



PÄÄLLYSTYSASEMAN KONEKIERRON PUMPPAUS

Pekka Immonen

Päällystysaseman
konekierron pumppaus
Heinäkuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

PEKKA IMMONEN
Päällystysaseman konekierron pumppaus

Opinnäytetyö 47 sivua, joista liitteitä 8 sivua
Heinäkuu 2014

Tämä opinnäytetyö on tehty Metsä Board Takolle. Takon kartonkitehtaalla valmistetaan päällystettyjä taivekartonkilajeja vaativiin pakkaustöihin. Kartonki päällystetään Takon kartonkitehtaalla sivelytela-applikoinnilla eli päällystysseos nostetaan vastatelan tukeman kartongin pintaan seosaltaasta pyörivällä telalla. Jokaisella päällystysasemalla on oma konekiertonsa, jonka tehtävä on varmistaa sopiva ja luotettava päällysteen syöttö päällystysasemalle. Takon kartonkitehtaalla kartonkikone 1:llä (KK1) on kolme pintapuolen päällystysasemaa, kartonkien taustaa ei päällystetä. Opinnäytetyön kehitettävänä asemana on KK1:sen 3. asema.

Metsä Board Takon KK1:sen päällystysasemien konekiertojen pastapumput ovat hieman vajaattehoiset ja tästä johtuen ne hajoavat usein, noin 3-4 viikon välein. Pumput aiheuttavat liikaa tuotannollisia häiriöitä ja näin ollen hylkyä. Pastapumpun rikkoutuessa seosaltaan pastan pinnankorkeus muuttuu, mikä aiheuttaa laatuongelmia lopputuotteessa. Pastasäiliön nykyiset käsiventtiilit eivät pidä, tällöin pumppua ei voida vaihtaa ajon aikana ja tällöin pumpun hajoaminen aiheuttaa tuotantokatkoksen. Ongelman poistamiseksi 3.päällystysasemalle on hankitaan entistä tehokkaampi pastapumppu, sekä uudenlaiset venttiilit.

Työn tarkoituksena on selvittää KK1:sen 3:nnen päällystysaseman uudelle konekierron pumpulle optimaaliset säätöparametrit pumpun uusinnassa sekä parhaat ajotavat uusinnan jälkeen. Oikeanlaisten venttiilien valinta uudelle pumpulle sekä putkituksien suunnittelu kuuluu opinnäytetyöhön. Työllä pyritään myös säästöihin 3. sivelyaseman parempalla toiminta varmuudella sekä kunnossapidollisilla parannuksilla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Option of Machine Automation

PEKKA IMMONEN

Pumping of the coating stations machine cycle

Bachelor's thesis 47 pages, appendices 8 pages
July 2014

This thesis was done to Metsä Board Tako. Tako board mill produces different kinds of coated cardboards for demanding packing applications. Tako board mill's cardboard are coated with an applicator cylinder, that is the coating mixture is lifted from the coating mixture pool to the surface of a cardboard with a spinning cylinder. The surface of the cardboard is pressed by a backing cylinder. Each coating station has its own coating mixture rotation that should ensure a suitable and reliable supply of the coating to the coating station. Tako board mill's carton machine 1 (CM1) has three surface side coating station's, the backside of the card board is not coated. The purpose of this thesis is to improve the third coating station of the CM1.

Metsä Board Tako's CM1's current pumps of the coating station cause too much production interference, and thus secondary production. This interference is due to the inefficiency of the machine circulation pumps of the CM1 coating stations, which results in frequent breakdowns; the pumps break down about every 3-4 weeks. A breakdown of a coating mixture pump alters the surface of the mixture in the mixture pool, which causes problems with the quality of the final product. As the manual valves of the coating mixture tank do not hold, the pump cannot be changed while driving, which causes a break in production. To eliminate this problem, a more efficient pump, as well as new type of valves, will be acquired for the third coating station.

The primary aim of this thesis is to determine optimal control parameters for the new machine circulation pump of the third coating station of the CM1, as well as the best ways of driving after installation. The selection of right kind of valves and design of piping are part of the thesis. In addition, this thesis aims at reducing costs through enhanced reliability of third coating station, as well as by improvement maintenance.

Key words: machine cycle, coater station, pump

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	KARTONGIN PÄÄLLYSTÄMINEN.....	8
2.1	Sivelytelapäällystin.....	9
2.2	Lyhytviipymäapplikointi	10
2.3	Suutinapplikointi.....	11
2.4	Filmipäällystys.....	13
2.5	Spray-päällystys.....	15
3	PASTAN PUMPPAUS	16
3.1	Kalvopumppu.....	16
3.2	Epäkeskopumppu.....	17
3.3	Ruuvipumppu.....	18
4	PÄÄLLYSTYSSEOS ELI PASTA.....	19
4.1	Pastan reologia.....	20
4.2	Metsä Board Tako pastaresepti.....	22
4.3	Huomioita pastan käyttäytymisestä säiliössä.....	23
5	PÄÄLLYSTYSMENETELMÄ TAKOLLA.....	25
6	NYKYTILANNE	26
6.1	Nykytilanteen ongelmat	28
7	ASEMAN KEHITTÄMINEN.....	29
7.1	Pumppu	29
7.2	Tuottomäärä	30
7.3	Pumpun kierrosluku	30
7.4	Sähkömoottorin kierrosluku	31
7.5	Venttiilit	32
7.6	Säästö	33
8	PUMPUN ASENNUS.....	37
9	POHDINTA.....	38
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET	40
	Liite 1. CAD-piirustus 3. päällityssasema (Caverion, Esa Alanne) 1 (3).....	40
	Liite 2. CAD-piirustus 3.päällityssasema (Caverion, Esa Alanne) 2 (3).....	41
	Liite 3. CAD-piirustus 3.päällityssasema (Caverion, Esa Alanne) 3 (3).....	42
	Liite 4. Pumppu NEMO NM07SY – R87/160 (Metsä Board Tako).....	43
	Liite 5. Mitoituskuva 3.päällityssaseman yläpuolelta	44
	Liite 6. Mitoituskuva 3.päällityssaseman päästä	45

Liite 7. Uudelle pumpulle tehtävät muutostyöpiirustus aseman yläpuolelta.....	46
Liite 8. Uudelle pumpulle tehtävät muutostyöpiirustus aseman päästä	47

ERITYISSANASTO

pasta	päällystysseos
applikointi	annostelu
viskositeetti	nesteen tai kaasun kyky vastustaa virtaamista
retentio	kuitu- ja täyteaineen suhde sille syötettyyn aineeseen
reologia	oppi materiaalin muodonmuutoksista ja virtauksista
raina	kartonkikoneella kulkeva kartonkirata
pope	rullain, joka sijaitsee kartonkikoneen lopussa
KAP	kuiva-ainepitoisuus
rejeki	massan puhdistimien erottama ja hylkäämä aine

1 JOHDANTO

Metsä Board on Euroopan johtava ensikuitukartongin valmistaja sekä suuri paperin tuottaja. Metsä Board tuottaa korkealaatuista paperia sekä kartonkia asiakkailleen pakkaus-, grafiikka- ja toimisto käyttötarkoituksiin. Metsä Boardin visiona on kasvaa kannattavasti ja saavuttaa entistä vahvempi asema maailman johtavana korkealaatuisten kartonkien valmistajana.

Paperiteollisuudella on pitkät perinteet Suomessa. Metsä Board Takon tehdas on perustettu jo vuonna 1865 ja muutettu kartonkitehtaaksi 1930-luvulla. Tako on ensimmäinen teräpäällistyksen käyttöönottanut pohjoismainen tehdas. Takon tehdas on pitkän historiansa aikana nähnyt monta muutosta. Suurimmat muutokset olivat, kun vuonna 2004 tehdas lopetti oman hiomon tuotannon ja siirtyi valmistamaan kartonkia muilta Metsä Boardin tehtailta tuodusta massasta. Hiomolle uitettiin puupöllejä, joiden kaataminen metallikouruun aiheutti kovaa melua Tampereen kaupungin keskustassa. Myös raakapuusta mekaanisesti hiotun massan laatu ei enää riittänyt. Vuonna 2007 KK2:sen tuotanto lopetettiin sen kannattamattomuuden takia. Nykypäivänä Metsä Board Takolla toimii kaksi kartonkikonetta, joilla tuotetaan neljää erilaista kartonki laatua. Tako työllistää nykyisin noin 200 henkilöä ja tehtaan tuotantokapasiteetti on noin 205 tonnia vuodessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää KK1:sen 3:tta päällistysasemaa. Työn alussa esitellään erilaiset päällistysmenetelmät ja niiden ominaisuudet. Tämän jälkeen käydään läpi pastan eli päällistysseoksen valmistus ja sen ominaisuuksien vaikutus lopputuotteeseen. Teoriaosuuden jälkeen kerrotaan Metsä Board Takon käyttämä päällistysmenetelmä, päällistysseos sekä 3.asemaan liittyvät ongelmat. Työn loppupuolella on 3:nen päällistysaseman parantamiseen liittyvät ehdotukset sekä niihin liittyvät laskelmat. Lopuksi lasketaan työllä saavutettavia säästöjä sekä pohditaan päällistystapahtumaa ja työssä esiteltyjä parannuksia.

2 KARTONGIN PÄÄLLYSTÄMINEN

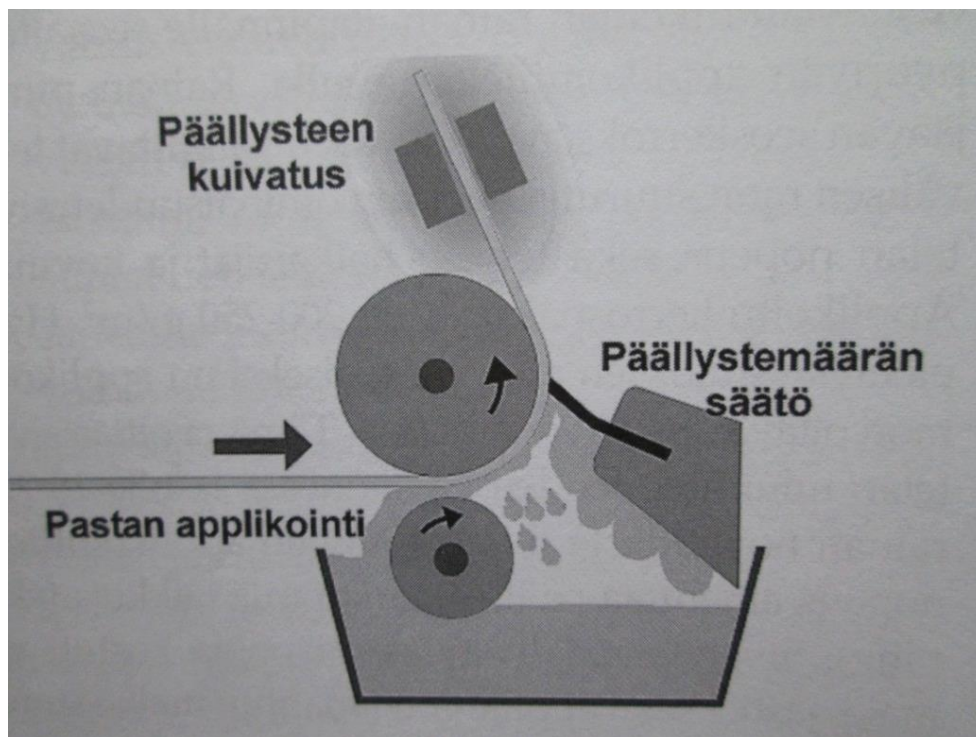
Kartongin päällystämällä tarkoitetaan sen pinnoittamista erilaisilla aineilla. Päällysteseos tuodaan yleisesti vesiseoksena rainan pinnalle, minkä jälkeen ylimääräinen vesi puristetaan ja/tai haihdutetaan pois. Päällystyksen tarkoituksena on täyttää paperin tai kartongin pinnan epätasaisuudet yhdellä tai useammalla päällystyskerroksella. Päällystämällä kartonki useaan kertaan saadaan entistä korkealaatuisempaa lopputuotetta. Päällystyksellä vaikutetaan ensisijaisesti painettavuuteen sekä ulkonäköön. Kartongin päällystyksen vaikutus ilmenee painatuksessa seuraavista asioista: painovärin tarpeen, leviämisen ja läpipainamisen väheneminen sekä kiillon ja painatuksen terävyyden paraneminen. Päällystämällä voidaan myös vaikuttaa kartongin jäykkyyteen sekä veden, rasvan tai liuottimen kestoon. Kartonki voidaan päällystää molemmilta puolilta tai vain toiselta puolelta joko erillisillä asemilla tai yhtä aikaa. Pintojen päällysteet voivat olla identtiset tai epäsymmetriset riippuen lopputuotteen toiminnallisista vaatimuksista. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 184)

