



Kalevi Savolainen

## **VALAISIMIEN KOKOONPANON JA TESTAUKSEN PARANTAMINEN**

# **VALAISIMIEN KOKOONPANON JA TESTAUKSEN PARANTAMINEN**

Kalevi Savolainen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2012  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatio

---

Tekijä: Kalevi Savolainen

Opinnäytetyön nimi: Valaisimien kokoonpanon ja testauksen parantaminen

Työn ohjaaja: Pekka Lahtinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2012

Sivumäärä: 30 + 7 liitettä

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Valopaa Oy:n valaisimien kokoonpanon helpottamiseksi ja valaisimien testauksen nopeuttamiseksi. Työ koostuu kahdesta erillisestä osiosta, valaisimien kokoonpanojigin sekä testauslaitteen suunnittelusta ja valmistuksesta. Työn tavoitteena oli helpottaa kokoonpanoa ja nopeuttaa valaisimien testausta.

Työ aloitettiin kokoonpanojigin ideoinnilla ja suunnittelulla. Ideointi tehtiin yhdessä kokoonpanossa työskentelevien työntekijöiden kanssa. Ideoinnin jälkeen tehtiin suunnitelma ja valmistuspiirustukset kokoonpanojigistä. Kokoonpanojigin valmistuksen jälkeen se testattiin ja tulosta analysoitiin vertailemalla jigien tuomaa parannusta aikaisempaan kokoonpanoon.

Työn toisessa vaiheessa suunniteltiin valaisimille testauslaite. Testauslaitteella poistettiin aikaisemmin testauksessa olleet turhat työvaiheet. Testauslaitteen parannukset analysoitiin ja testauslaitteen tuomaa etua vertailtiin aikaisempaan valaisimien testaukseen. Uudella testauslaitteistolla valaisimien testaus on noin kaksi kertaa nopeampaa kuin aikaisemmin.

Kokoonpanojigistä voidaan jatkossa tehdä monipuolisempi suunnitteleamalla lisäosia myös muiden valaisimen kokoonpanoa varten. Kokoonpanojigissä käytetään vain kestopagneetteja, mutta jatkokehityksen myötä voitaisiin jigissä käyttää myös sähkömagneetteja. Testauslaitetta voidaan parantaa automatisoimalla testaus. Automatisointi voitaisiin suorittaa esimerkiksi ohjelmoitavalla logiikalla ja sähkömekaanisilla kytkimillä.

---

Asiasanat: LED-valaistus, kokoonpano, jiggi, testaus, sähköturvallisuusmittaus

## ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Valopaa Oy:lle tuotannon läpimenoajan nopeuttamiseksi ja kokoonpanon laadun parantamiseksi. Työssä suunniteltiin ja valmistettiin kokoonpanojigi sekä valaisimien testauslaite.

Valopaa Oy:n yhteyshenkilönä toimi tuotantovastaavaa Veli Pakanen. Hyödyllisiä ohjeita työn tekemiseen antoivat Valopaa Oy:n elektroniikkasuunnittelija Jukka Moilanen ja mekaniikkasuunnittelija Jussi Pöllä. Tämän opinnäytetyön ohjaajana toimi yliopettaja Pekka Lahtinen ja tekstiä ohjasi lehtori Tuija Juntunen. Haluan kiittää edellä mainittuja henkilöitä ja Valopaa Oy:tä tämän opinnäytetyön mahdollistamisesta.

Oulussa 25.5.2012

Kalevi Savolainen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 LED-VALAISIMET	8
2.1 Modulaarisuus	8
2.2 Käyttöikä	9
2.3 Valonjako	10
2.4 Mekaniikka	10
3 KOKOONPANO JA SEN APUVÄLINEET	11
4 MAGNEETIT	12
4.1 Pitovoima	13
4.2 Materiaalit	14
5 SÄHKÖTURVALLISUUSMITTAUKSET	15
5.1 Eristysvastusmittaus	15
5.2 Maadoituksen jatkuvuusmittaus	16
5.3 Toimintatesti	16
6 KOKOONPANOJIGIN SUUNNITTELU JA VALMISTUS	17
7 TESTAUSASEMAN SUUNNITTELU JA VALMISTUS	22
8 VALMISTUSPROSESSI	28
9 TULOKSET	29
10 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31
LIITTEET	33

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimii oululainen yritys Valopaa Oy, joka valmistaa led-valaisimia ulkokäyttöön ja muihin vaativiin olosuhteisiin. Valopaa Oy on vuonna 2007 perustettu yritys, joka työllistää n. 20 työntekijää. Valopaa Oy kehittää, suunnittelee ja valmistaa valaisimia, joiden valaisukyky, energiatehokkuus ja pitkä käyttöikä ovat suunnittelun lähtökohta. Valopaa Oy:lle on myönnetty tunnettu avainlippumerkki tuotteiden kotimaisuudesta (kuva 1). (Valopaa Oy. 2012.)



*KUVA 1. Valopaa Oy:n tuotteille on myönnetty avainlippumerkki (Valopaa Oy. 2012)*

Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa Valopaa Oy:n valaisimien kokoonpanon laatua, läpimenoaikaa ja työntekijän ergonomiaa. Parannukset luodaan keskittymällä kokoonpanon apuvälineen eli jigien suunnitteluun ja valmistukseen sekä valaisimen testauksen uudelleen suunnitteluun. (Liite 1.)

Valopaa Oy:llä on tällä hetkellä moneen käyttötarkoitukseen sopiva valaisin, mutta valaisimien rakenteet eivät vielä ole vakiintuneet. Rakennemuutoksien

vuoksi jigin tulisi olla muunneltavissa erilaisille valaisimille ja rakennemuutoksille. Jigiä tullaan käyttämään osa- ja pääkokoonpanojen kokoamiseen. Tällä hetkellä tuotannossa käytetään muutamaa osakokoonpanojigiä, jotka eivät ole muunneltavia eivätkä sovellu kokonaisten valaisimien loppukokoamiseen.

Valaisimen kokoamisen jälkeen valaisimet testataan kolmella tarkistusmittauksella: eristysvastusmittauksella ja maadoituksen jatkuvuusmittauksella sekä valaisimen toiminnan tarkistuksella. Opinnäytetyössä on tarkoitus parantaa testauksen sujuvuutta ja testaajan ergonomiaa. Testaukseen suunnitellaan laite, jolla yhdistetään testauksessa käytettävät kolme mittalaitetta niin, että valaisimelle tarvitaan vain yhdet johtimet. Lähtökohtana on testauslaitteisto, jossa jokainen testauslaite on erillinen ja jokaisella testauslaitteella on omat johtimet valaisimelle.

Lopuksi vertaillaan tämän työn tuomaa eroavaisuutta aikaisempaan kokoonpanoon ja testaukseen. Vertailu tehdään analysoimalla kokoamis- ja testaustyötä, mikä sisältää aikavertailun aikaisemman ja nykyisen kokoonpanon sekä testauksen välillä. Työssä esitellään myös valaisimien valmistusprosessi tilauksesta lähetykseen.

## 2 LED-VALAISIMET

Valopaa Oy valmistaa led-valaisimia katujen valaistukseen ja muihin vaativiin kohteisiin. Valaisimet on valmistettu modulaarisen tuotealustan pohjalta. Modulaarisuuden ansiosta valaisimet ovat helposti muokattavissa asiakaskohtaisiin tarpeisiin. Tässä opinnäytetyössä keskitytään valaisimen VP2321i (kuva 2) kokonpanojin suunnitteluun ja valmistukseen.



VP2321i M8 led-valaisin



VP2321i led-valaisin pinta-asennuskotelolla

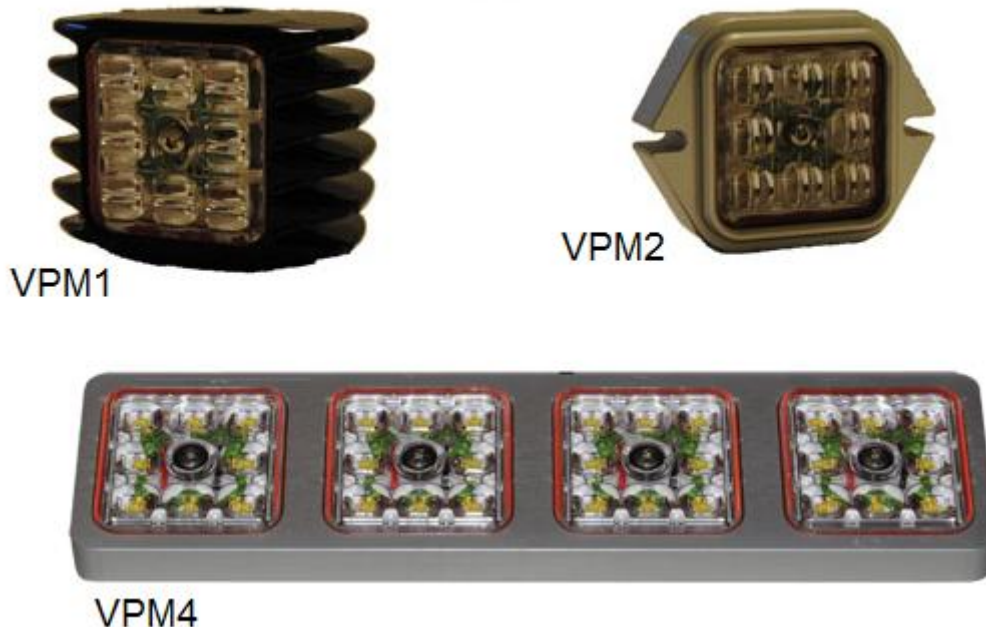
*KUVA 2. VP2321i valaisin uppo- ja pinta-asennusmallit (Led-valaisimet huolto-  
asemien mittarikentille. 2012)*

Valopaa Oy:n led-valaisimet suunnitellaan ja valmistetaan Oulussa. Valopaa Oy tarjoaa led-valaisimia monenlaisiin käyttökohteisiin. Tavallisimpia käyttökohteita ovat alikäytävät, kadut, kohdevalaistus ja teollisuushallit. Valaisimet valmistetaan säänkestävistä materiaaleista. Valaisimien rakenteen suunnittelussa otetaan huomioon lämmönsiirtyminen pois virtalähteestä ja ledeistä.

### 2.1 Modulaarisuus

Modulaarisuudella tarkoitetaan vakiorakenneosaa, joka voidaan korvata samantyyppisellä tai vastaavalla osalla. Vakiorakenneosalla on tietyt ominaisuudet ja tietty toiminnallisuus. Esimerkiksi hehkulamppu on valaisimen moduuli ja valaisin on modulaarinen. Led-valaisimissa modulaarisuus on kuitenkin paljon monimutkaisempaa. Monet led-valaisimet ovatkin ns. integroituja tuotteita, jotka vikaantuessaan joudutaan korvaamaan kokonaan uudella valaisimella. (Modulaarisuus. 2012.)

Valopaa Oy on kehittänyt oman modulaarisen led-valaisimien sarjan. Näissä valaisimissa käytetään Valopaa Oy:n omia VPM-led-moduuleja, jotka on suunniteltu käytettäväksi tie-, kohde- ja katuvalaistuksessa (kuva 3). (Modulaarisuus. 2012.)



*KUVA 3. Valopaa Oy:n VPM-led-moduulit (VPM led-moduulit. 2012)*

## **2.2 Käyttöikä**

Led-valaisimien käyttöikään vaikuttavat, minkälaista lediä käytetään, ja virta, jolla lediä käytetään. Käyttöikään vaikuttaa myös valaisimen mekaaninen rakenne. Led-valaisimen käyttöikää pidentävät ledien käyttäminen pienellä virralla ja led-komponentin pitäminen mahdollisimman viileänä. (Led-valaisimet. 2012.)

Valopaa Oy käyttää ledien virransyötössä 350 mA:n tai 700 mA:n virtalähdettä. Ledien käyttölämpötila pidetään viileänä valaisimen rakenteen avulla, joka toimii valaisimissa virtalähdettä sekä led-komponentteja jäähdyttävänä elementtinä. Valaisimien käyttöikä voidaan laskea melko tarkasti käytetyn virran ja lämpötilan avulla. (Led-valaisimet. 2012.)

Valaisimien käyttöikä lasketaan valon alenemana, ja kun valaisimen ledien teho on laskenut 15 % alkuperäisestä, katsotaan valaisimen olevan palanut, vaikka se tuottaa valoa vielä hyvin. Valopaa Oy:n valaisimien valon alenema on tyypillisesti alle 10 % / 100 000 h, kun on 350 mA:n virransyöttö tai 20 % / 100 000 h, kun on 700 mA:n virransyöttö. (Led-valaisimet. 2012.)

### **2.3 Valonjako**

Valonjako kutsutaan valaisimien kykyä tuottaa valoa ympäristöön. Valonjako vaikuttaa eritehoisilla ledeillä ja optiikalla. Valopaa Oy tarjoaa uusinta valmistajan tarjoamaa led-komponenttien teholuokkaa. Tällä hetkellä valonjako ilmoitetaan kolmessa teholuokassa, ja yhden led-moduulin valontuotto voi olla 700 lm, 800 lm tai 900 lm. (Valonjako. 2012.)

