

IRROTUSVAHAN POISTAMINEN MUOTISTA POLYURETAANITUOTTEITA VALMISTETTAESSA

Case: Kosofinn Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Materiaalitekniikka
Muovitekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Topi Wuori

Lahden ammattikorkeakoulu
Materiaalitekniikka

WUORI, TOPI:

Irrotusvahan poistaminen muotista
polyuretaanituotteita valmistettaessa
Case: Kosofinn Oy

Muovitekniikan opinnäytetyö, 31 sivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee irrotusvahan poistamista epoksimuotista, kun valmistetaan polyuretaanituotteita. Työn toimeksiantaja oli Kosofinn Oy. Kosofinnin päätuotteita ovat polypropeenista valmistettavat salibandykaukalot, ja polyuretaaniset ajoneuvojen osat, huonekalujen osat sekä erilaiset kotelot. Yrityksellä on oma tehdas, joka sijaitsee Lahdessa. Tavoitteena oli löytää tehokas ratkaisu irrotusvahan poistamiseen muotista, jotta työntekijöillä ei kuluisi ylimääräistä aikaa vahan irrottamiseen.

Opinnäytetyön teoreettisessa osuudessa käydään läpi polyuretaania materiaalina ja kerrotaan sen ominaisuuksista. Opinnäytetyössä esitellään tuotteita, joita Kosofinn valmistaa polyuretaanista Lahdessa. Näiden lisäksi käsitellään sitä, kuinka irrotusvaha nykyään irrotetaan ja miten uusi vaha kiinnitetään epoksimuottiin.

Empiirisessä osuudessa analysoidaan eri hypoteeseja irrotusvahan poistokeinoista. Epäkohtia, jotka liittyvät eri keinoihin irrotusvahan poistamisessa käydään läpi ja lisäksi tarkastellaan miksi osa keinoista toimii paremmin kuin toiset.

Lopussa käydään läpi eri menetelmien toimivuutta ja annetaan ohjeita siitä, mitä menetelmiä kannattaa jatkossa testata. Opinnäytetyössä esiteltyjä keinoja on kokeiltu aiemmin muissa yhteyksissä kirjallisuudessa ja internetistä löytyvissä lähteissä, joten niiden pitäisi toimia myös tässä tapauksessa.

Asiasanat: irrotusvaha, epoksimuotti, toiminnan tehostaminen, painepesuri, hiekkapuhallus, polyuretaani

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Materials and Production Engineering

WUORI, TOPI:

Removing release wax from an epoxy
mold in the manufacture of
polyurethane products
Case: Kosofinn Ltd.

Bachelor's Thesis in Plastics Engineering, 31 pages
Spring 2016

ABSTRACT

The topic of this Bachelor's thesis deals with removing release wax from an epoxy mold, when polyurethane products are being manufactured. The assignment for this thesis was given by Kosofinn Ltd. Main products of Kosofinn are floorball rings which are made from polypropene and different products made from polyurethane including vehicle parts, furniture parts and protective cases to shield components. The goal was to find an effective solution for removing release wax from the mold, so employees would spend less time removing the wax.

In the theoretical part of this thesis polyurethane as a material and its properties are introduced. The thesis goes through the products made of polyurethane by Kosofinn in Lahti. How release wax is being removed today and how removing wax is attached to the epoxy mold are also discussed in this thesis

In the empirical part of the thesis different hypotheses about removing release wax are analyzed. Possible drawbacks in different methods of removing release wax and why some methods work better than others are considered.

Finally, the effectiveness of the different methods is reviewed and instructions for what methods they should test in the future are given. The functionality and effectiveness of the different methods were left outside of the scope. The methods suggested in the thesis have been tested beforehand in other contexts which can be found in the sources found in the literature and in the Internet, which is why the methods should also be effective in this case.

Key words: release wax, epoxy mold, rationalizing, pressure washer, sandblasting, polyurethane

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	POLYURETAANI MATERIAALINA	2
2.1	Polyuretaanin määritelmä	2
2.2	Polyuretaanien jakaminen eri luokkiin	3
2.2.1	Solumuovit	3
2.2.2	Kuidut ja kestopuovit	4
2.2.3	Liimat	4
2.2.4	Pinnoiteaineet	4
3	KOSOFINN YRITYKSENÄ JA SEN VALMISTAMAT TUOTTEET	6
3.1	RIM-polyuretaani	6
3.2	PUR-iskunkestävä kovaintegraali	7
3.3	PUR-kovaintegraalituotteet	7
3.4	PUR-pehmeäintegraali	8
3.5	Salibandykaukalo	8
4	TUTKIMUSONGELMA	9
4.1	Irrotusvahan käytön hyöty	10
4.2	Syyt joiden takia irrotusvaha täytyy poistaa	10
5	IRROTUSVAHAN KÄYTTÖ	11
5.1	Irrotusvahan levittäminen muottiin	15
5.2	Irrotusvahan poistaminen muotista	16
6	MUITA MENETELMIÄ IRROTUSVAHAN POISTAMISEEN	18
6.1	Kemiallinen vahan irrottaminen	18
6.2	Mekaaninen vahan irrottaminen	19
6.2.1	Pyyhkiminen pois liinalla	19
6.2.2	Raaputtaminen irti lastan avulla	19
6.2.3	Peseminen painepesurilla	20
6.2.4	Vahan poisto hiekkapuhalluksella	20
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
7.1	Nykyinen poistaminen kemikaaleilla	22
7.2	Vahan poistaminen liinalla pyyhkimällä	23
7.3	Vahan raaputtaminen pois lastalla	23
7.4	Vahan peseminen pois painepesurilla	24

7.5	Hiekkapuhaltimella tapahtuva vahan poisto	25
7.5.1	Lasikuulapuhallus	26
7.5.2	Soodapuhallus	26
7.5.3	Saksanpähkinänkuoripuhallus	27
7.5.4	Vesijää- ja kuivajääpuhallus	27
8	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee irrotusvahan poistamista epoksimuotista, kun valmistetaan polyuretaanituotteita. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Kosofinn Oy. Tavoitteena oli tehostaa Kosofinnin toimintatapoja irrotusvahan poistamiseen ja mahdollisesti löytää uusia ratkaisuja irrotusvahan poistamiseen. Opinnäytetyön aihe vaikutti mielenkiintoiselta, ja halusin löytää uuden keinon, miten tehostaa Kosofinnin tuotantoa. Opinnäytetyöprosessin aikana pääsin tutustumaan Kosofinnin toimitiloihin ja nykyisiin prosesseihin, joten yrityksen toiminta tuli tutuksi. Pohjatietoja polyuretaanin ominaisuuksista oli kertynyt jo aiemmin opintojen aikana, joten oli mielenkiintoista päästä käyttämään aikaisemmin oppimiani asioita myös käytännössä.

Kosofinnin valmistamat tuotteet olivat tulleet minulle tutuksi harrastuksissa ja aiemmin työelämässä. Opinnäytetyö on raporttimuotoinen, sillä varsinaista tutkimusta, jossa olisin testannut eri ratkaisuja ja niiden vaikutuksia, en päässyt testaamaan prosessin aikana. Opinnäytetyössä pohdin neljää erilaista hypoteesia vahan irrottamisesta. Hypoteesit ovat vahan pyyhkiminen liinalla, vahan irrottaminen lastalla, painepesurilla vahan pois peseminen sekä hiekkapuhalluksella vahan hiominen pois.

2 POLYURETAANI MATERIAALINA

2.1 Polyuretaanin määritelmä

Polyuretaani hyvin monipuolinen ja moneksi mukautuva materiaali. Polyuretaani on erinomainen materiaali juuri sen monikäyttöisyyden vuoksi, ja siitä voidaan valmistaa lähes mitä tahansa. Polyuretaani poikkeaa muista kertamuoveista huomattavasti siten, että sen ominaisuuksia voidaan muokata hyvin laajasti. Muut kertamuovit ovat usein kovia ja hauraita, minkä takia niiden käyttö on rajoitetumpaa. Polyuretaanista taas saadaan täyte-, lisä- ja ponneaineiden avulla valmistettua tuotteita hyvin erilaisiin käyttötarkoituksiin. Polyuretaanituote voi olla huokoinen, vaahtomainen tai kimmoinen. On mahdollista valmistaa myöskin kovia lujitettuja polyuretaanituotteita. (PU Nordic 2016

http://www.pu-nordic.fi/files/pu-nordic/pdf/81228_PU_Nordic_lammoneriste_esite_spread_LR.pdf.)

