

ANNOSTELUYKSIKÖN TUOTETIETOJEN  
KERÄÄMINEN JA ESITTÄMINEN  
KONFIGURAATTORIN IMPLEMENTOINTIA  
VARTEN

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Suunnittelupainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2011  
Antti Pihlgren

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ANTTI PIHLGREN: Annosteluyksikön tuotetietojen kerääminen ja esittäminen konfiguraattorin implementointia varten

Mekatroniikan opinnäytetyö, 42 sivua, 7 liitesivua

Kevät 2011

## TIIVISTELMÄ

---

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tuottaa Dieffenbacher Panelboard Oy:lle tarvittavat tuotetiedot tuotekonfiguraattorin implementointia varten. Tuote oli puulevytehtaan liimakeittiön annosteluyksikkö. Kirjallisessa osassa pyrin antamaan kuvan tuotekonfiguraattorin käyttöönottoa edeltävästä prosessista.

Raportissa käydään läpi ensiksi tarvittavat taustatiedot tuotteeseen liittyen, minkä jälkeen pyrin selittämään oleellisia meneteleimiä, joilla päädyin esiteltävään lopputulemaan. Suorittamani työn selostuksen tulisi valottaa prosessiin liittyviä ongelmia ja vaiheita.

Ensimmäisissä kappaleissa esitän perustiedot, joiden avulla selviää varsinaisen työn viitekehys. Myös yrityksestä ja sen tuotteista käydään läpi tiettyjä kohtia, mikä auttaa ymmärtämään kyseisen tuotekehitysprojektin lähtökohtia. Tämän jälkeen käydään läpi teoriaa liittyen konfiguraattoreihin ja niiden käyttöönottoa edeltäviin vaiheisiin. Varsinaisen työn kuvaus tapahtuu selostamalla jokainen työn osa-alue kerrallaan. Osa-alueita ovat konfiguraation kuvaus, pumpun tiedot, virtausmittarin tiedot ja suodattimen tiedot.

Insinööriyötä tehdessäni yllätyin, kuinka vaikeasta tehtävästä olikaan kyse, vaikka tuote vaikutti suhteellisen yksinkertaiselta, eikä valintaprosessin sisäistäminen vaatinut suuria ponnisteluja. Vaikeinta oli esittää oleelliset tiedot komponenteista ja valintaprosessista yksiselitteisesti ottamalla samalla huomioon kaikki konfigurointiin liittyvät tekijät. Epäselvissä tilanteissa ja rajatapauksissa suunnittelija pysyy tekemään valintoja kokemuksensa perusteella, mutta konfiguraattorille pitää olla luotuna yksiselitteiset säännöt ja arvot, jotta se voi valita toimivat komponentit prosessimuuttujien mukaan. Tämän takia täsmälliseen ja selkeään tietojen kuvaukseen kannattaa ja täytyykin budjetoida paljon tunteja projektin onnistumisen vuoksi.

Avainsanat: konfiguraattori, liimakeittiö, massaräätälöinti



## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	2
3	DIEFFENBACHER	4
3.1	Dieffenbacher Panelboard Oy Nastola	4
3.2	Opinnäytetyössä käsiteltävät levytyypit	5
4	TUOTTEIDEN MASSARÄÄTÄLÖINTI KONFIGURAATTORILLA	6
4.1	Massaräätälöinti	6
4.2	Osien vakionti	6
4.3	Konfigurointi	7
4.4	Konfiguraattori	8
5	KONFIGURAATTORIPROJEKTI	11
5.1	Konfiguraattorin rakentaminen	11
5.2	Konfiguraatitiedon esittäminen	12
6	ANNOSTELUYKSIKÖN TUOTETIETOJEN KOKOAMINEN JA ESITTÄMINEN	15
6.1	Toimeksiannon taustaa	15
6.2	Annosteluyksikkö	15
6.3	Annosteluyksikön konfiguroinnin periaatteet	17
7	PUMPPU	20
7.1	NEMO® BY epäkeskoruuvipumppu	20
7.2	Netzschin pumpputaulukot	24
7.2.1	Janakaavio tuottoalueesta	26
7.2.2	Valintataulukko	27
7.3	Pumpputiedot	29
7.4	Rivimäärän pienentäminen	31
8	VIRTAUSMITTARI JA SUODATIN	33
8.1	E & H mittarit	33
8.1.1	Promag 50H/53H	33
8.1.2	Promass 83F	35
8.1.3	Mittaritiedot	36
8.2	Plenty suodatin	36
8.3	Suodattimen tiedot	38

9	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	43

# 1 JOHDANTO

Dieffenbacher Group suunnittelee ja toimittaa laitteita puulevyteollisuudelle ympäri maailmaa. Yritys on arvostettu ja pitkäikäinen tekijä kyseisellä teollisuudenalalla, mutta menestyksen eteen on jatkuvasti tehtävä töitä ja sijoituksia. Yksi menestymisen avain on tuotekehitys, jonka avulla pyritään säilyttämään etumatka kilpailijoihin nähden. Myös Dieffenbacher Panelboard Oy Nastolassa panostaa omien tuotteidensa kehittämiseen. Yksikön tuotekehitysosaston työn alla olevista projekteista yksi on liimakeittiön annosteluyksikön myynnin- ja laitesuunnittelun avuksi luotava tuotekonfiguraattorin käyttöönotto. Konfiguraattori on tietokoneohjelma, joka tässä tapauksessa suorittaa annosteluyksikön komponenttien valinnan annettujen lähtöparametrien perusteella. Lähtöparametrejä ovat muun muassa valmistettava levytyyppi, tehtaan kapasiteetti ja komponenttien materiaalien valitseminen. Konfiguraattori onnistuessaan nopeuttaisi ja helpottaisi laitevalintoja huomattavasti ja näin ollen nostaisi toiminnan kannattavuutta vähentämällä työtunteja ja inhimillisiä virheitä.

Matka päätöksestä luoda konfiguraattori täysimittaiseen ja luotettavaan suunnittelutyökaluun on pitkä. Kyseinen prosessi voi etenkin alkuvaiheessa epäonnistua monella eri tavalla. Yliopisto tutkimuksissa todetaankin, että moni konfiguraattorin kehittämisprojekti menee pieleen ja keskeytyy alkuvaiheissa kohdattuihin vaikeuksiin (Haug 2007, 1). Mielestäni pohjimmainen syy epäonnistumisiin yrityksissä saattaa helpostikin olla pohjatyön määrän ja vaativuuden aliarvioiminen. Itsekin pidin työtä aluksi helppona, sillä yleisellä tasolla idea on hyvinkin yksinkertainen; tietyillä prosessin arvoilla saadan tietyt komponentit ja niiden hinta, mutta kun todellisuudessa projektissa on mukana useita laitevalmistajia, suunnittelijoita, myyjiä, asiakkaita jne. saadaan helpoltakin näyttävästä kokonaisuudesta hyvinkin sekava.

Tämä opinnäytetyö raportti liittyy työskentelyyni liimauksen annosteluyksikön tuotekonfiguraattori-projektin parissa. Raportti on tarkoitettu kaikille kyseisestä aiheesta kiinnostuneelle ja voi olla hyödyllinen henkilöille, jotka ovat aloittamassa samankaltaista projektia.

## 2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

Diffenbacher Panelboard Oy:n tavoite projektin suhteen oli kehittää yritystoimintaansa tuotekonfiguraattorin avulla. Liimauksen annosteluyksikön valintaprosessin aikaa vievien ja raskaiden rutiinitoimenpiteiden automatisointi haluttiin toteuttaa konfiguraattorilla, jonka avulla haluttiin savuuttaa tavoitteet:

- tarjous- ja suunnitteluvaiheen läpimenoajan lyhentäminen
- inhimillisten virheiden poistaminen tai ainakin väheneminen
- tarjouslaskennan hinta-arvion tarkentaminen, jolloin ei tehdä tappiollisia urakoita eikä toisaalta hinnoitella itseämme ulos tarjouskilpailusta
- ammattitaitoisten työntekijöiden vapauttaminen haasteellisempiin tehtäviin.

Onnistuessaan projektin konseptia voitaisiin käyttää hyödyksi muiden tuotteiden tuotekehityksessä. Luonnollisesti omat tavoitteeni olivat samoja kuin yllämainitut tavoitteet.

Koska projekti oli yrityksen väelle entuudestaan uuden tyyppinen enkä itsekään ole ollut aikaisemmin tuotekehitystehtävissä, oli rajaus ja täten myös täsmällinen tavoite vaikea määritellä. Suurimmillaan työni olisi kuitenkin sisältänyt kaikkien komponenttien tietojen ja valintaprosessin eli konfiguraation kuvauksen esittämisen. Komponentit jaettiin ensimmäisessä palaverissa suurinpiirtein seuraavanlaisesti:

- pumppu
- virtausmittari
- suodatin
- alusta
- letku pumpun ja mittarin välille
- putki pumpun ja suodattimen välille
- muut kokoonpanoon tarvittavat osat (mutterit, putkiosat jne.)

Alun perin minimimääränä opinnäytetyölle pidettiin pääkomponentin, eli pumpun tietojen keräämistä. Pumpputietojen kerääminen ja esittäminen osoittautuikin suurimmaksi kokonaisuudeksi insinöörityössäni.

Opinnäytetyö ei koskenut varsinaisten komponenttien kehittämistä, eikä niiden valintaan liittyvien sääntöjen tarkastelua pois lukien tiettyjen rajatapauksen ja yksityiskohtien selkeyttämisiä, jotka olivat osa vakiointiprosessia.

Ensisijainen päätavoite oli annosteluyksikön pumppuvaihtoehtojen esittäminen. Lopputulemana piti olla täydellinen lista pumpuista, joita tarvitaan tai voidaan tarvita kaikkien mahdollisten annosteluyksiköiden rakentamisessa. Listassa tuli olla kaikki tekniset tiedot niin rakenteellisten kuin suorituskyvyllisten ominaisuuksienkin osalta. Listaa käytettäisiin suoraan konfiguraattorissa, joten tiedot piti esittää kaiken lisäksi, niin että niitä voitaisiin soveltaa suoraan ohjelmoinnin kannalta.

Annosteluyksikön virtausmittarien ja suodattimen tietojen esittäminen pumpputietojen tapaan oli lisäoptiona insinööriyössäni. Nämä tiedot käsiteltäisiin, jos pumpputietojen kerääminen osottautuisi arvioitua pienemmäksi. Projektia olisi voinut jatkaa myös tästäkin eteenpäin niin paljon kuin aikaa riittää, mutta työn tärkein tavoite oli esittää pumppujen tiedot mahdollisimman hyvin.



### 3 DIEFFENBACHER

Dieffenbacher on Jakob Dieffenbacherin vuonna 1873 Eppingeniin Saksaan perustama yritys. Nykyisen konsernin osakekanta on edelleen täysin Dieffenbacherin suvun hallussa. Yrityksellä, jonka liikevaihto vuonna 2009 oli 300 miljoonaa euroa, on noin 1600 työntekijää useassa eri maassa. (Dieffenbacher 2011.)

Yhtymän toiminta on jaettu kolmeen liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Wood-based panel divisioona, Service-Centers & Sales Offices ja Forming divisioona. Wood-based panel divisioona toimittaa puupohjaisten levyjen valmistamiseen käytettäviä laitteita ja laitekokonaisuuksia. Nastolan yksikkö kuuluu tähän divisioonaan. Service-Centers & Sales Offices-divisioona tarjoaa täydentäviä palveluita Wood-based panel ja Forming divisioonien tuotteille. Forming divisioona valmistaa muotoilupuristimia ja kokonaisii muotoilupuristinlinjoja muun muassa autoteollisuuden käyttöön. (Dieffenbacher 2011.)

Dieffenbacher konserni käyttää vuosittain tuotekehitykseen summan, joka on yli viisiprosenttia liikevaihdosta. (Dieffenbacher 2011.)

#### 3.1 Dieffenbacher Panelboard Oy Nastola

Dieffenbacher Panelboard Oy Nastolassa kuuluu konsernin Wood-based panel divisioonaan. Dieffenbacher osti yksikön Metso Oyj:ltä vuonna 2008. Nastolassa työskentelee 60 työntekijää ja yksikön liikevaihto vuonna 2009 oli 12 miljoonaa euroa. (Company profile 2011.)

Nastolan yksikkö suunnittelee ja toimittaa laitteita ja laitekokonaisuuksia puupohjaisialevyjä, kuten MDF-, OSB- ja lastulevyjä valmistaville tehtaille. Yrityksen toimittamia tuotteita ovat muun muassa seuraavilla kauppanimikkeillä tunnetut laitekokonaisuudet ClassiScreen™, ClassiCleaner™, ClassiFormer™, ClassIpress™ sekä useita muita eri ratkaisuja aina raakalastun käsittelystä levyn viimeistelyyn. (Company profile 2011.)

### 3.2 Opinnäytetyössä käsiteltävät levytyypit

Dieffenbacher Panelboard Oy tarjoaa ratkaisuja puupohjaisten levyjen valmistuksessa ilmeneviin tarpeisiin. Yritys toimittaa laitteita ja laitekokonaisuuksia muun muassa OSB-, MDF- ja lastulevytehtaiden käyttöön. Kyseiset levytyypit ovat tämän opinnäytetyön käsittelemät liimattavat levytyypit. Myös IFB-levyjen annosteluyksikkö saatetaan myöhemmin lisätä tuotekonfiguraattorin valikoimiin. IFB-levyjen annosteluyksikkö olisi tarkoitus toteuttaa käyttämällä tässä työssä määriteltyjä komponentteja.

