

SYMBELT-TELAN PUTKITUKSEN KEHITYS

Eetu Tuovinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011

Paperikoneteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä TUOVINEN, Eetu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 26.5.2011
	Sivumäärä 38 + 4	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi SYMBELT-TELAN PUTKITUKSEN KEHITYS		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja Jyväskylän ammattikorkeakoulu SÄLLINEN, Pekka, Lehtori		
Toimeksiantaja Metso Paper inc., SymBelt-suunnittelu ERONEN, Ville, Kehitysinsinööri		
Tiivistelmä <p>Metson kenkäpuristintelan eli SymBelt-telan sisäpuolinen putkitus kaipasi kehittämistä. Tuotteen valmistus siirtyi Jyväskylään Rautpohjan tehtaalle vuonna 2009. Kehitysprojekti putkituksen osalta katsottiin nyt tarpeelliseksi, sillä putkituksen kanssa oli ilmennyt ongelmia.</p> <p>Opinnäytteen tekeminen tapahtui työskentelemällä Metson tiloissa Rautpohjan tehtaalla. Lähtökohdana työlle oli putkitukseen käytettävän työtuntimäärän pienentyminen ja telan rakenteen kehittyminen. Myös jo aloitetun parametrinen putkitusmallin edelleen kehittäminen oli aluksi tarkoitus liittää opinnäytetyön sisältöön. Parametrinen malli jätettiin kuitenkin sittemmin pois laajuutensa vuoksi ja sen vuoksi, että mallia ei telan rakenteen vielä kehittyessä kannata kehittää liian pitkälle.</p> <p>Opinnäytetyön tekemisen päätuotteena putkitussuunnittelun tarpeisiin syntyi putkituksen tarkistuslista, jota käyttämällä voidaan tulevaisuudessa välttää aiemmin tehdyt virheet sekä nopeuttaa suunnittelua esittelemällä kannattavia tapoja ja ratkaisuja putkistosuunnittelun tekemiseen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Paperikoneet, puristinosat, suunnittelu, tuotekehitys, putkistot		
Muut tiedot		



Author TUOVINEN, Eetu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date May 26 th 2011
	Pages 38 + 4	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (x)
Title SYMBELT ROLL PIPING DEVELOPMENT		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor JAMK University of Applied Sciences SÄLLINEN, Pekka, Lecturer		
Assigned by Metso Paper Inc., SymBelt-engineering ERONEN, Ville, Development Engineer		
Abstract <p>The inside piping of Metso's shoe press roll, SymBelt roll, needed developing. The manufacturing of SymBelt-rolls came to Jyväskylä and Rautpohja Factory in 2009. A development project concerning the piping of the roll was considered necessary because there had been some trouble with the piping.</p> <p>Working on the thesis was done by working at Rautpohja Factory. The basic idea behind the thesis was to reduce engineering hour spent on the piping of the rolls and to improve the structure of the roll. There was also an already started project of developing a parametric model of the SymBelt roll and the initial idea was to include the further development of the model into the thesis as well. Eventually, the parametric model was nevertheless left out, mainly due to its extent as a topic and because the development was considered unproductive since the structure of the rolls is still under change.</p> <p>The main end product of the thesis is a checklist for the piping design for SymBelt rolls. The use of this checklist can help piping designers avoid the mistakes and made in the past and speed up the whole process of piping design by listing good methods and solutions for the piping design.</p>		
Keywords Paper Machines, press section, design, research & development, piping		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	4
2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	4
2.1 Metso-konserni	4
2.2 Metson historiaa.....	6
2.3 Metso Paper	8
2.4 Rautpohjan tehdas.....	9
2.5 SymBelt-suunnittelu	11
3 PAPERIKONEEN PURISTINOSA	12
3.1 Yleistä.....	12
3.2 Kenkäpuristin	16
3.3 SymBelt-puristin	17
3.3.1 SymBelt-telan rakenne.....	18
3.3.2 SymBelt-telan toimintaperiaate.....	19
4 TYÖN LÄHTÖKOHDAT.....	20
4.1 SymBelt-telan putkitus.....	20
4.2 Parametrinen putkitusmalli.....	21
5 TUOTEKEHITYS	22
5.1 Käynnistäminen	22
5.2 Luonnostelu.....	22
5.3 Kehittäminen.....	23

5.4 Viimeistely.....	25
6 TYÖN ETENEMINEN	25
7 RAKENNEKEHITYSEHDOTUKSET	27
7.1 Kuormituslohkojen korvaaminen telan akselin sisäisellä öljykanavalla	27
7.2 Pääöljynpoistoputken kannakointi	29
7.3 Kannakointivälit.....	30
7.4 Vakiointi	31
7.4.1 Kannakointi.....	32
7.4.2 Putkien järjestys telan uumalla	32
7.4.3. Päätykasetti	32
8 PUTKITUKSEN TARKISTUSLISTA.....	34
9 TYÖN TULOKSET JA POHDINTA	34
LÄHTEET	37
LIITTEET	39
Liite 1. SymBelt-telan putkitus	39
Liite 2. Putkituksen tarkistuslista	40
Liite 3. Putkituksen tarkistuskuva	42

KUVIOT

KUVIO 1. Liikevaihto asiakasteollisuuksittain 2010. (Vuosikertomus 2010.).....	5
KUVIO 2. Metso-konsernin henkilöstö segmentittäin. (Vuosikertomus 2010.)	6
KUVIO 3. Metson historia vuoteen 1999 saakka.(Historia 2010.)	8

KUVIO 4. Metso Paperin organisaatorakenne. (Yleistietoa Paperi- ja kuituteknologia –segmentistä 2011.)	9
KUVIO 5. Rautpohjan tehdasalueen kartta. (Tervetuloa Rautpohjaan 2010, muokattu.)	11
KUVIO 6. Paperikoneen puristinosalla paperin kuiva-ainepitoisuus nousee merkittävästi. (KnowPap 2010.)	13
KUVIO 7. Nippitapahtuman vaiheet. (KnowPap muokattu.)	14
KUVIO 8. SymBelt-puristimen nippi ja esimerkkikuormituskuva. (Telakirja).....	17
KUVIO 9. SymBelt-telan osat. (Telakirja, muokattu)	18
KUVIO 10. Luonnostelun työvaiheet. (Jokinen 2001, 22.)	23
KUVIO 11. Kehittelyn työvaiheet. (Jokinen 2001, 92.)	24
KUVIO 12. SymBelt-telan akseli, jossa päätyjen ikkunat näkyvissä.	29
KUVIO 13. Kannakemalli pääöljynpoistoputken kannakointiin.	30
KUVIO 14. Karkea havainnollistamiskuva päätykasetin sektoriajattelumallista.....	33

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni toimeksiantaja Metso Paper Oy on maailman johtavia paperi-konevalmistajia. Metso Paperin Rautpohjan tehtaalla suunnitellaan ja valmistetaan lukuisia paperikoneen komponenttija. Yksi Rautpohjan tehtaan tuotteista on paperi-koneen puristinosalla käytettävä kenkäpuristintela, Metson tuotenimellä SymBelt.

Opinnäytetyöni ensisijaisena tavoitteena oli halu vähentää SymBelt-telojen putkituk-sen projektikohtaisia suunnittelutunteja sekä yksinkertaistaa ja kehittää putkituksen rakennetta. Alkuperäisenä tarkoituksena oli myös luoda toimiva parametrimalli Catia V5R17-suunnitteluohjelmalla joka helpottaisi SymBelt-suunnittelua jatkossa.

Opinnäytetyön parissa työskentely tapahtui Metso Paperin tiloissa jossa minulla oli oma työpiste. Olin työsuhhteessa Metso Paperin kanssa opinnäytetyön tekemisen ajan. Työsopimus kirjoitettiin neljäksi kuukaudeksi. Työn ohjaajina toimivat Jyväsky-län ammattikorkeakoulusta Pekka Sällinen sekä Metso Paperin puolelta Ville Eronen.

2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

2.1 Metso-konserni

Metso on kansainvälisesti toimiva teknologiakonserni jolla on teknologia- ja palvelu-liiketoimintaa yli 300 yksikössä yli 50 maassa. Metsolla on asiakaskuntaa yli 100 maassa ja maailmanlaajuisesti Metso-konserni työllistää noin 27 000 ihmistä. Kon-sernitasolla Metsolla on oma toimitusjohtajansa ja eri yksiköillä omansa. Vuoden 2011 helmikuun loppuun ja eläkkeelle jäämiseensä saakka Metso-konsernin toimitus-johtana toimi Jorma Eloranta. Maaliskuun 2011 alusta lähtien tehtävää on hoitanut

Matti Kähkönen, joka on aiemmin toiminut Metson Kaivos- ja maanrakennusteknologia –segmentin toimitusjohtajana. (Metso lyhyesti, 2011.)

Metso-konsernin liikevaihto vuonna 2010 oli 5 552 miljoonaa euroa. 45 prosenttia liikevaihdosta muodostui palveluliiketoiminnasta. Metso-konsernin liiketominta on organisoitu kolmeen eri segmenttiin: kaivos- ja maanrakennusteknologiaan, energia- ja ympäristöteknologiaan sekä paperi- ja kuituteknologiaan (Metso Paper). Kuviossa 1 on esitetty Metson vuoden 2010 liikevaihto asiakasteollisuuksittain. (Vuosikertomus 2010, 4.)

Liikevaihto asiakasteollisuuksittain

Liikevaihto 5 552 milj. e (2009: 5 016 milj. e)



KUVIO 1. Liikevaihto asiakasteollisuuksittain 2010. (Vuosikertomus 2010.)

Henkilöstöä Metson palkkalistoilla oli vuoden 2010 lopussa 28 593 (ks. kuvio 2). Tästä Suomen osuus on 31 %. Näistä paperi ja kuituteknologia sekä kaivos- ja maanrakennusteknologia ovat osuuksiltaan suurimmat molempien osuuden ollessa 36 % koko-

naistyöntekijämäärästä. Energia ja ympäristöteknologia jää hieman pienemmälle osuudelle (26 %) hallinnon muodostaessa loppuosan (7 %). (Vuosikertomus 2010, 4.)

Henkilöstö segmenteittäin

Henkilöstö 28 593 henkilöä (2009: 27 166)



KUVIO 2. Metso-konsernin henkilöstö segmentittain. (Vuosikertomus 2010.)

2.2 Metson historiaa

Metson edeltäjäyrityksien juuria voidaan jäljittää 1800-luvulle saakka ja jopa kauemmaksikin. Kauimmaksi voidaan jäljittää eräs 1750-luvulla Suomenlinnassa toiminut pieni telakka, joka myöhemmin päättyi osaksi Valmetia. 1800-luvulla aloitti toimintaansa useampia yrityksiä jotka tänä päivänä kuuluvat Metso-konserniin, muun muassa Karlstadin valimo Ruotsissa. Varsinaisesti Metson historia koostuu kahden suuren suomalaisyrityksen vaiheista, Valmetin ja Rauman. Kuviossa 2 käydään läpi molempien osalta kehityskaaren tärkeitä vaiheita aina yhtiöiden yhdistymiseen saakka (Historia, 2010.)

Rauma-Raahe Oy syntyi vuonna 1942 usean saha- ja puutavarayhtiön yhdistyessä. Vuonna 1951 Suomen talouselämän ensimmäisen suurfuusion myötä Rauma-Raaheen liitettiin kaksi merkittävää saha- ja puutavarayhtiötä, Repola-Viipuri Oy sekä Lahti Oy. Yhtiön nimeksi tuli Rauma-Repola ja se oli aluksi vahvasti puujalostusteollisuudessa, pääasiallisesti sahateollisuudessa sekä selluntuotannossa. Vuonna 1970 Rauma-Repolan omistukseen siirtyi myös Lokomo Oy jonka myötä yritykseen tulivat sarjavalmisteiset koneet, kuten murskaimet ja kaivukoneet. (Mt.)

Valmet (Valtion Metallitehtaat) syntyi vuonna 1946 usean valtion metallitehtaan yhdistyessä. Vuonna 1951 nimi muutettiin Valmetiksi. Valmetin tuotevalikoimaan kuuluivat muun muassa laivat, lentokoneet, aseet, veturit, traktorit, laivamoottorit sekä hissit. Paperikoneiden valmistus entisellä tykkitehtaalla Rautpohjassa alkoi 1950-luvun alussa. Tehtaan ensimmäinen paperikonetoimitus tapahtui vuonna 1953. 1960-luvun puoliväliin mennessä Valmet oli jo merkittävä paperikonetoimittaja ja takana oli useita paperikonetoimituksia. (Mt.)

