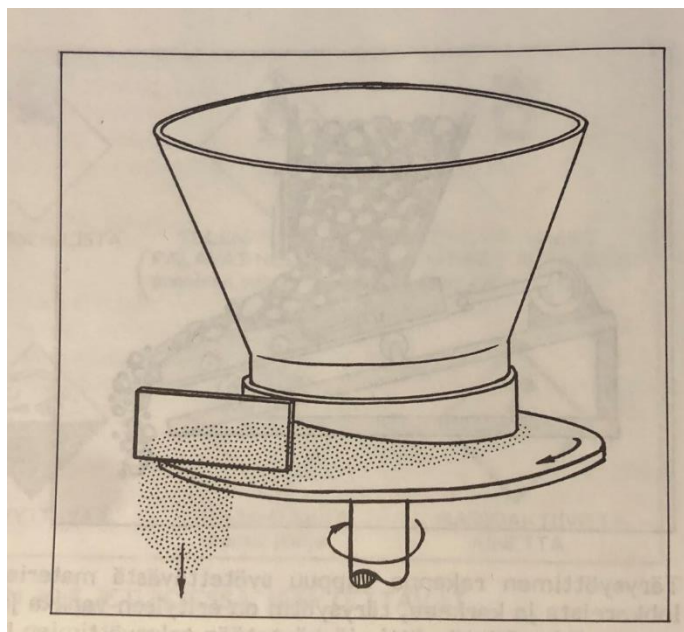
Lokerosyötin mikä tunnetaan nykyään myös nimellä sulkusyötin. Se muodostuu rummista minkä keskellä on roottori, mihin on kiinnitettynä lapoja muodostaen lokeroita (kuva 16). Lokerosyötin toimii siten, että se sijoitetaan siilon alapuolelle ja lapojen pyöriessä lokeroihin tippuu materiaalia ja se kulkeutuu sillä tavoin alaspäin. Lokerosyötin toimii mainiosti annostelulaitteena, koska jokaisen kierroksen aikana lapojen välistä puotaa vakio määrä materiaalia. Lavat ovat tiivisti rummun sisäpintaa vasten ja yleensä tässä käytetään vielä tiivisteitä, jotta saadaan pidettyä lokeron tilavuus tasaisena. (Frilund & Pihkala 1988, 86.)



Kuva 16. Lokerosyötin (Frilund & Pihkala 1988, 86).

2.5.7 Lautassyötin

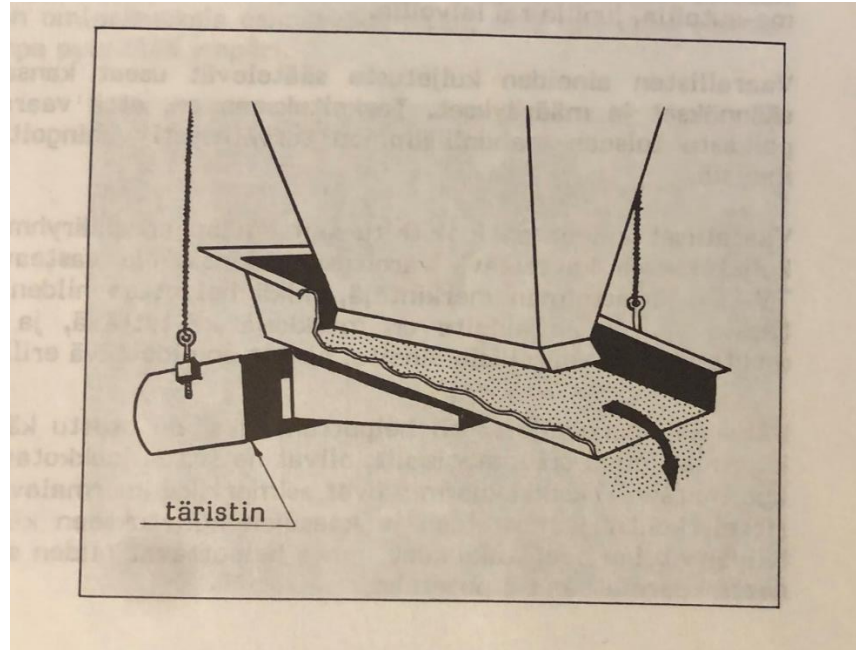
Lautassyötin muodostuu pyöreästä pyörivästä levystä sekä kaavarista. Kaavari on tässä esimerkissä suorakulmainen levy. Lautassyötin sijoitetaan siilon ulostuloaukon alapuolelle ja ulostulo aukko muotoillaan siten, että aukon ja levyn jäävä välinen aukko on kasvava levyn pyörimissuunnan mukaisesti. Lautassyötin toimii siten, että siilosta valuu materiaalia pyörivän levyn päälle ja kaavari pudottaa halutun verran materiaalia pois levyn päältä. Kuvassa 17 näkyy, miten lautassyöttimen kuuluisi toimia. Materiaalivirtausta voidaan säätää muuttamalla levyn pyörimisnopeutta. Lautassyötintä ei suositella käytettävänä annostelulaitteena, koska syöttötarkkuus ei ole hyvä eikä tarkka. Lautassyötintä suositellaan, ja on yleisesti käytetty, erilaisten kosteiden ja iskostuvien materiaalien käsittelyyn. (Frilund & Pihkala 1988, 86–87.)



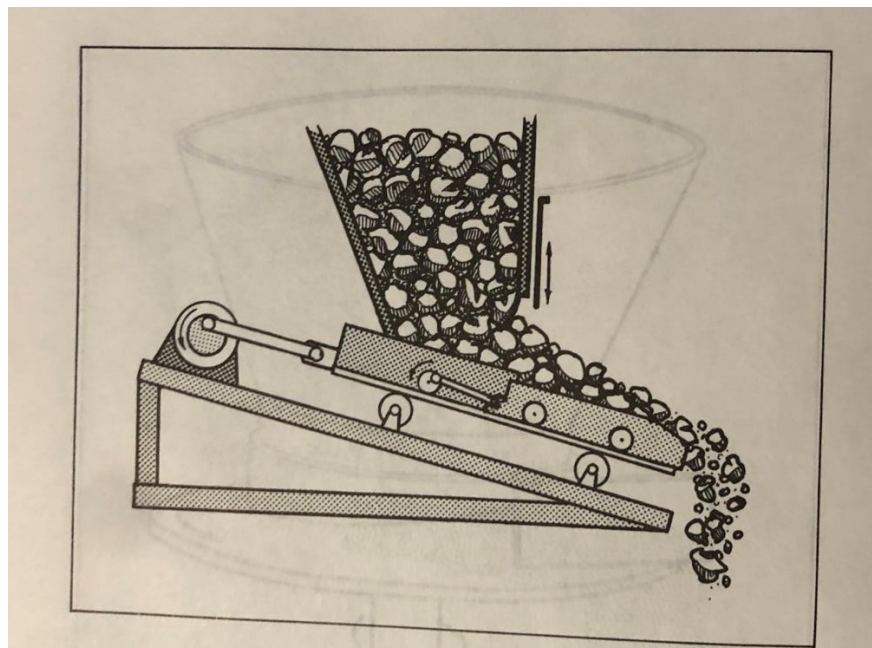
Kuva 17. Lautassyötin (Frilund & Pihkala 1988, 87).

2.5.8 Tärtsyötin ja pöytäsyötin

Tärtsyötin muodostuu kaltevasta levystä siilon ulostuloaukon alapuolella ja levyyn on kiinnitetty tärstin. Siilosta valuva materiaalivirta liikkuu tasolla tasaisesti tärinä liikkeen ansiosta. Materiaalivirta on säädettävissä värähtelytaajuutta muuttamalla. Tärtsyötin näkyy kuvassa 18 ja sitä voidaan käyttää lähes kaikkien materiaalien syöttämiseen. Kuvassa 19 on pöytäsyötin, ja se on hyvin samankaltainen, kuin tärtsyötin, mutta se on rakenteeltaan paljon vankempi. Pöytäsyötintä käytetään painavien ja isompien raaka-aineiden syöttämiseen. (Frilund & Pihkala 1988, 87–88.)



Kuva 18. Tärysyötin (Frilund & Pihkala 1988, 87).



Kuva 19. Pöytäsyötin (Frilund & Pihkala 1988, 88).

2.6 Materiaali

Siilojen ja säiliöiden yleinen valmistusmateriaali voi olla teräs, betoni sekä erilaiset komposiitit, mutta periaatteessa valmistaminen on mahdollista mistä tahansa rakentamiseen tarkoitettuun materiaalista (Pulkka 2007, 20). ”Siiloihin käytetään pelkästään hitsattavaa terästä, jotta myöhemmät muutokset voidaan tehdä tarvittaessa.” (SFS-EN-1993-4-1 + AC, 23). ”Vaakaleikkauksessa pyöreisiin siiloihin käytetään pelkästään kylmämuovattavia teräsohutlevyjä tai kylmämuovattavia profileja.” (SFS-EN-1993-4-1 + AC, 23).

Jos siilon varastointi on suunniteltu elintarvikkeita varten, kontaktimateriaali on lähes poikkeuksetta ruostumatonta terästä. Ruostumattoman teräksen tulee silloin täyttää EU:n kehysasetus 1831/2003. (Ruokavirasto 2019.)

Materiaalit ja tarvikkeet, myös aktiiviset ja älykkäät materiaalit ja tarvikkeet, on valmistettava hyvää valmistustapaa noudattaen niin, että niistä ei tavallisissa tai ennakoitavissa käyttöolosuhteissa siirry ainesosia elintarvikkeeseen sellaisia määriä, jotka voisivat: vaarantaa ihmiset terveyden; tai aiheuttaa sopimattomia muutoksia elintarvikkeen koostumukseen; tai aiheuttaa elintarvikkeen aistinvaraisten ominaisuuksien heikentymistä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1831/2003, artikla 3.)

3 VÄLISYÖTTÖSÄILIÖN SUUNNITELU

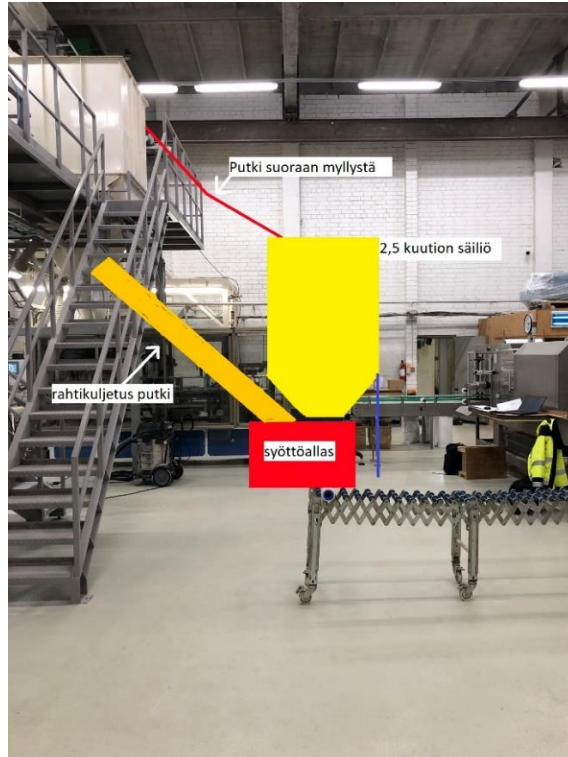
Välisyöttösäiliön suunnittelu alkaa vierailulla asiakkaan luona Virossa tehtaalla mihin säiliön on tarkoitus tulla. Lähtökohtina ennen matkaa on, että säiliöön tulee kahdesta putkesta kaurahiutaleita ja säiliö suunnitellaan tuotantoketjussa puskurivarastoksi. Puskurivarastolla on tässä tarkoituksessa tehtävänä varastoida kaurahiutaleet silloin, kun jäljempänä olevat laitteet menevät mahdollisesti rikki tai tarvitsevat huoltoa. Putkista on tietoa sen verran, että toinen tulee suoraan myllystä, eli tuotannosta ja toinen tulee suursäkistä mitä kutsutaan rahtikuljetusputkeksi. Putkien sijainnista tai lähtökohdista ei ole kuitenkaan tietoa vielä tässä kohtaa. Visiona on suunnitella noin 2,5–3 m³ tilavuudeltaan oleva säiliö, jos se vaan on mahdollista saada mahtumaan tilaan. Tilavuus määräytyy sen takia, koska myllystä tulevaa virtausta ei saada nopeasti sammutettua ja tällöin kaurahiutaleet pystyvät varastoitumaan hyvin säiliöön.

3.1 Käynti asiakkaan luona

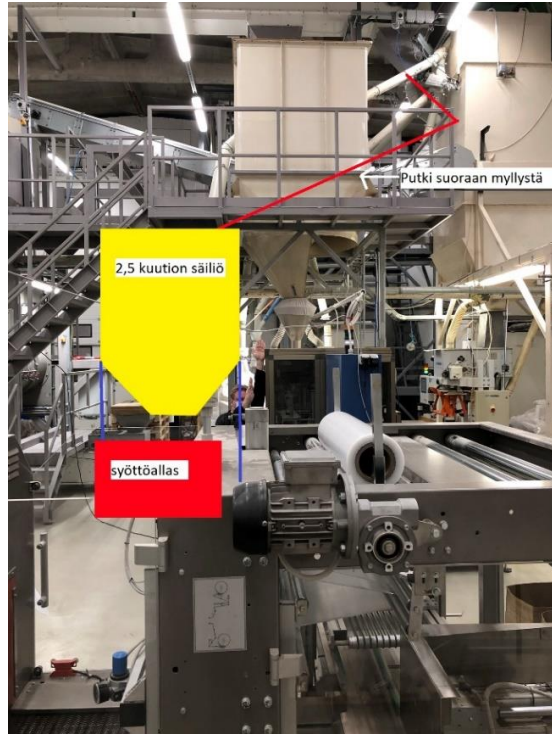
Virossa tarkasteltiin tarkemmin layout kuvia, missä on näkyvillä laitteet mitä tulee tehtaan ja saatiin paikannettua mihin kohtaan säiliön tulisi sijoittua. Lisäksi tuli tieto missä putket sijaitsevat, mitkä tulisi kiinnittää säiliöön. Paikan päällä selvisi myös, ettei tilaa ole paljoa. Tästä syystä päädyttiin ratkaisuun, että säiliön malli tulisi olla neliskulmainen eikä pyöreä, kapasiteetin maksimoimiseksi.

Kuvissa 21 ja 22 on yksinkertaistettu malli, jossa havainnoidaan, mihin kohtaan säiliö tulee. Tehtaalla huomattiin, että putken tulisi olla vähintään 45°, jotta kaurahiutaleet voisi liukua putkessa gravitaation ansiosta. Kaikki aikaisemmat putket eivät kuitenkaan olleet 45°, vaan jotkut olivat vain 29°. Tässä kohtaa on jo mietitty missä kulmassa ja miten putket kulkeutuvat säiliöön. Kuvissa oleva syöttöallas lukeutuu laitteistoon, mikä tulee myöhemmin paikalle. Asiakas kuitenkin halusi, että rahtikuljetus putki tulisi säiliöön kiinni eikä menisi suoraan syöttöaltaaseen nähtyään kuvat ja tilanteen.

Tehtaan työntekijät tiesivät, että mikä putkistojärjestelmä on käytössä tehtaalla jo ennestään, joka on elintarvikehyväksytty. Säiliöön pystyttäisiin käyttämään tätä samaa putkistojärjestelmää mikä on toivottavaa yhdenlaisuuden säilyttämiseksi. Putket liitetään säiliöön putkistojärjestelmän omilla liittimillä, mitkä ovat näkyvissä säiliön malleissa.



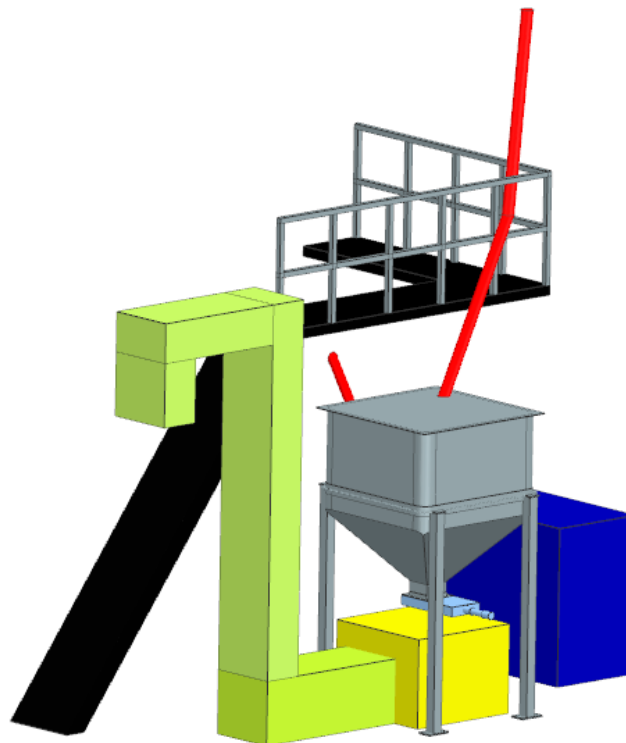
Kuva 20. Havainnekuva.



