



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JUSSI TURPEINEN

Sideaineen vaihto valimoprosessissa

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2021

Tekijä(t) Turpeinen, Jussi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2021
	Sivumäärä 36	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Sideaineen vaihto valimoprosessissa		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikka		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli olla mukana tekemässä sideaineen vaihdosta Oras Oy:n tuotantoon ja selvittää miten uusi sideaine saatiin toimimaan annostelulaitteistossa. Työssä tutkittiin myös, millaisia vaikutuksia uudesta sideaineesta aiheutuu tuotannon erivaiheisiin ja joudutaanko hiekkaresepteihin tai keernakoneisiin tekemään muutoksia. Sideaine vaihdettiin, koska sideaineen valmistaja oli kehitellyt uuden entistä sideainetta vastaavan tuotteen ja näin ollen entisen sideaineen valmistus oli lopetettu.</p> <p>Tutkimustyö oli tärkeää Oras Oy:n kannalta, koska sillä saatiin mahdollistettua tuotannon jatkuminen yhtä tehokkaasti kuin aiemmin, mahdollisimman pienin häiriöin vaihdosta johtuen. Lisäksi oli tärkeää saada kerättyä uudella sideaineella valmistetut alkuvaiheen tuotannonsaannot, jotta voitiin nähdä, aiheuttiko sideaineen uusiminen tuotantomääriin muutoksia.</p> <p>Tavoitteena työssä oli optimoida hiekkareseptit ja keernatuotanto niin, että tuotannonsaannot kokonaisuudessaan pysyivät vähintään entisissä lukemissa.</p> <p>Työn lopputulokset täyttivät tavoitteet ja tuotanto saatiin toimimaan yhtä hyvin kuin entisellä sideaineella.</p>		

Author(s) Turpeinen, Jussi	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2021
	Number of pages 36	Language of publication: Finnish
Title of publication Replacement of the binder in foundry process		
Degree program Mechanical engineering		
<p>The purpose of this thesis was to be involved in replacement of the binder in Oras Oy's manufacturing and find out how to get the new binder to work in the dosing equipment. The study also examined the effects of the new binder on the different stages of production and whether changes need to be made to sand recipes or core machines. The binder was changed because the binder manufacturer had developed a new product similar to the former binder and thus the production of the former binder had ceased.</p> <p>The research work was important for Oras Oy, as it made it possible to continue production as efficiently as before, with the least possible disruption due to the change. In addition, it was important to collect the initial production yields made with the new binder in order to see whether the renewal of the binder caused changes in production volumes.</p> <p>The aim of the work was to optimize sand recipes and core production so that the total production yields remained at least at the previous readings.</p> <p>The results of the thesis met the objectives and the production was made to work as well as with the former binder.</p>		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 ORAS OY	7
2.1 Yritys.....	7
2.2 Historia.....	7
3 ORAKSEN TUOTANTOVAIHEET.....	8
3.1 Tuotanto yleisesti	8
3.2 Keernat	9
3.3 Keernojen yleisimmät virheet	10
3.4 Hiekka	11
3.5 Sideaineet	13
3.5.1 Hartsit.....	14
3.5.2 Kovete.....	14
3.5.3 Liukaste.....	15
3.6 Sideainetynnyrivarasto	15
3.7 Sideaineiden annostelujärjestelmä	15
3.8 Hiekankuljetus.....	16
3.9 Keernakoneet (valmistusvaiheet).....	17
3.10 Valu.....	17
3.11 Valuviat.....	18
3.11.1 Laatuaso.....	18
3.11.2 Ainevahvuusvika	19
3.11.3 Keernan siirtymä.....	20
3.11.4 Virheellinen reikä	20
3.11.5 Karhea pinta ja kiinnipureutunut hiekka.....	21
3.11.6 Imupainauma	21
3.11.7 Imuontelo	22
3.11.8 Imuhuokoisuus.....	22
3.12 Koneistus.....	23
3.13 Hionta ja kromaus	23
4 SIDEAINE JA LAITTEISTO	23
4.1 Sideaineen ominaisuudet.....	23
4.2 Aikaisemmat koeajot.....	24
4.3 Alkuvalmistelut	26
4.4 Kokeet	28
5 SIDEAINE TUOTANNOSSA SEKÄ SAANNOT	32

5.1 Uusi sideaine tuotannossa	32
5.2 Saannot.....	32
6 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Keerna	Hiekan, hartsin, kovetteen ja liukasteen hiekkaseos, josta valmistetaan kiinteä hiekkakappale. Keerna asetetaan kokilliin valettaessa, kun valukappaleesta halutaan saada ontto.
Keernalaatikko	Keernalaatikossa hiekkaseos kovetetaan kovassa lämmössä keernan muotoonsa.
Kokilli	Valumuotti, johon sula messinki johdetaan sula-altaan päällä. Kokillissa kappale valukappale saa muotonsa.
Hartsi	Sideaine, joka sitoo hiekkarakeet toisiinsa kuumuden vaikutuksesta. (Thermoset 2000 ja Thermoset 3707)
Kovete	Vaikuttaa yhdessä hartsin kanssa, luoden keernaan kovan pinnan. (Härter AT 7 ja Härter AT 20)
Liukaste	Liukaste auttaa keernan irrottamista keernalaatikosta, sekä suojaa keernaa kosteudelta.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe valikoitui Oras Oy:n tarpeesta tehdä hiekkakeernoissa käytettävien sideaineiden vaihdos. Sideaineet vaihdettiin, koska toimittaja oli alkanut valmistaa uudenlaista sideainetta vanhan tilalle. Oli tärkeää tutkia uusien sideaineiden käyttäytymistä pumppulaitteistossa, hiekkakeernoissa ja valussa, jotta nähtiin, millaisia vaikutuksia vaihdosta aiheutui tuotantoon. Tavoitteena oli saada uusi sideaine toimimaan syöttölaitteistossa vanhan tapaan ja optimoida sideaineiden määrät niin, että muutoksia tuotantoon tapahtuisi mahdollisimman vähän. Pyrkimyksenä oli myös pitää tuotannon saannot vähintään samalla tasolla kuin vanhan sideaineen kanssa.

2 ORAS OY

2.1 Yritys

Oras Oy ja Hansa Oy ovat osa Oras Group yhtiötä, jonka omistaa perheyritys Oras Invest. Oras Group on pohjoismaiden johtava hana- ja suihkutuotteiden toimittaja ja yksi johtavista valmistajista Manner-euroopassa. Oraksella on tehdas Raumalla, jossa myös yrityksen pääkonttori sijaitsee. Kaksi muuta tehdasta ovat Tsekissä Kralovicessa ja Puolassa Olesnossa. Oras Groupin liikevaihto vuonna 2019 oli 225,4 miljoonaa euroa ja yritys työllisti n. 1400 henkilöä (Oras Groupin [www-sivut 2021](#).) Oras Oy:n liikevaihto oli vuonna 2019 120,4 miljoonaa euroa ja se työllisti 522 henkilöä (Suomen Asiakastiedon [www-sivut 2021](#)).

2.2 Historia

Oras Oy on perustettu vuonna 1945 Raumalla Erkki ja Irja Paasikiven toimesta, missä yritys aloitti valmistamaan linja-autojen varaosia sekä LVI-alan putkiliittimiä ja

hieman myöhemmin siitä muotoutui vesihanojen valmistukseen keskittyvä valimo. Yritys sai nimensä Irja Paasikiven isän Kosti Oraksen mukaan, joka toimi alkuvaiheessa yrityksen perustamisen rahoittajana. Hanojen kysynnän lisääntyessä 1960-luvun loppupuolella, päätettiin tuotantotiloja laajentaa ja Rauman Isometsän tehdas avattiin vuonna 1970, jossa tehdas edelleen toimii. Oras Invest perustettiin 2006 ja Oras Group muodostui vuonna 2013, Oraksen ostettua saksalaisen hanavalmistaja Hansan. (Oras Invest Oy:n www-sivut 2021.) Kuvassa 1. esitetään Oraksen hanamallien kehityskulkua vuosien saatossa.



