

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Timo Hautaniemi

TUULETUSKOURUN KEHITTÄMINEN P50L-JULKISIVUJÄRJESTELMÄÄN

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2005

Lehtori Mika Korpela
Purso Oy, valvojana DI Vesa Knuutila

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Hautaniemi, Timo

Tuuletuskourun kehittäminen P50L-julkisivujärjestelmään

Tutkintotyö

45 sivua + 11 liitesivua

Työn ohjaaja

Mika Korpela

Työn teettäjä

Purso Oy, valvojana DI Vesa Knuutila

Kesäkuu 2005

Hakusanat

P50L, julkisivujärjestelmä, tuuletuskouru, alumiini

TIIVISTELMÄ

Purso Oy on alumiiniteollisuudessa toimiva yritys, jonka tuotteisiin kuuluvat alumiinista valmistetut rakennusjärjestelmät. Julkisivurakenteissa veden pääsy rakenteisiin estetään tiivisteillä. Tiedetään, että runkoprofilin pintaan voi kondensoitua vettä. Lasituksissa käytetyt tiivisteet voivat myös vuotaa vettä sisäpuolelle, josta se valuu runkoprofiiliin. Valuessaan runkoa pitkin rakenteisiin vesi aiheuttaa yleensä vesi- tai rakennevahingon. Tuuletuskourun tarkoituksena on tuulettaa runkoprofiili sekä ohjata siinä valuva vesi pois rakenteista. Nykyistä tuuletuskourua käytettäessä täytyy runkoprofilia koneistaa kiinnitystä varten. Tavoitteena oli kehittää uusi tuuletuskouru, joka kiinnittyisi pelkällä silikonimassalla runkorakenteeseen. Työn sisältörunko rakentuu tuotekehityksen eri vaiheiden perusteella. Työssä kerrotaan, kuinka 3D-mallinnus tehtiin, sekä kuvataan pikamalleille tehdyt testit ja niiden tuloksista. Tehtyjen testien pohjalta valittiin toimiva malli, jonka pohjalta tehtiin tarjouspyynnöt muotINVALMISTAJILLE. Tarjousten pohjalta valittiin yritys, joka valmistaisi työkalun sekä valmiita tuotteita. Materiaalin valinta tehtiin vertailemalla erilaisista materiaaleista valmistettuja kappaleita toisiinsa. Tehtyjen testien perusteella valittiin parhaiten vaatimukset täyttävä materiaali. Valmistustekniset ongelmat vaativat, että muottiin lisätään polyeteenipohjaista lisäainetta. Normaalit silikonimassat eivät aikaansaaneet riittävää kiinnitystä kappaleen pintaan. Testaamalla markkinoilla olevia tiivistysmassoja löysimme massan, joka tarttui kappaleen pintaan riittävän voimakkaasti. Uusi tuuletuskouru hyväksyttiin tuotantoon, ja sitä valmistetaan noin 20 000 kappaletta vuodessa.

TAMPEREEN POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Machine Automation

Hautaniemi, Timo

Development of Drainade Flute to Purso P50L-Fasades

Engineering Thesis

45 Pages + 11 appendices

Thesis Supervisor

Mika Korpela

Commissioning Company Purso Oy, Supervisor: Vesa Knuutila (MSc)

June 2005

Keywords

P50L, Fasades, Drainade Flute, Aluminium

ABSTRACT

Purso Oy is company which operates in an aluminium industry. The products of Purso are aluminium profiles. These profiles are used in cladding buildings. Mainly buildings are high and includes long glass walls. Purso has developed a seal which stops the flow of water in the structure. Current seal requires a screw for fastening. The project was planned to make a new seal, which can be fastened, only by silicon, to the structure. This work is a descriptive process of the development of a new ventilation seal. Content of the work is superior because of the different steps in the process. It tells us how the 3D-models were made and Rapid Manufacturing process. The new seal was tested for waterproofing and fastening. Last part of the work is about choosing of relevant materials for the seal.

ALKUSANAT

Tahdon kiittää Purso Oy:tä mahdollisuudesta tehdä tutkintotyöni. Erityiset kiitokset haluan osoittaa tuotekehityspäällikkö Vesa Knuutilalle hyvistä neuvoista, sekä mahdollisuudesta tämän työn tekemiseen. Kiitokset myös järjestelmäpäällikkö Pertti Halmeelle ja muulle järjestelmäyksikön henkilökunnalle tuesta ja viihtyisästä työilmapiiristä.

Kiitos vanhemmilleni tuesta ja kannustuksesta opintojeni aikana.

Tampereella 5.10.2005

Timo Hautaniemi

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	7
2 P50-JÄRJESTELMÄ JA KÄYTTÖKOHTEET	8
3 VANHA TUULETUSKOURU	9
4 LUONNOSTELU	9
5 KIINNITYSKOHTA	10
6 3D-MALLINNUS	11
7 MALLIN SOVITTAMINEN LIITOSKOHTAAN	12
8 KUVIEN MUUNTO OIKEAAN FORMAATTIIN	13
9 PIKAMALLINNUS	14
9.1 Teoriaa	14
9.2 Pikamallinnusmenetelmiä	14
10. PIKAMALLIEN TILAAMINEN	15
11. ENSIMMÄISET VERSIOT PIKAMALLEISTA	15
11.1 Testaus 1	16
11.2 Pikamalli nro 1	16
11.3 Silikonin tunkeutuminen	16
11.4 Vesitesti	17
11.5 Tulokset	18
11.6 Vanhan mallin hyödyntäminen	18
11.7 Muutokset uusiin malleihin	18
11.8 Pikamallien tilaaminen	19
12 PIKAMALLIT, VERSIO 2	19
13 TESTAUS	19
13.1 Tiivistystesti	20
13.2 Vesitesti	21
13.3 Testitulokset	21
13.4 Parannuskohdat	21
13.5 Vanhan mallin hyödyntäminen	21
13.6 Muutokset uusiin pikamalleihin	22
13.7 Pikamallien tilaaminen	22
14 PIKAMALLIT, VERSIO 3	22
15 TESTAUS	23
15.1 Tiivistystesti	23
15.2 Vesitesti	24
15.3 Tulokset	25
16 TARJOUSPYYNNÖT	26
16.1 Yhteenveto tarjouksista	26
16.1 Tarjousten käsittely	30
17 MATERIAALIN VALINTA	31
17.1 Polyeteeni	31
17.2 Polypropyleeni	33
17.3 Termoplastinen elastomeeri	34

18 UUDET TUULETUSKOURUT	34
19 OMINAISUUKSIEN TESTAUS.....	35
19.1 Tuuletuskouru PP	35
19.2 Tuuletuskouru PE-LD	35
19.3 Tuuletuskouru TPE.....	35
19.4 Tuuletuskourun valinta vesitestiin.....	36
19.5 Vesitesti TPE:lle	36
19.6 Lopputulos.....	36
20 MUSTAT TUULETUSKOURUT.....	37
21 ONGELMA PE-LISÄAINEESTA.....	37
22 TIIVISTYSMASSAT	37
22.1 Tremco Oy.....	37
22.2 Otto-Chemie Oy	37
23 TIIVISTEMASSOJEN TESTAUS	38
23.1 Tremco.....	38
23.2 Otto-Chemie	39
24 TULOKSET	39
24.1 Novasil S64	39
24.2 Novasil S54	40
24.3 Multifog.....	40
24.4 Vent-TEX	41
25 JOINT INDUSTRY.....	41
25.1 Tulokset	41
25.2 Johtopäätökset	42
25.3 Tuotesuositukset.....	42
25.4 Yhteenvedo tiivistysmassoista	43
26 MUUTOS TUULETUSKOURUUN	43
27 YHTEENVETO	44
LÄHTEET.....	45
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Lasiseinät ovat yleistyneet 2000-luvun rakennuksissa. Rakennuksissa on pitkiä lasiseiniä sekä monesti useita kerroksia. Rakennusmateriaalina on yleensä alumiini niin rungoissa kuin pintalistoissa. Rakennetta suunniteltaessa täytyy huomioida veden valuminen seinää pitkin. Vesi ei saa päästä valumaan rakenteisiin. Purson nykyisellä P50L-julkisivujärjestelmällä rakennetuissa rakennuksissa on mahdollista, että niissä olevien lasiseinien korkeudet saattavat olla usein jopa kymmeniä metrejä. Lasiseinät koostuvat pystyprofileista joiden pituus vaihtelee rakenteen mukaan. Vaakasunnassa kulkevat profiilit tukevat rakennetta sekä jakavat seinän pystysuuntaisiin osiin.

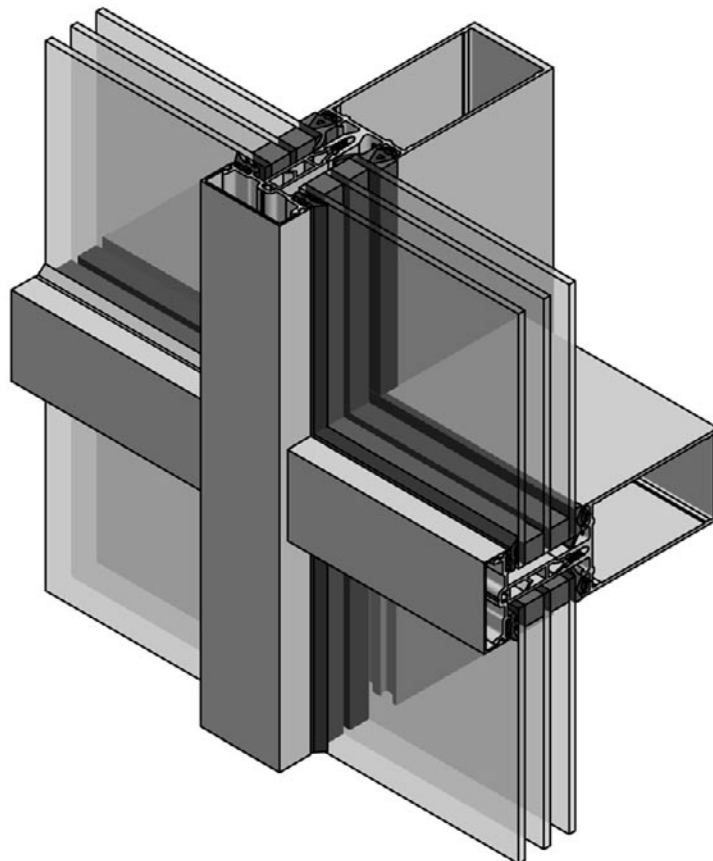
Koko rakennuksen korkuista lasia on yleensä mahdoton rakentaa, joko rakenteesta johtuvista syistä tai kustannussyistä. Arkkitehtuuri yleensä määrittelee rakennuksiin tietyn kerrosjaon. Tällöin väliwaaka kulkee yleensä kerrosjaon mukaisesti, noin 3 metrin välein. Pystyrakenteeseen liittyvät vaakaprofiilit aikaansaavat liitoksen, jota kutsutaan T-liitokseksi. Tämäntyyppisissä kohdissa syntyy ongelma, jonka aikaansaa vesi. Sateella lasin pintaa pitkin valuva vesi ajautuu lasia pitkin liitoskohtaan, josta se pitäisi valua pintalistan ja pystyrungon välissä maahan. Tämä ei olisi mahdollista ilman oikeanlaista tuuletuskourua, joka ohjaisi veden pois rakenteista. Liitos ilman tuuletuskourua johtaa veden valumisen suoraan runkoa pitkin rakenteisiin. Tästä aiheutuu lähes poikkeuksetta vesivahinko, joka johtaa rakenteiden vahingoittumiseen ja homevaurioihin.

Purso on kehittänyt tuuletuskourun, joka liitetään liitoskohtaan ja ohjaa veden pois päin rakenteista. Tuuletuskouru kiinnitetään rakenteeseen levyruuveilla ja tiivistetään tiivistysmassalla. Tuuletuskourun asennuksessa täytyy kuitenkin koneistaa runkoa niin, että se olisi mahdollista saada tiiviisti kiinni. Tästä aiheutuu ylimääräistä työtä ja vaivaa. Rakentajan täytyy huomioida tämä asia, koska runkoprofiileiden täytyy olla koneistettuja ennen niiden asentamista. Vaatimuksena P50L-järjestelmää käytettäessä on, että tuuletuskouru täytyy asentaa vähintään seitsemän metrin välein liitoskohtaan. Lasiseinän ollessa useita kymmeniä metrejä leveitä tästä aiheutuva työn määrä on rakentajan kannalta suuri. Lisäksi mahdollisuutta tuuletuskourun virheelliseen asentamiseen ei voida pitää poissuljettuna vaihtoehtona. Voidaan myös olettaa, että tällaiset seikat voivat johtaa siihen, että rakentaja valitsee kilpailijan järjestelmän. Kilpailijoilla on vastaavia ratkaisuja, mutta myös niissä vaaditaan rungon koneistusta tai vähintään kiinnitykseen levyruuveja ja tiivistysmassaa. Tavoitteena oli kehittää uusi tuuletuskouru, jota käytettäessä ei olisi koneistustarvetta rungon suhteen. Tuuletuskourun täytyisi myös olla yhteensopiva kaikkien P50L-sarjan eri variaatioiden kanssa, koskien lähinnä lasitusta. Asentajan kannalta tärkeintä on helppo ja nopea asennettavuus. Vaatimukseen lisättiin myös, että kiinnitysruuveja ei tarvittaisi ja tuuletuskouru kiinnittyisi silikonilla tai vastaavalla massalla rakenteeseen. Tuuletuskouru ei myöskään saisi olla liian kallis valmistaa. Materiaalin tulisi olla ominaisuuksiltaan sellaista, että se kestäisi hyvin muuttuvia olosuhteita sekä vanhenemista. Tuuletuskourun käyttöiän tulisi olla yhtä pitkä kuin rakennuksen eli vähintään 50 vuotta.

2 P50-JÄRJESTELMÄ JA KÄYTTÖKOHTEET

Purson P50L-sarjan profilit on suunniteltu käytettäväksi julkisivuissa, valokatoissa ja sisälaseinissä. Yleensä alumiinirunko toimii itsekantavana niin, että se ottaa vastaan tuulikuorman ja lasinpainon, mutta se voidaan tarvittaessa kiinnittää myös erilliseen kantavaan runkoon. Lasi kiinnitetään runkoon ruuvikiinnitteisellä lasituslistalla, jonka pintaan asennetaan peitekotelo. Peitekotelo peittää ruuvit näkyttömiin ja erilaisilla kotelomalleilla voidaan vaikuttaa rakennuksen ulkonäköön. Runkoprofiilin , ja lasituslistan väliin asennetaan muovinen lämpökatkoprofiili, joka eristää kylmän ja lämpimän tilan toisistaan. Lämpöeristetyt rakenteet eristävät hyvin lämmön siirtymistä. Rungon U-arvo on jopa alle 1,6 W/m²K. Rungon leveys on 50 millimetriä ja syvyys 5 - 200 millimetriä. Purson P50L-sarjalla rakennettuja kohteita ovat mm./1/

- Hartwall areena, Helsinki
- Holiday Inn, Helsinki
- Radison SAS, Helsinki
- Tiedepuisto, Jyväskylä
- Länsiauto areena, Tampere
- Finnairin rahtiterminaali, Vantaa
- Finnairin toimistotalo, Vantaa.



Kuva 1 Limiliitos julkisivujärjestelmässä

3 VANHA TUULETUSKOURU

Nykyinen tuuletuskouru on valmistettu ruiskuvalamalla. Materiaalina on käytetty mustaa muovia. Muodoltaan kappale on yksinkertainen, eikä siinä ole mitään erityisiä muotoja tiivistämistä varten. Pituutta kappaleella on 64 millimetriä sekä leveyttä 23 millimetriä. Kouruosassa on lievä lasku, että vesi valuisi haluttuun suuntaan. Kourun päässä oleva uloke toimii tippanokkana, jonka tarkoitus on estää veden valuminen kourun alapintaa pitkin takaisin runkoon. Reiät takaosassa on tarkoitettu kiinnitysruuveille, joilla kappale kiinnitetään rakenteeseen.



Kuva 1 Nykyinen tuuletuskouru

Tuuletuskourua asennettaessa seinärakenteeseen pystyrungosta koneistetaan 35 millimetrin matkalta uloke pois. Rungon pohja sekä molemmat tiivisteurat sivellään tiivistysmassalla. Tuuletuskourun pohjaosaan lisätään myös massaa ennen sen asentamista. Kouru asennetaan paikoilleen ja kiristetään kahdella levyruuvilla pystyrunkoon. Lopuksi kourun ja lämpökatkon väli tiivistetään tiivistysmassalla.

