

Ville Karhu

Vesiohenteisten painovärien valmistuksen vakiointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Kemiantekniikka
Insinöörityö
29.5.2013

Tekijä(t)	Ville Karhu
Sivumäärä Aika	21 sivua + 4 liitettä 29.5.2013
Tutkinto	Insinööri
Koulutusohjelma	Kemiantekniikka
Ohjaaja(t)	Kehityspäällikkö Kari Engström Yliopettaja Jukka Toivonen
<p>Työn tavoitteena on tarkastella vakioinnin mahdollisuuksia vesiohenteisten painovärien valmistuksessa. Värejä valmistetaan monia eri laatuja ja eräkoot vaihtelevat. Työssä pyrittiin keräämään tietoa eri valmistusvaiheista seuraamalla valmistusprosesseja.</p> <p>Materiaalia kerättiin viiden kuukauden ajan. Tuloksena saatiin tietoa eri tuotetyyppien jakautumisesta sekoittimille sekä tietoa keskimääräisestä sekoitus- ja työajasta valmistettua tuotetta kohti. Saatu aineisto jäi monien tuotteiden osalta kuitenkin niin pieneksi, että valmistusvaiheiden yhteyttä tuotteen laatuun ei voitu selkeästi osoittaa.</p>	
Avainsanat	Painoväri, sekoitus, tuotanto

Author(s) Title	Ville Karhu Standardization of Manufacturing Water-Based Printing Inks
Number of Pages Date	21 pages + 4 appendices 29 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Instructor(s)	Kari Engström, Development Manager Jukka Toivonen, Principal Lecturer
<p>The aim is to examine the possibilities for standardizing the manufacturing of water-based printing inks. Printing inks are produced in many different qualities and batch sizes. We aimed to collect information on different stages of the manufacturing process by monitoring them with different means.</p> <p>The material was collected for five months. From the obtained data we can get information on the distribution of mixers for each product type, as well as the average work and mixing time spent per produced product. On some products we were unable to collect sufficient amount of material and therefore the connection between the stages of manufacturing and quality of the product was not possible.</p>	
Keywords	Printing Ink, Mixing, Production

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Painovärit	2
2.1	Painomenetelmät	2
2.1.1	Offsetpaino	2
2.1.2	Syväpaino	2
2.1.3	Fleksopaino	3
2.1.4	Kohopaino	3
2.1.5	Silkipaino	4
2.1.6	Mustesuihkupaino	5
2.1.7	Elektrografinen painaminen	5
2.2	Painovärien koostumus	5
2.2.1	Pigmentit ja väriaineet	6
2.2.2	Sideaineet	7
2.2.3	Liuottimet	7
2.2.4	Lisäaineet	7
2.3	Valmistus	8
3	Vesifleksion tuotanto	8
3.1	Yleistä	8
3.2	Alakerran tuotanto	9
3.2.1	Annostelu	9
3.2.2	Sekoitus	10
3.2.3	Sekoitusnopeuden säätö	12
3.2.4	Käsilisäykset	13
3.3	Yläkerran tuotanto	13
3.3.1	Annostelu	13
3.3.2	Sekoitusnopeuden säätö	13
3.3.3	Käsilisäykset	13
3.4	Esimerkkinä KR-vernissan valmistus	14
4	Sekoitus	14
4.1	Tarkoitus	14
4.2	Tehokkuus	14

4.3	Virtausmallit	15
4.4	Esimerkkinä dispermix-menetelmä	15
5	Seurantamenetelmät	16
5.1	Merkinnät reseptiin	16
5.2	Merkinnät erilliselle lomakkeelle	16
5.3	Tehdään tarkalleen nykyisten reseptien mukaan	17
5.4	Hybridi	17
6	Mittaustulokset	17
7	Päätelmät	20
	Lähteet	21
	Liitteet	
	Liite 1. Tulokset	
	Liite 2. Seurantataulukko	
	Liite 3. Seurantalomake	
	Liite 4. Yleisimmin käytetyt lisäaineet ja niiden käyttötarkoitus	

1 Johdanto

Sun Chemicalin tehtaalla Espoossa valmistetaan painovärejä fleksopainoihin ja silkkipainoihin ja lakkoja yllakkausta varten sekä toimitetaan värejä lehtipainoihin. Painovärit sekoitetaan sideaineista, liuottimista, pigmenteistä ja väriaineista. Tehtaalla valmistetaan monia eri painoväri-laatuja ja vaihtelevan kokoisia valmistuseriä. Työn tarkoitus on tarkastella vakioinnin mahdollisuuksia valmistusmenetelmille ja optimoida sekoitusajat vesiohenteisille fleksopainoväreille. Halutaan siis saada standardisoidut eräkoot kaikille tuotteille, tarkat sekoitusajat kaikille työvaiheille resepteihin sekä vakioida tuotannon valmistusmetodit.

Yleisimmät ongelmakohdat ovat olleet käsin lisättävien aineiden, kuten jauheiden, vaahdonestoaineiden ja pinnantasaajien, lisäysjärjestyksessä ja sekoituksessa. Raaka-aineita lisätään toisinaan tuotannossa eri tavalla kuin resepteissä on mainittu, sillä näin erä on saatu paremmin onnistumaan. Näitä muutoksia ei aina käytetä reseptin muuttamiseen, vaan muutokset jäävät ainoastaan tuotannon tasolle. Tuotteiden sekoitukseen käytetyt ajat vaihtelevat. Tuotteita valmistetaan myös aivan liian monessa eräkoossa, mikä hankaloittaa standardointia. Eräkoot pitäisi pystyä rajoittamaan tiettyyn määrään yhtä tuotetta kohti.

Ongelmakohtien korjaamista varten suunnitellaan tapa seurata tuotevalmistusta tallentamalla standardointiin vaadittavia tietoja. Seurannan aikana kuuluu valvoa tuotteiden sekoitusaikoja, eräkokoja, raaka-aineiden lisäysjärjestyksiä, käytettyjä sekoittimia ja astioita. Tutkimus rajoitetaan 800-5000 kg:n tuotteille. Tietojen avulla voidaan luoda kokeellinen standardoitu resepti tuotteille ja saada tietyt eräkoot tuotteille tuotantoa ja myyntiä varten. Lisäksi pystytään optimoimaan nykyisten tuotannon astioiden ja sekoittimien käyttö.

Opinnäytetyö tehdään Sun Chemicalille. Sun Chemical, DIC-ryhmän jäsen, on maailman suurin painovärien valmistaja ja johtava materiaalien toimittaja pakkausiin, julkaisuihin, pinnoitteisiin, muoveihin, kosmetiikkaan ja muihin teollisiin markkinoihin mukaan lukien sähköinen aineisto, toiminnalliset ja erikoispinnoitteet, brändin suojele ja tuotteiden todennusteknologiat. Sun Chemicalilla on yli 8000 työntekijää tukemassa

asiakkaita ympäri maailmaa. Verkosto koostuu yli 250 toimipisteestä 56 maassa. Tällä hetkellä Suomessa on ainoastaan yksi toimipiste, Pieni teollisuuskatu 2, 02920 Espoo. [3]

