

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU

Tomi Marttila

IMU- JA URATELOJEN PESUN TEHOSTAMINEN

KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
AUTOMAATIO- JA KUNNOSSAPIDON
SUUNTAUTUMISVAIHTOEHTO

IMUTELOJEN JA URATELOJEN PESUN TEHOSTAMINEN

Marttila Tomi
Satakunnan Ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Automaatio- ja kunnossapitotekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tekniikan Porin yksikkö, Tekniikantie 2, 28600 Pori
Asiakas: UPM- Kymmene Oyj, Rauma
Marraskuu 2006
Ohjaaja TkL Markku Salonen
UDK: 658.58, 676.05
Avainsanat: Paperikone, Telat, Huolto

TIIVISTELMÄ

Tutkimus käsittelee imutelojen ja uratelojen pesutoimintaa UPM- Kymmene Rauman paperitehtaalla.

Teoriaosuudessa perehdyttiin imutelojen ja uratelojen pesutoimintaan. Selvityksessä pyrittiin löytämään markkinoilla olevia pesujärjestelmiä, jotka soveltuvat UPM- Kymmene Rauman paperitehtaan käyttöön. Tutkimuksen ja teoriaosuuden lähteet olivat aiheeseen liittyvä kirjallisuus sekä tekijän kokemukset Rauman paperitehtaalla.

Tutkimuksen tuloksena esitettiin kolme täysin erilaista pesujärjestelmää, niiden edut ja haitat sekä kustannusarviot.

INTENSIFYING THE WASHING OF SUCTION ROLLS AND GROOVED ROLLS

Marttila Tomi

Satakunta University of Applied Sciences

School of Technology Pori

BSc Degree Programme in Mechanical Engineering

Field of Specialisation Automation Engineering and Maintenance Technology

Tekniikantie 2, FIN-28600 Pori

Commissioned by UPM- Kymmene Ltd, Rauma

November 2006

Supervisor: Markku Salonen, LicTech

UDC: 658.58, 676.05

Keywords: Paper machine, Roll, Maintenance

ABSTRACT

The washing activity of suction rolls and grooved rolls was studied at UPM- Kymmene Ltd Rauma Paper Mill.

The washing activity of the suction rolls and grooved rolls was clarified in the theoretical part. The aim was to find washing systems suitable for UPM- Kymmene Rauma. The most significant research methods were studying literature related to the subject and own experiences at the paper mill of UPM- Kymmene in Rauma.

As a result of the study, three totally different washing systems were presented including their advantages and disadvantages with cost estimates.

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty Satakunnan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmaan kuuluvana opinnäytetyönä.

Tahdon kiittää kaikkia ihmisiä, jotka ovat olleet tukemassa opiskeluaikani. Ilman näitä rakkaita, luotettavia ja auttavia ihmisiä en olisi nyt valmistumassa insinööriksi. Erityisesti haluan kiittää vanhempiani ja sisariani.

Kiitos kaikille Rauman, Jämsänkosken ja Kaipolan UPM- Kymmene Oyj:n henkilöille, joilta olen saanut opastusta ja tukea.

Olen kiitollinen kunnossapitoinsinööreille Antti Veistiselle ja Hannu Väinölälle, jotka valitsivat minut kesätöihin ja mahdollistivat opinnäytetyöni tekemisen Rauman paperitehtaalla. Kiitos toistamiseen opinnäytetyöni valvonnasta kunnossapitoinsinööri Antti Veistiselle, sekä opinnäytetyöni ohjaajalle ja opettajalleni TkL Markku Saloselle.

Kiitokset teloihin perehdyttämisestä telahuollon aluemestari Esa Elorannalle, sekä kiitokset Petri Rytingille Pimara- opetuksesta ja muista hyödyllisistä vinkeistä.

Kiitokset myös Petri Setälälle.

Porissa 21. marraskuuta 2006

Tomi Marttila

SISÄLLYS

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Symboli- ja termiluettelo

| | |
|--|----|
| 1. JOHDANTO | 8 |
| 2. UPM- KYMMENE RAUMAN PAPERITEHDAS | 10 |
| 2.1. Tuotteet | 10 |
| 2.2. Energian tuotanto | 11 |
| 2.3. Veden käyttö | 11 |
| 3. PAPERIKONEEN RAKENNE | 12 |
| 3.1. Perälaatikko | 13 |
| 3.2. Viiraosa | 14 |
| 3.3. Puristososa | 15 |
| 3.4. Kuivatusosa | 16 |
| 3.5. Rullain | 17 |
| 3.6. Superkalanteri | 18 |
| 3.7. Pituusleikkuri | 19 |
| 3.8. Pakkaamo | 19 |
| 4. TELAT | 20 |
| 4.1. Imutela | 20 |
| 4.1.1. Imutelan toimintaperiaate | 21 |
| 4.1.2. Vaippa | 23 |
| 4.1.3. Imulaatikko | 23 |
| 4.1.4. Vaipan pesusuihkuputket | 25 |
| 4.1.5. Vaipan oskilloivat pesuputket | 25 |
| 4.1.6. Voitelusuihkuputket | 26 |
| 4.2. Uratela | 27 |
| 4.2.1. Rakenne | 28 |
| 4.2.2. Toiminta | 29 |
| 5. MANUAALISEN PESUTOIMINNA KUSTANNUKSET | 30 |

| | |
|---|----|
| 6. TELOJEN PESUN AUTOMATISOINTIRATKAISUT | 32 |
| 6.1. Koneeseen asennettava pesulaite | 32 |
| 6.2. Ultraäänipesu | 34 |
| 7. TELOJEN PESUN NYKYTILA | 35 |
| 7.1. Pesutarpeet ja määrät | 36 |
| 7.1.1. Pesuajat | 38 |
| 7.1.2. Pesuntoteutus | 38 |
| 7.1.3. Kuljetus | 39 |
| 7.2. Telojenpesun riskianalyysi | 40 |
| 7.2.1. Telojen kuljetukseen liittyvät riskit | 40 |
| 7.2.2. Telojen pesuun liittyvät riskit | 40 |
| 7.2.3. Työtapaan liittyvät riskit | 41 |
| 7.2.4. Riskien minimoiminen | 42 |
| 8. TELOJEN PESUOHJEET JA SUOSITUKSET | 43 |
| 8.1. Imutela | 43 |
| 8.2. Vaippa | 43 |
| 8.3. Imulaatikko | 44 |
| 8.4. Uratelat | 44 |
| 8.5. Telojen puhdistukseen vaikuttavat tekijät | 45 |
| 9. EHDOTUKSET PESUTOIMINNAN KEHITTÄMISEKSI | 47 |
| 9.1. Pesutilat | 47 |
| 9.1.1. Nykyisen pesupaikan laajennus | 47 |
| 9.1.2. Telavaraston takaosa | 48 |
| 9.1.3. PK 4 alakerta | 49 |
| 9.2. Laakerivaurioiden torjunta | 50 |
| 9.2.1. Öljysuodattimen toiminta ja käyttö | 51 |
| 9.2.2. Toteutus varastointi öljyllä | 56 |
| 9.3. Markkinoilla olevien pesulaitteistojen soveltuvuus | 57 |
| 9.3.1. Jämsänkosken pesulaite | 57 |
| 9.3.2. Kaipolan pesulaite | 61 |
| 10. LAITTEISTOT JA KUSTANNUSARVIOT | 63 |
| 11. TULOSTEN TARKASTELU | 68 |
| LÄHDELUETTELO | |

SYMBOLI- JA TERMILUETTELO

| | |
|---------------------|---|
| Aikakauslehtipaperi | Paperi, jota käytetään mainos- ja aikakauslehdissä |
| LWC | (light weight coated) kevyesti päällystetty paperi |
| SC | (Super calandered) Superkalanterointi päällystämättömille papereille tehtävä paperin kiillotus. |
| PK | Paperikone |
| Viira | Muovikudos, jonka päälle paperiraina suotautetaan |
| Huopa | Kuivauskudos, jolla poistetaan vettä paperirainasta puristinosalla |
| Raina | Suotauttamalla viiralle muodostunut paperirata |
| Massa | Mekaanisesti tai kemiallisesti valmistettu kuituseos, jota käytetään paperin raaka-aineena |

1. JOHDANTO

Paperin valmistus on pitkä ja monimutkainen prosessi. Telat ja sylinterit ovat paperikoneen kalleimpia yksittäisiä komponentteja. Ne muodostavat noin 60 % uuden paperikoneen hinnasta. Tämän vuoksi niiden rakenteet, käsittelytavat ja ohjeet on tunnettava hyvin. Tässä työssä perehdytään imutelojen ja uratelojen pesun tehostamiseen.

Rauman paperitehtaalla telojenpesu toteutetaan tällä hetkellä käsipesuna. Telanpesu suoritetaan aina koneesta poiston jälkeen. Telavaihtoja on noin 30 kappaletta vuodessa. Nykyisellä pesutavalla aikaa kuluu 30 - 120 tuntia / tela.

Imutelojen huoltovälit ovat 6 – 36 kuukautta telojen käyttökohteista riippuen. Imutelojen pesussa imureikien puhtautta on hankala tarkastella reikien suuren lukumäärän vuoksi. Pieni tukkoinen alue telassa aiheuttaa ongelmia telan toiminnassa. Uratelojen huoltovälit ovat 24 – 48 kuukautta. Uratelojen syvät ja ohuet urat on vaikea saada puhdistettua nykyisellä pesutavalla.

Mekanisoidun pesujärjestelmän tarjouspyyntö tehtiin Jämsänkosken tehtaan laitteiston pohjalta. Samalla pyrittiin korjaamaan siinä havaitut puutteet sekä kehittämään pesujärjestelmää Rauman tehtaalle sopivaksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä ja tehdä selvitystyö UPM- Kymmenen Rauman paperitehtaan imutelojen ja uratelojen pesutoiminnasta. Insinöörityön alussa on lyhyt esittely UPM- Kymmene Rauman paperitehtaasta.

Teoriaosuudessa esitellään paperikoneen pääosat, sekä imutelojen ja uratelojen rakenne ja toiminta.

Tutkimusosuudessa on käsitelty telojen pesun nykytilaa ja kustannuksia Rauman tehtaalla sekä pesun kehittämismahdollisuuksia. Lisäksi on kartoitettu markkinoilla olevat telojen pesuun soveltuvat laitteistot sekä näiden edut ja haitat. Tutkimusosuudessa tarkastellaan myös laakerien vesivaurioiden ehkäisyä ja kartoitetaan nykyiseen pesutapaan liittyvät riskit.

Työssä esiintyvät kustannukset ovat muutettu, mutta ovat keskenään vertailukelpoisia.

2. UPM- KYMMENE RAUMAN PAPERITEHDAS

UPM- Kymmene Rauman tehdas on yksi maailman suurimmista aikakauslehtipaperitehtaista. Tehdas valmistaa neljällä paperikoneella päällystettyä (LWC) ja päällystämätöntä (SC) aikakauslehtipaperia. Sellun kuivatuskoneella valmistetaan revintämassaa.

Tehtaan tärkeimmät raaka-aineet ovat tuore kuusipuu ja kuusihake, joista suurin osa hankitaan Länsi- Suomen alueelta. Materiaalipolitiikan periaate on käyttää raaka-aineita mahdollisimman järkevästi, tehokkaasti ja taloudellisesti.

Tehtaalla työskentelee 1100 paperivalmistuksen ammattilaista. Tehtaan liikevaihto vuonna 2005 oli 640 M€./1/

2.1 Tuotteet

Rauman paperikoneiden tuotantokyky on 1,2 miljoonaa tonnia paperia ja 150 000 tonnia revintämassaa vuodessa. Revintämassaa käytetään erilaisten hygieniatuotteiden valmistukseen.

Valmistettavan paperin loppukäyttökohteita ovat aikakauslehdet, myyntikuvastot, sanomalehtien liitteet ja erilaiset mainospainotuotteet. Tuotetusta paperista yli 95 % viedään ulkomaille. Markkinoinnin hoitaa UPM- Kymmenen oma myyntiverkosto eri puolilla maailmaa. Vientipaperi toimitetaan asiakkaalle Rauman sataman kautta, josta on säännölliset laivavuorot./1/

2.2 Energian tuotanto

Tehtaalla on oma voimalaitos, joka tuottaa lämpö- ja sähköenergiaa. Polttoaineena käytetään biopolttoaineita. Fossiilisten polttoaineiden käyttömäärä on minimoitu.

Voimalaitos tuottaa tehtaan tarvitseman lämmön lisäksi kaukolämpöä Rauman kaupungille. Uusimman kattilan lämpöteho on 145 MW. Polttoaineena käytetään kuorta, hakkuutähteitä, puujätettä, puhdistamolietettä, kierrätyspolttoaineita. Varapolttoaineena käytetään öljyä.

Voimalaitoksella syntyvä tuhka on suurin prosessista poistettava sivutuote. Tehtaan tavoitteena on tuhkan käytön lisääminen maanrakennuksessa. Paperinvalmistusprosessista poistettava kaoliini käytetään raaka-aineena tiilitehtaalla. Pyrkimyksenä on panostaa jätteiden synnyn ehkäisyyn ja hyötykäytön lisäämiseen./1/

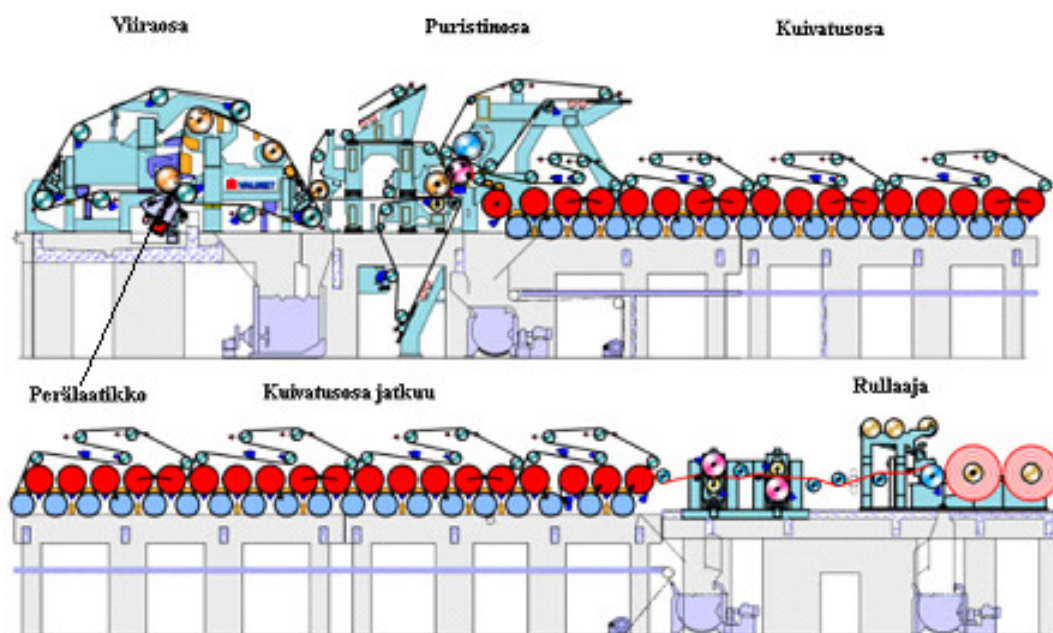
2.3 Veden käyttö

Paperitehtaalla on oma raakaveden puhdistamo, josta puhdistettua vettä toimitetaan myös vieressä sijaitsevalle Botnian sellutehtaalle. Vettä puhdistetaan 70 000 m³ vuorokaudessa. Raakavesi tehtaalle tuodaan läheisistä joista.

Prosessissa käytettävä vesi täyttää talousveden laatuvaatimukset. Jätevedet puhdistetaan mekaanis- biologisessa puhdistamossa. Osa Rauman kaupungin jätevedestä puhdistetaan tehtaan puhdistamossa. Veden ja jäteveden laatua tarkkailee oma laboratorio./1/

3. PAPERIKONEEN RAKENNE

Rauman tehtaalla on neljä paperikonetta. Kaksi paperikonetta valmistaa päällystettyä aikakauslehtipaperia (LWC) ja kaksi paperikonetta päällystämätöntä aikakauslehtipaperia (SC). Seuraavassa tarkastellaan paperikoneen rakennetta.