## 4 TUOTTEIDEN MASSARÄÄTÄLÖINTI KONFIGURAATTORILLA

### 4.1 Massaräätälöinti

Massaräätälöinti (mass customization) on massatuotantomenetelmä, jossa pyritään tarjoamaan asiakkaalle mahdollisimman yksillöllinen tuote lähes massatuotantohinnoin. Yritys voi siirtyä massaräätälöityihin tuotteisiin joko massa- tai projekti-tuotteista (TTY 2011). Nykyään kilpailun koventuessa on asiakkaille tarjottava laajempi tuotevalikoima ja paremmin asiakkaan tarpeet täyttäviä tuotteita. Edellämäinnittuihin tavoitteisiin päästäänkin juuri massaräätälöinnillä, jonka avulla ei tarvitse välttämättä lisätä uudelleen suunnitelluiden tuotteiden määrää saavuttaakseen suurempaa valikoimaa. Räätelöinnissä pyritään ennemminkin vakioimaan tuotteen osia ja jopa hyvässä tapauksessa vähentämään tarvittavia osia. Vakioimalla osia saadaan suurempi variaatioiden määrä, joista asiakas voi valita itselleen sopivan tuotteen.

Massaräätälöinnin mahdollistaa tuotteen alikomponenttien suuri modulaarisuus eli yhdisteltävyys, joka tarkoittaa tietyn osan yhteensopivuutta mahdollisimman monen viereisen osan kanssa. Viereisellä osalla tarkoitan sellaista osaa, johon tarkasteltava osa liitetään. Yksinkertaisena esimerkkinä suuresta modulaarisuudesta voisi olla vaikkapa tuotteen auto alikomponentti vaihdelaatikko, joka sopii yhteen viereisen osan eli moottorin kaikkien eri vaihtoehtojen kanssa. Jos tietylle moottorille sopii vain tietynlainen vaihdelaatikko, jota ei voi yhdistää muiden moottoreiden kanssa, on kyse olemattomasta modulaarisuudesta.

### 4.2 Osien vakionti

Massaräätälöinnin kannalta jonkun tuotteen osien ominaisuuksien vakionnin tarkoitus on jonkun suuremman tuote kokonaisuuden modulaarisuuden lisääminen. Osien vakionnilla pyritään myös samaan kuin standardisoinnilla, jonka eräs määritelmä on: ”Standardisointi pyrkii tuotelajien ja tyyppien rajoittamiseen riittävään, mutta mahdollisimman pieneen määrään”(Pere 2004, 2). Vaikka standardit ovatkin vähintäänkin yritysten välisiä sopimuksia, joilla pyritään pienentämään teknisesti merkityksettömistä tuote-eroista johtuvia kustannuksia, niin on vakioi-

misesta hyötyä yrityksen sisälläkin. Jos pystytään vähentämään yrityksen käyttämiä komponentteja niin silloin säästetään rahaa, koska komponenttien valmistuskustannukset pienenevät ja muualta tilattaessa voidaan mahdollisesti saada alennusta suurista tilauseristä.

Ongelmana osien vakiomisessa on riittävän valikoiman määrittäminen. Ei saa karsia valikoimaa liikaa, mutta toisaalta ei saa pitää liian montaa erilaista osaa valikoimissa. Liian pieni osavalikoima johtaa siihen, että asiakkaalle ei saada riittävän sopivaa lopputuotetta valmistettua. Esimerkiksi jos asiakas haluaa autoonsa 2-litraisen moottorin, mutta tarjolla on vain 1- ja 3-litraiset moottorit, niin tällöin kaupat jäävät todennäköisesti tekemättä. Toisaalta 0,1-litran välein olevat moottorivaihtoehdot nostavat valmistuskustannukset liian suuriksi. Oikeanlainen vakionti tarkoittaakin vaihtoehtojen lukumäärän optimoimista.

#### 4.3 Konfigurointi

Massaräätälöinnissä asiakkaalle konfiguroidaan joka tilauksen yhteydessä yksilöllinen tuote ennalta määräytyistä vakioiduista alikomponenteista. Konfigurointi tapahtuu yleensä asiantuntijan avustuksella, joka tietää, miten alikomponentteja voidaan yhdistää toisiinsa ja mitkä vaihtoehdot olisivat optimaaliset asiakkaan tarpeiden kannalta. Tuotteen osien määrittelemistä sanotaan konfiguroinniksi. Eräs määritelmä konfiguroinnille:

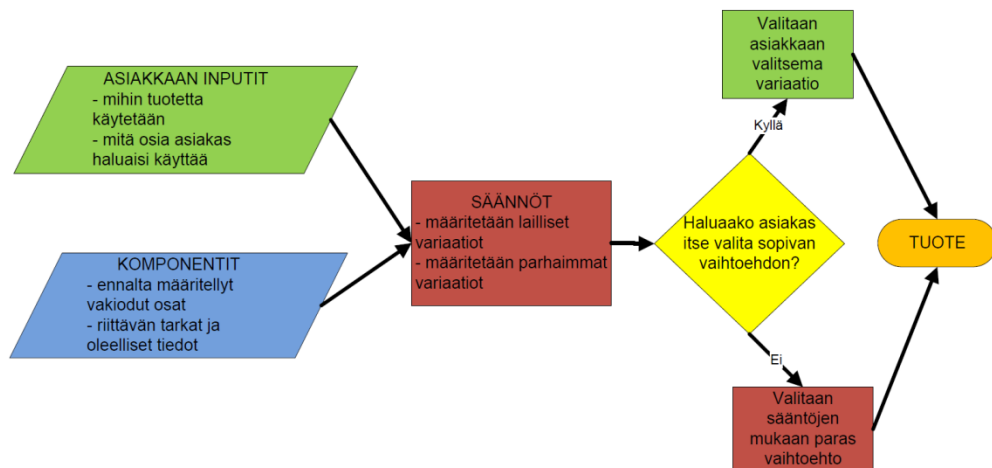
” tehdä valinnat vaihtoehtojen välillä esimerkiksi laitteistoa tilattaessa tai ohjelman asetuksissa”(Pienehkö sivistyssanakirja 2011).

Edellisessä määritelmässä ei mainita konfiguroinnin säännöistä mitään, mutta se on yleisesti pätevä määritelmä. Teknisesti tarkemmin ja laajemmin määriteltynä konfigurointi tarkoittaa ennalta määriteltyjen kokonaisuuksien (fyysisten tai ei-fyysisten) yhdistämistä ja muuttujien ominaisuuksien määrittelemistä samalla ottaen huomioon rajoitteet ja lailliset rajapinnat, niin että annetut vaatimukset täyttyvät (Haug 2007, 18).

Haugin määritelmässä käy ilmi että pelkän valitsemisen lisäksi konfiguroinnissa tarvitaan yleensä myös säännöt eli konfigurointisäännöt, joita pitää noudattaa kun määritetään osakokonaisuus. Säännöt voidaan jakaa selkeästi ainakin kahteen pääryhmään:

1. **Lailliset yhdistelmät.** Nämä säännöt määrittelevät miten eri osat voidaan yhdistää keskenään. Osien fyysinen yhteensopivuus.
2. **Optimointi säännöt.** Nämä säännöt valitsevat laillisista yhdistelmistä parhaiten asiakkaan tarpeet toteuttavan vaihtoehdon.

Optimointi sääntöjenkin jälkeen jää usein jäljelle vielä useampia melkein yhtä hyviä vaihtoehtoja, jolloin asiakas halutessaan voi valita eri vaihtoehdoista mieleisensä. Yhteenvetona konfiguroinnin periaatteista on esitetty kaavio kuviossa 1.



KUVIO 1. Periaatekuva tuotteen konfiguroinnista

#### 4.4 Konfiguraattori

Tuotekonfiguraattori on tietokoneohjelma, joka suorittaa konfiguroinnin annettujen lähtötietojen perusteella tai auttaa asiakasta tai asiantuntijaa suorittamaan konfiguroinnin. Konfiguraattori hoitaa asiantuntijan, esimerkiksi myyjän tai tarjouslaskijan tehtäviä osittain tai kokonaan.

Tuotteen konfigurointi voi joskus olla periaatteiltaan hyvinkin yksinkertaista, mutta ihmisille raskasta suorittaa, kuten jos joutuu esimerkiksi lukemaan tuotetietoja laajoista taulukoista koko työpäivän ajan. Etenkin tällaisten yksinkertaisten, tarkkuutta vaativien rutiinitehtävien hoitamiseen voidaan harkita konfiguraattorin käyttöönottoa, koska tietokone suorittaa tehtävänsä aina nopeasti eikä se tee inhimillisiä virheitä. Voi olla myös että tuote konfiguroituu alikomponenteistaan vain yhdistettävyyssääntöjen mukaan, jolloin asiakas voi itse tehdä valinnan tai asiantuntija voi siirtää rutiininomaisia tehtäviä, kuten kokonaishinnan laskennan, tietokoneen huoliksi. Tämänäyttöisiä konfiguraattoreita ovat esimerkiksi kaikkien internetkäyttäjien käytössä olevat autojen varusteiden ja lisävarusteiden valintaohjelmat. Niistä käytetään usein nimitystä hinnastokonfiguraattori tai hintakonfiguraattori.

Vaikeakin konfigurointiprosessi voidaan tehdä myös konfiguraattorilla, mutta ongelmaksi saattaa muodostua konfiguraattorin luomisessa tarvittavien täsmällisten tuotetietojen ja sääntöjen laatimisen vaikeus.

Konfiguraattorit voidaan mielestäni jakaa ominaisuuksiensa mukaan kolmeen eri ryhmään. Tämä jako on minun oma hahmotelmani laajasta konfiguraattoreiden kirjosta. Jaossa sovelletaan kahta aikaisemmin määriteltyä konfiguraatiosääntöjen perusryhmää.

1. **Vapaasti konfiguroituvien tuotteiden konfiguraattori.** Voidaan puhua enemmänkin tuotemallintimesta (product modeller) kuin varsinaisesta konfiguraattorista (Haug 2007, 19).
2. **Lailliset yhdistelmät salliva konfiguraattori.** Tällainen on usein asiakkaan suoraan käyttämä konfiguraattori tyyppi. Esimerkiksi auton varusteiden ja lisävarusteiden valinta suoritetaan tämänäyttöisellä ohjelmalla.
3. **Lailliset yhdistelmät salliva ja parhaimmat vaihtoehdot antava konfiguraattori.** Asiakas kertoo lähtötietoina sen, mitä hän haluaa tuotteella tehdä eikä hänen tarvitse valita mitään komponentteja itse, jos ei halua. Tällainen konfiguraattori pystyy hallitsemaan monimutkaisempia päätteilyketjua, ja se korvaa asiantuntijan työpanoksen kokonaan tai osittain, jolloin ammattitaitoisen työntekijän työpanosta voidaan käyttää haastavimpiin tehtäviin.

Hyvällä konfiguraattorilla voidaan saavuttaa monia etuja, varsinkin jos sillä onnistutaan korvaamaan asiantuntijan rutiininomaisia töitä. Onnistuneella tuotekonfiguraattorilla saavutettavia etuja ovat muun muassa:

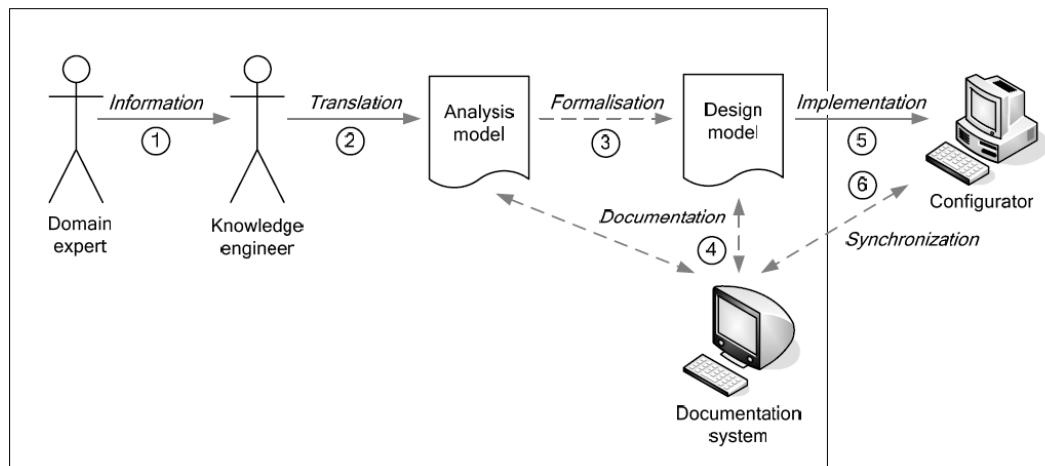
- tuotteiden määrittelyn laatu paranee
- ammattilaisten tuotteen konfigurointitietämys saadaan dokumentoitua ja pidettyä tietoa yrityksen sisällä
- suunnittelijat voivat keskittyä ihmisen päättely- ja päätöksentekokykyä vaativiin tehtäviin, kun rutiinityöt vähenevät
- projektien läpimenoajat nopeutuvat
- asiakkaalle pystytään tarjoamaan aina optimaalisin vaihtoehto
- uusien työntekijöiden kouluttamiseen menee vähemmän aikaa
- projektien toimitusvarmuus paranee ja
- työnteon mielekkyys kasvaa. (Haug 2007, 1.)

Etuja on varmasti monia muitakin sovelluksesta riippuen, mutta tärkeimpänä voidaan kuitenkin pitää inhimillisten virheiden vähenemistä.