Päällystystapahtuma käsittää päällysteen applikoinnin sekä sen tasoituksen. Verho- ja ruiskupäällystyksessä nämä ovat kuintekin yhdistetty. Eri päällystyslaitteiden ero onkin miten pasta tuodaan rainan pinnalle sekä siinä tapahtuvassa päällystysseoksen, erityisesti veden ja sideaineen, tunkeutumisessa pohjan huokosiin. Kartonkiin tunkeutuvan veden määrä on pääasiassa riippuvainen ulkoisesta paineesta. Yleisin päällystysmentelmä on teräpäällystys sen eri muodoissaan. Teräpäällystysasema voi olla sivelyteläpäällystin tai lyhytviipymäpäällystin tai näiden välimuto, suutinapplikoinnilla varustettu päällystysasema. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 191)

2.1 Sivelytelapäälystिन

Sivelytelapäälystyksessä pasta nostetaan vastatelan tukeman rainan alapinnalle seosaltaassa pyörivän applikointitelan avulla (kuva1). Rainan pinnalle jäävän pastakerroksen paksuuteen vaikuttaa telojen välisen raon suuruus, seoksen ominaisuudet, sivelytelan nopeus sekä telojen halkaisijat ja kovuudet. Pastan applikoitu kerrospaksuus on 200-250 g/m². Hyväksyttävän laadun saamiseksi applikointiraon on oltava aina täynnä pastaa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 191)

Applikoinnissa pasta tunkeutuu lujasti pohjarainaan ja pohjarainan kuidut kerkeävät turvota ennen sivelyterää lisäten sen karheustilavuutta. Näiden vuoksi sivelytelapäälystyksessä päästään hallitusti korkeisiin päälystemääriin, toistaalta tällöin joudutaan käyttämään suurta terävoimaa päälystemäärän pienentämiseen. Ajonopeuksien kasvaessa applikointitelapäälystyksen haittana ovat roiskeet ja päälysteen halkeaminen nipin jälkeen. Suurilla ajonopeuksilla voi tulla myös pintajännitysaaltoja, jotka näkyvät päälysteen vanaisuutena lopputuotteessa. Sivelytelapäälystिन on yleisin käytetty päälystysapplikaatio.(Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 192)



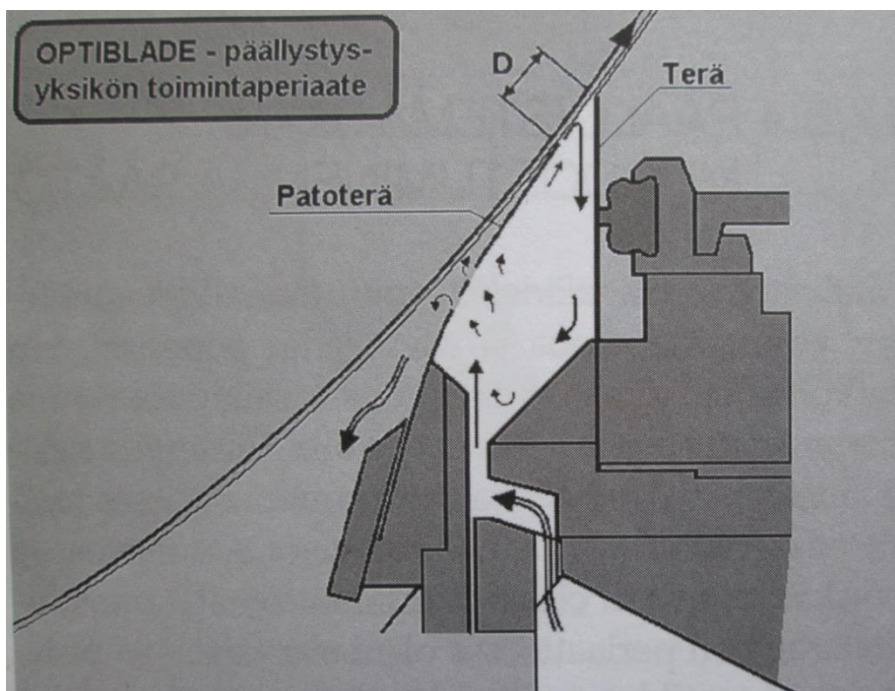
KUVA 1. Sivelytelapäälystimen periaate. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 192)

2.2 Lyhytviipymääpplikointi

Lyhytviipymääpplikoinnissa johdetaan pasta terän takana olevaan kammioon (kuva 2). Kammion yksi sivu on liikkuva, vastatelan tukema pohjaraina. Liikkuva raina aiheuttaa kammiossa pyörteen, jolloin rainan pinnassa pastan virtausnopeus on sama kuin rainanopeus, mutta laskee kammion keskukseen päin siirryttäessä.

Lyhytviipymääpplikoinnissa kastuminen on vähäistä applicointialueen pienen paineen ja lyhyen vaikutusmatkan takia. Tällöin kartongin kuitujen turpoaminen tapahtuu osittain vasta terän jälkeen, mikä karhentaa jo terällä silotettua pintaa. Lyhytviipymääpplikoinnin ongelmana varsinkin suurilla ajonopeuksilla on päällysteen vanaisuus. Se johtuu kastumislinjan epästabiiliudesta ja kammiossa tapahtuvissa epästabiileista virtauksista. Kartonkia kuitenkin ajetaan hitaammilla ajonopeuksilla, jolloin tätä ongelmaa ei esiinny.

Lyhytviipymääpplikoinnissa päällysteen sileys on sivelytelapäällystystä huonompi. Myöskin päällysteen poikkiprofiili alkaa huonota oleellisesti yli 11 g/m²:n päällystemäärillä. Toisaalta rainaa ei rasiteta suurella teräpaineella, joten minimipäällystemäärä saavutetaan sivelytelapäällystystä helpommin. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 193)



KUVA 2. Lyhytviipymääpplikointi (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 193)

2.3 Suutinapplikointi

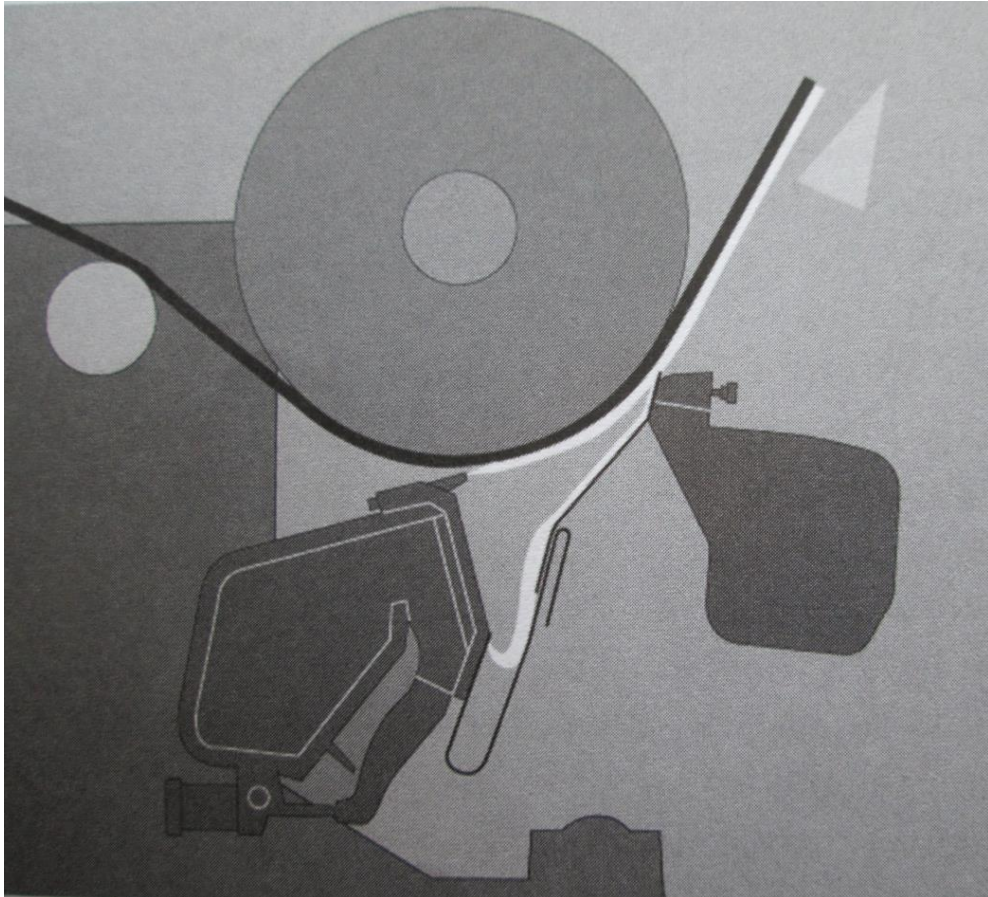
Suutinapplikoinnissa pasta tuodaan rainan pinnalle erillisellä suuttimella. Päällystysmenetelmän etuna on pyörivän telan puuttuminen ja siten parempi soveltuminen suurille ajonopeuksille. Suutinapplikoinnin etuna on myös hallittu ja tasainen päällysteen virtaus, jolloin päästään matalempiin applikointi määriin, tyypillisesti 70-120 g/m². Pienempi applikointi määrä vaikuttaa terän kuormitukseen vähentämällä terälle tulevaa impulssivoimaa. Pienempi terän kuoritusaso parantaa ajettavuutta ja lisää terän kestoikää sekä parantaa applikointikerroksen tasaisuutta.

Suurinapplikointilaitteita on myös varustettu esitasoituselimellä. Esitasoituselimellä varustetut päällystyslaitteet eivät ole herkkiä pastassa olevalle ilmalle, mutta tällöin ongelmaksi tulee esitasoituselimien aiheuttamaa painepulssi, jolloin vastatelalle syntyy kaksi pitopistettä ja raina vekkautuu helposti kaavinterälle. Tämä on ongelma esiintyy varsinkin suurilla ajonopeuksilla.

Vekkautumisongelman poistamiseksi on kehitetty suutinapplikointipäällystin, jossa on kaksi vastatela. Ensimmäisellä vastatelalla pasta applikoidaan rainan pintaan ja toisella vastatelalla päällysteen määrä säädetään halutuksi terän avulla. Pitkän applikoinin ja kaavinterän välisen etäisyyden ansiosta pasta tunkeutuu pohjan huokosiin merkittävästi. Rainan pinnalle muodostuu paksu suotautunut pastakerros ennen kaavintaa. Tällöin päästään suuriin päällystemääriin ja saadaan hyvä päällysteen peitto. Kaksoisvastatela-asemaa käytetään lähinnä kartonkien päällystämiseen.

Suoralla Jet-suuttimella (kuva 3) pasta applikoidaan rainan pinnalle koko koneen levyisestä raosta. Rako on säädettävä ja tyypillisesti 0,6-1,1 mm leveä. Jet-suutinapplikointi on sitä parempi, mitä terävämpi ja nopeampi pastasuihku on. Tämä vaatii oikean suutingemetrian, syöttöputkiston rakenteen ja hyvän ilmanpoistimen. Suutinapplikointi on toiseksi yleisin kartongin päällystysapplikaatio.

