



Heikki Bolszak

LED-KATUVALAISIMEN KOKOONPANOKIINNITTIMIEN JA TESTAUKSEN SUUNNITTELU

LED-KATUVALAISIMEN KOKOONPANOKIINNITTIMIEN JA TESTAUKSEN SUUNITTELU

Heikki Bolszak
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotalous

Tekijä: Heikki Bolszak

Opinnäytetyön nimi: Led-katuvalaisimen kokoonpanokiinnittimien ja testauksen suunnittelu

Työn ohjaaja: Jukka Säkkinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2011 Sivumäärä: 31 + 5 liitettä

Tämän opinnäytetyön aiheena on Valopaa Oy:n raskaiden katuvalaisimien loppukokoonpano ja testaus. Työn tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa tuotannon apulaitteita, joiden avulla valaisimien kokoonpano- ja testaustyö helpottuu.

Työ tehtiin Valopaa Oy:n toimeksiannosta. Työssä selvitettiin, miten valaisimet voidaan kiinnittää kokoonpanoa varten ja miten valaisimien testauksesta voidaan tehdä aiempaa turvallisempaa ja nopeampaa. Työn oli aluksi määrä käsitellä myös Valopaa Oy:n tuotannon kehittämistä, mutta vähäisten valmistusmäärien vuoksi työ päätettiin kohdistaa tuotannon apulaitteisiin.

Työn aikana selvisi, että valaisimet on voitava koota mahdollisimman vähällä liikuttelulla, jotta vältetään maalipintojen vaurioilta. Työ sisälsi paljon valaisimien visuaalista analysointia, jonka avulla selvitettiin rakennettavien kiinnittimien toimintavaatimuksia. Pääkokoonpanokiinnittimen vaatimuksiksi muodostuivat kiinnittimen pyöritys ja kallistus, jotta valaisin saadaan kuhunkin työvaiheeseen sopivaan asentoon. Osakokoonpanokiinnittimillä valaisimen osat saadaan tukevasti kiinni työtasoon. Tuloksena syntyivät valaisimien tuotantoon tarvittavat kokoonpanokiinnittimet ja kaksikäsinen testauslaite, joka estää testaajaa koskemasta jännitteellisiin osiin testauksen aikana. Lisäksi Valopaa Oy sai käyttöönsä valaisimien kokoonpano- ja testausohjeet.

Asiasanat: kokoonpano, kokoonpanokiinnitin, testaus

ALKUSANAT

Haluan kiittää Valopaa Oy:tä, joka tarjosi minulle aiheen opinnäytetyöhön. Erityisesti haluan kiittää materiaalipäällikkö Veli Pakasta ja mekaniikkasuunnittelija Jussi Pöllää.

8.5.2011

Heikki Bolszak

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tavoite	7
1.2 Valopaa Oy	7
1.3 VP1301	7
1.4 VP1302	8
2 KOKOONPANO	10
2.1 Kokoonpanojärjestelmät	10
2.2 Manuaalinen kokoonpano	11
2.2.1 Työkalut ja apulaitteet	11
2.2.2 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen	11
2.3 Design for assembly	11
3 SÄHKÖTURVALLISUUS TESTAUKSESSA	13
3.1 Ammattitaito	13
3.2 Tiloihin pääsy	13
3.2 Eristäminen	13
3.3 Jännitteen syöttö	14
3.4 Eirstysvastuksen mitta	14
4 LÄHTÖTILANNE	15
5 KOKOONPANOKIINNITTIMET	17
5.1 Kiinnittimien suunnittelu	17
5.2 Pääkokoonpano	17
5.2.1 Pyöritys	18
5.2.2 Kallistus	19
5.3 Osakokoonpanot	20
5.3.1 Led-levyjen kiinnitys	20
5.3.2 Moduulipellin kiinnitys	20
6 TESTAUS	22

6.1 Kaksikäskäynnistys	22
6.1.1 Kytkenä	23
6.1.2 Komponentit	24
7 LOPPUTULOKSET	27
8 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29
LIITTEET	31

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön aiheena on Valopaa Oy:n raskaiden katuvalaisimien loppukokoonpanon apulaitteiden ja testauksen suunnittelu. Lähtökohtana on kaksi valaisinta, joille ei ole olemassa kokoonpano-ohjetta eikä tarvittavia kokoonpanokiinnittämiä. Myös valaisimien testaus vaatii parannuksia etenkin turvallisuuteen. Tavoitteena on suunnitella ja rakentaa tuotannossa tarvittavat kokoonpanokiinnittimet, testauslaite sekä työohjeet. (Liite 1.)

1.2 Valopaa Oy

Valopaa Oy on vuonna 2007 perustettu oululainen led-valaisimia valmistava yritys, jonka toimitusjohtajana toimii Toivo Vilmi. Valopaa Oy kehittää ja valmistaa led-valaisimia katuvalaistukseen sekä muihin vaativiin kohteisiin. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Oulun keskustassa, Mäkelininkatu 15:ssä. (Valopaa Oy. Yritys.)

1.3 VP1301

Valopaa Oy:n VP1301-led-katuvalaisin on suunniteltu tie- ja katuvalaistukseen. Se on asennettavissa sekä vaaka- että pystyaisaan. Valaisimesta on saatavilla viiden asteen portain säädettävä versio sekä kiinteä versio, joka on asennettavissa ainoastaan vaaka-aisaan. Valon määrä on valittavissa 3 500 lumenista 8 400 lumeniin. Valaisin on esitetty kuvassa 1. (Valopaa Oy. Led-valaisimet. Led-katuvalaisimet. VP1301 led-katuvalaisin.)



KUVA 1. VP1301 (Valopaa Oy. Led-valaisimet. Led-katuvalaisimet. VP1301 led-katuvalaisin)

1.4 VP1302

VP1302-led-katuvalaisin on suunniteltu katujen ja teiden valaisuun. Lisäksi se soveltuu myös aluevalaisuun ja liikuntareittien valaisuun. VP1302:ta on saatavilla yksipuolisena versiona, joka soveltuu sekä pystypylvääseen että vaaka-aisaan, ja kaksipuolisena versiona, joka soveltuu pystypylvääseen. Valaisin on esitetty kuvassa 2. (Valopaa Oy. Led-valaisimet. Led-katuvalaisimet. VP1302 led-katuvalaisin). Kuvan 2 valaisimet ovat kaksipuolisia.



KUVA 2. VP1302 (Valopaa Oy. 2011. Led-valaisimet. Led-katuvalaisimet. VP1302 led-katuvalaisin)

Kaksipuolisella valaisimella sama valoteho voidaan jakaa laajemmalle pinta-alalle. VP1301:tä on saatavana myös säädettävänä versiona.

2 KOKOONPANO

Kokoonpano on valmistettujen tai muualla alihankintana teetettyjen osien liittämistä toisiinsa. Kokoonpano sisältää yleensä kappaleiden käsittelyä, siirtelyä, varastointia, liittämistä ja tarkastamista. Kokoonpanon osuus tuotteen valmistusajasta voi olla jopa 40 %. (Lapinleimu – Kauppinen – Torvinen 1997, 111.)

2.1 Kokoonpanojärjestelmät

Kokoonpanotyössä on tärkeitä saada siinä käytettävät osat mahdollisimman lähelle asennuspaikkaa. Kokoonpano voidaan suorittaa linjakokoonpanona tai paikkakokoonpanona. Suuret valmistusmäärät taas kootaan kokoonpanotehtaissa. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)

Kokoonpanopaikalla kokoonpanon suorittaa yksi henkilö tai työryhmä, riippuen tuotteen koosta. Työ voidaan jakaa esimerkiksi mekaaniseen ja hydrauliseen kokoonpanoon ja sähkötöihin. Kokoonpanopaikka soveltuu yksittäis- ja pienerätuotantoon. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)

Kokoonpanolinjassa työ on jaettu vaiheisiin. Se soveltuu lähinnä suurien erien tuotantoon. Pitkälle vaiheistettu työ muistuttaa liukuhihnatyöskentelyä. Linja voidaan järjestää myös siten, että kokoojat toimivat ryhmänä kulkien tuotteen mukana kokoonpanon alusta loppuun. Linja koostuu työasemista, joissa on omat työvälineet. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)

Kokoonpanotehdasta sovelletaan valmistettaessa suuria määriä ja/tai suuria tuotteita. Ne koostuvat osakokoonpanopaikoista ja -linjoista sekä loppukokoonpanolinjasta. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)

Koska tässä opinnäytetyössä käsitellään manuaalisesti kokoonpantavaa tuotetta, ei ole syytä paneutua tarkemmin automaattiseen kokoonpanoon.

2.2 Manuaalinen kokoonpano

2.2.1 Työkalut ja apulaitteet

Manuaalinen kokoonpano on kokoonpanotavoista perinteisin. Siinä kokooja kokoaa tuotteen osista ohjeiden mukaisesti. Kokoonpano tehdään tavallisesti työpöydällä, jossa on mahdollisesti erilaisia kiinnityspenkkejä. Pöydälle liian suuret tuotteet kootaan lattialla tai erikoispukeilla. (Lapinleimu ym. 1997, 116.)

Manuaalisessa kokoonpanossa käytettävät työkalut ovat yleensä keveitä ja yksinkertaisia. Yleisimpiä työkaluja ovat mm. ruuvimeisselit ja -vääntimet, porakoneet ja puristimet. Koottava tuote voidaan koota myös käyttäen apuna kokoonpanokiinnitintä, johon kiinnitetään jokin tuotteen perusosa, jolloin kiinnitin helpottaa tuotteen pysymistä paikallaan. (Lapinleimu ym. 1997, 117.)

2.2.2 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen

Koska kokoonpano vie huomattavan osan tuotteen valmistusajasta, on tärkeitä, että kokoonpanoon kiinnitetään erityistä huomiota ja että kokoonpano olisi mahdollisimman tehokasta. Monissa yrityksissä valitettavan iso osa kokoonpanoajasta kuluu osien siirtelyyn paikasta toiseen. Kokoonpanon päätapahtuma pitäisi ehdottomasti olla osien liittäminen toisiinsa. (Lapinleimu ym. 1997, 121.)

2.3 Design for assembly

Design for assembly (DFA) tarkoittaa suunnitteluprosessia, joka tähtää lopputuotteen kokoonpantavuuteen. Kun tuote on kokoonpantavuudeltaan yksinkertainen ja nopea, laskevat kokoonpanon kustannukset huomattavasti. Koska tuotteiden suunnittelijat eivät yleensä itse työskentele tuotannossa, käy usein niin, ettei suunniteltu tuote olekaan koottavissa kuten oli suunniteltu. Soveltamalla DFA:ta suunnitteluprosessiin, varmistetaan tuotteen kokoamisen sujuvuus tuotannossa. (Syque Quality. 2011, Improvement encyclopedia. DFA.)

DFA-prosessissa analysoidaan mm. seuraavia asioita:

- yksittäisten osien määrä tuotteessa
- erilaisten työkalujen tarve kokoonpanossa
- työkalujen ulottuvuus, esim. syvät poterot
- tuotteen osien kohdistettavuus
- kiinnitystarvikkeiden valinta
- tuotteen ylimääräisen liikuttelun tarpeen poistaminen
- tulkitsemisvaran poistaminen, ts. tuotetta ei pitäisi voida koota väärin.

(Syque Quality. 2011, Improvement Encyclopedia. DFA.)

3 TESTAUKSEN SÄHKÖTURVALLISUUS

Sähkölaitteiden koestusta varten on olemassa omat erikoismääräyksensä. Määräykset koskevat tapauksia, joissa koestetaan sähkölaitteita, joissa esiintyy yli 50 VAC tai yli 120 VDC jännitteitä. (Mäkinen 1998, 217.)

3.1 Ammattitaito

Vaativissa sähkötöissä on aina käytettävä riittävän ammattitaitoista sähköalan ammattihenkilöstöä. Vaativia töitä ovat mm. kosketussuojaamattomien sähkölaitteiden korjaus ja koekäyttö, suurjännitekoestukset ja sähkötekniinen tutkimustyö. Sähkötyön suorittajaksi vähemmän vaativissa töissä riittää opastettu henkilö. (Mäkinen 1998, 218.)

3.2 Tiloihin pääsy

Mikäli tilassa käsitellään jatkuvasti kosketussuojaamattomia, paljaita jänniteisiä osia sisältäviä sähkölaitteita, on tila eriytettävä seinillä ja ovilla omaksi tilakseen. Lisäksi ovissa on oltava turvallisuuskilvet. Jos jännitteisten osien tahaton kosketus on estetty tai se on vaikeaa, riittää tilan eriyttämiseksi kiinteä aita, matalat seinämät tai ketju. (Mäkinen 1998, 219.)

3.2 Eristäminen

Työskentelytilan eristämistä käytetään täydentämään kosketusjännitesuojausta. Testaustilan ympäristö rakennetaan yleensä eristeaineisesta materiaalista. Työpöytien kosketeltavien pintojen on oltava eristettyjä. Pöytien tukirakenteet ja jalat voivat olla metallisia, mutta ne on eristettävä maan potentiaalista. (Mäkinen 1998, 220.)

Mikäli koestetaan ESD-herkkiä komponentteja sisältäviä laitteita, on testaajien käytettävä sopivia ESD-suojavaatteita. Lisäksi staattisen sähkön hallitun purkautumisen vuoksi testaustilan lattian on oltava puolijohtava. (Mäkinen 1998, 220.)

3.3 Jännitteen syöttö

Testattavien sähkölaitteiden sähkönsyöttö on kyettävä katkaisemaan pääkytkimellä, joka voi olla virtapiirikohtainen, työpöytäkohtainen tai yhteinen useammalle virtapiirille tai työpöydälle. Jännitteen syöttö on katkaistava tehtäessä ja purettaessa kytkentöjä. Lisäksi vaaratilanteessa on voitava nopeasti katkaista jännitteet työskentelyalueelta. Tällöin käytetään esimerkiksi hätä-seispainiketta. (Mäkinen 1998, 224 - 226.)