4 LUONNOSTELU

Aloin kerätä tarvittavaa tietoa P50L-järjestelmästä sekä siihen liitettävistä komponenteista. Purson verkossa olevasta profiilikirjastosta sain tarvittavat detaljit profiileista. Tuotekehityksen varastosta löysin malleja profiileista. Hahmottamisen helpottamiseksi rakennettiin malli liitoskohdasta. Tämän jälkeen oli mahdollista aloittaa uuden kappaleen luonnostelu. Materiaalina vaahтомуovi oli sopiva karkean mallin tekemiseen. Leikkaamalla mattopuukolla ulkomuodot ja kouru valmistui karkea malli, josta voisi lähteä eteenpäin kehitysprosessissa. Mittaamalla profiilin poikkeileikkauskuvasta liitoskohdan ääri- ja sisämitat pystyin aloittamaan luonnostelun autoCAD-ohjelmistolla.



Kuva 2 Luonnos vaahтомуovista

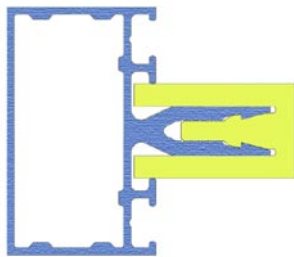
5 KIINNITYSKOHTA

Tuuletuskourun yksi vaatimus on, että se kiinnittyy rakenteeseen ilman ruuveja. Tästä johtuen täytyy kappaleen tiivistyä mahdollisimman monesta kohdasta tiukasti profiliin. Välys ei saisi kuitenkaan olla liian tiukka, koska silloin asennettavuus vaikeutuisi. Aloin suunnitella kiinnityskohdan runkoa luonnoksen pohjalta. Aluksi piirsin ääriiviivat poikkileikkauskuvan päälle. Välykseksi asetin 0,3 mm, joka vaikutti riittävän suurelta. Materiaalin ollessa kumia sen joustavuutta pystyisi hyödyntämään tässä kohdassa.



Kuva 4 Luonnos kiinnityskohdasta

Profilin keskellä olevat urat olivat myös hyödynnettävissä, ja lisäsin niihin kohtiin pienet kiilapinnat. Kiilojen idea olisi lukita tuuletuskouru paikoilleen ja estää sen irtoaminen. Kiilojen korkeus oli asia, joka aiheuttaisi ongelmia, koska liian korkeana se estäisi lukittumisen. Piirsin muutamia eri versioita kiiloista, että saisin jonkinlaisen käsityksen oikeasta tiukkuudesta.



Kuva 5 Kiinnityskiilat

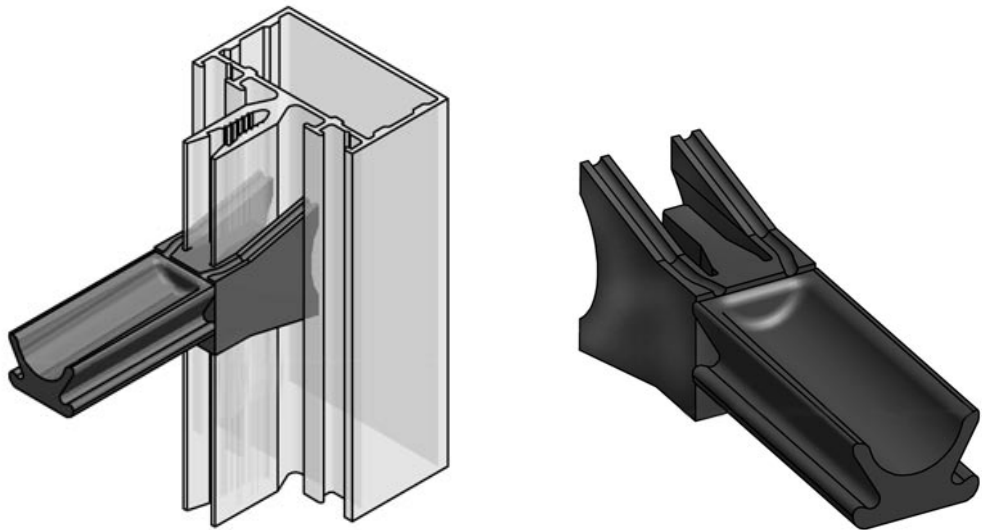
Tuuletuskourun rungon korkeudeksi arvioin riittävän 20 mm, koska luonnoksen korkeus oli saman verran. Kouruosan muodoksi suunnittelin loivaa kaarta, jonka syvyys olisi noin neljä millimetriä. Kaltevuutta kourun pintaan tulisi kahden asteen verran. Kourun tulisi olla pidempi kuin nykyisessä versiossa. Mittaamalla määrittelin kourun pituudeksi noin 80 mm, joka vaikutti riittävältä kaikkien lasipakettien kanssa. Lämpökatkojen vuoksi kappaleeseen täytyisi lisätä myös reunukset, jotka tiivistäisivät katkon ja tiivisteen välisen raon. Reunusten täytyisi olla leveät sekä sopivan muotoiset, että tiivistäminen olisi mahdollisimman tehokasta. Lämpökatkon alapuolella voisi myös kulkea vettä, joten sekin seikka täytyisi ottaa huomioon. Kun lisättäisiin ura reunusten alapuolelle, valuisi vesi sitä pitkin pois, ja samalla yläpuoliset reunukset saisivat lisää kimmoisuutta keventyneen rakenteen ansiosta.



Kuva 6 Kouruosan muoto

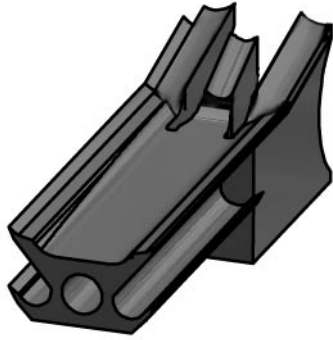
6 3D-MALLINNUS

Seuraavassa vaiheessa luonnostelin ja pursotin kouruosan. Kouruosan kokonaispituuden mitoitin niin, että kappale olisi 80 mm pitkä. Kun malliin lisättiin runkoprofiili, syntyi havainnollistava kuva uudesta mallista. Lisäksi huomasin, että lisäämällä olakkeet kappaleen pohjalle siitä saataisiin tukevampi pystysuunnassa. Pystysuunnassa valuva vesi ajautuisi helpommin kaltevaa pintaa myöden kouruun. Pienien urien avulla vesi ohjautuisi varmemmin haluttuun paikkaan. Kiinnityskohdan seinämään lisäsin kaaren muotoisen aukon. Tämän muodon avulla kappale asettuisi helpommin sekä varmemmin runkoprofilia vasten.



Kuva 7 Tuuletuskouru runkoprofilissa

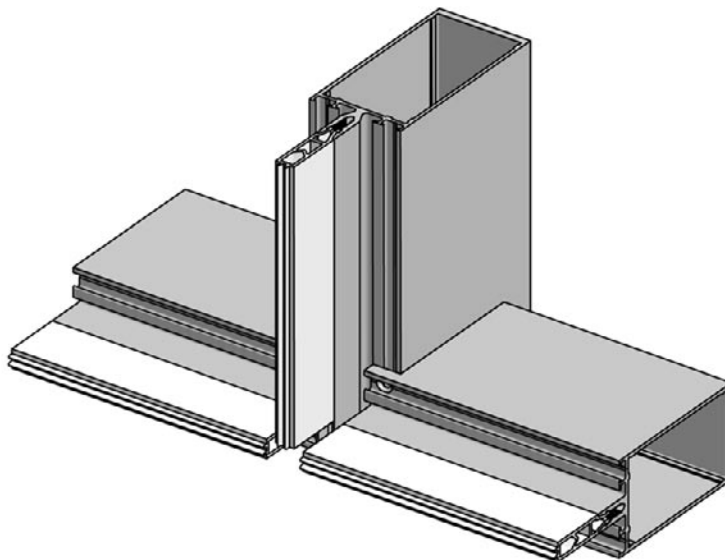
Kappaleen pohjan keskelle lisäsin myös ulokkeen, joka auttaisi vedenohjauksessa sekä tukisi kappaletta. Kouruosan muodossa muutin sen kaarevuutta suuremmaksi. Levitin kourua kaarevammaksi sekä tein siihen loivemman tason, minkä ansiosta veden virtauksen pitäisi parantua. Reunoille lisäsin hetulat, joiden tarkoitus olisi tiivistää lämpökatkon ja pystyrungon välinen rako. Kourun keskelle tein kuuden millimetrin reiän, jota pitkin tiivistysmassa kulkisi pystyrungon ja kappaleen väliin ja tiivistäisi sen. Kappaleen takaosaan tein pienet kanavat kiertämään kiinnitysosan reunoja. Tarkoituksena oli, että tiivistysmassa tiivistäisi kappaleen kiinni runkoon.



Kuva 8 Tuuletuskourun tiivistysreunat

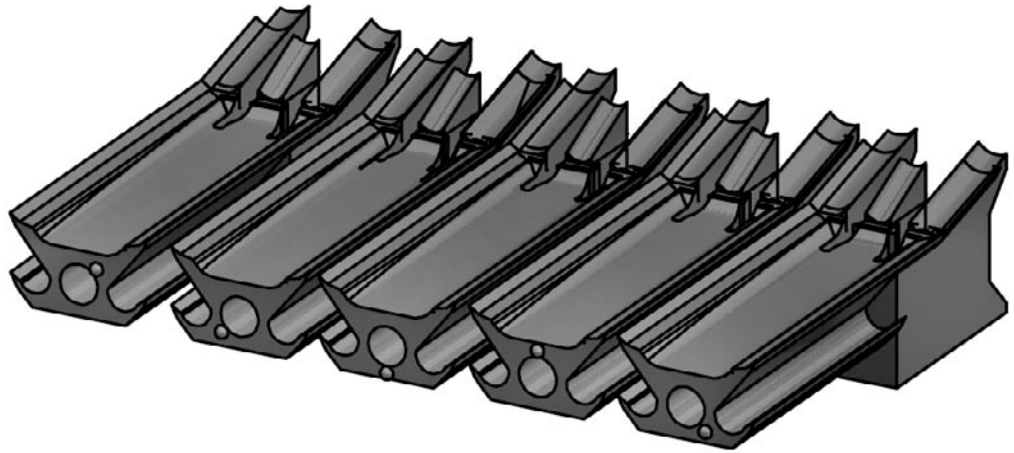
7 MALLIN SOVITTAMINEN LIITOSKOHTAAN

Tuuletuskourun sivulla olevia hetuloita oli vaikea muokata oikeaan muotoonsa ilman liittosmallia. Mallinsin oikean liitoksen Inventor-ohjelmalla ja lisäsin kourun oikeaan paikkaansa. Mallista pystyi mittaamaan etäisyydet kourun reunoihin sekä muut tarvittavat mitat. Muutin kourun muotoa, koska sen syvyys oli hieman epävarma seikka. Alemman kourun muotoa muutin myös syvemmäksi sekä terävämmäksi. Mallista huomasin, että sivuilla kulkevat hetulat täytyy lyhentää niin, että se päättyvät samaan tasoon profiilin reunan kanssa.



Kuva 9 Liitoskohdan 3D-malli

Ensimmäinen versio uudesta tuuletuskourusta tuli valmiiksi. Kumin ominaisuuksia ovat joustavuus ja kimmoisuus, tämä aiheuttaa myös ongelmia suunnittelussa. Tarkkaa tietoa ei reunusten käyttäytymisestä ollut tai siitä, olisivatko ne edes tarpeeksi jäykkiä aikaansaamaan riittävän tiiveyden. Tästä syystä pikamalleja täytyi saada useammasta eri kappaleesta. Tein viisi eri versiota uudesta mallista. Eroavaisuuksia oli kiinnityskohdan tiukkuudessa sekä reunusten leveydessä ja syvyydessä. Lukituskiilat poikkesivat toisistaan niin nousukulman kun korkeuden suhteen.



Kuva 10 Pikamallit

Tein pikamallien päihin tunnistamista helpottavat kohoumat. Muodoksi valitsin puolipallon, koska neliömäinen kuvio voisi helpommin repeytyä pikamallista irti. Muodon tullessa kappaleen pintaan saavutettiin helpompi tunnistettavuus kuin esimerkiksi lovetuilla kappaleilla. Lovetuissa kappaleissa kuopat tai lovet olisivat jääneet helposti jauheen peittoon, ja niitä olisi pitänyt puhdistella jälkikäteen. /Liite 1

8 KUVIEN MUUNTO OIKEAAN FORMAATTIIN

Toivomuksena pikamallinnuksen suorittavalta yritykseltä oli, että 3D-mallit lähetettäisiin IGES-formaatissa. AutoCADissa kuvan pystyy tallentamaan IGES-formaattiin ainoastaan käytettäessä Mechanical Desktop -versiota. Inventor 9 -muunnos tapahtuu yksinkertaisesti tallentamalla kuvasta kopio ja valitsemalla tallennusmuodoksi IGES.

IGES

Lyhenne tulee sanoista /International Graphics Exchange Standard/, suomennettuna sanasta sanaan ”kansainvälinen grafiikanvaihtostandardi”. Se on USA:n puolustusministeriön vuonna 1980 kehittämä formaatti.

9 PIKAMALLINNUS

9.1 Teoriaa

Pikavalmistus on kehitysvaiheessa oleva, noin 15 vuotta vanha tekniikka. Kehityksen edellytyksinä on ollut tietokoneiden, lasertekniikan ja materiaalitekniikan kehittyminen. Tietokoneiden kehitys on johtanut siihen, että 3D-CAD -mallit ovat yleistyneet nopeasti, ja tämä on osaltaan lisännyt pikavalmistuksen kehitystä. Aktiiviset maat pikavalmistuksen kehityksessä ovat USA, Saksa, ja Englanti. 3D-CAD -mallista käännetään stl-tiedosto, josta pikavalmistuskone saa viipaloidun mallin. Tästä viipaloidusta geometriasta kone valmistaa metalli- tai muoviraaka-aineesta kerroksittain valmiin kappaleen täysin automaattisesti./2/

9.2 Pikamallinnusmenetelmiä

- SLS, Lasersintraus

SLS-menetelmässä kuumennetaan laserilla ohut pulverikerros siten, että se sulaa edelliseen kerrokseen kiinni.

- FDM, Fused Deposition Modeling

FDM-menetelmässä ruiskutetaan termoplastista materiaalia sulana suuttimen läpi edellisen kerroksen päälle.

- LOM, Laminated Object Manufacturing

LOM-menetelmässä liimataan ohutta, kuumaliimalla pinnoitettua kalvoa edellisen kerroksen päälle ja leikataan laserilla.

- SLA, Stereolitografia

SLA-menetelmässä kovetetaan laserin avulla nestemäistä, valokovettuvaa hartsia kerroksittain.

- SGC, Solid Ground Curing

SGC-menetelmässä kovetetaan UV-valolla valokovettuvia hartseja kerroksittain.

- LENS, Laser Engineered Net Shaping

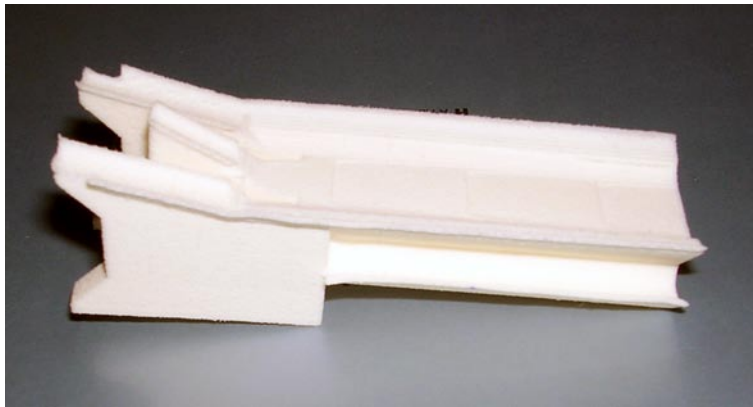
LENS-menetelmässä suihkutetaan neljästä suuttimesta metallipulveria suurteholaserin polttopisteeseen, jolloin se hitsautuu edelliseen kerrokseen./2/

10. PIKAMALLIEN TILAAMINEN

Purso on teettänyt aikaisemmin pikamalleja kehittämilleen kappaleille. Aikaisempien kokemusten perusteella valittiin sama toimittaja. Yritys oli Virtain muovityö, joka käyttää lasersintrausta valmistaessaan pikamalleja. Lähetin kuvat IGES-formaatissa sähköpostitse. Lisätoiveena materiaalin suhteen oli, että sen kovuus vastaisi Shore 70 -luokan vaatimuksia. Tämän kovuusluokan materiaalin uskoimme olevan sopivan kova, mutta silti riittävän joustava. Tilauksesta lähetettiin vahvistus sekä otettiin yhteyttä puhelimitse. Materiaalin suhteen Virtain muovityö ehdotti Somos 201:tä sopivaksi. Pikamallinnukseen arveltiin kuluvaksi aikaa päivän verran. Muutamaa päivää myöhemmin saimme postitse ensimmäiset pikamallit testattavaksi.