## 5 KONFIGURAATTORIPROJEKTI

### 5.1 Konfiguraattorin rakentaminen

Kun yrityksessä on päätetty ottaa käyttöön tuotekonfiguraattori jonkun tuotteen tai tuoteperheen määrittelyä helpottavaksi työkaluksi, niin silloin yrityksessä käydään yleensä kuvion 2 mukainen prosessi läpi. Kuvion kuvaama prosessi on periaatteellinen, eikä kaikki projektit etene välttämättä samanlaisesti, varsinkin jos kyseessä on yksinkertainen tuote vähäisin konfiguraatiosäännöin. Esitetty konsepti on eräänlainen ideaalitapaus.



KUVIO 2. Konfiguraattoriprojektin vaiheet (Haug 2007, 2)

Kuten kuviossa 2 näkyy, konfiguraattorin rakentamisprojektissa on yleensä mukana tuoteasiantuntijan (domain expert) lisäksi myös varsinainen konfiguraattoriasiantuntija (knowledge engineer). Eri alojen asiantuntijoita tarvitaan, sillä yleensä konfiguroitavan tuotteen tuotetiedot hallitseva henkilö ei osaa ohjelmoida konfiguraattoria, ja toisaalta konfiguraattoriasiantuntija ei välttämättä tiedä konfiguroitavasta tuotteesta mitään. Konfiguraattorin implementoinnin voi suorittaa myös tuoteasiantuntija, jos valittu konfiguraattori ei ole kovinkaan monimutkainen ohjelmoida.



Ensimmäisessä vaiheessa konfiguraattoriasiantuntija kerää tuoteasiantuntijalta tarvittavan konfiguraatietämyksen, jonka jälkeen hän luo analyysimalli (analysis model). Kun analyysimalli on tuoteasiantuntijan kanssa käyty läpi ja hyväksytty, niin tekee konfiguraattoriasiantuntija analyysimallin pohjalta suunnittelumallin (design model), joka on lähdekoodia hieman yleisemmällä tasolla kuvattu, mutta varsinaisen ohjelmiston pääpiirteet omaava malli. Katkoviiiva kohtien 2 ja 3 välillä kuvaa sitä tosiasiaa, että kyseiset kohdat voivat olla myös yksi ja sama kokonaisuus. 4 vaihe ilmaisee dokumentoinnin tärkeyttä, ylläpitämisen ja päivittämisen kannalta. Kohdat 5 ja 6 kuvaavat varsinaisen lähdekoodin luomista ja testaamista.

Rajapintana eri alojen asiantuntijoiden tietämyksen välillä on kuviossa 2 mainittu analyysimalli, jota voidaan pitää eräänlaisena toimintakaaviona. Sen avulla voidaan varmistua että konfiguraattoriasiantuntija on ymmärtänyt konfigurointiasäätimet oikein (IBM 2011). Mallin avulla voidaan myös yhtenäistää eri tuoteasiantuntijoiden mahdollisissa eroavaisuuksissa tuotteen konfigurointi prosessin suhteen. Myös valmiin konfiguraattorin ylläpitäminen ja päivittäminen helpottuu hyvän mallin myötä, etenkin jos ylläpitäjä on sellainen henkilö, joka ei ole aikaisemmin työskennellyt kyseisen konfiguraattorin kanssa. Hyvin dokumentoitujen mallien avulla uusi henkilö saa kuvan siitä, miten varsinainen ohjelma on toteutettu ja toisaalta ymmärtää, miten tuote konfiguroituu eli ensimmäisen vaiheen tiedon keräämistä tuoteasiantuntijalta ei tarvitse suorittaa uudestaan.

## 5.2 Konfiguraatietiedon esittäminen

Kun konfiguraatietieto on saatu mallinnettua, niin kyseisen analyysimallin pohjalta on hyvä käydä tärkeää keskustelua tuoteasiantuntijoiden ja konfiguraattoriasiantuntijoiden kesken työn jatkamisesta. Konfiguraattoriasiantuntijat tietävät, mitkä osat konfiguraatioprosessista voidaan toteuttaa tietokoneohjelman avulla ja kuinka tarkasti, kun taas tuoteasiantuntijat tietävät, kuinka paljon päättelyprosesseja voidaan yksinkertaistaa, jotta konfigurointi tapahtuu riittävän tarkasti niin, että tarjottavan tuotteen laatu ei kärsi liikaa.

Tässä vaiheessa pitäisi pystyä päättämään asioista, jotka vaikuttavat mahdollisiin implementoitu prosessi, kuten mitkä osat konfiguraatiosta jätetään ihmisen suoritettavaksi, paljonko päättelyprosessia voidaan yksinkertaistaa ja tarvita seeko tuotteen alikomponenttien käyttöä vakioita.

Edellämainitun vaiheen edellytyksenä olevan mallin tulee olla riittävän eksaktisti esitetty, mutta kuitenkin niin että kaikki ymmärtävät, mitä siinä esitetään. Toisin sanoen mallissa on ensinäkin ilmaistava säännöt riittävän ohjelmointikielen omaisesti, ja toisaalta ohjelmoinnista mitään ymmärtämättömän on osattava tulkita kaaviota. Riittävä tarkkuus ja selkeys monimutkaisempien konfiguraatioprosessien ja tuotetietojen kuvaamisessa saavutetaan kun käytetään esimerkiksi jotain seuraavista vaihtoehdoista:

- Product Variant Master,
- class diagram ja
- CRC-cards (Haug 2007, 25).

Yllämainittujen melko formaalien menetelmien lisäksi, voi tietoa esittää myös generisempien mallien avulla. Tälläisiä kaavioita ovat esimerkiksi vuokaavio ja puudiagrammi. Yksinkertaisimmat esitystavat sopivat etenkin kevyille ja helpoille konfiguraatioprosesseille.

Kun konfigurointia kuvaava diagrammi tehdään tietokoneohjelman, kuten MS Visio, avulla, niin saadaan tarvittaessa yhdelle sivulle sisällettyä koko malli konfiguraatiosta. Tämä tapahtuu käyttämällä linkitystyökaluja, joiden avulla diagrammin objekteihin liitetään linkkejä muun muassa toisiin tiedostoihin, aliprosesseihin ja tekstikenttiin. Koko prosessin kuvaaminen yhdellä sivulla auttaa hahmottamaan kokonaisuuden huomattavasti paremmin kuin usealle sivulle hajautettu suuri kaavio. Linkitysominaisuuksien avulla voidaan seurata prosessin kulkua pääpiirteittäin pääkaaviosta, kun taas itsenäisiin aliprosesseihin voidaan tuustua niiden kuvaamiseen tarkoitetuissa kaaviossa, joihin pääsee pääkaaviossa olevien linkkien kautta. (Microsoft 2011.)

Vaikka konfiguraatitiedon kuvaamiseksi on olemassa useita menetelmiä, niin jokaisen niistä tulee täyttää perusvaatimukset:

- Kaikki osaavat tulkita niitä ainakin pienen perehtymisen jälkeen.
- Kuvauksien tulee olla yksiselitteisiä.

Kaikkien osapuolien täytyy siis ymmärtää kuvaus samalla tavalla. Näin vältetään turhaa työtä ja epäonnistunut konfiguraattori.

## 6 ANNOSTELUYKSIKÖN TUOTETIETOJEN KOKOAMINEN JA ESITTÄMINEN

### 6.1 Toimeksiannon taustaa

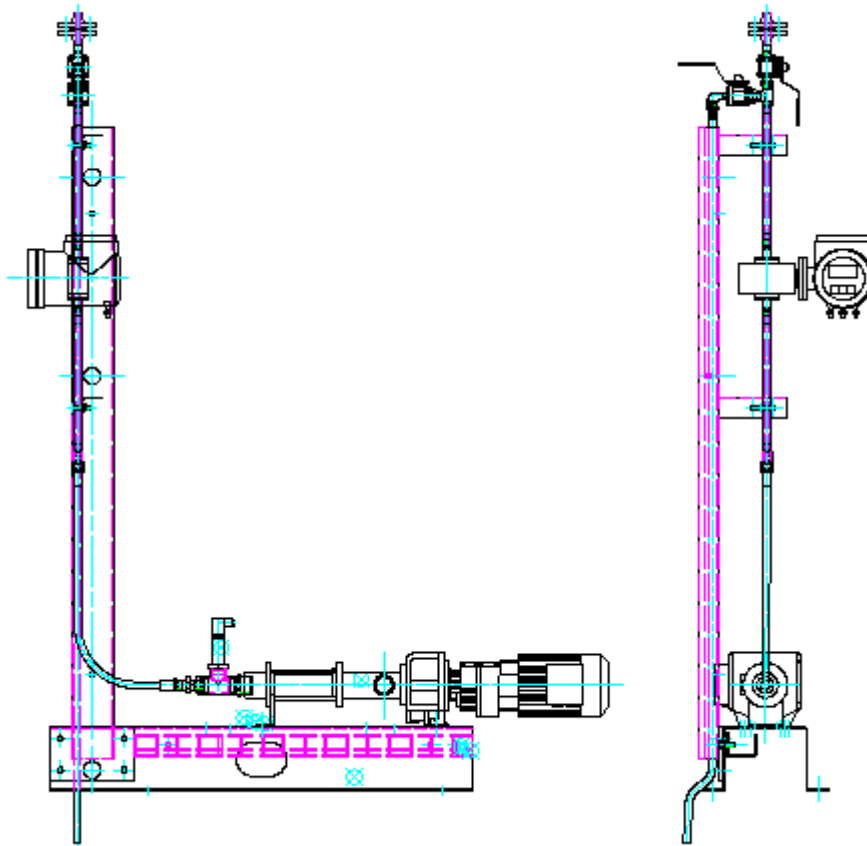
Tämän insinööriyön tarkoituksena oli olla mukana Dieffenbacher Panelboardin liimauksen annosteluyksikön valinta- ja mitoitusmenetelmien kehittämissuunnitelmissa. Yrityksessä katsottiin tarpeelliseksi kehittää projektien tarjouslaskenta- ja laitesuunnitteluvaiheita, joita haluttiin etenkin nopeuttaa. Myös toimitetut annosteluyksiköt haluttiin vakioida, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että asiakat saavat tilatessaan samoilla tilausspesifikaatioilla aina samanlaiset yksiköt, jotka vastaavat asiakkaan tarpeisiin parhaalla mahdollisella tavalla. Kehitysprojektilla haluttiin saavuttaa myös muita parannuksia toimintaan. Toimitettujen projektien tiedot haluttiin dokumentoida paremmin, jotta myöhemmin voitaisiin tutkia esimerkiksi miten toimitettuihin laitevalintoihin päädyttiin.

Dieffenbacherilla päätettiin tuotekonfiguraattorin rakentamisesta vastauksen kehitysprojektin vaatimukseen. Onnistuessaan tuotekonfiguraattoriprojektia voitaisiin käyttää pohjana myös yrityksen muiden tuotteiden valintamenetelmien kehitystyössä. Toimivan konfiguraattorin aikaansaaminen edellyttää kuitenkin paljon panostusta yritykseltä sekä yhteistyötä annosteluyksikön komponenttien toimittajien kanssa, mikä onkin edellytys projektin toteutumisen kannalta. Tieto komponenttien ja täten myös koko annosteluyksikön konfiguroinnista on niiden toimittajilla, mikä kuvastaa näiden yritysten roolin tärkeyttä projektissa. Oma työni liittyi etenkin näiltä toimittajilta saatujen tuotetietojen keräämiseen ja esittämiseen.

### 6.2 Annosteluyksikkö

Työn kohteena oli OSB-, MDF- ja lastulevytehtaiden liimakeittiöissä käytettävä annosteluyksikkö. Sillä pumpataan levyn valmistuksessa käytettävät nestemäiset kemikaalit oikealla paineella ja tilavuusvirralla levynvalmistuslinjalle. Prosessin jokaiselle kemikaalille on oma annosteluyksikkönsä. Opinnäytetyössäni käsiteltiin viittä eri tyyppistä ainetta: UF/MUF-liimaa, kovetinta, parafiinia, ureavettä ja vettä. Tämä tarkoittaa että jokaiselle levyn valmistuslinjalle tarvitaan vähintään viisi

eri annosteluyksikköä. Kuviossa 3 on kokoonpanopiirustus eräästä annosteluyksiköstä, jolla pumpataan kovetinta. Piirustus ei sisällä suodatinta eikä putkea pumpun ja suodattimen välillä.



KUVIO 3. Annosteluyksikkö ilman suodatinta

Annosteluyksikkö voidaan katsoa koostuvan kuudesta eri aliosasta tai alikomponentista. Näistä kolme on pääalikomponentteja pumppu, virtausmittari ja suodatin. Pumppu tuottaa tarvittavat prosessisuureet, jotka tarvitaan levynvalmistuksessa. Virtausmittari kerää tietoa prosessin todellisesta tilasta, ja suodatin puhdistaa karkeat epäpuhtaudet pumpattavasta aineesta. Kolme muuta aliosaa eivät ole niin oleellisessa osassa prosessinkannalta kuin pääkomponentit, eivätkä ne ole teknisesti yhtä monimutkaisia. Loput aliosat ovat putki pumpun ja suodattimen välillä, letku pumpun ja virtausmittarin välillä sekä alusta, jonka päälle kaikki muut komponentit suodatinta lukuunottamatta kasataan.

Jokainen alikomponentti, paitsi alusta, koostuu vielä pienemmistä osista tai siihen kuuluu muitakin osia, joita ei erikseen mainita. Esimerkiksi pumppu koostuu useasta pienemmästä osasta, ja letku-osa voi sisältää letkun lisäksi vaikkapa laipan. Letku-osa voi myös isoimmissa ratkaisuisissa olla oikeastaan putki, joten komponenttien nimet eivät aina ole kovinkaan infomatiivisia.