Testauslaitteiden johtimina on käytettävä hyväksytyjä mittapäitä. Jos käytetään banaani liittimiä, niiden on oltava suojattua mallia, jossa johtava osa on liukuvan suojakuoren sisällä. (Mäkinen 1998, 226.)

Jos jännitekokeita tehdään suurjännitteellä (yli 1 000 V), on noudatettava erityistä varovaisuutta. Sivullisten pääsy testausalueelle on estettävä aidoilla, puomeilla tai lippusiimoilla. Suurjännitekokeissa on käytettävä myös tarvittavia koestusjännitteiden mukaisia mittapäitä. (Mäkinen 1998, 227.)

3.4 Eristysvastuksen mittaus

Sähkölaitteen eristysvastuksen on oltava riittävän suuri laitteen koko elinkaaren ajan. Sen on oltava aina suurempi kuin kulloinkin voimassaoleva pienin sallittu arvo. Eristysvastusta mitattaessa käytetään tasajännitettä, jonka suuruus vaihtelee järjestelmän nimellisjännitteen mukaan. (Mäkinen 1998, 227 - 228.)

Korjattavilla sähkölaitteilla eristysvastus mitataan jänniteisten osien ja ulkovaipan välillä taulukon 1 mukaisesti.

TAULUKKO 1. Eristysvastuksen mittaus (Mäkinen 1998, 228.)

Koestettava eristys	Koetasajännite/V	Eristysvastus/k Ω
Peruseristys	500	≥ 500
Vahvistettu eristys	500	$\geq 2\ 000$

4 LÄHTÖTILANNE

Työn aloitukseen asti Valopaa Oy:n tuotanto oli hyvin alkeellista. Valaisimien osat lojuivat kääryissä, joista ne siirrettiin tapeen mukaan työpöydälle. Työpöydällä osat liikkuvat vapaana eikä niitä kiinnitetty missään vaiheessa. Tämä aiheutti paljon vaurioita osien maalipintoihin, mikä edelleen aiheutti lisäkustannuksia kun osat oli lähetettävä korjattaviksi.

Toinen ongelma olivat liian tiukat liitokset. Liiallinen tiukkuus ilmeni o-renkaiden katkeamisena liitettäessä osia toisiinsa. Tästä tehtiin useita korjauskehotuksia suunnittelijoille. Yleisesti ottaen työn kohteena olleet valaisimet eivät olleet vielä tarpeeksi kypsiä tuotantomielessä, ja se vaikeutti myös tämän opinnäytetyön tekemistä.

Valopaalla valmistettavien katuvalaisimien kokoonpano koostuu seuraavista vaiheista:

1. asennuspellin valmistelu
2. asennuspellin kiinnitys alaniveleen
3. ylänivelen valmistelu ja kiinnitys
4. virtapellin kiinnitys ja valmistelu
5. rungon kiinnitys
6. led-levyjen kiinnitys
7. moduulipellin kiinnitys moduuliin
8. moduulipelti/moduli-yhdistelmän kiinnitys runkoon
9. tulpan kiinnitys.

Tarvittavat työkalut ovat ruuvinväännin ja kuusiokoloavainssarja. Osat on saatava pysymään paikoillaan, jotta kiinnitysruuvit voidaan kiristää.

Kohtiin 1 ja 2 ei ole mahdollista tehdä juurikaan parannuksia ilman osien suunnittelun muuttamista. Kohtiin 3, 4, 5, 8 ja 9 on mahdollista rakentaa

kiinnitin, joka helpottaa osien liittämistä ja mahdollistaa suuremman voiman käytön. Lisäksi kohtiin 6 ja 7 voidaan rakentaa kaksi pienempää kiinnitintä.

Jatkoa ajatellen Valopaa Oy:n kannattaisi kiinnittää suunnitteluvaiheessa erityistä huomiota valaisimien kokoonpantavuuteen. DFA:n puuttuminen Valopaa Oy:n suunnittelutyöstä näkyy pahimmillaan tiettyjen valaisimien likipitäen mahdottomana kokoamisena. Työkaluja on paikoin todella vaikea saada ulottumaan vaadittaviin paikkoihin.

Testauksen osalta Valopaa Oy:llä oli käytettävissä maadoituspiirin testauslaite ja eristysvastusmittari. Led-moduulien toimivuus testattiin kytkemällä kuorittu verkkojohto valaisimen verkkoliittimeen. Tuo vaihe oli erittäin riskialtis eikä varmasti täyttänyt minkäänlaisia määräyksiä. Johtimia saattoi irrota kesken testauksen ja sähköiskun vaara oli hälyttävän suuri. Tavoitteena oli tehdä pieniä ulkoisia parannuksia maadoituspiirin testauslaitteeseen ja eristysvastusmittariin. Moduulien testaus haluttiin ratkaista kokonaan uudestaan.

5 KOKOONPANOKIINNITTIMET

Kokoonpanokiinnitin on laite, johon kokoonpantava tuote tai sen osa kiinnitetään kokoonpanon helpottamiseksi. Kiinnitin ei korjaa puutteellista suunnittelua, mutta voi helpottaa kokoonpanoa oleellisesti. Kiinnittimen on tarvittaessa kyettävä liikkumaan, pyörimään ja kallistumaan erilaisista tuotteista riippuen. Pieniä tuotteita kokoonpantaessa on usein edullisempaa, että itse tuotetta pyöritetään sen sijaan, että kokoonpanon suorittava henkilö pyörisi kappaleen ympärillä. Suuria tuotteita, esimerkiksi veneitä, koottaessa on helpompaa, että kokooja kiertää tuotetta.

Kokoonpanokiinnittimillä saavutettavia etuja ovat muun muassa virheiden väheneminen, parempi mittatarkkuus ja työskentelyn parempi ergonomia. Lisäksi ne voivat toimia tuotteiden kuljetusalustoina.

5.1 Kiinnittimien suunnittelu

Valopaa Oy:n katuvalaisimien kokoonpanoa varten oli tarve suunnitella ja rakentaa 3 - 4 kokoonpanokiinnitintä osa- ja pääkokoonpanoon. Ennen pääkokoonpanokiinnittimen suunnittelua oli tullut ilmi kaksi selvää vaatimusta sen toiminnalle: valaisinta on voitava pyörittää akselinsa ympäri ja kallistaa vaakatasoon kokoonpanon helpottamiseksi. Kiinnittimen on tarkoitus simuloida liikuteltavaa valaisinpylvästä. Valaisimen sisäisistä osista ei tässä työssä näytetä kuvia salassapitosopimuksen ja kovan kilpailutilanteen vuoksi.

Kiinnittimien tarvetta arvioitaessa tuli esille, kuinka vähän Valopaa Oy:n tuotteita on suunniteltu kokoonpanoa ajatellen. Tuotavalikoimaa katsomalla tuli väkisinkin mieleen, että yksittäisen valaisimen suunnitteluun ei ole panostettu tarpeeksi.

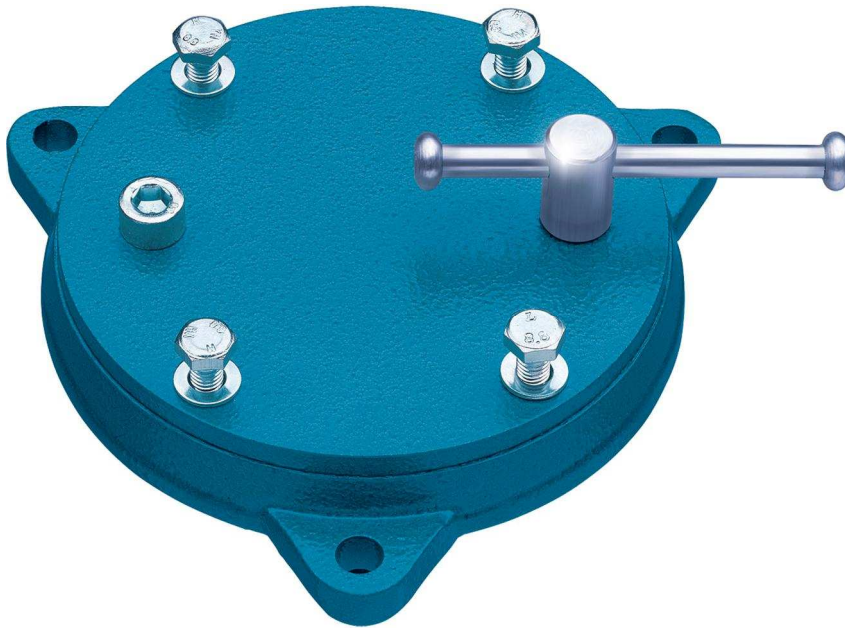
5.2 Pääkokoonpano

Valaisimien kokoonpanoa varten suunniteltiin ja rakennettiin yksi pääkokoonpanokiinnitin. Molemmat valaisimet ovat kiinnitettävissä

kiinnittimeen, mutta se on suunniteltu käytettäväksi enimmäkseen VP1301:n kokoamisessa. Kokoonpanon järjestelmämuodoksi on valittu linjakokoonpano. Kiinnittimet tulevat sijaitsemaan omilla työasemillaan, joilla on omat työkalut.

5.2.1 Pyöritys

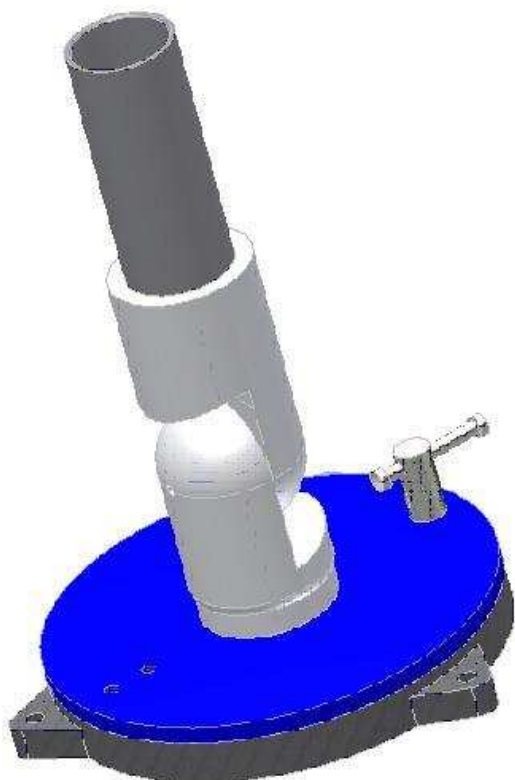
Pyöritystä pohdittaessa todettiin, ettei valaisin saa olla pyörivä perusta, koska valaisimen maalipinnan vaurioitumisen riski on silloin suuri. Valaisin on siksi kiinnitettävä erilliseen akseloituun komponenttiin. Pyörityskomponenttia etsittiin jo kaupallistettujen tuotteiden joukosta, jotta välttyttäisiin ylimääräiseltä suunnittelutyöltä. Valittuun komponenttiin päädyttiin sattuman kautta sahattaessa ruuvipenkkiin kiinnitettyä metalliosaa. Ruuvipenkin kääntöalusta on oivallinen, yksinkertainen ja halpa ratkaisu kiinnittimen pyöriväksi osaksi. Lisäksi niiden saatavuus on erinomainen. Työkaluvalmistajien luetteloita selaamalla löytyi tarkoitukseen sopiva kääntöalusta (kuva 3).



KUVA 3. Brockhaus-kääntöalusta (Etra. Tuotteet. Muut työkalut asennus- ja konepajakäyttö. Brochkaus kääntöalustat)

5.2.2 Kallistus

Koska työn kohteena olleeseen valaisimeen oli tehty muutoksia hiljattain, oli siitä jäänyt ylimääräisiä osia vaille käyttöä. Osia päätettiin hyödyntää kiinnittimen kallistukseen. Ennen fyysistä toteutusta ajatusta havainnollistettiin 3D-mallinnuksella. Ajatus osoittautui toimivaksi ja se päätettiin toteuttaa. Kuvassa 4 on esitetty 3D-malli kääntöalustasta ja siihen kiinnitetystä nivelestä ja putkesta, joka kiinnitetään kahdella pidätinruuvilla.



KUVA 4. Kokoonpanokiinnittimen 3D-malli

Kiinnittimen rakennus dokumentoitiin ja Valopaa Oy:lle luovutettiin ohjeet kiinnittimen monistamisesta. Kuvassa 5 on esitetty rakennettu lopullinen pääkokoonpanokiinnitin. Kiinnittimeen asennettiin pikalinkku, joka mahdollistaa nopean asennonvaihdon. Kiinnitin kiristetään työpöytään kolmella M8x45-pultilla kuvassa 3 näkyvistä ulokkeista. Kun valaisin voidaan nyt koota alimmaisesta osasta lähtien ylöspäin, voidaan kokoamisessa hyödyntää painovoimaa, joka auttaa tiukkojen liitosten kohdalla huomattavasti.



KUVA 5. Pääkokoonpanokiinnitin

5.3 Osakokoonpanot

5.3.1 Led-levyjen kiinnitys

Asennettaessa led-levyjä moduuliin on moduulin pysyttävä tiukasti paikallaan, jotta levyt linseineen saadaan kiristettyä ruuveilla moduuliin. Moduulin on oltava irti työtasosta, etteivät levyistä lähtevät johtimet pääse puristumaan, kuten aiemmin usein tapahtui. Led-levyjen kiinnitystä varten rakennettiin yksi kiinnitin (liite 2/1).

5.3.2 Moduulipellin kiinnitys

Kokoonpanossa käytettävien ruuvinvääntimien vääntömomentit ovat suuria, mikä aiheutti ongelmia. Kiinnitettäessä moduulipeltiä moduuliin ilman kiinnitintä

oli ongelmana, että osat saattoivat jumiutuessaan päästä pyörimään hallitsemattomasti. Moduuli oli siis saatava pysymään paikallaan. Paikallaan pysymisen lisäksi moduulipellin on kohdistuttava moduulin reikien suhteen, jotta kiinnitysruuvit voidaan kiristää ilman jatkuvaa aikaavievää asettelua. Kiinnittimen on oltava myös tarpeeksi korkea, jotta alaspäin taittavat moduulipellin reunat eivät ota kiinni työtasoon.

