

# PUTKEN NIMILAPPU

Tuote- ja muottisuunnittelu sekä valmistus

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Muovitekniikka  
Opinnäytetyö  
31.5.2006  
Markus Lehtiniemi

Lahden ammattikorkeakoulu  
Muovitekniikka

Markus Lehtiniemi                      Putkennimilappu  
Tuote- ja muottisuunnittelu sekä valmistus

Opinnäytetyö, 26 sivua, 8 liitesivua

Kevät 2006

Työn ohjaajina toimivat Kari Perkiö LAMK:sta sekä Antti ja Ari Lehtiniemi Muovitekninen Lehtiniemi Oy:stä.

## TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön aiheena oli muovinen putken nimilappu, jota käytetään lattialämmityspotkujen nimeämiseen vesikiertoista lattialämmitystä asennettaessa. Tässä työssä käsitellään kyseisen muovituotteen ja muotin suunnittelua sekä muotin valmistuksen ja testaamisen eri vaiheita.

Teoriaosassa selvitetään kalvo- eli integraalisaranan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi tarkastellaan eri materiaalien soveltuvuutta kyseisen saranan valmistuksessa.

Tuotesuunnittelu alkoi asiakkaan toiveiden ja vanhan nimilapun ominaisuuksien pohjalta. Väri tuli olla vihreän läpikuultava. Tuotteesta haluttiin tehdä edullinen, eikä sen muotissa saanut olla sivuttaisiin liikkuvia osia. Muovinen nimilappu päädyttiin tekemään siten, että se tulee tasomaisessa muodossa muotista. Tuotteeseen tuli kaksi integraalisaranaa, joista se taivutellaan käytettävään muotoon.

Muotinvalmistus aloitettiin tuote- ja muottisuunnitelmien jälkeen. Tuotteen muodot muotittiin valmistettiin kipinätyöstökoneella. Muotin osien valmistuttua muotti kasattiin toimintakuntoon ja asennettiin ruiskuvalukoneeseen. Muottia koeajettiin useaan otteeseen. Niiden välillä tehtiin muottiin tarvittavia korjauksia. Muotin valmistuttua tuotantokuntoon aloitettiin koeajot, joilla etsittiin tuotteelle sopiva materiaali ja sen jälkeen väri. Nimilappuja valmistettiin 10 000 kpl:n erä asiakkaalle.

Kokonaisuutena nimilappu onnistui hyvin. Asiakas oli erittäin tyytyväinen tuotteeseen. Niitä oli esillä Lahden Raksa Rakentaminen, remontoiminen ja saneeraaminen messuilla maaliskuussa 2006.

Avainsanat: muotti, kalvosarana, integraalisarana, tuotesuunnittelu

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

LEHTINIEMI, MARKUS: Plastic label holder for heating pipes  
Product and mould design and manufacturing

Bachelor's Thesis in Plastics Engineering, 26 pages, 8 appendices

Spring 2006

The supervisors of this thesis were Kari Perkiö from Lahti University of Applied Sciences, and also Antti, and Ari Lehtiniemi from Muovitiimi Lehtiniemi Oy.

## ABSTRACT

---

The topic of this thesis was a plastic label holder for floor heating pipes. The label holder is used to name individual pipes when the floor heating is installed. The thesis deals with designing the plastic label holder and its mould, and also different phases of making and testing the mould.

The theory part discusses the factors that affect designing an integral film hinge. In addition, it deals with how different materials suit this kind of hinges.

The starting point for the design of this product was based on the customer's wishes and started from the properties of an old label holder model. The colour of the product was to be translucent green. The product should also be cheap, so the mould could not have parts moving sideways. The product was planned to be planar in the mould and it includes two integral hinges from where it can be bent to the required shape.

The production of the mould was started after the product and mould design. The shape of the product was made in the mould with an electrical discharge machine. When all parts were ready, the mould was assembled and installed in the injection moulding machine. The mould was test driven several times. Between the test runs the required modifications were made. When the mould was ready for production, more test runs were made to determine right plastic material and colour. A batch of 10 000 label holders were manufactured for the customer.

As a whole the label holder succeeded well. The customer was very satisfied with the product. The product was displayed at the exhibition of "Raksa Rakentaminen, remontoiminen ja saneeraaminen" in Lahti in March 2006.

Key words: mould, film hinge, integral hinge, product design

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	2
2.1	Vanhan tuotteen analysointia.....	2
2.2	Uuden tuotteen ominaisuudet .....	3
2.3	Suunnitteluohjelmisto .....	4
3	NIMILAPUN SUUNNITTELU .....	4
3.1	Nimilapun ensimmäinen versio .....	4
3.2	Nimilapun toinen versio .....	5
3.3	Nimilapun kolmas versio .....	5
4	KALVOSARANA .....	6
5	MUOTIN SUUNNITTELU.....	7
6	MUOTIN VALMISTUS .....	9
7	KOEPURISTUKSET .....	13
8	TUOTANTO.....	19
9	YHTEENVETO.....	21
	LÄHTEET .....	25
	LIITTEET .....	26

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Muovitiimi Lehtiniemi Oy:ssä. Asiakkaana oli Kessele Oy (myöhemmin asiakas), joka tilasi Muovitiimi Lehtiniemi Oy:ltä (myöhemmin Muovitiimi), uuden tuotteen suunnittelun ja tälle työkalunvalmistuksen sekä tuotteita. Tuotteena oli lattialämmitysjärjestelmiin tuleva nimilappu, joka korvaisi vanhan käytössä olevan tuotteen. Lisäksi haluttiin kehittää tuotetta edullisemmaksi ja käyttöominaisuuksiltaan sekä ulkonäöltään paremmaksi.

Muovitiimi on ruiskuvalu- ja muotinvalmistusalalla toimiva yritys Keski-Uudellamaalla. Muovitiimissä on kaksi yrittäjää päätoimisina työntekijöinä. Liikenvaihto edelliseltä (2004) tilikaudelta oli n. 85 000 €, tämän odotetaan nousevan kuluvalle tilikaudella reippaasti. Keväällä 2005 Muovitiimi teki yrityskaupat, jolloin yrityksen kapasiteetti ja asiakaskunta kasvoivat huomattavasti. Muovitiimissä on tällä hetkellä 10 ruiskuvalukonetta sekä erilaisia metallintyöstökoneita mm. CNC jyrsin, työkalujyrsin, kipinätyöstökone, sorvi, kaiverruskone ja vannesaha.

Asiakas Kessele Oy sijaitsee Keravalla ja on yksi johtavista lattialämmityksiä markkinoivista yrityksistä Suomessa. Asiakkaan lämmitystuotteet myydään Greenline kauppanimellä. Se oli markkinajohtaja Uudellamaalla vuonna 2002. (Kessele Oy 2003.)

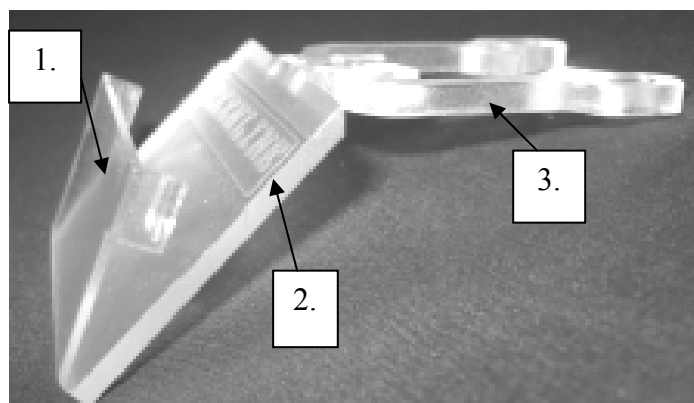
Asiakas halusi edullisen lattialämmityspotkeen asennettavan nimilapun. Siinä tulisi olla integraalisarana, joka taipuisi tuotteen reunasta käännettäessä. Nimilapun tulisi olla asennettavissa myös kylmissä olosuhteissa, ja sen tulisi olla pakkausten kestävä. Tuotteen väriksi haluttiin vihertävän läpikuultava, joka on Greenlinen tunnusväri.

## 2 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

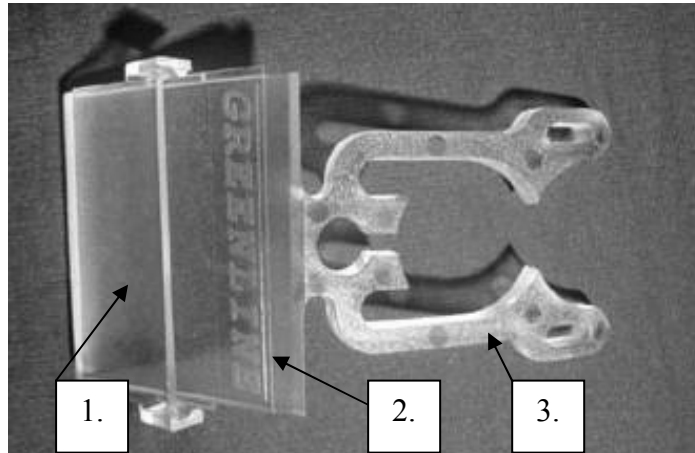
### 2.1 Vanhan tuotteen analysointia

Suunnittelu alkoi vanhan tuotteen tutkimisella ja asiakkaan tarpeita kartoittamalla. Vanhassa tuotteessa on kiinteä kulma kiinnitysosan ja lappuosan välissä (Kuviot 1 ja 2). Tämä tuo lisää kustannuksia muotinvalmistukseen ja tuotteiden pakkaamiseen valmistusvaiheessa, koska tuotteet vievät paljon tilaa. Lisäksi vanhassa tuotteessa lappuosan läppä on valmiiksi aukinaisessa muodossa siten, että yläreunasta se on auki n. 10mm (Kuvio 1). Tämä tuo tuotteiden pakkaamiseen ylimääräisen vaiheen, kun joudutaan niputtamaan kappaleet sisäkkäin, jotta ne menisivät mahdollisimman pieneen tilaan ja ettei läppäosa rikkoutuisi kuljetuksen tai varastoinnin aikana.

Vanha tuote on tehty värittömästä polystyreenistä, joka on kirkas, mutta hauras materiaali. Tuotteen integraalisarana on niin heikko, että taivutettaessa läppää jo ensimmäisellä taivutuskerralla se murtuu puolittain poikki. Tuotteen kiinnitysosassa on reiät, joista sen voi haluttaessa laittaa kiinni vaikka nippusiteellä niin, ettei se irtoa putkesta vahingossa.