Polyuretaanituotteita valmistetaan sekoittamalla kahta nestemäisessä muodossa olevaa peruskomponenttia keskenään. Nämä kaksi komponenttia reagoivat välittömästi keskenään ja syntyvä seos alkaa kuumeta. Syntynyttä seosta kutsutaan polyuretaaniksi. Useimmiten tämä polyuretaanin perusmuoto ei kelpaa lopputuotteen materiaaliksi, vaan siihen pitää lisätä erilaisia aineita. Prosessia hienosäädetään erilaisten katalyyttien ja inhibiittorien avulla, myöskin paisunta-aineiden käyttö on yleistä, sillä näin saadaan valmistettuja solustettua polyuretaania. (PU Nordic 2016 http://www.pu-nordic.fi/files/pu-nordic/pdf/81228_PU_Nordic_lammoneriste_esite_spread_LR.pdf.)

Kemiallisen reaktion läpikäynyt kovettumaton polyuretaanimassa voidaan ohjata muottiin, jolloin se pakotetaan ottamaan muotin muoto. Polyuretaanivaahdo tarttuu tällöin erittäin tiukasti kiinni muottiin tai muotissa olevaan kalvoon. Syntynyt polyuretaanituote voikin olla hyvin pysyvä. (PU Nordic 2016 http://www.pu-nordic.fi/files/pu-nordic/pdf/81228_PU_Nordic_lammoneriste_esite_spread_LR.pdf.)

Muovin suomalainen käsikirja on esitellyt hyvin ja seuraavalla tavalla (Järvinen 2000, 68):

Polyuretaani on yleisnimitys laajalle ryhmälle muoveja, joiden ominaisuudet eroavat suuresti toisistaan. Ne hyvin työstetään lähes aina vähintään kahdesta komponentista. Polyuretaanit voivat olla huokoisia ja vaahtomaisia tai kimmoisia ja kumimaisia materiaaleja.

Pehmeää avosoluista solupolyuretaania käytetään erityisen paljon patjoihin ja pehmusteisiin. Umpisoluisen polyuretaanin pääkäyttö on rakennuseristelevyt. Umpisoluisesta PUR:sta tehdään myös jääkaappien ja kaukolämpöputkien eristeet.

Tyypillisiä polyuretaanituotteita ovat ns. integraalituotteet kuten auton kojelaudat ja spoilerit. Integraalituotteen pinta on huokoseton, mutta sen sisäosa on soluinen.

Lisäksi polyuretaania käytetään mm. kengänpohjiin, elektroniikkateollisuuden kuoriin, urheilukenttien pinnoituksiin ja rullaluistimiin.

2.2 Polyuretaanien jakaminen eri luokkiin

Polyuretaanit voidaan jakaa useaan erilaiseen luokkaan. Yksi tapa on jakaa ne loppukäytön mukaan seuraavasti: solumuovit, kuidut ja kestormuovit, liimat sekä pinnoiteaineet.

Toinen tapa jakaa polyuretaanit luokkiin on jako kesto- ja kertamuoveihin.

2.2.1 Solumuovit

Solumuovit jaetaan vielä kolmeen luokkaan. Pehmeät solumuovit, puolikovat solumuovit ja kovat solumuovit. Näissä kaikissa on sisällä vaahtoutumista vapautunutta kaasua. Tästä kaasusta muodostuu solumuovin solut.

Solumuoveja saadaan tuotettua yksinkertaisesti seuraavanlaisella menetelmällä (Tammela 1990, 235):

Nestemäisen raaka-aineseoksen vaahtoutuminen tapahtuu reaktiossa vapautuneen hiilidioksidin ja/tai

seokseen lisätyn kaasuuntuvan aineen vaikutuksesta samanaikaisesti polymeerin muodostumisen ja seoksen sitkistymisen kanssa. Mukana on aina katalysaattoreita, jotka nopeuttavat sekä uretaaniryhmien syntymistä, että silloittautumisreaktioita. Lähtöaineiden valinnan mukaan saadaan runsaasti silloittuneita kovia ja vähemmän silloittuneita puolikovia sekä pehmeitä solumuoveja.

2.2.2 Kuidut ja kestopuovut

Kuituja valmistetaan sulakehuumenetelmällä. Ominaisuuksiltaan polyuretaanikuitu on hyvin lähellä polyamidi 66-kuitua.

Polyuretaanikuiduilla on huonompi lämmön kesto ja heikompi värjätävyyss kuin polyamidikuiduilla, joten sen käyttö on jäänyt vähäiseksi.

Polyuretaanista valmistettujen kestopuovien käyttö on jäänyt vähäiseksi, sillä se on ominaisuuksiltaan lähes vastaavaa kuin polyamidi 66, mutta on hinnaltaan kalliimpaa.

2.2.3 Liimat

Polyuretaaniliimoja on olemassa lukuisia erilaisia tyyppjeä. Niiden käyttötarkoitus ja valmistustavat eroavat toisistaan. Joitakin polyisosyanaatteja voidaan käyttää sellaisenaan tai kumiin sekoitettuna liimoina. Nämä toimivat lähinnä kumien ja lasien liimauksessa.

Tehokkaampi liima saadaan aikaiseksi polyolin ja polyisosyanaatin seoksella. Tällainen kahdesta aineesta koostuva liima on huomattavasti parempi, kuin pelkästään polyisosyanaatista koostuva liima, ja sitä voidaankin käyttää metallien ja muovien liimaamiseen.

Kolmas tapa tehdä polyuretaaniliimaa on silloittaa polyuretaanikautsua diisoyanaateilla. Tätä käytetään liimana kenkäteollisuudessa.

2.2.4 Pinnoiteaineet

Polyuretaanista valmistetaan pinnoiteaineita, joita käytetään laajasti erilaisissa applikaatioissa suojaamaan herkkiä pintoja. Polyuretaaniset

pinnoiteaineet on tavallisesti jaettu neljään eri ryhmään, mitkä ovat: uretaaniöljyt, kosteudessa kovettuvat uretaanilakat, kuumuudessa kovettuvat uretaanilakat sekä kahden reagoivan aineen seokset.

Uretaaniöljyjä käytetään vastaavissa käyttötarkoituksissa kuin tavallisia maaliöljyjä. Sen käyttökohteita ovat lakat ja maalien valmistus.

Kosteudessa kovettuvia lakkoja käytetään erityisesti kirkkaina lattia- ja venelakkoina. Kuumuudessa kovettuvat lakat valmistetaan kuumentamalla lakkaa yli 150 asteen lämpötilassa, jolloin lakassa oleva fenoli eroaa ja syntyy vahvoja uretaanisidoksia. Kuumuudessa kovettuvat lakat kestävät hyvin kemikaaleja ja kulutusta. Kahden reagoivan aineen seoksessa annetaan aineiden reagoida huoneenlämmössä, jolloin saadaan kestäviä sidoksia. Kahden reagoivan aineen muodostama lakka on hyvin kestävä.

3 KOSOFINN YRITYKSENÄ JA SEN VALMISTAMAT TUOTTEET

Kosofinnin historiasta on kerrottu yrityksen verkkosivuilla seuraavasti (Kosofinn historia 2014):

Kosofinn Oy:n perusti vuonna 1972 nykyinen toimitusjohtaja ja omistaja Heikki Kosola. Kosofinn aloitti toimintansa polyuretaanisten huonekalurunkojen valmistajana huonekaluteollisuudelle ja verhoilijoille. Vuosikymmenten varrella on oltu mukana monessa erilaisessa kokeilussa yhteistyökumppaneiden kanssa ja valmistettu myös mm. laitureita Kosofinn-laiturikelluja hyödyntäen.

Kosofinn-salibandytuotteet kehiteltiin ja tulivat markkinoille vuonna 1993, josta lähtien uusia malleja on esitelty tasaisin väliajoin. Kosofinn-salibandytuotteita on myyty ympäri maapalloa satoja kappaleita.

PUR-kovaintegraali astui kuvaan 1980 luvun alussa, kun yhtiö alkoi valmistaa kuoriosia setelinlaskijaan Scan Coin AB nimiselle yhtiölle Ruotsiin. PUR-kovaintegraalista olikin muodostunut vähitellen Kosofinnin päätuote, kunnes Kosofinn Oy osti Saagel Oy:n liiketoiminnan alkuvuodesta 2006. Oston myötä PUR-muovien valikoima Kosofinn Oy:n tuotannossa laajeni PUR-pehmeäintegraalilla, PUR-iskunkestävällä kovaintegraalilla sekä PUR-RIM -valulla.