2 Painovärit

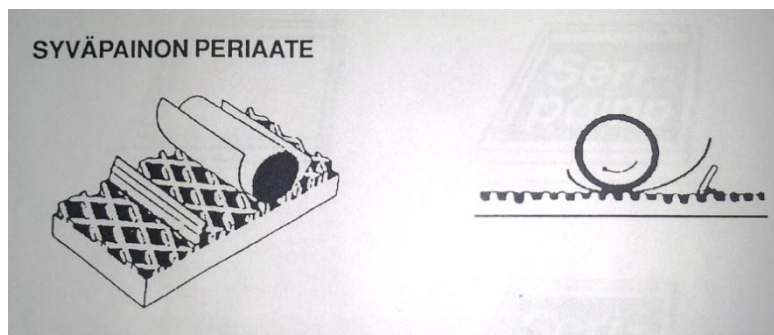
2.1 Painomenetelmät

Painovärien olomuodot vaihtelevat huomattavasti riippuen siitä, mitä raaka-aineita tuotteen valmistuksessa on käytetty. Tämän vuoksi tarvitaan useita eri painomenetelmiä, jotta saavutetaan tarpeeksi hyvä lopputulos. Menetelmät eroavat toisistaan käytettävien telojen, tyylien ja menetelmien osalta. Tärkeimmät painomenetelmät ovat offset-, flekso-, syvä-, koho-, silkki-, mustesuihku- ja elektrografipainot. [4, s. 14-74 ja 6, s. 2-3]

2.1.1 Offsetpaino

Offsetpaino on Suomen yleisin painomenetelmä. Offsetpainossa käytetään painolevyä, jossa paino- ja painamaton pinta ovat samassa tasossa. Erottaminen näiden pintojen välillä tapahtuu fysikaalis-kemiallisiin ilmiöihin perustuen. Painamattomat alueet vastaanottavat vettä, jolloin ne hylkivät väriä. Painopinta taas hylkii vettä ja vastaanottaa väriä. Tässä painomenetelmässä käytettävä väri on tahmeaa. Se auttaa väri-vesitasapainon syntymisessä ja sen pysymisessä painamisen aikana. Offsetpainoa käytetään yleisesti valmistamaan sanomalehtiä, aikakauslehtiä, mainostuotteita, lomakkeita, kirjoja, etikettejä ja pakkauspainatuksia.

2.1.2 Syväpaino



Kuva 1. Syväpainomenetelmän periaate [6, s.3]

Syväpainossa painopinta on upotettu levyn pintaan. Koko levyn pinnalle kaadetaan väriä ja painamattomalta pinnalta kaavitaan ylimäärä pois. Värin täyttämät painelmat, rasterikupit, jäävät painettaville materiaaleille ja siirtävät painoväriä niille. Syväpainon toiminta näkyy hyvin kuvasta 1. Tässä painomenetelmässä käytettävä väri on juoksevaa, jotta se siirtyisi hyvin rasterikupeista painettavalle materiaalille. Syväpainoa käytetään aikakauslehtien, mainospainotuotteiden sekä pakkaus- ja etikettipainatuksien valmistukseen.

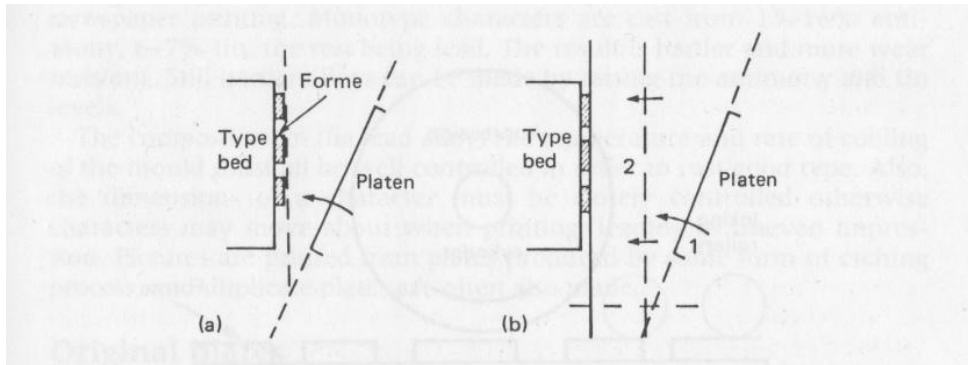
2.1.3 Fleksopaino

Fleksopainossa painopinta on koholla ja painamaton pinta on alempana. Tässä menetelmässä käytetään painomenetelmää, joka soveltuu alhaisen viskositeetin vesi- ja liuotinpohjaisille painoväreille. Fleksopainossa käytetään kumi- tai fotopolymeerilaattoja. Värintsiirtoon käytetään rasteri- eli aniloxtelaa. Tässä painomenetelmässä käytettävä väri on juoksevaa, kuten syväpainomenetelmässä. Fleksopainoa käytetään esimerkiksi pakkauspainatuksissa, aaltopahvista muovisiin joustopakkausihin.

2.1.4 Kohopaino

Kohopainossa, kuten fleksopainossakin, painopinta on painamatonta pintaa korkeammalla. Tässä painomenetelmässä on kolme eri päätyyppiä: valssi-, tasosylinteri- tai rotaatiopaino.

Valssipainossa kaksi tasaista pintaa, painomateriaali ja painopinta, tuodaan yhteen. Pinnat tuodaan yhteen joko keinuttamalla tai rinnakkain painamalla. Tavat on esitetty kuvassa 2, keinutus on kohta a. Painopinta voi olla joko vaaka- tai pystytasossa. Valssipainolla painetaan koko sivu kerralla, ja tämä vaatii kovan voiman. Voimaa tarvitaan, jotta painettavat merkinnät jäisi materiaaliin selvästi esiin. Tästä johtuen valssipainolaitteet ovat pieniä ja niillä painetaan vain pienille, alle A3:n papereille. Valssipaino sopii hyvin toimistopainatuksiin, kuten kirjeiden otsikoiden ja käyntikorttien painatuksiin.

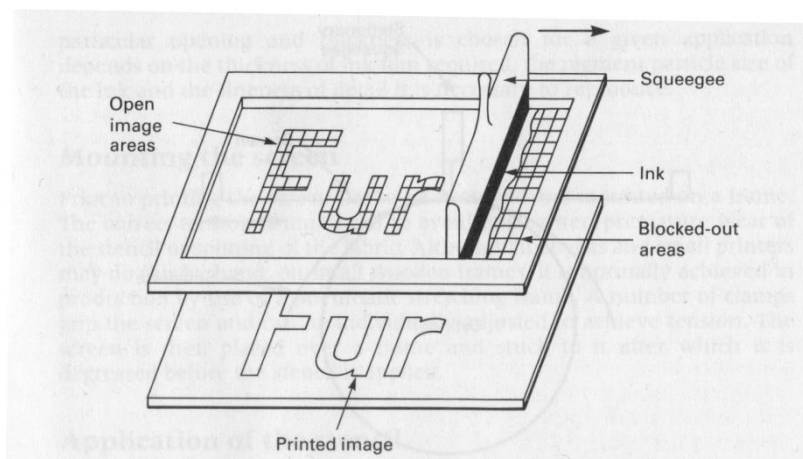


Kuva 2. Kaksi tapaa suorittaa valssipainaminen, [4, s. 53: Fig. 2.24]

Tasosylinteripainossa painopinta asetetaan tasaiselle alustalle ja paperi syötetään sylinterin ympäri. Sylinteriä pyöritetään edestakaisin painopintaa vasten, jotta saadaan mahdollisimman hyvä tulos. Pyörimisliikkeen avulla vain pieni osa painopintaa on kerralla yhteydessä paperiin. Tämä mahdollistaa suurten laitteistojen käytön. Tasosylinteripainoa käytetään markkinointimateriaalien painamistarpeisiin.

Rotaatiopainomenetelmä käyttää kahta sylinteriä. Näistä yksi kantaa kaartuvaa laattaa, joka on erityisesti tehty sopimaan kyseiselle sylinterille. Toisella sylinterillä on sama ympärysmitta kuin laatan pinnalla. Paperi syötetään sylintereiden väliin. Rotaatiopainoa käytetään kirjojen ja sanomalehtien painamiseen.

