

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Imatra
Paperiteknikka
Prosessi- ja paperiteollisuuden suunnittelu

Kalle Väyrynen

Kuituhäviön kartoittaminen kartonkikone nelosella

Opinnäytetyö 2011

Tiivistelmä

Kalle Väyrynen

Kuituhäviön kartoittaminen kartonkikone nelosella, 98 sivua, 11 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Imatra

Paperitekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö, 2011

Työn valvoja: tuntiopettaja, DI Esko Lahdenperä. Saimaan ammattikorkeakoulu

Työn ohjaaja: käyttöinsinööri, Jorma Kemppainen, Stora Enso Ingerois Oy

Opinnäytetyössä kartoitettiin Stora Enson Inkeröiden kartonkikoneen kuituhäviöpaikkoja. Kuituhäviön määrä tasaisessa ajotilanteessa on ollut poikkeuksellisen suurta, joten kartoittaminen tulee tarpeeseen. Työn päätavoitteena oli tutkia massapuolen kuituhäviöpaikkoja.

Työn teoriaosuudessa on kerrottu yleisesti taivekartongin valmistuksen alkuvaiheesta loppuvaiheeseen saakka. Lisäksi teoriaosassa perehdyttiin massan lajitTIMIEN- ja kuitujen ominaisuuksien muokkaamisessa käytettyjen laitteiden toimintaan. Teoriaosuuden tarkoituksena on antaa lukijalle hyvä käsitys kuinka laajalta alueelta kuituhäviöitä kartoitetaan. Tämän takia on tärkeää ymmärtää prosessien toimintoja.

Työn kokeellisessa osuudessa kerrotaan, kuinka kuituhäviöpaikkoja lähdettiin kartoittamaan. Prosessien hahmottamisen vaiheessa käytettiin hyväksi useita eri Inkeröiden kartonkitehtaan sisäisiä tiedonlähteitä, kuten esimerkiksi Wedge-prosessianalyysijärjestelmää. Kokeellisen osuuden tarkoituksena oli pyrkiä tarkastelemaan monesta eri näkökulmasta mahdollisia kuituhäviöpaikkoja. Laitteiden toimintaa seurattiin Wedge-prosessianalyysijärjestelmällä ja lisäksi otettiin massanäytteitä ympäri kartonkikonetta. Massanäytteistä määritettiin mm. sakeudet, tuhkaprosentit, kiintoaine ja kuituaine. Lisäksi massanäytteistä tehtiin arkkeja visuaalista tarkastelua varten.

Työssä löydettiin kuituhäviöpaikkoja, joista muutamat olivat tiedostettuja. Vaikka työn pääpaino oli massapuolella, löydettiin kuituhäviöpaikkoja myös vesipuolella. Työssä tehtyjen erilaisten massanäytteiden visuaalisen tarkastelun, prosessien hahmottamisen ja Wedge-prosessianalyysijärjestelmässä olevien mittauksien ansioista voitiin päätellä, että suurin osa kuituhäviöstä tulee vesipuolelta.

Asiasanat: pulpperi, jauhatus, lajittelu, kuituhäviö, kiintoaine, kiertovesi, lyhyt kierto, pitkä kierto, hylkyjärjestelmä

Abstract

Kalle Väyrynen

Fiber Loss Reduction on the Board Machine 4, 98 pages, 11 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Engineering, Imatra

Degree Programme in Paper Technology

Bachelor`s Thesis 2011

Tutor: Mr Esko Lahdenperä, Msc, Senior Lecturer, Saimaa UAS

Instructors: Mr Jorma Kemppainen, Production Engineer, Stora Enso Ingerois Oy

The purpose of the study was to find fiber loss places from the Stora Enso Ingeroi's board machine 4. Losses of fiber have been exceptionally high even in a constant driving situation. The aim of focus in this work was to find any fiber loss places on the pulp processes.