KUVIO 1. Vanha tuote sivulta, 1. läppäosa 2. lappuosa ja 3. kiinnitysosa



KUVIO 2. Vanha tuote päältäpäin, 1. läppäosa 2. lappuosa ja 3. kiinnitysosa

## 2.2 Uuden tuotteen ominaisuudet

Tuotteesta haluttiin halpa, siksi valittiin raaka-aineeksi polypropeeni. Sen integraalisaranaominaisuudet ovat erinomaiset ja kilohinta edullinen. Alustavasti raaka-aineeksi valittiin hyvin läpinäkyvä polypropeenilaatu. Laatua ei voitu päättää ennalta tarkasti, vaan se saataisiin selville koeajojen perusteella.

Tuote suunniteltiin siten, että se on tasomaisessa muodossa muotista tullessaan. Muottiin ei myöskään haluttu tehdä liikkuvia kiiloja. Tasomainen muoto helpottaa samalla tuotteiden pakkaamista ruiskuvalun jälkeen, koska kappaleet voivat mennä suoraan koneelta laatikkoon eikä niitä tarvitse erikseen asetella sinne.

Muotin syöttötavaksi valittiin kuumakanava. Muovitiimillä oli yksi tällainen vapaana hyödynnettäväksi tässä muotissa. Kuumakanava helpottaa samalla tuotantoa, koska valukanavia ei tarvitse erotella pois tuotteiden joukosta. Suunnittelun apuna käytettiin Lahden Ammattikorkeakoulun Muovituotteen suunnittelukurssin kurssimateriaalia (Järvelä Pirkko, A, 2004.).

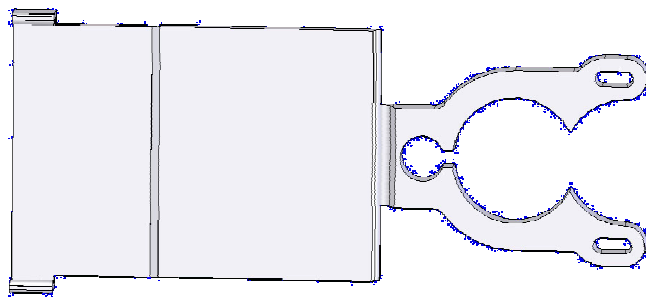
## 2.3 Suunnitteluohjelmisto

Suunnitteluohjelmanä käytettiin SolidWorks 3D tilavuusmallinnusohjelmistoa. SolidWorks on yksi käytetyimmistä suunnitteluohjelmistoista muottien suunnittelussa.

# 3 NIMILAPUN SUUNNITTELU

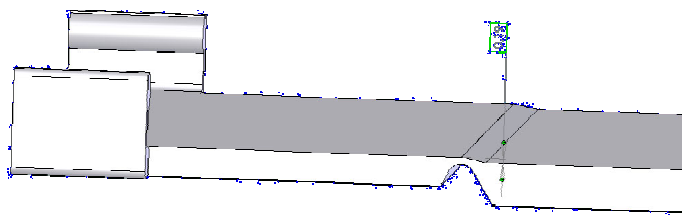
## 3.1 Nimilapun ensimmäinen versio

Tuotteen suunnitteluvaiheessa tehtiin siitä monia eri versioita mallintamalla CAD:lla. Ensimmäinen versio oli hyvin lähelle vanhaa mallia kiinnityspäästään, vertaa Kuvio 3 ja Kuvio 1. Siinä oli myös reiät kiinnittimien päissä, kuten vanhassa. Asiakkaan toivomuksesta mallista poistettiin reiät, jotta nimilappu ei olisi liian samankaltainen vanhaan malliin verrattuna. Kuten kuviosta 4 voidaan nähdä, saranan kohdalle tehtiin 0,19 mm:n suuruinen tasoero. Tasoero oli laitettu siksi, että saranan taivutuksen jälkeen mahtuisi paperi väliin. Saranan paksuus ohuimmalta kohdalta oli 0,27mm.



KUVIO 3. Nimilapun ensimmäinen versio

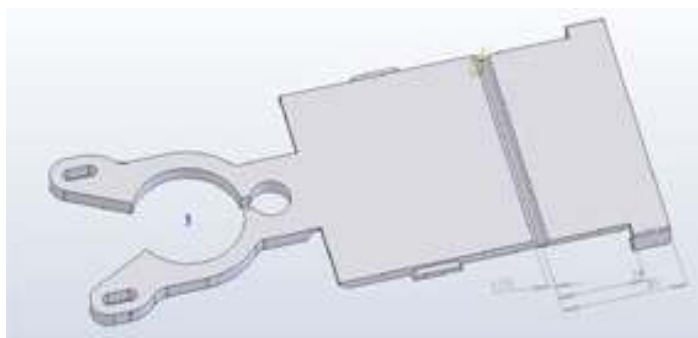




KUVIO 4. Nimilapun ensimmäisen version sarana

### 3.2 Nimilapun toinen versio

Nimilapun toinen versio (Kuvio 5.) oli melkein samanlainen kuin ensimmäinen. Läppää käännettäessä kiinni huomattiin, että snepit eivät ottaneet lappuosaan kiinni. Tämän vuoksi siihen lisättiin nimilapun sivuille ulokkeet kuten vanhassa tuotteessakin. Lisäksi kiinnityskohdassa on kaareva muoto vaihdettu viistemäiseksi, jotta putkeen asennus helpottuisi. Päissä olevia reikiä ei ollut vielä poistettu.



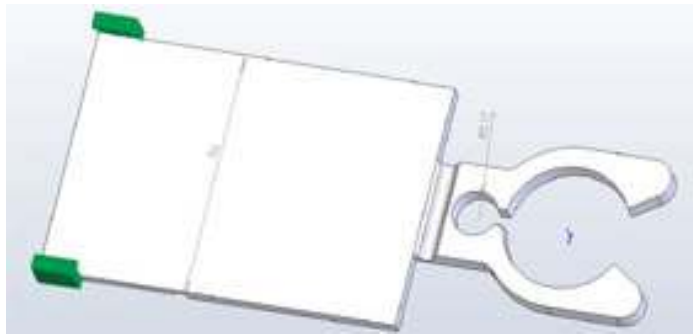
KUVIO 5. Nimilapun toinen versio

### 3.3 Nimilapun kolmas versio

Tasoero poistettiin läppäosan ja lappuosan väliltä, koska saranoita tutkittaessa huomattiin saranan venyvän ja siten väliin jää paperille sopiva rako. Toisaalta paperin on pysyttävä läpän alla, vaikka se käännettäisiin ylösalaisin. Lisäksi ta-

soero olisi tuonut muotinvalmistukseen ylimääräistä työtä, tämän takia se poistettiin suunnitelmista.

Sneppejä (KUVIO 6. merkitty vihreällä) kavennettiin ja lappuosasta poistettiin ulokkeet reunoista, joihin snepin oli aiemmassa mallissa tarkoitus ottaa kiinni. Nyt snepin on tarkoitus ottaa kiinni suoraan lappuosan reunaan. Kiinnitysosaan tuli muutoksia siten, että reiät poistettiin asiakkaan toivomuksesta ja muoto muuttui samalla yksinkertaisemmaksi. Läppäosan kalvosaranan paksuudeksi jäi 0,28 mm ja kiinnitysosan kalvosaranan 0,77 mm.



KUVIO 6. Nimilapun kolmas versio. Snepit värjätty vihreiksi

#### 4 KALVOSARANA

Tuotteessa on kaksi kalvosaranaa eli integraalisaranaa, jotka mahdollistavat eri osien taivuttelun. Kalvosarana on muovista valmistettu kahden osan välillä oleva ohut kohta, joka on taivutettavissa jopa miljoona kertaa, kun raaka-aineena käytetään polypropeenä. Tärkeää kalvosaranan suunnittelussa on, että saranassa ei saa olla teräviä kohtia, vaan se on muotoiltava sulavalinjaiseksi ja taivutuskohdan on sijoitettava liitoksen keskellä. (Järvelä, Syrjälä, Vastela, 2000, s.320.)

Polypropeeni (PP) on paras materiaali kalvosaranalle. Muita vaihtoehtoja ovat esimerkiksi polyeteeni (PE), akryylinitriilibutadieenistyreeni (ABS) ja iskunkes-

tävä polystyreeni (PS-HI), kunhan ne ovat riittävän joustavia. Nämä kestävät kuitenkin vain muutamia taivutuskertoja. (Järvelä, Syrjälä, Vastela, 2000, s.320.)

Kalvosaranan paksuuden määrittely riippuu tuotteen käyttötarkoituksesta ja käytetystä materiaalista sekä sen taipuisuudesta. Suositellut kalvosaranan paksuudet eri materiaaleille löytyvät TAULUKOSTA 1. Kalvosaranan ei pitäisi olla yli 300 mm mittainen, koska venymisen aiheuttamia poikittaisjännityksiä ja kieroutumisia voi esiintyä (Järvelä, B, 2004, s.136.)

TAULUKKO 1. Suositellut kalvonpaksuudet eri muoveille (Järvelä Pirkko, B, 2004, s. 136)

<b>Muovi</b>	<b>Kalvonpaksuus, mm</b>
PP	0.2 - 0.8
PE-HD	0.2 - 0.8
PA	0.2 - 0.6
PS	0.2 - 0.6
POM	0.2 - 0.6
POM puristettu	0.2 - 0.4

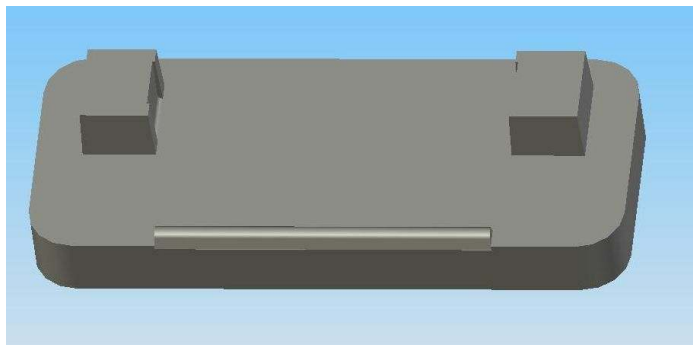
## 5 MUOTIN SUUNNITTELU

Muotin suunnittelu alkoi tuotteen suunnittelun valmistuttua. Metallien ominaisuuksia vertailtiin taulukosta (LIITE 8) ja valittiin sopivimmat materiaalit valinnaisista BYTOW-FCPK:n luettelosta. Muotin suunnittelu alkoi muottilevyjen koon määrittelyllä. Muottilevyjen mitoiksi päätettiin 156\*156 mm. Muotin kokonaispaksuuden tuli olla yli 150 mm, jotta muotti voidaan asentaa ruiskuvalukoneeseen ongelmitta. Muotin kokonaispaksuudeksi tuli 171 mm (LIITE 3). Rungon materiaaliksi valittiin DIN Werstoff Nro 1.1730 helpon koneistettavuuden ja edullisen hinnan vuoksi. Muotolevyihin valittiin materiaaliksi nuorrutusteräs W. Nro 1.2311 (DIN 40CrMnMo7) hyvän kiillottuvuuden ja koneistettavuuden tähden. Vaihtoehtoiset teräslaadut muottilevyihin oli DIN W. Nro 1.1730, 1.2311 ja 1.2312.