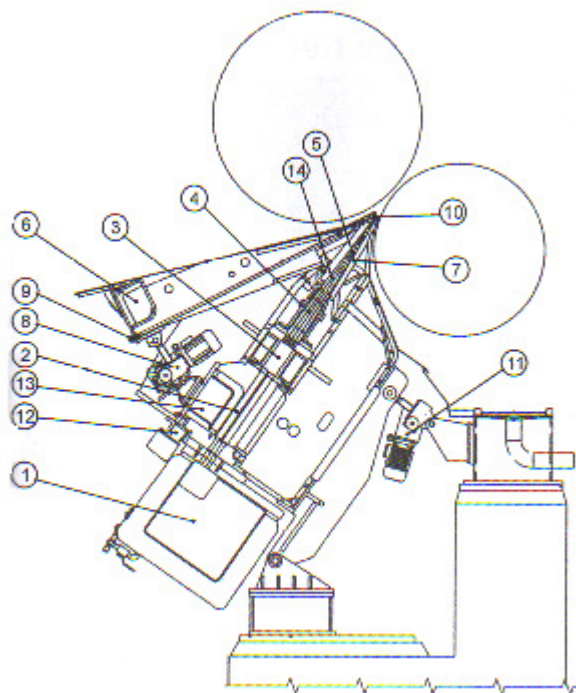
Kuva 1. paperikone

Paperikoneen perälaatikko sijaitsee viiraosalla. Perälaatikon tehtävä on levittää massa hallitusti viiran levyiseksi suihkuksi. Perälaatikkona on Metson valmistama OptiFlo. Viiraosalla sijaitsevilla imuteloilla ja erilaisilla imulaatikoilla pyritään saamaan aikaan imu, jolla poistetaan vettä paperirainasta. Viiraosan jälkeen paperin kuiva-ainepitoisuus on 17 – 19 %. Viiraosana on Metson valmistama Opti Former. Viiraosalta paperiraina jatkaa matkaansa puristinosalle. Puristinosalla paperirainasta poistetaan vettä mekaanisesti puristamalla, imutelojen ja nippirakenteiden avulla. Puristinosan jälkeen kuiva-ainepitoisuus on 52 – 54 %. Puristinosana on Metson valmistama Sym- Press B. Puristinosalta paperiraina kulkee kuivatusosalle, jossa sitä kuivatetaan höyryllä lämmitetyillä kuivatussylintereillä. Kuivatusosan jälkeen paperin kuiva-ainepitoisuus on

95 %. Kuivatusosalta paperi saapuu rullaimelle, jossa se rullataan tambuurin ympärille. Täydet tambuurit viedään rullauksen jälkeen superkalanterille, jossa paperi kiillotetaan. Kiillotettu paperi leikataan rulliksi pituusleikkurilla. Valmiit rullat kuljetetaan pakkaamoon kuljettimilla, jossa ne pakataan ja toimitetaan asiakkaalle./2,7/

3.1 Perälaatikko

Perälaatikon tehtävänä on levittää massa hallitusti viiran levyiseksi suihkuksi. Perälaatikosta massa johdetaan jakopillien läpi välikammioon. Lietteen virratessa läpi jakopillistön kehittyä siihen voimakas turbulenssi, joka voimistuu massan virratessa turbulenssiputkiston läpi. Massavirta joutuu huulikanavan ja hienosäätöisen kärkilistalla varustetun huuliraon kautta viiralle. Turbulenssin vaikutuksesta putkistossa syntyneet kuitukimput hajoavat ja yksittäiset kuidut muodostavat tasalaatuisemman rainan ja tasalaatuisemman valmiin paperin./2/

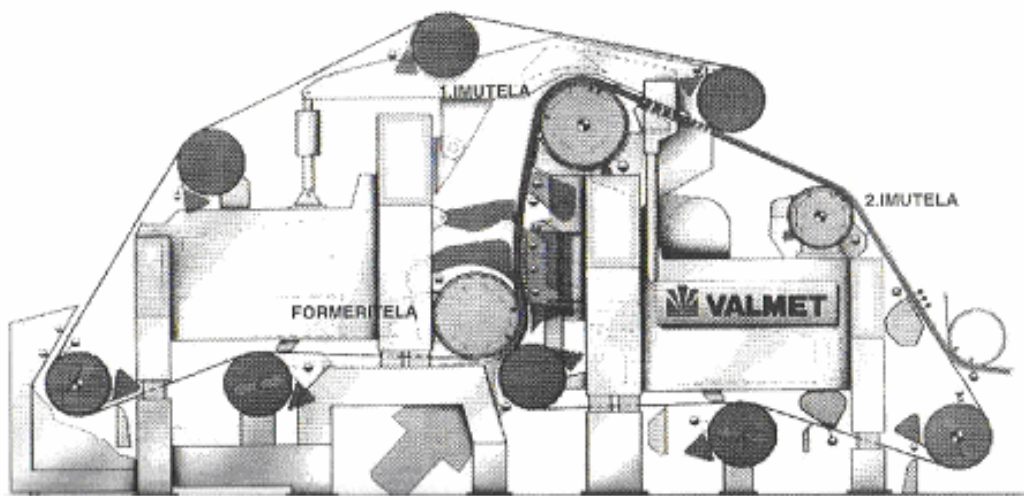


- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Jakoputki, | 8. Ylähuulen nostolaitteet |
| 2. Pillistö, | 9. Kärkilistan säätölaitteet |
| 3. Tasaukammio, | 10. Kärkilista |
| 4. Turbulenssigenaattori, | 11. Kallistuslaitteet |
| 5. Huulikanava | 12. Laimennuslaitteet |
| 6. Ylähuuli | 13. Laimennusjakoputki |
| 7. Alahuuli | 14. Opti-Flo kiilat |

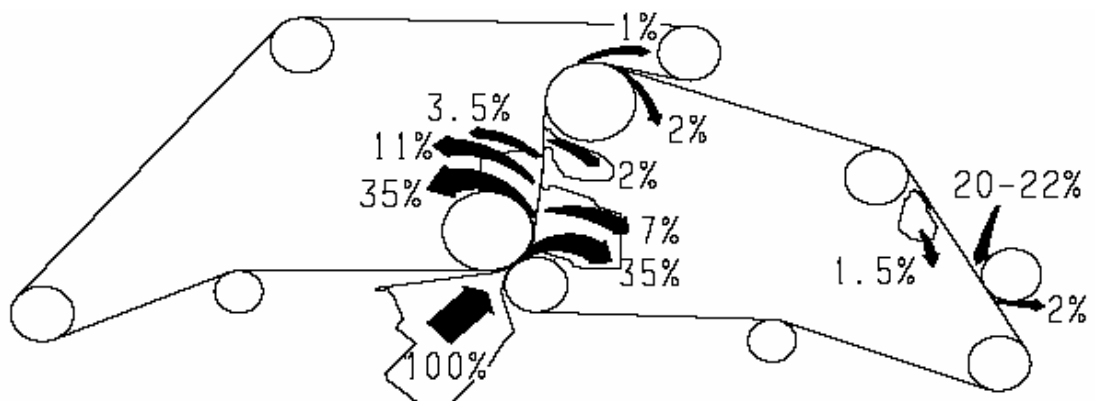
Kuva 2. OptiFlo perälaatikko ja sen osat/2/

3.2 Viiraosa

Viiraosan tehtävänä rainanmuodostuksessa on poistaa perälaatikon suihkuttamasta lietteestä vettä suottaamalla sihtinä toimivan viirakudoksen läpi. Tämän lisäksi viiraosan tehtävänä on aiheuttaa rainaan riittävän suuria hydrodynaamisia voimia kuitukimppujen syntymisen estämiseksi ja hajottamiseksi. Veden poisto ja hydrodynaamiset voimat on hallittava siten, että kuitu- ja täyteaineretentio ovat tasaiset ja halutun suuruiset. Rainan kuiva-ainepitoisuus on oltava riittävän korkea, jotta rainan siirto viiralta puristimelle on helppoa ja puristinosalla saavutetaan hyvä ajettavuus./2/



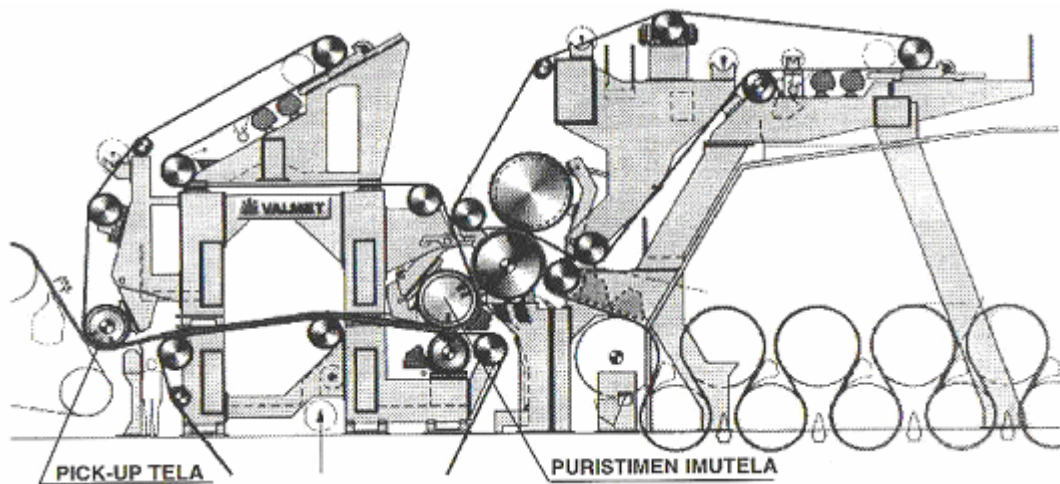
Kuva 3. Speed Former viiraosa



Kuva 4. Veden poisto viiraosalla. Vettä poistuu kummankin viiran suuntaan, kuvassa nuolilla merkitty veden poistumissuunta ja prosentti osuudet.

3.3 Puristinosa

Paperirainan tullessa viiralta sen kuiva-ainepitoisuus on 17 – 19 %. Viiralla tehtävän rainamuodostuksen jälkeen rainasta poistetaan vettä mekaanisesti puristamalla. Puristinosalla rainan paksuus pienenee ja kuitujen välinen kontaktipinta-ala kasvaa. Puristinosan tehtävä on poistaa rainasta mahdollisimman paljon vettä ja samalla tiivistää rainaa. Pyrkimyksenä on saada riittävä märkäluku, jotta rainan siirto kuivatusosalle onnistuisi ilman katkoja. Nykyaikaisilla paperikoneilla on puristinosalla 3 – 4 puristinnippiä, puristus tapahtuu puristinhuovan ja sileän telan tai kahden puristushuovan välissä. Puristettaessa rainan tilavuus pienenee, jolloin vesi poistuu huopaan. Puristinosalla pystytään vaikuttamaan seuraaviin paperin laatuominaisuuksiin: paperin sileys ja symmetria, hienoainejakauma, pölyävyys, kosteus ja kosteusprofiilit./2/



Kuva 5. Sym- Press B puristinosa

3.4 Kuivatusosa

Kuivatusosan tehtävänä on poistaa paperista vettä haihduttamalla. Haihduttamisen tulee tapahtua tehokkaasti, taloudellisesti, tasaisesti ja paperin laatua huonontamatta. Kuivatusosan alkupäässä raina voi joutua lämpötilakosteusalueelle, jossa kuidut pehmenevät. Alkukuivatusosan lämpötilaa nostettaessa havaitaan rainassa

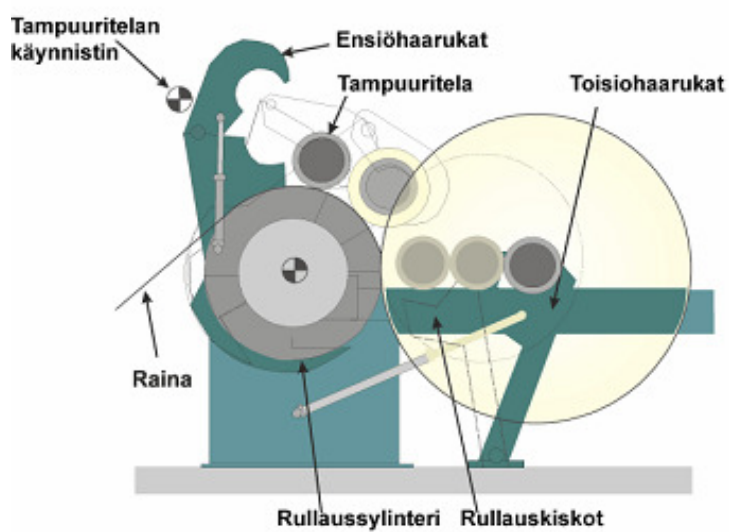
ominaisuuksien muutoksia vetolujuus ja tiheys kasvavat, ilmanläpäisevyys pienenee ja pinnan karheus lisääntyy. Samalla heikkenee kalanteroitavuus. /2/



Kuva 6. Kuivatusosa

3.5 Rullain

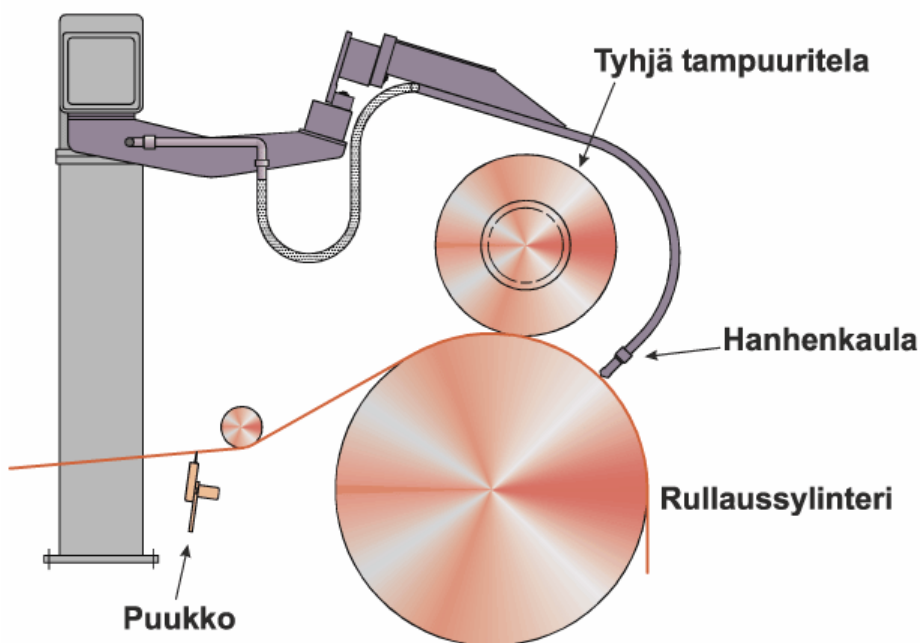
Paperin tullessa kuivatusosalta sen kuiva-ainepitoisuus on 95 %. Kuivatusosalta tuleva raina ohjataan rullaussylinterin yli, josta se rullataan tampouritelalle./2/



Kuva 7. Pope- rullain

Vaihto voidaan suorittaa pope- rullaimella joko pussivaihtona tai hanhenkaulalla. Pussivaihdossa uusi tampuuritela tuodaan nippikontaktiin rullaussylinterin kanssa ja valmistuva rulla vedetään irti nippikontaktista. Valmistuva rulla alkaa vedon puutteen takia hidastua ja raina löystyä muodostaen pussia, joka kaatuu rullaussylinterin ja tyhjän tampuuritelan muodostamaan nippiin katkaisten rainan./2/

Hanhenkaulavaihdossa rataaan tehdään ennen rullaussylinteriä pieni viilto, joka toimii alkurepeämänä. Hanhenkaulan päässä olevalla puhallussuuttimilla rata nostetaan tampuuritelan ympärille./2/



Kuva 8. Hanhenkaula

3.6 Superkalanteri

Paperikoneen kuivatusosalta tuleva raina ei sellaisenaan sovellu lopulliseen käyttötarkoitukseen, vaan se vaatii lisäkäsittelyä. Tavallisesti lisäkäsittely on kalanterointi, jolla tarkoitetaan paperin kiillotusta.

Superkalanteri on pystysuuntainen telapino, jossa vuorottelevat kuitu- ja metallipintaisia teloja. Metallipintaa vasten oleva paperin puoli kalanteroituu paremmin, telojen määrän

vuoksi on mahdollista toteuttaa kalanterointi metallipintaisella telalla kummaltakin puolelta paperia. Superkalanterissa paperi kulkee 12 telan muodostaman telaston läpi./2/

Kalanteroinnilla on kolme päätehtävää:

- Paperin pintaominaisuuksien sileyden ja kiillon parantaminen, jotta sen painatus- ja muut jalostusominaisuudet paranisivat.
- Paperin paksuuden säätäminen, jotta saataisiin tiheydeltään haluttua paperia
- Paperin paksuusprofiilin säätäminen, jotta saataisiin pituusleikkurilla tasaisia rullia.