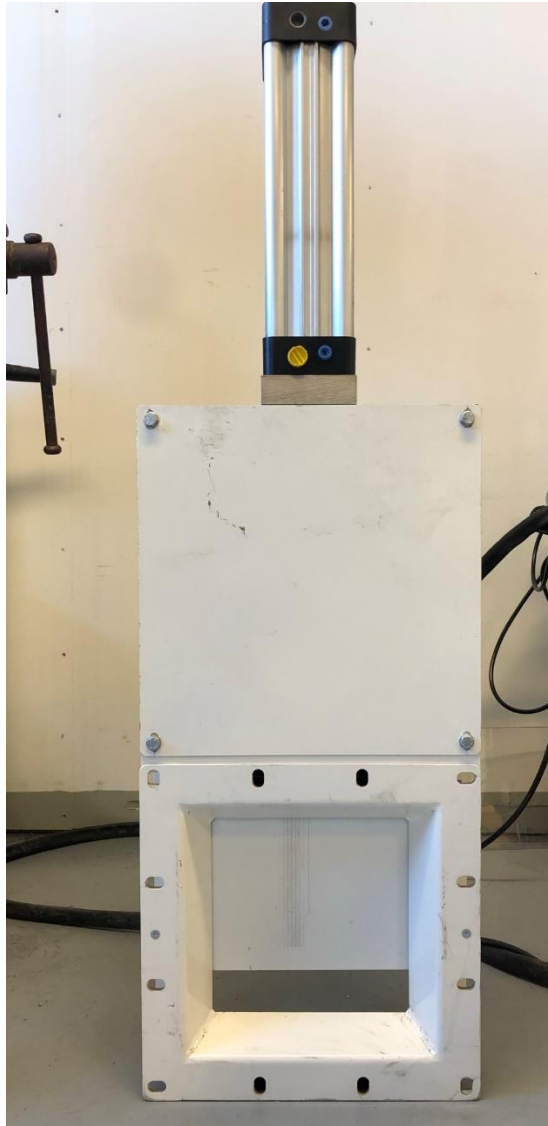
Kuva 21. Havainnekuva.

3.2 Ideointi

Tässä kohtaa on päätetty, että säiliö tulisi olemaan neliskulmaisen mallinen ja luotiin Siemens NX:ää käyttäen palikka malli. Säiliö tullaan kuitenkin kokonaisuudessaan mallintamaan käyttäen SolidWorks-ohjelmistoa, vaikka ensimmäinen malli tehtiin Siemens NX:llä. Kuvasta 22 asiakas tulee näkemään, miten säiliö tulisi sijoittumaan syöttösäiliön (keltainen palikka) päälle ja miten syöttösäiliöstä kaurahiutaleet jatkavat matkaa kuljettimelle. Mallista on myös hyvä lähteä työstämään itse säiliön ulkonäköä ja muotoa. Säiliön ja pakkauskoneen (sininen palikka) välinen etäisyys tulee olemaa 1200 mm, jotta pakkauskoneen huolto-ovi aukeaisi kunnolla. Säiliöltä matkaa syöttösäiliöön on 900 mm. Kuvassa 22 nähdään, myös säiliön purkuaukkoon kiinnitetty Italialaisen Mix Srl -yrityksen paineilmalla toimiva sulkuventtiili. Kuvassa 23, on otettu vielä kuva kyseisestä sulkuventtiilistä.



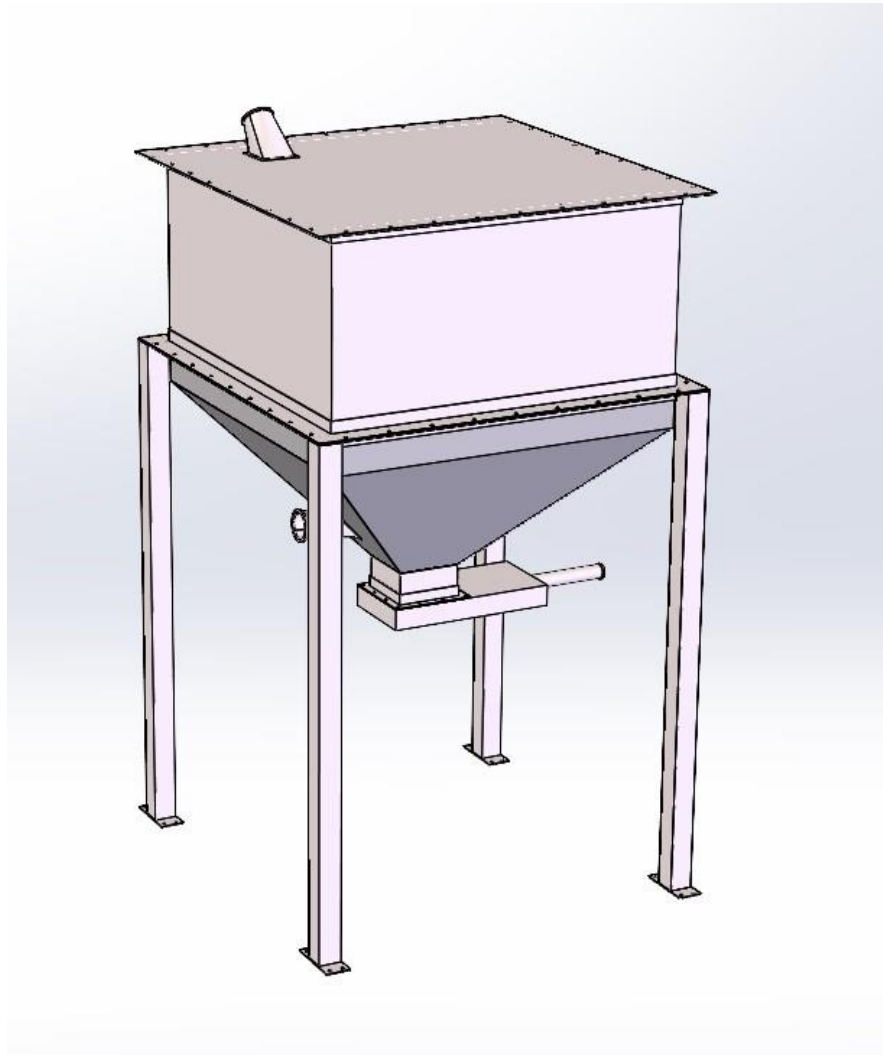
Kuva 22. Palikkamalli.



Kuva 23. Mix srl paineilma sulkuventtiili.

Seuraavana säiliöstä luotiin parempi kokoonpanomalli oikeilla mitoilla. Kuvassa 24 on nähtävillä ensimmäinen malli säiliöstä, joka ei eroa paljoakaan palikkamallista, mutta siihen on esimerkiksi mitoitettu reiät oikeille kohdille ja mietitty muita mittoja tarkemmin. Palikkamallissa mietittiin vain ulkomittoja, jotta se saadaan sopimaan tehtaaseen sopivasti. Tässä vaiheessa määriteltiin myös säiliön valmistusmateriaali. Vaihtoehtoina ovat rakenneteräs, joka on pinnoitettu, tai haponkestävä ruostumaton teräs. Näistä vaihtoehdoista valikoitui kuitenkin haponkestävä ruostumaton teräs, koska se on yleisesti elintarvikehyväksytty prosessi- ja materiaalitekniikassa. Rakenneteräs, joka on pinnoitettu, olisi halvempi vaihtoehto, mutta pinnoite kuitenkin kuluu ja se pitäisi uusia. Tällöin

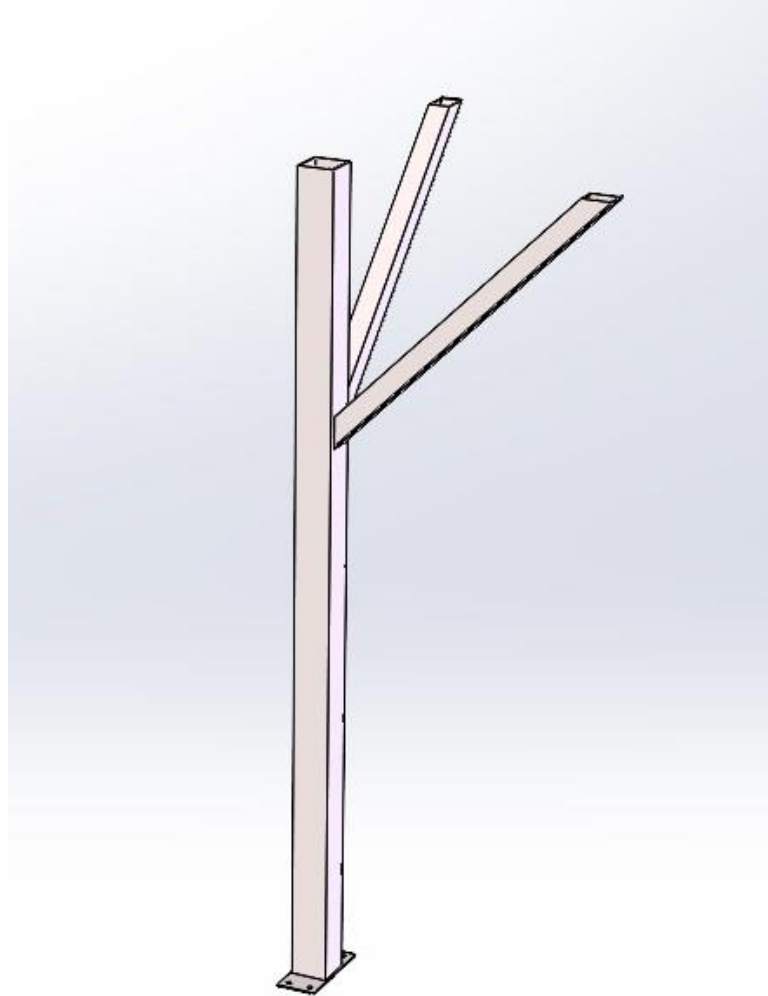
kuluja olisi aluksi vähemmän, mutta ajan myötä se tulisi maksamaan enemmän ja pintoitteiden uusiminen olisi muutenkin haasteellista ja työlästä valmiiseen säiliöön. Kuvassa 24 näkyvään malliin on lisätty myös putkiliittimet. Mallin avulla nähdään mihin kohtiin putkien on tarkoitus sijoittua. Kannessa olevaan liittimeen tulee putki myllystä ja rahtiputki tulee suppilo osassa sijaitsevaan liittimeen.



Kuva 24. Säiliön ensimmäinen malli.

Seuraavaksi mietittiin jalkoja ja niiden tuentaa, koska suorat jalat eivät tulisi toimimaan tässä säiliössä yksinään. Suorat jalat eivät tulisi toimimaan koska, vaarana on lommahdus kiinnityslaippojen kohdalta. Kuvassa 25 on näkyvillä ratkaisu mihin päädyttiin jalkojen suhteen. Itse jalka tulee olemaan mitoiltaan 100 mm x 100 mm ja paksuudeltaan 5 mm RHS-putkea. Diagonaalisesti asetetut tuet hitsataan jalkaan kiinni ja tulevat olemaan mitoiltaan 60 mm x 60 mm ja paksuudeltaan 4 mm RHS-putkea. Jalkojen

pohjaan hitsataan kiinni levynpala, minkä avulla säiliö voidaan kiinnittää pulteilla tehtaan lattiaan.



Kuva 25. Jalan kokoonpano.

3.3 Laskut

Säiliö tulee mitoittaa ylijäykäksi rakenteeksi, eikä siihen saa tulla muodonmuutoksia. Lasketaan säiliön tilavuus, kaurahiutalemassan kokonaispaino, jos säiliö on täynnä sekä vaadittava nurjahduskestävyys jaloille.

Suppilo-osan tilavuus lasketaan kaavalla:

$$V = \frac{Ah}{3},$$

jossa

$$h = 0,698m$$

$$A = 1,575 m \times 1,575 m$$

ja suppilo-osan tilavuudeksi saadaan: 0,577 m³.

Säiliön suoran seinämäosan tilavuus on:

$$V = a \times b \times h,$$

jossa

$$a = 1,575 m$$

$$b = 1,575m$$

$$h = 1m$$

ja tilavuudeksi saadaan: 2,48 m³.

Kokonaistilavuus on:

$$V_{koko} = V_{suppilo\ osa} + V_{seinämä}$$

$$V_{koko} = 3,05 m^3$$

Seuraavaksi lasketaan, kuinka paljon kaurahiutaleet painavat siilossa. Kaurahiutaleet painavat 35 g/dl eli 0,035 kg/dl. Tähän lisätään varmuuskerroin, joten oletetaan kaurahiutaleen painavan 0,0875 kg/dl. Säiliön tilavuus on 30 500 dl, joten kokonaispaino voidaan laskea.

$$Kaurahiutaleiden\ paino = 0,0875\ kg \times 30500dl$$

mistä saadaan kaurahiutaleiden painoksi: 2668,75 kg. Säiliön osat yhteensä painavat 497,8 kg.

Kokonaispaino on:

$$Kokonaispaino = 2668,75kg + 497,8kg$$

eli: 3166,55 kg.

Seuraavaksi lasketaan nurjahdus jaloille Eurocode 3 mukaan (SFS-EN 1993-1-1, 53).

$$N_{b,R_d} = \frac{\chi \times A \times F_y}{\kappa_{M1}},$$

jossa

N_{b,R_d} = Puristetun sauvan nurjahduskestävyyden mitoitusarvo

χ = Pienennystekijä

A = Poikkileikkaus pinta – ala (1900mm²)

F_y = Tyssäysraja (355 $\frac{N}{mm^2}$)

κ_{M1} = Osavarmuusluku (1) (SFS-EN 1993-1-1, 48).

Tätä varten täytyy kuitenkin laskea ensin: neliösäde, hoikkuusluku, kimmoteorian mukainen vääntönurjahduskuorma, muunneltu hoikkuusluku, apumuuttuja ja pienennystekijä.

Neliösäde

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}},$$

jossa

i = Neliösäde

I = Pintaneliömomentti ($I = \frac{100^4}{12}$, $I = 8333333,333mm^4$)

A = Poikkileikkaus pinta – ala (1900mm²)

mistä saadaan tulokseksi neliösäteen tulokseksi: 66,22 mm, joka sijoitetaan seuraavaan kaavaan.

Hoikkuusluku

$$\lambda = \frac{L_n}{i},$$

jossa

$\lambda =$ hoikkuusluku

$L_n =$ nurjahduspituus (2220mm)

$i =$ Neliösäde (66,22mm)

kaavasta saadaan tulokseksi: 33,52, joka sijoitetaan seuraavaan kaavaan.

Kimmenteorian mukainen vääntönurjahduskuorma

$$N_{cr} = \frac{\pi^2}{\lambda^2},$$

jossa

$N_{cr} =$ Kimmenteorian mukainen vääntönurjahduskuorma

$\lambda =$ Hoikkuusluku (33,52)

kaavasta saadaan tulokseksi: 3504,649 kN, joka sijoitetaan seuraavaan kaavaan.

Muunneltu hoikkuusluku

$$\lambda_m = \frac{A \times F_y}{N_{cr}},$$

jossa

$\lambda_m =$ Muunneltu hoikkuusluku

$A =$ Poikkileikkaus pinta – ala (1900mm²)

$F_y =$ Tyssäysraja (355 $\frac{N}{mm^2}$)

$N_{cr} =$ Kimmenteorian mukainen vääntönurjahduskuorma (3504,649 kN)

kaavasta saadaan tulokseksi: 0,19, joka sijoitetaan seuraavaan kaavaan.

Apumuuttuja

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda_m - 0,2) + \lambda_m^2],$$

jossa

$\phi = \text{Apumuuttuja}$

$\alpha = \text{Nurjahduskäyrän epätarkkuustekijä (0,21) (SFS-EN 1993-1-1, 62).}$

$\lambda_m = \text{Muunneltu hoikkuusluku (0,19)}$

kaavasta saadaan tulokseksi: 0,51, joka sijoitetaan seuraavaan kaavaan.

Pienennystekijä

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_m^2}},$$

jossa

$\chi = \text{Pienennystekijä}$

$\phi = \text{Apumuuttuja (0,51)}$

$\lambda_m = \text{Muunneltu hoikkuusluku (0,19)}$

Kaavasta saadaan tulokseksi: 1,00, joka sijoitetaan seuraavaan kaavaan.

Nurjahduskestävyys

$$N_b, R_d = \frac{\chi \times A \times F_y}{\kappa_{M1}},$$

Kaavasta saadaan tulokseksi: 675,61 kN.

