

**Toni Luomala**

**SÄILIÖN ULKONÄÖN PARANTAMINEN**

**Opinnäytetyö**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma**

**Joulukuu 2009**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

|  |                                     |                                       |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Yksikkö</b><br>Tekniikan ja liiketalouden<br>yksikkö  | <b>Aika</b><br>3.11.2009            | <b>Tekijä/tekijät</b><br>Toni Luomala |
| <b>Koulutusohjelma</b><br>Kone- ja tuotantotekniikka   |                                     |                                       |
| <b>Työn nimi</b><br>Säiliön ulkonäön parantaminen  |                                     |                                       |
| <b>Työn ohjaaja</b><br>DI Rauli Koistinen  | <b>Sivumäärä</b><br>22 + 6 liitettä |                                       |
| <b>Työelämäohjaaja</b><br>ins. Anselmi Kinnunen  |                                     |                                       |
| <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Akvaterm Oy:lle Kokkolaan. Työn tarkoituksena oli suunnitella ja mallintaa Akvaterm Oy:n lämminvesivaraajiin yhdesuojia 3D-mallinnusohjelmaa apuna käyttäen. Työhön sisältyy myös yhden valusuojan mallintaminen. Opinnäytetyössä käsitellään muovin, kumin sekä ohutlevyn ominaisuuksia mahdollisena materiaalina.</p> <p>3D-mallit suunniteltiin SolidWorks 3D-suunnitteluohjelmalla. Opinnäytetyössä perehdytään ensin erilaisten materiaalien vertailuun. Seuraavaksi käydään läpi suunnitteluvaihe. Viimeisenä käsitellään prototyypin hankkiminen sekä lopullisten yhdesuojien hankkiminen.</p> |                                     |                                       |
| <b>Asiasanat</b><br>3D-mallinnus, 3D-mallit  |                                     |                                       |

**ABSTRACT**

|  |                          |                                   |
|--|--------------------------|-----------------------------------|
| <b>CENTRAL<br/>OSTROBOTHNIA<br/>UNIVERSITY OF APPLIED<br/>SCIENCES</b>   | <b>Date</b><br>3.11.2009 | <b>Author</b><br>Toni Luomala     |
| <b>Degree programme</b><br>Mechanical and Production Engineering   |                          |                                   |
| <b>Name of thesis</b><br>Improving the Boiler Appearance   |                          |                                   |
| <b>Instructor</b><br>Rauli Koistinen   |                          | <b>Pages</b><br>22 + 6 Appendices |
| <b>Supervisor</b><br>Anselmi Kinnunen  |                          |                                   |
| <p>This thesis was done for Akvaterm Oy in Kokkola. The purpose of the study was to make the 3D-models of the connector covers for accumulators. The thesis also included one 3D-modelling of a cast cover. The aim of the work was to choose the material of the connector covers.</p> <p>The SolidWorks 3D-modelling program was used in the study. At first an overview of different kind of materials was considered. Then the design of the covers was studied. At last the acquisition of the prototypes and the final connector covers was studied.</p> |                          |                                   |
| <b>Key words</b><br>3D-modelling, 3D-models  |                          |                                   |

## **SISÄLTÖ**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 JOHDANTO</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>2 YRITYS</b>                         | <b>2</b>  |
| 2.1 Yritysesittely                      | 2         |
| 2.2 Tuotteet                            | 3         |
| <b>3 3D-MALLINNUS</b>                   | <b>5</b>  |
| 3.1 Mallintamisohjelma                  | 5         |
| 3.2 Piirremallinnus                     | 5         |
| 3.3 Parametrisuus                       | 6         |
| <b>4 MUOVIT</b>                         | <b>7</b>  |
| 4.1 Kertamuovit                         | 7         |
| 4.2 Kestomuovit                         | 8         |
| <b>5 KUMIT</b>                          | <b>9</b>  |
| <b>6 OHUTLEVY</b>                       | <b>10</b> |
| 6.1 Ohutlevyn valmistusmenetelmät       | 10        |
| 6.2 Syvävetäminen ja venytysmuovaus     | 11        |
| <b>7 YHDESUOJAN MATERIAALIN VALINTA</b> | <b>12</b> |
| 7.1 Polypropeenin ja ABS:n vertailu     | 12        |
| 7.2 Ruiskuvalu                          | 13        |
| <b>8 YHDESUOJIEN MALLINTAMINEN</b>      | <b>15</b> |
| <b>9 PROTOTYYPPIEN HANKKIMINEN</b>      | <b>17</b> |
| 9.1 3D-tulostaminen                     | 17        |
| 9.2 CNC-koneistaminen                   | 17        |
| <b>10 YHDESUOJIEN HANKKIMINEN</b>       | <b>19</b> |
| <b>11 YHTEENVETO</b>                    | <b>21</b> |

## **LÄHTEET**

## **LIITTEET**

- Liite 1: Yhdesuoja DN15**
- Liite 2: Yhdesuoja DN20**
- Liite 3: Yhdesuoja DN25**
- Liite 4: Yhdesuoja DN32**
- Liite 5: Yhdesuoja DN50**
- Liite 6: Valusuoja**

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee lämminvesivaraajien yhteiden ulkonäön sekä toimivuuden parantamista Akvaterm Oy:lle Kokkolaan sekä valusuojan 3D-mallintamista. Akvaterm Oy on saanut useita reklamaatioita yhteiden reunusten rumuudesta sekä siitä, että mahdolliset vuodot pääsevät valumaan eristeen sisään. Yhteiden parannuksella näistä tekijöistä olisi mahdollista päästä eroon. Kuvio 1 esittää yhdettä varaajassa.



KUVIO 1. Kuva yhteestä säiliön pinnassa

Yhde tarkoittaa säiliön liitinkohtia eli niitä osia, mihin eri komponentteja voidaan liittää. Tehtävänä oli ottaa selvää eri materiaaleista, jotka voisivat olla hyviä niin ominaisuuksiltaan kuin valmistukseltaankin sekä mallintaa niiden muotoja 3D-ohjelmalla.

Materiaalin valinnassa piti ottaa huomioon varaajan lämpötilat. Kyseinen materiaalin tuli kestää varaajan normaali noin 60–70 asteen jatkuva lämpö sekä mahdollisesti korkeampikin lämpötila. Materiaalin täytyi olla myös vesitiivis sekä helposti muotoiltavissa. Suunnittelussa täytyi ottaa huomioon myös yhteiden paljous sekä erikokoisuus. Akvaterm Oy vaati myös, että materiaalin pitäisi olla kustannustehokas.

## 2 YRITYS

### 2.1 Yritysesittely

Akvaterm Oy on lämminvesivaraajien johtava valmistaja ja yksi johtavista LVI-alan säiliöiden toimittajista Suomessa. Akvaterm Oy on perustettu vuonna 1993, ja Akvatermin henkilökunnalla oli tuolloin jo kymmenen vuoden kokemus lämminvesivaraajien valmistuksesta. Pian aloittamisen jälkeen yrityksen tuotevalikoima laajeni lämminvesivaraajista erikoissäiliöihin. Standardituotteiden lisäksi yritys on kehittänyt voimakkaasti yksilöllisesti mitoitettujen säiliöiden valmistusta. Suurin osa tuotteista toimitetaan asiakkaan antamien mitta-, paine-, materiaali- tai varustevaatimusten mukaisesti. Toimintaa ja tuotevalikoimaa onkin muokattu joustavammaksi ja asiakaslähtoisemmäksi. (Akvaterm Oy 2009a.)

Yritys pitää kunnia-asiana vastata tarjouspyyntöihin nopeasti. Voimakkaista kausivaihteiluista huolimatta myös toimitusajat on haluttu pitää lyhyinä ja toimintavarmuus korkealla. Tehokas tuotanto, korkea laatu ja markkinoille sopivat tuotteet on huomattu myös ulkomailla. Yrityksen tuotteista kasvava osa viedäänkin nykyään Suomen rajojen ulkopuolelle. (Akvaterm Oy 2009a.) Kuviossa 2 on esillä Akvaterm Oy:n lopputuotteiden kasaus.



KUVIO 2. Kuva Akvaterm Oy hallista

## 2.2 Tuotteet

Akva-vakiovaraajat ovat vakiokokoisia 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000 ja 5000 litran lämminvesivaraajia. Akva-vakiovaraajat ovat lieriömuotoisia pyöreillä pallomaisilla päädyillä varustettuja varaajia. Akva-vakiovaraajissa on 15 liitäntää, joihin kiinnittyvät lämminvesikierukka, lämpövastukset, termostaatit, anturit sekä ilmaus- ja vedenpoistoyhteet. (Akvaterm Oy 2009b.)