3.7 Pituusleikkuri

Paperirulla tuodaan aukirullauspukeille, lukitaan paikoilleen. Kytetään hammaskytkin akselin päähän, josta rullan pyöritys tapahtuu.

Leikkausosalla raina leikataan rullien levyisiksi, sekä rainan reunoista poistetaan huono reuna leikkaamalla ja johtamalla tämä osa paperista pulpperiin. Rainan leikkaus suoritetaan teräparilla, jotka voidaan säätää halutun rullakoon mukaan.

Rullausosalla leikattu paperi rullataan kiinnirullausosalla asiakkaan toivomiksi rulliksi leveydeltään ja halkaisijaltaan. Pituusleikkurin päätehtävät ovat pituusleikkaus ja rullan muodostus./2/

3.8 Pakkaamo

Leikkurilla valmistuneet rullat ohjataan pakkaamoon lamellikuljettimilla, kääntöpöytiä ja työntimiä apuna käyttäen. Rullat merkitään ja pakataan pakkaamossa, jonka jälkeen ne toimitetaan asiakkaalle./2/

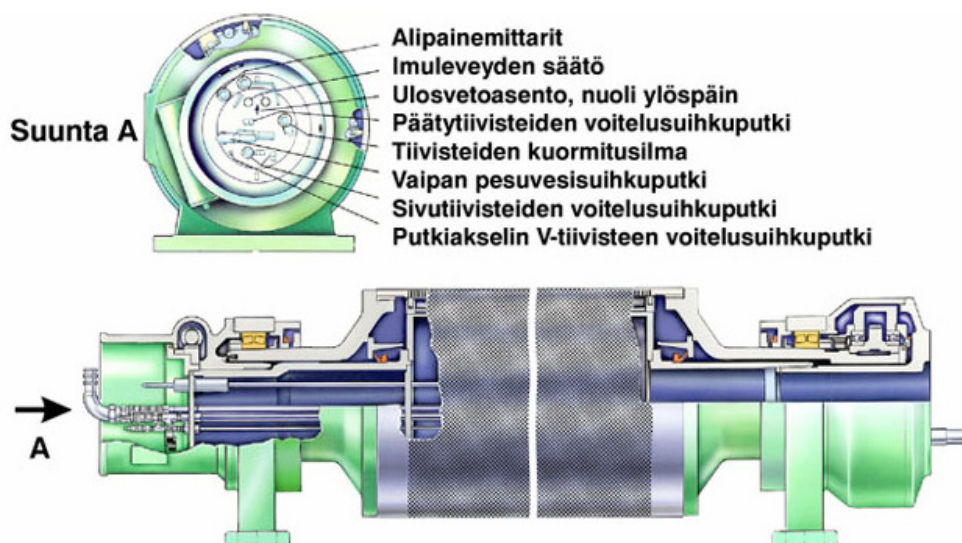
4. TELAT

4.1 Imutela

Imutelat sijaitsevat paperikoneen viira- ja puristinosalla. Imutela muodostuu rei'itetystä vaipasta, laippa-akselista laakerointeineen, sekä vaipan sisälle asennetusta imulaatikosta. Vaipan päihin on kiinnitetty laippa-akselit, joiden varaan tela on laakeroitu.

Imuteloja on käytöllisiä ja käytöttömiä. Käytöllinen imutela on varustettu käyttövaihteella, joka on asennettu käyttöpuolenlaippa-akselille ja tuettu lukitusvarren avulla tukikehään.

Imulaatikko on tuettu putkiakseleista hoitopuolella laakerin kanteen ja käyttöpuolella laippaputkeen. Alipaine imulaatikkoon johdetaan käyttöpuolelta putkiakselin ja laippaputken läpi. Imulaatikossa olevat imuaukot on rajattu tiivistelisteillä, päätytiivisteillä voidaan säätää imuleveyttä. Sisäpuolista puhdistusta varten on asennettu suihkuputket niihin teloihin, joissa imukammioihin saattaa saostua haitallista paperimassaa. Imutelan sisäpuoliset säädöt ja toiminnot, sekä liitännät on sijoitettu hoitopuolelle./7/



Kuva 9. Vaihteella varustettu imutela

4.1.1 Imutelan toimintaperiaate

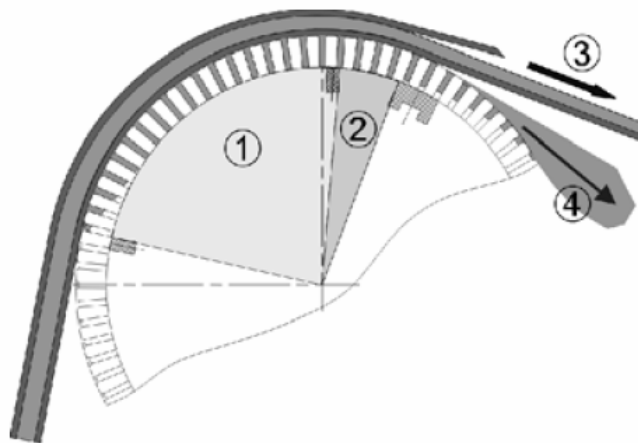
Imutelaa käytetään veden poistamiseen paperirainasta, sekä rainan siirtoon telalle tai eri rakenneryhmien välillä.

Imutelan rei'itetty vaippa pyörii rullalaakeroituna laippa-akselin varassa.

Vaipan sisällä on yksi- tai useampikammioinen imulaatikko, jonka imuaukot avautuvat tiivistelistöjen rajoittamina vaipan sisäpintaan. Imulaatikon kammiossa vallitseva alipaineen avulla muodostuu tyhjiö paperirainan alle viiran tai huovan läpi. Muodostunut paine-ero poistaa vettä rainasta vaipan reikiin ja pitää kiinni rainaa siirron aikana. Kammioiden alipaine määritellään pääasiassa imutelan käyttötarkoituksen mukaisesti.

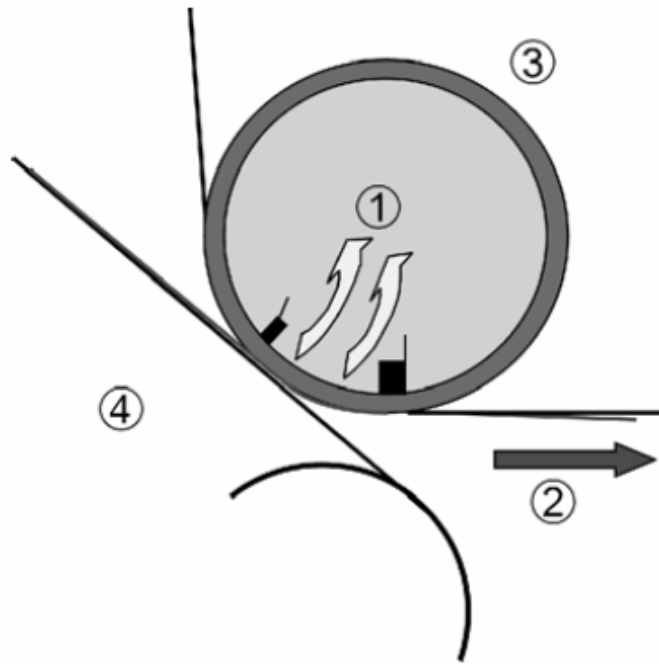
Valtaosa vaipan reikiin imetystä vedestä poistuu keskipakovoiman vaikutuksesta vedenkeruukaukaloihin, vain pieni osa poistetusta vedestä menee telan sisään./2,7/

Kuvissa 10, 11 ja 12 merkitty imutelojen vedenpoiston periaate viiraosalta, radansiirron periaate, sekä vedenpoisto puristinosalta.



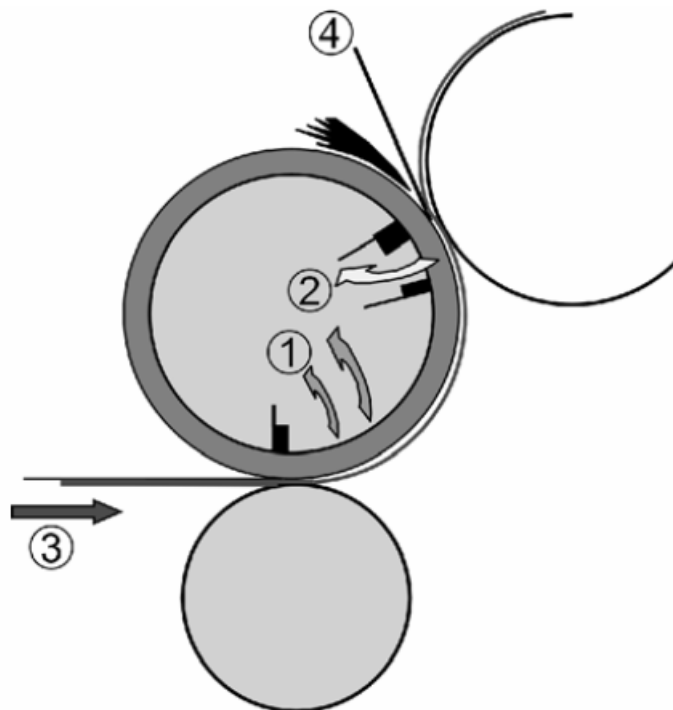
1. matala tyhjä, 2. korkea tyhjä, 3. rata, 4. poistuva vesi

Kuva 10. Vedenpoisto imutelalla. Vesi imetään paperiradasta imutelan vaipan reikiin, johtamalla tyhjä radan alle. Vesi poistuu rei'istä vedenkeruu kaukaloihin.



1. tyhjä, 2. paperirata, 3. puristinosa, 4. viiraosa

Kuva 11. Radansiirron periaate pick-up-imutelalla ja siirtoimutelalla. Pick-up-imutelalla rata siirretään viiraosalta puristinosaan. Imutelaan johdetun tyhjän avulla pidetään paperirataa kiinni siirronaikana.



1. matala tyhjä, 2. korkea tyhjä, 3. paperirata, 4. huopa

Kuva 12. Vedenpoisto puristimen imutelalla. Puristamalla radasta vapautettu vesi imetään imutelan reikiin, josta se poistuu veden keruu kaukaloihin. Puristimen imutela imee vettä paperiradasta huovan läpi.

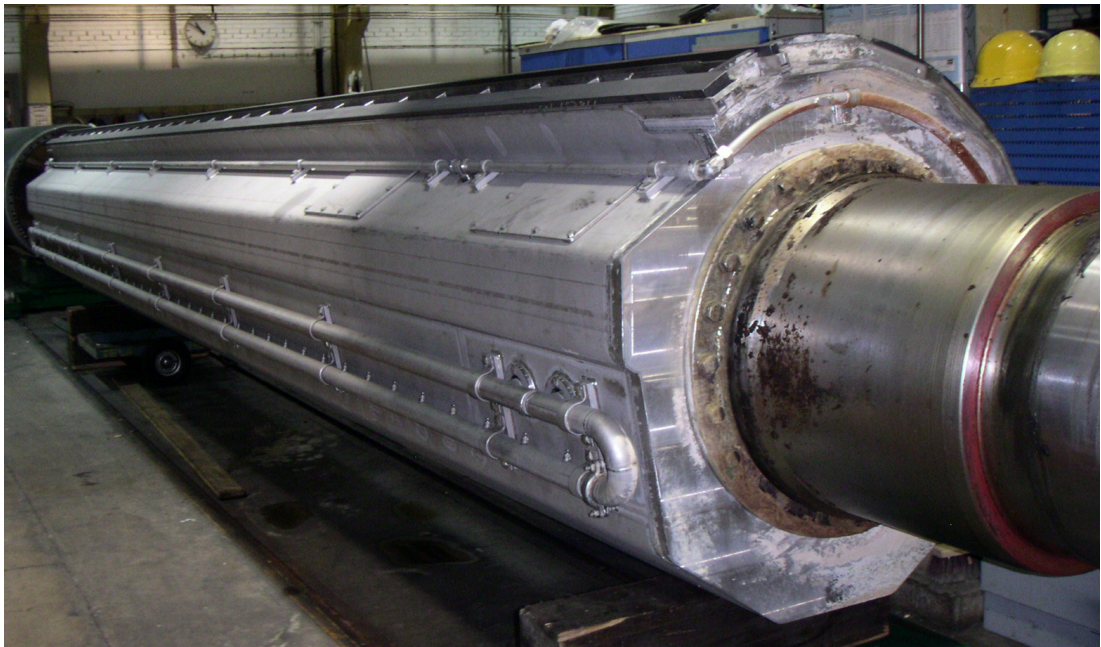
4.1.2 Vaippa

Vaipan rei'itys valmistetaan kanuunaporausmenetelmällä, äänen vaimentamiseksi porauskuvio on kierteinen. Vaippa voidaan pinnoittaa tai käyttää teräspintaisena. Pehmeäpintaisiin teloihin voidaan tehdä uritus tai sokeaporaus, jotka tehostavat veden poistoa paperiradasta./2,7/

4.1.3 Imulaatikko

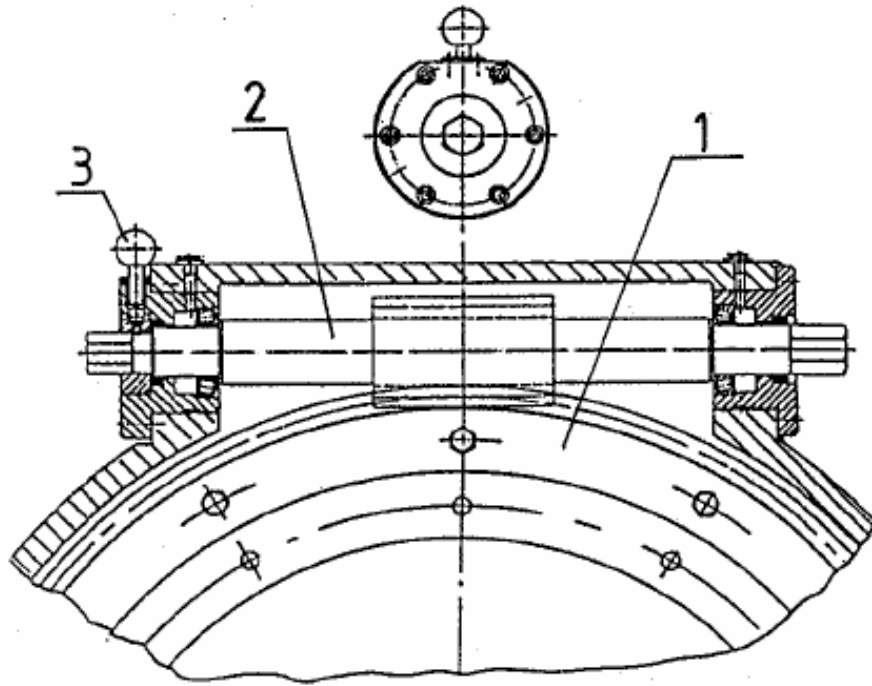
Imulaatikko on levyrakenteinen, yleensä yksi- tai kaksikammioinen. Imuaukot on rajattu tiivistelistoilla. Imukammioiden päissä on tasot päätytiivisteitä varten.

Kaksikammioisen imulaatikon käyttöpuolen putkiakseli on jaettu väliseinällä, joka on asennettu imukammioiden väliseinän kohdalle, jolloin alipaine johdetaan erillisesti molempiin imukammioihin./2,7/



Kuva 13. Imulaatikko

Imulaatikko voidaan kääntää hoitopuolen laakerin kanssa olevan kierukkavälityksen avulla. Imuaukon asento näkyy kierukkapyörän kehällä kiinnitetystä osoitinlevystä./7/



1. kierukkapyörä, 2. kierukka-akseli, 3. lukitustappi

Kuva 14. Kierukkavälitys

4.1.4 Vaipan pesusuihkuputket

Pesuputken tehtävänä on imutelan vaipan sisäpuolinen puhdistus ja reikien puhtaana pitäminen, jolloin telan vedenpoisto pysyy tehokkaana./5/



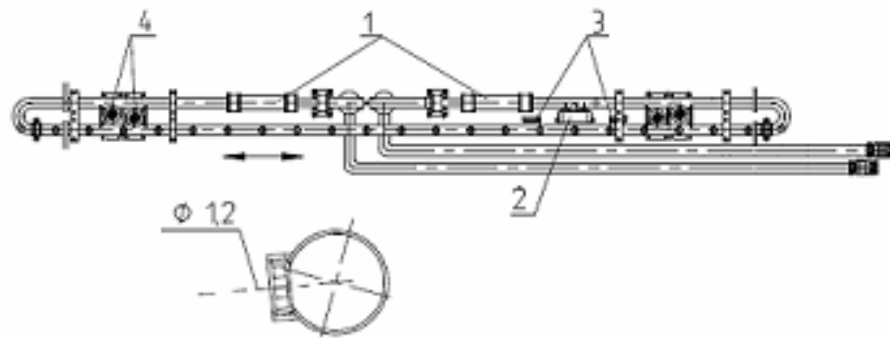
Kuva 15. Vaipan pesusuihkuputki

4.1.5 Vaipan oskilloivat pesuputket

Imutelan vaipan sisäpuolista pesua voidaan tehostaa käyttämällä oskilloivaa pesuputkea. Pesuputki liikkuu imulaatikkoon kiinnitettyjen tukirullien varassa.