Tästä voidaan päätellä, että jalat kestävät hyvin säiliön painon ja rakenne tulee pysymään stabiilina ja jäykkänä.

3.4 Kaurahiutaleiden purkautuminen

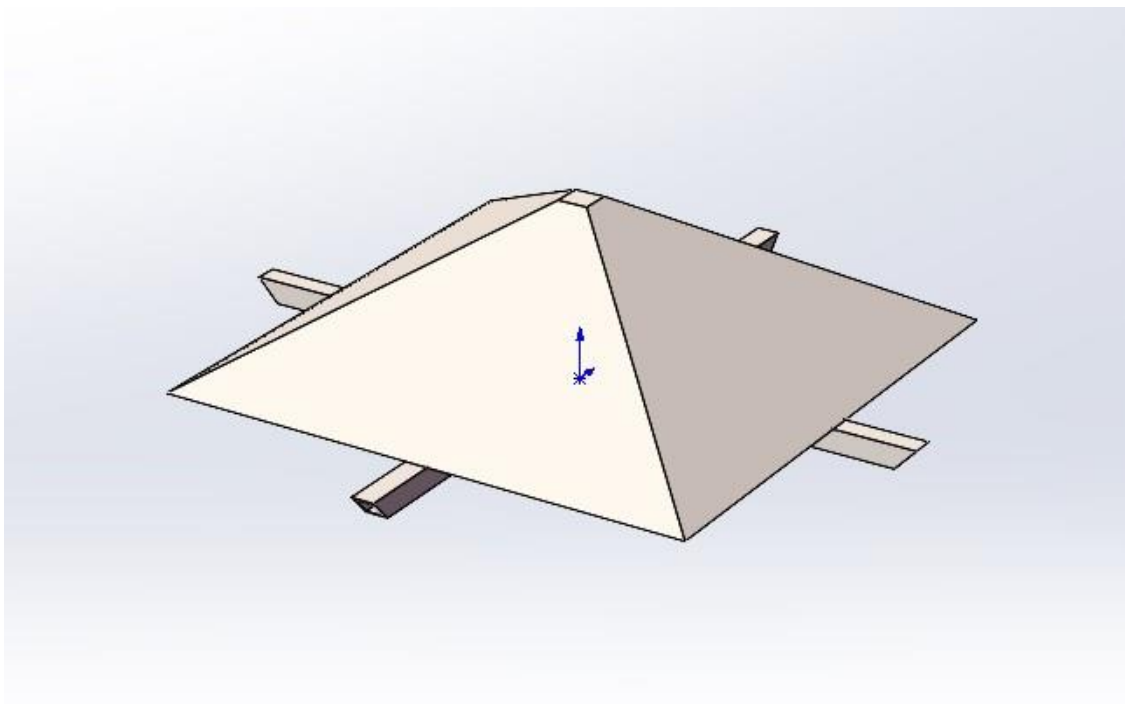
Säiliön ulkomuodon ollessa valmiina, tulee miettiä vielä, miten kaurahiutaleiden purkautuminen toteutuu varmasti. Tähän vartenotettavina vaihtoehtoina ovat fluidisointi ja kiinalainen hattu. Asiakas kuitenkin päätti vaihtoehdoista heti kiinalaisen hatun, eikä halunnut vertailla muita vaihtoehtoja. Syy tähän on se, että kiinalainen hattu valmistetaan itse säiliön kanssa mikä tulisi halvemmaksi, kuin ostaa fluidisointi laitteisto ulkopuoliselta yritykseltä. Toinen syy on myös se, että aikaisemmissakin siloissa ja säiliöissä on käytetty kiinalaista hattua purkauksen avustamiseen.

3.4.1 Kiinalaisen hatun ideointi

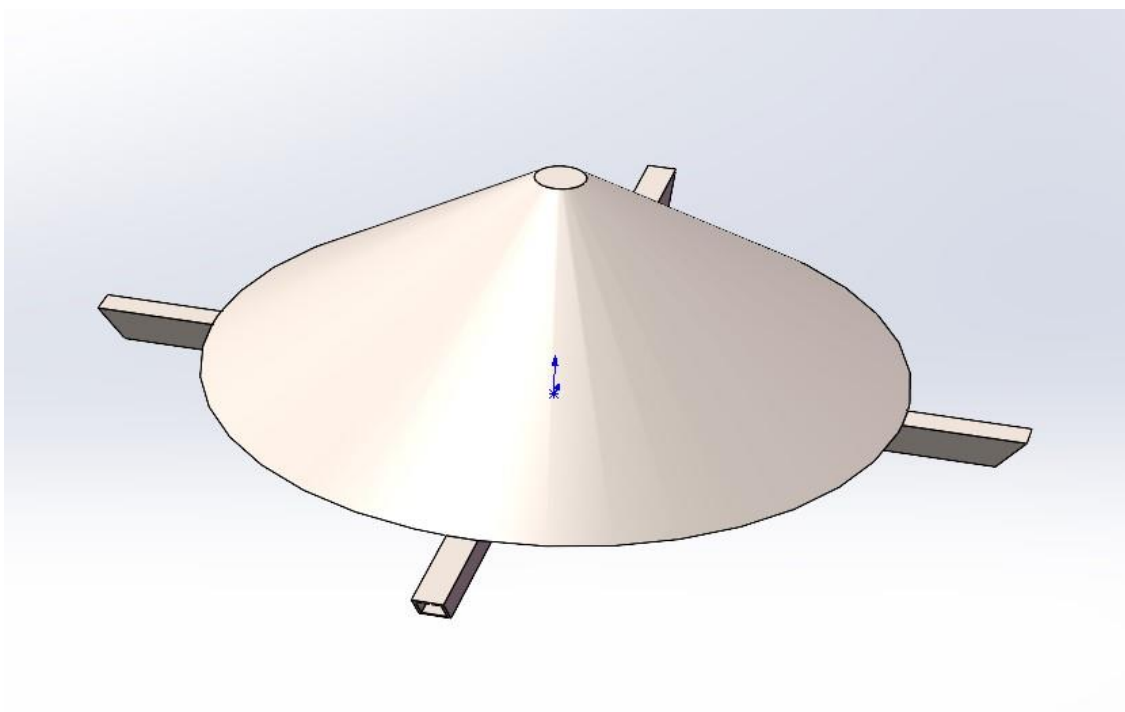
Ensimmäisenä pitää miettiä minkä kokoinen hattu tulisi olemaan ja myös sitä, että onko hattu oikeasti tarpeellinen. Säiliön tarkoitus on olla puskurivarastona, joten periaatteessa kiinalaista hattua ei tarvitsisi, koska kaurahiutaleet virtaavat jatkuvasti säiliön läpi eivätkä jää varastoitumaan säiliöön, paitsi silloin, kun jäljempänä olevat laitteistot tarvitsevat huoltoa ja säiliö täyttyy kokonaan. Tähän tarkoitukseen kiinalainen hattu on oiva ratkaisu, jonka avulla kaurahiutaleet saadaan purkautumaan ongelmitta säiliöstä.

Kiinalaisesta hatusta tehdään kaksi eri versiota, mitkä eroavat vain muodoltaan, mutta silti toimien samalla periaatteella. Kuvassa 26 on nähtävillä ensimmäinen versio kiinalaisesta hatusta, mikä on pyramidimallinen. Kuvassa 27 on toinen versio missä hattu on kartionmallinen niin, kuin oikeassa kiinalaisessa hatussa.

Näistä vaihtoehdoista valikoitui käyttöön, kuitenkin kartiomalli, koska kartiomallissa ei tarvitse hitsata niin paljoa kuin pyramidimallissa. Kartionmallinen myös jakaa tasaisemmin ja paremmin kaurahiutaleet sivuille.



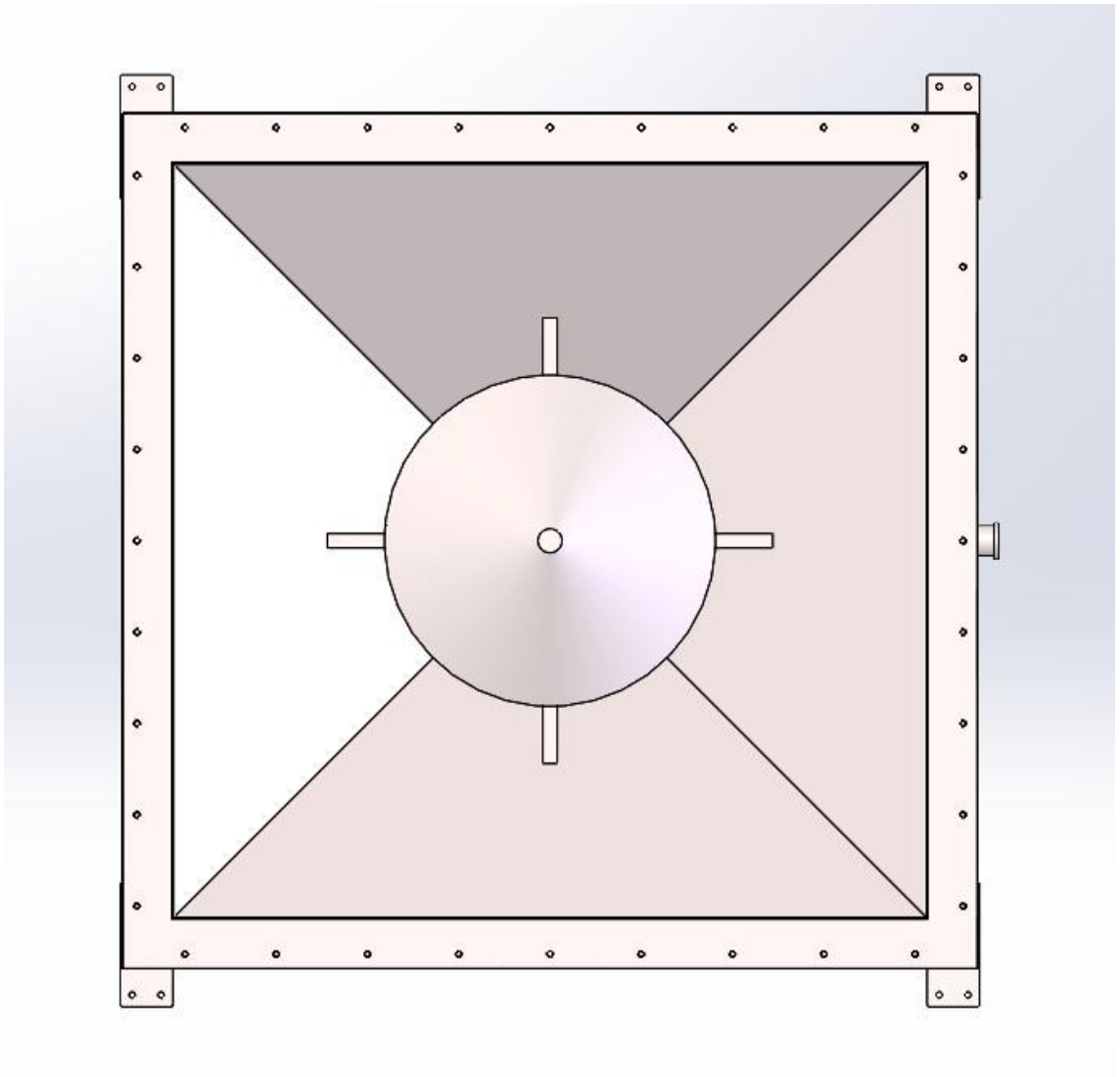
Kuva 26. Kiinalainen hattu pyramidimalli.



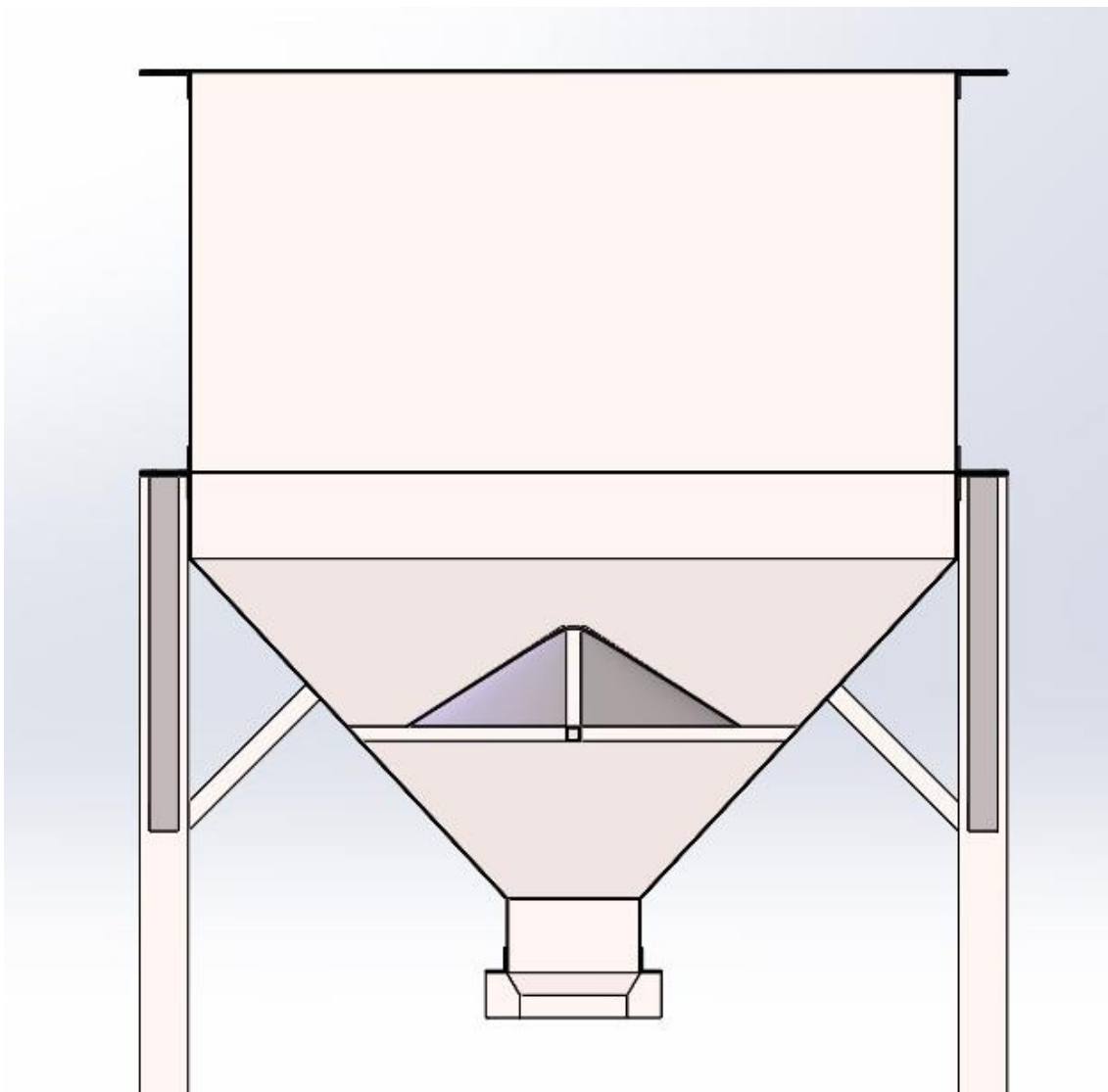
Kuva 27. Kiinalainen hattu kartiomalli.

3.4.2 Hatun sijoittaminen

Hattu sijoitetaan ulostuloaukon kohdalle säiliön sisälle. Kuvassa 28 on näkyvillä, miten hattu sijoittuu ylhäältäpäin katsottuna. Kuvassa 29 taas nähdään poikkileikkauskuvan avulla, miten hattu asennetaan säiliön sisälle. Hattu asennetaan hitsaamalla tukirakenteet kiinni säiliön seinämille.



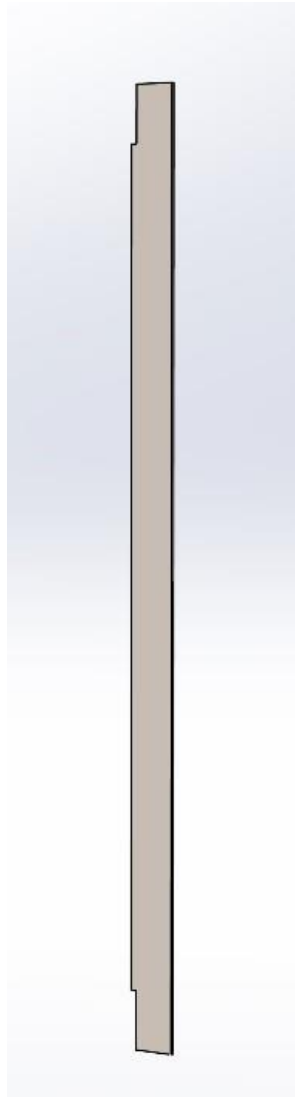
Kuva 28. Hatun sijoitus.