Akvasan-saneerausvaraajat on tarkoitettu erityisesti ahtaisiin tiloihin ja saneerauskohteisiin. Varaaja on suunniteltu niin kapeaksi, että se mahtuu kuljetusaukoista ja ovista. Siksi se soveltuu hyvin saneerauskohteisiin. Saneerausvaraajan koot ovat 500 ja 700 litraa. Saneerausvaraajista löytyy seitsemän yhdettä, joihin saadaan lämminvesikierukka, sähkövastukset, termostaatit, anturit sekä veden- ja ilmanpoistoyhteet. Saneerausvaraaja on lieeriömäinen kuten vakiovaraaja, mutta kapeampi. (Akvaterm Oy 2009b.)

Akvantti- ovaalivaraajat on suunniteltu uudis- ja saneerauskohteisiin. Varaajien koko on 1400, 2000 ja 2400 litraa. Varaajan muoto on ovaalimainen, ja siinä on tasaiset päädyt. Ovaalivaraajassa on 16 yhdettä, joihin saadaan lämminvesikierukka, lämpövastukset, termostaatit, anturit sekä ilmaus- ja vedenpoistoyhteet. (Akvaterm Oy 2009b.)

AkvAir Solar -mallit on suunniteltu erityisesti aurinkoenergian käyttöön ja optimoitu tuottaa eniten lämpöä aurinkolämpö- tai ilmalämpöpumpputjärjestelmällä. Aurinkoenergian käyttöön suunniteltu AkvAir Solarin yhdistäminen lämmitysjärjestelmään tuottaa parhaan hyötysuhteen ja varmistaa ympärivuorokautisen lämpimän veden saannin ja tasaisen lämmityksen. Varaajan koot ovat 300, 500, 750 ja 1000 litraa, mutta tarvittaessa asiakkaan tarpeen mukaan myös suurempia varaajia tehdään. (Akvaterm Oy 2009b.)

Erikoissäiliöt valmistetaan asiakaskohtaisesti käyttötarkoituksen mukaan. Erikoissäiliöitä voidaan käyttää muun muassa eri raaka-aineiden varastosäiliöinä, kylmäsäiliöinä ja säiliö-

nä asiakkaan tarpeen mukaan. (Akvaterm Oy 2009b.) Kuviossa 3 on esillä erimallisia varaajia. Varaajat ovat odottamassa pellitystä.



KUVIO 3. Kuva pellitykseen menossa olevista varaajista



### **3 3D-MALLINTAMINEN**

Yhteiden muotoa alettiin suunnitella mallintamalla. Suunnitteluun käytettiin SolidWorks 2007 -3D-mallinnusohjelmaa.

#### **3.1 Mallintamisohjelma**

SolidWorks on tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto, jolla kolmiulotteisen geometrian avulla saadaan kohde mallinnettua. Tätä mallinnusta kutsutaan parametriseksi piirremallintamiseksi. Kolmiulotteinen piirremallinnus on kaksiulotteista huomattavasti tehokkaampi, sillä sen avulla saadaan todettua mahdolliset kokoonpanovirheet. SolidWorksissa esillä oleva kokoelma ikkunoita kertoo yhdestä kokoonpanosta generoidut piirustukset. Näiden kautta mallia tarkastellaan. Niiden tarkoituksena on myös päivittää mahdolliset muutokset suoraan kaikkiin kyseessä oleviin piirustuksiin automaattisesti. (Hietikko 2007, 21.) Tällä kokoonpano-ominaisuudella on todella tärkeä merkitys yhteiden mallintamisessa tulleille mittamuutoksille.

#### **3.2 Piirremallinnus**

Piirremallinnus tarkoittaa kohteen mallin rakentamista piirteistä. Peruspiirteen jälkeen lisätään piirre kerrallaan siten, että lopulta saadaan aikaan kohteen tarkka malli. Nämä piirteet tulevat näkyviin itse malliin sekä piirrepuuhun. (Hietikko 2007, 21.) Tämä kyseinen ominaisuus auttoi huomattavasti hahmottelemaan lopullisia malleja.

Piirrepuu kertoo tuotteen suunnitteluun sisältyvät tärkeimmät sekä vähemmän toimintaan vaikuttavat piirteet. Nämä piirteet erotetaan piirrepuussa siten, että tärkeimmät piirteet sijoittuvat piirrepuussa mahdollisimman ylös. Vähemmän tärkeät piirteet taas sijoittuvat viimeisiksi. (Hietikko 2007, 23.)

### 3.3 Parametrisuus

Parametrisuus tarkoittaa kohteen kytkettyjen mittojen mahdollista muuttamista missä vaiheessa mallinnusta tahansa, jolloin myös kohteen geometria muuttuu vastaavasti. Suunnittelun alkuvaiheen mahdolliset tarkkojen mittojen puuttumiset eivät näin ollen haittaa mallintamista. Suunnittelun edetessä tarkentuvat mitat voidaan sijoittaa kohteeseen epämääräisiä mittoja muuttamalla. Parametrisuus helpottaa muutosten tekemistä myös siten että, geometriaan ei tarvitse muutoksia tehdä. Pelkkä mittaluvun muuttaminen riittää siihen, että geometria muuttuu sekä itse kohteessa että kaikissa kytketyissä kohteissa. Näitä ovat esimerkiksi kokoonpanot ja piirustukset. (Hietikko 2007, 21.)

## 4 MUOVIT

Ensimmäisenä yhdesuojan mahdollisena materiaalina meille tuli mieleen muovin mahdollinen käyttö. Muovi on materiaalina melko helppo työstettävä, ja ulkoistamalla suojan teko saadaan kustannuksetkin pysymään tehokkaina. Akvaterm Oy:llä oli aikaisempaa kokemusta muovin käytöstä ABS:n (akrylinitriinibutadieenistyreenin) muodossa.

### 4.1 Kertamuovit

Kertamuovi on polymeeri, ja se syntyy kemiallisella reaktiolla. Tätä kutsutaan kovettumiseksi tai silloittumiseksi. Kovettamatonta esipolymeeria kutsutaan hartsiksi. Kertamuovia saadaan kemiallisen kovetteen, lämmön ja UV-valon avulla. Kertamuovituotetta ei voida tämän jälkeen enää uudelleen muokata. Käytetyimpiä kertamuoveja ovat polyuretaanit (PUR), tyydyttymätön polyesteri (UP), epoksit (EP), vinyyliesterit (VE), fenoliformaldehydit (PF) sekä aminomuovit (MF ja UF). (Järvinen 2000, 67.)

Yleisin kertamuoveista on tyydyttymätön polyesteri. Lähtöaineita vaihtelemalla voidaan valmistaa erityyppisiä hartseja työstömenetelmien ja lopputuotteiden vaatimusten mukaan. Toiseksi tärkein ryhmä on epoksimuovit. Epoksimuovit eroavat polyestereistä kemiallisen rakenteensa sekä niiden valmistusmenetelmän vuoksi. Epoksit kutistuvat kovettuessaan polyestereitä vähemmän, mikä johtuu niiden erilaisesta kovettumismekanismista. Kolmanneksi tärkein on furaanihartsit. Sitä valmistetaan furfuryylialkoholista ja furfuraalista kondensoimalla happokatalyytilla. Furaanimuovin kemiallinen kestävyys ja vähäinen savunmuodostus palaessa ovat sen tunnettuja ominaisuuksia. (Airasmaa & Johansson & Kokko & Komppa & Linkoaho & Piltz & Saarela 1984, 23–24.)

## 4.2 Kestomuovit

Suurin muoviryhmä on kestopuovit. Kestomuoveihin kuuluvat mm. massamuovit, kuten polyeteeni (PE), polypropeeni (PP), polyvinyylidikloridi (PVC), polystyreeni (PS) ja polyamidit (PA). Polypropeeni on eniten käytetty kestopuovi, mikä johtuu sen halvoista kustannuksista verrattuna muihin kestopuoveihin. (Airasmaa ym. 1984, 63.)

Kestomuovit ovat lineaarisia eli suorita tai haarautuneita polymeeriketjuja. Lämmittämällä kestopuoveja saadaan ketjut liikkuviksi ja puovi pehmenemään. Lämmittämistä jatkamalla saadaan kestopuovi sulamaan, koska poikittaiset molekyyliketjujen väliset sidokset katkeavat. Tähän perustuu kestopuovien uudelleenmuovausmahdollisuus. (Kurri & Malén & Sandell & Virtanen 2008, 23.)

Kestomuovien tärkeimmät valmistusmenetelmät ovat ekstruusio eli suulakepuristus sekä ruiskuvalu. Nämä kaikki perustuvat sulattamiseen. Muita työstömenetelmiä ovat eri kuidun valmistustavat, rotaatiovalu sekä puhallusmuovaus ja solupolystyreenin paisutus. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 22.) Akvaterm Oy:lle tehty yhdesuojat on valmistettu ruiskuvalulla.