Kiinnittimien materiaaliksi valittiin puu, koska sitä on helppo työstää ja se on edullista. Rakennettujen kiinnittimien piirustukset löytyvät liitteinä raportin lopusta. Kiinnittimiä voidaan rakentaa yksinkertaisessa ympäristössä käsityökaluilla piirustusten mukaan, koska ne eivät vaadi erikoistoleransseja. Moduulien kanssa kosketuksissa olevat pinnat suojataan muotoon leikatulla EPDM-matolla (liite 2/4, liite 3/3, liite 4/3) ja kumisuojuilla (liite 4/4), jotta vältetään pintavaurioilta.

6 TESTAUS

Valopaa Oy:n valaisimien testaus sisältää kolme vaihetta, joiden on täytettävä yrityksestä riippumattomat määräykset. Ensimmäinen vaihe testaa valaisimen maadoituspiirin toimivuuden, toinen mittaa eristysvastuksen ja kolmas kytkee valaisimeen jännitteen. Järjestely vaati parannuksia lähinnä kolmanteen vaiheeseen. Muihin vaiheisiin tehtiin pieniä muutoksia lähinnä mittapäihin ja johtimiin testauksen nopeuttamiseksi. Koska kaikkien valaisimien käyttöjännite on 230 VAC, on testaajan ymmärrettävä sähkötekniikan perusteita turvallisuuden vuoksi. Näitä ominaisuuksia ovat muun muassa johtimien värikoodit ja kytkemisjärjestys etenkin moninapaisia liittimiä käytettäessä.

Eristysvastuksen mittauksen tarpeellisuutta kyseenalaistettiin tämän työn aikana, mutta siihen ei ollut mahdollista tehdä muutoksia. Toisaalta sitä voitiin kokonaan poistaa testauksesta, koska testauksen on noudatettava tiettyjä säädöksiä.

Eristysvastus voi olla riittävän suuri tuotteen ollessa uusi, mutta se voi muuttua tuottaan elinkaaren aikana. Siksi eristysvastus olisi hyvä testata koekäytössä olleista valaisimista. Mittaus tapahtuu 500 V:n tasajännitteellä oikosulkien vaihe ja nolla ja mittaamalla vastus ulkovaippaan nähden.

6.1 Kaksikäsiäkäynnistys

Tavoitteena oli kaksikäsiäkäynnisteinen testauslaite kolmannen vaiheen testausta varten. Kaksikäsiäkäynnistyksellä tarkoitetaan koneen käynnistystapaa, jossa koneen käynnistäminen vaatii molempien käsien kuittausta. Näin pyritään estämään vahinkokäynnistykset ja käsien litistyminen, leikkaantuminen, sähköisku tai muu vaaratilanne.

Kaksikäsiäkäynnistysjärjestelmä rakentuu yleensä turvareleestä, jota ohjataan erillisellä matalajännitepiirillä. Releinä voidaan käyttää tavallisia yleiskäyttöön tarkoitettuja releitä tai erikoisia turvareleitä. Turvareleiden käyttö on

välttämätöntä ainoastaan, jos testauslaite aiotaan kaupallistaa. Järjestelmissä on poikkeuksetta myös hätä-seiskatkaisin, joka laukaistuna tekee järjestelmän jännitteettömäksi.

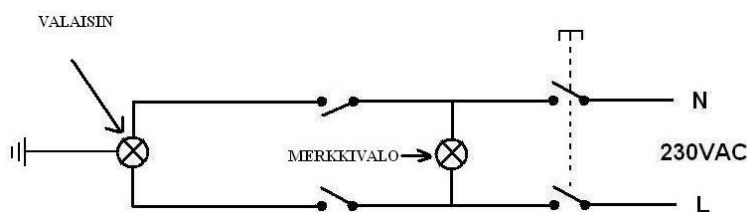
Ennen tämän opinnäytetyön aloitusta Valopaalla testatiin valaisimien toiminta kytkemällä valaisimen verkkoliittimeen kuorittu jatkojohto. Kun testattavia valaisimia oli jonossa useita kymmeniä, oli sähköiskun vaara oleellinen, koska keskittyminen toistavassa työssä herpaantuu helposti. Testauksen kehitysmotiivi oli siis täysin selvä.

6.1.1 Kytkenä

Kaksikäsiäynnistys voidaan järjestää yksinkertaisesti kytkemällä kaksi lepotilassa auki olevaa jousipalautteista painokytkintä verkkojohdon N- ja L-johtimeen. Tällöin virtapiiri sulkeutuu vain silloin, kun molemmat painokytkimet ovat painettuina. Kun kytkimet sijoitetaan tarpeeksi etäälle toisistaan, niitä ei voi painaa yhdellä kädellä yhtäaikaan vaan on käytettävä molempia käsiä. Näin estetään mahdollisuus koskea jännitteellisiin osiin.

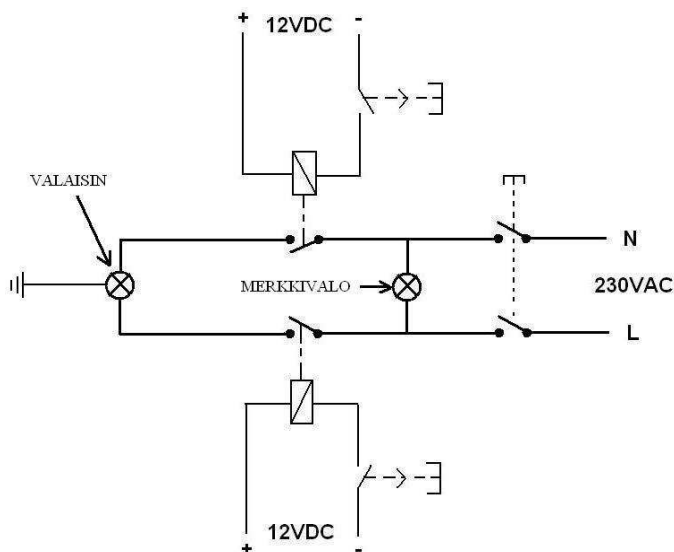
Turvallisuuden maksimoimiseksi järjestelmään voidaan rakentaa releohjaus. Tällöin painokytkimet korvataan releillä tai kontaktoreilla, joita ohjataan esimerkiksi 12 V jännitteellä. Releiden ansiosta testaaja ei voi joutua samaan piiriin verkkojännitteen kanssa.

Kuvissa 6 ja 7 on esitetty testauslaitteen kaksi kytkentävaihtoehtoa. Kuva 6 esittää yksinkertaista kytkentää, joka sisältää vain painokytkimet.



KUVA 6. Yksinkertainen kytkentä

Kuvan 7 kytkennässä on myös turvareleet.



KUVA 7. Relekytkentä

6.1.2 Komponentit

Valopaa Oy päätti, että yritykselle riittää kahdella painokytkimellä ja hätäseiskeyksellä toteutettu tester, vaikka se ei täysin täytä määräyksiä. Tähän päädyttiin, koska tehtävät kytkennät ovat tilapäisiä ja valaisimia pääsee testaamaan ainoastaan tehtävään opastettu henkilö. Varalle tehtiin kuitenkin suunnitelma relekytkennästä, joka voidaan ottaa käyttöön tuotannon kasvaessa.

Laitteen runko rakennettiin mäntyliimalevystä, joka on edullinen ja helposti työstettävä materiaali eikä se johda sähköä. Rungon piirustukset on esitetty liitteessä 5. Runko voidaan koota liimaamalla tai vaihtoehtoisesti ruuviliitoksilla. Ainakin testerin takalevy on hyvä kiinnittää ruuviliitoksella, jotta mahdolliset huolto- tai muutostyöt voidaan suorittaa helpommin.

Testattavat valaisimet ovat teholtaan suurimmillaan 150 W, joka tarkoittaa, että kytkettynä verkkojännitteeseen 230 VAC, on virran I suuruus kaavan 1 mukainen.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{150W}{230V} = 0,6521...A \approx 0,65A$$

KAAVA 1

P = sähköteho

U = jännite

Laitteen komponenttien on siis kestävä vähintään 0,65 ampeerin virta. Valitaan kuitenkin reilusti rajan ylittäviä komponentteja.

Painokytkimiksi valitaan SP-Elektroniikan kolmen ampeerin jousipalautteiset off/(on)-kytkimet. Ne ovat muovirunkoisia, mikä lisää turvallisuutta. Eristetyillä komponenteilla estetään testaajan joutuminen osaksi virtapiiriä.

Mahdollisesti tulevaisuudessa käytettäviksi releiksi valitaan Omron G7L-teollisuusreleet (kuva 6). Ohjausjännite on 12 VDC ja kytkentäjännite 250 VAC. Kelan teho on 1,9 W. Pienen koonsa vuoksi se on helppo sijoittaa testauslaitteen sisään.



KUVA 6. Omron G7L teollisuusrele (Elfa. Sähkömekaaniset komponentit. Releet. Teollisuusreleet)

Sähköturvallisuusmääräysten mukaan testauspöytä on voitava tehdä jännitteettömäksi yhdellä kytkimellä. Järjestelmään on siis lisättävä kytkin, joka katkaisee sekä vaiheen että nollan. Kytkin sijoitetaan piirin ensimmäiseksi komponentiksi. Aktivoituna hätä-seiskytkin tekee koko laitteen jännitteettömäksi.

Kytkimen perään lisätään punainen merkkivalo, joka palaessaan ilmoittaa laitteen olevan aktiivinen. Valo palaa kun hätä-seiskytkin on yläasennossaan, eli virtapiiri suljettuna.

Valitaan painikkeeksi Etrasta APEM A01ES (kuva 7) ja liitinlohkoksi kaksinapainen erotuskytkin APEM A00154B.



KUVA 10. APEM hätäseispainike (Elfa. 2011, Sähkömekaaniset komponentit. Kierto- ja avainkytkimet)

Pistorasian ja testauslaitteen väliin sijoitetaan vikavirtasuojakytkin, joka katkaisee jännitteen kun vaiheen ja nollan välinen erotus on ≥ 30 mA. Tällä estetään hengenvaaralliset virrat esimerkiksi oikosulkuilanteessa. Kytkimeksi käy mikä tahansa hyväksytty katkaisuvirraltaan 30 mA vikavirtasuojakytkin.

Testerin päätylevyyn (liite 5/3) kiinnitetään kolme banaanirunkoliitintä, joihin laitteen sisäiset johtimet kiinnitetään ja joista mittapääät lähtevät edelleen testattavalle valaisimelle. Toiseen päätylevyyn (liite 5/4) kiinnitetään verkkokojeliitin. Kiinnitys voidaan tehdä ruuveilla. Maajohdin kulkee katkeamattomana laitteen läpi, josta se kytketään runkoliittimen kautta testattavaan valaisimeen.

7 LOPPUTULOKSET

Tässä työssä parannettiin valaisimien kokoonpano- ja testausmenetelmiä. Huomattavin parannus tapahtui pääkokoonpanossa, joka on eniten aikaa vievä yksittäinen työosuus. VP1302:n kokoamis aika väheni arviolta kolmasosalla. Osien pintakäsittelyn vaurioitumisen riski on nyt pienempi, koska valaisimen perusta saadaan tukevasti kiinni kokoonpanokiinnittimeen. VP1302:n pääkokoonpano jää vielä kaipaamaan lisäkehitystä monimutkaisuutensa vuoksi.

Myös valaisimien testaus nopeutui ja helpottui uusien ja parempien komponenttien ansiosta. Uusi testauslaite minimoi sähköiskun riskin kaksikäsiäkäynnistyksellään. Uudella laitteella testattaessa testaaja ei voi koskea valaisimeen sen ollessa jännitteellinen. Kosketussuojaus on siten riittävä. Testauksen nopeutuminen huomattiin heti ensimmäisessä valmistuserässä testauslaitteen tultua osaksi laitteistoa.

Apulaitteiden ja työohjeiden dokumentointi takaa Valopaa Oy:lle joustavan sopeutumisen tuotantomäärien kasvuun. Tarpeen mukaan kokoonpanokiinnittimiä ja testauslaitteita voidaan helposti rakentaa lisää.

8 YHTEENVETO

Työssä kehitettiin Valopaa Oy:n raskaiden katuvalaisimien kokoonpano- ja testausmenetelmiä. Molemmilla osa-alueilla tapahtui parannusta aikaisempaan verrattuna. Ennen kaikkea kokoonpanossa työskentelevät henkilöt totesivat työn helpottuneen ja nopeutuneen.

Ongelmana työssä oli tuotannon matala volyyymi. Koska valaisimia ei valmistettu jatkuvasti, oli kokoonpanoprosessia hankala tarkkailla. Tuotantotaloudellinen tarkastelu jäi siten taka-alalle. Alun perin oli tarkoitus suunnitella alustavasti myös mahdollisen tuotantolinjan työvaiheita. Tästä kuitenkin luovuttiin ajan puutteen ja seisovan tuotannon vuoksi. Lisäksi työn aikana Valopaa Oy:n valaisimet olivat jatkuvan kehityksen ja muutoksen alaisia, minkä vuoksi niihin tehtiin useita pieniä rakennemuutoksia, jotka hankaloittivat kokoonpanokiinnittimien suunnittelua. Valaisimien suunnittelussa olisi syytä huomioida enemmän tuotteiden kokoonpantavuutta.

Kehitetty testauslaite osoittautui hyvin toimivaksi, ja sitä voidaan käyttää kaikkien Valopaa Oy:n valmistamien valaisimien testauksessa. Uuden testauslaitteen tärkeimpänä suunnittelulähtökohtana oli turvallisuus, ja parannusta aikaisempaan tapahtui sekä turvallisuudessa että testausnopeudessa.