Yrityksellä on ollut jo vuosikymmenten ajan oma malli- ja muottiosasto sekä maalaamo. (Kosofinn 2014)

Kosofinn valmistaa erilaisia polyuretaanituotteita yrityksille ja yksityisille asiakkaille. Sillä on asiakkaita niin Suomessa kuin myös maailmalla. Kosofinnin asiakasryhmät ovat elektroniikka-, sairaala-, konepaja-, ajoneuvo- ja kalusteteollisuus. Näiden lisäksi Kosofinn valmistaa urheilutuotteita, erityisesti salibandykaukaloita, joista sillä onkin pitkä kokemus. Kosofinnin tarjoamiin palveluihin kuuluvat myös muotin suunnittelu ja valmiiden tuotteiden maalaus.

3.1 RIM-polyuretaani

RIM on lyhenne englannin kielen sanoista **R**eaction **I**njection **M**olding. RIM-polyuretaanille on olemassa seuraavanlainen määritelmä (Tammela 1990, 380):

RIM-valussa nestemäiset tai pieniviskoosiset lähtöaineet ruiskutetaan muottiin, jossa ne kovettuvat polymeroinnin seurauksena. Nopeat reaktiot aikaansaadaan joko sekoittamalla ruiskutussuuttimessa yhteen kaksi hyvin reaktiivista monomeeria tai lämmön avulla, jolloin molemmissa tapauksissa on mukana tehokkaat katalysaattorit tai initiaattorit. Reaktiossa ei saa muodostua sivutuotteita tai niiden tulee olla helposti poistettavissa.

RIM-valu on kehitetty erityisesti polyuretaanin prosessointia varten ja se onkin siinä erityisen toimiva. RIM-valulla pystytään aikaansaamaan valettuja kappaleita polyuretaanista kohtuullisen halvoilla hinnoilla. RIM-valettu polyuretaani on hyvin viskoelastista, ja siitä on mahdollista tehdä seinämävahvuudeltaan pieniä kappaleita. Kosofinnin laitteistolla on mahdollista valmistaa RIM-valulla polyuretaanituotteita, joiden seinämävahvuus on vähintään neljä millimetriä. RIM-valussa voidaan muottiin lisätä vahvikkeita ja inserttejä, joilla saadaan parannettua valmiin tuotteen lujuutta ja ominaisuuksia. Ruiskutuspaine RIM-uretaanilla on vain viisi baria. (Kosofinn Oy/2007c.)

3.2 PUR-iskunkestävä kovaintegraali

Iskunkestävää kovaintegraalia Kosofinn alkoi valmistaa vuonna 2006 ostettuaan Saagel Oy:n. Iskunkestävästä kovaintegraalista Kosofinn valmistaa tuotteita ajoneuvoihin, laitekoteloihin ja julkiskalusteiden osiin. Yhteistä kaikille iskunkestäville kovaintegraalituotteille on se, että ne kestävät vaativia olosuhteita ja iskuja. Ominaisuuksia, joita iskunkestävillä kovaintegraalituotteilla esiintyy, ovat luja rakenne, rakennekaksisuus voi vaihdella, niillä on hyvä kemikaalien kesto ja niistä voidaan tehdä komposiittirakenteisia. Iskunkestävästä kovaintegraalista voidaan tehdä palosuojattua. Iskunkestävää kovaintegraalipolyuretaania valmistettaessa voi ruiskutuspaine olla jopa 100 baria. (Kosofinn Oy/2007a.)

3.3 PUR-kovaintegraalituotteet

PUR-kovaintegraalituotteet ovat yksi Kosofinnin perinteisimmistä materiaaleista. Kovaintegraalituotteita Kosofinn on toimittanut koti- ja

ulkomaiselle elektroniikka-, sairaala-, konepaja-, ajoneuvo- ja kalusteteollisuudelle. Kovaintegraalista voidaan valmistaa palosuojattua (Nyt ja tulevaisuudessa PUR-kovaintegraali 2005):

Suunnittelijalle PUR-kovaintegraali antaa lähes rajattoman suunnitteluvapauden.

PUR-kovaintegraalin etuina ovat; edulliset muottikustannukset, jäykkä rakenne, kiinnikkeiden kiinnittäminen mahdollista jo valuvaiheessa, sallii samassa kappaleessa eri ainepaksuudet (ei kutistumia), lämmön ja äänen eristyskyky, mahdollisuus EMI-suojaukseen (häiriönsuojamaalaus), hyvä maalattavuus, kappaleet mittatarkkoja ja hyvä jälkityöstää.

3.4 PUR-pehmeäintegraali

Pehmeäintegraalipolyuretaanituotteita Kosofinn on valmistanut vuodesta 2006 lähtien. Kosofinn osti tällöin Saagel Oy:n ja sai samalla valikoimiinsa pehmeäintegraalituotteet. Pehmeäintegraalista Kosofinn valmistaa ajoneuvojen osia, julkiskalusteiden osia ja ravitarvikkeita.

Pehmeäintegraalilla on seuraavat ominaisuudet: se on elastista, sillä on korkea repimislujuus, se kestää hyvin erilaiset sääolosuhteet ja hylkii vettä, se on UV-suojattua ja siitä on mahdollista valmistaa komposiittirakenteita. Pehmeäintegraalin kovuutta voidaan säätää melko laajalla skaalalla. (PUR-pehmeäintegraali 2007)

3.5 Salibandykaukalo

Kosofinn on valmistanut salibandykaukaloita vuodesta 1993 lähtien. Salibandykaukaloa on jatkuvasti kehitetty ja nykyään Kosofinnillä on Ruotsin SP Swedish National Testing and Research Institutén antama sertifikaatti: 15 88 04. Kosofinnin valmistamat salibandykaukalot valmistetaan polypropeenista. (Kosofinn salibandy 2016)

4 TUTKIMUSONGELMA

Kosofinnilla käyttää tuotannossaan sekä alumiinisia muotteja että epoksista valmistettuja muotteja, näiden lisäksi he käyttävät myös jonkin verran lasikuituisia muotteja. Alumiiniset muotit ovat heille helpoimpia käyttää, sillä ne ovat kaikista pitkäikäisimpiä ja ne ovat helppoja puhdistaa. Alumiinimuottien huonoin ominaisuus on taas niiden kallis hinta. Näistä syistä johtuen alumiinimuotteja käytetään lähinnä pitkille sarjoille, joissa muotin hintakustannus ei vaikuta tuotteen loppuhintaan niin paljoa. Alumiinimuotit ovat helposti puhdistettavissa kemikaalien avulla, eivätkä käytetyt puhdistuskemikaalit syövytä alumiinia.

Hieman pienemmille sarjoille Kosofinn käyttää epoksimuottia. Epoksimuotin hyviin puoliin kuuluu se, että ne on helppo työstää itse ja siten tehdä pienemmälle sarjalle sellainen muotti kuin tarvitaan. Epoksimuotin ongelmana on sen kemikaalien kestävyys, monet vahojen irrotusaineet ovat niin vahvoja kemikaaleja, että ne väärin käytettyinä alkavat liuottaa myös itse muottia. Vahan irrotusaineiden käytön kanssa tuleekin olla tarkkana, sillä liian lyhyt vaikutusaika ei irrota vahaa, mutta liian pitkä aika liuottaa muotin.

Kosofinn käyttää jonkin verran myös lasikuituvahvistettuja muotteja sarjoilleen. Niitä koskevat samat ongelmat kuin epoksimuottejakin, sillä myös niissä irrotusaineiden käytön kanssa on oltava hyvin tarkkana. Liian pitkä irrotuskemikaalin vaikutusaika lasikuitulujitteisessa muotissa voi aikaansaada muovin liukenemista. Luonnollisesti muovin liukeneminen on hyvin epätoivottu reaktio, sillä se pilaa muotin, tai vähintään sen pinnan.

Opinnäytetyössä keskityn epoksimuottien puhdistukseen, sillä niiden puhdistusratkaisulle on suurin tarve. Alumiinimuotit ovat jo nykytekniikalla hyvin puhdistettavissa, joten niitä ei tarvitse käsitellä. Lasikuitumuotit taas puhdistuvat samanlaisella menetelmällä kuin epoksimuotit.

4.1 Irrotusvahan käytön hyöty

Irrotusvahaa käytetään Kosofinnilla kaikissa kolmessa erilaisessa muottiratkaisussa eli alumiini-, epoksi- ja lasikuitumuoteissa. Irrotusvahaa käytetään muoteissa, sillä siten lopputuotteet ovat paremman näköisiä, ne tarvitsevat vähemmän lopputyöstöä ja ne irtoavat muoteista helpommin. Jos irrotusvahaa ei käytettäisi, olisivat muotit hyvin erinäköisiä, sillä muotit pitäisi suunnitella siten, että irrotuskulma olisi aina suuri. Nykyisenlaiset kappaleet jouduttaisiin ilman irrotusvahaa tekemään huomattavasti monimutkaisemmilla muoteilla. Vahan avulla saadaan kappale irtoamaan parhaassa tapauksessa jopa negatiivisella irrotuskulmalla, joten vahoista todella on hyötyä!