## 5 KUMIT

Elastomeerit muodostavat teknisten kumien perusosan. Lisäämällä sopivia lisäaineita voidaan valmistaa suuri määrä erilaisia kumimateriaaleja. Elastomeeriksi määrittämisessä kiinnitetään huomiota siihen, että materiaali venyy vähintään kaksinkertaiseksi alkuperäisestä pituudesta ja palautuu nopeasti normaaliin pituuteensa venymän aiheuttaman voiman poistuessa. Kumin ja muovin erottaminen on nykyään entistä vaikeampaa, sillä ns. termoplastisilla kumeilla on sekä kumin että muovin ominaisuuksia. Eboniitti, jota valmistetaan rikkivulkanoinnilla, muistuttaa muovimaista materiaalia kovuutensa takia. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 116.)

### **Kumituotteen suunnittelu**

Kun lähdimme pohtimaan Akvaterm Oy:lle yhteen suojaksi kumin käyttöä, oli ennalta selvää, että kumin venyminen olisi positiivinen ominaisuus yhteiden kokovaihteluiden takia. Polymeeri kattaa kaikki ominaisuudet, kuten öljyn ja kemikaalien kestävyys, mekaanisen rasituksen keston, lämmön- ja pakkasenkeston sekä helpon prosessoinnin. Täytyi vain tehdä kompromissi eri ominaisuuksien väliltä. Päädyimme lopulta siihen, että yhteen suojana kumin täytyisi olla halpa kustantaa sekä se, että se kestäisi noin 70 asteen lämmön. Venyminen oli myös lähtökohtana. Lopulta kuitenkin päädyimme käyttämään kumia materiaalina, koska emme löytäneet Keski-Pohjanmaan alueelta sellaista kumin valmistajaa, joka olisi ollut tarpeeksi kustannustehokas. Lähtökohtana oli, että Akvaterm Oy ei joutu itse investoimaan materiaalin valmistamiseen, vaan materiaali hankitaan ulkopuoliselta yritykseltä.

## 6 OHUTLEVY

Yhtenä vaihtoehtonamme oli käyttää ohutlevyä materiaalina. Pohdinnassamme kävi ilmi monia hyviä ominaisuuksia verrattuna muovituotteisiin.

Ohutlevyn kierrätettävyys, kestävyys, lujuus sekä häiriösuojausominaisuudet ovat sen erityisominaisuuksia. Ohutlevyn työkustannukset ovat korkeat ja levyn muovausprosessia on vaikea hallita. Muotoilun ja työväline suunnittelun yhteistyö on lisäksi haasteellista, koska sen toiminta on vielä vajaata. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2002, 6.) Akvaterm Oy:n vaatimukset kustannuksen tehokkuudesta tulivat lopulta ohutlevyn käytössä vastaan.

### 6.1 Ohutlevyn valmistusmenetelmät

Valmistusmenetelmiä on useita. Tuotteen painon minimoimiseksi sekä kustannusten leikkaamiseksi pyritään valmistuksessa käyttämään mahdollisimman ohutta levyä. Tuotteen muotoilua voidaan lähestyä kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on tarkastella osan muotoa tuotteelta vaaditun toiminnon tai ulkonäön perusteella. Lopullinen geometria ja mitat määritetään riippumatta geometrisen muodon käytännön valmistuksesta. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2002, 7.)

Toisessa tavassa ohutlevyosan muotoa tarkastellaan valmistettavuuden pohjalta. Ohutlevytuote jaetaan valmistuksellisiin vaiheisiin. Näitä ovat esimuotoilu, pakotus, viimeistelymuotoilu sekä leikkaus- ja lävistysvaiheet. Tälle tavalle ominaista ovat tuotanto- ja työkalukeskeisyys sekä standardimaisuus. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2002, 7.)

## 6.2 Syvävetäminen ja venytysmuovaus

Ohutlevyn muovauksessa yleisimpiä muovausmenetelmiä ovat taivutus, syväveto ja venytysveto sekä kahden jälkimmäisen yhdistelmät. Syvävedossa muovaus tapahtuu painimella haluttuun muotoon. Reuna-alueilla tapahtuu tyssäytymistä ja vedon suuntaista venymistä pidätyksen suuruuden mukaan. Vetorenaan pyöristykseen alueella tapahtuu lisäksi taivutusta sekä taivutusoikaisua. Levyn pidätin estää levyn tyssäytyksen aiheuttamaa rypyttymistä laippaosuudella. Monimutkaisten ja syvien muotojen saamiseksi tarvitaan useita vetoja. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2002, 7–8.)

Syväveto ja venytysmuovaus esiintyvät yleensä yhteisenä valmistusmenetelmänä. Edullisimpaan lopputulokseen päästään suunnittelemalla ensiksi kallein ja vaikein muovattava rakenneosia ja liittämällä siihen yksinkertaisemmalla menetelmällä valmistettuja komponentteja. Erillisiä muovausvaiheita tulisi olla mahdollisimman vähän. Erilliset työvaiheet ja niissä käytetyt työkalut aiheuttavat huomattavia lisäkustannuksia. Syvävedossa on oleellista välttää vedonsuuntaista kartio- ja päästöpinnoja, koska niissä rypyttymisvaara on oleellinen, mikä johtuu vedonaikaisesta työkalutuennan puutteesta. Vetosuunta valitaan valmistettavan muodon mukaan. Näin vältetään negatiivisilta päästöiltä ja liikkuvien työkalujen käytöltä. Materiaalin liukumien sekä vetosyvyys pyritään myös pitämään pienenä. Käyttämällä paksumpaa materiaalia saadaan aikaan enemmän korkeutta muodolle. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2002, 11–12.)

Pitkän pohdinnan jälkeen suljimme kuitenkin syvävedettävän ohutlevyn pois. Ohutlevyllä oli paljon hyviä ominaisuuksia muihin materiaaleihin verrattuna, mutta sen korkeampi kustannus verrattuna muihin sulki sen loppuen lopuksi pois. Yhdesuojan kannalta oleellista on myös sen ulkonäkö. Käyttämällä ohutlevyä se olisi pitänyt vielä maalata sopivan väriseksi, jotta kokonaisuudesta tulisi hyväksyttävä. Tämä ominaisuus muovituotteelle voidaan antaa jo heti valmistuksessa, eikä näin ollen jälkikäsitteilylle ole tarvetta.

## 7 YHDESUOJAN MATERIAALIN VALINTA

Lopullisessa valinnassa kävimme läpi vielä Akvaterm Oy:n jo ennalta käyttämän ABS muovin sekä polypropeenin (PP) vertailun. Kestomuovin valitsemisella ei ollut mitään yksittäistä syytä.

### 7.1 Polypropeenin ja ABS:n vertailu

Polypropeeni on osakiteinen valtamuovi. Sille on useita työstömenetelmiä, joista suurimpia ovat ruiskuvalu, kalvoekstruusio sekä tekstiilikuitujen valmistus. Polypropeenille ominaista on keveys, kemikaalinkestävyys, edullisuus, palavuus sekä UV-herkkyys. Polypropeenin jäykkyyttä ja lämmönkestävyyttä voidaan säädellä täyteaineiden avulla. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 42.)

ABS:n eli akryylinitriilibutadienistyreenin ominaisuuksia ovat iskulujuus ja jäykkyys. ABS on hyvin pintakiiltainen materiaali, ja tästä johtuu sen käyttö mm. matkapuhelimissa, ja moottorisahoissa on yleistä. (Järvinen 2000, 40.)

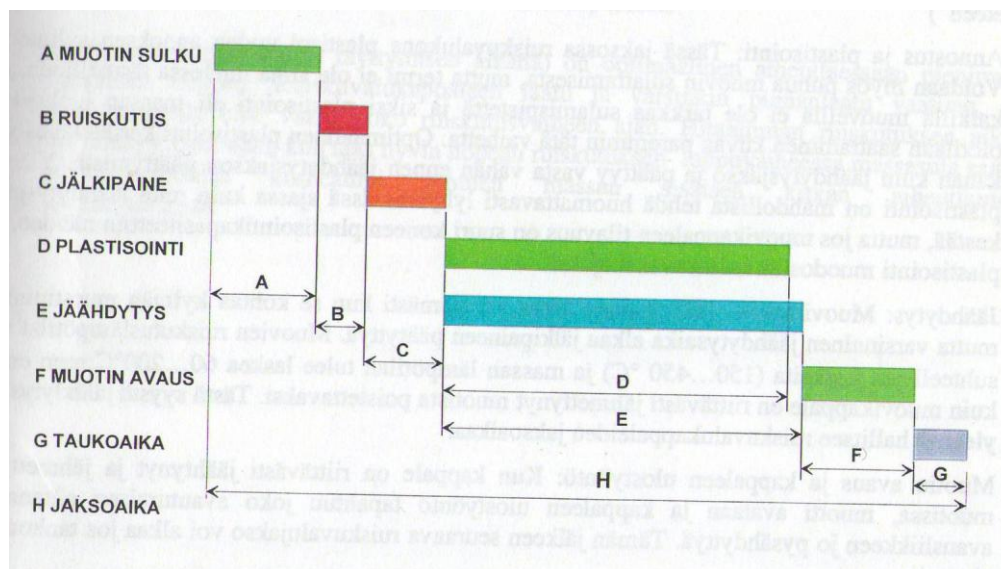
Polypropeenin ja ABS:n tärkeimmäksi eroavaisuudeksi määrittyi lopulta niiden hinta. Polypropeeni maksoi vuonna 2008 noin 1,30 €/kg. ABS:n vastaava hinta oli taas noin 1,80 €/kg. Akvaterm Oy:lle hinta oli tärkein joten päädyimme käyttämään polypropeenia materiaalina.