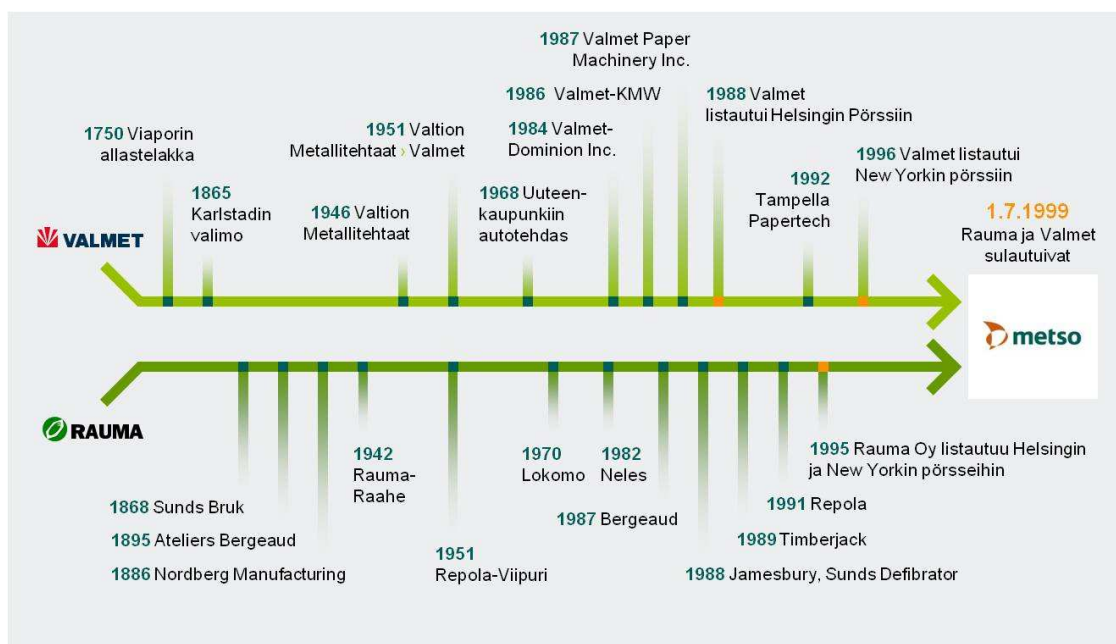
1980-luku oli molempien yritysten osalta suurien muutosten ja yrityskauppojen aikaa. Valmet myi telakkateollisuutensa Wärtsilälle ja osti Wärtsilältä paperin jälkikäsittelylaitteita toimittavan yksikön Järvenpäästä. Rauma-Repola osti suomalaisen Nelexen sekä monia ulkomaisia yrityksiä. Rauma-Repolan metalliteollisuus oli 1980-luvun lopussa suurten muutosten edessä kun Neuvostoliiton romahtaessa tärkeä vientimarkkina-alue katosi ja laivanrekennusteollisuuden markkinat pysähtyivät. 1980-luvun merkittäviä tapahtumia oli myös Valmetin keskittyminen paperikoneisiin ja paperikoneisiin liittyvään teknologiaan osana toiminnan selkeyttämistä ja uudistamista. 1980-lukua leimasi myös toiminnan kansainvälistyminen. Valmet listautui Helsingin pörssiin ensimmäisenä valtionyhtiönä vuonna 1988. (Mt.)

Rauma-Repola fuusioitui Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n kanssa vuonna 1991 muodostaen uuden yhtiön, Repolan, joka vastasi yhtiöiden metsä- ja metalliteollisuustoiminnasta. Uuden yhtiön kone- ja metalliteollisuus keskitettiin yhteen Repolan tytäryhtiöön, Rauma Osakeyhtiöön. Vuonna 1995 Rauma listautui Helsingin ja New Yorkin pörssiin. Vuonna 1996 Repola Oy ja Kymmene Oy sulautuivat yhteen ja muodosti-

vat UPM-Kymmene Oy:n ja Raumasta tuli tällöin UPM-Kymmenen tytäryhtiö. Vuonna 1996 myös Valmet listautui New Yorkin pörssiin. (Mt.)

Vuonna 1998 Valmetin ja Rauman hallitukset ehdottivat yhtiöiden yhteensulauttamista, ja molempien yhtiöiden ylimääräiset yhtiökokoukset hyväksyivät fuusion.

1.7.1999 Valmet ja Rauma sulautuivat yhteen ja muodostivat uuden yhtiön, Metson. (Mt.)

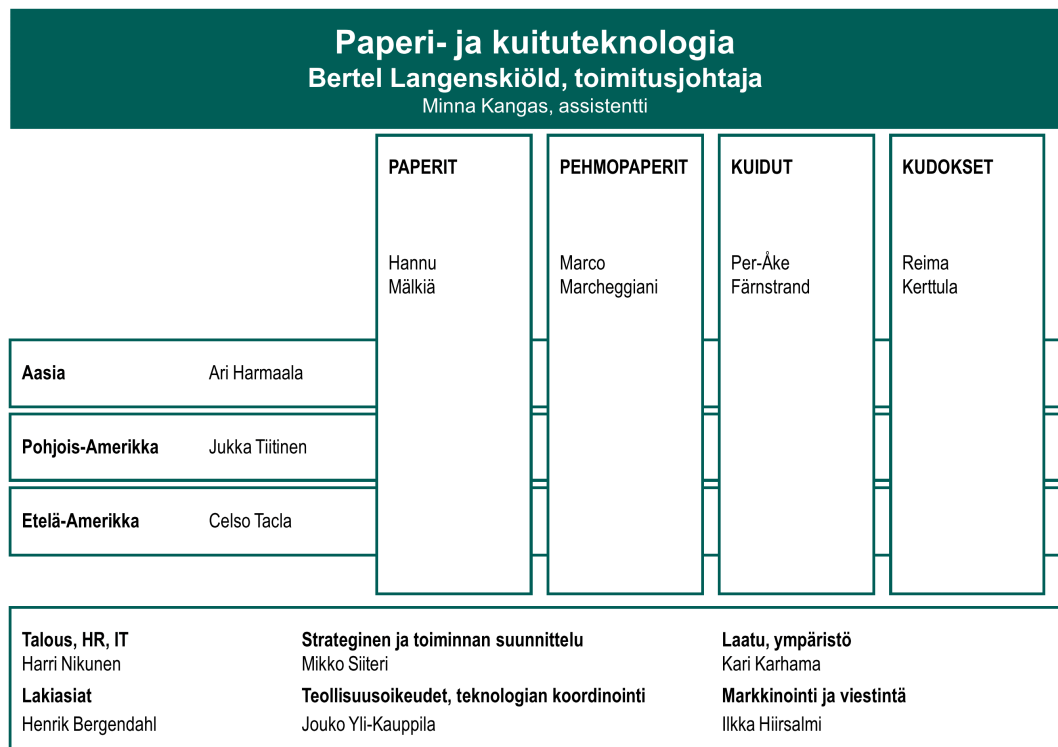


KUVIO 3. Metson historia vuoteen 1999 saakka.(Historia 2010.)

2.3 Metso Paper

Metso Paper on sellu- ja paperiteollisuuden prosessien, koneiden, laitteiden, palveluiden sekä myös paperikonekudosten ja suodatinkankaiden toimittaja. Organisaatio, joka on esitetty kuviossa 3, on jaettu neljään liiketoimintalinjaan: papereihin, pehmo-papereihin, kuituihin ja kudoksiin. Yhteiset toiminnot tukevat liiketoimintalinjojen

toimintaa. Yhteisiä toimintoja ovat talous, IT, HR (henkilöstöosasto), strateginen ja toiminnan suunnittelu, lakiasiat, teollisuusoikeudet ja teknologian koordinointi, laatu ja ympäristö sekä markkinointi ja viestintä. Toimitusjohtajana vuoden 2011 helmikuun loppuun saakka toimi Bertel Langenskiöld ja maaliskuun alusta lähtien tehtävää on hoitanut Pasi Laine. Kuvio 3 esittää vanhan organisaatorakenteen. Rautpohjan tehdas kuuluu Paperit-liiketoimintalinjaan. (Yleistietoa Paperi- ja kuituteknologia –segmentistä 2011.)



KUVIO 4. Metso Paperin organisaatorakenne. (Yleistietoa Paperi- ja kuituteknologia –segmentistä 2011.)

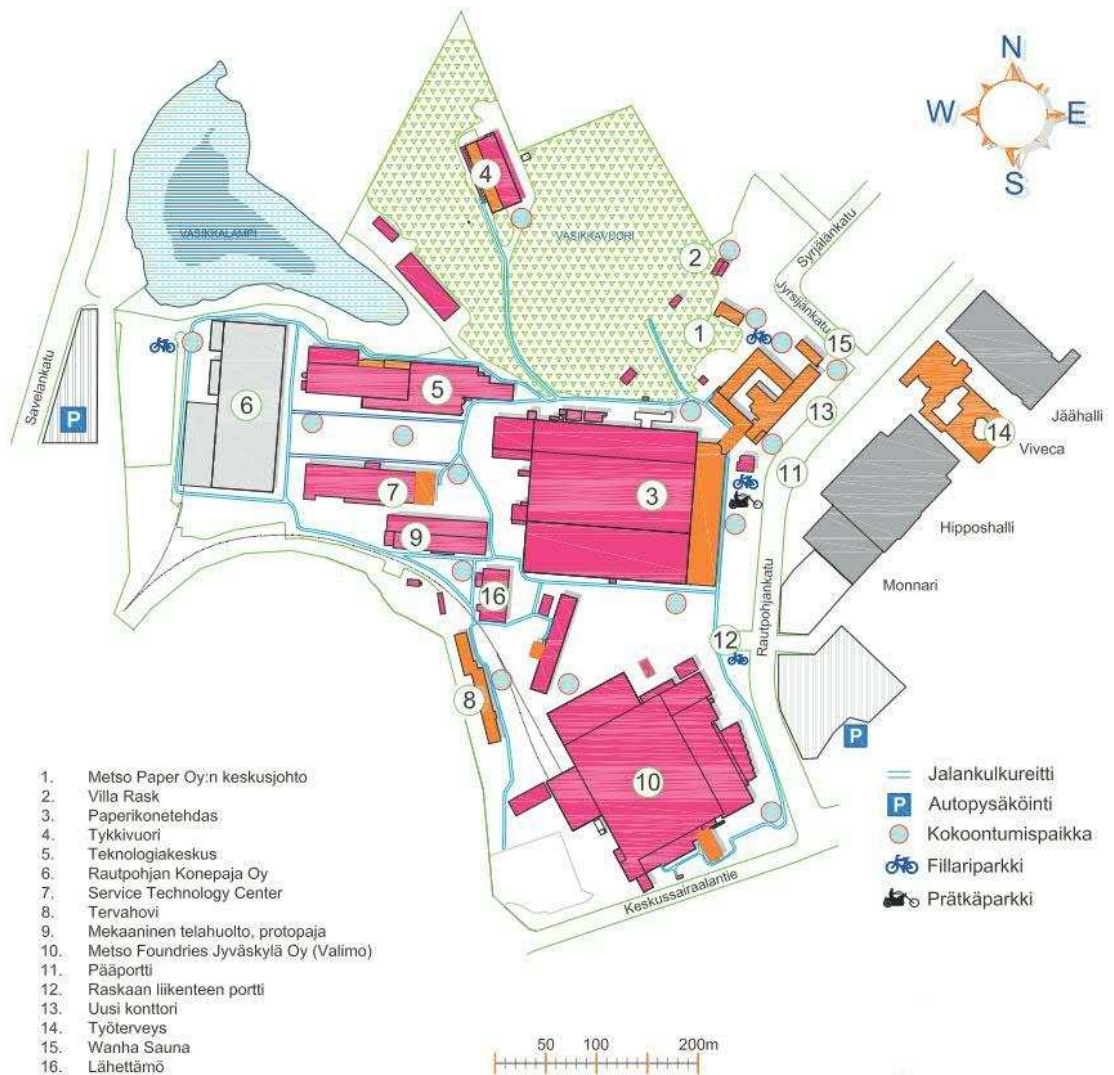
2.4 Rautpohjan tehdas

Rautpohjan tehdas on Metson suurin toimipaikka. Rautpohjan 50 hehtaarin suuruisella tehdasalueella (ks. kuvio 5) työskentelee noin 1700 henkilöä. Alueella sijaitsevat paperi- ja kartonkikonetehtas, teknologiakeskus, paperikoneiden huoltokeskus sekä

valimo. Tuotannon töiden lisäksi Rautpohjassa työskentelee toimihenkilöitä muun muassa suunnittelun parissa. (Tervetuloa Rautpohjaan 2010.)

Rautpohjan tehtaan historia alkaa vuodesta 1938 jolloin nykyisen tehtaan edeltäjä Valtion tykkitehdas aloitti toimintansa. Valimon toiminta Rautpohjassa käynnistyi vuonna 1948. Tykkitehtaasta toiminta kehittyi ja ensimmäinen paperikonetoimitus Rautpohjasta lähti vuonna 1953. Metsolla on Rautpohjan alueella nykyään kaksi koe-paperikonetta. Koelaitoksen toiminta käynnistyi vuonna 1972 kun koneista ensimmäinen käynnistyi. Toinen koepaperikone starttasi vuonna 1996. (Rautpohjan yleisesittely.)