(Hägblom-Ahnger & Komulainen 2006, 194)



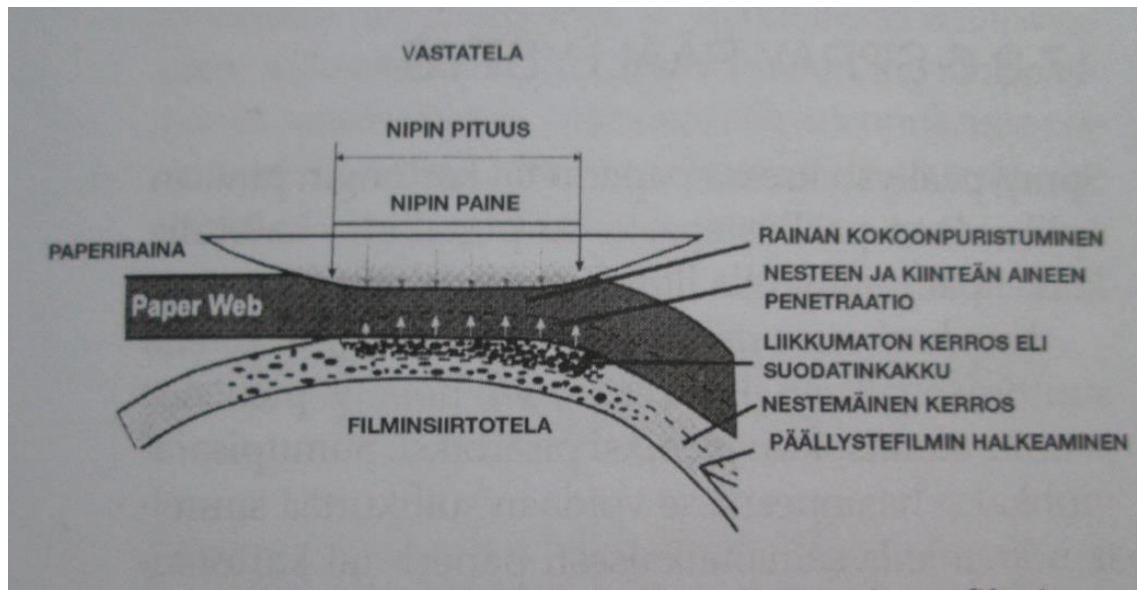
KUVA 3. Jet-suutinpäällystyksen toimintaperiaate (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 194)

2.4 Filmipäällystys

Filminsiirtolaite perustuu lyhytviipymäapplikointiin. Filminsiirtolaitteella voidaan päällystää molemmat puolet samanaikaisesti, pienellä tilantarpeella, alhaisilla investointikustannuksilla sekä laitteessa on entistä helpompi päänvienti. Filminsiirtopäällystyksessä päällystäminen tapahtuu siis kahden telan muodostamassa paineen alaisessa nipissä. Filminsiirtopäällystyksessä päällystemäärät ovat pieniä ja vaihtelevat $8-15 \text{ g/m}^2$ välillä. Tällöin filminsiirtopäällystysmenetelmää käytetään lähinnä vain paperin päällystämiseen.

Suotautumisprosessissa pastassa oleva pigmentti muodostaa päällystettävän rainan pintaan suodatinkakun ja neste tunkeutuu pohjapaperiin. Nipin jälkeen päällystefilmi jakautuu applikointitelan ja rainan kesken halkeamalla. Rainan pinnalla oleva pasta voidaan jakaa kahteen kerrokseen: liikkumattomaan pigmenttikerrokseen ja nestemäiseen päällystekerrokseen.

Päällystefilmin halkeaminen tapahtuu päällystekerroksen liikkuvassa kerroksessa (kuva 4). Tällöin liikkuvan kerroksen tulisi olla mahdollisimman ohut, jotta filmi halkeaisi selvästi ja tasaisesti ilman sumuamista ja appelsiinikuvion syntymistä. Liikkuvan kerroksen paksuuteen voidaan vaikuttaa valitsemalla pastan raaka-aineet siten, että pastan kuiva-ainepitoisuus on mahdollisimman suuria ja viskositeetti mahdollisimman pieni. Liikkuvan kerroksen takia suurilla nopeuksilla ajaminen aiheuttaa sumuamista ja appelsiinikuvion syntymistä ja on tällöin ajettavuuden rajoittava tekijä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 197)



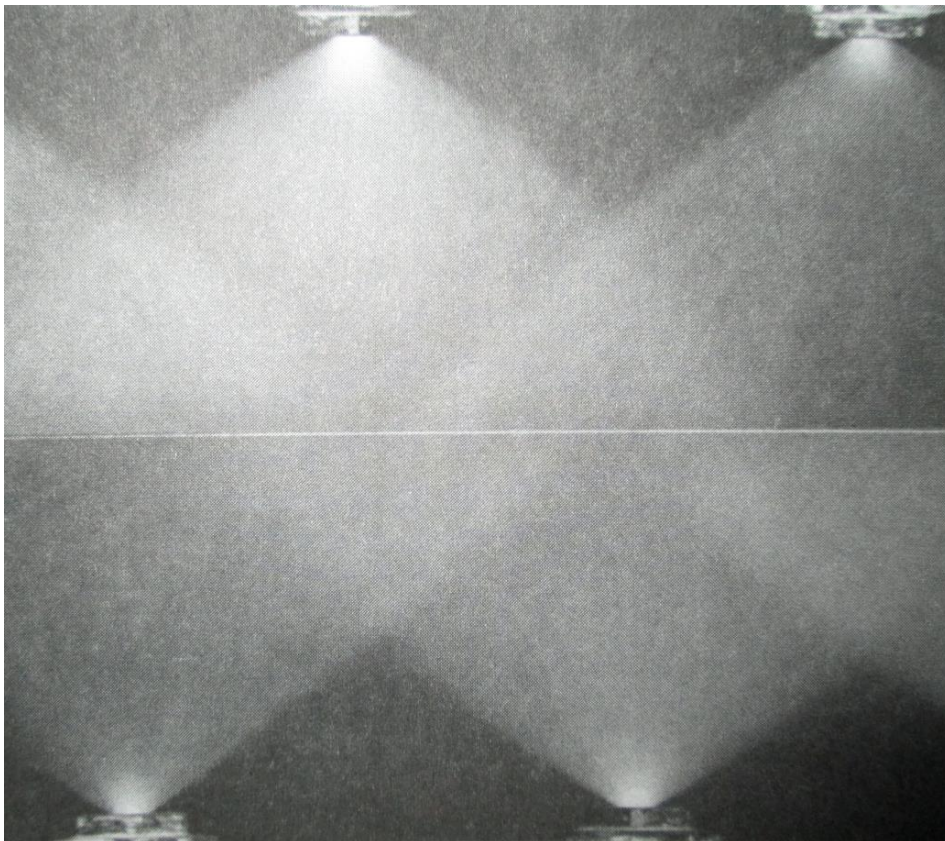
KUVA 4. Suodatinkakun muodostuminen ja halkeaminen filminsiirtopäällystyksessä (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 197)

2.5 Spray-päällystys

Spray-päällystyksessä paperin tai kartongin pintaan applikoidaan päällysteseos korkapainesuihulla ilman konekosketusta. Korkeassa paineessa oleva päällysteseos kohtaa suuttimen jälkeen ilmakehän, sen nopeus pienenee ja neste atomisoituu pieniksi pisaroiksi. Sumupisara vuihkana se voidaan suihkuttaa suurella nopeudella paperi- tai kartonkirainan molemmille puolille.

Tällä päällystysmenetelmällä saadaan hyvä peittävyys, kun suihku jakautuu tasaisesti rainan pintaan peittäen epätasaiset kohdat. Spray-päällystyksessä pastan viskositeetti ja kuiva-ainepitoisuus täytyy olla perinteisiä päällystysmenetelmiä alhaisampi.

Spray-päällystys on lähes nopeusrajoitteeton ja se ei rasita rainaa terillä kuten teräpäällystysmenetelmät. Tällöin rainan konesuuntainen vetolujuus on alhaisempi, ja se mahdollistaa edullisempien raaka-aineiden käytön pohjarainan raaka-aineena, kuten kiertokuidun. Myös käyttökustannuksissa säästetään, sillä kuluvia osia, kuten teriä, ei tässä menetelmässä tarvita.



KUVA 5. Spray-päällystyksen suihkut (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 199)

3 PASTAN PUMPPAUS

Pastan pumppaukseen käytetään kolmea erilaista pumpputyyppiä. kalvo-, ruuvi- sekä epäkeskopumppuja. Pastan hiovan ominaisuuden takia lamelli- sekä keskipakopumput eivät tule kysymykseen pastan pumppauksessa.

3.1 Kalvopumppu

Metsä Board Takolla käytetään Wilden (kuva 6) merkkisiä kalvopumppuja pastan siirtoon. Kalvopumput ovat halpoja sekä varma toimisia. Kalvopumput ovat itseimeviä, kestovoideltuja ja kestävät kuivakäyntiä. Kalvopumput soveltuvat erinomaisesti hiovien-, syövyttävien- sekä viskoottisten aineiden siirtoon. Kalvopumppujen tuotto on mallista riippuen jopa 60m³/h. Kuitenkin kalvopumppujen tuotto on epätasaista, joten ne eivät sovellu pastan pumppaamiseen päällystysasemalle.

(Petri Peltola, Kiertopaine Oy, 22.7.2014)



KUVA 6. Kalvopumppu Wilden (Kiertopaine Oy)

3.2 Epäkeskopumppu

Metsä Board Kyron paperi- ja kartonkitehtaalla on siirrytty pastanpumppauksessa ruuvipumpuista epäkeskopumppuhin (kuva 7). Kyrolla kokeiltiin vaikeimman pastalajikkeen pumppaamista epäkeskopumpulla ja tällöin pumpun kestoiäksi saatiin kahdeksan kuukautta, kun toisaalta ruuvipumpun kestoiäkä samalla lajikkeella oli vain kolme kuukautta. Metsä Board Kyrolla käytetään ainoana suomessa epäkeskopumppuja pastan pumppaamiseen. Pitempiaikaisessa käytössä on huomattu, että epäkeskopumpun tuotto on tasaisempaa sekä pastaan jää vähemmän ilmakuplia, jolloin saadaan korkeampi laatuista lopputuotetta. Epäkeskopumppuilla ei myös ole korkeisiin kierrosnopeuksiin liittyvää kulumis ongelmaa.

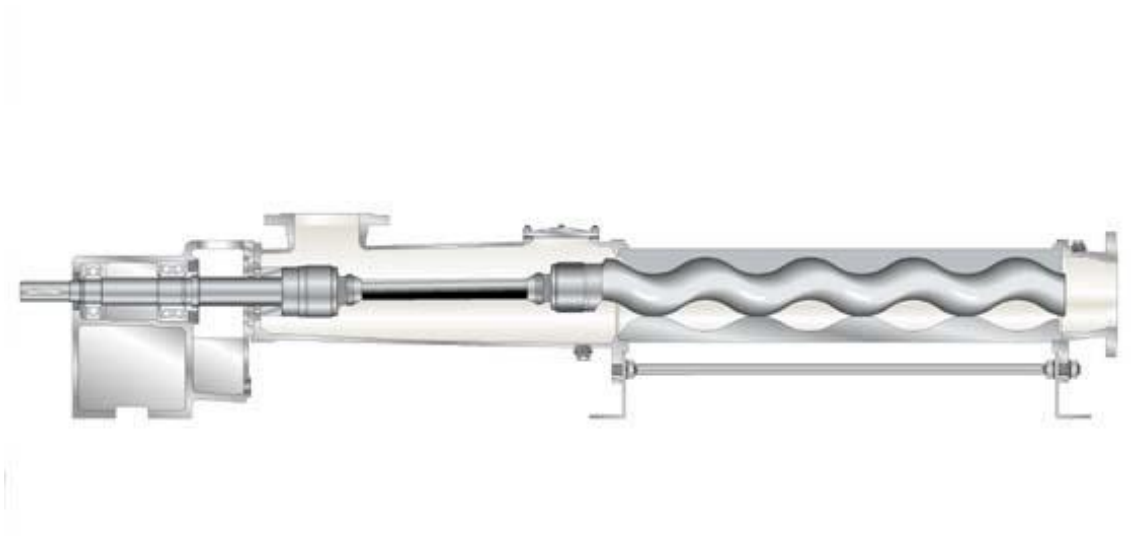
Kuitenkin eri pumppaus kokeiluissa saatiin epäkeskopumpulla myös huonompiakin tuloksia kuin ruuvipumpulla, joten epäkeskopumppu ei yksioikoisesti ole parempi. Epäkeskopumput eivät myös kestä veden pumppaamista yhtä hyvin kuin ruuvipumppu. Aina kartonkikoneen seisokissa pumppuissa kiertää vesi sekä pesuaine mikä hajoittaa epäkeskopumppuja nopeammin. Epäkeskopumppujen heikkous on myös niiden matala maksimituotto. Esimerkiksi Mouvexin tehokkaimman C-sarjan maksimi tuotto on $36\text{m}^3/\text{h}$, joka on lähellä jo 3.päällystysaseman tarvitsemää $30.6\text{m}^3/\text{h}$ tuottoa. Jos pumppauspisteeltä on pitkä pumppausmatka päällystysasemalle, niin pumpun tuottoa täytyy saada entistä korkeammaksi. (Petri Peltola, Kiertopaine Oy, 22.7.2014)



KUVA 7. SLC-4 epäkeskopumppu (Kiertopaine Oy)

3.3 Ruuvipumppu

Yleisin pastan loppusiirtoon käytetty pumppu on ruuvipumppu (kuva 8), joita Metsä Board Takollakin käytetään. Ruuvipumpulla saadaan tasainen tuotto, tarvittaessa korkeampi tuotto kuin epäkeskopumpulla sekä ruuvipumput kestävät ongelmitta koneen seistessä käynnissä olevan linjojen pesun. Ruuvipumpun etuna epäkeskopumppuihin on myös sen halvempi hinta.