## 7.2 Ruiskuvalu

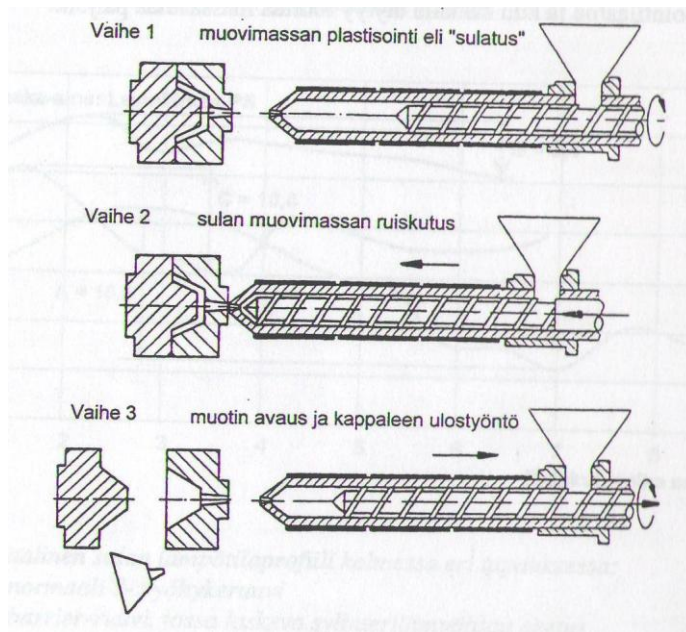
Tehtävänä ruiskuvalukoneella on aikaansaada muotin avaamiseen ja sulkemiseen tarvittavat liikkeet sekä muodostaa riittävän suuri muottipuolikkaiden kiinnipitovoima. Ruiskuvalukone ruiskuttaa plastisoidun massan muottiin ja plastisoi uuden annoksen seuraavan muotin täyttämistä varten. (Järvelä & Syrjälä & Vastela. 2000, 92.)

Ruiskuvalaminen jaetaan usein useaan vaiheeseen. Nämä vaiheet seuraavat toisiaan, mutta tapahtuvat myös osittain limittäin. Vaiheet voidaan jakaa kolmeen jaksoon, jotka ovat muotin sulkeminen, täyttäminen ja muotin avaaminen sekä samalla kappaleen ulostyöntö. (Järvelä ym. 2000, 47.) Kuviossa 4 esitetään nämä vaiheet kaaviolla.



KUVIO 4. Ruiskuvalu jakson jaottelu (Järvelä ym. 2000, 47.)

Ruiskuvalun ruiskutusvaihe aloitetaan massasulan ruiskutuksella suuttimien läpi muottiin, se päättyy ruiskuvalukoneen jälkipaineen kytkeytyessä. Kierukkaruuvia säädellään nopeussäädöin, jolloin ruuvin liike pakottaa massan virtaamaan määrättyllä nopeudella. Nämä nopeudet voidaan jakaa kymmeneen portaaseen. (Järvelä ym. 2000, 49.) Kuviossa 5 esitetään ruiskuvalukoneen toiminta.



KUVIO 5. Kaavio ruiskuvalun prosesseista (Järvelä ym. 2000, 92.)

## 8 YHDESUOJIEN MALLINTAMINEN

Yhdesuojien mallia mietittäessä tuli esille kaksi eri näkökohtaa. Suojan pitäisi olla mielellään hieman kartion mallinen, jotta mahdolliset yhteen vuodot valuisivat suojaa pitkin varaajasta pois. Toisena asiana kiinnitimme erityisesti huomiota sille, että varaajasta tulisi ulkonäöllisesti siisti. Akvaterm Oy oli saanut aikaisemmin palautetta ainakin ulkomaan markkinoilta, että yhteistä ei saisi näkyä uretaanivaahtoa.

Varaajiin, joihin yhdesuojia mallinsimme, valetaan uretaanivaahtoa säiliön pintaan muottiin valamalla. Näihin valettuihin varaajiin oli olemassa valuvaiheeseen valmistetut erikokoiset suojat, jotka suojasivat yhdekohdat valun aikana. Nämä suojat olivat jo valmiiksi kartion muotoisia, joten päätimme käyttää näitä suojia mitoittaessamme tulevia yhdesuojia. Valettujen varaajien uretaanivaahdon paksuudella ei ole eroavaisuuksia, joten yhdesuojien syvyys tulisi olemaan vakio. Kuviossa 6 esitetään uretaanivaahdon valamista.



KUVIO 6. Kuva uretaanivaahdon valamisesta

Alkuehtona oli, että yhdesuojat tulisivat riittämään syvyysuunnassa yhteistä varaajan pinnassa olevaan peltiin asti. Huomasimme suunnittelussa, että yhdesuojan reuna jäisi melko rumasti näkyviin, mikäli käytettäisiin pelkkää kartion mallista kappaletta. Tätä pulmaa pohtiessamme meillä kävi mielessä käyttää jotain tiivistenauhaa taikka koristelistaa peittämään yhdesuojan reuna pellistä. Koristelistan sekä tiivistenauhan kiinnittämiseen olisi kuitenkin tarvittu yksi työvaihe lisää, sekä niiden symmetrisesti asettaminen olisi melko vaikeaa.

Toisena peittokeinona meille tuli mieleen käyttää ns. huulta eli rengasta, joka tulisi peittämään yhdesuojan sekä pellin välisen mahdollisen raon taikka sauman. Tähän vaihtoehtoon oli kaksi eri metodia. Ensimmäiseksi mietimme, että ”huuli” olisi erillinen kappale yhdesuojan kanssa. Se liimattaisiin vain peltiin kiinni. Tässäkin vaihtoehdossa tulisi varaajien valmistuksessa turhia työvaiheita, ja liimauksen onnistuminen ei myöskään ole aina varmaa.

Lopulta päädyimme mallintamaan yhdesuojat, joissa on ”huuli” kiinni, eli koko kappale on samaa materiaalia. Mallintamisen onnistuminen vaati yhteistä tarkkoja mittoja, jotka saimme uretaanivaahdon valuvaiheessa käytetyistä suojusta. Näiden suojiin mitoista vähensimme muutaman millimetrin joka mittauskohdasta, jotta yhdesuojat mahtuisivat hyvin yhteisiin.

## **9 PROTOTYYPPIEN HANKKIMINEN**

### **9.1 3D-tulostaminen**

Kun olimme saaneet materiaalin valittua ja rajattua muoviin, lähdimme etsimään mahdollista prototyyppien tekijää. Yhtenä vaihtoehtona pidimme Keski-Pohjanmaan aikuisopiston 3D-tulostamista. Sain 3D-tulostamisen mahdollisuuden tietoon keväällä koulussa pidetyn perehdyttämisen takia. Akvaterm Oy oli todella kiinnostunut tästä prototyyppimallintamisesta. 3D-tulostamisessa haluttava kappale piirretään 3D-mallinnusohjelmalla, jonka jälkeen se siirretään 3D-tulostimelle tietokoneella. 3D-tulostin tulostaa kappaleen materiaalina, joka on kipsin omaista. Se on jauhetta, joka kovetetaan epoksin avulla.

Keski-Pohjanmaan aikuisopisto tarjosi 3D-tulostamista 4 kappaleen erästä 290 €:n hintaan. Pidimme tätä hintaa liian korkeana ”kipsimateriaalista”, joten päätimme olla käyttämättä sitä prototyyppien materiaalina. Myös tämän materiaalin mahdollinen murtuminen käsittelyssä oli huolena.

### **9.2 CNC-koneistaminen**

Toisena prototyypin valmistajaa pohtiessamme, meille tuli mieleen ETRA Megacenter, joka sijaitsee Kokkolassa. ETRA Megacenter tarjoaa laajan valikoiman teollisuustuotteita ja palveluita. Otin yhteyttä ETRA:n Kokkolan toimipisteeseen tekniseen myyjään, joka oli asioinut aikaisemminkin Akvaterm Oy:n kanssa ja tiesi näin yrityksestä ja sen tuotteista.

ETRA tarjosi prototyypiksi polyasetaalia (POM), joka on yksi valtamuoveista. Päädyimme käyttämään tätä, koska materiaalina polyasetaali kestää tarkastelun varaajaan sekä mahdolliset muutokset jälkikäteen prototyyppiin. ETRAN pyytämä kustannus prototyypeistä oli myös hieman kustannustehokkaampi, kuin Keski-Pohjanmaan aikuisopiston tarjoama.