2.1.5 Silkkipaino



Kuva 3. Silkkipainomenetelmä [4, s. 59: Fig 2.27]

Silkkipainossa väri painetaan seulan läpi substraatille, kuvassa alempi taso (printed image). Raakkelia, kuvan squeegee, käytetään työntämään väri sapluunan läpi. Seula on PET-muovia, joka on venytetty tiukasti kehikon sisälle, kuvassa ylempi taso. Kangas

on valmistettu synteettisistä kuiduista tai metallilangoista. Kuvan saamiseksi substraatille verkon huokokset tukitaan ei-painoalueilta ja avataan painoalueilta. Silkkipainoa käytetään pakkauspainatuksissa, esimerkiksi muoviasioiden, julisteiden, myyntipistemateriaalien kohdalla.

2.1.6 Mustesuihkupaino

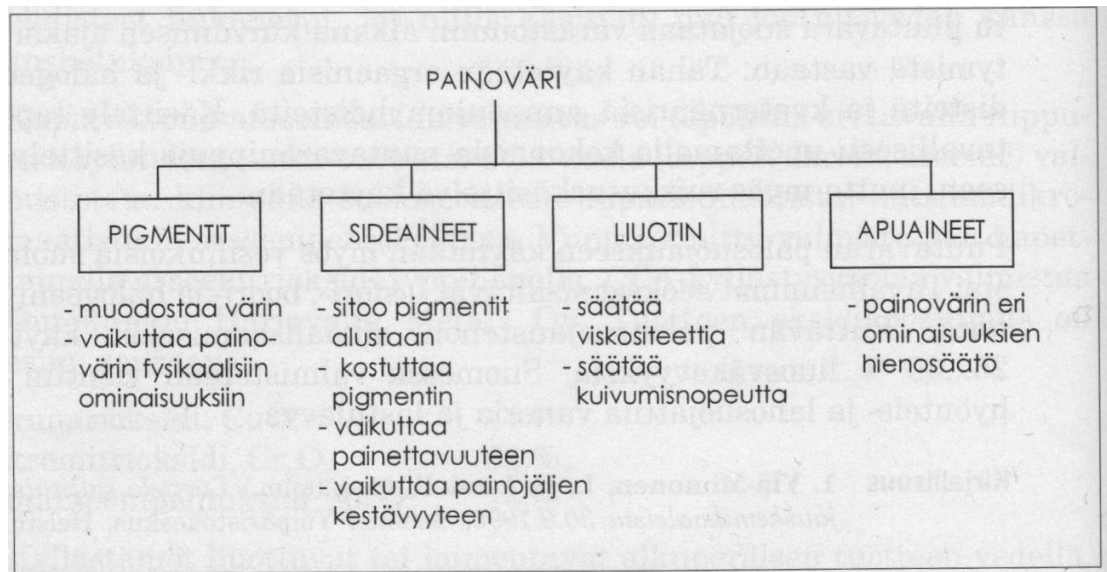
Mustesuihkupainossa tietokoneohjattu mustepisaroiden virta välitetään suurella nopeudella painopinnalle. Tässä painomenetelmässä painaminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Aluksi muodostetaan väripisara. Tämän jälkeen pisara poikkeutetaan sähköisesti. Lopuksi väri siirretään painettavalle pinnalle liike-energian avulla.

2.1.7 Elektrografinen painaminen

Elektrofotografisessa painamisessa valoa käytetään selektiivisesti purkamaan sähköstaattista kenttää, muodostaen siten sähköstaattisen latentin kuvan. Kuva on kehitetty käyttämällä väriainetta, jolla on sopiva sähkövaraus, joka sitten siirretään ja tartutetaan lämmön avulla substraatille. Elektrografista painamista käytetään yleisesti kopiokoneisiin ja lasertulostimiin.

2.2 Painovärien koostumus

Painoväreille pyritään saamaan tietyt ominaisuudet raaka-aineiden avulla. Väreille asetetaan yleensä tietyt vaatimukset sävyn, kuivumisen, kontrastin, rakenteen, kiillon ja hankauksen keston mukaan. Esimerkiksi yleisväreille halutaan nopea asettuminen, kohtuullisen korkea kiilto ja melko lyhyt kuivumisaika. Näihin pystytään vaikuttamaan pigmenteillä, sideaineilla, liuottimilla ja apuaineilla. [5, s. 1]



Kuva 4. Painovärien pääainesosat ja niiden tehtävät [1, s.174]

2.2.1 Pigmentit ja väriaineet

Painovärien tärkeimmät komponentit ovat pigmentit ja väriaineet. Ne ovat samalla myös värien kalleimpia osia. Pigmentit ovat liukenemattomia ja kiteisiä. Väriaineet liukenevat käytettyyn liuottimeen. [1, s. 174]

Pigmenttien ja väriaineiden päätehtävänä on muodostaa sävy. Lisäksi pigmenteillä voidaan vaikuttaa kiiltoon sekä hankauksen, valon, lämmön ja liuttomien kestoon. Näitä ominaisuuksia saadaan kuitenkin paremmin aiheutettua lisäaineilla. [7, s. 2]

Pigmenttejä löytyy valtavat määrät, mutta vain osa kelpaa painoväriteollisuuden tarkoitukseen. Syynä tähän on, että monet pigmentit eivät ole taloudellisia valmistaa. Jotkin pigmentit eivät myöskään vastaa vahvuuden, hiukkaskoon, kustannuksien ja erityisten ominaisuuksien kannalta tiettyjen ominaispiirteiden vaatimuksiin, joita voidaan tarvita vaaditulle painovärille. [4, s. 141]

Jotkut pigmentit esiintyvät luonnossa kasvien tai mineraalien muodossa, mutta suurin osa on synteettisiä materiaaleja. Valkoiset pigmentit, täyteaineet ja hiilimustat erotellaan muista pigmenteistä, sillä ne poikkeavat niin paljon muista pigmenteistä ominaisuuksiltaan ja käyttötarkoituksiltaan. [4, s. 141]

Synteettiset orgaaniset pigmentit sisältävät valoa absorboivia kromoformeja, joita ovat erityisesti konjugoidut sidosryhmät. Pulverimaisten raaka-ainepigmenttien lisäksi

painovärien valmistuksessa käytetään erilaisia pigmenttipreparaatteja. Ne ovat esidispergoituja pigmenttejä, jotka voivat olla kiinteitä tai juoksevia. [1, s. 174]

Valkoisia pigmenttejä käytetään korvaamaan osaa värillisistä pigmenteistä, parantamaan opasiteettia ja säätelemään reologisia ominaisuuksia. Valkoisia pigmenttejä ovat esimerkiksi TiO_2 , CaCO_3 , kaoliini ja talkki. [1, s. 174]

Väriaineet voidaan jakaa happamiin, emäksisiin ja liukosiin. Happamat eli anioniset väriaineet liukenevat veteen, mutta eivät orgaanisiin liuottimiin. Happamia väriaineita ovat esimerkiksi atso-, antrakinoni-, atsiini-, ksanteeni- ja nitroyhdisteet. Emäksiset eli kationiset väriaineet liukenevat veteen ja etanoliin, mutta huonosti muihin orgaanisiin liuottimiin. Näitä ovat esimerkiksi auramiini, diaryylimetyylianiinikeltainen ja metyyli violetti. Liukoiset eli metallikompleksiväriaineet ovat orgaanisia kompleksiyhdisteitä, joiden keskusatomina voi olla kromi, koboltti, nikkeli, kupari tai rauta. Nämä liukenevat orgaanisiin liuottimiin. [1, s. 174]

2.2.2 Sideaineet

Sideaineen tarkoituksena on koheesivoimien avulla pitää painoväri koossa painatusprosessissa. Sideaineella myös sidotaan pigmentit paperiin ja muodostetaan niitä suojaava kalvo painopinnalle. Sideaineina käytetään alkydihartseja, modifoituja hiilivetyhartseja, kuivia kasviöljyjä, polyestereitä, nitroselluloosaa, akrylaatteja, uretaanijohdannaisia ja polyamideja.

