

Juha Perälä

**Ekohell bio-energian polttolaitteiston pienoismallin
suunnittelu**

Opinnäytetyö

Syksy 2009

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Juha Perälä

Työn nimi: Ekohell bio-energian polttolaitteiston pienoismallin suunnittelu

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 1

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin Ekohell bio-energian polttolaitoksen pienoismalli. Alkuperäisen laitoksen on suunnitellut Nordautomation, joka tarvitsi laitteiston markkinoinnin tueksi materiaalia, jolla uudentyyppisen polttolaitoksen toiminta voidaan tuoda esille mahdollisimman tehokkaasti. Pienoismalli, joka sisältää kaikki alkuperäisen laitteiston toiminnalliset osuudet, osoittautui parhaaksi ratkaisuksi laitteen esittelyssä.

Työn aikana tutkittiin erilaisia tekniikoita pienten laitteiden ohjauksesta ja tehonsiirtojärjestelmien toteutuksesta. Tämän lisäksi osien valmistaminen koneistamalla ja ohutlevyosina pyrittiin huomioimaan suunnittelussa. Opinnäytteen teoriaosuudessa käsiteltiin kiinteän aineen polton teoriaa ja sen yhteyttä Ekohell-järjestelmään.

Suunnittelun tuloksena onnistuttiin tekemään perusteellinen dokumentti, joka koostuu pienoismallin kaikkien osien piirustuksista ja niihin liitetyistä sanallisista valmistusohjeista. Dokumentin yhteyteen liitettiin CD-levy, joka sisältää kaikki laitteiston osien suunnittelutiedostot 3D-malleina.

Asiasanat: Kiinteät polttoaineet, Lämpövoimalat, Pienoismallit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Automation Technology
Specialisation: Automation Technology

Author: Juha Perälä

Title of the thesis: Designing a scale model of Ekohell bio-energy combustion installation

Supervisor: Markku Kärkkäinen

Year: 2009 Number of pages: 38 Number of appendices: 1

The purpose of this final thesis was to design a scale model of Ekohell combustion installation, which has been developed by Nordautomation. The combustion system employs completely new kind of technology and it is therefore essential to create efficient means for the marketing department to demonstrate these properties. From this notion it was decided that a scale model with all the working functionalities of the original installation could be the best possible tool for this purpose.

During the design process several technologies relating to small scale machinery controlling and power transmission were studied. Also the aspect of using machining and sheet metal working as the way of manufacturing some parts was considered. The theory section of the thesis concentrates on the subject of burning solid fuels and explaining the relation to Ekohell combustion installation.

As a result of this work a thorough design document was formulated including drafts and written instructions for all the parts of the scale model. In addition to that all the 3D-model files of the parts were added to the document on an enclosed CD-ROM.

Keywords: solid fuels, heating plants, scale models

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Opinnäytetyön aihe.....	6
1.2	Nordautomation	6
1.3	Ekohell-laitteisto	7
1.4	Työlle asetetut vaatimukset ja rajaus.....	8
2	KIINTEÄN AINEEN POLTTAMINEN	9
2.1	Polttaminen yleisesti.....	9
2.2	Kiinteiden polttoaineiden tyypit	12
2.3	Puu polttoaineena.....	13
2.4	Turve polttoaineena.....	14
2.5	Kaura polttoaineena.....	15
2.6	Kiinteän aineen poltto Ekohell-laitteistolla.....	17
3	TYÖN TOTEUTUS	18
3.1	Alkuasetelmat	18
3.2	Materiaalivalinnat.....	18
3.3	Liikkuvien osien toimintaperiaate.....	19
3.3.1	Syötön toiminta.....	19
3.3.2	Etupesän toiminta.....	20
3.4	Materiaalivirran havainnollistaminen.....	21
3.4.1	Syötettävän aineen liikkuminen	21
3.4.2	Palotilaan lisättävät valoefektit.....	22
3.5	Laitteen toimintojen ohjaus	22
3.6	Laitteiston osat	23
3.6.1	Syöttölaite.....	23
3.6.2	Etupesä	25
3.6.3	Jälkipalotila	27

3.6.4	Lämmön talteenotto.....	29
3.6.5	Laitteen jalusta ja kotelointi	30
3.7	Valmiin suunnitelman esitysmuoto	34
4	YHTEENVETO.....	35
	LÄHTEET.....	37
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön aihe

Tämän opinnäytteen aiheena oli lämpölaitoksen pienoismallin suunnittelu. Työn tilaajana toimii Nordautomation, jonka suunnittelema polttolaitos edustaa uudentyypistä polttotekniikkaa ja sisältää muutamia liikkuvia osia, joiden toimintaperiaatetta on vaikea selittää pelkkien kuvien ja videon avulla. Tästä syystä tilaava yritys halusi markkinoinnin avuksi ja myynnin tueksi laitteistosta toimivan pienoismallin. Liikkuvia osia sisältävän pienoismallin toteuttaminen on yleensä hyvin haastavaa ja vaatii asiaan tutustumista monelta eri kantilta. Tästä syystä mallista tarvittiin perusteellinen suunnitelma sekä kattavat piirustukset.

1.2 Nordautomation

Nordautomation on Suomessa sijaitseva Pohjoismaiden johtava tukinkäsittelytekniikkaan keskittynyt yritys, joka kuuluu osana Carl Bennet AB:n omistamaan puunjalostusteollisuutta palvelemaan Lifco-konserniin. Yrityksen liikevaihto on noin 15 miljoonaa euroa. Nordautomationin myynti, suunnittelu, projektinjohto ja hallinto sijaitsevat pääkonttorissa Kristiinankaupungissa ja varsinainen tuotantoyksikkö ja laitteiden valmistus tapahtuu Alajärvellä. (Nordautomation 2009.)

Nordautomation toimittaa pääasiassa sahoille tukinkäsittelyyn liittyviä teknisiä ratkaisuja yksittäisinä laitteina tai kattavina käsittelylinjoina. Myös kokonaisen prosessin suunnittelu alusta loppuun asiakkaan tarpeisiin on mahdollista. Uusimpana aluevaltauksena yritys on siirtynyt suunnittelemaan tehokasta lämpölaitosratkaisua tehoalueelle 1 - 10 MW. Tämän suunnittelutyön tuloksena on syntynyt uudentyypistä polttotekniikkaa hyödyntävä Ekohell-laitteisto. (Nordautomation 2009; Ojala 2009.)

1.3 Ekohell-laitteisto

Nykyisin hajautetun bio-energian tuotantarve on lisääntynyt huomattavasti joka puolella maailmaa. Tätä vauhdittaa huomattavasti muun muassa huoli ympäristön hyvinvoinnista, energian hinnannousu ja polttoaineiden siirtokapasiteetin riittämättömyys. Näistä ongelmista seuraa se, että energian tuotantoon käytetyn laitteiston pitää pystyä suoriutumaan hyvinkin suurista vaatimuksista. Voimalaitoksen tulisi sijaita hyvin lähellä sitä hyödyntävää teollisuutta, mutta samalla sen tulisi kyetä käyttämään alueelta järkevän kuljetusetäisyyden päästä saatavaa polttoainetta. Kaikki tämä tulisi myös toteuttaa siten, että koko järjestelmän toiminta rasittaa ympäristöä mahdollisimman vähän. (Ojala 2008. 2.)

Näiden yllämainittujen asioiden huomioiminen on juuri se idea ja tavoite, joiden mukaan Nordautomation on lähtenyt kehittämään Ekohell-laitteistoa. Kuten voimalaitoksen nimestä voi päätellä, on laitteen polttoprosessi erittäin ympäristöystävällinen ja palaminen tapahtuu puhtaasti. Monipuolisena järjestelmänä Ekohell pystyy hyödyntämään useita erityyppisiä kiinteitä polttoaineita hyvällä hyötysuhteella. (Ojala 2008. 2.)

Laitteen tehokkuus perustuu kolmeen osa-alueeseen, jotka on toteutettu äärimmäisen varmatoimisesti. Ensimmäisenä osana on laitteiston hydraulisesti toimiva polttoaineen syöttö, joka ei pääse jumiutumaan isompienkaan kappaleiden kanssa, mikä tapahtuu helposti perinteisessä ruuvisyötössä. Toinen tehokkuuden kulmakivi on itsepuhdistuva palotila, joka jatkuvalla liikkeellään sopivasti sekoittaa palavaa massaa ja varmistaa tasaisen palamisen. Ympäristöystävällisyys otetaan huomioon pienhiukkaset polttavassa jälkipalotilassa. Nämä tekijät yhdistämällä päästään mahdollisimman täydelliseen palamiseen, korkeaan hyötysuhteeseen sekä alhaisiin päästömääriin. (Ojala 2008. 2 - 14.)

Lämpölaitoksen tuoteperheen pienempien versioiden houkuttelevuutta lisää niiden toimitusmuoto, jonka ansiosta koko järjestelmä pystytään toimittamaan asiakkaalle yhtenä pakettina. Laitoksen valmistus tapahtuu siten, että koko järjestelmä rakennetaan siirrettävän kontin sisälle, joka vieään kokonaisuutena asennuspaikalle.

Tämä nopeuttaa toimintaa ja vähentää asiakkaalle koituvaa vaivaa. Tulevaisuuden suunnitelmana on lisätä Ekohelliin mahdollisuus tuottaa lämmön ohella myös sähköä. (Ojala 2009.)

1.4 Työlle asetetut vaatimukset ja rajaus

Nordautomationin tiloissa käydyssä aloituspalaverissa kesäkuun alussa 2009 pienoismallin suunnittelulle ja ominaisuuksille sovittiin seuraavanlaisia vaatimuksia:

- Mallin tulisi vastata teknisten ominaisuuksien rajoissa mahdollisimman tarkasti alkuperäistä laitetta.
- Laitteen liikuttelu on mahdollista yhden henkilön toimesta ja pienoismallin mittakaava alkuperäiseen verrattuna on noin 1:10.
- Mallissa pitäisi pystyä esittelemään syöttölaitteiston, pyörivän etupesän sekä tuhkanpoistoruuvien mekaanista toimintaa.
- Lisäksi laitteeseen pitäisi olla mahdollista syöttää jauhemaista ainetta, jonka avulla voidaan esitellä materiaalivirran kulkua syötöstä etupesään ja siitä tuhkatileaan.

(Ojala 2009.)

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan Ekohell-laitteiston pienoismallin mekaanista suunnittelua ja tämän pohjalta tehtyjen piirustusten tekemistä. Tarkoituksena oli, että näiden suunnitelmien avulla Seinäjoen ammattikorkeakoulu voi suorittaa työn käytännönsuuden opiskelijaryhmälle suunnattuna projektina. Valmiin työn tuli sisältää kaikkien laitteistoon sisältyvien osien piirustukset, materiaalitiedot sekä osien valmistusta koskevat tiedot ja alustavat suunnitelmat. Lisäksi suunnitelmissa piti huomioida sähkö- ja elektroniikkasuunnittelua koskevat osat lohkokaaaviomuodossa, jonka pohjalta elektroniikka-alan opiskelijat pystyvät toteuttamaan suunnitellun laitteiston ohjauksen.

2 KIINTEÄN AINEEN POLTTAMINEN

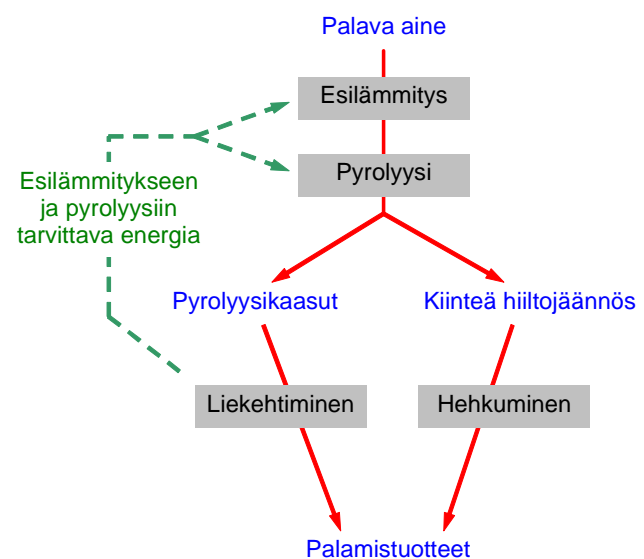
2.1 Polttaminen yleisesti

Perinteisin tapa tuottaa lämpöä teollisuuden ja kotitalouksien käyttöön on jonkin palavan aineen polttaminen. Yleisen määritelmän mukaan palamisreaktiossa palava aine reagoi hapen kanssa ja tuloksena vapautuu lämpöenergiaa sekä palamistuotteena muodostuu oksideja. Lämmöntuotossa palaminen on yleensä niin nopeaa, että syntyy myös valoilmio, jota kutsutaan liekiksi. Lämpötilaa, jossa aine palaa näkyvällä liekillä, kutsutaan syttymislämpötilaksi. Jokaisella palavalla aineella on oma erityinen syttymislämpötilansa. (Suomalainen tietosanakirja 1992, 224.)

Kiinteän aineen palaminen voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

Ensimmäisessä vaiheessa eli esilämmityksessä palava aines kuivuu ja aineen lämpötila nousee. Tämä osio saadaan käyntiin syöttämällä ylimääräistä energiaa prosessiin, joka voidaan johtaa palopesän myöhemmistä vaiheista jo palavasta materiaalista. (Paloposki 2005, 22 - 23.)

Kun lämpöä kehittyy riittävästi, siirrytään seuraavaan vaiheeseen, joka on pyrolyysi. Osa kiinteästä aineesta hajoaa ja sille ominaisia kaasuja muodostuu. Myös tähän vaiheeseen tarvitaan lisäenergiaa. (Paloposki 2005, 22 - 23.)



Kaavio 1: Palamisen vaiheet (Paloposki 2005.)

Kolmannessa vaiheessa suurin osa edellä vapautuneista kaasuista palaa ja tuottaa runsaasti lämpöä. Tätä kutsutaan liekehtimiseksi. (Paloposki 2005, 22 - 23.)

Liekehtimisen kanssa samaan aikaan tapahtuu hehkuminen, jossa jäljellä oleva kiinteä aine eli hiili palaa ja tuottaa myös lämpöä. Näistä kahdesta viimeisestä vaiheesta yleensä siis saadaan lämpöä uuden palavan aineen esilämmitykseen ja pyrolyysiin. Kaavio 1 havainnollistaa näitä palavan aineen läpikäymiä vaihteita. (Paloposki 2005, 22 - 23.)

Polttamisessa vaikeinta on luoda olosuhteet, joissa palaminen ja lämmöntuotto ovat mahdollisimman optimaaliset, eikä ilmaan vapaudu ympäristösäädösten vastaisia määriä hiukkaspäästöjä. Kiinteän aineen poltossa päästään yleensä hyvin tuloksiin huomioimalla seuraavat asiat:

Polttettavan aineen oikealla valinnalla voidaan luoda hyvä pohja tehokkaalle polttoprosessille. Erilaisille kiinteille polttoaineille on määritelty oma lämpöarvo, jota mitataan luovutettuna energiana massaa kohden. Tästä voidaan käyttää yksikköä megajoulea per kilogramma (MJ/kg). Suotavaa olisi tietysti valita sellainen aine, jonka lämpöarvo on mahdollisimman korkea, mutta valinnassa pitää ottaa huomioon myös muut rajoittavat tekijät kuten aineen hinta ja saatavuus. Lämpöarvoa yleensä heikentää aineen kosteusprosentti ja poltossa muodostuvan tuhkan määrä. Liika kosteus vähentää tuotetun lämmön määrää ja aiheuttaa epätäydellistä palamista, mikä johtaa ei-toivottujen hiukkaspäästöjen nousuun. Mikäli poltettava aine jättää suuria määriä tuhkaa, eikä sitä pystytä tarpeeksi tehokkaasti poistamaan, se muodostaa pesään kuonakerroksia ja haittaa polttoilman saantia. (Aho, Hietämäki, Hyytiä & Jalovaara 2003, 26 - 33.)

Oikeaoppinen polttoilman syöttö on myös yksi hyvin tärkeä asia hyvälaatuisen polton aikaansaamiseksi. Liian vähäinen hapen saanti aiheuttaa esimerkiksi hiiltä sisältävien aineiden poltossa myrkyllisen hiilimonoksidin (CO) syntymistä. Tämä samalla heikentää lämmöntuottoa ja tehokkuutta. Palamisprosessissa hapen saannin pitää olla niin suuri, että se riittää muuttamaan polttoaineen hiilidioksidiksi ja vedeksi. (Tulisijaopas 2006.)

Suurissa teollisuuskäyttöön suunnitelluissa polttopesissä ilmansyöttö hoidetaan sähkömoottorikäyttöisillä puhaltimilla, joita ohjataan tarkalla polttoprosessia seuraavalla säätöjärjestelmällä. Syöttö tapahtuu kahdessa tai kolmessa vaiheessa,

joille tyypillisiä ovat seuraavat ominaisuudet: Primääri-ilma syötetään arinan alapuolelta suoraan palavaan aineeseen. Sekundääri- ja joissakin tapauksissa käytetyllä tertiääri-ilmalla pyritään polttamaan itse pääpalosta irtoavia palamiskelpoisia kaasuja. Tarkalla primääri-ilman syötöllä ja esilämmityksellä pystytään palamistulosta ja polton nopeutta huomattavasti parantamaan. (Aho ym. 2003, 30 - 33.)

Palotilan muoto ja rakenne vaikuttavat suurelta osin kaikkiin edellä mainittuihin asioihin ja polttoaineen optimaaliseen palamiseen. Käytetyn tilan geometria määräytyy yleensä pääasiassa poltettavan aineen ominaisuuksien mukaan. Muotoilussa hyvä peruslähtökohta on se, että lämpö pääsee leviämään hyvin tasaisesti palotilaan eikä pesään jää epätasaisia kylmempiä alueita. Polttoaineen syöttö tulee tapahtua myös siten, että syötetty aine leviää tilan jokaiseen osaan. Tämän lisäksi sopivalla pesän muodolla pystytään vaikuttamaan polttoaineen kuivumisnopeuteen johtamalla lämpimiä palokaasuja pesän alkuosaan, jossa polttoaineen syöttö tapahtuu. Näin päästään nopeammin pyrolyysi-vaiheeseen, ja koko prosessin tehokkuus paranee. (Aho ym. 2003, 30 - 33.)

Suomessa alle 10 MW:n polttolaitosten palotila on yleisimmin muotoiltu siten, että se soveltuu arinapolttotekniikan käyttöön. Arinapoltto on perinteisin kiinteän polttoaineen polttotekniikka ja siitä on tehty erilaisia variaatioita, jotka voidaan jaotella niiden ominaisuuksien mukaan seuraaviin ryhmiin: kiinteä taso- tai viistoarina sekä mekaaninen viistoarina. Mekaanisissa arinoissa pesään on asennettu joitakin liikkuvia elementtejä, jotka mahdollistavat palavan aineen sekoittamisen ja siirtämisen prosessissa eteenpäin. Tämän tyyppisten arinoiden on huomattu toimivan hyvin myös erittäin kostean polttoaineen poltossa (kosteusprosentti noin 60 %). Muissa arinatyypeissä massan siirtyminen tapahtuu painovoiman vaikutuksesta. (Aho ym. 2003, 30 - 33.)

2.2 Kiinteiden polttoaineiden tyypit

Suomessa on lämpölaitosten käytössä useita hinnaltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia kiinteitä polttoaineita. Seuraavassa on listattuna muutamia näistä:

- puu
 - briketti
 - pelletti
 - hake
 - puuhalko
 - jauho
- turve
 - pelletti
 - palaturve
 - jyrsinturve
- kivihiili
- vilja
- ruokohelppi.

(Tulisijaopas 2006.)

Tunnusomaista näille kaikille polttoainetyypeille on runsas varastotilan tarve verrattuna poltossa saatavaan lämpöenergian määrään. Esimerkiksi öljystä saatavaan energiamäärään verrattaessa varastotilan tarve pahimmassa tapauksessa on lähes kymmenkertainen. Suurin osa tässä mainituista kiinteistä polttoaineista ovat kuitenkin sellaisia, että Suomella on niiden suhteen hyvät varannot. Tämän lisäksi useiden tuotantolaitosten sivutuotteena syntyy polttoaineeksi kelpaavaa materiaalia, jolloin lämmitysmateriaalin hankinnan kustannuksia ei varsinaisesti tarvitse huomioida. (Seppänen 2001, 400.)

2.3 Puu polttoaineena

Puu on varmasti kaikkein perinteisin muoto lämpöenergian tuotannossa. Sen hankkimiseen ei välttämättä tarvita monimutkaisia välineitä tai kehittynyttä tietoa eikä puulle varsinaisesti tarvitse metsästä korjaamisen jälkeen tehdä muuta, kuin pilkkoa se pesään sopivaksi. Varsinkin Suomessa puu on uusiutuvana energia-muotona hyvin suosittu lämmönlähde niin kotitalouksissa kuin teollisuudessa.

Haloiksi hakkaaminen tai hakkeeksi silppuaminen ovat puun yksinkertaisimmat käyttömuodot. Näillä menetelmillä polttoaineen käsittelyn vaatima aika, vaiva ja energia ovat kaikkein vähäisimmillään, mutta puun lämpöarvo ja kosteusprosentti jäävät muita menetelmiä huonommalle tasolle. Hakkeesta ja haloista seuraava vaihtoehto on sahateollisuuden tuottama puujauho, jolla on helpon käsiteltävyytensä ja vähäisen tuhkan tuoton kannalta paremmat ominaisuudet. (Tulisijaopas 2006.)

Kun puupolttoaineen jalostus halutaan viedä korkeammalle tasolle, se puristetaan yleensä pelletiksi tai briketiksi. Pelletti on halkaisijaltaan 8 - 12 mm, lyhyt sylinterin muotoinen kappale, joka valmistetaan puristamalla puumassaa koneellisesti teräsmatriisin läpi. Puristuksen voima on niin kova, että lämpötilan nousu saa puun omat sidosaineet sulamaan ja pitämään pelletin kasassa sekä poistavat massasta tehokkaasti vettä. Kosteuden poistuminen lisää polttoaineen lämpöarvoa huomattavasti, kuten taulukosta 1 käy ilmi. Briketti valmistetaan samalla tavalla kuin pelletti ja sillä on samat ominaisuudet, mutta halkaisijaltaan briketti on noin 50 - 70 mm. Polton aikana pelletti säilyttää hyvin muotonsa, kun taas briketti hajoaa lähes välittömästi. (Tulisijaopas 2006.)

Polttoaine	Kosteus %	Nettitiheys Tehollinen lämpöarvo Tuhkapitoisuus			
		t / m ³	MWh / t	MWh / m ³	%
Briketit	12 -15	0,5 - 0,7	4,5 - 5,0	2,2 - 3,5	0,5 - 5,0
Pelletti	5 - 15	0,5 - 0,7	4,5 - 5,0	2,2 - 3,5	0,5 - 5,0
Puujauho	4 - 6	0,2 - 0,3	4,8 - 5,2	1,0 - 1,3	0,2 - 0,5
Hake	30 - 50	0,2 - 0,4	2,0 - 4,0	0,4 - 1,6	0,5 - 2,0
Turve	30 - 40	0,3 - 0,4	3,0 - 3,5	0,9 - 1,4	2,0 - 8,0
Kivihilli	5 - 15	0,7 - 0,9	7,0 - 9,0	5,0 - 8,0	7,0 - 15,0
Kaura		0,6	4,0 - 4,3		3,0

Taulukko 1: Kiinteiden polttoaineiden ominaisuuksia. Kaura lisätty jälkeempään. (Tulisijaopas 2006; Prizztech Oy 2007)

Raaka-aineena pelletin ja briketin tuotannossa voidaan käyttää lähes mitä tahansa tarpeeksi hienojakoista puumassaa, kuten haketta tai sahajauhoa. Lähtökohtana voidaan käyttää puun lisäksi myös muita materiaaleja. Esimerkiksi turve, maatalouden peltojäte ja paperiteollisuuden sivutuotteet kelpaavat raakamateriaaliksi. (Tulisijaopas 2006.)

Briketin ja pelletin kanssa yleensä ongelmaksi muodostuu korkea hinta ja monimutkainen valmistus normaaliin hakkeeseen verrattaessa. Tästä huolimatta hyvän ainetiheyden ansiosta kuljetus- ja varastointikustannukset laskevat sekä polttoaineen energiapitoisuus pysyy tasaisena ja korkealaatuisena. Lisäksi tuhkan määrä suhteessa tuotettuun energiamäärään laskee. (Tulisijaopas 2006.)

2.4 Turve polttoaineena

Suomessa on käytetty turvetta pitkään luotettavana ja tehokkaana energianlähteenä. Teollisuuden käyttöön se on löytänyt tiensä 1970-luvun puolivälissä ja nykyään siitä saadaan lämpöenergiaa useiden teollisuuslaitosten ja kotitalouksien käyttöön. (VAPO 2009.)

Turvetta syntyy suoalueilla, kun kasvit maatumisen tuloksena hajoavat ja muodostavat humusainetta. Ennen kuin suoalueella olevaa turvetta päästään hyödyntämään pitää suo raivata, ojittaa ja kuivata. Paljon työtä vaativan prosessin tuloksena saadaan kuitenkin käyttöön runsas ja pitkäkestoinen energiavarasto. (Virtuaalisuo 2009.)

Turpeen kerääminen voidaan suorittaa joko jyrshinturpeena tai palaturpeena. Jyrshinturpe nimensä mukaisesti jyrshittää koneellisesti irtonaiseksi kerrokseksi turvekentän pinnasta 10 - 40 mm:n syvyydeltä. Irtonaisen kerroksen annetaan kuivaa auringossa ja lopuksi se kerätään aumoihin hihnanostimella ja kärryillä. Palaturpeen tuotanto tapahtuu muuten samalla tavalla kuin jyrshinturpeen, mutta heti jyrshintävaiheessa irrotettu turve puristetaan 40 - 70 mm paksuiksi, lyhyiksi lieriöiksi ja jätetään aurinkoon kuivamaan. Palaturpeen kerääminen tapahtuu jopa 30 - 50 senttimetrin syvyydestä. (Virtuaalisuo 2009.)

Kuten taulukosta 1 näkyy, turpeen lämpöarvo kuutiometriä kohden on pienempi kuin puulla, mutta suoraan painoon verrattavien lämpöarvojen rajat ovat paremmat ja tasaisemmat. Tämä johtuu lähinnä turpeen huokoisuudesta. Tuhkaa turve tuottaa enemmän kuin puu, mutta myös turpeen ominaisuuksia voidaan parantaa ja -lostamalla turve pelletin tai briketin muotoon. (Tulisijaopas 2006.)

2.5 Kaura polttoaineena

Viljan poltto on nousemassa uudeksi mielenkiintoiseksi energian tuottomuodoksi perinteisten kiinteiden polttoaineiden rinnalle. Viljalajikkeista erityisesti kaura tarjoaa hyvät kasvuominaisuudet sekä korkean lämpöarvon. Kokemukset viljan poltosta ovat kuitenkin vielä hyvin rajoittuneet ja kattavampia tutkimuksia tarvitaan täyden hyödyn saavuttamiseksi. Tämä on tilanne ainakin kotitalouksien puolella, mutta suurissa lämpövoimalaitoksissa on siirrytty onnistuneesti viljan seospoltoon muiden kiinteiden aineiden kanssa. Mittauksiin perustuvan karkean arvion mukaan voidaan sanoa, että kolme kiloa kauraa vastaa noin yhtä litraa polttoöljyä. Kauran

hintaan suhteutettuna tämän on erittäin hyvä lukema. (Prizztech Oy 2007; Maatilan Pirkka 2004.)

Energiatuotantoon kelpaavia kasvilajeja on toki paljon muitakin, mutta kauran tekee ihanteelliseksi sen kyky kasvaa myös hieman karummassa maassa, jossa monet muut hyötykasvit eivät menestyisi. Kauran ohella tähän suoritukseen kykenee myös ruokohelmi. Lisäksi kauraa poltettaessa hiilidioksidin nettopäästöt ympäristön kannalta ajateltuna ovat nolla. (Prizztech Oy 2007.)

Energiakauran tuotannossa voidaan siis ottaa käyttöön ne peltopinta-alat, joiden tuotto maatilan talouden kannalta jäisi hyvin vähäiseksi tai joiden hyödyntäminen vaatisi tilakohtaisten kiintiöiden ylittämistä ja ylituotantoa. Monen voimalaitoksen polttojärjestelmässä pystytään suoraan hyödyntämään puintikostea kauraa, joten lisäkustannuksia ei tule edes jyvien kuivaamisesta. (Maatilan Pirkka 2004.)

Vaikka kauran lämpöarvo, hinta ja tuotannon helppous ovat ilmeisiä, on otettava huomioon myös haittapuolet. Prizztechin vuonna 2005 suorittamissa polttokokeissa kauralla huomattiin olevan suuria vaikeuksia tuhkan sintraantumisen kanssa palopäähän. Tämä ongelma tulee vastaan ilmeisesti vain pienissä polttolaitteissa ja käytettäessä kattilaa pitkään sen tehoalueen rajoilla. Toinen ongelmakohta kävi ilmi ruotsalaisen Äfab Sverigen tekemässä tutkimuksessa, jossa kauran polton todettiin aiheuttavan happamien palokaasujen muodossa runsasta korroosiota laitteistolle. Tältä kuitenkin vältytään, mikäli kauraa seostetaan muilla polttoaineilla ja savukaasut johdetaan järjestelmästä ulos ennen niiden tiivistymistä. Ongelmista huolimatta tarkan annostelun ja oikean polttotekniikan kanssa kauraa pystytään hyödyntämään tehokkaana kiinteänä polttoaineena varsinkin suurissa polttolaitoksissa. (Prizztech Oy 2007.)