Tehtaalla tapahtuu paperikoneiden määränpään komponenttien tuotantoa. Määränpään komponentteihin kuuluvat muun muassa perälaatikot, viiraosat sekä puristinosat. Viira- ja puristinosista Rautpohjassa tehdään esikokoonpanot. Rautpohjan telavalikoimaan kuuluvat Sym-telat, imutelat, valurautatelat, kuivatussyinterit, Vac-telat sekä SymBelt-telat. Tuotanto työllistää yhteensä noin 400 henkilöä. (Mt.)



KUVIO 5. Rautpohjan tehdasalueen kartta. (Tervetuloa Rautpohjaan 2010, muokattu.)

2.5 SymBelt-suunnittelu

SymBelt tuotteena ajoittuu 1990-luvun alkuun. Telojen valmistus alkoi Ruotsin Karlstadissa vuonna 1990. Vuonna 2005 Rautpohjan tehtaalle perustettiin SymBelt-suunnitteluryhmä. Tästä seuraavana vuonna telojen suunnitteluvastuu siirtyi kokonaan Rautpohjaan. Vuonna 2009 telojen suunnittelu ja kokoonpano siirtyivät kokonaisuudessaan Ruotsista Rautpohjaan.

SymBelt-ryhmän vahvuus on hieman yli kymmenen henkeä. Talon oman väen lisäksi ryhmässä on alihankkijoiden palkkalistoilla olevia suunnittelijoita. Putkitusuunnittelu on pääasiallisesti yhden henkilön vastuulla. Työkaluina SymBelt-suunnittelussa on Catia V5R17-ohjelma joka on yhdistetty Enovia VPM -ohjelmaan (Virtual Product Management). VPM-ohjelmaa käytetään tiedostojen hallintaan, se toimii ikään kuin malliarkistona ja tiedostojen varastona.

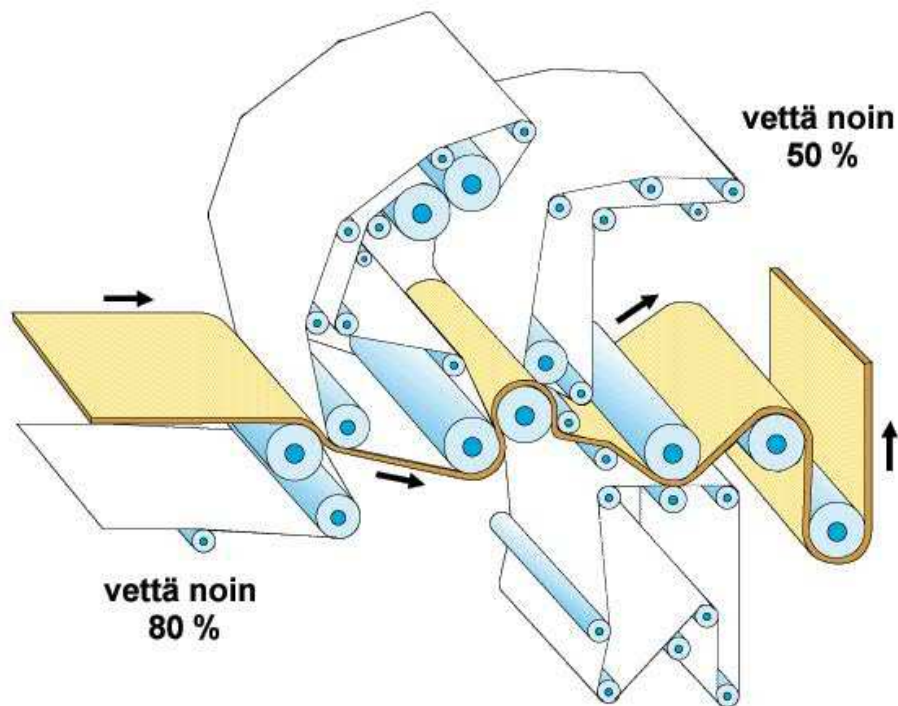
Lisäksi käytössä on IBM:n Lotus Notes -työryhmäohjelmisto, joka yhdistää asiakirjahallinnan, sähköpostin, kalenterin, tiedostojen sekä asiakirjojen jaon sekä lukuisat muut toiminnot. Notesista löytääkin lähes kaiken tarvittavan tiedon jos tietoa vain osaa ja jaksaa etsiä. Se on monipuolinen sekä työtä helpottava ohjelmisto, jolla on valtavasti hyviä ominaisuuksia, mutta sen laajuus on välillä myös ongelma.

Edellä mainittujen ohjelmien lisäksi käytössä on lukuisia erilaisia sovelluksia esimerkiksi materiaalinhallintaan sekä luonnollisesti myös normaalit toimisto-ohjelmistot.

3 PAPERIKONEEN PURISTINOSA

3.1 Yleistä

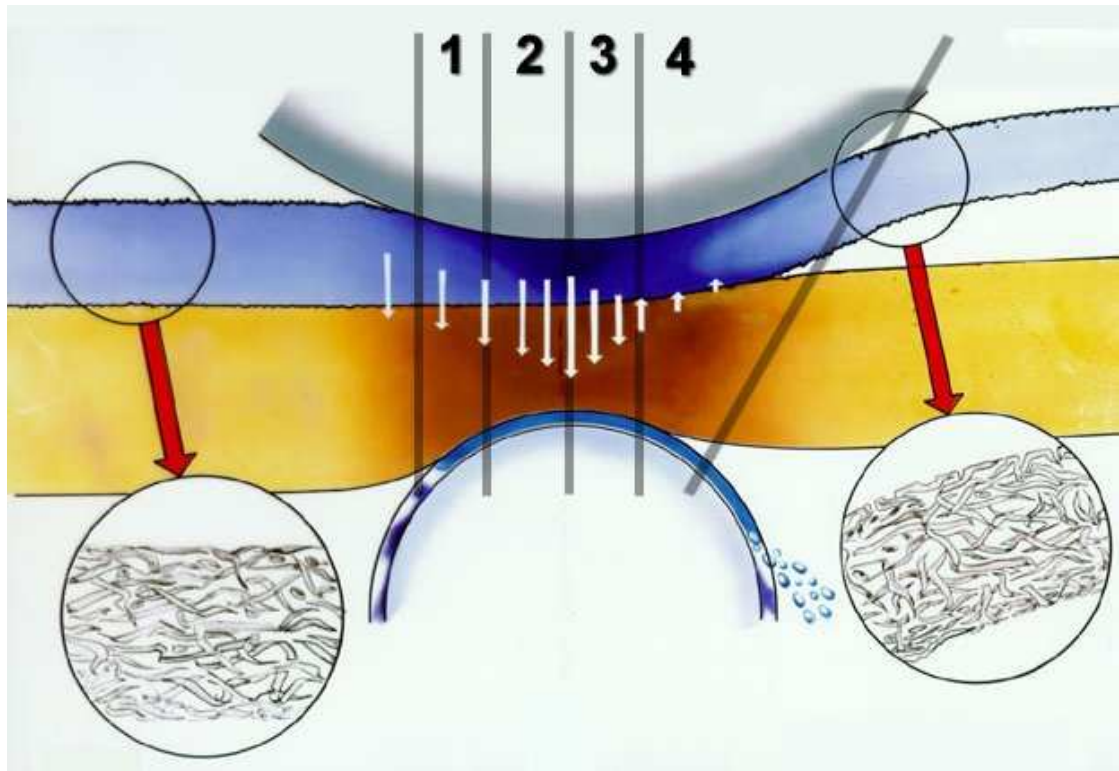
Puristinosa seuraa paperikoneella viiraosaa. Viiraosalta tullessaan paperirainan kuiva-ainepitoisuus on noin 15-20%. Puristinosan jälkeen kuiva-ainepitoisuuden taso on 40-55% paperin laadusta ja puristinosan rakenteesta riippuen. Puristinosan tärkein tehtävä on poistaa viiralla muodostuneesta rainasta vettä mekaanista puristamista hyödyntäen. Taloudellisesti ajatellen puristinosalla on järkevää tavoitella usein suurinta mahdollista kuiva-ainepitoisuutta, sillä vedenpoisto kuivatusosalla on kallista sen suuren energiankulutuksen vuoksi (ks. kuvio 6). Yhden prosentin kuiva-ainepitoisuuden nousu puristinosalla pienentää kuivatusosan höyrynkulutusta 3-4% joten kustannuserot ovat merkittäviä. (KnowPap 2010.)



KUVIO 6. Paperikoneen puristinosalla paperin kuiva-ainepitoisuus nousee merkittävästi. (KnowPap 2010.)

Puristus tapahtuu kahden toisiaan vasten puristetun telan avulla. Paperiraina kulkee joko yhden tai kahden huovan avustamana telojen muodostamasta nipistä läpi. Puristumisen aikana vesi siirtyy paperirainasta puristinhuopaan. Puristustapahtuman aikana raina ohenee ja kuitujen kontaktipinta rainassa kasvaa. Vedenpoiston lisäksi puristinosalla on siis myös paperia tiivistävä vaikutus. Puristinosalla rainaan on myös saavutettava riittävän suuri kuiva-ainepitoisuus, jotta rainan siirto puristimelta kuivaustuosalle onnistuu ilman rainan katkeamista. (Mt.)

Veden siirtymiseen paperista puristinhuopaan ja sieltä edelleen telan pintaan vaikuttavat useat eri tekijät, tärkeimpinä huovan ja telan rakenteet, puristuslämpötila, käytetyn paperimassan koostumus ja jauhatusaste, koneen ajonopeus sekä nipin viiva-kuorma ja paperin viipymäaika nipissä. (Mt.)



KUVIO 7. Nippitapahtuman vaiheet. (KnowPap muokattu.)

Puristuksessa telojen paperirainaan kohdistama paine voidaan jakaa rakenteelliseen paineeseen sekä hydrauliseen paineeseen. Rakenteellinen paine puristaa rainaa kokoon ja hydraulinen aiheuttaa veden virtausta. Märkäpuristuksen mekanismeista selvitettiin ensimmäisen kerran 1960-luvulla ja teoriaa on myöhemmin täydennetty. Teorian mukaan puristimen nippitapahtuma koostuu neljästä eri vaiheesta (ks. kuvio 7):

1. Ensimmäisessä vaiheessa nippi alkaa sulkeutua ja kokonaispaine alkaa kasvaa. Ilma poistuu paperirainasta. Hydraulisia voimia ei esiinny ja telojen välinen voima välittyy sekä huovassa että paperirainassa kuitujen kimmoisten voimien välityksellä. (Paperin ja kartongin valmistus 2006, 155.)

2. Toisessa vaiheessa ilma on täysin poistunut ja paperiraina on täysin veden kyllästämä. Hydraulinen paine saa veden virtaamaan paperista huopaan, sillä huovassa oleva paine on paperirainassa vallitsevaa painetta pienempi. Huovan telanpuolinen hydaulinen paine ei nouse, sillä vesi poistuu telan uriin tai reikiin. Puristinhuopa tulee vedestä kylläiseksi ja ylimääräinen vesi poistuu telan puolelle. Vaiheen lopussa ennen nipin geometrista keskikohtaa nipin kokonaispaine saavuttaa maksimiarvonsa.(Mts. 155.)
3. Kolmannessa vaiheessa nipin laajentuessa kokonaispaine laskee. Nestegradientin ollessa telaan päin suuntautunut kuiturakenteen kokoonpuristuminen kuitenkin jatkuu edelleen. Vaiheen lopussa paperiraina saavuttaa suurimman puristinnipin aikaisen kuiva-ainepitoisuutensa.(Mts. 155.)
4. Neljännessä vaiheessa huopa ja paperiraina eivät ole enää vedellä kyllästettyjä. Neljännen vaiheen alussa paperirainan kuiva-ainepitoisuus on maksimitasolla, mutta tämän jälkeen tapahtuu niin sanottu jälleenkastuminen paperirainan imiessä vettä puristinhuovasta. Jälleenkastumisen voimakkuuteen vaikuttavat sekä puristuslämpötila että kapillaarivoimat. Kapillaarivoimat aiheuttavat veden siirtymisen rakenteellisesti harvemmasta puristinhuovasta rakenteeltaan tiheämpään paperirainaan. (Mts. 155.)

Suurin puristimella saavutettava kuiva-ainepitoisuus riippuu puristettavan paperirainan paksuudesta puristinnipin keskellä. Paperin ollessa ohutta, riippuu tämä paksuus käytössä olevasta puristuspaineesta. Ohuilla lajeilla puristuspaine onkin tärkein puristimen tehokkuuteen vaikuttava tekijä. Tämantyyppistä nippitapahtumaa kutsutaan puristusrajoitteiseksi puristukseksi. Paksuilla paperilajeilla ja kartongeilla paperirainan virtausvastus on merkittävä puristamalla tapahtuvalle vedenpoistolle. Hydraulinen paine tällöin estää paperirainan kuidukon kokoonpuristumisen eli kyseessä on virtausrajoitteinen puristus. Todellisuudessa puristimen nippitapahtuma on aina puristus- ja virtausrajoitteisten nippitapahtumien yhdistelmä. (KnowPap 2010.)