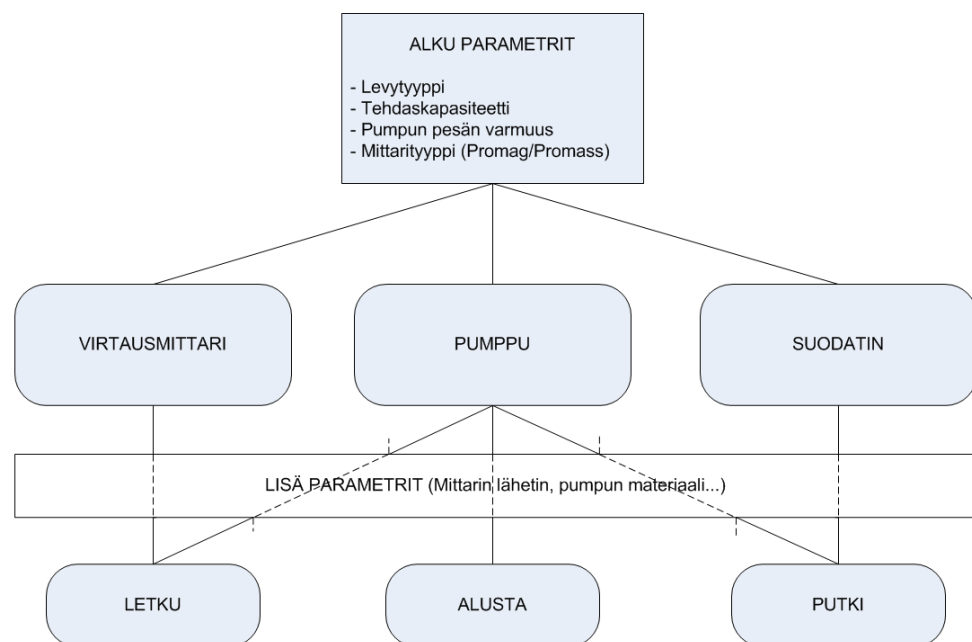
Alikomponenteiksi määriteltiin aloituspalaverissa kappaleessa 2 mainitut kuusi osaa. Määrän arviotiin olevan riittävä, jotta saadaan riittävän tarkasti vaatimukset täyttävä annosteluyksikkö kasattua. Toisaalta katsottiin, että osia ei ole liikaa. Liian monta aliosaa olisi saattanut tehdä konfiguroinnista liian monimutkaista. Jokaiselle alikomponentille oli siis tarkoitus laatia lista eri vaihtoehdoista, jotka olisivat vakioitua. Toisin sanoen alikomponentin minkään vaihtoehdon eli variaation sisäisiä ominaisuuksia ei enää pystyisi muunnella. Siis jos kokonaistuotteen ominaisuutta halutaan muuttaa, niin silloin tulee valita kokonaan toinen variaatio alikomponentista.

### 6.3 Annosteluyksikön konfiguroinnin periaatteet

Dieffenbacher tarjoaa jokaiselle asiakkaalle räätälöidyn liimauksen toteutuksen projektikohtaisesti. Yksilöllisellä räätälöinnillä, eli konfiguroinnilla, pyritään tarjoamaan mahdollisimman hyvin asiakkaan haluamaan sovellukseen sopiva ratkaisu. Ennen konfigurointia on asiakkaalta saatava tarvittavat tiedot toteutettavasta prosessista. Kyseisiä pakollisia tietoja ovat ainakin valmistettava levytyyppi ja tehdaskapasiteetti. Pakollisten tietojen lisäksi voi olla lähtötietoja, joihin asiakkaan ei ole pakko vastata, vaan tarjouksenlaskija käyttää jotakin ennalta määrättyä oletusarvoa. Tällainen tieto voi olla esimerkiksi tieto pumpun suhteellisesta pyörimisnopeudesta, jonka sisältö selitetään myöhemmin. Asiakas voi antaa kyseisen tiedon viiden prosentin tarkkuudella tai jättää vastaamatta, jolloin laskija käyttää oletusarvona 100 prosenttia.

Lähtötietojen perusteella käyntiin lähtevä konfigurointi voi tulla tilanteeseen, jossa on valittava kahdesta mahdollisesta vaihtoehdosta. Tällaisessa tilanteessa asiakkaalta voidaan kysyä lisätietoja. Esimerkiksi tilanteessa, jossa voidaan valita pumpun pesän materiaaliksi joko valurauta tai ruostumaton teräs, voi asiakas vali-

ta tai jättää päätöksen tarjouslaskijalle. Kuviossa 4 on periaatekuva annosteluyksikön komponenttien määrittelystä. Viivat objektien välillä kuvaavat päätöksenteon annettujen sääntöjen mukaisesti. Kuviossa on lueteltu vain oleellimmat parametrit, jotka tarvitaan osien määrittelyä varten. Kuvioista nähdään, että kolme pääkomponenttia määräytyvät itsenäisesti alkuparametreista. Loput kolme komponenttia määräytyvät pääkomponenttien mukaan. Lisäparametreja voidaan joutua määrittämään, jos jollain kolmesta pääkomponentista on useita lähes yhtä hyviä vaihtoehtoja tai jos asiakas on toivonut jotain tiettyä ominaisuutta.



KUVIO 4. Periaatekuva annosteluyksikön konfiguroinnista.

Alikomponenttien tuotetietojen kerääminen ja esitys on tehtävä valmiiksi ennen kuin pystytään luomaan täydellinen kuvaus konfiguroinnin loogisesta kokonaisuudesta. Konfigurointiprosessista tulee kuitenkin olla hyvä käsitys tuotetietoja kerrättäessä, sillä tietojen esittäessä tulee aina ottaa huomioon kokonaisuus. Esimerkiksi virtausmittarin prosessiliitäntöjä määrittäessä pitää ottaa huomioon, minkälaisia letku- ja putkiliitäntöjä tullaan käyttämään.

Liitteessä 8 on näkymä konfiguroinnin kuvauksesta, jonka tein Product Model Manager-nimisellä ilmaisohjelmalla. Siinä on eroteltu liimausprosessi ja komponenttien valinta omiksi kokonaisuuksikseen, jotta sen käyttäjälle muodostuu sel-

keä kuva siitä, mitä ja millä tehdään. Ohjelma sisältää paljon tarpeellisia ominaisuuksia: kaavion haaroja voi piilottaa kokonaiskuvan selkeyttämiseksi, kaavioon voi linkittää helposti avattavissa olevia tiedostoja ja syötettävät muuttujat ovat parametrisiä.

Tein ja muokkasin liitteen 8 kaaviota tuotetietojen keräämisen ohella. Kaaviossa näkyy linkit (avattu ”Määrävät komponentit”-haara) alikomponenttien tuotetietoihin, joita lisäsin kaavioon aina niiden valmistuttua.



## 7 PUMPPU

### 7.1 NEMO® BY epäkeskoruuvipumppu

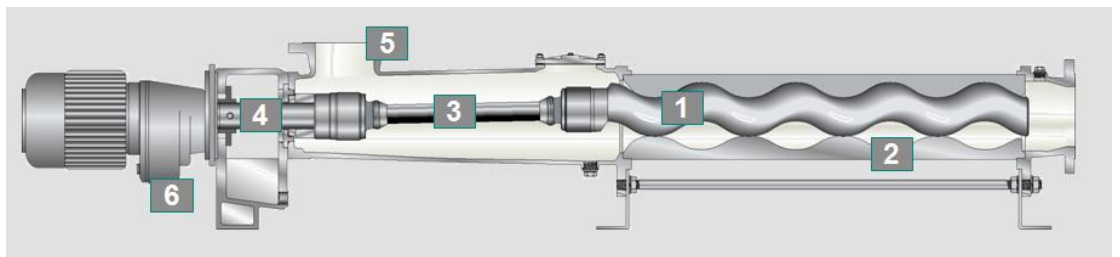
Pumppuna annosteluyksikössä käytetään Kuviossa 5 esitettyä Netzsch Groupin NEMO® tuoteperheen BY-mallisia epäkeskoruuvipumppua, jonka yhtenä merkittävänä vahvuutena voisi mainita tilvuusvirran ja paineen sykkeettömyyden. Rakenteen yksinkertaisuuden vuoksi pumppu on myös melko varmatoiminen. Kyseistä pumppumallia voidaan käyttää erilaisissa sovellutuksissa, kuten esimerkiksi elintarvike-, ympäristö-, öljy- ja kemikaaliteollisuuden matala ja korkea viskositeettisten nesteiden pumppaamiseen. Kyseiset nesteet voivat sisältää myös jonkin verran kiinteitä partikkeleita. Tiettyjä aineita pumpattaessa pumpun tilavuusvirta voi olla maksimissaan jopa 400 m<sup>3</sup>/h. Paineentuotto on maksimissaan 24 baria. Pumpun prosessiliitännät ovat laippaliitännöitä, mutta pienimmissä malleissa käytetään sisäkierrelitännöitä. (Product Range 2011.)



KUVIO 5. NEMO® BY epäkeskoruuvipumppu (Flow Center Oy 2011)

Kuviossa 6 on poikkileikkauskuva NEMO® BY-tyyppisestä epäkeskoruuvipumpusta. Kuvassa on numeroitu pumpun osat, jotka ovat:

1. **Roottori.** Annosteluyksikön pumpussa käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettua roottoria, jonka malli on S-geometria. S-geometria on Netzschin tapa merkitä tietyn mallista roottorityyppiä.
2. **Staattori.** Staattori koostuu teräksisestä sylinteristä, jonka sisällä on roottorin muotoja vastaava kuminen vaippa. Staattori on kulutusosa ja se on vaihdettavissa. Normaalisti pumpattava neste kulkisi kuvan staattorissa vasemmalta oikealle, vaikka suuntaa voi halutessa vaihtaakin.
3. **Käyttöakseli.** Käyttöakselin tehtävänä on akselin ja kahden nivelen avulla välittää sähkömoottorin tuottama mekaaninen teho roottorille.
4. **Akselitiiviste.** Tiiviste estää pumpattavaa ainetta tunkeutumasta moottoriin. Tiivisteitä on saatavilla useita eri vaihtoehtoja.
5. **Pumpun pesä.** Pumpattava-aine kulkee pesän kautta staattorin läpi. Annosteluyksikön pumpussa käytetään joko valuraudasta tai ruostumattomasta teräksestä valmistettua pesää.
6. **Vaihdemoottori.** Käyttövoimansa pumpun saa Nordin vaihdemoottorista, joka tulee pumpun mukana. Moottoreita ja vaihteita on molempia useita vaihtoehtoja.



KUVIO 6. NEMO® BY epäkeskoruuvipumpun poikkileikkauskuva (Epäkeskoruuvipumpun esittely 2010)

NEMO® BY epäkeskoruuvipumppuja on useita eri kokoja, joista annosteluyksikössä on käytettävissä kahdeksan (NM011-NM063). Pumpun kokoa kasvattamalla saadaan kasvatettua myös tilavuusvirran tuottoa. Paineentottoa kasvatetaan lisäämällä staattorin vaiheiden määrää. Vaiheella tarkoitetaan tietyn pituista staattoria, eli kaksivaiheinen staattori on kaksi kertaa niin pitkä kuin yksivaiheinen staattori. Useampi vaiheinen staattori koostuu kuitenkin yksivaiheisen staattorin tavoin

yhdestä yhtenäistä staattorista ja roottorista. Annosteluyksikössä käytetään 2- ja 4-vaiheisia pumppuja, joilla saadaan toteutettua sovellusten vaatimat 8 ja 16 baria. Pumpun osien materiaalivalintoihin vaikuttaa pääasiassa pumpattavan aineen kemialliset ominaisuudet.

Pumpun runkokoon mitoitukseen vaikuttaa prosessin vaatima tilavuusvirran tuot- toalue ja pumpattavan aineen fysikaaliset ominaisuudet. Viskositeetti, kiintoainei- den partikkelikoko ja hankaavuus ovat kolme oleellisinta ominaisuutta, jotka on otettava huomioon. Kun jokin edellämainitusta kolmesta muuttujasta kasvaa, niin silloin staattorin ja roottorin välinen suurin sallittu liukunopeus, ja samalla suurin sallittu roottorin pyörimisnopeus pienenee. Se taas tarkoittaa sitä, että tietyn run- kokoon maksimi tilavuusvirrantuotto pienenee. Taulukossa 1 on esitetty, kuinka pumpattavan aineen hankaavuus vaikuttaa tietyn runkokoon roottorin pyörimis- nopeuteen.