11. ENSIMMÄISET VERSIOT PIKAMALLEISTA

Pikamalleista sai hyvän ensivaikutelman. Materiaali tuntui sopivan kovalta sekä joustavalta. Mallit eivät myöskään murtuneet heti taivuteltaessa. Kappaleen reunukset tuntuivat kestävän hyvin eivätkä saaneet plastisia muodonmuutoksia. Malleissa olevat kiinnityskiilat näyttivät olevan juuri sellaisia kuin halusimme. Kiilat vaikuttivat oikean muotoisilta sekä kestävilä. Kourusta oli selvästi havaittavissa kappaleen valmistussuunta. Kourussa näkyi juovia, joista pystyi päättelemään kappaleen olleen vaakatasossa. Keskellä olevasta reiästä huomasi myös, että yläreunassa oli tasainen osuus. Tällainen muoto syntyy, koska lisäainetta suihkutetaan ympyrämuodon yläosaan, jolloin se laserin lämmittäessä valuu reiässä hieman haluttua alemmaksi. Tunnistamista varten tehdyt puolipallot tekivät kappaleiden tunnistamisen helpoksi. Pikamalleja oli kaiken kaikkiaan 15 kappaletta. Jokaista mallia oli kolme kappaletta.



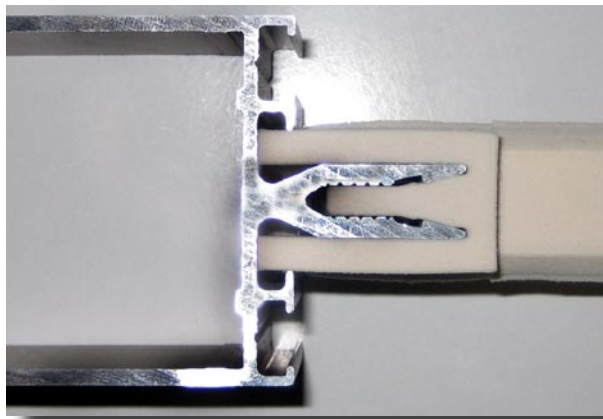
Kuva 11 Pikamalli termoplastisesta elastomeeristä

11.1 Testaus 1

Testausvaiheen ensimmäisen vaiheen tarkoitus oli selvittää oikea välys sekä kiilakorkeus kiinnityskohdassa. Toisessa vaiheessa testataan silikonin tunkeutumista tiivistyskanavaa pitkin. Tämä testi tehtiin vain yhdelle kappaleelle, koska kanava on kaikissa kappaleissa identtinen. Kolmannessa vaiheessa testataan vedenohjausta liitospohdassa. Tässä testissä käytettiin mallina ollutta limittäisliitosta, johon kappaleet asennettiin kiinni.

11.2 Pikamalli nro 1

Kappaletta testatessa huomasin sen ohjautuvan sekä kiilautuvan hyvin myös profiilin pohjaan saakka.



Kuva 12 Pikamalli rungossa

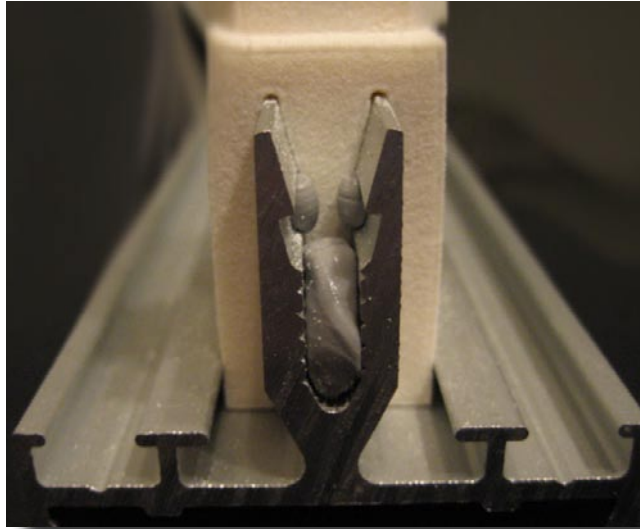
Kiinnityskiilan muoto sen sijaan vaikutti olevan liian loiva sekä liian matala. Varsinaista lukitusta ei tapahdu. Kiilassa, joka asettuu profiilin keskelle, kulma vaikutti olevan sopiva ja se kiilautui hyvin profiilin pintaa vasten. Profiilin piikit jäivät sopivan etäisyyden päähän kappaleen pohjasta. Vertailemalla eri kappaleiden toimivuutta huomasimme, että kappale numero 3 oli kaikista toimivin. Lukituksen tapahtuessa kuului terävä napsahdus, kun kiilat tunkeutuivat uraan. Muissa kappaleissa tätä ei tapahtunut tai välys oli liian tiukka.

11.3 Silikonin tunkeutuminen

Pikamalli Nro 1

Tiivistystestissä käytimme normaalia silikonipohjaista tiivistysmassaa. Ennen testauksen alkua puhdistin kanavat pulverista, joka oli jäänyt sinne pikamallinnuksesta. Silikonipuristimella lisättiin silikonista kappaleen päässä olevasta reiästä sisään. Aluksi massa meni helposti sisään kanavaan, kunnes saavutti kappaleen loppupään. Sen jälkeen voimantarve lisääntyi huomattavasti.

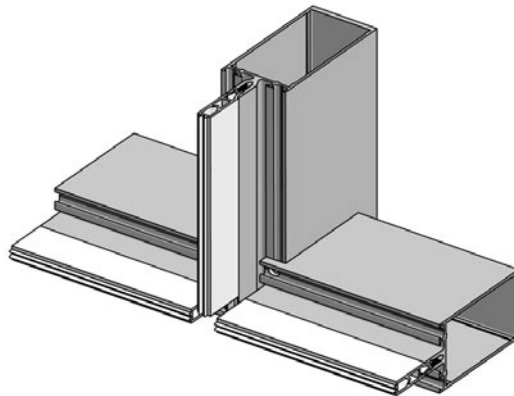
Lisäsin puristusvoimaa, minkä jälkeen massa pursosi profiilin ja tiivisteiden välistä. Aluksi näytti siltä, ettei massa olisi tiivistänyt pohjaosaa kunnolla. Ennen tarkempia tarkasteluja annoin silikonin kuivua muutaman tunnin. Silikonin kuivuttua aloin tutkia kappaletta tarkemmin. Huomasin, että keskiosa oli noussut koholle. Syynä tähän oli massan aiheuttama kova pintapaine, joka sai ulokkeen nousemaan rajusti ylöspäin. Alaosassa vastaavaa ilmiötä ei ollut havaittavissa. Kappaleen sivuissa ilmeni myös pullistumaa, jonka tiivistysmassan paine aiheutti.



Kuva 13 Silikonin tunkeutuminen kappaleen alapuolella

11.4 Vesitesti

Vesitestausta suoritettaessa asetettiin liitosmalli normaaliin pystyasentoon. Yksinkertaisesti kaatamalla vettä lämpökatkon päälle ja runkoprofiilin pohjaosaan oli mahdollista nähdä, mihin vesi valuisi. Liitoskohdassa olevat lämpökatkot ja pikamallin reunat jäivät hieman liian kauas toisistaan. Raosta valui vettä kappaleen ohitse runkoprofiiliin. Myös pystysuunnassa kaadettu vesi yritti ajautua rungon pohjaa pitkin, ja pieni osa vedestä valui ohi tiivisteiden. Testit muilla kappaleilla eivät olleet tarpeen, koska muutettavat reunojen muodot olivat näissä vastaavia.



Kuva 14 Vesitestissä käytetty liitosmalli

11.5 Tulokset

Ensimmäiset versiot tuuletuskourusta antoivat monenlaista tietoa. Testitulosten perusteella totesin, että muutoksia täytyisi tehdä aika paljon. Tiivistyskanavan ollessa liian pieni ei massa päässyt kulkemaan tarpeeksi helposti. Vastuksen suuruudesta aiheutui lisäpainetta kappaleen sisälle, jolloin sen rakenne alkoi joustaa. Tämä ilmeni olakkeen voimakkaana taipumisena sekä seinämien pullisteluna. Idea virtauskanavasta tuntui toimivan, mutta sen koon täytyy olla sopivassa suhteessa tiivistysmassan ominaisuuksiin. Kiinnitysosan tiukkuus tuntui olevan kaikista paras silloin, kun välystä ei ollut lainkaan. Kappaletta paikalleen painettaessa osuivat sen ulkoreunat profiilin sisäreunoihin. Tämän välttämiseksi voisi tehdä pienet viisteet kappaleen reunoihin. Tiivistysreunojen muoto ei toiminut täysin kunnolla lämpökatkon kanssa. Lisäksi reunat olivat liian alhaalla, eivätkä reunat myöskään olleet tarpeeksi pitkiä. Kappale voisi olla pidempi, koska lasipaketin paksuudesta riippuen se jäisi helposti liian lyhyeksi. Varsinainen kouruosa oli hieman matala, koska veden määrää lisätessä alkoi kouru täytyä helposti. Kiinnityskohdassa oleva kiila on toimiva, mutta lisää valmistuskustannuksia valumuotin suhteen. Muotin täytyisi avautua vähintään neljään suuntaan, että kappale olisi mahdollista valmistaa.

11.6 Parannuskohdat

Saatujen tulosten perusteella muutettavia ominaisuuksia ovat

- tiivistyskanavan koko
- kiinnityskohdan muoto
- kappaleen pituus pidemmäksi
- reunojen muoto tiiveyden kannalta
- kourun syvyys.

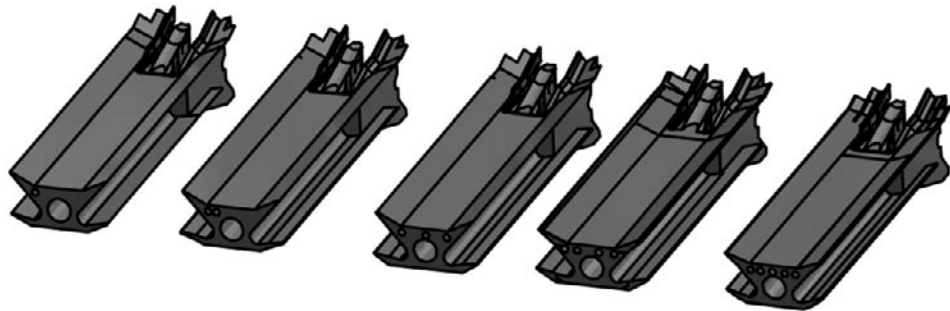
11.7 Vanhan mallin hyödyntäminen

Kiinnityskohdan muoto oli muuten toimiva, mutta lukituskiilat täytyi poistaa niiden lisäessä kustannuksia. Ensimmäisestä pikamallista hyödynsin kiinnityskohtaa siten, että jätin siitä kiinnityskiilat pois.

11.8 Muutokset uusiin malleihin

Luonnostelin uusia erilaisia versioita kourun muodosta. Kourun yläosan leveys vaihteli 25 millistä 27 milliin saakka. Eroa ensimmäiseen mallin leveyteen tuli noin 3 millia. Kouruosan syvyyden muutin kolmeen milliin. Radikaalimmat muutokset syntyivät alempaan tiivistyshuullokseen.

Korkeussuunnassa eroavaisuutta on syvyydessä sekä uran muodossa. Kappaleen pituuden muutin 100 millimetriin, joka on 33 millimetriä enemmän kuin alkuperäinen. Sivulla kulkeva tiivistereunus ulottuu nyt melkein kappaleen perälle saakka. Mallien kiinnityskohdassa pidensin keskellä olevaa uloketta niin, että sen kärki jää millin päähän runkoprofilin pohjasta. Kiinnitysosan sivuilla kulkeviin reunusten muotoon tein syvyyttä enemmän. Reunus on myös teräväpiirteisempi. Tiivistyskanavaan tuli pieniä muutoksia. Kappaleen reunaan tuli halkaisijaltaan samankokoinen lovi kuin itse tiivistyskanava. Kappaleen pohjaan tein loivemman muodon. Vastaavasti yläpuolelle lisäsin hieman materiaalia jäykistämään olaketta ja näin estämään sen taipumisen tiivistysmassa lisättäessä. Käytin aikaisempaan tapaan puolipallon muotoja kappaleiden tunnistamiseen. /Liite 2



Kuva 15 3D-mallit pikamallinnukseen

11.9 Pikamallien tilaaminen

Muunsin uudet kuvat tuuletuskouruista IGES-formaattiin ja lähetin sähköpostitse Virtain muovityö Oy:lle. Kappaleita oli yhteensä viisi erilaista. Kappaleiden valmistamiseen kuluisi aikaa yhden työviikon verran.

12 PIKAMALLI, VERSIO 2

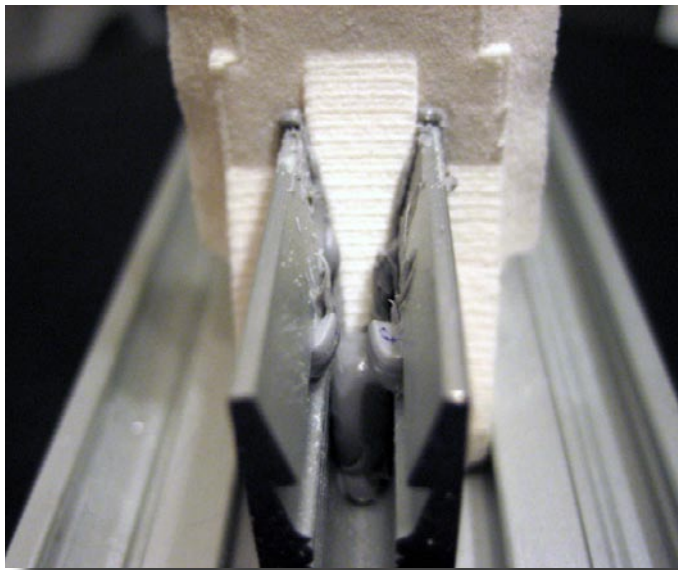
Uusia malleja saapui yhteensä 15 kappaletta. Kappale tuntui hyvin taipuisalta, mutta kesti silti taivutusta murtumatta. Tiivistereunukset olivat näissä malleissa paljon tukevammat kuin edellisissä. Alareunan tiivisteet tuntuivat erittäin joustavilta sekä säilyttivät muotonsa. Kourun muodot olivat loivemmat kuin aikaisemmissa malleissa. Alaosassa oleva kevennys sai kappaleen näyttämään kevyemmältä, ja tuntui, että se sopisi käteenkin paremmin. Yläpuolella oleva vahvistus tuntui jäykemmältä kuin aikaisemmat.

13 TESTAUS

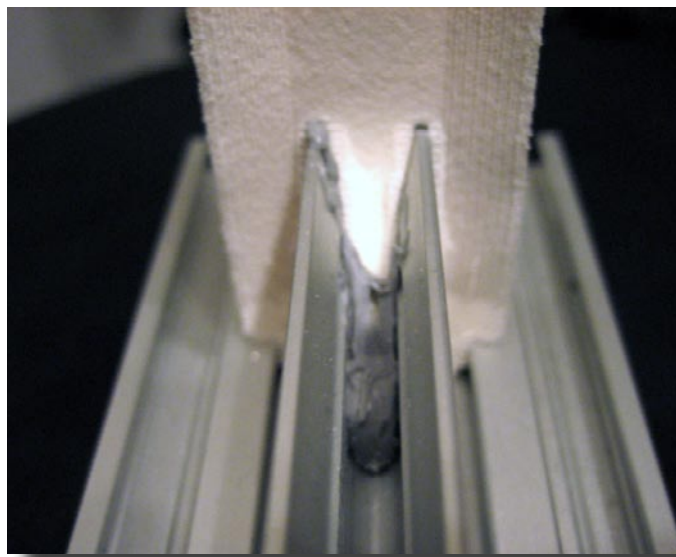
Tarkoituksena oli tehdä samat testit kuin aikaisemminkin. Testaukset alkoivat tiivistystestillä. Seuraavana testinä tehtiin vesitesti parhaiten sopiville kappaleille. Kiinnitystestissä totesin, että kiinnityskohdan osalta kappale oli kunnossa. Kappale kiinnitettiin hyvin paikoilleen, eikä keskikohdan pidennys ollut liian pitkä.

13.1 Tiivistystesti

Tiivistystestiä varten oli hankittu P50L-sarjan profilia sahattuna 150 mm pituuteen. Kappale asetui hyvin paikoilleen. Silikonina käytin Novasil 54:ää, joka on väriltään harmahtavaa. Pidin käsillä kiinni kappaleesta ja painoin suulakkeen tiivistysmassareikään. Massa kulkeutui hyvin kappaleen perään saakka. Tämän jälkeen massaa alkoi pursuta profiilin keskelle kappaleen kummaltakin puolelta. Jostain kumman syystä massaa ei kulkeutunut runkoprofiilin pohjaan saakka. Kappaleen sivussa olevasta reiästä huomasi, että massa kulkeutui siihen asti, muttei pidemmälle. Puristusvoimaa lisätessä repeytyi kappaleen reuna auki. Testi suoritettiin muutamaan kertaan. Massa saatiin kulkeutumaan runkoon asti vasta kun keskioake tuettiin levyruuvilla.