Optiikat jaetaan neljään eri pääryhmään: katu-, kohde-, yleis- ja eritysoptiikat. Jokaisessa luokassa on erilaisia optiikoita valonjakamiseen. Optiikkavaihtoehtoja on n. kymmenen ja niitä kehitetään koko ajan lisää. (Valonjako. 2012.)

### **2.4 Mekaniikka**

Valopaa Oy:n valmistamissa valaisimissa metalleina käytetään alumiinia tai ruostumatonta terästä. Ruostumatonta terästä käytetään valaisinrakenteissa ja kiinnitysosissa, joissa tarvitaan erityistä lujuutta. Alumiinilla saadaan keveän rakenteen lisäksi hyvä lämmönsiirtokyky ja pitkä käyttöikä. Valaisimissa käytetään polttomaalattua tai anodisoitua alumiinia. Ruostumaton teräs maalataan näkyviin osiin. (Valaisimen mekaniikkaratkaisut. 2012.)

Muovia käytetään valaisimien optiikoissa eli linssissä ja elektroniikan valukapseloinnissa. Linssit valmistetaan kestävästä polykarbonaatista, joka sisältää UV-suoja-aineen. Led-moduulien ja liitäntälaitteiden kotelointiluokka on vähintään IP65. (Valaisimen mekaniikkaratkaisut. 2012.)

### 3 KOKOONPANO JA SEN APUVÄLINEET

Kokoonpanossa kootaan tuote, osarakenne tai vastaava osakokonaisuus toimivaksi kokonaisuudeksi. Kokoonpano on pääasiassa kappaleiden ja osien liittämistä toisiinsa. Kokoonpanossa liitettävät osat tai kappaleet voivat olla itse valmistettuja, alihankkijoiden valmistamia, standardiosia tai tuotekohtaisia komponentteja. Kokoonpanossa liittäminen voidaan suorittaa usealla tavalla, kuten mm. ruuvaamalla, juottamalla, niittaamalla, hitsaamalla, liimaamalla, puristamalla/kutistamalla, lyömällä ja ompelemalla. Kokoonpanoon sisältyy myös osien ja kappaleiden asettelemista, sovittamista, siirtelyä ja käsittelyä. Kokoonpano voidaan tehdä työpöydällä, lattialla tai kokoonpanoon suunnitellussa erityisessä kiinnittimessä eli jigissä. Kokoonpanossa tarvitaan myös työpöytiä, tasoja ja hyllyjä materiaalin säilytykseen ja esillepanoon. (Kokoonpanon työkalut ja välineet. 1987, 3.)

Kokoonpanossa käytettäviä apuvälineitä ovat erilaiset työkalut ja jigit. Työkalut voivat olla käsi-, sähkö-, paineilma- tai hydraulikäyttöisiä. Erilaiset siirto- ja käsittelylaitteet ovat myös kokoonpanon apuvälineitä. Jigiä käytetään kappaleiden kohdistamiseen kiinnitystä varten tai kappaleen asennon parantamiseen kokoonpanoa varten. Kokoonpanossa käytettävällä jigillä pyritään minimoimaan työntekijän virheet, parantamaan työntekijän ergonomiaa, nopeuttamaan kokoonpanoa ja varmistamaan tuotteiden tasainen ja hyvä laatu. (Kokoonpanon työkalut ja välineet. 1987, 1–3.)

Apuvälineiden suunnittelulla varmistetaan ja helpotetaan kokoonpanoa. Apuvälinesuunnittelussa on tunnettava kokoonpantavien tuotteiden tuotesuunnitelma, valmistusprosessi ja -kapasiteetti. Apuvälineistä on suunniteltava mahdollisimman yksinkertaisia, helppokäyttöisiä ja toimivia. Yleisiä suunnitteluohjeita tulee noudattaa apuvälineiden suunnittelussa. (Aaltonen – Ekman – Kamppari – Kauppinen – Kivivuori – Paro – Vuorinen 1991, 49.)

## 4 MAGNEETIT

Magneetteja käytetään nykypäivänä paljon erilaisiin käyttötarkoituksiin, ja niillä on mahdollista suorittaa monenlaisia kiinnityksiä, jotka eivät ole pysyviä tai jälkiä jättäviä. Magneetteja käytetään kiinnityksien lisäksi myös sähkömoottoreissa, generaattoreissa, muuntajissa, magneettijarruissa ja kytkinlaitteissa, myös elektroniikkapiirien kelojen toiminta perustuu magneetteihin. (Ahoranta 2000, 223.)

Magneettityyppejä on kahdenlaisia, kestopagneetteja ja sähkömagneetteja. Kappaleessa, jossa magneettisuus säilyy magnetoinnin jälkeen, kutsutaan kestopagneetiksi. Sähkömagneetti on yksinkertaisimmillaan rautasydän, jonka ympärille käämiksi on kierretty sähköjohdin. Rautasydän magnetoidaan käämiin tuotavalla sähkövirralla, ja kun sähkövirta katkaistaan, jää rautasydämeen vain pientä jäännösmagnetismia. Tässä teoriaosuudessa kuitenkin keskitytään vain kestopagneetteihin, koska työssä käytetään vain kestopagneetteja. (Ahoranta 2000, 224–233.)

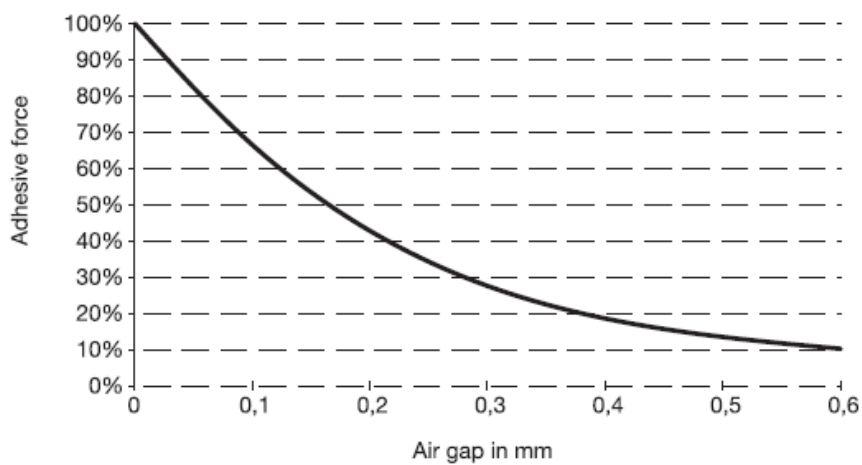
Tässä opinnäytetyössä käytetään ns. pitomagneetteja (kuva 4). Pitomagneeteissa on metallikuori, joka ohjaa magneetin navat samalle pinnalle. Metallikuorellisen magneetin pitovoima on moninkertainen verrattuna kuorettomaan raakamagneettiin. Pitomagneetissa on yleensä jokin reikä, nuppi tai kierre, jonka avulla magneetti voidaan kiinnittää johonkin. (Pitomagneetit. 2012.)



KUVA 4. Erilaisia pitomagneetteja (Magneetit. 2011)

#### 4.1 Pitovoima

Magneettien pitovoimaan vaikuttaa materiaalit, ainevahvuus, lämpötila, ilmarako ja pinnan laatu. Ilmarako on magneetin ja magneettisen materiaalin välillä oleva väli tai magneettia johtamaton materiaali (kuva 5). Ilmaraon vaikutus magneetin pitovoimaan on suuri ja pienikin ilmarako vaikuttaa selvästi. Materiaalin ainevahvuuden tulee olla tarpeeksi paksu imeäkseen itseensä koko voimavaikutuksen. (Magneetit. 2011.)



KUVA 5. Ilmaraon vaikutus magneetin pitovoimaan (Magneetit. 2011)

Kestomagneettia kuumennettaessa sen pitovoima heikkenee, ja kun lämpötila kohoaa ns. Curien lämpötilaan, kestopagneetti menettää magneettisuutensa kokonaan. Curien lämpötila kestopagneettien materiaaleilla vaihtelee välillä 600...1 000 °C. (Ahoranta 2000, 225.)

Kestomagneettien pitovoimaan vaikuttaa myös käyttöikä, mutta teknisissä sovellutuksissa kestopagneetin voimakkuus heikkenee sadan käyttövuoden aikana n. 1 %. (Ahoranta 2000, 225.)

## 4.2 Materiaalit

Kestomagneetit valmistetaan pääosin pulverista puristamalla. Pulverimateriaalit voidaan jakaa neljään pääryhmään: kovaferriitit (HF), neodyyni-rauta-booriseokset (NdFeB), samarium-kobolttiseokset (SmCo) ja alumiini-nikkeli-koboltti-rautaseokset (AlNiCo) (taulukko 1). (Magneetit. 2011.)

*TAULUKKO 1. Magneettimateriaalien keskinäinen vertailutaulukko (Magneetit. 2011)*

Materiaali	HF	AlNiCo	SmCo	NdFeB
Pitovoima	hyvä	keskinkertainen	vahva	hyvin vahva
Maksimi lämpötila	≈ 200 °C	≈ 450 °C	≈ 200 °C	≈ 80 °C
Korroosion kesto	oikein hyvä	oikein hyvä	hyvä	alhainen
Työstettävyys	-	timanttileikkaus, hionta	-	-
Magneettisuuden poisto	kohtuullisen helppoa	helppoa	hyvin vaikeata	vaikeata
Hinta	alhainen	korkea	hyvin korkea	kohtuullinen

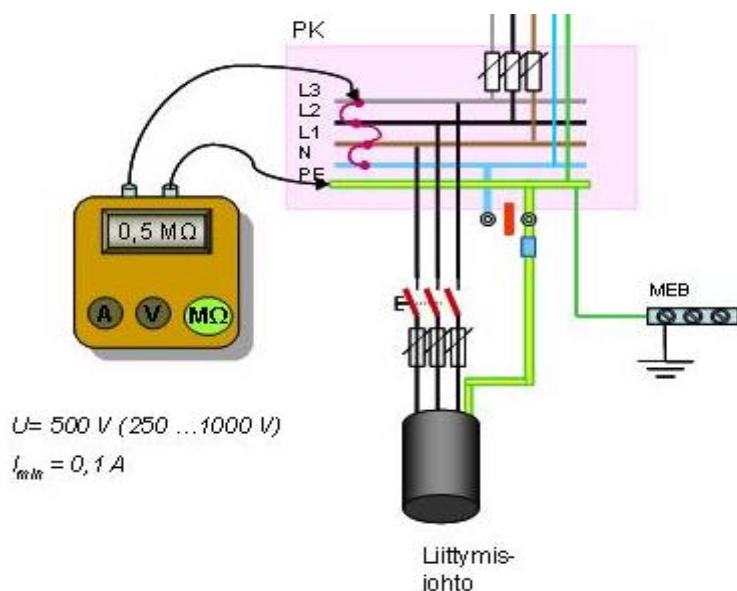
## 5 SÄHKÖTURVALLISUUSMITTAUKSET

Valaisimien testauksessa sovelletaan SFS-EN standardia ”60598-1 Valaisimet. Osa 1: Yleiset vaatimukset ja testit”. Jokaiselle valaisimelle suoritetaan standardin mukaiset sähköturvallisuusmittaukset, ennen kuin ne toimitetaan asiakkaalle. Valaisimista mitataan eristysvastus ja maadoituksen jatkuvuus. Lopuksi testataan valaisimen toiminta.

Mittauksilla varmistetaan valaisimien turvallisuudesta ja toimivuudesta. Mittaukset suorittaa turvallisuusmittauksiin kyseisillä laitteilla perehdytetty henkilö. Jokaisen valaisimen mittaustulokset kirjataan talteen ja jokainen valaisin tunnustetaan valaisinkohtaisen sarjanumeron perusteella.

### 5.1 Eristysvastusmittaus

Eristysvastusmittauksella varmistetaan siitä, että vaihde- ja nollajohtimet ovat riittävän eristettyjä maasta. Eristysvastus mitataan vaihe- ja nollajohtimet yhteen kytkettynä maata vasten (kuva 6). Eristysvastus mitataan 500 VDC jännitteellä vähintään yhden sekunnin ajan. Minimi resistanssi on 2 M $\Omega$  (SFS-EN 60598-1. 2005, 155.)