Kokoonpanoprosessiin jää paljon kehitettävää. Kehitystyö pääsee paremmin käyntiin, kun tuotantovolyyymi kasvaa ja kokoonpanosta tulee jatkuvaa. Työ olisi pitänyt heti alussa rajata koskemaan ainoastaan VP1301:tä, koska VP1302 on selvästi monimutkaisempi koottava ja sen tarkastelu kulutti turhaa aikaa. Lopputulos on kuitenkin kehityskelpoinen ratkaisu, johon sekä Valopaa Oy että opinnäytetyön tekijä olivat tyytyväisiä.

LÄHTEET

Elfa. Sähkömekaaniset komponentit. Kierro- ja avainkytkimet. Saatavissa: <https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/large/3559000-01.jpg>. Hakupäivä 13.3.2011.

Elfa. Sähkömekaaniset komponentit. Releet. Saatavissa: <https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/large/3719606-01.jpg>. Hakupäivä 13.3.2011.

Etra. Tuotteet, muut työkalut asennus- ja konepajakäyttö, Brochkaus kääntöalustat. Saatavissa: <http://tuotteet.etra.fi/main.html?nodeUid=14824558&catalogUid=2224442&parents=|2235573|14824489|14824493&path=1>. Hakupäivä 13.3.2011.

Lapinleimu, Ilkka – Kauppinen, Veijo – Torvinen, Seppo, 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY.

Mäkinen, Pertti, 1998. Sähkötyöturvallisuusopas. Helsinki: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto.

Syque Quality. Improvement Encyclopedia. DFA. Saatavissa: <http://www.syque.com/improvement/DFA.htm>. Hakupäivä 13.3.2011.

Valopaa Oy. Led-valaisimet. Led-katuvalaisimet. VP1301 led-katuvalaisin. Saatavissa: http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-katuvalaisimet/vp1301_led-katuvalaisin. Hakupäivä 13.3.2011.

Valopaa Oy. Led-valaisimet. Led-katuvalaisimet. VP1302 led-katuvalaisin. Saatavissa: http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-katuvalaisimet/vp1302_led-katuvalaisin. Hakupäivä 13.3.2011.

Valopaa Oy. Yritys. Saatavissa: <http://www.valopaa.com/yritys>. Hakupäivä
13.3.2011.

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2/1 Moduulijigi

Liite 2/2 Moduulijigin pohjalevy

Liite 2/3 Moduulijigin tuki

Liite 2/4 Moduulijigin EPDM-suoja

Liite 3/1 VP1301 Lippajigi

Liite 3/2 VP1301 lippajigin runko

Liite 3/3 VP1301 lippajigin EPDM-suoja

Liite 4/1 VP1302 Lippajigi

Liite 4/2 VP1302 lippajigin runko

Liite 4/3 VP1302 lippajigin EPDM-suoja

Liite 4/4 VP1302 lippajigin kumisuoja

Liite 5/1 Testauslaite

Liite 5/2 Testauslaitteen pohjalevy

Liite 5/3 Testauslaitteen päätylevy (output)

Liite 5/4 Testauslaitteen päätylevy (input)

Liite 5/5 Testauslaitteen etulevy

Liite 5/6 Testauslaitteen takalevy

Liite 5/7 Testauslaitteen kansilevy

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Heikki Bolszak _____

Tilaaja Valopaa Oy _____

Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot Veli Pakanen & Toivo Vilmi _____

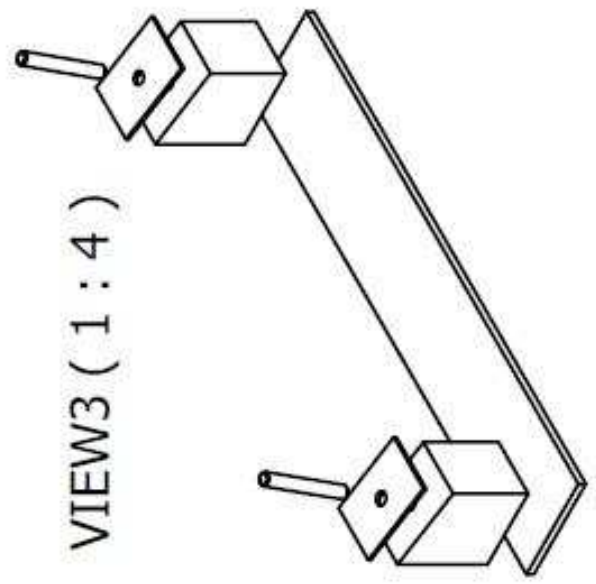
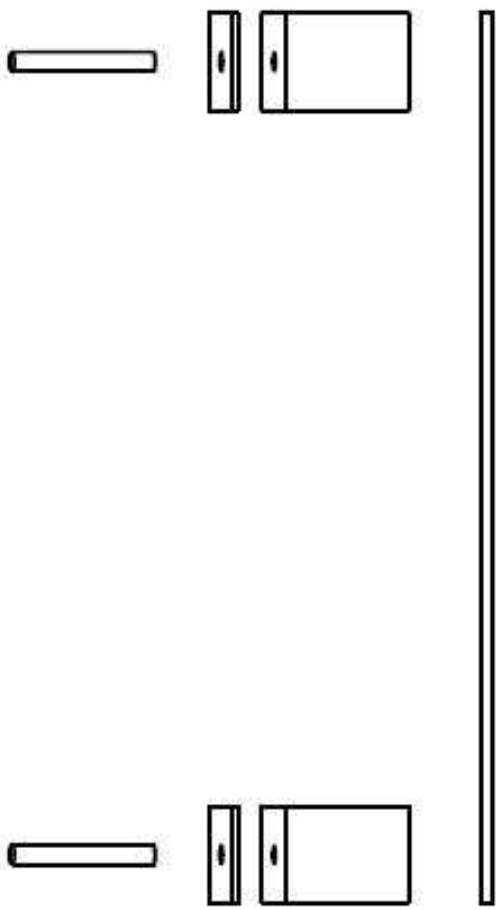
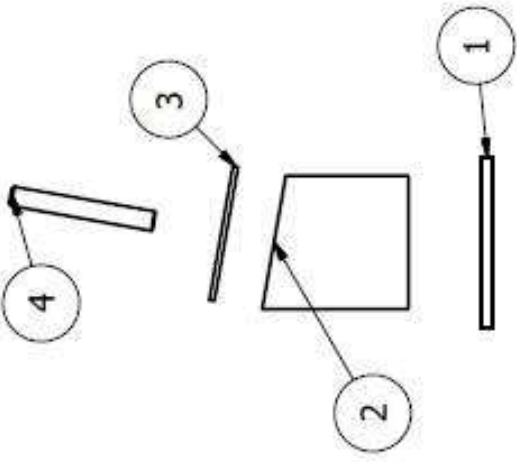
Työn nimi Led-katuvalaisimen kokoonpano ja testaus _____

Työn kuvaus Valaisimen kokoonpanon kuvaus ja kehittäminen _____

Työn tavoitteet Teolliset kokoonpano- ja testausohjeet olemassa _____

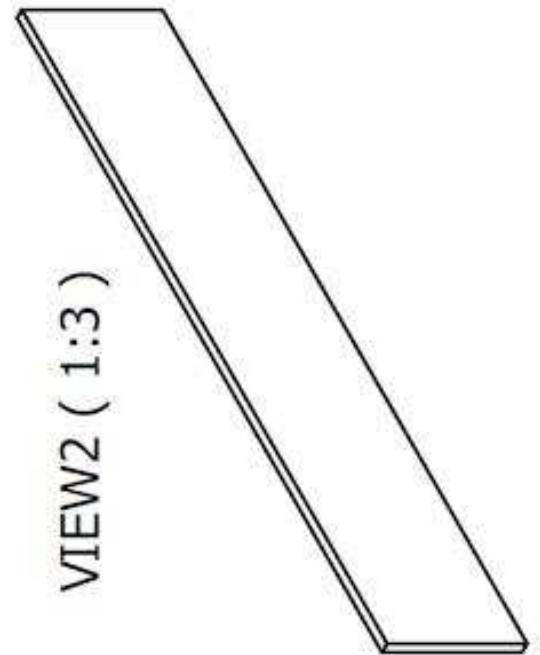
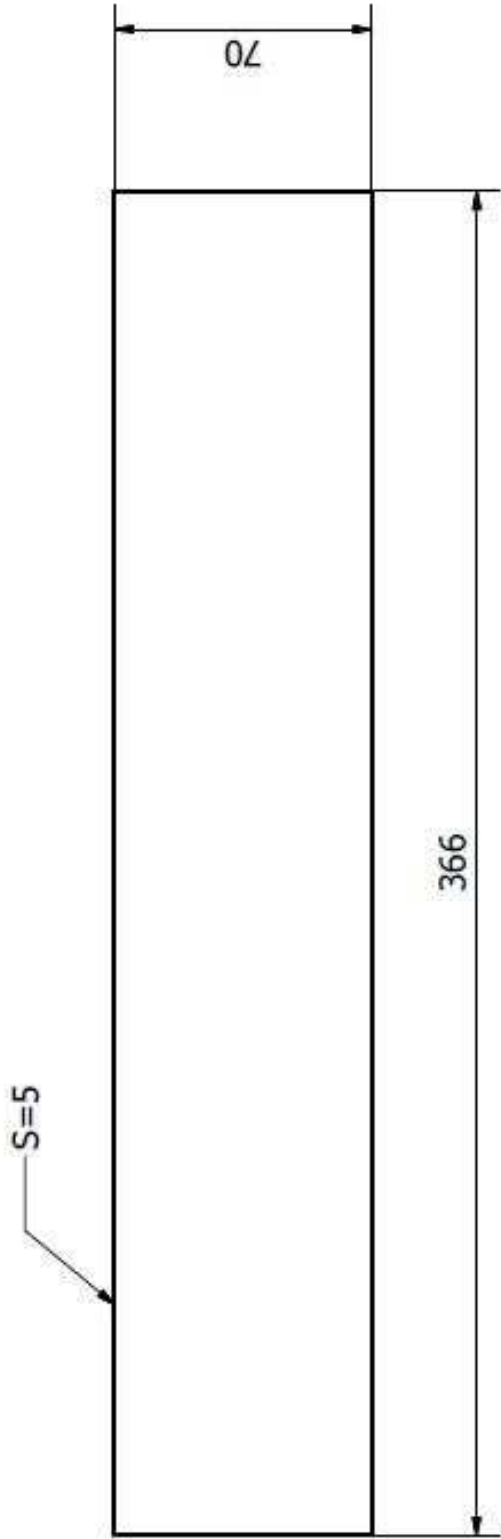
Tavoiteaikataulu Menetelmä käytössä 2010. Dokumentointi 2011 _____

Päiväys ja allekirjoitukset _____

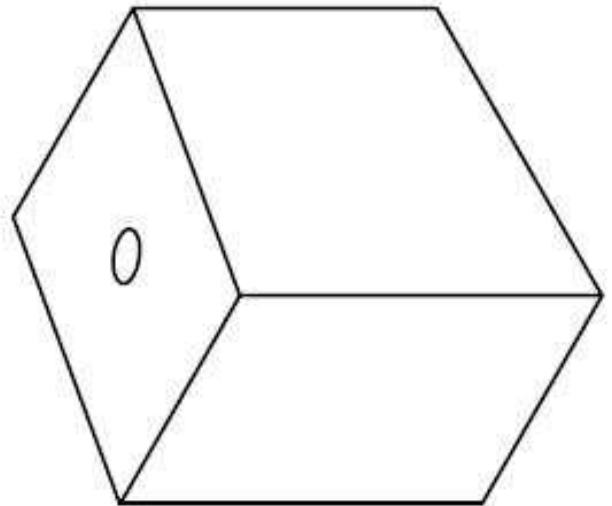
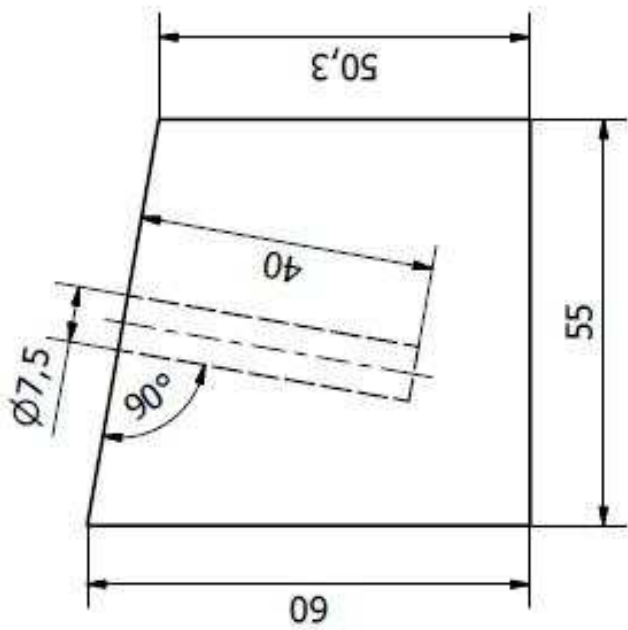
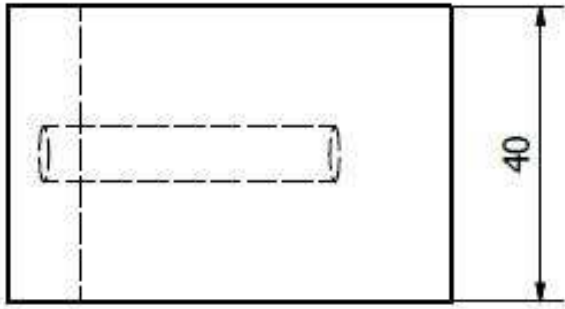


Osien kiinnitys liimalla

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Pohjalevy	
2	2	Tuki	
3	2	EPDM-suojaja	
4	2	Pinnapultti M8x80	
Designed by Heikki Bolszak		Checked by	Date
		Approved by	Date 10.3.2011
		1:3	
Valopaa Oy		Modulijigi	
		Edition	Sheet 1 / 1