Muotin suunnittelun seuraavassa vaiheessa piirrettiin muottilevyt ja upotettiin tuote muottilevyjen sisään suunnitteluohjelmiston kokoonpanokuvassa. Tämän jälkeen koverrettiin tuotteelle kolo muottilevyihin tietokoneen suunnitteluohjelmassa. Seuraavaksi suunniteltiin ulostyönnön paikat siten, että tuote varmimmin irtoaisi muotista. Tämän jälkeen muottilevyihin suunniteltiin irtopaloja, jotta muotINVALMISTUS helpottuisi käytettävissä olevilla koneilla. Samalla se mahdollistaisi erilaiset tuotemuutokset.

Muottiin suunniteltiin irtonainen nimilaatta. Jos tuotteesta haluttaisiin tekstillinen versio, niin se olisi mahdollista tehdä pienin kustannuksin jälkikäteen. Asiakkaan toiveesta heidän perustuotteessaan ei kuitenkaan lue mitään.

Etumuottiin tehtiin irtopala eli insatsi (LIITE 5), jossa tulee jakotason yläpuolelle kaksi uloketta. Muuten olisi ollut tarpeen jyrsiä jakotasosta 6 mm pois ja jättää vain 2 mm<sup>2</sup> jyrsimättä. Irtopala oli hyvä tämän vuoksi (KUVIO 7). Siinä olevat ulokkeet tiivistävät takamuottiin tehden snepit tuotteeseen. Insatsin ansiosta on mahdollista tulevaisuudessa korjata muotti, mikäli se kuluu. Tällöin voidaan valmistaa helposti uusi insatsi vanhan tilalle ja saada näin korjattua muotti.



KUVIO 7. Etumuotin insatsi

Takamuottiin tehtiin sneppien pidot muodostavat palat (KUVIO 16.), jotta muotti on mahdollista tehdä olemassa olevilla koneilla. Sneppejä on myös helpompi

muuttaa, jos se on tarpeen. Lopuksi suunniteltiin muottilevyihin jäähdytyskanavat, jotta muottia voidaan jäähdyttää tuotannon aikana (LIITTEET 1 ja 2).

## 6 MUOTIN VALMISTUS

Muottia alettiin valmistaa, kun se oli saatu suunniteltua valmiiksi. Muottiin tilattiin valmiit muottiraudat ja tarvikkeet Kurkio Oy:ltä. Muottiraudat on valmistanut BYTOW-FCPK. Muottiin tilattiin myös ohjaustapit ja holkit sekä ohjausrengas, joka keskittää muotin ruiskutusyksikön keskelle. Lisäksi tilattiin tarvittavat ulostyöntötapit.

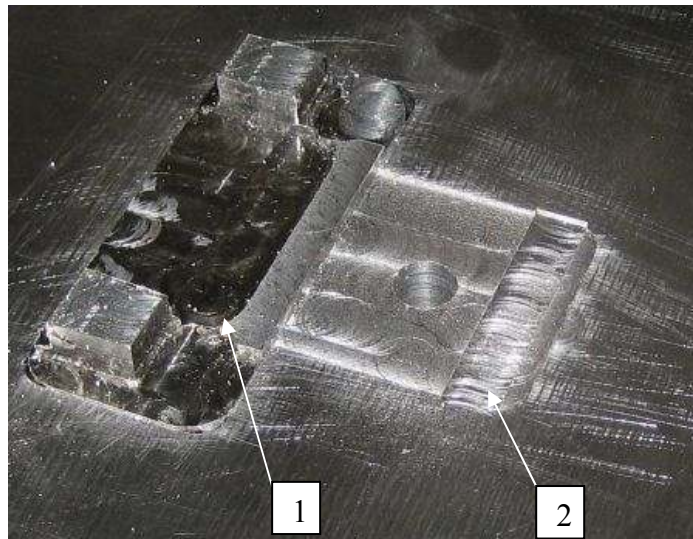


KUVIO 8. Nimilappumuotissa käytettyjä elektrodeja

Ensimmäiseksi alettiin työstää elektrodeja etumuottiin. Yhteensä muottiin tarvittiin seitsemänlaisia elektrodeja (KUVIO 8). Osasta elektrodeja oli tehty kaksoiskappaleet kulumisen varalta. Kaikki muut paitsi elektrodi E3 (LIITE 4) valmistettiin Muovitiimissä. Elektrodi E3 valmistettiin Askola-instituutissa.

Elektrodien teon jälkeen porattiin takamuotin muotolevyyn ulostyöntöreiät (LIITTE 2). Pesästä jysrittiin työkalujyrsimellä esityöstö kipinätyöstöä varten. Seuraavaksi työstettiin etumuotin muottilevyä jyrsimällä potero etumuotin irtopalalle ja nimilaatalle. Kipinätyöstökoneen työstäessä nimilaatan poteroa etumuottiin, valmistettiin irtopalat W nro. 1.2738 materiaalista. Elektrodien paikoitusta helpottamaan tehtiin elektrodien paikoituskuvat (LIITTEET 6 ja 7). Lisäksi valmistettiin lisää elektrodeja jyrsimällä samanaikaisesti viereisellä työkalujyrsimellä. Tämän jälkeen esityöstettiin pesän lappuosa takamuottiin.

Etumuotin (KUVIO 9) kipinätyöstö aloitettiin Eltee Pulsitron kipinätyöstökoneella. Kipinätyöstö on erittäin hidasta työstämistä varsinkin vanhalla kipinätyöstökoneella, joten koneen käydessä voitiin tehdä samanaikaisesti muita töitä.



KUVIO 9. Etumuotti, johon on (1) insatsi ja (2) nimilaatta-aihiot kiinnitettynä ja esityöstettyinä valmiina kipinätyöstettäväksi

Kipinätyöstö tapahtuu siten, että kuparista valmistettuun elektrodiin johdetaan positiivinen ja työstettävään kappaleeseen negatiivinen virta. Elektrodin liikkessa öljykylvyssä ylös ja alas se työstää pikku hiljaa teräksestä ainetta pois (KUVIO 10). Virta on katkonaista ja se aiheuttaa teräksen syöpymisen. Elektrodeja valmistetaan tavallisesti kuparista tai grafiitista. Kupari on mukavampi käsitellä, koska silloin syntyy vähemmän sotkua. Grafiitin työstämien aiheuttaa ”hiilipölyä”, joka

sotkee paikkoja tehokkaasti. Lastuamisnesteitä käytettäessä siitä taas tulee epämiellyttävää mönjää. Grafiittia käytetään tavallisesti vain, kun elektrodi on suuri-kokoinen ja kuparisesta elektrodista tulisi liian raskas.

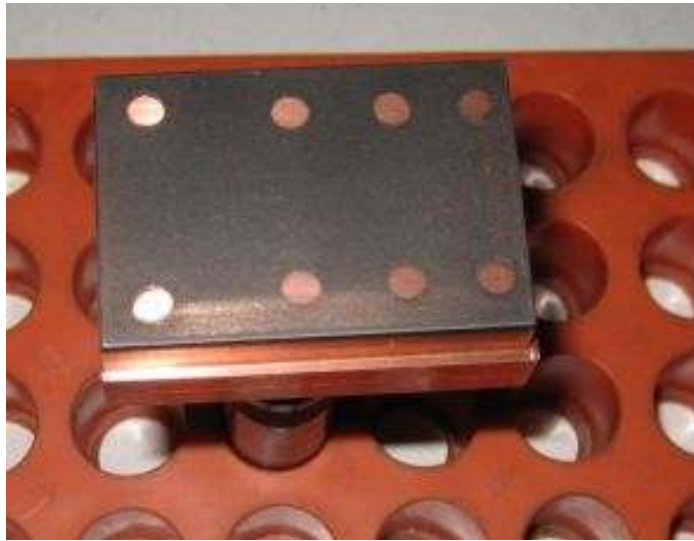


KUVIO 10. Nihilappumuotin kipinätyöstöä E 2:lla

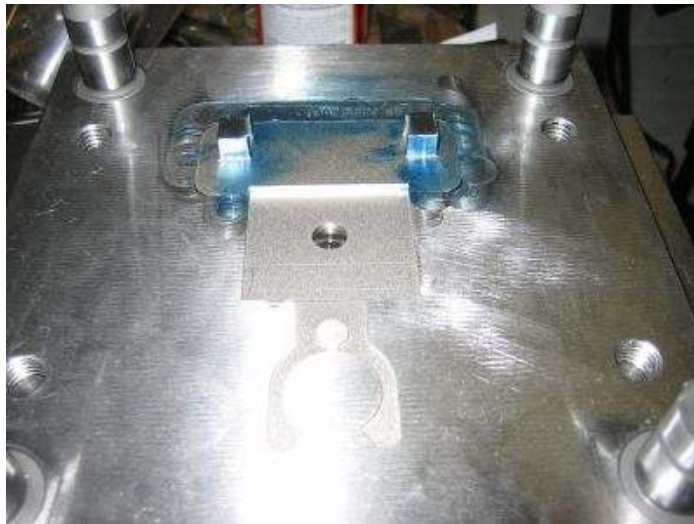
Työstönopeus ja pinnanlaatu ovat keskenään kääntäen verrannollisia kipinätyöstössä. Haluttaessa hienoa pinnanlaatua on työstönopeus erittäin hidas, mutta jos riittää karkea pinnanlaatu, työstönopeus on moninkertainen. Työstö tapahtuu tavallisesti aluksi isommalla virralla ja sitä pienennetään työstön lähestyessä loppua. Kipinätyöstetty pinta on mattamainen ja pintakerros kovenee teräksestä työstetyltä alueelta riippuen kuitenkin teräksen laadusta ja käytetyistä työstöarvoista.

Kipinätyöstöä käytetään monesti muottien viimeistelyssä, koska sillä saadaan tehtyä siisti viimeistelty pinnanlaatu tuotteeseen. Lisäksi voidaan tehdä sellaisia-kin muotoja, joita ei voida valmistaa jyrsimällä, esimerkiksi voidaan tehdä lähes teräväkulmaisia muotoja, kuten elektrodi 6:ssa (KUVIO 11).