TAULUKKO 1. Pumpattavan aineen hankaavuuden vaikutus roottorin sallittuun pyörimisnopeuteen (Operating and maintenance instructions 2010)

Pumping Element Size		No Abrasion	Light Abrasion	Medium Abrasion	Heavy Abrasion
003-011	MAX RPM	2600	1350	750	400
15 S/L	MAX RPM	2600	1350	750	400
21 S/L	MAX RPM	2000	1000	700	350
31 S/L	MAX RPM	1300	900	650	300
38 S/L	MAX RPM	1000	700	500	275
45 S/L	MAX RPM	900	625	450	250
53 S/L	MAX RPM	825	575	400	230
63 S/L	MAX RPM	700	550	375	220
76 S/L	MAX RPM	625	525	350	210
90 S/L	MAX RPM	600	500	325	200
105 S/L	MAX RPM	525	475	325	190
125 S/L	MAX RPM	475	450	320	170
148 S/L	MAX RPM	375	350	300	150

<u>No Abrasion</u> Example: clear water, polymer	<u>Light Abrasion</u> Example: contaminated water, municipal sludge (1-4%)	<u>Medium Abrasion</u> Example: clay or gypsum slurries, municipal sludge (5-12%)	<u>Heavy Abrasion</u> Example: heavy slurries, emery dust, lapping compounds, municipal sludge (>12%)
--	--	---	--

Mitoitukseen ja muihin valintoihin vaikuttaa myös moni muukin tekijä. Pumpun lopullisen konfiguroinnin tekee pumpputoimittaja, joten muihin tekijöihin ei puututa muulla tavoin kuin luetteloimalla ne:

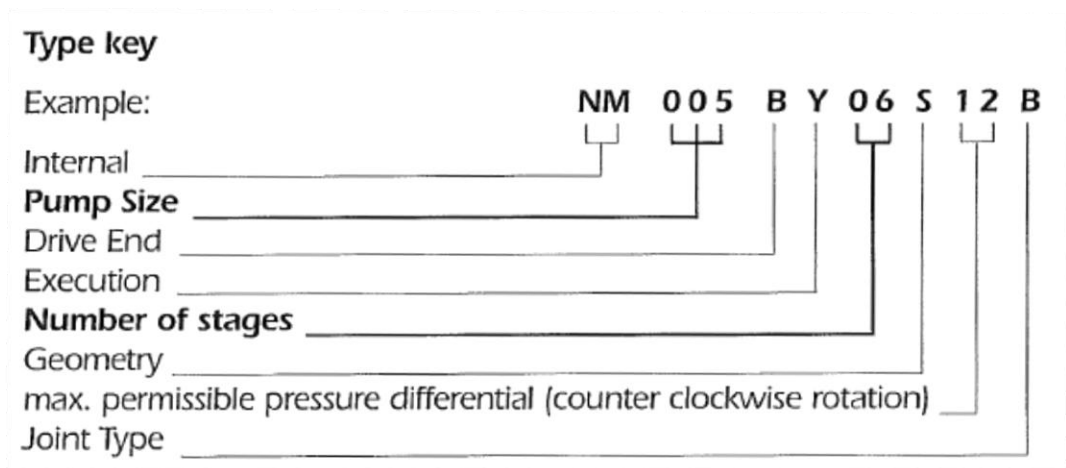
- aineen kemiallinen koostumus
- aineen tiheys
- aineen kiintoainepitoisuus
- aineen lämpötila
- pumpun puhdistusmenetelmä
- pumpun käyttötunnit jne.

Vaihdemoottori mitoitetaan hydromekaanisen tehon tarpeen mukaan kaavan 10 mukaan. Kaavassa  $P$  on teho[W],  $Q$  on tilavuusvirta[m<sup>3</sup>/s] ja  $p$  on paine[Pa].

Vaihde valitaan roottorin pyörimisnopeusalueen mukaan, jos moottoria ohjataan taajuusmuuttajalla. Jos moottoria käytetään vakionopeudella, niin vaihde mitoitetaan halutun tuoton mukaan.

$$P = p * Q \quad (10)$$

Kuviossa 7 on havainnollistettu, mitä pumpun tuotekoodin eri merkinnät tarkoittavat. Merkintätapa ei sisällä kaikkia tietoja pumpusta, mutta siinä on kuitenkin hydromekaanisten ominaisuuksien kannalta oleelliset tiedot.



KUVIO 7. Pumpun tietojen esittäminen koodin avulla (Operating and maintenance instructions 2010)

## 7.2 Netzschin pumpputaulukot

Konfiguraattorissa käytettävien pumppuvaihtoehtojen määrittäminen oli ensimmäinen vaihe pohjatietojen keräämisessä, koska pumppu on keskeisin alikomponentti annosteluyksikössä, eikä sen valintaan vaikuta muiden alikomponenttien valinta. Pumppu määräytyy prosessisuureiden ja pumpattavan aineen ominaisuuksien mukaan ja muiden osien on sovittava yhteen pumpun ja pumpun määrittelevien tekijöiden kanssa. Pumpun tietojen keräämisen ja esittämisen arveltiin olevan suurin tehtävä, joten myös sen takia työ oli hyvä aloittaa pumpusta.

Kuten aikaisemmin on mainittukin, niin Dieffenbacher Panelboardilla ei itse määritellä, mitä pumppua käytetään milloinkin, vaan konfiguroinnin suorittaa tapauskohtaisesti Netzschin Suomen edustaja Flowcenter. Eli kun Dieffenbacherin suunnittelija haluaa tietää, mikä pumppu soveltuu suunnitteilla olevaan annosteluyksikköön, niin tulee hänen lähettää Flowcenterille kysely, jossa kerrotaan tarvittavat tiedot prosessista pumpun konfigurointia varten. Kyselyn perusteella Flowcenterin myyjä määrittelee konfiguraattorin avulla sopivat pumppuvaihtoehdot ja lähettää tiedot Dieffenbacherille. Työn alussa tutkimmekin erästä vastausta, jonka pituus oli 38 sivua. Vastauksessa oli määritelty liimakeittiön kaikki pumput, jota kyseisessä MDF-levy sovelluksessa tarvitaan. Vastauksen pituudesta voidaan päätellä, että määrittely prosessi on melkoisen raskas ja aikaa vievä.

Kattavan pumppuvalikoiman määrittelemiseksi Dieffenbacherin konfiguraattoria varten tulisi käydä läpi edellisessä kappaleessa kuvailtu määrittelyprosessi. Määrittely tulisi tehdä kaikille levytyypeille, aineille ja tilavuusvirran tuotoille, joten myös Netzschin työpanosta tarvittaisiin paljon. Netzschin ja Flowcenterin edustajien kanssa käydyssä palaverissa ilmeni että he ovat halukkaita lähtemään mukaan projektiin. Vaikka hankkeesta tulisikin iso projekti heille, niin onnistuessaan se vähentäisi pitkällä tähtäimellä myös heidän työtä, sillä jatkossa Dieffenbacherilta ei tulisi enää kyselyitä vaan valmiita tilauksia valmiiksi konfiguroitujen pumppuvaihtoehtojen pohjalta. Samassa palaverissa Netzschin ja Flowcenterin edustajille esitettiin Dieffenbacherin tekemä liitteenä 2 oleva pohja, jonka perusteella Netzsch lähtisi tekemään määrittelytyötä. Pohja eli esimerkkitaulukko on paine- ja ainekohtainen. Taulukosta ilmenee minkälaisia tilavuusvirran tuottoalueita halutaan kattaa kyseisessä soveluksessa. Vastaustaulukossa tulisi myös olla esimerkin mukaisesti kerrottu annetun pumpun pyörimisnopeus 50 Hz:llä ja suurin sallittu pyörimisnopeus ja tilavuusvirran tuotto.

Menetelmä, jossa Dieffenbacher lähettää esimerkkitaulukon pohjaksi ja johon Netzsch vastaa konfiguroiduilla pumppuvaihtoehdoilla, havaittiin hyväksi. Sitä sovellettiin myös loppuihin sovelluksiin, jolloin kyselypohjia tuli yhteensä 10 kappaletta. Taulukot muodostuvat kahdesta viiden taulukon sarjasta, joista toinen sarja on 16 barin ja toinen 8 barin nimellispaineelle. Isompi paineinen sovellus on MDF-liimausta ja pienempi OSB- ja lastulevyn valmistusta varten. Kummassakin sarjassa on taulukot viidelle eri aineelle, joten taulukot ovat:

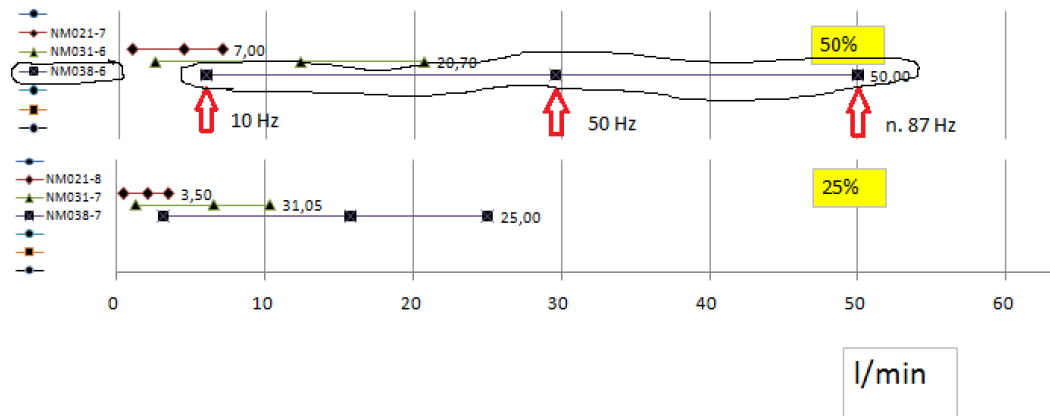
- liima MDF:lle,
- kovetin MDF:lle,
- emulsio MDF:lle,
- ureavesi MDF:lle,
- vesi MDF:lle,
- liima OSB- ja lastulevylle,
- kovetin OSB- ja lastulevylle,
- emulsio OSB- ja lastulevylle,
- ureavesi OSB- ja lastulevylle ja
- vesi OSB- ja lastulevylle.

### 7.2.1 Janakaavio tuottoalueesta

Vastauksen saaminen liitteen 2 taulukkoon kesti kauan. Alustavan materiaalin työstäminen aloitettiin heti kun vastaus oli saapunut. Ideaalitulanteessa työ olisi aloitettu, kun kaikki tiedot olisivat olleet saatavilla. Ensimmäisen vastaustaulukon pohjalta kävimme Dieffenbacherilla useita palavereita siitä, miten jatkaisimme saadun tiedon muokkaamista. Liitteessä 4 on Netzschin lähettämä pumpputaulukko, eli vastaus ilman hintatietoja. Loput 9 taulukkoa noudattivat samaa mallia kuin liitteen 4 taulukko.

Aluksi määrittelimme pumpun moottoria käyttävän taajuusmuuttajan säätöalueen eli toisin sanoen pumpun tilavuusvirran tuottoalueen. Alarajaksi tuli 10 Hz, jolloin pumppu tuottaa noin viidesosan siitä, mitä se tuottaisi suoraan verkkojännitteen taajuudella. Ylärajana pidimme Netzschin taulukossa ilmoittamaa maksimituottoa. Laskin kaikille annetuille maksimituotoille niitä vastaavan taajuuden ja tulokset poikkesivat toisistaan. Saadut taajuudet olivat kuitenkin melko lähellä 87 Hz:ä, mitä pidettiin sopivana ylärajana säätöalueelle.

Säätöalueen määrittelemiseksi oli nyt valmiudet, joten jokaiselle pumppuvaihtoehdolle pystyttiin nyt määrittelemään myös tuottoalue. Muokkasin ensimmäistä pumpputaulukkoa siten, että siinä näkyi myös lisäksi tilavuusvirrantuotto 50 ja 10 Hz:llä. Saadut taulukot eivät kuitenkaan antaneet selvää kuvaa siitä, onko pumppujen määrä sopiva tai että onko tuottoalueiden porrastus sopiva, joten minulle annettiin tehtäväksi laatia graafinen esitys pumppujen tuottoalueista. Liittessä 5 on janakaavio, jonka tein havainnollistamaan pumppujen tuottoalueita. Kuviossa 8 on janakaavion alaosasta otettu kuvakaappaus, johon on ympyröity yhden pumpun tuottoaluetta kuvaava jana ja merkitty nuolilla eri taajuuksia vastaavia tuottoja kuvaavat pisteet.



KUVIO 8. Janakaavio pumppujen tuotoista.

### 7.2.2 Valintataulukko

Kun janakaavion avulla oltiin saatu selvyys pumppuvalikoiman kattavuudesta, niin seuraava ongelma oli määrittää eksaktit säännöt pumpun valinnalle. Pumpun valintaan vaikuttavat prosessin vaatima tilavuusvirran tuotto ja pumpun suhteellinen pyörimisnopeus. Suhteellinen pyörimisnopeus tarkoittaa pumpun suurimman sallitun pyörimisnopeuden suhdetta haluttua tuottoa vastaavaan pyörimisnopeuteen. Toisin sanoen se ei saa koskaan ylittää 100%:aa. Syy, miksi suhteellinen pyörimisnopeus täytyy ottaa huomioon, on se, että tietyt asiakkaat haluavat määrittää sille ylärajan. Eli asiakas voi siis haluta esimerkiksi, että pumppua ei tarvitse pyörittää yli 80%:lla maksimipyörimisnopeudesta tehtaan toimiessa täydellä kapasiteetilla.