Tilasimme 5 eri kokoa prototyyppejä, kaksi kutakin kokoa. Prototyyppien saavuttua Akva-termille huomasimme, että ne olivat liian syviä, sillä suojuen huulet jäivät pahasti irvistämään varaajaa tarkasteltaessa. Leikkasimme 10 mm syvyyttä pois, ja prototyypit istuivat täydellisesti. Kuviossa 7 on esillä valmis prototyyppi.



KUVIO 7. Kuva prototyypistä

## 10 YHDESUOJIEN HANKKIMINEN

Prototyypin onnistumisen myötä lähdimme etsimään sopivaa valmistajaa, joka alkaisi tehdä Akvaterm Oy:lle yhdesuojia. Pohdinnan jälkeen huomasimme, että Kokkolassa toimii muoviosien valmistajana Priotec Oy. Priotec Oy sijaitsee hyvin lähellä Akvaterm Oy:tä, joten kuljetuksiin ei tarvitsisi näin ollen laskea kustannuksia juuri ollenkaan.

Lähenimme Priotec Oy:tä menemällä yritysvierailulle. Vierailun aikana kävimme läpi Priotec Oy:n tuotantomahdollisuudet, sekä mahdolliset materiaalit ja muotit. Vierailun lopuksi annoimme yritykselle tarjouspyynnön, johon kuului neljän erikokoisen yhdesuojan valmistaminen, noin 10 000 kpl:n erä vuodessa.

Priotec Oy vastasi tarjouksella melko pian. Tarjous sai myönteisen vastaanoton Akvaterm Oy:ssä. Tarjous sisälsi yhdesuojien tekemisen polypropeenista ruiskuvalamalla. Polypropeenin väri oli valkoinen. Väri mietitytti aluksi, sillä ennakkokäsitys suojasta oli punaisena, mutta lopulta valkoinen väri osoittautui todella hyväksi. Kuviossa 8 ja 9 on esillä valmiita yhdesuojia varaajissa.



KUVIO 8. Kuva yhdesuojasta varaajassa





KUVIO 9. Kuva yhdesuojista varaajassa



## 11 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena syntyi Akvaterm Oy:lle erikokoisia yhdesuojia suojaamaan lämmivesivaraajan yhdekohdat mahdollisilta vuodoilta ja turpoamisilta. Yhdesuojilla saatiin myös varaajien ulkonäköä siistittyä. Lähtökohdissa pysyttiin tiukasti ja näin saatiin suojista mahdollisimman kustannustehokkaat. Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja monipuolinen. Työn pääpainoksi muodostui suunnittelu ja materiaalin valinta. Yhteiden suunnittelu vei lopulta hyvän osan aikaa. Suurin työ oli kuitenkin materiaalin valinnassa sekä suojien valmistajan löytämisessä.

Tulevaisuudessa Akvaterm Oy pystyy markkinoimaan varaajiaan ympäri maapalloa siistimpinä sekä turvallisempina. Suojien mahdollinen irrottaminenkin sujuu todella helposti, sillä lopullisia yhdesuojia ei tarvitse kiinnittää millään kiinnitysaineella, vaan ne pysyvät yhteissä tiiviytensä ansiosta. Varaajiin toki jäi vielä parantamisen varaakin, mutta näillä yhdesuojilla saatiin aikaan jo iso parannus.

## LÄHTEET

Airasmaa, I & Johansson, C-J & Kokko, J & Komppa, V. Linkoaho, P & Piltz, A & Saarela, O. 1984. Lujitemuovitekniika. Hämeenlinna.

Akvaterm Oy 2009a. Yritysinfo. www-dokumentti saatavissa: [www.akvaterm.fi](http://www.akvaterm.fi).  
Luettu 12.4.2009

Akvaterm Oy 2009b. Lämminvesivaraajat. www-dokumentti saatavissa: [www.akvaterm.fi](http://www.akvaterm.fi).  
Luettu 12.4.2009

Hietikko, E. 2007. SolidWorks –Tietokoneavusteinen suunnittelu. Tampere: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Järvelä, P & Syrjälä, K & Vastela, M. 2000. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata Oy.

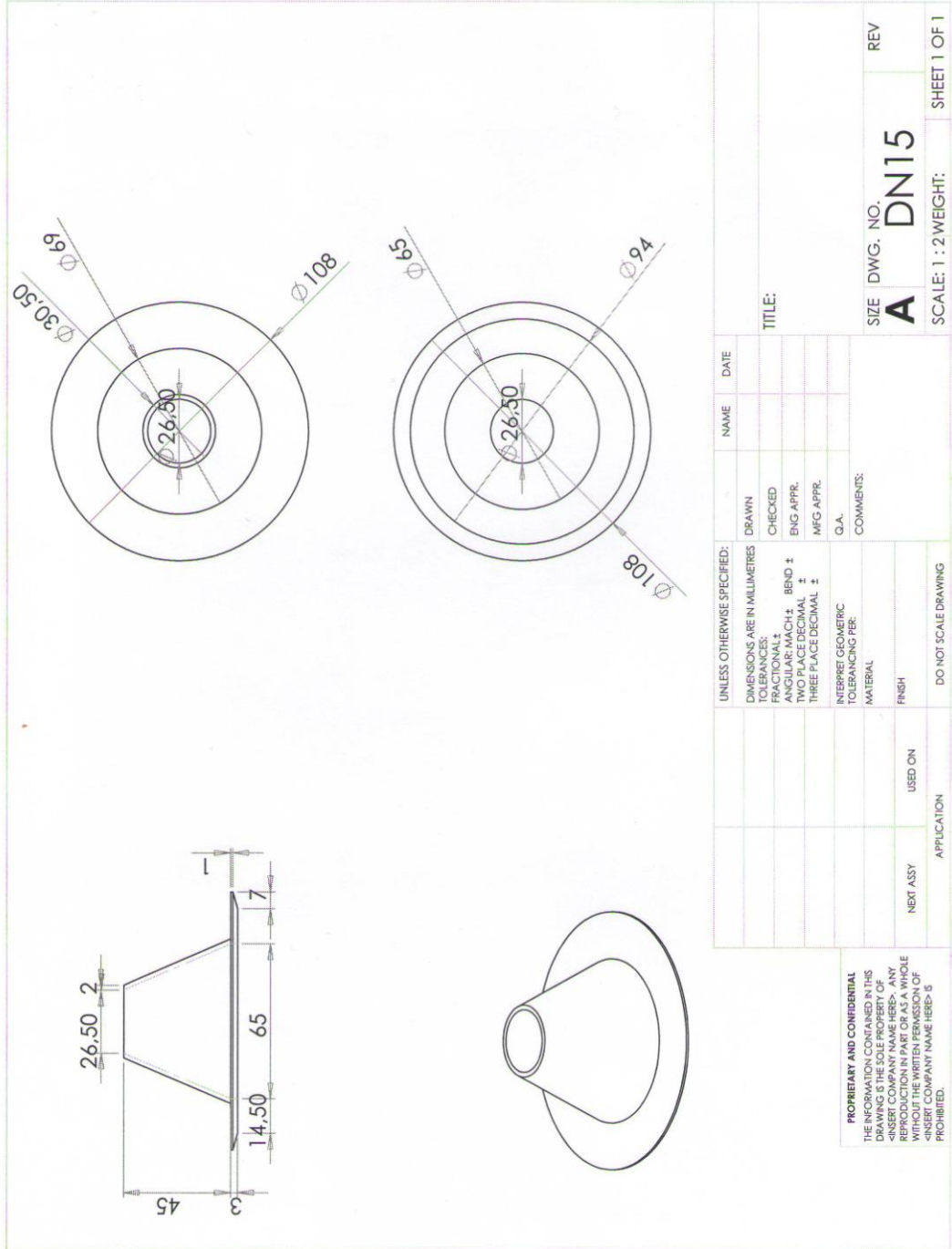
Järvinen, P. 2000. Muovin suomalainen käsikirja. Helsinki: Muovifakta Oy.