Muotti kasattiin, kun kaikki osat oli valmistettu. Kasauksen yhteydessä sovitettiin tiivistävät kohdat sovitussvärin avulla. Etumuotin insatsista hiottiin, kun muotti ei mennyt aivan kiinni. Tiivistävät osat sovitettiin sinisen sovitussvärin avulla (KUVIO 12.). Muotin kokonaispainoksi tuli 31,4 kg.



KUVIO 11. Elektrodi E6, jolla on työstyetty takamuottia



KUVIO 12. Etumuotti sovitussvärjättynä



## 7 KOEPURISTUKSET

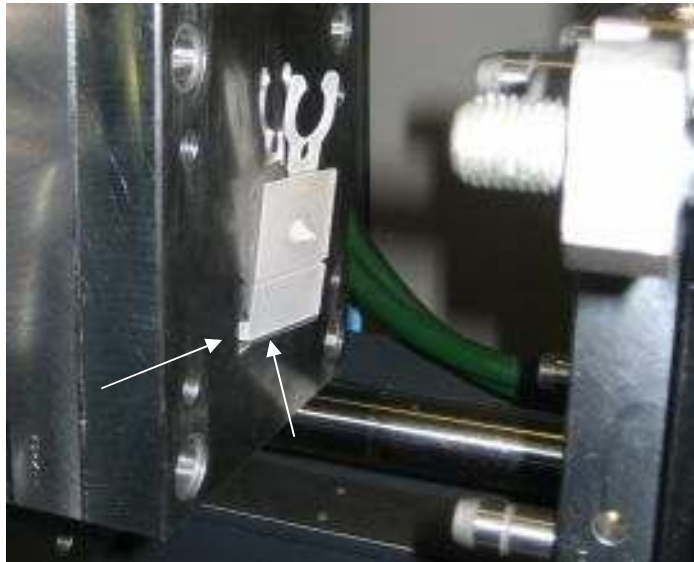
Koepuristukset suoritettiin Demag 25 t ruiskuvalukoneella Muovitiimi Lehtiniemi Oy:ssä useassa jaksossa. Valmiin kappaleen painoksi tuli noin 4 g.

Ensimmäinen koeajo suoritettiin 30.9.2005 ajamalla BP:n kirkasta random polypropeenä PP (222XCC50 PDEE1212 I 1784). Muotti ei täyttynyt täysin, koska taivutettavan lapun saranakohta oli liian ohut. Massa ei mennyt saranan läpi. Saranan kohta oli jätetty tarkoituksella ohuemmaksi, koska tällöin voitiin varmistua siitä, että saranasta ei tule liian paksu. Ensimmäisestä kappaleesta tuli väriltään sininen, mikä johtui ruuvissa olleesta edellisen ajon raaka-aineesta (KUVIO 13).



KUVIO 13. Ensimmäinen koepuristustuote

Toinen koeajo suoritettiin 1.10.2005. Muottiin tehtiin seuraava muutos: etumuotin irtopalaa kipinätyöstettiin 0,2mm, jotta sarana olisi paksumpi. Koeajossa tuote täyttyi, mutta nimilapun päätyyn tuli jakotasoon pursetta (KUVIO 14.), joka johtui siitä, että irtopala oli 0,1mm tason alapuolella. Lisäksi tuote jäi muottiin kiinni snepistä, jolloin sen joutuu ottamaan käsin pois muotista. Suutin oli liian sisässä muotissa ja aiheutti tuotteeseen terävän rengasmaisen harjanteen suuttimen ympärille. Tämä oli ennalta tiedossa, koska suutin oli jätetty tarkoituksella sisään muottiin, jolloin sitä voitiin vielä hienosäätää koeajon jälkeen. Kuumakanavan lämpötila-anturi havaittiin rikkiinäksi, joten kuumakanavaa säädettiin prosenttisäätimellä.



KUVIO 14. Toisen koeajon ulostyöntöongelma, tuote jää snepistä kiinni muottiin ja alareunaan tulee pursetta

Kolmas koeajo tehtiin 3.10.2005. Muottiin tehtiin seuraavat muutokset: Suuttimen poteroa syvennettiin, nimilapun kohta kiillotettiin hiomapaperilla (KUVIO 15), jonka karheus oli 320, käsin puutikulla ja lopuksi Novapax, rabid 1 -timanttitahnalla (valkoinen tunnusväri tuubissa). Sneppien varsia paksunnettiin sisäänpäin, jolloin sneppien pito pieneni, tämäkään ei auttanut muotista irtoamiseen. Lisäksi sneppien kohoumaa tuotiin lähemmäksi, jolloin lappu jää lähemmäksi, kun sarana taivutetaan kiinni.



KUVIO 15. Läppäosan hiontaa hiomapaperilla

Neljäs koeajo tehtiin 3.10.2005. Muottia kiillotettiin nimilapun kohdalta timanttihnalla (Novapax, rabid 1) ja pyörivällä laikalla, jossa oli pehmeä paperi. Pinnasta tuli lähes peilipinta. Lisäksi sneppien varsia kiillotettiin ja levennettiin yläpäästä, koska yläreuna oli alareunaa kapeampi, jolloin tämä ahdisti ulostyönnössä. Snepit tekevistä irtopaloista hiottiin reunasta kipinätyöstössä jääneet piikit pois ja sneppien pitouriin tehtiin viiste. Koeajossa kappale jäi edelleen muottiin kiinni vuorotellen toisesta snepistä.

6.10.2005 postitettiin asiakkaalle 4:en koeajon mallikappaleet.



KUVIO 16. Sneppien pidot tekevät irtopalat.

Viides koeajo tehtiin 5.10.2005. Muottiin oli tehty seuraavia muutoksia: Sneppien pitoja muutettu viistommiksi (KUVIO 16 nuolen osoittamasta paikasta), jotta irtoaisi paremmin muotista. Muutokset eivät kuitenkaan vaikuttaneet muotista irtoamiseen.

Asiakas antoi palautetta mallikappaleista. Snepit eivät pitäneet tarpeeksi hyvin lappua kiinni, joten niitä oli kiristettävä. Tässä oli vaikea ongelma ratkottavana. Kappale ei irtoa muotista liian isojen pitojen vuoksi, mutta asiakas haluaa lisää pitoja tuotteen toimivuuden tähden.

Kuudes koeajo tehtiin 12.10.2005 ajamalla BP:n PECE 160 194-NA25 homopolypropeeni raaka-aineesta muuttamatta muottia edellisestä kerrasta. Muotti toimi

moitteetta ja ulostyöntö toimi koko ajan hyvin. Lapun kansi meni napakasti kiinni ja oli huomattavasti tiukempi kuin aiemmin. Tähän vaikuttanee se että homopolypropeenissa on suurempi taivutuslujuus kuin random polypropeenissa.

Seitsemäs koeajo tehtiin 12.10.2005 ajamalla Dow Plastics:in polypropeenina Resin PP LD650 LOT 52C520. Edellisestä koeajosta ei ollut tehty mitään muutoksia muottiin. Muotti toimi melko hyvin, mutta loppuvaiheessa alkoi tulla ongelmia ulostyönnön kanssa, kun lappu jäi toisesta snepistä kiinni muottiin. Alkuun muotti toimi kuitenkin moitteettomasti. Muotin jäähdytykset eivät olleet käytössä.

14.10.2005 6:n koeajon mallit vietiin asiakkaalle, ja asiakas hyväksyi tuotteen. Asiakas toivoi, että tuotetta valmistettaisiin läpikuultavasta vihreästä väristä.



KUVIO 17. Koeajojen värimallit vasemmalta 8. ja oikealla 17. malli

Kahdeksas koeajo ajettiin 17.10.2005. Tämän koeajon ja seuraavien koeajojen tarkoitus oli löytää oikea värisävy yrityksen varastosta löytyvistä väreistä. KUVIO 17 esittää värikoeajojen mallit. Asiakas oli toivonut kappaleesta vihreän läpikuultavan väristä. Materiaaliksi oli valittu PB PECE 160 194-NA25 homopolypropeeni. Tässä koeajossa sekoitettiin 3,26g vihreää väriä 320 grammaan raakaainetta, eli väriä laitettiin n.1 %. Väriaineessa ei ollut tunnistustietoja, koska tarra oli haalistunut. Väriä löytyi avaamaton säkillinen. Tuotteesta tuli aivan liian

tumma, eikä siitä näkynyt ollenkaan läpi. Väriä olisi saanut olla huomattavasti vähemmän kuin mitä nyt laitettiin.

Yhdeksäs koeajo ajettiin heti edellisen koeajon jälkeen. Tällä kertaa tehtiin 140g:n raaka-aineseos, johon lisättiin 0,72g Sadolin vihreää väriä. Tuotteesta tuli vaalean vihreä ja siitä ei näkynyt läpi tekstiä. Lopuksi kun ruiskuvalukoneen läpi ajettiin puhdasta raaka-ainetta, tuli muutama vaalean vihreä kappale, jotka olisivat mahdollisesti sopivan värisiä (KUVIO 18). Tästä tehtiin johtopäätös, että kappaleet tulisi tehdä vieläkin pienemmällä väriseoksella.



KUVIO 18. Yhdeksännen koeajon värimallit

10. koeajo tehtiin heti edellisen jälkeen, ja siinä käytettiin väreinä jauhevärejä, keltaista ja sinistä. Väristä tuli liian läpinäkymätön eikä värisävy ollenkaan haluamme kaltainen. Värien määrää ei ollenkaan mitattu vaan laitettiin aivan arviolta.

11. koeajo tehtiin lisäämällä edellisen koeajon raaka-aineseokseen sinistä väriä ja lisäämällä muovia laimentamaan seosta. Tuotteesta tuli tummahkon vihreä, kappaleen läpi ei näkynyt riittävän hyvin ja teksti ei näy siitä riittävän hyvin läpi.

12. koeajo tehtiin samalla väriaineella kuin 8. koeajossa. Tällä kertaa väriä laitettiin 0,3 % ja kappaleesta tuli jo läpikuultavampi, mutta värisävy vaihteli huomattavan paljon, koska näin pieni värimäärä ei sekoitu kunnolla ruuvissa. Kappaleesta tuli vaalean vihreä ja jonkin verran läpikuultava, mutta väri saisi olla paremmin läpinäkyvää.