Pesuputkea liikuttaa kaksi vesisylinteriä. Vesisylintereitä ohjaa pesuputkeen kiinnitetty ohjausventtiili. Oskillointiliikkeen iskun kesto on 10 – 14 s. Oskilloinnin nopeus riippuu vedenpaineesta ja käytetyistä ohjausventtiilin suuttimesta. Johdettavan veden paine on 25 – 35 bar.

Rauman tehtaalla on tällä hetkellä käytössä yhdessä imutelassa oskilloiva pesuputki. Pesuputki on käytössä PK 4 puristinosan imutelassa. Säännöllisellä käytöllä saavutetaan pidemmät huoltovälit./5/



1. Vesisylinteri, 2. Ohjausventtiili, 3. Ohjausvastin, 4. Tukirulla

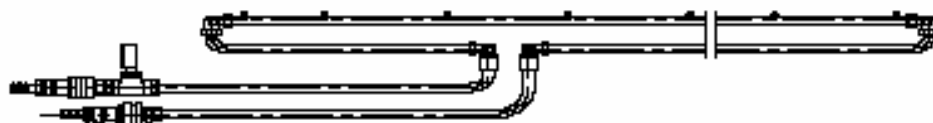
Kuva 16. Oskilloiva pesuputki ja sen osat

4.1.6 Voitelusuihkuputket

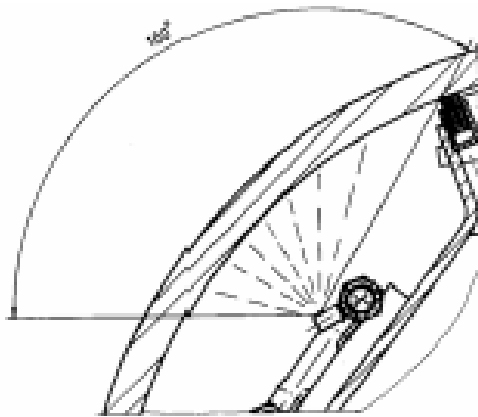
Imuteloissa käytetään voitelusuihkuja tiivistelstojen kitkan pienentämiseksi. Suihkuissa käytetty paineen suuruus on 20 – 30 bar.

Voiteluv veden tarkoituksena on pienentää tiivistelstojen ja vaipan sisäpinnan välistä kitkaa telan pyörimisen aikana ja samalla pidentää tiivisteiden käyttöikä.

Tiivisteiden kuluminen vaikuttaa imuun. Kuluneet tiivisteet eivät rajaa kunnolla imualuetta, jolloin vettä ei pystytä poistamaan yhtä tehokkaasti./7/



Kuva 17. Voitelusuihkuputken periaatekuva



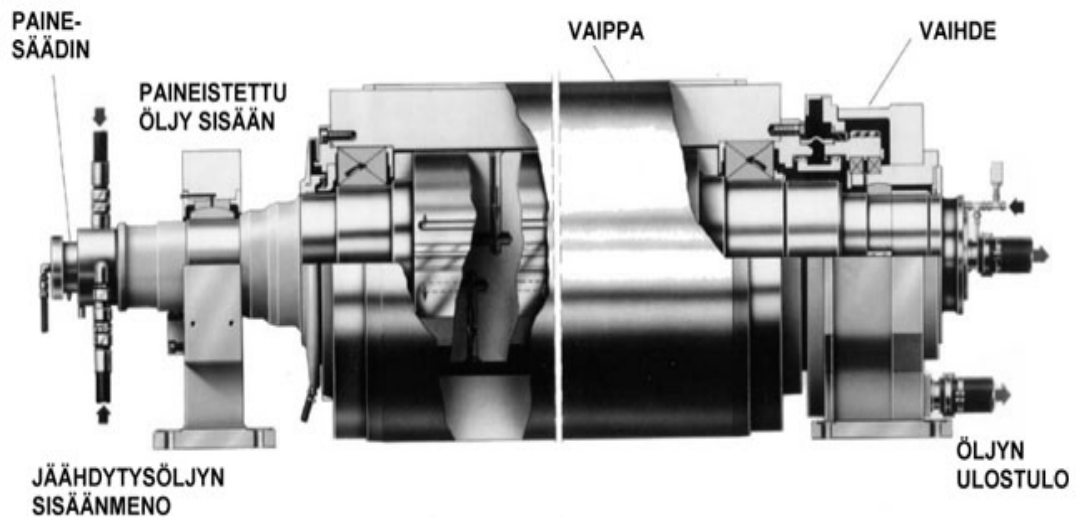
Kuva 18. Suuttimen suuntaus

4.2 Uratela

Urateloja käytetään puristinosalla puristinnippien ylä- ja alatelana. Uratelat huolehtivat puristinosalla siitä, että paperi on koko rainanleveydeltä tasapaksuista ja tasalaatuista.

Tasaisen nippipaineen aikaansaamiseksi on pystyttävä säätämään nippiin osallistuvan tai osallistuvien telojen taipumaa nippipaineen muuttamiseksi. Tätä varten on kehitetty uratela, jossa telan vaipan taipumaa voidaan säädellä tietyissä rajoissa muuttamalla telan sisäistä painetta olosuhteiden muutosten mukaan.

Telan taipuma säätyy automaattisesti kuormitustapauksen muuttuessa. Uratelalla voidaan muuttaa telan bombeerausta muuttamalla telan sisäistä painetta. Tällöin voidaan kulloinkin käyttää edullisinta viivapainetta telaparia vaihtamatta tai teloja uudelleen bombeeramatta./2,3/



Kuva 19. Uratela

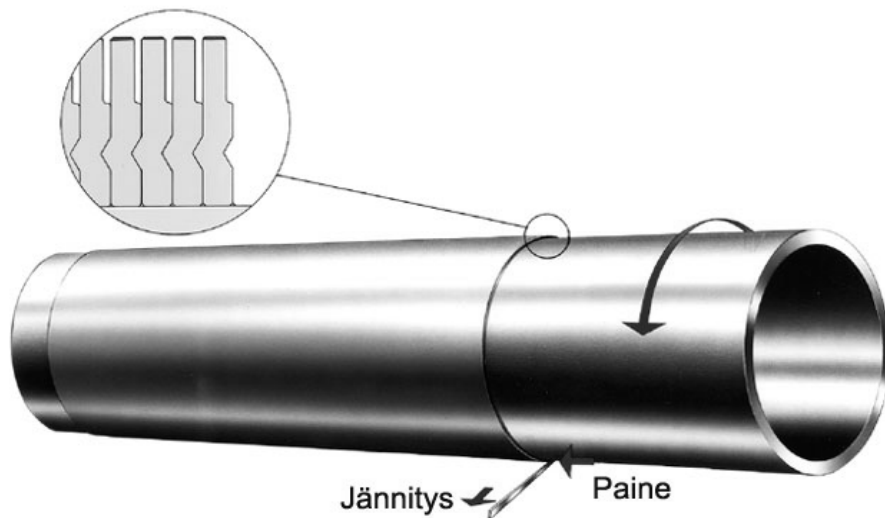
4.2.1 Rakenne

Tela muodostuu käyttövaihteesta, telan läpi kulkevasta akselistä ja akselin ympäri pyörivästä vaipasta.

Vaippana puristinosalla käytetään yleisimmin valurautavaippaa, joka on päällystetty ruostumattomasta teräksestä tehdyllä profiloidulla nauhalla. Vaipan ja akselin välitila on sivu- ja päätytiivistyksellä jaettu paine- ja tankkikammioon. Hoitopäästä tulevan porauksen kautta johdetaan paineöljy telan painekammioon. Paineöljy vuotaa sivu- ja päätytiivistyksien läpi tankkikammioon ja sieltä edelleen akseli käyttöpäässä olevan porauksen kautta, käyttövaihteen läpi, takaisin painekeskukselle.

Telassa voidaan käyttää myös pehmeitä pinnoitteita, kuten polyuretaania. Näissä teloissa voi vaipan materiaalina olla karkaistua terästä. Pehmeissä teloissa öljykiertona käytetään kaksoiskiertoa, jolloin öljy johdetaan porausta pitkin painekammion käyttöpäähän. Hoitopäästä osa öljystä johdetaan painesäätimelle ja osa vuotaa sivu- ja päätytiivistyksien läpi tankkikammioon. Öljy johdetaan takaisin keskukseseen tai suoraan tankkikammioon. Öljy poistetaan telasta käyttöpään porauksesta, käyttövaihteen kautta tai suoraan tankkikammioon.

Perinteisillä puristimilla telan pinnoitteena käytetään G-nauhaa, jonka päällä on kovapinnoite G-mate H tai Wolfrakarbidi. Telojen pinnoitus voidaan tehdä myös uritetulla polyuretaanilla./2,3/



Kuva 20. Telojen urituksen valmistus profiili nauhan avulla

4.2.2 Toiminta

Tela taipuu oman painonsa ja ulkoisten voimien aiheuttaman yhteiskuorman vaikutuksesta. Taipuman suuruuteen vaikuttavat kuormien suunta ja suuruus, telan rakenne ja mitat sekä materiaali.

Uratela puristetaan korkealla kuormalla vastatelaan vasten, josta seuraa vastatelan taipuminen ja telavaipan muovautuminen. Tähän muodonmuutokseen on uratelan mukauduttava./2,3/

5. MANUAALISEN PESUTOIMINNAN KUSTANNUKSET

Telojen pesun kustannukset koostuvat alihankkijan laskuttamista työtunneista ja mahdollisista laitteistovuokrista. Laskelmat perustuvat vuosien 2004 ja 2005 laskutuksiin.

Taulukko 1. Uratelojen ja imutelojen vaihtomäärät 2000 – 2005

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Uratelat | 4 | 5 | 3 | 6 | 5 | 7 |
| Imutelat | 27 | 28 | 26 | 25 | 25 | 26 |
| yht. | 31 | 33 | 29 | 31 | 30 | 33 |

Taulukko 2. Uratelojen ja imutelojen vaihtomäärät prosentteina

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Uratelat | 13 % | 15 % | 10 % | 19 % | 17 % | 21 % |
| Imutelat | 87 % | 85 % | 90 % | 81 % | 83 % | 79 % |

Uratelojen pesumäärä 2004 oli viisi kappaletta, joka on vuoden 2004 telojen pesumäärästä 17 %. Imuteloja pestiin vuonna 2004 25 kappaletta, joka on 83 % pesumäärästä. Imuteloista 9 kappaletta oli PU- pinnoitteisia.

Uratelojen pesumäärä 2005 oli seitsemän kappaletta, joka on vuoden 2005 telojen pesumäärästä 21 %. Imuteloja pestiin vuonna 2005 26 kappaletta, joka on 79 % pesumäärästä. Imuteloista 8 kappaletta oli PU- pinnoitteisia.

Vuosina 2004 ja 2005 telojen pesukustannukset olivat yhteensä 14 093 €. Uratelojen pesussa tarvittava 1000 Bar pumppua käytetään kahdesta kolmeen kertaan vuodessa, pumpun vuokra 14,6 €/h.

Vuosikohtaiset kustannukset

Kustannukset on laskettu pesun suorittajan antamien pesun kestoajkojen mukaan.

Vuonna 2004 telojen pesukustannukset olivat 6 621 €.

Imutelat

16 kpl x 3 €/h x 40h = 1920 € (Fe)

9 kpl x 3 €/h x 120 h = 3240 € (PU)

Uratelat

2 kpl x 17,6 €/h x 30 h = 1056 € (1000 Bar pumpulla)

3 kpl x 3 €/h x 45 h = 405 € (350 Bar pumpulla)

Vuonna 2005 telojen pesukustannukset olivat 7 472 €.

Imutelat

18 kpl x 3,4 €/h x 40h = 2448 € (Fe)

8 kpl x 3,4 €/h x 120 h = 3264 € (PU)

Uratelat

2 kpl x 18 €/h x 30 h = 1080 € (1000 Bar pumpulla)

5 kpl x 3,4 €/h x 40 h = 680 € (350 Bar pumpulla)

Taulukko 3. Telakohtaiset kustannukset. Taulukon kustannukset ovat laskettu yllä mainittujen kustannusten mukaan jakamalla lasketut kustannukset pestyjen telojen lukumäärällä.

| Tela | 2004 [%] | 2005 [%] |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Imutela | 100 | 106 |
| Teräs | 100 | 113 |
| PU | 100 | 133 |
| Uratela | 116 | 100 |
| Uratela (1000 bar) | 100 | 102 |
| Uratela (350 bar) | 100 | 101 |

6. TELOJEN PESUN AUTOMATISOINTIRATKAISUT

Seuraavassa on esitelty kaksi markkinoilla olevaa pesulaitteistoa. Laitteistoja voidaan käyttää myös osana suurempaa pesujärjestelmää

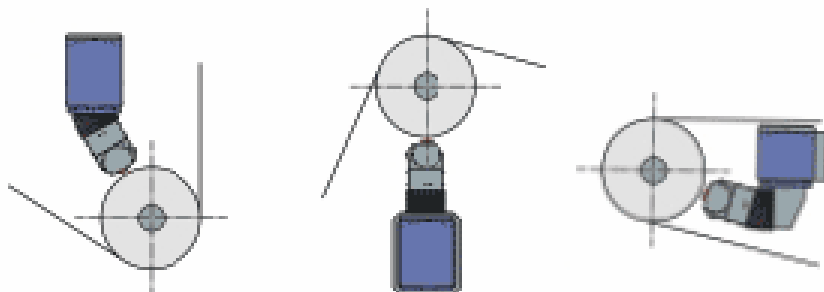
6.1 Koneeseen asennettava pesulaite

Koneeseen asennettava puhdistuslaite on ensisijaisesti suunniteltu ajonaikaiseen puhdistamiseen. Puhdistuslaitetta voidaan käyttää myös telahuollossa telojen pesussa sekä telojen hionnassa./10/

Telanpuhdistuslaite voidaan sijoittaa myös ahtaisiin paikkoihin. Puhdistuslaitetta ei tarvitse poistaa telavaihdon ajaksi

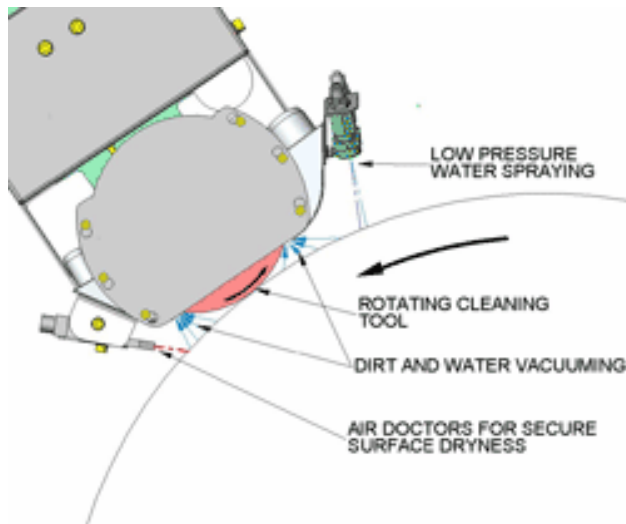
Puhdistus suoritetaan jatkuvana tai jaksottaisena. Telan puhdistus voidaan suorittaa koko telan leveydeltä tai vain tietyistä osista. Koneeseen asennettaessa puhdistus voidaan aloittaa automaattisesti, kun laite saa signaalin tambuurin vaihdosta tai saumakohdan ohimenosta päällystyskoneelle./10/

Parhaiten laite soveltuu käytettäväksi päällystysasemien vastatelojen sekä kuivatussyylintereiden ja kalanteritelojen puhdistukseen./10/



Kuva 21. Puhdistuslaitteen asennot

Pyörivä puhdistustyökalu puhdistaa telan pinnan pienellä vesimäärällä. Puhdistusyksikön molempiin puoliin sijoitetut alipainesuulakkeet poistavat irronneen lian ja veden, sekä imukaavari varmistaa puhdistetun pinnan kuivuuden./10/



Kuva 22. telan puhdistus

- Pyörivä puhdistustyökalu lian irrottamiseen
- Säädetävät vesimäärät eri toiminnoilla
- Tehokas alipaineimu poistaa veden ja lian prosessin ulkopuolelle
- Ilmakaavarit poistavat lopun veden ja kuivaavat pinnat

Koneeseen asennettava puhdistuslaite parantaa työturvallisuutta, koska puhdistustyökalun vaihto voidaan suorittaa paperiradan ulkopuolella tuotannon aikana./10/

Laitteiston karkea hinta-arvio on noin 26 770 €. Laitteiston lopullinen hinta määräytyy projektin mukaan. Kauppanimike Fastems Linesprint.