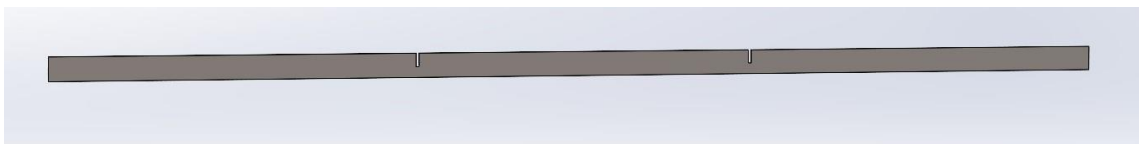
Kuva 29. Poikkileikkaus säiliön sisältä.

3.5 Jäykisteet

Säiliön materiaalina käytetään 3 mm paksua ruostumatonta terästä, joten täytyy kuitenkin vielä miettiä jäykisteet, koska säiliön seinämällä ja kannella on vaara lommahtaa. Seinämille tehdään erittäin yksinkertaiset jäykisteet (kuva 30), joita tulee kuusi kappaletta aina yhdelle sivulle. Jäykisteen yläpäässä ja alapäässä on pienimuotoiset lovet, jotta jäykiste osuu seinämään koko aikaisesti ja lovikohdat menevät kiinnityslaippojen päälle. Jäykisteet kiinnitetään säiliöön kiinni hitsaamalla.



Kuva 30. Seinämän jäykiste.

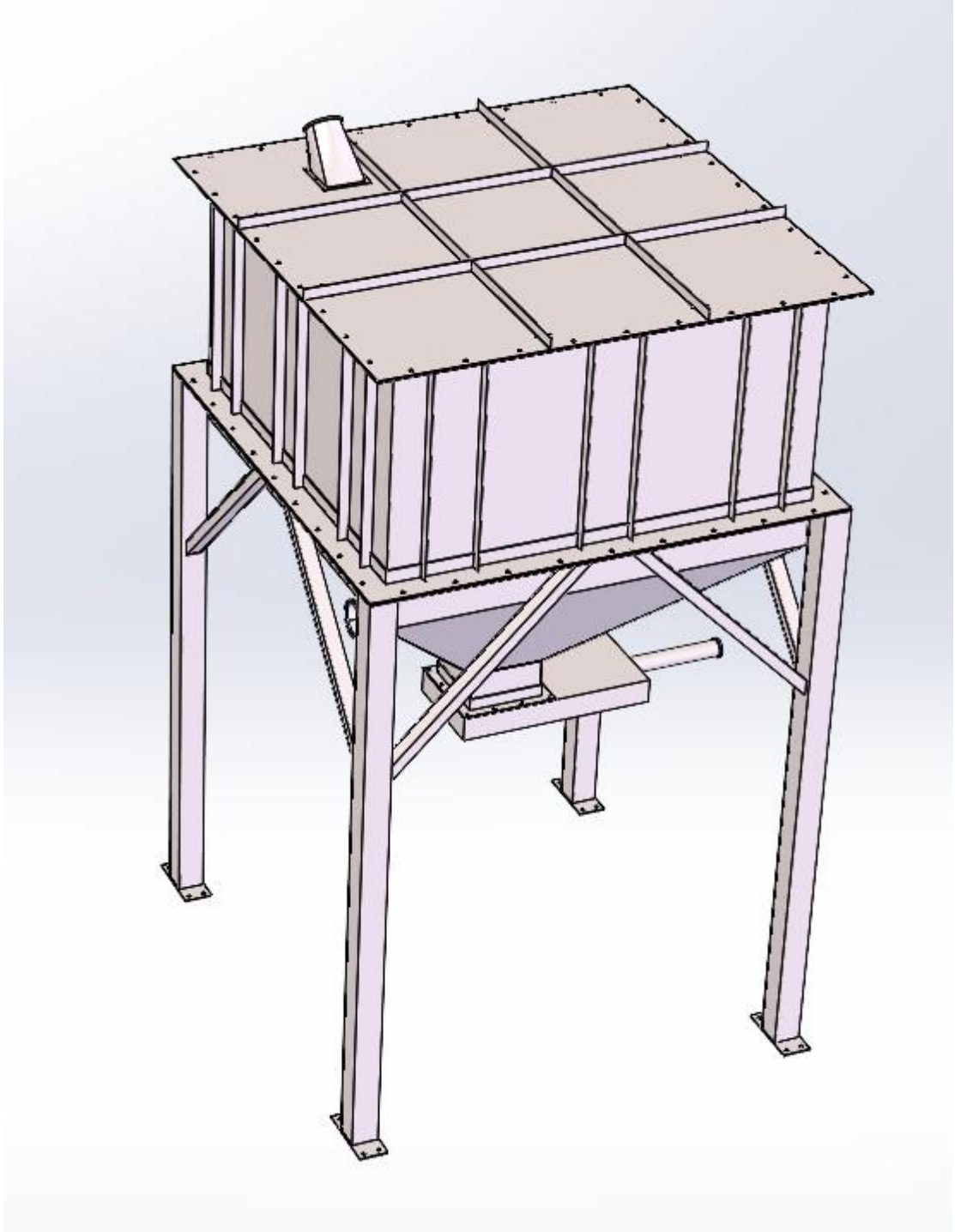


Kuva 31. Kannen jäykiste.

Kannen jäykisteeseen on tehty kaksi lovea, koska kannen jäykisteet menevät päällekkäin.

3.6 Lopullinen malli säiliöstä

Lopulliseen säiliön malliin on lisätty seinämien ja kannen jäykisteet sekä kiinalainen hattu säiliön sisälle, mikä ei ole näkyvässä.



Kuva 32. Lopullinen malli säiliöstä.

4 YHTEENVETO

Työstä itsestään sai hyvän pohjan työelämää ajatellen sekä suunnittelijana että mekaniikkasuunnittelijana. Opinnäytetyössä kerrottiin säiliön suunnitteluprosessista ja yritettiin mahdollisimman hyvin tuoda ilmi ja dokumentoida, miten suunnitteluprosessi eteni. Työ oli mielestäni onnistunut ja työ saatiin vietyä loppuun asiakkaan toiveita ja tarpeita kuunnellen.

Materiaalin purkausta ajatellen on se, että olisi voinut ajatella muitakin ratkaisuja, kun vain kiinalaista hattua, esimerkiksi fluidisointi laitteistoa tai jotain muuta vaihtoehtoa minkä pystyy asentamaan jälkikäteen. Välttämättä materiaalin purkautumiseen ei olisi tarvinnut minkäänlaista apulaitetta, koska putki mistä syötettävä materiaali tulee ei ole suoraan ulostuloaukon päällä vaan hieman sivussa. Tässä tilanteessa kuunneltiin kuitenkin asiakkaan tarpeita sekä toiveita ja saatiin toimiva ratkaisu. Siinä mielessä kiinalainen hattu on kuitenkin hyvä vaihtoehto ainakin tässä tilanteessa, kun se valmistetaan itse, koska siihen saadaan tehtyä muutoksia asennuksen aikana tai jos on huomattu, ettei se toimikkaan halutulla tavalla.

Aluksi työ tuntui helpohkolta ja siltä, että aikaa riittää helposti, mutta todellisuus oli muuta. Työ valmistui kuitenkin aikataulussaan, vaikka lopussa tulikin oikeastaan kiire saada tehtyä mallinnukset ja piirustukset.

LÄHTEET

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1935/2004. Annettu 27.10.2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1474883630634&uri=CELEX:32004R1935>

Frilund, R & Pihkala, J. 1988. Prosessialan kuljetustekniikka. Ammattikasvatushallitus. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Grönmark 2021. Viitattu 26.02.2021. www.gronmark.fi > Muut ratkaisut > Fluidisointi > Poreflo fluidisointilevyt.

Laakso, H. 2021. Haastattelu. Oriplan Oy:n toimitusjohtajaa haastatteli 07.04.2021 Sami Kaaranen.

Jauhetekniikka Oy. Julkaisuaika tuntematon. Viitattu 24.02.2021. Miten saavutetaan luotettava materiaalin purku silloista ja säiliöistä – strategia ratkaisun valintaan. www.jauhetekniikka.fi > Tuotteet > Jauheiden varastointi > Siilot > Lisätiedot > Artikkelit markkinoilla olevien apupurkainlaitteistojen vertailusta ja valinnasta.

Logistiikan maailma 2021. Viitattu 23.02.2021. www.logistiikanmaailma.fi > Logistiikantoinijat > Varastointi > Varastonohjaus.

Morillon 2021. Viitattu 04.03.2021. www.morillonsystems.com > Savoir-faire > Système D'extraction Hydraulique.

Pneuplan Oy. Julkaisuaika tuntematon. Viitattu 26.02.2021. www.pneuplan.fi > Tuotteet > Siilotykki.

Pulkka, J. 2007 Terässiilojen mitoitusohjelman kehittäminen. Diplomityö. Konetekniikan osasto. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 16.02.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20072077>

Rotter, J. M 2001, Guide for the economic design of circular metal silos, Spon Press, Lontoo, s 230, ISBN 0-41-923460-8

Ruokavirasto 2019. Viitattu 26.02.2021. www.ruokavirasto.fi > Yritykset > Elintarvikeala > Valmistus > Pakkaukset ja muut kontaktimateriaalit > Kysymyksiä ja vastauksia kontaktimateriaaleista > Metallit.

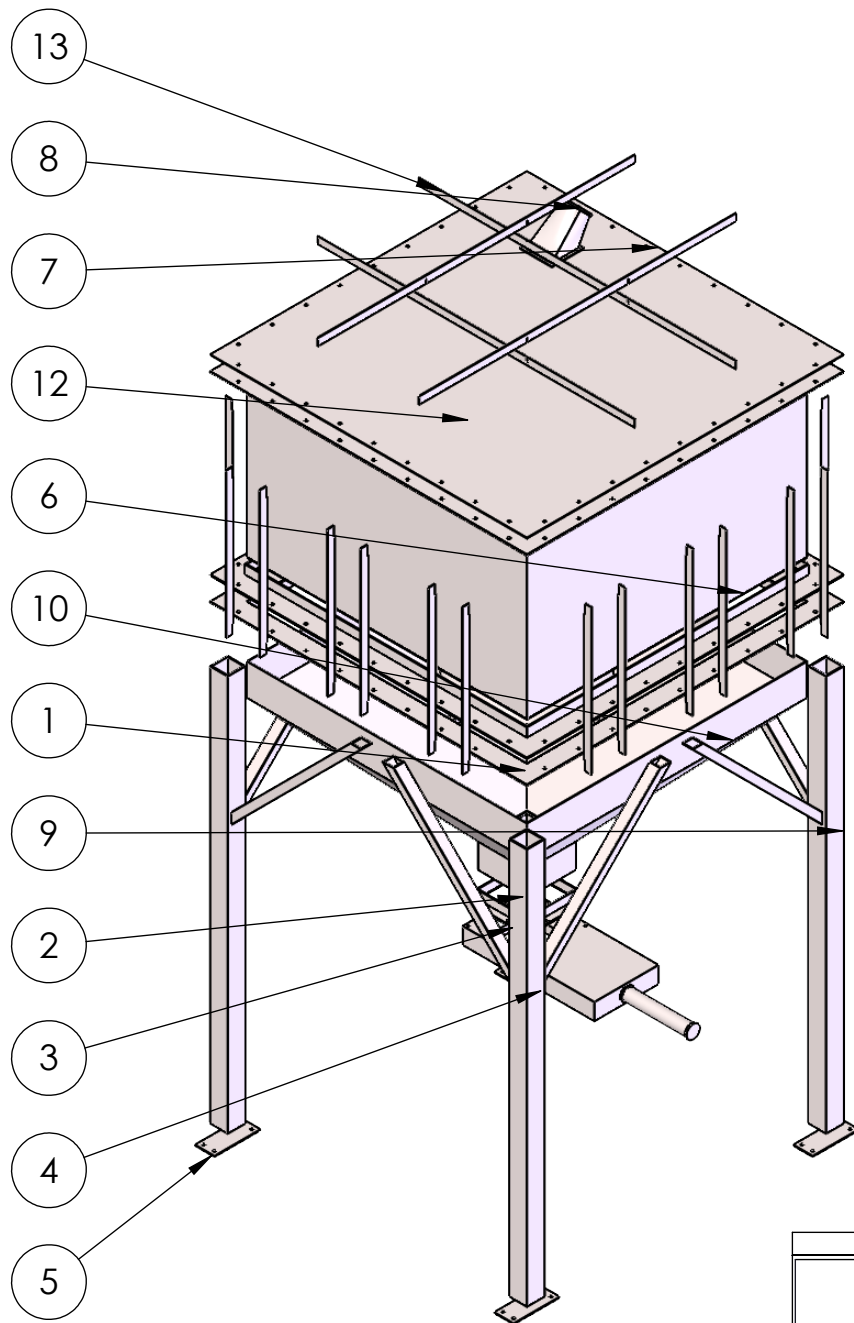
SFS-EN-1993-4-1 + AC, 2007 Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 4–1: Siilot, Standardi, Suomen Standarditoimistoliitto SFS ry.

SFS-EN-1993-1-1, 2005 Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1–1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt, Suomen Standarditoimistoliitto SFS ry.

Liitteet

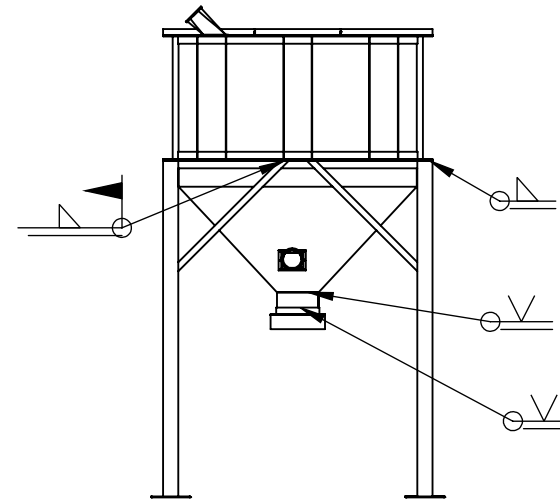
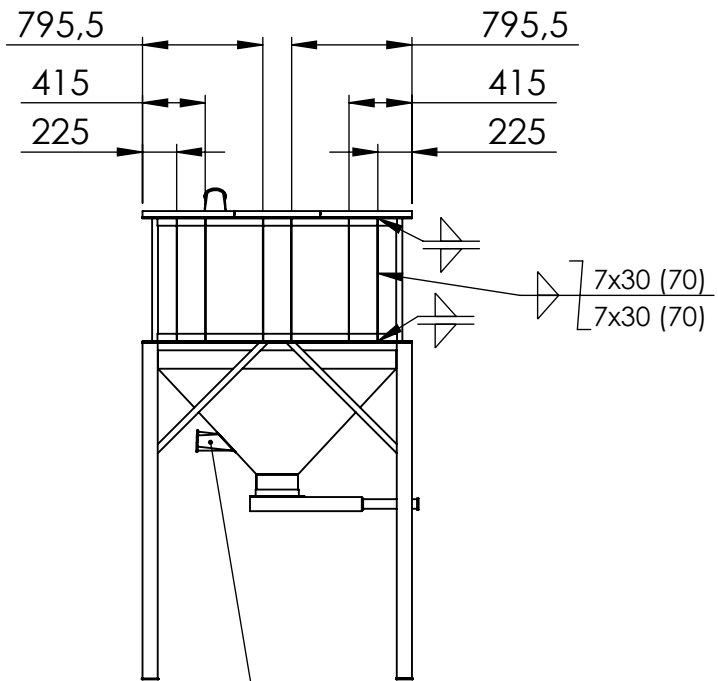
Liite 1.