Irrotusvahalla saadaan vähennettyä ylimääräistä työtä, mitä jouduttaisiin muuten tekemään huomattavasti. Ilman irrotusvahaa olisi tarpeen aina kappaletta irrottaessa viedä tuote jälkikäsitteltäväksi. Ylimääräistä jälkikäsittelyä halutaan välttää, sillä kaikki aika mitä siihen käytetään, on pois muusta tuottavasta työstä. Pintakäsittelyssä tuotteet pitäisi vähintään hioa ja pintakäsitellä uudestaan.

4.2 Syyt joiden takia irrotusvaha täytyy poistaa

Irrotusvaha pitää poistaa aina välillä, sillä sen ominaisuudet heikkenevät käytössä ja ajan kuluessa. Irrotusvaha pysyy aluksi pitkään hyvännäköisenä, eikä sille tarvitse tehdä juuri mitään, mutta lopulta sen ominaisuudet alkavat heiketä ja vaha voi jopa kerääntyä väärin kohtiin. Kerääntytyään väärin kohtiin vahasta voi tulla röpelöistä, jolloin muotissa valmistettavan kappaleen pinnasta tulee rumannäköinen ja se vaatii tällöin jälkityöstöä. Vaha voi myös lähteä pois jostain kohdasta muottia ja tällöin polyuretaanituotteen ”pintanahka” voi jäädä kiinni muottiin. Polyuretaanituote, josta puuttuu pintanahka, on käyttökelvoton ja kyseinen tuote joudutaan poistamaan. Kuvassa 6 näkyy kun polyuretaanikappaleen pintanahka on jäänyt kiinni muottiin.

5 IRROTUSVAHAN KÄYTTÖ

Kävin joulukuussa Kosofinnin tuotantotiloissa tutustumassa heidän käyttämiin menetelmiin irrotusvahan poistamisesta. Pääsin tällöin itse suorittamaan vahan poistamisen epoksimuotista ja myös uuden vahan lisäämisen muottiin. Samalla tutustuin vahan ominaisuuksiin ja siihen, miten vaha käyttäytyy ennen poistamista, sen aikana ja poistamisen jälkeen. Kuvissa 1-4 näkyy huonolaatuista vanhaa irrotusvahaa muotin pinnassa.



KUVA 1. KÄYTETTY MUOTTI ENNEN VANHAN VAHAN POISTAMISTA.



KUVA 2. VANHAA IRROTUSVAHAA MUOTISSA.



KUVA 3. LÄHIKUVAA VANHASTA HUONOSTA IRROTUSVAHASTA.

Vahan ominaisuudet muuttuvat voimakkaasti irrotuskemikaalin levittämisen jälkeen. Ennen irrotuskemikaalia vaha on hyvin tiukasti kiinni muotissa ja sen irrottaminen suoraan olisi ollut hyvin työlästä.

Irrotuskemikaali muuttaa vahan ominaisuuksia välittömästi ja vaha alkaa irrota melkein kuin itsestään. Irrotuskemikaalin levittämisen jälkeen vahan poisto olikin hyvin helppoa. Kemikaalin levittämisen jälkeen tulee huolehtia siitä, että vaha irrotetaan tarpeeksi nopeasti, sillä kemikaali täytyy saada neutraloitua epoksimuotin pinnalta ennen kuin se alkaa liuottaa itse muottia.

Vahan poistamisen ja irrotuskemikaalin neutraloimisen jälkeen oli edessä uuden vahan lisääminen. Uuden vahan lisääminen oli mielestäni työläin vaihe koko operaatiossa, sillä vaha täytyy kiillottaa hyvin muotin pintaan kiinni. Kuvassa 5 näkyy muotti vahaamisen jälkeen.

Opinnäytetyössä esiteltyjä keinoja on kokeiltu aiemmin muissa yhteyksissä kirjallisuudessa ja internetistä löytyvissä lähteissä, joten niiden pitäisi toimia myös tässä tapauksessa.



KUVA 4. MUOTIN PINTAAN TARTTUNUT VAHA TEKEE VALMISTETTAVAN KAPPALEEN PINNASTA HUONOLAATUISEN.



KUVA 5. MUOTIN PINTA VAHAUKSEN JÄLKEEN.

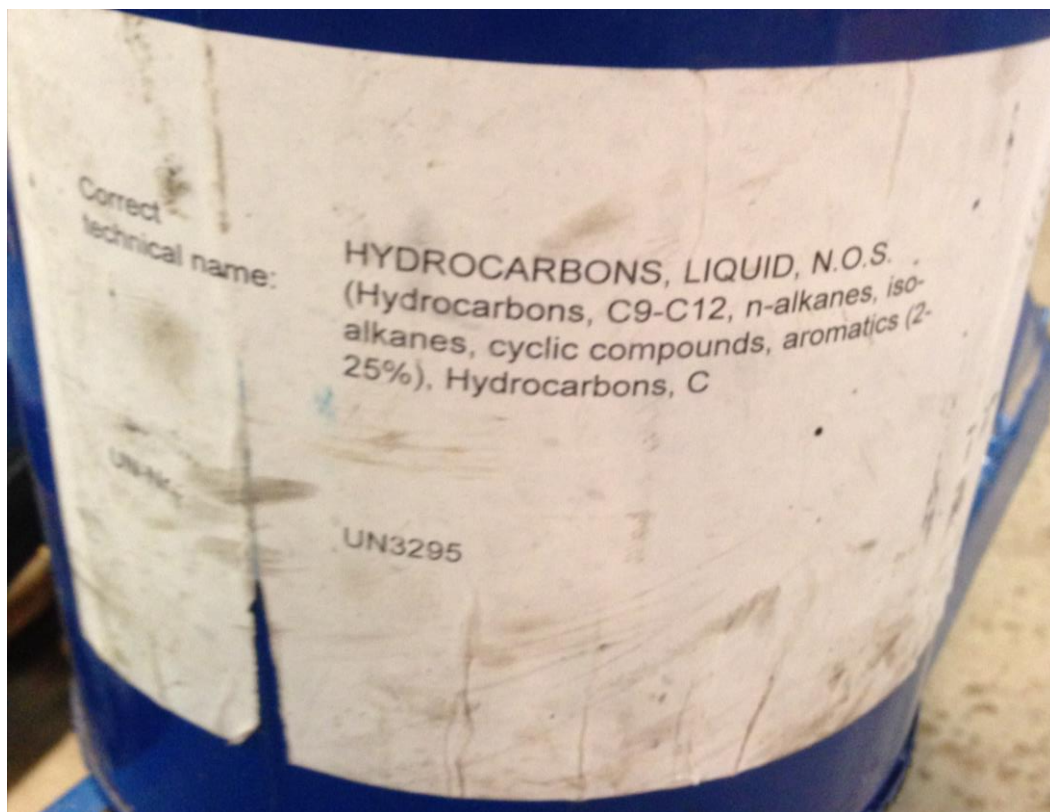


KUVA 6. VAHAN PUUTTUMISEN TAKIA POLYURETAANITUOTTEEN PINTANAHKA ON JÄÄNYT MUOTTIIN KIINNI.

5.1 Irrotusvahan levittäminen muottiin

Kosofinn käyttää kolmea erilaista irrotusvahaa muoteissaan. Kaksi niistä on nestemäisiä ja yksi on kiinteä. Nestemäiset vahat ovat helppokäyttöisiä ja niitä käytetään enemmänkin siitä syystä, että vahaus saadaan ylläpidettyä jatkuvasti. Nestemäiset vahat levitetään suihkuttamalla sumuttimen avulla muottien pinnalla ja niistä ei tarvitse enää erikseen levittää muottien pinnalle.

Kiinteä vaha toimii varsinaisena pohjavahana ja se pitää kiinnittää tarkasti kiinni muottiin. Vaha kiinnitetään muottiin levittämällä se tasaisesti muottiin ja sen jälkeen kiillottamalla vahaa liinan avulla. Vaha on kiinnittynyt kunnolla muottiin silloin kun muotin pinta alkaa kiiltämään kunnolla, eikä vahaa enää erota muotin pinnasta silmillä. Kiinteän vahan kiinnittäminen tulee tehdä huolella, sillä se pysyy muotissa pitkään. Kiinteä vaha voi olla muotissa jopa usean kymmenen polyuretaanituotteen valmistuksen ajan. Kuvassa 7 näkyy Kosofinnin käyttämä kiinteä vaha Hydrocarbons, liquid, N.O.S.