Valintasääntöjen mukaan tein MS Excel -taulukkolaskentaohjelmalla valintatyökalun kuvaamaan sopivan pumpun määrittelyä. Käytin ohjelman loogisia funktioita sääntöjen muodostamiseksi. Kuviossa 9 näkyy työkalun käyttöliittymä. Kuvassa tuotoksi on annettu 35 l/min ja suurimmaksi sallituksi suhteelliseksi nopeudeksi 100%. Paras pumppu vaihtoehto on NM031-2, sillä sen säätöalueen maksimi on lähellä 100%:a, jolloin sillä on iso säätöalue alaspäin. NM031 on pienempi ja halvempi kuin NM038.



tuotto	alatal.	ylätol.	varmuus								
l/min	-5 %	200 %	100 %								
35	33,25	105,00									

NM015	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>	NM021	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>	NM031	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>	NM038	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>
						NM031-1	85 %	85 %	NM038-1	35 %	35 %
						NM031-2	85 %	99 %	NM038-2	35 %	41 %
									NM038-3	35 %	44 %
									NM038-3	35 %	47 %
									NM038-4	35 %	50 %
									NM038-5	35 %	58 %
									NM038-6	35 %	70 %

KUVIO 9. Valintatyökalu. Virtaus 35 l/min ja suhteellinen pyörimisnopeus saa olla korkeintaan 100%

Kuviossa 10 on sama tuotto kuin kuviossa 9, mutta suhteellisen nopeuden maksimiksi on valittu 80%:a, jolloin vaihto ehdot NM031-1 ja NM031-2 eivät enää täytä ehtoja.

tuotto	alatal.	ylätol.	varmuus								
l/min	-5 %	200 %	80 %								
35	33,25	105,00									

NM015	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>	NM021	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>	NM031	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>	NM038	%max <sub>rpm</sub>	%max <sub>sääto</sub>
									NM038-1	35 %	35 %
									NM038-2	35 %	41 %
									NM038-3	35 %	44 %
									NM038-3	35 %	47 %
									NM038-4	35 %	50 %
									NM038-5	35 %	58 %
									NM038-6	35 %	70 %

KUVIO 10. Valintatyökalu. Virtaus 35 l/min ja suhteellinen pyörimisnopeus saa olla korkeintaan 80%

Valintatyökalua voidaan pienten parannusten jälkeen halutessa hyödyntää annosteluyksikön konfiguroinnissa ennen varsinaisen konfiguraattorin valmistumista. Siitä voi olla myös apua, kun selvitetään jollekin tuotteesta mitään tietämättömälle, kuten esimerkiksi konfiguraattorin ohjelmoijalle, konfiguroinnin peruseriaatteita. Myös aikaisemmin mainittu janakaavio auttaa hahmottamaan pumppujen mitoitusperiaatteita, ja sitä voidaan käyttää konfiguraattorissa havainnollistavana grafiikkana.

### 7.3 Pumpputiedot

Kun kaikkien sovellusten pumpputiedot oli saatu Netzschiltä ja kaikista oli tehty janakaaviot sekä valintataulukot niin aloitin pumpputietojen kasaamisen yhteen taulukkoon sekä tietojen esitystavan muokkaamisen. Keräsin kaikista kymmene-  
sätä Netzschin taulukosta tiedot yhteen taulukkoon. Kaikkiin taulukkoihin oli li-  
sätty tilavuusvirran tuotto 50 ja 10Hz:llä. Jokaiselle riville eli pumppuvaihtoeh-  
dolle lisäsin vielä tiedon used in-nimiseen sarakkeeseen siitä, missä sovelluksessa  
sitä käytetään. Rivejä tuli kaikenkaikkiaan 1840, ja sarakkeita oli tässä vaiheessa  
noin 25 kappaletta.

1840 rivissä oli teknisesti samoja pumppuja, mutta eri sovelluksissa. Kaksoisrivit  
piti siis poistaa, mutta tieto siitä missä niitä on sovellettu piti säilyttää, joten exce-  
lin poista kaksoiskappaleet-toimintoa ei voinut käyttää suoraan vaan piti suorittaa  
seuraavat toimenpiteet:

#### **Vaihe 1. Järjestäminen**

Järjestetään kaikki rivit mukautettu lajittelu-toiminnolla niin, että valitaan kaikki  
solut ja järjestetään kaikkien sarakkeiden mukaan, niin että lajittelu peruste etenee  
vasemmalta oikealle.

#### **Vaihe 2. Kopioiminen**

Kopioidaan järjestetty taulukko toiseen välilehteen.

#### **Vaihe 3. Kaksoiskappaleiden poisto alkuperäisestä taulukosta**

Valitaan kaikki solut, jonka jälkeen poistetaan poista kaksoiskappaleet-  
toiminnolla alkuperäisestä taulukosta samat rivit niin että otetaan huomioon kaik-  
ki sarakkeet paitsi used-in-sarake. Muotoillaan taulukoiden solut erivärisiksi.

#### **Vaihe 4. Yhdistä ja järjestä**

Kopioidaan alussa kopioitu taulukko muokatun alkuperäisen perään ja järjestetään  
kaikki rivit alkuperäisen järjestämisohjeen mukaisesti.

### Vaihe 5. Used in-tietojen yhdistäminen

Luetaan taulukkoa ylhäältä alaspäin. Jos eriväriset rivit vuorottelevat, niin silloin ei tarvita toimenpiteitä, sillä kyseiset rivit ovat samoja. Jos saman värisiä rivejä on kaksi tai enemmän peräkkäin silloin tulee used in-sarakkeen tiedot yhdistää kaikkiin kolmeen riviin kuvion 11 ylemmän ympyröinnin mukaan. Kuvion 11 alemmassa ympyröinnissä ei ole vielä yhdistetty tietoja.

	A	B	C	D	E
1	pump type	drive type	used in	n2 rpm	m
222	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water	313	1,50
223	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water	313	1,50
224	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water	313	1,50
225	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water	313	1,50
226	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water;PB_OSB_Paraffin	313	1,50
227	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water;PB_OSB_Paraffin	313	1,50
228	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water;PB_OSB_Paraffin	313	1,50
229	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water	313	1,50
230	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Water	313	1,50
231	NM011BY02S12B	SK01-71L/4	PB_OSB_Paraffin	313	1,50

KUVIO 11. Used in-tietojen yhdistäminen käsin

### Vaihe 6. Kaksoiskappaleiden poisto.

Kun kaikki rivit on käyty läpi ja tiedot muutettu tarvittaviin kohtiin, niin suoritetaan kaksoiskappaleiden poisto kaikkien sarakkeiden suhteen, minkä jälkeen teknisesti erilaisten pumppujen lukumääräksi saatiin noin 1500 kappaletta.

#### 7.4 Rivimäärän pienentäminen

1500 pumppuvaihtoehtoakin oli vielä aivan liian paljon, joten niitä piti pystyä vähentämään. Kun tarkasteli mitä teknisiä tietoja pumpusta on saatavilla sain yhteensä 11 erilaista teknistä tekijää:

- pumpputyyppejä
- moottorityyppejä
- moottorin teho
- toisipuolen pyörimisnopeus eli vaihde
- tiivistetyyppejä
- rungon materiaali
- roottorin materiaali
- staattorityyppejä
- tiiviste materiaali
- maalattu aluslevy
- erikoisväri

Teknisistä yksityiskohdista roottorin materiaali oli kaikilla riveillä sama, joten se ei ainakaan lisännyt variaatioiden määrää. Aluslevyn maalaus ja erikoisväri taas olivat sellaisia muuttujia, jotka olivat tai eivät olleet. Toisin sanoen jos on sellainen pumppu, joka on maalattu, niin silloin on myös muuten samanlainen pumppu, mutta ilman maalausta. Aluslevyn ja erikoisvärin tietokenttiin muutettiin yes- ja no-tietojen tilalle yes;no-tieto kaikille riveille, jolloin rivimäärää saatiin vähennettyä neljännekseen. Loput tekniset yksityiskohdat eivät muuttuneet yhtä säännöllisesti, joten niitä ei voinut esittää yhtä lyhyellä tavalla.

Lopulta pääsin 318 vaihtoehtoon usean välivaiheen kautta. Esimerkiksi pienimmistä kokoluokista poistettiin valurautaiset runko vaihtoehdot kokonaan. Saatu määrä on paljon helpommin käsiteltävissä mutta on silti tarpeeksi kattava. Pumppuvaihtoehtojen hintatiedot päätettiin laittaa omaan taulukkoon kahdesta syystä: niitä on helpompi päivittää jälkikäteen ja niissä oli pieniä epäselvyyksiä, joita pitää vielä selvittää.

Rivi määrän pienentyessä sarakkeiden lukumäärä kasvoi 36:een. Sarakkeisiin ei tullut varsinaisesti mitään uutta teknistä tietoa, mutta siihen lisättiin tietokenttiä konfiguraattoria ja käytettävyyttä silmällä pitäen. Esimerkiksi jokaiselle sovellukselle tehtiin oma sarake, johon jokaisen rivin soluun merkitään sovelluksen merkki jos kyseistä pumpua käytetään sovelluksessa. Tietystä sovelluksessa käytettävät pumput saa siis näkyviin kun käyttää suodatustoimintoa ja suodattaa tyhjät solut pois. Kuviossa 12 on esimerkki, kuinka etsitään näkyviin MDF-levyn valmistuksessa käytettävät liimapumput.

1				MDF_Paraffin	MDF_UF	MDF_Urea_wat
2	name	description	class			
38	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n359_stainless steel	NM015BY4S24B pump		Lajittele A - Ö		MDF_Urea_water
39	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n327_cast iron	NM015BY4S24B pump		Lajittele Ö - A		MDF_Urea_water
40	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n327_stainless steel	NM015BY4S24B pump		Lajittele värin mukaan		MDF_Urea_water
41	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n313_cast iron	NM015BY4S24B pump		Poista suodatin kohteesta MDF_UF		MDF_Urea_water
42	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n313_stainless steel	NM015BY4S24B pump		Suodatus värin mukaan		MDF_Urea_water
43	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n292_cast iron	NM015BY4S24B pump		Tekstisuodattimet		
44	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n292_stainless steel	NM015BY4S24B pump				
45	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n291_cast iron	NM015BY4S24B pump		<input type="checkbox"/> (Valitse kaikki)		MDF_Urea_water
46	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n291_stainless steel	NM015BY4S24B pump		<input checked="" type="checkbox"/> MDF_UF		
47	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n271_cast iron	NM015BY4S24B pump		<input type="checkbox"/> (Tyhjät)		
48	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n271_stainless steel	NM015BY4S24B pump				
49	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n227_cast iron	NM015BY4S24B pump				
50	NM015BY4S24B_SK01_80L_4_n227_stainless steel	NM015BY4S24B pump				
51	NM021BY02S12B_SK01_80L_4_n426_cast iron	NM021BY02S12 pump				
52	NM021BY02S12B_SK01_80L_4_n426_stainless steel	NM021BY02S12 pump				
53	NM021BY02S12B_SK01_80L_4_n359_cast iron	NM021BY02S12 pump				
54	NM021BY02S12B_SK01_80L_4_n359_stainless steel	NM021BY02S12 pump				
55	NM021BY02S12B_SK01_80L_4_n313_cast iron	NM021BY02S12 pump				

KUVIO 12. Pumppujen etsiminen sovelluskohtaisesti

## 8 VIRTAUSMITTARI JA SUODATIN

Pumpun lisäksi annosteluyksikössä on kaksi prosessin kannalta erittäin tärkeää komponenttia: virtausmittari ja suodatin. Näiden kahden komponentin tietojen kerääminen oli lisäoptiona opinnäytetyössä. Näiden komponenttien osalta työ ei aivan valmistunut loppuun, mutta uskon, että työtä voidaan kuitenkin helposti jatkaa siitä mihin työ keskeytyi. Tässä kappaleessa esitetään kuitenkin tuotteet ja aikaan saadut tuotokset.

### 8.1 E & H mittarit

Annosteluyksikön tilavuusvirran mittauksessa käytetään Endress & Hauserin promag 50H, promag 53H ja promass 83F mittareita. Numerotunnus mittarin nimessä tarkoittaa lähettimen tyyppiä ja kirjain tunnus tarkoittaa anturin tyyppiä. Kirjainosan perään tuleva merkintä tarkoittaa taas anturin prosessiliitännän ja samalla siis anturin kokoa. Esimerkiksi promass 83F15 mittarissa on 83-sarjan lähettin ja F-mallin anturi, joka on kokoa DN15. Tällä merkintä tavalla tarkoitetaan perusmallia, jonka lisäksi jokainen tilattu pumppu määritellään vielä yksityiskohdaisemmin.

#### 8.1.1 Promag 50H/53H

Promag mittareiden toiminta perustuu magneettis-induktiiviseen mittausperiaatteeseen. Mittattavan aineen tulee siis olla sähköjohtavaa ainetta, kuten vesi, kemikaali, sellu, elintarvikesovellukset, maalit jne. Mittarityypin sovellus alueet ovat hyvin laajat. Kuviossa 13 on esitetty promag 53H mittarin lähettin ja anturi erikseen ja toisiinsa liitettyinä. (Endress & Hauser 2011.)



KUVIO 13. Promag 50H mittarin osat. (Endress & Hauser 2011; Global reference price list 2010)

Lähtetintyyppin, anturityypin ja –koon lisäksi pitää mittaria tilatessa määrittellä vielä monta yksityiskohtaa. Kuviossa 14 on eräs suoritettu konfiguraatio. Ympyröinnin sisällä oleva merkkisarja on tuotekoodi, ja sen alapuolella on selitetty, mitä kyseiset koodit tarkoittavat.