Kuva 1. Oraksen hanoja vuosien saatossa. (Oras Oy:n www-sivut 2021).

3 ORAKSEN TUOTANTOVAIHEET

3.1 Tuotanto yleisesti

Hanan valmistuksessa on useita työvaiheita: Keernojen valmistus, valu, sahaus, myllytys, koneistus, hionta, muoviosien valmistus, kromaus ja kokoonpano.

Ensin keernat valmistetaan hiekasta ja varastoidaan kuivumaan 1-2 päiväksi. Tämän jälkeen hanat valetaan valukoneilla, keernoja apuna käyttäen. Seuraavaksi valokset siirtyvät sahaukseen ja keernahiekka poistetaan pyörittämällä valoksia myllyssä. Sitten

valukappaleet menevät koneistukseen, jossa hanat viimeistellään muotoonsa, jonka jälkeen ne hiotaan, kiillotetaan ja kromataan. Osa hanojen osista valmistetaan muovista, muovipuristamossa. Viimeisessä työvaiheessa hanat menevät kokoonpanoon, jossa ne kootaan, testataan ja pakataan.

3.2 Keernat

Keerna on hiekasta valmistettu kappale ja sitä käytetään apuna valussa, kun valukappale halutaan jättää ontoksi. Keerna estää valettavan materiaalin pääsemistä ei haluttuihin kohtiin valun aikana. Keernoja voidaan valmistaa käsin, mutta jos keernoja tarvitaan tuotannossa suuria määriä, keernat valmistetaan yleisesti keernakoneen avulla. Keernoja valmistetaan mm. kylmalaatikko- (cold-box) sekä kuumalaatikko- (hot-box) menetelmällä, mutta koska opinnäytetyössä tarkasteltavat keernat perustuvat kuumalaatikkomenetelmällä tehtyihin keernoihin, puhutaan tästä eteenpäin ainoastaan tästä menetelmästä. Keernakoneessa keernatykki ampuu hiekan paineilman avulla muottiin, eli keernalaattikoon. Keernalaattikko kuumennetaan kappaleesta riippuen n. 240-295 °C-asteeseen jolloin lämpö kovettaa hiekan ja sideaineen sekoituksen muotoonsa. Kovetus aika riippuu paljon kappaleen koosta ja mallista, mutta yleensä aika liikkuu 8-18 sekunnissa. Lämpö aiheuttaa keernaan kovan kuorikerroksen, jonka jälkeen keerna jatkaa vielä kovettumista. Tämän jälkeen yleensä joudutaan vielä viilaamaan kappaleesta laatikon jättämät jakosaumat, jotta kappaleesta saadaan mahdollisimman tasainen ja siisti. (Meskanen, Höök 2015, 1-6, 12, 21). Kuvassa 2. esitetään tyypillinen Oraksella valmistettava hiekkakeerna.



Kuva 2. Tyypillinen Oraksella valmistettava keerna.

3.3 Keernojen yleisimmät virheet

Keernojen valmistuksessa on kiinnitettävä erityistä huomioita laaduntarkastukseen. Jos keernassa esiintyy muodonmuutoksia, reikiä, halkeamia ym. on kappale hylättävä, sillä virheet vaikuttavat koko hanan lopputuotantoon. Esim. keernassa oleva muodonmuutos tai halkeama voivat aiheuttaa tilanteet, jossa keerna ei enää istu oikein

valukokilliin ja tällöin valu epäonnistuu. Taulukossa 1. esitetään yleisimpiä keernojen virheitä, joita valmistuksen yhteydessä saattaa tulla vastaan.

Taulukko 1. Keernojen yleisimpiä virheitä. (Tuotannonohjausjärjestelmä QAD 2021).

Keernojen yleisimmät virheet		
Virhe	Selitys	Mahd. syy
Halkeama	Keernan pintaan tulee halkeama	Keernalaatikon väärä aukeamisnopeus
Käsittelyvirhe	Keerna hajoaa	Keernantekijän käsittelystä johtuva virhe
Muotovirhe	Keerna ei ole säilyttänyt ominaismuotoaan	Keernalaatikko kulunut. Alalevy liikahtanut paikaltaan.
Reikä	Keernan pinnassa reikä.	Keernalaatikko kulunut
Harva / Vajaa	Keernan pinnassa epätasaisuutta	Väärä hiekka. Ampulevyn reiät tukossa tai ei kohdillaan
Varistaminen	Hiekka irtoaa keernan pinnasta	Väärä hiekka. Liian korkea paistolämpötila tai -aika
Pehmeä keerna	Keerna ei pysy kasassa tai on pehmeä	Liian lyhyt paistoaika tai alhainen lämpötila

3.4 Hiekka

Hiekkana keernojen valmistuksessa Oraksella käytetään Belgian edustalta merenpohjasta nostettua kvartsihiekkää, jonka raekoko on 0,32 mm. Tällä raekoolla saadaan vaadittava pinnanlaatu ja tarkkuus valmistettaviin keernoihin. Hiekka varastoidaan aluksi n. 22 000 kg vetoiseen viikkosiiloon, josta se siirtyy pienempään päiväsiiloon automaattisesti päiväsiilon pyynnistä. Päiväsiiloon on johdettu imuri, minkä tehtävänä on poistaa suurin osa hiekkassa oleva pöly. Liika pöly hiekan seassa haittaa keernan rakennetta niin, että keerna ei pysy enää kiinteänä. Jos hiekka on liian pölyistä, olisi seokseen lisättävä enemmän sideaineita. Tällaisessa tilanteessa ei kuitenkaan alettaisi muuttamaan sideaineiden ppyyntimääriä, vaan mielekkäämpää olisi vaihtaa hiekka kokonaisuudessaan pölyttömämpään seokseen. (Koivunen 2021.)

Hiekkasiiloissa on rajat, mitkä vahtivat siilojen hiekan pinnankorkeutta. Jos viikkosiilossa hiekan määrä alittaa tietyn määrän, syttyy varoitusvalo, jolloin tiedetään tilata viikkosiiloon lisää hiekkaa. Päiväsiilo annostelee pyydetyn määrän (30-60 kg) sekoittajaan (kuva 3.), joka sekoittaa hiekan ja sideaineet keskenään. (Koivunen 2021.)



Kuva 3. Hiekansekoitin, eli mikseri, missä hiekka ja sideaineet sekoitetaan keskenään pyörivien lapojen avulla.

Hiekan käyttöikä koneella on n. 4-8 tuntia. Käyttöikä johtuu siitä, että sideaine ja kovete alkavat reagoimaan kemiallisesti keskenään hiekassa lämmön sekä ilman kanssa ja tämä reaktio aloittaa välittömästi hiekan rakenteen kovettumisen kohdista, joissa hiekka on kosketuksissa ilman kanssa. Jos hiekka pääsee kovettumaan ja siihen tulee paakkuja, ei hiekka pääse enää kulkeutumaan pienistä ampurei'istä kernalaatikkoon. Kyseistä ongelmaa ei kuitenkaan normaalissa ajossa pääse syntymään, koska hiekkaa kuluu tuotannossa jatkuvasti. (Koivunen 2021.)

3.5 Sideaineet

Side- ja lisäaineina hiekkaseoksessa käytetään hartsia, kovetetta ja liukastetta. Hartsin ja kovetteen yhteisvaikutuksesta keerna kovettuu kuumassa keernalaatikossa muotoonsa. Liukasteen tarkoituksena on luoda keernan pinnalle liukas pinta, jotta keerna irtoaa laatikon pinnoilta paremmin. Liukaste estää myös kosteuden imeytymisen keernaan. (Koivunen 2021.) Taulukossa 2. esitetään sideaineiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia.

Taulukko 2. (Käyttöturvallisuustiedotteet 2015-2020).

Sideaineiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia			
Thermoset 2000 (hartsi)			
Väri		Vihreä	
Tiheys 20 °C:ssa		1200	g/dm ³
Dynaaminen viskositeetti 20 °C		0,05-0,1	Pas
pH		6,5-7,5	
Thermoset 3707 (hartsi)			
Väri		Kellertävä	
Tiheys 20 °C:ssa		1230-1250	g/dm ³
Dynaaminen viskositeetti 20 °C		1,4-1,9	Pas
pH		7,5	
Härter AT 7 (kovete)			
Väri		Ruskea	
Tiheys 20 °C:ssa		1210-1230	g/dm ³
Dynaaminen viskositeetti 20 °C		Ei tietoa	
pH		4,6-5,5	
Härter AT 20 (kovete)			
Väri		Tummanruskea	
Tiheys 20 °C:ssa		1178-1188	g/dm ³
Dynaaminen viskositeetti 20 °C		Ei tietoa	
pH		4,0-6,0	
Trennmittel 7828 (liukaste)			
Väri		Keltainen	
Tiheys 20 °C:ssa		850	g/dm ³
Dynaaminen viskositeetti 20 °C		0,01	Pas
pH		4,0-6,0	

3.5.1 Hartsit

Hartsina keernojen valmistuksessa Oras Oy:llä käytetään Saksalaisen Hüttenes-Albertus yrityksen valmistamaa Thermoset-sideainetta ja se on modifioitua urea-furaani hartsia (Thermoset 2000 käyttöturvallisuustiedote).

Hartsin tehtävänä on toimia sitovana sideaineena, mikä sitoo hiekkarakeet toisiinsa ja mahdollistaa keernan käsittelyn sekä valun aikana syntyvän sulan messingin tuoman rasituksen. Sideaineiden on oltava erityisen kuumudenkestäviä, niihin kohdistuvien suurien lämpötilojen takia. (Keskinen & Niemi 2011, 1.)

Hartsin ainemäärä suhteessa hiekan määrään on n. 1-1,5 %, riippuen siitä, millaista lujuutta keernalta vaaditaan. Lujuuden vaatimukset riippuvat keernan koosta ja muotoilusta. Mitä enemmän hartsia hiekkaseoksessa käytetään, sitä kestävämpi keernan rakenteesta tulee. Liian suuri määrä hartsia aiheuttaa palamista valussa, joka synnyttää kaasuja ja sitä myöten mm. huokosia. Hartsin määrä pyritäänkin näin ollen pitämään mahdollisimman pienenä, myös taloudellisista syistä. (Keskinen & Niemi 2011, 5.)

3.5.2 Kovete

Kovetteena hiekassa käytetään Härter-kovetetta, jonka valmistajana toimii myös Saksalainen Hüttenes-Albertus yritys.

Kovetetta tulisi lisätä n. 25-55 % hartsin määrästä hiekkaseokseen ja ihannemääränä voidaan pitää n. 33 %. Mitä suurempi kovetteen määrä suhteessa hartsiin on, sitä nopeampaa on hiekan lujittuminen. Liian suuri määrä kovetetta kuitenkin heikentää lopulujuutta, minkä takia onkin tärkeää säätää seossuhteet oikein. (Keskinen & Niemi 2011, 5.)

3.5.3 Liukaste

Liukasteena Oraksen keernoissa käytetään Trennmittel 7828 lisäainetta ja se luokitellaan teollisuusbensiniksi, jonka pitoisuus on 45- 55 % (Trennmittel 7828 käyttöturvallisuustiedote 2015). Liukastetta käytetään n 0,04 % suhteessa hiekan määrään.

3.6 Sideainetyynyrivarasto

Sideainekomponentit sijaitsevat sideainetyynyrivarastossa, jonne sideaineet toimitetaan 200 litran tynnyreissä. Tynnyrit asennetaan vaakatasoon tynnyrijakelualustalle omille paikoilleen (kuva 4.) ja niihin kiinnitetään samassa yhteydessä ilmaus- ja syöttöventtiilit. Venttiilit avataan ja sideainekomponentit valuvat tynnyreistä välivarastointisäiliöihin, joista sideaineet kulkeutuvat annostelukaappiin pumpuille.



Kuva 4. Sideainetyynyrit jakelualustalla, joiden alapuolella välivarastointisäiliöt. Vasemmalta oikealle: Trennmittel (liukaste), Thermoset (harts) ja Härter (kovete).

3.7 Sideaineiden annostelujärjestelmä

Sideaineet annostellaan mäntäkaksoispumppujen avulla järjestelmään. Pumput muodostuvat paineosasta ja sideaineosasta, jotka yhdistävät molemmat männät männänvarren kautta. Kun pumppu on perusasennossa, on pumpun sideainepuoli täytettynä kokonaan sideaineella, joka taas ajaa painepuolen sisään. Annosteluaseman

yhteydessä on paineilmalla toimiva palloventtiili. Kun pumppu imee sideainetta sylinteriin sideaineosaan, palloventtiilin imuasento aukeaa ja paineasento sulkeutuu. Kun sideaineen annostelu käynnistyy palloventtiilin paineasento aukeaa ja imuasento sulkeutuu ja samalla pumpunsylinterin paineosaan johdetaan paineilmaa, joka työntää mäntää ja samalla sideainetta pyydetyn määrän. Pumpun takana sijaitsee kapasitiivinen matkanmittausjärjestelmä, joka mittaa männän liikkuman sylinterin paineosassa. Kun mäntä on liikkunut pyydetyn annostelumäärän verran, paineventtiili sulkeutuu ja imuventtiili aukeaa ja täyttää pumpun alkuperäiseen asentoonsa sideaineella. Jokaisella sideaineella on oma pumppunsa, koska sideaineet eivät saa sekoittua keskenään järjestelmässä ja jokaista sideainetta syötetään sekoittimeen eri määrä. (Klann Anlagentechnik GmbH käyttöohje 2021.)

3.8 Hiekankuljetus

Hiekkaseoksen valmistuksen hoitaa annostelu- ja kuljetusjärjestelmä. Kun keernakoneesta tehdään hiekkaseoksen tilaus, käynnistyy annostelujärjestelmä. Keskusohjausjärjestelmä vastaanottaa tilauksen ja siihen on tallennettu eri seosohjeita, jotka lähetetään yksittäiselle keernakoneelle:

- Keernahiekan pyynnön yhteydessä, päiväsiilosta avautuu luukku, joka päästää hiekkaa sen verran kuin on tilattu (30-60 kg). Päiväsiilon alapäässä vaaka punnitsee oikean määrän hiekkaa ja sideainekomponentit mitataan hiekan painon mukaan.
- Hiekka päästetään kääntöluukusta sekoittimeen ja sekoitin käynnistyy.
- Pumput työntävät venttiilien kautta pyydetyn määrän sideainetta, kovetetta ja liukastetta sekoittimeen vuorotellen ja sekoittaa jokaista komponenttia pyydetyn ajan (30 s).
- Sekoitusajan umpeutuessa, painesylinteri kallistaa kourun sekoittimesta ja kaa-
taa hiekkaseoksen alla odottavaan kuljetussäiliöön.
- Kuljetussäiliö nousee ketjutaljan avulla ylös kuljetuskehikkoon ja kuljettaa kitkapyöräkoneiston avulla säiliön keernakoneelle, josta hiekkantilaus tehtiin.
- Kuljetussäiliön luukku aukeaa ja hiekkaseos valuu koneen syöttösiiloon.
- Kuljetin palaa takaisin paikoilleen ottamaan seuraavaa tilausta vastaan.