KUVA 8. NEMO SY-sarjan ruuvipumppu (NETZSCH Group)

4 PÄÄLLYSTYSSEOS ELI PASTA

Päällystyspasta muodostuu pigmenttien, sideaineiden ja lisäaineiden vesiseoksesta. Pigmentin osuus pastan kuiva-ainepitoisuudesta on yleisesti 75-95%, joten se määrää pääasiassa päällysteen laadun ja ominaisuudet. Yleisimmät pigmentit ovat kaoliini ja kalsiumkarbonaatti. Pastassa käytetään usean eri pigmentin yhdistelmää moninaisten ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Pigmentin hiukkaskoolla, hiukkaskoon jakaumalla ja hiukkasmuodolla on vaikutusta moniin päällysteen ominaisuuksiin, kuten valonsirontakertoimeen, houkoisuuteen, pintalujuuteen, sileyteen ja kiillottuvuuteen. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 186)

Sideaineen tehtävänä on sitoa pigmenttihiukkaset toisiinsa ja rainaan. Sideaineiden osuus pastasta on 5-25%. Luontaisia sideaineita ovat tärkkelys ja proteiinit. Keinotekoisia sideaineita ovat lateksit ja CMC. Yleisin vesiliukoinen sideaine on tärkkelys. Sitä saadaan esimerkiksi perunasta, maissista ja vehnästä. Raakatärkkelys ei toimi sellaisenaan sideaineena, vaan sen rakenneketjut pilkotaan lyhyemmiksi ja niihin lisätään eri kemiallisia ryhmiä. Tällöin saadaan tärkkelykselle haluttu liukoisuus ja liuoksen viskositeettiominaisuudet paranevat. Tärkkelyksellä on huono sitomislujuus, joten sitä yleensä käytetään lateksin kanssa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 187)

Lisäaineita käytetään kovitteina, liukasteina, vaahdon estämiseen, säilytysaineena ja pH:n sekä viskositeetin säätöön. Lisäaineiden osuus pastasta on usein alle 1%. Vaahdonestoaineita nimensä mukaisesti käytetään estämään tai poistamaan vaahdonmuodostusta pastan valmistus- ja käsittelylaitteissa. Säilöntäaineita käytetään silloin, kun pasta sisältää luonnon sideaineita. Bakteeritoiminnan aiheuttama pilaantuminen vaikuttaa pastan viskositeettiin. Voiteluaineet vaikuttavat pastan virtausominaisuuksiin ja vähentävät kitkaa laitteissa ja toisaalta lisäävät päällystyskerroksen joustavuutta. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 186-189)

4.1 Pastan reologia

Kartongin päällysty on prosessi, jonka lopputulokseen vaikuttavat prosessiolosuhteiden lisäksi pohjakartongin perusominaisuudet ja päällystyspastan reologiset ominaisuudet. Päällystyspastojen reologian kannalta tärkeimmät mitattavat suureet ovat viskositeetti ja vesiretentio eli päällystyspastan vedenpidätyskyky. Pastan käyttäytyminen päällystysprosessissa määräytyy seoksen ominaisuuksien mukaisesti. Vesiretentio yhdessä reologian kanssa vaikuttaa pastan ajettavuuteen, määrän hallintaan, käyttäytymiseen konekierrossa sekä päällysteen rakenteeseen ja laatuun. Pastan reologia vaikuttaa lisäksi kemikaalien käyttöön ja sideainepitoisuuksiin.

Päällystyspastan tärkein ominaisuus on viskositeetti, jolla tarkoitetaan nesteen sisäistä kitkaa. Nesteen viskositeetin kasvaessa kasvaa myös virtausvastus. Viskositeetti määritellään seuraavalla kaavalla:

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma} \quad (1)$$

jossa:

η = viskositeetti, Pascalsekunti (Pas)

τ = Leikkausjännitys, Pascal (Pa)

γ = nopeusjännitys (1/s)

Yleensä viskositeetin yksikkönä käytetään millipascalsekuntia (mPas). Veden viskositeetti on 1 mPas, tyyppillisen päällystyspastan Brookfield-viskositeetti on 1000-2000 mPas.

Nesteet jaetaan tyyppillisesti reologiansa mukaan Newtoniaalisiin, ei-Newtoniaalisiin sekä viskoottisiin ja viskoelastisiin nesteisiin. Neste on Newtoniaalinen, jos sillä ei ole viskoelastisia ominaisuuksia, eikä sen viskositeetti ole riippuvainen leikkausnopeudesta tai leikkausajasta. Luonnossa ei ole ideaalista Newtoniaalista nestettä, mutta vesi ja jotkut öljyt lähellä tätä.

Leikkausohenevan pastan viskositeetti pienenee, kun leikkausnopeus kasvaa. Syynä on pigmenttipartikkelien orientoituminen virtauksen suuntaan, jolloin virtausvastus pienenee. Päällystepastat ovat yleensä leikkausohenevia, mutta voivat olla tietyillä leikkausnopeuden alueilla myös leikkauspaksunevia.

Leikkauspaksunevan pastan viskositeetti kasvaa leikkausnopeuden kasvaessa. Suurimmissa leikkausnopeuksissa päällysteet ovat yleensä leikkauspaksunevia. Kuiva-ainepitoisuuden ollessa suuri on pastassa väliainetta vain juuri antamaan voitelua systeemiin. Kun rakenne häiriintyy leikkauksen vaikutuksesta, se pyrkii laajentumaan, eikä väliaine enää riitä välitilan täyttämiseen. Tälöloin virtausvastus kasvaa eli viskositeetti kasvaa.

Pastan pigmenttipartikkelit voivat pakkautua usealla eritavalla, näin ollen pastan viskositeetti on herkkä partikkelien muodolle, koolle ja kokojakaumalle. Pienin viskositeetti saadaan pallomaisilla partikkeleilla. Pastan sisältämällä ilmalla on vaikutus viskositeettiin. Ilmapitoisuuden noustessa viskositeetti suurenee, koska ilma pastassa käyttäytyy kiinteän aineen tavoin ja nostavat kiinteän faasin tilavuutta. Mitä suurempi pastan viskositeetti on sitä suurempi sen lämpötilariippuvuus on. Viskositeetti yleensä pienenee, kun lämpötila pastassa nousee.

Viskoelastisuus viittaa reologiseen käyttäymiseen, jossa aineella on sekä viskoottisia, että elastisia ominaisuuksia. Päällystyspastat ovat hyvin elastisia matalilla leikkausnopeuksilla, mutta korkeilla leikkausnopeuksilla pastan rakenteen rikkoutuvat ja ne käyttäytyvät viskoottisten aineiden tavoin. Eli päällystyspastat ovat siis viskoelastisia aineita.

Vesiretentiolla tarkoitetaan pastan kykyä pidättää itsessään vettä. Kun päällystyspasta on kontakrissa kartonkirainan kanssa, tietty määrä pastan vedestä imeytyy rainaan. Huonolla vesiretentiolla tarkoitetaan tilannetta missä vesi poistuu pastasta helposti. Alhainen vesiretentio aiheuttaa kuiva-ainepitoisuuden nousemista ennen terää, joka aiheuttaa huonoa ajettavuutta, päällystemäärän säätöongelmia sekä päällysteen huonoa pintaa. Liian korkea vesiretentio voi aiheuttaa päällystekerroksen irtoamista rainasta heikon sitoutumisen takia tai päällysteen kuivatus voi vaikeutua. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 186)

4.2 Metsä Board Tako pastaresepti

Pastaresepteissä ilmoitetaan eri komponenttien määrät siten, että pigmenttien kuiva kokonaismäärä on 100 ja eri pigmenttien osuudet ilmoitetaan kuiva-aineosuuksina. Sideaine- ja lisäainemäärät ilmoitetaan painoprosentteina pigmenttien kokonaismäärästä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 190)

Metsä Board Takolla pasta valmistetaan raaka-aineista tehtaan pastakeittiöllä, josta se pumpataan suoraan päällystysasemille. Taulukossa 1. on Metsä Board Takon käyttämä pastaresepti. Pastan lämpötila seosaltaassa on 38 °C. (Metsä Board Tako)

TAULUKKO 1. Pastaresepti

Raaka-aineet	Osa pigm. %
Pigm.1(Hieno kaoliini)	30
Pigm.5(HC-CC-75)	50
Pigm.6(HC 90)	20
Dispergointiaine	0,13
Vaahdonestoaine	0,1
Sideaine 1 PVA	0,5
Sideaine 2 CMC	0,35
Lipeä	0,05
Lateksi 2 SA	14,5
Optinen kirkaste	0,5

Ominaisuudet

KAP	64,50 %
Brookefield viskositeetti	1400 mPas
pH	8,6

Taulukosta 1. nähdään, että Metsä Board Takollakin käytetään pigmenttinä hieno kaoliinia (30%), keskihienoa kalsiumkarbonaattia (50%) sekä hieno kalsiumkarbonaattia (20%). Taulukosta 1. nähdään myös, että suurimpana sideaineena on lateksi ja lisäaineena lipeää käytetään sopivan pH:n saamiseksi. (Metsä Board Tako)

4.3 Huomioita pastan käyttäytymisestä säiliössä

Ruuvipumput eivät kestä ilmaa. Ilman joutuminen pumppuihin lyhentää niiden kestoikää. Ilma kuluttaa pumpussa kumistaattoria. Ilma saattaa aiheuttaa myös kuormituspiikkejä, kun kitka roottorin ja staattorin välillä nousee voitelun puutteesta, mikä saattaa rikkoa jopa pumpun kytkimen. Tällöin tulee erityisesti varoa ettei pastasäiliöissä synny pyörteitä mikä lisää pumpulle pääsevän ilman määrää.

Pasta on huomattavasti vettä viskoottisempaa, joten ajotilanteessa pyörrettä ei niin helposti muodostu. Ongelma on kuitenkin pastan mukana oleva ilma. Pastakonekiertojen suunnittelijan mukaan pastasäiliön (raketin) pinta tulisi olla tasolla puolet tuloputken pinnasta, jotta ilmaa pääsisi pastan joukkoon mahdollisimman vähän (kuva 9). Säiliön pinnan korkeuden asetuksella 50% saavutettiin 10.7.2014 kokeissa pienin vaahtoaminen. Pasta menee lähes putken puolivälin tasolle, mutta tällä asetuksella saavutettiin silti vähäisin vaahtoaminen. Kuten kuvassa 9 näkyy, säiliössä syntyy aina vähän vaahtoa, joka johtuu tulevan pastan liian voimakkaasta virtauksesta, mille ilman putkimuutoksia ei voida mitään. Ajotilanteessa pinta tulee siis pitää 50% tasolla, jossa pyörrettä ei synny ja pinnallekkaan ei kerry ylimäärin vaahtoa. Säiliöön syntyy ajotilanteessakin pyörre, jos raketin pinta lasketaan alle 30% tasolle.



KUVA 9. Pastasäiliön pinta-asetus 50% vähiten vaahtoa (Metsä Board Tako, Simo Wilen)

Seisokeissa pastasäiliöön pumpataan pesuvettä, jolloin pyörteen syntyminen säiliöön erityisesti korostuu veden matalamman viskoositeetin takia. Kuvassa 10 on tilanne, jossa pastasäiliön pinnankorkeuden asetus on 30% ja säiliössä on vettä. Kuvan mukaista tilannetta tulee välttää. Ainakun konekierrossa pumpataan vettä, on pastasäiliön pinnan oltava mahdollisimman korkealla, jotta pumpput eivät ime ilmaa. Myös pumppujen tuotto tulee pudottaa niin alas, että ohjausnopeus menee 0%:iin, jotta pyörrettä säiliössä ei syntyisi.