KUVA 7. KOSOFINNIN KÄYTTÄMÄN KIIINTEÄ VAHA.

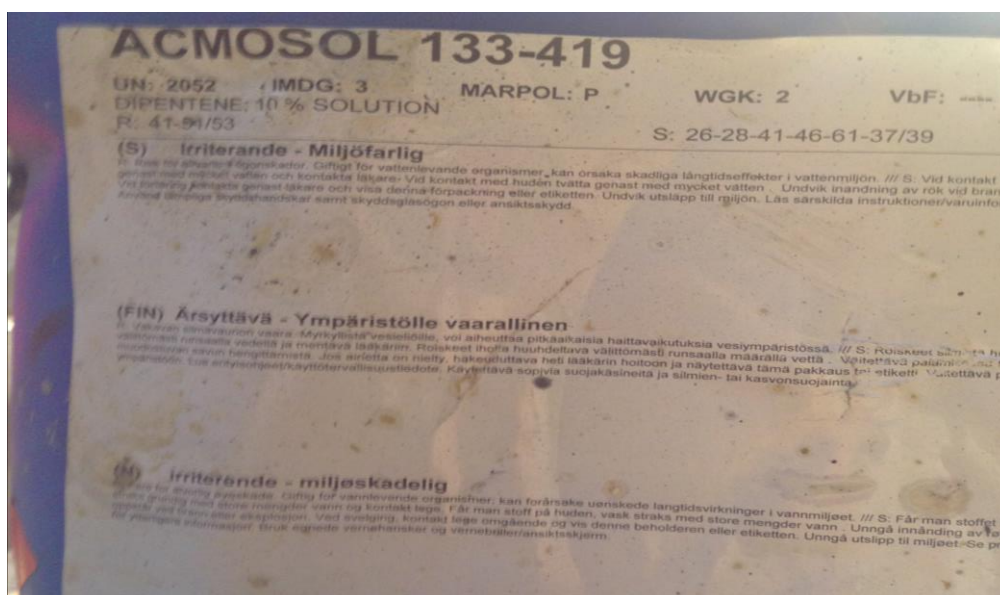
5.2 Irrotusvahan poistaminen muotista

Irrotusvaha täytyy alkaa poistaa muotista viimeistään siinä vaiheessa, kun muotista alkaa tulla huonon näköisiä kappaleita. Näin alkaa tapahtua siinä vaiheessa, kun samaa muottia on käytetty liian pitkään ilman, että vahaa oltaisiin välissä vaihdettu. Ylimääräinen muottiin kertynyt vaha ja siihen liittynyt lika tekevät kappaleen pinnasta huonon ja lisäävät jälkityöstön määrää.

Kosofinn käyttää vahan poistamiseen tällä hetkellä kemikaalia Acmosol 133-419. Irrotuskemikaali on 10-prosenttinen liuos dipenteeniä. Acmosol 133-419 levitetään siveltimellä muottiin niihin kohtiin, joihin vaha on kertynyt. Liuottimen annetaan vaikuttaa noin 20 minuuttia, jolloin vaha alkaa pehmetä. Vahan pehmettyä aletaan sitä raaputtaa pois lastalla. Vahan poistamisessa on syytä toimia nopeasti varsinkin, jos kyseessä on epoksimuotti, sillä epoksimuotti alkaa kemikaalin vaikutuksesta myös liukenemaan. Vahan poisto tulee siis tehdä nopeasti ja sen jälkeen tulee

muotti neutraloida hyvin, jotta muotti ei liukene ja mene pilalle.

Neutralointiin on olemassa erilaisia kemikaaleja, mutta Kosofinn luottaa tämän kemikaalin osalta veteen. Muottia siis huuhdellaan hyvin vedellä, jotta saadaan liukeneminen lakkaamaan. Lopuksi muotti kuivataan hyvin ja siihen laitetaan uusi kerros vahaa. Kuvassa 8 on Kosofinnin käyttämä irrotuskemikaali vahan irrottamiseen.



KUVA 8. 10 %:N DIPENTEENI-LIUOS, JOTA KÄYTETÄÄN VAHAN IRROTTAMISEEN.

6 MUITA MENETELMIÄ IRROTUSVAHAN POISTAMISEEN

Kosofinnin käyttämä Acmosol 133-419 ei ole todellakaan ainoa kemikaali, millä irrotusvaha voidaan poistaa. Irrotuskemikaalien osalta iskee vastaan runsaudenpula, josta voi olla vaikeaa saada kovin hyvää yleiskuvaa. Eri kemikaalit ovat keskenään melko samankaltaisia ja niiden eroja ei välttämättä ole selitetty kovin hyvin. Jokin muu kemikaali voisi olla parempi poistamaan Kosofinnin käyttämää vahaa, mutta kovin paljoa ei kemikaalien ominaisuuksista ole selitetty internettiin. Sopivan kemikaalin löytämiseksi on syytä olla yhteydessä suoraan kemikaalien valmistajiin ja kysellä heiltä sopivia tuotteita vahan poistamiseen.

Kemikaalien lisäksi vahat on mahdollista poistaa mekaanisesti. Mekaanisia tapoja vahan poistoon on pyyhkiminen liinalla, raaputtaminen pois lastalla ja erilaiset hiekkapuhallukset. Mekaanisista irrotuskeinoista erityisesti hiekkapuhalluksella voisi olla tulevaisuutta.

6.1 Kemiaallinen vahan irrottaminen

Kemiaallisia aineita vahan poistamiseen on olemassa hyvin paljon. Aineita on olemassa suuri määrä, sillä eri valmistajia on olemassa paljon ja jokaisella näistäkin on vielä paljon eri tuotteita. Eri valmistajilla on olemassa tuotteita, jotka ovat keskenään samankaltaisia ja toimivat samoilla tavoin. Keskinäinen samankaltaisuus johtuu siitä, että kyseessä on todennäköisesti sama tuote mutta eri kauppanimet. Kemikaali voi siis hyvinkin olla samaa tuotetta, vaikka sillä olisikin eri nimi. Myös yksittäisellä valmistajalla voi olla lukemattomia samankaltaisia tuotteita, jotka eroavat vain pieneltä osin toisistaan. Esimerkiksi Kosofinnin nykyään käyttämän irrotuskemikaalin Acmosol 133-419 valmistaja Acmos:lla on olemassa paljon eri tuotteita, jotka eroavat toisistaan numerosarjan perusteella ja pieneltä ominaisuuserolta.

6.2 Mekaaninen vahan irrottaminen

Mekaanisia menetelmiä vahan irrottamiseen on pyyhkimen pois liinalla, raaputtaminen pois lastan avulla, peseminen pois painepesurin avulla sekä erilaiset hiekkapuhallusmenetelmät. Käyn seuraavaksi läpi näitä eri mekaanisia menetelmiä.

6.2.1 Pyyhkiminen pois liinalla

Liinalla pois pyyhkiminen perustuu ideaan, että sopivilla kankailla on mahdollista pyyhkiä irrotusvaha pois muotin päältä. Ensimmäisellä kankaalla, jonka olisi syytä olla imukykyinen, pyyhitään suurin osa vahasta pois. Toisella kankaalla, joka on karkea, irrotetaan suurin osa lopuista vahoista. Kolmannella kankaalla voisi jo lopulta saada kerättyä kaiken vahan muotin pinnalta. Ongelmia tulisi todennäköisesti ahtaissa kohdissa, sillä niihin on vaikea saada liinaa mahtumaan kunnolla.

Liinalla irrotusvahan pois pyyhkiminen ei todennäköisesti toimisi, sillä irrotusvaha on hyvin tiukasti kiinni muotissa. Sopivien kemikaalien avulla toimiessa voidaan irrotusvaha saada irtamaan ja kiinnittymään liinaan, mutta silloin toimitaan oikeastaan samalla tavalla kuin nykyään.

6.2.2 Raaputtaminen irti lastan avulla

Lastan avulla tapahtuva vahan poistaminen toimisi siten, että lastalla käytäisiin läpi koko muotti ja lastalla nostettaisiin kaikki vaha pois. Teoria toimisi hyvin, jos irrotusvaha olisi melko kovaa ja heikosti kiinni muotissa. Teorian kannalta valitettavasti näin ei ole, vaan vaha on enemmänkin sitkeää ja se on hyvin tiukasti kiinni muotissa. Todennäköisesti lasta irrottaisi vahaa lähinnä vain suoraan alapuolelta, mutta ei siitäkään kunnolla. Lastalla muottia läpikäydessä ei saataisi juurikaan irrotettua vahaa, mutta sen sijaan muottiin saataisiin syvät urat ja jäljet irrotuslastasta. Erilaisten kemikaalien avulla toimiessa saadaan irrotusvaha irtamaan helpommin ja tällöin saadaan lastan käytöllekin

todellista hyötyä. Tosin tämä yhdistelmä, jossa on lasta ja kemikaali, on jo nykyään käytössä ja sitä käytetään aktiivisesti.