2.6 Kiinteän aineen poltto Ekohell-laitteistolla

Liikesalaisuuksien säilyttämisen vuoksi tässä opinnäytetyössä ei voida käydä yksityiskohtaisesti läpi Ekohell-laitteiston poltossa tapahtuvaa toimintaa, mutta muutamia yhteyksiä yllämainittuihin asioihin voidaan tehdä.

Kuten edellä mainittiin, tehokas polttoprosessi saadaan aikaan valitsemalla hyvä polttoaine. Ekohellin tapauksessa lähes mikä tahansa kiinteä polttoaine käy, jolloin polttoaineen hinnasta ja saatavuudesta syntyvät ongelmat pienenevät. Huolimattomalla polttoaineen valinnalla saatetaan aiheuttaa myös ylimääräistä tuhkan syntymistä, mikä heikentää palamista. Tämä haittavaikutus on otettu huomioon pyörivässä arinassa olevien tuhkanpoistoreikien muodossa. (Ojala 2009.)

Seuraava palamisen kannalta tärkeä asia on palotilan oikea muotoilu. Ekohellin lieriön muotoinen pyörivä arina auttaa palamislämpöä ja palavaa massaa leviämään tasaisemmin koko arinan alueelle. Lisäksi jatkuva hämmennysliike poistaa palavan aineen pinnalle muodostuvaa tuhkaa ja pitää näin yllä optimaalisia olosuhteita puhtaalle palamiselle. (Ojala 2009.)

3 TYÖN TOTEUTUS

3.1 Alkuasetelmat

Työsuunnittelussa lähdettiin liikkeelle niistä vaatimuksista, jotka työlle asetettiin aloituspalaverissa (katso sivu 8). Ensimmäisenä tehtävänä oli lähteä selvittämään liikkuviin osiin tarvittavaa tekniikkaa ja toteutustapaa. Pienien mekaanisten osien suunnittelussa suurin vaikeus on osien valmistuksessa ja hankinnassa. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin tarkistamaan onko laitteen toteutus halutussa mittakaavassa ylipäättään mahdollista ja toimisiko materiaalivirran havainnollistaminen näillä laitteilla. Teknologiaa tutkiessa samalla laskettiin löytyneiden osien hintoja ja arvioitiin projektin kokonaiskustannuksia.

Sopivan mekaanisen toteutuksen löydyttyä voitiin siirtyä miettimään liikkuvien osien ohjausta. Tässä lähtökohtina haluttiin pitää yksinkertaista käytettävyyttä, varmatoimisuutta sekä halpaa hintaa. Ohjausjärjestelmä ei myöskään saisi vaikeuttaa laitteen helppoa siirrettävyyttä.

Riittävän tiedonhakemisen ja teknologioiden tutkimisen jälkeen kaikesta löydetystä materiaalista pystyttiin kokoamaan alustava suunnitelma, jonka pohjalta yksittäisiä osia voitiin alkaa mallintaa. Laitteiston suunnittelu suoritettiin 3D-cadillä käyttäen menetelmää, jossa osat piirretään suoraan kokoonpanoon omalle paikalleen. Tällä tavalla useita osia sisältävän kokoonpanon mallinnus on paljon helpompaa ja virheiden määrä vähenee, kun käsittelyssä olevaan kappaleeseen liitettävät muut osat nähdään jatkuvasti.

3.2 Materiaalivalinnat

Materiaalivalinnoissa suurimpana vaikuttavana tekijänä oli laitteen keveys. Valmistamalla mallia tullaan käyttämään esittelyyn asiakkaan luona ja erilaisilla messuilla, mi-

kä tarkoittaa sitä, että pienoismallia tullaan siirtelemään paikasta toiseen hyvin paljon. Sanomattakin on selvää, ettei laite silloin saa olla liian painava.

Tästä syystä laitteiston rakennukseen käytettävänä materiaalina päädyttiin käyttämään metalliosissa alumiinia ja muissa osissa akryylilevyä. Nämä materiaalit ovat kevyitä ja oikein käytettynä riittävän kestäviä haluttuun käyttötarkoitukseen. Molempien materiaalien saatavuus on myös hyvä. Käytettäessä kirkasta akryylilevyä laitteiden koteloinnissa saadaan lisäksi samalla esitettyä helposti laitteiston sisällä tapahtuvaa toimintaa. Alumiinista on tarkoitus valmistaa pienoismallin runko-osat. Alumiinin valintaa puoltaa myös sen helppo koneistettavuus, mutta valintaa tehdessä pitää huomioida se, että kaikkia alumiinityyppejä ei pystytä vaivattomasti hitsaamaan ja joidenkin osien välissä joudutaan käyttämään hitsiliitosta. Esimerkiksi yleinen seos EN AW 1050A ja 1200 käy tähän tarkoitukseen hyvin. (Valtanen 2002. 215).

3.3 Liikkuvien osien toimintaperiaate

Syöttölaitteisto ja etupesä olivat suunnittelun kannalta ajateltuna haasteellisimmat osat, koska niiden tulisi liikkua ja toimia alkuperäisen laitteiston tavoin.

3.3.1 Syötön toiminta

Syöttökoneisto alkuperäisessä laitteessa toimii siten, että hydraulinen sylinteri liikuttaa lieriön muotoista teräksestä valmistettua työntintä, joka puolestaan puskee edellään syöttösuppiloon tiputetun polttoaineen putkea pitkin etupesään. Laitteen rakenne on hyvin yksinkertainen. Se koostuu lähinnä yhdestä pitkästä putkesta, jonka puoleen väliin on tehty aukko syöttösuppilolle. Putken päähän on kiinnitetty syöttösylinteri ja sisälle työntävä mäntä. (Hanhineva 2009.)

Muutettaessa tämä laitteisto pienempään kokoon luonnollinen valinta olisi tietysti korvata hydraulinen sylinteri pienellä pneumaattisella sylinterillä ja pitää muutoin koko laitteisto esikuvansa mukaisena. Tästä kuitenkin seuraa monia huonoja puolia: Pneumatiikan liittäminen malliin vaatii mukana siirrettävää kompressoria, joka vaikeuttaa laitteen kuljettamista. Kompressorit tunnetusti ovat myös hyvin meluisia

(yli 70.0 dB), mikä haittaisi suuresti mallin toimintojen selostamista mahdolliselle asiakkaalle. Lisäksi tulisi ottaa huomioon se, että kompressorin, venttiilien ja sylinterin yhteenlaskettu hinta on lähes yhtä suuri kuin muiden osien hinnat yhteensä.

Edellä mainituista syistä johtuen ryhdyttiin miettimään syöttölaitteen toiminnan toteuttamista sähkömekaanisella ratkaisulla. Suunnittelussa hyödynnettiin servosylinterin toimintaperiaatetta. Paikallaan pyörivään vakiokierteellä varustettuun ruuviin liitetään sylinterin mäntä, jonka sisälle porataan sylinterin iskun pituinen reikä vastaavalla kierteellä. Ruuvia pyörittämällä mäntä saadaan liikkumaan ruuvin pituusakselin suuntaisesti, jos männän mukana pyöriminen vain estetään sopivalla ohjurilla.

Normaalin sähkömoottorin ohjaaminen rajalta rajalle tapahtuvassa liikkeessä olisi ollut liian epätarkkaa ja vaikeaa, joten tutkimuksen kohteeksi otettiin askelmoottorit. Askelmoottoria voidaan ohjata hyvin helposti jopa muutama aste kerrallaan riippuen moottorin tarkkuudesta. Valitun moottorin huomattiin olevan kuitenkin mitoiltaan sen verran suuri (katso liite sivut 6 - 7), että sen sijoittaminen suoraan sylinterin yhteyteen olisi mahdotonta. Tästä syystä moottori päätettiin laittaa pienoismallin lattian alapuolelle, jolloin mekaanisessa suunnittelussa tehonsiirto piti vielä reitittää liikkuvalla sylinterille.

3.3.2 Etupesän toiminta

Etupesä on alkuperäisessä Ekohell-laitteessa toteutettu teräksisenä lieriönä, joka on asetettu pesän ympyränkaarireunoja seuraavien kiinteiden kiskopyörien vaaraan. Pesän ja sen alapuolella sijaitsevan tuhkaruuvien pyöriminen on saatu aikaan oikosulkumoottoreilla ja sopivalla välityksellä. (Hanhineva 2009.)

Pienoismallissa päädyttiin käyttämään myös samaa ratkaisua, mutta moottorina käytettiin normaalia DC-moottoria, josta otettiin käyttövoima sekä pyörivälle pesälle että tuhkaruuville. Tällä tavalla tarvittaisiin vain yksi moottori, mutta tehonsiirto piti suunnitella siten, että molemmat liikkuvat osat saadaan ketjutettua.

Monien erilaisten tehonsiirtotapojen tutkimisen jälkeen päädyttiin käyttämään hammaspyörillä tapahtuvaa tehonsiirtoa. Tämä ratkaisu osoittautui kaikkein yksinkertaisimmaksi laskennan, valmistuksen sekä muiden osien suunnittelun kannalta. Lisäksi työhön tarvittavat hammaspyörät ovat sen verran yksinkertaisia, että ne voidaan jopa tilata ainakin osittain valmiina osina niihin erikoistuneelta valmistajalta. Tämän osan suunnittelusta on tarkemmat tiedot sivulla 25.

3.4 Materiaalivirran havainnollistaminen

Yhtenä osana laitteistolta vaadituissa ominaisuuksissa oli mahdollisuus syöttää jotain jauhemaista ainetta laitteeseen ja seurata aineen kulkua järjestelmässä. Tämän tarkoituksena oli antaa asiakkaalle hyvä kuva siitä, kuinka kiinteä polttoaine etenee prosessin läpi. Lisäksi valoeftien käyttöä mietittiin palokaasujen liikkeiden havainnollistamiseen.

3.4.1 Syötettävän aineen liikkuminen

Suurimpana haasteena oli keksiä, kuinka jauheen saa sujuvasti kulkeutumaan pesän läpi ja tippumaan tuhkatilaan. Yhtenä vaihtoehtona oli käyttää pesän alkupäästä syötettävää paineilmapuhallusta, joka voitaisiin johtaa esimerkiksi työntintä käyttävän sylinterin poistoilmasta. Tämä olisi kuitenkin vaatinut jälleen pneumatiikkajärjestelmän rakentamista, mikä hylättiin jo syöttölaitteistoa suunnitellessa. Hallitsematon ilmapuhallus olisi myös saattanut laittaa pesässä olevan aineen pölyämään ja pilannut täysin haetun efektin.

Ongelma osoittautui kuitenkin lähes itsestään ratkeavaksi, kun tutustuimme palaverissa pääsuunnittelija Juhani Hanhinevan kanssa alkuperäisen laitteiston toimintaan paremmin. Lastattaessa jauhemaista materiaalia pyörivän lieriön sisälle jauhemassa pyrkii aina tasoittamaan itsensä lieriön pohjalle ja, mikäli lieriö asetetaan vielä lievään kulmaan, saadaan jauhe ruuvaantumaan lieriöstä ulos itsestään. Lieriön tuhkanpoistoreistä varisee myös osa aineesta. Nämä asiat pitää tietysti ottaa huomioon lieriön kannattimien suunnittelussa. (Hanhineva 2009.)

3.4.2 Palotilaan lisättävät valoefektit

Konkreettisen materiaalivirran suunnittelun yhteydessä huomattiin, että laitteen toiminnalle voitaisiin saada runsaasti lisäilmettä koko palotilan kattavilla valotehosteilla. Koska suurin osa laitteiston koteloinnista rakennetaan kirkkaasta akryylilevystä, on tähän materiaaliin hyvin helppo upottaa esimerkiksi led-valoja. Havainnollisuutta ja näyttävyyttä saadaan myös mukavasti lisättyä tekemällä levyihin kaiverruksia, jotka etenevät lämpövirran suunnassa. Ohjauslaitteiston kautta voidaan myös asettaa led-valoille jokin vilkuntakuvio, jolla lämmön siirtymistä voidaan havainnollistaa tehokkaammin.

3.5 Laitteen toimintojen ohjaus

Laitteen eri toimintojen ohjaus piti saada toteutettua siten, että se ei huomattavasti nostaisi laitteen hintaa, mutta olisi kuitenkin helppo toteuttaa. Koska laitteen toiminnot ovat kohtalaisen yksipuolisia, ei ohjausjärjestelmän suorituskyvylläkään tarvitse asettaa suuria vaatimuksia. Edellä mainituista ehdoista näkee selvästi, että ohjelmoitavan logiikan valjastaminen tähän käyttöön olisi tuhlausta ja hintakin nousisi aivan liian korkeaksi. Tästä syystä päädyttiinkin käyttämään mikrokontrolleria.

Mikrokontrollerin käyttäminen tuo mukanaan useita etuja, joista selkein on ohjausjärjestelmän halpa hinta. Ohjauksen rakentaminen pitää mikrokontrolleria käytettäessä rakentaa laitteelle yksilöllisesti, mutta yleisien kytkentöjen ja mahdollisten valmiina hyllystä löytyvien piirikorttien hyödyntäminen on tässäkin tapauksessa varmasti mahdollista. Täysin suoria kytkentöjä piirikortilta ei varmaankaan voida tehdä ainakaan moottorien ohjaukseen, vaan molemmille moottoreille tarvitaan erillinen ohjainkortti. Led-valojen ohjaus onnistunee suoraan piirikortilta, mikäli valoja ei käytetä kovin suurta määrää. Tarkemman kuvan laitteen ohjauksesta saa liitteenä olevasta lohkokaaviosta toteutussuunnitelman sivulta 44.

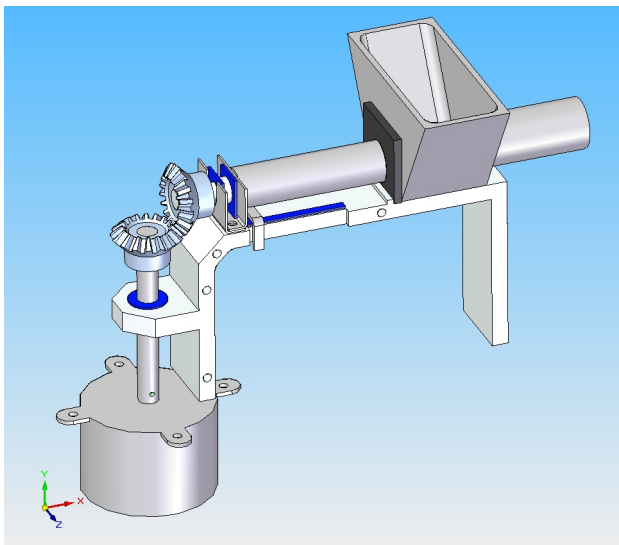
3.6 Laitteiston osat

Laitteiston osien suunnittelussa parhaaksi lähestymistavaksi havaittiin koko laitteen jakaminen pienempiin osakokoonpanoihin. Näin saatiin selkeä kuva jokaiseen osaan liittyvistä vaatimuksista.

3.6.1 Syöttölaite

Syöttölaitteen toiminnassa päädyttiin siis tuottamaan laitteen käyttövoima sähkömekaanisesti askelmoottorin avulla. Moottorin suuren tilantarpeen vuoksi se jouduttiin kuitenkin sijoittamaan pienoismallin lattian alapuolelle, jolloin tehonsiirron toteutukseen tulee tiettyjä haasteita.

Selkeimpänä ja vähiten tilaa vievänä ratkaisuna pidettiin kuitenkin kartiohammaspyöräparin käyttöä. Käyttävä ruuvi pystytettiin tukemaan ohutlevyosilla ja työntimen syöttöradan avulla riittävän tukevasti paikalleen, jotta se kykenee ottamaan kulmavaihteen tuottamat sivuttaisvoimat vastaan. Kulmavaihteesta suoraan alaspäin lähtee tehon syöttävä akseli, joka saatiin tuettua laitteen runkoon lisättävällä ulokkeella ja askelmoottorin akseliin kiilaruuviliitoksella. Akselien kitkaton pyöriminen pyrittiin varmistamaan lisäämällä akselien tuentakohtiin nylonholkit tai -prikat. Tehonsiirto on mallinnettuna kuvassa yksi, jossa jalustan sisälle jäävä askelmoottori näkyy alimmaisena.

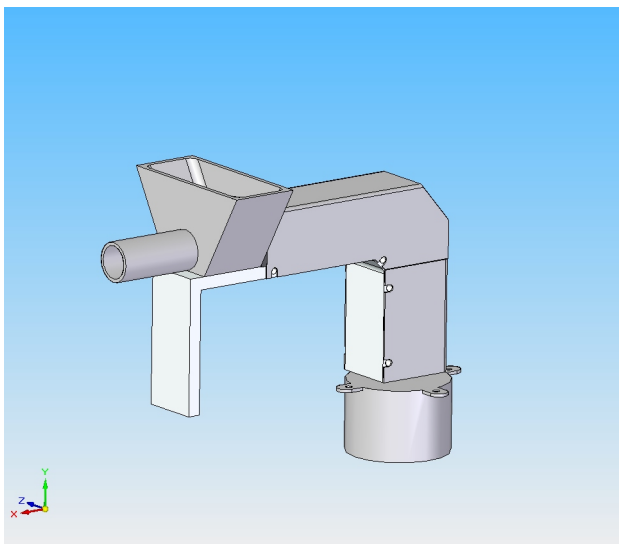


Kuva 1: Syöttölaitteen tehonsiirto

Työntimen pitkittäisen liikkeen aikaansaamiseksi tarvittiin riittävä tuenta, joka estäisi työntimen mukana pyörimisen, kun ruuvia pyöritetään. Tämän tyyppisen ohju-
rin tulisi liukua siis työntimen mukana mahdollisimman kitkattomasti, mutta samalla
olla tarpeeksi jäykkä. Tarkoitukseen sopiva kappale saatiin suunniteltua 2 mm:n
alumiinilevystä. Jos levystä leikataan 5 mm leveä osa, joka taivutetaan L:n muo-
toon, saadaan siitä sopiva ohjuri vastaamaan syöttölaitteen runkoon. Rungon ja
ohju-
rin väliin piti sijoittaa siivut nylonlevyä vähentämään kitkaa.

Ohjurista rungon ulkopuolelle jäävää osuutta voitiin myös hyödyntää mekaanisten
rajakytkimien laukaisemiseen. Näitä osia tarvitaan mallissa estämään sen rikkoon-
tuminen, mikäli syötön työntä yritetään ajaa liian pitkälle jompaankumpaan ääri-
laitaan.

Syöttölaitteen runko ja syöttörata rakennettiin edellä mainittujen toimintaan liittyvi-
en elementtien ehdoilla. Koska nämä kappaleet aiottiin valmistaa alumiinisesta
aihiosta koneistamalla, suunnittelussa tuli myös miettiä työstökoneen asettamia
vaatimuksia, kuten riittävän hyvää kiinnitystä ja taskujen koneistukseen käytettyjen
tappien minimihalkaisijaa. Rungon ja koteloinnin mallinnus on kuvassa kaksi.

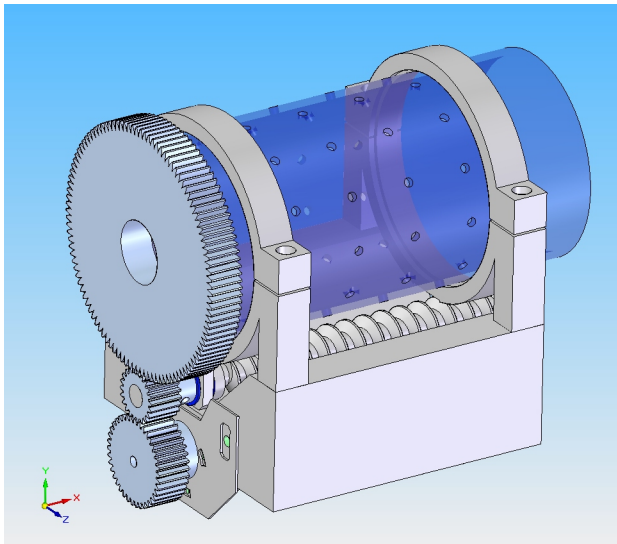


Kuva 2: Syöttölaitteen runko ja kotelointi

3.6.2 Etupesä

Etupesän suunnittelun haastavin vaihe oli tukea arinana toimiva lieriö paikoilleen siten, että se pääsisi sujuvasti pyörimään, mutta pysyisi silti tarkasti tilassaan. Tuennan ei saanut myöskään haitata tehonsiirtoon käytettävien hammaspyörien asentamista. Pitkän tutkinnan jälkeen päädyttiin siihen, että lieriön kylkeen kiinnitettävät kiskot ja ympäri kulkevat pannat ovat kaikkein helpoin kiinnitys valmistuksen ja kokoamisen kannalta. Pannat päätettiin valmistaa sorvaamalla ja muotoilla samalla riittävän syvät radat pantojen sisäpintaan lieriön kylkeen kiinnitettävälle kiskoille. Kiskoihin suunniteltiin käyttäväksi kapeita nylonlevyn paloja, jolloin pannan ja kiskon välinen kitka olisi mahdollisimman pieni. Asennuksen helpottamiseksi pannat jaettiin kahteen osaan, jotka puristetaan ruuviliitoksella yhteen ja liitetään etupesän tuhkakouruun, joka toimii myös runkona.

Rungon valmistukseen nopein ja vaivattomin tapa oli koneistaa se yhtenä osana alumiinista. Rungon yläosaan muotoiltiin kouru, johon kaikki lieriön rei'istä tippuva jauhe saataisiin kerääntymään, ja josta edelleen ruvikuljetin siirtää jauheen tuhkalatikkoon. Kuvassa kolme on esitetty etupesän kokoonpano.

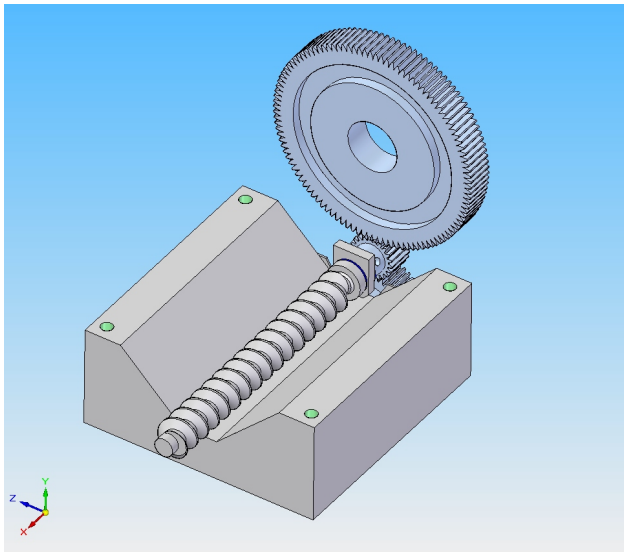


Kuva 3: Etupesän kokoonpano

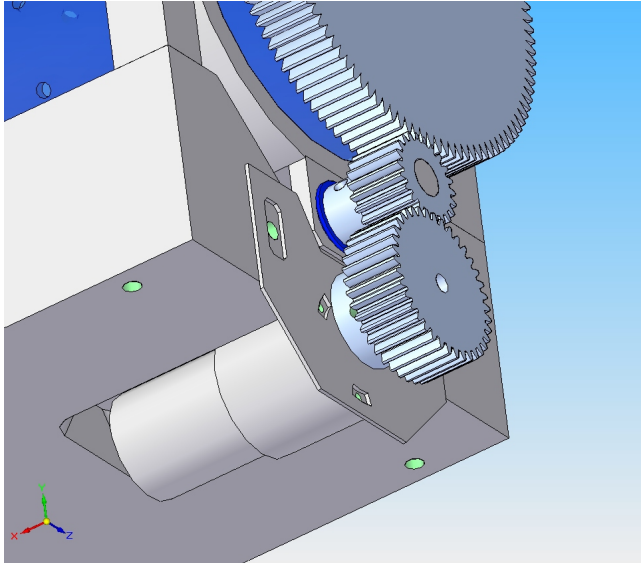
Tuhkaruuvi oli aluksi tarkoitus valmistaa alumiinista, mutta pitkän ja ohuen kappaleen sorvaaminen olisi ollut liian haastavaa ja vaivalloista. Tästä syystä osan te-

kemisessä päädyttiin käyttämään koululta löytyvää pikamallinnuslaitetta. Koneen pääasiallinen käyttötarkoitus on valmistaa muovista kokeellisia pikamallinnuskappaleita tuotantoon menevistä laitteista ja osista. Mallinnuskoneen käyttämä materiaali on kuitenkin niin lujaa ja kestävä, että sen ominaisuudet riittävät myös pienissä laitteissa käytettävien osien tekemiseen. Tässä tapauksessa tuhkaruuviin kohdistuvat voimat arvioitiin sen verran pieniksi, että pikamallinnuksen käyttö ruuvin tekemiseen olisi erittäin hyvä vaihtoehto.

Etupesään liitettävälle hammaspyörälle luonnollisin paikka tuntui olevan lieriön päässä, missä sen liittäminen tuhkaruuvia käyttävään hammaspyörään olisi helppoa. Tällä tavalla saatiin samalla suljettua lieriön avoin pää, eikä syötettävä tavara pääsisi valumaan koneistoon. Hammaspyörä piti vain muotoilla siten, että se sopisi tiukasti ja tasaisesti lieriön päähän. Normaalisti hammaspyörän kiinnitykseen käytetty keskiöreikä voitiin hyödyntää siten, että syöttölaitteen putki saatiin kätevästi pesän puolelle. Kuvassa neljä on esitetty tuhkaruuvi ja hammaspyörät sijainti.



Kuva 4: Etupesän tuhkaruuvi ja hammaspyörät



Kuva 5: Etupesän moottorin kiinnitys

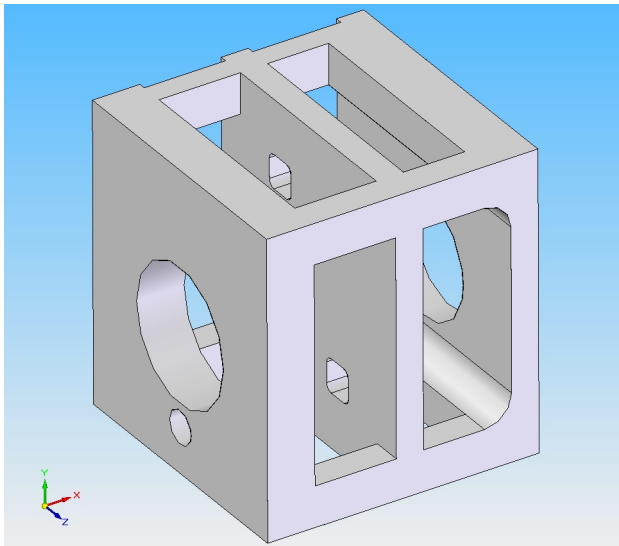
Etupesän tehonsiirrossa käytetyt kaksi muuta hammaspyörää sijoitettiin siis tuhkaruuvien päähän ja koko laitetta käyttävään DC-moottoriin. Moottoria varten tuhka-kourun alle muotoiltiin sopiva tila, johon moottori asennettiin levyllä ja laippaliitoksella. Levyn tehdyt sovitereiät mahdollistavat kahden alemman hammaspyörän säätämisen juuri oikealle etäisyydelle toisistaan, kuten kuvasta viisi voi todeta. Hammaspyörien välityssuhteet muodostuivat myös sopivasti siten, että arina pyörisi viisi kertaa hitaammin kuin tuhkaruuvi, mikä vastaisi pienoismallissa hyvin oikean laitteiston toimintaa.

3.6.3 Jälkipalotila

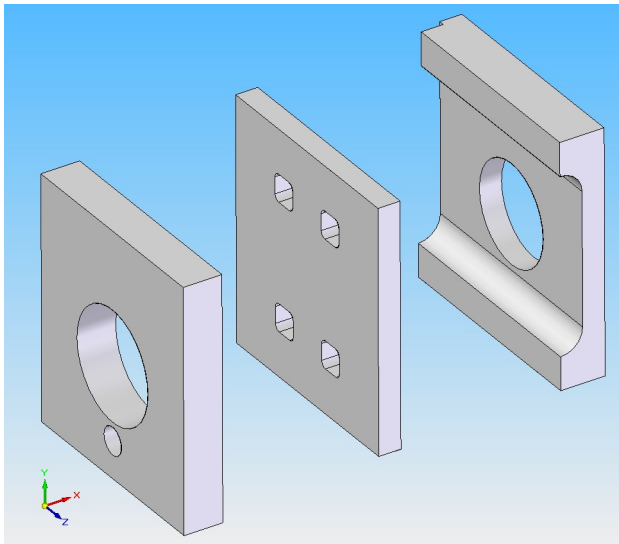
Jälkipalotilan toteutus oli siinä mielessä helppoa, että siihen ei tullut mitään liikkuvia osia. Tärkeimpänä asiana pidettiin vain sitä, että pienoismallin tämä osio vastaa ulkonäöllisesti mahdollisimman tarkasti esikuvaansa.

Alkuperäisessä laitteessa jälkipalotila on teräsrakenteen sisälle muurattua tiiltä, joiden väliin on jätetty kanavat lämmönkulkeutumista varten (Hanhineva 2009). Mikäli osan tekemiseen olisi käytetty akryyliä, sen kiinnittäminen muuhun laitteistoon olisi ollut kohtalaisen haastavaa ja eri liitännäreikien saaminen paikoilleen liian epätarkkaa saatavilla olevalla laitteistolla. Tästä syystä päädyttiin käyttämään

alumiinista koneistettuja osia, joista jälkipalotilan lämmönjohtokanavat koottaisiin. Koneistuksen helpottamiseksi tila jaettiin kolmeen erilliseen seinään ja niitä yhdistäviin liitososiin. Kokoamisvaiheessa nämä osat liitettäisiin TIG-hitsausta käyttäen. Kuvassa kuusi on rungon malli kokonaisena ja kuvassa seitsemän on erikseen koneistettavat runko-osat.