Kuva 16 Silikonin tunkeutuminen kappaleen alapuolella



Kuva 17 Silikonin tunkeutuminen kappaleen yläpuolella

13.2 Vesitesti

Vanha testikappale poistettiin liitosmallista, minkä jälkeen silikonit poistettiin runkoprofiilista. Silikonia lisättiin ensiksi hieman runkoprofiilin pohjaan. Uusi pikamalli kiinnitettiin kiinnitysidean mukaisesti liitoskohtaan ja tiivistettiin lopuksi silikonilla. Huomasimme, että tiivistys tapahtui nyt paljon paremmin kuin aikaisemmin. Tiivistysreunat puristuivat paljon tiiviimmin lämpökatkoa vasten. Malliliitos asetettiin normaaliin asentoonsa, ja vettä kaadettiin lämpökatkojen päälle. Vesi ohjautui kouruun melkein täysin. Pieni osa vedestä pääsi vuotamaan tiivistysreunan välistä, mikä ilmeni valumisena runkoa pitkin. Pystysuunnassa valuva vesi ajautui täysin kouruun eikä valunut tiivisteen ohitse.

13.3 Testitulokset

Tiivistystestin perusteella voidaan todeta, ettei tiivistysmassalle suunniteltu kanava toimi vielä kunnolla. Massa ei tunkeudu riittävän voimakkaasti runkoon asti. Tiivistys tällä testikappaleella vaatii ehdottomasti alkuasennusvaiheessa silikonin rungon pohjalle. Massan puristusvaiheessa yläpuolinen olake ei taipunut enää niin voimakkaasti kuin aikaisemmin. Alapuolella taipumista oli havaittavissa, mutta se ei ollut kriittisellä tasolla. Kaikesta huolimatta kappale kiinnittyi lujasti runkoprofiiliin eikä vaadi minkään muunlaista kiinnikettä. Asennusvaiheessa kappale yritti vähän tarttua runkoprofiiliin kiinni. Asettumista voisi helpottaa tekemällä pienet viisteet kappaleen reunoille. Vedenohjaus toimi paremmin kuin edellisillä versioilla, muttei silti vielä täysin moitteettomasti. Tiivistysreunan terävä muoto aikaansai liitoskohtaan pykälän, joka esti veden pääsyä suoraan kouruun. Tiivistysreunan pinta-alaa kasvattamalla saisi isomman kosketusalan liitoskohtaan. Tiivistysreunan täytyisi puristaa sekä tiivistää samalla. Alatiivistysreuna toimi myös paremmin ja kiristyi kohtuullisen hyvän lämpökatkon alareunaan. Saatujen testitulosten pohjalta parannuskohdat tuuletuskourussa ovat

- Tiivistyskanavan muoto
- Tiivistysreunan muoto
- Kourun syvyys
- Kiinnityksosaan viiste helpottamaan asentamista

13.4 Vanhan mallin hyödyntäminen

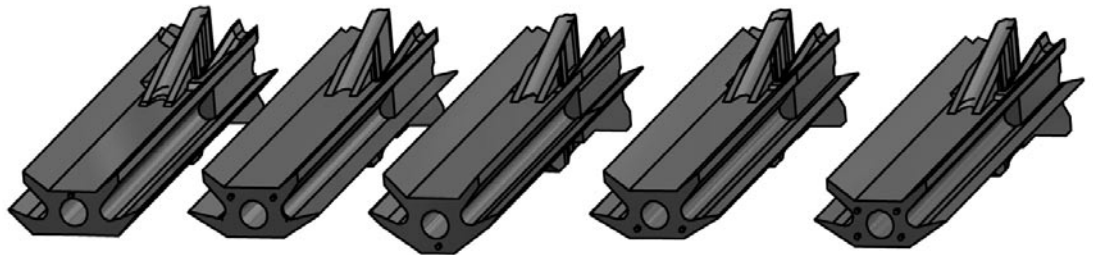
Kiinnityksosa on toimiva kiinnityksen suhteen. Ainoa muutos täytyisi tehdä sisäiseen tiivistyskanavaan. Kourun muotoa voidaan myös hyödyntää syventämällä sitä hieman.

13.5 Muutokset uusiin pikamalleihin

Suurensin tiivistyskanavan kokoa muuttamalla sen muodon neliöksi. Seinämien pinta-ala kasvoi suuremmaksi, vaikka halkaisija ei muuttunut. Syvensin kanavaa pituussuunnassa, koska siinä oli kanavan ahtain kohta. Pienensin myös keskellä olevaa rakoa, koska se auttaisi tiivistysmassaa kulkeutumaan reunakanavia pitkin profiilin runkoon. Kiinnitysolakkeeseen lisäsin jälleen materiaalia, koska se ei vieläkään ollut tarpeeksi jäykkä. Vastaavasti myös alapuolelle lisäsin kaltevan pinnan tukemaan pystysuuntaista taipumista. Tiivistysreunuksiin tein suoran pinnan ja muutin hieman reunan kulman muotoja. Alapuolisen tiivistysreunan muotoja muutin niin, että ne kiilautuisivat kunnolla lämpökatkon alle. Lisäksi pidensin reunuksien pituutta niin, että ne loppuvat samaan tasoon profiilin kanssa. Erilaisia versioita syntyi kaiken kaikkiaan viisi kappaletta. Eroavaisuudet esiintyivät tiivistysreunuksien alueella. Liite 3.

13.6 Pikamallien tilaaminen

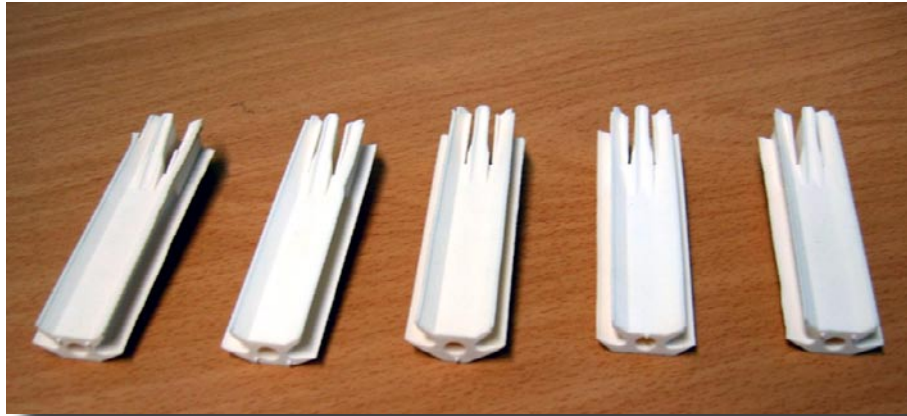
Muunsin uudet kuvat tuuletuskouruista IGES-formaattin ja lähetin sähköpostitse Virtain muovityö Oy:lle. Kappaleita oli taas yhteensä viisi erilaista. Kappaleiden valmistamiseen kuluisi aikaa yhden työviikon verran. Pieniä ongelmia ilmeni raaka-aineen kanssa. VMT ilmoitti, ettei ole varmuutta raaka-aineen riittävydestä. Koneessa täytyisi olla tietty määrä raaka-ainetta toiminnan kannalta. Valmistus kuitenkin päätettiin aloittaa, ja kappaleiden valmistamiseen menisi taas yksi työviikko.



Kuva 18 3D-mallit pikamallinnukseen

14 PIKAMALLIT, VERSIO 3

Uudet mallit poikkesivat ulkomuodoltaan suuresti ensimmäisistä pikamalleista. Kiinnitysolakkeet tuntuivat jäykiltä. Tiivistyskanava näytti myös riittävän isolta. Tiivistysreunukset olivat tukevammat sekä niissä oli suorat reunat. Näistä pikamalleista tultaisiin valitsemaan toimivin, minkä jälkeen ruiskuvalumuotti tilattaisiin sen kappaleelle.



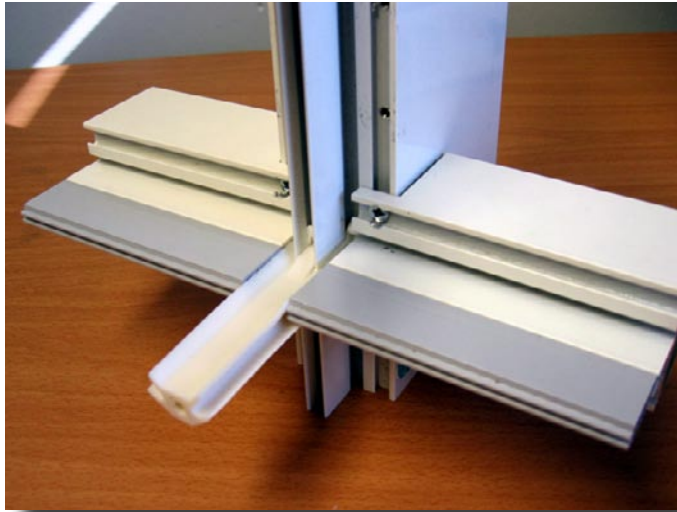
Kuva 19 Pikamallinnetut kappaleet

15 TESTAUS

Tässä testissä testattiin ainoastaan tiivistyskanavan toimivuus sekä vedenohjaus.

15.1 Tiivistystesti

Kappale kiinnitettiin I-runkoiseen P50L-sarjan profiliin. Asennus tapahtui ilman ensitiivistystä puhtaaseen runkoon. Silikonina käytettiin Novasil S54:ää, jota oli käytetty myös aikaisemmissa testeissä. Tiivistysmassa ajautui hyvin kappaleen päähän saakka. Tässä kohtaa oli aikaisemmin ollut ongelmia, mutta tällä kertaa massa virtasi hyvin. Tiivistysmassa alkoi pursuta rakoihin, ja kappaleen reunat pullistuivat hieman. Massaa olisi nyt riittävästi kappaleen sisällä ja se jätettiin kuivamaan. Kappaleen kuivuttua aloin tutkia, kuinka massa oli kulkeutunut kappaleessa. Alapuolella massa oli tunkeutunut täysin keskivakoon sekä kappaleen ja rungon välistä. Alapuolisessa kiinnitysolakkeessa ei ilmennyt liiallista taipumaa. Kappaletta sivulta katsottaessa huomasin, että massa oli tunkeutunut myös pienestä reiästä pihalle, mikä oli tarkoituskin. Kappaleen yläpuolella tiivistys oli tapahtunut myös hyvin. Tiivistysmassa oli tunkeutunut hyvin keskiolakkeen välistä, eikä taipumista ollut havaittavissa. Runkoprofiilin pohjaosassa oli myös tapahtunut tiivistyminen. Tiivistysmassa oli tunkeutunut hyvin pohjaan saakka ja tiivistyi sen täysin. Kappaleen rungossa oli havaittavissa pientä pullistumaa, jonka tiivistysmassan aiheuttama paine sai aikaan.



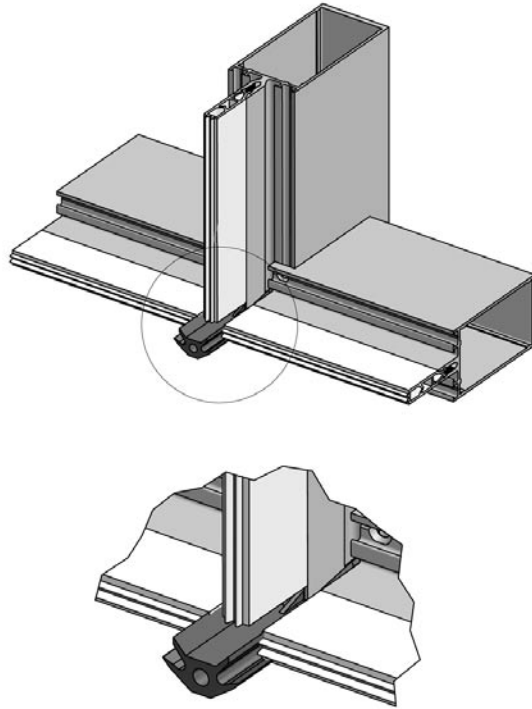
Kuva 20 Pikamalli tiivistystestissä



Kuva 21 Tiivistysmassan tunkeutuminen

15.2 Vesitesti

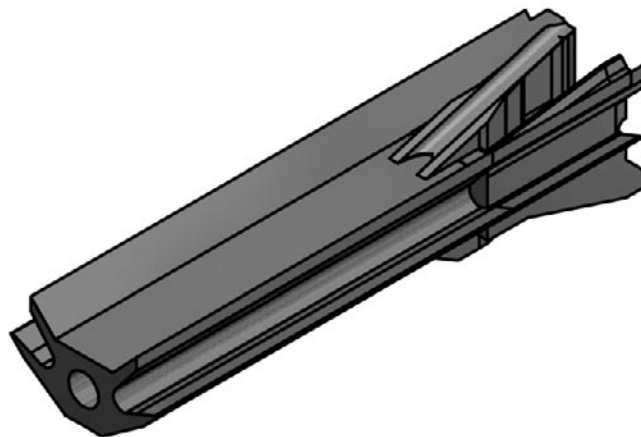
Vesitestiin valitsin kappaleen, jonka tiivistysreunat sopivat parhaiten liitosmalliin. Kappale, jossa oli yksi piste kappaleen päässä alaosassa, vaikutti parhaiten sopivan testiin. Kappale asennettiin paikoilleen ja tiivistettiin silikonilla. Vesitestissä kaadettiin vettä lämpökatkon päälle. Vesi valui suunnitellusti kouruun ja ohjautui pois rungosta. Pystysuunnassa valutettu vesi ohjautui myös kouruun täysin, eikä läpivuotoja esiintynyt.



Kuva 22 Pikamalli asennettuna vesitesti varten

15.3 Tulokset

Tehtyjen testien perusteella pikamalli, jossa on yksi tunnistusmerkki alhaalla keskellä, toimi parhaiten. Tiivistystesti oli onnistunut ja havaintojen perusteella täysin toimiva. Vesitestissä kappale toimi moitteettomasti. Mallinnusprosessi tuli valmiiksi. Seuraavaksi tuotteesta voidaan ryhtyä kysellä tarjouksia muotinvalmistajilta.



Kuva 23 3D-malli valmistettavasta tuuletuskourusta

16 TARJOUSPYYNNÖT

Tarjouspyynnöissä kysyimme tarjouksia valmistusmuotista. Valmistettavista kappaleista halusimme tietää ostoerän suuruuden sekä valmistushinnan. Tarjouspyyntöjä kappaleesta lähetettiin yhteensä kahdeksaan muovialan yritykseen. Kappaleen muodot asettavat kovat vaatimukset muotille. Kappaleen pituus (100 mm) voi myös olla esteenä eräille valmistajille, koska ruiskumuoviset kappaleet ovat yleensä lyhyitä ja ne voidaan valmistaa pystysuunnassa. Kappaleiden ostoerän suuruudeksi arvioitiin 20 000 kpl/ vuosi. Yritykset, joihin lähetimme tarjouspyynnöt, sijaitsevat ympäri Suomea.

- Oy Mar-CON Polymers Ltd, Kiiikka
- Leomuovi Oy, Viiala
- Plastone Oy, Ylöjärvi
- Valukumpu Oy, Outokumpu
- Abloy Oy työkalutehdas, Heinävaara
- Virtain muovityö Oy, Virrat
- Okartek Oy, Kaarina
- Plastep Oy, Kuortti

Tiedustelimme puhelimitse yritysten halukkuutta ryhtyä tekemään muottia. Yritykset halusivat lisäksi mallista 3D-kuvan tai piirustukset, joista selviäisivät kappaleen ulkomitat ja yksityiskohdat.

16.1 Yhteenveto tarjouksista

Alle olen listannut tarjouksissa esiintyneet pääkohdat ja vertailun kannalta oleelliset tiedot.

Oy Mar-Con Polymers Ltd

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
2500 kappaleen erässä kappalehinta 0,48 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
TPE, 60 ShA, musta

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
12 000 € Alv 0 %
Toimitusaika 10 viikkoa tilauksesta

- Muut ehdot

Tilaaaja vastaa viranomaisvaatimuksista, koska sellaisia ei ole ilmoitettu tarjouspyynnössä.

Leomuovi Oy

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
20 000 kappaleen erässä kappalehinta 0,174 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
PP, musta

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
8500 € Alv 0 %
Toimitusaika 8 viikkoa tilauksesta
- Muut ehdot

Asiakas toimittaa laadunvalvonta ohjeistuksen. Hinnat ovat sidottu raaka-ainehintaan. Hintamuutoksen ylittäessä 5 % käynnistämme neuvottelut hinnankorotuksen siirtämiseksi tuotehintaan.