13. koeajo tehtiin 19.10.2005 ajamalla 0,4 %:n väriseoksella Clariantin PEZ 182620X väriä. Tuotteesta tuli läpinäkymätön ja vaaleanvihreä, joka on lähes neonvihreä. Väri ei sovellu, koska siitä ei näy läpi eikä värisävy ei ole ollenkaan halutun kaltainen.

14. koeajo tehtiin heti edellisen koeajon jälkeen ajamalla 0,2 %:n seoksella Color Service GMBH:n universaalia masterbatch väriä nro. 6019, joka on vihreä väri, ilman kantoainetta. Tällä kertaa laitettiin 150 g muovia ja 0,3 g väriä. Kappaleista tuli tummahkon vihreitä, mutta silti läpikuultavia, värisävy vaihteli suuresti kokeen aikana pienen seoksen johdosta.

15. koeajo ajettiin 0,2 % väriseoksella Clariantin PE 18048 väriä. Kappaleista tuli liian tumman värisiä, ja värisävy vaihteli erittäin paljon. Lisäksi kappaleissa näkyy väriraitoja, joka johtuu pienestä värimäärästä. Väriraidat olisivat olleet pienempiä, jos olisi laitettu vastapainetta annosteluun lisää.

16. koeajo tehtiin ajamalla kappaleita 1,575 %:n väriseoksella. Värinä käytettiin Clariantin PE 18048 väriä. Kokeen tarkoitus on ajaa kappaleita suurella värimäärällä ja rouhia kappaleet ja sekoittaa rouhe suurempana seoksena, jotta tulisi tasavärisempiä kappaleita. Raaka-ainetta oli 2,50 kg ja väriainetta 40,0 g.

17. koeajo ajettiin murskattuja kappaleita väriaineena käyttäen. Rouhetta käytettiin 4,76 %:n osuus seoksesta, ja kappaleista tuli jonkin verran läpinäkyviä, mutta värisävy olisi voinut olla hieman vaaleampikin, jolloin se olisi asiakkaan esitteen taustaväriin värinen ja teksti näkyisi paremmin läpi. Raaka-ainetta oli 160 g ja rouhetta 8 g.

18. koeajo ajettiin 21.10.2005. Tällä kerralla ajettiin kappaleita 3 %:n rouheseoksella, jolloin kappaleista tuli hieman läpinäkyvämpiä kuin edellisessä koeajossa. Lopulliseksi värin määräksi tuotteeseen tuli n. 0,19 %. Koeajon jaksoajaksi mitattiin 16,6 s, vaikka muotissa ei ollut jäähtytyksiä kytkettynä. Nämä värimallit postitettiin asiakkaalle 21.10.2005, ja 24.10.2005 asiakas hyväksyi värimallit ja tilasi ensimmäisen 10 000 kappaleen erän tuotteita.

## 8 TUOTANTO

Ensimmäinen sarja tuotteita ajettiin Engel ES 80/20 HL ST ruiskuvalukoneella. Sarjan valmistus alkoi 27.10.2005 klo 17, kone jätettiin muutaman tunnin seuran jälkeen yöksi käyntiin. Koko sarjan ajaminen kesti noin 37 tuntia. Tuotteiden painoksi punnittiin 3,99 g ja tuotteet pakattiin pahvilaatikoihin (KUVIO 19.), joihin mahtui 2500 kpl nimilappuja. Laatikon painoksi saatiin 10,55 kg.

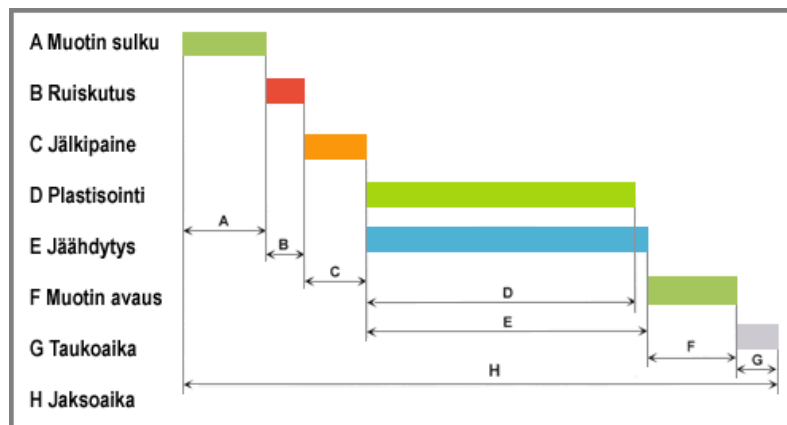


KUVIO 19. Nimilappuja laatikossa

Tuotannossa muotin jaksoajaksi (KUVIO 20.) mitattiin 13,44 s. Jakson vaiheiden ajat on eriteltynä Taulukossa 2. Kuvaajasta (KUVIO 21) voidaan nähdä, että

jäähdytys vie suurimman ajan n. 60 % jaksoajasta. Jaksoaikaa olisi voitu parantaa, jos etumuottiin olisi kytketty jäähdytykset. Jäähdytyksiä ei kytketty, koska jäähdytyskanavan tulppaa ei saatu pitämään. Reikä tulpattiin O-rengas tulpalla, joka kiristetään kalvaamalla tehtyyn reikään. Tämä ei ollut hyvä ratkaisu, koska tulppa ei pitänyt. Tulpaksi täytyy vaihtaa kierteellä oleva tulppa, että se saadaan pitäväksi.

Tuotteita ajettiin hetkellisesti myös 6 s. jäähdytysajalla. Tuotteista tuli hyviä, mutta jäähdytyksen puuttuessa ei alettu ajamaan niin nopeasti. Tuotantolosuhteet olisivat muuttuneet liikaa, eikä tuotteiden laatua haluttu huonontaa sarjan aikana.

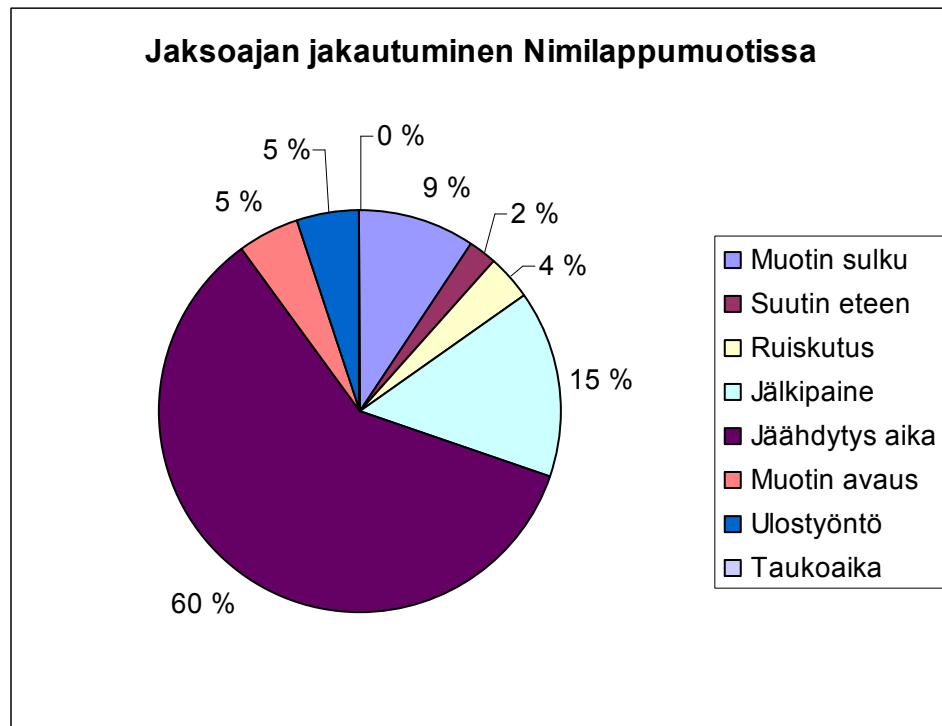


KUVIO 20. Ruiskuvalun jaksoajan jakautuminen eri vaiheisiin (Järvelä, Syrjälä, Vastela 2000, 47.)

#### TAUKUKKO 2. Jaksoajan jakautuminen nimilappumuotissa

Vaihe	s.	%
Muotin sulku	1,26	9,38
Suutin eteen	0,32	2,38
Ruiskutus	0,48	3,57
Jälkipaine	2,00	14,88
Jäähdytys aika	8,02	59,67
Muotin avaus	0,68	5,06
Ulostyöntö	0,68	5,06
Tauko aika	0	0,00
Kokonaisaika	13,44	100,00





Kuvio 21. Jaksoajan jakautuminen Nimilappumuotissa

## 9 YHTEENVETO

Tavoitteena oli suunnitella ja valmistaa edullinen ja asiakkaan tarpeet tyydyttävä tuote. Valmiista tuotteesta tuli väriltään vaalean vihreä. Tuotteen väri on Greenlinen tunnusvärin mukainen, joten se soveltuu erinomaisesti asiakkaan tuotevalikoimaan. Lopullinen tuote valmistettiin PB PECE 160 194-NA25 homopolypromeenista ja värinä oli Clariantin PE 18048 0,19 %:n seoksena. Asiakas oli tyytyväinen työn tulokseen. Tuotetta kehitettiin heti, kun se esiteltiin RAKSA messuilla maaliskuussa 2006 (KUVIOT 22 ja 23). Tuotteessa on kaksi integraalisarjaa, joista se taivutellaan sopivaan muotoon (KUVIOT 24 ja 25). Nimilapun saa asennettua paremmin luettavaan asentoon kuin vanhan mallin.



KUVIO 22. Lattialämmityksen säätöventtiilit Raksa Rakentaminen, remontoiminen ja saneeraaminen messuilla Lahden messukeskuksessa 11.3.2006

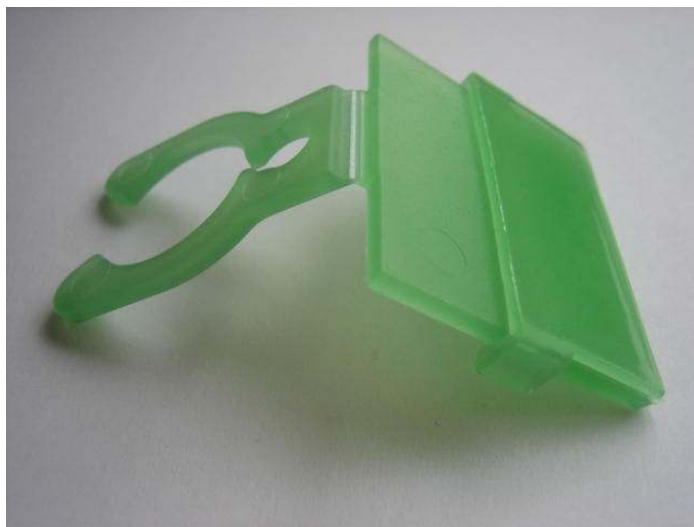


KUVIO 23. Nimilaput asennettuina lattialämmityksen jakotukkiin



KUVIO 24. Nimilappu taivuteltuna

Muotin suunnittelu aloitettiin 6.8.2005 ja valmistus 16.8.2005. Tavoitteena oli, että muotti koeajetaan 30.9.2005 ja tähän tavoitteeseen päästiin. Muotti tuli lopulliseen tuotantokuntoon 12.10.2005. Aikaa veivät asiakkaan palautteen saaminen ja itse työntekijän osallistuminen kurssille. Muottiin ei tehty muutoksia enää 5.10.2005 jälkeen. Tämän jälkeen testattiin muottia vain eri raaka- ja väriaineilla. Koska kyseessä oli opinnäytetyö, värikoeajoihin käytettiin normaalia enemmän aikaa. Tähän oli syynä se, että haluttiin saada mahdollisimman hyvänvärinen tuote aikaiseksi Muovitiimistä löytyvillä väreillä.