3.9 Keernakoneet (valmistusvaiheet)

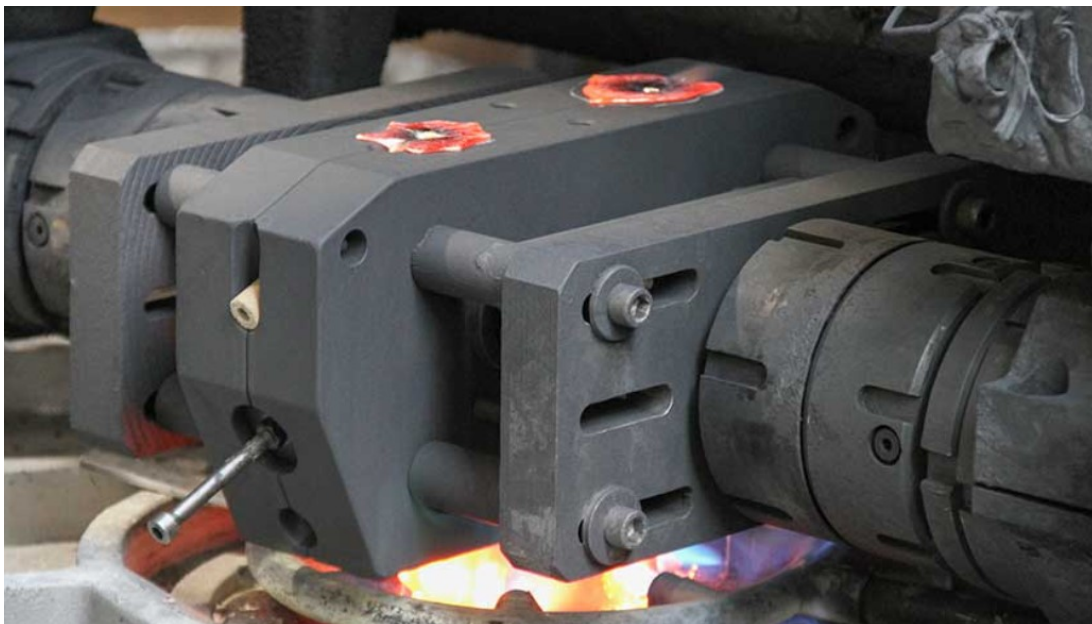
Keernojen valmistus koneella alkaa koneelle tilattavasta hiekasta. Hiekka valuu syöttösiilosta syöttöluukun kautta ampupäähän, mikä on jäädytetty vesikierrolla hiekan kovettumisen estämiseksi. Hiekan valumista autetaan täryttimen avulla, jotta hiekka kulkeutuu paremmin ampupään sisälle. Ampupäässä on kiinnitettynä ampulevy, jonka tarkoitus on ampua hiekka paineilman avulla keernalaatikkoon. Ampulevyssä on useita reikiä, joista hiekka puhalletaan laatikkoon.

Keernalaatikat kuumennetaan haluttuun lämpötilaan (240-295 °C) sähkövastuksien avulla. Keernalaatikoita pidetään kiinni, kunnes säädetty kovetusaika täyttyy, jonka jälkeen keerna poistetaan koneesta ja saumat puhdistetaan lyhyen jäähtymisen jälkeen.

3.10 Valu

Oraksella tuotteet valetaan matalapainevalumenetelmällä. Ennen valua, valukokilliin asetetaan keernat ja niistä puhalletaan mahdollinen irtohiekka pois. Kokilli jäädytetään kastamalla se grafiittivesiseoksessa. Matalapainevalussa kokilli lasketaan valupään päälle (kuva 5), josta sula messinki johdetaan ylipaineella nousuputken kautta kokilliin. Paine pidetään yllä niin kauan, että messinki on jähmettynyt kokillissa, jonka jälkeen paine päästetään pois ja ylimääräinen sula valuu takaisin sula-astiaan. (Meskanen & Höök 2009, 1.)

Valos poistetaan kokillista ja annetaan jäähtyä. Jäähtymisen jälkeen valos viedään myllyyn, jossa sitä pyöritetään metallikuulien seassa. Näin saadaan poistettua sisälle asetettu keernahiekka pois valoksesta. Myllytyksen jälkeen hana-aihiot menevät sahaukseen, jossa niistä poistetaan ylimääräiset tukiosat, mitkä eivät kuulu valmiiseen hanaan, mutta joita tarvittiin valun onnistumisen kannalta. Sahausta tehdään robotin avulla ja käsin. Pois sahatut ylijäämät sulatetaan uudestaan valu-uunissa, joten raaka-ainetta ei mene hukkaan. (Oraksen [www-sivut](http://www.orak.fi), 2021.)



Kuva 5. Kokilli valupään päällä, josta messinki nousee kokilliin. (Oraksen [www-sivut](http://www.oraksen.fi), 2021).

3.11 Valuviat

Valuvialla tarkoitetaan muotin tai kappaleen suunnitteluvirhettä, sulattamisen aikana tapahtuvaa virhettä, keernasta johtuvaa tai valamisen aikana tapahtuvaa virhettä, joka ilmenee valukappaleessa esiintyvänä virheenä rakenteessa. Erilaisia valuvikoja voivat olla mittaviat, siirtymäviat, muotoviit, ainepuutokset, pintaviat, imuviat, huokoisuusviat, sulkeumat, sulamisviat, halkeamat, rakenneviat ja materiaalin ominaisuuksista johtuvat viat. (Meskanen & Höök 2010, 1.)

Seuraavissa kappaleissa keskitytään ainoastaan matalapainevalua koskeviin vikoihin, johtuen siitä, että tämä valumuoto on käytettynä Oraksen valimossa.

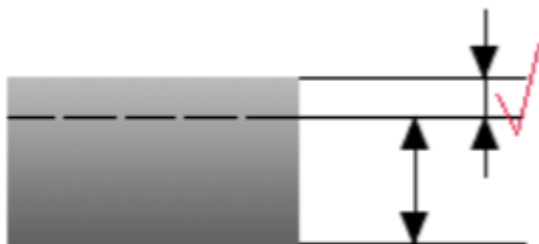
3.11.1 Laatutaso

Valun laatutaso määräytyy tilaajan ja toimittajan välisenä sopimuksena, jossa asiakas ilmoittaa laatuksiteerit toimittajalle mahdollisimman tarkasti. Näin ollen asiakas pääsee vaikuttamaan lopullisen tuotteen laatuun ja vaatimuksiin. Määritykseen voi kuulua esimerkiksi:

- Ulkonäkövaatimukset: Minkälainen pinnanlaatu halutaan, eli kuinka tarkasti jakolinja siistitään, haittaako kiinnipalanut hiekka pinnassa, joka ei jää näkyviin, onko pintahuokoiset sallittuja ja millaisia siirtymävikoja sallitaan.
- Lujusvaatimukset: Millaisia huokoisuuksia ja imuja saa olla, vai ovatko ne ehdottomasti kielletty, mihin kohtaan kappaletta kohdistuu suurimmat rasitukset ja onko kohtia vahvistettava ja miten on huomioitava sulan puhdistaminen, hapettuminen, sulkeumien ja kuonapartikkeleiden muodostuminen.
- Pintojen koneistus: Saako koneistettavissa pinnoissa olla huokoisuutta, kiinni palanutta hiekkaa tai sulkeumia ja missä ne sijaitsevat.
- Mitat: Millaiset toleranssit mitoilla ovat ja kuinka suuria siirtymiä voidaan sallia jakopinnassa. (Meskanen & Höök 2010, 2.)

3.11.2 Ainevahvuusvika

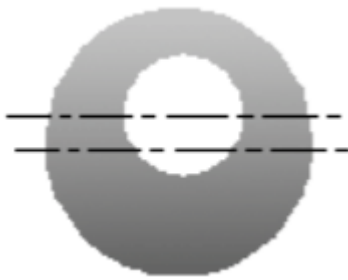
Liian suuri tai pieni ainevahvuus (kuva 6.) matalapainevalussa voi johtua muotin raotumisesta valun aikana, jolloin muotti on suljettu väärin, hiekkakeerna on asetettu muottiin virheellisesti tai keerna on murtunut. Tämä voi aiheuttaa seinämäpaksuudessa heittelyä, jossa kappaleen jotkut kohdat ovat liian ohuita ja jotkut liian paksuja. (Meskanen & Höök 2010, 3.)



Kuva 6. Liian suuri tai pieni ainevahvuus. (Meskanen & Höök 2010, 3.)