Syöttösäiliön piirustukset



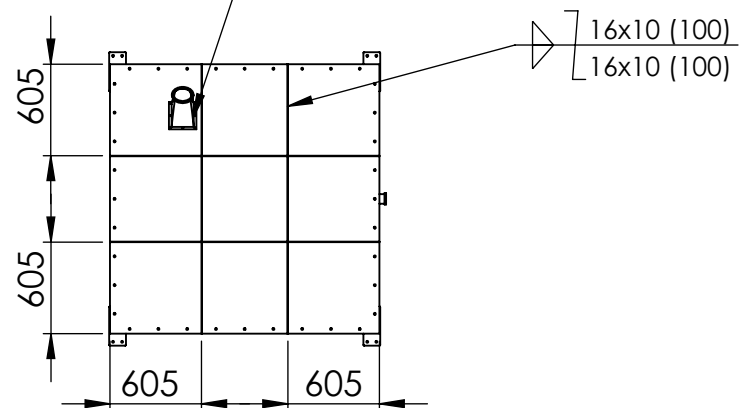
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	säiliön_kiinnityslaippa	3
2	säiliön_alaosa	1
3	ala_kiinnityslevy	1
4	Mixsrl_63x250	1
5	jalan_levy	4
6	säiliön_yläosa	1
7	säiliön_kansi	1
8	JACOB_LIITIN45°	2
9	jalkaehdotus testi	4
10	suppilo1	1
11	hattu	1
12	tukiripa	24
13	kannen_jäykiste	4


<p>Yrjönalhtontie 4C, Turku</p>	STAND.	SCALE 1:30	DATE 11.2.2021
	DESIGNED BY Sami	Assembly Oriplan Oy	
	WEIGHT	PAGE 1	DRAWING Saillon_kokoonpano

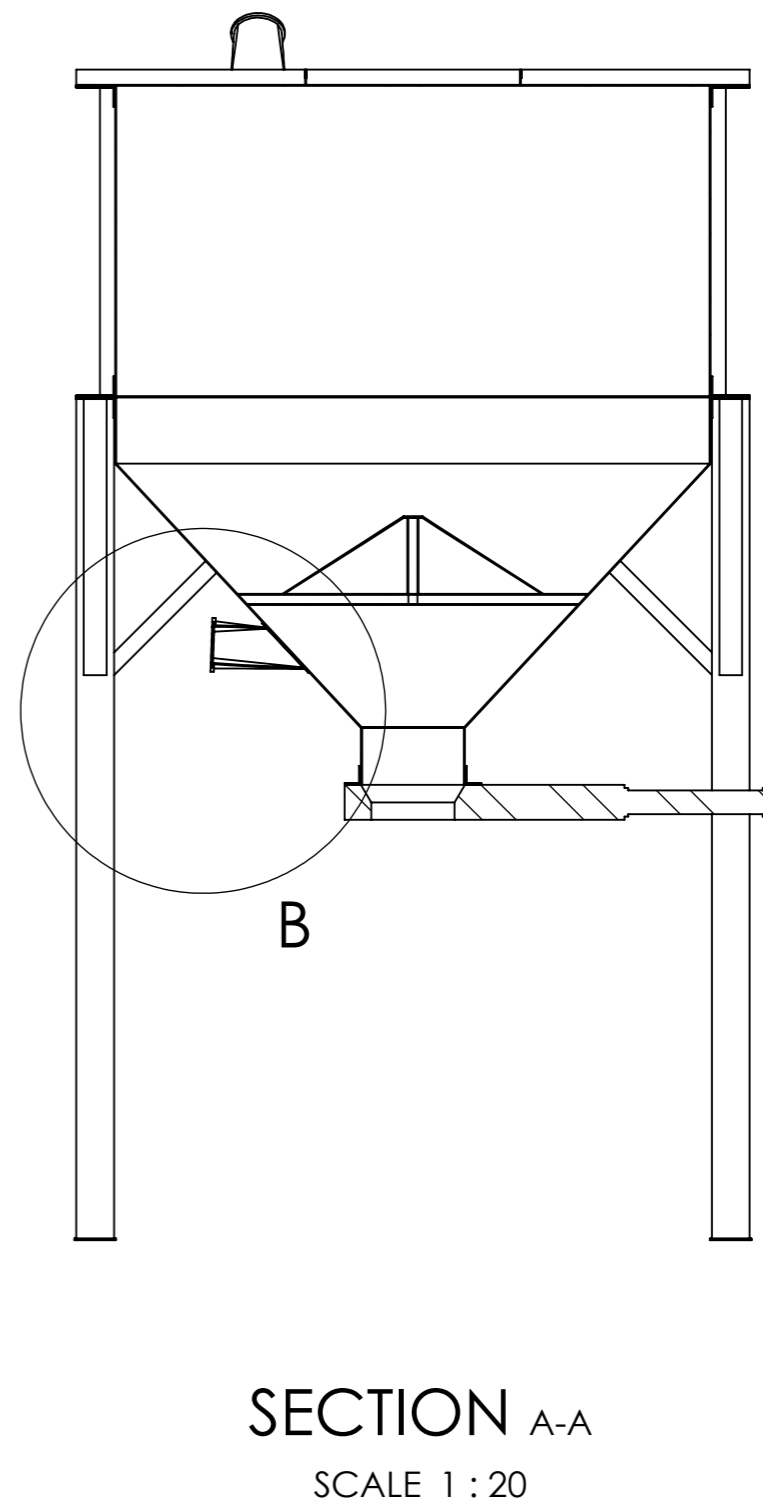
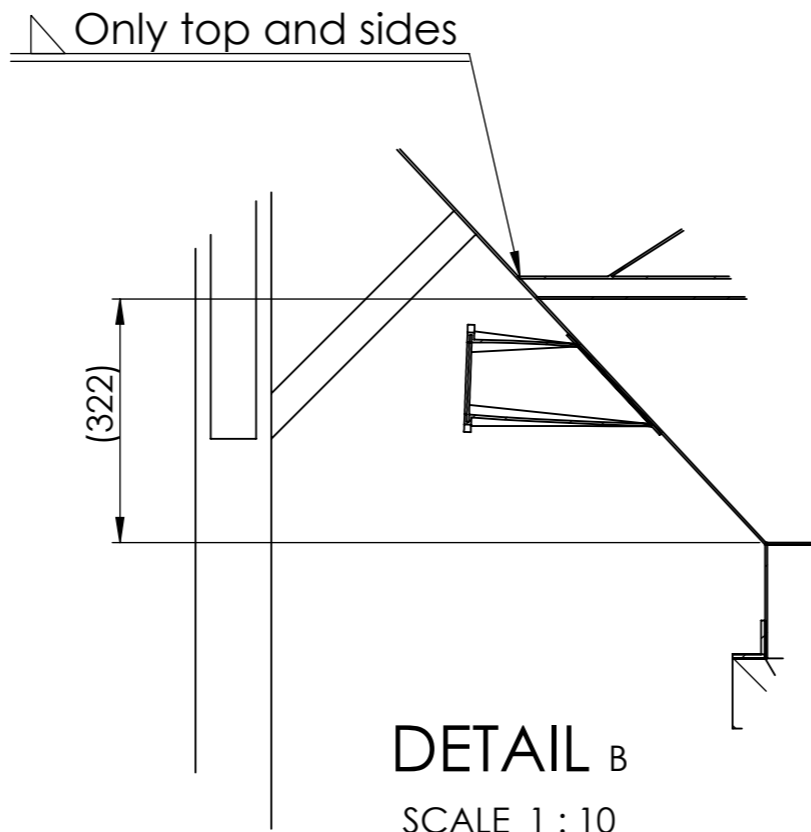
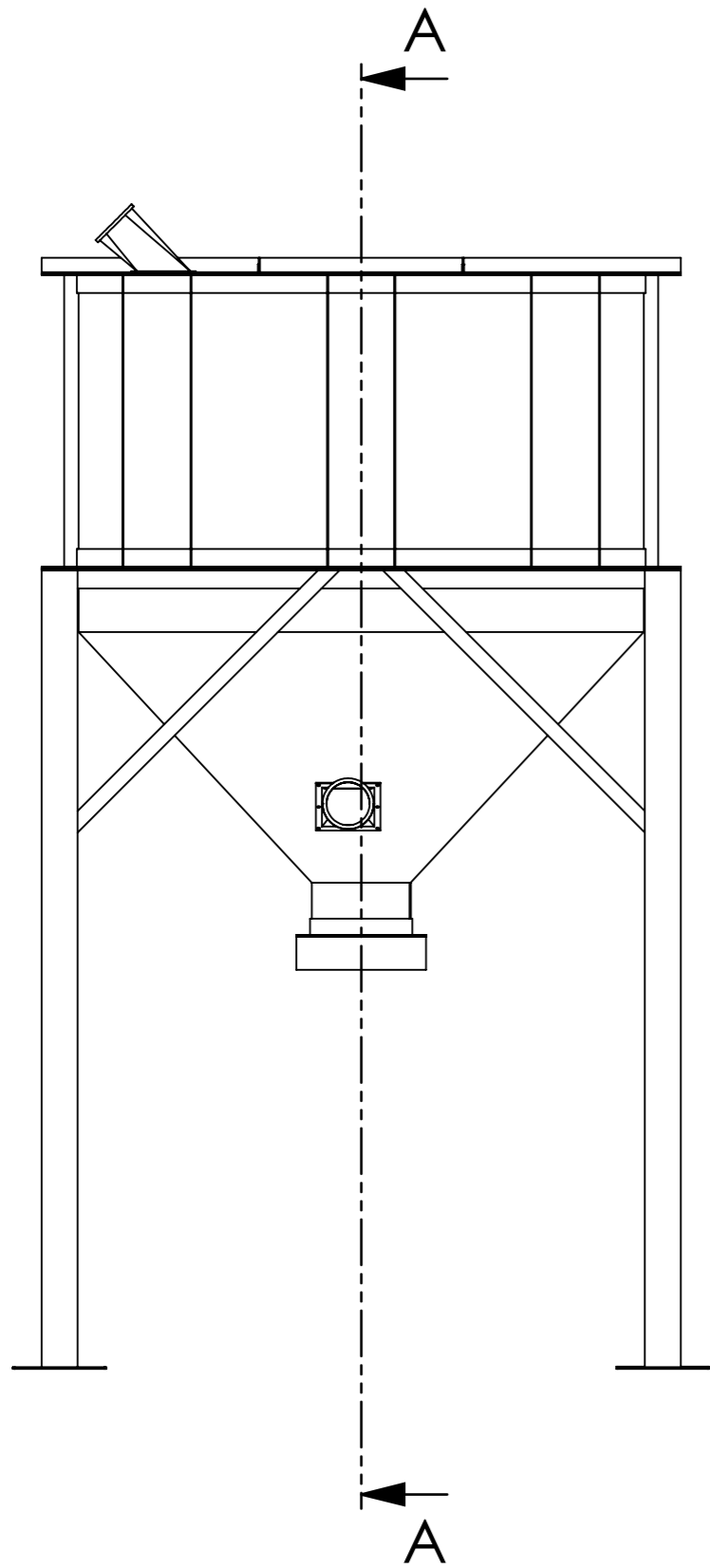


Installing same time when the pipes are installed (Jacob 45° liitin)

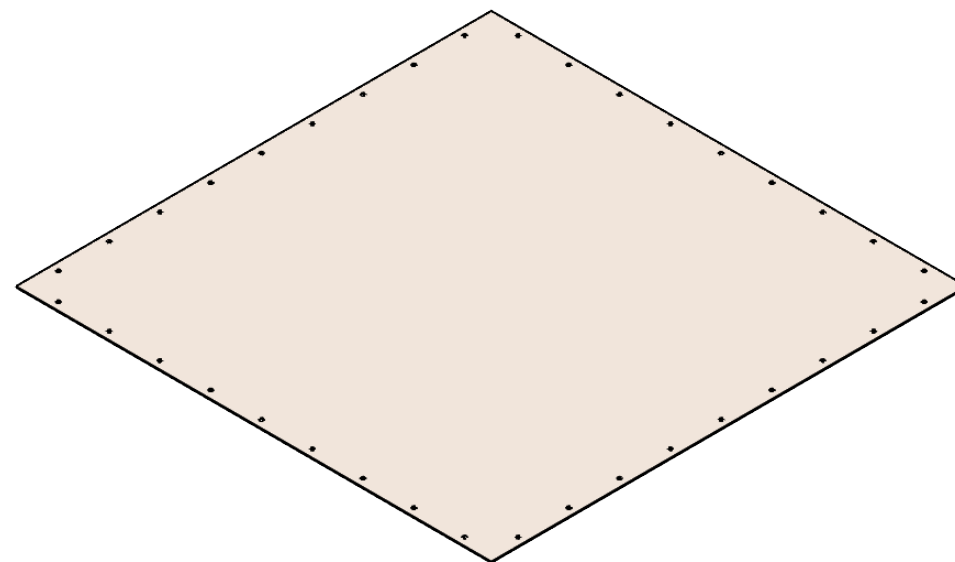
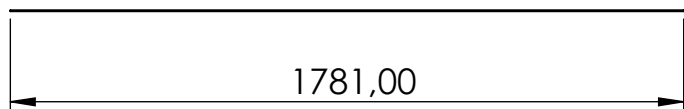
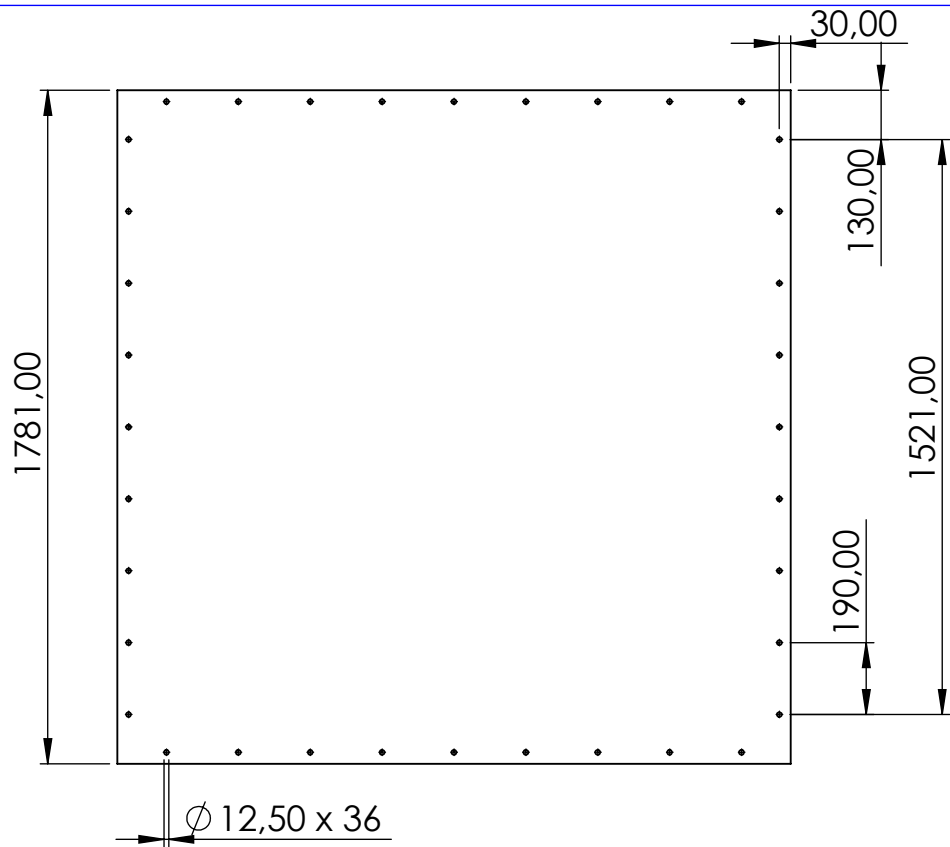
Installing same time when the pipes are installed (Jacob 45° liitin)




 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:50	11.2.2021			
	Sami	Assembly Oriplan Oy				
	WEIGHT					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1(2)	sailion_kokoonpano					