2.2.3 Liuottimet

Liuotinta tarvitaan hartsien liuottamiseen ja viskositeetin säätöön. Liuotin edistää myös painoväriin asettumista painopinnalle ja nopeuttaa sen kuivumista. Painomenetelmä vaikuttaa liuottimen valintaan. Liuottimina käytetään kasviöljyjä, mineraaliöljyjä, alkoholeja, glykolieettereitä, ketoneja, vettä ja estereitä.

2.2.4 Lisäaineet

Lisäaineilla parannetaan painoväriin perusominaisuuksia. Reologian ja viskositeetin säätöön käytetään erilaisia apuaineita, jotka voivat olla silikaatti-, bentoniitti- tai akrylaattipohjaisia. Antioksidantteja käytetään hapettumisestoaineina ennen aikaisen kuivumisen ja nahoittumisen ehkäisemiseksi. Dispergoinnin apuaineita käytetään parantamaan pigmentin kostumista sideaineeseen. Hankauskestävyyttä lisätään käyttämällä kitkaa alentavia vahoja tai käyttämällä synteettisiä polymeereja.

Hapettumiskuivumista nopeutetaan kuivikkeilla eli sikkatiiveilla. Liitteestä 4 löytyy yleisimmät lisäaineet ja niiden käyttötarkoitus. [1, s. 175 ja 7, s. 2-6]

2.3 Valmistus

Painovärien valmistus perustuu nestemäisten ja kiinteiden aineosien dispergointiin. Prosessi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: esisekoitus, jauhatus ja ominaisuuksien säätäminen.

Esisekoitusvaiheessa pigmentti sekoitetaan vernissaan. Vernissa on offsetväreillä hartsii-öljyseos ja syväpaino- ja fleksoväreillä hartsii-liuotinseos. Vernissoja valmistetaan ennakkoon tietty määrä, riippuen niiden käytöstä. Pigmenttavernissasus-pensiota sekoitetaan, kunnes kaikki pigmenttihiukkaset ovat kostuneet.

Mahdollisessa toisessa vaiheessa kostutettua suspensiota jauhetaan helmimyllyssä tai kolmoisvalssikoneessa. Jauhatuksessa pigmenttikimput eli agglomeraatit puretaan yksittäisiksi partikkeleiksi ja suspensiosta pyritään saamaan mahdollisimman homogeeninen. Jauhatuskoneen valintaan vaikuttavat painovärien viskositeetti ja käytetyt liuottimet.

Viimeisessä vaiheessa painovärien ominaisuuksia säädetään apuaineilla ja poistamalla ilma hapettuvista väreistä. Tämän jälkeen väri on valmis pakattavaksi kuljetus- ja säilytyspakkauksiin. [1, s. 175 ja 7, s. 6-9]

3 Vesiflekson tuotanto

3.1 Yleistä

Vesiflekson tuotanto tapahtuu Sun Chemicalilla siten, että yläkerrassa valmistetaan kaikki reaktoreissa valmistettavat tuotteet ja alakerrassa muut tuotteet. Yläkerrasta löytyy kaksi reaktoria, joista isommassa valmistetaan kaikki vernissat, primerit ja lakat, joiden valmistuserät osuvat välille 3000 – 5000 kg. Pienemmässä reaktorissa valmistetaan valkoinen pasta, jota valmistetaan kerrallaan noin 3000 kg. Sävyjä ei valmisteta yläkerrassa, vaan jos asiakkaan tilaus ylittää 3000 kg, jaetaan resepti kolmeen osaan, jotta se voidaan valmistaa alakerran laitteistolla. Alakerrassa

valmistetaan tuotteet, jotka ovat 20-1200 kg. Sieltä löytyy neljä eri sekoitinta ja monenlaisia erilaisia valmistusastioita.

Suurinta osaa raaka-aineista säilytetään 1000 l:n konteissa. Niistä löytyy yleisesti valmiita väripastoja ja vernissoja. Lisäksi löytyy 200 l:n ja sitä pienempiä tynnyreitä, joissa säilytetään sideaineita, lisäaineita ja joitakin väripastoja sekä 5000 l:n ja sitä suurempia säiliöitä, joissa säilytetään vernissoja, liuottimia ja sideaineita.

Säiliöitä säilytetään sekä pihalla että sisällä, ja niistä kulkee putkiyhteys vaaolle ja reaktoreihin. Kontteja ja tynnyreitä säilytetään varastoissa, joissa löytyy monia hyllyköitä. Varastoja ovat ex-varasto, normaalivarasto, tuotantotilan päätyvarasto, yläkerran pakkaustarve varasto ja piha. Ex-varastossa säilytetään syttyviä ja herkästi syttyviä aineita ja normaalivarastossa yleisesti ei-syttyviä raaka-aineita. Yleisimmin käytettävät pasta- ja vernissakontit sekä tynnyrit säilytetään tuotantotilan päädyssä olevissa hyllyköissä, jossa ne ovat helposti saatavilla. Tuotantotilan toisesta päästä löytyy yläkerran uloke, johon varastoidaan ämpäreitä ja kansiä pakkaustarpeisiin. Lisäksi pihalta löytyy katoksista joitakin raaka-aineita sekä tyhjiä kontteja pakkaustarpeisiin.

3.2 Alakerran tuotanto

3.2.1 Annostelu

Aluksi valitaan käytettävä astia vapaana olevista. Astioita löytyy 1000 l:sta 100 l:n. Levyydet vaihtelevat myös astiakohtaisesti. Pienempien eräkokojen, 100-200 l:n, astiat ovat osittain kapeita ja korkeita. Tarkoituksena astian muodolla on saada terä syvemmälle väriin. Suuremmilla astioilla halkaisijan kaventamiselle ja korkeuden nostamiselle ei ole tarvetta. Näytetilaukset ovat hyvin pieniä, eikä tarpeeksi pientä astiaa löydy. Tämän vuoksi näyte-erien valmistamiseen käytetään tarpeen vaatiessa ämpäreitä sekoitusastioina. Ämpäreitä voi käyttää valmistukseen nostopöydän avulla; näin saadaan nestepinta korkeudelle, jossa sekoittimen terä saadaan upotettua kokonaan nestepinnan alapuolelle.

Alakerrassa löytyy kaksi isoa vaakaa, joista toinen on yleisemmässä käytössä johtuen siitä, että suurin osa pumpattavista raaka-aineista tulee sille vaa'alle. Toisella vaa'alla

pystyy pumppaamaan vähemmän raaka-aineita. Tätä vaakaa käytetäänkin yleisesti harvemmin annosteluun. Lisäksi alakerrassa on kaksi pientä vaakaa, joilla voidaan punnita pieninä panoksina, 1 g – 10 kg lisättäviä raaka-aineita.

Raaka-aineita annostellaan monin eri tavoin. Paljon käytössä olevat sideaineet ja vernissat pumpataan säiliöistä. Konteissa olevien raaka-aineiden annosteluun käytetään trukkia. Tynnyreissä säilytettävien raaka-aineiden annosteluun löytyy kippilaite, jolla tynnyriä saadaan nostettua ja kallistettua. Paljon käytössä olevien, mutta pieninä panoksina käytettäviä raaka-aineita siirretään 20 l:n ämpäreihin konteista ja tynnyreistä. Täten niiden annostelua helpotetaan pienillä vaailla punnittaessa. Jauheet ja hartsit lisätään käsin säkeistä.