6.2 Ultraäänipesu

Ultraäänipuhdistus on nykyaikainen puhdistustekniikka. Kappale saadaan puhdistettua lyhyessä ajassa vahingoittamatta kappaletta. Ultraäänipuhdistus ei vaadi erillistä käsittelyä kappaleelle ennen puhdistusta./11/

Johdattaessa ultraääntä nesteeseen syntyy paine-eroja ja muodostuu pieniä alipaine kuplia. Kuplista aiheutuvilla imu- ja paineimpulsseilla on materiaalin pintaan puhdistava vaikutus. Kavitointi irrottaa ja hajottaa kaiken epäpuhtauden materiaalin pinnasta. Kavitoinnin puhdistava vaikutus ulottuu kaikkiin alueisiin, riippumatta kappaleen muodosta, porauksista ja muista onkaloista./11/

Tela asetetaan telineeseen laakeripukeilleen ja sitä pyöritetään hitaasti. Vaippa upotetaan veteen vain alapinnastaan kuitenkin niin että nesteentila on imureikien yläpuolella. Pesun yhteydessä suoritetaan myös paineellinen pesu telan pinnalle.

Nesteeseen johdettavan äänen taajuus on 27,5 KHz. Uppovärähtelykotelot 45 kpl sijoitetaan altaan pohjalle, värähtelijöiden teho 54 KW. Nesteentilavuus 15 000 l.

Kustannuksia ultraäänipesun toteuttamiselle kertyy 28 170 €. Laitteisto ei pidä sisällään altaan lämmitystä, telan kannatus ja pyöritysmekanismeja. Kauppanimike Finnsonic W-5400/ 1400- 200- 80.

7. TELOJEN PESUN NYKYTILA

Telojen pesu toteutetaan UPM:n Rauman tehtaalla tällä hetkellä käsipesuna, pesun toteuttaa alihankkija. Ongelmakohtiksi ovat muodostuneet telojen kuljetukset sekä itse pesu.

Taulukko 4. Telojen mitat

| TELAT | Vaipan pituus [mm] | Telan pituus [mm] | Telan massa [kg] | Vaipan ulkohalk. [mm] | Laakeriväli [mm] | Vaipan massa [kg] | Vaipan päällyste |
|--------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------------|-------------------|------------------|
| PK1 | | | | | | | |
| 1. Imutela | 9350 | 11654 | 24000 | 1340 | 10250 | 9950 | Teräs |
| 2. Imutela | 9350 | 11645 | 23000 | 1340 | 10250 | 9950 | Teräs |
| Formeritela | 9350 | 11203 | 31000 | 1600 | 10250 | 12800 | Viirasukka |
| Pick-up-imutela | 9200 | 11745 | 15500 | 1064 | 10350 | 6000 | Teräs |
| 1. puristimen Imutela | 9150 | 11480 | 40000 | 1538 | 10300 | 19000 | PU |
| Siirtoimutela | 8890 | 10715 | 10400 | 865 | 9820 | 5830 | Teräs |
| 1. puristimen Sym- tela | 9500 | 11617 | 54000 | 975 | 10300 | 30600 | G-nauha |
| PK2 | | | | | | | |
| Formeritela (sukalla) | 9350 | 11412 | 26250 | 1600 | 10250 | 12500 | Viirasukka |
| Pick-up-imutela | 9200 | 11845 | 16800 | 1064 | 10350 | 5950 | Teräs |
| 1. puristimen Imutela | 9150 | 11500 | 39600 | 1538 | 10300 | 19600 | PU |
| Siirtoimutela | 9200 | 11845 | 16800 | 1065 | 10350 | 6000 | Teräs |
| 1. puristimen Sym- tela | 9400 | 11975 | 48100 | 945 | 10300 | 20000 | G- nauha |
| 4. puristimen Sym- tela | 9400 | 11975 | 48100 | 945 | 10300 | 20000 | PU |
| PK3 | | | | | | | |
| Viiran imutela | 9350 | 11800 | 23000 | 1340 | 10250 | 10000 | Teräs |
| 1. Formeritela (sukalla) | 9250 | 10728 | 11600 | 1234 | 9850 | 10000 | Viirasukka |
| Pick-up-imutela | 9200 | 11850 | 16800 | 1070 | 10350 | 6500 | Teräs |
| 1. puristimen imutela | 9200 | 11970 | 37100 | 1360 | 9200 | 19312 | PU |
| 1. puristimen ventatela | 9400 | 11750 | 44200 | 865 | 10350 | 25800 | G-nauha |
| 3. puristimen ventatela | 9400 | 11750 | 44200 | 865 | 9400 | 25800 | G-nauha |
| PK4 | | | | | | | |
| Formeritela (sukalla) | 10300 | 12110 | 33000 | 1600 | 11200 | 15000 | viirasukka |
| 1. Imutela | 10300 | 12860 | 50000 | 1600 | 11200 | 21000 | Teräs |
| 2. Imutela | 10300 | 12740 | 30000 | 1260 | 11200 | 12000 | Teräs |
| Pick-up-imutela | 10300 | 12700 | 19000 | 1126 | 10200 | 8000 | Teräs |
| Puristimen imutela | 10200 | 12960 | 59000 | 1655 | 11350 | 27000 | PU |
| Pressrun Imutela | 10080 | 10790 | 7250 | 800 | 10410 | 5330 | Teräs |
| 1. puristimen uratela | 10450 | 13100 | 58000 | 1005 | 11450 | 25000 | G-mate H |

7.1 Pesutarpeet ja määrät

Telan pesu suoritetaan aina koneesta poiston jälkeen ennen huoltoa. Huollon yhteydessä vaippa ja imulaatikko pestään erillisinä osina.

Vuosittain teloja pestään hieman yli 30 kappaletta. Vuosien 2000 ja 2005 välisenä aikana imuteloja ja urateloja on vaihdettu 187 kertaa.

Imutelojen vaihtoväli ovat 6 – 36 kuukautta ja uratelojen 24 – 48 kuukautta, mikäli ongelmia telojen toiminnassa ei havaita.

Alla olevasta taulukosta nähdään suunnitellut vaihtovälit. Havaitaan, että pesutarpeet ovat jatkossakin n. 30 telan pesua vuodessa.

Taulukko 5. Imutelojen ja uratelojen vaihtovälit

| Telat | Vaihtovälit [kk] | Telat | Vaihtovälit [kk] |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| PK 1 | | PK 2 | |
| 1. Imutela | 12 | Formeritela | 12 |
| 2. Imutela | 12 | Pick-up-imutela | 8 |
| Formeritela | 6 | 1. puristimen imutela | 6 |
| Pick-up-imutela | 8 | Siirtoimutela | 36 |
| 1. puristimen imutela | 6 | 1. puristimen Sym- tela | 24 - 48 |
| Siirtoimutela | 36 | 4. puristimen Sym- tela | 24 - 48 |
| 1. Puristimen Sym- tela | 24 - 48 | | |
| | | | |
| Telat | Vaihtovälit [kk] | Telat | Vaihtovälit [kk] |
| PK 3 | | PK 4 | |
| Viiran imutela | 12 | Formeritela | 12 |
| 1. Formeritela | 6 | 1. imutela | 12 |
| Pick-up-imutela | 12 | 2. imutela | 12 |
| 1. puristimen imutela | 6 | pick-up-imutela | 12 |
| 1. puristimen ventatela | 24 - 48 | puristimen imutela | 6 |
| 3. puristimen ventatela | 24 - 48 | pressrun imutela | 36 |
| | | 1. puristimen uratela | 24 - 48 |

Taulukko 6. Telakohtaiset vaihtomäärät 2000 – 2005

| Telavaihdot 2000- 2005 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | yht. |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PK 1 | | | | | | | |
| 1. Imutela | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| 2. Imutela | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Formeritela | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| Pick-up-imutela | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 9 |
| 1. puristimen imutela | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3 | 16 |
| Siirtoimutela | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1. Puristimen Sym- tela | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 9 |
| PK 2 | | | | | | | |
| Formeritela | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 8 |
| Pick-up-imutela | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 7 |
| 1. puristimen imutela | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 13 |
| Siirtoimutela | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 1. puristimen Sym- tela | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4. puristimen Sym- tela | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 5 |
| PK 3 | | | | | | | |
| Viiran imutela | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 5 |
| 1. Formeritela | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 15 |
| Pick-up-imutela | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 7 |
| 1. puristimen imutela | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 17 |
| 1. puristimen ventatela | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 3. puristimen ventatela | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| PK 4 | | | | | | | |
| Formeritela | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 10 |
| 1. imutela | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 6 |
| 2. imutela | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| pick-up-imutela | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| puristimen imutela | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 14 |
| pressrun imutela | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1. puristimen uratela | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Vuosittain | 31 | 33 | 29 | 31 | 30 | 33 | 187 |

7.1.1 Pesuajat

Teräspintaisten uratelojen pesussa pesupaineen ylärajana on käytetty 1000 bar, tällöin pesuaika on noin 30 tuntia. Yleisesti uratelojen pesu suoritetaan 350 bar paineella. Korkeampaa pesupainetta (1000 bar) käytetään uratelojen pesussa kahdesta kolmeen kertaan vuodessa.

Teräspintaisten imutelojen pesu suoritetaan pesupaineella 350 bar, jolloin aikaa kuluu nykyisellä pesutavalla 40 tuntia.

Pesuaikaan vaikuttaa myös oleellisesti massan kuivuminen imureikiin. LWC paperin valmistuksessa käytettävä lateksi tehostaa lian tarttuvuutta.

Polyuretaanipintaisten telojen pesupaine vaihtelee välillä 125 - 150 bar. Pinnoitteen vuoksi on käytettävä pienempää painetta, jolloin pesuaika pitenee. Polyuretaanipintaisten telojen pesuaika on n. 120 tuntia.

Telojen pesussa pesuaineena käytetään Chesterton SSC 235. Pesuaine on tarkoitettu käytettäväksi rasvan ja öljyn poistoon kaikilta kovilta pinnoilta.

7.1.2 Pesun toteutus

Pelkän vaipan pesu suoritetaan telan huuhtelun ja purkamisen jälkeen. Pesun aikana tela on asetettu telansiirtovaunuille. Tela on tuettu vaunuissa olevien lovipuiden päälle, lovipuut peittävät jonkin verran imutelan rei'istä. Tela on välillä käännettävä, jotta lovipuiden alle jäävät imureiät saadaan puhdistettua. Vaipan yläosan pesu joudutaan suorittamaan seisten telan päällä, mistä aiheutuu aina vaaratilanne. Vaipan puhtauden tarkastaminen silmämääräisesti pesun jälkeen on hankalaa imureikien suuren lukumäärän vuoksi. Pienikin tukkoinen alue vaipassa aiheuttaa telan toimintaan häiriön. Tukkoisella alueella imu on liian pieni tai sitä ei ole lainkaan. Tämä taas aiheuttaa epätasaisen veden poiston rainasta, jolloin rainaan jää kosteita läikkiä.

Imulaatikon pesussa ei ole havaittu ongelmia. Imulaatikko kuljetetaan pesupaikalle telavaunuilla kiskoja pitkin. Puhdistus on helppo suorittaa, jos imulaatikko saadaan pesuun heti purkamisen jälkeen. Tällöin lika irtoaa hyvin, koska massa ei ole ehtinyt kuivua. Imulaatikon pesuaika vaihtelee 2 tunnin ja 40 tunnin välillä.

Imulaatikon pesun yhteydessä suoritetaan suuttimien tarkistus. Tarkistus tehdään johtamalla linjaan vesi ja silmämääräisesti tarkistamalla suuttimien läpi suihkuava veden määrä sekä suunta. Tukkeutuneet suuttimet avataan paineilmalla.

7.1.3 Kuljetus

Telan kuljetus toteutetaan nosturilla ja erillisillä vaunuilla. Koneesta poiston jälkeen tela lasketaan alakertaan nostoluukusta. Tela asetetaan vaunuille, joilla se työnnetään pesupaikalle.

Kuljetukseen kuluu aikaa 30 – 60 minuuttia, tämä edellyttää vapaana olevia nostureita.

Seisokkitilanteissa paperikoneen alasajossa tuotanto on jälkipäässä yleensä vielä käynnissä. Paperirullia siirretään nosturilla superkalanterille ja pituusleikkurille, rullien kuljetuksen aikana telan kuljetusta ei voida toteuttaa. Rullien siirrossa aikaa kuluu noin 30 minuuttia, siirtojen jälkeen telan kuljetuksen toteuttamiseksi aikaa jää noin 45 minuuttia.

7.2 Telojen pesun riskianalyysi

Seuraavassa tarkastellaan riskianalyysin avulla telanpesijän sekä pesupaikan läheisyydessä työskentelevien henkilöiden terveyteen ja turvallisuuteen kohdistuvat riskit kartoittamalla vaaratekijät.

7.2.1 Telojen kuljetukseen liittyvät riskit

Telojen kuljetus toteutetaan nosturilla koneelta nostoluukulle ja lasku alakertaan telan pesupaikalle. Tela lasketaan telavaunuille, joilla se työnnetään trukilla pesutilaan.

Taulukko 7. Telojen kuljetukseen liittyvät riskit

| Tehtävän vaihe/työvaihe | Vaara | Vaaran syy | Parannustoimenpiteet | Aiheutuva vaara |
|-------------------------|-------------------|--|--|---|
| Telojen kuljetus | puristuminen | trukilla työnnettäessä tela pesupaikalle | trukin ja taakan väliin puomi, jolla mahdollistetaan taakan jarrutus ja pysäytys | murtumat ja ruhjevammat |
| | taakan putoaminen | huolimattomuus | hyväksytyt nostoliinat ja nostojen huolellisuus | päähän kohdistuvat vammat, ruhjeet ja sisäiset vammat |

7.2.2 Telojen pesuun liittyvät riskit

Teloja pestään suurella paineella ja pesijän on huolehdittava siitä, että pesualueella ei ole muita henkilöitä. Pesukalusto on tarkastettava aina ennen työn aloittamista riskien välttämiseksi.

Taulukko 8. Telojen pesun riskit

| Tehtävän vaihe/työvaihe | Vaara | Vaaran syy | Parannustoimenpiteet | Aiheutuva vaara |
|-------------------------|----------------------------|--|--|---|
| Telojen pesu | letkurikko | letku kulunut ja haljennut paineen vaikutuksesta | letkurikkoventtiili | sisäiset vammat, ruhjeet |
| | putoaminen telan päältä | liukastuminen telan päältä (vesi + pesuaineet) | telan pyörimisen estäminen pesun aikana | päähän kohdistuvat vammat, ruhjeet ja sisäiset vammat |
| | liukastuminen pesupaikalla | epäjärjestys | pesutilan siisteys ja lattioiden pesu pesuaineista | päähän kohdistuvat vammat, ruhjeet |

7.2.3 Työtapaan liittyvät riskit

Telojen pesussa pesun suorittajan työtapaan liittyvät riskit. Jatkuvat samat työasennot aiheuttavat pesun suorittajalle väsymystä ja uupumusta, vaikuttaen keskittymiskykyyn. Näiden seurauksena vaaratilanteiden mahdollisuudet lisääntyvät ja työnlaatu heikkenee. Lisäksi fyysinen rasitus kasvaa ja aiheuttaa poissaoloja.

Taulukko 9. Jatkuvien työasentojen riskit

| Tehtävän vaihe/työvaihe | Vaara | Vaaran syy | Parannustoimenpiteet | Aiheutuva vaara |
|-------------------------|--|--|---|---|
| pesun suoritus | jatkuva työ seisaaltaan | pitkäaikainen paikallaan tapahtuva työ | pesun automatisointi | selkään ja jalkoihin kohdistuva rasitus |
| | jatkuva työ etukumarassa | ahtaat ja matalat tilat | telan pyöriminen / pesun automatisointi | selkäkivut |
| | jatkuva työ kädet kohotettuina | työvaihe ylhäällä | telan pyöriminen / pesun automatisointi | niska kivut, nivelvaivat, verenkierto häiriöt / huimaus |
| | jatkuva työ seisaaltaan seisten telan päällä | telan pinnan muoto ja liukkaus | telan pyöriminen / pesun automatisointi | rasitus koko kehoon, liukastuminen / putoaminen |

7.2.4 Riskien minimoiminen

On toimittava erityisen varovaisesti siirrettäessä telaa pesupaikalle ja sieltä pois trukilla. Trukin ja taakan väliin on hyvä asentaa puomi, jolla kuormaa on mahdollista jarruttaa tai pysäyttää vaaratilanteiden sattuessa.