Kuva 6: Jälkipalotilan runko



Kuva 7: Jälkipalotilan rungon osat

Jälkipalotilan koteloinnissa päätettiin jatkaa samalla linjalla etupesän kanssa: Koko osa verhoiltiin kirkkaalla akryylilevyllä ja yläosaan jätettiin erikseen avattava luuku, jotta etupesästä tapahtuvaa tuhkanpoistoa voidaan seurata. Kuten edellä mainittiin, jälkipalotilan kirkkaita akryyliseiniä voitiin myös hyödyntää valoeffektien

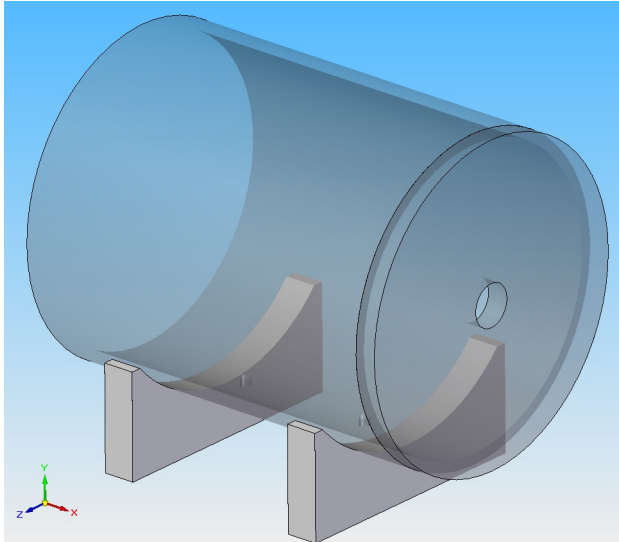
luomiseen. Lisäämällä taustalla olevaan akryyliseinään useita kerroksia led-valoilla varustettuja ylimääräisiä akryylilevyjä saatiin myös jälkipalotilasta tehtyä katsojan kannalta ajateltuna mielenkiintoisempi. Lisäksi suunniteltiin, että akryyliin tehdyillä kaiverruksilla pystyttäisiin havainnollistamaan lämmön kulkeutumista jälkipalotilan sisällä. Muulla tavoin tämän esittäminen olisi hyvin vaikeaa. Ajatus on lähtöisin tietokoneiden kotelojen koristeluun tarkoitetuista niin sanotuista yksinkertaisista valomainoksista. Tarkemmat tiedot jälkipalotilan rakentamisesta ja akryyliin upotettujen ledien toiminnasta voi lukea liitteenä olevasta pienoismallin toteutussuunnitelmasta sivuilta 34 - 47. (Pönkkö 2008.)

3.6.4 Lämmön talteenotto

Viimeinen osa Ekohell-laitteistoa on lieriönmuotoinen tila, jossa tuotettu lämpö kerätään käyttökohteeseen siirtoa varten ja, mikäli generaattorilisävaruste on asennettu, osa lämmöstä menee suoraan sähkön tuottoon. Ulkopuolisesti tarkasteltuna lämmön talteenottolaitteisto on siis täysin passiivinen komponentti, kuten jälkipalotilakin. (Hanhineva 2009.)

Tilan rungon rakentamiseen päätettiin käyttää akryyliputkea, johon näyttävyyden ja kiinnostavuuden lisäämiseksi sijoitettiin myös led-valaistus. Tämän osan kohdalla haluttiin luoda kuva lämmön tasaisesta leviämisestä koko tilan alueelle, mistä joh-tuen käytetyn akryyliputken sisäpinta päätettiin hioa karheaksi hienoa hiekkapapereä käyttäen. Tasaisesti hiottu akryylin pinta taittaa led-valoista tulevan valon yhtenäisesti saaden koko putken hehkumaan kauttaaltaan.

Osan jalusta ajateltiin toteuttaa alumiinisena koneistusosana kahdessa palassa. Näin voitiin taata helppo valmistettavuus sekä osien tukeva kiinnittyminen pienoismallin runkoon. Kuvassa kahdeksan on esitetty lämmön talteenoton malli.



Kuva 8: Lämmön talteenotto

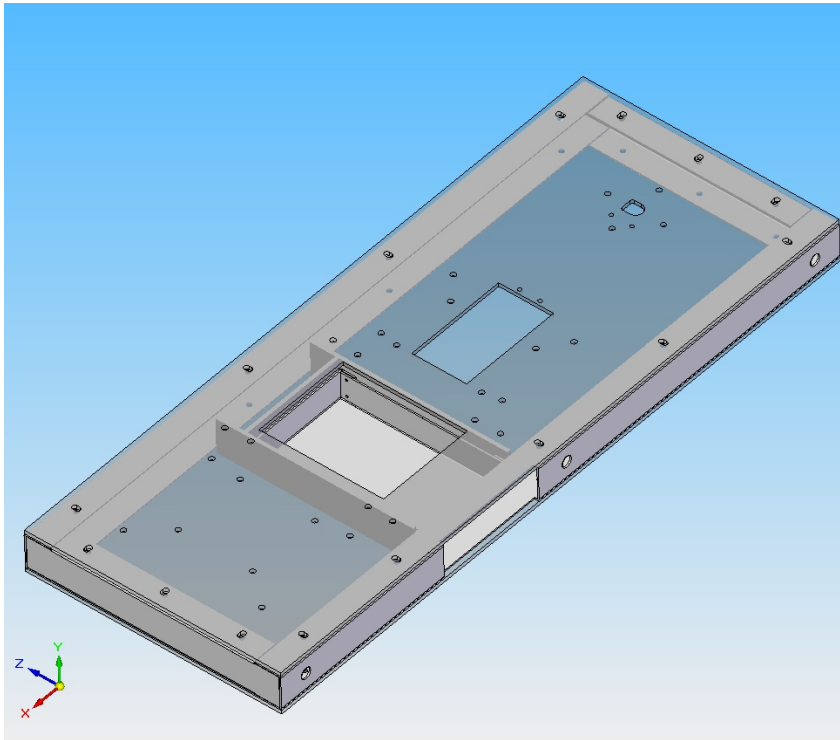
Kotelooverhoilu tälle osalle tehtiin myös akryylilevystä, kuten jälkipalotilan ja etupesänkin kohdalla. Tässä osassa ei kuitenkaan pidetty aiheellisena tehdä avattavaa luukkuja koteloon, koska sisällä olevien osien yksinkertaisuus ei antanut tähän hyvää syytä.

3.6.5 Laitteen jalusta ja kotelointi

Lopuksi kaikille suunnitelluille osille piti saada vielä tukeva jalusta, joka toimisi koko pienoismallin runkona. Sen sisälle piti saada myös sopimaan kaikki toiminnallisuuteen liittyvät asiat sopivasti piiloon. Näihin lukeutuivat muun muassa moottorit ja laitteiden ohjaukseen käytetyt johdot. Jalustan ulkomitat määriteltiin sen mukaan, että kaikki halutut laitteet sopivat riittävän hyvin jalustalle eikä se näytä liian täyteen ahdetulta. Korkeus määräytyi pääasiassa syöttölaitetta käyttävän askelmoottorin korkeuden ehdoilla, sillä se oli kaikkein suurin jalustaan sijoitettavista komponenteista.

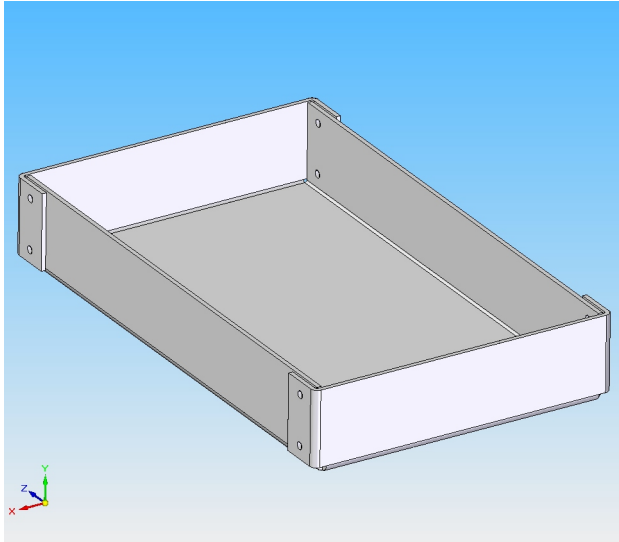
Alun perin materiaalina suunniteltiin käyttää kahta akryylilevyä, jotka muodostaisivat jalustan pohjan ja kannen. Toteutuksessa ylempään osaan tulisi kuitenkin runsaasti reikiä, sillä kaikki osat kiinnitetään ruuveilla pohjastaan kiinni jalustan kanteen. Tästä syystä toteutuksen yhteydessä aiotaan tutkia mahdollisuutta valmistaa kansi ja pohja ohutlevyosana, jolloin osat voidaan leikata laserilla ja reikien

sijoitus on mahdollisimman tarkkaa. Myös reunoihin tulevat jäykisteet, jotka toimivat jalustan pystyseininä, tehdään ohutlevyosista. Kuvassa yhdeksän on jalustan malli ylhäältäpäin esitettynä.



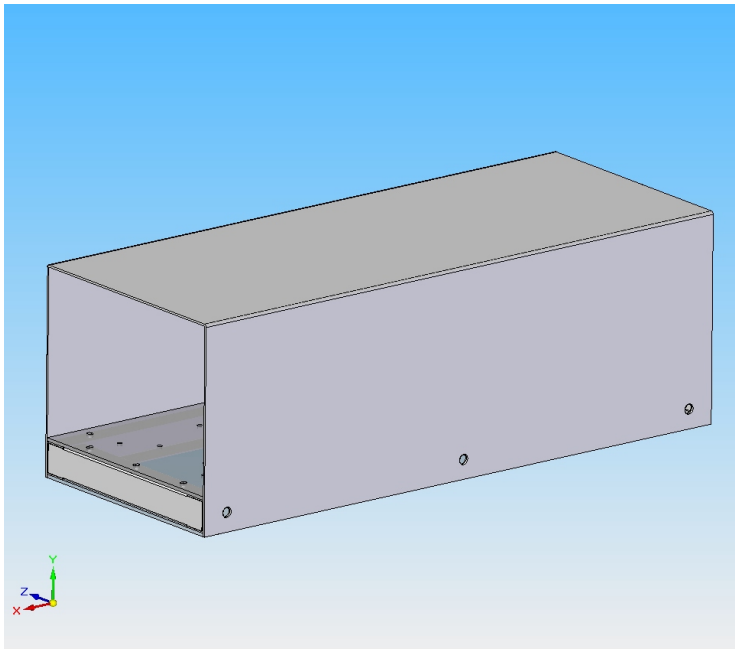
Kuva 9: Pienoismallin jalusta

Jalustan sisälle jälkipalotilan alle piti tehdä oma tilansa tuhkalaatikkaa varten. Tätä laatikkaa käytetään pienoismallin läpi käytetyn materiaalin keräämiseen ja helppoon poistamiseen laitteesta. Tuhkalaatikko suunniteltiin toteutettavaksi ohutlevyosana, jolloin sen kasaaminen voidaan suorittaa taittelemalla ja vetoniiteillä. Alkuperäistä esikuvaansa pienoismalli muistuttaa tässä kohtaa ainakin siinä mielessä, että aidossa laitteessa tuhkanpoisto tapahtuu myös tässä samassa kohdassa, mutta vain automaattisella kuljettimella. Kuvassa 10 on jalustan sisälle sijoitettava tuhkalaatikko.

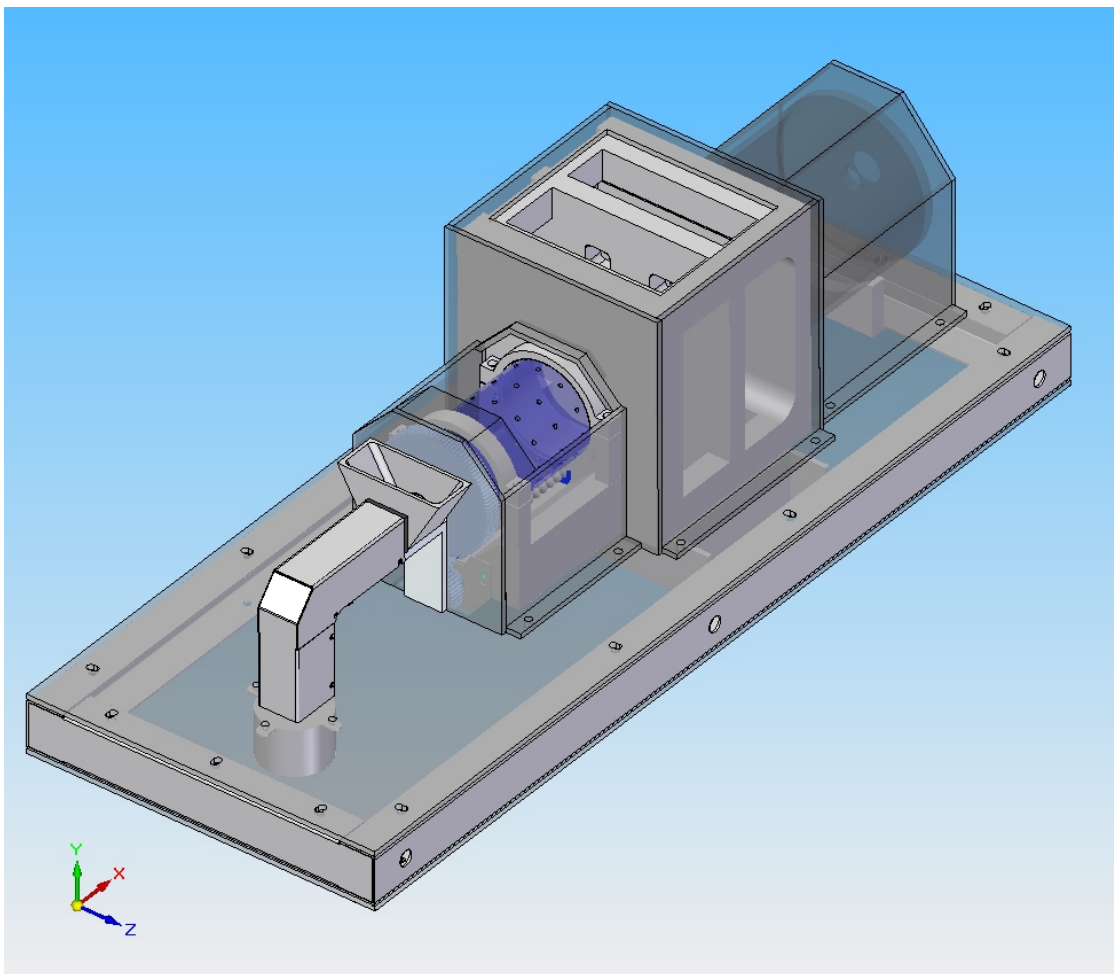


Kuva 10: Tuhkalaatikko ohutlevyosana

Laitteen runsaan liikuttelemisen vuoksi kuljetuksen ajaksi tarvittiin sopiva suojuus, mikä mahdollistaisi mallin suojaamisen vaurioilta siirrettäessä. Tässä päädyttiin tekemään koko laitteen mittainen ja suorakulmaisensärmiön muotoinen ohutlevyosa, joka voitaisiin nostaa yhtenä palana laitteen päälle. Kiinnitystä ja päihin lisättäviä jäykisteitä voidaan mieltää vielä tarkemmin toteutuksen yhteydessä, mutta suunnitelmissa kiinnitys on ohjeellisesti esitetty jalustan ja suojuksen läpi kulkevilla alumiiniputkilla, jotka lukitsevat suojan paikoilleen. Kuvassa 11 on jalusta suojan kanssa. Kuvassa 12 on esitetty jalusta ja kaikki siihen kiinnitettävät laitteet valmiina kokoonpanona. Kuvassa näkyvät myös laitteiden akryylistä valmistetut kotelot.



Kuva 11: Jalusta ja kuljetussuojus



Kuva 12: Valmis jalusta laitteiden kanssa

3.7 Valmiin suunnitelman esitysmuoto

Jotta suunnitelmista saisi parhaan mahdollisen hyödyn irti toteutusvaiheessa, piti kaikki työhön liittyvät ohjeistukset ja dokumentit saada järjestettyä järkevästi. Loogisuuden takaamiseksi päätettiin ohjeistuksen kokoamisessa käyttää sitä järjestystä, jossa varsinainen työ luultavammin tultaisiin toteuttamaan.

Jokaisesta suunnitellusta osasta tehtiin piirustus, jotka tulostettiin yhtenäiseksi dokumentiksi. Osien piirustusten yhteyteen lisättiin kirjallisessa muodossa eri kappaleten kohdalle mietittyjä materiaalivalintoja sekä erilaisia valmistukseen liittyviä ajatuksia. Tämän lisäksi CAD-ohjelmalla tehdyt mallit sisällytetään CD-levyllä kirjallisen aineiston tueksi. Näin pystytään takaamaan se, että pienoismallin kokonaiskuvan hahmotus on mahdollisimman helppoa ja piirustusten mittoja voidaan tarkistella. Lisäksi valmiita mallitiedostoja voidaan hyödyntää suoraan niitä tukevilla työstökoneissa.

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä suunnitelma Ekohell biopolttolaitoksen pienoismallin toteutuksesta. Ekohell on Kristiinankaupungissa sijaitsevan Nordautomationin kehittämä innovatiivinen polttolaitos, jonka toimintaa ja tekniikkaa haluttiin päästä markkinoinnin tarpeita ajatellen esittelemään tarkemmin. Asian suhteen tultiin siihen tulokseen, että parhaiten laitteen toimintaa voidaan esitellä pienoismallilla, joka sisältäisi vastaavat toiminnalliset osuudet ja ulkomuodon alkuperäisen laitteiston kanssa.

Tavoitteena oli tehdä mahdollisimman yksiselitteinen ja yksityiskohtainen suunnitelma, jonka pohjalta polttolaitoksen pienoismallin rakentaminen olisi sujuvaa. Työn tuloksena syntyneessä ohjeessa käydään läpi jokaisen osan rakentaminen sanallisesti ja osaan liittyvän piirustuksen kanssa. Pienoismallin toiminnallisten osien sähkö- ja ohjausjärjestelmistä piirrettiin lohkokaavio, josta käy ilmi kaikkien liikkuvien osien ohjaukseen tarvittava elektroniikka. Lisäksi työn liitteeksi poltettiin CD-levy, joka sisältää kaikki tuotetut mallitiedostot tarkastelua ja työstökoneille syöttämistä varten. Tästä syystä voitaneen sanoa, että haluttuun tavoitteeseen päästiin ja työ oli näiltä osin onnistunut. Lopullinen arvio ohjeen toimivuudesta voidaan antaa vasta itse toteutuksen yhteydessä. Valmis ohje on liitetty tämän opinnäytetyön liitteisiin tarkasteltavaksi.

Polttolaitteiston suunnitteluprosessin aikana vastaan tuli monipuolisia ongelmia, joista kuitenkin selvittiin perusteellisella tutkimustyöllä. Suurin osa näistä ongelmista liittyi pienoismallirakentajille yleiseen haasteeseen eli laitteen fyysiseen kokoon. Pienien osien toteutukseen ei välttämättä ole olemassa minkäänlaista valmistustekniikkaa, joten jokaisen osan suunnittelussa piti ottaa valmistukseen liittyvät asiat erittäin huolellisesti huomioon. On hyvin helppoa suunnitella vahingossa jotain sellaista, jonka valmistuksen myöhemmin huomaa olevan täysin mahdotonta konepajasta löytyvillä laitteilla. Erityisen haastavia olivat kaikki tehonsiirtoon ja muihin liikkuviin komponentteihin liittyvät osat. Näiden kohdalla pelkän tarkan valmistuksen suunnittelu ei riittänyt, vaan ideoinnissa piti huomioida myös kappala-

leen liikkuminen. Tästä syystä myös muutamien osien ulkonäön ja komponenttien toiminnan välillä jouduttiin tekemään pieniä kompromisseja.

Ongelmista huolimatta ja ehkä juuri niiden ansiosta voisi sanoa, että työ oli kokonaisuutena erittäin antoisa ja opettavainen. Suunnittelutyössä huomioonotettavat asiat oppii kaikkein tehokkaimmin itse työtä tekemällä ja siinä vastaan tulevia ongelmia selvittämällä. Tässä työssä erityistä oli osien pieni koko, mikä sulki pois täysin mahdollisuuden käyttää koneenrakennuksessa yleisesti käytössä olevia ratkaisuja esimerkiksi tehonsiirrossa. Laitteiden suunnittelu piti osittain opiskella uudestaan tämän työn sanelemilla ehdoilla. Näiden haasteiden selvittämisessä hankittu kokemus tulee varmasti osoittamaan hyödyllisyytensä työelämässä.

LÄHTEET

- Aho, J., Hietämäki, E., Hyytiä, H. & Jalovaara, J. 2003. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5-50 MW polttolaitoksissa Suomessa. [Raportti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Hanhineva, J. 2009. Pääsuunnittelija. Nordautomation. Palaveri 14.8.2009.
- Maatilan Pirkka. 2004. Energiateollisuus miettii kauran tuotantoa jäte-lietteen voimalla. [Verkkolehtiartikkeli]. [Viitattu 21.09.2009.]. Saatavissa:
<http://www.maatilan.pirkka.fi/default.aspx?path=4;155;178&id=827>
- Nordautomation. 2009. Yrityksen kotisivu. [Verkkosivu]. Kristiinankaupunki. [Viitattu 22.9.2009.]. Saatavana:
<http://www.nordautomation.fi>
- Ojala, P. 2008. Bio-energian polttolaitteisto markkinointisuunnitelma. Kristiinankaupunki: Nordautomation.
- Ojala, P. 2009. Toimitusjohtaja. Nordautomation. Palaveri 4.6.2009.
- Paloposki, T. 2005. Paloturvallisuustekniikan perusteet. [Luentomateriaali]. Helsinki: Teknillinen korkeakoulu. [Viitattu 20.09.2009.]. Saatavissa:
http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opetus/Patuper/2005/Luennot/PTT2005_Luento02.ppt
- Prizztech Oy. 2007. Kesannosta energiaksi – lietteistä ravinteiksi. [Verkkosivu]. Pori:Prizztech Oy. [Viitattu 20.09.2009.]. Saatavissa:
<http://www.prizz.fi/sivu.aspx?taso=4&id=334>
- Pönkkö, J. 2008. Monikerroskaiverruksen animointi. [Verkkosivu]. MetkuMods. [Viitattu 4.10.2009.]. Saatavissa:
<http://metku.net/index.html?path=mods/multilayer-animation/index>
- Suomalainen tietosanakirja. 1992. Palaminen. Vantaa: Amer-yhtymä Oy Weilin+Göös.
- Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. p. Helsinki: Suomen LVI-liitto ry.
- Valtanen, E. 2002. Tekniikan taulukkokirja. 12. p. Jyväskylä: Genesis-Kirjat Oy.

VAPO. 2009. Luotettavaa biopolttoainekauppaa energiaturpeella. [Verkkosivu]. Jyväskylä: Vapo Oy. [Viitattu 21.09.2009.]. Saatavissa: http://www.vapo.fi/fin/kunta_ja_yritysasiakkaat/biopolttoaineet/energiaturve/?id=155

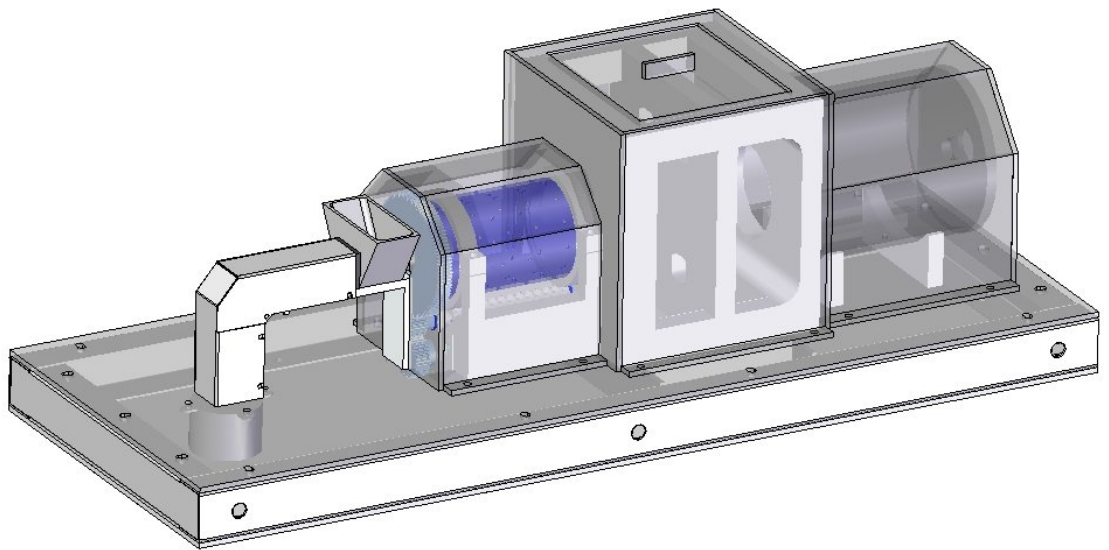
Virtuaalisuo. 2009. Turveteollisuus Suomessa. [Verkkosivu]. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto Agora Center. [Viitattu 20.09.2009.]. Saatavissa: <http://agl.cc.jyu.fi/visu/index.php?id=21>

LIITTEET

EKOHELL

Bio-energian polttolaitteisto

Pienoismallin toteutus suunnitelma



SISÄLLYS

1 Yleiset asiat.....	3
2 Syöttölaitteisto	4
3 Etupesä	15
4 Jälkipalotila.....	28
5 Koko laitteen alusta ja kotelointi	34
6 Laitteen toiminta	35
7 Laitteen maalaaminen	44
8 Jälkipalotilan valaistus	45

1 Yleiset asiat

- Toteutuksessa tekijällä on vapaus käyttää mitä tahansa sopivaksi näkemäänsä ratkaisua kunkin osan toteutukseen. Tämä ohje toimii vain ohjenuorana ja siitä voidaan paikoittain poiketa, mikäli jokin parempi ratkaisu keksitään työtä toteutettaessa.
- Vinoja kotelon osia (etupesä ja jälkipalotila) leikatessa pitää ottaa huomioon akryylimateriaalin paksuus (5 mm) ja mitoittaa rakennettava osa siten, että ylimääräinen osa materiaalista jää nurkissa rakenteen sille puolelle, jossa on enemmän tilaa. Jätettäessä ulkopuolelle, kuten etupesän katon vinoissa osissa, ylimääräinen pitää leikata pois.
- Hyvä voitelu kaikkiin hammaspyöräosiin
- Kokoonpanossa käytettyjä nylonosia joutuu varmasti hiomaan ja reikiä suurentelemaan paremman sopivuuden takaamiseksi. Näiden osien paikalleen sopivuus tulisikin aina tarkistaa ennen varsinaista asennusta.
- Yleisesti toteutuksessa tulisikin ottaa huomioon suunnittelussa tapahtuvien inhimillisten virheiden mahdollisuus, joten **oman terveen järjen käyttö piirustuksia lukiessa on enemmän kuin suositeltavaa.**

2 Syöttölaitteisto

Sylinteri

- Koneistetaan alumiiniputken sisälle M10 kierre ja reunaan koneistetaan 1 mm sylinteriin uppoava taso, johon ohjuri hitsataan
- Ohjuri tehdään 2 mm:n alumiinilevystä ja taitetaan L:n muotoiseksi päästä.
- Ohjurin alapinta päällystetään 1 mm paksulla nylon levyllä, joka liimataan ohjuriin kiinni. Syöttölaitteen runkoon tulee molemmille reunoille 1 mm nylon-kiskot, joiden päällä ohjuri liikuu.
- Nylonien liimauspintaa joutuu luultavasti hiomaan paremman tarttuvuuden ja hyvän sopivuuden takaamiseksi.

Käyttöruuvi

- 95 mm pitkä tanko, perushalkaisija 10 mm ja 13 mm kaulus kiinnitystä varten.
- Tuenta toteutetaan kahdella ohutlevyosalla, jotka taivutetaan L:n muotoon.
- Kiinnityskohdan luistavuus varmistetaan kahdella 1,5 mm paksulla nylonlevyllä, jotka asetetaan kiinnityslevyjen ja tangon olakkeiden väliin ennen asennusta.
- Sylinterinpuoleisen kiinnitystuen reikään pitää valmistaa sopiva nylonholkki, joka estää akselin liikkeen sivusuunnassa syöttö suuntaan nähtynä.

Alarunko

- Valmistetaan alumiinista koneistamalla
- reunaan tehdään 3 mm leveä ja 50 mm pitkä ura ohjuria varten.
- Pohjaan M4 kierteellä varustetut reiät rungon kiinnittämiseksi jalustan pohjaosaan.

HUOM.

- Piirustuksiin ei ole merkattu työntimen rajakytkimien kiinnityspaikkoja. Näiden mikrokytkimien paikat pitää määrittää vasta valmiiseen malliin, sillä eri mikrokytkimien toiminta-alueita ei pystytä suunnittelun aikana vielä määrittämään.

Sylinterin kumitiiviste

- Kumitiivisteen tarkoitus on estää syötettävän materiaalin pääsy koneistoon.
- Sylinterin ollessa lepotilassa sylinterin pään pitäisi olla 3 mm kumitiivisteeseen ulkopuolella. Näin voidaan varmistua siitä, ettei sylinteri takkua itseään tiivisteeseen liikkeelle lähtiessä.
- Tiivisteiden reiän tulee olla niin tiukka, että se pyyhkii sylinterin puhtaaksi, mutta ei kuitenkaan niin tiukka, että se rasittaa koneistoa sylinterin liikkuessa.
- Tiiviste myös osittain tukee sylinterin vapaana liikkuvaa päätä.
- Tiiviste asennetaan siten, että se puristuu suppilon ja sylinterin yläkotelon päätyjen väliin.