3.2.2 Sekoitus



Kuva 5. KK-sekoittimen käyttö

Sekoittimen valintaan vaikuttaa monta asiaa. Yleisesti pienten eräkokojen tuotteita pyritään sekoittamaan pienillä ja suurilla sekoittimilla. Vernissoja ja primereita pyritään sekoittamaan yhdellä erillisellä sekoittimella, jolla ei sekoiteta sävyjä. Sävyjen sekoituksen aiheuttamia roiskeita saattaa jäädä pesusta huolimatta sekoittimeen kiinni. Ne voivat kuivuessaan hilseillä valmistuserän sekaan. Paksumpia ja paljon kiintoainetta sisältäviä tuotteita varten tarvitaan tehokasta sekoitinta, jossa on kunnollinen dispergointiin sopiva terä.

Taulukko 1. Sekoittimet

Sekoitin	Terä	Teho (A)	Merkki	Valmistusvuosi
ISO	dispergoiva ja sekoittava	24	Ystral	2010
KK	dispergoiva ja sekoittava	15	Ystral	2010
P	dispergoiva ja sekoittava	7	Ystral	2010
17	dispergoiva		Westerlins	1998

P-sekoittimelle käytetään 200 l:n tai sitä pienempiä astiakokoja. KK, ISO ja 17 kelpavat aina 1000 l:n astioille saakka. Kuvassa 7 esiintyvää sekoitin 17:ää voi käyttää ainoastaan isoille erille, 600-1000 kg. Se soveltuu eritoten paksummille ja paljon jauhetta sisältäville tuotteille terän ja tehon puolesta. Sekoittimen 17 terän malli on kuvassa 6. Terä on sahalaitainen lautasmalli ja soveltuu eritoten dispergointiin. [8]



Kuva 6. Sekoittimen 17 terä [8]

Kuvassa 8 esiintyvää ISO-sekoitinta käytetään ainoastaan vernissojen ja primereiden valmistukseen. Kuvan 4 KK-sekoitinta käytetään kaikenlaisien tuotteiden valmistukseen. Pumppukärryjen avulla voidaan nostaa astiaa ja samalla nestepintaa ylemmäksi ja täten sekoittaa pieniäkin eriä. Tätä metodia joutuu käyttämään, kun pieniä eriä tulee niin paljon, ettei niitä ehditä pienemmällä sekoittimella päivän aikana sekoittaa.



Kuva 7. Sekoitin 17 kannen ja kohdepoiston kanssa.

Kuvasta 7 nähdään, miten ennen sekoittamisen aloittamista on oltava kansi ja kohdepoisto astian päällä. Näin vältetään ylimääräisiltä roiskeilta, höyryiltä ja loukkaantumisilta.

3.2.3 Sekoitusnopeuden säätö

Sekoitusnopeus laitetaan yleisesti tasolle, jolla pinta liikkuu voimakkaasti, mutta ei synnytä vielä suurta roisketta. Säättäminen tapahtuu ohjaustaulujen säätönapeista. Sekoittimella 17 pitää tarkkailla nesteen pintaa, sillä tuote alkaa monesti liian suurilla kierroksilla aaltoilla ja tulla astian reunoilta yli.



Kuva 8. Iso sekoitin sekä ohjaustaulut KK- ja ISO-sekoittimille.

3.2.4 Käsilisäykset

Käsilisäyksiin kuuluvat yleisesti jauheet, vaahdonesto- ja pinnantasaaja-aineet. Käsilisäykset on hyvä kaataa erään ohuena nauhana, jotta ne sekoittuisivat paremmin. Jauheita ja hartseja lisättäessä pitää käyttää kohdepoistoa, hiukkassuojainta sekä viiltosuojakäsineitä. Kohdepoisto imee suurimman osan höyryistä ja hiukkasista, mutta koska se ei pysty poistamaan kaikkea hiukkaspölyä, pitää käyttää hiukkassuojainta. Viiltosuojakäsineitä tarvitaan, ettei käsiin tule haavoja puukon käytöstä säkkien avaamiseen. Aineita, jotka synnyttävät haitallisia kaasuja, käytettäessä tulee käyttää hengityssuojainta, jossa on tehokkaat suodattimet.

3.3 Yläkerran tuotanto

3.3.1 Annostelu

Liuottimet ja jotkin sideainedispersiot saadaan pumpattua reaktoreihin kosketusnäytön välityksellä. Näytöllä ohjataan pumppuja ja venttiilejä, joiden avulla saadaan ulkona ja sisällä pidettävistä suurista säiliöstä raaka-aineita reaktoriin. Ulkona säilytetään liuottimia ja sisällä sideainedispersioita. Paineilman avulla saadaan pumpattua tuotantotilassa sijaitsevista säiliöistä tai alakerrassa konteista imuletkulla raaka-aineita. Tärkeää on seurata, mitkä venttiilit pitää avata ennen pumppauksen aloittamista.

3.3.2 Sekoitusnopeuden säätö

Pienemmällä sekoitussäiliöllä ei ole erillistä nopeudensäädintä, ja sille riittää sekoittimen käynnistyskytkimen painaminen. Kytkin asettaa automaattisesti sekoittimen tietylle vakionopeudelle. Toisen sekoitussäiliön nopeutta voidaan sen sijaan säätää manuaalisesti. Nopeus kannattaa säätää mahdollisimman korkeaksi, varsinkin kiinteitä raaka-aineita ja käsilisäyksiä lisättäessä. Maksimitehoa ei kuitenkaan kannata käyttää, sillä moottori alkaa tärinä ja kuumeta siinä vaiheessa.

3.3.3 Käsilisäykset

Nämä raaka-aineet on hyvä punnita alhaalla ja nostaa sitten ylös lavalla. Yläkerrassa pitää käyttää ohjauskaukaloa jauheita tai hartseja lisättäessä. Kaukaloon saadaan helposti yhdistettyä kohdepoisto ja täten vältetään pölyn leviämistä ympäristöön. Jauheita ja hartseja lisätään paljon suuremmat määrät kuin alakerrassa, joten lava kannattaa pitää sopivalla korkeudella käytettävissä olevan pumppunosturin avulla työn

helpottamiseksi. Nestemäisien käsilisäyksiä annosteluun toimii samat ohjeet kuin alakerrassa.

3.4 Esimerkkinä KR-vernissan valmistus

Aluksi annostellaan vesi ja sideaine, jolloin voi olla pienet kierrokset. Seuraavaksi säädetään kierrokset maksimille ja lisätään amiini hitaasti sekaan. Annetaan kyseisen raaka-aineen sekoittua noin 30 min, jonka jälkeen lisätään pinnantasaaajat ja vaahdonestot hitaasti joukkoon. Kierrokset pidetään annostelun aikana maksimilla. Säädetään kierroksia pienemmälle ja sekoitetaan vernissaa 40 – 60 min. Lopuksi lisätään joukkoon vernissa, glyseroli ja vesi. Sekoitetaan 20 min, jonka jälkeen voidaan viedä näyte laboratorioon.

4 Sekoitus

4.1 Tarkoitus

Sekoituksen tavoitteena on saada homogenoitua seos ja kiihdyttää raaka-aineiden aiheuttamia reaktioita.

4.2 Tehokkuus

Sekoitukseen kuluva energia voidaan pitää yhtenä tehokkuuden mittana. Sekoituksen tehontarve riippuu sekä sekoitettavien aineiden että sekoitinlaitteen ominaisuuksista. Sekoittuminen voidaan jakaa sen tehokkuuden mukaan kolmeen osaan. Ensimmäinen on täydellinen sekoitus. Siinä aineet ovat täydellisesti sekoittuneet, eli kaikilla mistä tahansa seoksesta otetulla näytteillä on sama koostumus ja lämpötila. Toinen on tulppavirtaus, joka kuvaa täydellistä sekoittumattomuutta. Tässä sekoitettava materiaali kulkee laitteen läpi sekoittumatta tai reagoimatta aikaisemmin tai sen jälkeen saapuvan materiaalin kanssa. Viimeinen on kuolleiden alueiden syntyminen. Siinä virtaavasta aineesta jää osa sekoitusastian tiettyihin kohtiin, kuten syvennyksiin ja nurkkiin.