3.11.3 Keernan siirtymä

Keernan siirtymä muotissa saattaa aiheuttaa keernan jättämän ontelon (kuva 7.) vastakkaisen puolien seinämien paksuuksissa eriarvoisuutta. Tämä voi johtua huonosta suunnittelusta tai toteutuksesta keernan kiinnityksessä tai keerna on viilattu huonosti valmistuksen yhteydessä, jolloin keerna on päässyt siirtymään muotissa valun aikana. (Meskanen & Höök 2010, 4.)



Kuva 7. Keernan siirtymä. (Meskanen & Höök 2010, 4.)

3.11.4 Virheellinen reikä

Virheellinen reikä tai ontelo voi muodostua (kuva 8.), jos hiekkakeerna on valmistettu huolimattomasti tai jos hiekkaseos ei ole oikeanlainen kyseiselle keernalle. Suoraksi tarkoitettu reikä tai ontelo saattaa olla vino, jos keerna on vääntynyt sen valmistuksen aikana. Mitä ohut seinäisempi keerna on, sitä hankalampi sitä on valmistaa sen hajoamatta. Ohutseinäisyys voi aiheuttaa myös keernan vääntymistä ilman oikeanlaisia tukkia. (Meskanen & Höök 2010, 6.)



Kuva 8. Virheellinen reikä. (Meskanen & Höök 2010, 6.)

3.11.5 Karhea pinta ja kiinnipureutunut hiekka

Pinnan karheuden (kuva 9.) voi aiheuttaa mm. hiekkakeernan huolimaton putsaus, hiekkaseoksen väärä koostumus tai peitosten puutteellisuus. Tämä aiheuttaa pinnan epätasaisuutta tai sen, että valukappaleen pintaan on jäänyt hiekkarakeita. Pinnat kuitenkin hiotaan ja kiillotetaan valun jälkeen, jolloin pienimmät pinnankarheet poistuvat. (Meskanen & Höök 2010, 9.)



Kuva 9. Karhea pinta. (Meskanen & Höök 2010, 9).

3.11.6 Imupainauma

Imupainaumalla (kuva 10.) tarkoitetaan valukappaleen pintakerrokseen syntyvää painauma. Painauma esiintyy erityisesti kohdassa, jossa pintakerrokseen on kohdistunut runsaasti imu- tai kaasuhuokoisuutta. Huokoset esiintyvät useimmiten valukappaleen pinnan tuntumassa, koska muotin pinta on saattanut ylikuumentua. Tämä voidaan korjata mm. tekemällä jäähdytyskanava ongelma kohtaan tai muuten parantamalla muotin jäähdytystä. (Meskanen & Höök 2010, 14.)



Kuva 10. Imupainauma. (Meskanen & Höök 2010, 14).

3.11.7 Imuontelo

Imuontelo (kuva 11.) esiintyy valukappaleessa säännöttömänä ontelona. Useimmiten imuontelo muodostuu kappaleen paksumpiin kohtiin. Imuontelon kokonaan poistamiseksi ei ole ratkaisua, mutta siihen voidaan vaikuttaa valuteknisesti etsimällä paikka jossa imuontelosta on vähiten haittaa ja muuttamalla tätä kohtaa jäähdytystä säätelämällä. (Meskanen & Höök 2010, 15.)



Kuva 11. Imuontelo. (Meskanen & Höök 2010, 15).

3.11.8 Imuhuokoisuus

Imuhuokoisuus (kuva 12.) voidaan huomata pieninä imuonteloina rajoitetulla alueella valukappaleessa ja se on yhtä ongelmallinen edellä mainitun tavoin. Imuhuokoisuutta ei voi myöskään kokonaan poistaa, vaan sen kohtaa voidaan yrittää siirtää jäähdytystä säätelämällä sellaiseen paikkaan, jossa siitä ei ole niin paljon haittaa. (Meskanen & Höök 2010, 16.)



Kuva 12. Imuhuokoisuus. (Meskanen & Höök 2010, 16).

3.12 Koneistus

Koneistuksessa hanojen pinnat ja sisäosat koneistetaan automatisoidusti NC-työstökoneilla. Koneistuksen tarkoituksena on poistaa ylimääräinen materiaali hanoista, tehdä olakkeita ja kierteitä sekä tarvittavia reikiä poraamalla.

Koneistamossa työntekijät tekevät tasaisin väliajoin tarkistusmittauksia, joilla todetaan hanojen mittatarkkuus, ja lopputarkastuksessa todennetaan hanojen tiiveys käyttämällä apuna paineilmaa. Ylimääräiset koneistuksesta tulevat koneistuslastut kerätään talteen ja lähetetään Nordic Brassille jälleenkäsittelyyn ja sulatukseen, josta ne tulevat takaisin Orakselle puhtaina messinkiharkkoina (Kallioinen henkilökohtainen tiedoksianto 24.5.2021). Näin saadaan materiaalihävikkiä pienennettyä ja se tuo säästöjä yritykselle.

3.13 Hionta ja kromaus

Ennen kromausta, hanat hiotaan ja kiillotetaan. Hionnassa karkea pinta hiotaan sileäksi, minkä jälkeen pinta kiillotetaan tarkasti tasaiseksi. Hionta ja kiillotus tehdään yleisesti automatisoidusti, mutta joitain pienempiä erikoiseriä voidaan joutua hiomaan ja kiillottamaan käsin. Hionnassa ja kiillotuksessa on oltava kiinnitettävä erityistä huomioita pinnanlaatuun, sillä kromaus tuo esille pienimmätkin virheet pinnassa. Hanojen pinnat viimeistellään kromaamalla. Kromaamalla hanan pinnasta saadaan kestävä, kova ja kiiltävä. (Oraksen www-sivut, 2021.)

4 SIDEAINE JA LAITTEISTO

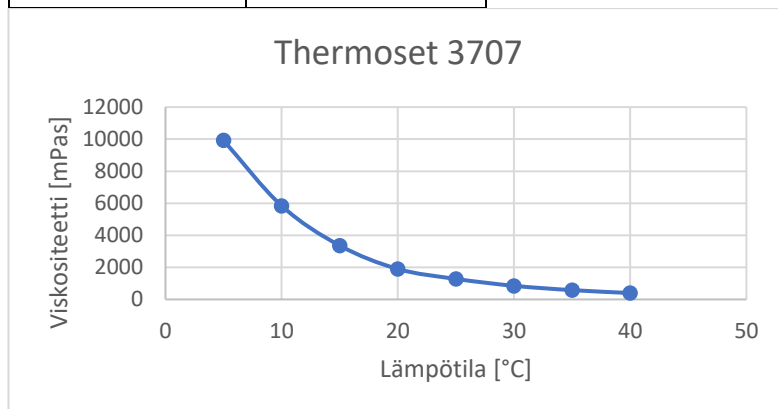
4.1 Sideaineen ominaisuudet

Taulukosta 3. voidaan tarkastella, kuinka uusi sideaine Thermoset 3707:n viskositeetti käyttäytyy eri lämpötiloissa. Taulukosta huomataan, että mitä korkeampi lämpötila on, sitä juoksevampaa aine on. Valitettavasti Thermoset 2000 sideaineen tietoja ei ollut käytettävissä. Oraksella työskentely lämpötila on 20-25 C°.

Taulukko 3. (Kallioinen sähköposti 5.1.2021).

Thermoset 3707

Lämpötila [°C]	Viskositeetti [mPas]
5	9920
10	5840
15	3360
20	1900
25	1280
30	850
35	580
40	400



4.2 Aikaisemmat koeajot

Aikaisemmissa tehdyissä koeajoissa uudella Thermosetilla, voitiin todeta, että keurnojen ja valun kannalta vanhan sideaineen seosmäärät olivat edelleen toimivia. Tämä helpotti myöhemmin tehtävää sideaineen vaihtoa, koska tiedettiin, että seokset pysyvät samanlaisina, eikä niitä tarvitse suuremmin muuttaa. Koeajot tehtiin 50 kpl erissä per tuote, kuudelle eri tuotteelle. Seuranta koski keurnanvalmistusta, valua, hiontaa ja kiillotusta. Oheisessa taulukossa 4. esitetään kolmen eri tuotteen saannot tehtynä kahdella eri hiekkaseosreseptillä. (Kallioinen henkilökohtainen tiedonanto 30.11.2020.)