KUVA 10. Pastasäiliössä imupyörre (Metsä Board Tako, Simo Wilen)

5 PÄÄLLYSTYSMENETELMÄ TAKOLLA

Metsä Board Takon tehtaalla kartonki päällystetään pintapuolelta lajista riippuen kahdella tai kolmella sivelytelapäällystimellä (kuva 11), taustaa ei päällystetä. Päällystysasemien valmistaja on Jagenberg. Takolla käytetty rataleveys on 3340-3400 mm. Maksimi nopeus popella on 513 m/min, perus ajonopeusalue on 420-500 m/min. Päällystemäärätavoite lopputuotteessa on 14g/m^2 . (Metsä Board Tako)



KUVA 11. 3. Päällystysasema pysähdyksissä, ei rainaa. (Metsä Board Tako 1.4.2014)

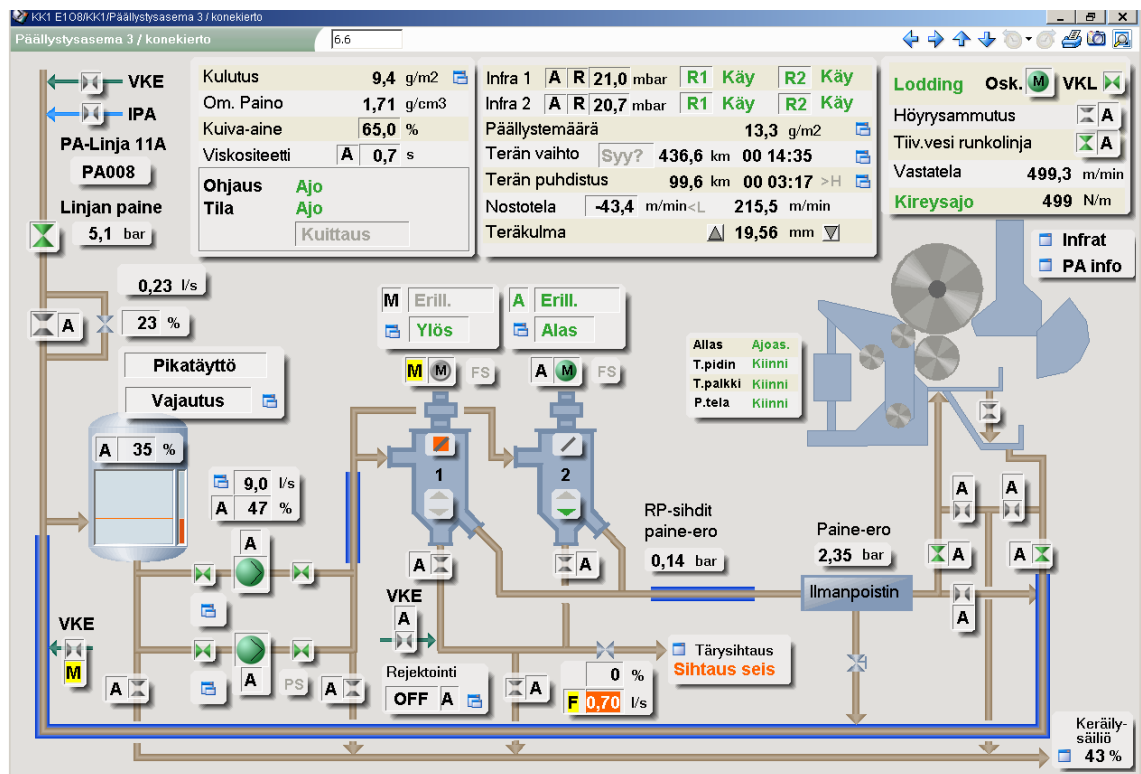
6 NYKYTILANNE

KK1:sen 3.päälystysaseman konekierto toimii kahdella Nemon Mohno NE-80 ruuvipumpulla (kuva 10). Alkuperäinen tilanne oli, että vain toista pumpppua käytettiin kerrallaan ja toinen pumppu oli varalla. Kuitenkin tuotantomäärien noustessa, myös 3. päälystysaseman konekierron tuotto täytyi saada suuremmaksi ja tästä syystä jouduttiin ottamaan kummatkin pumput saman aikaiseen käyttöön. Yhdelläkin pumpulla pystyy pumppaamaan tarvittavan määrän pastaa hetkellisesti, mutta pitempiaikainen pumpun käyttö niin korkeilla kierroksilla hajoittaa pumpun nopeasti. (Metsä Board Tako)



KUVA 10. Pastapumput (Metsä Board Tako1.4.2014)

Metsä Board Takolla käytetään DNAClient ohjelmaa, jolla ohjataan tehtaan kartonkikoneita. Kuvassa 11. on KK1.sen 3.päällystysaseman ohjauskuva. DNAClient ohjelmalla nähdään aseman sen hetkiset tiedot, kuten pastan kulutus sekä pastapumppujen tuotto. Kuva myös hyvin havainnollistaa aseman toimintaa. Pasta pumpataan pastakeittiöltä pastasäiliöön, josta se pumpataan kahdella pumpulla sivelytela-asemalle. Pasta sihdataan kahdella RP-sihdillä, jonka jälkeen pasta menee ilmanpoistimen kautta seosaltaaseen. Sihdeiltä, ilmanpoistimelta ja sivelyasemalta on takaisinkierto säiliöön. Aseman konekierrossa on myös Grönmark/Swecon tärysihti, jota ei ole oikein koskaan saatu toimimaan. (Metsä Board Tako)



KUVA 11. DNAClient, KK1 päällystysaseman 3/konekierto. (Metsä Board Tako)

6.1 Nykytilanteen ongelmat

Kuten taulukosta 1. näkee, pastan pigmentti aineet ovat yleensä kaoliini sekä kalsiumkarbonaatti. Tämä aiheuttaa sen, että pasta on hiovaa ainetta ja kuluttaa ruuvipumppujen staattoria sekä roottoria nopeasti. Käytössä olevat pastapumput ovat alimitoitettuja nykyisille pumppaus määrille. Se aiheuttaa pumppujen nopeaa hajoamista, noin 3-4 viikon välein. Nyt kahdella ruuvipumpulla pumpatessa, pumput eivät kulu tasaisesti. Pumppuja vaihdetaan vain sen rikkoutuessa, jolloin pumput eivät ole synkrossa. Epäsynkro pumpuissa aiheuttaa paineiskuja, joka rasittaa pumppuja, venttiilejä, sihtejä sekä koko putkistoa. Pumppujen epäsynkro aiheuttaa myös järjestelmän tärisemistä, joka voi aiheuttaa pumppujen ja sihtien ennenaikaista rikkoutumista. Sihdit ja pumput aiheuttavat liikaa tuotannollisia häiriöitä ja näin ollen hylkyä. (Metsä Board Tako)

Pastasäiliön nykyiset käsiventtiilit (kuva 12) kuluvat nopeasti, mikä aiheuttaa sen ettei käsiventtiilit enää pidä. Aina pumpun hajoessa pastasäiliö täytyy ajaa tyhjäksi ennen pumpun vaihtoa. Tällöin KK1:sellä ajetaan kartonkia ilman viimeistä päällystysasemaa mikä aiheuttaa sen, että lopputuote on hylkyä. Pahimmassa tapauksessa pumpun hajoaminen aiheuttaa koko koneen käyntikatkoksen. (Metsä Board Tako)



KUVA 12. Pastasäiliön nykyiset käsiventtiilit (Metsä Board Tako 1.4.2014)

7 ASEMAN KEHITTÄMINEN

Metsä Board Takon KK3:sen päällystysasemat toimivat yhdellä Nemon Mohno NE-80 pumpulla, mutta pienemmällä tuotantomäärällä ja näillä asemilla ei ole samoja ongelmia kuin KK1 koneella. Tästä voidaan olettaa, että KK1:sen 3.päällystysaseman ongelmat johtuvat juuri pumppujen epäsynchroniasta.

Kolmannen päällystysaseman ongelmien korjaamiseksi Metsä Board Takolle on hankittu entistä isompi pastapumppu NEMO®:n NM07SY – R87/160, sekä hankinnassa on uudet venttiilit Flowroxilta. (Metsä Board Tako)

7.1 Pumppu

Taulukossa 2 on NEMO®:n NM07SY – R87/160 ruuvipumpun valmistajan antamat tiedot. (NEMO®)

Taulukko 2. Pumpun tekniset tiedot

Käyttöolosuhteet		Q _{nimellinen}	Q _{minimi}	Q _{maksimi}
Virtausnopeus	m ³ /h	30	25	40

paine-ero	bar	4.9	4.9	4.9
imupaine	bar	0.1	0.1	0.1
poistopaine	bar	5	5	5
kierrosnopeus	rpm	178	152	230
liukunopeus	m/s	1.07	0.92	1.39
Taajuus	Hz	39	33	50
Vaadittu teho	kW	5.91	4.98	7.78
vääntömomentti	Nm	303.76	301.11	309.07
käynnitysmomentti	Nm	302	302	302
Käyttölämpötila	°C	20	20	20

7.2 Tuottomäärä

Jotta pastan pinnan korkeus säilyisi samana seosaltaassa täytyy uuden pumpun tuottomäärän olla vastaava kuin kahden nykyisen pumpun tuotto on. DNAClient ohjelmalla nähdään, että pumppujen tuotto on keskimäärin ollut noin 8.5 l/s.

$$8.5 \frac{l}{s} \times 60 \frac{s}{min} \times 60 \frac{min}{h} = 30600 \frac{l}{h} \quad (2)$$

Näin siis saadaan tunnin tuotoksi 30.6 m³/h.

7.3 Pumpun kierrosluku

Ruuvipumpulla tuotto ideaalilanteessa on suoraan verrannollinen kierroslukuun. Taulukosta 2. nähdään, että pumpun tuotto on 30m³/h kierroksilla 178 rpm. Huom., kun ruuvipumppu kuluu käytössä se alkaa päästämään läpi. Jotta tuotto säilyy samana joudutaan kierrosnopeutta lisäämään ja tällöin myös pumppu kuluu entistä nopeammin.

x = Pumpun uusi kierrosluku.

$$\frac{x}{178 \text{ rpm}} = \frac{30.6 \frac{m^3}{h}}{30 \frac{m^3}{h}} \quad (3)$$

$$x = 178 \text{ rpm} \times \frac{30.6}{30} = 181.56 \text{ rpm} \approx 182 \text{ rpm}$$

Näin saadaan tarpeeksi tarkka kierrosluku laskettua uudelle pumpulle.

7.4 Sähkömoottorin kierrosluku

Uutta pumppua käytetään 11kW:n kolmivaihe sähkömoottorilla. Sähkömoottori pyörii 50Hz taajuudella 1475 rpm. Moottorin ja pumpun välissä on vaihde ja tällöin 50Hz taajuudella pumppu pyörii 230 rpm. Tällöin vaihteen välityssuhde on 230/1475 eli 46/295.

Kun pumpulle halutaan pyörimisnopeudeksi 182 rpm niin tällöin sähkömoottorin kierrosluku täytyy olla:

$$\frac{181.56 \text{ rpm}}{230 \text{ rpm}} \times 1475 \text{ rpm} = 1164.35 \text{ rpm} \quad (4)$$

Sähkömoottoria ohjataan taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttaja eli invertteri kertoo sähkömoottorilla käytetyn taajuuden prosentuaalisena lukuna. Eli 50Hz maksimi taajuus vastaa 100% lukemaa invertterissä. Sähkömoottorin kierrosluku on suoraan verrannollinen taajuuteen eli tällöin sähkömoottorin käyttämä kierrosluku näyttää invertterillä lukuna:

$$100\% \times \frac{1164.35 \text{ rpm}}{1475 \text{ rpm}} = 78.94\% \quad (5)$$

7.5 Venttiilit

Venttiileiksi valikoitui Flowroxin edustajan avulla:

PVE125M10-303LR1Z1, SBRT.

PVE	125	M	10	-	3	0	3	L	R1Z1	SBRT
-----	-----	---	----	---	---	---	---	---	------	------

PVE = suljettu

125 = koko (DN)

M = käsikäyttö

10 = paineluokka 10 bar

3 = laippaporaus DIN PN 16

0 = rungon materiaali rauta (GRS/fe)

3 = Laipan muoto, tyyppi 3

L = aukivetolenkit

R1Z1 = lisäverusteina induktiiviset rajakytkimet, R1= AC/DC, Z1 = 24V DC

SBRT = letkumateriaali styreenibutadieeni

(Flowox, Petri Nikku 17.4.2014)

7.6 Säästö

Metsä Board Takolla käytetään SAP-ohjelmistoa. SAP ohjelmalla voidaan etsiä laitenumeroilla tai toimipaikan nimellä, niihin kuuluvat laitteistot sekä laitteiden osalistat. Ohjelmalla nähdään myös varaosien tilanne sekä niiden varastopaikka. SAPin avulla työnjohto suorittaa tarvittavat osatilaukset sekä työnjohdon kuuluu merkitä SAP:iin kaikki toimipaikkaan liittyvät kunnossapidon korjaukset sekä huollot.

SAPista löytyy KK1:sen 3.päällystysaseman alta kaikki siihen toimipaikkaan liittyvät kunnossapito toimet. Vertaamalla näitä kunnossapitotoimien päivämääriä hylky-, katko- ja seisokkilistaan voidaan päätellä onko 3.päällystysaseman pumpuista aiheutunut tuotantokatkoksia tai hylkytuotetta.

Takon KK1:sen 3.päällystysaseman ensimmäiselle pumpulle löytyy taulukon 3 mukaiset vaihtopäivämäärät SAPista. SAPin tietojen mukaan toimipaikalla on vain käytetty kahta eri pumppua; PU1827 sekä PU1860.