Pesua aloitettaessa on hyvä tarkastaa työvälineet ja viat on korjattava. Näin pystytään minimoimaan laitteistosta johtuvat vaaratilanteet. Pesuletku on tarkastettava mahdollisten viiltojen, halkeamien ja pullistumien varalta ja havaintojen perusteella vaihdettava.

Erityisesti huomiota on kiinnitettävä telan yläosan pesuun, joka suoritetaan telan päällä seisten. Veden ja pesuaineiden aiheuttama liukkaus aiheuttaa aina vaaratilanteen mentäessä telan päälle. Liukastumisvaaran aiheuttaa myös pesussa lattioille roiskuva pesuaineen ja veden sekoitus.

Samat työasennot rasittavat ja vaikuttavat työhön keskittymiseen, josta aiheutuu vaaratilanteita. Telan pesu suoritetaan pääasiassa seisaaltaan. Alaosan pesusuoritusasento on kumarassa. Yläosaa pestään telineeltä niin ylös kuin pystytään kädet kohollaan suorittamaan, sekä loppuosan pesu seisten telan päällä.

Suojavarusteiden säännöllisellä ja oikealla käytöllä taataan pesun suorittajan turvallinen työn suoritus. Käytössä olevat suojavarusteet: kasvosuojus, suojalasit, turvajalkineet, kuulosuojaimet, suojakypärä, suoja- asu ja käsineet.

8. TELOJEN PESUOHJEET JA SUOSITUKSET

Valmistajan antamat suositukset ja ohjeet telojen pesuun, sekä pesuun liittyvät tarkastukset.

8.1 Imutela

Poratun ja uritetun pinnoitteen ulkopuolisessa pesussa veden maksimi paine on 20 bar. Suuttimena käytetään hajottavaa suutinta. Suuttimen etäisyys pinnoitteesta 100 mm. Yhtäjaksoisessa ja pitkässä oskilloivassa pesussa maksimipaine 15 bar. Suositeltavaa on telan hidas pyöriminen./7/

Imutelojen pesu voidaan toteuttaa myös sisäpuolisella pesulla, tällöin maksimi paine on 40 bar. Suihkun etäisyys pinnoitteesta on oltava 100 mm, jottei pinnoitteen kiinnitys vaurioidu. Suuttimena käytettävä 1,5 – 2 mm hajottavaa suutinta. Veden maksimilämpötila 50 astetta. Lian esipehmitys voidaan suorittaa 60 asteisella vedellä./5/

8.2 Vaippa

Vaippa tulisi aina pestä erillisenä osana, näin veden kulku laakereihin pystyttäisiin välttämään. Pesun yhteydessä on tarkastettava silmämääräisesti pinnoitteen kunto, sekä imureikien puhtaus./7/

Imutelojen teräsvaipat voidaan puhdistaa korkeapainevesisuihkujen avulla. Imulaatikko on käännettävä siten, että se ei täyty vedellä eivätkä sivutiivisteet ole korkeapainesuihkujen kohdalla. Korkeapainesuihkuja ei myöskään saa suunnata telan laakerointeihin eikä telavaihteeseen./7/

Telan puhdistuksessa käytettävä veden lämpötila tulisi olla mahdollisimman lähellä telan lämpötilaa. Vaihdettu tela on vielä käytön jälkeen lämmin, telaa ei saa suihkuttaa kylmällä vedellä./7/

Pinnoitettujen telojen pesussa on muistettava, ettei pesusuihku saa viipyä samassa kohdassa viittä sekuntia kauempaa. Pidempiaikainen yhden kohdan pesu saattaa aiheuttaa pinnoitevaurion, myös korkeapaineinen neulasuihku saattaa vaikuttaa vaurioittavasti pinnoitteeseen./7/

Puhdistukseen suositellaan vesipesua tai pyyhkimistä bensiinillä, jossa ei ole aromaatteja. Kemiallisesti tai muulla tavalla vaurioituneen päällysteen pesussa on oltava erityisen varovainen lisävaurioiden estämiseksi. Lipeäliuosta käytettäessä telan pinta on pestävä puhtaalla vedellä välittömästi käsittelyn jälkeen. Pinnoite ei kestä lipeän, happojen ja alkoholien pitkäaikaista vaikutusta./7/

8.3 Imulaatikko

Imulaatikko on teräsrakenteinen, joten pesulle ei ole asetettu erillisiä vaatimuksia.

Imulaatikon pesun yhteydessä tehtäviin tarkastuksiin kuuluu seuraavia asioita. Kilpilevyssä olevien pikaliitinten ja läpivientien tarkastus sekä tiivistys. Suihkuputkien ja suuttimien puhtaus, kuluneisuus ja kiinnitys sekä suuttimien suuntaus. Kuluneet ja vioittuneet suuttimet on vaihdettava. Huollon yhteydessä on hyvä tarkistaa voitelusuihkujen ja vaipan pesuputken toiminta kytkemällä vesiliitännät putkeen. Suuttimien tarkastuksessa suositeltava paine on 2 – 3 bar (kuva 20 vaipan pesusuihkuputki)./7./

8.4 Uratelat

Puristimen teloja on huovan vaurioituttua pestävä suurella paineella, jotta palanut huopa saadaan irtoamaan telasta. Pesupaineille on kuitenkin olemassa tiettyjä rajoituksia telan pinnoituksesta riippuen. Kaikkiin teloihin on suosituksena annettu

yhden kohdan yhtäjaksoisen pesun maksimi ajaksi 5 sekuntia pinnoitevaurioiden varalta./6/

Pesussa oikea suutinkulma on 30 astetta. Kohtisuoraa pesua on vältettävä, koska se ei pese kunnolla telan pintaa ja kovapaineiset roiskeet lentävät joka suuntaan. Suuttimen etäisyyttä voidaan vaihdella lian tiukkuuden mukaan./6/

G- nauhapinnoitetussa telassa pesupaineena voidaan käyttää 400 - 700 bar. Tämä pesupaine alue koskee vain teräspinnoitettuja teloja./9/

Polyuretaanipintaisen telan pesupaine suositus 60 bar. Suuttimen halkaisija 1,5 mm, telan pyöritys 10 – 15 m/min. Suuttimen etäisyys telan pinnasta 100 mm, suutin kulma 30 – 60 astetta./4/

8.5 Telojen puhdistukseen vaikuttavat tekijät

Telojen puhdistukseen vaikuttavia tekijöitä:

- Imutelan esipesu
- Pesusuihkujen käyttö
- Uratelan esipesu
- Urien puhdistus koukulla
- Veden lämpötila

Imutelan esipesu

Massaa ei saisi päästää kuivumaan imutelojen imureikiin, koska tällöin pesu on työläämpää. Telan vaippa pitäisi saada välittömästi jäähtymisen jälkeen puhdistettua suurimmasta massasta, mikäli telaa ei ole mahdollista pestä heti. Telan esipesulla on mahdollista saada iso osa rei'issä olevasta massasta liukenemaan veteen ja pois imurei'istä.

Pesusuihkujen käyttö

Telan sisäisen pesusuihkun säännöllinen käyttö vaikuttaa imureikien puhtauteen. Pesusuihkujen käyttämättä jättäminen kerää imutelan sisään massaa, joka tekee pesusta työläämmän ja vaikuttaa myös telan toimintaan. Suositeltavaa olisi käyttää suihkuja kerran työvuoron aikana noin 15 minuuttia, tuotantoprosessin salliessa./7./

Oskilloivalla pesusuihkulla saadaan tehostettua telan sisäistä pesua. Tällä pystytään vaikuttamaan huollossa suoritettavan pesun kesto-aikaan. Pesusuihkujen säännöllinen käyttö vaikuttaa telan pesun vaatimaan aikaan.

Uratelan esipesu

Urateloissa esipesun avulla ohuet syvät urat olisi helppo puhdistaa massasta. Tällä tavalla pystyttäisiin vaikuttamaan telan pesuaikoihin lyhentävästi.

Urien puhdistus koukulla

Urateloiden urien puhdistukseen on olemassa erillinen puhdistuskoukku. Puhdistuskoukku on kokeiltu käsivaraisesti, tulokset eivät olleet hyviä. Pesujärjestelmään erillisesti tuettuna koukku saattaisi toimia ja tehostaa urien puhdistusta.

Veden lämpötila

Teloiden pesu suoritetaan tällä hetkellä kylmällä vedellä. Lämpimällä ja paineellisella vedellä lika irtoaa telan pinnasta pienemmällä vaivalla.

9. EHDOTUKSET PESUTOIMINNAN KEHITTÄMISEKSI

9.1 Pesutilat

Seuraavassa tarkastellaan tulevaa vaihtoehtoja pesutoiminnan kehittämiseksi. Uusia pesupaikkoja voisivat olla telavaraston takaosa tai PK4 alakerta.

9.1.1 Nykyisen pesupaikan laajennus

Nykyisellä telanpesupaikalla on mahdollista pestä teloja myös jatkossa. Pesupaikan vieressä on jonkin verran tilaa mahdollista laajennusta ajatellen. Laajennuksen jälkeen olisi mahdollista käyttää nosturia, joka helpottaisi telojen käsittelyä.

Pesupaikan halliosaa voidaan edelleen käyttää imulaatikoiden ja muiden pienempien ja kevyempien osien pesuun, joiden kuljetus voidaan suorittaa kiskoja pitkin ja suorittaa pesu käsitoimisesti.



Kuva 23. Nykyinen pesupaikka

Edut

- Kaikki pesutoiminta keskitetty yhteen paikkaan
- Nosturikäytön mahdollisuus
- Lähellä telahuoltoa

Haitat

- Investointikustannukset
- Telojen varastointitilan väheneminen

9.1.2 Telavaraston takaosa

Telavaraston takaosan käyttäminen pesutilana vaatii varastossa olevien telojen uudelleen järjestelyä tarvittavan tilan aikaansaamiseksi sekä seinän ja katon rakentamista. Tässä paikassa pesutilan oltava mahdollisimman umpinainen, koska vesisumun pääsy varastossa olevien telojen pintaan täytyy estää.



Kuva 24. Telavaraston takaosa

Edut

- Sijainti lähellä telahuoltoa, kuljetus ajat eivät lisäänty
- Nosturin käyttömahdollisuus

Haitat

- Seinän ja katon rakentaminen
- Kuljetus varastossa olevien telojen yli

9.1.3 PK 4 alakerta

PK 4:n alakerrassa olisi riittävästi tilaa toteuttaa erillinen pesupaikka. Tässä tilassa on mahdollista myös käyttää nosturia, joka helpottaa telojen käsittelyä. Kevytrakenteinen katto ja seinät estäisivät vesisumun leviämisen yläkerrassa sijaitsevaan telahalliin.



Kuva 25. PK 4 alakerta

Edut

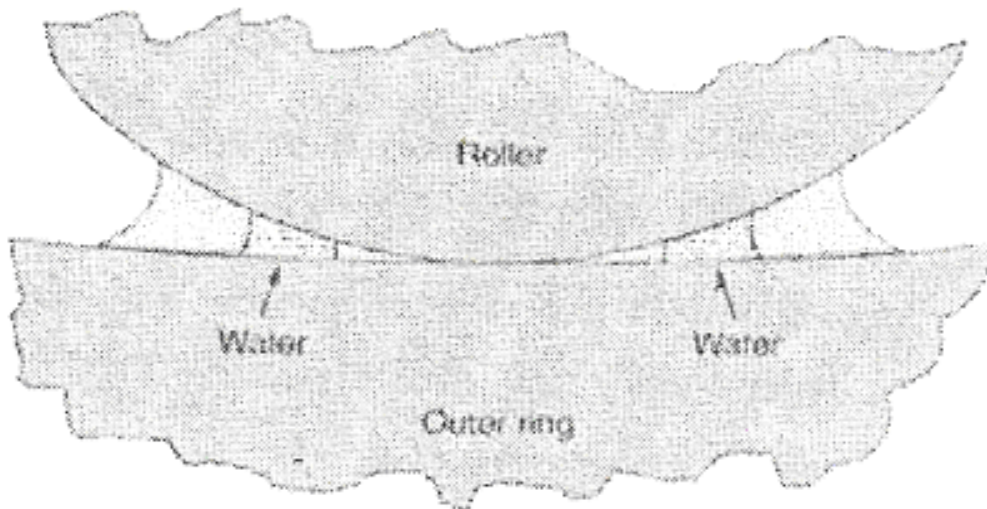
- Sijainti lähellä telahuoltoa, kuljetus ajat eivät lisäänty
- Nosturin käyttömahdollisuus

Haitat

- Kuljetusmatkojen pidentyminen

9.2 Laakerivaurioiden torjunta

Laakereissa on havaittu vesivaurioita, jotka ovat peräisin pesuista ja kondenssista. Laakeripesään päässyt vesi asettuu öljykerroksen ja laakeripinnan väliin rullan molemmille puolille. Vesi aiheuttaa laakerinpintaan korroosiota, josta alkaa laakerin kuluminen. Laakeri kuluu käyttökelvottomaksi, josta aiheutuu suuria kustannuksia.



Kuva 26. Veden asettuminen seisovassa laakerissa.

Mikäli telan pesu suoritetaan laakeripukit paikallaan, olisi laakereille järjestettävä pesun ajaksi öljykierto. Öljynkierrolla saataisiin laakeripesässä oleva vesi kiertämään, jolloin vesi ei pääsisi asettumaan laakerin pinnalle. Laakerivaurioita voidaan ehkäistä käyttämällä öljysuodatinta pesunaikana. Vauriota voidaan ehkäistä myös asettamalla

laakeripesään pesusuorituksen jälkeen vedetön varastointiöljy ja pitämällä varasointilämpötila tasaisena./8./

Pesujärjestelmään sopiva öljynsuodatin löytyy tehtaalta, joten hankkimiseen ei tarvitse investoida. Öljysuodatin on siirrettävää mallia, joten sitä voidaan käyttää muissa käyttökohteissa tarpeen mukaan.

9.2.1 Öljynsuodattimen toiminta ja käyttö

Öljysuodatin koostuu imulinja-, alipaine-, painelinja-, ilmanpoisto-, ja käyttöjärjestelmästä, sekä putkisto ja runkorakenteista.

Puhdistettava öljy imetään laitteiston sisään imupumpulla alipainekammioon, jossa vallitsee 0,8 bar alipaine. Veden höyrypaine puhdistettavassa öljyssä on suurempi kuin veden höyrypaine ilmassa ja siksi höyryä siirtyy öljystä kunnes se tulee yhtä kuivaksi kuin sen kanssa kosketuksissa oleva ilma. Kiinteät epäpuhtaudet jäävät puhdistimen poistopuolen tiheään suodattimeen. Öljyn esilämmitystä ei tarvita, koska puhdistus toimii jo 15 °C:een lämpötilassa./8/

Öljynpuhdistin on suunniteltu erottamaan öljystä seuraavat epäpuhtaudet:

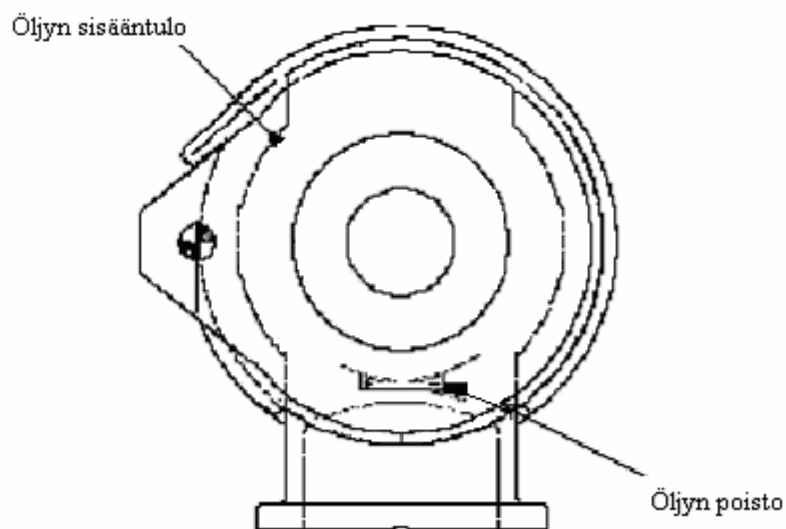
- 100 % vapaasta vedestä ja 95 % liuenneesta vedestä.
- 100 % vapaasta kaasusta ja sekoittuneista kaasuista ja 90 % liuenneista kaasuista.
- Kiinteät epäpuhtaudet.