Syöttörata

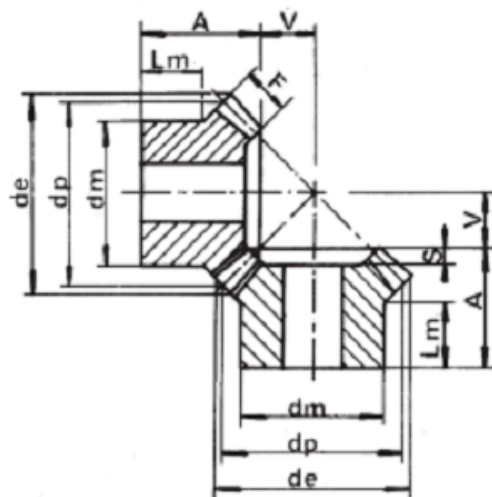
- Putki, jonka sisähalkaisija on 21 mm ja seinämän paksuus 2 mm. Tarpeeksi paksua hitsattavaksi
- Putken pituus 55 mm
- Syöttösuppilo koneistetaan alumiinista ja hitsataan putkeen ja runkoon kiinni. Suppilon tekemisessä voi soveltaa työn helpottamiseksi pientä taiteilijan vapautta mittojen suhteen, kunhan syötön reikä jää tarpeeksi suureksi ja sopii syöttörataan.
- **Suppilon päälle pitää askelmoottorin suuresta voimasta johtuen laittaa tarpeeksi tiheä suojaverkko, jotta laitteeseen ei voi työntää sormia sen käydessä!**

Tehonsiirron hammaspyörät

- Tilataan valmiina pakettina RS-online.fi Tuotteen koodi SBMB20/16
- Hammaspyörien liittäminen voidaan toteuttaa ahdistussovitteella tai kiilaruuviliitoksena. Jälkimmäisessä tapauksessa reiät joudutaan tekemään itse.

Code	Pitch Module	No. Teeth	dp	V+A	dm	Bore H8	F	A	de	Lm	S
SBM20/16		16	32	33	25.3	8	8	23.5	34.8	14	0
SBMB20/16**		16	32	30	27	10	7	1.9	34.83	11.5	0

Cut to the Gleason System
 20° pressure angle
 DIN 3964, DIN 3967, DIN 3971
 Supplied in pairs
 Intermediate sizes & Special mitres to drawing
 All dimensions in mm.
 Shaft axes to intersect within +/- 0.025mm
 Angular accuracy between shafts +/- 5mins
 Mounting distance tolerance +/- 0.05mm
 Standard tolerances, unless otherwise stated ± 0.25 mm.



Tehonsiirtoakseli

- Sorvataan 90 mm pitkä tanko.
- Alapäähän 5 mm reikä 12 mm syvyyteen moottorin akselin kiinnitystä varten
- Alapäästä mitattuna 5 mm korkeuteen M3 jengalla reikä kuusiokoloruuville, jolla kiristetään akseli moottorin akseliin.

Moottori

- Askelmoottori Pollinin sivuilta:

Stepper Motor AEG S026/48



Bipolar stepper motor with 4-pin connector cable and 48 steps per revolution.

Specifications:

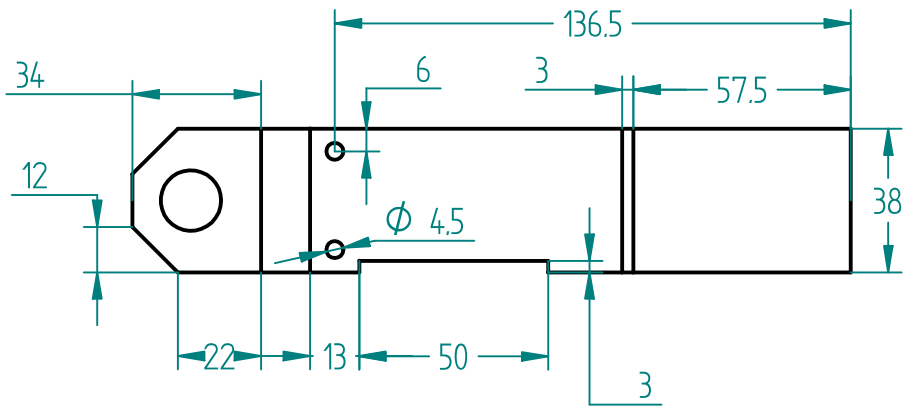
- Max Voltage 5 V
- Max Current 1 A
- Strand resistance 5 Ω
- Shaft dimensions (\varnothing XL): 5x11 mm
- Mounting hole spacing 76 mm
- Engine Size (\varnothing xH): 65x47 mm

3,50 EUR 3.50 EUR

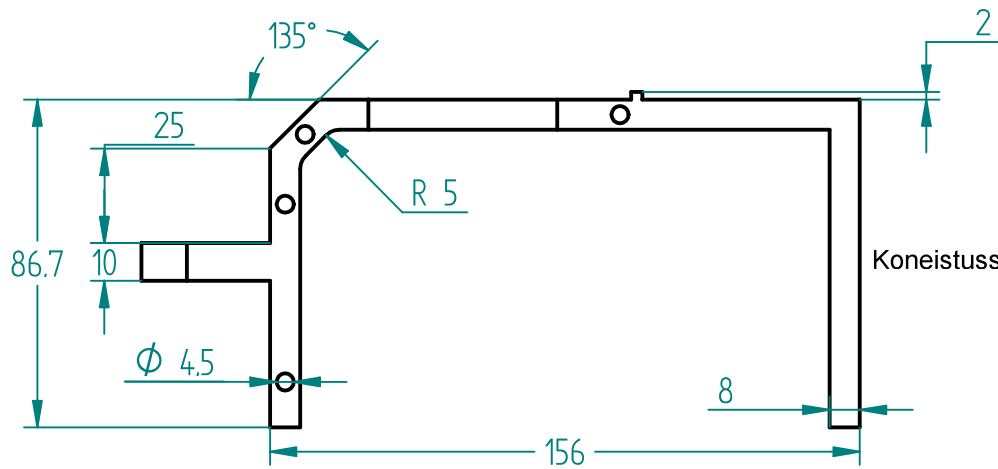
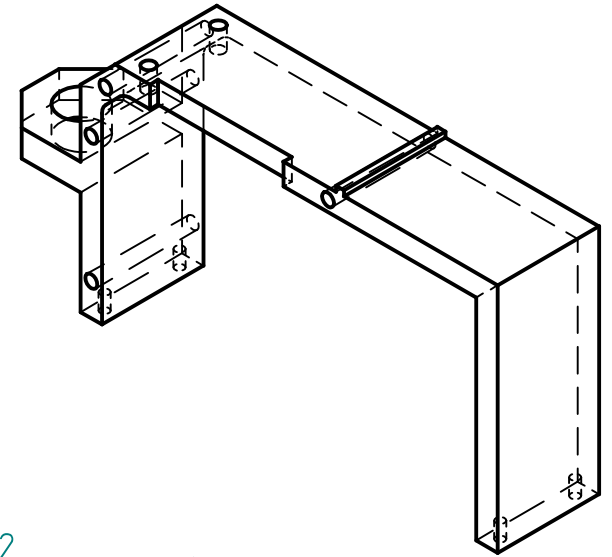
Order No. 310 006

Kotelointi

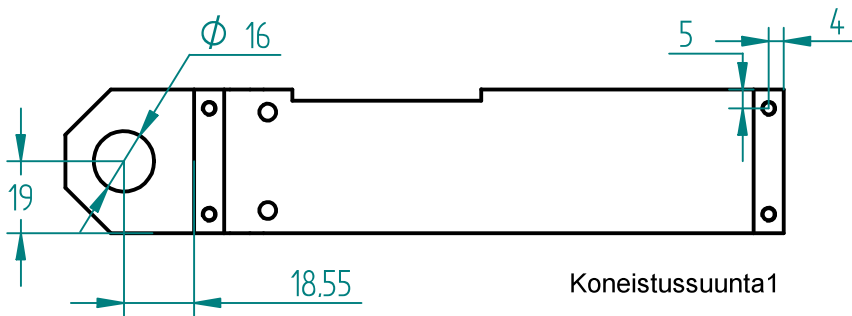
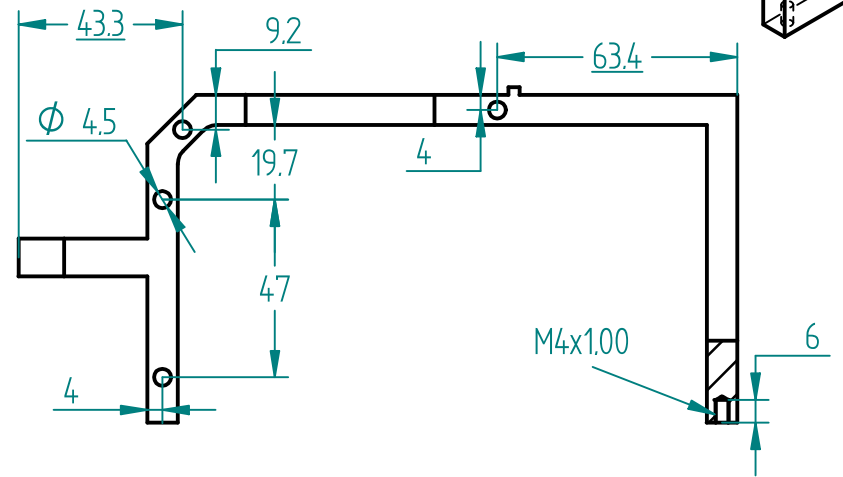
- Kotelo valmistetaan kahdesta osasta alumiinisena ohutlevyosana (levyn paksuus 1 mm).
- Kiinnitys alarunkoon tehdään neljällä M4 läpiruuvilla.
- Annettuja mittoja voidaan osien leikkausvaiheessa vielä pyöristellä, mikäli tarvetta ilmenee. Annetut mitat ovat suoraan CAD-ohjelman ohutlevymallin pohjalta ja ovat hieman epämääräisiä.




Koneistussuunta2

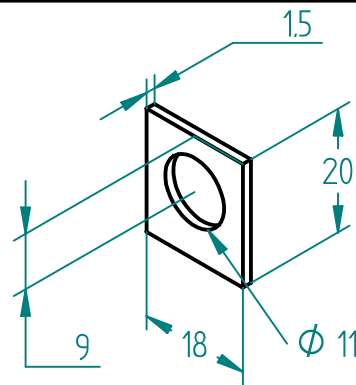
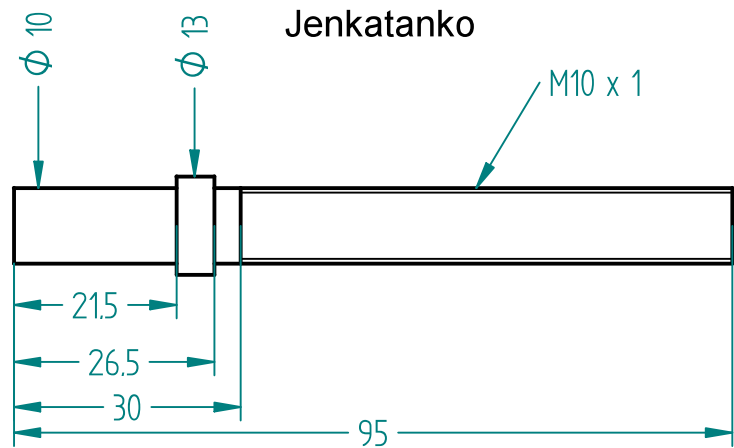


Koneistussuunta3

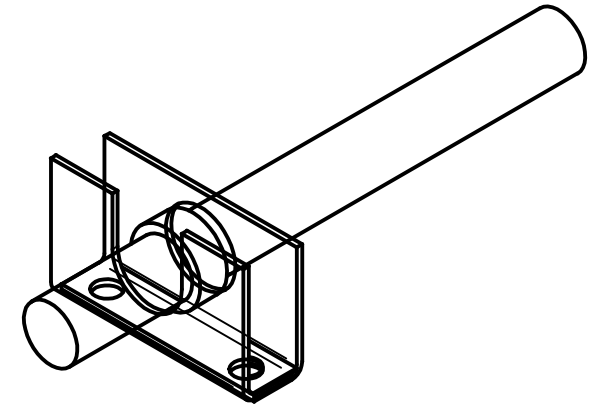


Koneistussuunta1

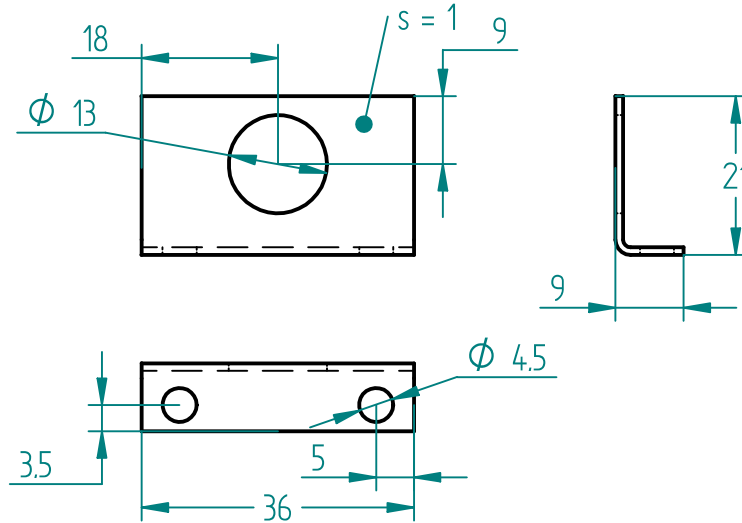
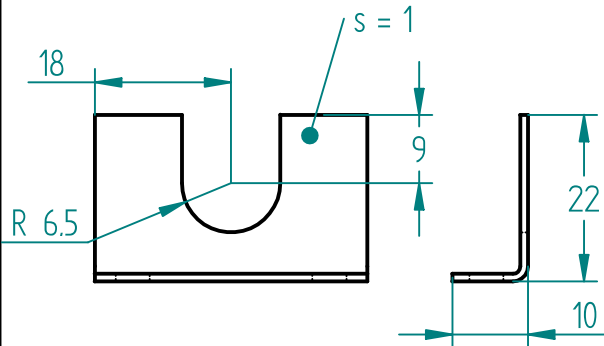
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 15.09.2009	Osa Runko
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Svöttölaite
	



Nylonlevy

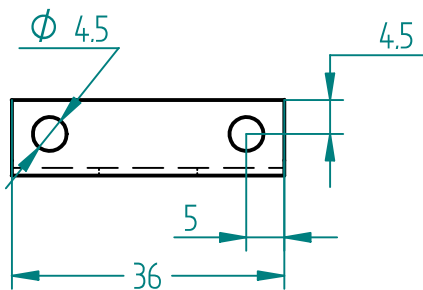


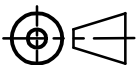
Kiinnike 1

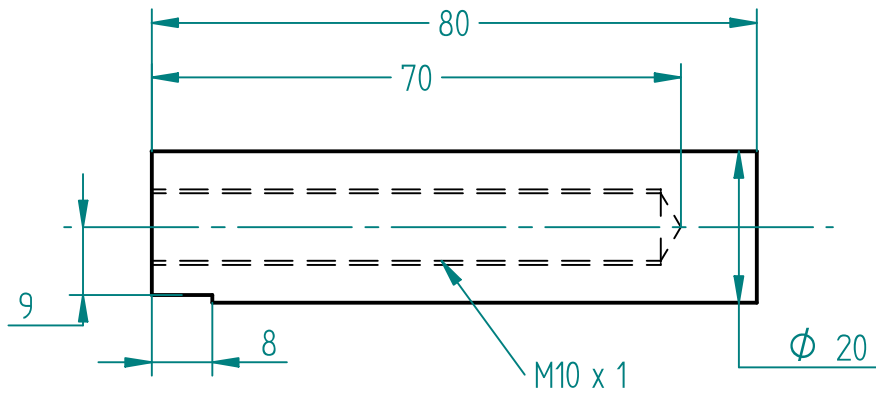


Kiinnike 2

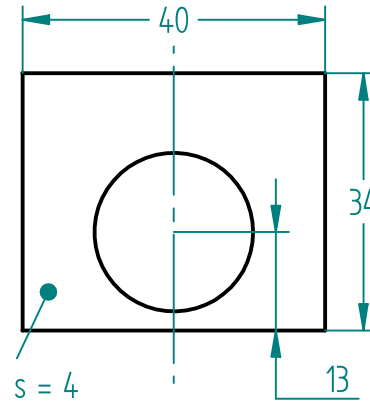
Huom. Avoimella reiällä varustettu levy asetetaan alimmaiseksi. Nylonlevviä ei selvyyden vuoksi ole tähän kuvaan piirettv



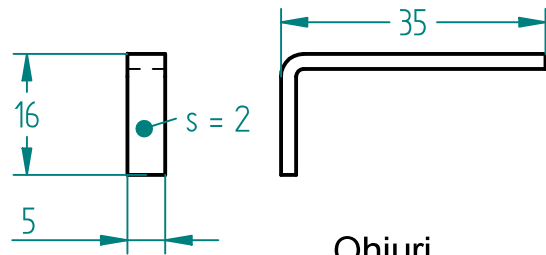
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 18.09.2009	Osa Käyttöruuvi ja tuenta
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Svöttölaitteisto
 Mittakaava 1:1	



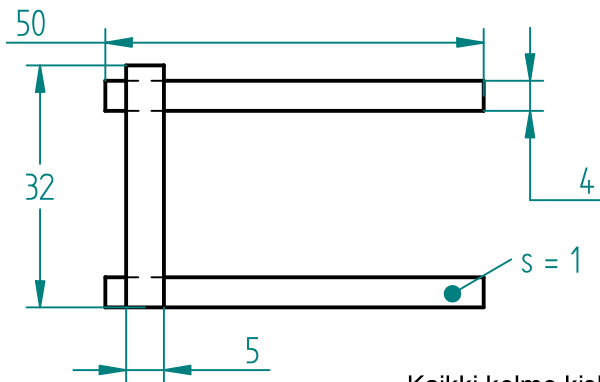
Tvönnin



Kumitiiviste

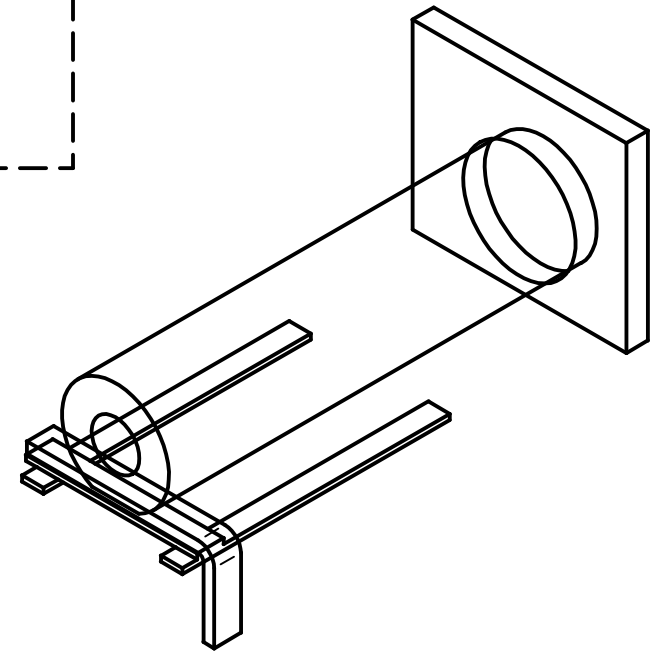


Ohiuri



Nylonkiskot

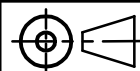
Kaikki kolme kiskojen osaa piirettv samaan kuvaan hahmottamisen helpottamiseksi



Suunnittelija
Juha Perälä

Tehtv
26.09.2009

Kaikki mitat ovat millimetreinä.
Jos muuta ei ole ilmoitettu.



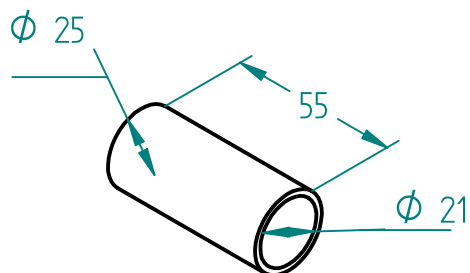
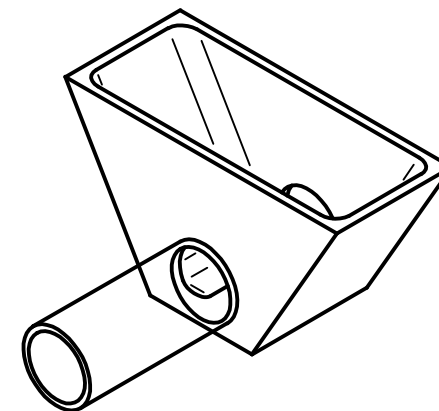
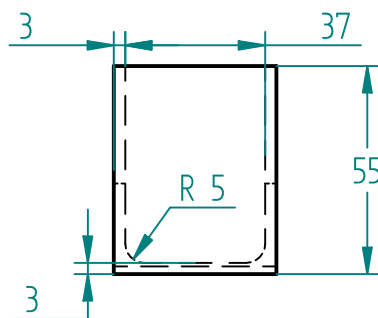
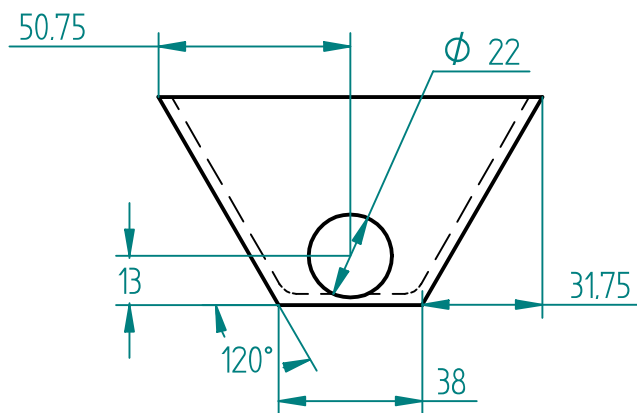
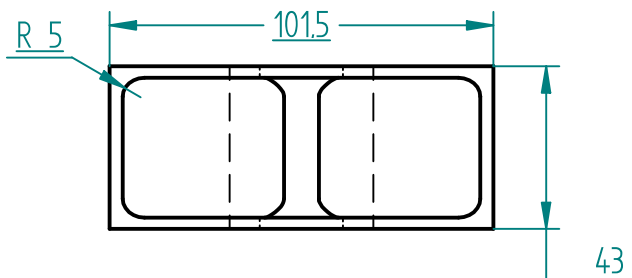
Mittakaava
1:1

Seinäioen Ammattikorkeakoulu
Tekniikan yksikkö


Osa
Tvöntimen osat

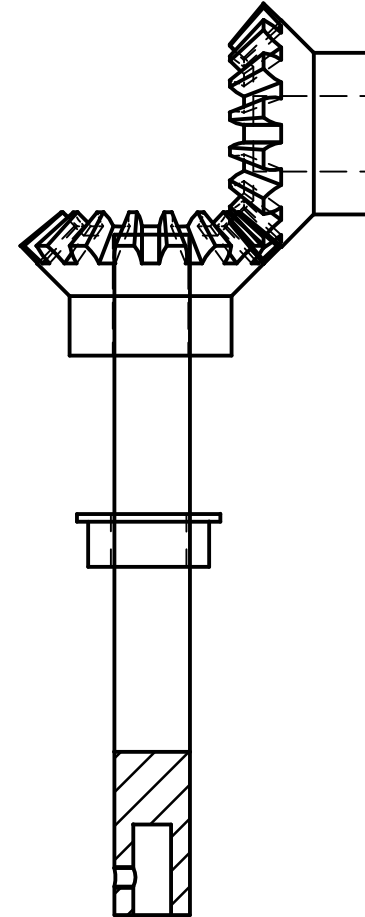
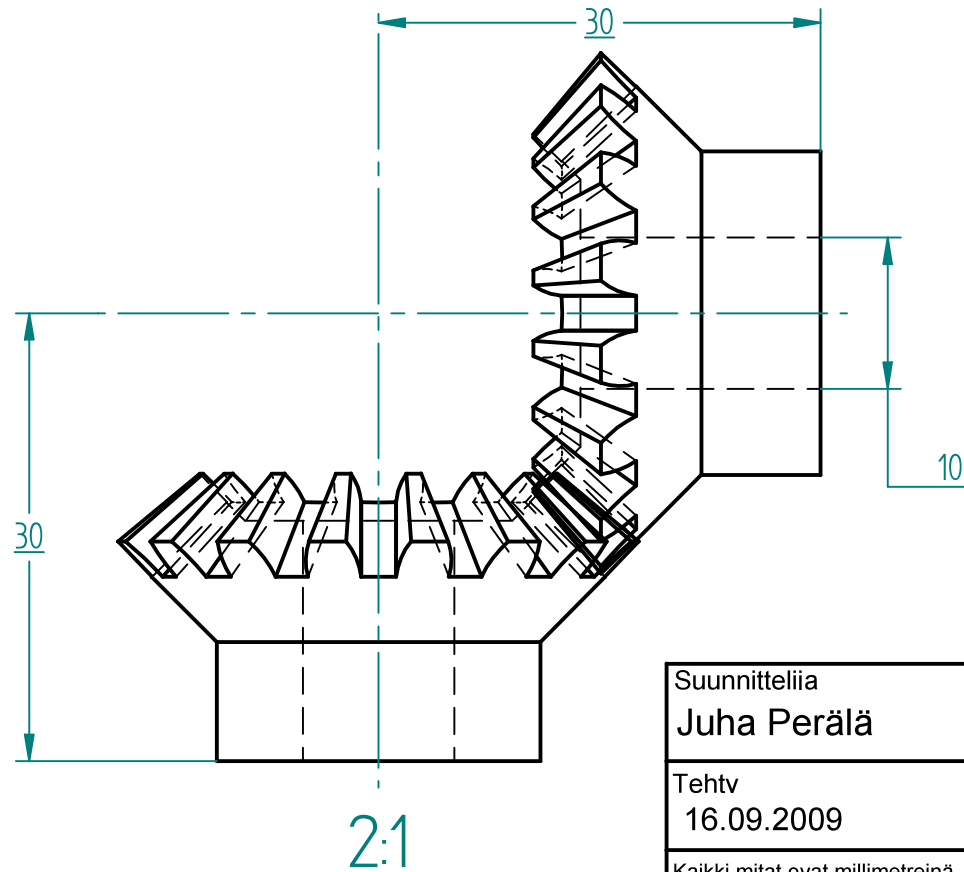
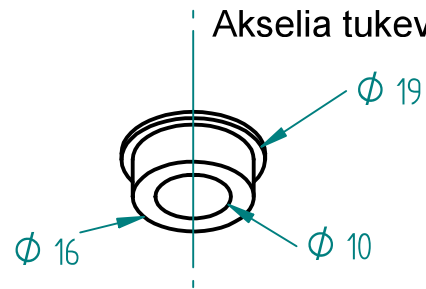
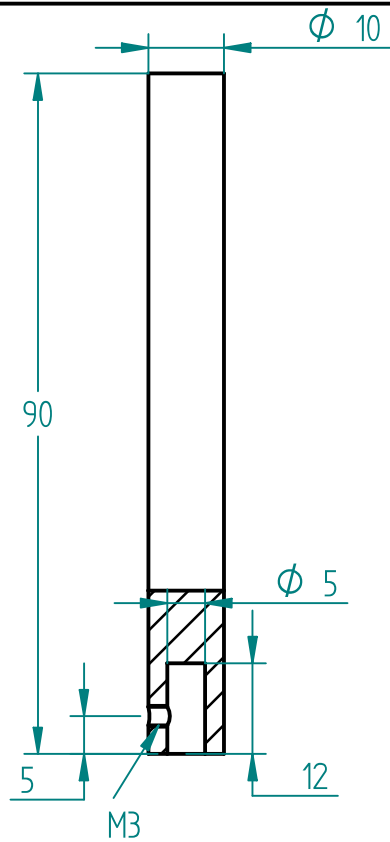
Kuuluu kokoonpanoon