Plastone Oy

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
10000 kappaleen erässä kappalehinta 0,117 €/kpl
20000 kappaleen erässä kappalehinta 0,098 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
PP, musta

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
14 500 € Alv 0 %
Toimitusaika 8 viikkoa tilauksesta
- Muut ehdot

Maksuehtona olivat työkalun suhteen seuraavanlaiset ehdot; 1/3 osa maksusta piti suorittaa tilattaessa, 2/3 koepuristuksessa ja 3/3 hyväksymisen jälkeen.

Valukumpu Oy

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
Kappalehinta oli laskettu materiaalin hinnasta. Kappaleen paino 18.1 g josta laskettuna tuli 0,1369 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
Pehd Borealis MG 9641, musta, hinta 1,2 €/kg

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
12 600 € Alv 0 %
Toimitusajasta ei ollut mainintaa
- Muut ehdot

Maksuehtona olivat työkalun suhteen seuraavanlaiset ehdot; 1/3 osa maksusta piti suorittaa tilattaessa, 2/3 malleista ja 3/3 hyväksytyistä malleista.

Abloy Oy, työkalutehdas

Tuuletuskouru

- Yritys ei tarjonnut tuuletuskouruja, koska valmistaa vain työkalumuotteja.

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
16000 € Alv 0 %
Toimitusaika 10 työviikkoa tilauksesta. Edellyttäen, että malli on valmis valettavaksi tuotteeksi.
- Muut ehdot

Toimittaja ei vastaa tuotantotappiosta, mahdollisesti saamatta jääneestä voitosta eikä mistään muusta välillisestä vahingosta.

Virtain muovityö Oy

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
20 000 kappaleen erässä kappalehinta 1,61 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
PP, musta

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
13960 € + 45 € aloituskuluna, Alv 0 %
Toimitusaika 8 viikkoa tilauksesta
- Muut ehdot

Tarjouksessa ei ollut mainintaa muista ehdoista.

Okartek Oy

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
20000 kappaleen erässä kappalehinta 0,49 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
TPE, 60-70 Shore-A, musta

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
9300 € Alv 0 %
Toimitusajasta ei ollut mainintaa
- Muut ehdot

Maksuehdot olivat työkalun suhteen seuraavanlaiset; 1/3 osa maksusta piti suorittaa tilattaessa, 2/3 koepuristuksessa ja 3/3 hyväksymisen jälkeen. Yli 5 % raaka-aine hinnanmuutos muuttaa tuotteidemme hintaa vastaavalta osalta.

Plastep Oy

Tuuletuskouru

- Ostoerän suuruus ja hinta kappaletta kohden
20 000 kappaleen erässä kappalehinta 0,25 €/kpl
- Materiaali kappaleelle
TPU, musta

Ruiskuvalumuotti

- Hinta ja toimitusaika kaksipesäiselle teräsmuotille
8900 € Alv 0 %
Toimitusaika 8 viikkoa tilauksesta/ lopullisesta 3D-tiedostosta
- Muut ehdot
Maksuehtona olivat työkalun suhteen seuraavanlaiset ehdot; 1/3 osa maksusta piti suorittaa tilattaessa, 2/3 koepuristuksessa ja 3/3 hyväksymisen jälkeen. Muotti on toimittajan omaisuutta kunnes se on kokonaan maksettu. Muovipuristeiden toleranssi- ja hyväksymisehdot SFS 3918.

16.1 Tarjousten käsittely

Saaduista tarjouksista täytyi laskea kannattavin ja edullisin vaihtoehto. Halusimme valita yrityksen, joka tekisi työkalun sekä valmistaisi samalla kappaleet. Työkalu on Purson omaisuutta heti maksun jälkeen, ja siitä lähtien sillä voitaisiin tehdä kappaleita yrityksestä riippumatta. Kalleimman ja edullisimman työkalumuotin välillä oli hintaeroa 7500 €. Vastaavasti tuuletuskourun hintaeroa oli 1,512 €. Tarjouksista selvisi, että toimitusaika muotille olisi 8 - 10 työviikkoa. Toimitusehdoissa ei ilmenyt mitään erityistä huomioitavaa. Yleinen käytäntö maksun suhteen oli, että maksu tapahtuisi osissa aina yhden työvaiheen vaihtuessa. Vaiheita oli kolme; tilaaminen, testimalli ja valmiskappale. Tuuletuskourujen hintaan vaikuttava tekijä on materiaali. Tarjoukset oli laskettu pääsääntöisesti PP:lle. Lisäksi yritykset jättivät mahdollisuuden hinnankorotuksiin, jos raaka-aineen hinnassa tapahtuisi yli 5 % muutoksia. Tarjouksissa laskin kustannukset työkalulle sekä 20000 kappaleen erälle tuuletuskouruja. Alla olevassa taulukossa ilmenee kyseisen paketin yhteishinta.

Taulukko 1 Hintavertailuissa käytetyt tiedot

Yritys	Työkalu € alv 0 %	Kappalehinta €	€/ 20000 kpl	Yhteensä €
Leomuovi	8500	0,174	3480	11 960
Plastep	8900	0,25	5000	13 900
Valukumpu	12600	0,1369	2739	15 338
Plastone	14500	0,098	1960	16 460
Okartek	9300	0,49	9800	19 100
Mar-Con Polymers	12000	0,48	9600	21 600
Virtain muovytyö	13960	1,61	32200	46 160

Jätin vertailusta pois Abloy Oy:n, koska yritys valmistaa ainoastaan työkalumuotteja, lisäksi työkalun hinta oli kaikista korkein 16000 € +Alv.

Taulukosta tulee ilmi kallein sekä edullisin vaihtoehto. Hintaeroa kalleimman ja edullisimman tarjouksen välillä oli **34 200 €**. Työkalujen suhteen kolme yritystä tarjosi työkalun valmistusta alle 10 000 €. Vastaavista yrityksistä kahdella oli huomattavasti edullisempi kappalehintaa. Leomuovi Oy sekä Plastep Oy olivat kaksi edullisinta yritystä. Leomuovin kappalehintaa oli 0,076 € edullisempi kuin Plastep Oy:n. Vaikka Plastonen kappalehintaa oli edullisempi, nosti työkalun hinta tarjouksen liian kalliiksi. Edullisin muotinvalmistaja on LEO MUOVI, jonka tarjous oli 8500 €. Leomuovi Oy valittiin tarjousten perusteella yritykseksi, joka valmistaisi työkalun sekä 20 000 kappaletta tuuletuskouruja.

17 MATERIAALIN VALINTA

Tuuletuskourun käyttöympäristö asettaa materiaalille tiettyjä vaatimuksia. Sääolosuhteiden muutokset, UV-säteily sekä pitkä käyttöikä ovat eräitä vaatimuksia, jotka rajaavat sopivia materiaaleja. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi polyeteeni- ja polypropeeniseosteiset muovit. Hinta olisi myös ratkaiseva tekijä, koska kappaleen korkea hinta voisi johtaa kilpailevan yrityksen valintaan rakennusjärjestelmien suhteen.

17.1 Polyeteeni

Polyeteeni on kestävä muovi, joka valmistetaan polymeroimalla: paineessa, korkeassa lämpötilassa sekä katalysaattorien avulla eteenistä muodostuu molekyyliketjuja. Säännölliset ketjut kiteytyvät helposti, joten materiaalin osittaista kiteisyyttä on hyvin vaikea välttää. Lineaarisen rakenteen, pitkien molekyyliketjujen (suuri molekyylipaino) sekä kiteisyyden ansiosta materiaalilla on useita hyviä ominaisuuksia. Polyeteeni (lyhenne PE) on eräs yksinkertaisimmista ja halvimista polymeereistä valmistaa. Polyeteeni on myös käytetyin muovi ympäri maailmaa. Ominaisuuksiltaan se on vahamaista ja kemiallisesti reagoimatonta muovia.

Polyeteeniä on useita eri laatuja, joista pääryhmät ovat:

- PE-LD (PEL) - pieni molekyylipaino - pehmeä ja joustava
- PE-HD (PEH) - suuri molekyylipaino - kova sekä kestävä
- PE-HD 500 ja 1000 - erittäin suuri molekyylipaino - hyvä kulutuskestävyys.

PE:stä on paljon erilaisia muunnoksia ja sitä sekoitetaan usein muiden polymeerien kanssa. PE kuuluu polyolefiineihin, joita ovat myös polypropeeni, etyyliini, polybutaeni sekä polymetyylipenteeni. PE on sekä elastomeeri että osittain kiteinen, amorfina kestävä muovi./3/

Ominaispiirteitä

- hyvä kulutuskestävyys
- hyvä lovi-iskulujuus myös alhaisissa lämpötiloissa
- hyvä kemikaalien kesto
- veden imeytyminen vähäistä, pieni kaasun läpäisevyys
- elintarvikehyväksytty
- voidaan käyttää hyvin alhaisissa lämpötiloissa
- edullinen.

Mekaaniset ominaisuudet

PE on suhteellisen pehmeä ja joustava materiaali, joten se ei kestä suurta kuormitusta ilman muodonmuutoksia. Lovi-iskulujuus on erittäin hyvä ja materiaali vaimentaa iskua sekä tärinää. Kulutuskestävyys on erinomainen sekä pienissä osissa että suuremmissa kokonaisuuksissa (esim. sillojen vuoraus). PE:n kitkakerroin on pieni, ja sen pinta on sileä sekä erittäin hylkivä.

Lämpöominaisuudet

PE:n käyttölämpötila-alue on $-50 - +80$ °C. PE-HD 1000:ta voidaan käyttää aina -260 °C:een saakka. PE-LD:n kidesulamispiste on n. 110 °C, PE-HD:n n. 135 °C. Lämpömuovauksessa lämpötilarajat pitää ylittää.

Sään ja UV-säteilyn kestävyys

UV-säteily vahingoittaa PE:ä, ja ulkokäyttöön tarkoitettu materiaali stabioidaan.

Palaminen

PE on syttyvä materiaali ja se palaa kirkkaalla liekillä, jonka ydin on sininen. Polyeteeni pisaroi palaessaan, ja liekin sammuttua savu haisee steariinille. Syttymispiste on 340 °C. Polyeteeniä valmistetaan myös huonosti/hitaasti palavana laatuna./3/

17.2 Polypropyleeni

Polypropeeni (lyhenne PP) on termoplastinen polymeeri, jota käytetään useissa tarkoituksissa, kuten kalvoissa, kuiduissa, köysissä ja levyissä. Polypropeeni on erittäin vastustuskykyinen liuottimille, emäksille ja hapoille. Se on kiteinen muovi ja sivutuote öljyn valmistuksessa. Materiaalin käyttö on kasvanut tasaisesti, mikä johtuu PP:n hyvistä työstömahdollisuuksista. PP:tä voidaan myös sekapolymeroida sekä lujittaa erilaisilla lisäaineilla. Paljon käytetty lujiteaine on lasi eri muodoissa. PP kuuluu niin sanottuihin valtamuoveihin kuten muutkin polyolefinit.

Polypropeleeniä valmistetaan polymeroimalla eteeni katalysaattorin avulla.

Ominaispiirteitä:

- hyvä kemiallinen kestävyys
- hyvät mekaaniset ominaisuudet
- hyvä lämmönkestävyys
- hyvä sähköneristyskyky

Mekaaniset ominaisuudet

PP:n lujuusominaisuudet huononevat lämpötilaan noustessa. Verrattuna PE-HD muoviin ovat PP:n lujuusominaisuudet paremmat samassa lämpötilassa. Lovi-iskulujuus on PE-HD:tä alhaisempi. Pehmike- ja lisäainelisäyksillä (PP, PPEPDM) materiaalin joustavuutta ja iskunkestävyyttä voidaan lisätä, jolloin PP:tä voidaan käyttää esim. erilaisina saranoina. Kuormituksessa sallittu muodonmuutos on melko suuri (n. 2,5 %). Lisäainevahvistettujen laatuojen muotostabiliteetti on parempi.

Lämpöominaisuudet

PP:n maksimikäyttölämpötila on korkeampi kuin PE-HD:n. Materiaalia ei tule käyttää alle 0 °C:ssa, sillä iskunkestävyys on huono alhaisissa lämpötiloissa. Korkeita lämpötiloja PP kestää hyvin, sitä voidaan käyttää aina 110 °C:een saakka, jos kuormitus ei ole suuri. Kidesulamispiste on 165 °C, jonka jälkeen materiaalia voidaan lämpömuovata.

Sään ja UV-säteilyn kestävyys

Normaalisti PP ei kestä UV-säteilyä, mutta läpivärjätynä vahingoittuu ainoastaan pintakerros.

Palaminen

PP on syttyvä materiaali ja se palaa sinisellä liekillä, jonka ydin on keltainen. Savun haju on, etenkin ennen sammumista, makeahko ja pihkamainen, hieman samankaltainen kuin palavan ruokaöljyn. Syttymislämpötila on 345 °C./3/

17.3 Termoplastinen elastomeeri

Termoplastinen elastomeeri (lyhenne TPE). Elastomeeri on suurimolekyylinen aine, joka palautuu nopeasti lähes alkuperäisiin mittoihinsa ja muotoonsa heikon jännityksen aiheuttaman muodonmuutoksen ja jännityksestä vapauttamisensa jälkeen. Elastomeeri on kumimainen polymeeri. Se on kumimainen materiaali, joka on lämpömuovautuva kimmainen polymeeri, jota ei tarvitse vulkanoida.

Ominaispiirteitä:

- erinomainen ilmastokestävyys
- erinomainen UV-säteilykestävyys
- hyvä kemiallinen kestävyys
- 100 % kierrätettävyys.

Mekaaniset ominaisuudet

TPE:n lujuusominaisuudet ovat hyvät vielä matalissakin lämpötiloissa. Materiaali säilyttää muotonsa sitä käsin väänneltäessä.

Lämpöominaisuudet

TPE:n maksimikäyttölämpötila on 125 °C. Materiaali kestää myös hyvin alhaisia lämpötiloja aina -50 °C:een sakkaa. Termoplastiset kumit säilyttävät muotonsa ja ominaisuutensa käyttölämpötila-alueella. Vaadittava lämpötila ruiskuvalussa työkalulle on 180–210 °C. Sulan massan lämpötilaksi tarvitaan 30–60 °C. Pursuttaessa työkalun lämpötila voi olla hieman alhaisempi, 150–210 °C.

Sään ja UV-säteilyn kestävyys

TPE:llä on kumien tapaan erinomainen UV-säteilyn kestävyys./3/

18. UUDET TUULETUSKOURUT

Tilasimme eri materiaaleista tehtyjä tuuletuskouruja, jotta olisi mahdollista selvittää tiivistystarkoitukseen parhaiten sopiva. Tuuletuskouruja saapui kolmesta eri materiaalista valmistettuna noin 30 kappaletta. Ulkonäöllisesti kappaleissa ei ilmennyt suuria poikkeavuuksia. TPE:stä valmistettu kappale oli muita himmeämpi. Tiivistyskanavan seinämien muodot olivat mallin mukaiset. Valmistusteknisistä syistä keskiosan olakkeessa oleva ura jätettiin pois. Uransyvyys olisi jäänyt niin pieneksi, ettei sillä olisi ollut käytännön merkitystä veden ohjauksen kannalta. Lisäksi vaikutus työkalun hinnan kehitykseen olisivat olleet suuret eikä uralla saavutettaisi mitään suurempaa hyötyä. Tarkoitus oli testata uusien tuuletuskourujen kimmoiset ominaisuudet sekä tiiveys limiliitoksessa.

Tuuletuskourun täytyisi olla kimmoinen sekä joustava, koska asennus ei aina tapahdu ihanteellisissa olosuhteissa, sekä lisäksi tiivistäminen onnistuu paremmin. Kolmesta kappaleesta ainoastaan yksi oli täysin havaittavissa kimmoiseksi.

19 OMINAISUUKSIEN TESTAUS

19.1 Tuuletuskouru PP

PP:stä valmistettua kappaletta ei pystynyt käsivoimin taivuttamaan niin paljoa, että olisi huomannut sen joustavan edes vähän. Tällainen ominaisuus on tiivistämisen kannalta erittäin huono. Kappaleen kiinnitysosa oli myös hieman kiilaantunut sisäänpäin. Tästä syystä kappaleen asennus vaati hieman enemmän alkuasettelua, että sen saisi liukumaan eteenpäin. Välys kappaleiden välillä oli myös liian tiukka. Kappaleen asentaminen vaati kohtuuttoman paljon voimaa. Lopuksi kappale ei edes ohjautunut pohjaan saakka, vaan jäi hieman irti rungon pohjasta. Kappaleen pinta oli liukas ja hylkivä, joka oli hyvä ominaisuus.

19.2 Tuuletuskouru PE-LD

PE:stä valmistettu kappale oli huomattavasti joustavampi kuin PP:stä tehty kappale. Käsivoimilla pystyi tiivistysreunoja taivuttelemaan muutaman millin. Kappaleen ulkomuodoissa ei ollut eroavaisuuksia. Värisävyltään kappale oli hieman PP:stä valmistettua tummempi. Kiinnitysosa oli joustava eikä kiilautunut sisäänpäin niin kuin PP:stä valmistettu. Asentaminen onnistui helposti, eikä tarvittu mitään erityistä avustus käsillä tai muilla työkaluilla. Kappale asettui hyvin runkoprofiilin pohjaa vasten ja vaikutti olevan siinä vakaasti.