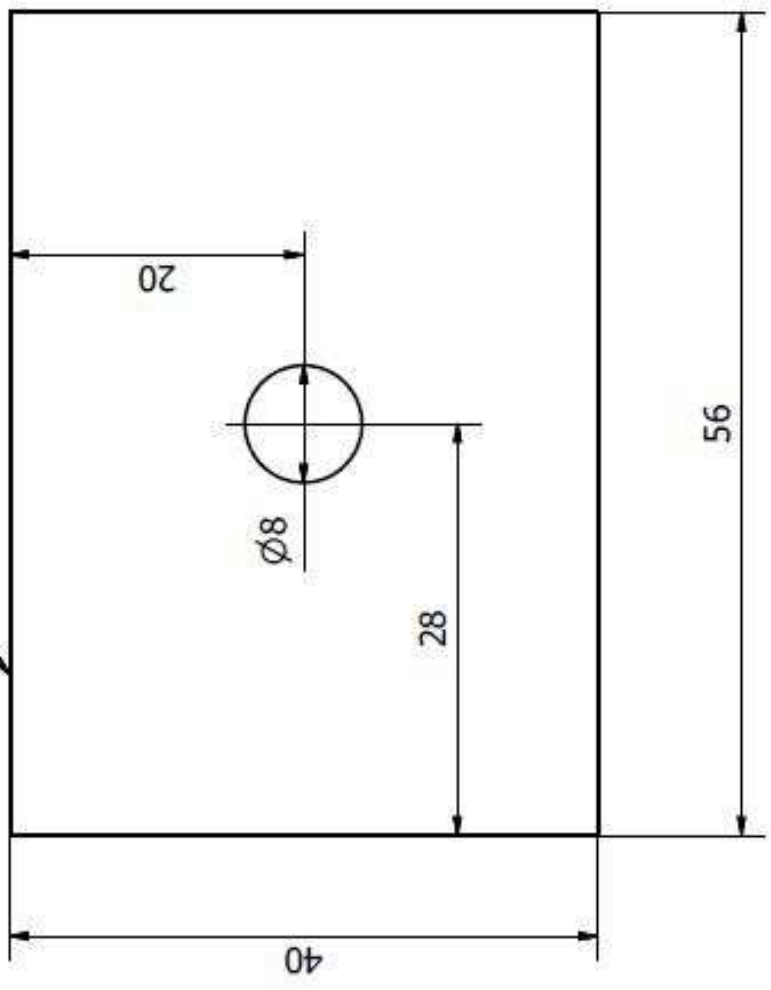
Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 10.3.2011	Scale 1:2
Valopaa Oy			Pohjalevy	Sheet 1 / 1



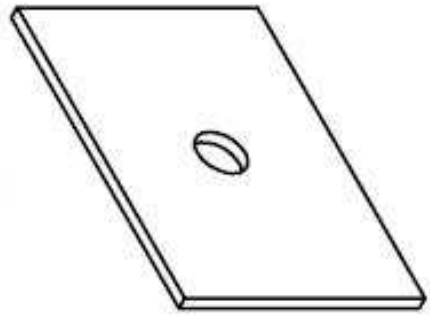
Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 29.3.2011	1:1
Valopaa Oy			Tuki	Sheet 1 / 1



S=3

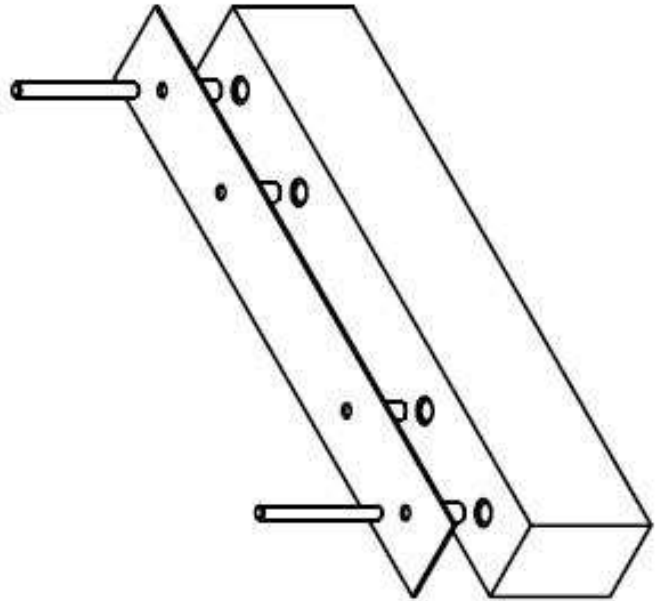
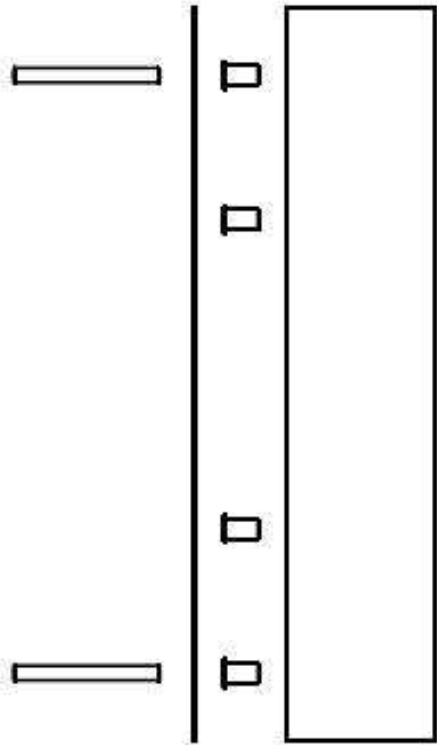
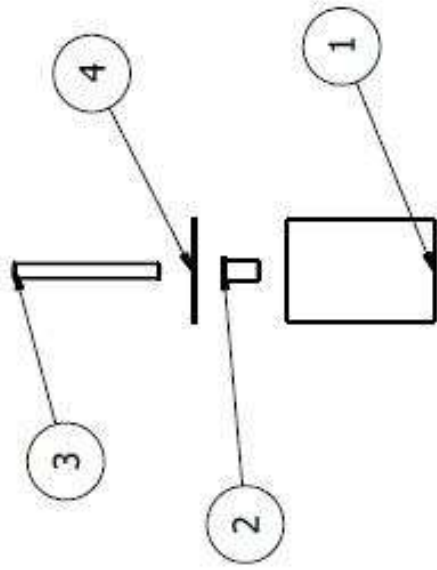


VIEW2 (1 : 1)



Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 10.3.2011	2:1
Valopaa Oy			EPDM-suoja	
			Edition	Sheet 1 / 1



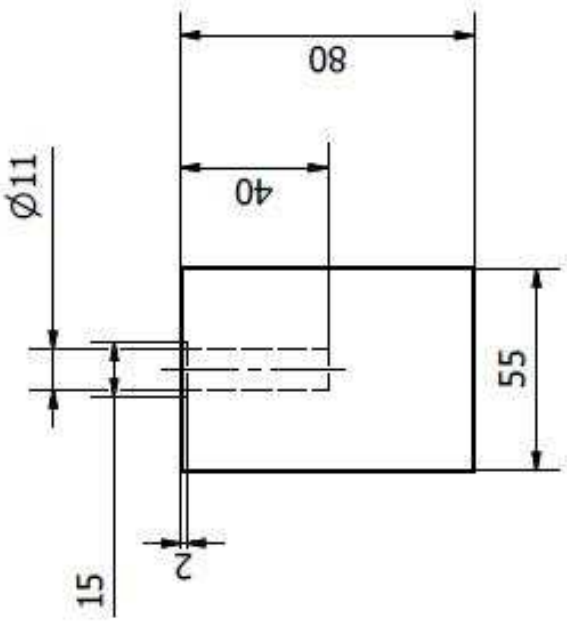


Kierrevetonittien ja EPDM-suojan
kiinnitys liimalla

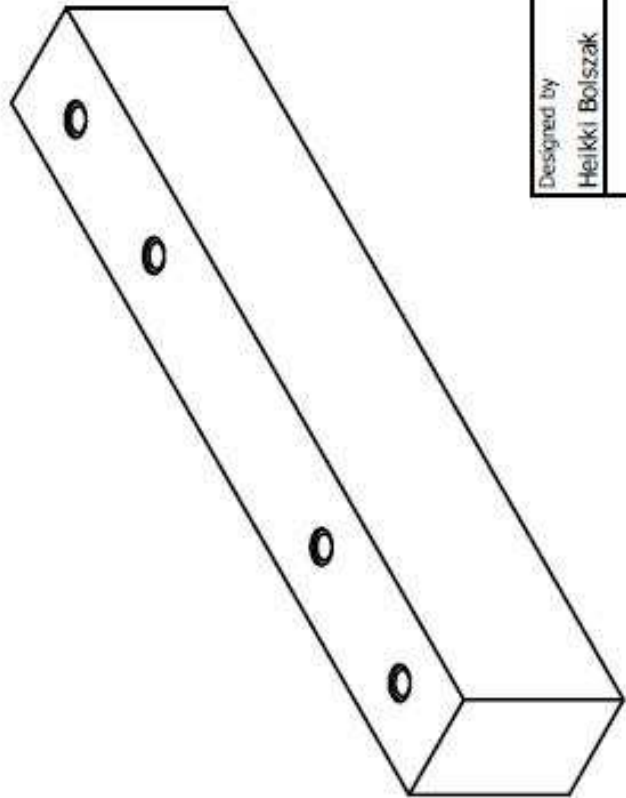
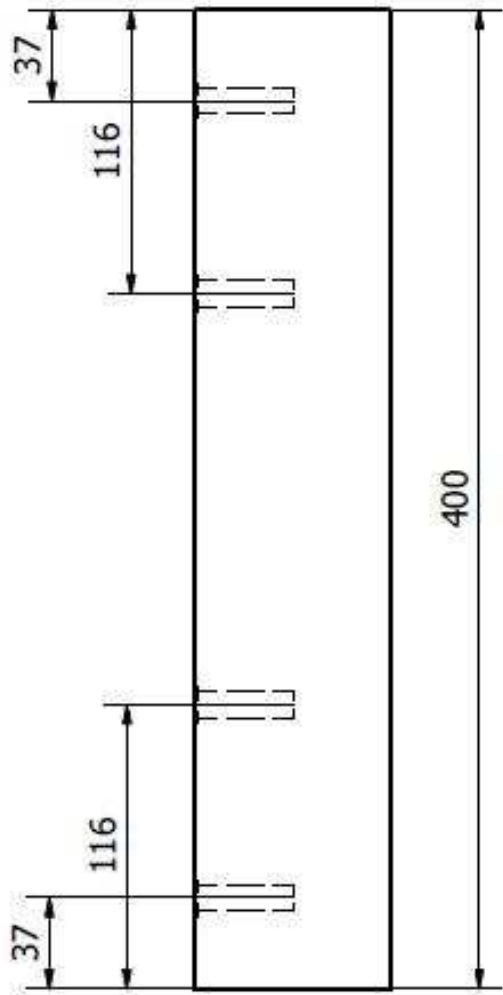
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Runko	
2	4	Kierrevetonitti M8	
3	2	Pinnapultti M8x80	
4	1	EPDM-suojaja	

Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 2.3.2011	Scale 1:4
-------------------------------	------------	-------------	------------------	--------------