Sekoittumisen tehokkuutta voidaan tutkia hiukkasten ikäjakauman avulla. Ne ilmoittavat eri-ikäisten hiukkasten osuuden poistovirtauksessa. Ikäjakauma voidaan määrätä impulssi- tai askelvasteen avulla. Impulssivastetta määrittäessä järjestelmään syötetään merkkiaineimpulssi, esimerkiksi radioaktiivinen aine, väriaine tai elektrolyyttiliuos. Vaste määrätään mittaamalla poistokanavassa merkkiaineen

konsentraatio ajan funktiona. Askelvastetta määrätessä järjestelmän sisääntulokanavaan syötetään tietyistä hetkeistä alkaen vakiokonsentraation omaavaa merkkiainetta.

4.3 Virtausmallit

Tangentiaalinen virtaus tapahtuu säiliössä sekoittimen tangentin suunnassa samalla nopeudella kuin sekoittimen pyörimisliike. Tällainen sekoittaminen ei ole toivottavaa, ja sitä pyritään estämään asettamalla virtausesteitä säiliön seinämille.

Radiaalinen virtaus tapahtuu säiliössä sekoittimen säteen suunnassa. Tangentiaalisesta virtauksesta saadaan radiaalinen lisäämällä sekoittimien pyörimisnopeutta.

Aksiaalinen virtaus tapahtuu sekoittimen akselin suunnassa. Sekoittimen lavat muodostavat kulman akselin suhteen, jolloin päävirtauksen suunnan, ylös- tai alaspäin, määrää roottorin nousukulma (+ tai -).

Keskipakovoiman painaessa nestettä säiliön seinämiä vasten nesteen pinta reunoilla kohoaa ja keskelle muodostuu syvennys. Tätä ilmiötä kutsutaan vortex-ilmiöksi. Kierrosnopeutta lisättäessä syvennys kasvaa ja saavuttaa lopulta roottorin, jolloin sekoittimeen päässyt ilma saa aikaan paineiskuja ja sekoitin joutuu värähdysliikkeeseen. Samanaikaisesti kiintoainetta alkaa kerääntyä sekoittimen alapuolelle. Tämän tyyppinen virtaus on haitallinen, ja sitä pyritään välttämään asentamalla sekoitin vinoon asentoon tai asentamalla seinämille pystyripoja synnyttämään turbulentsuutta virtaukseen. [2, s. 81-82]

4.4 Esimerkkinä dispermix-menetelmä

Dispermix-menetelmä on käytössä Ystral-sekoittimilla, joita ovat P, KK ja ISO. Tällä menetelmällä koko astian sisältö, jopa korkean viskositeetin tuotteilla, saadaan sekoitettua homogeeniseksi ja dispergoitua. Sekoitettaessa kaikki agglomeraatit rikotaan ja hiukkaset pienennetään niiden alkuperäiseen raekokoon ja samalla kostutetaan täysin.

Dispermix aiheuttaa intensiivisen sekoittumisen mikro- ja makrotason alueella ja samalla dispergoi tuotteen. Lisäksi se täyttää minkä tahansa tuotantoprosessin pikkutarkat tarpeet.



Kuva 9. Dispermix-sekoitusmenetelmän virtaussuunnat. [9]

Kuvassa 9 nähdään dispermix-menetelmän virtaussuunnat. Materiaali imetään sekoittimen runkoa myöten terään. Terä työntää ainetta terää ympäröivän ritiläsuojuksen raoista ja alakautta takaisin kierto. Terän ympärillä oleva ritilä aiheuttaa dispergoitumisen terän pyöriessä sitä vasten. [9]

5 Seurantamenetelmät

5.1 Merkinnät reseptiin

Yksi tapa valmistuksen seuraamiseen on laittaa alkuperäisiin resepteihin kohdat, joihin voi täydentää astian, sekoittimen, sekoitusajat ja lisäysjärjestyksen. Työntekijä täten täydentää aina työvaiheen kohdalla, missä järjestyksessä ja mihin aikaan raaka-aineet on lisätty tuotteeseen. Tämän menetelmän hyvä puoli on, että merkinnät voidaan laittaa suoraan reseptiin siihen kohtaan, missä työvaiheessa ollaan menossa. Täten vältytään ylimääräiseltä lappujen pyörykseltä. Samalla merkkauksia ei niin helpolla unohda laittaa, sillä ne ovat suoraan silmien edessä, kun reseptiä seurataan.

5.2 Merkinnät erilliselle lomakkeelle

Tässä menetelmässä muutoksena aiempaan valmistetaan erillinen lomake, johon lisätään edellä mainitut kohdat. Menetelmän ongelma on merkkaamisen vaikeus. Se johtuu siitä, että joutuu joka vaiheen jälkeen kääntämään merkintäpaperin esiin ja palaamaan takaisin reseptiin. Täten merkinnät saattavat joskus unohtua.

5.3 Tehdään tarkalleen nykyisten reseptien mukaan

Kolmas, suurempi tapa, on ohjaistaa tuotanto tekemään tarkalleen nykyisten reseptien mukaan, jolloin muutosten tekemisen vastuu jää täysin laboratorion henkilökunnan vastuulle. Tällä menettelytavalla tuotannon merkkejä ei ole, joten tuotanto ei siis pääse vaikuttamaan resepteihin.

5.4 Hybridi

Merkittään käytetty astia ja sekoitin, mutta määrätään pysymään reseptin sanomassa lisäsjärjestyksessä. Täten välttäisiin lisäsjärjestyksen muutoksien aiheuttamalta ongelmalta, mutta samalla saadaan tuotanto mukaan standardointiprosessiin. Tuotanto siis suorittaisi laitteiden käytön standardointia ja laboratorio vastaisi muusta optimoinnista.

6 Mittaustulokset

Tutkimuksessa käytettiin edellisistä menetelmistä tapaa 3.2. Aluksi alettiin seurata vain vernissojen eräkokoja, sekoitusaikoja, sekoittimia, kierrosnopeuksia sekä raaka-aineiden lisäsjärjestyksiä. Seurantalomake oli Excel-taulukko, johon pystyi laittamaan useiden tuotteiden tulokset (liite 2). Käytäntö oli voimassa 1,5 kuukauden ajan.

Kuitenkin huomattiin, että kerättävää tietoa oli aivan liian vähän ja taulukkoa oli vaikea täyttää. Muutoksena alettiin ottaa ylös myös tuotenumerot, tuotteiden laadut, mahdolliset korjaukset ja tuotannon työvaiheiden kestot. Seurattavat työvaiheet koostuivat annostelusta, käsillisäyksistä, laboratorion ja sekoittimen/reaktorin tyhjennyksestä ja pesusta. Lisäksi seurantalomake muuttui edellisestä Excel-taulukosta teksimuotoiseksi A4:ksi (liite 3), jolla pystyi seuraamaan vain yhtä tuotetta yhtä lomaketta kohden.

Saatujen tuloksien avulla pystyy vertailemaan sekoitusaikoja ja tuotteiden laatuja keskenään. Saadaan siis selville, minkälaisella sekoitusajalla pystyy saamaan hyvän tuotteen. Lisäksi pystytään katsomaan, kuinka paljon työaikaa kuluu tuotannon ja laboratorion henkilökunnalla tuotteiden valmistamiseen. Näitä tietoja on hyvä käyttää tuotteen hinnan arviointiin. Sekoittimien käyttöä on myös hyvä seurata, mitä sekoitinta

käytetään mitäkin tuotetyyppiä kohden. Tuotetyyppejä ovat lakat, sävyt, vernissat ja primerit.