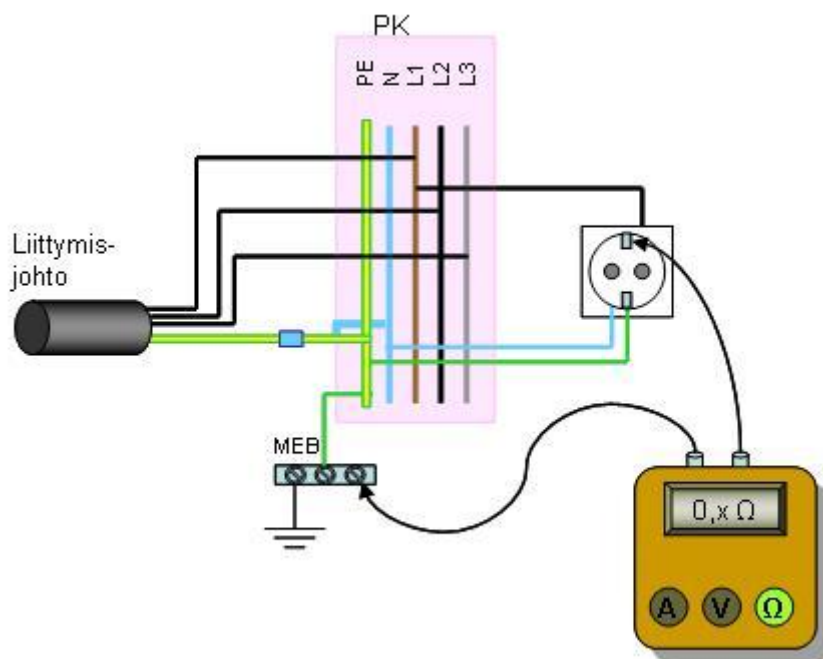


KUVA 6. Esimerkki eristysvastusmittauksesta (Eristysresistanssimittaus. 2011)

Eristysvastusmittaus tehdään ennen muita mittauksia, koska esimerkiksi jatkuvuusmittausta tehtäessä pitää olla varma, ettei nolla- ja suojajohtimet ole yhteydessä missään valaisimen osassa. Eristysvastusmittaus suoritetaan erotettuna syötöstä eli jännitteettömässä tilassa. (Eristysresistanssimittaus. 2011.)

## 5.2 Maadoituksen jatkuvuusmittaus

Maadoituksen jatkuvuusmittauksella varmistetaan siitä, että kosketusjännitesuojauksen johdinpiiri on koko matkaltaan jatkuva ja että liitokset ovat kunnolliset. Maadoituksen jatkuvuusmittaus mitataan valaisimen suojamaadoitusliittimen (PE) ja valaisimen rungon väliltä (kuva 7). Maadoituksen jatkuvuusmittaus suoritetaan 6...12 VDC jännitteellä ja 10 A:n virralla vähintään yhden sekunnin ajan. Maksimi eristysvastus on 0,50  $\Omega$  (SFS-EN 60598-1. 2005, 155.)



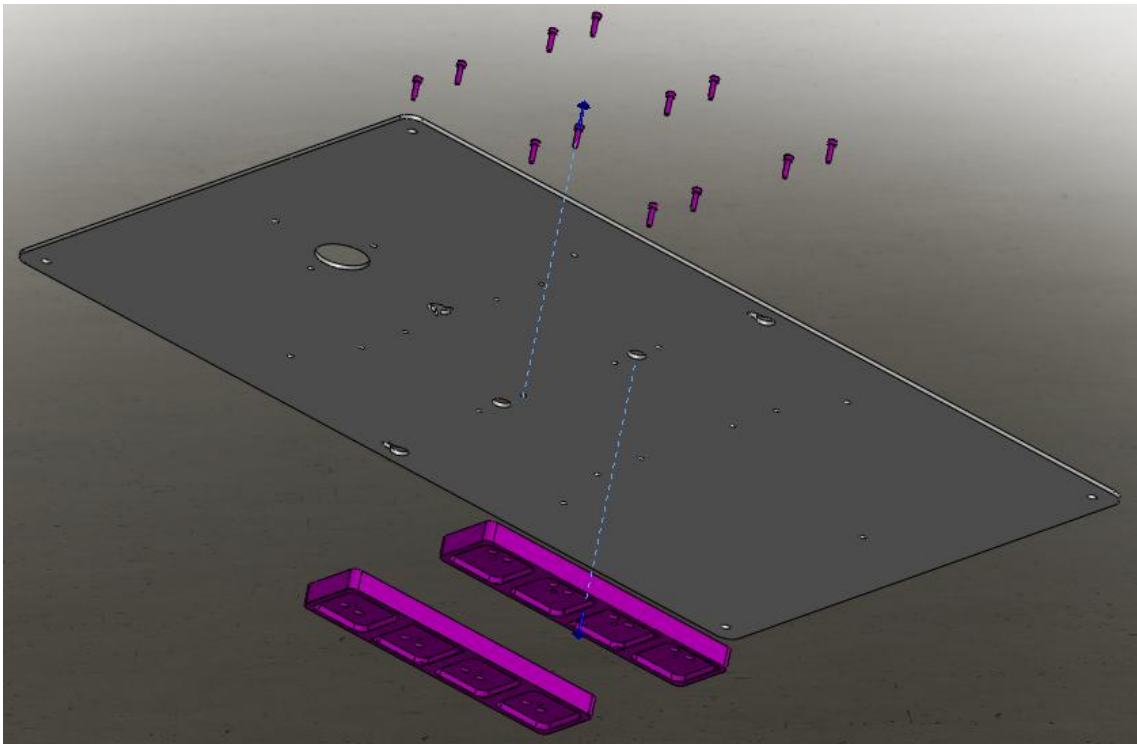
KUVA 7. Esimerkki maadoituksen jatkuvuusmittauksesta (Suojajohtimien jatkuvuus. 2011)

## 5.3 Toimintatesti

Toimintatestissä koetetaan valaisinta sen omalla toimintajännitteellä ja varmistetaan siitä, että valaisin toimii kuten pitääkin. Valopaa Oy:n valaisimet toimivat pääosin 230 VAC jännitteellä, mutta joistakin valaisimista on saatavana akkukäyttöinen malli, joka käyttää 12 VDC jännitettä. (SFS-EN 60598-1. 2005, 155.)

## 6 KOKOONPANOJIGIN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin VP2321i-valaisimelle kokoonpanojigi. VP2321i-valaisin on tarkoitettu huoltoasemien mittarikentille ja valaisinta on saatavana myös älykkäällä ohjauksella. Valaisimessa on kaksi Valopaa Oy:n VPM4-led-moduulia. Moduulit kiinnitetään ruuviliitoksella valaisimen etulevyyn (kuva 8).



*KUVA 8. VPM4-led-moduulien kiinnitys VP2321i-valaisimen etulevyyn*

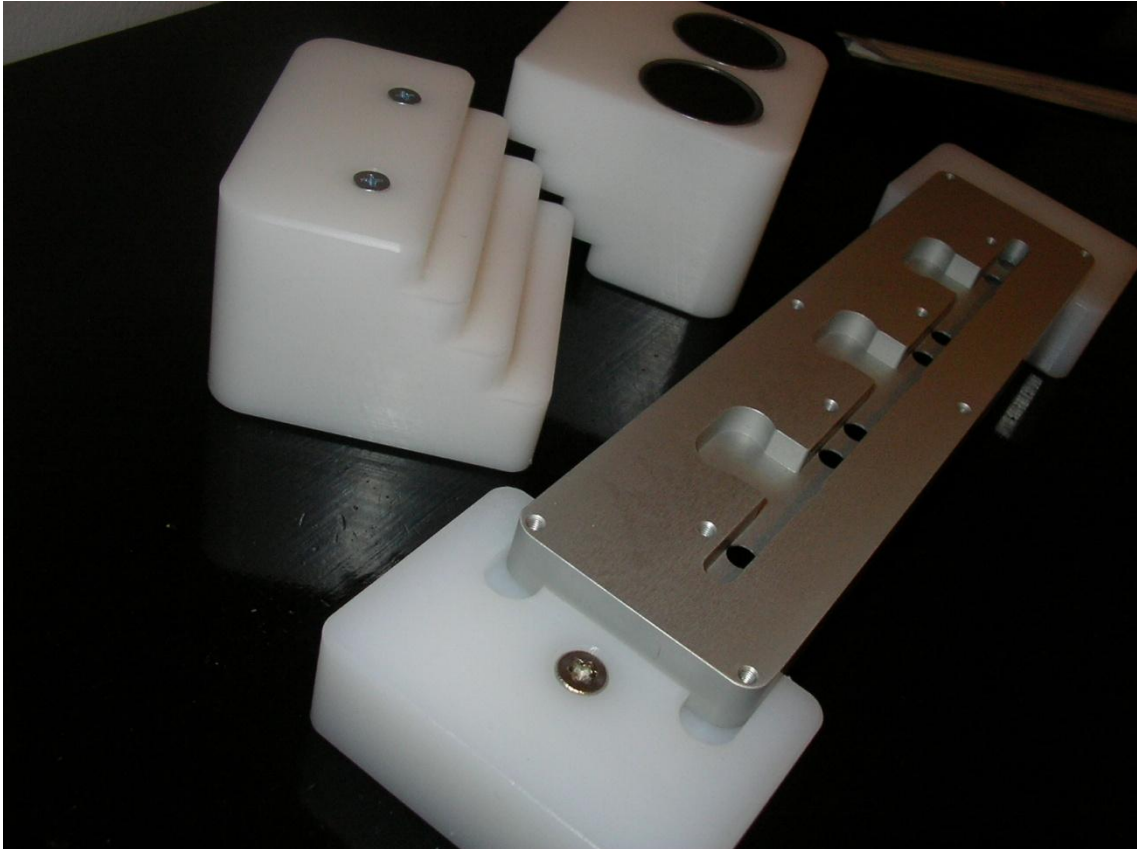
Moduulien kiinnitys valaisimen etulevyyn on jouduttu tekemään sylissä, vaikeassa asennossa. Kokoonpanojigin suunnittelussa tärkeänä tekijänä pidettiin jigin toimivuutta, valmistuskustannuksia ja työntekijän ergonomiaa. Kokoonpanojigi olisi voitu valmistaa yksikertaisimmillaan esimerkiksi vanerista ja muovirimoista. Suunnittelun alkuvaiheessa pohdittiin mahdollisuutta valmistaa kokoonpanojigi, jota voitaisiin muokata erilaisien valaisimien kokoonpanoon. Muokattavan jigin perustaksi mietittiin erilaisia liukuja, lineaarijohteiden yhdistelmää ja usean säädettävän pikalukitsimen yhdistelmää, mutta jigin perustaksi valittiin magneetit. Magneettipöytää käytetään esimerkiksi kattoristikoiden valmistuk-

sessä. Kattoristikoiden valmistuksessa käytetään magneettipöytiä mittaan leikkattujen lankkujen kohdistamiseen toisiinsa nähden, minkä jälkeen lankut naulaan yhteen. Magneettipöydät kiinnittyvät teräksiseen hallin lattiaan magneettipöydän alla olevien magneettien avulla.

Magneettien avulla kokoonpanojigin muuntaminen eri valaisimien kokoonpanoon on helppoa ja jigin valmistaminen on huomattavasti edullisempaa kuin aiemmin mainitut vaihtoehdot. Magneettipöydän toimintaperiaate on yksikertainen: magneetit kiinnittyvät alustalevyyn ja magneetit ovat kiinni erilaisissa ohjauskappaleissa. Ohjauskappaleiden avulla valaisimen eri osat asettuvat oikeisiin paikkoihin toisiinsa nähden. Alustalevyn materiaalin vaatimuksena on hyvä magneettisesti johtava materiaali ja edullisuus. Teräksellä on erittäin hyvä magneettinen johtokyky ja se on edullista. Teräslevyn valmistuspiirustus on liitteessä 2.

Ensimmäisten testien tekemiseen valittiin kolme erikokoista magneettia. Magneettien materiaaliksi valittiin kovaferriitti sen edullisuuden ja hyvien magneettisten ominaisuuksien vuoksi. Magneettien koot valittiin pitovoimien mukaan. Kiekomaisten magneettien koot halkaisijaltaan 32, 40 ja 50 mm. Magneettien tarkemmat mitat ja pitovoimat ovat liitteessä 3. Magneeteilta vaadittavat pitovoimat ovat tässä magneettipöydässä melko pieniä. Magneettien tulee pysyä paikallaan, kun valaisimen osat asetellaan ohjauskappaleisiin ja kun ohjauskappaleiden päällä on valaisimen osia. Magneetteihin saattaa kohdistua sivuttaisvoima valaisimen etulevystä, kun sitä asetellaan paikalleen.

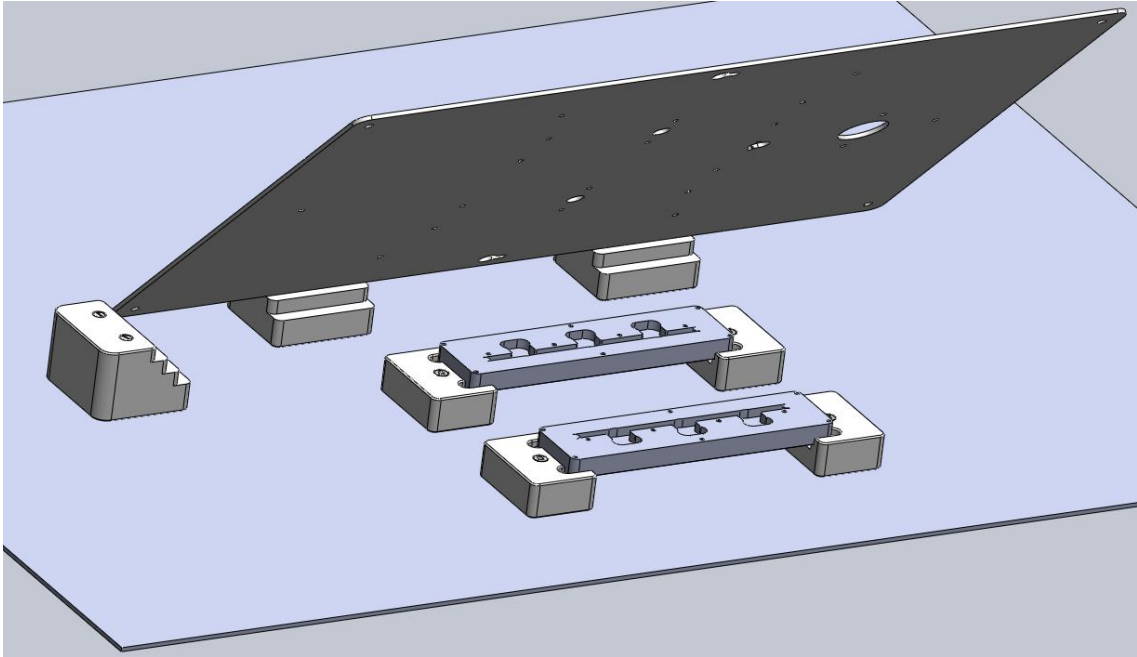
Magneettien pitovoimat osoittautuivat sopiviksi myös käytännössä, joten VPM4-led-moduulien kohdistukseen suunniteltiin pitimet ja etulevyn kohdistukseen porrashajaimet (kuva 9). VPM4-led-moduuleja on neljän led-levymallin lisäksi kahdella ja kolmella led-levyllä. Moduulinpidintä voidaan käyttää jokaisen VPM4-led-moduulin yhteydessä. Porrashajainta voidaan myös hyödyntää muiden valaisimien kokoonpanossa.