3.2 Kenkäpuristin

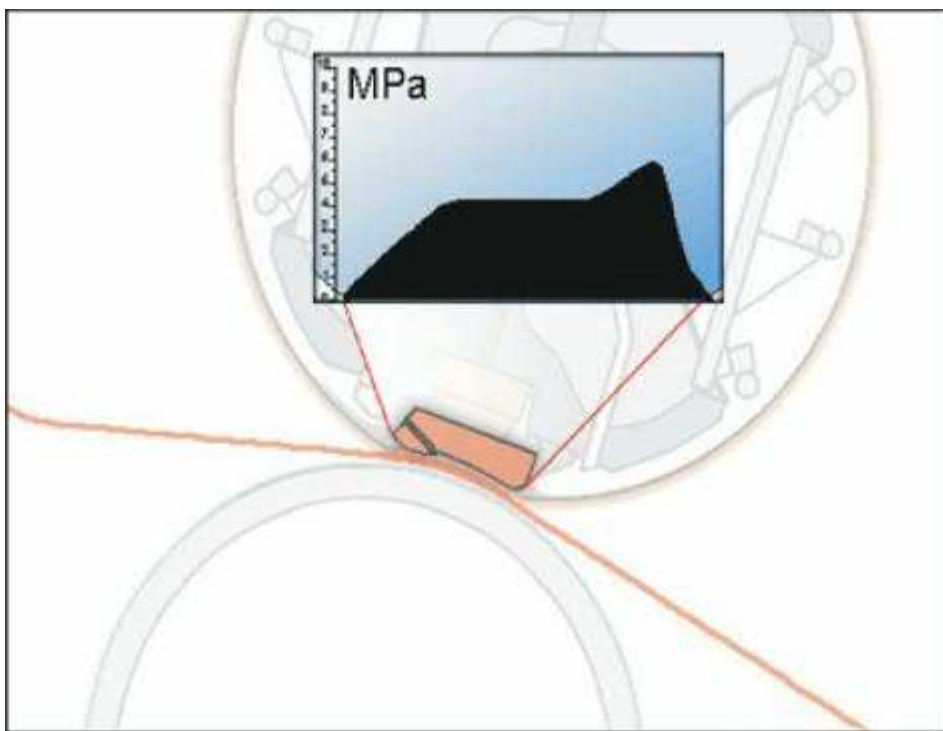
Kenkäpuristin on alun perin kehitetty paksuja lajeja kuten kartonkeja ajatellen, mutta yleistynyt myös paperikoneilla. Puristimen jälkeinen kuiva-ainepitoisuus riippuu suuresti puristimen puristusimpulssista, joka on laskennallisesti puristuspaineen ja viipymääjan tulo. Puristusimpulssin nostaminen nostaa paperikoneen taloudellisuutta puristinkuiva-ainetta nostamalla ja parantaa samalla myös erityisesti paksujen lajien lujuuutta ja ajettavuutta. Kenkäpuristimella puristusimpulssi voi olla 5-10 kertaa suurempi kuin telapuristimella. (KnowPap 2010.)

Kenkäpuristimen avulla puristinosan kuiva-ainepitoisuus voidaan saada 3-8 prosenttiyksikköä korkeammaksi perinteiseen puristimeen verrattuna joka on merkittävä parannus. Kenkäpuristin koostuu vastatelasta ja kuormituskengästä, joka on muotoiltu vastatelan pinnan mukaan koveraksi. Raina ja huovat johdetaan kengän ja telan välistä. Kengän ja huovan välissä on nestettä läpäisemätön hihna eli belt, jonka tarkoituksena on estää kengän voiteluöljyn pääseminen kosketuksiin puristinhuopien tai paperirainan kanssa. Hihna on kuluva osa ja sen vaihtoa voidaankin tavallaan verrata puristinhuopien vaihtoon. (Paperin ja kartongin valmistus 2006, 158-159.)

Nykyään käytettävät kenkäpuristimet ovat tyypiltään telamaisia, joissa päällyshihna muodostaa ikäänkuin telan vaipan ja itse kuormituskenkä on rakennettu tämän vaipan sisäpuolelle. Myös kengän kuormituslaitteet on suljettu pyörivän hihnan sisään ja hihna on kiinnitetty päätykappaleisiin jotka pyörivät hihnan mukana. Näin saadaan suljettu rakenne, jonka avulla öljyn ulospääsy kenkäpuristimesta on estetty. Kenkäpuristimen nipin pituus voi olla jopa kymmenen kertaa suurempi kuin perinteisen puristinratkaisun nipin pituus eli jopa 250-300 millimetriä. Kenkäpuristimen viivakuorma voi myös olla hyvin suuri, jopa yli 1000 Newtonmetriä metrille. Kuitenkin nipin pituuden vuoksi käytettävä nippipaine on yleensä varsin kohtuullinen. Pitkän nipin ansiosta kenkäpuristimella voidaan saavuttaa telapuristinta parempi bulkki samassa kuiva-aineessa tai vastaavasti korkeampi kuiva-ainepitoisuus jos bulkki pysyy samana. (Mts. 158-159.)

3.3 SymBelt-puristin

SymBelt on Metson kenkäpuristinratkaisu, joka on suunniteltu suurille viivakuormille. Puristin koostuu taipumakompensoidusta ja suljetulla rakenteella toteutetusta SymBelt-kenkätelasta, vastatelasta sekä kuormitusliitoksista. Vastatelana SymBelt-puristimessa voi olla joko jäykkä tai taipumakompensoitu tela. Kuormitusliitokset pitävät SymBelt-telan ja vastatelan laakeripesät yhdessä ja estävät puristimen nipin kuormitusvoimia siirtymästä puristimen runkorakenteisiin. (Telakirja)

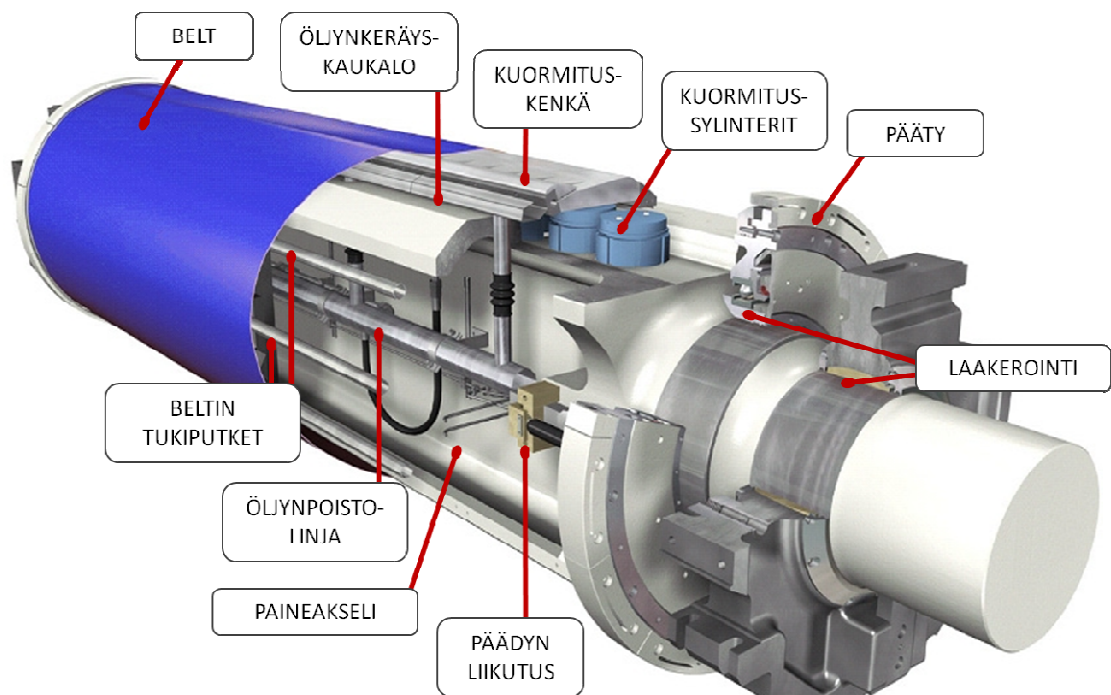


KUVIO 8. SymBelt-puristimen nippi ja esimerkkikuormituskuva. (Telakirja)

Kuviossa 8 on esitetty SymBelt-puristimen nipin kuormituskuva ja nippirakenne SymBelt-telan ollessa yläpositiossa. Nipin alussa on kiilamaisesti sulkeutuva rako johtaa hydrodynaamiselle vyöhykkeelle, jossa nippipainetta nostetaan halutulle tasolle. Tämän jälkeen nipissä seuraa hydrostaattinen vyöhyke joka ylläpitää halutun painetason. Nipin loppupäässä hydrostaattista vyöhykettä seuraa toinen hydrodynaaminen vyöhyke, jonka avulla nippipaine nostetaan vielä suuremmaksi ja sitten lasketaan jyrkästi ja nopeasti pienemmäksi. (Mt.)

3.3.1 SymBelt-telan rakenne

Kuviossa 9 esitetyn taipumakompensoidun SymBelt-telan pääosat ovat paineakseli, laakeroinnit hoito- ja käyttöpuolella, kuormituskenkä, kuormitussylinterit, hoito- ja käyttöpuolien päädyt sekä polyuretaanihihna eli belt. (Mt.)



KUVIO 9. SymBelt-telan osat. (Telakirja, muokattu)

Laakeroinnit koostuvat laakeripesästä ja nivellaakerista. Laakeripesät on laakeroitu nivellaakereilla akselille. Laakeripesät on kiinnitetty sekä puristimen runkorakenteisiin että vastatelan laakeripesiin kuormitusliitoksien avulla. Laakeroinnit pitävät myös paineakselin paikoillaan. (Mt.)

Sekä hoito- että käyttöpuolella akselin kauloille on laakeroitu telan päädyt, joihin telan hihna eli belt kiinnitetään. Päätyjä voidaan liikuttaa akselin suuntaisesti. Päätyjen liikuttamisella kiristetään belt telan akselin suuntaisesti jolloin belt asettuu ikäänkuin telavaipan muotoon akselin ja sisäpuolelle jäävien laitteiden ympärille. Päätyjä liikutellaan joko mekaanisesti tai hydraulisesti telan varustelusta riippuen. Telan rakenne on täysin suljettu eli belt ja päädyt yhdessä muodostavat tiiviin rakenteen ja samalla suojelevat telan sisäpuolisia rakenteita. (Mt.)

Akseliin on kiinnitetty sylinterit, jotka kuormittavat ja liikuttavat telan painekenkää. Koska beltin voitelu tapahtuu öljyn avulla, tarvitaan telaan öljynpoisto, joka koostuu öljynkeräyskaukaloista ja öljynpoistoputkista. (Mt.)

SymBelt-teloja on tarjolla neljässä eri kokoluokassa beltin sisähalkaisijan mukaan (1095, 1250, 1495 ja 1595 millimetriä). Tela on mahdollista sijoittaa puristimella joko ylä- tai alaposition puristimen rakenteesta riippuen. SymBelt-tela on mahdollista toteuttaa joko keskeisesti tai epäkeskeisesti. Epäkeskeisen toteutuksen etuna on kenkägeometrian parempi hyödynnettävyys sekä parempi sisääntulo puristinnipille.

3.3.2 SymBelt-telan toimintaperiaate

SymBelt-telan kuormitussylinterit kohdistavat painetta painekenkään. Painekenkä painuu vastatelan vaippaa vasten ja täten muodostuu puristinnippi. Painekenkää voidaan liikuttaa SymBelt-telan kaksitoimisilla sylintereillä myös takaisin akselia kohti, jolloin kenkä irtoaa vastatelan vaipasta ja nippi avautuu. (Mt.)

Painekengän pinnalle syötetään keskeytymättömästi öljyä, jotta hihnan eli beltin sekä painekengän väliin saadaan aikaan voiteleva öljykalvo. Beltin pyöriessä voiteluöljy kerääntyy öljykaukaloiden ja öljynpoistoputkien kautta takaisin öljysäiliöön. Öljynpoistoa helpottaa myös telan sisällä vallitseva ilmanpaine. (Mt.)

SymBelt-telalla ei ole omaa käyttöä, vaan se saa käyttönsä vastatelan kautta. Vastatela saa beltin ja päädyt pyörimään. Telan sisäisen ilmanpaineen sekä päätyjen belttiin kohdistaman kiristysvoiman ansiosta belt kiristyy ikäänkuin telan vaipan muotoon. (Mt.)