KUVIO 25. Lopullinen nimilappu taivuteltuna muotoonsa

Muotista tuli hyvin tuotantoon sopiva, koska sarjaa tehdessä se ei aiheuttanut yhtään toimintahäiriötä. Tuotannon aikana ei tarvinnut käytännössä tehdä muuta kuin lisätä raaka-ainetta ja vaihtaa laatikko noin yhdeksän tunnin välein.

Koska kuumakanavan lämpötila-anturin oli rikkiäinen, jouduttiin lämpöjä säättämään prosenttisäätimellä. Tämä vaikutti tuotteiden laatuun suuttimen kohdalla heikentävästi. Uutta lämpötila-anturia ei saatu ennen tuotannon alkamista. Muottiin on tehtävä joitakin parannuksia ennen seuraavaa sarjaa. Etumuotin jäähdytyskanavan tulppa pitää uusia samoin kuumakanavan lämpötila-anturi.

Työ onnistui kokonaisuudessaan erittäin hyvin, vaikka tämä oli ensimmäinen kokonainen muotti, jonka olen suunnitellut ja valmistanut omatoimisesti. Tämä työ opetti paljon yksityiskohtia, joita ei tavallisesti tule ajatelleeksi muotteja suunnitellessa. Esimerkiksi ei aina tule huomioineeksi ruiskutuskohdan sijainnin merkitystä tuotteen laatuun ja integraalisaranan ominaisuuksia. Aloittaessaan muotin suunnittelemisen kannattaa olla jonkinlainen visio tulevasta muotista mielessä, jotta on helpompi aloittaa suunnittelutyö. Kun ryhtyy suunnittelemaan muottia, lisäksi kannattaa huomioida yrityksen käyttämät toimintatavat ja standardit, jotta muotin valmistamiseen ei tule ylimääräisiä ongelmia.

## LÄHTEET

Kessele Oy, 2005, [Kotisivu] viitattu. Saatavissa: [www.kessele.com](http://www.kessele.com) 12.1.2006

Muovimuottiteräksset, [online], Stén & Co Oy Ab, Tuusula, 2000 Saatavissa:  
<http://cat.teho.net/software/sten/e-site/data/attachments/Muovimuottiterakset.pdf>  
27.2.2006

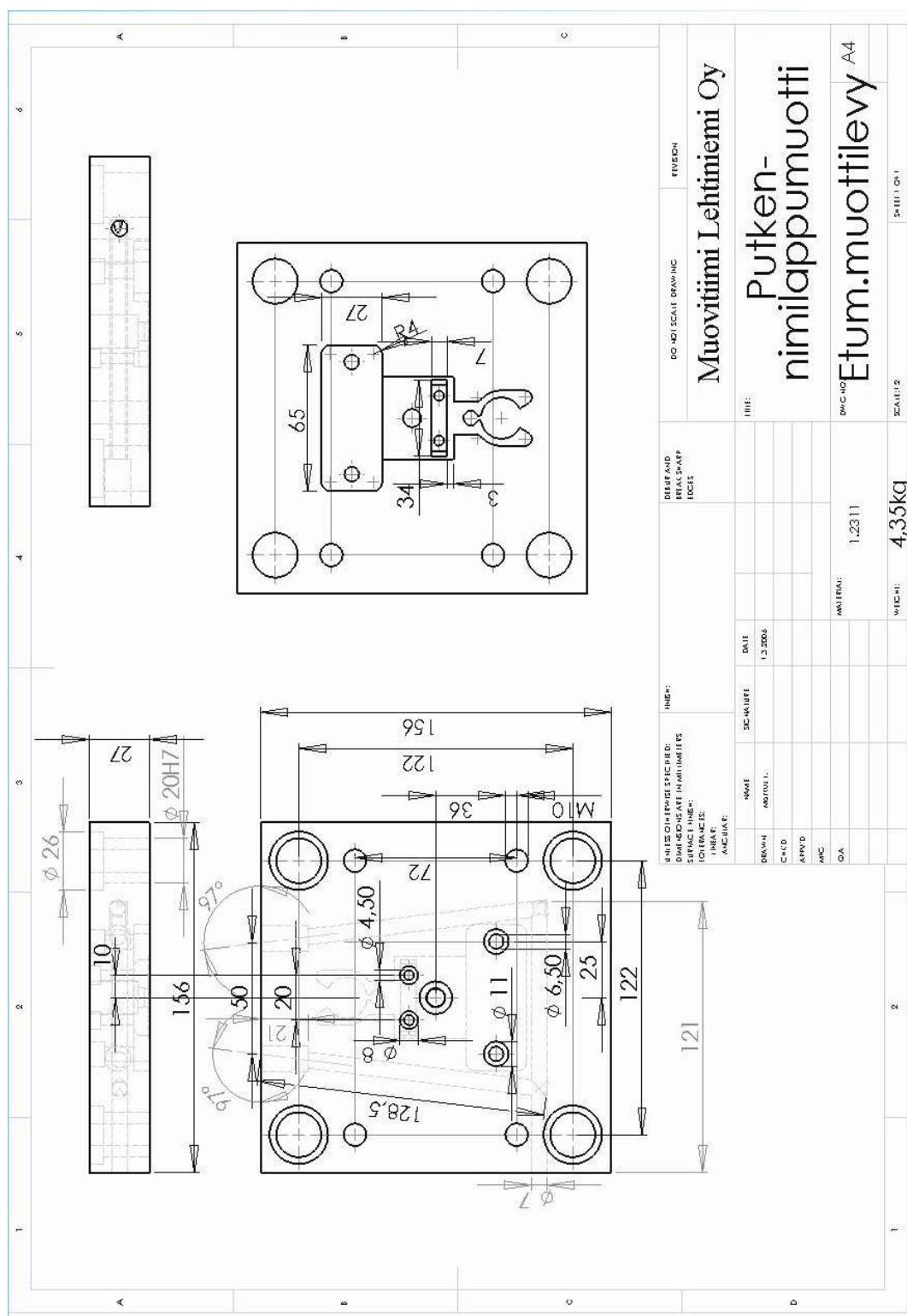
Järvelä Pentti, Syrjälä K., Vastela M., 2000, Ruiskuvalu. 3. painos. Plastdata Oy, Tampere.

Järvelä Pirkko. A 2004. Muovituotteen suunnittelu kurssimateriaali

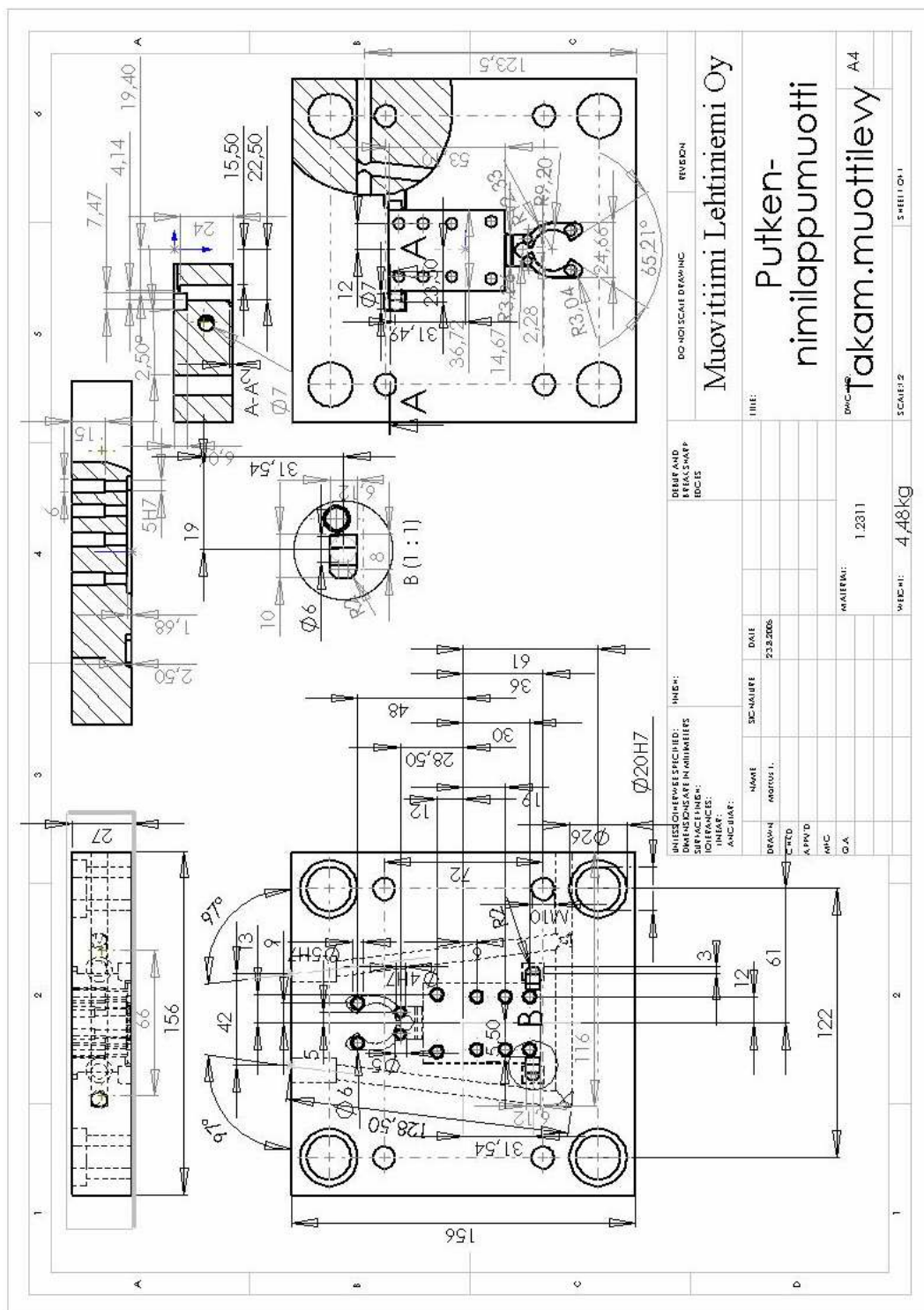
Järvelä Pirkko. B 2004. Muovien liitostekniikka kurssimateriaali