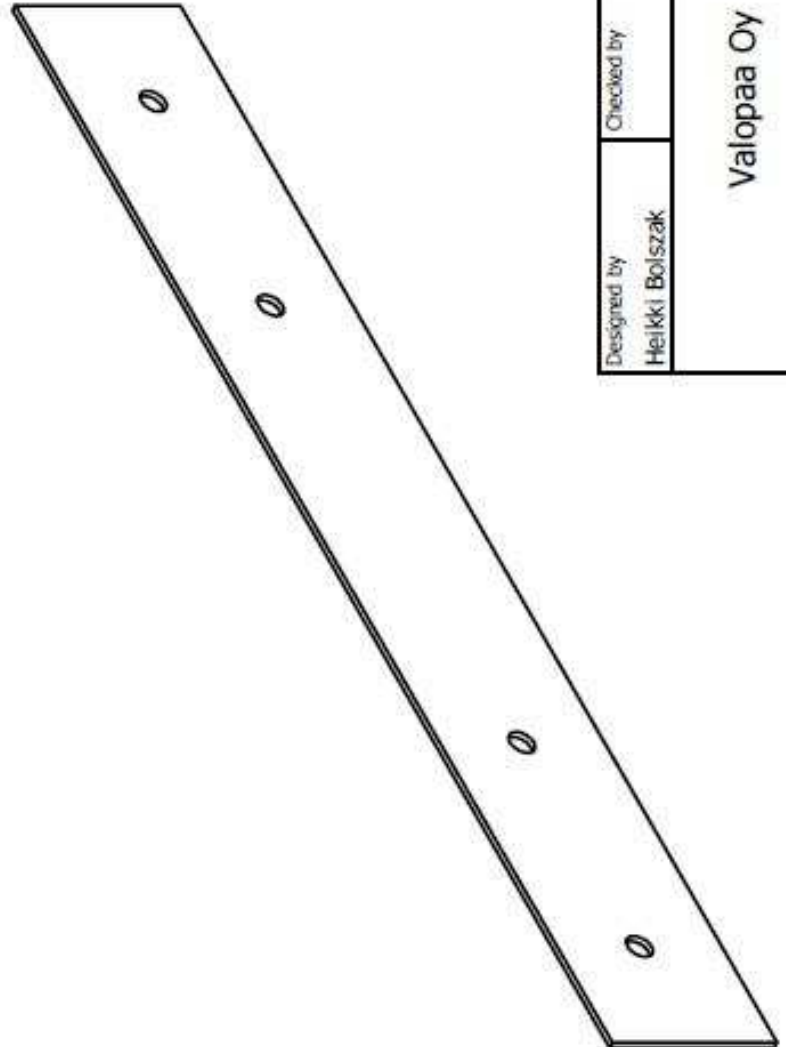
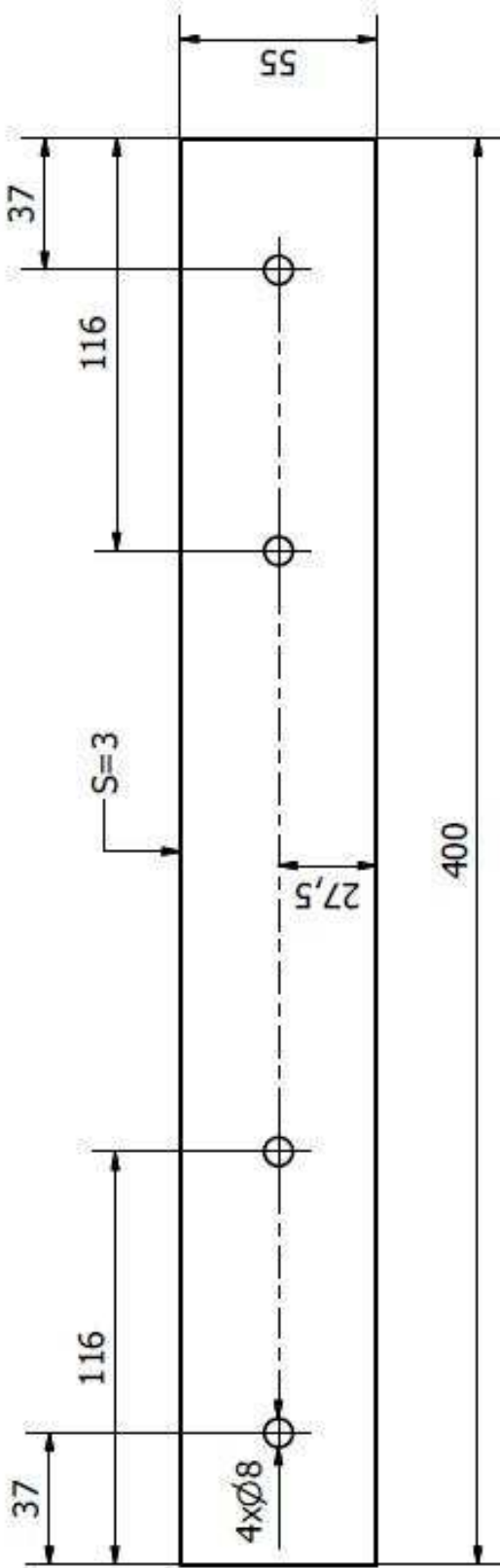
Valopaa Oy		VP1301 Lippajigi		Sheet 1 / 1
				Edition



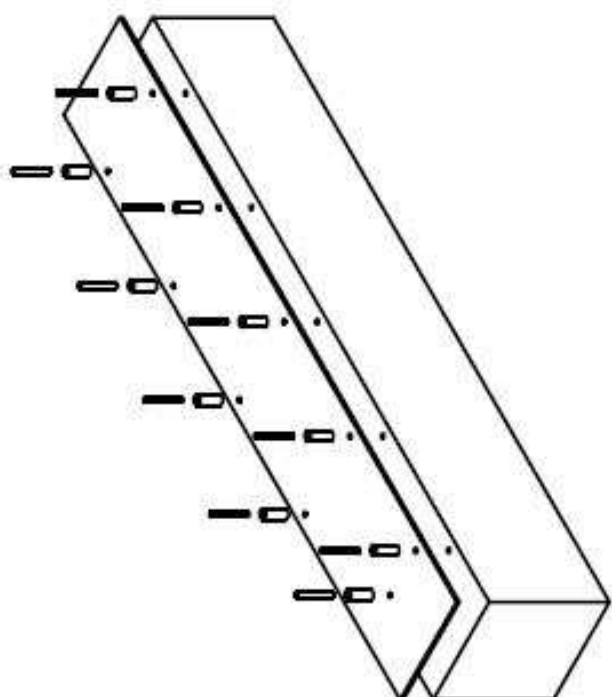
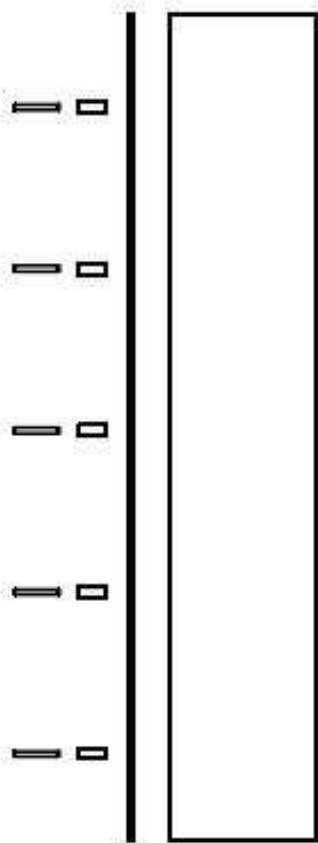
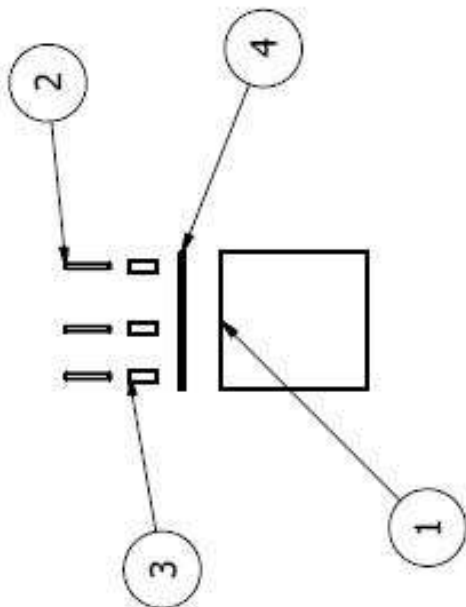
VIEW2 (1 : 2)



Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 2.3.2011	1:3
Valopaa Oy			Runko	
			Edition	Sheet 1 / 1



Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 26.12.2010	1:2
Valopaa Oy			EPDM-suojaja	
			Edition	Sheet 1 / 1

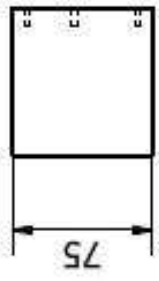
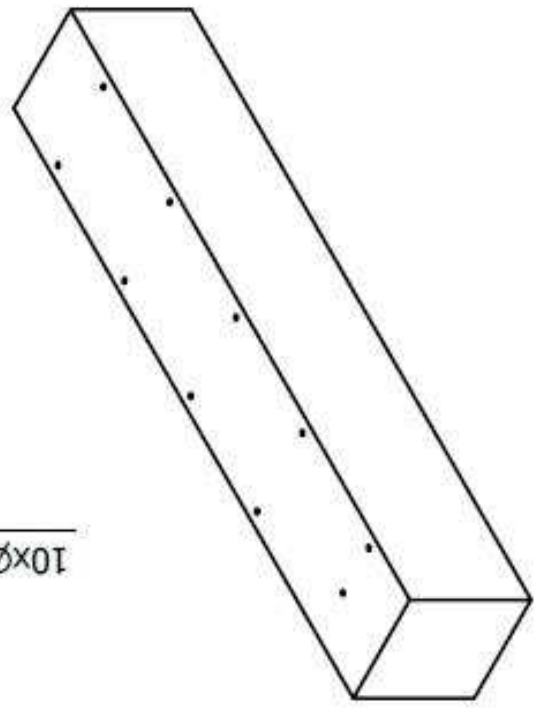
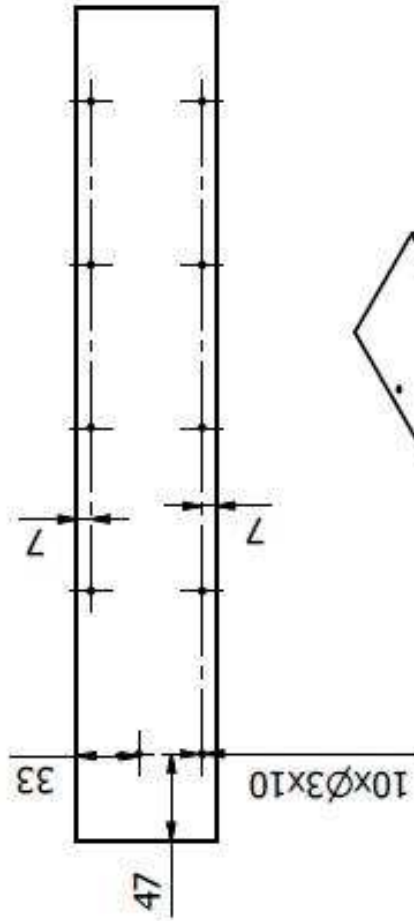
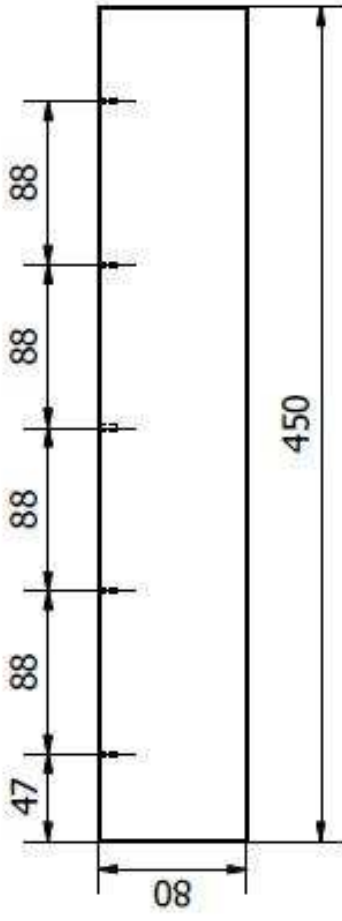


PARTS LIST

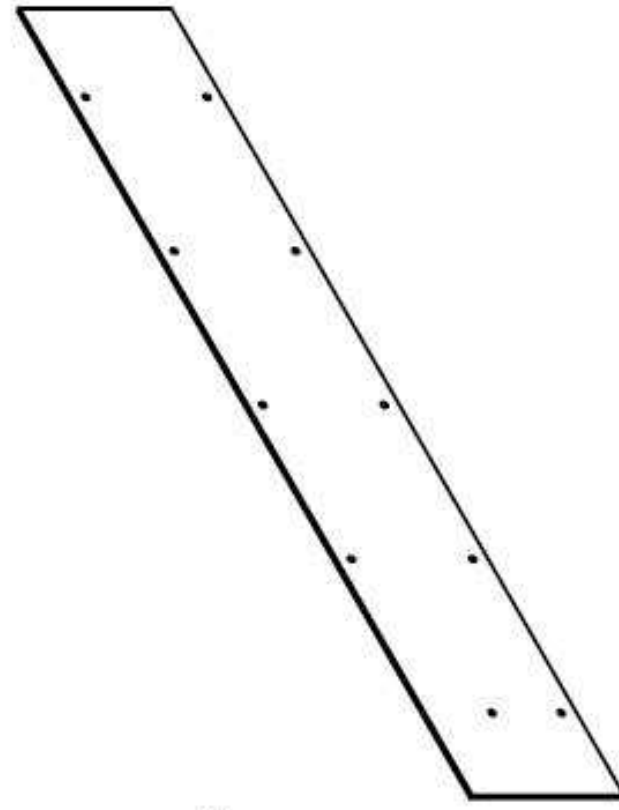
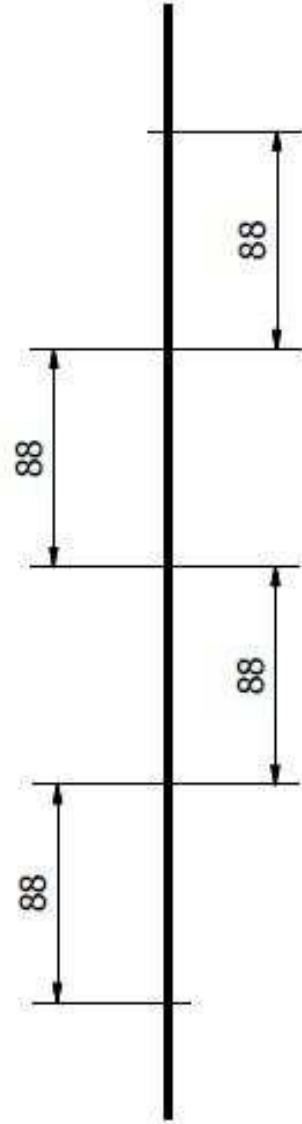
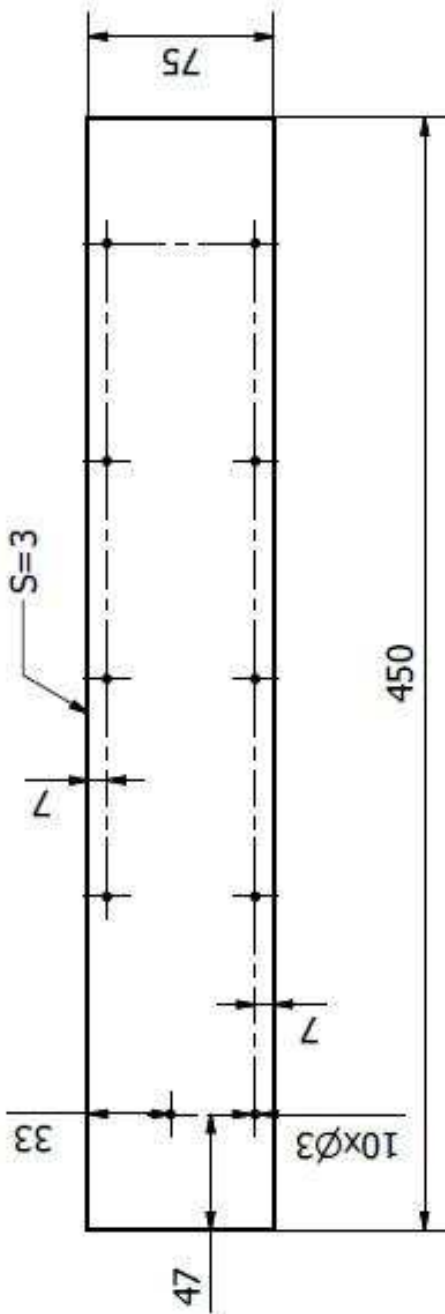
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Runko	
2	10	Lieriösokka M3x25	
3	10	Kumisuoja	
4	1	EPDM-suojaja	

Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 4.3.2011	Scale 1:4
-------------------------------	------------	-------------	------------------	--------------

Valopaa Oy		Lippajigi		Sheet 1 / 1
------------	--	-----------	--	----------------

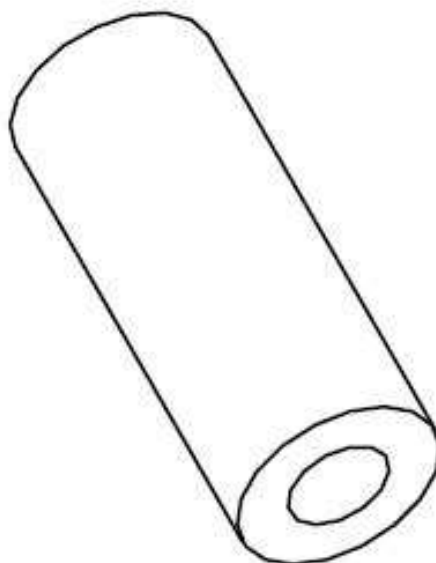
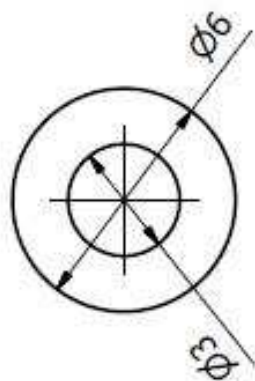
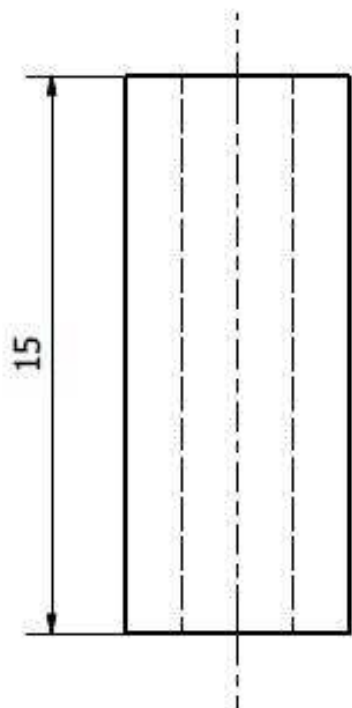


Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 2.3.2011	1:4
Valopaa Oy			Date	Sheet 1 / 1
			Date	Edition 1 / 1
Runko				

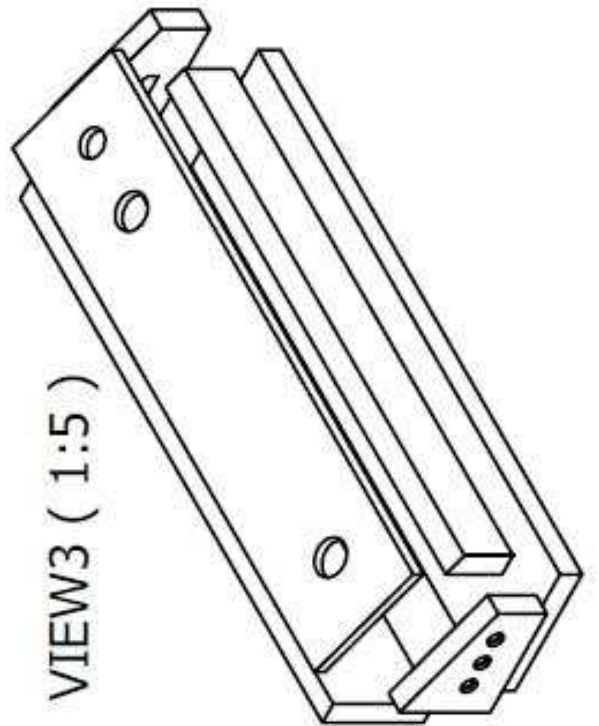
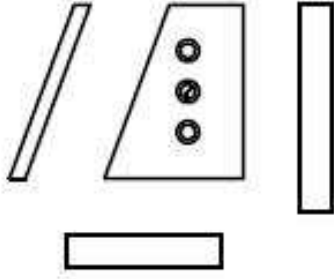
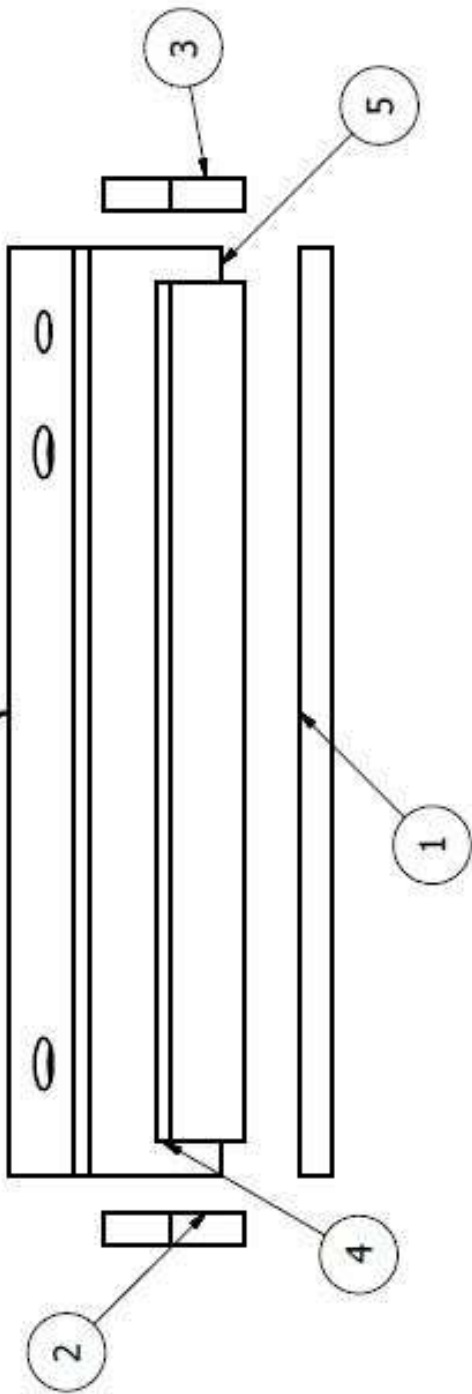


Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 4.3.2011	1:3
Valopaa Oy			EPDM-suoja	
			Edition 1 / 1	





Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 4.3.2011	5:1
Valopaa Oy		Kumisuoja		
		Edition	Sheet 1 / 1	



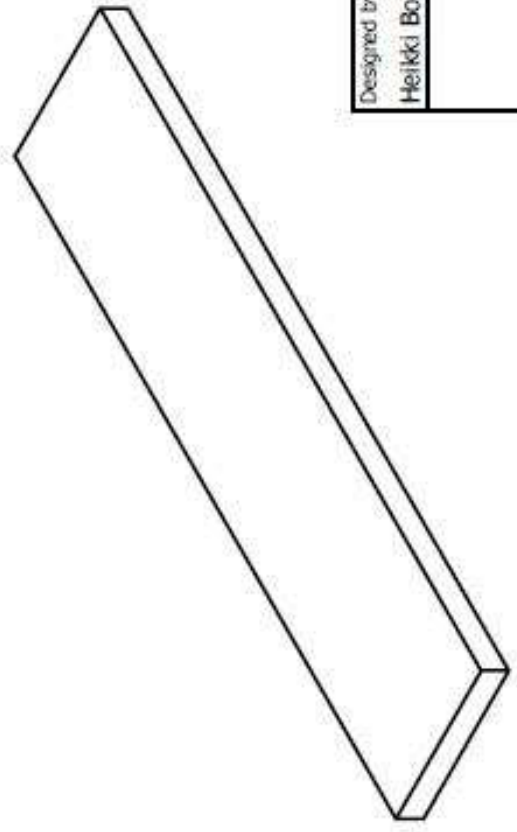
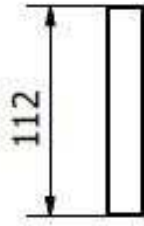
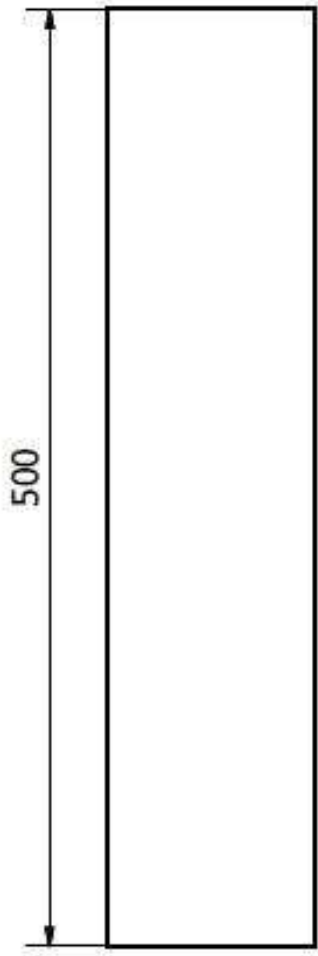
VIEW3 (1:5)

Osien kiinnitys liimalla

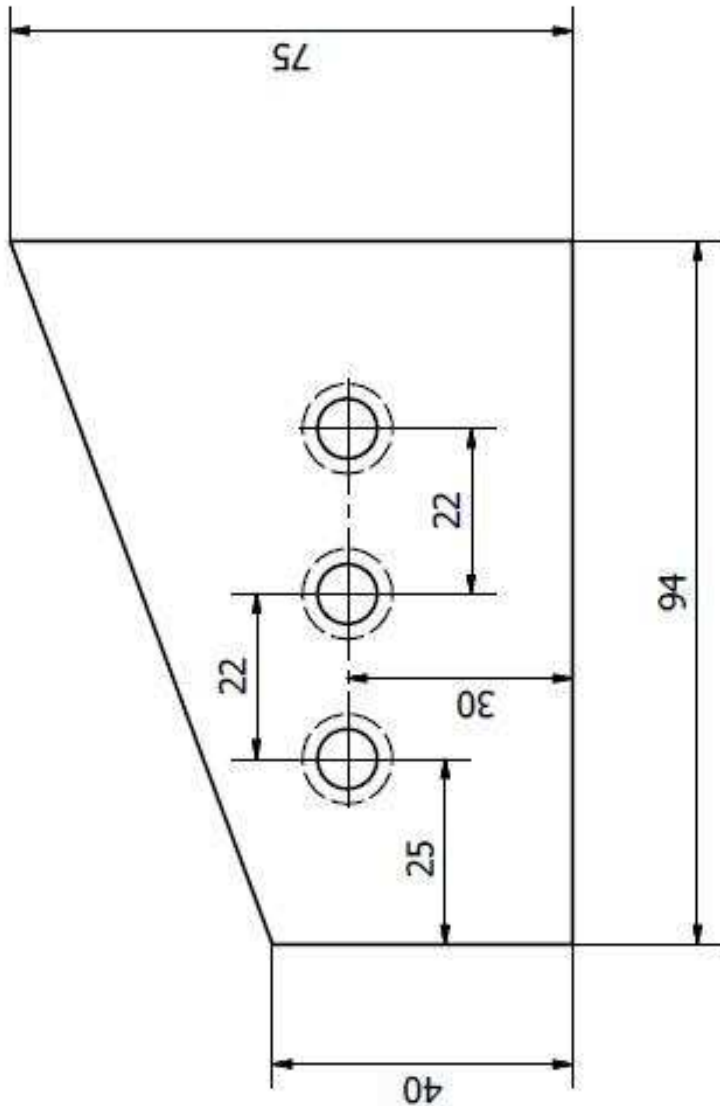
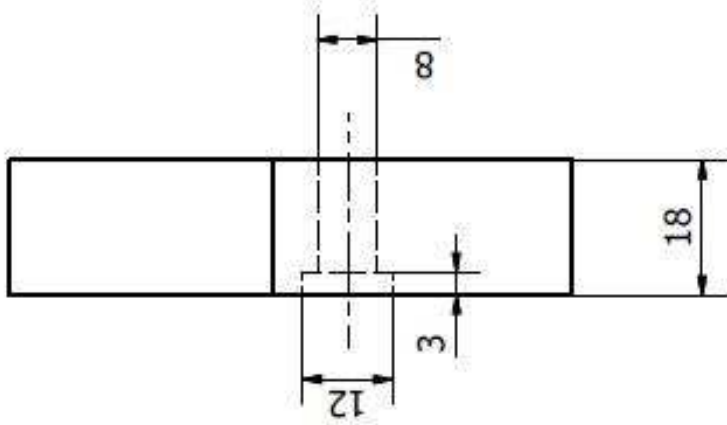
PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION		
1	1	Pohjalevy			
2	1	Päätlevy(output)			
3	1	Päätlevy(input)			
4	1	Etulevy			
5	1	Takalevy			
6	1	Kansilevy			

Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 10.3.2011	Date 10.3.2011	1:4
-------------------------------	------------	-------------	-------------------	-------------------	-----

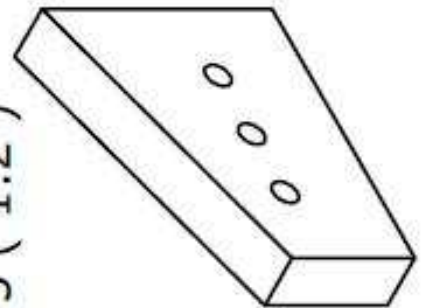
Valopaa Oy		Testauslaite		Sheet 1 / 1
				Edition 1 / 1