Tela voi myös olla varustettu sisätuella joka mahdollistaa beltin kaavaroinnin. Sisätu-
en muovikenkä muodostaa beltin ulkopinnalle suoran pinnan, jota vasten kaavarointi on mahdollista. (Mt.)

4 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Työn lähtökohtana oli kehittää SymBelt-telan sisäpuolista putkitusta ja tätä kautta nopeuttaa suunnittelua ja vähentää putkiston suunnitteluun kuluvia työtunteja. Putkituksesta oli tullut monia palautteita verstaalta telojen kokoonpanijoilta sekä putkitus oli aiheuttanut ongelmia myös suunnittelussa.

SymBelt-tela on vielä suhteellisen uusi tuote Rautpohjan telaverstaalle, sillä SymBelt-telojen kokoonpano alkoi Rautpohjassa vasta vuonna 2009. Tuotteen kehitys siis jatkuu edelleen ja tuotteen kokoonpanon siirrosta on vasta kulunut suhteellisen lyhyt aika, joten kehitysprojektille oli tarvetta.

4.1 SymBelt-telan putkitus

Kuva SymBelt-telan putkituksesta on esitetty liitteessä 1. Putkitus koostuu useasta eri putkilinjasta jotka on kannakoitu telan uumalle:

- kuormitussynterien kuormituslinja plussuuntaan
- kuormitussynterien kuormituslinja miinussuuntaan
- kengän voitelulinjat (telan leveydestä riippuen yksi tai useampi linja)
- päätyjen laakerien voitelu
- ilmalinja telan sisään
- ilmanpaineen mittauslinja
- nivellaakerien voitelulinja.
- öljynpoistolinja
- ryömintäöljynpoisto (Couplings and lines of SymBelt 2009)

Kuormituslinja jaetaan sylintereille kuormituslohkojen avulla. Kuormituslohkot kiinnitetään telan uumalle koneistettavalle pinnalle ja kuormituslinja tuodaan kuormitus-

lohkojen muodostaman jakokanavan keskelle, jotta sylinterien kuormitus olisi telan akselin suunnassa mahdollisimman tasainen.

Jos telassa on hydraulisesti säädettävät päädyt, niin lisäksi käytössä on niiden liikuttamiseen tarvittavat linjat. Putkituksessa käytetään jäykkiä metalliputkia ja niiden lisäksi käytössä on myös kumiletkuja. Putkitus hoidetaan muutamalla erilaisella vakioidulla putkihalkaisijalla. Pääöljynpoistoputken halkaisija on telan koosta riippuvainen ja vaihtelee enemmän. (Couplings and lines of Symbelt 2009)

4.2 Parametrinen putkitusmalli

Aloittaessani opinnäytetyön tekemisen lähtökohtana oli, että opinnäytetyö tulee käsittelemään ja tutkimaan mahdollisia parannusehdotuksia nykyiseen käytössä olevaan putkitusmalliin. Aluksi tavoitteena oli myös, että parametrinen Catia V5:llä tehty putkitusmalli sisältyisi rakennekehitysehdotuksien lisäksi opinnäytetyöhön, mutta ajatuksesta luovuttiin ohjaajani kanssa käymieni keskustelujen perusteella.

Parametrisen putkitusmallin tekeminen on opinnäytetyön aiheeksi todella laaja, sillä yksin erilaisia vaihtoehtoja telan ratkaisusta on tarjolla monia (eri halkaisijat, käti-syydet, ylä- sekä alapositio, keskeinen sekä epäkeskeinen toteutus) ja kaikki nämä tulisi huomioida parametrisen mallin toteutuksessa. Lisäksi telan edelleen kehittyessä ja rakenteiden muuttuessa suurella vaivalla tehty parametrinen malli jäisi helposti nopeasti vanhentuneeksi, jos mallia ei vastaavasti päivitetäisi jatkuvasti. Projektityössä tämä toisi mukanaan omat haasteensa, sillä mallien päivittäminen jää helposti projektitöiden varjoon, sillä Symbelt-suunnittelussa ei ole erikseen nimettyä mallien ylläpitämiseen keskittyneitä henkilöä ja projektitöihin keskittyvillä henkilöillä projektien tekeminen on tärkeysjärjestyksessä ensimmäisenä.

Parametrisen mallin kehitystyö oli jo aloitettu alihankkijan taholta, mutta toimivaa mallia ei ollut saatu valmiiksi. Mallia oli hierottu jonkin verran ja raakaversio oli olemassa, mutta projektien tekemiseen se ei ollut käyttökelpoinen. Parametrinen malli helpottaisi ja nopeuttaisi suunnittelua huomattavasti jos sen saisi kokonaan käyt-

töön, mutta mallin rakentaminen ja käyttö on kannattavaa vasta sitten kun telan rakenne on vakiintunut ja tuote tulee Rautpohjassa tutuksi ja kokoonpanoon ja suunnitteluun saadaan jatkuvuutta.

5 TUOTEKEHITYS

Tuotekehitys on keskeinen tekijä yrityksen menestykselle. Jatkuvasta tuotekehityksestä on huolehdittava, tai muuten vääjäämättä tulee vastaan se tilanne, että tuotteet ovat auttamatta vanhentuneita ja tämä johtaa myynnin vähenemiseen ja ennen pitkää myynnin loppumiseen kokonaisuudessaan. (Jokinen 2001, 9)

Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi. Tämän prosessin tavoitteena on olemassa olevan tuotteen kehittäminen tai kokonaan uuden luominen. Opinnäytetyöni tapauksessa kyse oli luonnollisesti olemassa olevan tuotteen kehittämisestä. Tuotekehitysprosessissa voidaan erottaa neljä vaihetta: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Mts. 14)

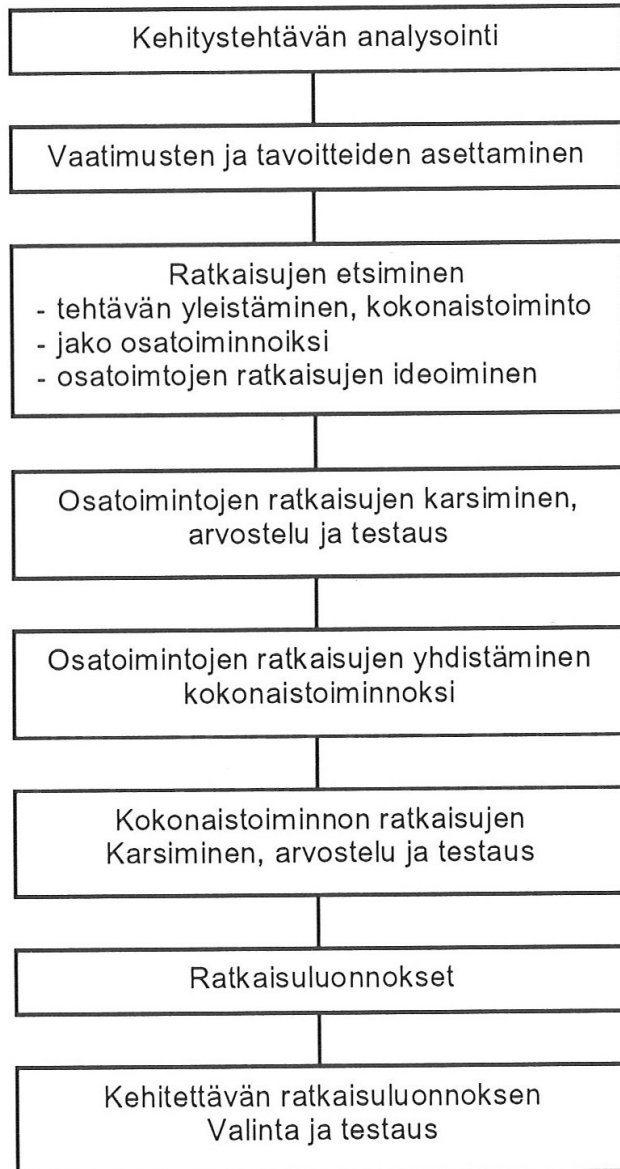
5.1 Käynnistäminen

Tuotekehitysprosessin käynnistämisen dellytyksenä olemassa on tarve tuotteen kehittämislle mutta myös jonkinlainen mielikuva projektin toteuttamismahdollisuuksista. Ilman toteuttamismahdollisuuksia tuotekehitysprojektia ei voi olla olemassa, vaan tällöin kyse on puhtaasti haaveesta. (Mts. 17)

5.2 Luonnostelu

Luonnosteluvaihe tuotekehitysprosessissa on tarkoitettu vaihtoehtoisten ratkaisuluonnosten etsimiselle ja tutkimiselle. Tässä vaiheessa ei vielä mennä yksityiskohtiin, vaan ideointi tapahtuu yleisemmällä tasolla. Luonnosteluvaiheen ideoiden työstämi-

seen on olemassa lukuisia erilaisia tekniikoita ja työmenetelmiä. Yleensä luonnosteluvaihe seuraa kuviossa 10 esitettyä kaavaa. (Mts 21-22.)

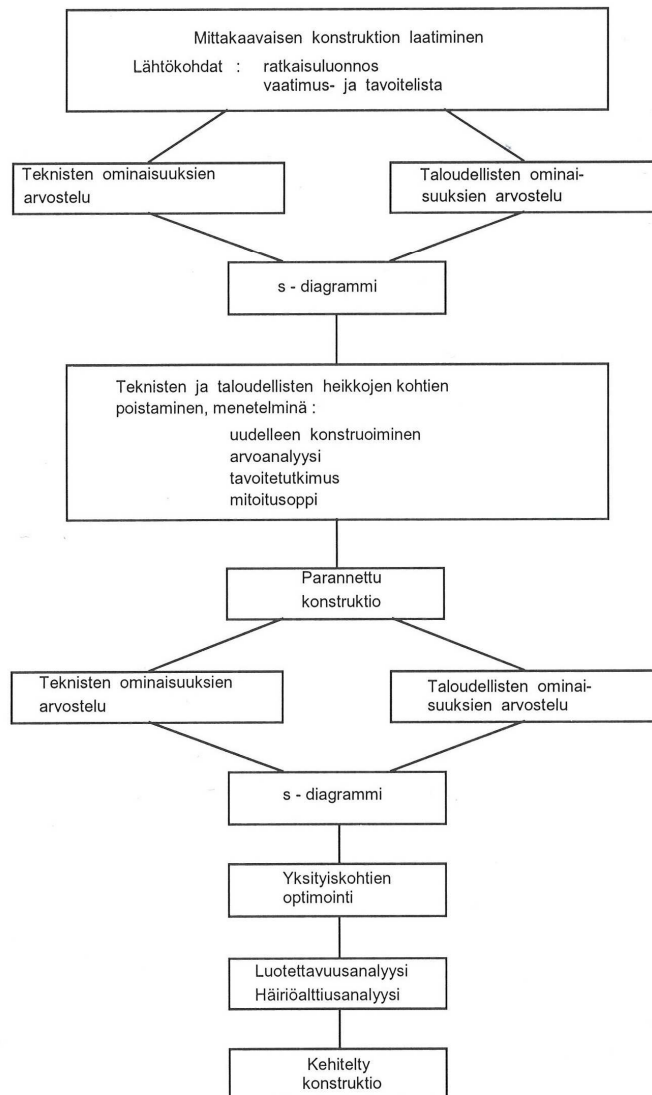


KUVIO 10. Luonnostelun työvaiheet. (Jokinen 2001, 22.)

5.3 Kehittäminen

Luonnosteluvaiheen päätteeksi tuotekehitysprosessissa valitaan lupaavin luonnos, mitä on saatu luonnosteluvaiheessa aikaan. Tämä luonnos on se raakile, jonka kehi-

tys jatkuu ja päättyy loppujen lopuksi yksityiskohtaisen suunnittelun kautta valmiiksi tuotteeksi. Kehittelyvaiheessa ratkaisuluonnokset ovat kuitenkin vielä periaatteellisia. Kehittämisyvaiheen yleisimpiä työvaiheita on esitetty kuviossa 11. (Mts. 89.)



KUVIO 11. Kehittelyn työvaiheet. (Jokinen 2001, 92.)

5.4 Viimeistely

Viimeistely on se työvaihe tuotekehitysprosessissa, missä prosessin aikana kehitellystä tuotteesta viedään suunnittelu päätökseen sekä tehdään loppudokumentaatio. Esimerkkinä loppudokumentaatiosta voi olla esimerkiksi työpiirustus tai asennus- ja käyttöohje. Viimeistelyvaiheessa päätetään myös lopullisesti sellaisista asioista kuten raaka-aineet, valmistustavat, toleranssit ja niin edelleen. (Mts. 96-99.)