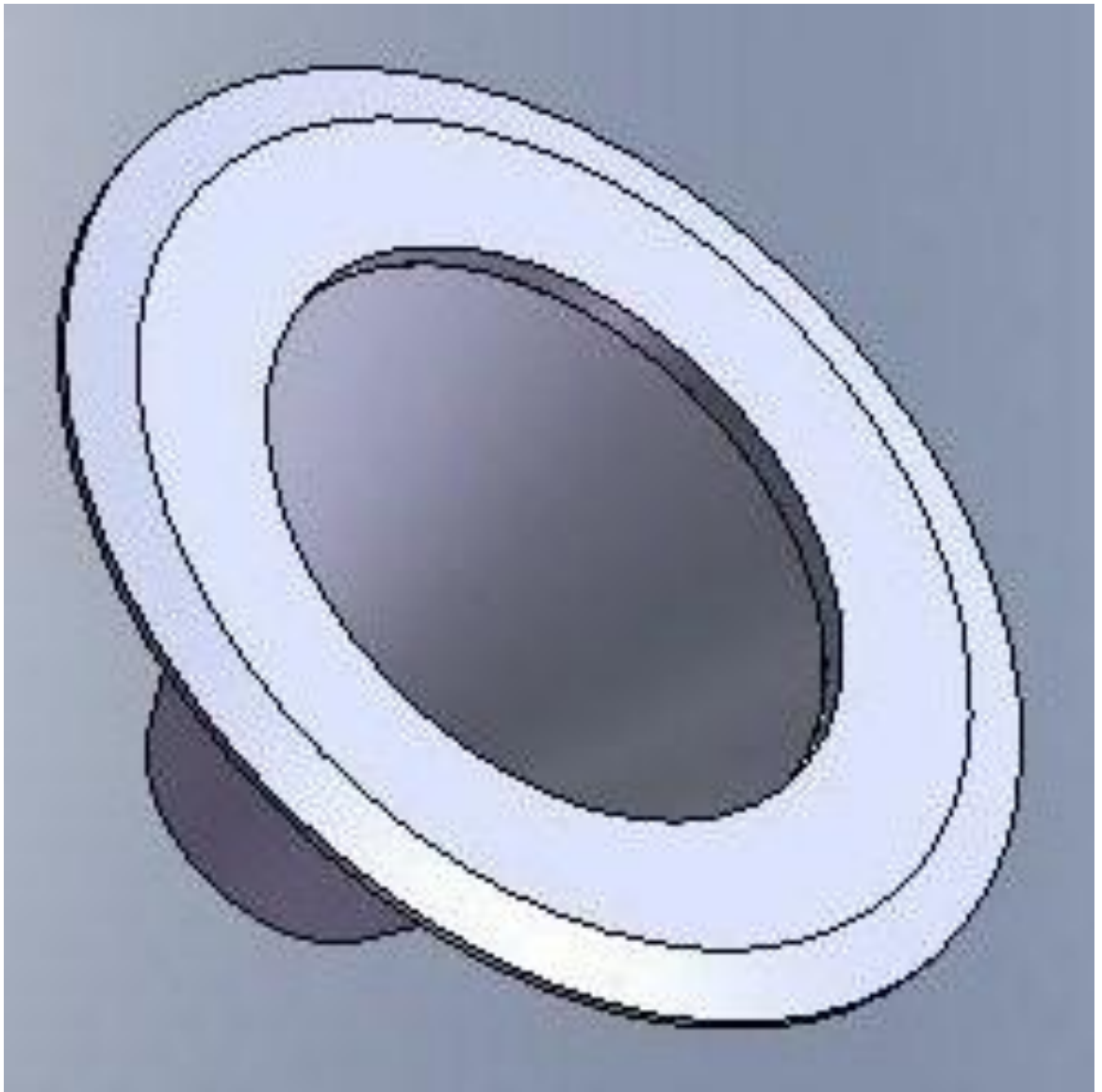
Järvinen, P. 2008. Uusi muovitieto. Helsinki: Muovifakta Oy.

Kurri, V & Malén, T & Sandell, R & Virtanen, M. 2008. Muovitekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

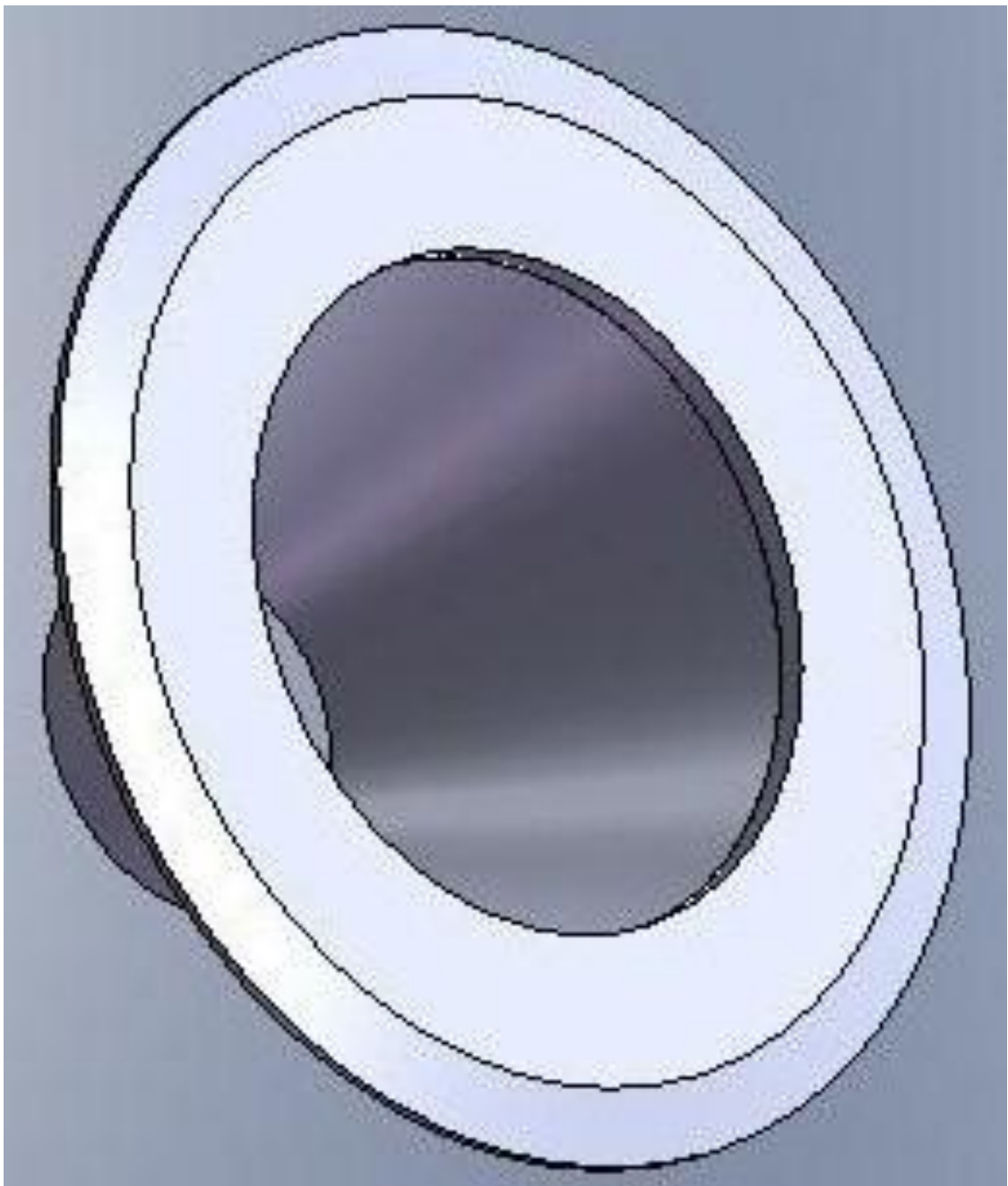
Metalliteollisuuden keskusliitto, MET. 2001. Muovit ja kumit. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