Svöttölaitteisto



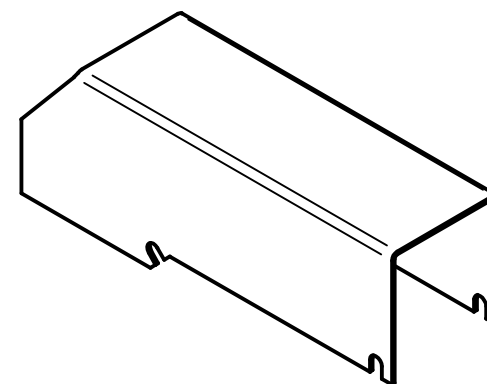
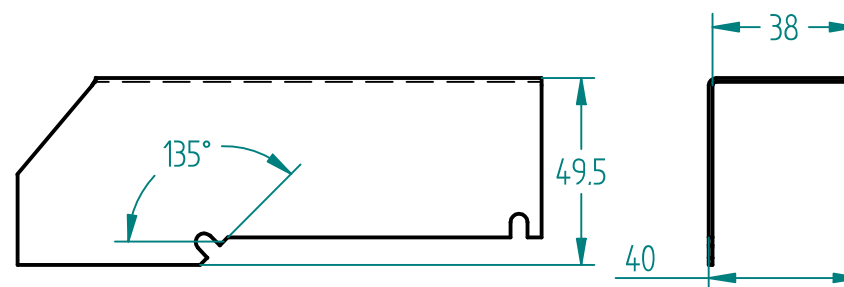
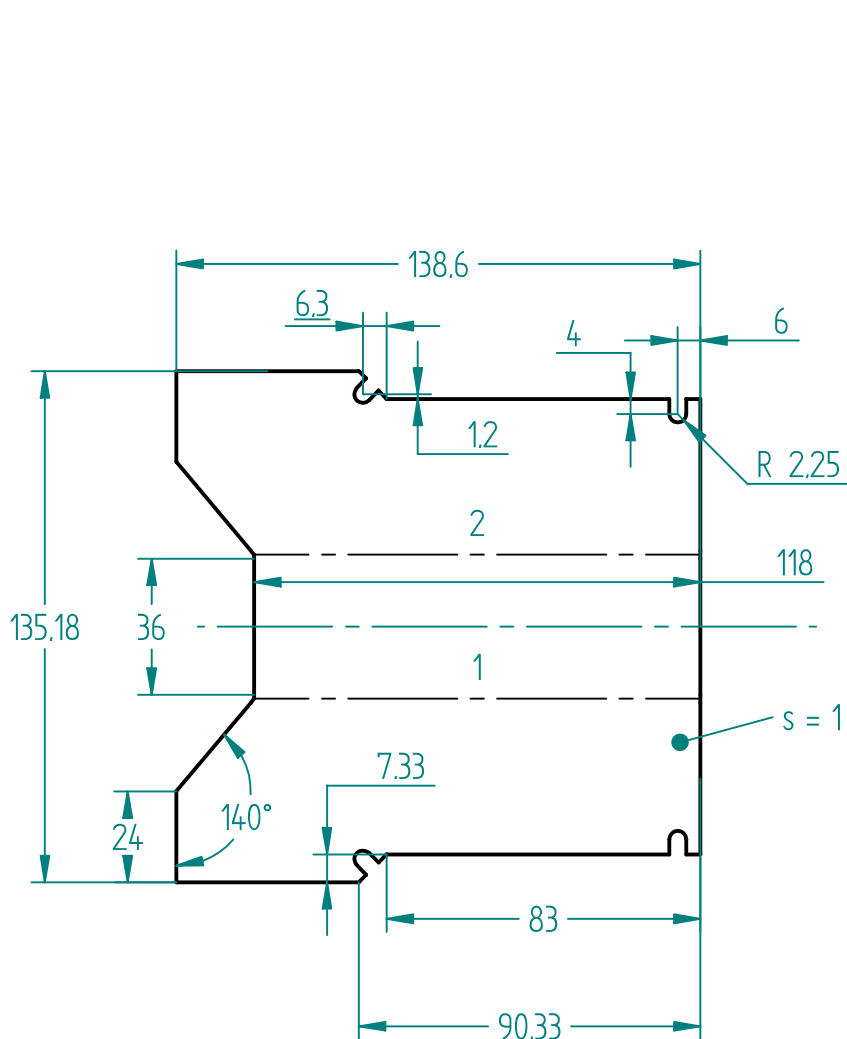
Svöttörata

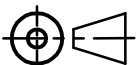
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 15.09.2009	Osa Suppilo ja svottorata
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Svöttölaitteisto
 Mittakaava 1:2	



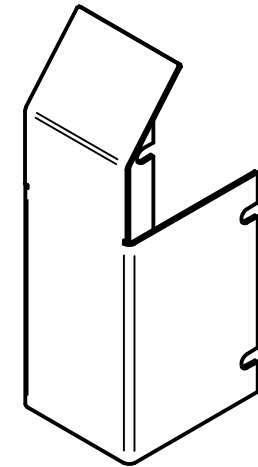
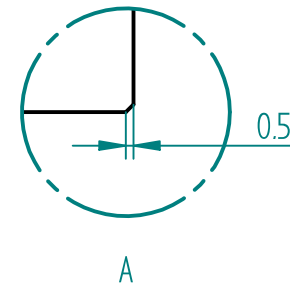
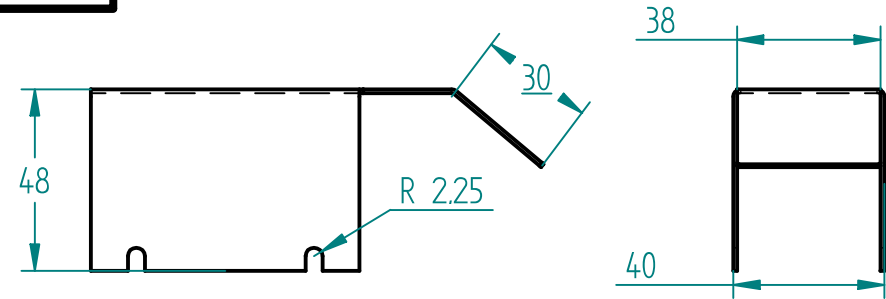
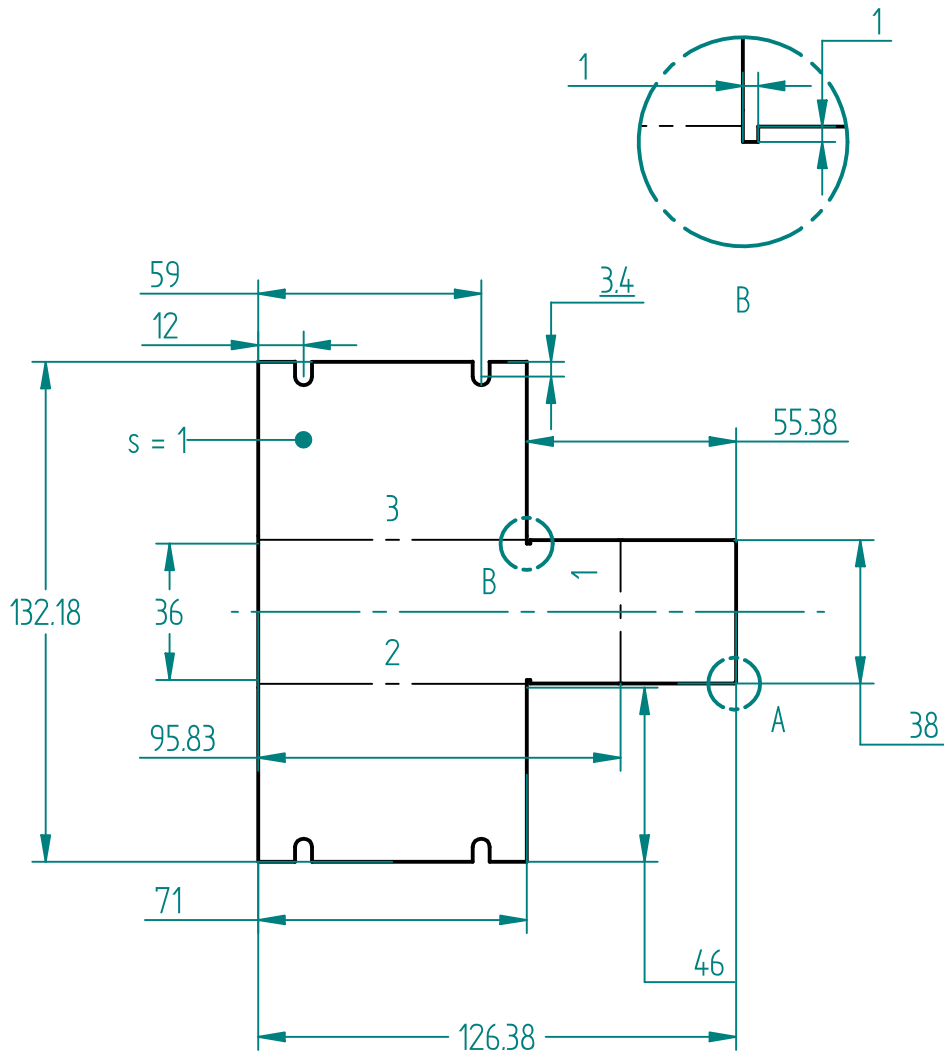
Suunnittelija Juha Perälä		Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 16.09.2009		Osa Tehonsiirtoakseli ja hammasvörot
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.		Kuuluu kokoonpanoon Svöttölaitteisto
	Mittakaava 1:1	


1	Taitos 1	1.00 mm	90.00 dea	Down
2	Taitos 2	1.00 mm	90.00 dea	Down



Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 18.09.2009	Osa Kotelo osa1
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Svöttölaitteisto
 Mittakaava 1:2	

1	Taitos 1	1.00 mm	40.00 dea	Down
2	Taitos 2	1.00 mm	90.00 dea	Down
3	Taitos 3	1.00 mm	90.00 dea	Down



Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 18.09.2009	Osa Kotelo osa 2
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Svöttölaitteisto
 Mittakaava 1:2	

3 Etupesä

Arina

- Valmistetaan akryyliputkesta
- molempiin päätyihin leikataan 4 mm (voidaan käyttää mahdollisesti ohuempaaakin) nylonlevystä rengaskaulus. Kaulus voidaan myös kasata pienistä paloista. Näin tehtäessä ei tarvitse taivuttaa pitkää palaa renkaan muotoon.
- Nylon renkaat liimataan akryyliputken kylkeen sopivalla liimalla.

Tuhkakouru

- Koneistetaan alumiinista
- Asennuksessa voi kokeilla, jos etupään kiinnitysruuveihin voi laittaa jalustan pohjan ja tuhkakourun väliin yhden tai kaksi priikkaa, jotka nostavat koko etupesän pieneen kulmaan viettäen syöttösuuntaan. Tämä parantaisi materiaalin virtausta lieriön läpi, mutta syöttölaitteen rata, lieriön loppupää ja tuhkaruuvien sopiminen pitää tässä tapauksessa tarkistaa.

Arinan kannakeradat

- Sorvataan kaksi rengasta annetuilla mitoilla. Aihiona voi käyttää 110 mm alumiinitankoa. (mahd. hankintapaikka Tuulissuon Rautavarasto Oy)
- Renkaiden sisälle sorvataan mittojen mukainen ura nylon kauluksille.
- Renkaiden ulkopintaan koneistetaan suorat tasot piirustusten mukaisesti. Tämän jälkeen renkaat voidaan leikata irti valmistusaihiosta
- Kahteen vastakkaiseen suoraan reunaan kiinnitetään radan tukikiinnikkeet hitsaamalla.
- Radan tuet valmistetaan alumiinista ja niiden läpi porataan valmiiksi 8,5 mm reiät kiinnitysruuveille.
- Hitsauksen jälkeen renkaat leikataan kahteen osaan piirustuksen mukaisesti. Jos mahdollista, käytetään 1 mm laikkaa leikkaamiseen materiaalin poiston minimoimiseksi.

- Liitettäessä yhteen näiden kahden palan väliin pitää laittaa mahdollisimman tarkasti leikkausjäljen paksuiset prikät.

Tuhkaruuvi

- Valmistetaan muovitulosteena mahdollisimman suurella tarkkuudella.
- Akselikiinnitys ensimmäiseen arinan kannakerataan hitsattavalla kiinnittimellä
- Kiinnityskohtiin asennetaan nylonista tehdyt laakeriholkit. Sopivia löytyy esim. muotek.fi sisä- 10 mm ja ulkohalkaisija 16 mm. Kaulus 1 mm paksu. Vaihtoehtoisesta voidaan valmistaa myös itse.

Pyörittävä moottori

CB65 DC Gear Motor CB65

Powerful gear motor with universal application possibilities.



Specifications:

- Operating 6 .. 24 V
- Current consumption 0.1 A idle
- Speed at 6 V: min 3 rpm, 9 V: 4.9 rpm, 12 V min: 6.8 rpm, 24 V: 14.6 U /

Dimensions without motor shaft (LXO): 70x33 mm, 5 mm bevelled-axis with 10 mm in length.

7.95 EUR

Code 310 334

Välitys moottorista tuhkaruuviin ja arinalle

- Kaikki kolme hammaspyörää valmistetaan mittatilaustyönä piirustusten mukaan alumiinista.
- Välityssuhteet: arina / tuhkaruuvi = 5, moottori / tuhkaruuvi = 1,7

- Arinalle pitää valmistaa hammaspyörä, johon jyrsitään sopiva ura kylkeen akryyliputken sovitusta varten. Kiinnitykseen käytetään liimaa.
- Tuhkaruuvien hammaspyörä voidaan kiinnittää putkisokkaliitoksella
- Sähkömoottorin hammaspyörän kiinnitykseen käytetään kiilaruuviliitosta.

Kotelointi

- Kotelo leikataan akryylilevystä (5 mm) annettujen piirustusten mukaan ja kasataan liimalla.
- Arinan takana olevaan seinään kiinnitetään 3 - 5 led-valoa riviin simuloimaan palamista. Kiinnikkeeksi riittää pieni pala akryyliä, johon kaiverretaan sopivat sijat led-valoille ja niiden johdoille.
- Avattavaan luukkuun voidaan liittää oma kahva.

Hammaspyörät 1 ja 2 valmistuksen parametrit

Solid Edge Engineering
Reference
Design And Calculation Report

Spur Gear

GENERAL INFORMATION

Standard: ISO

INPUT DESIGN CONDITIONS

DESIGN INPUT PARAMETERS

GEAR PARAMETERS

Desired Gear Ratio: 5
(a) Pressure Angle: 20,00 deg
Module: 1,00 mm
(r) Root Fillet: 0,20 mm

CALCULATION PARAMETERS

Efficiency: 0,92

Hammaspyörä2:

No. of Teeth: 22
(DM) Mounting Hole Diameter:
10,00 mm
(b) Face Width: 15,00 mm
Power: 1,00 W
Speed: 16,000 deg/s
Size Factor For Contact: 1
Size Factor For Bending: 1

Hammaspyörä1:

No. of Teeth: 110
(DM) Mounting Hole Diameter:
28,00 mm
(b) Face Width: 15,00 mm
Size Factor For Contact: 1
Size Factor For Bending: 1
CALCULATE RESULTS

OUTPUT DESIGN PARAMETERS

GENERAL RESULTS

Actual Gear Ratio: 5
Total Unit Correction: 0
Contact Ratio: 1,722
Tangential Pressure Angle: 20,00 deg
Operating Pressure Angle: 20,00 deg
Tan. Operating Pressure Angle: 20,00 deg
Product Center Distance: 66,00 mm
Tangential Module: 1,00 mm
(Pc) Circular Pitch: 3,14 mm
Tangential Circular Pitch: 3,14 mm
(Pb) Base Circular Pitch: 2,95 mm
Corrected Root Fillet: 0,30 mm

Hammaspyörä2:

Face Width Ratio: 0,6818
Unit Correction: 0

Hammaspyörä1:

Face Width Ratio: 0,1364
Unit Correction: 0

BASIC DIMENSIONS

Hammaspyörä2:

(db) Base Diameter: 20,67 mm
(da) Outside Diameter: 24,00 mm
(d) Pitch Diameter: 22,00 mm
(dr) Root Diameter: 19,50 mm
Work Pitch Diameter: 22,00 mm
(T) Chordal Thickness: 1,39 mm
(ht) Chordal Thickness Height: 0,75 mm
(M) Chordal Dimension: 7,38 mm
(S) Tooth Thickness: 3,02 mm

Hammaspyörä1:

(db) Base Diameter: 103,37 mm
(da) Outside Diameter: 112,00 mm
(d) Pitch Diameter: 110,00 mm
(dr) Root Diameter: 107,50 mm
Work Pitch Diameter: 110,00 mm
(T) Chordal Thickness: 1,39 mm
(ht) Chordal Thickness Height: 0,75 mm
(M) Chordal Dimension: 7,38 mm
(S) Tooth Thickness: 3,02 mm

Hammaspyörä 3 valmistuksen parametrit

Solid Edge Engineering
Reference
Design And Calculation Report

Spur Gear

Standard: ISO

INPUT DESIGN CONDITIONS

DESIGN INPUT PARAMETERS

GEAR PARAMETERS

Desired Gear Ratio: 1,7
(a) Pressure Angle: 20,00 deg
Module: 1,00 mm
(CD) Center Distance: 30,00
mm
(r) Root Fillet: 0,20 mm

CALCULATION PARAMETERS

Efficiency: 0,92

Hammaspyörä3:
(DM) Mounting Hole Diameter:
5,00 mm
(b) Face Width: 15,00 mm
Size Factor For Contact: 1
Size Factor For Bending: 1

CALCULATE RESULTS

OUTPUT DESIGN PARAMETERS

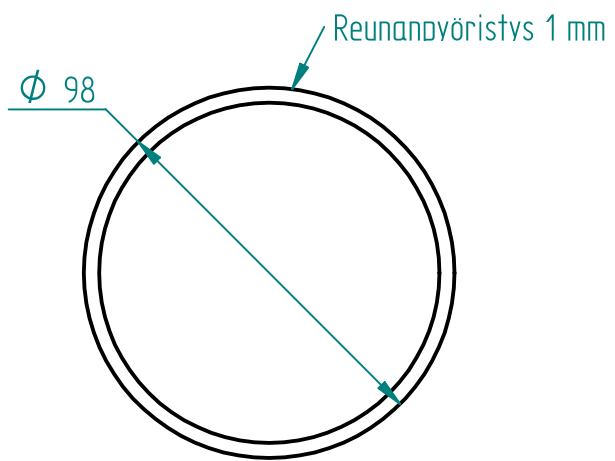
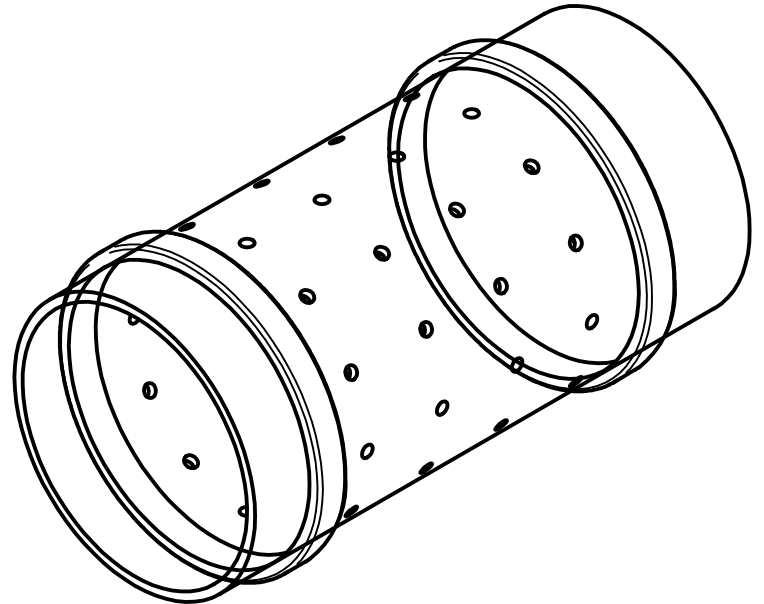
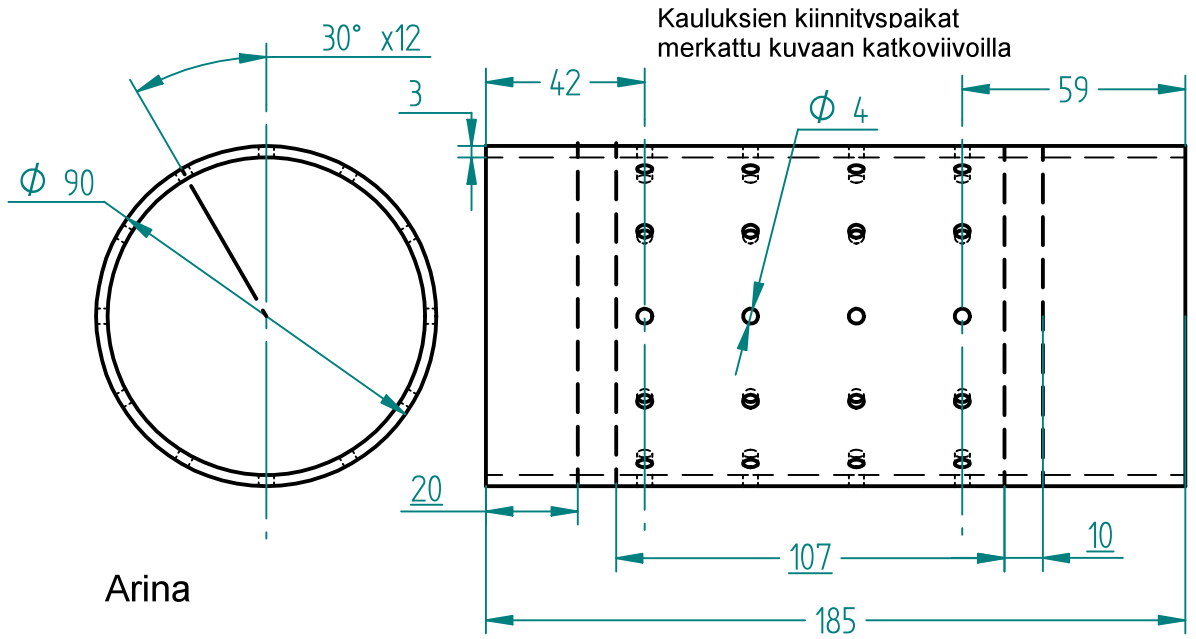
GENERAL RESULTS

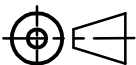
Actual Gear Ratio: 1,727
Total Unit Correction: 0
Contact Ratio: 1,638
Tangential Pressure Angle: 20,00 deg
Operating Pressure Angle: 20,00 deg
Tan. Operating Pressure Angle: 20,00 deg
Product Center Distance: 30,00 mm
Tangential Module: 1,00 mm
(Pc) Circular Pitch: 3,14 mm
Tangential Circular Pitch: 3,14 mm
(Pb) Base Circular Pitch: 2,95 mm
Corrected Root Fillet: 0,30 mm

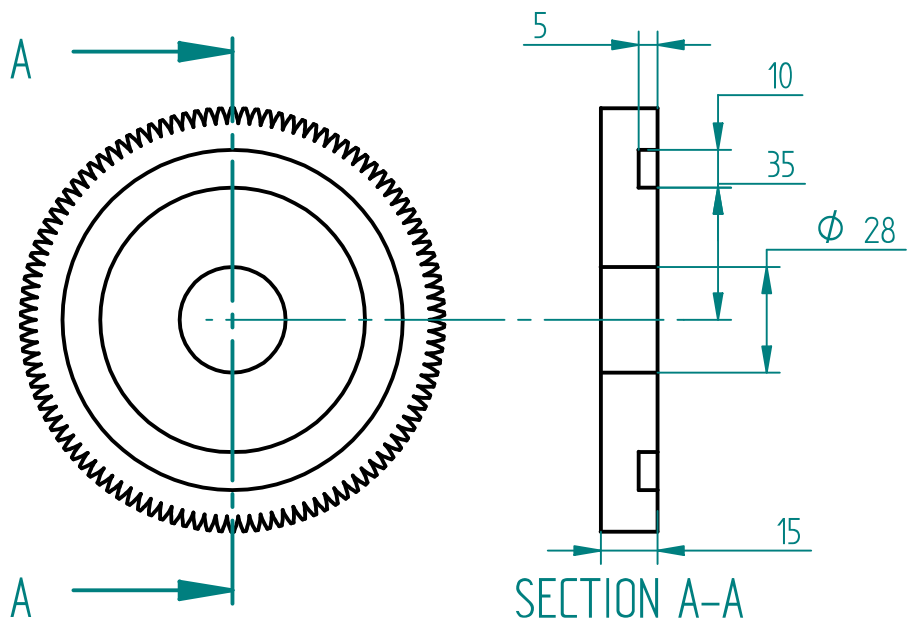
Hammaspyörä 3:
No. of Teeth: 38
Face Width Ratio: 0,3947
Unit Correction: -0,0406

BASIC DIMENSIONS

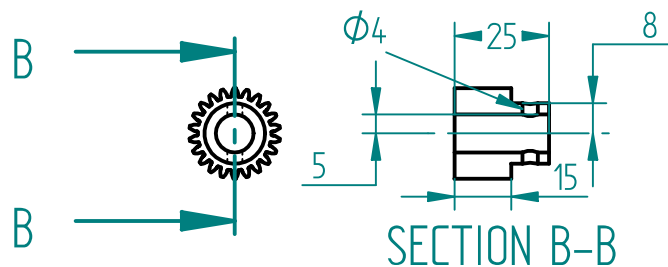
Hammaspyörä3:
(db) Base Diameter: 35,71 mm
(da) Outside Diameter: 39,92 mm
(d) Pitch Diameter: 38,00 mm
(dr) Root Diameter: 35,42 mm
Work Pitch Diameter: 38,00 mm
(T) Chordal Thickness: 1,36 mm
(ht) Chordal Thickness Height: 0,71 mm
(M) Chordal Dimension: 7,35 mm
(S) Tooth Thickness: 2,01 mm



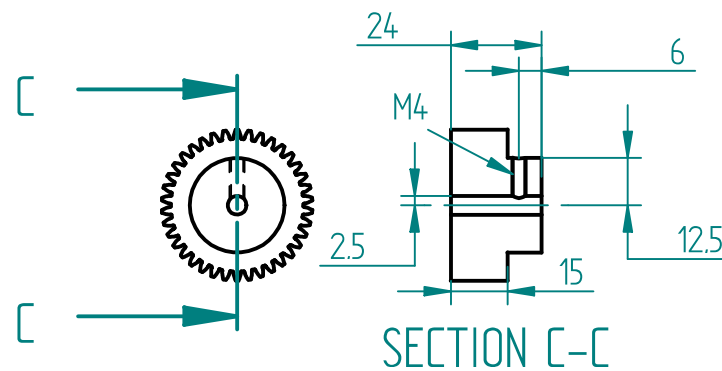
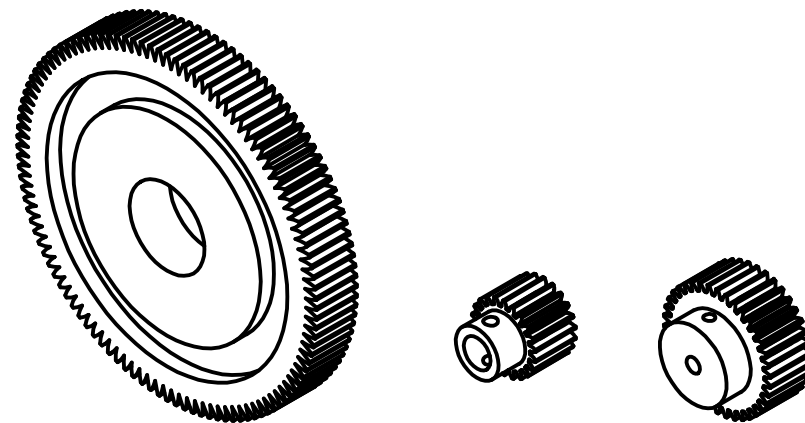
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 28.09.2009	Osa Arina
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:2	Etupesä



Hammasvöörä 1

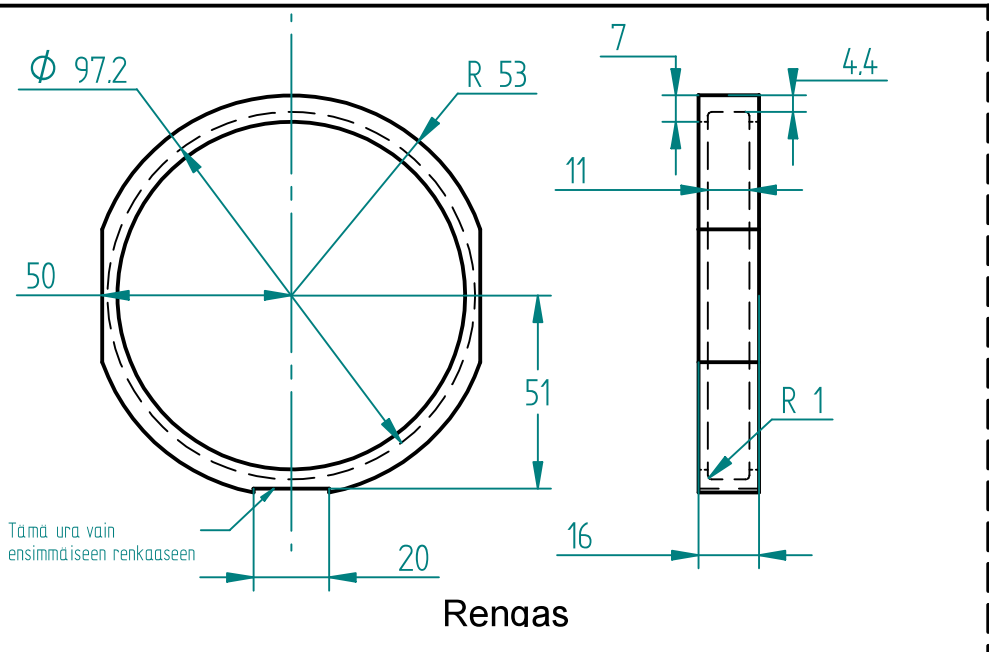


Hammasvöörä 2

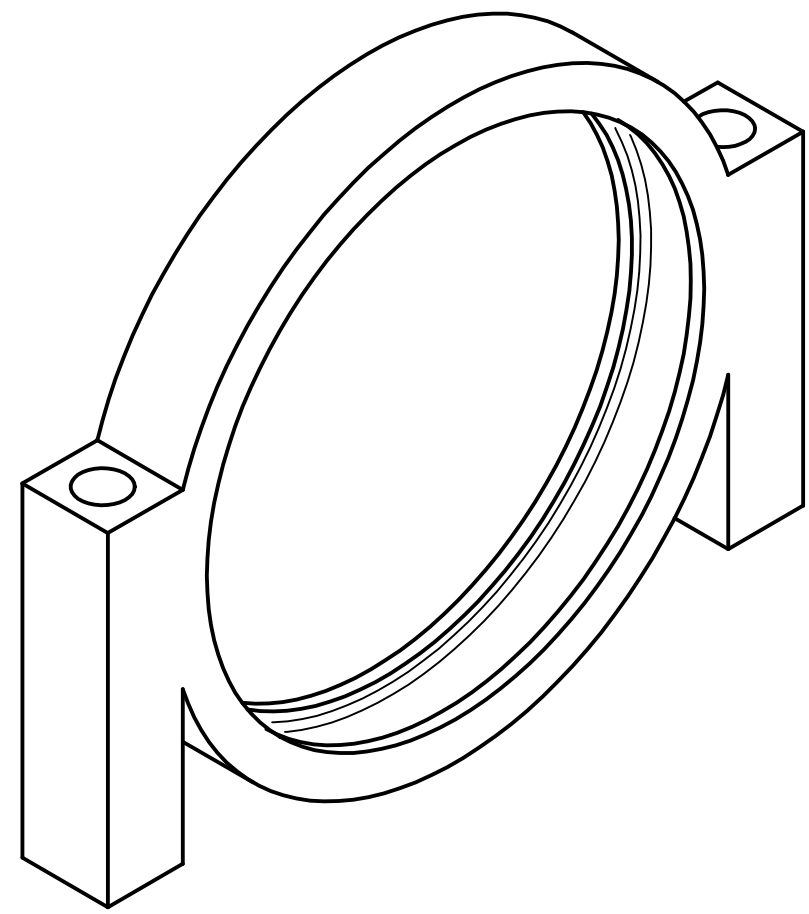


Hammasvöörä 3

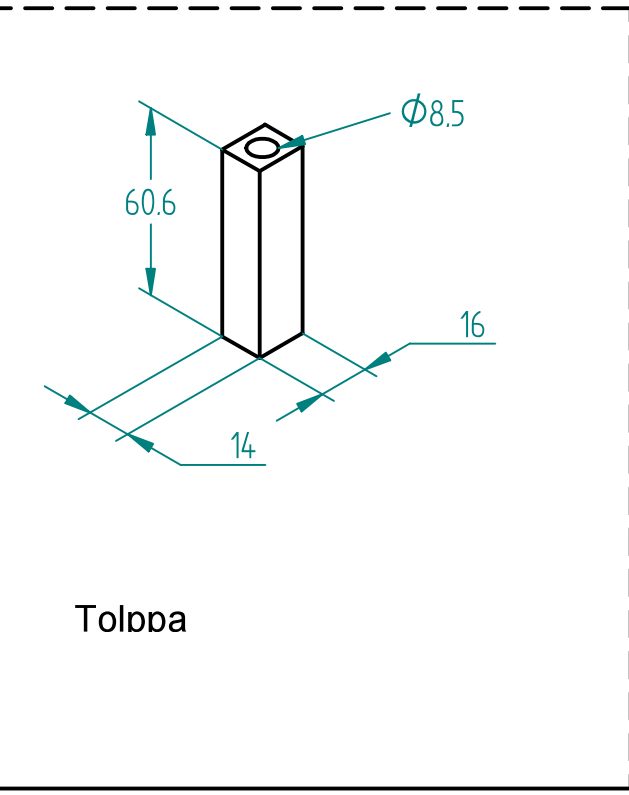
Suunnittelija Juha Perälä		Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 29.09.2009		
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.		Osa Etupesän hammasvöörät
Mittakaava 1:2		Kuuluu kokoonpanoon Etupesä