Viimeistelyvaihe ei tarkoita sitä, että tuote olisi kokonaisuudessaan valmis, vaan viimeistelyvaihe koskee kerrallaan vain sitä nimenomaista tuotekehitysprosessia, jonka osa se on. Tuotekehitys itsessään on kuitenkin päättymätön urakka. Jos tuotteen halutaan säilyvän kilpailukykyisenä ja tulevan myymään myös tulevaisuudessa, on tuotekehitystä jatkettava tuotteen koko elinkaaren ajan. (Mts. 96-99.)

6 TYÖN ETENEMINEN

Työ alkoi omalta osaltani paneutumalla Metson järjestelmiin ja tutustumalla SymBelt-telaan tuotteena. Minulla ei ollut aiempaa työhistoriaa Metsolla, joten lähes kaikki järjestelmät olivat minulle vieraita ja niihin tutustuminen otti oman aikansa. Aiemmin tuttuja olivat lähinnä normaalit toimiston sovellukset kuten Microsoft Office sekä suunnitteluohjelma Catia V5. Tutustumisen lisäksi aikaa kului kaikkien käyttöoikeuksien saamisessa. Metsolla on käytössä lukuisia eri järjestelmiä ja sovelluksia, sisäänpääsy näistä useimpiin on salasanojen ja käyttöoikeuksien anomisen takana ja se ottaa oman aikansa.

Kenkäpuristin käsitteenä oli minulle tuttu opintojen aikana opittuna asiana, mutta SymBelt-tela tuotteena ei ollut minulle aiemmin tuttu. Aloitin työni tekemisen tutustumalla telan rakenteeseen ja toimintaperiaatteeseen. Tämä tapahtui käymällä läpi muun muassa erilaista markkinointimateriaalia, esityksiä, mallitiedostoja ja niin edelleen. Toki minulle myös kerrottiin toimintaperiaatteesta ja telan valmistuksen histo-

riasta ja opastettiin alkuun. Lisäksi aina oli mahdollista kysyä jos joku asia ei ollut selvää.

Lähtökohtana työssä oli siis se, että putkitussuunnittelu vie liikaa työtunteja ja että verstaallakin putkituksen kanssa on ongelmia. Asiasta oli kirjattuna lukuisia palautteita Notesissa olevaan palautejärjestelmään Järjestelmään on kirjattu verstaalta tulleet palautteet ja kehitysehdotukset. Palautteiden perusteella oli kuitenkin vaikea päästä käsiksi ongelmien perussyihin, mistä ongelmat johtuvat ja miten niihin voisi vaikuttaa ja miten ongelmia voisi vähentää? Yleinen käsitys tuntui olevan, että putkitus kokonaisuutena ei nykymallilla toimi, mutta varsinaisen ongelman löytäminen oli hyvin hankalaa.

Kävin läpi putkituspalautteita ja kävin myös verstaalla juttelemassa asentajien kanssa. Verstaalla saamani palaute SymBeltistä oli sellaista, että suurempia ongelmia on vaikeaa nimetä, mutta että kokoonpanossa on ollut erilaisia hankaluuksia muun muassa liian pitkien letkujen ja väärän mittaisten putkien kanssa. Tämä johtunee tuotannon alkuvaiheen kangerteluista. Kokoonpanossa oli asentajille aiheutunut ongelmia myös SymBelt-telan osaluettelon erilaisuudesta aiempiin osaluetteloihin verrattuna. Tämän takia toiveena verstaalla oli se, että SymBelt-telan kokoonpanossa käytettävä osaluettelo olisi samanlainen kuin Sym-teloissa käytettävä osaluettelo. SymBelt-telan osaluettelo on hierarkkinen rakenteeltaan kun taas Sym-telojen yksitasoinen osaluettelo on asentajien mielestä selkeämpi. Olisi asentajille selkeämpää jos käytännöt olisivat yhteneväiset, sillä samat asentajat tekevät töitä molempien telojen parissa.

Pidimme palaverin ohjaajani sekä putkituksesta vastaavan suunnittelijan kanssa aiheesta. Palaverissa yritimme porukalla keksiä ongelmakohtia putkituksessa sekä kehittää niihin mahdollisia ratkaisuja. Tämän välipalaverin tuloksena sovimme ohjaajani kanssa, että opinnäytteeni Metsolle jäävä osuus tulee olemaan putkitussuunnittelun tarkistuslista. Tämä sai myös kannatusta putkistosta vastaavalta suunnittelijalta. Listan olisi hyvä olla olemassa ja sen tarkoitus olisi auttaa välttämään aiemmin tehtyjä virheitä ja estää niiden toistuminen ja samalla tarjota ohjenuorat putkituksen suunnitteluun ja suunnittelun aikana ilmeneviin yleisimpiin ongelmakohtiin. Lisäksi

sovimme, että opinnäytetyön raportissa mainitsisin myös rakennekehitysideoista, joita työn tekemisen aikana oli tullut esille.

Tämän palaverin jälkeen käytin aikaani putkituksen tarkistuslistan miettimiseen ja siihen tulevien asioiden tutkimiseen sekä muutamien rakennekehitysideoiden miettimiseen ja selvittämiseen sekä opinnäytetyöraportin kirjoittamiseen. Työ oli välillä hyvin stressaavaa, sillä tuntui, että en saa täytettyä työlleni asetettuja odotuksia ja että pääse ongelmiin käsiksi ja sitä kautta pysty ratkaisemaan haasteita ja pulmia mitä SymBelt-telan putkituksessa on.

Alkuperäisestä neljän kuukauden aikatalu venyi noin kuukauden, sillä jouduin olemaan opinnäytetyötä tehdessäni myös muissa töissä. Muiden töiden tekeminen verott myös ehkä keskittymistä opinnäytetyöprosessiin, mutta pelkän opinnäytetyön tekeminen ei ollut minulle taloudellisesti mahdollista.

7 RAKENNEKEHITYSEHDOTUKSET

Opinnäytetyön tekemisen aikana esille tuli muutamia kehityskohteita SymBelt-telan putkitukseen liittyen. Nämä ehdotukset ovat vasta idea-asteella, eikä niitä lähdetty viemään eteenpäin.

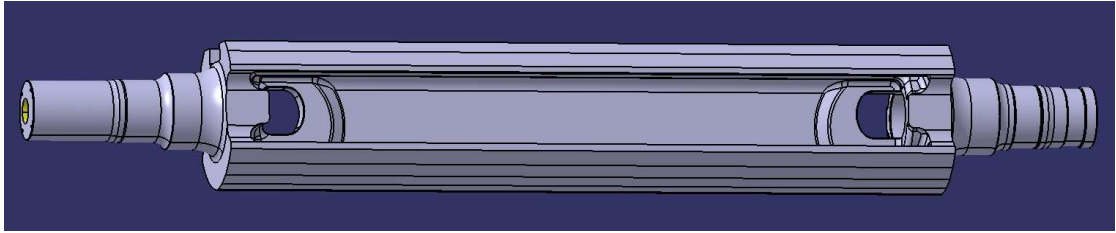
7.1 Kuormituslohkojen korvaaminen telan akselin sisäisellä öljykanavalla

Eräänä alkuvaiheessa esille tulleen rakennekehitysideana oli telan uumalle kiinnitettyjen kuormituslohkojen muodostaman kuormituslinjan korvaaminen telan akselin sisälle porattavalla öljykanavalla. Kuormituslohkojen korvaaminen olisi yksi tavoiteltava suurempi rakennekehitysvaihtoehto SymBelt-telan putkituksessa, sillä lohkot ovat alumiinirakenteisia ja niiden hintavaihtelu on suurta sekä saatavuus on välillä heikkoa. Kaiken lisäksi lohkojen poistuminen antaisi lisätilaa telan uumalle, joka olisi

hyödyllistä erityisesti pienessä 1095-kokoluokassa, jossa tilaa telan sisällä on hyvin vähän.

Akselin sisälle porattava öljykanava olisi kuitenkin haasteellinen toteutettava. Poraus tulisi tehdä täysin telan keskilinjaa pitkin, jotta poraus olisi teknisesti mahdollista toteuttaa. Lisäksi pitkillä teloilla poraus olisi tehtävä molemmista päistä ja tämä on itsessään haaste reikien linjauksen kannalta. Telan valumalliin ja koneistusjärjestykseen tulisi myös muutoksia. Akseleiden lujuus pitäisi laskea uudelleen ja valuimalliin tulisi tehdä muutoksia, jotta sisällä kulkeva öljykanava ei vaikuttaisi esimerkiksi lujuusarvoihin ja telan taipumiseen. Porausta varten tarvittaisiin myös suurempi tasainen pinta telan päätyihin, jotta pora saataisiin kiinnitettyä tiiviisti pintaa vasten ja voitaisiin olla varmoja, että porausneste kulkeutuisi reiän pohjalle saakka. Tämä tarkoittaisi sitä, että valun jälkeen telan päätypinnat olisi koneistettava porausta varten ja telan muu koneistus tapahtuisi vasta öljykanavan poraamisen jälkeen. (Lehtinen 2010.)

Haastetta asettaa myös telojen päädyissä olevat ”ikkunat”. Ikkunat (ks. kuvio 13) ovat avoimia kohtia akselin rakenteessa, joiden kautta esimerkiksi putkilinjojen tuominen telan sisälle tapahtuu. Käyttöpään päädyn akselitappi on ontto, jota kautta putkilinjat tuodaan telan sisäpuolelle. Ikkunan alueella linjojen on mahdollista kääntymään niin että ne saadaan tuotua akselin uumalle. Jotta öljykanavan poraus onnistuisi, olisi akselin oltava ennen poraamista rakenteeltaan täysin suljettu. Tämä tarkoittaisi sitä, että ikkunat olisi koneistettava vasta porauksen jälkeen ja että öljykanava tulisi tukkia jollain luotettavalla menetelmällä ikkunoiden kohdalta ikkunoiden koneistuksen jälkeen. (Mt.)



KUVIO 12. SymBelt-telan akseli, jossa päätyjen ikkunat näkyvissä.

Kaiken kaikkiaan kuormituslinjan vieminen telan sisälle olisi merkittävä muutos telan rakenteessa. Jatkoselvityksissä olisi otettava huomioon ainakin koneistettavuus, telaverstaan konekannan soveltuvuus tehtävään, valumallien muutokset ja aiheutuneet vaikutukset, menetelmän vaikutus telan kokonaiskustannuksiin, työmäärän mahdollinen lisääntyminen suunnittelu, koneistuksessa, valimolla sekä kokoonpanossa ja toimintavarmuus. (Mt.)

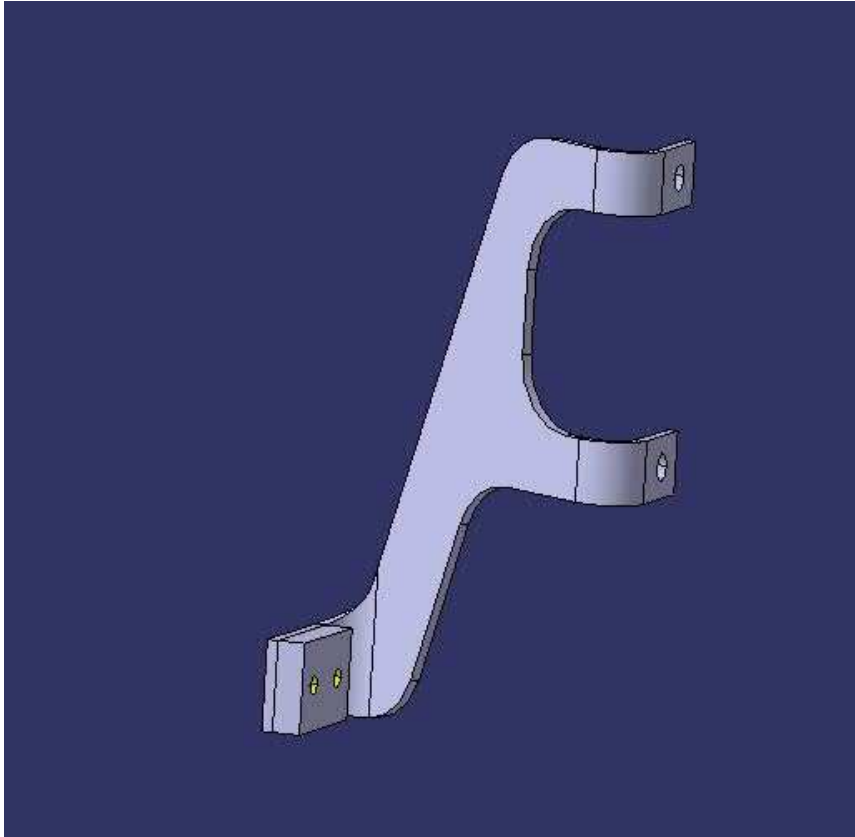
7.2 Pääöljynpoistoputken kannakointi

SymBelt-telan pääöljynpoistoputken kannakoinnin kiinnityksessä on hyvin ahdasta akselin sisälle porattujen sylinterien öljykanavien sekä kuormituslohkojen kiinnitysten ansiosta. Akseliin on siis porattu useita reikiä ja törmäyksien välttäminen on haasteellista. Kaikki sijoitukset on tehtävä sillä periaatteella, että tarvittavat asiat mahtuvat telan sisälle ja että ei tapahdu törmäyksiä öljykanavien ja kiinnitysreikien välillä. Tämä vaikuttaa kannakointiväleihin ja välit ovatkin olleet luonteeltaan vaihtelevia ja keskenään erimittaisia.