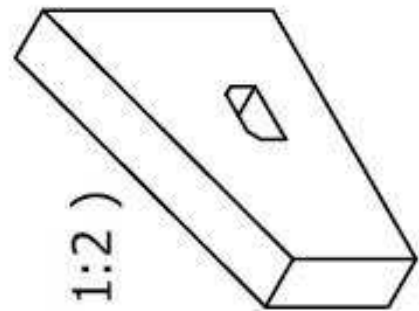
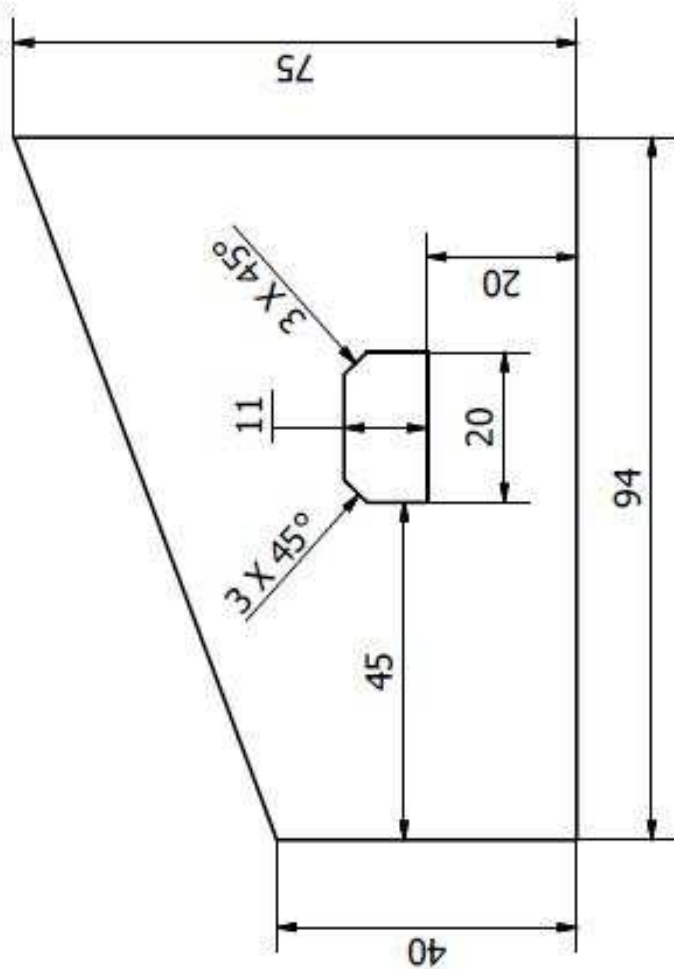
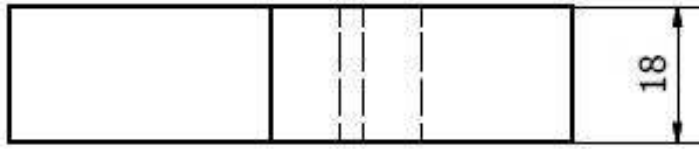
Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date	Date	1:4
Valopaa Oy			Pohjalevy		1:4
				Edition	Sheet
					1 / 1



VIEWS (1:2)

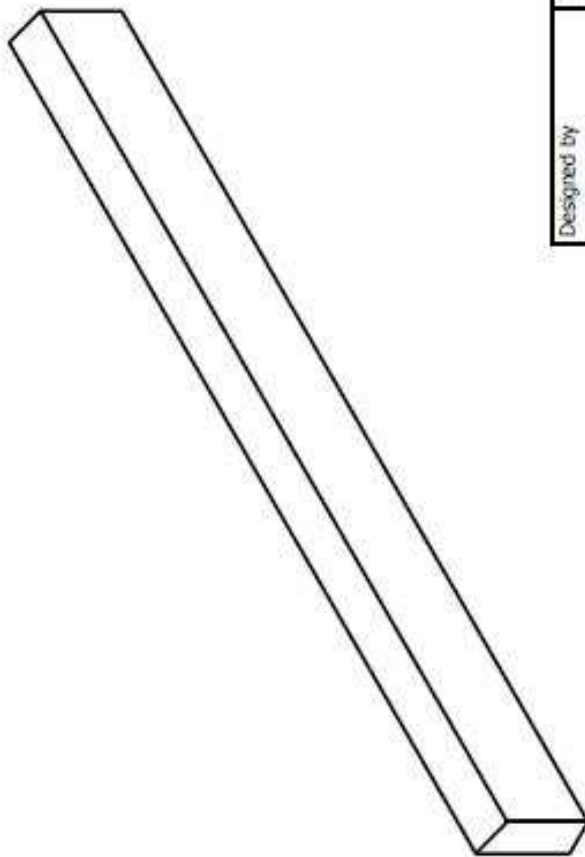
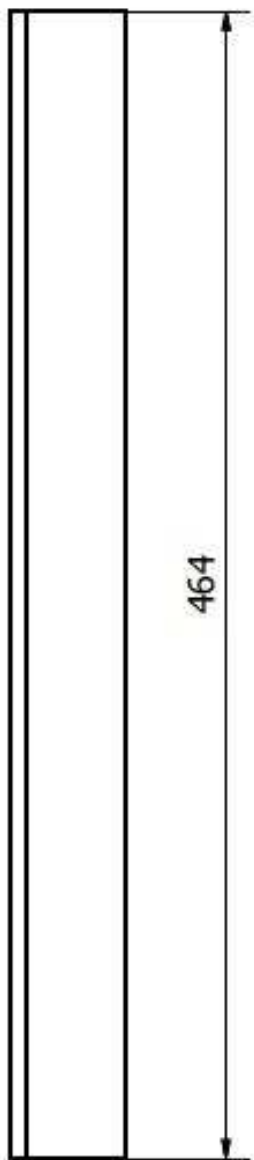
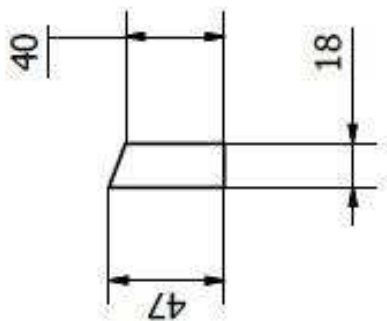


Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date	Date	1:1
Valopaa Oy			Päätylevy (output)		1 / 1
			20.1.2011		Sheet
					1 / 1

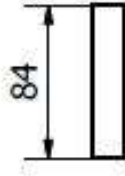


VIEW3 (1:2)

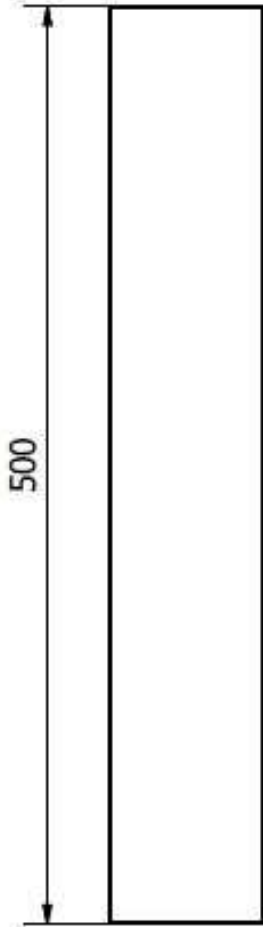
Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 10.3.2011	1:1
Valopaa Oy			Päätylevy (input)	
			Edition	Sheet 1 / 1



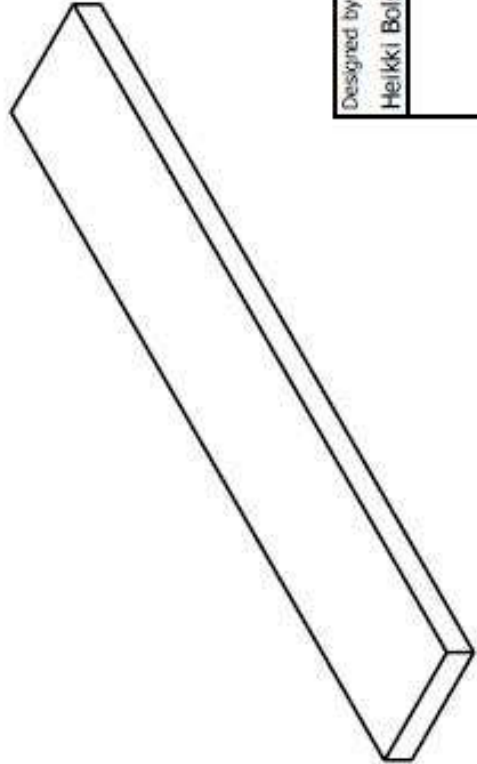
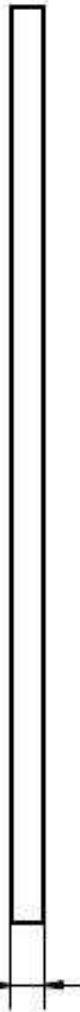
Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 10.3.2011	Scale 1:3
Valopaa Oy			Etulevy	Sheet 1 / 1

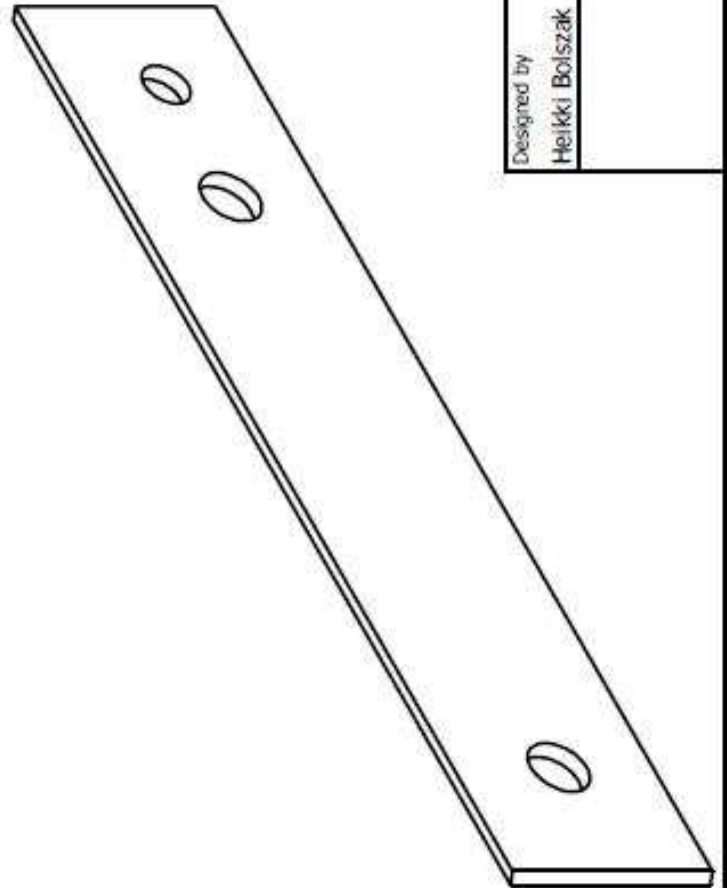
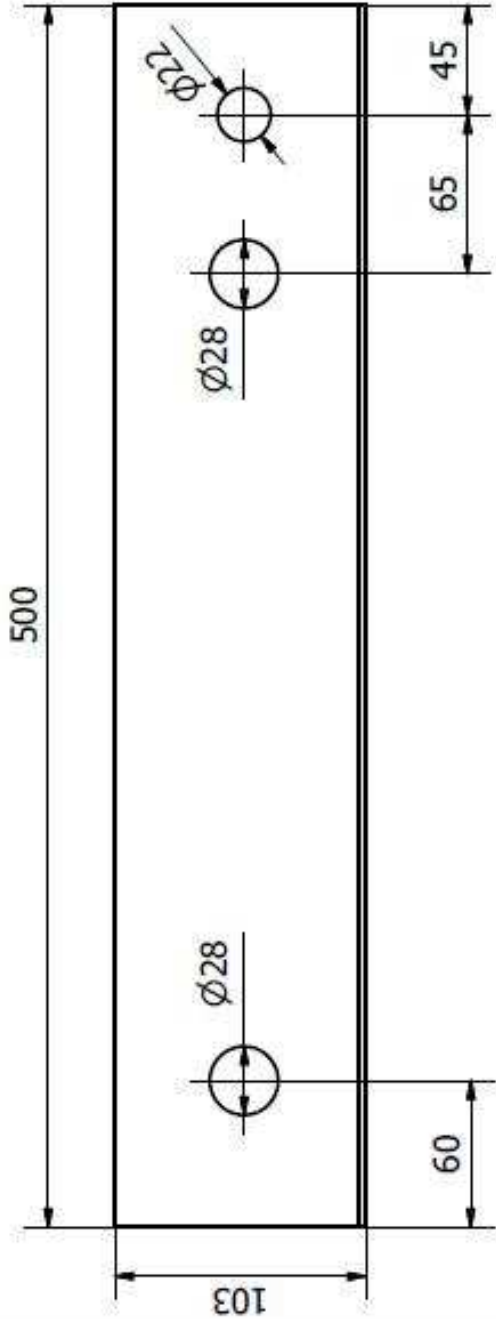
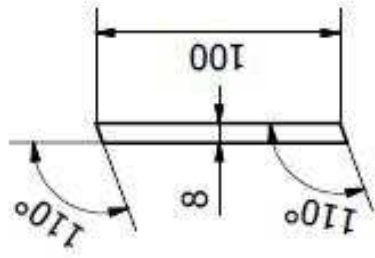


Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 21.1.2011	Scale 1:4
Valopaa Oy			Edition 1 / 1	
Takalevy				



18





Designed by Heikki Bolszak	Checked by	Approved by	Date 10.3.2011	1:3
Valopaa Oy			Kansilevy	
			Edition	Sheet 1 / 1