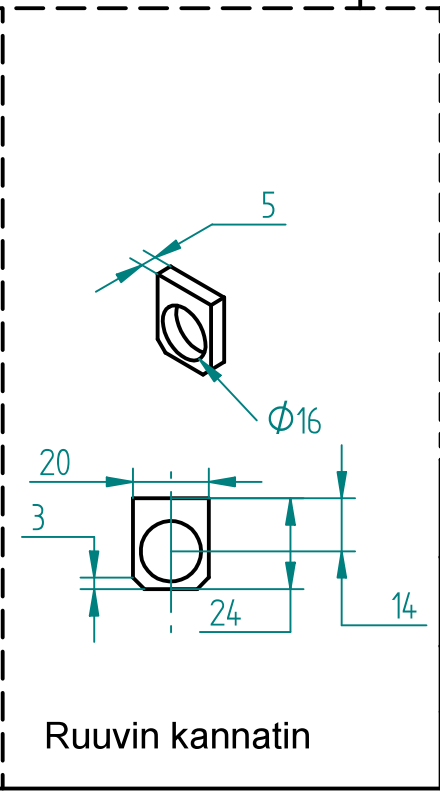
Renaas




1:1



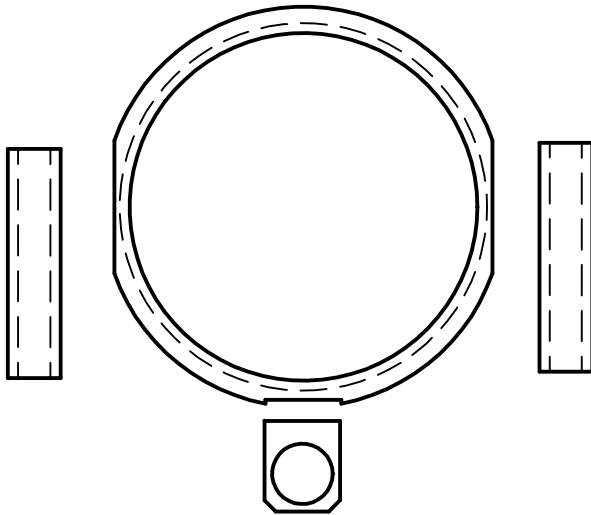
Tolppa



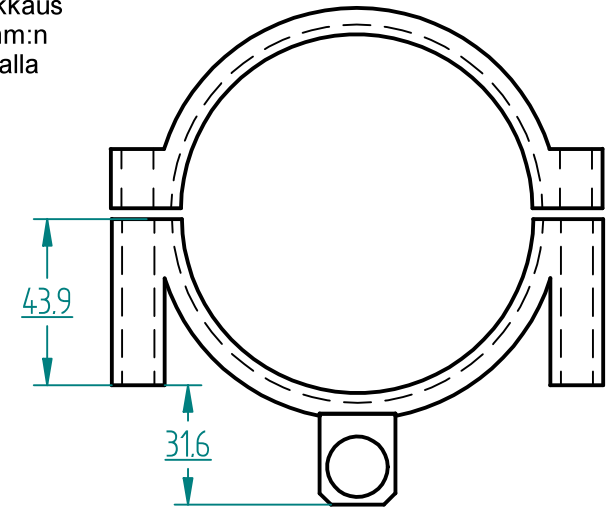
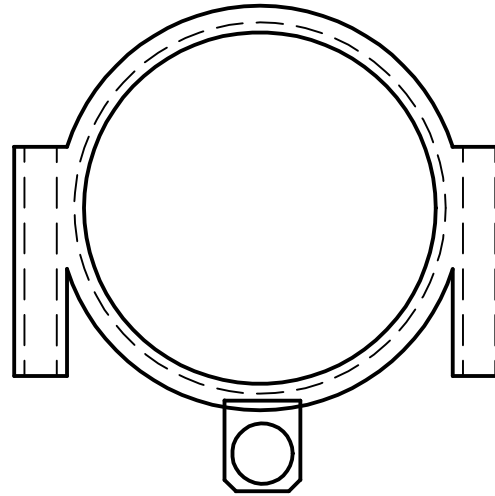
Ruuvin kannatin

Suunnittelija Juha Perälä	Seinäioen Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 28.09.2009	Osa Arinan rata
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:2	Etupesä

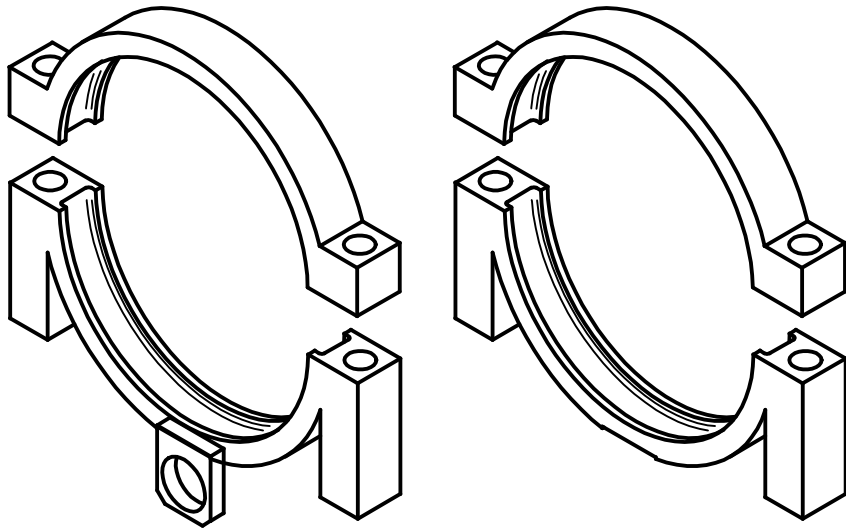
Hitsaus

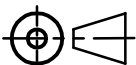


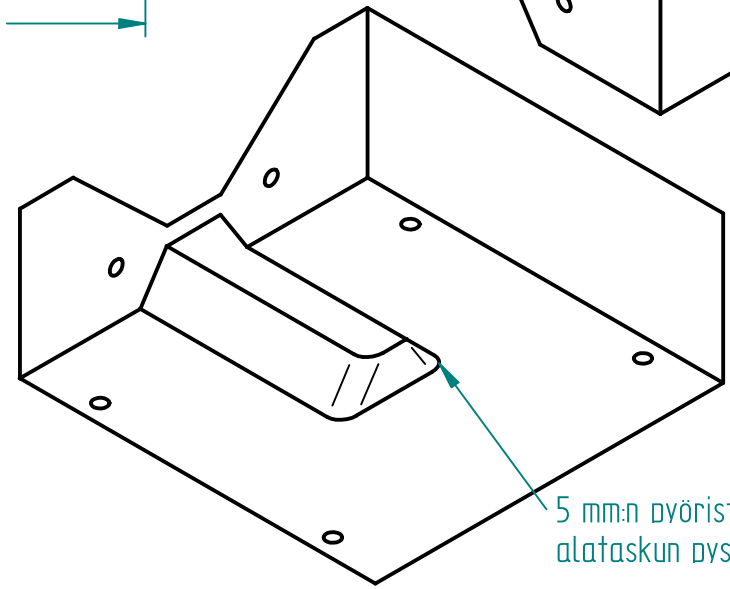
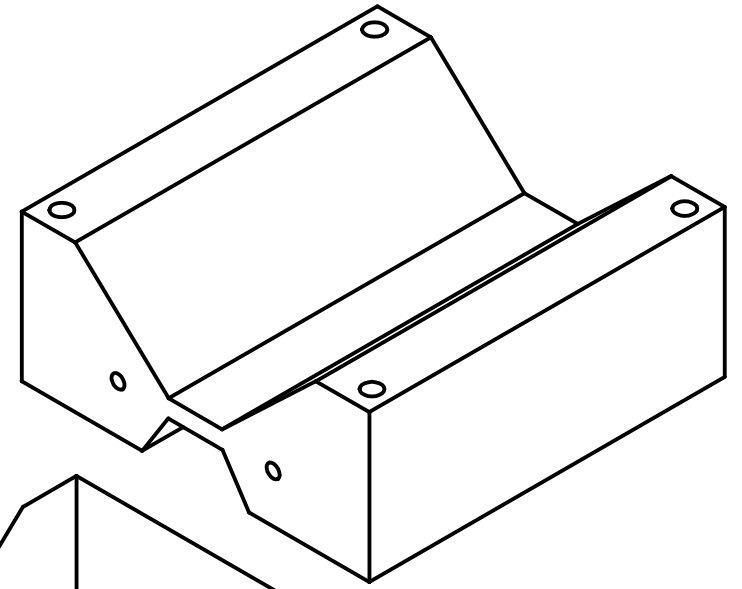
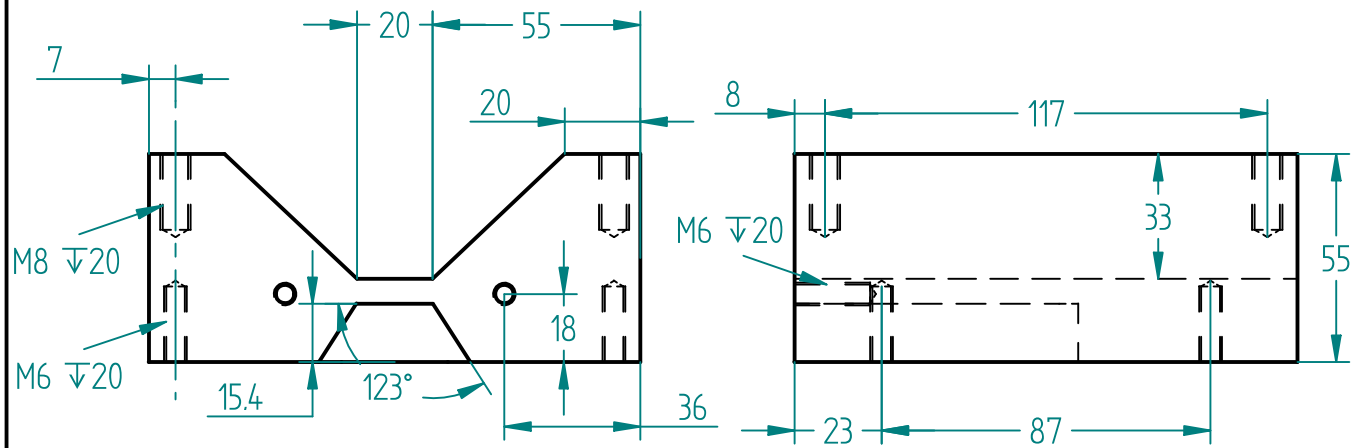
Leikkaus
1 mm:n
laikalla



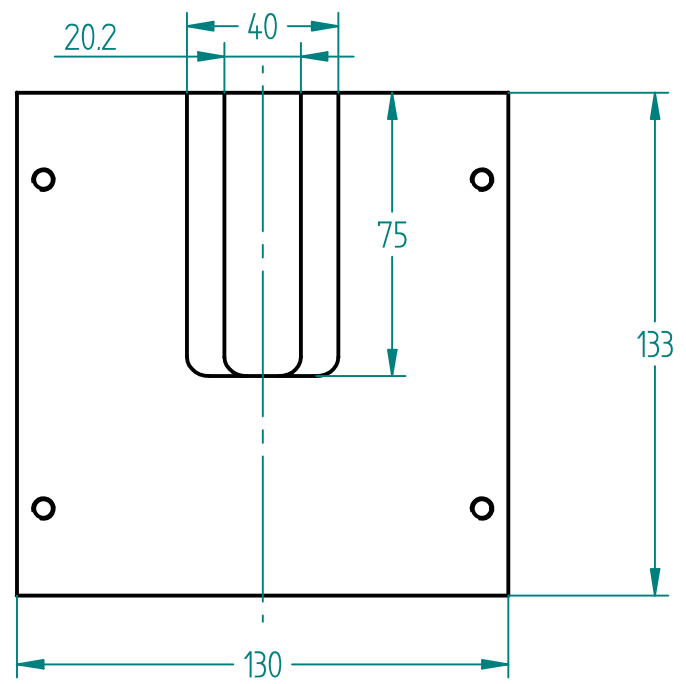
Toiselle radalle pätee sama
kokoaminen.mutta ilman ruuvin
kannatinta

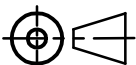


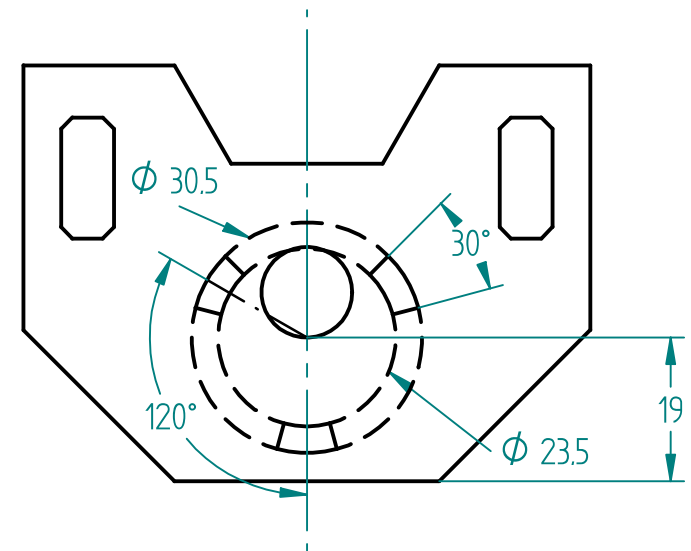
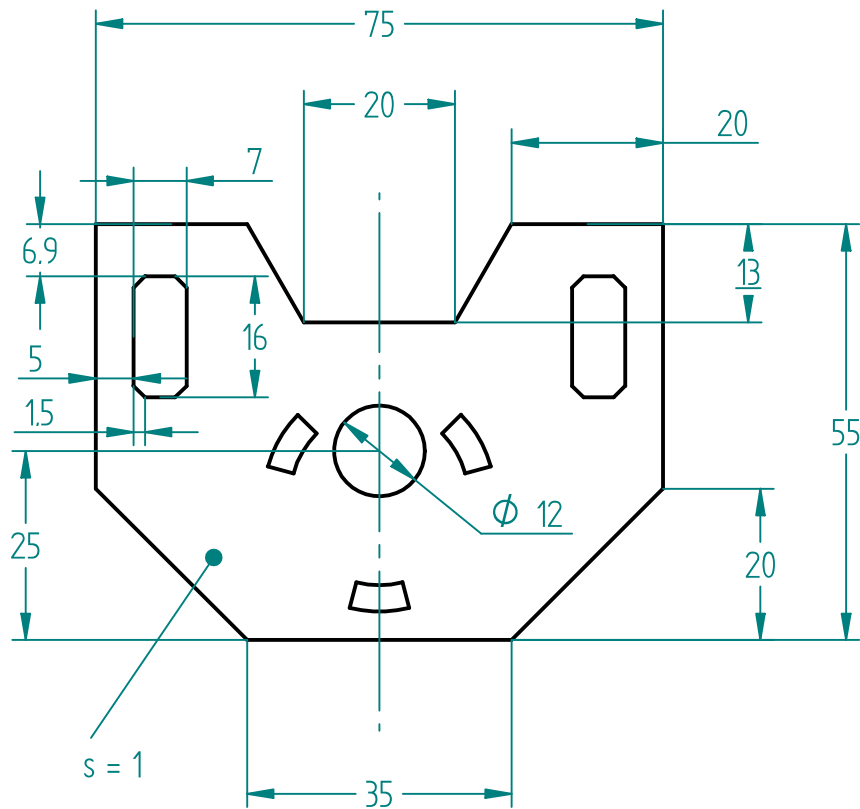
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 15.09.2009	Osa Arinan radan kasaus
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:2	Etupesä



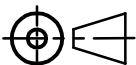
5 mm:n pyöritykset
alataskun pystyreunoihin

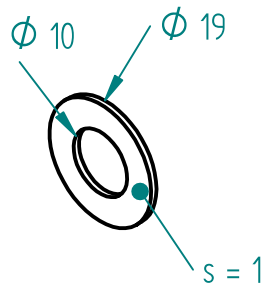


Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 28.09.2009	Osa Tuhkakoulu
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:2	Etupesä

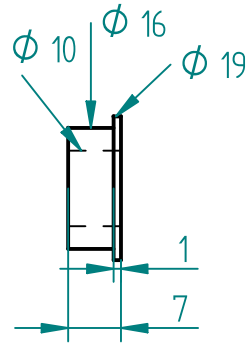


Moottorin kiinnitysruvien
mitoitus

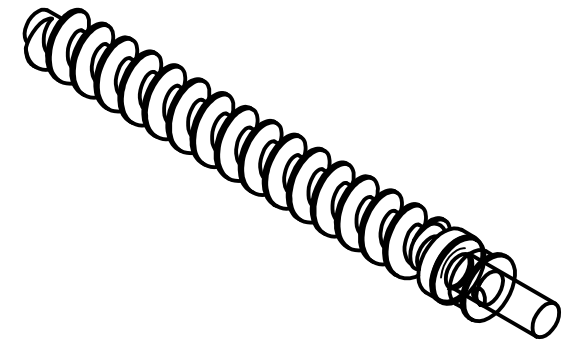
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 28.09.2009	Osa Moottorin kiinnityslevy
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Etupesä
	Mittakaava 1:1



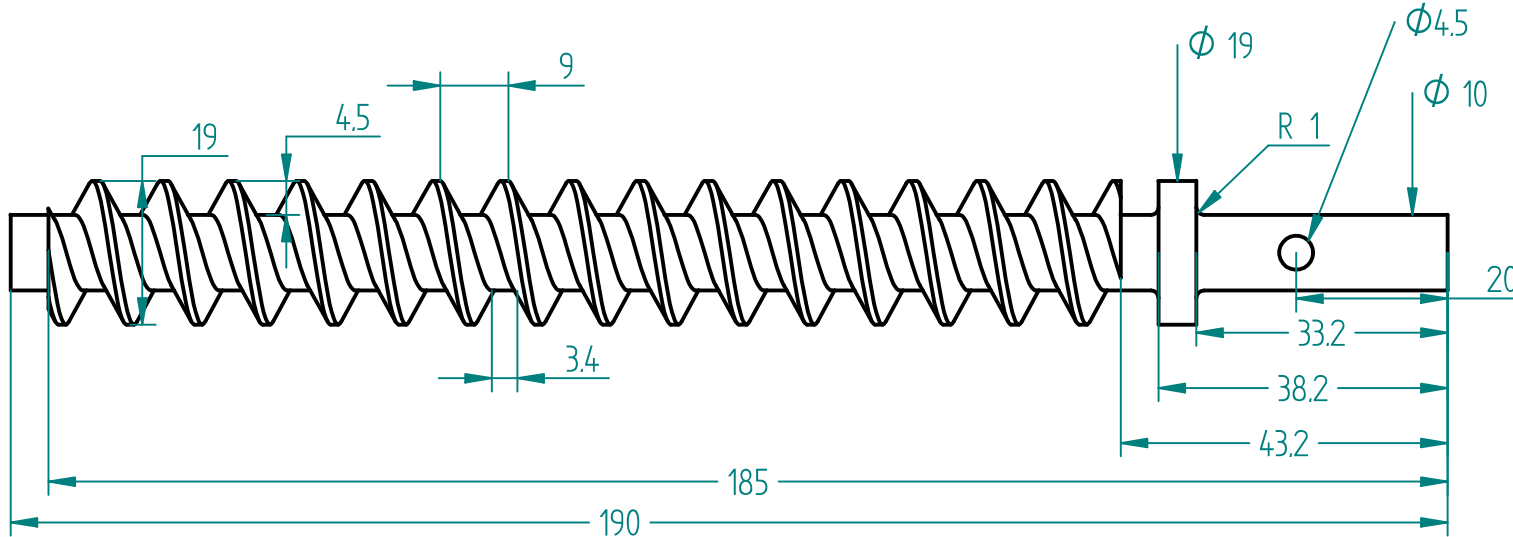
Nylon priikka



Nylon holkki

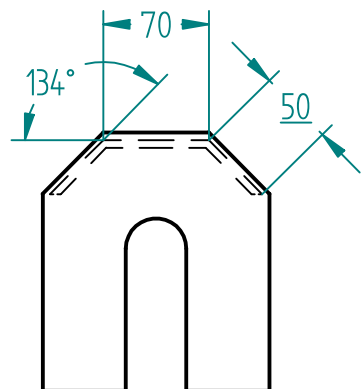
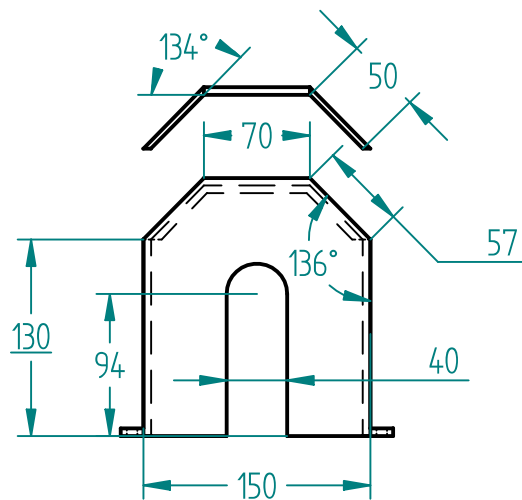
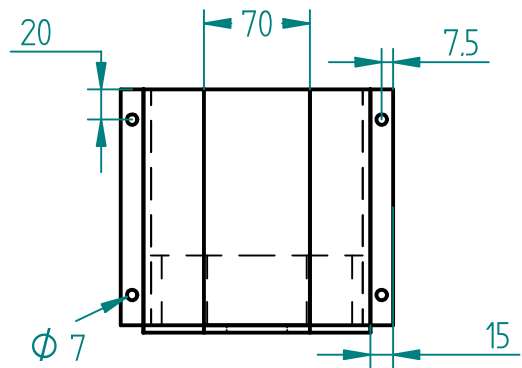


1:2

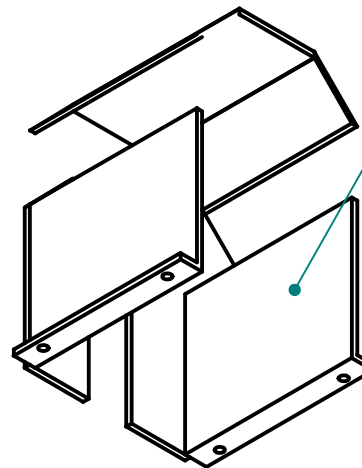
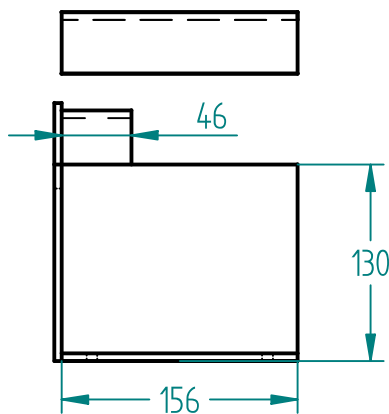


Tuhkaruuvi

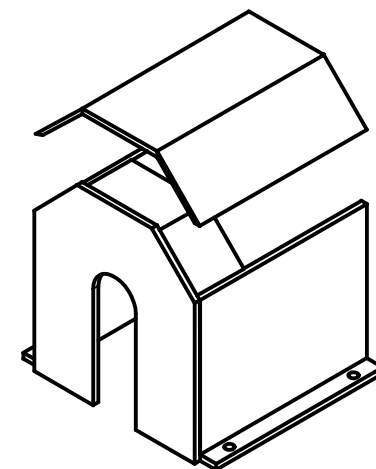
Suunnittelija Juha Perälä		Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 28.09.2009		
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.		Osa Tuhkaruuvi
Mittakaava 1:1		Kuuluu kokoonpanoon Etupesä



Sisäkaton mitat



Tähän seinälle liimataan kapea pala akrvliä toimimaan etupesän ledien pidikkeenä. Seinän ja palan väliin voidaan kaivertaa esim. pienet urat ledien pinneille ja johdoille.



Suunnittelija Juha Perälä		Seinäioen Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 30.09.2009		Osa Kotelointi
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.		Kuuluu kokoonpanoon
Mittakaava 1:5		Etupesä

4 Jälkipalotila

Runko

- Koneistetaan alumiinista kolmena osana ja kahdeksana liitososina sekä hitsataan TIG:llä yhteen.
- Ulkopuoli päällystetään akryylilevyillä
- Sivut jätetään läpinäkyviksi ja päälle avattava luukku
- Taka-alalle jäävään sivuseinään jälkipalotilan valaistus -ohjeen mukaiset valopaneelit.

Lämmön talteenotto

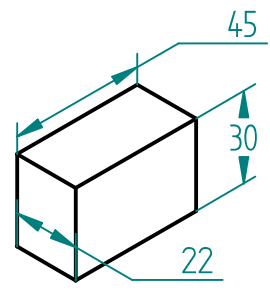
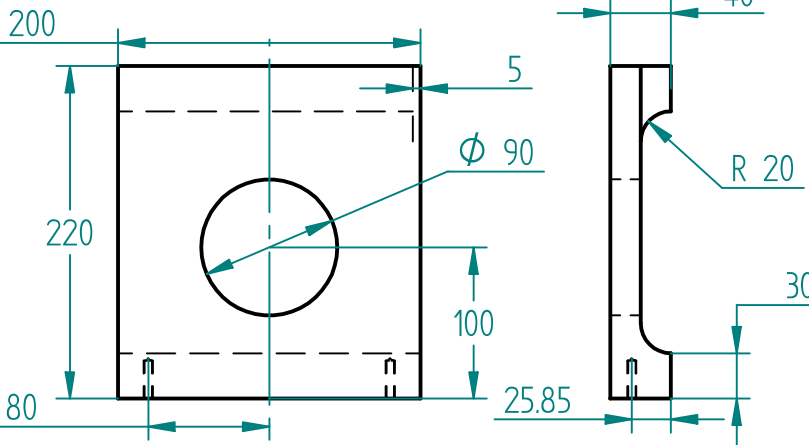
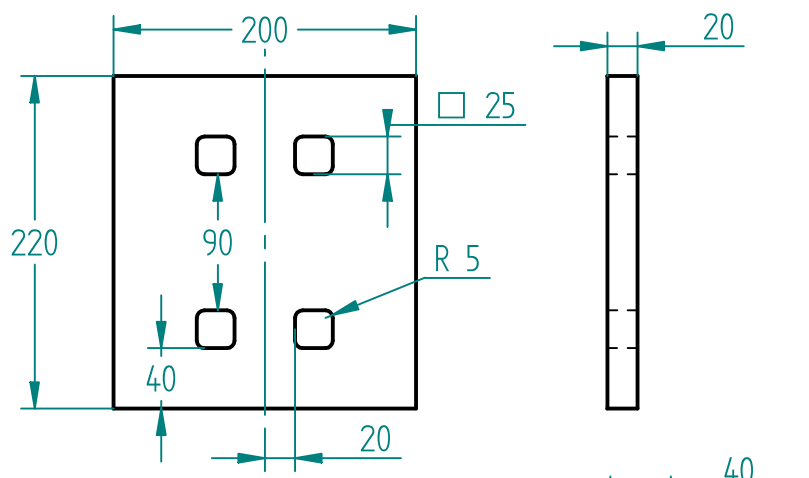
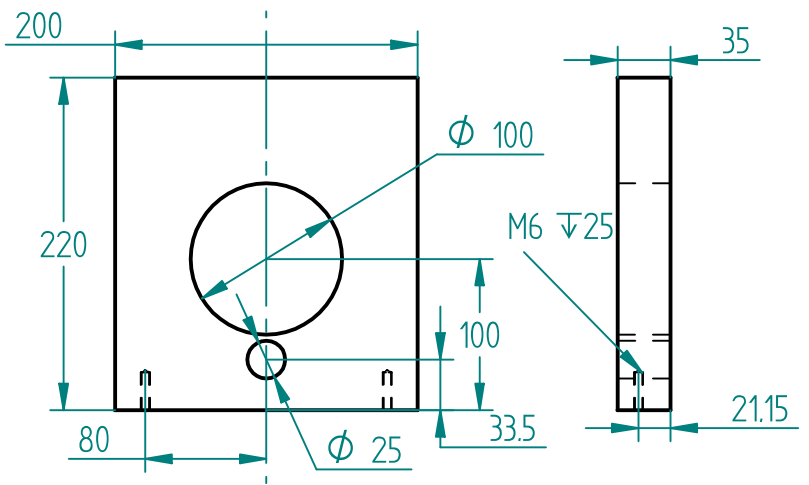
- Valmistetaan akryyliputkesta, joka tuetaan alumiinista koneistettujen palojen varaan
- Kanteen käytetään 5 mm levyä kaksinkertaisena, jotta saadaan 10 mm paksu elementti.
- Putki ja kansi hiotaan sisäpuolelta hiekkapaperilla (jyväkoko 600)
- Myös ledejä voi joutua hiomaan valon leviämisen parantamiseksi.
- Sisäpuolelle asennetaan kaksi punaista lediä simuloimaan lämmön siirtymistä
- Putki liitetään liimalla alumiinisiin tukiin

Huom.