19.3 Tuuletuskouru TPE

Kappaleen joustavuus oli havaittavissa heti sen käteen ottamisen jälkeen. Tiivistereunat taipuivat hyvin ja palautuivat alkuperäiseen muotoonsa. Kappaleen ulkomuodoissa ei ollut poikkeavuuksia aikaisempiin kappaleisiin verrattuna. Terävät muodot olivat myös tarkkoja eivätkä murtuneet taivutettaessa. Materiaalin pinta tuntui käsin tunnusteltaessa kumimaisen nihkeältä, eikä se vaikuttanut kovin luistavalta tai likaa hylkivältä. Kiinnitysosassa ulokkeet olivat ulospäin avautuneet toisin kuin muissa tuuletuskouruissa. Asennusvaiheessa kappale asettui aluksi helposti runkoprofiilin keskiosaan, mutta varsinaisessa kiilautumisvaiheessa vaadittiin hieman enemmän voimaa työntämiseen. Kappale asettui kuitenkin hyvin rungon pohjan saakka.

19.4 Tuuletuskourun valinta vesitestiin

PP:stä valmistettu kappale hylättiin vesitestistä, koska sen asennusvaiheessa ilmenneet ongelmat sekä joustamaton rakenne tekivät siitä huonoiten soveltuvan. PE:stä valmistettu kappale osoittautui liian jäykäksi, eikä sitä kelpuutettu myöskään testiin. Vesitesti suoritettiin ainoastaan TPE:stä tehdylle kappaleelle.

19.5 Vesitesti TPE:lle

Tuuletuskouru asennettiin malliliitokseen. Silikonia pursotettiin tiivistyskanavaan kappaleen päästä. Silikoni kulkeutui hyvin kappaleen perälle saakka, eikä ylimääräistä voimaa tarvittu. Tiivistys tapahtui myös moitteettomasti. Silikoni täytti rungon pohjan sekä pursosi hyvin myös profiilin keskelle lämpökatkouraun. Lämpökatkon päältä valunut vesi valui hyvin kouruun eikä vuotoa esiintynyt. Pystysuunnasta valunut vesi ohjautui myös kouruun hyvin eikä päässyt valumaan runkoa pitkin rakenteisiin.

19.6 Lopputulos

Vesitestin perusteella todettiin tiivisteiden toimivan halutulla tavalla. Materiaaliksi valittiin termoplastinen elastomeeri DRYFLEX 500800S sekä väriaineeksi musta. Hinnaltaan materiaali on puolet kalliimpaa kuin polyeteeni, mutta hinta ei silti päässyt nousemaan kohtuuttoman korkeaksi.

20 MUSTAT TUULETUSKOURUT

Saimme ensimmäiset mustat tuuletuskourut muutamaa viikkoa myöhemmin noin 200 kappaleen erässä. Materiaali oli yhtä joustavaa kuin aikaisempi valkoinen malli, mutta pinta tuntui nyt paljon liukkaammalta. Muutamalle asiakkaalle lähetettiin kourut rakennuskohteeseen. Saimme kuulla, ettei kappale ollut pysynyt kunnolla paikoillaan eikä silikoni ollut tarttunut kunnolla tuuletuskouruun. Kysytyämme valmistajalta saimme tietää, että kappaleisiin oli lisätty valmistusvaiheessa PE-pohjaista liukastusainetta, joka oli välttämätöntä valmistuksen kannalta.

21 ONGELMA PE-LISÄAINEESTA

Valmistusvaiheessa ilmeni seuraavanlainen ongelma. Kappaleita valmistettaessa TPE:sta alkoi muotin lämpötila nousta liian korkeaksi 100 kappaleen jälkeen. Kappaleet alkoivat takertua muottiin eivätkä irronneet suunnitellusti. Ongelman aiheutti kappaleen poikkeuksellisen pitkä pituus. 100 millin pituinen kappale, joka valetaan muotissa pituussuunnassa. Jotta muotti toimisi kunnolla, siihen täytyisi ruiskuttaa liukastusainetta, joka estäisi kiinnitarttumisen. Tuuletuskouruihin imeytyi siis PE-pohjaista ainetta. Pitoisuuden on arvioitu olevan 1 - 2 % luokkaa. Lisäaine haihtuisi vuoden kuluessa kappaleista pois, mutta se ei olisi käypä vaihtoehto. Asennuksessa käytetty silikoni ei tarttunut kappaleisiin lainkaan, vaan se hankautui irti helposti. Seuraavaksi täytyi löytää tiivistysmassa, joka pystyisi tarttumaan PE-pitoiseen kappaleeseen sekä kestämään vielä muuttuvia sääolosuhteita sekä UV-säteilyä.

22 TIIVISTYSMASSAT

22.1 Tremco Oy

Tremco Oy on massanvalmistaja, joka harjoittaa toimintaa myös Suomessa ja on erikoistunut tiivistysmassoihin sekä vastaaviin tuotteisiin. Yrityksen tuotteita ovat esimerkiksi

- tiivistemassat
- saumaussmassat
- liimat rakennuksille ja teollisuuteen
- laastit ja maalit betonijulkisivuille
- lattiapinnoitteet parvekkeille, paikoitustaloihin ja teollisuuteen
- palosuojatuotteet: saumaussmassat, tiivisteet ja maalit.

22.2 Otto-Chemie Oy

Otto-Chemie Oy on saksalainen massanvalmistaja. Yksi yrityksen tuotteita Suomessa edustavista on A-Incon. Tuotekategoriaan kuuluvat tiivisteet tai liimat esimerkiksi seuraaviin käyttökohteisiin:

- märkätilat, kylpyhuoneet ja keraamiset laatat
- luonnonkivet ja marmori
- ikkunat ja ovet
- lasit ja peilit
- julkisivurakenteet
- metalli.

Pyysimme yrityksiä lähettämään meille tiivistysaineita, jotka pystyisivät tarttumaan PE-pohjaisiin tuotteisiin. Tremcon tuotevalikoimasta löytyi kahta erilaista käyttöolosuhteisiin sopivaa tiivistysmassaa. Otto-Chemien valikoimasta löytyi vastaavasti kolme ainetta. Yritykset lähettivät tuotteet meille testattavaksi postitse, ja ne saapuivat muutamaa päivää myöhemmin. Tuotepakkaukset olivat standardin mukaisia silikoni-tuubeja, jotka oli tarkoitettu käytettäväksi massapuristimella.

Yritysten lähettämät tuotteet olivat

Tremco oy

- Multifog
- Vent-tex

Otto-Chemie

- Novasil S54
- Novasil S64.

23 TIIVISTEMASSOJEN TESTAUS

Tarkoituksemme oli tehdä liimauskokeita tuuletuskouruihin. Halusimme selvittää, sopisiko mikään näistä massoista PE-lisäaineen kanssa. Massakokeissa ei käytetty mitään ainetta, joka puhdistaisi pinnan, vaan massa levitettiin suoraan tuuletuskourun päälle ja ripustettiin kuivumaan.

23.1 Tremco

Multifog

Multifog on yksikomponenttinen, viskoelastinen synteettiseen kumiin pohjautuva saumaus- ja tiivistysmassa.

Pintakuivumisaika (+23 °C, 50 % RH) 15 min

Läpikuivuminen (riippuu ilman kosteudesta, lämpötilasta, massan paksuudesta) 14 vrk

Liikevara ± 25%

Lämpötilan kesto -40 °C - +100 °C

Käyttölämpötila +5 °C - +40 °C. /4/

Vent-tex

Yksikomponenttinen, plastinen butyylikumipohjainen tiivistysmassa.

Lämpötilan kesto -25 °C - +100 °C

Liikevara 10 %

Nauhoittumisaika 1 vrk

Sauman mitoitus min 5 mm, max 20 mm

Syvyyden ja leveyden suhde suositus: sauman syvyys = sauman leveys. /4/

23.2 Otto-Chemie

Novasil S54

Polydimethylsiloxane, filler, auxiliaries and oximosilane crosslinker
Lämpötilan kesto -40 C - +80 C
Liikevara 600 %
Kuivumisaika 5 min. /5/

Novasil S64

Lämpötilan kesto -40 C - +80 C
Liikevara 300 %
Kuivumisaika 40 min. /5/

24 TULOKSET

Massojen annettiin kuivua yksi vuorokausi normaalissa huoneenlämpötilassa.

24.1 Novasil S64



Kuva 24 Novasil S64 -tiivistysmassa

Massa oli kuivunut hyvin, mutta vaikutti hieman rakeiselta ja hauraalta. Massa oli värisävyltään vaalean samea. Sauma lähti helposti irti kappaleen pinnasta. Tarttumista ei ollut tapahtunut.

24.2 Novasil S54



Kuva 25 Novasil S54- tiivistysmassa

Massa oli kuivanut hyvin ja vaikutti joustavalta. Massa oli värisävyltään harmaata. Massaa liikutettaessa se irtosi täysin kappaleen pinnasta. Tarttumista ei ollut tapahtunut.

24.3 Multifog



Kuva 26 Multifog- tiivistysmassa

Massa oli kuivanut hyvin, ja sen pinta tuntui joustavalta. Massa oli värisävyltään kirkasta. Massaa liikuteltaessa ei se irronnut kappaleen pinnasta. Tarttuminen oli tapahtunut täysin onnistuneesti.

24.4 Vent-TEX



Kuva 27 Vent-TEX-tiivistysmassa

Massa oli edelleen märkää ja tahmeaa. Massa oli värisävyltään harmaata. Massa oli tarttunut kiinni kappaleeseen, mutta sen saisi tarvittaessa kaavittua siitä irti lastalla.

25 JOINT INDUSTRY

Joins Oy on edelläkävijä Suomessa myrkyttömien liimaus- ja saumaustuotteiden sekä teollisuusliimojen osalta. Joins Oy on johtava silikoni-, MS-polymeeri-, polyuretaani- sekä muiden massojen, PU-vaahtojen ja teollisuusliimojen, autonkorin- korjaustuotteiden sekä edellä mainittujen tuotteiden käytössä tarvittavien työkalujen maahantuoja ja valmistuttaja. Pyysimme yritystä testaamaan omien tuotteidensa tarttuvuutta tuuletuskouruun.

25.1 Tulokset

Testatut massat

- Silirub 2
- Fix All HT
- Stronghold 901 2K
- Ecoflex 60FC

Kappaleille ei tehty esikäsitelyä. Kappaleen annettiin lämmitä huoneenlämpöiseksi.

Tulos: Yhdelläkään testatuista liimaus- / saumaustuotteista ei saatu tartuntaa.

Surface Activator: Huoneenlämpöinen kappale pyyhkäistiin Surface Activator puhdistusaineella / aktivaattorilla, jolla pyrittiin saamaan pois pinnalla oleva PE-liukaste. Kuivumisaika noin 5 min.

Tulos: Heikko tartunta Silirub 2, Fix All HT ja Ecoflex 60FC tuotteilla. Stronghold 901-tuotteella ei saatu tartuntaa.

Plast-X: Koekappaleet ruiskutettiin tartuntaa parantavalla aerosolilla, joka aktivoi pinnan liimaus- / saumausmassoille sopivaksi. Kuivumisaika noin 30 min.

Tulos: Kaikilla saumaus- / liimausmassoilla saatiin erittäin hyvä tartunta. Massa tai liima ei irtoa kuorintakokeessa.

Plastofix: Koekappaleet ruiskutettiin tartuntaa parantavalla pohjusteella, joka aktivoi pinnan saumausmassoille sopivaksi. Kuivumisaika noin 10 min.

Tulos: Kaikilla saumaus- /liimausmassoilla saatiin erittäin hyvä tartunta. Massa tai liima ei irronnut kuorintakokeessa. U-POL Stronghold 901-muoviliimalla heikko tartunta.

25.2 Johtopäätökset

Mikäli testattua kappaletta ei esikäsitellä, ei ole mahdollista saada minkäänlaista tartuntaa eikä siten myöskään tiiviinä pysyvää rakennetta. Surface Activator -liuksella käsiteltäessä saadaan heikko tartunta eli jos rakenteeseen ei kohdistu mitään rasitusta, pysyy massa paikallaan ja rakenne tiiviinä. Varmin ratkaisu saadaan käyttämällä Plast-X- tai Plastofix-aktivaattoria, jonka avulla kaikille massatyypeille saatiin erittäin hyvä tartunta.

25.3 Tuotesuositukset

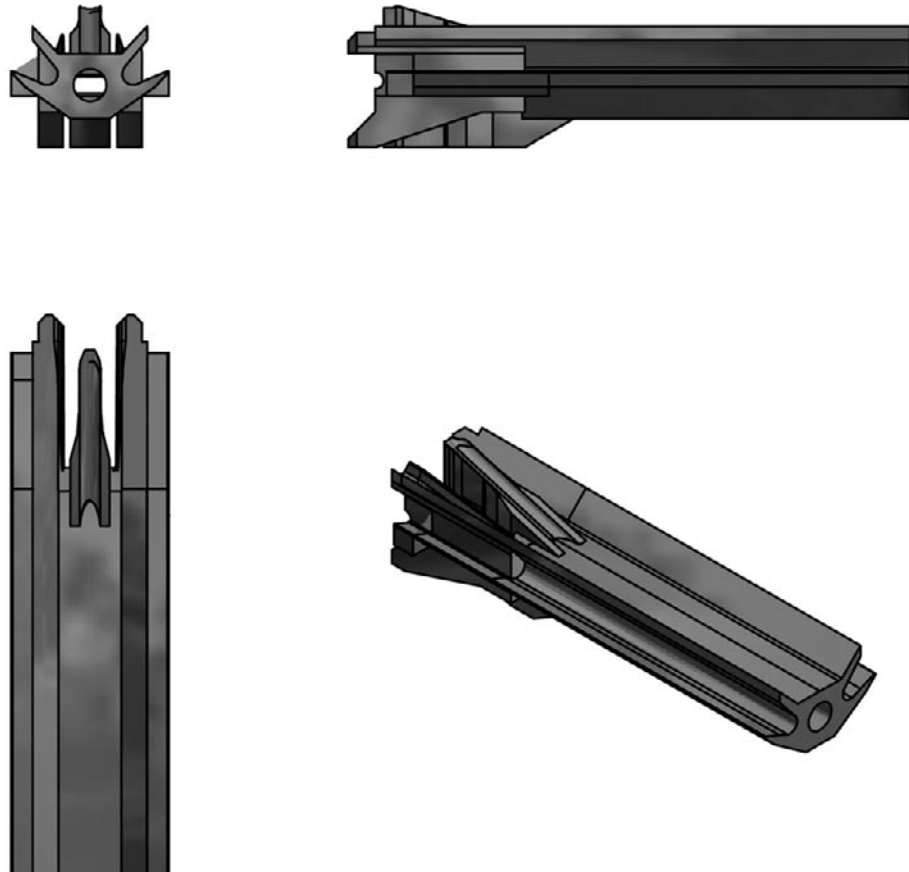
Plastofix aktivaattori/pohjuste + elastinen ja kemiallisesti neutraali Silirub 2-silikonimassa.

25.4 Yhteenveto tiivistysmassoista

Tremco Multifog oli saatujen tulosten perusteella ainut massa, joka tarttui ilman alkutoimenpiteitä tuuletuskouruun. Toiset tuotteet eivät aikaan saaneet riittävää tai edes tyydyttävää lopputulosta. Joints Industryn tekemien testien perusteella saataisiin hyvä tartunta käyttämällä primary- tai activator-tuotteita ennen varsinaisen massan lisäystä. Tuuletuskourun asennettavuus tapahtuu yleensä rakennustyömaalla. Asentajalle kappaleen helppo asennus on avainasemassa oleva ominaisuus. Lisäksi lisäaineet nostaisivat kustannuksia hieman. Eräillä tuotteilla täytyisi lisäaineen antaa vaikuttaa 30 minuuttia. Valitsimme suositeltavaksi asennusmassaksi Tremco Multifogin, koska sen tarttuvuus oli erinomainen. Asennuksessa ei vaadita mitään lisäaineita, mikä myös säästää aikaa ja rahaa.

26 MUUTOS TUULETUSKOURUUN

Nykyiseen tuuletuskouruun kiinnitysosaan täytyi tehdä pieni muutos. Kappaleen kiinnitysosaan lisättiin pieni kiilamainen pykälä, jonka tarkoituksena on kiilata kappale entistä paremmin profiilin runkoon. Tein lisäyksen kappaleen 3D-malliin, minkä jälkeen käänsin kuvatiedoston IGES-formaattiin. Uusi kuva lähetettiin muotintuotantajalle, joka teki tarvittavat muutokset muottiin.