**Promag 53H04, DN04 5/32"**

53H04- L B 5 B 1 A A 0 A A A J

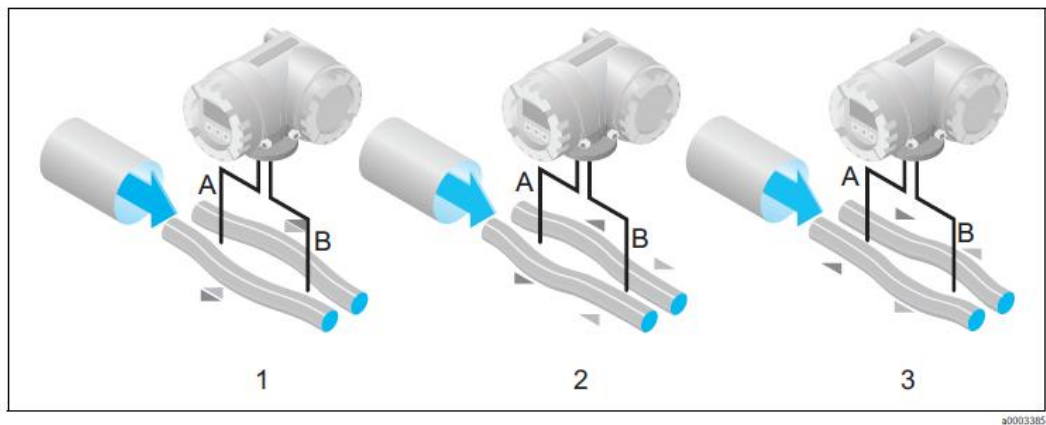
Add to cart

	Length	Part	Unit price
53H04		Basic model <b>Promag 53H04, DN04 5/32"</b>	
L		Process Connection: <b>Female thread ISO228, 316L/1.4404</b>	
B		Seal: <b>O-ring, Viton</b>	
5		Electrodes: <b>Platinum</b>	
B		Calibration: <b>0.2%</b>	
1		Additional Test, certificate: <b>w/o</b>	
A		Approval: <b>Non-hazardous area</b>	
A		Housing: <b>Compact Alu, IP67 NEMA4X</b>	
0		Cable, Remote Version: <b>Not used</b>	
A		Cable Entry: <b>Gland M20 (EEx d &gt; thread M20)</b>	
A		Power Supply; Display: <b>85-260VAC, WEA, 4-line + Touch control WEA= language DE+EN+FR+IT+ES+PT+NL</b>	
A		Adjustment; Software Feature: <b>Factory setup; basic version</b>	
J		Output, Input: <b>PROFIBUS DP</b>	
		>>>Marking: (optional)	

KUVIO 14. Promag 53H04-LB5B1AA0AAAJ (Global reference price list 2010)

### 8.1.2 Promass 83F

Promass-sarjan mittarit ovat lähtöhinnaltaan promag mittareita kalliimpia. Korkeaa hintaa kompensoi mittarityypin erinomainen tarkkuus ja sen soveltuminen eri tarkoituksiin. Sen lisäksi, että Promass coriolis-massamäärämittarilla voidaan mitata lähes mitä tahansa nestettä, sillä voidaan myös mitata eri suureita kuten massavirtaa, tiheyttä, tilavuusvirtaa, lämpötilaa, konsentraatiota, kiintoainepitoisuutta ja viskositeettia. Lisäksi mittaus tapahtuu kuviossa 15 näkyvien mittaputkien avulla, joten monimutkaisten mekaanisten osien puuttuessa mittarista on saatu myös toimintavarma. Mittaus perustuu mittausputkien värähtelyn muutoksiin.



KUVIO 15. Coriolis-massamäärämittarin toiminta. (Global reference price list 2010)

Promag mittareiden tavoin Promass mittarit koostuvat lähettimestä ja anturista, joka annosteluyksikön pumpussa on mallia F. Myös 83-sarjan mittari täytyy määrittellä tarkemmin tilauksen yhteydessä, kuten 50- ja 53-sarjan mittarit. Promagien 14 sijaan (KUVIO 14) promass mittarin tilauskoodi muodostuu 13 koodista, joten tuotevariaatioiden määrä on silläkin hyvin suuri.



### 8.1.3 Mittaritiedot

Liitteessä 6 on ote virtausmittaritaulukosta. Siinä mittareita ei ole määritelty muuta kuin lähetintyyppin, anturityypin ja –koon mukaan eli kuviossa 14 esitetty tilauuskoodin loppuosa. Kaikkien mittarivariaatioiden määrittelemineen olisi liian iso urakka etenkin, kun suuri osa variaatioista ei tulisi ikinä käyttöön. Nyt kuitenkin on ongelmana se, että ei saada tarkkaa loppuhintaa määriteltyä virtausmittarille. Esimerkiksi Kuviossa 14 esitetyn mittarin hinnasta noin 30% tulee väliviivan jälkeisistä koodeista. Hinnan lisäksi täytyisi pystyä määrittelemään konfiguraattoris- sa ainakin prosessiliitännän tyyppi, koska se vaikuttaa esimerkiksi siihen millai- nen letku mittarin ja pumpun välillä tulee olla. Ongelmia voisi yrittää ratkaista seuraavin keinoin:

#### **Vaihtoehto 1. Vakiointi.**

Mittareita voisi yrittää vakioida ainakin prosessiliittymien ja kaikista kalliimpien tekijöiden osalta. Muut kohdat voisi jättää avoimiksi. Esimerkiksi yksi vaihtoehto voisi olla 53H04-LX5XXXXXXXXAXJ. Näin hinta osuisi riittävällä tarkkuudella kohdilleen ja annosteluyksikön muiden osien konfigurointi onnistuisi.

#### **Vaihtoehto 2. Hintakonfiguraattorin käyttö.**

Annosteluyksikön tuotekonfiguraattoriin voisi yrittää jotenkin liittää Endress & Hauserin hintakonfiguraattorin. Tällöin mittaritaulukosta valittaisiin ensiksi pro- sessisuureiden mukainen mittarityyppi, anturityyppi ja -koko, minkä jälkeen hin- takonfiguraattorissa määriteltäisiin loput yksityiskohdat.

Vaikka tarkkaa hintaa ei pystytäkkään määrittämään nykyisen listan avulla, niin pystytään sillä kuitenkin valitsemaan tilavuusvirran ja paineen mukainen virtaus- mittari.

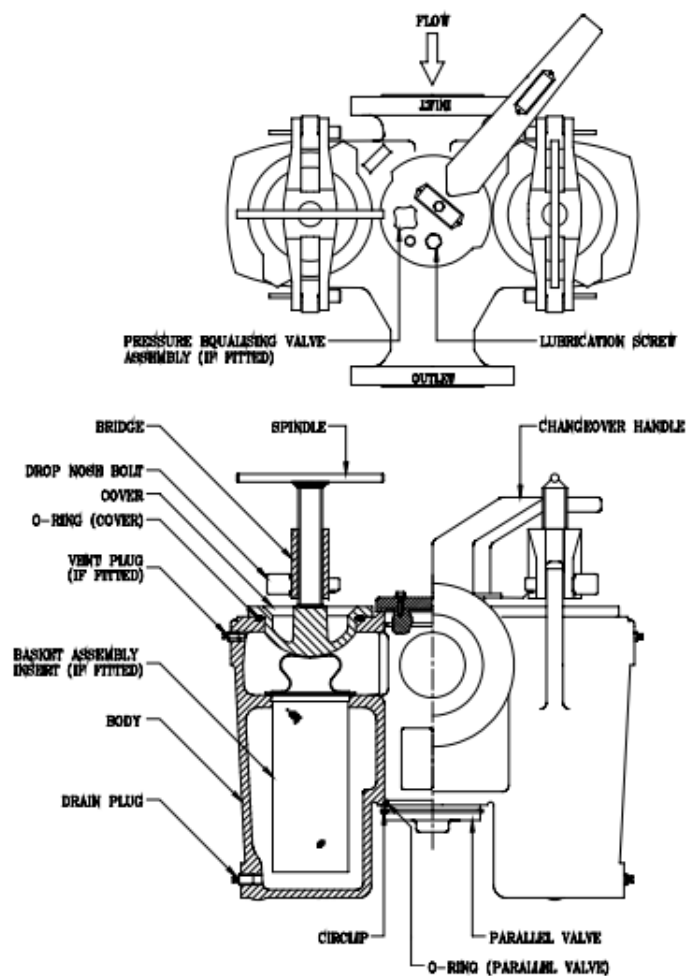
## 8.2 Plenty suodatin

Suodattimena annosteluyksikössä käytetään Plenty Filtersin valmistamia Duplex mallisia korisuodattimia (KUVIO 16). Vankkarakenteisessa suodattimessa on kak- si erillistä korimaista siivilää, mikä mahdollistaa suodattimen puhdistamisen pro-

sessin aikana. Virtaus ohjataan jommankumman siivilän läpi kuvassa näkyvän kahvan avulla.

Suodatin on rakenteeltaan ja toiminnaltaan hyvin yksinkertainen, sillä sen keskeisin osa suodatinkori on periaatteessa vain pelti, jossa on reikiä.

Tuotteella ei ole myöskään erilaisia variaatioita yhtä paljoa kuin pumpulla tai mitarilla. Annosteluyksikköön saa viittä eri kokoa, materiaaliksi voi valita valuraudan tai ruostumattoman teräksen ja siivilän reikien kooksi 0,5 tai 2mm:ä, joten eri laisten variaatioiden määrä on yhteensä 20 kappaletta.



KUVIO 16. Plenty Duplex suodatin (Heap & Partner Ltd 2011)

### 8.3 Suodattimen tiedot

Suodattimen tiedot ovat liitteessä 7. Tiedot ovat melko suoraan vastauksesta kyselyyn, jonka Dieffenbacher lähetti Plentyn Filtersin Suomen edustajalle. Taulukoon on lisätty ainekohtaiset tilavuusvirran arvot, joilla kyseistä suodatinta käytetään. Tilavuusvirran maksimin lisäksi suodattimen silmäkoko on tekijä, joka vaikuttaa merkittävästi pumpun valintaan.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena ollut tuotetietojen kerääminen ja esittäminen onnistui ainakin pääkomponentin pumpun osalta erinomaisesti. Uskon, että laatimani pumppulista on hyödyllinen konfiguraattorin tietokannan määrittelemisessä. Myös virtausmittarin ja suodattimen osalta tekemäni työ on sellaista, jonka pohjalta työtä voi lähteä jatkamaan.

Opinnäytetyön päätuotos on kaikkien pumppuvaihtoehtojen tietojen esittäminen taulukkomuodossa, niin että tietoja voidaan käyttää suoraan konfiguraattorin tiedoissa. Kaiken kaikkiaan erilaisten pumppujen lukumääräksi tuli 318. Sarakkeita taulukkoon tuli noin 40 kappaletta. Joissain sarakkeissa on periaatteessa samoja tietoja, mutta ne on esitetty eri tavoin, jotta niitä voidaan käyttää helpommin konfiguraattorissa. Vaikka tärkein lopputulema oli vain yksi taulukko, niin ei se tarkoita, että tehtävä olisi ollut helppo tai nopea suorittaa. Lopullista versiota edelsi useita työvaiheita ja ongelmien uudelleen tarkasteluita. Mielestäni työ onnistui erinomaisesti.

Muita tuotoksia pumpputietoihin liittyen olivat janaesitys tuottoalueista ja pumppujen valintatyökalu. Janakaaviota voidaan käyttää lopullisessa konfiguraattorissa pumppuvalikoimaa selventävänä grafiikkana tai jossakin muussa tilanteessa, kun halutaan kuvat pumppujen tuottoalueiden kattavuutta. Pumppujen valintatyökalun rakennetta voidaan käyttää apuna kun rakennetaan lopullista tietokoneohjelmalla toteutettavaa konfiguraattoria. Valintatyökalu on toteutettu käyttämällä loogisia perusehtoja.

Pumpputietojen lisäksi laadin alustavat taulukot virtausmittari ja suodatinvaihtoehtoista. Vaikka työ kyseisten taulukoiden osalta jäikin keskeneräiseksi, niin on niiden pohjalta mahdollista jatkaa tuotetietojen määrittelyä.

Kaiken kaikkiaan työ oli erittäin mielenkiintoinen, mutta selkeästi haasteellisempi kuin osasin odottaa. Alkuun mitättömiltä näyttävien ongelmien ratkaiseminen saattoi tarkemman tarkastelun jälkeen vaatia jo aikasemmin ratkaistujen ongelmien uudelleen tarkastelua. Toisin sanoen kokonaiskuva konfigurointiprosessista ja

tuotteesta piti pitää koko ajan mielessä.

Kokonaisuuden hallinnan lisäksi tärkeiksi ominaisuuksi muodostui looginen päätelykyky, järjestelmällisyys, huolellisuus ja pitkäjänteisyys. Suuria taulukoita laatiessa niiden tietoja käsitellessä täytyy keskittyä ja miettiä koko ajan, mitä tietyn muutoksen tekeminen vaikuttaa kokonaisuuteen. Kovasta yrittämisestä huolimatta välillä joutui kuitenkin tekemään samoja kohtia uudestaan huolellisuuden ja keskittymisen herpaantuessa.

Itse opin projektin aikana paljon ryhmätyöskentelystä ja arvostamaan kommunikointitaitojen tärkeyttä. Huomasin esimerkiksi, kuinka tärkeitä graafisen esityksen keinot ovat hieman monimutkaisemman asian tai ongelman selittämisessä ovat. Pääsin tutustumaan minulle aivan uudentlaisiin tietokoneohjelmiin ja syventämään taitoja tuttujen ohjelmien osalta. Etenkin Excelin erikoisemmatkin ominaisuudet tulivat tutuiksi.

## LÄHTEET

Company profile Dieffenbacher Panelboard Oy, Finland. 2011. MS power point-tiedosto. Yrityksen omassa käytössä.