Taulukko 4. (Kallioinen henkilökohtainen tiedonanto 30.11.2020.)

Hüttenus Albertus Sideaineet Thermoset 3707 ja Härter AT 7 testaukset valimossa					
Tuote	199239-37				
Hiekkaresepti 4		30 kg		Keernan valmistus parametrit	
Thermoset 3707		3,25 dl		Paistoaika	13 s
Härter AT7		0,85 dl		Lämpötila	260 °C
Trennmittel		0,5 dl			
Saanto %	96 %				
Romu kpl					
Keerna					
Valu	1 kpl				
Hionta					
Kiillotus	1 kpl				
Yht.	2 kpl				
Tuote	199209-37				
Hiekkaresepti 3		30 kg			
Thermoset 3707		3 dl			
Härter AT7		0,75 dl			
Trennmittel		0,5 dl			
Saanto %	90 %				
Romu kpl					
Keerna	2 kpl				
Valu	2 kpl				
Hionta	2 kpl				
Kiillotus					
Yht.	6 kpl				
Tuote	199239-37				
Hiekkaresepti 4		30 kg			
Thermoset 3707		3,25 dl			
Härter AT7		0,85 dl			
Trennmittel		0,5 dl			
Saanto %	82 %				
Romu kpl					
Keerna	7 kpl				
Valu					
Hionta					
Kiillotus	1 kpl				
Yht.	8 kpl				

On huomioitavaa, että koe-erien ollessa pieniä, kuten esim. 50-100 kpl, vaikuttaa se virheiden määrään vähentäen niitä. Työntekijä tietää, että kyseessä on koe-erä ja tällöin valmistaa tuotteen huolellisemmin kuin normaali tuotannossa. Koe-ajoilla saatiin kuitenkin tarpeeksi hyviä tuloksia jatkoa ajatellen.

4.3 Alkuvalmistelut

Opinnäytetyön aiheena oli, olla mukana tekemässä sideaineen vaihdosta Oras Oy:n keernapuolen tuotantoon ja tutkia miten uudet aineet vaikuttavat tuotannon eri vaiheisiin. Sideaineista vaihdettiin hartsi sekä kovete. Liukaste/säilöntäaine Trennmittel 7828 säilyi entisellään. Vanha hartsi Thermoset 2000 vaihdettiin Thermoset 3707-merkkiseen aineeseen ja kovete Härter AT 7 vaihtui Härter AT 20 aineeksi. Valmistajan mukaan uudet sideaineet vastasivat vanhoja.

Työ aloitettiin sulkemalla sideainetynnyrivaraston puolelta tynnyreitten venttiilit niin, että sideainetta ei enää päässyt välivarastointisäiliöihin. Tämän jälkeen tuotannon annettiin jatkua normaalisti, jotta välivarastointisäiliöt tyhjentyisivät mahdollisimman paljon. Näin menettelemällä pyrittiin minimoimaan sideaineiden hävikki, koska välivarastointisäiliöitä ei ole mahdollista tyhjentää niin, että aina saataisiin kerättyä talteen, vaan jäljelle jääneet aineet joudutaan valuttamaan tynnyriaseman alapuolella oleviin kaukaloihin. Kaukaloihin valuvat sideaineet tyhjennetään tietyin väliajoin tilaamalla ongelmajätteeseen erikoistunut auto, mikä imee aineet auton kuljetussäiliöön. Vanhat tynnyrit poistettiin jakelualustalta.

Kun välivarastointisäiliöt olivat tyhjentyneet tarpeeksi, valutettiin niistä jäljelle jääneet sideaineet kaukaloihin. Seuraavaksi tehtiin tarkastus sideaineensyöttöjärjestelmän venttiileille ja letkujen päille, jotta voitiin nähdä, onko niihin jäänyt huomattavia määriä paakkuuntunutta vanhaa sideainetta. Tämä olisi voinut haitata nesteiden virtauksia ja pahimmassa tapauksessa tukkia järjestelmän osia. Suurempia tukkeumia ei kuitenkaan havaittu. Venttiilit ja letkujen päät kuitenkin putsattiin pienistä sideaineiden jäämistä, jotta voitiin varmistaa virtauksien ja syötön toimivuus.

Koska aiemmin oli huomattu, että uuden ja vanhan hartsin koostumuksissa oli erittäin suuri ero viskositeeteissa (Thermoset 3707: 1,9 Pas ja Thermoset 2000: 0,1 Pas) todettiin, että ennen uuden hartsitynnyrin asennusta tynnyriasemaan, oli suotavaa sekoittaa ainetta ilmanpainesekoittimen (kuva 13.) avulla. Näin pyrittiin poistamaan mahdolliset kerrostumat, joita olisi saattanut olla muodostunut tynnyriin ja varmistettiin nesteen tasaisuus.



Kuva 13. Sideaineen sekoitus.

Sideaineen sekoituksen jälkeen, voitiin uusiin tynnyreihin asentaa venttiilit ja nostaa tynnyrit jakelualustalle nostinta avuksi käyttäen. Kun tynnyrit olivat paikallaan, kiinnitettiin niihin huuhotusletkut sekä syöttöletkut ja venttiilit avattiin. Tynnyreiden sisällön valuessa välivarastointisäiliöihin, huomattiin, että hartsia sisältävä tynnyri alkoi painua kasaan. Tämän arveltiin johtuvan siitä, että uusi sideaine oli koostumukseltaan

paljon vanhaa sideainetta paksumpaa, mikä aiheutti tynnyriin alipainetta, johtuen liian pienestä huohotusletkun halkaisijasta. Väliaikaiseksi ratkaisuksi huohotusletku irrotettiin kokonaan irti tynnyrinventtiilistä ja venttiili jätettiin auki, jotta alipainetta ei pääsyt enää syntymään.

Seuraavaksi voitiin aloittaa uusien sideaineiden läpiajo syöttöjärjestelmästä. Koska vanhaa sideainetta ei ollut mahdollista poistaa järjestelmästä käsin, oli tämä tehtävä automatiikan kautta. Järjestelmä toimii siten, että kun hiekkaseokselle tehdään tilaus keernakoneelta, syöttää annosteluautomaatti pyydetyn määrän sideaineita hiekansekoittimeen, jonka jälkeen kuljetin vie hiekkaseoksen keernakoneelle. Tässä tilanteessa hiekantilaus keernakoneelle ei kuitenkaan ollut mahdollista, joten hiekantilaukset tehtiin suoraan kippauslavalle, joka voitiin tyhjentää sen täyttyessä.

Hiekansekoittimesta irrotettiin siihen menevä syöttöletku ja venttiili ja kiinnitettiin jäteämpäriin, johon sideaine pumpattiin. Aina hiekkatilauksen yhteydessä pumppu pumppasi pienen määrän sideainetta järjestelmän läpi ja tätä jatkettiin, kunnes huomattiin, että uusi sideaine oli kulkeutunut koko annostelujärjestelmän läpi. Loppua kohden huomattiin, että mitä enemmän uutta sideainetta oli järjestelmässä, sitä vähemmän pumppu pystyi pumppaamaan ainetta venttiilistä ulos. Tämän arveltiin johtuvan huomattavasti suuremmasta aineen viskositeetista.

Kun uusi sideaine saatiin tulemaan järjestelmän läpi, voitiin seuraavaksi aloittaa säätöjen tekeminen annostelujärjestelmään niin, että hiekkaseokset vastasivat aiemmin hyväksi havaittuja sekoitussuhteita.