6.2.3 Peseminen painepesurilla

Tässä teoriassa voidaan irrotusvaha poistaa muotista voimakkaan vesisuihkun avulla. Painepesurilla luodaan voimakas vesisuihku ja se ohjataan muotin pintaan. Muottiin osuessaan vesisuihku alkaa työntää vaha edellään. Vaha siis alkaa kuoriutua pois ja lopulta kun koko muotti on käyty läpi, niin vaha on saatu poistettua muotista. Sopivalla paineella ja suuttimella vesisuihku voidaan saada irrottamaan vaha. Painepesurin kanssa pitää olla huolellinen ja seurata aktiivisesti muottia. Muotti ei saa alkaa hajota vesisuihkun vaikutuksesta. Painepesurin irrottaman vesi/vaha-seoksen kanssa tulee olla tarkkana ja se täytyykin mahdollisesti kerätä talteen. Painepesuri vahan irrottamiseen vaikuttaa sopivalta idealta ja suosittelen kokeilemaan sitä.

6.2.4 Vahan poisto hiekkapuhalluksella

Hiekkapuhallus on toinen lupaava uusi keino irrotusvahan poistamiseen. Hiekkapuhalluksessa käytetään pieniä partikkeleita ja paineilmaa, jotka yhdessä käytettyinä voivat toimia pinnan puhdistuksessa.

Hiekkapuhalluksessa voidaan käyttää lukemattomia eri materiaaleja, joista toiset ovat enemmän kuluttavia ja toiset vähemmän. Vahan poistamiseen epoksimuotista suosittelen ehdottomasti vähemmän kuluttavia aineita.

Sopivia aineita, joita käytetään hiekkapuhalluksessa, voisivat olla lasikuulat, ruokasooda, saksanpähkinän kuoret sekä jää ja kuivajää. Näitä materiaaleja hyödyntävistä hiekkapuhaltimista mikään ei ole erityisen kuluttava, joten muotin ei pitäisi kulua liian nopeasti tässä käsittelyssä.

Muotin kulumista hiekkapuhallettaessa voidaan vähentää käyttämällä vähemmän hiovia partikkeleita puhallettaessa. Sopivan aineen hiekkapuhaltimeen voi löytää testaamalla eri partikkeleiden toimimista muottiin ja irrotusvahaan. Sopivan aineen testaaminen on järkevää aloittaa lasikuulista, sillä ne ovat melko yleinen ratkaisu, eivätkä ne kuluta muottia

kovin paljoo. Lasikuulapuhallus olisi helpoin ratkaisu, koska lasikuulat ovat helpoimmin uudelleenkäytettävissä. Jos lasikuulat ovat liian kuluttavia kannattaa siirtyä testaamaan soodapuhallusta, sillä se on vielä hellempi ratkaisu. Sooda on hyvä ratkaisu senkin takia, että se sitoo hyvin itseensä kaiken ylimääräisen vahan. Saksanpähkinän kuoret ovat hyvin helliä epoksimuotille, joten niiden ei pitäisi aiheuttaa suurempia vahinkoja muotille. Saksanpähkinänkuoret ovat myös helposti saatavilla ja ne ovat luonnollinen materiaali käyttää. Kaikista hellimmät ratkaisut muotille ovat vesijää ja kuivajää, sillä ne eivät kuluta muottia juuri lainkaan. Kuivajään käyttämisen huono puoli on, että se vaatii erikoisosaamista ja erikoislaitteet.

Hiekkapuhallus on todennäköisesti kaikista nopein, kehittynein ratkaisu Kosofinnille. Hiekkapuhalluksen etuna on se, että sillä saadaan käsiteltyä monipuolisesti kappaleiden pintoja ja muottien geometria on harvoin rajoittava tekijä hiekkapuhalluksessa. Oikeita partikkeleita käyttämällä saadaan hiekkapuhallus toimimaan tehokkaasti siten, että vaha irtaoo nopeasti epoksimuotin pinnasta, mutta muotti ei vielä vaurioidu. Oikean hioma-aineen löytäminen on vaikeinta hiekkapuhallusprosessin toimiseen. Oikean hioma-aineen löytämistä varten on syytä kokeilla eri hioma-aineita vanhoihin muotteihin. Todennäköisesti tehokkaimmat hioma-aineet ovat lasikuulat ja ruokasooda. Vaikka lasikuulat ja ruokasooda ovatkin tehokkaita, eivät ne silti kuluta epoksimuottia juuri lainkaan.

Lasikuulapuhallus ja soodapuhallus ovat hyviä keinoja puhdistaa epoksimuotti. Puhallusputsaus ei myöskään voi helposti jäädä käyntiin ja pilaamaan muottia. Kemiallisilla liuottimilla putsattaessa on aina riskinä, että aine saattaa vahingossa unohtua vaikuttamaan muottiin ja siten liuottaa itse muotinkin piloille.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Nykyinen poistaminen kemikaaleilla

Kosofinnilla on nykyään käytetty irrotusvahan epoksimuotista poistamiseen Acmosol 133-419 kemikaalia. Se on 10-prosenttinen dipenteeni-liuos, jota käytetään pehmentämään irrotusvahaa, jotta vaha irtaaisi helpommin. Dipenteeni-liuos pehmittää vahaa ja tekee sen poistamisesta siten helpompaa. Liuos toimii melko hyvin sen käyttökohteessa, kunhan vain vahan poistamisessa ollaan tarkkana, eikä liuoksen anneta vaikuttaa liian pitkään. Liian pitkä vaikutusaika voi aiheuttaa epoksimuotin liukenemista ja sitä halutaan välttää. Epoksimuotin liukeneminen dipenteeni-liuokseen vaikuttaa negatiivisesti muotin ja lopputuotteen ominaisuuksiin ja voi jopa aikaansaada muotin hylkäämisen ennen aikaisesti.

Irrotuskemikaali toimii hyvin irrotusvahan poistamiseen, jos sitä käytetään oikein. Kemikaalin käyttämisessä esiintyy kuitenkin aina väärinkäytön riski, mikä voi aiheutua huolimattomuudesta, kiireestä tai jostain muusta syystä. Väärinkäytettynä kemikaali saa aikaan paljon haittaa, sillä se voi pilata muotin. Kemikaalia käytettäessä on myös syytä tutustua kemikaalin turvaohjeisiin ja toimia niiden vaatimalla tavalla. Oikeat suojavarusteet ovat välttämättömiä käytettäessä kemikaaleja. Dipenteeni-liuoksen tapauksessa oikea suojavarustus on silmät, hengityselimet ja ihon peittämä varustus, myöskin tilojen riittävästä tuuletuksesta on huolehdittava.

Oikein toimittaessa on nykyinen irrotuskemikaali Acmosol 133-419 kuitenkin osoittautunut melko hyväksi vahan poistamisessa. Yksittäiselle muotille joudutaan tekemään vanhan vahan poistaminen ja uuden vahan lisääminen niin harvoin, että nykyinenkin menetelmä toimii siinä melko hyvin. Näin ollen uutta menetelmää ei ole pakollista löytää, mutta nopeampia menetelmiä todennäköisesti on myös olemassa. Suosittelen kokeilemaan erityisesti painepesuria ja hiekkapuhallusta sopivilla partikkeleilla vahan poistamiseen. Sen sijaan vahan pyyhkiminen erilaisilla

liinoilla tai lastan avulla ei tule toimimaan, näillä välineillä ei saa tulosta aikaiseksi, vaan niillä vaha joko pysyy muotissa tai sitten muotti kuluu pilalle.

7.2 Vahan poistaminen liinalla pyyhkimällä

Vahan pois pyyhkiminen liinalla oli hypoteesi, jota halusin testata. Epäilin jo valmiiksi sitä, että vahan olisi saanut pyyhittyä pois erilaisten liinojen avulla. Jotta vaha oltaisiin saatu pyyhittyä pois, olisi se ominaisuuksien pitänyt olla huomattavan erilaiset. Vahan olisi pitänyt olla pehmeää ja vain heikosti kiinni muotissa, jotta se olisi ollut pois pyyhittävässä. Tämä nykyään käytetty kiinteä pohjavaha ja sen päälle aina välillä suihkutettava nestemäinen vaha taas kiinnittyy tiukasti muottiin, eikä lähde siitä helposti irti. Pois pyyhkiminen ei siis onnistu, vaan vaha jää kiinni muottiin ja jatkaa aiheuttamiensa pintavirheiden tuottamista.