*KUVA 9. Porrashjain kahdesta suunnasta, VPM4-led-moduuli ja kaksi led-moduulinpidintä*

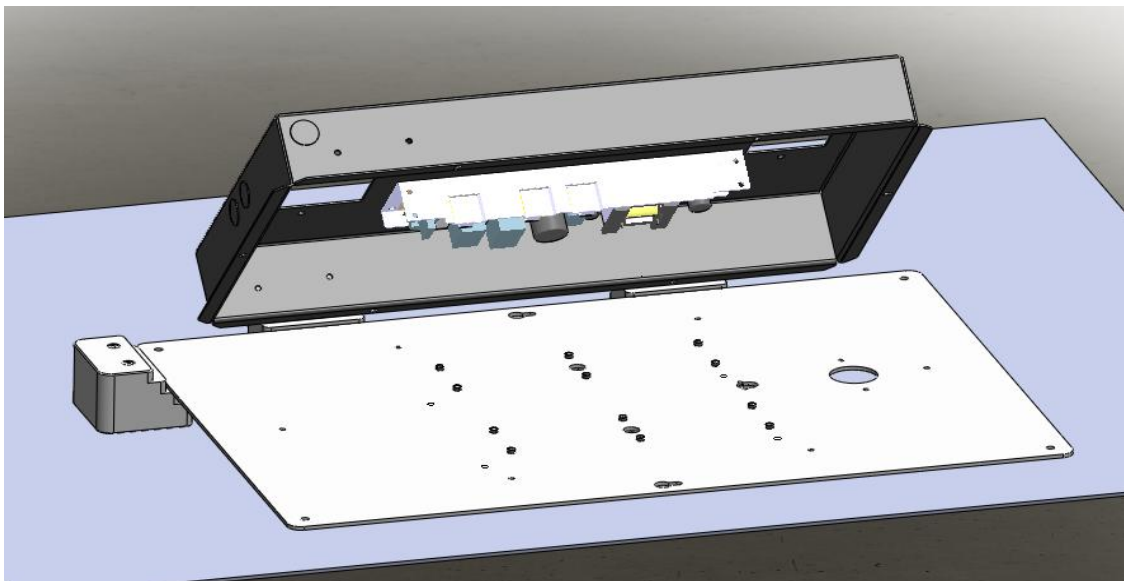
Porrashjaimessa on kaksi Ø32 mm kiekkomaista magneettia ja moduulinpitimessä yksi Ø40 mm. Ohjaukappaleet on valmistettu POM-kestomuovista, jota käytetään mm. hammaspyörissä, ruuveissa ja liukulaakereissa. Porrashjaimen kokoonpano- ja valmistuspiirustus on liitteessä 4 ja moduulinpitimen kokoonpano- ja valmistuspiirustus liitteessä 5.

Kokoonpano magneettipöydän avulla aloitetaan asettelemalla ohjaukappaleet aluslevyyn. Seuraavaksi valaisimen moduulit asetellaan jigiin. Moduulienohjaus muodostuu kahdesta samanlaisesta päätykappaleesta. Moduulien asetuksen jälkeen etulevy asetetaan moduulien päälle ja ruuvataan kiinni. Porrashjaukappale kohdistaa etulevyn kohdilleen moduuleihin nähden (kuva 10).



*KUVA 10. Valaisimen VP2321i kokoonpano magneettipöydällä*

Moduulien kiinnityksen jälkeen etulevyyden kiinnitetään takakansi, johon on kiinnitetty virtalähde. Takakannen kiinnityksessä käytetään myös hyväksi porrashajuskappaletta. Takakannessa oleva virtalähde kytketään moduuleihin. Kytkenän ajan takakansi on n. 45° kulmassa (kuva 11). Takakansi pysyy kulmassa työpöydän ylähylyyn kiinnitetyn pidätinvaijerin avulla.



*KUVA 11. Takakannen asennus*

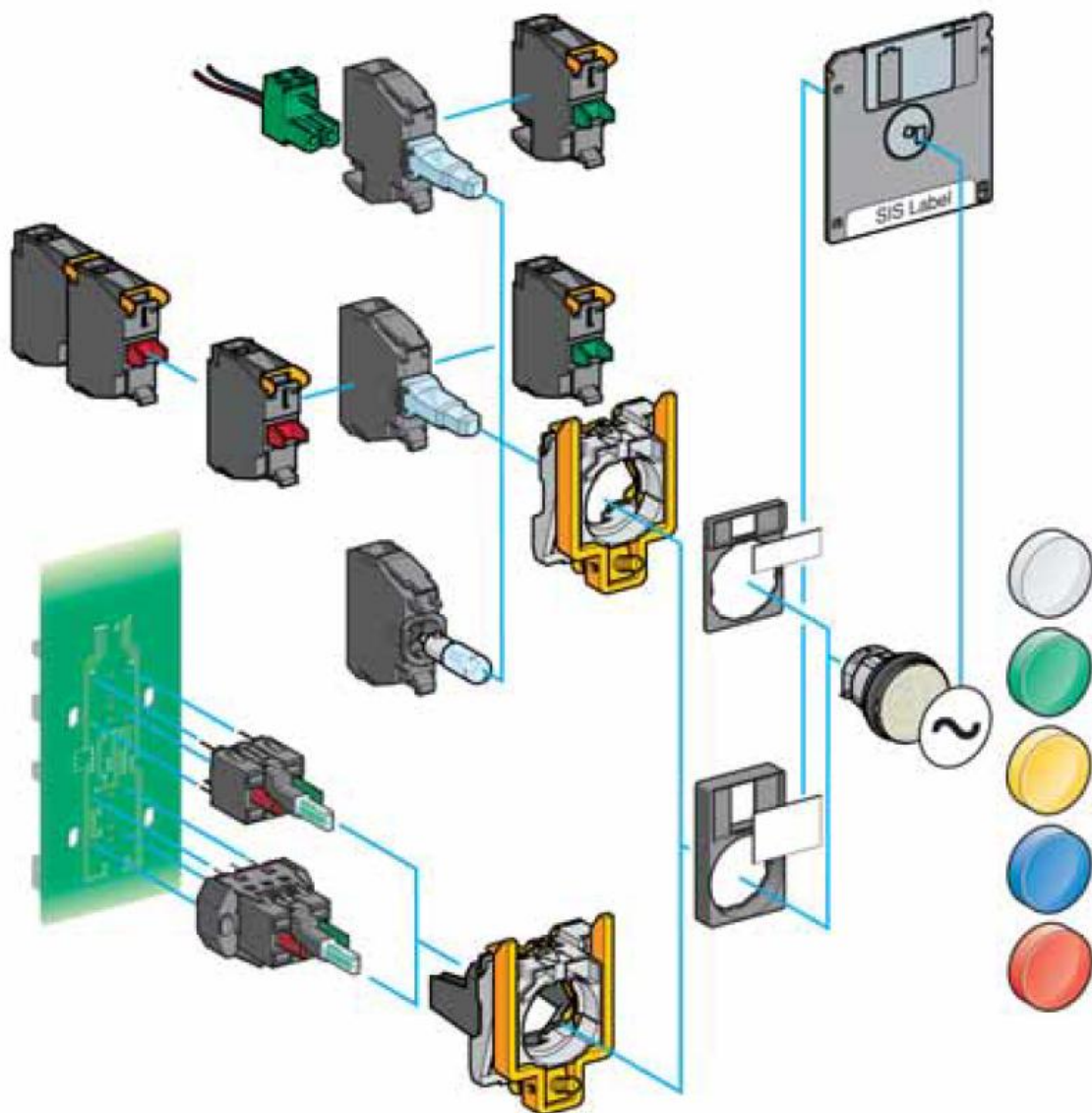
Magneettipöydällä voidaan kasata erilaisia valaisimia, mutta tässä opinnäytetyössä keskityttiin kuitenkin valaisimen VP2321i ohjauskappaleiden suunnitteluun. Ohjauskappaleiden suunnittelussa otin huomioon niiden käytettävyyden muidenkin valaisimien kokoonpanossa, mutta muiden valaisimien kokoonpanossa voidaan tarvita lisää erilaisia ohjauskappaleita. Tarkoituksena on suunnitella lisää erilaisia ohjauskappaleita helpottamaan myös muiden valaisimien kokoonpanoa.

## 7 TESTAUSASEMAN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

Valaisimien testausaseman parannus tehtiin lähinnä sen nopeuttamiseksi. Jokaiselle valaisimelle suoritetaan sähköturvallisuus-standardin mukaiset mittaukset. Parannuksen myötä mittaustilanteista tulee yhtenäiset siten, että yhden mitta-johtimet riittää ja testivaihetta muutetaan esimerkiksi kiertokytkimellä. Lähtökohdassa valaisinta testattaessa joudutaan mitta-johtimet vaihtamaan jokaiselle mittaukselle erikseen. Mittaustapahtuma ei ole kovin pitkä, mutta johtimien vaihteluun kuluu paljon aikaa suhteessa itse mittaukseen. Karkean arvion perusteella mittauksiin käytetty aika lyhenee puoleen.

Yksinkertaisimmillaan voidaan tehdä testauslaitte, johon kytketään eristysvastusmittari ja verkkojännite. Testauslaitteesta lähtee yhden johtimet mittaukseen. Testauslaitteen tulisi sisältää ohjauslaitteet, joilla pystyttäisiin vaihtamaan mitta-laitteiden johtimia ohjauslaitteen lähteviin johtimiin. Ohjauslaitteilta vaaditaan sähköturvallisuusstandardissa mainittujen virta- ja jännitearvojen kestoja.

Ohjauslaitteiksi sopivat kytkimet, joita voidaan ohjata käsin tai sähköisesti. Schneider Electricin Harmony-sarjan ohjauskalusteet ovat monipuolisia ja näiden muokkaaminen omaan käyttötarkoitukseen on helppoa (kuva 12). Harmony-sarjan ohjauskalusteet ovat käsikäyttöisiä painikkeita, valintakytkimiä ja merkkivaloja. Yhteen ohjauskappaleeseen voidaan liittää useita kytkinelementtejä. Painikkeet ja valintakytkimet voi varustaa merkkivalolla tai ilman.



*KUVA 12. Harmony-sarjan ohjauskalusteet ovat monipuolisia, modulaarisia ja kestäviä (Harmony ohjauskalusteet. 2007, 9)*

Harmony-sarjan valintakytkimeen asennettiin kosketinelementit ohjaamaan valaisimen kolme testivaihetta. Valintakytkimessä on kolme asentoa, jokaiselle mittaukselle oma. Kytöntäpiirustus on liitteessä 6.

Ensimmäisenä valaisimille suoritetaan eristysvastusmittaus. Eristysvastusmittaus mitataan erillisellä mittarilla, joka kytketään testauslaitteeseen. Eristysvastusmittauksella mitataan vaihe- ja nollajohtimien eristys valaisimen rungosta. Eristysvastus mitataan 500 VDC jännitteellä. Mittauksessa pienin sallittu resistanssi on 2 MΩ.

Toisessa testausvaiheessa valaisimista mitataan maadoituksen jatkuvuus maadoitusliittimen ja valaisimen rungon väliltä. Maadoituksen jatkuvuusmittauksessa mitataan 10 A:n virralla. Maadoituksen jatkuvuusmittaukseen valittiin hakkurivirtalähde, jonka tulopuolella on 230 VAC jännite ja lähtöpuolella 7,5 VDC jännite. Virran säätö 10 A:iin tehtiin tehovastuksilla. Vastuksen resistanssi lasketaan kaavalla 1.