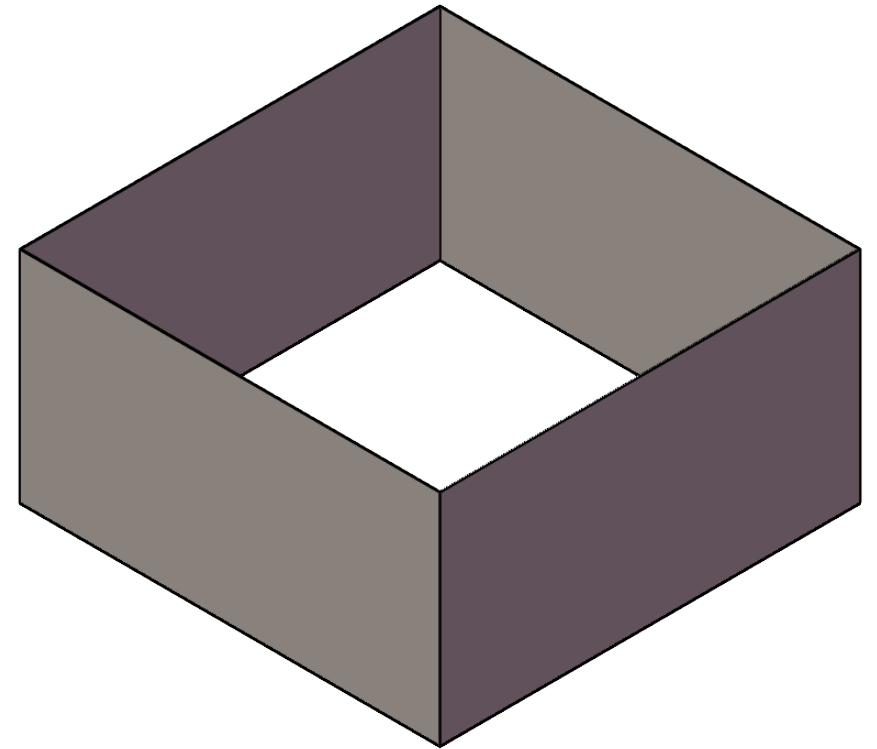
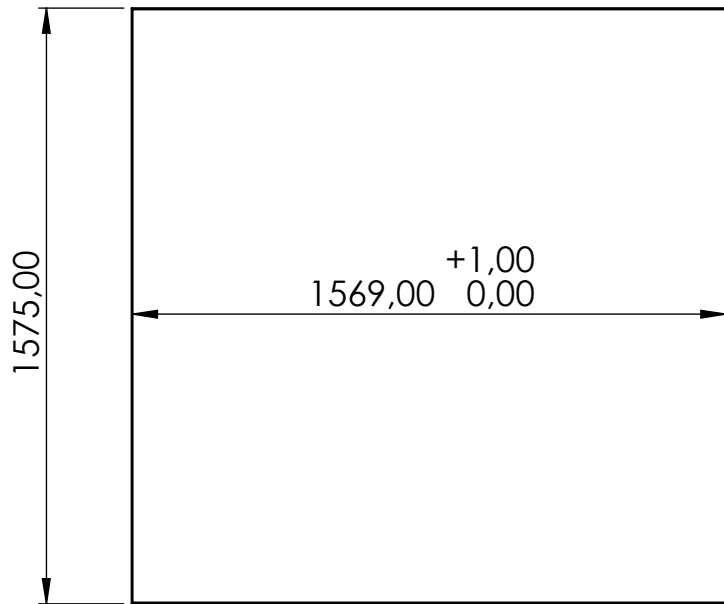
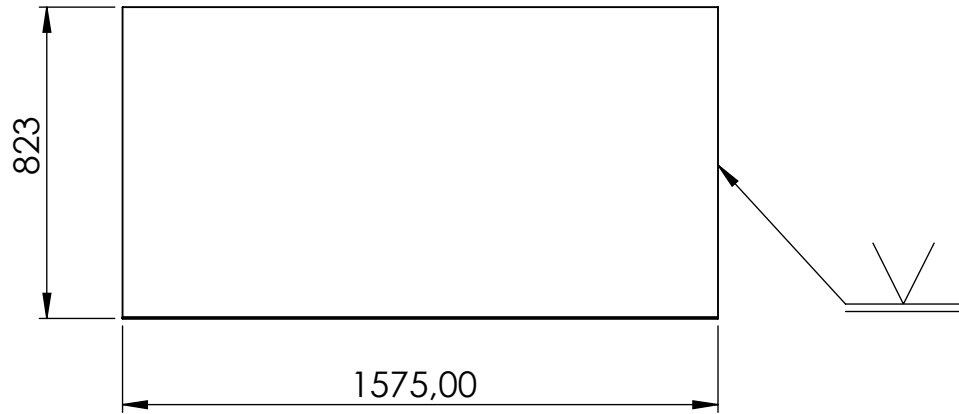


<p>Yrjönhontie 4C, Turku</p>	STAND.	SCALE 1:20	DATE 11.2.2021
	DESIGNED BY Sami	Assembly Oriplan Oy	
	WEIGHT		
	PAGE 2(2)	DRAWING sailion_kokoonpano	Vaihe: TA TI TO REV





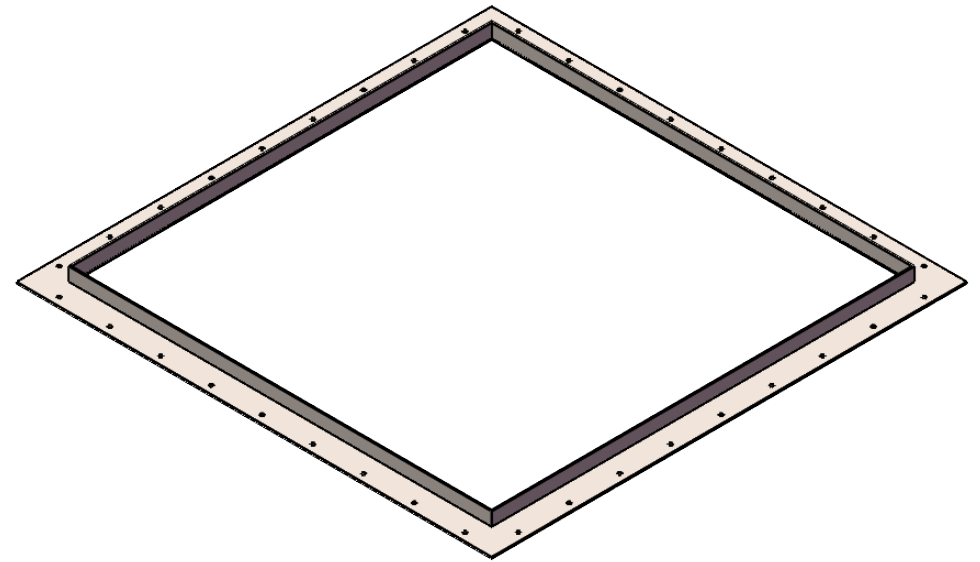
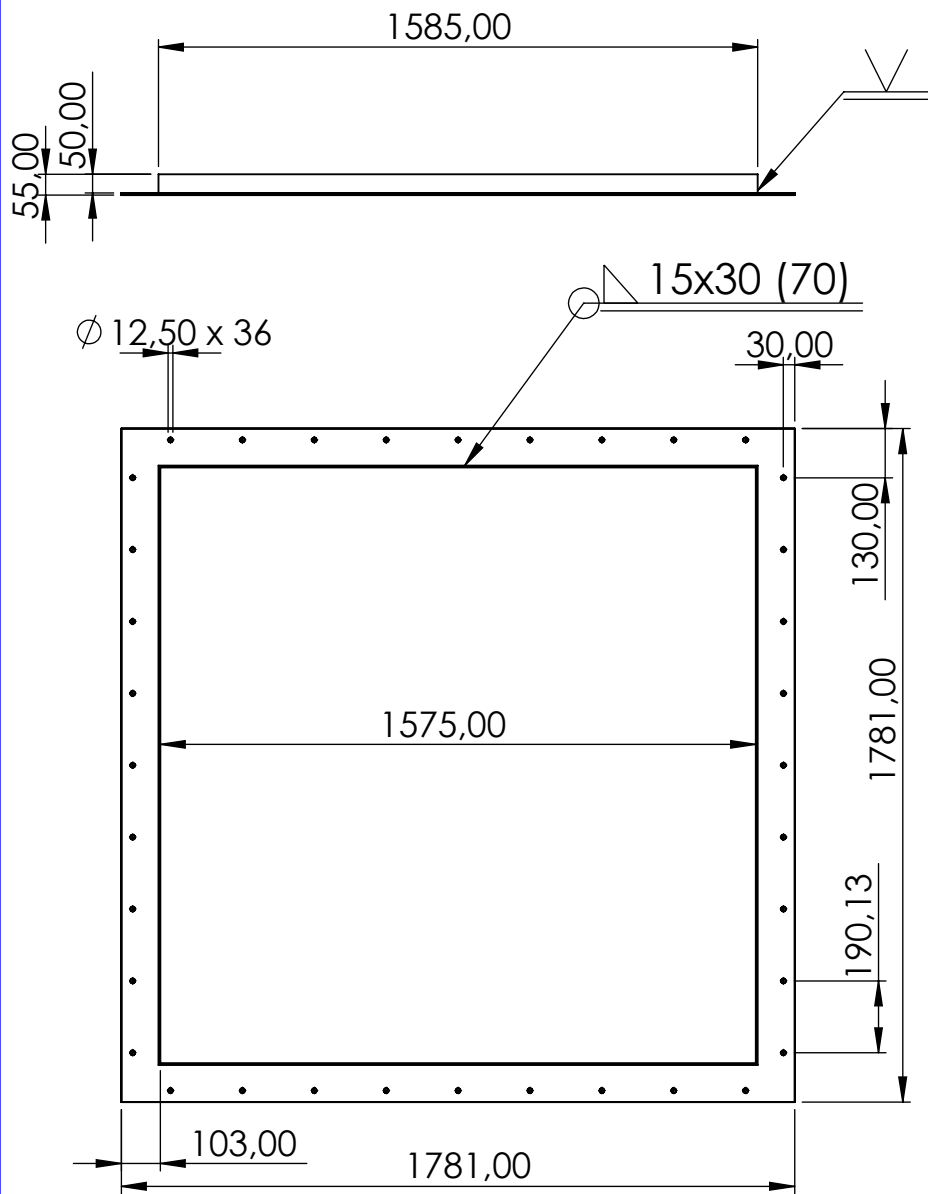
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjöalantie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE		
	DESIGNED BY	1:20	12.2.2021		
	WEIGHT	Oriplan Oy			
	76.02				
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV
1	säiliön_kansi				




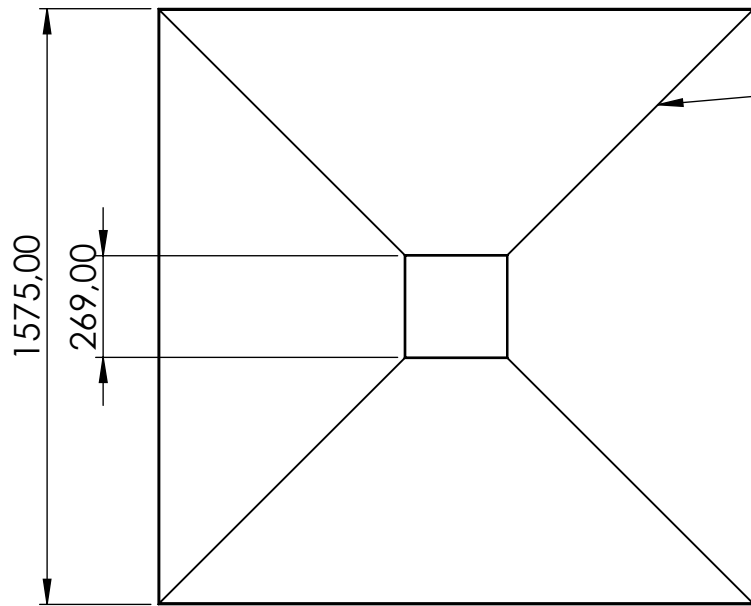
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.		SCALE	DATE
	DESIGNED BY	Sami	1:20	11.2.2021
	WEIGHT	124.68	Oriplan Oy	
	PAGE	1	DRAWING	Vaihe: TA TI TO REV
		sailion_ylaosa		

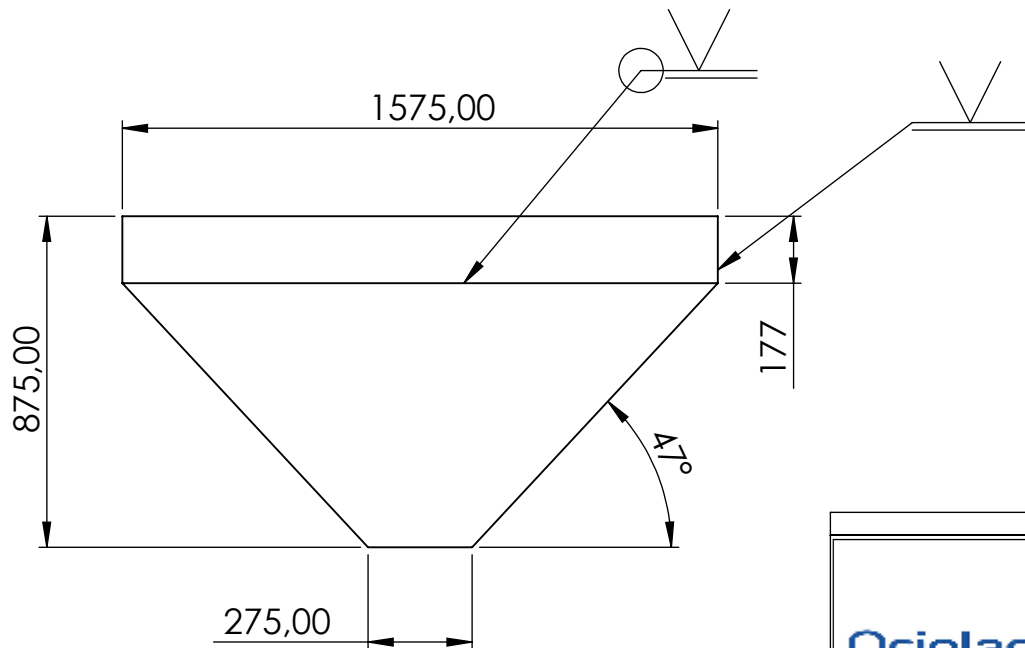
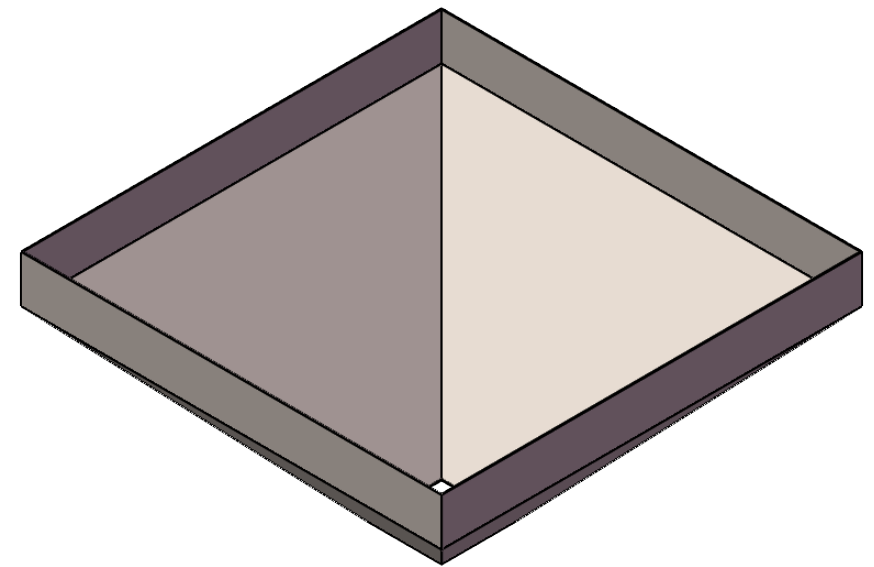


S= 5 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:20	11.2.2021			
	WEIGHT	Oriplan Oy				
	67.59					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1	kiinnityslaippa					



∇ To be welded outside

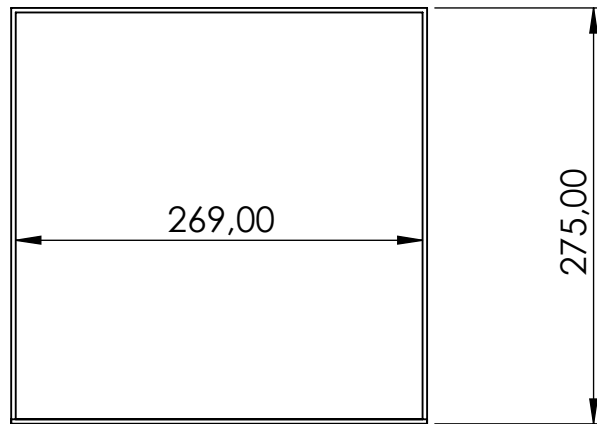
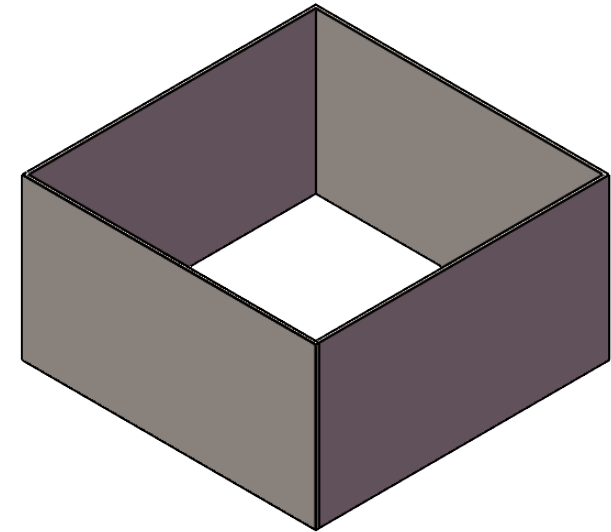
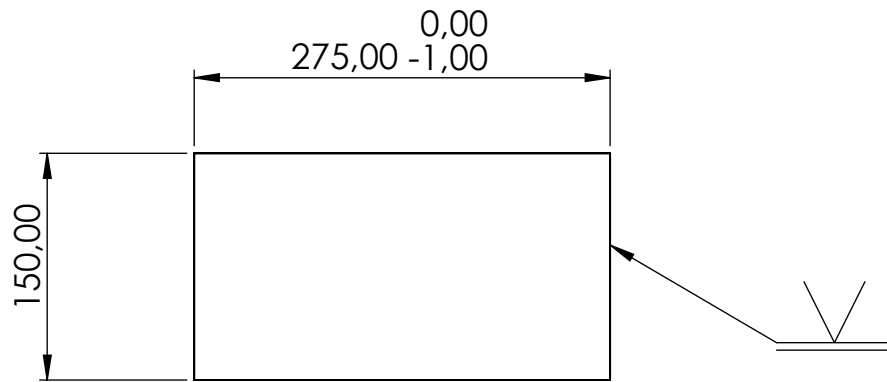