7.3 Vahan raaputtaminen pois lastalla

Vahan poistaminen lastan avulla pelkästään mekaanisesti raaputtamalla oli toinen teoriani, jota halusin tarkastella. Vahan raaputtaminen irti lastan avulla toimisi, jos vaha olisi huomattavasti kovempaa ja se irtoaisi lastuina epoksimuotista. Vaha on kuitenkin tähän luonnostaan liian pehmeää ja se on liian tiukasti kiinni muotissa, jotta se lähtisi irti vain tällä tavalla mekaanisesti raaputtamalla. Nykyään onkin ensin levitetty irrotuskemikaalia muotin päälle ja sen on sitten annettu vaikuttaa, tämän jälkeen on vaha saatu raaputettua lastan avulla pois. Irrotuskemikaalin vaikuttamisen jälkeen on vaha saatu raaputettua lastan avulla pois, koska vahan ominaisuudet ovat tällöin muuttuneet siten, että vaha ei ole enää ollut tiukasti kiinni muotissa.

Pelkästään mekaanisesti raaputtamalla ei vahaa saada irtoamaan muotista, sillä vaha on liian tiukasti muotissa kiinni. Jos irrotusvahaa lähtisi poistamaan vain lastan avulla mekaanisesti raaputtamalla kohtaisi nopeasti ongelmia. Lastaan joutuisi kohdistamaan runsaasti voimaa, jotta saisi irrotettua edes pienen osan vahasta ja sekin kaikki lähtisi vain juuri

lastan terän alapuolelta. Paljon voimaa käyttämällä ja lastaa voimakkaasti muottiin painettaessa tulee muottiin todennäköisesti virheitä lastasta. Nämä virheet näkyvät erilaisina urina ja ne luonnollisesti lisäävät jälkityöstön määrää mitä valmiisiin tuotteisiin tulee tehdä. Vahan poisto vain mekaanisesti lastan avulla ei siis toimi kovin hyvin.

7.4 Vahan peseminen pois painepesurilla

Vahan poistaminen painepesurin aikaansaaman veden paineen avulla oli kolmas hypoteesini. Hypoteesi perustui oletamaan, että painepesuria ja oikeanlaista suutinta käyttämällä saadaan aikaan sopiva paine, joka tunkeutuu vahakerroksen alle. Vahakerroksen alle tunkeutuva vesikerros alkaa irrottamaan vahaa ja työntää sen edellään pois. Epoksihartsilla, mistä Kosofinnin epoksimuotit valmistetaan, on pieni veden absorptio. Epoksin ja vahan väliin tunkeutuva vesi ei siis aiheuta juurikaan ongelmia muotille, sillä epoksi ei tällaisessa nopeassa kosketuksessa juurikaan reagoi veden kanssa.

Suihkutettavan veden paine pitää säätää tarkasti sopivaksi ennen kuin vahaa ruvetaan poistamaan. Veden paineen tulee olla oikea siten, että vaha saadaan irtoamaan muotista mutta, että muotti ei lähde vielä hajoamaan veden paineesta. Sopiva suutin, jolla saadaan veden paine sopivaksi vahan irrottamista varten, mutta joka ei vielä riko itse muottia, saadaan aikaiseksi erityisen viuhkasuuttimen avulla. Viuhkasuuttimen avulla toimittaessa saadaan epoksimuotti myös käsiteltyä nopeasti, sillä viuhkasuutin mahdollistaa laajan käsittelyalueen kerralla.

Painepesurin toimintaa saadaan tehostettua entisestään siten, että epoksimuotti käsitellään aluksi irrotuskemikaalilla. Irrotuskemikaalin voidaan antaa vaikuttaa jonkin aikaa ja sen jälkeen pehmennyt vaha voidaan suihkuttaa irti painepesurin avulla. Irrotuskemikaalin ja painepesurin yhteiskäytöllä huolehditaan myös siitä, että irrotuskemikaali tulee varmasti neutraloitua. Painepesuri pesee kaiken irrotuskemikaalin ja vahan pois muotin pinnasta, siten painepesuri neutraloi irrotuskemikaalin aiheuttaman kemiallisen reaktion. Painepesurin käytön jälkeen on

huolehdittava hyvin siitä, että muotti on kuivunut kunnolla ennen uuden irrotusvahakerroksen levittämistä.

Painepesuri toiminee hyvin irrotusvahan poistamisessa, sillä painepesuri saa aikaan riittävän paineen, joka tunkeutuu vahan alle ja irrottaa sitten vahan. Entisestään painepesurin toimintaa saadaan tehostettua käyttämällä irrotuskemikaalia apuna vahan poistamisessa. Painepesurin käytössä on mietittävä tarkasti mitä syntyneille likavesille tehdään. Voidaanko likavedet ohjata viemäriverkkoon vai pitääkö ne kerätä erikseen talteen ja tyhjentää imuautolla, on tärkeä kysymys pohdittavaksi. Vesi/vaha- tai vesi/vaha/irrotuskemikaaliseoksen oikeaan kohteeseen ohjaamisen jälkeen alkaa järjestelmä toimia hyvin. Tällöin voidaan alkaa putsata epoksimuotit nopeammin ja tehokkaammin, jolloin työntekijöille jää enemmän aikaa uusien tuotteiden valmistamiseen.

7.5 Hiekkapuhaltimella tapahtuva vahan poisto

Hiekkapuhaltimen käyttäminen irrotusvahan poistamiseen oli neljäs hypoteesini. Yhdessä painepesurin käytön kanssa tämä oli lupaavimpia ideoita. Toisin kuin muissa menetelmissä, niin hiekkapuhaltimella operoitaessa ei tarvita lainkaan irrotuskemikaaleja, eikä lopuksi tarvitse huuhtoa muottia vedellä. Hiekkapuhaltimen käytössä suurin haaste on oikean partikkelin löytäminen hiomiseen. Oikean partikkelin avulla saadaan vaha hiottua pois muotin pinnasta, mutta itse muotti ei kulu pilalle. Etsin tietoa mitä materiaaleja käytetään hiekkapuhaltimisessa ja seuraavat materiaalit vaikuttavat sopivilta vahan poistamiseen: lasikuulat, ruokasooda, saksanpähkinänkuoret sekä vesijää ja kuivajää. Kaikkia näistä materiaaleista käytetään hiekkapuhaltimissa, joten materiaaleja on vapaasti saatavilla. Osa materiaaleista on tosin varmasti helpommin saatavissa kuin toiset. Osassa materiaaleista onnistuu myös materiaalin uudelleenkäyttö ja kierrättäminen, kun taas toiset ovat enemmänkin kertakäyttöisiä materiaaleja.

7.5.1 Lasikuulapuhallus

Lasikuulapuhalluksessa käytetään pieniä pyöreitä lasikuulia hiomaan kappaleen pintaa. Lasikuulapuhallus on hellävarainen vaihtoehto perinteiselle hiekkapuhallukselle, eikä se hio kovin voimakkaasti kappaleen pintaa. Ominaisuuksiensa ansiosta lasikuulapuhallus voisi olla juuri sopiva menetelmä irrotusvahan poistamiseen epoksimuotin pinnasta. Lasikuulapuhalluksessa lasikuulia pommitetaan paineilman avulla kappaleen pintaan, johon törmätessään ne irrottavat pintaan tarttuneen vahan. Lasikuulapuhalluksesta voidaan rakentaa suljettu järjestelmä, jolloin lasikuulat ovat uudelleenkäytettävissä. Lasikuulat joita järjestelmässä käytetään pitää silti vaihtaa aika ajoin, sillä käytettäessä järjestelmää vaha kerääntyy lasikuuliin ja samalla puhdistustulos heikkenee. Vaikka lasikuulapuhdistus onkin hellävarainen menetelmä, voi se silti olla liian raju epoksimuotille. Lasikuulapuhallusta onkin syytä testata aluksi vanhaan muottiin ja tutkia tekeekö se vahinkoa muotille. (Keski-Karjalan Ässä Oy 2016)