In the theoretical section of the work is generally described FBB (folding boxing board) from the early stages of manufacturing to the final stage of manufacturing. In addition, the theoretical part aims at giving for the reader a better view of the functions of the sorters, fiber properties in each layer and the modification equipment used in fibers. It is important for the reader to understand how wide the area where fiber loss could happen really is. That is the reason why the theoretical part is tried to keep simple but still versatile. When you understand pulp processes in the board machine, the better you will find the fiber loss places.

In the experimental section of the work is described the working process of finding fiber loss places. A variety of Ingerois board mill's internal systems was used in the work, for example Wedge-process analysis system. Which was a good source of data. The experimental section`s goal was to find the fiber loss places using different directions in the search. In addition to Wedge-process analysis system, pulp samples were taken. From the pulp samples, you could define for example the densities, percent of ashes, count of solids and count of fibers. Also sheets of pulp were made for the visual analysis of the pulp samples.

The potential fiber loss places were found in the work, although some of them were already known. The main goal was to find fiber loss places from the pulp side but also some fiber loss places were found in the water side. With help of the pulp samples, the results from visual analyzing, process perceiving and Wedge-process analysis system could be determined that the largest fiber loss comes from the waterside.

Keywords: Pulper, Grinding, Sorting, Fiber Losses, Suspended Solids, Water Cycle, Short Cycle, Long Cycle, Broke System

Sisältö

Sanasto.....	7
1 Johdanto.....	8
2 Inkeröisten kartonkitehdas.....	9
2.1 Historia.....	9
2.2 Yleistietoa Inkeröisten kartonkitehtaasta.....	10
3 Taivekartonki.....	11
4 Kartonkikone 4.....	13
5 Märkäpää.....	15
5.1 Konesihtti.....	15
5.2 Perälaatikko.....	15
5.3 Viiraosa.....	16
5.4 MB-formeri.....	17
5.5 Puristinosa.....	17
5.6 Tuhkasakeus.....	19
6 Kuivapää.....	19
6.1 Kuivatusosa.....	20
6.2 Päälylystys, kalanterointi ja rullaus.....	20
6.3 Täyteaineet.....	21
7 Massa- ja kiertovesijärjestelmä.....	21
7.1 Kiertovesi.....	22
7.2 Massan laimentaminen.....	22
8 Massaosasto.....	23
8.1 Massojen hajottaminen.....	23
8.2 Pulperi.....	24
8.3 Massojen kuitaantuminen.....	24
8.4 Kartonkimassojen jauhanta.....	25
8.4.1 Jauhatuksen vaikutus kartonkiin.....	26
8.4.2 Pintakerroksen jauhanta.....	27
8.4.3 Runkokerroksen jauhanta.....	27
8.4.4 Selkäkerroksen jauhanta.....	27
9 Hylkyjärjestelmä.....	28
9.1 Hylkysaostin.....	29
9.2 Lamort Centrifiner 600.....	29
10 Lyhyt kierto.....	31
10.1 Viirakaivo.....	31
10.2 Ilmanpoisto.....	31
10.3 Epäpuhtaudet.....	32
10.4 Massan puhdistaminen.....	32
10.5 Puhdistusprosessille asetetut vaatimukset.....	33
10.6 Puhdistuslaitteita.....	33
10.7 Celleconin pyörrepuhdistimet.....	34
10.7.1 Pyörrepuhdistimien toimintaperiaate.....	35
10.7.2 Pyörrepuhdistimien hallinta.....	36
10.7.3 Pyörrepuhdistimen rejektisuhde.....	37
10.8 Painesihdit.....	37
10.8.1 Painesihdin toimintaperiaate.....	38