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{KAAVA 1}$$

I = virta (A)

U = jännite (V)

R = resistanssi ( $\Omega$ )

Jännite U on 7,5 V ja virta I 10 A. Lasketaan vastuksen resistanssi kaavalla 1:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{7,5 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 0,75 \Omega.$$

Virta voi olla hieman suurempi kuin 10 A, mutta ei pienempi. Valittiin kaksi tehovastusta 0,47 ja 0,22  $\Omega$ . Kummankin vastuksen tehonkesto 100 W. Vastukset kytkettiin sarjaan, jolloin niiden kokonaisresistanssi on resistanssien summa. Lasketaan kyseisillä vastuksilla esiintyvä virta kaavalla 1:

$$I = \frac{7,5 \text{ V}}{0,47 \Omega + 0,22 \Omega} = 10,8 \text{ A}.$$

Maadoituksen jatkuvuusmittauksessa suurin sallittu eristysvastus on 0,5  $\Omega$ .

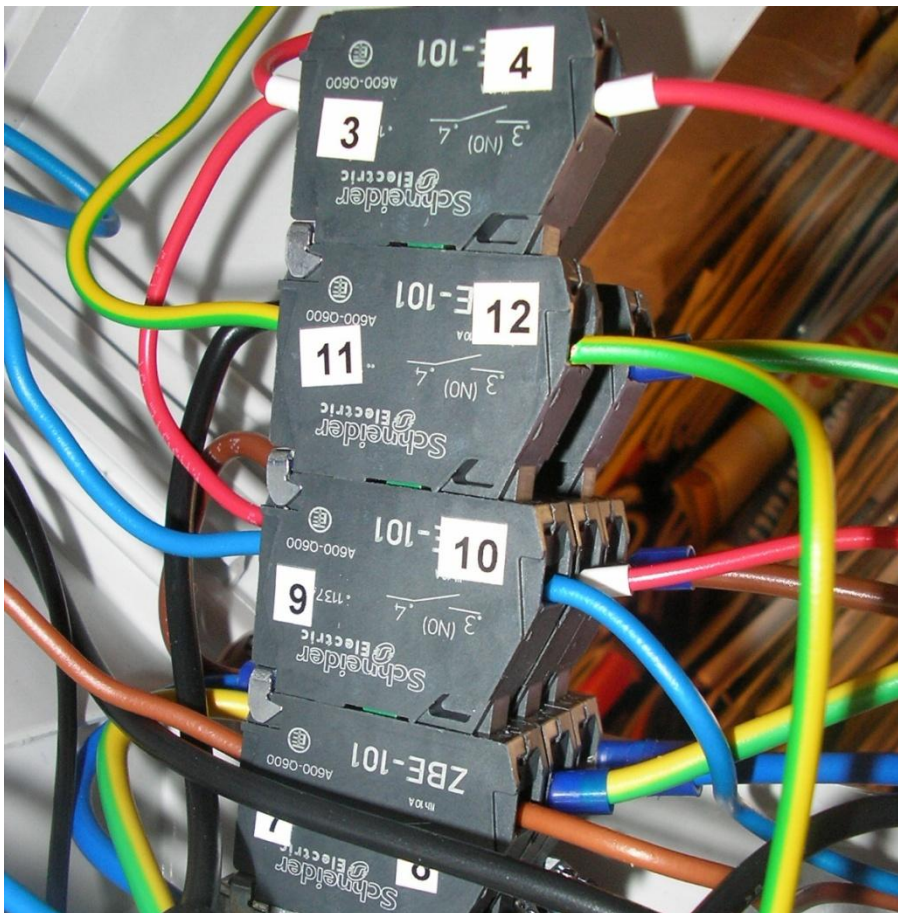
Maadoituksen jatkuvuusmittauksen merkkivalona käytetään kahta lediä. Ledien kynnysjännite on säädetty rinnankytketyllä vastuksella siten, etteivät ledit syty, kun eristysvastus  $\geq 0,5 \Omega$ . Maadoituksen jatkuvuusmittauksen ohjauspainikkeeksi valittiin punainen Harmony-sarjan valopainike.

Kolmannessa testausvaiheessa tarkastetaan valaisimen toiminta ja mitataan valaisimen sähkönkulutus. Kulutus mitataan erillisellä pistorasiaan asennettavalla sähkönkulutusmittarilla. Toimintatestissä käytetään kaksikäskyennistystä, eli käyttäjän on painettava kahta painiketta yhtä aikaa. Painikkeet on sijoitettu niin, ettei niiden painaminen onnistu yhdellä kädellä. Kaksikäskyennistyksellä

estetään vahinkokäynnistykset ja sähköiskut. Toimintatestiin valittiin kaksi punaista Harmony-sarjan valopainiketta.

Toimintatestissä ja maadoituksen jatkuvuustestissä käytetään painikkeita, joissa on merkkivalot. Painikkeen merkkivalo palaa, kun valintakytkimellä on valittu kyseinen mittaustapahtuma. Merkkivalot toimivat 24 VDC jännitteellä. Merkkivaloille on oma hakkurivirtalähde, jonka teho 25 W.

Testauslaitteen kytkennöissä on otettu huomioon kaapelien kestävyys. Merkkivalojen johdotus tehtiin 0,75 mm<sup>2</sup>:n johdolla. Muut johdotukset tehtiin 1,5 ja 2,5 mm<sup>2</sup>:n johdoilla. Testauslaitteen komponentit merkittiin sähkökuvan mukaisesti laitteen sisäpuolelle (kuva 13). Merkinnot helpottavat mahdollisia jatkossa tehtäviä muutoksia, parannuksia tai korjauksia.



*KUVA 13. Valintakytkimen kosketinelementit*

Testauslaitteen käytännöllisyyttä lisättiin valmistamalla kanteen teline eristysvastusmittarille. Testauslaitteen kanteen painonapit aseteltiin mahdollisimman loogiseen järjestykseen ja painonappien käyttötarkoitukset merkittiin mahdollisimman selvästi (kuva 14).



*KUVA 14. Testauslaite*

Testauslaitteella valaisimien mittaukset suoritetaan noin kaksi kertaa nopeammin kuin aikaisemmin. Testauslaitteen maadoituksen jatkuvuusmittaus mitataan aina standardin mukaisella 10 A:n virralla. Aikaisemmin jännite on tuotu maadoituksen jatkuvuusmittaukseen akusta. Akku jätettiin pois ja tilalle laitettiin hakurivirtalähde, jolla varmistetaan aina 10 A:n virta maadoituksen jatkuvuusmittauksessa.

Testauslaitteeseen ei sisällytetty testausominaisuutta valaisimille, joiden käyttöjännite on 12 VDC. Valopaa Oy:n valmistamat valaisimet toimivat pääosin 230 VAC jännitteellä, ja 12 VDC jännitettä käyttäviä valaisimia valmistetaan hyvin harvoin. Testauslaitteeseen on kuitenkin mahdollista lisätä ominaisuus, jotta

testauslaitteella voidaan testata myös valaisimia, joiden käyttöjännite on 12 VDC. Tällä hetkellä kyseinen ominaisuus ei ole olennainen osa testauslaitetta.

Testauslaite tarkastetaan jokaisena testauspäivänä. Eristysresistanssimittarin toiminta ja piirin jatkuvuus tarkastetaan kytkemällä testauslaitteesta valaisimen runkoon menevän mittajohtimen sekä N -mittajohtimen väliin 52 M $\Omega$  vastus. Testauslaitteen valintakytkimen tulee olla asennossa 1. Mittarin tulee näyttää kyseistä ohmi arvoa. Tämän jälkeen tehdään muuten sama tarkastus, mutta vaihdetaan N -mittajohtimen tilalle L -mittajohdin. Maadoituksen jatkuvuusmittaus tarkastetaan 0,5  $\Omega$  vastuksella. Vastus kytketään valaisimen runkoon menevän mittajohtimen ja maadoitusliittimeen menevän mittajohtimen väliin. Testauslaitteen valintakytkimen tulee olla asennossa 2. Vihreä merkkivalo ehyestä piiristä ei saa syttyä vastuksen ollessa välissä.

## 8 VALMISTUSPROSESSI

Tähän opinnäytetyöhön kuului valaisimien valmistusprosessin kuvaus. Taulukossa 2 esitetyssä prosessikuvauksessa kuvataan valaisimen valmistuksen kulku tilauksesta lähetykseen.

### TAULUKKO 2. Valaisimen prosessikuvaus

#### 1. TILAUS ASIAKKAALTA

- Jokainen tilaus valmistetaan asiakkaan tarpeiden mukaan
- Valitaan valaisimien määrä, tyyppi, led moduulien määrä, ledit, valaisimen väri, teholuokka, älykkyys mahdollinen jos malli tukee, optiikka.
- Mahdollista myös valmistaa uusi valaisinmalli asiakkaan halutessa

#### 2. TILAUS ALIHANKKIJOILTA JA LED -MODUULIEN VALMISTUS

- Tilataan valaisimiin alihankkijoiden valmistamat osat
- Ladotaan led -moduuleihin käytettävät led -piirilevyt

#### 3. ALIKOKOONPANOJEN KOKOONPANO

- Kasataan valaisimien alikokoonpanot loppukokoonpanoa varten

#### 4. LOPPUKOKOONPANO

#### 5. TESTAUS

- Valaisimet testataan standardin SFS-EN 60598-1 mukaan
- Tulokset merkitään pöytäkirjaan

#### 6. ÄLYKORTTIEN OHJELMOINTI (VAIN ÄLYKKÄÄT VALAISIMET)

- Älyvalaisimet ohjelmoidaan asiakkaan haluamalla tavalla

#### 7. PAKKAUS JA LÄHETYS

- Valaisimet pakataan ja lähetetään asiakkaalle

## 9 TULOKSET

Magneettipöydällä parannettiin kokoonpanon laatua ja nopeutettiin kokoonpanoa. Aikaisemmin valaisimen kokoonpanoon kului n. kahdeksan minuuttia. Valaisimen kokoonpanoon käytettävä aika lyheni magneettipöydällä noin yhden minuutin. Magneettipöydän ansiosta työntekijän työergonomia parani huomattavasti, mikä on tärkeä asia toistuvassa kokoonpanotyössä. Magneettipöydälle on tulevaisuudessa tarkoitus suunnitella lisää erilaisia ohjauskappaleita eri valaisimien kokoonpanoa varten. Magneettipöytä nopeuttaa uusien valaisimien jigin käyttöönottoa helpon muokattavuuden ansiosta. Suunnittelemalla ohjauskappaleita magneettipöytään säästetään kustannuksia ja aikaa sekä parannetaan kokoonpanoa ja työntekijän ergonomiamia.

Tässä opinnäyteyössä suunniteltu ja valmistettu testauslaitteisto nopeutti testausta ja paransi testauksen standardin mukaisuutta. Aikaisemmin testaukseen kului keskimäärin minuutti ja kymmenen sekuntia valaisinta kohden. Uudella testauslaitteella yhden valaisimen testaukseen kului keskimäärin 30 sekuntia. Testauslaitteesta tehtiin mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Testauslaitteen kannessa eli käyttöpaneelissa on selkeät merkinnät, jotka ohjaavat ja helpottavat laitteen käyttöä.

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja valmistettiin led-valaisimien kokoonpanojigi sekä niiden sähköinen testauslaitteisto. Kokoonpanojigi oli alun perin tarkoitettu suunnitella vain VP2321i-valaisimelle. Kokoonpanojigin suunnittelun alkuvaiheessa kuitenkin päätettiin valmistaa jigi, jota pystyy muokkaamaan myös eri valaisimien kokoonpanoon. Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin magneettipöytään eli kokoonpanojigiin ohjauskappaleet VP2321i-valaisimen kokoonpanoon. Kokoonpanojigiin suunnitellaan tulevaisuudessa ohjauskappaleita myös muiden valaisimien kokoonpanoa varten.

Kokoonpanojigi on toimiva ja helpottaa valaisimen kokoonpanoa. Jigi parantaa työntekijän ergonomiaa ja kokoonpanon laatua huomattavasti. Valaisimien maalattujen osien maalipinta ei vaurioidu yhtä helposti kuin kokoonpanossa, jossa valaisin joudutaan kasaamaan sylissä. Valaisimen VP2321i kokoonpanoon käytettävä aika lyheni kahdeksasta minuutista seitsemään. Ajallisesti magneettipöytä lyhensi valaisimen VP2321i kokoonpanoa noin minuutin verran, mutta ennen kaikkea se paransi työntekijän ergonomiaa. Työntekijän ergonomia on tärkeää toistuvassa kokoonpanotyössä.

Testausaseman parannus tehtiin valmistamalla testauslaite, jonka avulla testauksessa aikaisemmin ollut turha johtojen kiinnitys ja irrotus jäi pois. Testauslaitteessa on valintakytkin jolla valitaan testausvaihe. Testauslaitteen ansiosta valaisimien testaus on noin kaksi kertaa nopeampaa kuin aikaisemmin. Maadoituksen jatkuvuustestiin on aikaisemmin tuotu jännite akusta. Testauslaitteeseen sisällytettiin hakkurivirtalähde ja jätettiin akku pois. Standardin mukaan mittauksessa on käytettävä 10 A:n virtaa 6...12 VDC jännitteellä. Jännite ja virta ovat hakkuritehonlähteen ansiosta aina samat ja näin riippumattomia akun varauksesta.