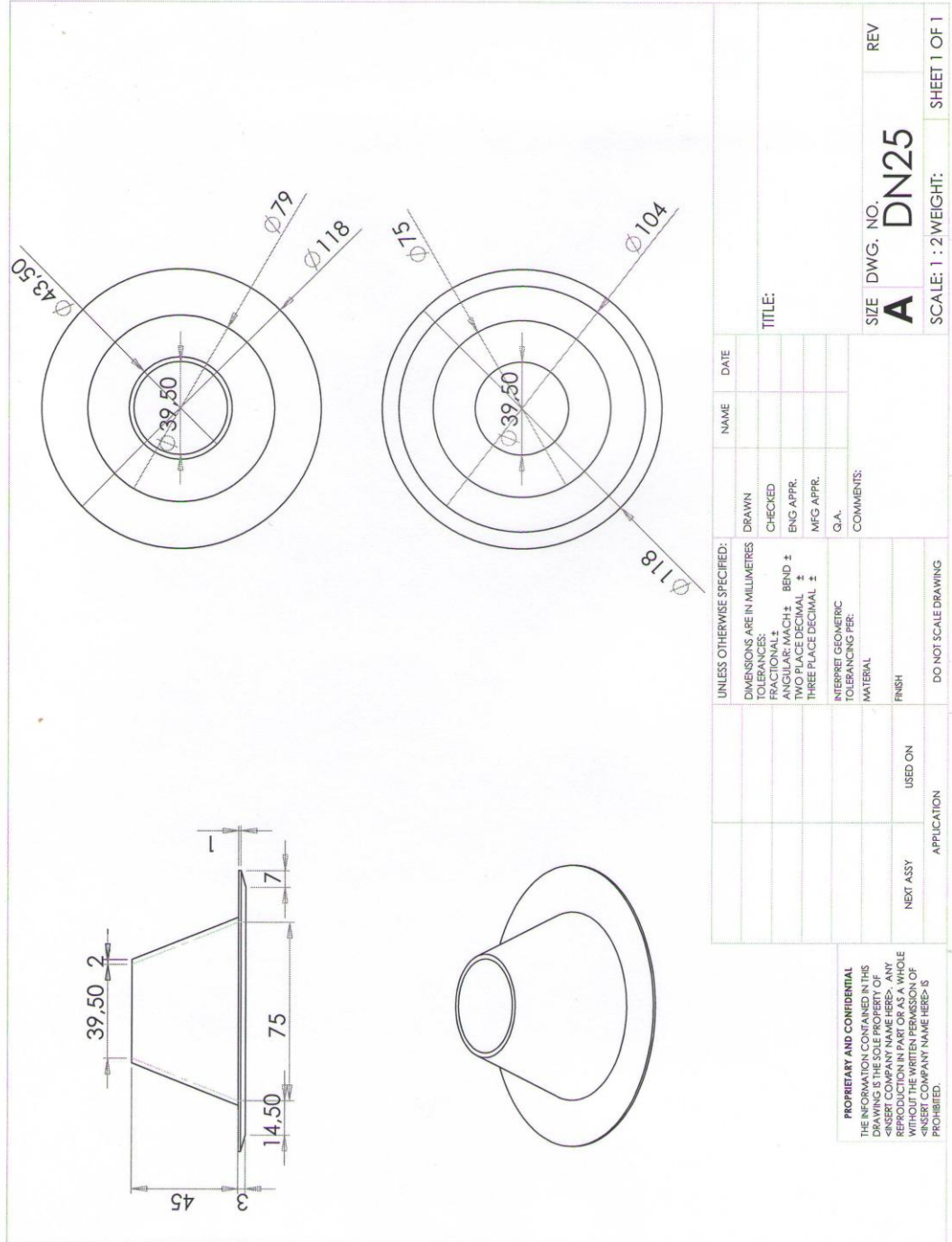
Metalliteollisuuden keskusliitto, MET. 2002. Ohutlevyn muovauksen suunnittelu ja simulointi. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.