## LIITTEET

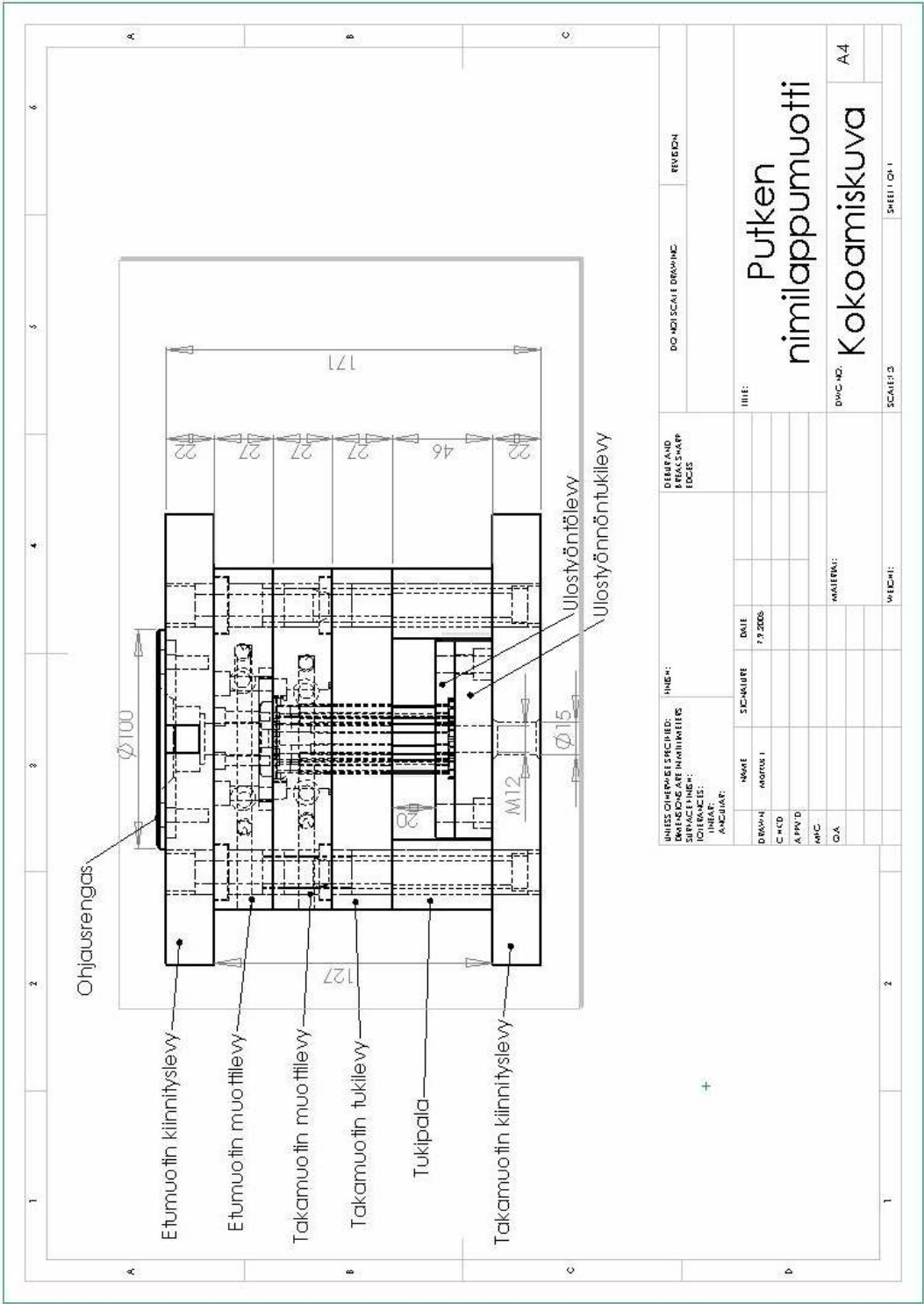
LIITE 1	Etumuotin muottilevy piirustus
LIITE 2	Takamuotin muottilevy piirustus
LIITE 3	Muotin kokoamispiirustus
LIITE 4	Elektrodi E3 piirustus
LIITE 5	Etumuotin insatsi piirustus
LIITE 6	Etumuotin elektrodipaikoitus
LIITE 7	Takamuotin elektrodipaikoitus
LIITE 8	Muottiterästen vertailutaulukko