4.4 Kokeet

Sideainemäärien mittaukset aloitettiin pyytämällä annostelujärjestelmästä eri hiekkaseoksia ja saada ne vastaamaan aiemmin hyväksi havaittuja sideainemääriä. Mittaukset tehtiin 2, 3, 4, ja 6 hiekkaresepteille. Hiekkaresepti 2. on vähiten sideaineita ja 6. eniten. Määrät on määritelty aiempien tutkimusten perusteella toimiviksi tuotannossa. Hiekkaresepteistä 3. ja 4. ovat yleisimmin käytettyjä keernoissa, mutta joissain tapauksissa käytetään myös 2. ja 6. reseptejä.

Mittaukset tehtiin ensin hiekkaresepti 4:llä ja 60 kg hiekkamäärälle. Hiekkaseokseen oli saatava tulemaan hartsia 6,5 dl. Hartsin ulostulo määrää säädettiin annostelujärjestelmän logiikan kautta, muuttamalla pumpun arvoa, joka mittaa aineen määrän tilattavan hiekkamäärän mukaan prosentteina. Alkuarvona ainemääräksi säädettiin 1,4 %, joka oli todettu toimivaksi vanhalla hartsilla (Thermoset 2000). Muutamien mittauksien jälkeen hartsia ei kuitenkaan saatu kuin n. 2 dl ulos järjestelmästä. Tämän jälkeen annostelujärjestelmän ilmanpaineet nostettiin 5 bar:ista 6 bar:iin, sekä ainemäärän pyyntiä nostettiin vähitellen 2,6 %:iin. Näilläkin säädöillä ei sideainetta saatu kuin 5,4 dl, joka jäi tavoite 6,5 dl:sta 1,1 dl. Tässä vaiheessa hartsipumppu alkoi myös jäämään jumiin yläasentoon, jonka arveltiin johtuvan siitä, että pumpussa ei ollut tarpeeksi tehoa pumppaamaan paljon paksumpaa ainetta edelliseen verrattuna.

Seuraavaksi päätettiinkin muuttaa hiekkamäärä 30 kilogrammaan. 30 kg hiekkaan tavoitteena oli saada 3,25 dl ainetta. Tähän tavoitteeseen päästiinkin pienien hienosäätöjen jälkeen muuttamalla ainemäärän pyynti 2,85 %:iin. Tämän jälkeen voitiin mitata kovetteen (Härter AT 7) sekä liukasteen (Trennmittel 7828) määrät samoin menetelmin. Koska uuden kovetteen ja liukasteen viskooseissa ei tapahtunut muutoksia entiseen kokeet saatiin tehtyä ilman ongelmia ja säätöjä.

Kun resepti 4 saatiin todettua oikeanlaiseksi, tehtiin myös 2, 3 ja 6 resepteille muutokset resepteihin ja todettiin määrät oikeanlaisiksi.

Nyt voitiin tehdä mittaukset myös niin, että hiekkaseokset tilattiin järjestyksessä resepti 2, 3, 4 ja 6 sekä toisinpäin 6, 4, 3 ja 2. Tässä huomattiin, että hiekkareseptin muuttuessa esim. 4 hiekasta 6 hiekkaan, ei annostelujärjestelmä enää pumpannutkaan oikeaa määrää. Määrien heitot olivat hartsissa -1,7 dl:sta +1,05 dl:aan. Näin isot erot eivät olleet hyväksytyjen rajoissa. Hyväksytyä toleranssia ainemäärille voidaan pitää n. +0 ja -0,2 dl, koska hartsia ei mielellään saisi olla liikaa, mutta vähän alle pyydetty määrä ei juurikaan haittaa tuotannossa.

Ongelman ratkaisuksi ajateltiin vaihtaa tynnyriasemalta tulevan syöttöputken halkaisija isommaksi, lisäten näin sideaineen määrää järjestelmässä. Putki vaihdettiin 16 mm sisähalkaisijaan aiemman 13 mm tilalle. Tällä ei kuitenkaan ollut suurta merkitystä mittauksissa, eikä aineen ulostulo määrissä ollut juurikaan havaittavaa parannusta.

Seuraavaksi päätettiin lisätä pumpun imuaikaa pakottamalla ennen pumppua sijaitseva palloventtiili auki pidemmäksi aikaa kuin järjestelmä sen salli. Palloventtiilin tehtävänä on säädellä pumpun imu- ja paineasentoa. Huomattiin, että kun palloventtiilin imupuoli saatiin pidettyä auki tupla-ajan normaalista ajasta, täyttyi pumpun imupuoli sideaineesta paljon aikaisempaa enemmän.

Pumpun imuaikaa ei ollut mahdollista muuttaa suoraan annostelujärjestelmän logiikan näytöltä, joten se jouduttiin tekemään liitämällä järjestelmään tietokone. Aiempaan 20 sekunnin imuaikaan lisättiin 30 sekuntia, jolloin imuaika oli yhteensä 50 sekuntia. Tämän arveltiin olevan tarpeeksi siihen, että pumppu saa imettyä tarvittavan määrän hartsia jokaisella imukerralla. Sideaineiden määriä voitiin jälleen mitata ja nyt huomattiin, että tekemällä mittaukset em. tapaan vuorotellen hiekkaseoksesta toiseen, määrät pysyivät toleranssin sisällä, eikä isoja ainemäärien heittelyitä enää esiintynyt. Huomattiin myös, että kun pumppu pystyi imemään sideainetta tarpeeksi, oli aiemmat ainemäärien muutokset annostelujärjestelmään turhia. Sideainemäärien alkuperäiset arvot muutettiin resepteihin ja todennettiin kaikki toimiviksi vielä useilla mittauksilla.

Taulukosta 5. nähdään lopulliset ja hyväksi havaitut aineiden määrät, niiden prosentit suhteessa hiekan painoon, sekoitusjärjestys sekä sekoitusajat.

Taulukko 5. Toimiviksi todetut reseptit hiekkaseoksille.

RESEPTIT 30 KG HIEKALLE (THERMOSET 3707)		
HIEKKA 2		
	ainemäärä %	ainemäärä (dl)
Hartsi	1	2,5
Kovete	0,25	0,65
Säil.aine	0,04	1
HIEKKA 3		
	ainemäärä %	ainemäärä (dl)
Hartsi	1,15	3
Kovete	0,27	0,75
Säil.aine	0,04	1
HIEKKA 4		
	ainemäärä %	ainemäärä (dl)
Hartsi	1,25	3,25
Kovete	0,29	0,85
Säil.aine	0,04	1
HIEKKA 6		
	ainemäärä %	ainemäärä (dl)
Hartsi	1,4	3,75
Kovete	0,33	1
Säil.aine	0,04	1
Hiekkamäärä		30 kg
Sekoitus järjestys		hartsi-kovete-säil.aine
Esisekoitus 1		30 s
Esisekoitus 2		30 s
Esisekoitus 3		30 s

5 SIDEAINE TUOTANNOSSA SEKÄ SAANNOT

5.1 Uusi sideaine tuotannossa

Sideaineen vaihdon jälkeen selvitettiin, millaisia muutoksia tästä aiheutui keernanvalmistukseen. Selvitys tapahtui seuraamalla keernojen paistoaikoja ja sideainereseptien vaikutusta paistoaikoihin. Selvitykseen tarvittiin myös tuloksia valusta. Valusta saatujen tuloksien perusteella voitiin todeta, että keernojenvalmistuksessa käytettäviin hiekkaresepteihin voitiin tehdä pudotus pykälää alaspäin. Tällä tarkoitetaan sitä, että jos ennen tuotteenvalmistukseen käytettiin reseptiä 6, voitiin nyt keernat valmistaa reseptillä 4 jne. Sideainetta tarvittiin siis pienempi määrä entiseen verrattuna, mutta lopputulos pysyi samana. Liian suuri sideainemäärä aiheuttaa valussa enemmän imuja ja huokosia.