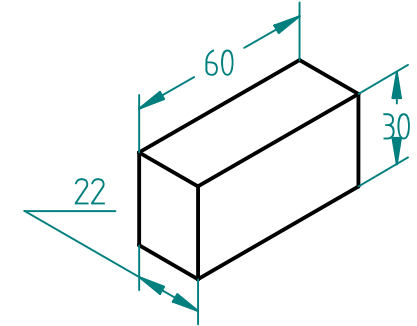
- Ledeillä pitää suorittaa pieniä testejä, jotta löytyy sopiva kirkkausluokka ja ledien asennus paikka (piirustuksissa oleva on täysin ohjeellinen). Tarkoituksena on valaista koko putki ja saada valo taittumaan tasaisesti putken hiotusta sisäpinnasta.

Kotelointi

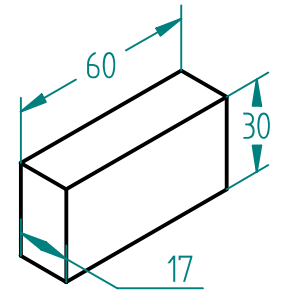
- Kotelo leikataan akryylilevystä (5 mm) annettujen piirustusten mukaan ja kasataan liimalla.



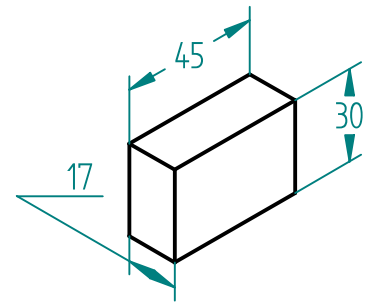
liitososa 1



liitososa 2



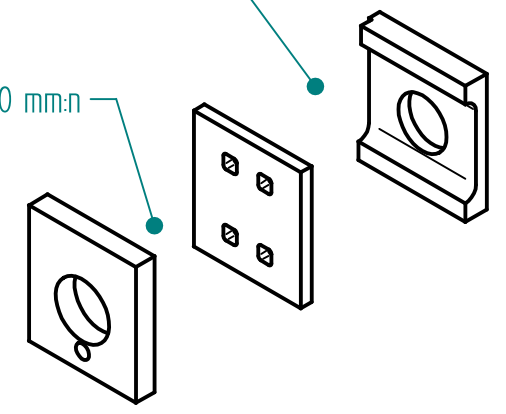
liitososa 3



liitososa 4

Tähän väliin 45 mm:n liitososat

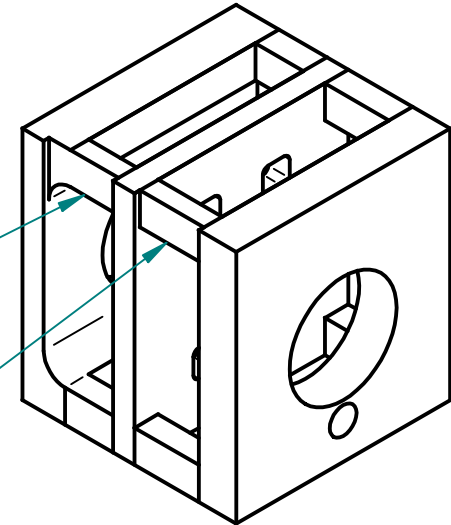
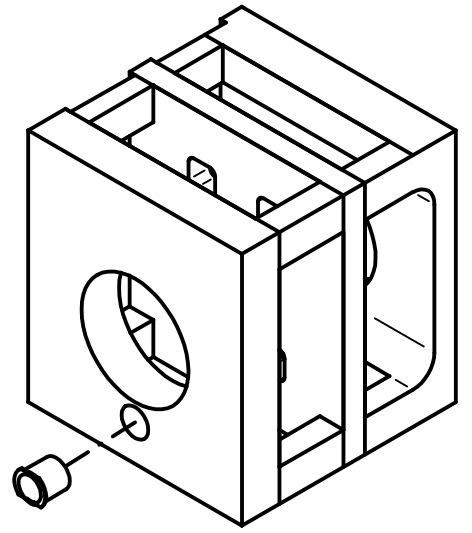
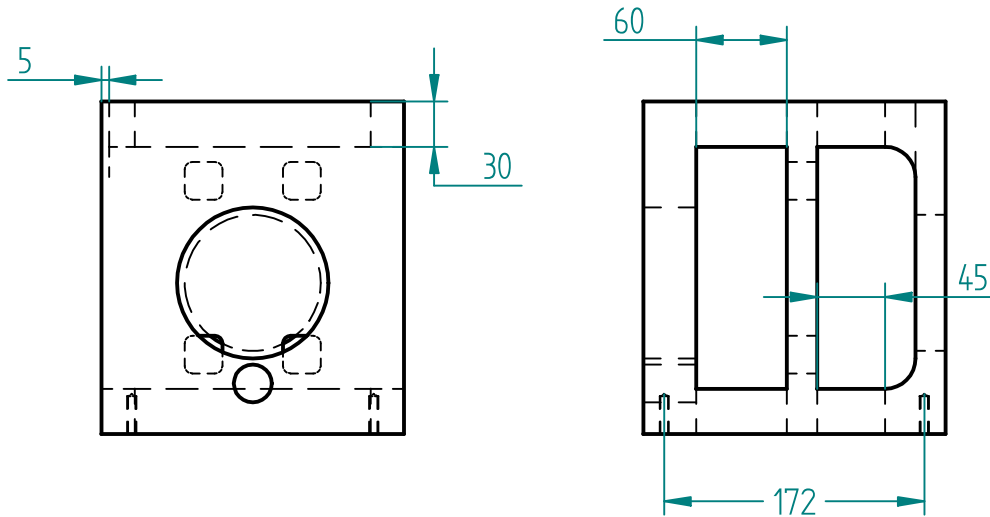
Tähän väliin 60 mm:n liitososat



Suunnittelija Juha Perälä	
Tehtv 29.09.2009	
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	
	Mittakaava 1:5

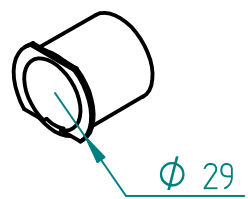
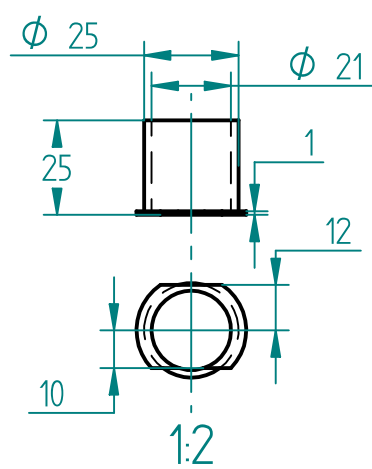
Seinäioen Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Osa Runko-osat
Kuuluu kokoonpanoon Jalkipalotila

Kaikki 1- ja 2-tyyppiset liitososat hitsataan suoraan levien nurkkiin kiinni. 3- ja 4-tyyppisiin osiin iätetään piirustuksessa näkvvä vähintään 5 mm:n väli levyn reunasta mitattuna. Tämä väli tarvitaan valopaneelin paikalleen liittämistä varten.




Liitososa 4

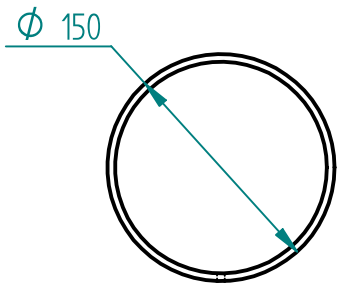
Liitososa 3



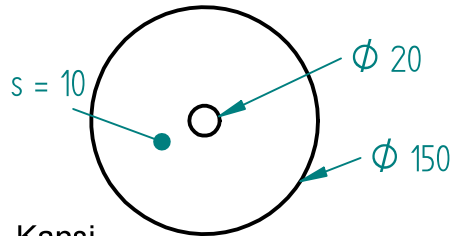
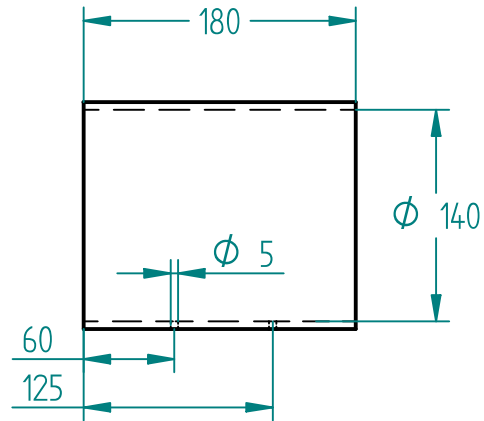
Holkin sivut pitää viistää, jotta tuhkakouru saadaan sopimaan suoraan iäkkipalotilan kylkeen

Nylonholkki

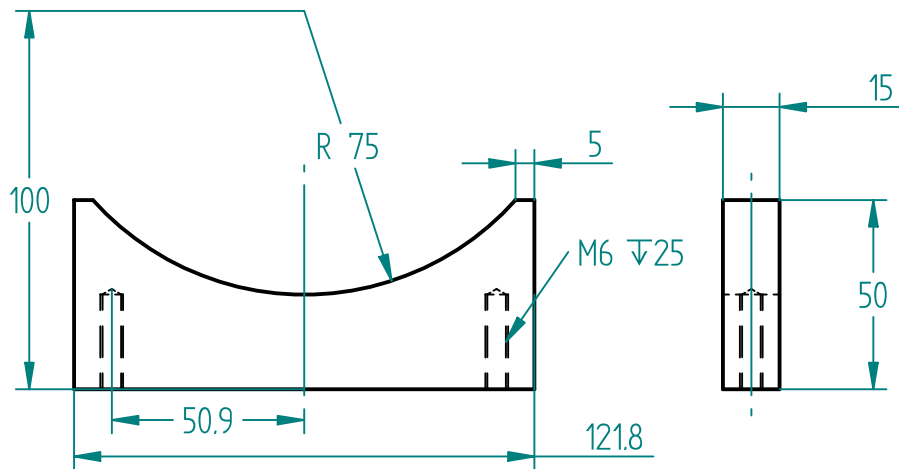
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 30.09.2009	Osa Runoon kasaus
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:5	Jalkipalotila



Lämmön talteenotto

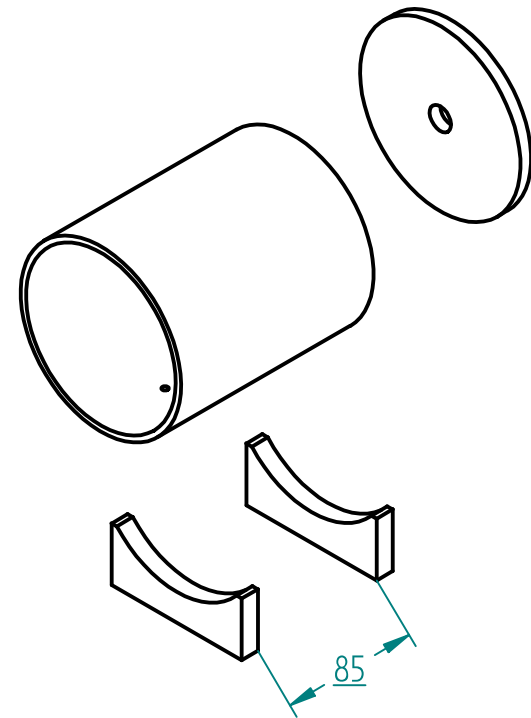


Kansi




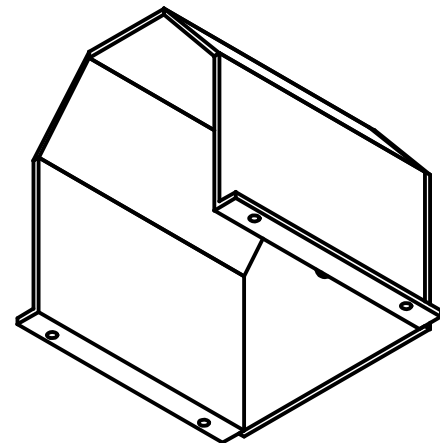
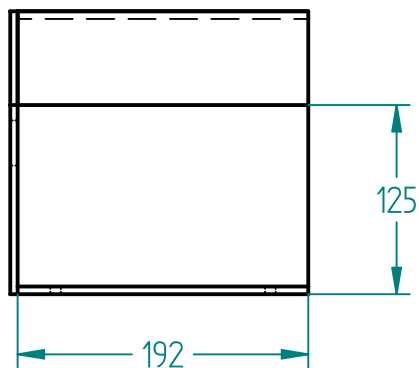
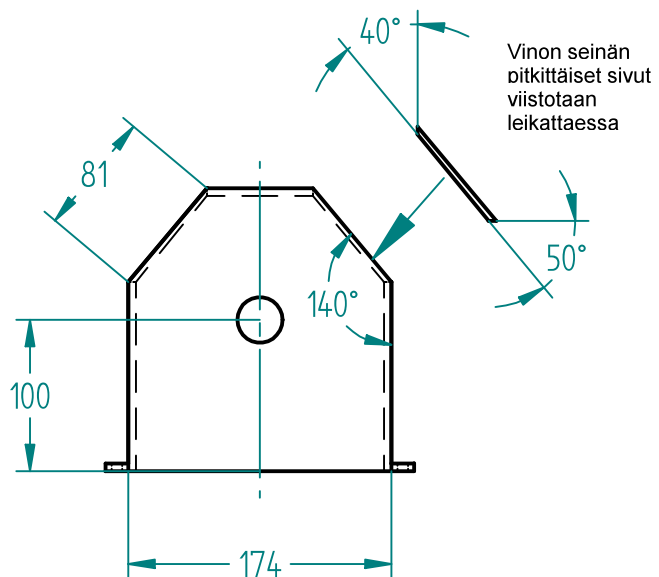
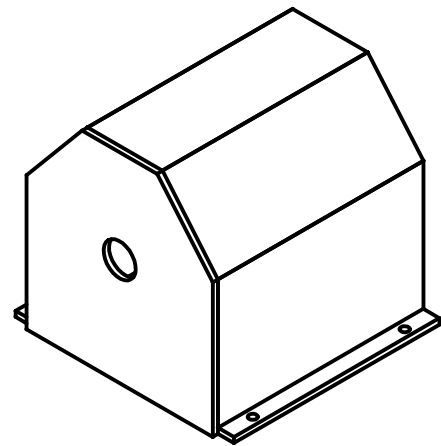
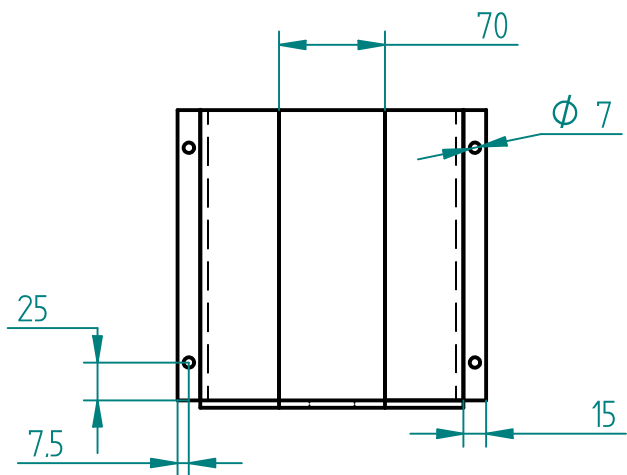
Jalusta

1:2




Ledien kiinnitysreikien tarkempi mitoitus voidaan suorittaa valokomponenttien valinnassa yhteydessä

Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 30.09.2009	Osa Lämmön talteenotto
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Jälkipalotila
 Mittakaava 1:5	



Kaikkiin osan seiiniin on käytetty 5 mm:n akrvvlilevää

Suunnittelija Juha Perälä	Seinäioen Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 30.09.2009	Osa Kotelointi osa2
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon Jälkipalotila
 Mittakaava 1:5	

5 Koko laitteen alusta ja kotelointi

Pohjalevy

- Valmistetaan 5 mm:n akryylilevystä
- reunoihin taivutetaan alumiinilevystä (2 mm) tuentaprofiilit. Nämä profiilit voidaan korvata myös valmiilla alumiiniprofiililla, johon saadaan sopivalla kierteityksellä vähintään M6 kokoiset ruuvit kiinni.
- Mikäli tehdään ohutlevystä, reikien kohtiin pitää luultavasti pistehitsata valmiit mutterit, sillä näin ohueen materiaaliin kierteitetyn reiän tekeminen on hyvin haastavaa. Vaihtoehtona on myös käyttää tarpeeksi pitkiä läpivuveja, jotka menevät koko jalustan läpi.
- Reunojen alumiiniripoihin pitää tehdä sopiva reikä ohjauksen kaapeliliitintä varten. Liittimen muodosta ja paikasta pitää keskustella erikseen tämän projektin sulautettujen laitteiden osiosta vastaavan henkilön kanssa.
- Alapuolelle liitetään liimalla akryylilevystä tehdyt ohjurit tuhkalaatikolle.
- Kaikki laitteiston osat kiinnitetään pohjalevyyn ruuveilla
- Liitäntä reikiin kannattaa tehdä vähintään 2 mm:n sovitteet molempiin suuntiin asennuksen helpottamiseksi. Piirustuksiin on tehty malliksi pohjalevyn reunusten kiinnitystä varten tällaiset sovitteet.
- Laitteiden ja koteloiden kiinnitykseen tehdyt sovitereivät tulisi tehdä pituusakselinsuuntaisiksi.
- Lisäksi levyn alle voidaan liittää johtokouruja helpottamaan moottorien ja ledien johtojen vetämistä.

HUOM.

- Piirustuksiin ei ole merkattu työntimen mikrokytkimien ja led-valojen johdoille tehtäviä reikiä. Ne on tehtävä vielä asennusvaiheessa alustan pohjalevyyn.

Tuhkalaatikko

- Taitellaan 2 mm:n alumiinilevystä ohutlevyosana
- Kulmat sidotaan yhteen kahdella vetoniitillä tai jollain vastaavalla
- Voidaan käyttää myös valmista sopivan kokoista laatikkoa, mikäli sellainen jostain löytyy

- Etureunaan kiinnitetään jokin sopiva kappale toimimaan laatikon kahvana. Tätä osaa ei ole cad-malliin toteutettu, joten tekijällä on täysi taiteilijan vapaus tässä kohtaa.

Kuljetussuoja

- Valmistetaan ohutlevyosana 3 mm:n levystä.
- Mikäli on tarvetta, voidaan lisätä vinotuennat suojan molempiin päihin.
- Suojan keskelle kiinnitetään valmis muovikahva.
- Kiinnitys jalustaan hoidetaan suojan alareunassa olevista kolmesta reiästä läpityönnettävillä alumiiniputkilla. Putkien päihin tehdään reiät lukkosokkien asennusta varten.

Ohjauslaatikko

- Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää lähes mitä tahansa valmista muovilaatikkoa, johon kaikki ohjainkortit ja muuntaja saadaan sopimaan.
- Kanteen asennetaan ohjausnapit ja toimintoja selventävä LCD-näyttö.
- Ohjauslaatikosta vedetään sopivalla kaapelilla ohjaus moottoreille ja led-valoille.
- Jos mahdollista laatikko olisi hyvä valita siten, että sen voisi saada sopimaan kuljetussuojan sisälle.

6 Laitteen toiminta

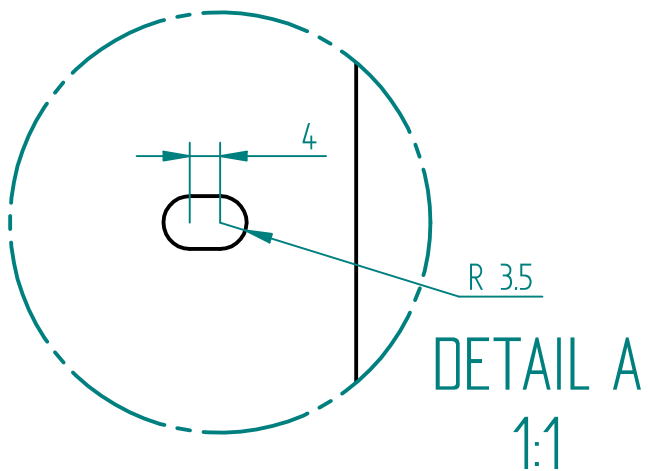
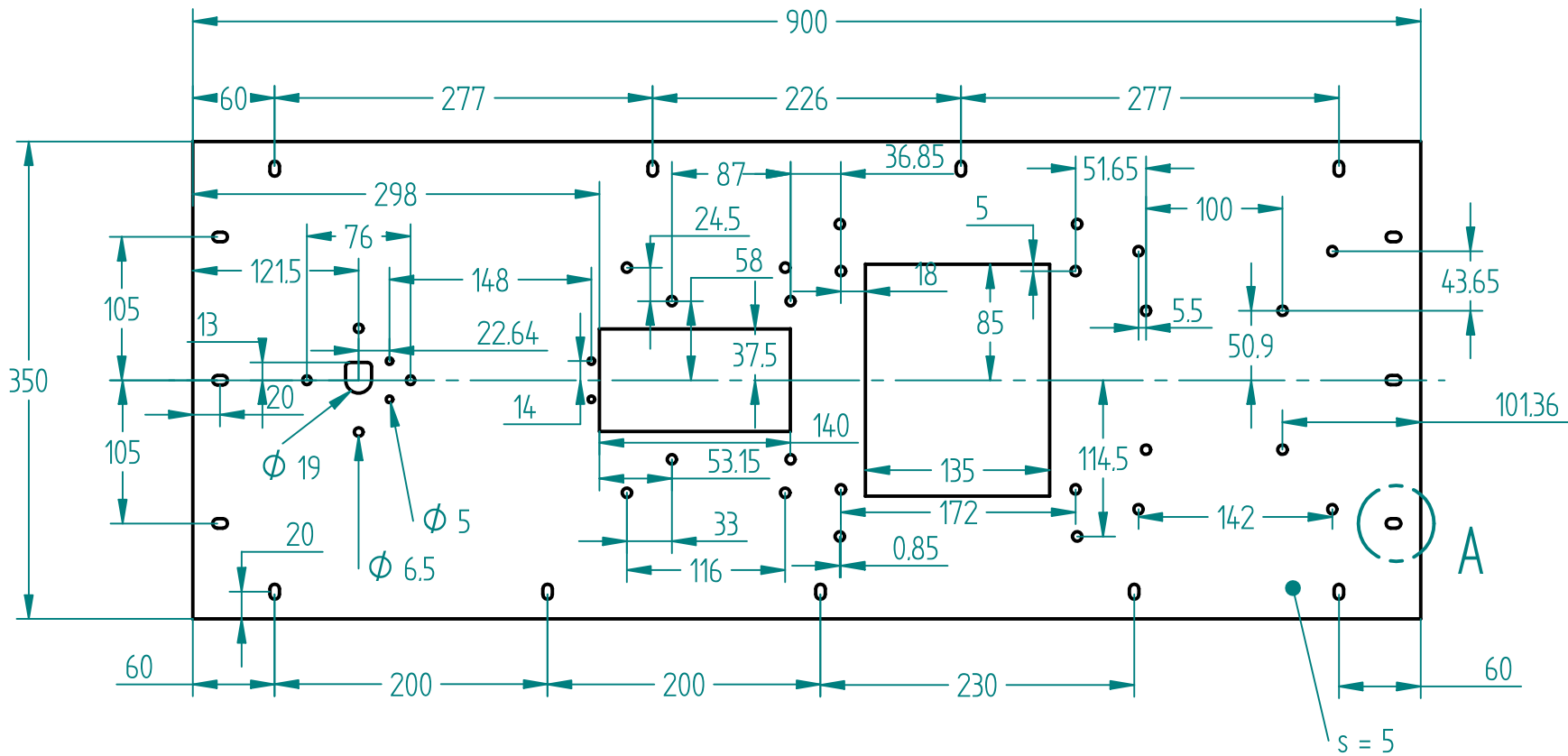
Käsiäjo:

- Syöttösyylinteriä voidaan liikutella kahdella napilla eteen ja taakse.
- Etupesää ja tuhkaruuvia voidaan pyörittää pitämällä nappia pohjassa.
- LCD-näytössä toimintoja vastaava teksti.

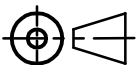
Automaattiajo:

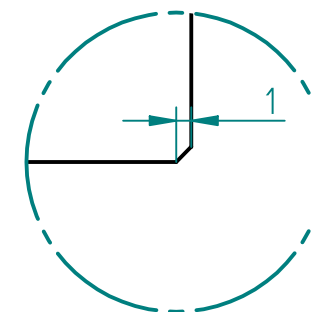
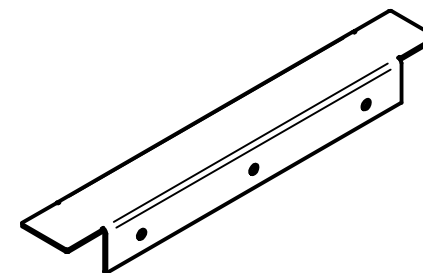
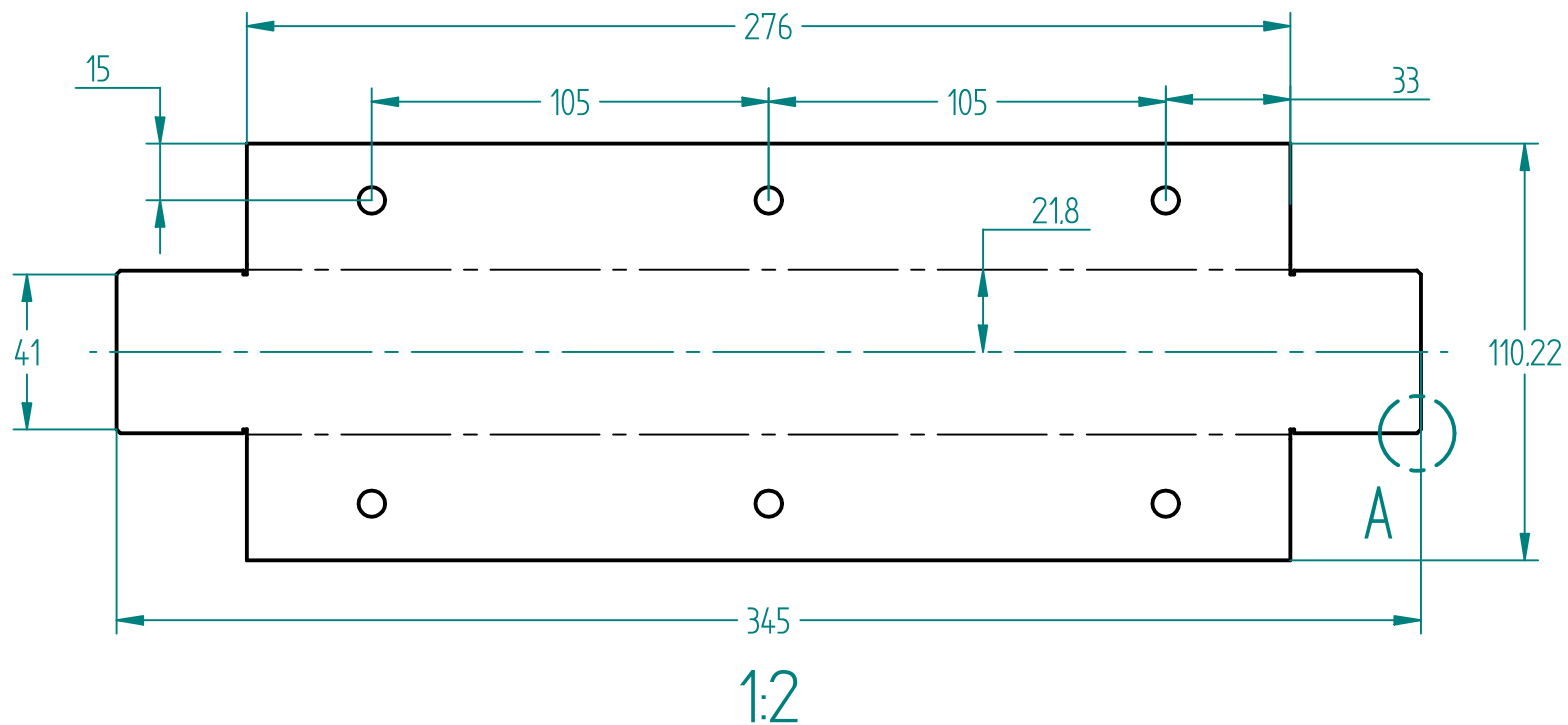
- Syöttösyylinteri liikkuu eteen ja taakse jatkuvassa syklistä. Yhden työnnön ja palautuksen yhteiskesto on noin viisi sekuntia.