Taulukko 3. KK1:sen 3.päällystysaseman ensimmäisen pumpun vaihtopäivämäärät

laite	aloitus päivämäärä	lopetus päivämäärä
TAKPU1827	3.12.2012	13.08.2013
TAKPU1827	16.2.2011	16.8.2012
TAKPU1860	13.11.2013	→
TAKPU1860	16.08.2012	3.12.2012
TAKPU1860	1.1.2012	16.2.2011

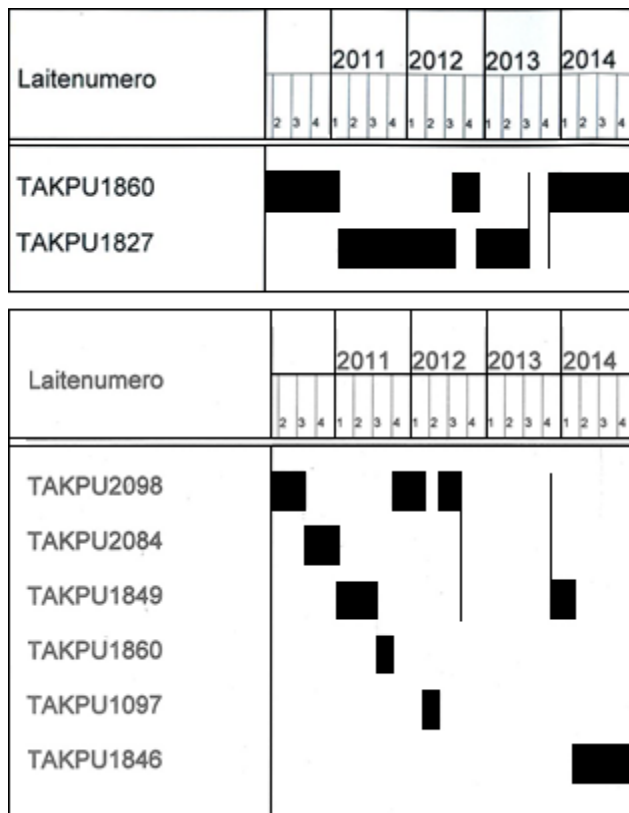
Metsä Board Takon KK1:sen 3.päällystysaseman toiselle pumpulle on löytyy taulukon 4 mukaiset vaihtopäivämäärät SAPista. SAPIin merkattujen tietojen mukaan 2. pumppuna on käytetty kuutta eri pumppua; PU2089, PU2084, PU1849, PU1860, PU1097 sekä PU1846. Huom. PU1860 on siis toiminut vuoronperään 3. päällystysaseman kumpanakin pumppuna.

Taulukko 4. KK1:sen 3.päällystysaseman toisen pumpun vaihtopäivämäärät

laite	aloitus päivämäärä	lopetus päivämäärä
TAKPU1846	6.3.2014	→
TAKPU1097	1.3.2012	21.5.2012
TAKPU1860	20.7.2011	7.10.2011
TAKPU1849	13.11.2013	6.3.2014
TAKPU1849	17.1.2011	20.7.2011
TAKPU2084	10.8.2010	17.1.2011
TAKPU2098	21.5.2012	27.8.2012
TAKPU2098	7.10.2011	1.3.2012
TAKPU2098	1.1.2010	10.8.2010

Kuvassa 13 on havainnollistettu mitkä pumput ovat olleet 3.päällystysasemalla ja kuinka pitkään. Ylempänä on esitetty 3.päällystysaseman ensimmäisellä toimipaikalla toimineet pumput ja kuinka pitkään ajallisesti ne ovat olleet asennettuina ja alempana toisen toimipaikan pumput.

Kuten kuvasta 13 näkyy, mustien viivojen välissä olevana aikana SAPin mukaan asemalla ei ole ollut ollenkaan toimipaikalla pumppua. Ensimmäisellä toimipaikalla ei ole ollut SAPin mukaan 13.08.2013 - 13.11.2013 välisenä aikana pumppua, sekä vastaavasti toisella toimipaikalla ei ole ollut pumppua välillä 27.08.2012 - 13.11.2013. SAPiin merkatussa datassa on virhe, ei ole mahdollista, että ensimmäisen toimipaikan pumppua ei ole ollut kolmeen kuukauteen käytössä sekä toisen toimipaikan pumppua 15 kuukauteen. Aikavälit milloin pumppuja ei ole ollut käytössä menevät päällekkäin joten SAPin tietojen mukaan 3. asemalla ei ole ollut ollenkaan pumppuja välillä 13.8.2013 – 13.11.2013. Tämä ei voi pitää paikkaansa. Joko SAPIin on unohtunut merkitä pumpun vaihto tai on sattunut inhimillinen virhe päivämäärien kirjauksessa.



KUVA 13. 3.päällystysaseman pumppujen vaihtopäivämäärät trendinä. (Metsä Board Tako)

Hylky-, katko- ja seisokkilistojen data alkaa 1.4.2012, joten tarkastelen tämän jälkeen tapahtuneita pumpun vaihtopäiviä. Niitä päiviä, milloin on ollut katko tai seisokki ja mitkä vastaavat taulukoiden 3 ja 4 pumppujen vaihtopäivämääriä, ei ole montaa tapahtumaa. Niinäkin päivinä, mitkä vastaavat pumppujen vaihtopäivämääriä katko- ja seisokkilistoissa, ei ole merkitty syyksi pumpun hajoamista.

Mekaanisesta laitehäiriöstä aiheutuneessa hylkytuotelistassa ei ole samana päivänä olevaa laitehäiriötä kuin mitä pumppuja on vaihdettu taulukoiden 3 ja 4 perusteella. Oletan voidaan olettaa, että KK1:sen 3. päällystysaseman pumput eivät ole hajonneet ajon aikana niin, että olisivat vaikuttaneet lopputuotteeseen. KK1:sen 3.päällystysaseman pumppuja on siis vaihdettu kuvan 13 datan mukaisesti vain, kun sattunut jostain muusta syystä katko tai on ollut muutenkin seisokki.

Päällystysaseman ensimmäistä pumppua on vaihdettu 3.5 – 16 kuukauden väliajoin ja toista pumppua on vaihdettu keskimäärin 2-6 kuukauden väliajoin (kuva13). Syy toisen toimipaikan pumppujen nopeampaan hajoamiseen on toisen toisen toimipaikan pumpun putkituksien huono geometria. Liitteessä 5 olevasta piirustuksesta nähdään, että pumpun putkituksessa on heti pumpun jälkeen 90° mutka. Pumpatessa pasta lyö suoraan seinää vastaan, jolloin se aiheuttaa pumppuun takaisin paineiskuja mikä hajoittaa pumppua nopeammin.

Yhden päällystysaseman pumpun vaihto ajonaikana maksaa Takolle noin 7500€. Pumpun vaihto kestää noin tunnin ja tällöin ajonaikana aiheutuu tunnin katko tuotannossa, joka maksaa noin 5000€. Pumpun varaosille tulee noin 2500€ hintaa. Vuonna 2012 on 3.päällystysaseman pumppuja vaihdettu viisi kertaa yhteensä. Olettaen, että pumput ovat vaihdettu ajonaikana, tällöin hintaa pumppujen vaihdoille on tullut $5 \times 7500\text{€} = 37500\text{€}$. Uudella pumpulla on tarkoitus ajaa vuosi ja vaihtaa se hallitusti seisokissa, milloin vaihdolle tulee hintaa vain sen varaosien verran eli 2500€. Säästää vuosittain siis tulisi 35000€. Lyhyen aikavälin suurin säästö on, että työ tuotetaan opinnäytetyönä, eikä tilata alihankkijalta. Työ on kopioitavissa myös muille KK1:sen päällystysasemille, jolloin saadaan koko koneelle parempi tuottavuus paremmpalla toimintavarmuudella. (Metsä Board Tako)

8 PUMPUN ASENNUS

Sain opinnäytetyöhöni (Liite 1, 2 & 3) AutoCad-kuvat. Pyrin ensin tekemään vanhojen kuvien perusteella asennuskuvat uudelle pumpulle. Saamani kuvat ovat alunperin vuodelta 1995 eivätkä vastaa enää nykyistä KK1:n 3.päällystysaseman rakennelmaa. Saamissani kuvissa ei ole kuin yksi pumppu 3. päällystysasemalla. Kuvissa ei ole myöskään mitoituksia muulle kuin pumpun pedille. (Caverion, Esa Alanne, 16.6.2014)

Kuvien perusteella en pystynyt suunnittelemaan uuden pumpun asennusta, joten päätin itse mitata 3. päällystysaseman montusta tarvittavat mitat. Mittaamisessa käytin perinteistä rullamittaa, joten toleranssi piirustuksissa on $\pm 1\text{mm}$. Suunnitellessani asennusta päädyin helpoimpaan muutostyöhön eli asentamaan uuden pumpun paikalle 1, eli kartonkikonetta lähempänä olevan pumpun tilalle. Mitoituksissa voi olla lieviä heittoa verrattuna todellisiin mittoihin johtuen mittaustavan vaikeudesta mittaolosuhteissa.

Asennettavassa pumppu-, sähkömoottoripaketissa on oma lisäjalka (Liite 4), joka tulee purkaa pois, jotta pumppu mahtuu korkeudestaan paikalleen. Toinen vaihtoehto on nostaa pastasäiliötä ylöspäin, joka on paljon suurempi työ sekä vaatii myös uudet putkitukset toiselle pumpulle.

Piirsin aluksi nykytilannetta vastaavat CAD-kuvat (Liite 5 & 6), joiden perusteella tein uuden pumpun asennusta varten tarvittavat CAD-kuvat (Liite 7 & 8). Kuviin piirsin vain putkitukset mitkä muuttuvat. Uudelle pumpulle täytyy muuttaa myös sen petiä.

Uusien putkituksien suunnittelussa tähtäsin mahdollisimman yksinkertaisiin muutoksiin olemassa oleville putkituksille. Säiliöltä tulevaa tuloputkea tulee kääntää 100° koneen popen suuntaan (liite 7), jotta säiliön tuloputki olisi pumpun imuaukon kohdalla. Uusi pumppu on myös 705 mm (liite 4) pidempi vanhaa pumppua, jolloin pumpun peti on liian lyhyt ja täytyy uusia pumpun vaihdossa. Peti tulee asentaa myös 35 mm matalammalle (liite 8), jotta uuden pumpun- ja vanhan putkituksienlaipat osuvat korkeudesta kohdilleen. Työlle varaisin kahden päivän seisokin. Ensimmäisenä päivänä vanhan pumpun sekä putkituksien purku sekä pedin muutokset. Toisena päivänä uusien putkituksien, venttiilien sekä pumpun asentaminen.

9 POHDINTA

Työn tavoitteena oli selvittää uudelle konekierron pumpulle säätöparametrit, valita uudet venttiilit sekä suunnitella uudelle pumpulle putkitukset. Työllä pyrittiin parempaan toimintavarmuuteen sekä kunnossapidollisiin parannuksiin ja tätä kautta säästöihin. Ennen työn tavoitteisiin tarttumista halusin käydä läpi päällystystapahtuman teoriaa sekä siihen liittyvät eri applikaatiot.

Tavoitteet saavutettiin ja saatiin muodostettua päällystystapahtuman teoriasta, pumpuista, pastasta sekä Takolle asennettavasta konekierron pumpun parametreista yhtenäinen kokonaisuus.

Takolta saaduissa esitiedoissa kerrottiin pumppujen menevän hajalle 3-4 viikon välein. Aluksi oletin tämän tarkoittavan vain KK1:sen 3.päällystysaseman pumppuja, mutta se tarkoittaa, että koko tehtaassa päällystysaseman pumppuja vaihdetaan 3-4 viikon välien.

Työn teoria osuudessa käytiin eri päällystystapoja lävitse ja niiden tietojen perusteella nykyinen sivelytelapäällystin on oikea valinta päällystykseen Takolle. Sivelytelapäällystimellä päästään helposti korkeisiin päällystemääriin, mutta se ei toiminut hyvin kovilla ajonopeuksilla. Takolla popen maksimi nopeus onkin vain 513m/min, ja perus nopeus alue 420 m/min- 500 m/min, joka on sopiva sivelytela päällystimelle. Kaksoisvastatela päällystin voisi olla parempi vaihtoehto kartongin päällystämiseen, mutta ei tarvittava investointi, kun nykyisillä sivelytelapäällystimillä päästään vaadittavaan laatuun.

Metsä Board Takolla on todettu ruuvipumppu parhaaksi vaihtoehdoksi pastan pumppaamiseen päällystysasemalle. KK1:sen 3.päällystysaseman pumppujen monttuun ei ole edes arkkitehtuurin takia mahdollista asentaa epäkeskopumppuja ilman paljon suurempaa paikan sekä putkituksien muutosta. Tällöin epäkeskopumpun asennus vaatisi paljon suuremman investoinnin sekä muutokset ajotapoihin, jota ei kannata lähteä testaamaan ilman takeita paremmasta toimintavarmuudesta.