Yksi ratkaisu voisi olla uudenaikaisessa kannakkeessa, jolla pääöljynpoistoputki kannakoidaan uuman alalaitaan. Tämä vaatisi uudenaikaisen kannakkeen, mutta samalla voisi siirtyä käyttämään mahdollisuuksien mukaan vakiokannakointiväliä

Yksi mahdollinen uudenaikainen kannake on esitetty kuviossa 13. Tässä mallissa kannakkeen kiinnitys uumalle tapahtuisi paljon nykyistä mallia alempana, jolloin kan-

nakkeen kiinnitysreikien ei olisi mahdollista törmätä telan akselin sisällä kulkevien öljykanavien tai muiden porausten kanssa.



KUVIO 13. Kannakemalli pääöljynpoistoputken kannakointiin.

7.3 Kannakointivälit

Symbelt-telan sisäisen putkituksen kannakointivälit eivät tällä hetkellä noudata mitään standardia, sillä standardia tällaiseen putkitukseen ei suoraan ole olemassa. Nykyisin kannakointi tehdään sen perusteella, miten tilaa telan sisällä on ja miten kannakoinnin mahtuu toteuttamaan ilman törmäyksiä muihin telan ja akselin rakenteisiin. Putkikoot noudattavat standardia SFS-EN 10220 lukuunottamatta suurinta pääöljynpoiston kokoluokkaa. (Saumattomat ja hitsatut teräspuutket 2003, 8.)

Kannakointiin löytyy suuntaa antavia tietoja standardista SFS 5363. Putkikoot eivät vastaa täysin teloissa käytössä olevia putkikokoja, mutta standardista voi kuitenkin

hakea suuntaviivoja kannakoinnin toteuttamiseen suositelluilla kannakointiväleillä. Myöskään käyttölämpötila ei vastaa täysin telan sisällä vallitsevaa lämpötilaa, vaan taulukot on annettu lämpötiloille 20 °C, 120 °C ja 250 °C. (Suositeltavat kannatusvälit 2000, 3-5)

Telojen sisällä oleva tilanahtaus vaikeuttaa standardin käyttöä ja suositeltujen kannakointivälien käyttöä, erityisesti pienimmässä kokoluokassa eli 1095 millimetriä halkaisijaltaan olevassa telassa. Muistettavaa onkin, että kannakointivälit ovat kyseisessä standardissa vain suosituksia, eivät lukkoon lyötyjä arvoja.

Lisäksi on mainittava, että standardi on tarkoitettu niin sanottuun perinteisempään käyttöön, eli kyseessä on yleisellä tasolla oleva putkitusohje kaikenlaiseen teollisuusputkistokäyttöön.

7.4 Vakiointi

Opinnäytettä tehdessäni ja opinnäytetyöhön liittyvistä asioista Symbelt-suunnittelun väen kanssa keskustellessani usein tuli esille, että telan rakenteen vakioiminen olisi kannattavaa. Minkä tahansa osarakenteen tai ratkaisun vakioiminen säästää aikaa jokaisen telan suunnittelussa, sillä vakioratkaisu on helppo ottaa käyttöön suunnittelun yhteydessä eikä jokaista asiaa tarvitse miettiä tarkasti ja harkiten, vaan käytössä on valmis ratkaisu ja menettelytapa.

Keskutelussa tuli ilmi ainakin seuraavanlaisia asioita, joiden kohdalla vakiointi voisi olla mahdollista ja kannattavaa:

- kannakointi
- kannakkeet
- putkien järjestys telan uumalla
- päätykasetti.

7.4.1 Kannakointi

Kannakoinnissa vakiointi voisi koskea kannakointivälejä sekä kannakkeiden sijaintia telan uumalla. Koska kannakkeiden paikat ovat riippuvaisia muista telan rakenteista ja telan akseliin tehtävistä porauksista, pitäisi kehittää malli, joka laskisi kannakkeiden paikat valmiiksi tasavälein.

Lisäksi mallin pitäisi olla sellainen, että kannakkeet varmasti mahtuisivat akselin uumalle ja että putkituksessa ei tapahtuisi törmäyksiä muiden rakenteiden tai osien kanssa ja että kannakkeiden kiinnitysreiät eivät törmäisi muiden porausten, esimerkiksi sylintereiden reikien ja öljykanavien, kanssa.

Tämä olisi askel parametrin mallin suuntaan ja vähentäisi putkitukseen kuluvia suunnittelutunteja tuntuvasti. Mallin kehittäminen ei kuitenkaan ole helppoa, sillä muuttujia on hyvin runsaasti, kuten esimerkiksi telan pituus, halkaisija ja akselin profiili.

7.4.2 Putkien järjestys telan uumalla

Mahdollinen vakiointikohde olisi myös putkilinjat telan akselin uumalla. Nykymallin mukaan putket vedetään siinä järjestyksessä, missä ne telan sisälle mahtuvat mutta selkeintä olisi sopia putkilinjoille vakiojärjestys. Tämä selkeyttäisi suunnittelua sekä myöskin kokoonpanoa, sillä tällöin olisi aina selvää mikä putkilinja tulee millekin paikalle.

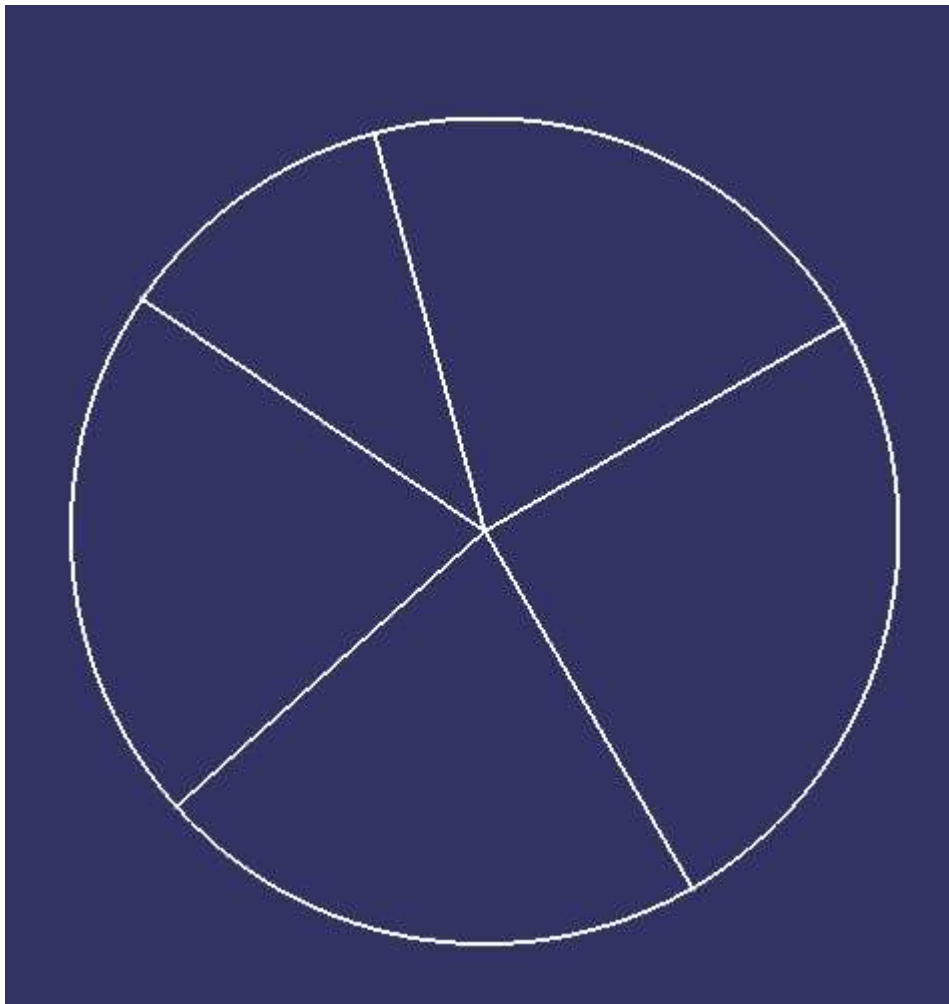
7.4.3. Päätykasetti

Telan akseli on käyttöpuolen päädyistä rakenteeltaan ontto, jotta telan tarvitsemat hydraulikka- ja muut linjat saadaan tuotua telan sisälle. Telan kokoonpanossa akselin pätyyn kiinnitetään päätykasetti, jossa on esikokoonpantuna valmiiksi kaikki telassa tarvittavat liittimet.

Päätykasetin liittimien määrä ja paikka riippuu telan kokoluokasta ja pituudesta sekä varustelusta. Jokaisen telan suunnittelun yhteydessä suunnitellaan uusi päätykasetti.

Huomattava helpotus suunnittelukuormaan ja siten myös aikaa säästävää toimenpide olisi, jos päätykasetista olisi tarjolla muutamia vaihtoehtoja joista telan suunnittelun yhteydessä valittaisiin kulloiseenkin tilanteeseen sopivin päätykasetti.

Lisäksi päätykasetin vakiointi toisi helpotusta myös telojen kokoonpanossa. Jos päätykasettia katsotaan telan päädyistä kohtisuoraan, voisi olla hyvin mahdollista jakaa päätykasetti ikään kuin sektoreihin (ks. kuvio 4) ja varata telan sisälle kulkeville linjoille omat ”alueensa”, sektorinsa. Tällaisella vakioinnilla linjat sijaitsisivat aina samalla kohtaa. Tämä myös helpottaisi asennusta omalta osaltaan, sillä asentajat tietäisivät heti, mikä linja kuuluu millekin kohdalle päätykasettia.



KUVIO 14. Karkea havainnollistamiskuva päätykasetin sektoriajattelumallista.

8 PUTKITUKSEN TARKISTUSLISTA

Opinnäytetyöni varsinainen Metsolle jäävä osuus on putkituksen tarkistuslista (Liite 2). Tarkistuslistaa varten kävin läpi putkituksesta tulleita palautteita sekä aloitteita. Lisäksi keskustelin putkitussuunnittelijan kanssa asioista ja hän kokosi omia ajatuksiin tarkistuslistaa ajatellen ja kokosin nämä asiat piirustusarkille (Liite 3).

Tarkistuslistan tarkoituksena on auttaa välttämään jo aiemmin tehdyt virheet ja antaa suuntaviivoja putkitussuunnitteluun SymBelt-telojen putkitusta varten. Putkituksen tarkistuslista on näkyvässä koko SymBelt-suunnitteluosastolle Metson Notes-ohjelman tietokannassa. Raportin liitteenä on tekstiversio tarkistuslistasta, Notesin versiossa mukana on vielä linkit tarkistuskuvaan sekä asiaan liittyviin putkituspalautteisiin.

9 TYÖN TULOKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön eteen tein paljon pohja- ja selvitystyötä, lähinnä erilaisten materiaalien lukemista. Tämän lisäksi tein paljon ideointia lukemani pohjalta. Tämä ei välttämättä näy raportissa, sillä materiaalin löytäminen oli hyvin haastavaa ja uuden keksiminen on sekin haasteellista. Putkistoista ja putkitussuunnittelusta on tarjolla hyvin vähän yleisellä tasolla kirjoitettua materiaalia. Onneksi on olemassa standardeja ja säädöksiä, teknistä materiaalia aiheesta. Tämä helpottaa jonkin verran, mutta kaikki standardit ja säädökset eivät käy suoraan sellaisenaan nykytilanteessa, vaan on tehtävä soveltamista. Lisäksi telan nykyinen rakenne on jo suhteellisen vakiintunut, vaikkakin joitakin muutoksia telan rakenteeseen on tullut varsinkin tuotannon Rautpohjaan siirtymisen myötä.

Opinnäytetyöni tekemisen konkreettisena tuloksena syntyivät luvussa 7 mainitut rakennekehitysideat sekä luvussa 8 mainittu putkituksen tarkistuslista. Odotuksiin nähden tulokset voivat tuntua hieman vaatimattomilta. Varsinaisesti en opinnäyte-

työssäni saanut käytyä teorian mukaista tuotekehitysprosessia kokonaisuudessaan läpi, sillä tekemäni prosessi ei kulkenut ideoinnista toteutukseen. Uusia ideoita tuli muutamia, mutta lähinnä periaatteellisella tasolla. Kuitenkin tekemäni tarkistuslista voi olla avuksi putkitussuunnittelussa ja mahdollisesti siitä on apua putkituksen suunnittelun tuntimäärien vähentämisessä.