5.2 Saannot

Tuotannonsaantojen tarkastelu tapahtui Oraksen tuotannonohjausjärjestelmä QAD:in kautta. QAD:ista etsittiin tuotteiden romutustiedot kuudelle eri tuotteelle ja vertailtiin niitä keskenään kahden kuukauden ajalta. Romutustilastoista voitiin laskea valmistettujen kappaleiden ja niissä esiintyvien vikojen avulla saantoprosentit. Entisen sideaine Thermoset 2000 tiedot selvitettiin ajalta 1.11.2020-1.1.2021 ja uuden sideaine Thermoset 3707 tiedot ajalta 1.3.2021-1.5.2021. Näin voitiin varmistaa, että uusi sideaine oli varmasti täydellä teholla tuotannossa, sillä vaikka uusi sideaine oli tuotannossa jo 15.2.2021 lähtien, oli silti varastossa vielä entisellä sideaineella valmistettuja keernoja. Taulukosta 6. voidaan vertailla saantoprosentteja keskenään entisen ja uuden sideaineen kesken. Taulukosta voidaan huomata, että sideaineen vaihdolla ei ollut suurta merkitystä kappaleiden saantoihin.

Taulukko 6. Saannot kuudella eri tuotteella. (Tuotannonohjausjärjestelmä QAD 2021).

Tuotantovaihe	Tuote num.	Thermoset 2000 / Härter AT 7 saanto %	Thermoset 3707 / Härter AT 20 saanto %
Keerna	1000638	Ei saatavissa	Ei saatavissa
Valu	1000638	97,3	97,5
Sahaus	1000638	99,9	99,9
Koneistus	1000638	99,6	99,1
Hionta	1000638	95,2	96,2
Keerna	199209	94,8	94,3
Valu	199209	98,6	99,2
Sahaus	199209	99,8	99,6
Koneistus	199209	98,6	98,8
Hionta	199209	99,6	98,1
Keerna	620441	88,4	90,2
Valu	620441	99,9	98
Sahaus	620441	98,3	100
Koneistus	620441	91,6	83,6
Hionta	620441	Ei hiontaa	Ei hiontaa
Keerna	620460	95,9	96,7
Valu	620460	100	100
Sahaus	620460	97,3	98,9
Koneistus	620460	93	96,4
Hionta	620460	Ei hiontaa	Ei hiontaa
Keerna	159092	92,3	98,6
Valu	159092	99	100
Sahaus	159092	97,3	99
Koneistus	159092	93	96,4
Hionta	159092	Ei hiontaa	Ei hiontaa
Keerna	169910	98,5	98,7
Valu	169910	100	100
Sahaus	169910	94,5	97,6
Koneistus	169910	97,8	99,5
Hionta	169910	Ei hiontaa	Ei hiontaa
ka. Yht.		96,8	97,5

Suurin osa kappaleiden romutuksista johtui imupainaumista/kuopista, huokoisuuksista, vuodoista ja rei'istä. Vikoja esiintyi kuitenkin tasaisesti kummallakin sideaineella, joten sideaineen vaihtumisella ei ollut merkitystä kyseisessä otannassa.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli olla mukana tekemässä Oras oy:n tuotannon sideaineen vaihtoa uuteen vastaavaan vanhan tilalle, optimoida hiekkareseptit mahdollisimman toimiviksi ja tutkia millaisia vaikutuksia tästä aiheutui tuotantoon. Työn tarkoituksena oli myös selvittää, millaisia mahdollisia muutoksia jouduttiin tekemään keernakoneille ja valuprosessiin. Tärkeätä oli myös tarkastella, vaikuttiko sideaineen vaihdos tuotannon saantoihin.

Lopputuloksissa vertailtiin kuuden menekiltään suurimman tuotteen saantoja ja vikoja kahden kuukauden aikajänteellä. Tarkastelu tehtiin vanhalla sideaineella ajalta 1.11.2020-1.1.2021 ja uudella sideaineella ajalta 1.3.2021-1.5.2021. Tuloksista saatiin selville, että sideaineen vaihdolla ei ollut juurikaan vaikutusta tuotannon saantoihin ja tätä voidaankin pitää hyvänä lopputuloksena, koska tavoitteena oli pyrkiä pitämään saannot vähintään samalla tasolla kuin entisen sideaineen ollessa käytössä. Kuitenkin tarkemmat vertailut ovat mahdollisia vasta, kun uusi sideaine on ollut käytössä paljon pidempään tuotannossa. Tässä opinnäytetyössä aikaa oli kuitenkin rajoitetusti, joten pidempi tuotannon seuranta ei ollut tässä tapauksessa mahdollista.

LÄHTEET

HÜTTENES-ALBERTUS, Chemiche Werke GmbH 2015. Käyttöturvallisuustiedote Trennmittel 7828. Viitattu 17.3.2021. 1907/2006/EY, 453/2010/EY, 2015/830/EY mukaisesti.

HÜTTENES-ALBERTUS, Chemiche Werke GmbH 2015. Käyttöturvallisuustiedote Thermoset 2000. Viitattu 17.3.2021. 1907/2006/EY, 453/2010/EY, 2015/830/EY mukaisesti.

HÜTTENES-ALBERTUS, Chemiche Werke GmbH 2015. Käyttöturvallisuustiedote Härter AT 7. Viitattu 17.3.2021. 1907/2006/EY, 2015/830/EY mukaisesti.

HÜTTENES-ALBERTUS, Chemiche Werke GmbH 2015. Käyttöturvallisuustiedote Härter 20. Viitattu 17.3.2021. 1907/2006/EY, 453/2010/EY, 2015/830/EY mukaisesti.

HÜTTENES-ALBERTUS, Chemiche Werke GmbH 2020. Käyttöturvallisuustiedote Thermoset 3707. Viitattu 17.3.2021. 1907/2006/EY, 2015/830/EY mukaisesti.

Kallioinen, M. 2020. Työnjohtaja, Oras Oy. Rauma. Henkilökohtainen tiedonanto 30.11.2020.

Kallioinen, M. Oras Oy. 15.1.2021. Vastaanottaja: jussi.turpeinen@student.samk.fi. Lähetetty 15.1.2021. Viitattu 15.1.2021.

Keskinen, R. & Niemi, P. 2011. Kemiallisesti kovettuvat orgaaniset sideaineet. Viitattu 9.4.2021. <https://www.valuatlas.fi/node/27>

Keskinen, R. & Niemi, P. 2011. Yleistä sideaineista. Viitattu 9.4.2021. <https://www.valuatlas.fi/node/21>

Klann Anlagentechnik, GmbH 2021. Annostelujärjestelmän käyttöohje. Viitattu 18.3.2021. Muistiinpanot kirjoittajan hallussa.

Koivunen, J. 2021. Keerna-asettaja, Oras Oy. Rauma. Henkilökohtainen haastattelu. Haastattelijana Jussi Turpeinen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Meskanen, S. & Höök, T. 2009. Matalapainevalu. Viitattu 15.2.2021. https://www.valuatlas.fi/sites/default/files/docs/vtp_menet_matalapaine.pdf

Meskanen, S. & Höök, T. 2010. Valuviat. Viitattu 5.5.2021. <https://docplayer.fi/13552340-Rauta-teras-ja-metallivalujen-valuviat.html>

Meskanen, S. & Höök, T. 2015. Valimotekniikan perusteet. Viitattu 10.3.2021. https://www.valuatlas.fi/sites/default/files/docs/vtp_menet_keernanvalm.pdf

Oraksen www-sivut 2021. Harkosta hanaksi. Viitattu 15.2.2021. <https://stories.oras.com/fi/harkosta-hanaksi-n%C3%A4in-valmistuu-oras-hana>

Oras Groupin www-sivut 2021. Viitattu 4.2.2021. <https://www.orasgroup.com/company>

Oras Investin www-sivut. Viitattu 4.2.2021. <https://orainvest.fi/fi/historia/>

Suomen Asiakastiedon www-sivut 2021. Viitattu 4.2.2021. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/oras-oy/19880490/yleiskuva>

Tuotannonohjausjärjestelmä QAD 2021. Oras Oy. Viitattu 19.5.2021