LÄHTEET

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2006. Kemiallinen metsäteollisuus 2. Paperin ja kartongin valmistus. 5. painos. Jyväskylä: Opetushallitus

Metsä Board Tako, Simo Wilen

Flowrox, Petri Nikku 17.4.2014

Lähtenkorva, A. 2013. Päälysteprofiilien hallinta. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Mäkitalo, V. 2013. Irrokepaperin pintaliimaus ja kalanterointi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Annala, M. 2006. Päälysteen reologiaan vaikuttavat tekijät. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Caverion, Esa Alanne 16.6.2014

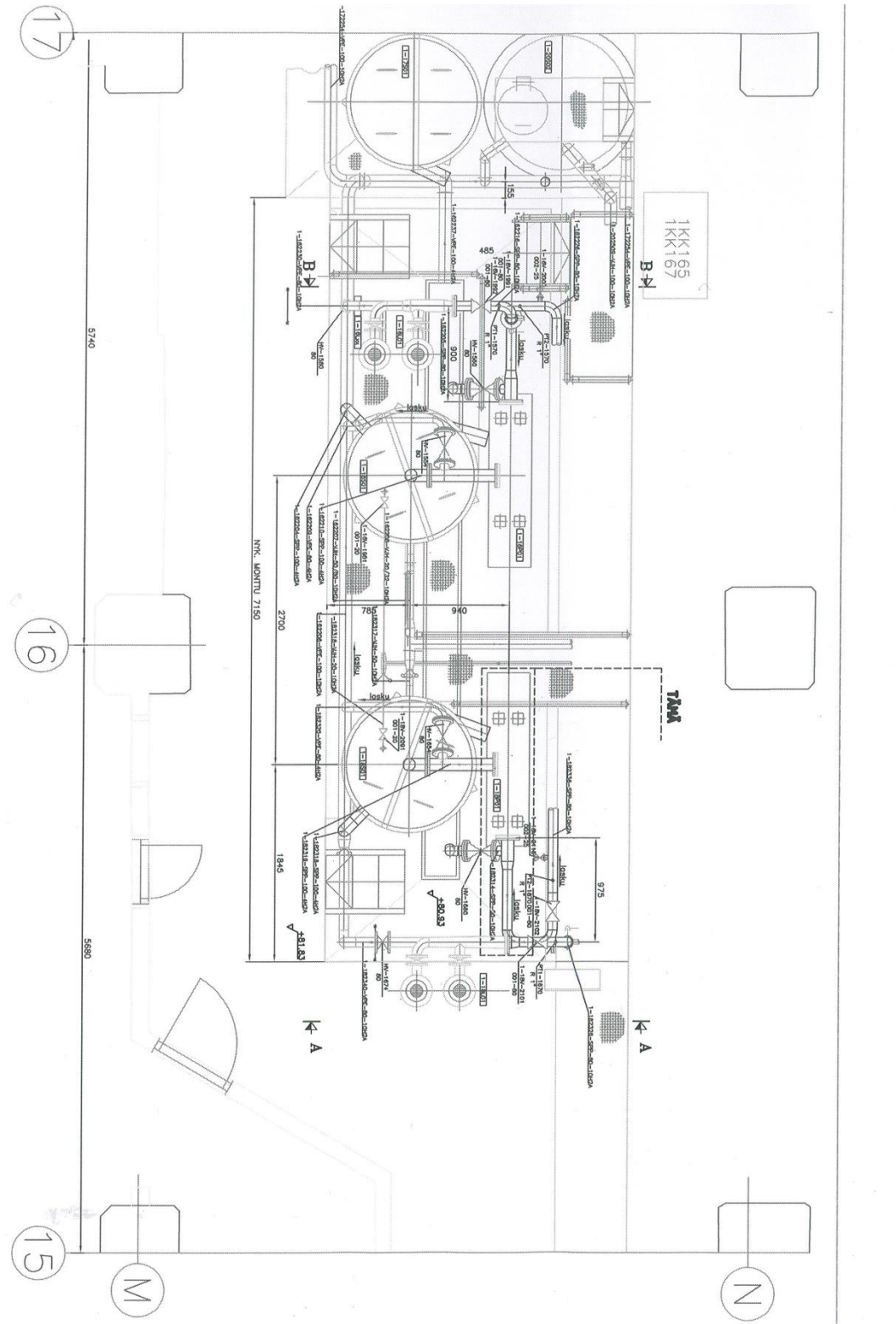
Petri Peltola, Kiertopaine Oy 22.7.2014

Netzsch. Internetsivut.
www.netzsch.com

LIITTEET

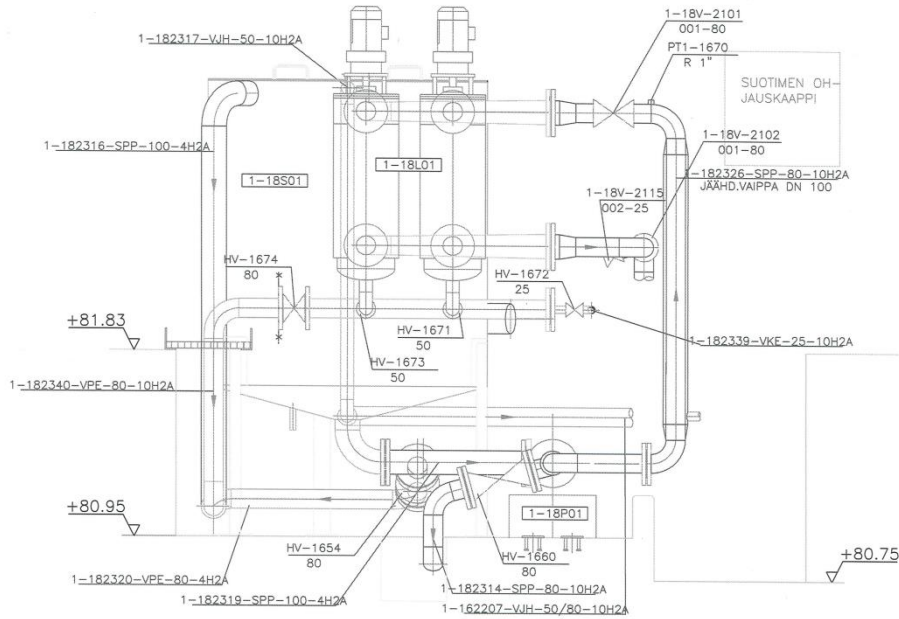
Liite 1. CAD-piirustus 3. päälytyssasema (Caverion, Esa Alanne)

1 (3)

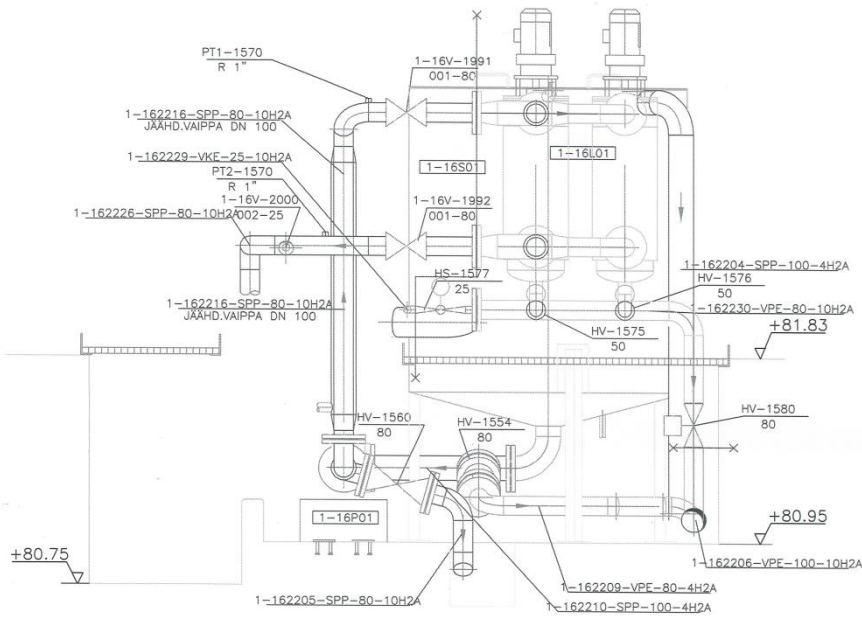


Liite 2. CAD-piirustus 3.päällystysasema (Caverion, Esa Alanne)

2 (3)



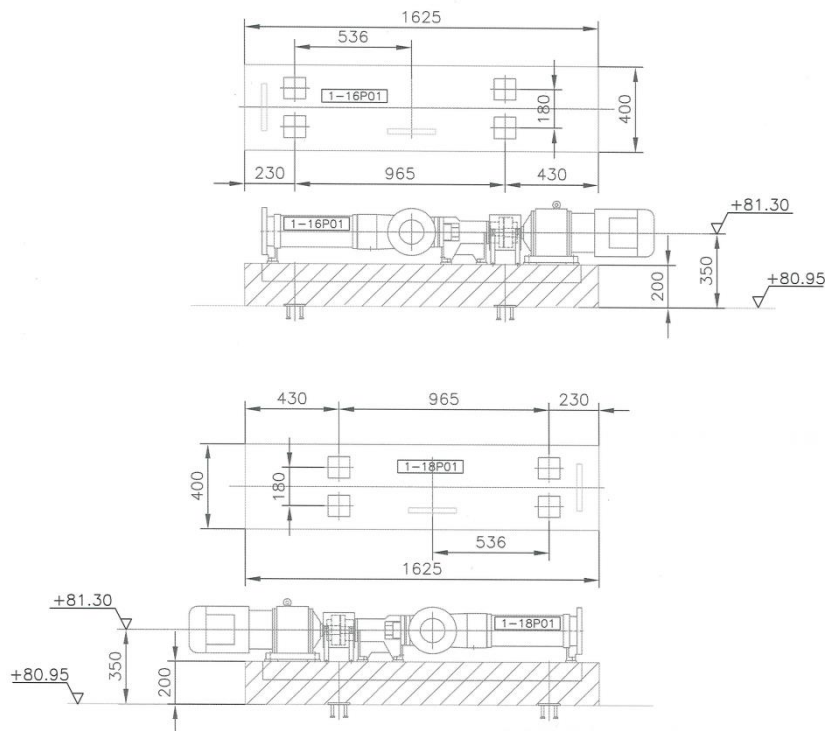
LEIKKAUS A - A



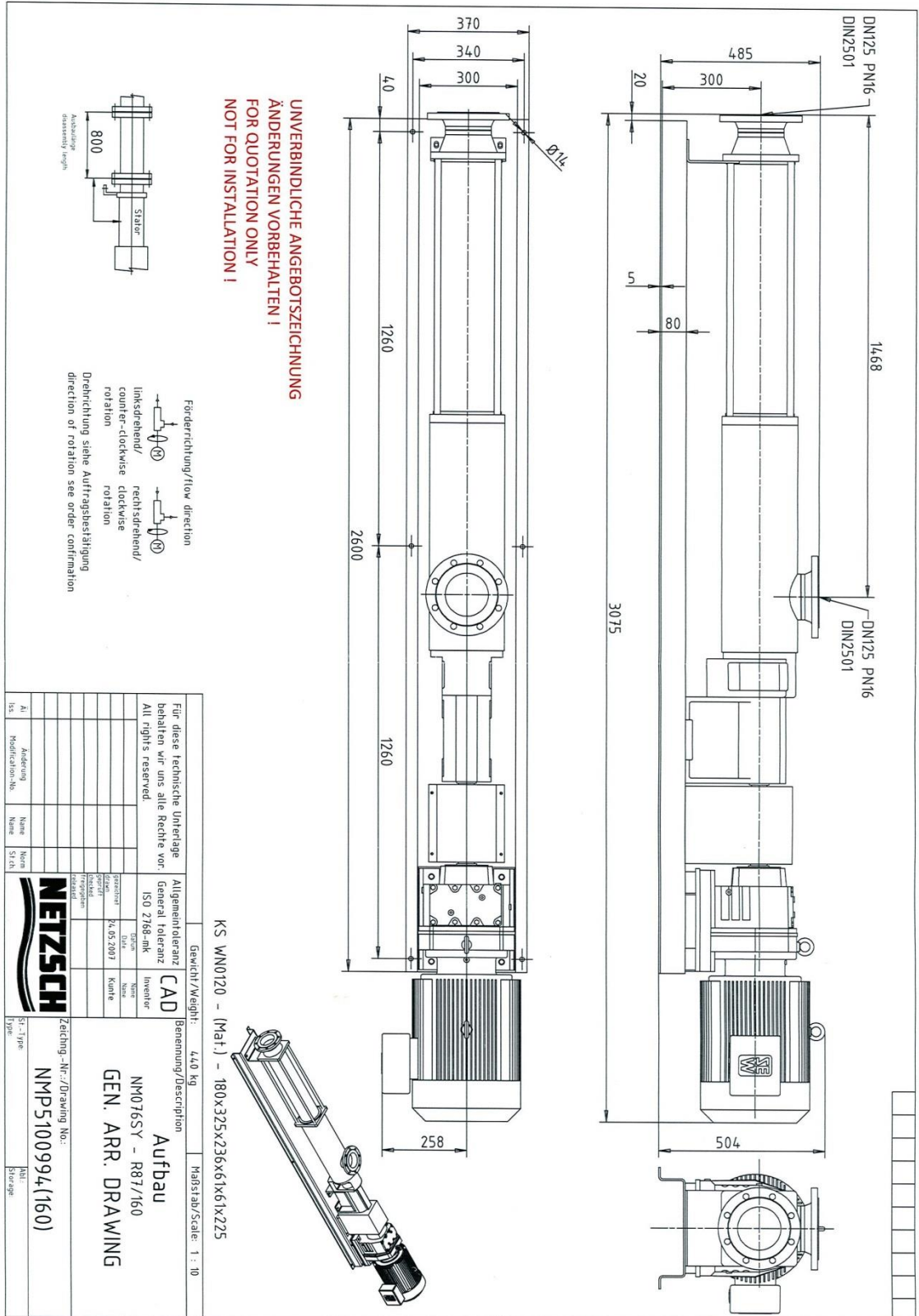
LEIKKAUS B - B

Liite 3. CAD-piirustus 3.päällystysasema (Caverion, Esa Alanne)