10.8.2	Painesihdin hallinta	38
10.8.3	Painesihdin rejektisuhde	39
10.8.4	Kevyt rejekti.....	39
10.9	Tampella TS-L-täryseula.....	40
10.10	Hiekanpoistojärjestelmä	41
11	Pitkä kierto.....	42
12	Jäteveden käsittely	43
12.1	Kiintoaine	44
12.2	Kiintoaineen talteenotto	44
12.2.1	Suodatuslaitteet.....	45
12.2.2	Laskeutuslaitteet	45
12.2.3	Vaahdotuslaitteet.....	45
13	Työn tausta ja tarkoitus.....	46
13.1	Hylkytornin ylijoukko	48
13.2	Hylkytornin sakeuden muutos.....	50
14	Prosessien hahmottaminen	50
14.1	Wedge-prosessianalyysointijärjestelmä.....	50
14.2	Päiväraporttien tarkastelu	51
14.3	Lohkokaavio.....	51
14.4	Hahmottamisen aikana löydettyjä häviöpaikkoja	52
14.4.1	Pintakerroksen konesihdin rejekti.....	52
14.4.2	Hylkylajittimien rejekti.....	53
14.4.3	Häntäsihdin rejekti.....	54
14.4.4	Täryseulan rejekti.....	54
14.4.5	Popen pulperi	54
14.4.6	MB-formerin lukkovesisäiliö.....	56
14.4.7	Sameasuodossäiliö	56
15	Massapuolen näytteet.....	57
15.1	Visuaalinen tarkastelu.....	58
15.2	Visuaalisen tarkastelun tuloksia	59
15.2.1	Hylkylajittimien arkit.....	59
15.2.2	Runkokerroksen arkit	59
15.2.3	Selkä- ja pintakerroksen arkit	60
15.2.4	Kevytrejektin arkit.....	60
15.2.5	Kellari- ja 1.kerroksen arkit.....	60
15.3	Hiekanpoiston akseptin lisääminen imutelakuoppaan	61
15.4	Kuitujen tarkastelu jätevesinäytteestä.....	62
15.5	Näytteiden tulokset	64
15.5.1	Sakeuden määrittäminen.....	65
15.5.2	Tuhkaprosentti	66
15.5.3	Kiintoaineen määrittäminen.....	67
16	Yhteenveto.....	68
17	Ehdotus menettelystä jatkossa	71
	Kuvat.....	73
	Kuviot.....	73
	Kaavat.....	74
	Taulukot.....	74
	Lähteet.....	75

Liitteet

- Liite 1 Lohkokaaviot
- Liite 2 Arkkien valmistusohje
- Liite 3 Hylkylajittimien arkit
- Liite 4 Runkokerroksen arkit
- Liite 5 Selkä- ja pintakerroksen arkit
- Liite 6 Kevytrejektien arkit
- Liite 7 Kellari- ja ensimmäisen kerroksen arkit
- Liite 8 Hiekanpoistokokeilun arkit
- Liite 9 Sakeuden määritystulokset
- Liite 10 Tuhkan mittauspöytäkirja
- Liite 11 Kiinto- ja kuituainemäärien tulokset

Sanasto

Aksepti	Lajittiminen hyvä massajae
Bulkki	Kartongin tiheyden käänteisarvo
CSF-arvo	Canadian Standard Freeness
FBB	Folding Box Board
Flokki	Kuitukasautuma
Fluting	Aallotuskartonki
Freeness	Massan hienousaste, suotautuvuus
Hioke	Mekaanisesta valmistettu massa
Huopaantuminen	Kuitujen muodostuminen viiraosalla rainaksi
Jauhatusaste	Jauhatuksen tarpeen säätö
Nippi	Telapari, esim. puristinosalla
Nollavesi	Hylkysaostimella puhdistettu kiertovesi
Palstautuminen	Kartongin paksuussuunnassa tapahtuva halkeilu
Raina	Viiraosalle suotautunut massarata
Rejekti	Ei haluttu massajae, esim. lajittimessa
SR-luku	Schopper-Riegler-luku, kuvaa jauhatuksen tarvetta
Sulfaattisellu	Natriumhydroksidin ja natriumsulfidin avulla valmistettu sellu
Sulfiittisellu	Rikkidioksidin ja kalsiumsulfidin avulla valmistettu sellu
Sulppu	Kuituvesiseos
Vortex-ilmiö	Pyörrepuhdistimessa ylöspäin suuntautunut pyörrevirtaus

1 Johdanto

Taivekartonkia valmistetaan monikerrosrakenteen avulla. Monikerrosrakenne tarkoittaa, että jokaisella kerroksella on oma massa- ja nollavesilinjansa, lyhyt kiertojärjestelmänsä ja rainanmuodostusosansa. Lisäksi lisäaineilla ja kemikaaleilla on omat linjansa. Monikerrosrakenteen avulla pystytään vaikuttamaan kuhunkin kerrokseen halutulla tavalla, jolloin kartongin laatu saadaan halutunlaiseksi.