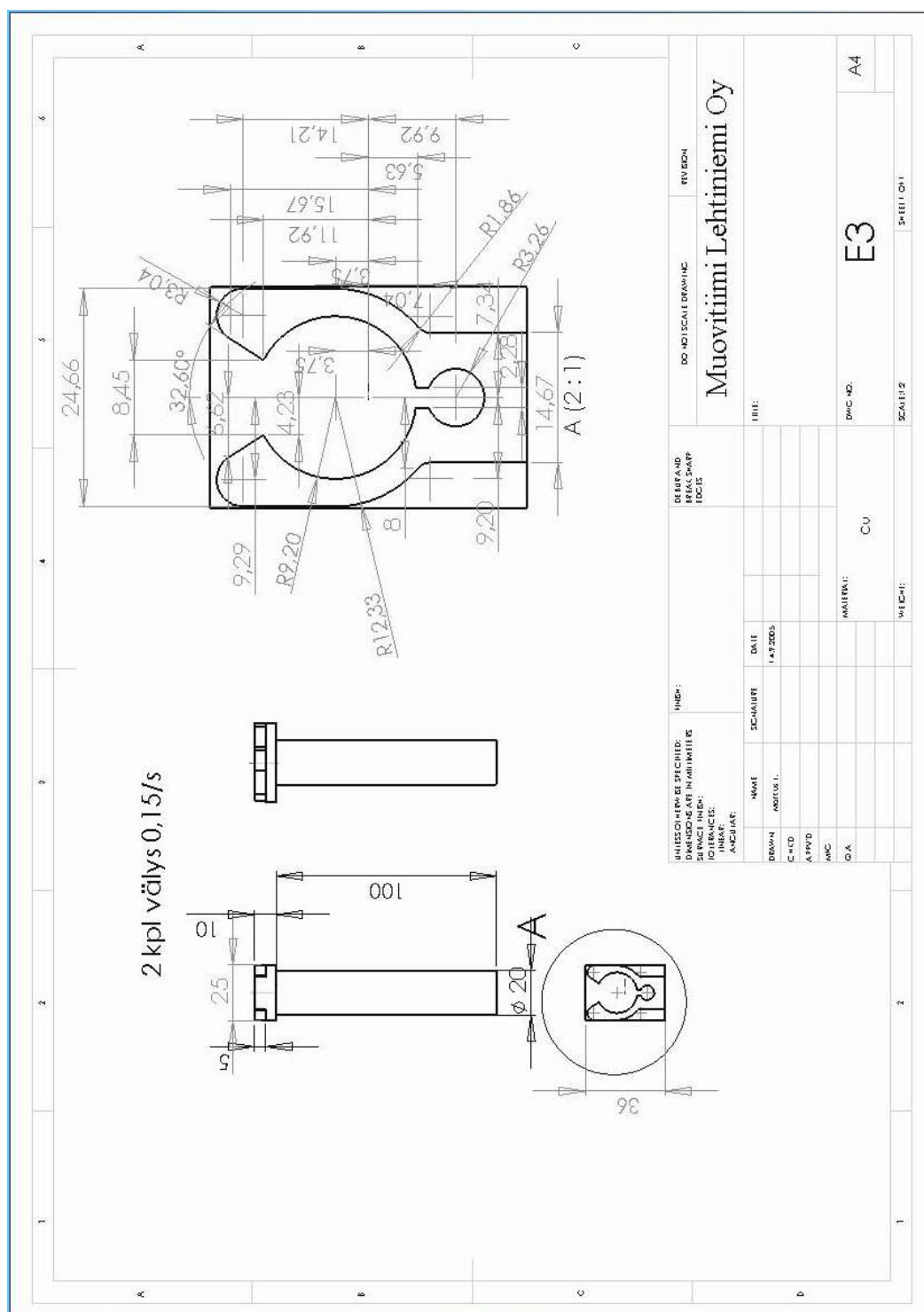


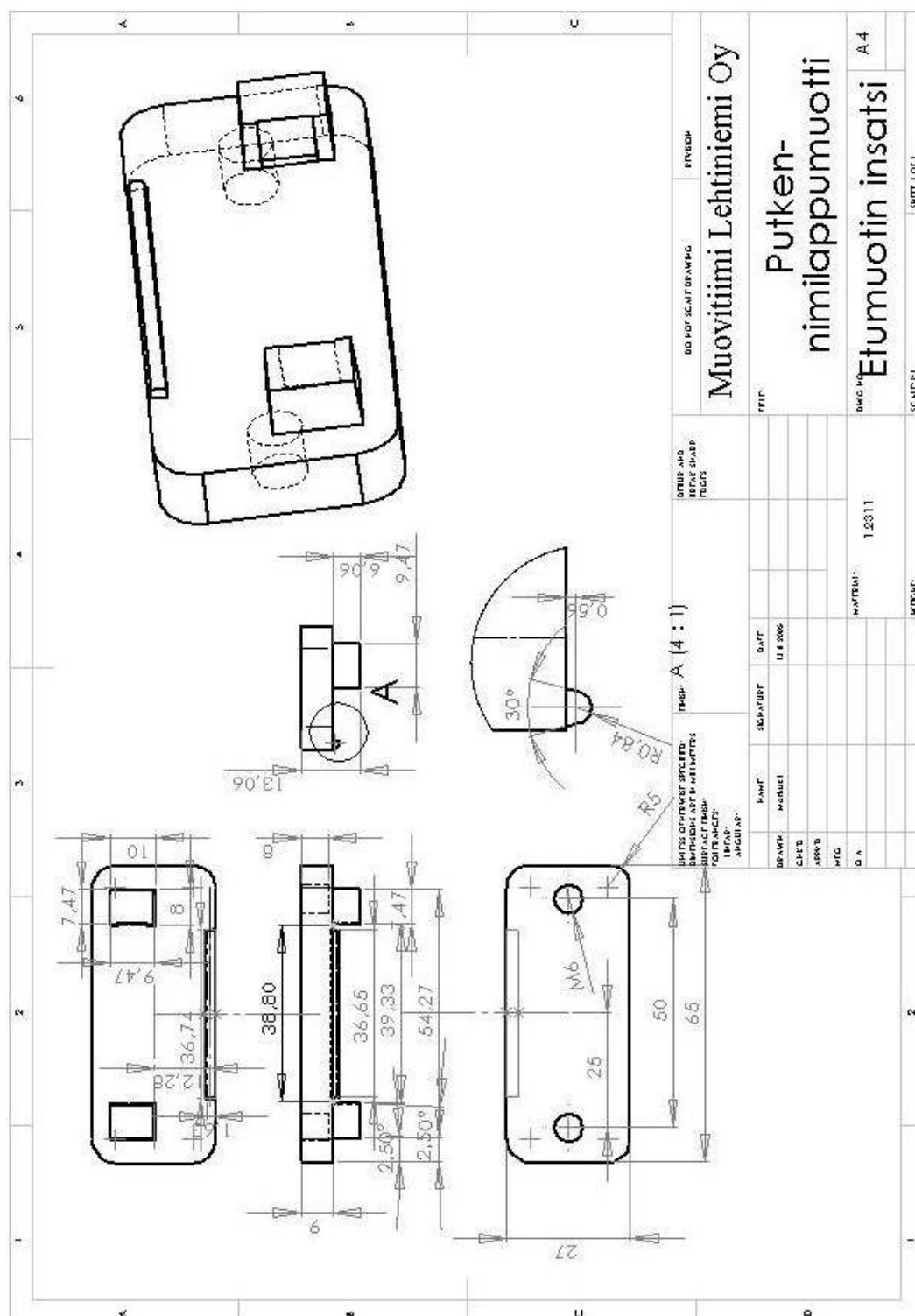


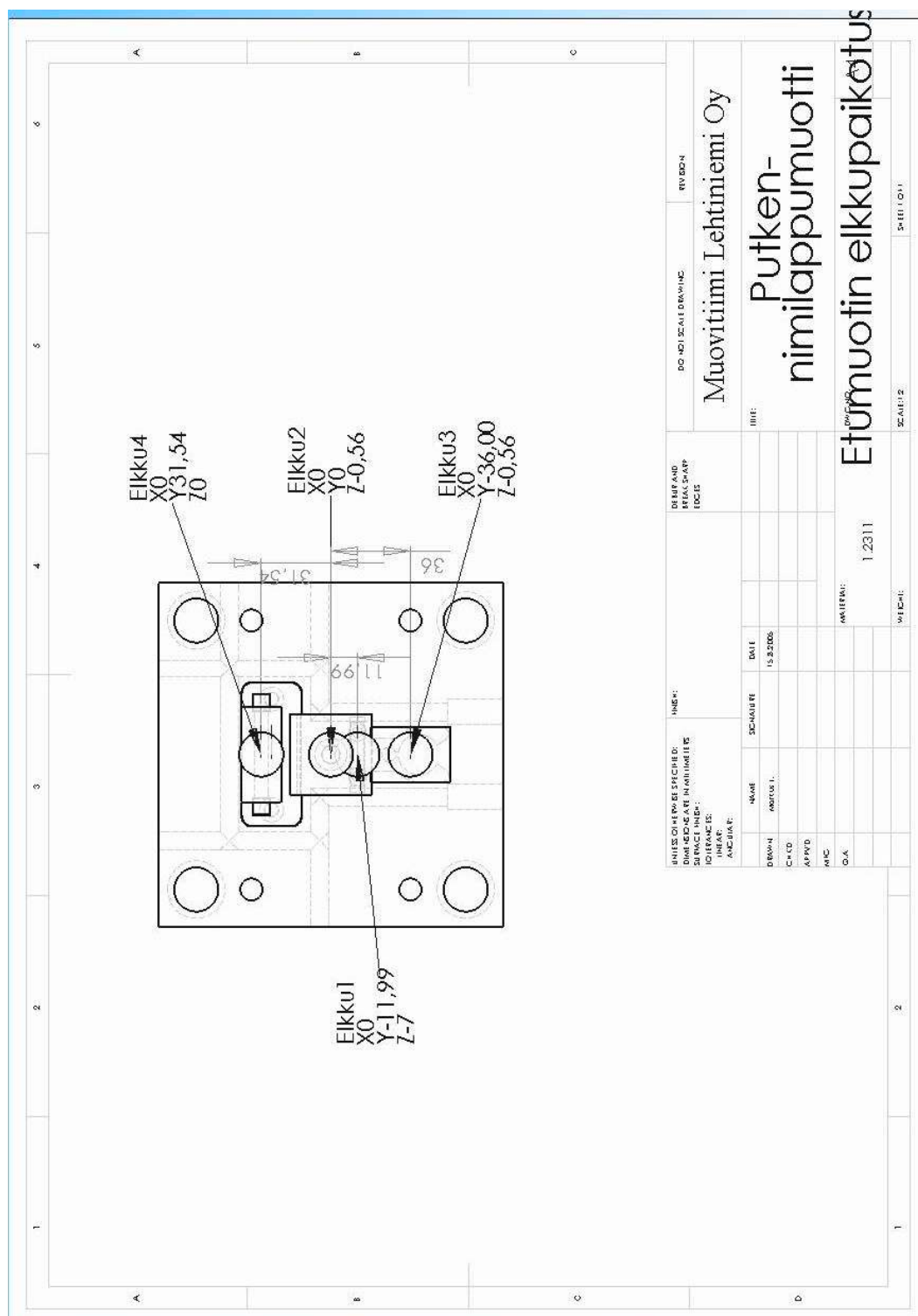


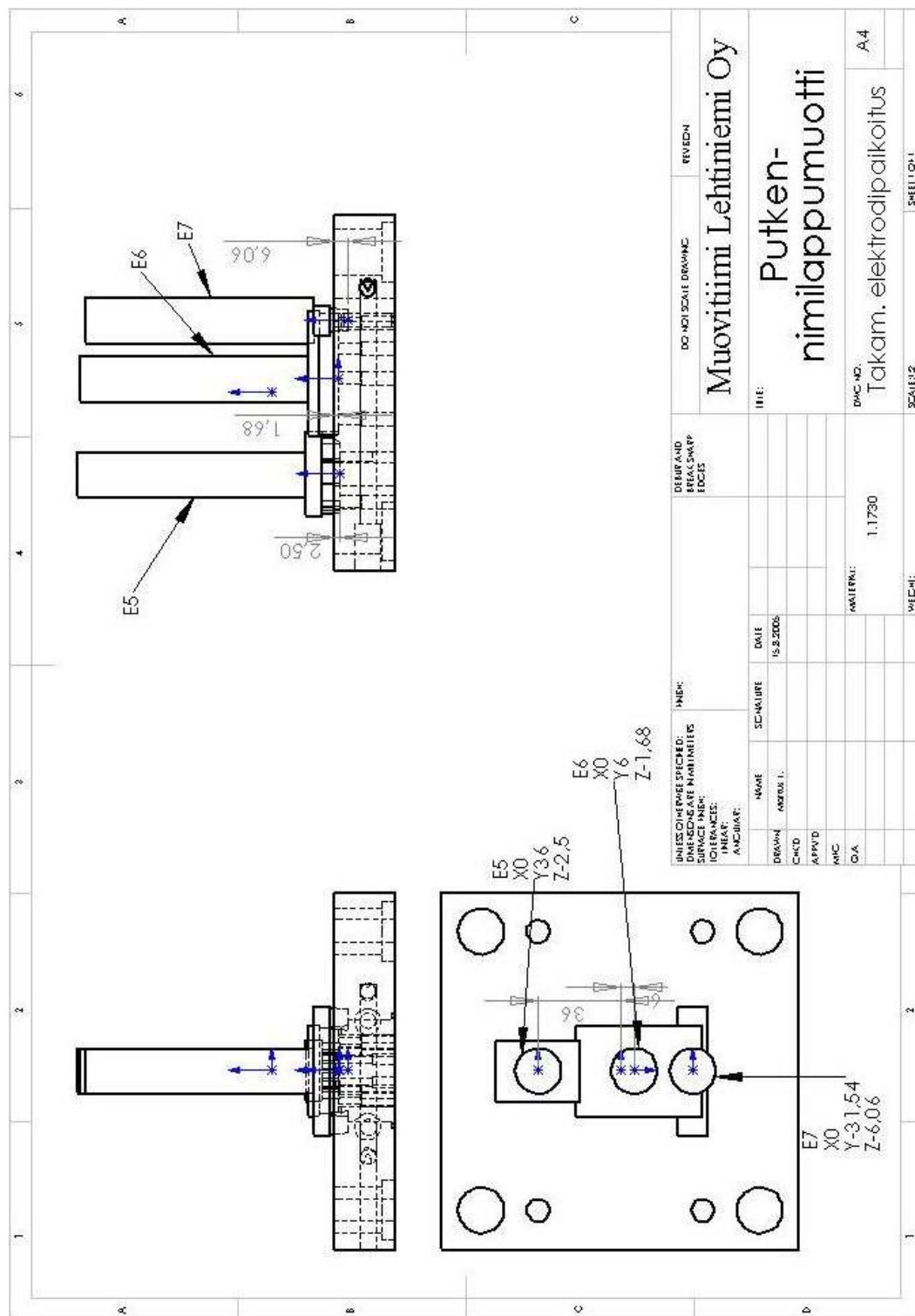












## MUOVIMUOTTITERÄSTEN VERTAILU

BÖHLER laatu	DIN Werkstoff Nr.	Kiillottuvuus	Korroosionkesto	Kulutuksen kesto	Koneistettavuus
M130 / 120	1.2764				
M200	1.2312				
M201	1.2311				
M238	1.2738				
M261	—				
M300	~1.2316				
M310 ESU	~1.2083				
M314	—				
M340 ISOPLAST					
M390 ISOMATRIX PM	—				
K110	1.2379				
K460	~1.2510				
K510	1.2210				
K600	1.2767				
K605	~1.2721				
EHR2132					
EHR1730	1.1730				
N685	1.4112				
N700	1.4542/1.4548				
V350	1.8519				
V820	1.8550				
W300	~1.2343				
W302	1.2344				
W500	1.2329				
W720	—				