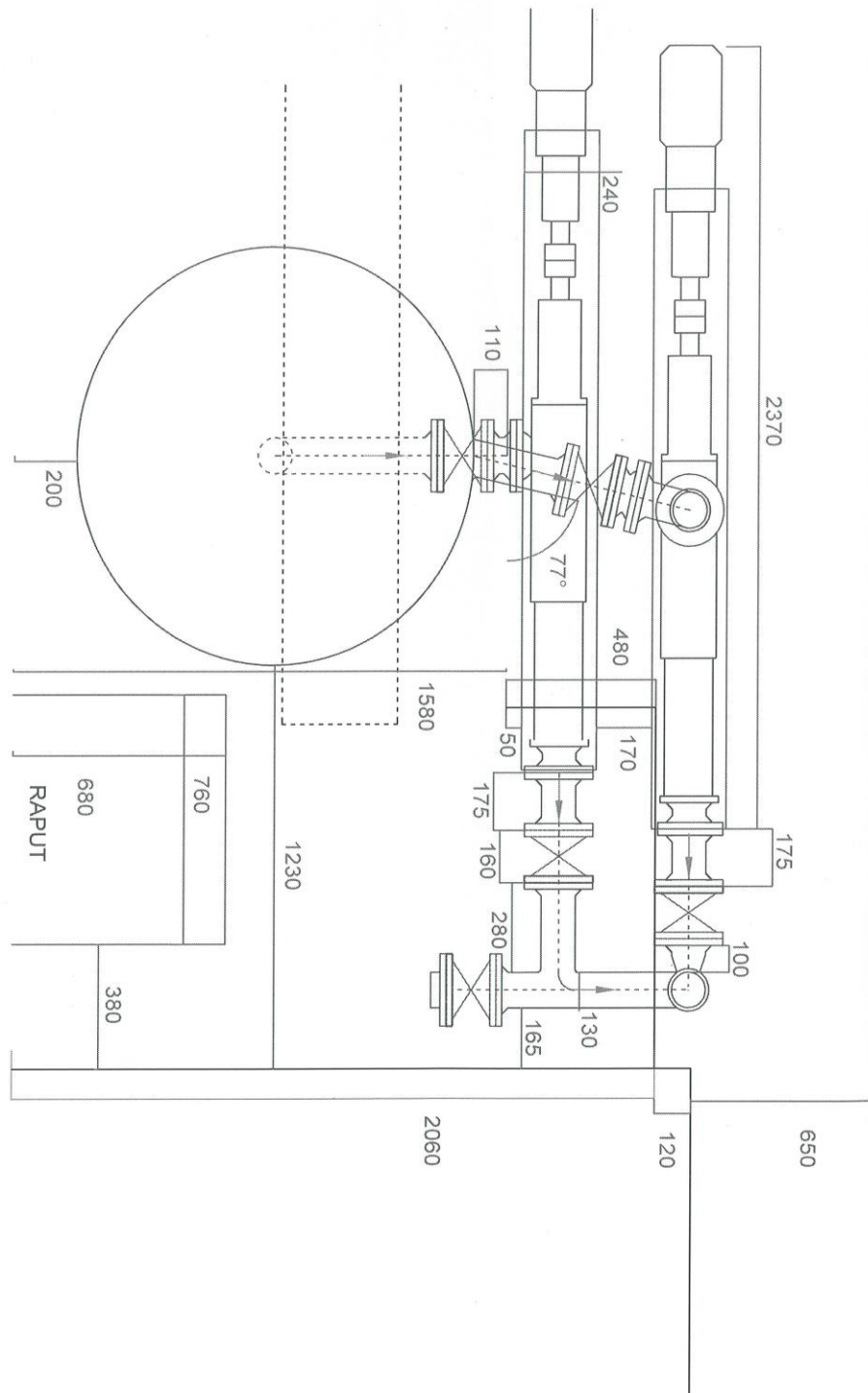
3 (3)



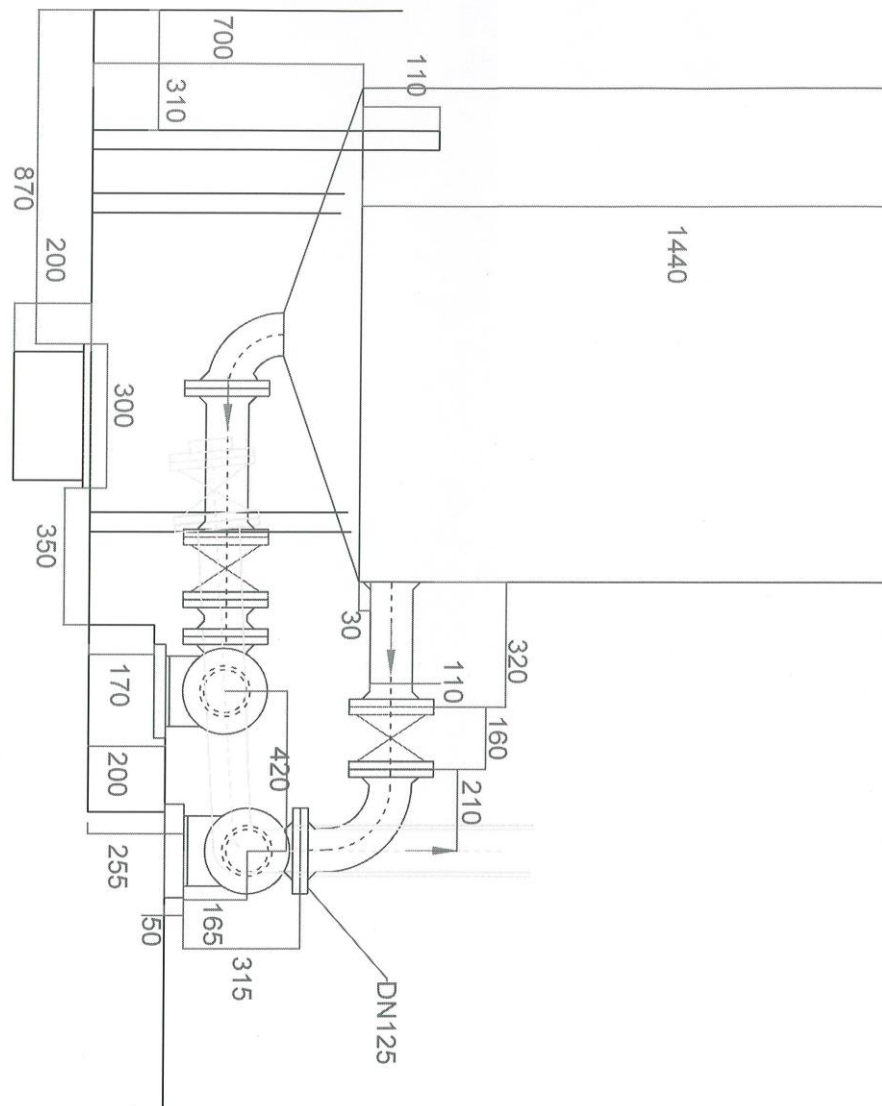
Liite 4. Pumppu NEMO NM07SY – R87/160 (Metsä Board Tako)



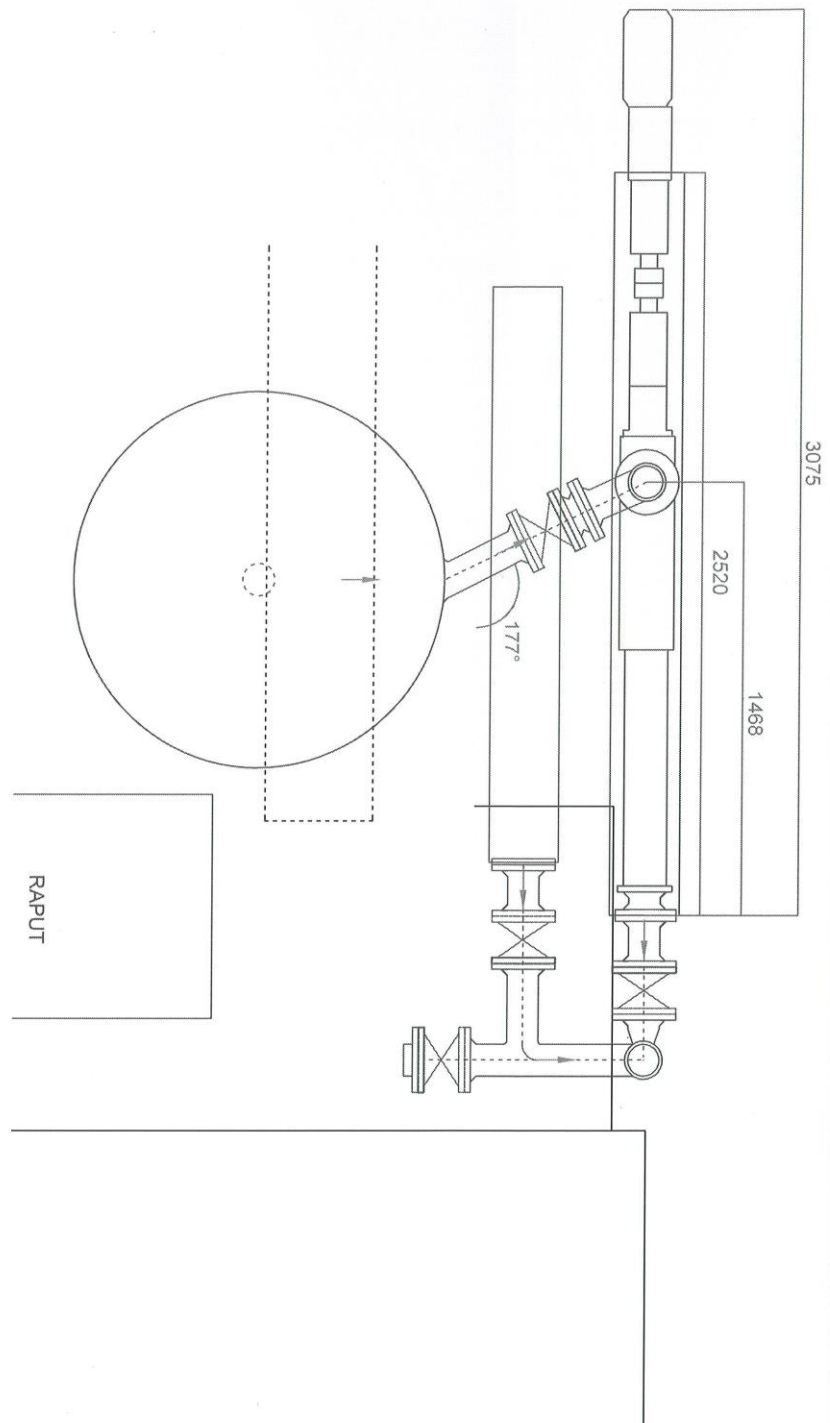
Liite 5. Mitoituskuva 3.päällystysaseman yläpuolelta



Liite 6. Mitoituskuva 3.päällystysaseman päästä



Liite 7. Uudelle pumpulle tehtävät muutostyöpiirustus aseman yläpuolelta



Liite 8. Uudelle pumpulle tehtävät muutostyöpiirustus aseman päästä