Työn aihe oli hyvin laaja, käsitteenä putkituksen kehitys oli hyvin vapaasti tulkittavissa ja aiheen rajaus oli hankalaa. Työtä olisi varmasti helpottanut, jos olisi löytänyt yhden selkeän kehityskohteen, jota olisi päässyt viemään eteenpäin, mutta näin ei käynyt. Opinnäyte käsittelee putkituksen tilannetta hieman yleisemmältä kannalta.

Opinnäytteen tarkoitus oli vähentää putkitussuunnitteluun kuluva aikaa. Varsinaista yhtä suurta ongelmaa putkituksen suhteen en löytänyt, vaan kyse on ennemminkin monien asioiden summasta sekä myös siitä, että SymBelt-tela on tuotteena uusi Rautpohjan tehtaalla ja luonnollisesti uusien tuotteiden kanssa tapahtuu aina alkuhankaluuksia. Tästä esimerkkinä voidaan mainita eriäväisyydet Sym-telojen osaluetteloiden ja SymBelt-telojen osaluetteloiden välillä. Nämä eriäväisyydet aiheuttivat hankaluuksia verstaalla, sillä siellä työntekijät olivat tottuneet tietynlaiseen esitykseen asioista, ja uudenlaiseen tottuminen otti aikansa.

Yksi toimiva ratkaisu kokoonpanon ja suunnittelun yhteistoiminnan parantamiseksi voisi olla monessakin ryhmäpalaverissa esille tullut ajatus, että tuotannosta työntekijät kävisivät tietyn pituisen ajanjakson tutustumassa suunnittelutyön tekemiseen ja päinvastoin. Se lisäisi ymmärtämystä sekä loisi kontakteja ja tekisi työasioiden hoitamisesta verstaan ja suunnittelun väen välillä helpompaa.

SymBelt-telojen valmistus alkoi Rautpohjassa vuonna 2009 joten projektien läpimenoaikojen vuoksi kovin montaa telaa ei ole suunnittelusta ja valmistuksesta vielä mennyt läpi. Kun projektien määrä lisääntyy, tulee suunnittelun käyttöön referenssi-projekteja, joita voidaan käyttää uusien projektien malleina ja pohjina.

Opinnäytetyöni tekemisen aikana putkitussuunnittelun kanssa tapahtui muutakin kehitystä. Aiemmin SymBelt-suunnitteluryhmässä ei ollut omaa putkistosuunnittelijaa, vaan putkistoja suunnitteli useampi ihminen. Kaiken lisäksi suunnittelua tehtiin myös alihankintana, jolloin suunnittelija ei itse välttämättä ollut paikalla Rautpohjassa, jossa telojen kokoonpano tapahtuu. On aina etu suunnittelun ja valmistuksen yhteistyölle, jos suunnittelija pääsee käymään verstaalla katsomassa suunnittelemaansa tuotetta käytännössä. Lisäksi verstaan ja tuotannon yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää sujuvan suunnittelun ja valmistuksen varmistamiseksi.

Opinnäytteen tekeminen oli henkisesti hyvin haastavaa. Paine onnistumisesta on kova, ja odotukset olivat toimeksiantajan taholta korkealla. Tehtävää hankaloitti se, että aiheen rajausta oli hyvin vaikeaa tehdä. Työn lopputulemana toimeksiantajalle jäi se dokumentti, joka ohjaajan kanssa lopputuotteeksi työn tekemisen puolivälin palaverissa sovittiin. Raportointi tämän työn tekemisestä oli haastavaa, sillä pohjimiltaa kyse on hyvin yksinkertaisesta dokumentista, mutta tietojen etsiminen sitä varten vaatii suuresti vaivannäköä.

Toivon, että lopputuotteesta eli putkituksen tarkistuslistasta on tulevaisuudessa hyötyä putkituksen suunnittelun apu- ja tukivälineenä.

LÄHTEET

Couplings and lines of SymBelt. 2009. Asiakirja SymBelt-telan putkilinjoista. Metson Notes-tietokanta.

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

Historia. 2010. Metson historia pähkinänkuoressa. Metso-konsernin intranet. Viitattu 23.2.2011. [Http://www.intra.metso.com/fi](http://www.intra.metso.com/fi) (verkko-osoite toimii ainoastaan Metson sisäisessä verkossa).

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6. korjattu painos. Helsinki: Otakustantamo.

Knowpap. 2010. Paperitekniikan ja automaation oppimisympäristö versio 12.0. VTT. Viitattu 14.1.2011. [Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, KnowPap.

Lehtinen, E. 2010. Ohjelmoija. Haastattelu 28.10.2010.

Metso lyhyesti. 2011. Metso-konsernin intranet. Viitattu 11.3.2010. [Http://www.intra.metso.com/fi](http://www.intra.metso.com/fi) (verkko-osoite toimii ainoastaan Metson sisäisessä verkossa).

Rautpohjan yleisesittely. n.d. PowerPoint-esitys Rautpohjan tehtaasta. Viitattu 17.1.2011. Metson Notes-tietokanta.

SFS 5363. 2000. Putkiston kannatus. Teräsputket. Suositeltavat kannatusvälit. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 20.3.2011. [Http://intra.metsopaper.com/fi](http://intra.metsopaper.com/fi), Kirjasto, Standardikirjasto, Metso Paper SFS-library (verkko-osoite toimii ainoastaan Metson sisäisessä verkossa)

SFS-EN 10220. 2003. Saumattomat ja hitsatut teräsputket. Mitat ja pituusmassat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 20.3.2011. [Http://intra.metsopaper.com/fi](http://intra.metsopaper.com/fi), Kirjasto, Standardikirjasto, Metso Paper SFS-library (verkko-osoite toimii ainoastaan Metson sisäisessä verkossa)

Telakirja. n.d. Erään SymBelt-telan sisältävän paperikonetoimitusprojektin asiakasdokumentaatio Metson intranetissä. Viitattu 20.2.2011. [Http://www.intra.metsopaper.com](http://www.intra.metsopaper.com), Material library, Machine manuals (verkko-osoite toimii ainoastaan Metson sisäisessä verkossa).

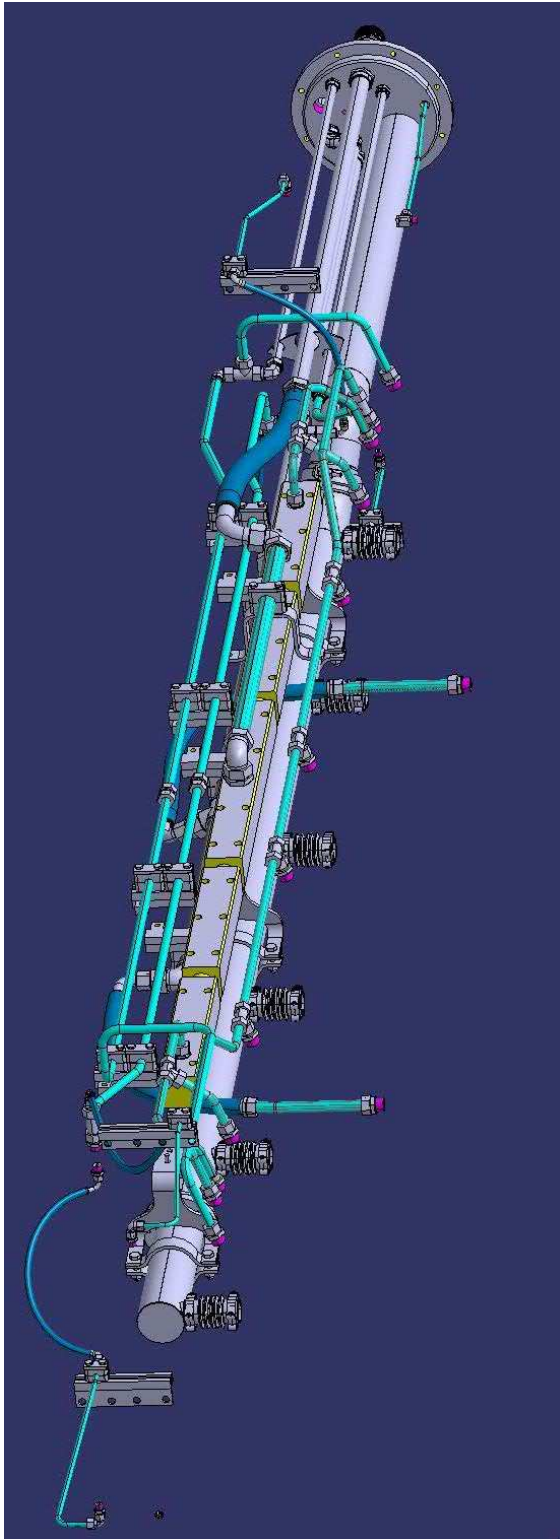
Tervetuloa Rautpohjaan. 2010. Rautpohjan perehdyttämispöytäkirja vuodelle 2010. Metson Notes-tietokanta. Viitattu 17.1.2011.

Vuosikertomus 2010. 2011. Metso-konsernin vuosikertomus vuodelta 2010. Metso Paperin intranet. Viitattu 17.1.2011. [Http://www.intra.metsopaper.com](http://www.intra.metsopaper.com).

Yleistietoa Paperi- ja kuituteknologia –segmentistä. 2011. Metso Paperin intranet. Viitattu 11.3.2010. [Http://www.intra.metsopaper.com/fi](http://www.intra.metsopaper.com/fi) (verkko-osoite toimii ainoastaan Metson sisäisessä verkossa).

LIITTEET

Liite 1. SymBelt-telan putkitus



Liite 2. Putkituksen tarkistuslista

Yleisiä ja yksittäisiä asioita jotka ovat aiheuttaneet päänvaivaa:

- Päätykasetin putkien pituus
- Päätykasetin reikälevyn sopivuus varmistettava ja otettava myös mahdolliset valuvirheet tai epätarkkuudet huomioon mitoituksessa.
- Osaluettelossa ja kuvassa ristiriitoja, varmistettava että ovat yhtenevät
- Kaikki akselin BL/HTS+/- läpiviennit G1/2" kierteellä
- Tarkasta tuleeko L+/- liitinpaketit mittayhteellä vai ei
- Kaikki liittimet L-sarjan liittimiä materiaali A9U (CF) Pyri käyttämään hyllystä löytyviä liittimiä.
- Paluuöljyn kannattimessa käytetään aina S355 materiaalia ja putkisangassa myös Putkisanka standardin SFS 5370 mukainen. Sangan ruuvin lukitus lukituslaatalla. Malli RAUZU3197
- BL linjaan inner ringin lähtöliittimen jälkeen aina asetettava kulmaliitin, EW12
- Huomioitava BL linjan törmäysvaara levitysputkien/ sisätuen kannattimeen päätyjen minimiiskulla.(4kpl)
- Hydraulisen päädyn liikutus HTS/HDS+/-: D12 putket tuenta stauff/kiskolla razu03358 kiinnitetään päädyn ohjurin kiinnitykseen.

Liittimet:

- Huolehdittava, että avaimella pääsee liittimille.
- Ei liittimiä käyttöpuolen läpiviennissä

Stauffit:

- BL- linjan kiinnitys kiskolla razu03359 (M10 stauff) (4kpl/tela)
- Stauffit kalvittuja
- Stauff ruuvit lukitaan hitsaamalla, päällekkäiset stauffit kasattavilla ruuveilla.
- Stauff-kiskot SAICA-projektista lähtien isommille stauffeille.(M10 kiinnitysruuvit)

Pääöljynpoistoputki ja palkeet:

- Kumipalkeen klemmari ei saa nousta akselissa olevan reiän sisään iskun ollessa maksimissaan
- Kumipalkeen klemmari vaihdettu ongelmatapauksissa korjaustoimenpiteenä ohueen nippusiteeseen Panduit. Lähtökohtaisesti käytetään kuitenkin parikiristintä.
- Poistoöljyputken pystyputkiin lisätään kaulus, jos kumipalje ei tule isoa putkea vasten

Putket ja letkut:

- Putkien kannakkeiden paikat niin että eivät pääse hankaamaan letkuja
- Pääöljynpoistoputken kannakointi niin ettei kannakkeet pääse rikkomaan voiteluletkuja
- Letkujen pituuksissa ollut heittoa ja aiheuttanut päänvaivaa asennuksessa
- Putkikoon vaihtuessa kannakoinnin oikean korkeuden varmistaminen
- Putkilinjat eivät saa törmätä levitysputkien kannakkeisiin
- Kengän voiteluletkut: Kengästä tulevaan putkeen tehty 5°taite jotta saadaan ohjattua letkua irti esim. poistoöljyputkesta.
- L- linja vedetty suorilla putkilla tilan säästön vuoksi, SIKA2-projektista alkaen.
- Tarkistuskuvassa esimerkki, kuinka suorien putkien, taitettujen putkien ja letkujen merkkkaus tapahtuu
- Letkujen reitin säätämisen mahdollistamiseksi suositetaan kulmalähtöjä