7.5.2 Soodapuhallus

Soodapuhalluksessa kiinteäksi partikkeliksi on valittu vielä lasikuulapuhallusta hellävaraisempi ruokasooda. Ruokasooda hioo vielä hellävaraisemmin kappaleen pintaa, joten jos lasikuulat aiheuttivat muotin pintaan vaurioita, niin ruokasoodan ei pitäisi niin tehdä. Ruokasooda on hyvin pehmeää, joten sen pitäisi toimia myös aroilla pinnoilla. Ruokasoodajärjestelmässä materiaali ei ole uudelleenkäytettävissä, tästä syystä siinä tarvitsee käyttää jatkuvasti uutta neitseellistä materiaalia. Osuessaan muotin pinnassa olevaan vahaan, ruokasooda sitoo itseensä tehokkaasti vaha ja vie vahan pois muotin pinnasta. Soodaa ei uudelleenkäytetä vaan siinä käytetään neitseellistä materiaalia. Myös soodapuhalluksessa on tarpeen tutkia aiheuttaako menetelmä vahinkoa muotille. Jos vahinkoa aiheutuu, voidaan testata vielä hellävaraisempia ratkaisuja. (Soodapuhallus lyhyesti 2012)

7.5.3 Saksanpähkinänkuoripuhallus

Saksanpähkinänkuorista voidaan valmistaa murskaa, jota sitten voidaan käyttää partikkeleina saksanpähkinänkuoripuhalluksessa. Myöskin muiden pähkinöiden kuoret toimivat hyvin puhaltamiseen. Pähkinänkuoret toimivat hyvin puhdistamisessa ja pehmeytensä ansiosta ne eivät juurikaan vahingoita puhdistettavaa pintaa. Pähkinänkuoret eivät ole uudelleenkäytettäviä. (Ceraplast GmbH 2016)

7.5.4 Vesijää- ja kuivajääpuhallus

Vesijäästä ja kuivajäästä valmistetaan mursketta, jota on mahdollista käyttää puhalluksessa hiovina partikkeleina. Vesi- ja kuivajää ovat suhteellisen pehmeitä materiaaleja, joten ne eivät aiheuta muotin pintaan juuri vaurioita. Sekä vesi- että kuivajää vaativat erikoislaitteet, jotta niitä voidaan käyttää puhalluksessa partikkeleina. Molemmat materiaalit täytyy pitää riittävän kylminä, jotta ne eivät ala sulaa. Erityisesti kuivajään kanssa on oltava hyvin tarkkana ja sen käsittelyä varten tarvitaan pitkä kokemus hiekkapuhaltamisesta. Kaasuntuessaan kuivajää muuttuu hiilidioksidiksi, joten sen käsittelijän täytyy olla huolellinen ja huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta käsittelytilassa. Vesi- ja kuivajää eivät luonnollisesti ole uudelleenkäytettäviä materiaaleja. (Tekniikka & talous 2006)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää tehokkaampi ratkaisu irrotusvahan poistamiseen. Tähän asti vaha on poistettu käyttämällä vahan pehmittämiseen erityistä kemikaalia. Pehmennyt vaha on ollut helpompaa poistaa, sillä se on saatu raaputettua irti lastan avulla. Lopulta irrotuskemikaali on pitänyt neutraloida veden avulla, jotta kemikaali ei liuottaisi itse muottia pois.

Toimeksiannolle oli tarvetta, sillä Kosofinn haluaa tehostaa toimintaansa ja saada kaiken ylimääräisen pois toiminnastaan. Erikseen suoritettava muotin puhdistus on luonnollisesti pois kaikesta tuottavasta toiminnasta pois. Muottia puhdistettaessa ei ole mahdollista keskittyä tuottavan työn tekemiseen, joten puhdistamisesta halutaan eroon.

Puutteistaan huolimatta Kosofinnilla on jo nykyään melko hyvä ratkaisu irrotusvahan poistamiseen. Yksittäisen muotin vahan poistamiseen ei kulu kovin kauaa aikaa, eikä yksittäistä muottia myöskään jouduta puhdistamaan usein. Näin ollen nykyinen menetelmä toimii myös kohtuullisesti, eikä menetelmän parantamiseen ole akuuttia kiirettä. Esittämäni uudet ratkaisut vaikuttavat hyviltä ja päteviltä, mutta varsinaista tutkimusta niiden toimivuudesta ei ole tehty. Ratkaisujen toimivuuden testaaminen jääkin tulevaisuuteen tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Esittämiäni ratkaisuja on testattu aiemmin kirjallisuudessa ja internetissä esiintyvissä lähteissä vastaavanlaisissa olosuhteissa, joten ratkaisujen pitäisi olla toimivia.

Uusia menetelmiä epoksimuottien puhdistamiseen irrotusvahasta, joita suosittelen kokeiltavaksi Kosofinnilla, ovat painepesurin käyttö viuhkasuutinta käyttäen ja hiekkapuhaltimen käyttö sopivilla partikkeleilla. Nämä molemmat ratkaisut ovat todennäköisesti toimivia, kunhan prosessit on säädetty niissä oikein. Painepesurin käyttöä voidaan tehostaa käyttämällä edelleen irrotuskemikaalia, jolloin vahan pitäisi irrota helposti veden paineen avulla. Hiekkapuhaltimen käytössä suurin vaikeus on löytää oikea partikkeli, jolla puhdistus käy helposti siten, että vaha irtoaa muotista mutta itse muotti ei kulu. Aluksi suosittelen testaamaan

lasikuulapuhallusta ja soodapuhallusta. Jos kumpikaan esitellyistä hiekkapuhalluskeinoista ei ole sopiva, voidaan testata murskattuja pähkinäkuoria puhalluksessa. Murskatut pähkinäkuoret toimivat hyvin samassa laitteessa kuin soodapuhallus.

Tulevaisuudessa Kosofinnilla on haastetta oikean menetelmän valinnassa irrotusvahan poistamiseen. Uskon, että Kosofinn löytää uuden sopivan ratkaisun ehdottamistani ratkaisuista. Kosofinnilla on aikaa testata esittämiäni ratkaisuja ja vertailla niiden nopeutta ja helppoutta toimitiloissaan. Esitellyistä ratkaisuista kehotan erityisesti lasikuulapuhalluksen ja soodapuhalluksen testaamista, sillä ne ovat mukavimpia työntekijöille operoida. Erilaisissa puhallusratkaisuissa päästään eroon myös ylimääräisestä irrotuskemikaalin käytöstä. Irrotuskemikaalin jäädessä pois työntekijöiden ei enää tarvitse suojautua kemikaaleilta, jolloin työturvallisuus hieman paranee.

LÄHTEET

Järvinen, P. 2000. Muovin suomalainen käsikirja. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Tammela, V. 1990. Polymeeritiede ja Muoviteknologia. Osa III. Helsinki: Otatieto.

Kosofinn Oy. 2005. Nyt ja tulevaisuudessa PUR-kovaintegraali. Esite.

Kosofinn Oy. 2007. PUR-iskunkestävä kovaintegraali. Esite.

Kosofinn Oy. 2007. PUR-pehmeäintegraali. Esite.

Kosofinn Oy. 2007. PUR-RIM-valu. Esite.

Ceraplast GmbH. 2016. Nutshell Granules [viitattu 25.4.2016]. Saatavilla: <http://www.ceraplast.de/english/nutshellgranules.html>

Keski-Karjalan Ässä Oy. 2016. Lasikuulapuhallus [viitattu 11.4.2016]. Saatavilla: <http://www.keskikarjalanassa.fi/puhallustyot>

Kosofinn Oy. 2014. Kosofinn jo vuodesta 1972 –historia [viitattu 1.4.2016]. Saatavissa: <http://www.kosofinn.fi/historia.html>

Kosofinn Oy. 2016. Kosofinn salibandy [viitattu 10.4.2016]. Saatavissa: <http://www.kosofinn.fi/esitteet/KosofinnEsiteSuomeksi.pdf>

PU Nordic. 2016. Polyuretaanista (PUR/PIR) valmistetut lämmöneristeet [viitattu 22.3.2016]. Saatavissa: http://www.pu-nordic.fi/files/pu-nordic/pdf/81228_PU_Nordic_lammoneriste_esite_spread_LR.pdf

Suomen soodapuhallus Oy. 2012. Soodapuhallus lyhyesti [viitattu 15.4.2016]. Saatavissa: <http://soodapuhallus.fi/lyhyesti.html>

Tekniikka & talous. 2006. Kuivajääpuhallus on hienovarainen puhdistusmenetelmä teollisuuteen [viitattu 23.4.2016]. Saatavilla: <http://www.tekniikkatalous.fi/metallitekniikka/2006-09->

[19/Kuivaj%C3%A4%C3%A4puhallus-on-hienovarainen-puhdistusmenetelm%C3%A4-teollisuuteen-3263517.html](https://www.teollisuusministeriö.fi/19/Kuivaj%C3%A4%C3%A4puhallus-on-hienovarainen-puhdistusmenetelm%C3%A4-teollisuuteen-3263517.html)