Kuva 28 Uusi tuuletuskouru P50L-järjestelmään

27 YHTEENVETO

Tuuletuskourulle asetetut vaatimukset saavutettiin hyödyntämällä pikamalleista saatuja testituloksia. Kehitysprosessiin tarvittiin yhteensä kolme pikamallia. Vaativin vaihe oli löytää oikeaa muoto tiivistysreunalle. Reunuksien täytyi olla riittävän tukevat, mutta samalla joustavat. Tiivistyskanavan muodossa ilmeni myös pieniä ongelmia, jotka johtuivat lähinnä liian pienistä virtauskanavasta. Uuden tuuletuskourun voi kiinnittää rakenteeseen silikonin avulla ilman mekaanista kiinnitystä. Asentaminen on helppoa, koska runkoprofilia ei tarvitse koneistaa ennen paikalleen asentamista. Tiivistyminen tapahtuu silikonin avulla. Vesitesteistä saatujen tulosten perusteella todettiin, että vesi ohjautuu pois rakenteista suunnitellusti. Tuuletuskourun valmistusvaiheessa ruiskuvalumuottiin täytyi lisätä polyeteeni-pohjaista lisäainetta, joka esti kappaleen tarttumisen muotin seinämiin. Yleisimmät silikonipohjaiset massat eivät saaneet aikaan riittävän suurta tartuntaa vaan irtosivat kappaleen pinnasta. Testasimme markkinoilla olevia tiivistymassoja. Testiin valittiin yhteensä neljä massaa, joista ainoastaan yhdellä saavutettiin riittävä tarttuminen. Tremcon valmistama Multifog-tiivistysmassa valittiin tiivistymassaksi tuuletuskourulle, koska se ei vaatinut esikäsitteilyä pinnoille. Tuuletuskouruun lisättiin lopuksi vielä pieni kiilamainen pinta, joka auttaa kiilautumista runkoa vasten.

LÄHTEET

/1/ Purso Oy, P50L- julkisivujärjestelmän tuote-esite 09/2004

/2/ Penn State University, Department of Mechanical and Nuclear Engineering,
Rapid Prototyping Processes.
<http://www.me.psu.edu/lamancusa/rapidpro/primer/chapter2.htm>
viitattu 05/2005

/3/ Vink Finland Oy:n kotisivut <http://www.vink.fi/Default.aspx?ID=1652>
viitattu 05/2005

/4/ Tremco Oy, Tekninen tiedote, elokuu 2004

/5/ Otto-Chemien kotisivut. <http://www.otto-chemie.de>
viitattu 06/2005

LIITTEET

/1/ Pikamallit 1

/2/ Pikamallit 2

/3/ Pikamallit 3

/4/ Poikkileikkaus tuuletuskourusta

/5/ Pikamallin materiaalin data sheet

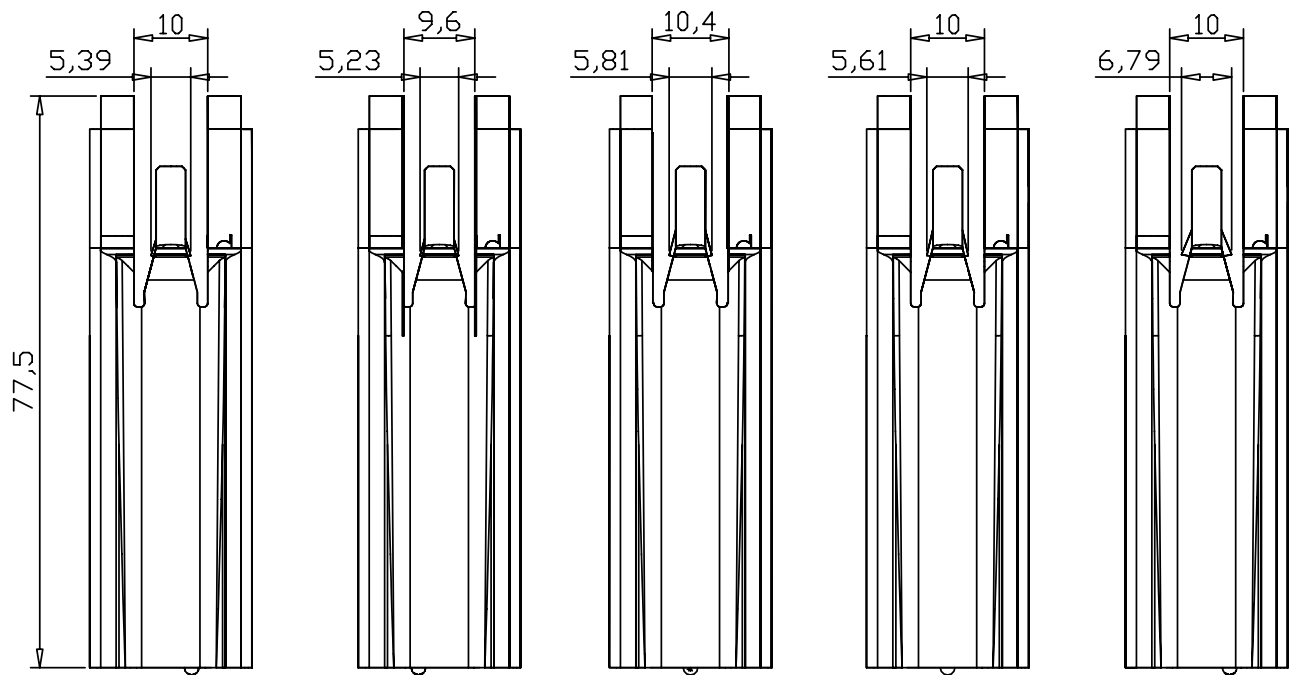
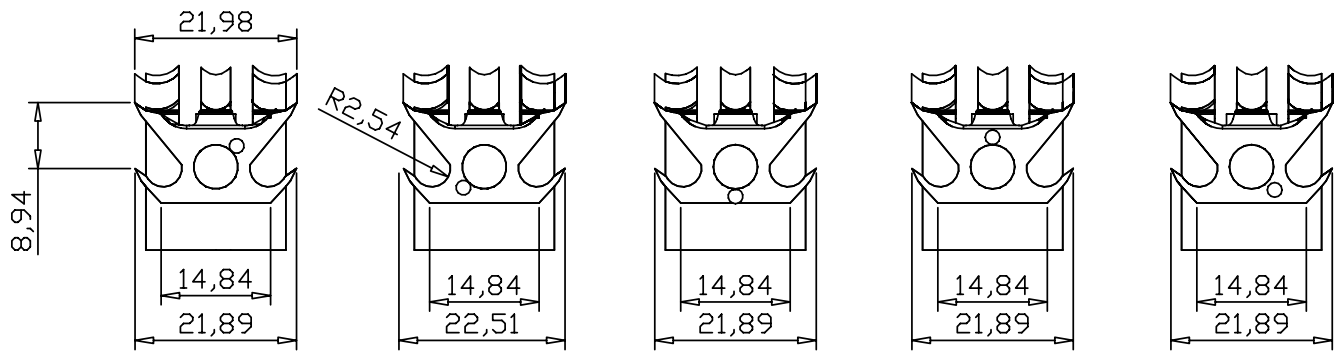
/6/ Dryflex 500800S data sheet

/7/ Tartuntakokeen raportti Joints Industry

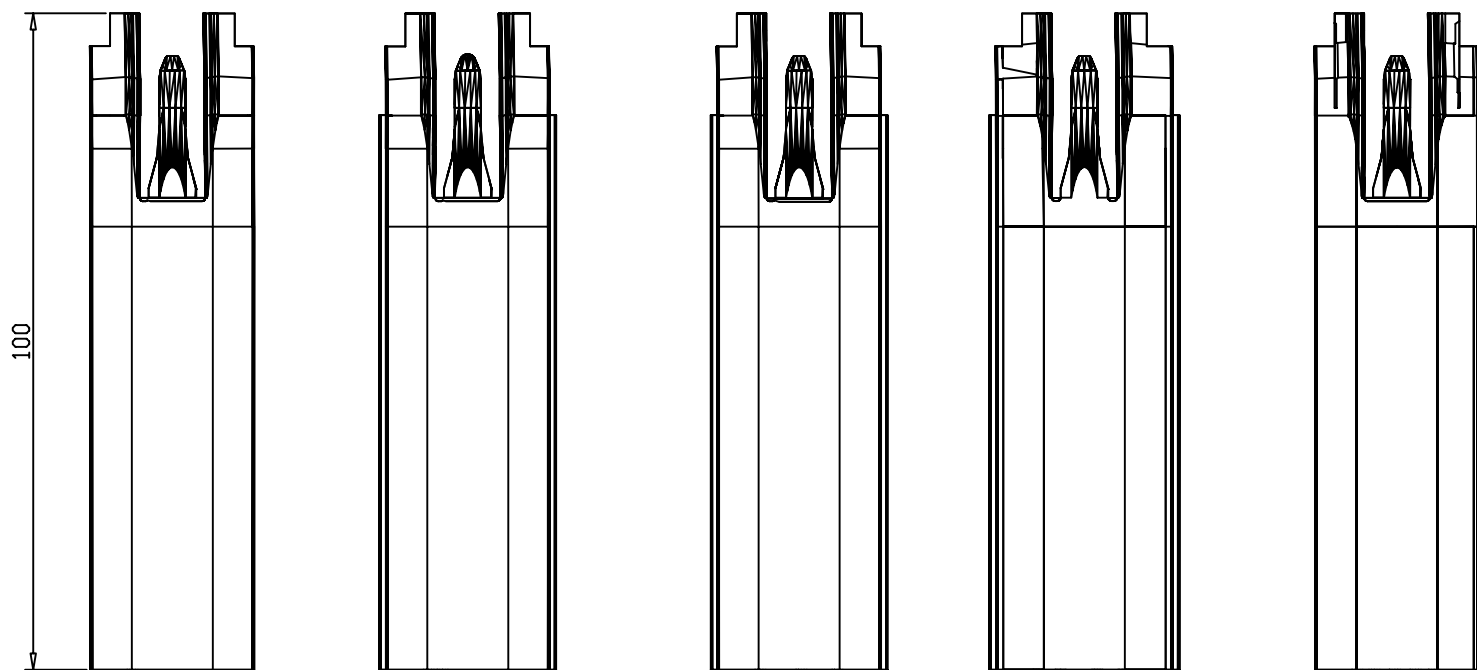
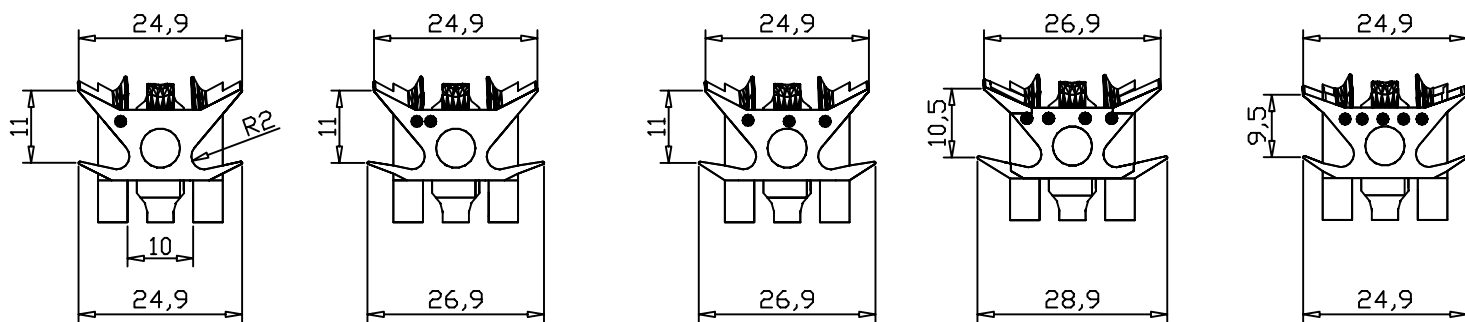
/8/ Tremco Multifog tekninen tiedote

/9/ Tremco Vent-TEX tekninen tiedote

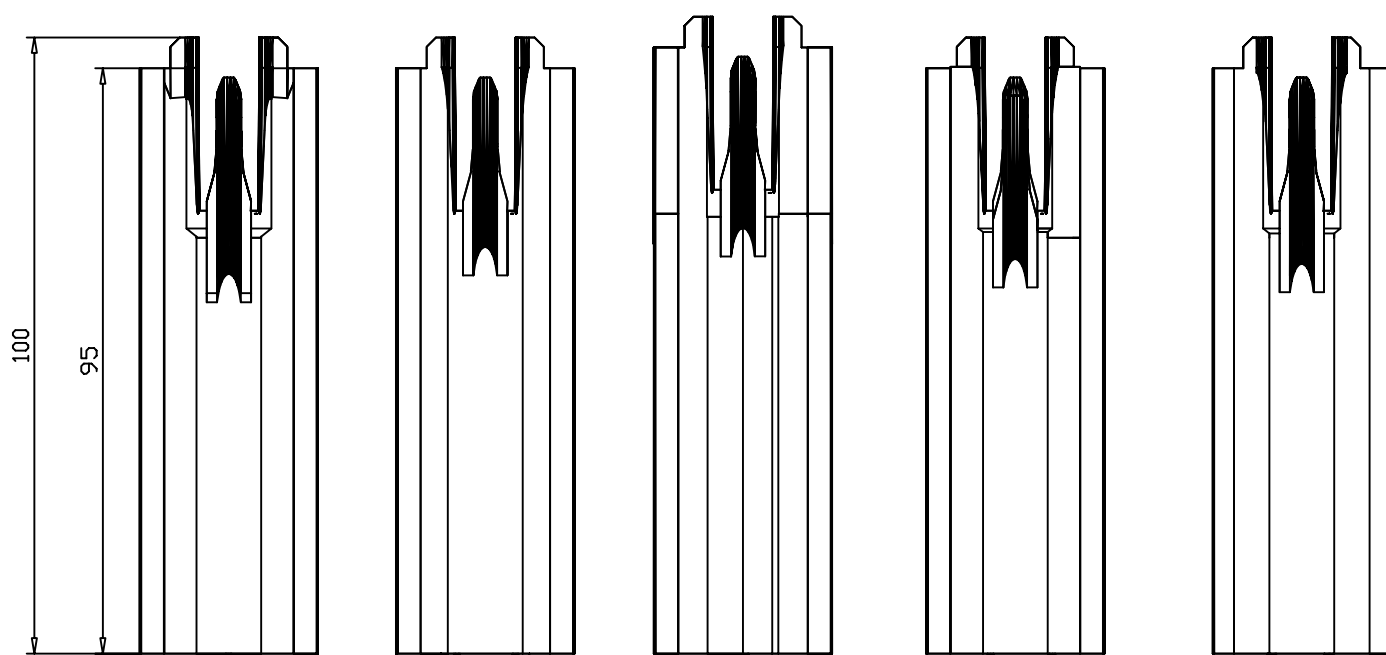
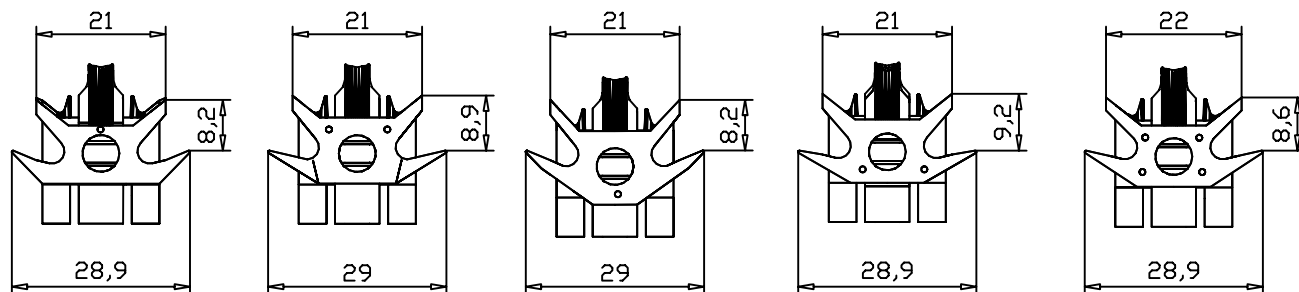
Liite 1