Öljysuodatin asennetaan laakeripesään pikaliittimillä. Öljyn kierrätys toteutetaan samoista liittimistä, joista koneella toteutetaan keskusvoitelu laakereille. Pesussa telat asennetaan laakeripukeilleen kuvan 27 mukaiseen asentoon. Koneessa olevan telan asento riippuu sen käyttöpaikasta, pesussa telanasento on aina sama. Koneessa olevaan telaan tuodaan voitelu laakerin yläpuolelle ja ulostulo on laakeripukin alaosassa. Ongelmia öljynkierrätyksen toteuttamiseksi pesun yhteydessä aiheuttaa laakeripukkien eri asento koneessa ja pesussa.

Teloihin, joiden asennot ovat koneessa ja pesussa samat, on öljynkierrätys helposti toteutettavissa, koska voiteluliittimet ovat edullisessa asennossa.

Taulukko 10. Telat joiden asento sama koneessa kuin pesussa

| Pukeillaan | |
|-------------------------|-------------------------|
| PK 1 | PK 3 |
| 1. Imutela | Viiran imutela |
| 2. Imutela | 1. Puristimen ventatela |
| Siirtoimutela | |
| 1. Puristimen Sym- tela | |
| PK 2 | PK 4 |
| Formeritela | 1. Imutela |
| 1. Puristimen Sym- tela | 2. Imutela |
| 4. Puristimen Sym- tela | 1. Puristimen uratela |

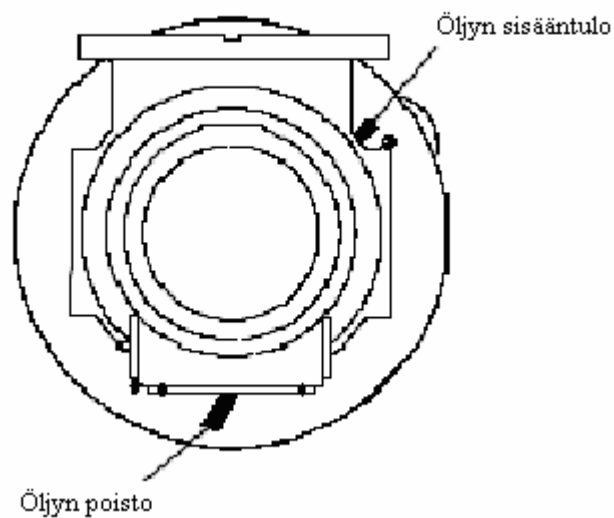


Kuva 27. Laakeripukeilleen asennettutela. Kaikkien telojen pesu suoritetaan telan ollessa tässä asennossa.

Telat, joiden asento koneessa on kuvan 28 mukaisesti, voidaan öljynkierto toteuttaa samoin kuin laakeripukeilleen asennetut telat. Huomioitavaa on kuitenkin öljynkierrättäminen poistopuolelta tulopuolelle.

Taulukko 11. Telat joiden asento koneessa kuvan 28 mukainen

| |
|--------------------|
| 180 astetta |
| PK 1 |
| 1. Formeritela |
| PK 3 |
| Pick-up-imutela |
| 1. Formeritela |

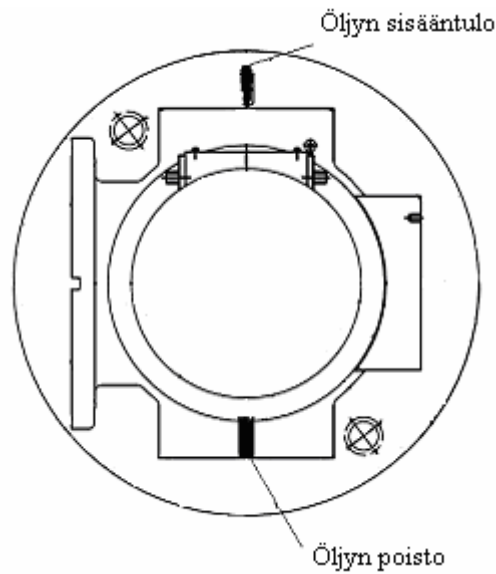


Kuva 28. Telat joiden laakeripukit ovat asennettu koneeseen kuvan osoittamalla tavalla

Telat, joiden asento koneessa on kuvan 24 mukaisesti, tuottavat ongelmia öljynkierrätyksen toteuttamisessa. Käännettäessä tela pesuasentoon laakeripesä on saatava puolilleen öljyä ennen kierrätyksen toteutusta.

Taulukko 12. Telat joiden asento koneessa kuvan 24 mukainen

| |
|--------------------|
| 95 astetta |
| PK 4 |
| Puristimen imutela |

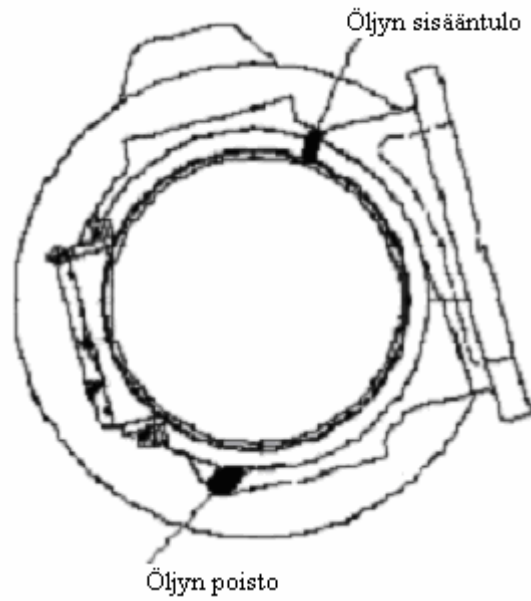


Kuva 24. Telat joiden laakeripukit ovat asennettu koneeseen kuvan osoittamalla tavalla

Telat, joiden asento koneessa on kuvan 30 tai 31 mukainen, tuottavat ongelmia öljynkierrätyksen toteuttamisessa. Näissä teloissa öljy kierrätetään poistopuolelta sisään ja poistetaan tulopuolelta. Laakeripesän pohjalle pitää johtaa öljyä huomattava määrä ennen kierrätyksen onnistumista johtuen liittimien asennosta.

Taulukko 13. Telat joiden asento koneessa kuvan 30 mukainen

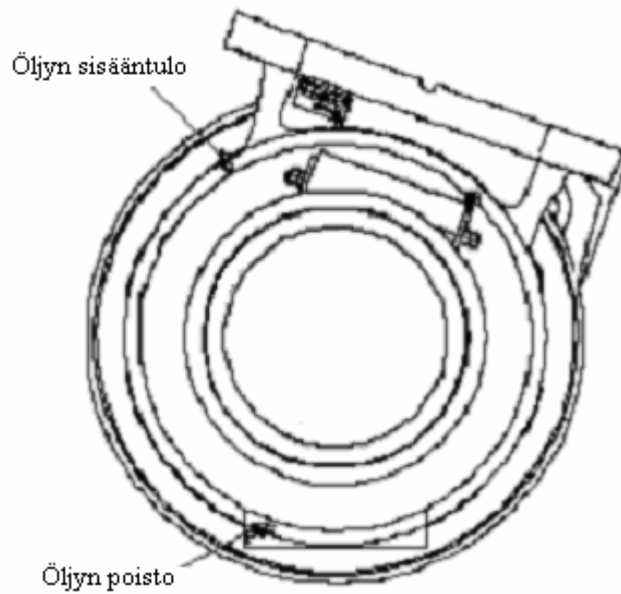
| |
|----------------------|
| 105 astetta |
| PK 4 |
| Pick-up-imutela |
| 110 astetta |
| PK 1 |
| Pick- up- imutela |
| 120 astetta |
| PK 1 |
| 1.Puristimen imutela |



Kuva 30. Telat joiden laakeripukit ovat asennettu koneeseen kuvan osoittamalla tavalla

Taulukko 14. Telat joiden asento koneessa kuvan 31 mukainen

| 150 astetta | 160 astetta |
|--------------------|-------------------------|
| PK 2 | PK 3 |
| Pick-up-imutela | Puristimen imutela |
| Puristimen imutela | 3. Puristimen ventatela |



Kuva 31. Telat joiden laakeripukit ovat asennettu koneeseen kuvan osoittamalla tavalla

9.2.2 Toteutus varastointiöljyllä

Laakerivaurioita voidaan ehkäistä myös varastointiöljyllä. Pesutapahtuman jälkeen tyhjennetään laakeripesät öljystä. Asetetaan pesiin varastointiöljy sekä pyritään pitämään varastointilämpötila tasaisena./8/

Varastointiöljyn käyttö on helpompi tapa ehkäistä laakerin vesivaurioita verrattuna öljynkierrätykseen. Näin ei kuitenkaan saada kaikkea kosteutta poistetuksi laakeripesistä. Toteutettaessa vesivaurioiden ehkäisy varastointiöljyllä tela on saatava välittömästi koneesta poiston jälkeen pesuun.

9.3 Markkinoilla olevien pesulaitteistojen tarkastelu

Opinnäytetyöni aikana tein vierailun UPM:n Jämsänkosken ja Kaipolan tehtaisiin tutustuakseni tehtailla käytössä oleviin pesulaitteistoihin. Tarkoituksena oli tarkastella pesulaitteistojen soveltuvuutta Rauman tehtaan käyttöön sekä kartoittaa laitteistossa havaitut puutteet ja parannusehdotukset pesun tehostamiseksi.

9.3.1 Jämsänkosken pesulaitteisto



Kuva 32. Jämsänkosken pesulaitteisto

Jämsänkosken tehtaalla sijaitseva telanpesulaitteisto on suunniteltu telojen ulkopuoliseen pesuun.

Tela asetetaan laitteistoon laakeripukeilleen. Telan alustat on varustettu ohjauskiiloilla. Näin on ehkäisty laakereiden vinoudesta aiheutuva laakerivaipan kuluminen.

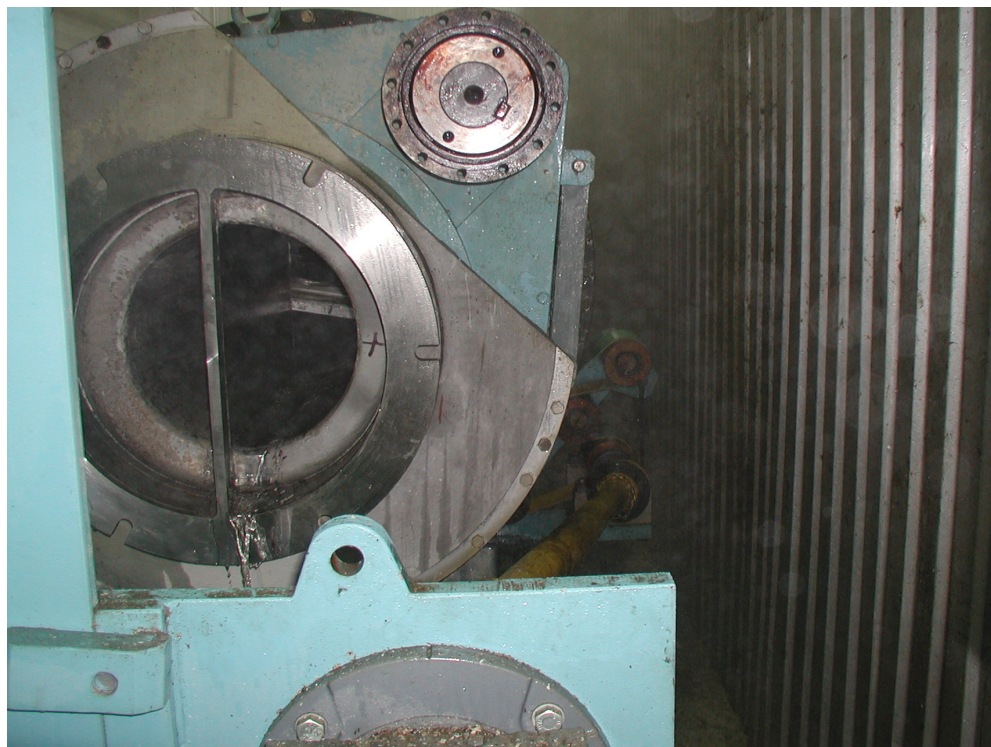
Telan pyöritys on toteutettu sähkömoottorilla, nivelakselin avulla. Käyttötömissä teloissa nivelakseli asetetaan hihnakäytölle ja käytönlisissä teloissa telan vaihteistolle.

Pesupöydän säätö tapahtuu käsitoimisesti hydraulisyylinterin avulla. Pesupöytää säätelämällä saadaan telan pesukulma ja etäisyys oikeaksi telojen halkaisijoiden muuttuessa.

Paineellinen pesu toteutetaan johtamalla vesi jakokappaleen kautta kahdelle suuttimelle, jotka oskilloivat rajakytkimillä rajattua aluetta. Suuttimien saapuessa rajalle pesusuunta kääntyy automaattisesti. Pumppu on asennettu erillisenä osana pesutilaan.

Telan sisään johdetaan pesuvesi pikaliittimen kautta. Vesi huuhtelee telan sisäpuolelta partikkeleita pesun aikana. Telan sisällä oleva imulaatikko käännetään asentoon, jossa se aukeaa pesusuihkua kohti. Pesussa irtoava lika johdetaan imulaatikon sisään. Imulaatikko käännetään pesun jälkeen poistoasentoon ja poistetaan telasta. Imulaatikko puhdistetaan purkamisen jälkeen.

Telan pyörimisnopeus ja suihkun liikenopeus on käsin säädettävissä. Pesun valvoja määrittelee telan puhtauden ja pysäyttää laitteiston. Mahdollisissa vikatilanteissa laitteiston kaikki toiminnot pysähtyvät.



Kuva 33. Telan pyöritys hihnakäytöllä

Käyttötömien telojen pyöritys toteutetaan hihnakäytön avulla. Telojen pyörimisnopeus pesussa on 2 r/min. Käytöllisten telojen pyöritys toteutetaan vaihteiston avulla pyörimisnopeus 1r/min.



Kuva 34. Pesupöytä

Pesusuuttimien etäisyyttä telan pinnasta säädetään hydraulisylinlerin avulla. Säästöalue 150 – 400 mm. Sylinteri on varustettu sulkuventtiilillä, venttiili suljetaan pesun ajaksi.



Kuva 35. Oskillointi

Pesualue on rajattu rajakytkimillä. Rajat säädetään käsin koko vaipan pituuden mukaan tai tietyn tukkoisen kohdan aukaisuun. Pesusuuttimien oskillointinopeus 1000 mm/h. Pesusuunnan muutos voidaan tehdä myös pesun valvojan toimesta ohjauspaneelista. Oskilloivaan suutinpöytään on kiinnitetty ketju, jonka avulla moottorilta saadaan liike välitettyä suuttimille hammaspyörien välityksellä.



Kuva 36. Pumppuyksikkö

Vesipaineensäätö tapahtuu paineensäätöventtiiliä luistattamalla tai suutinkokoa muuttamalla. Painetta voidaan näin säätää pienissä rajoissa.



Kuva 37. Ohjausyksikkö

Ohjausyksiköstä löytyy seuraavia toimintoja: pesusuunnan kääntö, telan pyörimisnopeuden ja suuttimien liikenopeuden säätö, hätäseispainike sekä laite virheilmoitus.