S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)


Oriplan

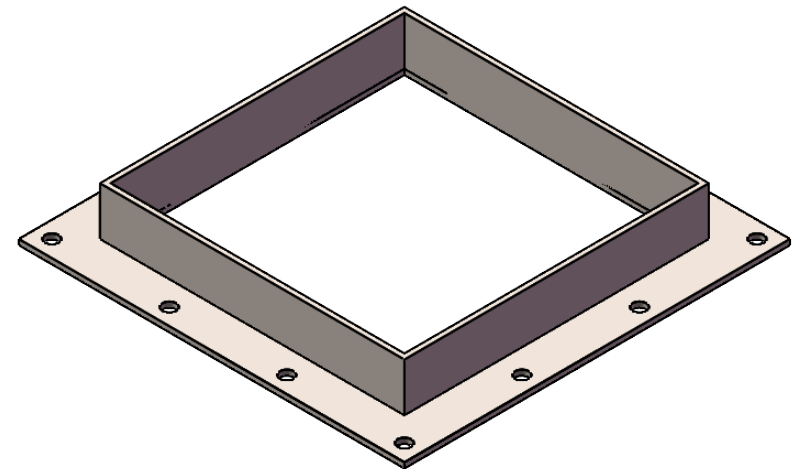
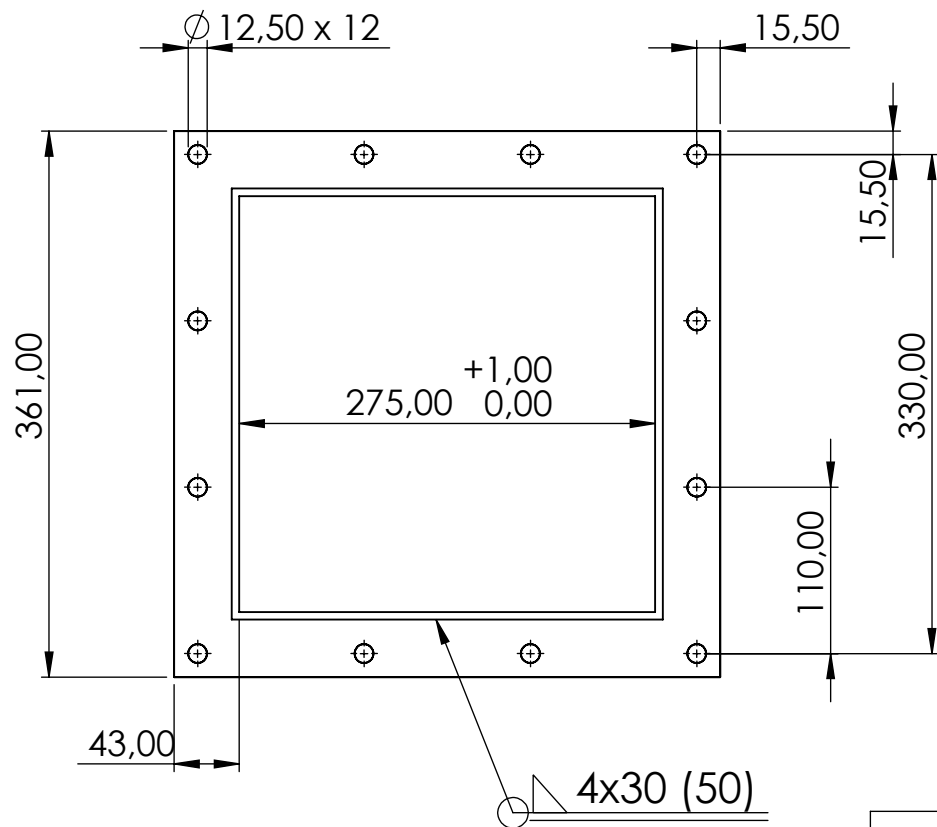
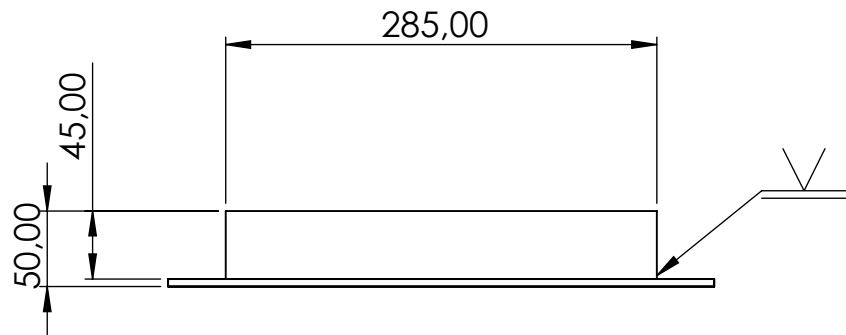
Yrjönhontie 4C, Turku

STAND.		SCALE	1:20	DATE	11.2.2021
DESIGNED BY	Sami	Oriplan Oy			
WEIGHT	111.05				
PAGE	1	DRAWING	suppilo1	Vaihe: TA	TI TO REV




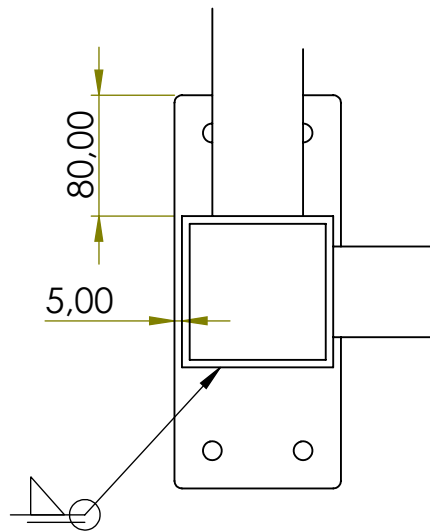
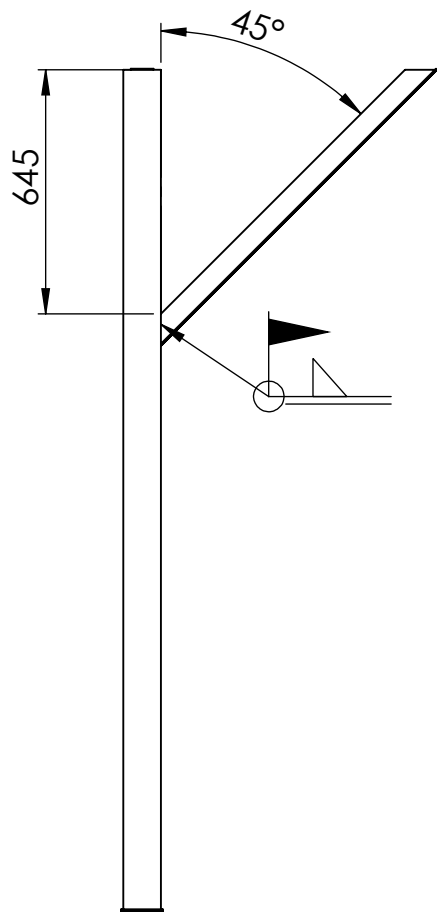
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:5	11.2.2021			
	WEIGHT	Oriplan Oy				
	4.91					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1	sailion_alaosa					

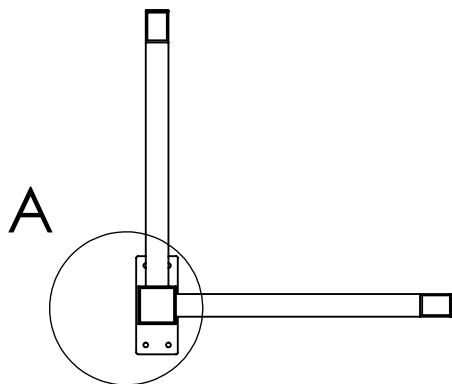
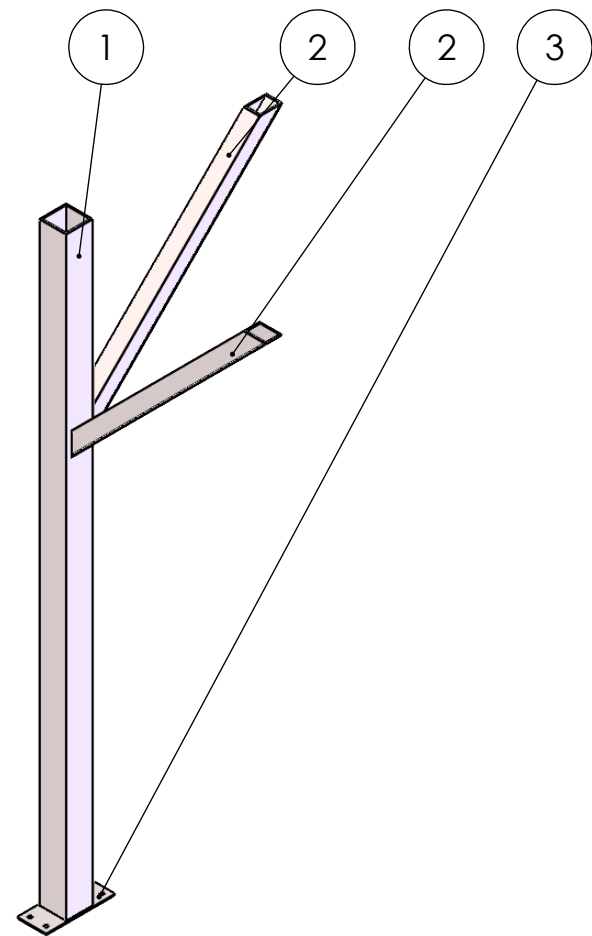


S= 5 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:5	11.2.2021			
	WEIGHT	Oriplan Oy				
	6.27					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1	ala_kiinnityslevy					

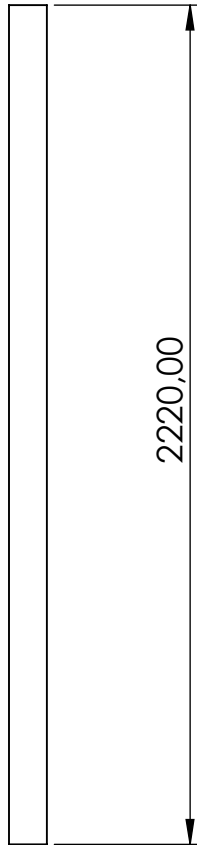
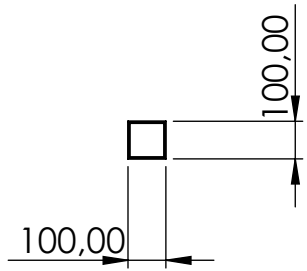


DETAIL A
SCALE 1 : 5




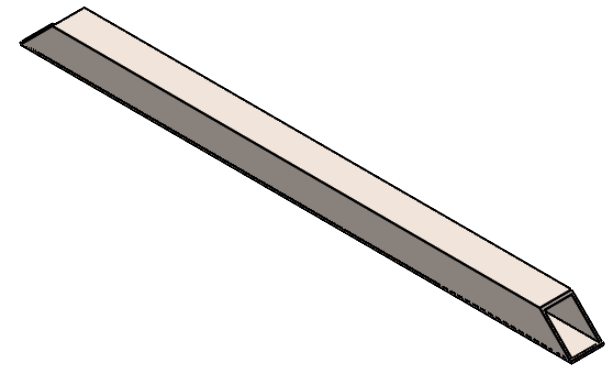
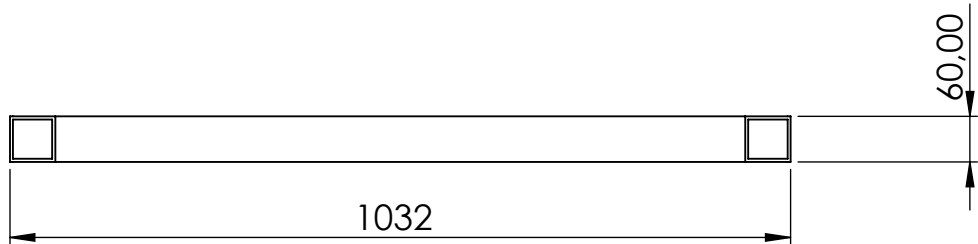
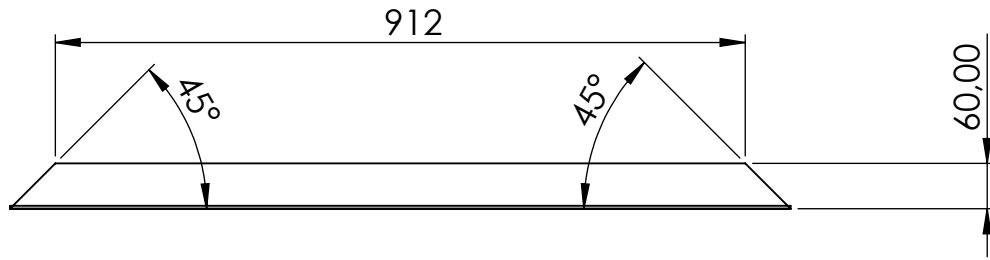
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	jalka_100x100	1
2	jalan tuki	2
3	jalan_levy	1

<p>Yrjönhontie 4C, Turku</p>	STAND.	SCALE 1:20	DATE 11.2.2021
	DESIGNED BY Sami	Assembly Oriplan Oy	
	WEIGHT	PAGE 1	DRAWING jalan_kokoonpano




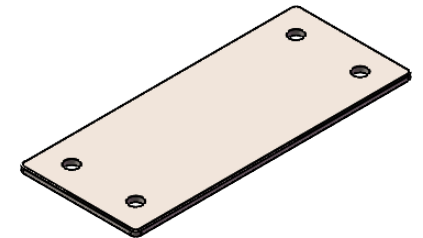
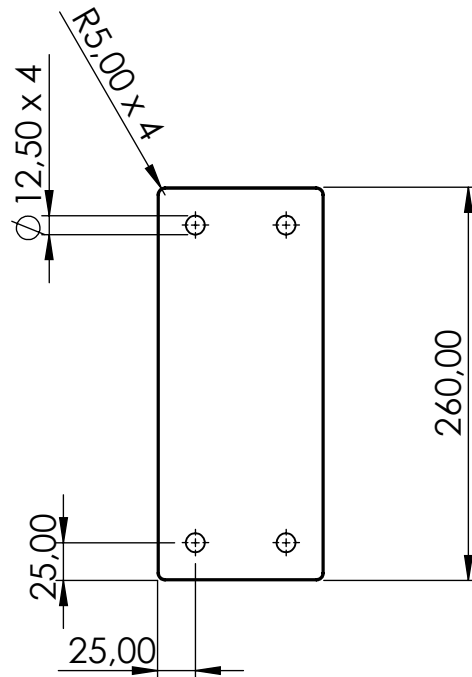
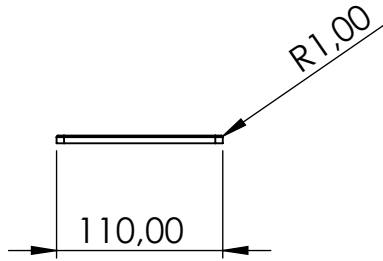
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	jalka_100x100	RHS 100x100x5	1

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE		
	DESIGNED BY	1:20	11.2.2021		
	WEIGHT	Oriplan Oy			
	33.74				
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV
1	jalka_100x100				




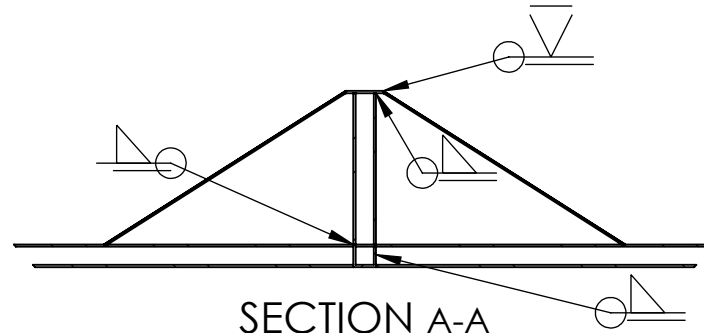
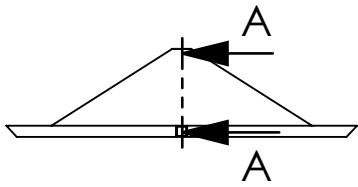
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	jalan tuki	RHS 60X60X4	1