Sekoittimista pystytään jo näkemään miten ne suuntautuu eri tuotetyypeille. Sävyille käytetään melkein aina KK-sekoitinta kun taas vernissat ja primerit tehdään ISO-sekoittimella. Paksummat ja erikoistuotteet tehdään 17-sekoittimella. Näitä on esimerkiksi PW06 eli valkoinen pasta, johon tulee suuri määrä jauhetta, ja täten sen sekoitus suoritetaan 17:llä.

Sekoitusaikojen vertailu tällä materiaolimäärällä on hyvin vaikeaa, sillä eroavuuksia ei näy tuotteiden epätasaisuuksien johdosta. Tuloksista löytyy joitakin hyvinkin suuria arvoja. Tuotteiden olomuotojen vaihtelevuuksien vuoksi kannattaa kuitenkin tarkastella vain tuotteita, joita on valmistettu sama erä useammin kuin kaksi kertaa. Sekoitusaikojen, annosteluiden ja käsiliisäyksien vaihtelut poikkeavat toistuvien erien kohdalla jonkin verran keskiarvosta. Tuotteita löytyy vain kaksi, joita on materiaalin keräämisaikana valmistettiin vähintään kolme kertaa. Taulukossa 2 näkyy näiden keskiarvot ja suurimmat poikkeamat.

Taulukko 2. Erien keskiarvot, suurimmat arvot, suurin poikkeama keskiarvosta ja lukumäärä

Sekoitusajat				
Tuote	Keskiarvo (min)	Suurin arvo (min)	Poikkeavuus (min)	Lukumäärä
701 - 01927	38	45	7	3
470 - 01941	34	45	11	4
Annostelu				
Tuote	Keskiarvo (min)	Suurin arvo (min)	Poikkeavuus (min)	Lukumäärä
701 - 01927	32	45	13	3
470 - 01941	40	70	30	4
Käsilisäykset				
Tuote	Keskiarvo (min)	Suurin arvo (min)	Poikkeavuus (min)	Lukumäärä
701 - 01927	8	15	7	3
470 - 01941	16	25	9	4

Sekoitusajoista ja tuotteeseen käytetystä tuotannon työmäärästä voi tehdä kuitenkin jonkinlaisia päätelmiä, kuten 800-1000 kg tuotteiden aikojen keskiarvoista. Taulukko 3 kertoo keskiarvoja tuotemuotojen mukaan 800-1000 kg:n tuotteille. Taulukossa

kerrotaan myös, kuinka monta kappaletta kutakin tuotantomuotoa on tutkimuksen aikana valmistettu.

Taulukko 3. Aikojen lasketut keskiarvot ja kyseisten tuotteiden kappalemäärät

	Annostelu (min)	Käsilisäykset (min)	Sekoitus aika (min)	Lukumäärä (kpl)
Kaikki	37	10	41	33
Vernissat	41	10	52	8
Primerit	38	13	38	6
Sävyt	38	9	39	17
Lakat	19	23	58	2

Taulukosta 3 voidaan päätellä, että vernissat ja lakat vaativat keskimäärin enemmän aikaa sekoittamiseen kuin sävyt ja primerit. Tämä johtuu viskositeettieroista. Vernissat ja lakat ovat yleensä paljon paksumpia kuin sävyt tai primerit. Käytetyksi työmääräksi tulee keskimäärin 50 min per tuote. Jos otetaan annostelusta ja käsilisäyksistä suuriten poikkeavat arvot pois, muuttuvat keskiarvot hieman. Sekoitusajoista ei poisteta suurinta arvoa, sillä sen lähelle yltää moni muukin vernissa. Annostelulle tulee kokonaiskeskiarvoksi 35 min ja sävyjen keskiarvoksi 33 min. Käsilisäyksille kokonaiskeskiarvoksi tulee 9 min ja lakoille 5 min.

Taulukko 4. Reaktorissa valmistettujen tuotteiden keskiarvoja ja lukumäärät

	Annostelu (min)	Käsilisäykset (min)	Sekoitus aika (min)	Lukumäärä (kpl)
Kaikki	82	72	150	10
Vernissat	93	90	160	5
Primerit	90	59	116	4
Sävyt	-	-	-	-
Lakat	30	90	235	1

Taulukosta 4 nähdään, kuinka paljon enemmän aikaa menee reaktorissa valmistamiseen verrattaessa taulukon 2 alakerrassa valmistettaviin tuotteisiin. Taulukko 3:n avulla voidaan päätellä myös, miten primereiden sekoittaminen vie aika paljon vähemmän aikaa kuin muut tuotemuodot. Käytettäväksi työmääräksi tulee keskimäärin 150 min. Sama aika tulee myös keskimääräiseksi sekoitusajaksi. Ongelmana on materiaalin vähyys, varsinkin lakkojen kohdalla. Niiden tuote-eriä on vain yksi kappale, joten sen ajat voivat tehdä keskiarvoista virheellisiä.

Taulukoista 2 ja 3 nähdään myös miten vähän joitain tuotemuotoja on pystytty seuraamaan. Valmistuserien kappalemäärät jäävät hyvin alhaisiksi. Tämä on myös syy sille, että on vaikea saada kunnollisia tuloksia ja tehdä oikeita päätelmiä ilman jatkotutkimusta.

7 Päätelmät

Käytettävistä tutkimusmenetelmistä parhaana voidaan pitää merkinnät reseptiin vaihtoehtoa. Se on helpoin tuotannon kannalta, ja jos kirjaukset on tallennettuna resepteihin, niillä ei ole mahdollisuutta kadota välikäsien toimesta. Niihin voidaan täten palata myöhemmässä vaiheessa, kun on saatu tarpeeksi tietoa kerättyä. Reseptit on jaettu yleensä vaiheisiin, joten näiden alkuun voidaan laittaa sekoituksen tai annostelun aloitus ja loppuun lopetus. Lisäksi raaka-aineiden viereen voisi laittaa alaviivat, joiden kohdalle lisätään lisäysjärjestykset. Lisäksi sekoittimelle olisi hyvä laittaa oma merkintäkohta reseptin ensimmäiselle sivulle.

Suorin menetelmä standardoinnin saavuttamiseksi on päättää tietyt eräkoot ja lähteä niiden perusteella standardoimaan kaikkea muuta. Tähän tarvitaan myyntipuoli mukaan, jotta saataisiin myös jotain tietoa asiakkaiden yleisistä tarpeista. Kaiken kaikkiaan päätösneuvotteluissa olisi hyvä olla mukana henkilö myynnistä, laboratoriosta ja tuotannosta.

Täsmällisien tietojen saamiseen tarvittaisiin laajemmat tutkimukset. Yhden kesän seuraamisesta ei saatu tarpeeksi materiaalia, jotta pystyttäisiin selvästi näkemään hyvien ja kelvollisten tuotteiden eroavuuksia ja määrittämään, mistä se johtuu. Kuitenkin saatiin selville, millä tapaa tuotantoa olisi hyvä lähteä seuraamaan, jotta saataisiin sopiva määrä dataa standardointia varten.