Parannusehdotuksia Jämsänkosken pesulaitteistoon

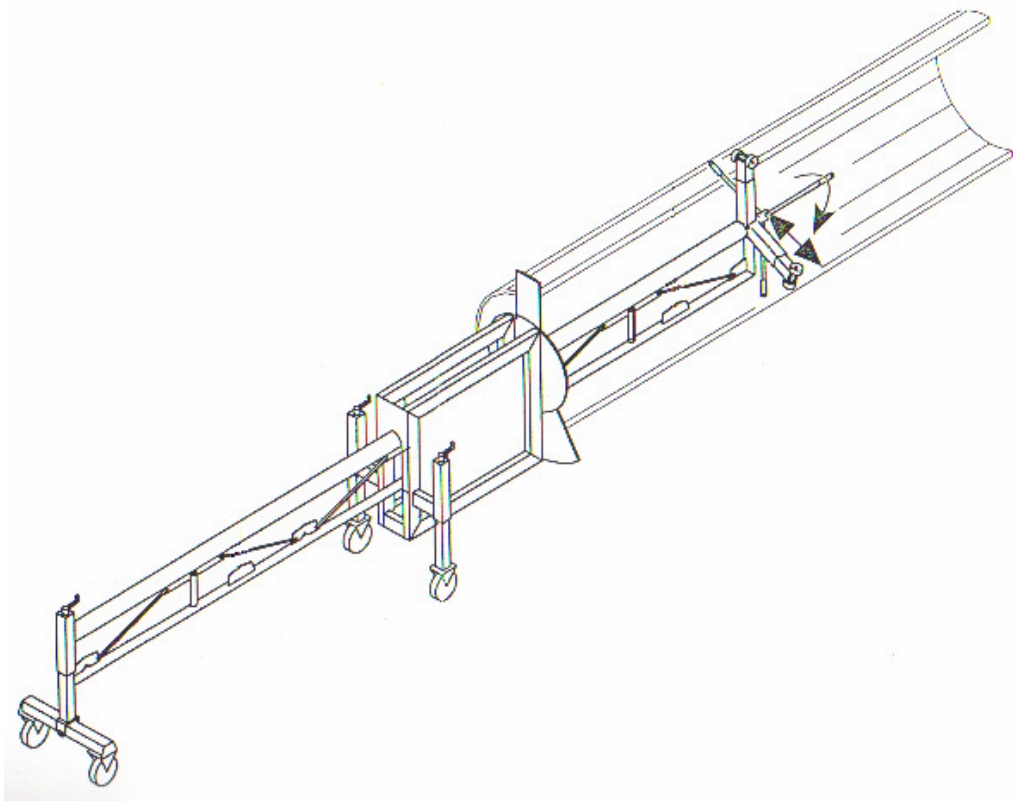
- Pumppuyksikön sähkömoottorin pyörimisnopeuden säätö taajuusmuuttajan avulla, mahdollistaa paineen säätelyn suuremmalla alueella.
- Seinän ja telan väliin jätettävä tilaa mahdollista tarkastelua ja käsipesua varten.

9.3.2 Kaipolan pesulaite

Kaipolassa telojen pesu suoritetaan sisäpuolisena pesuna. Laitteisto kiinnitetään vaippaan pulteilla, josta sitä tuetaan pesun suorituksen ajan. Kolmella suuttimella varustettu pyörivä pesupää puhdistaa telan sisältä ulospäin. Suuttimet on tuettu palkeilla, joiden päähän on asennettu pyörät. Tuennalla saadaan suuttimet tukevasti asennettua vaippaan halkaisijoiden muuttuessa.

Telan ympärille on asennettu roiskesuojaus, joka estää paineellisen veden ja lian roiskumisen pesualueella. Roiskesuojukset on varustettu pyörillä sekä kiinnitetty pesutilan katossa olevaan kiskoon, joten suojuksia voidaan siirrellä.

Laitteiston pääosat ovat puomi, runko, pesupää ja takatuki. Laitteisto soveltuu imutelojen vaippojen pesuun joiden sisähalkaisijat ovat 500 – 1500 mm.



Kuva 38. Kaipolan telanpesulaitteisto

Haitat

- Ei sovellu uratelojen ja imulaatikon puhdistukseen
- Tiivisteiden elinkaari lyhyt

Edut

- Tasainen puhdistustulos koko vaipan matkalta

Laite on hankittu vuonna 1993. Kustannuksia kertyi noin 5353 €.

10. LAITTEISTOT JA KUSTANNUSARVIOT

Seuraavassa käsitellään eri vaihtoehtoja telojen pesuntehostamiseksi, ratkaisujen edut ja haitat sekä kustannusarviot.

Jämsänkosken pesulaitteisto (9.3.1).

Pesulaitteiston paras sijoituspaikka olisi PK 4 alakerrassa. Nykyiselle pesupaikalle asennettaessa vaatii halliosan pienentämistä sekä aiheuttaa meluhaittaa telahuollon tiloissa. Jämsänkoskellakin havaittujen laakerien vesivaurioiden estämiseksi olisi laitteistoon asetettava öljynkierrätys pesun ajaksi. Pesua voidaan tehostaa ultraäänipesulla sijoittamalla allas pesulaitteiston alaosaan. Ultraääni ei pelkästään riitä telojen puhdistamiseen vaan lisäksi tarvitaan paineellinen pesu. Ultraäänipesun lisäys Jämsänkosken laitteistoon nostaa ainoastaan kustannuksia.

Edut

- Toimiva ratkaisu

Haitat

- Seinän ja katon rakentaminen
- Öljynkierrätyksen toteuttamisen laakeripesiin

Kaipolan pesulaite (9.3.2).

Imutelojen vaipan sisäpuoliseen pesuun valmistettu pesulaitteisto voidaan sijoittaa nykyiselle pesupaikalle laajennuksen avulla tai PK 4 alakertaan. Tällä laitteella pystytään toteuttamaan ainoastaan imutelojen vaippojen pesu.

Edut

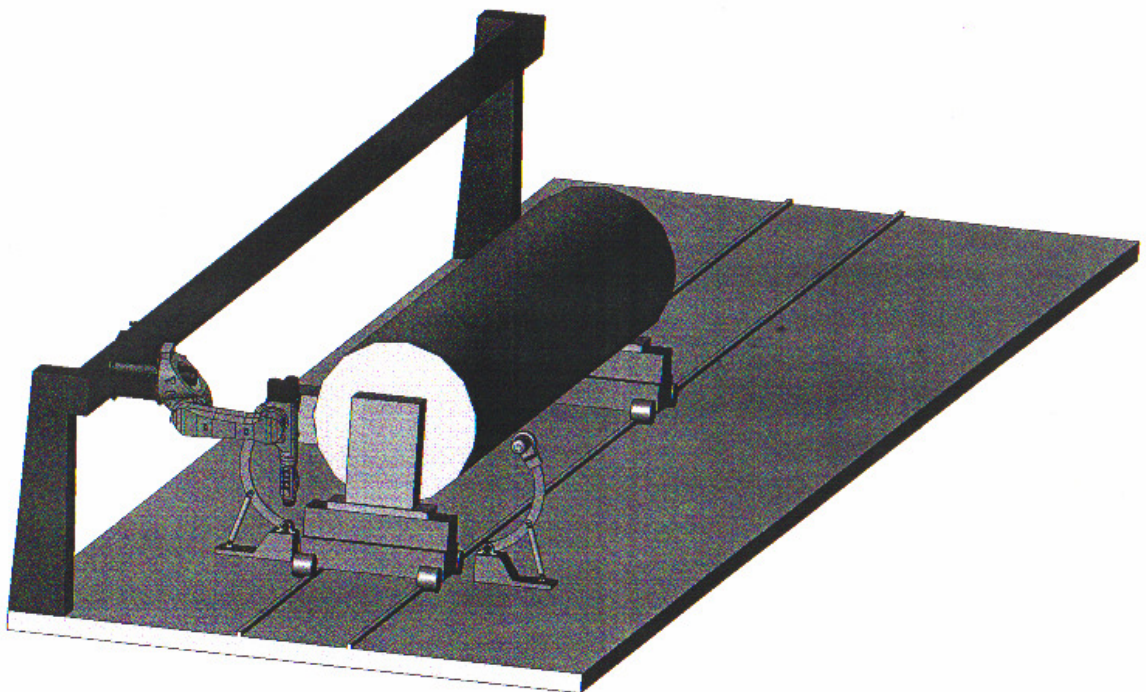
- Puhdistaa hyvin imutelan vaipan

Haitat

- Vaatii paljon tilaa
- Ei sovellu uratelojen pesuun

Pesurobotti

Tämä pesujärjestelmä voidaan toteuttaa nykyisen pesupaikan halliosaan, koska telojen käsittelyssä ei tarvitse käyttää nosturia. Pesujärjestelmä toimii palkin varassa liikkuvalla robotilla. Robotille ohjelmoidaan telakohtaiset liikeradat. Pesu suoritetaan kolmitehoisena liuotin, paineellinen vesi sekä paineilma. Veden pääsy laakeripesään pystytään estämään pesukulmia säätämällä. Robotin liikerata 20 m ja korkeus 2,6 m.



Kuva 39. Pesurobotin periaatekuva

Edut

- Jokaiselle telalle oma ohjelmansa
- Nykyisen pesupaikan halliosan käyttäminen
- Pesun tehostus paineilmalla
- Mahdollistaa imulaatikon osittaisen pesun

Haitat

- Telakohtaisten pesuohjelmien luonti

Pesurobotin avulla turvallisuutta pystytään parantamaan. Nykyisen pesutilan halliosaan asennettaessa voidaan vaaratilanteet ja tapaturmat välttää asentamalla oveen tunnistin, joka saadessaan signaalin pysäyttää pesutoiminnan.

Kustannusarvio ja takaisinmaksuaika

Telojen huoltovälit vaihtelevat niiden käyttöpaikan mukaan.

Imutelat:

- Puristimen imutela PK 1 vaihtoväli 6 kk eli vuodessa kaksi kappaletta.
- Puristimen imutela PK 2 - PK 4 vaihtoväli 6 kk eli vuodessa vaihtomäärä on kuusi kappaletta.
- Viiran imutela PK 1 ja PK 4 vaihtoväli 12 kk eli vuodessa vaihtomäärä on kaksi kappaletta.
- Viiran imutela PK 1 ja PK 4 vaihtoväli 12 kk eli vuodessa vaihtomäärät on kaksi kappaletta.
- Viiran imutela PK 2 ja PK 3 vaihtoväli 12 kk eli vuodessa vaihtomäärä on kaksi kappaletta.

Formeritelat:

- Formeritela PK 2 ja PK 4 vaihtoväli 12 kk eli vuodessa vaihtomäärä on kaksi kappaletta.

- Formeritela PK 1 ja PK 3 vaihtoväli 6 kk eli vuodessa vaihtomäärä on neljä kappaletta.

Pick-up-imutelat:

- Pick-up-imutela PK 1 ja PK 2 vaihtoväli 8 kk eli vuodessa vaihtomäärä on kolme kappaletta.
- Pick-up-imutela PK 3 ja PK 4 vaihtoväli 12 kk eli vuodessa vaihtomäärä on kaksi kappaletta.

Siirtoimutelat:

- Siirtoimutela PK 1 ja PK 2 vaihtoväli 36 kk eli kaksi kappaletta joka kolmas vuosi.

Uratelat:

- Uratelojen PK 1 – PK 4 vaihtoväli 24 – 48 kk eli neljä kappaletta joka kolmas vuosi.

Imutelojen pesumäärä kolmen vuoden aikajaksolla $3 \cdot 25 + 2 = 77$ telaa. Puristimen imuteloja $8 \cdot 3 = 24$ kappaletta, jotka ovat PU pinnoitteista. Viiran imuteloja $77 - 24 = 53$ kappaletta, jotka ovat teräspintaisia. Uratelojen pesumäärä kolmen vuoden aikajaksolla on neljä kappaletta.

Kustannuslaskelma

Imutela (PU)

$24 \text{ kpl} \times 120 \text{ h} \times 3,4 \text{ €/h} = 9\,792 \text{ €}$

Imutela (Fe)

$53 \text{ kpl} \times 40 \text{ h} \times 3,4 \text{ €/h} = 7\,208 \text{ €}$

Uratela (1000 bar pumpulla)

4kpl x 30h x 18 €/h = 2 160 €

Taulukko 15. telojen pesukustannukset suoritettaessa vaihdot vaihtovälien mukaan

| Tela | Kustannukset kolmen vuoden aikajaksolla [€] | Kustannukset vuodessa [€] |
|-------------|--|----------------------------------|
| Imutela | 17 000 | 5 666,7 |
| PU | 9 792 | 3 264 |
| Teräs | 2402 | 800,7 |
| Uratela | 2 160 | 720 |
| YHT | 19 161 | 6 386,7 |

Yhteensä kolmessa vuodessa 19 161 €, tämä tekee vuosikohtaisesti 6 386 €.

Valittaessa Kaipolan laitteisto (9.3.2). On huomioitava ettei laitteisto sovellu uratelojen ja imulaatikoiden puhdistukseen. Tällöin laitteistoa voidaan laajentaa koneeseen asennettavalla pesulaitteistolla (6.1), joka voidaan sijoittaa myös osaksi telahuoltoa. Tässä tapauksessa imulaatikot on pestävä käsin. Tämä vaihtoehto vaatii myös huomattavat tilat kahden erillisen pesulaitteiston asentamiselle.

Jämsänkosken pesulaitteistolla (9.3.1) mahdollistetaan imu- ja uratelojen tehokas puhdistus. Tässäkin vaihtoehdossa on imulaatikon pesu toteutettava käsipesuna. Jämsänkoskellakin havaittujen laakerivaurioiden estämiseksi laakereihin on järjestettävä öljynkierrätys. Öljynkierrätyksen toteuttaminen on hankalaa johtuen telojen eri asennoista koneessa ja pesussa (9.2.1). Sekä tarvittava pumppukoneikko, joka mahdollistaa paineen säätelyn pinnoitteiden vaatimissa rajoissa. Pumppukoneikon kustannukset 9 273 €.

Pesurobotilla mahdollistetaan imu- ja uratelojen tehokas puhdistus koko telan pituudelta. Laitteiston avulla voidaan telojen laakeripukkien puhdistaminen suorittaa samalla. Mahdollistaa imulaatikoiden osittaisen pesun. Sekä jättää tulevaisuuden varalle laajennus mahdollisuuksia.

Taulukko 16. Pesuratkaisujen kustannukset.

| Pesuratkaisu | Kustannukset [%] |
|--|-----------------------------|
| Kaipolan pesulaite + koneeseen asennettava puhdistuslaite | 120 |
| Jämsänkosken pesulaitteisto + pumppukoneikko | 100 |
| Pesurobotti | 114 |

Taulukossa 16 tarkasteltiin Rauman tehtaalle soveltuvia kokonaisratkaisuja sekä niiden kustannuksia.

Lisäkustannukset aiheutuvat imulaatikoiden pesusta sekä käyttökustannuksista. Kaipolan ja Jämsänkosken ratkaisussa on imulaatikot pestävä manuaalisesti. Pesurobotti mahdollistaa imulaatikon osittaisen pesun automatisoidusti, tällöin vain pieni osa jää suoritettavaksi manuaalisesti.

11. TULOSTEN TARKASTELU

Tässä tutkimustyössä selvitettiin UPM- Kymmene Rauman paperitehtaan imutelojen ja uratelojen pesun nykytila sekä pesusuorituksen kehittämistä vastaamaan nykyisiä ja tulevaisuuden tarpeita.

Tutkimustyön teoriaosuudessa perehdyttiin imutelojen ja uratelojen toimintaan ja rakenteeseen, sekä nykyisen pesutoiminnan kustannuksiin. Pyrittiin löytämään markkinoilla olevia laitteistoja, jotka soveltuisivat telojenpesuun. Lisäksi tutkittiin telojen laakereiden vesivaurioita ja kartoitettiin pesutapahtumaan liittyvät riskit.

Työn loppu osassa tarkasteltiin Jämsänkosken, Kaipolan ja pesurobotin soveltuvuutta UPM- Kymmenen Rauman tehtaan tarpeisiin. Jokaisesta laitteistosta kirjattiin edut ja haitat, sekä tehtiin kustannusarvio.

LÄHDELUETTELO

1. RaumaNet [sisäinen verkkodokumentti]
2. KnowPap 7.0. [sisäinen verkkodokumentti]
3. Valmet 1996. Telakansio.
4. Valmet 1997. Telakansio.
5. Valmet 2002. Telakansio.
6. Valmet 2003. Telakansio.
7. Valmet 2004. Telakansio.
8. Rätty, K, 2005. Öljyvoideltujen vierintälaakereiden voitelu : Maintek Oy
9. FLUID Finland. 2005. Öljyn puhtaanapito: FLUID Finland [verkkolehti].1/2005. [viitattu26.6.2006].Saatavissa:
<http://www.fluidfinland.net/Sisallys/Hydrauliikka/colly-1.pdf>.
10. Fastems. Linesprint – telanpuhdistuslaite [verkkodokumentti]. Tampere: Fastems. [Viitattu15.5.2006].Saatavissa:
http://www.fastems.fi/index.php?PAGE=10&NODE_ID=9&LANG=2.
11. Finnsonic. 2006. Ultraäänipesu [verkkodokumentti]. Lahti: Finnsonic. [Viitattu 27.7.2006]. Saatavissa: http://www.dental-prime.fi/pdf/m-sarja_fi.pdf.