## LÄHTEET

Aaltonen, Kalevi – Ekman, Kalevi – Kamppari, Jorma – Kauppinen, Veijo – Kivi-  
vuori, Seppo – Paro, Jukka – Vuorinen, Jouko 1991. Työvälinetekniikka. Ota-  
niemi: Otatieto Oy.

Ahoranta, Jukka 2000. Sähkötekniikka. Porvoo: WSOY.

Eristysresistanssimittaus. 2011. Virtuaaliammattikorkeakoulu. Sähkölaitteiston  
tarkastukset. Saatavissa:

<http://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1134129294081/1134132211537/1134133739307/1134133840901.html>. Hakupäivä: 5.5.2012.

Harmony ohjauskalusteet. 2007. Schneider Electric Finland Oy. Valintaopas.

Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider->

[electric.fi/GroupList.aspx?navoption=1&navid=24901&grouprowid=101431](http://electric.fi/GroupList.aspx?navoption=1&navid=24901&grouprowid=101431),

linkki Harmony Ohjauskalusteet 2007. Hakupäivä 10.5.2012.

Kokoonpanon työkalut ja välineet. 1987. Tekninen tiedotus 1/87. Helsinki: Me-  
talliteollisuuden kustannus Oy.

Led-valaisimet. 2012. Valopaa Oy. Saatavissa: [http://www.valopaa.com/led-  
valaisimet](http://www.valopaa.com/led-valaisimet). Hakupäivä 13.3.2012.

Led-valaisimet huoltoasemien mittarikentille. 2012. Valopaa Oy. Saatavissa:

<http://www.valopaa.com/file.php?132>. Hakupäivä 10.5.2012.

Magneetit. 2011. Spinea. Kiinnitysmagneetit. Saatavissa:

<http://www.spinea.fi/magneetit.htm>. Hakupäivä 1.4.2012.

Modulaarisuus. 2012. Valopaa Oy. Saatavissa: [http://www.valopaa.com/led-  
valaisimet/led-ulkovalaistus\\_ja\\_tekniikka/modulaarisuus](http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-ulkovalaistus_ja_tekniikka/modulaarisuus). Hakupäivä: 13.3.2012.

Pitomagneetit. 2012. I-Magnet Oy. Saatavissa: [http://www.i-  
magnetoy.com/pitomag.htm](http://www.i-magnetoy.com/pitomag.htm).

Hakupäivä 7.5.2012.

SFS-EN 60598-1. 2005. Valaisimet. Osa 1: Yleiset vaatimukset ja testit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Suojajohtimien jatkuvuus. 2011. Virtuaaliammattikorkeakoulu. Sähkölaitteiston tarkastukset. Saatavissa:

<http://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1134129294081/1134132211537/1134133714588/1134134045570.html>. Hakupäivä: 5.5.2012.

Valaisimen mekaniikkaratkaisut. 2012. Valopaa Oy. Saatavissa:

[http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-ulkovalaistus\\_ja\\_tekniikka/mekaniikka](http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-ulkovalaistus_ja_tekniikka/mekaniikka). Hakupäivä: 13.3.2012.

Valonjako. 2012. Valopaa Oy. Saatavissa: [http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-ulkovalaistus\\_ja\\_tekniikka/valonjako](http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-ulkovalaistus_ja_tekniikka/valonjako). Hakupäivä 15.3.2012.

Valopaa Oy. 2012. Saatavissa: <http://www.valopaa.com>. Hakupäivä 10.3.2012.

VPM led-moduulit. 2012. Valopaa Oy. Saatavissa:

<http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-moduulit>. Hakupäivä 1.5.2012.

## **LIITTEET**

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Magneettipöydän aluslevy

Liite 3 Magneetit

Liite 4 Porrashjain

Liite 5 Moduulinpidin

Liite 6 Testauslaitteiston sähköpiirustus

Liite 7 Testauslaitteiston komponenttiluettelo

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Kalevi Savolainen

Tilaaja Valopaa Oy

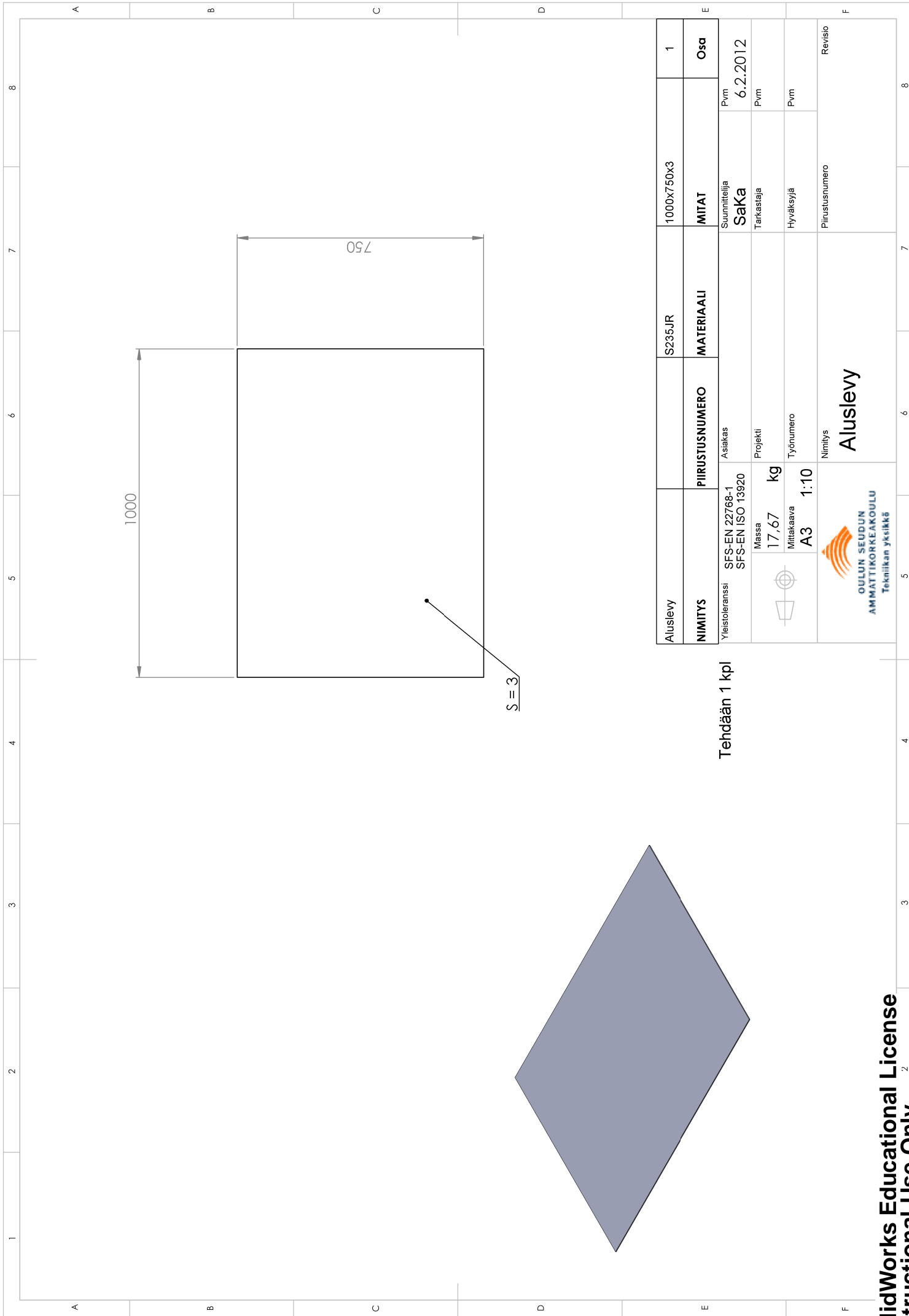
Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot Veli Pakanen

Työn nimi Valaisimen kokoonpanon ja testauksen parantaminen

Työn kuvaus VP2321i valaisimen kokoonpanon yksinkertaistaminen ja kokoonpanoprosessin kuvaus. Testausmenetelmän kehittäminen.

Työn tavoitteet Valaisimen läpimenoajan ja laadun parantaminen.

Tavoiteaikataulu Opinnäytetyö valmis toukokuussa loppuun mennessä (31.5.2012)



Aluslevy	S235JR	1000x750x3	1
<b>NIMITYS</b>	<b>PIIRUSTUSNUMERO</b>	<b>MATERIAALI</b>	<b>MITAT</b>
Yleistoleranssi	SFS-EN 22768-1 SFS-EN ISO 13920	Asiakas	Suunnittelija
	Massa 17,67 kg	Projekti	<b>Saka</b>
	Mittakaava A3 1:10	Työnumero	Tarkastaja
	<b>Aluslevy</b>	Nimitys	Hyväksyjä
			Piirustusnumero
			Revisio
			Pvm
			6.2.2012
			Pvm
			Pvm

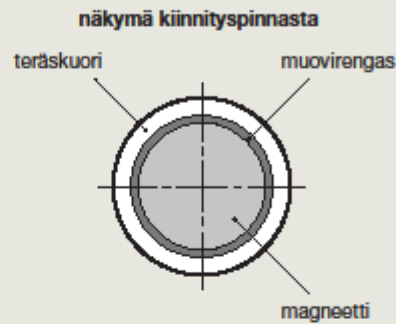
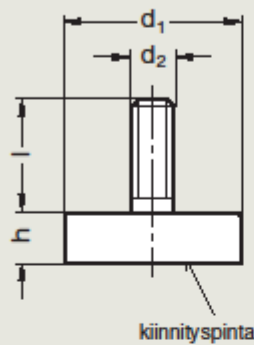
Tehdään 1 kpl



kiekkomainen, kierreruuvilla

# Kiinnitysmagneetti

## GN 50.3



d <sub>1</sub>	mittapoikkeamat		Magneetin materiaali HF			Magneetin materiaali ND			Nimelliset pitovoimat [N]	
	HF	ND	d <sub>2</sub>	h	pituus l	d <sub>2</sub>	h	pituus l	HF Hard ferrite	ND NdFeB
10	±0,1	±0,1	M 3	4,5 +0,2/-0,1	7	M 4	4,5 ±0,1	8	4	25
13	±0,1	±0,1	M 3	4,5 +0,2/-0,1	7	M 5	4,5 ±0,1	8	10	60
16	±0,1	±0,1	M 3	4,5 +0,2/-0,1	7	M 6	4,5 ±0,1	8	18	95
20	±0,1	±0,1	M 3	6 +0,2/-0,1	7	M 6	6 ±0,1	10	30	140
25	±0,1	±0,1	M 4	7 +0,3/-0,1	8	M 6	7 ±0,1	10	40	200
32	±0,1	±0,1	M 4	7 +0,3/-0,1	8	M 6	7 ±0,1	10	80	350
47	+0,3/-0,1	-	M 6	9 +0,5/-0,1	8	-	-	-	180	-
63	+0,3/-0,1	-	M 6	14 +0,5/-0,1	15	-	-	-	350	-

### Kuvaus

- ▶ kuori / kierreruuvi terästä, sinkitty  
Magneetin materiaalit:
- ▶ kovaferriitti HF  
kuumuudenkesto 200° C asti
- ▶ NdFeB ND  
neodyymi, rauta, boori  
kuumuudenkesto 80°C asti

### Yleistä

Kiinnitysmagneeteissa GN 50.3 on rajoitettu magneettikenttä.  
Lisätietoja kiinnitysmagneeteista sivulta 3 alkaen.