- Etupesä ja tuhkaruuvi pyörivät jatkuvasti vakionopeudella. Etupesän pyörimisnopeus asetetaan mielellään alle 15 astetta sekunnissa, jos mahdollista.
- Etupesän pyörimisnopeudelle olisi hyvä myös olla potentiometrillä toimiva säädin.
- Led-valot vilkkuvat etupesässä ja jälkipalotilan valopaneelit toistavat niille asetettua sarjaa. Lämmönoton led-valot palavat tasaisesti.
 - Etupesään voidaan käyttää monia erivärisiä led-valoja (oranssi, keltainen ja punainen).
 - Jälkipalotilassa ja lämmönotossa voidaan käyttää punaisia led-valoja.
- LCD-näyttöön ohjauksesta ja laitteen tilasta kertovat tekstit.

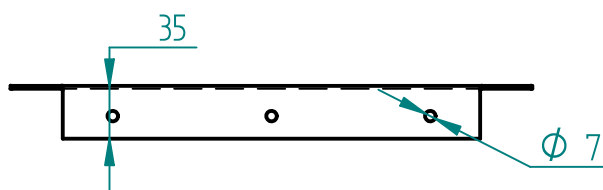
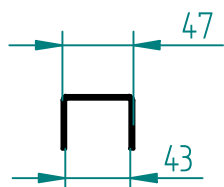


Kaikki etupesän, iälkipalotilan ja niihin liittyvien koteloiden kiinnitysreikien halkaisiä on 7 mm.

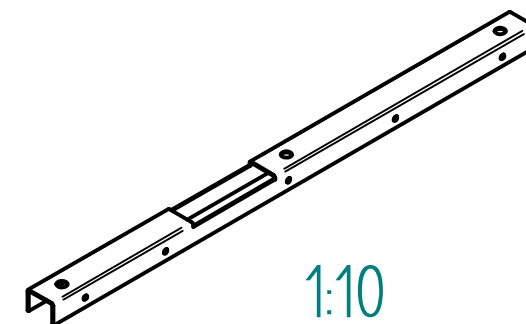
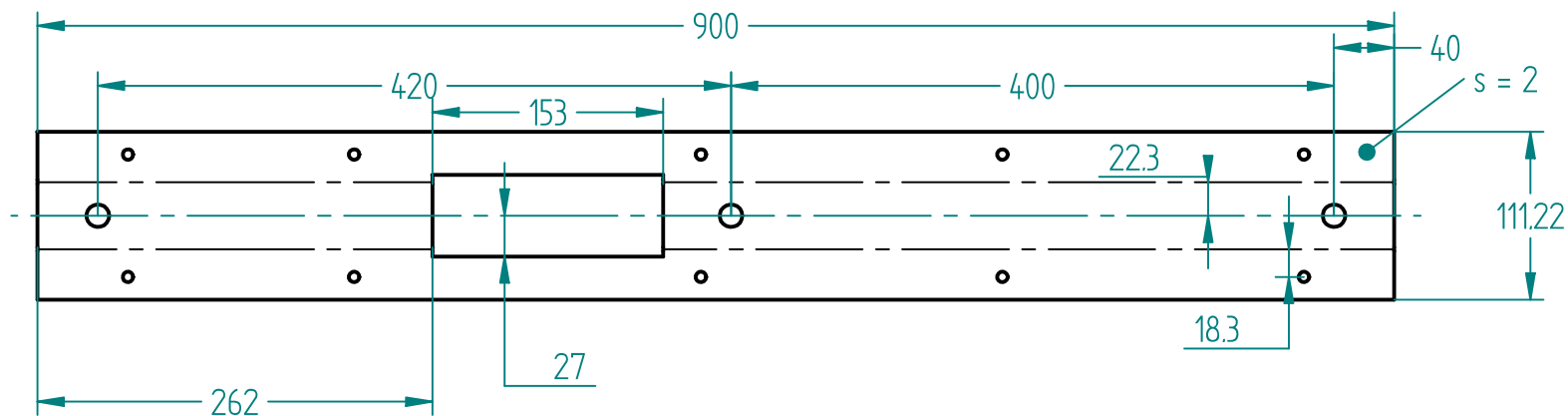
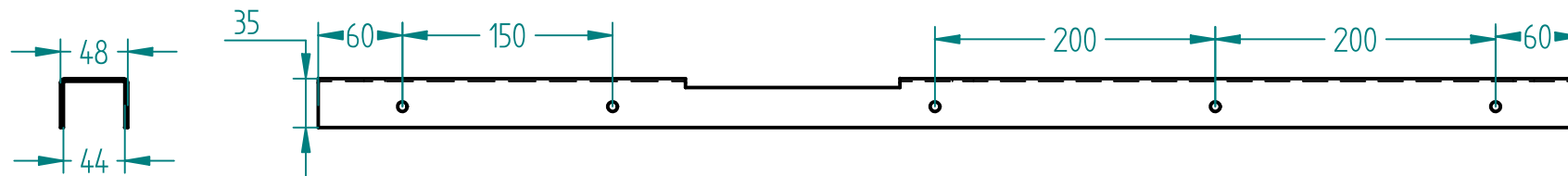
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 01.10.2009	Osa Pohialevv
Kaikki mitat ovat millimetreinä. Jos muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:5	Kotelointi




DETAIL A

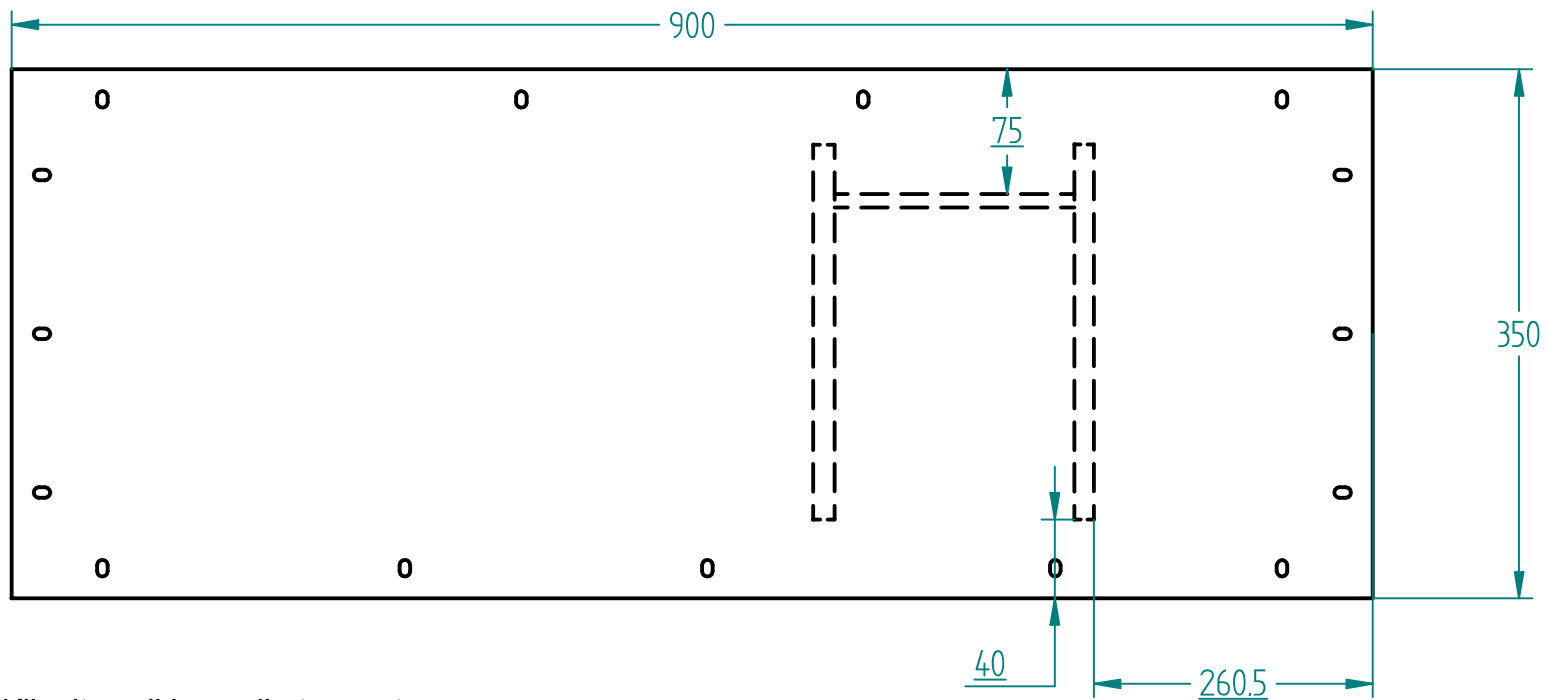


Suunnittelija Juha Perälä		Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 01.10.2009		Osa Reunaprofiili. sivut
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.		Kuuluu kokoonpanoon
Mittakaava 1:5		Kotelointi



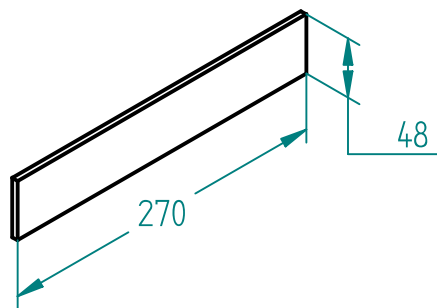
1:10

Suunnittelija Juha Perälä	Seinäioen Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 01.10.2009	Osa Reunaprofiili. taka
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:5	Kotelointi

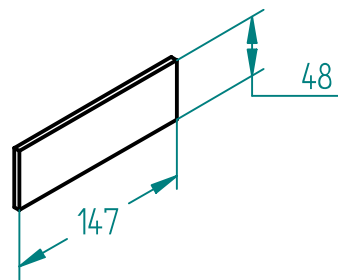


Kiinnitysreikien paikat samat.
kuin pohialevssä

Tuhkalaatikon takavaste ja poikkituennat selvvden
vuoksi piirettv tähän kuvaan. mutta kasausvaiheessa
ne liimataan pohialevvvn.



Poikkituenta

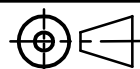


Tuhkalaatikon takavaste

Suunnittelija
Juha Perälä

Tehtv
01.10.2009

Kaikki mitat ovat millimetreinä.
jos muuta ei ole ilmoitettu.



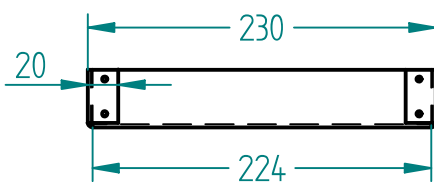
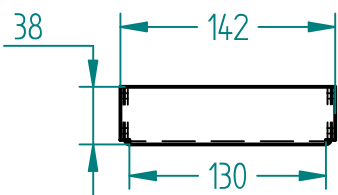
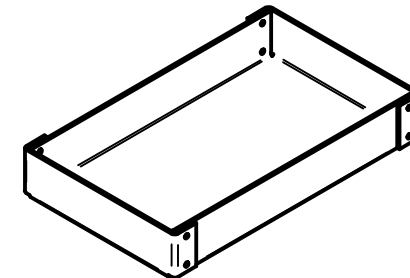
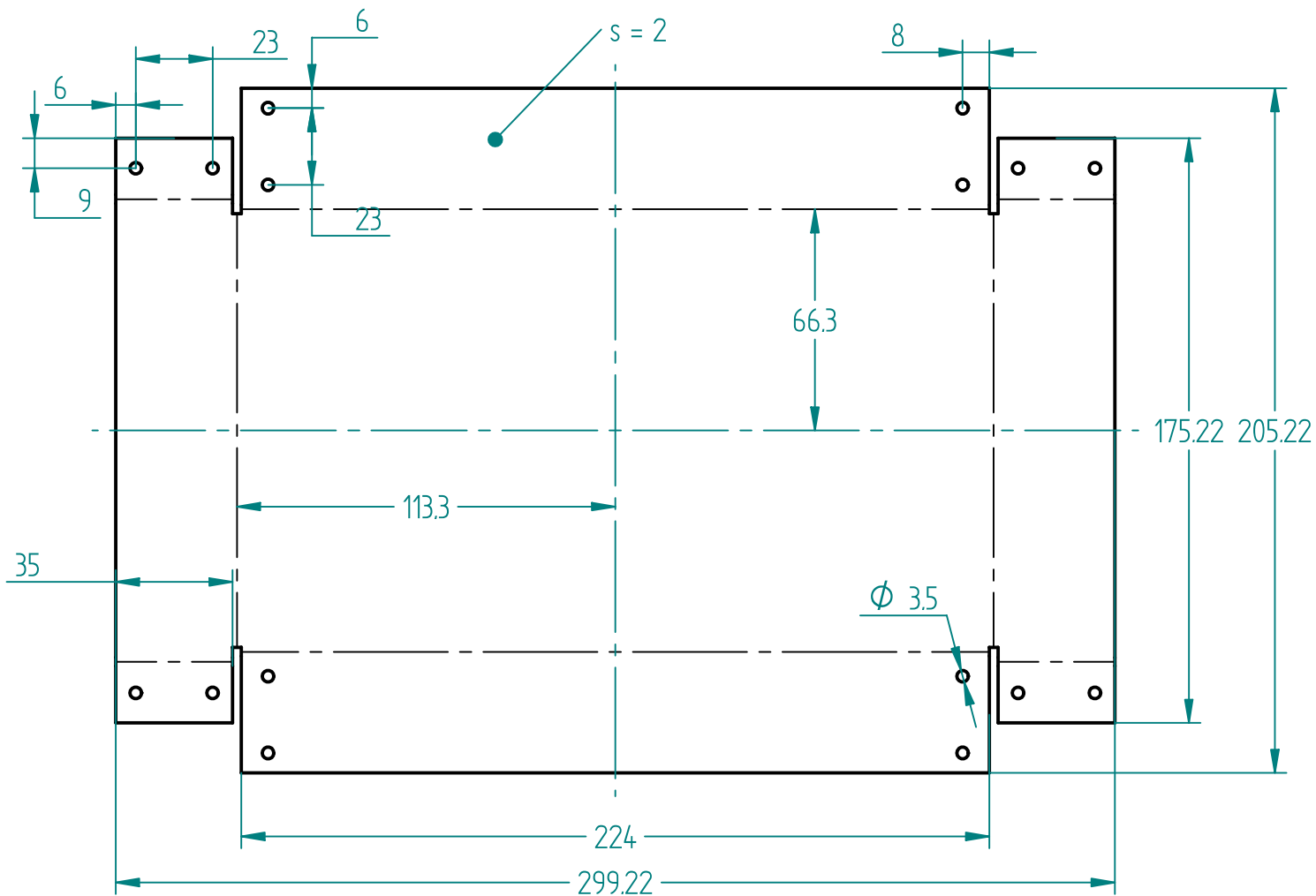
Mittakaava
1:5

Seinäioen Ammattikorkeakoulu
Tekniikan yksikkö


Osa
Alasuoialevv

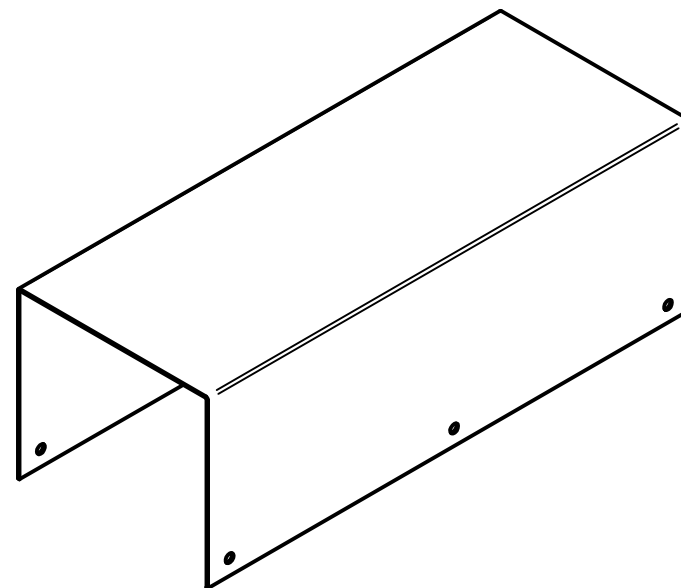
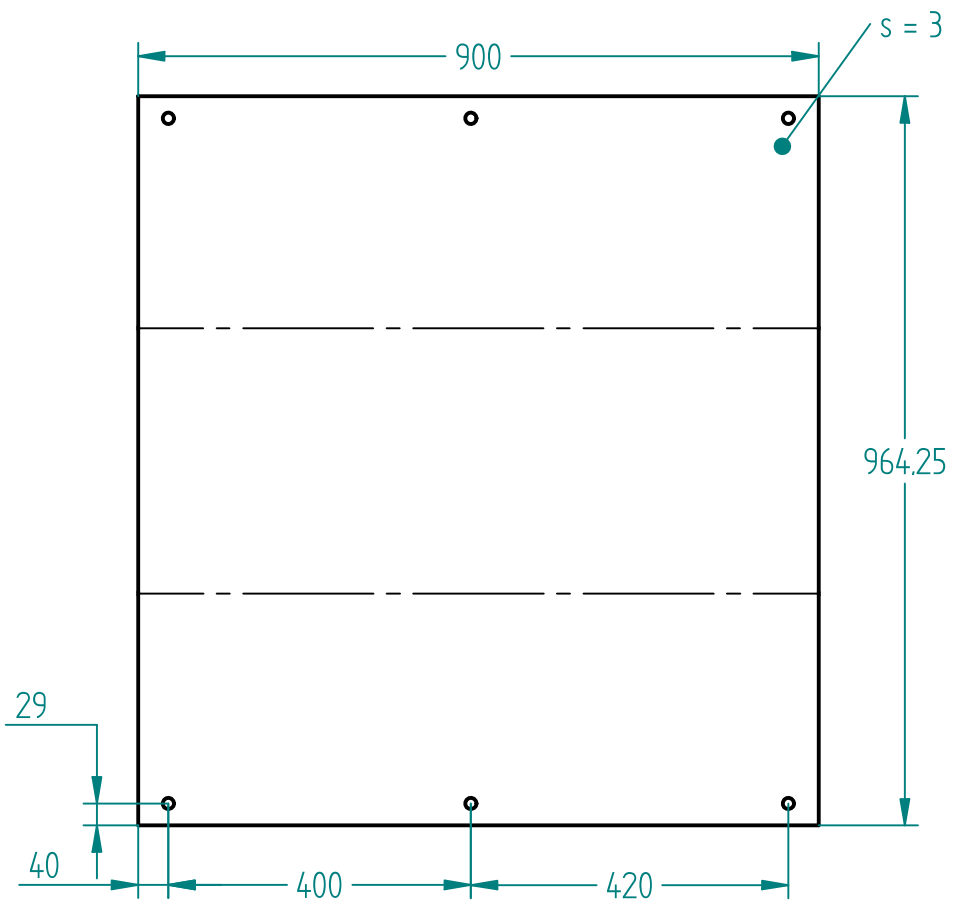
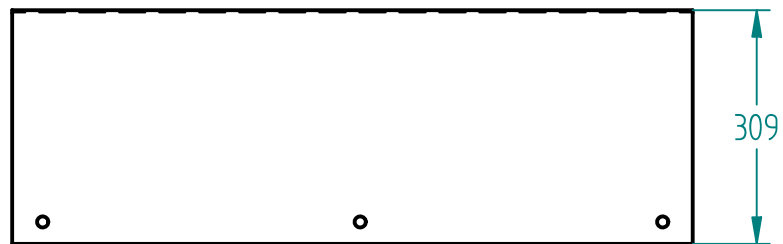
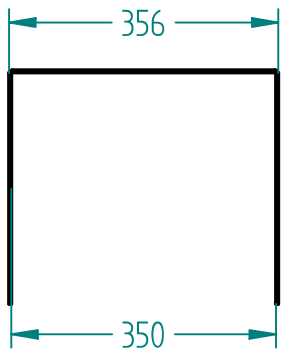
Kuuluu kokoonpanoon


Kotelointi



1:2

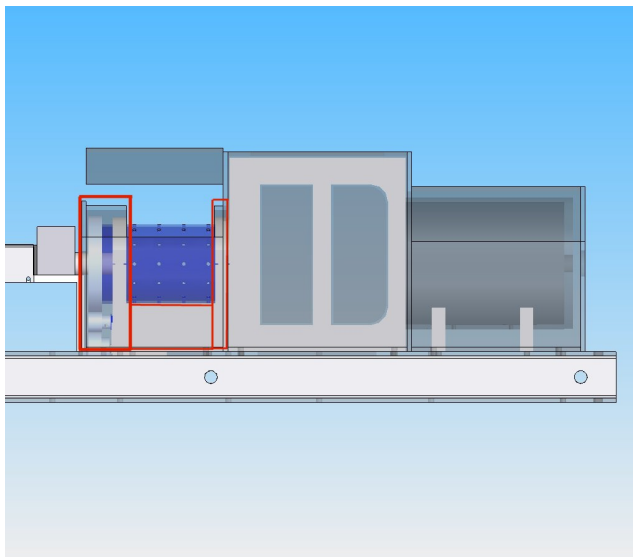
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäioen Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 01.10.2009	Osa Tuhkalaatikko
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:5	Kotelointi



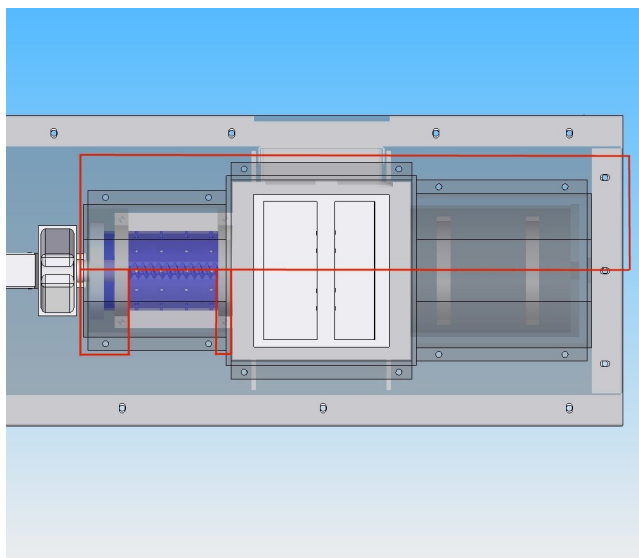
Suunnittelija Juha Perälä	Seinäoien Ammattikorkeakoulu Tekniikan yksikkö
Tehtv 01.10.2009	Osa Kulietussuoia
Kaikki mitat ovat millimetreinä. ios muuta ei ole ilmoitettu.	Kuuluu kokoonpanoon
 Mittakaava 1:10	Kotelointi

7 Laitteen maalaaminen

- Värien valinta jätetään toteuttavan ryhmän omaan harkintaan, mutta hillityt tummat ja harmaat sävyt varmaankin sopivat laitteistoon parhaiten.
- Läpinäkyvien kotelon osien maalaaminen tapahtuu siten, että etupuoli laitteen kotelosta jätetään läpinäkyväksi, jotta toimintoja pystyy seuraamaan (laitteen takapuoleksi lasketaan se puoli, josta tuhkalaatikko poistetaan).
- Maalaus suoritetaan kuitenkin siten, että mitkään pienoismallin toimintaan liittyvät osat eivät jää näkyviin. Tämä koskee lähinnä etupesän hammaspyöriä ja ratoja.
- Pohjalevyt maalataan kokonaan läpinäkymättömiksi.



Kuva 1: Maalattavat alueet edestä

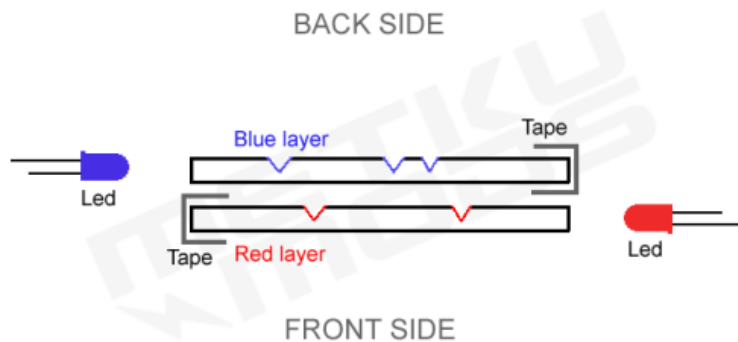


Kuva 2: Maalattavat alueet päältä

8 Jälkipalotilan valaistus

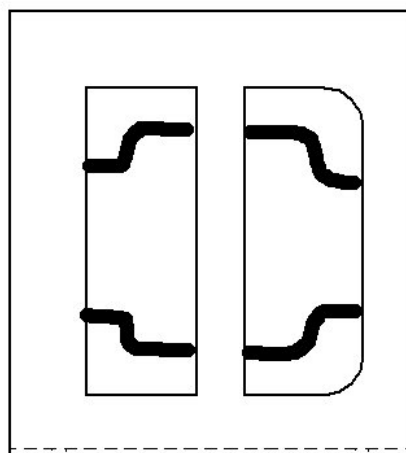
Jälkipalotilan takaseinään asennetaan ohuita akryylilevyjä kerroksittain ja jokaisen levyn reunaan upotetaan omat led-valot. Kerroksia voi olla levyn paksuudesta riippuen 2-3. Jälkipalotilan kotelon ulkoseinää voidaan käyttää myös yhtenä kerroksena. Kerrokseen kaiverretaan lämmönsiirtymistä kuvaavat viivakuviot, jotka tulevat näkyviin aina, kun kyseisen kerroksen led-valot sytytetään. Kerroksissa käytetyt akryylilevyt voivat olla jopa 2 mm ohuita, mikäli käytetyt led-valot vain saadaan hiottua sopivaan paksuuteen. Tämän lisäksi jokaisen kerroksen led-valoista vastakkaiseen reunaan pitää kiinnittää heijastavaa teippiä parantamaan levyn valaistusta. Lisätietoa mainittuun tekniikkaan tarjoaa MetkuMods sivuston artikkeli Monikerroskaiverruksen animoinnista. (Pönkkö 2008.)

Seuraava kuva selventää yllä mainittua animoinnin periaatetta.

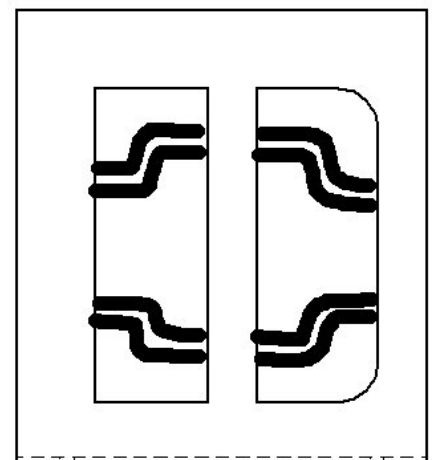


Kuva 3: Monikerroskaiverruksen animoinnin periaate (Pönkkö 2008.)

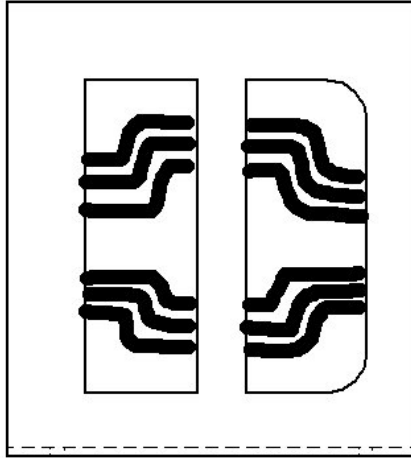
Työhön ajateltu kuvion animointiperiaate on seuraavanlainen:



Kuva 4: Ensimmäisen kerroksen kuvio



Kuva 5: Toisen kerroksen kuvio lisätty



Kuva 6: Kolmannen kerroksen kuvio lisätty

Levyihin kaiverrettujen kuvioden tulisi olla hyvin tasalaatuisia ja keskenään mahdollisimman samanlaisia. Kaiverruksen viivanpaksuutta voidaan tarvittaessa muuttaa. Kuvioden muoto tulisi olla yllä esitetyn mukainen ja niiden tulisi kulkea keskimmaisessä seinämässä olevien neliöreikien kautta. Levykerrosten ja led-valojen määrä jää toteuttavan ryhmän mietittäväksi. Lisäksi valoefektien toimintaa on hyvä testata ennen varsinaiseen työhön asentamista. Varsinkin käytettävien ledien kirkkaus tulisi testata tällä tavalla.

Sulautettujen järjestelmien ryhmän tehtäväksi tässä osiossa tulee led-ryhmien ohjaaminen oikeassa järjestyksessä. Samalla olisi hyvä myös tutkia himmennuksen käyttöä ledien sytytyksessä ja sitä, minkälaisen efektin se voisi mahdollisesti tuoda kuvioden animointiin.

Lähteet:

Pönkkö, J. 2008. Monikerroskaiverruksen animointi. [Verkkosivu]. MetkuMods. [Viitattu 4.10.2009]. Saatavissa: <http://metku.net/index.html?path=mods/multilayer-animation/index>