Dieffenbacher. 2011. [Internet-sivusto]. Company profile Dieffenbacher Group [viitattu 5.4.2011]. Saatavissa:

[http://www.dieffenbacher.de/fileadmin/Inhalte\\_gb/101\\_daten\\_sprache/004\\_pdf/000\\_DG/Unternehmensprofil\\_GB\\_150210.pdf](http://www.dieffenbacher.de/fileadmin/Inhalte_gb/101_daten_sprache/004_pdf/000_DG/Unternehmensprofil_GB_150210.pdf)

Endress & Hauser. 2011. [Internet-sivusto]. Magneettinen määrämittaus [viitattu 2.4.2011]. Saatavissa:

<http://www.metsoendress.com/metsoendress/eh.nsf/WebWID/WTB-050517-2256F-5F226?OpenDocument>

Epäkeskoruuvipumpun esittely. 2010. MS power point-tiedosto. Yrityksen omassa käytössä.

Flow Center Oy. 2011. [Internet-sivusto]. Netzsch [viitattu 2.4.2011]. Saatavissa:

<http://www.flowcenter.fi/index.php?page=netzsch>

Global reference price list. 2010. Hintakonfiguraattori. Yrityksen omassa käytössä.

Haug, A. 2007. PhD thesis: Representation of Industrial Knowledge - as a Basis for Developing and Maintaining Product Configurators. PDF-tiedosto.

Heap & Partner Ltd. 2011. [Internet-sivusto]. Plenty Duplex Filter Spares Identification Drawing [viitattu 3.4.2011]. Saatavissa:

<http://www.heaps.co.uk/OM%20Instructions/PFDuplexSmall.pdf>

IBM. 2011. [Internet-sivusto]. Designing a software application by using models [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa:

<http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/rtnlhelp/v6r0m0/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.rsa.nav.doc%2Ftopics%2Fanalysismodel.html>

Microsoft. 2011. [Internet-sivusto]. Visio 2010:n ominaisuudet ja edut [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa:

<http://office.microsoft.com/fi-fi/visio/visio-2010-n-ominaisuudet-ja-edut-HA101631752.aspx>

Operating and maintenance instructions. 2010. PDF-tiedosto. Yrityksen omassa käytössä.

Pere, A. 2004. Koneenpiirustus korkeakouluja varten. Espoo: Kirpe Oy.

Pienehkö sivistyssanakirja. 2011. [Internet-sivusto]. Konfigurointi [viitattu 18.3.2011]. Saatavissa:

<http://www.cs.tut.fi/cgi-bin/run/~jkorpela/haku.cgi?key=konfigurointi&.submit=Hae>

Product Range. 2011. PDF-tiedosto. Yrityksen omassa käytössä.

Tampereen Teknillinen Yliopisto. 2011. [Internet-sivusto]. Konfigurointi [viitattu 3.4.2011]. Saatavissa:

<http://www.pe.tut.fi/akp/konfigurointi.html>

## LIITTEET

LIITE 1	Esimerkkitaulukko	(1)
LIITE 2	Netzschin pumpputaulukko	(2)
LIITE 3	Janakaavio	(1)
LIITE 4	Virtausmittarit	(1)
LIITE 5	Suodattimet	(1)
LIITE 6	Konfiguroinnin kuvaus	(1)



**Eccentric screw pump selection table**  
 UF/MUF resin  
 4-stage pump  
 Nominal work pressure: **16,0 bar**

Pump Type	Max. flow l/min	Pump max. rpm	Gear		Pump rpm	Gear rpm	60 % flow l/min	70 % flow l/min	75 % flow l/min	80 % flow l/min	85 % flow l/min	Pump rpm		Gear rpm		60 % flow l/min	70 % flow l/min	75 % flow l/min	80 % flow l/min	85 % flow l/min
			n <sub>1</sub> rpm	n <sub>2</sub> rpm								n <sub>1</sub> rpm	n <sub>2</sub> rpm	n <sub>1</sub> rpm	n <sub>2</sub> rpm					
MM015	8,8	750	838	660	4,8	660	4,4	4,4	4,4	4,8	4,9	838	660	660	660	4,4	4,4	4,4	4,8	4,9
MM021	16,1	700	595	525	12,9	525	12,1	12,1	12,1	12,9	13,7	595	525	525	525	12,1	12,1	12,1	12,9	13,7
MM031	41,4	650	553	336	33,1	520	31,1	29,0	31,1	33,1	35,2	553	336	336	336	31,1	29,0	31,1	33,1	35,2
MM038	91	600	425	375	72,8	400	68,3	63,7	68,3	72,8	77,4	425	375	375	375	68,3	63,7	68,3	72,8	77,4
MM045	139,3	450	383	233	111,4	360	104,5	97,5	104,5	111,4	118,4	383	233	233	233	104,5	97,5	104,5	111,4	118,4
MM053	204	400	340	320	163,2	320	153,0	142,8	163,2	173,4	173,4	340	320	320	320	153,0	142,8	163,2	173,4	173,4
MM063	322	375	319	300	257,6	300	241,5	225,4	257,6	273,7	273,7	319	300	300	300	241,5	225,4	257,6	273,7	273,7

solid content % 50 - 60%  
 T °C 20  
 Density kg/m<sup>3</sup> 1280  
 Viscosity mPas 200...700  
 pH 8,5

Urea/Melamine-Urea-formaldehyde

Typical flows in different fiber capacities:

UF/MUF glue		16 %		12 %	
Dosing rate		16 %		12 %	
Capacity factor:		16 %		12 %	
Fiber	UF glue a.c. 50% max.	UF glue a.c. 50% max.	UF glue a.c. 50% max.	UF glue a.c. 50% max.	UF glue a.c. 50% max.
B.D.	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min
max.	max.	max.	max.	max.	max.
7,5	202,5	202,5	33,8	33,8	33,8
10,0	2700	2700	45,0	45,0	45,0
12,5	3375	3375	56,3	56,3	56,3
15,0	4050	4050	67,5	67,5	67,5
17,5	4725	4725	78,8	78,8	78,8
20,0	5400	5400	90,0	90,0	90,0
22,5	6075	6075	101,3	101,3	101,3
25,0	6750	6750	112,5	112,5	112,5
27,5	7425	7425	123,8	123,8	123,8
30,0	8100	8100	135,0	135,0	135,0
32,5	8775	8775	146,3	146,3	146,3
35,0	9450	9450	157,5	157,5	157,5
37,5	10125	10125	168,8	168,8	168,8
40,0	10800	10800	180,0	180,0	180,0
42,5	11475	11475	191,3	191,3	191,3
45,0	12150	12150	202,5	202,5	202,5
47,5	12825	12825	213,8	213,8	213,8
50,0	13500	13500	225,0	225,0	225,0
52,5	14175	14175	236,3	236,3	236,3
55,0	14850	14850	247,5	247,5	247,5

Medium:		UF/MUF glue		Pump materials:		Drive (Manufacturer Nord)		NETZSCH		
Solids %	50-66	Housing: cast iron or stainless steel (surcharge)		Helical gear motor suitable for inverter operation		230/400 V up to 2.2 kW , 400/690 V at 3,0 kW				
Density: kg/m3	1,28	Rotating parts/Rotor: stainless steel		50 Hz, IP 55, ISO F, design B5						
Viscosity: mpas	200...700	Stator: NEMOLAST® S45								
pH-value: pH	8,5	Gaskets: EP								
Temp. °C	20	Mechanical seal Type MG150-G60 in Q1Q1EGG for quench with shaft seal NBR, AISI304 seal pot 125ml (PVC, steel galvanized fittings) coating: (30 - 70my), color tone: manufacturer standard								
MAX										
Pump type										
NM015BY4S24B	max l/min 3,80	max rpm 602	m/β 0,66	KW 0,75	drive type l rpm/β 359	0,85	0,80	m/β 0,55	KW 0,75	drive type l rpm/β 292
NM021BY4S24B	14,00	592	0,88	1,50	SK01-80L/4 359	3,23	3,04	0,55	0,75	5K01-80L/4 292
NM031BY4S24B	41,40	608	1,34	2,20	SK01-90L/4 359	11,90	11,20	0,71	0,75	SK01-80L/4 313
NM038BY4S24B	100,00	597	1,76	5,50	SK20-100L/4 370	35,19	33,12	1,09	2,20	SK20-100L/4 303
					SK33-132S/4 338	85,00	80,00	1,47	5,50	SK33-132S/4 283
0,75										
Pump type										
NM015BY4S24B	l/min 2,85	max rpm 481	m/β 0,53	KW 0,75	drive type l rpm/β 291	0,70	0,60	m/β 0,45	KW 0,75	drive type l rpm/β 227
NM021BY4S24B	10,50	453	0,67	0,75	SK01-80L/4 291	2,66	2,28	0,45	0,75	SK01-80L/4 227
NM031BY4S24B	31,05	481	1,06	2,20	SK01-90L/4 271	9,80	8,40	0,55	0,75	SK01-80L/4 214
NM038BY4S24B	75,00	474	1,4	5,50	SK20-100L/4 272	28,98	24,84	0,81	1,50	SK20-90L/4 214
					SK33-132S/4 283	70,00	60,00	1,18	4,00	SK25-112M/4 226





LIITE 4

Virtausmittarit

1(1)

nimi	min(l/min)	max(l/min)	2 m/s	3 m/s	vastuu ala	vastuu ylä	kg/hmin	kg/hmax	kg/minmä minimum	20%kg/mi	50%kg/mi	
50H02	0,06	1,8	0,36	0,54	0	1,8						
50H04	0,25	7	1,4	2,1	1,9	3						
50H08	1	30	6	9	4	14						
50H15	4	100	20	30	15	44						
50H22	9	300	60	90	45	114						
50H26	9	300	60	90	45	114						
50H40	25	700	140	210	115	214						
50H50	35	1100	220	330	215	364						
53H02	0,06	1,8	0,36	0,54	0	1,8						
53H04	0,25	7	1,4	2,1	1,9	3						
53H08	1	30	6	9	4	14						
53H15	4	100	20	30	15	44						
53H22	9	300	60	90	45	114						
53H26	9	300	60	90	45	114						
53H40	25	700	140	210	115	214						
53H50	35	1100	220	330	215	364						
83F08							0	2000	33,33	1,67	6,67	16,67
83F15							0	6500	108,33	5,42	21,67	54,17
83F25							0	18000	300,00	15,00	60,00	150,00
83F40							0	45000	750,00	37,50	150,00	375,00
83F50							0	70000	1166,67	58,33	233,33	583,33
83F80							0	180000	3000,00	150,00	600,00	1500,00



name	nominal size	Material	3asket mesh	UF glue	Urea water	Water	Paraffin	Hardener
PLENTY-DUPLEX-DN25	DN25	AISI316	2 mm	25(0-20)	39,2(0-31)	39,2(0-31)	25(0-20)	39,2(0-31)
PLENTY-DUPLEX-DN40	DN40	AISI316	2 mm	38,3(20-31)	58,3(31-47)	58,3(31-47)	38,3(20-31)	58,3(31-47)
PLENTY-DUPLEX-DN50	DN50	AISI316	2 mm	76,7(31-61)	128,3(47-102)	128,3(47-102)	76,7(31-61)	128,3(47-102)
PLENTY-DUPLEX-DN80	DN80	AISI316	2 mm	148,3(61-119)	230(102-184)	230(102-184)	148,3(61-119)	230(102-184)
PLENTY-DUPLEX-DN100	DN100	AISI316	2 mm	261,7(119-261,7)	403,3(184-403,3)	403,3(184-403,3)	261,7(119-261,7)	403,3(184-403,3)
PLENTY-DUPLEX-DN25	DN25	AISI316	0,5 mm	19,2(0-15)	38,8(0-31)	38,8(0-31)	19,2(0-15)	38,8(0-31)
PLENTY-DUPLEX-DN40	DN40	AISI316	0,5 mm	30,8(15-25)	58,3(31-47)	58,3(31-47)	30,8(15-25)	58,3(31-47)
PLENTY-DUPLEX-DN50	DN50	AISI316	0,5 mm	59,2(25-47)	128,3(47-103)	128,3(47-103)	59,2(25-47)	128,3(47-103)
PLENTY-DUPLEX-DN80	DN80	AISI316	0,5 mm	116,7(47-93)	230(103-184)	230(103-184)	116,7(47-93)	230(103-184)
PLENTY-DUPLEX-DN100	DN100	AISI316	0,5 mm	208,3(93-208,3)	403,3(184-403,3)	403,3(184-403,3)	208,3(93-208,3)	403,3(184-403,3)
PLENTY-DUPLEX-DN25	DN25	GG	2 mm	25(0-20)	39,2(0-31)	39,2(0-31)		
PLENTY-DUPLEX-DN40	DN40	GG	2 mm	38,3(20-31)	58,3(31-47)	58,3(31-47)		
PLENTY-DUPLEX-DN50	DN50	GG	2 mm	76,7(31-61)	128,3(47-102)	128,3(47-102)		
PLENTY-DUPLEX-DN80	DN80	GG	2 mm	148,3(61-119)	230(102-184)	230(102-184)		
PLENTY-DUPLEX-DN100	DN100	GG	2 mm	261,7(119-261,7)	403,3(184-403,3)	403,3(184-403,3)		
PLENTY-DUPLEX-DN25	DN25	GG	0,5 mm	19,2(0-15)	38,8(0-31)	38,8(0-31)		
PLENTY-DUPLEX-DN40	DN40	GG	0,5 mm	30,8(15-25)	58,3(31-47)	58,3(31-47)		
PLENTY-DUPLEX-DN50	DN50	GG	0,5 mm	59,2(25-47)	128,3(47-103)	128,3(47-103)		
PLENTY-DUPLEX-DN80	DN80	GG	0,5 mm	116,7(47-93)	230(103-184)	230(103-184)		
PLENTY-DUPLEX-DN100	DN100	GG	0,5 mm	208,3(93-208,3)	403,3(184-403,3)	403,3(184-403,3)		