### Miten tilataan

**Kiinnitysmagneetti  
GN 50.3-ND-16-M6**

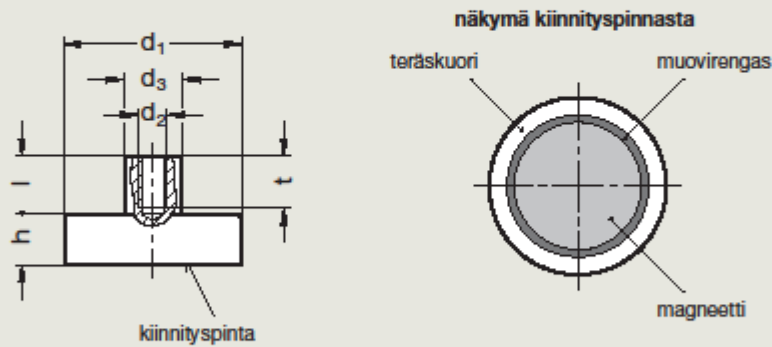
koodi			
materiaali			
d <sub>1</sub>			
d <sub>2</sub>			



kiikkomainen, kierreholkilla

# Kiinnitysmagneetti

## GN 50.2



d <sub>1</sub>	mittapoikkeamat		Magneetin materiaali HF					Magneetin materiaali SC / ND					Nimelliset pitovoimat [N]		
	HF	SC ND	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	h	l	t	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	h	l	t	HF	SC	ND
6	-	±0,1	-	-	-	-	-	M 3	6 ±0,1	4,5 ±0,1	7	6	-	5	5
8	-	±0,1	-	-	-	-	-	M 3	6 ±0,1	4,5 ±0,1	7	6	-	11	13
10	±0,1	±0,1	M 3	6 ±0,1	4,5 +0,2/-0,1	7	5	M 3	6 ±0,1	4,5 ±0,1	7	6	4	20	25
13	±0,1	±0,1	M 3	6 ±0,1	4,5 +0,2/-0,1	7	5	M 3	6 ±0,1	4,5 ±0,1	7	6	10	40	60
16	±0,1	±0,1	M 3	6 ±0,1	4,5 +0,2/-0,1	7	5	M 4	6 ±0,1	4,5 ±0,1	7	6	18	60	95
20	±0,1	±0,1	M 3	6 ±0,1	6 +0,2/-0,1	7	5	M 4	8 ±0,2	6 ±0,1	7	7	30	90	140
25	±0,1	±0,1	M 4	8 ±0,1	7 +0,3/-0,1	8	7	M 4	8 ±0,2	7 ±0,2	7	7	40	150	200
32	±0,1	±0,1	M 4	8 ±0,1	7 +0,3/-0,1	8	7	M 5	10 ±0,2	7 ±0,2	8,5	8	80	220	350
40	+0,2/-0,1	-	M 5	10 ±0,1	8 +0,4/-0,1	10	9	-	-	-	-	-	125	-	-
50	+0,2/-0,1	-	M 6	12 ±0,1	10 +0,5/-0,1	12	11	-	-	-	-	-	220	-	-
63	+0,3/-0,1	-	M 8	15 ±0,1	14 +0,5/-0,1	16	14	-	-	-	-	-	350	-	-
80	+0,5/-0,1	-	M 10	20 ±0,1	18 +0,5/-0,1	16	15	-	-	-	-	-	600	-	-
100	+0,5/-0,1	-	M 12	22 ±0,1	22 +0,5/-0,1	21	18	-	-	-	-	-	900	-	-
125	+0,5/-0,1	-	M 14	25 ±0,1	26 +0,5/-0,1	24	20	-	-	-	-	-	1300	-	-

### Kuvaus

- ▶ kuori / kierreholkki terästä, sinkitty  
Magneetin materiaalit:
- ▶ kovaferritti **HF**  
kuumuudenkesto 200°C asti
- ▶ SmCo **SC**  
samarium, koboltti  
kuumuudenkesto 200°C asti
- ▶ NdFeB **ND**  
neodyymi, rauta, boori  
kuumuudenkesto 80°C asti

### Yleistä

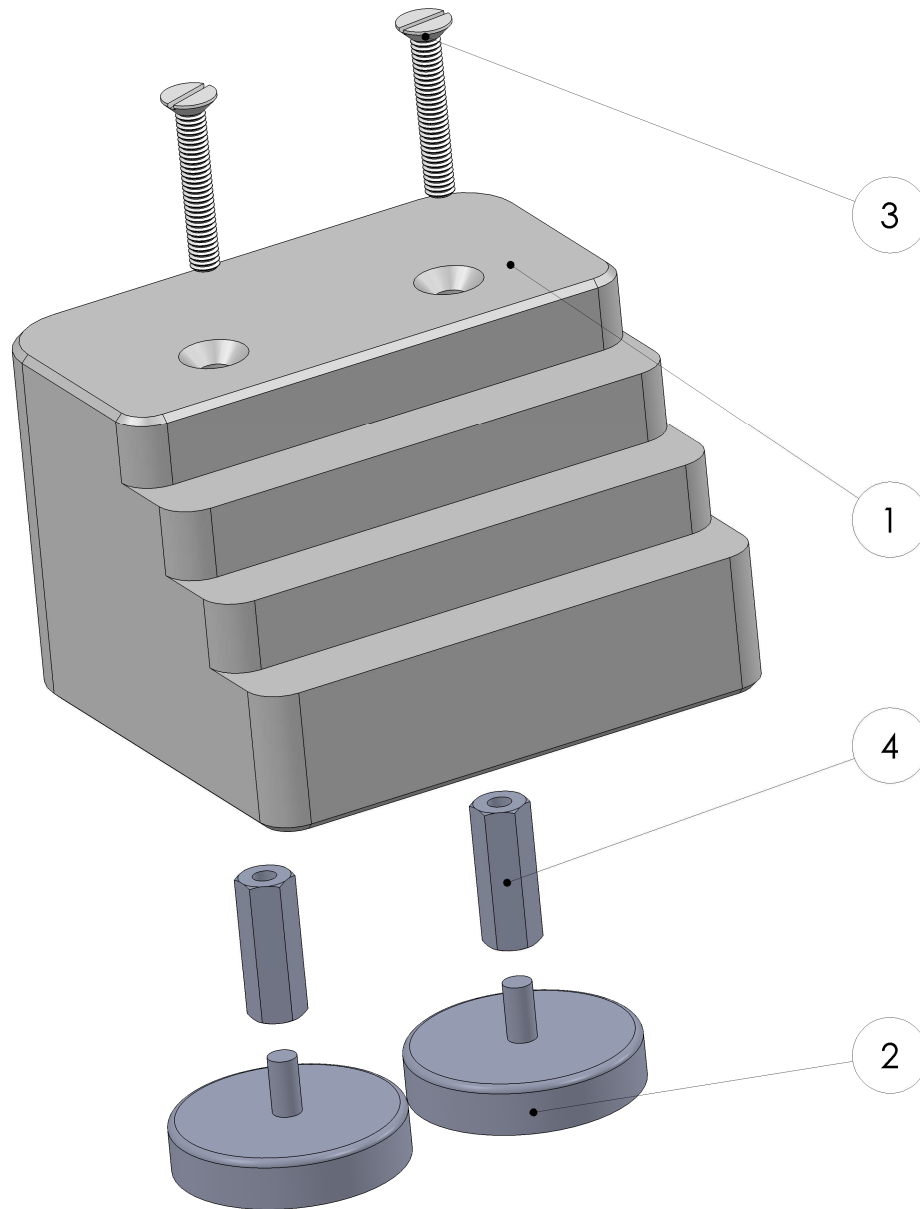
Kiinnitysmagneeteissa GN 50.2 on rajoitettu magneettikenttä.  
Lisätietoja kiinnitysmagneeteista

sivulta 3 alkaen.

### Miten tilataan

#### Kiinnitysmagneetti GN 50.2-HF-20-M3

koodi | materiaali | d<sub>1</sub> | d<sub>2</sub>



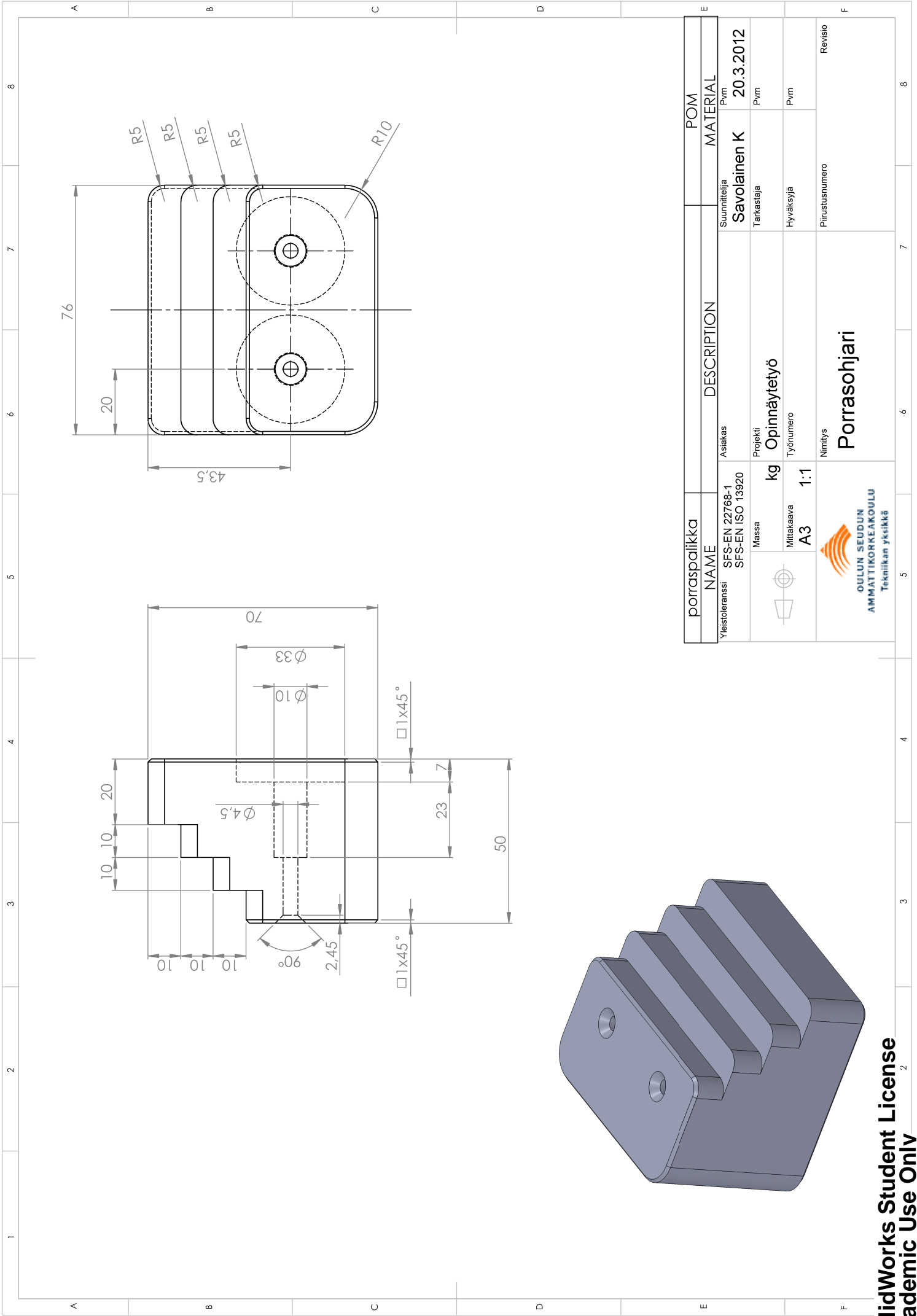
Tehdään 4 kpl

4	Välitappi M4x20	99086-70200/DHS4070X20DI		2
3	Uppokantaruuvi M4x25	DIN963/ISO2009		2
2	Magneetti $\phi$ 32, M4			2
1	Porrasohjari		POM	1
Nro.	NIMITYS	STANDARDI	MATERIAALI	MÄÄRÄ

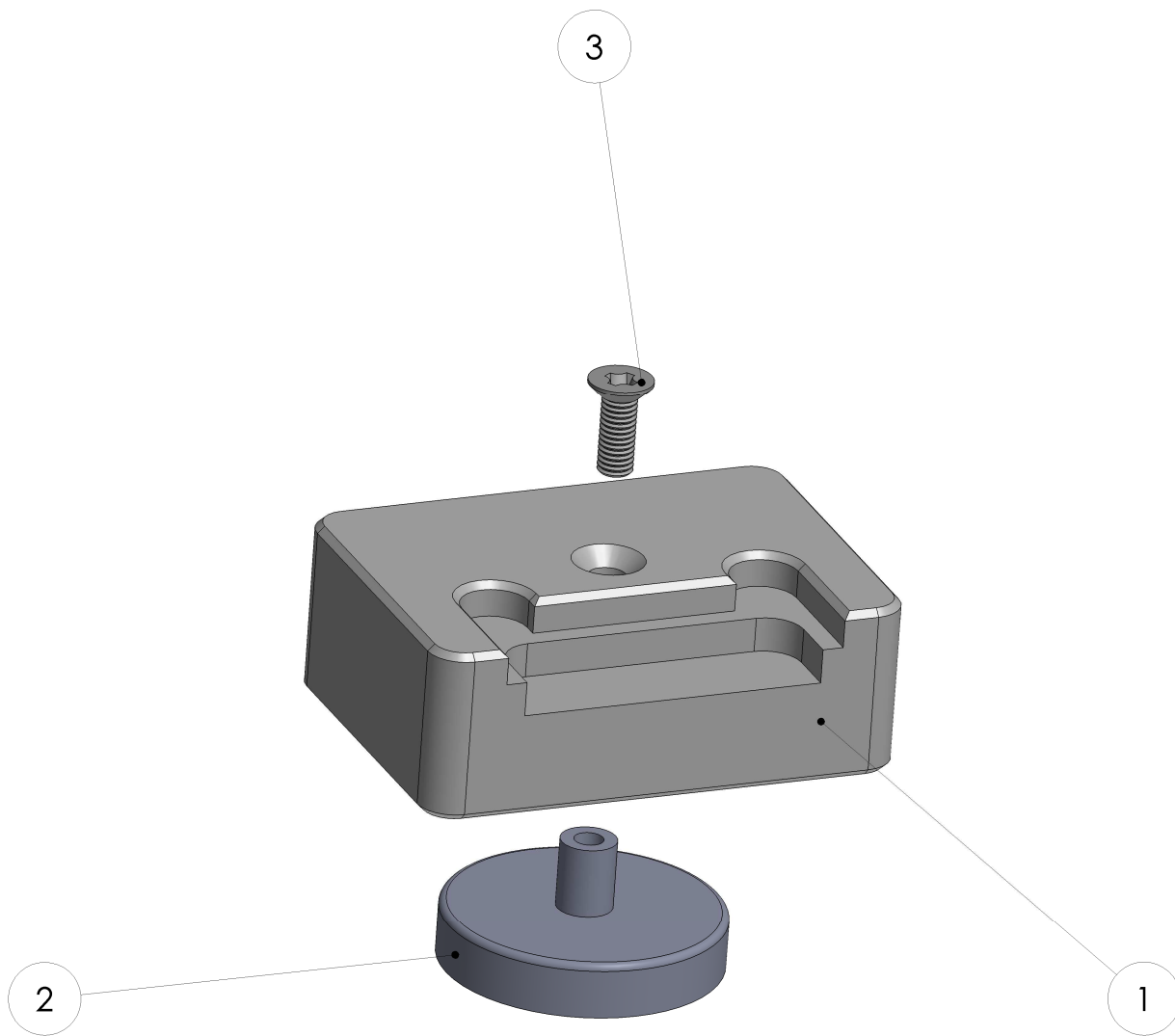
Yleistoleranssi	SFS-EN 22768-1 SFS-EN ISO 13920	Asiakas	Suunnittelija <b>Savolainen K</b>	Pvm <b>20.3.2012</b>
	Massa	Projektin nimi <b>Opinnäytetyö</b>	Tarkastaja	Pvm
	Mittakaava <b>A4 1:2</b>	Työnumero	Hyväksyjä	Pvm
		Nimitys	Piirustusnumero	Revisio