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE		
	DESIGNED BY	1:10	11.2.2021		
	WEIGHT	Oriplan Oy			
	8.95				
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV
1	jalan tuki				

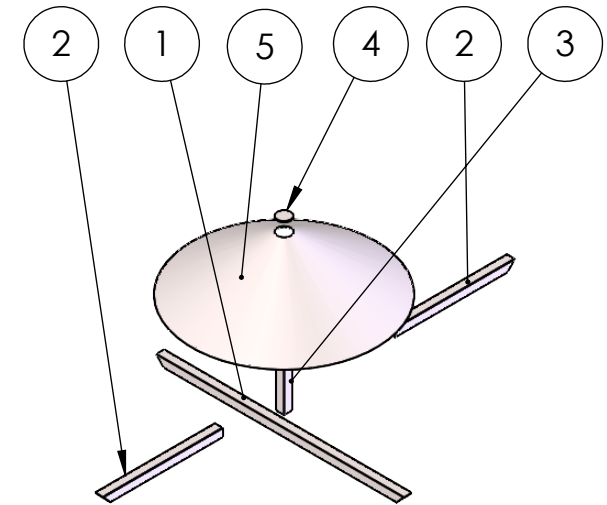
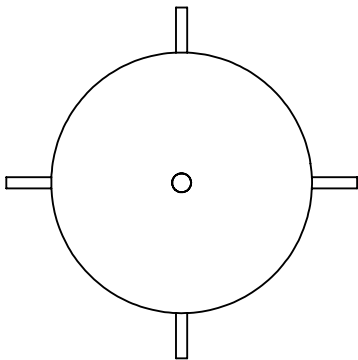


S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:5	11.2.2021			
	WEIGHT	Oriplan Oy				
	1.12					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1	jalan_levy					




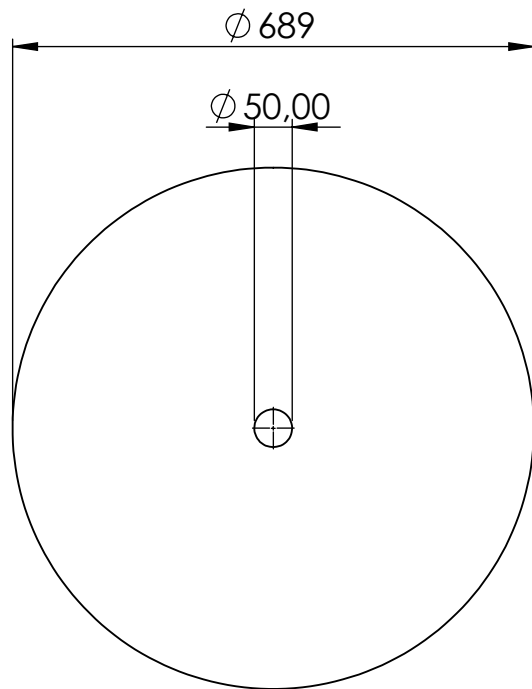
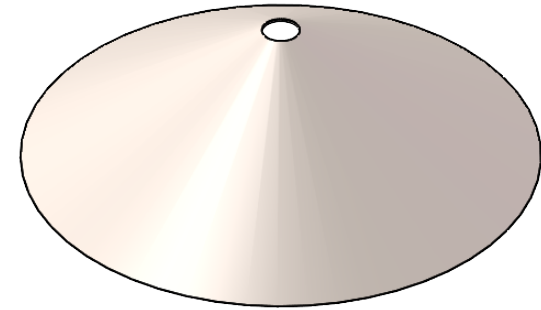
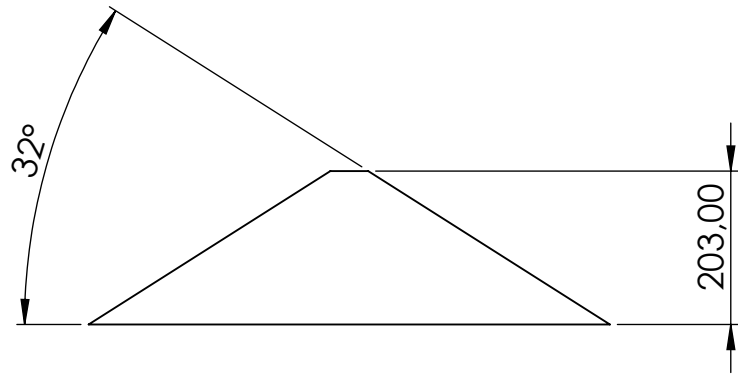
SECTION A-A
SCALE 1 : 10




ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	hatun_pitkä_tanko	1
2	hatun_lyhyt_tanko	2
3	hattu_pysty_tanko	1
4	hatun_nappi	1
5	hattu_katto	1

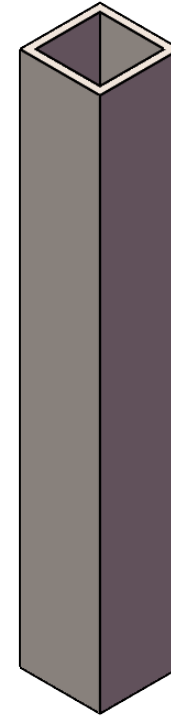
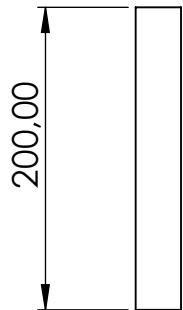
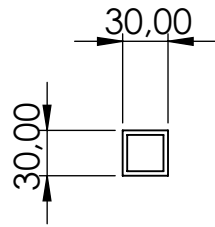
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:20	11.2.2021			
	WEIGHT	Assembly Oriplan Oy				
	PAGE	DRAWING	Vaihe:	TA	TI	TO
	1	hattu_kokoonpano				





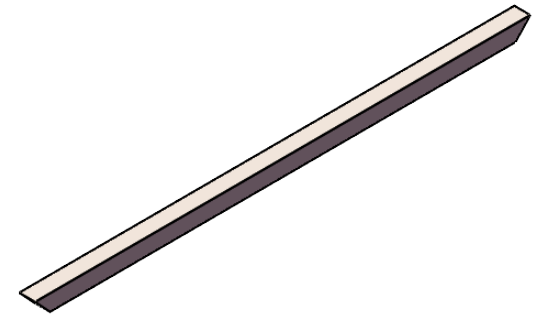
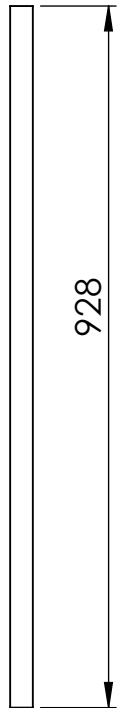
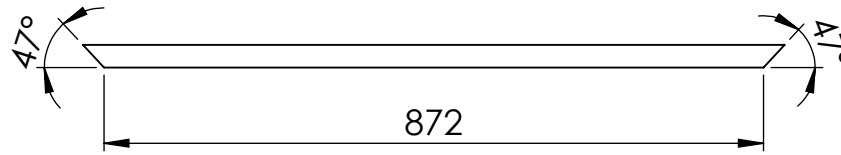
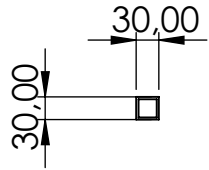
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE		
	DESIGNED BY	1:10	11.2.2021		
	WEIGHT	Oriplan Oy			
	8.79				
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV
1	hattu_katto				




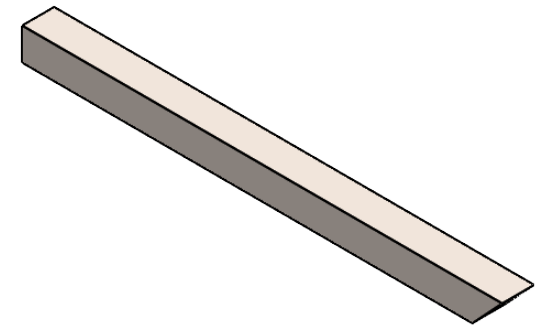
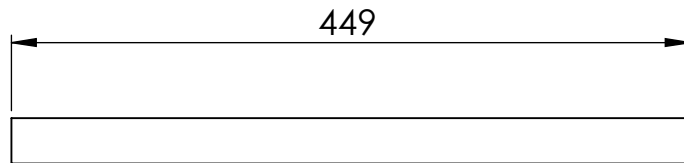
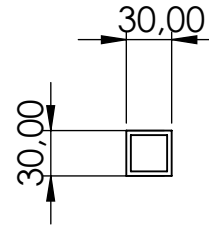
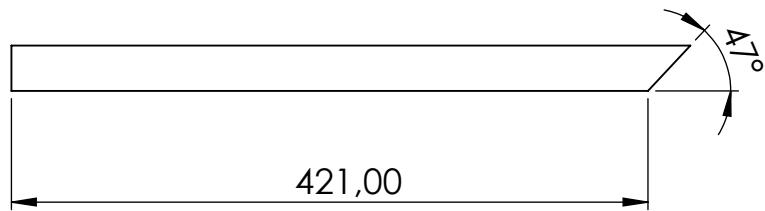
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.		SCALE	DATE	
	DESIGNED BY	Sami	1:5	11.2.2021	
	WEIGHT	0.52	Oriplan Oy		
	PAGE	1			
	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV
		hattu_pysty_tanko			





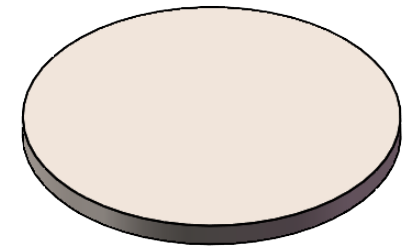
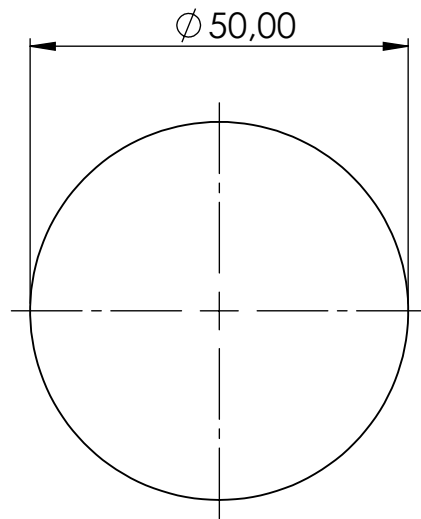
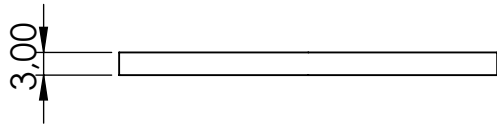
S = 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:10	11.2.2021			
	WEIGHT	Oriplan Oy				
	2.33					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1	hatun_pitkä_tanko					





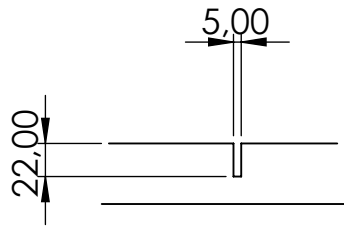
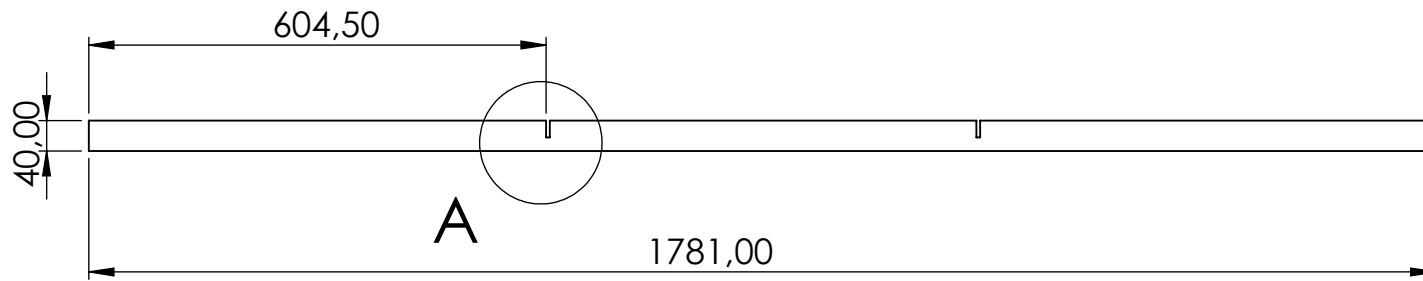
S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.		SCALE	1:10	DATE	11.2.2021	
	DESIGNED BY	Sami	Oriplan Oy				
	WEIGHT	1.13					
	PAGE	1	DRAWING	hatun_lyhyt_tanko	Vaihe: TA	TI	TO

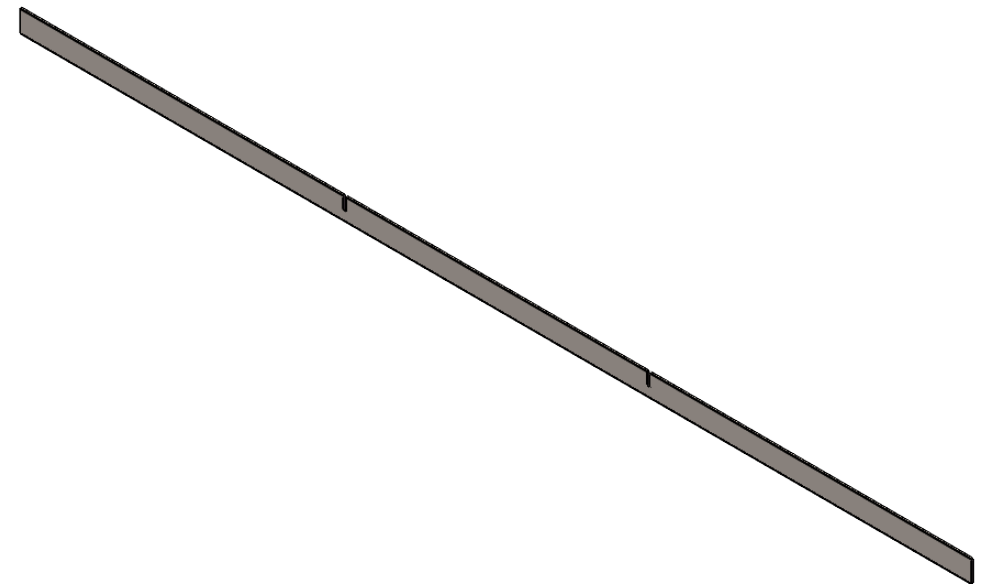


S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)


 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.		SCALE	DATE
	DESIGNED BY	Sami	1:1	11.2.2021
	WEIGHT	0.05	Oriplan Oy	
	PAGE	1	DRAWING	Vaihe: TA TI TO REV
		1	hatun_nappi	

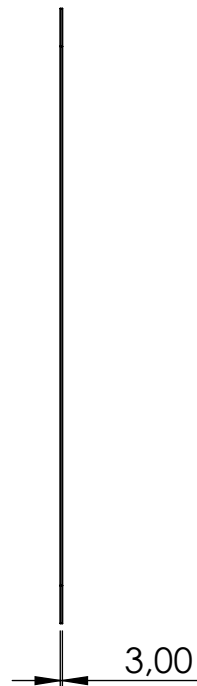
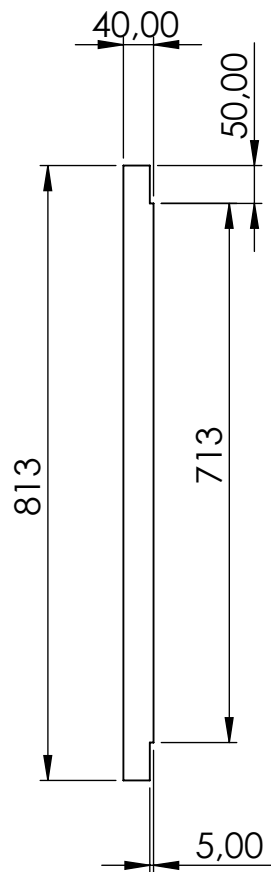


DETAIL A
SCALE 1 : 5




S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:10	12.2.2021			
	Sami	Oriplan Oy				
	WEIGHT					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
1	kannen_jäykiste					



S= 3 AISI 316 Stainless Steel Sheet (SS)

 Yrjönhontie 4C, Turku	STAND.	SCALE	DATE			
	DESIGNED BY	1:10	11.2.2021			
	Sami	Oriplan Oy				
	WEIGHT					
PAGE	DRAWING	Vaihe: TA	TI	TO	REV	
	1	tukiripa				