Lähteet

1. Anneli Hase, Kyösti Riistamaa, Merja Vuori, Seija Koppinen. Suomen Kemianteollisuus. Tampere-Paino Oy 2008
2. Juhani, Pihkala. Prosessitekniikka. Prosessiteollisuuden yksikkö- ja tuotanto-prosessit. Juvenes Print 2011
3. Sun Chemicalin kotisivut. 2012. Verkkodokumentti. Tehtaan yleiskatsaus. <www.sunchemical.com/our-company/overview>. Luettu 3.12.2012
4. R. H. Leach, R. J. Pierce, E. P. Hickman, M. J. Mackenzie, H. G. Smith. The printing ink manual. Blueprint 1992
5. Painovärit ja paperi. 2009. Verkkodokumentti. Painovärien ominaisuuksia ja paperityyppejä. <http://back.antal.com/sitesweb/media/library/59077_2619_1264147887.pdf>. Luettu 7.5.2013
6. Flexopainotekniikka. AEL/GRATEKO-koulutusjärjestön materiaalia.
7. Printing ink technology and manufacturing. Verkkodokumentti. Painovärien ominaisuudet ja valmistus. <<http://nzic.org.nz/ChemProcesses/polymers/10E.pdf>> Luettu 8.5.2013
8. MGT liquid and process systems. Verkkodokumentti. Sekoittimet ja terät. <http://www.mgt.co.il/MGT_mixing/impellers_disperser.asp> Luettu 8.5.2013
9. Ystral-kotisivut. Ystral-sekoittimen perus sekoitusperiaatteet. <http://www.ystral.de/Englisch/Processing/mixing_principles.html> Luettu 8.5.2013

Tulokset

Tuote	Eränumero	Eräkoiko (kg)	Annostelu (min)	Sekoitin	Kierrosnopeus	Käsilisäykset (min)	Labra (min)	Korjauksia	Laatu	Sekoitus aika (min)
477-01917		5000		R1	maksimi		20			185
477-01917	2ESPGH00BE	5000	50	R1		110	15	50 kg 533 - 1363	hyvä	155
705-01929	2ESPGG0252	5000	135	R1	sopiiva	70	23		hyvä	133
476-01737		3000		R1	maksimi		20			125
102-00396		3000		R1	voimakas		25			200
478-00785		1000		ISO	1250 rpm		16			63
479-01075		1000		KK	1351 rpm		45			75
705-01671	2ESPGH011B	1000	20	ISO	1058 rpm	15	30	5 kg 491 - 0621	kelvollinen	70
701-01927	2ESPGH0289	1000	15	ISO	952 rpm	5	7		hyvä	45
701-01927	2ESPGH0261	843	35	KK	1200 rpm	15	20		hyvä	35
701-01927	2ESPGJ01E5	1000	45	ISO		5	15		hyvä	35
PG10VG37	2ESPGJ01E6	1000	75	ISO		6	15		hyvä	50
PG10VG37	2ESPGJ01E7	1000	55	ISO		14	15		hyvä	40
470-01883	2ESPGG00ED	5000	105	R1		10	15		hyvä	80
460-01567	2ESPGG021B	5000	85	R1	sopiiva	111	11		hyvä	170
460-01567	2ESPGH01EA	5000	110	R1	sopiiva	100	13		hyvä	132
470-01206	2ESPGG014E	2000	60	R1		15	10		hyvä	80
470-01206	2ESPGH025F	1000	45	ISO	1050 rpm	5	10		hyvä	40
470-01206	2ESPGH0260	1000	25	ISO	1050 rpm	5	12		hyvä	53
470-01941	2ESPGH01EA	1000	25	ISO	1180 rpm	5	5		hyvä	35
470-01941	2ESPGH0220	1000	40	ISO	1161 rpm	20	15		kelvollinen	45
470-01941	2ESPGJ01FD	1000	25,00	ISO		25	15		hyvä	30
470-01941	2ESPGJ01FF	1000	70,00	ISO		15	15		hyvä	25
PW06	2ESPGG028B	1667	15	17		35	19	lisättiin loppuvesi	kelvollinen	75
478-P0114D	2ESPGH026E	1000	20	KK	1152 rpm	2	10		kelvollinen	65
478-72409	2ESPGH01F7	1000	40	ISO		8	5		kelvollinen	65
477-93425	2ESPGG0107	1000	20	KK	972 rpm	ei ole	35		hyvä	38
477-45393	2ESPGJ01B2	1000	45	KK		10	15		hyvä	50
479-23471	2ESPGG0178	1000	110	KK		ei ole	13		hyvä	35
701-93287	2ESPGH0262	1000	20	KK	1090 rpm	ei ole	10		hyvä	20
701-93287	2ESPGJ02BA	1000	35	KK		ei ole	10		hyvä	44
705-P0253A	2ESPGG0211	900	35	KK	998 rpm	10	85	4,5 kg 491 - 0621	kelvollinen	40
705-P0158B	2ESPGG020F	900	30	KK		5	15		kelvollinen	40
705-P0583C	2ESPGG0210	900	25	KK		5	10		hyvä	35
705-45181	2ESPGJ0095	900	25	KK		5	15		hyvä	20
705-45181	2ESPGJ0216	900	50	KK		15	40	4,5 kg 483 - 0313	kelvollinen	25
705-72877	2ESPGJ0092	900	65	KK		2	10	1,8 kg CBH9007	hyvä	30
705-23321	2ESPGJ0093	900	15	KK		15	8		hyvä	55
705-36877	2ESPGJ0094	900	20	KK		5	10		hyvä	30
705-36877	2ESPGJ0215	900	40	KK		5	15		kelvollinen	45
701-72857	2ESPGJ016F	1000	55	KK		2	10		hyvä	25
478-01903	2ESPGG022C	5000	30	R1		90	50		hyvä	235
478-01908	2ESPGG0177	1200	75	17	1237	30	25		hyvä	115
059-01631	2ESPGG0098	1000	18	17	600	40	20		ei voi sanoa	60
477-01925	2ESPGH0167	800	20	ISO		5	10		hyvä	55

Seurantalomake

Tuote: _____

Eränumero: _____

Eräkoko (kg): _____

Annostelun aloitus: _____

Annostelu valmis: _____

Miten poikettu reseptistä: _____

Sekoitin: _____

Sekoituksen aloitus: _____

Kierrosnopeus: _____

Käsilisäysten aloitus: _____

Käsilisäykset valmis: _____

Miten poikettu reseptistä: _____

Näyte labraan: _____

Tuote hyväksytty: _____

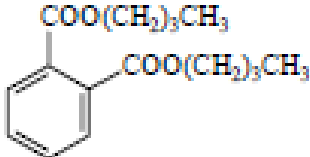
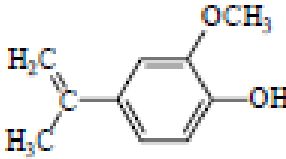
Laatu (hyvä, kelpollinen, huono): _____

Pumppauksen/pakkauksen + pesun aloitus reaktoreilla: _____

Pumppaus/pakkaus + pesu reaktoreilla valmis: _____

Yleisimmin käytetyt lisäaineet ja niiden käyttötarkoitus

Table 4 - Common classes of printing ink additives

Type	Function	Typical example
Plasticiser	Enhances the flexibility of the printed film	 <p>dibutyl phthalate</p>
Wax	Promotes rub resistance	Carnauba - an exudate from the leaves of <i>Copernicia prunifera</i> . Consists of esters of hydroxylated unsaturated fatty acids with at least twelve carbon atoms in the acid chain.
Drier	Catalyses the oxidation reaction of inks which dry by oxidation	salts or soaps of cobalt, manganese or zirconium
Chelating agent	Increases the viscosity of the ink (aluminium chelate) and promotes adhesion (titanium chelate)	
Antioxidant	Delays the onset of oxidation polymerisation by reacting with free radicals formed during the autooxidation thus preventing them from reacting further	 <p>eugenol</p>
Surfactants ¹⁰	Improves wetting of either the pigment or the substrate	
Alkali	Controls the viscosity / solubility of acrylic resins in water based inks	HOCH ₂ CH ₂ NH ₂ monoethanolamine
Defoamer	Reduces the surface tension in water based inks, meaning that stable bubbles cannot exist	hydrocarbon emulsions

Taulukko on otettu lähteestä 7 sivulta 5. Siinä näkyy lisäaineiden tyyppi vasemmalla, käyttötarkoitus keskellä ja esimerkki tarpeeseen sopivasta raaka-aineesta oikealla.