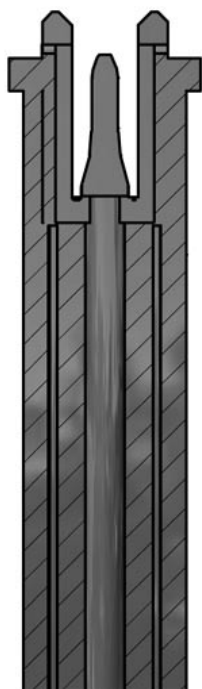
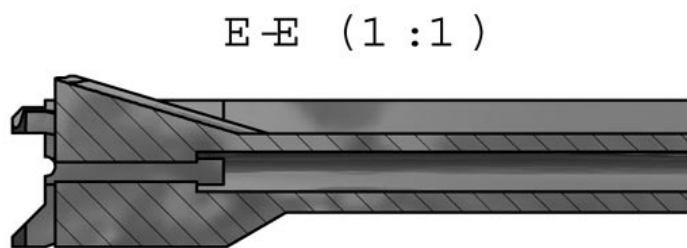
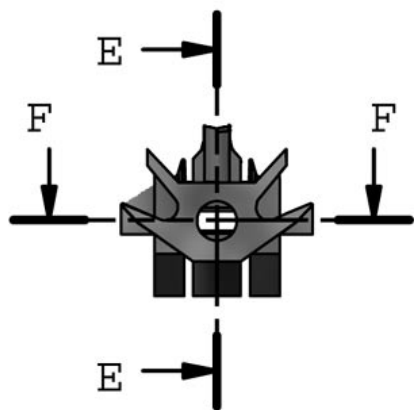
Liite 2



Liite 3



Liite 4



F-F (1 : 1)

Turso Oy / Ari Ervelius

Preliminary Material Data Sheet



Somos 201 for EOSINT P

General:

Processing of Somos201 is on EOSINT P- P350-systems with upgrade '99, P360- as well as P380-systems possible, if the systems have a fluidization for powder reservoir bin. The recommended layer thickness is 0.15 mm. The recommended exposure parameters are:

	Porosity		Strength	
	hatch	contur	hatch	contur
power [W; %]	7;10	7;10	14.1;18	10;12
speed [mm/s]	1500	700	1500	700
hatch[mm]	0.25		0.25	
beam compensation [mm]	0.40	0.65	0.40	0.65
exposure strategy	Sorted, alternating			

Material Properties:

Average grain size	Laser diffraction	93	μm
Bulk density	DIN 53466	0,58	g/cm^3
Density of laser-sintered	EOS-Method	0,68 ^P	0,80 ^S g/cm^3

Mechanical Properties:*

	Exposure parameters →	P	S	
Tensile Modulus	DIN EN ISO 527	12 ± 3	20 ± 3	N/mm^2
Tensile strength	DIN EN ISO 527	1,4 ± 1	3 ± 1	N/mm^2
Elongation at break	DIN EN ISO 527	70 ± 2	110 ± 2	%
Shore A - hardness	DIN 53505	65 ± 4	75 ± 2	

Thermal Properties:

Melting point	DIN 53736	172 - 180	$^{\circ}\text{C}$
---------------	-----------	-----------	--------------------

DRYFLEX[®] 500800S

GENERAL

DRYFLEX [®] 500800S	Thermoplastic Elastomer
Basic material	SEBS
Hardness	80 Shore A
Service temperature range	-50 -- +125°C (unstressed material)
Colour	Natural opaque white, but can easily be coloured in any shade*
Appearance	Supplied as granules to be processed without predrying when stored under normal conditions
Weatherability	Excellent
Ozone-/UV-resistance	Excellent
Chemical resistance	Good, (excluding organic solvents, aromatic- and vegetable oils)
Recycling	100% recyclable
Shrinkage	0.8-2.0%, depending on for instance shape of detail and placement of gate

PROCESSING

DRYFLEX[®] 500800S has excellent processing characteristics and can be processed using conventional thermoplastic fabricating methods, including injection moulding and extrusion.

Processing temperatures	Injection moulding	Extrusion
Cylinder temperatures °C	180 - 210	150 - 210
Mould temperatures °C	30 - 60	

MECHANICAL & PHYSICAL PROPERTIES

Properties	Standard	Test Unit	Typical Value
Hardness	ASTM D 2240	Shore A	80
Specific gravity	ASTM D 792	g/cm ³	0.89
Tensile strength	ASTM D 638	MPa	9
E-100	ASTM D 638	MPa	4
E-300	ASTM D 638	MPa	5
Elongation	ASTM D 638	%	600
Tear strength	ASTM D 624	kN/m	38
Compression set 23°C/72 h	ASTM D 395	%	25
Compression set 70°C/22 h	ASTM D 395	%	52
Melt flow index	ASTM D 1238	g/10 min 190°C/2.16kgs	2

* For further information and advice, please contact Nolato Elastoteknik.

The above information is, to the best of our knowledge, true and accurate, but any recommendations or suggestions which may be made are without guarantee, since the conditions of use are beyond our control.

Purso Oy
> Vesa Knuutila (vesa.knuutila@purso.fi)
Alumiinitie 1
37200 SIURO



3.3.2005

TARTUNTAKOE

Testikappale / -materiaali:

TPE muovi, johon on lisätty 0,7-2 % PE-pohjaista liukastusainetta.

Kappaleen käyttökohde:

Kappaletta käytetään alumiinirakenteessa. Kappaleen ja alumiiniprofiilin välinen 0-3 mm levyinen **rako saatava vesitiiviiksi mieluiten joustavalla massalla**. Ei mekaanista kuormitusta. Suojassa uv-säteilyltä.

Testitulokset:

Testattu massa	Esikäsitelytapa			
	Ei esikäsitelyä	Surface Activator	Plast-X	Plastofix
1. Silirub 2				
2. Fix All HT				
3. Stronghold 901 2K				
4. Ecoflex 60FC				

Punainen = ei tartuntaa. Keltainen = heikko tartunta. Vihreä: erittäin hyvä tartunta.

Ei esikäsitelyä: koekappaleelle ei tehty esikäsitelyä. Kappaleen annettiin lämmetä huoneenlämpöiseksi.

> Tulos: yhdelläkään testatuista liimaus- / saumaustuotteista ei saatu tartuntaa.

Surface Activator: huoneenlämpöinen kappale pyyhkäistiin Surface Activator puhdistusaineella / aktivaattorilla, jolla pyrittiin saamaan pois pinnalla oleva PE-liukaste. Kuivumisaika: 5 min.

> Tulos: heikko tartunta Silirub 2, Fix All HT ja Ecoflex 60FC tuotteilla. Stronghold 901 tuotteella ei saatu tartuntaa.

Plast-X: koekappaleet ruiskutettiin tartuntaa parantavalla aerosolilla, joka aktivoi pinnan liimaus- / saumausmassoille sopivaksi. Kuivumisaika: 30 min.

> Tulos: kaikilla testatuilla tuotteilla saatiin erittäin hyvä tartunta --> massa / liima ei irtoa kuorintakokeessa.

Plastofix: koekappaleet ruiskutettiin tartuntaa parantavalla pohjusteella, joka aktivoi pinnan saumausmassoille sopivaksi. Kuivumisaika: 10 min.

> Tulos: kaikilla saumaus-/liimausmassoilla saatiin erittäin hyvä tartunta --> massa / liima ei irtoa kuorintakokeessa. U-POL Stronghold 901 muoviliimalla heikko tartunta.

Johtopäätökset:

Mikäli testattua kappaletta ei esikäsitellä, ei ole mahdollista saada minkäänlaista tartuntaa eikä siten myöskään tiiviinä pysyvää rakennetta. Surface Activator liuoksella käsiteltäessä saadaan heikko tartunta eli jos rakenteeseen ei kohdistu mitään rasitusta pysyy massa paikallaan ja rakenne tiiviinä. Varmin ratkaisu saadaan käyttämällä Plast-X tai Plastofix aktivaattoria, jonka avulla kaikille massatyypeille saatiin erittäin hyvä tartunta.

Tuotesuosituks: Plastofix aktivaattori/pohjuste + elastinen ja kemiallisesti neutraali Silirub 2 silikonimassa. Plastofix nettohinta (alv 0%): 400ml aerosoli 17,85 EUR ja 1 litran purkki 48,75 EUR. Silirub 2 nettohinta (alv 0%): 310ml patruuna 3,48 EUR.

Yhteistyöterveisin,

Mika Puttonen, Joints Oy

myynti-insinööri

mika.puttonen@jointslr.fi

www.jointslr.fi

Puh. 0201 980610

Gsm 040 5251756

Fax 0201 980619

TREMCO

MULTIFOG

KUMIPOHJAINEN SAUMAU- JA TIIVISTYSMASSA

YHTEENVETO EDUISTA

- Erittäin hyvä tartunta sekä huokosiin että tiiviisiin pintoihin ilman pohjustusta.
- Kestää pitkään UV-valon ja sään vaikutuksia.
- Homesuojattu, ei värjää alustaa.
- Päällemaalattava.
- Täyttää mm. HusAMA 98, luokan 20 LM vaatimukset. MTK hyväksytty.

TUOTETIEDOT

KUVAUS

Multifog on elastinen synteettiseen kumiin pohjautuva saumaus- ja tiivistysmassa.

KÄYTTÖ / TARKOITUS

Multifog soveltuu mm.

- ikkunoiden pohjakittauksiin
- erilaisten ulkorakenteiden tiivistykseen
- tiivistykseen veneissä, autoissa, asuntovaunuissa

RAJOITUKSIA

Multifogia EI suositella

- jatkuvaan vesiupotukseen
- lattiasaumoihin
- akvaarioihin

Päällemaalattaessa suosittelemme kokeen tekemistä maalin soveltuvuudesta.

VÄRI

Väritön.

PAKKAUS

310 ml patruuna (12 kpl laatikossa)

TEKNISET TIEDOT

KOOSTUMUS

Multifog on yksikomponenttinen, viskoelastinen synteettiseen kumiin pohjautuva saumaus- ja tiivistysmassa.

OMINAISUUDET (Tyypillisiä arvoja)

PINTAKUIVUMISAIKA (+23°C, 50% RH)
15 min

LÄPIKUIVUMISAIKA (riippuu ilman kosteudesta, lämpötilasta ja massan paksuudesta)
14 vrk

LIIKEVARA

± 25%

LÄMPÖTILAN KESTO

-40°C - +100°C

KÄYTTÖLÄMPÖTILA

+5°C - +40°C

KÄYTTÖ PÄÄPIIRTEISSÄÄN

PINNAN ESIKÄSITTELY

- Pintojen on oltava puhtaat, kuivat, pölyttömät ja rasvattomat. Pinnoilla ei saa olla tartuntaa heikentäviä epäpuhtauksia.
- Irrallinen ja mureneva aines on poistettava.
- Metallipinnat puhdistetaan liuotinaineella.

MULTIFOG

TREMCO

MULTIFOG

LEVITYSTAPA

- Levitetään tavanomaisella massapuristimella +5°C - +40°C lämpötilassa.
- Massa täytyy työstää nopeasti levityksen jälkeen pitävän, täyden tarttuvuuden varmistamiseksi.

KULUTUS

Arvioitu riittoisuus (juoksumetriä / 310 ml patruuna)

LEVEYS	3mm	6mm	10mm	20mm
SYVYYS				
3 mm	34	17	-	-
6 mm	-	8.6	5.1	-
10 mm	-	-	-	1.5

PUHDISTUS

Ylimääräinen saumausmassa ja tahrat kannattaa poistaa välittömästi (käytä soveltuviissa kohdissa maalarinteippiä). Täysin kuivunut massa voidaan poistaa vain mekaanisesti. Työkalut puhdistetaan sopivalla liuottimella, esim. ksyleenillä tai tolueenilla.

TERVEYS- JA TURVALLISUUSVAROTOIMET

Tuotteen käyttöturvallisuustiedote on luettava ja ymmärrettävä ennen käyttöä.

SÄILYTYS

Säilytetään kuivissa olosuhteissa +5°C - +25°C lämpötilassa.

SÄILYTYSAIKA

12 kk, kun säilytetään alkuperäisissä avaamattomissa pakkauksissa.

TEKNINEN PALVELU

TREMCO tarjoaa apua tuotteiden valinnassa ja määrittelyssä. Tarkempia tietoja ja neuvoja on saatavana teknisestä palvelusta p. (09) 5499 4500.

TAKUU / VAKUUS

TREMCO-tuotteet valmistetaan tiukkojen laatuvaatimusten mukaisesti. Tuote, jota on käytetty (a) Tremcon kirjallisten ohjeiden mukaisesti ja (b) Tremcon suosittelemalla käyttöalalla, mutta joka osoittautuu vialliseksi korvataan veloitusetta.

TREMCO varaa oikeuden muuttaa tuotetietoja



Oy Tremco Ltd Finland

Tullikirjurinkuja 2, 00750 HELSINKI • Puh. (09) 5499 4500 • Fax (09) 5499 4555 • www.tremco.fi
TREMCO LIMITED A company approved to ISO 9002 and ISO 14001. `TREMCO is a Registered Trade Mark.

An **RPM** Company

TREMCO

VENT-TEX

YHTEENVETO EDUISTA

- Vent-tex muodostaa erinomaisen tartunnan.
- Hyvä säänkestävyys. Odotettavissa oleva kestoikä 15 vuotta
- Hyvä työstettävyys, ei lankaannu levitettäessä.
- Valumaton, muodostaa erinomaisen sauman aina 12 mm:n saakka
- Päällemaalattavissa 7 vrk. kuluttua saumauksesta.

PLASTINEN BUTYYLIPOHJAINEN TIIVISTYSMASSA

TUOTETIEDOT

KUVAUS

Vent-Tex on 1-komponenttinen, pensseli-pistoolilevitteinen butyyli-pohjainen tiivistysmassa.

KÄYTTÖ / TARKOITUS

Vent-Tex on suunniteltu käytettäväksi:

- peltirakenteiden liitoksiin
- ilmastointikojeiden ja putkien liitoksiin
- levyjen näkymättömiin saumoihin
- tiili-, puu- ym. pintojen halkeamiin ja rakoihin

RAJOITUKSIA

Vent-Texiä ei suositella käytettäväksi saumoissa, joihin kohdistuu suuret liikkeet.

VÄRIT

Vaaleanharmaa.

PAKKAUS

310 ml patruuna (12 kpl laatikossa)
600 ml kalvopakkaus (20 kpl laatikossa)
5L astia (ERIKOISTILAUKSESTA)

TEKNISET TIEDOT

KOOSTUMUS

Yksikomponenttinen, plastinen
butyylikumipohjainen tiivistysmassa.

OMINAISUUDET (Tyypillisiä arvoja)

OMINAISPAINO (+25• C:ssa)
1.40

LÄMPÖTILAN KESTO
-25• C - +100• C

LIIKEVARA
• 10%

NAHOITTUMISAIKA
1 vrk

SAUMAN MITOITUS
min 5 mm, max 20 mm

SYVYYDEN JA LEVEYDEN SUHDE
suositus: sauman syvyys = sauman leveys

KÄYTTÖ PÄÄPIIRTEISSÄÄN

PINNAN ESIKÄSITTELY

- Pintojen on oltava puhtaat, kuivat, pölyttömät ja rasvattomat. Pinnoilla ei saa olla tartuntaa heikentäviä epäpuhtauksia.
- Irrallinen ja mureneva aines on poistettava

POHJUSTUS

Vent-Tex ei vaadi pohjustusta useimmilla rakennusmateriaaleilla.

VENT-TEX

TREMCO

VENT-TEX

KULUTUS

Arvioitu riittoisuus (juoksumetriä / 310 ml patruuna)

LEVEYS 6mm 8mm 10 mm 12 mm

SYVYYS

6 mm 8.6 6.4 5.1 4.3

8 mm 6.4 4.8 3.8 3.2

10 mm 5.1 3.8 3.1 2.5

PUHDISTUS

Ylimääräinen saumausmassa ja tahrat kannattaa poistaa välittömästi (käytä soveltuvissa kohdissa maalarinteippiä). Työkalut puhdistetaan sopivalla liuottimella, esim. lakkabensiinillä, ksyleenillä tai tolueenilla.

TERVEYS- JA TURVALLISUUSVAROTOIMET

Tuotteen käyttöturvallisuustiedote on luettava ja ymmärrettävä ennen käyttöä.

SÄILYTYS

Säilytetään kuivissa olosuhteissa +5°C - +25°C lämpötilassa.

SÄILYTYSAIKA

12 kk, kun säilytetään alkuperäisissä avaamattomissa pakkauksissa.

TEKNINEN PALVELU

TREMCO tarjoaa apua tuotteiden valinnassa ja määrittelyssä. Tarkempia tietoja ja neuvoja on saatavana teknisestä palvelusta p. (09) 5499 4500.

TAKUU / VAKUUS

TREMCO-tuotteet valmistetaan tiukkojen laatuvaatimusten mukaisesti. Tuote, jota on käytetty (a) Tremcon kirjallisten ohjeiden mukaisesti ja (b) Tremcon suosittelemalla käyttöalalla, mutta joka osoittautuu vialliseksi korvataan veloituksetta.

TREMCO varaa oikeuden muuttaa tuotetietoja ilman ennakoilmoitusta, sillä yhtiö noudattaa jatkuvan kehityksen ja parantamisen periaatetta.



Oy Tremco Ltd Finland

Tullikirjurinkuja 2, 00750 HELSINKI • Puh. (09) 5499 4500 • Fax (09) 5499 4555 • www.tremco.fi
TREMCO LIMITED A company approved to ISO 9002 and ISO 14001. `TREMCO is a Registered Trade Mark.

An **RPM** Company