# PORRASOHJAIN

LIITE 4/2

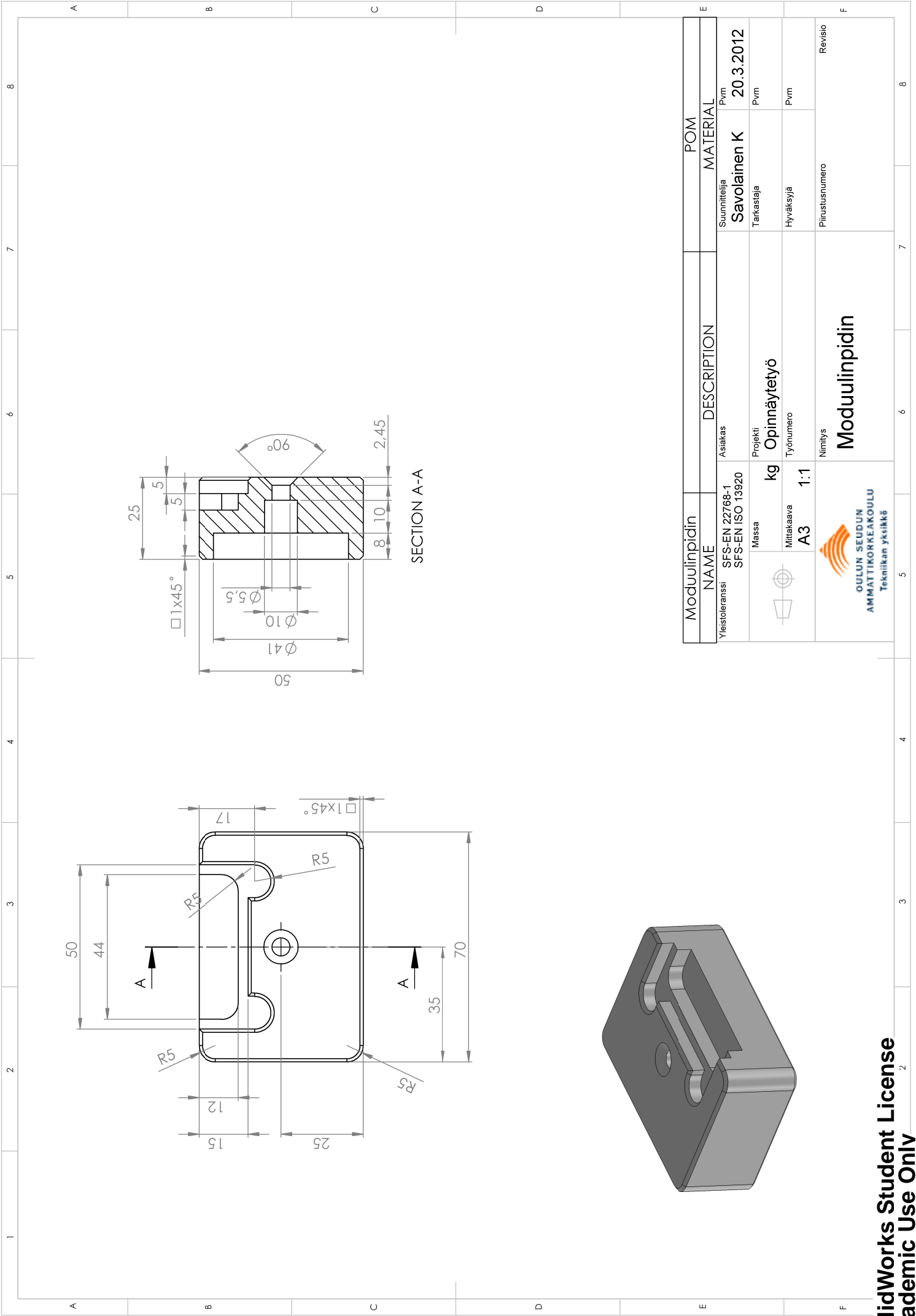



porraspalikka		DESCRIPTION		POM	
NAME	DESCRIPTION	MATERIAL			
Yleistoleranssi	SFS-EN 22768-1 SFS-EN ISO 13920	Suunnittelija	MATERIAL		
Asiakas		Savolainen K	Pvm	20.3.2012	
Projektin nimi	Opinnäytetyö	Tarkastaja	Pvm		
Massa	kg	Hyväksyjä	Pvm		
Mittakaava	1:1	Piirustusnumero	Revisio		
A3		Nimitys	Porrasohjari		
<p>OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU Teknikan yksikkö</p>					

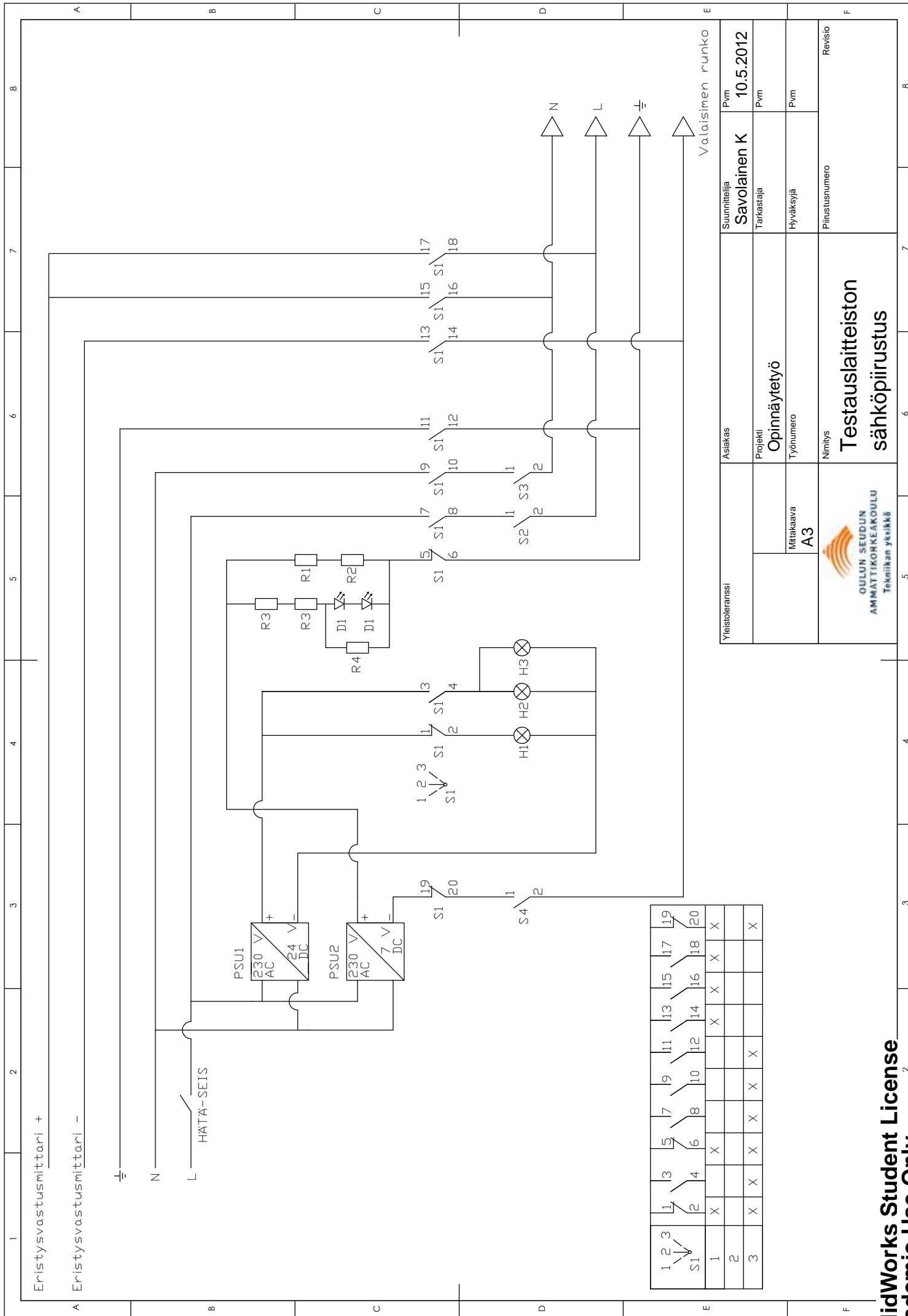


Tehdään 4 kpl

3	Uppokantaruuvi M5x14			1
2	Magneetti $\varnothing$ 40, M5			1
1	Moduulinpidin		POM	1
ITEM NO.	NIMITYS	STANDARDI	MATERIAALI	QTY.
Yleistoleranssi SFS-EN 22768-1 SFS-EN ISO 13920		Asiakas	Suunnittelija <b>Savolainen K</b>	Pvm <b>20.3.2012</b>
	Massa <b>kg</b>	Projekti <b>Opinnäytetyö</b>	Tarkastaja	Pvm
	Mittakaava <b>A4 1:2</b>	Työnumero	Hyväksyjä	Pvm
		Nimitys	Piirustusnumero	Revisio
<b>SolidWorks Student License</b> Academic Use Only		<b>Moduulinpidin</b>		



Moduulinpidin		DESCRIPTION		POM	
NAME	DESCRIPTION	MATERIAL			
Yleistoleranssi	SFS-EN 22768-1 SFS-EN ISO 13920	Asiakas	Suunnittelija	Pvm	
			<b>Savolainen K</b>	<b>20.3.2012</b>	
Massa	kg	Projektin	Tarkastaja	Pvm	
		<b>Opinnäytetyö</b>			
Mittakaava	1:1	Työnumero	Hyväksyjä	Pvm	
 <p>OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU Teknikan yksikkö</p>		Nimitys	Piirustusnumero	Revisio	
		<b>Moduulinpidin</b>			



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S1																			
1	X			X								X	X	X	X	X	X	X	X
2																			
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Valaisin runko

Yleistoleranssi	Asiakas	Suunnittelija	Pvm
		<b>Savolainen K</b>	<b>10.5.2012</b>
	Projekti	Tarkastaja	Pvm
	<b>Opinnäytetyö</b>		
	Mittakaava	Hyväksyjä	Pvm
	<b>A3</b>		
	Nimitys	Piirustusnumero	Revisio
	<b>Testauslaitteiston sähköpiirustus</b>		



Testauslaitteiston komponentit

MÄÄRÄ	NIMITYS	VALMISTAJA / TUOTENRO.	TUNNUS
3	Painonappi, 22 mm, pun.,	SCHNEIDER ELECTRIC / ZB4BW143	S2, S3, S4
1	Valintakytkin, 22 mm, 3-asentoinen	SCHNEIDER ELECTRIC / ZB4BD3	S1
1	Kytkinrunko, 22 mm	SCHNEIDER ELECTRIC / ZB4BZ009	S1
3	Kytkinelementti, 1 NC	SCHNEIDER ELECTRIC / ZBE102	S1
2	Kytkinelementti, 1 NO	SCHNEIDER ELECTRIC / ZBE101	S1
3	Kytkinrunko, 22 mm, 24 V val. LED + 2 NO	SCHNEIDER ELECTRIC / ZB4BW0813	S2, S3, S4
1	Hakurivirtalähde, 120 W, 7.5 VDC, 16 A	XP POWER / JPM120PS07	PSU2
1	Hakurivirtalähde, 25 W, 24 VDC, 1.1 A	TRACOPower / TXL 025-24S	PSU1
1	Tehovastus, 0.22 ohm, 100 W, ±5 %		R1
1	Tehovastus, 0.47 ohm, 100 W, ±5 %		R2
2	Vastus, 0.22 ohm, 5 W, ±5 %		R3
1	Vastus, 470 ohm, 22 W, ±5 %		R4
2	LED, luxeon rebel, valkoinen		D1
1	Asemuskotelo, cubo o, 300x400x132 mm, PC	ENSTO / OPCP304013G / Sähkönto. 3442407	
1	Lukkiutuva "häätäpainike, 1 NO, 1 NC	JRPB-22/R	HÄTÄSEIS