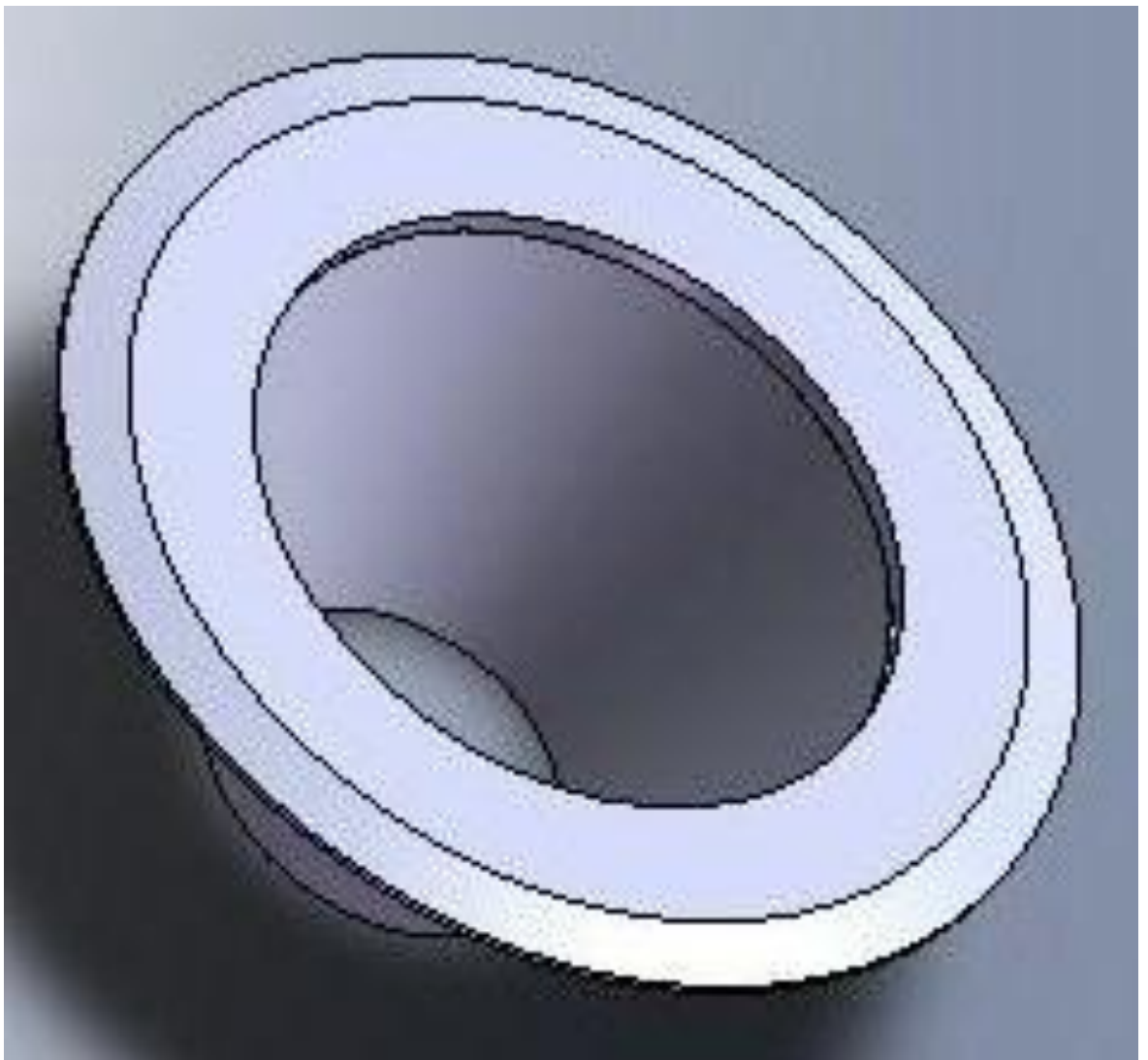




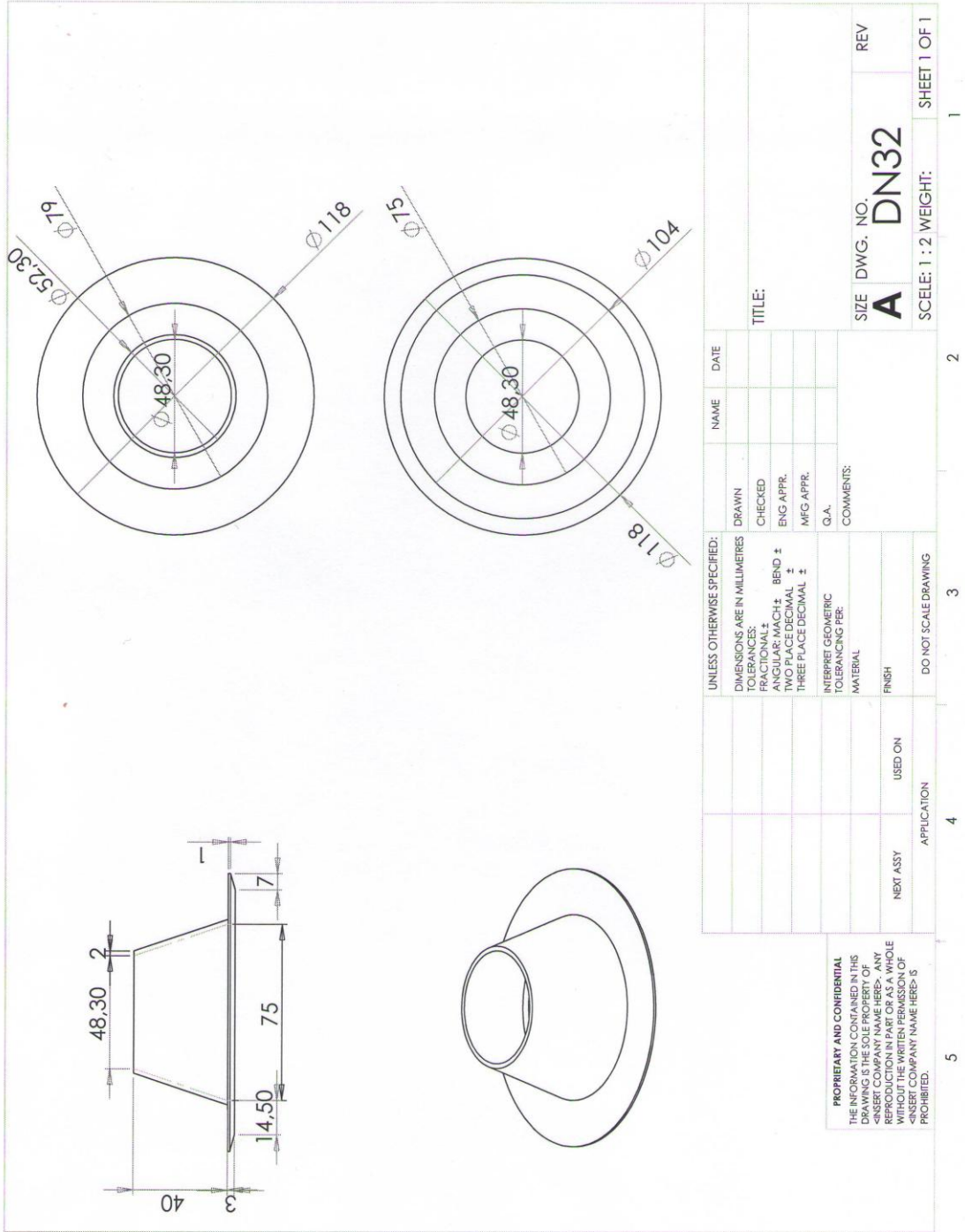


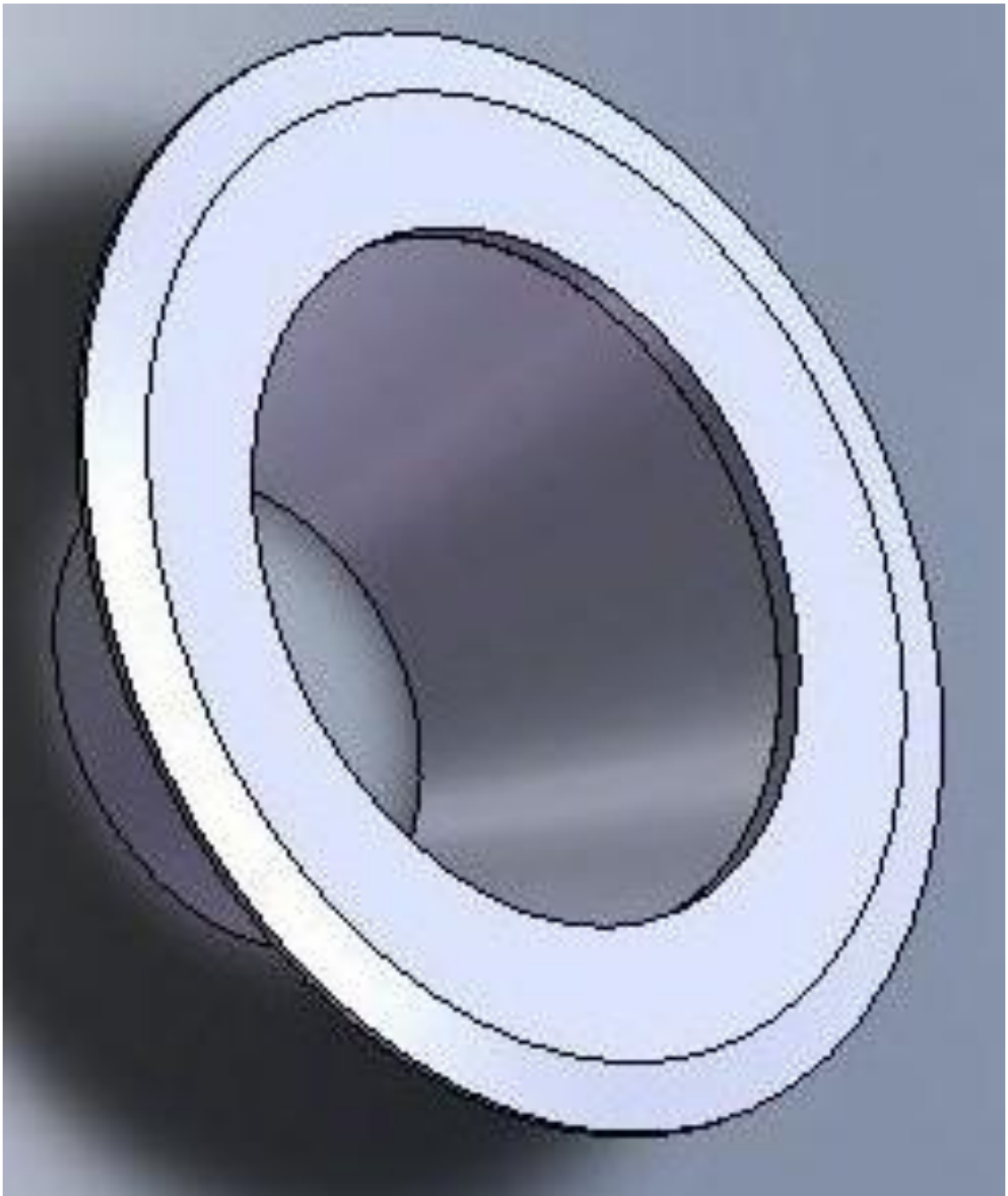


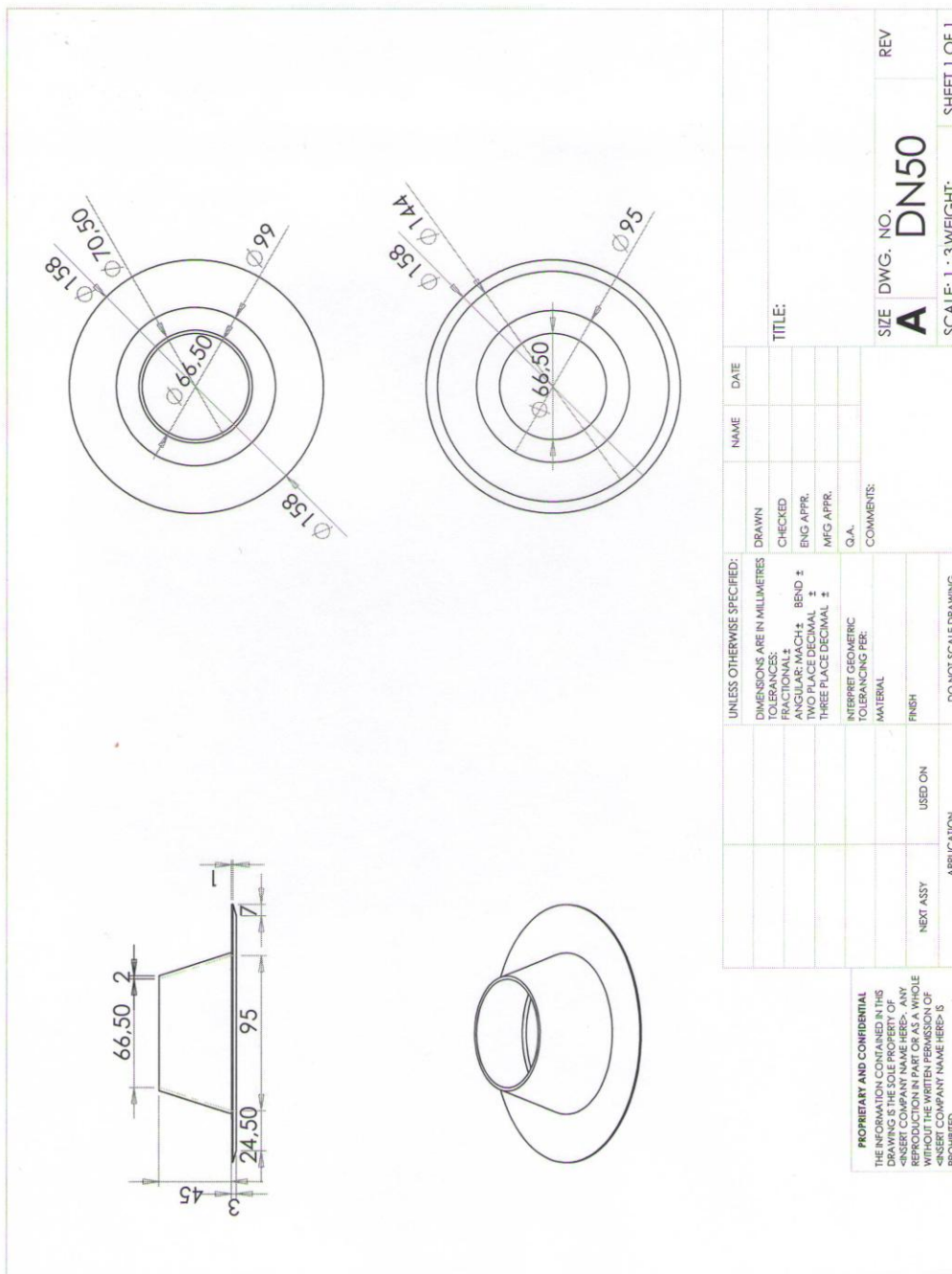












Yhdesuoja DN50

LIITE 5/2