Pintakerroksen raaka-aineena käytetään eukalyptussellua ja koivusulfaattisellua, runkokerroksessa käytetään mekaanisesti hiottua painehioketta ja koneen omaa hylkyä ja selkäkerroksessa koivu-, mäntysulfaattisellua sekä eukalyptussellua. Raaka-ainekäyttö selkäkerroksessa voi vaihdella, riippuen lehtipuun riittävydestä. Lehtipuusta kemiallisesti valmistettu sellu antaa taivekartongille hyvän painettavuuden, sileyden ja vaaleuden. Runkokerroksen tarkoituksena on antaa taivekerrokselle hyvä jäykkyys, jotta taivekartonki kestäisi asiakkaan tuotteiden tekemiä taitoksia.

Taivekartongin valmistaminen alkaa massaosastolla, jossa kiinteitä arkkeja hajotetaan pumpattavaan muotoon. Massa saa kiinteän muotonsa takaisin vasta viiraosalla, jossa taivekartongin kerrokset yhdistetään toisiinsa. Ennen kiinteän muodon saamista massoja hajotetaan, kuidutetaan, jauhetaan ja lajitellaan. Jokaisella kerroksella on omat lajittimensa, jotta massat eivät sekoittuisi keskenään. Kerroksien rejektit yhtyvät täryseulalla, jonka jälkeen massasta erotellaan aksepti ja rejekti hiekanpoistoprosessissa. Rejekti ohjataan kanaaliin ja aksepti puolestaan imutelankuopan kautta hylkytornille.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa kuituhäviöpaikkoja Inkeröiden kartonkikone 4:llä. Opinnäytetyössä keskitytään massapuolen kuituhäviöpaikkojen kartoittamiseen. Kuituhäviön kartoittamista lähdetään ensimmäiseksi suorittamaan hahmottamalla prosessien toimintoja, käyttäen hyväksi Inkeröiden kartonkitehtaan sisäisiä tietojärjestelmiä. Työssä otetaan myös massanäytteitä, joista määritetään sakeudet, lasketaan kiintoaine- ja kuituhäviön määrät. Lisäksi näytteistä tehdään arkkeja visuaalista tarkastelua varten.

2 Inkeröisten kartonkitehdas

Inkeröisten kartonkitehdas sijaitsee Kymenlaakson maakunnassa Inkeröisten kylässä, mutta uusien kuntaliitosten myötä Inkeröinen on nykyisin yksi Kouvolan kaupunginosista. Tehtaan vieressä virtaa paperi- ja selluteollisuudelle tärkeä Kymijoki. Inkeröisten kartonkitehtaan vastapuolella on Anjalan paperitehdas ja yhdessä Inkeröisten kartonkitehtaan kanssa ne muodostavat Stora Enso Oyj:n Anjalakosken tehtaan (Kuva 2.1).



Kuva 2.1 Stora Enso Oyj:n Anjalankosken tehtaat (IKa.)

Kuvan 2.1 alaosassa on Stora Enso Oyj:n Inkeröisten kartonkitehdas ja yläpuolella Anjalan paperitehdas. Lisäksi kuvan keskiosalla on Metson Oyj:n omistuksessa oleva valkoinen koelaitos ja kuvan vasemmassa laidassa sijaitsee vanha kartonkitehdas.

2.1 Historia

Inkeröisten kartonkitehdas rakennettiin vuonna 1872. Inkeröisten kartonkitehtaalla on käytössä yksi kartonkikone, josta käytetään lyhennettä KK4. Numero neljä tulee suoraan konejärjestyksestä, sillä aikaisemmin tehtaalla on ollut käytössä kolme eri kartonkikonetta, jotka poistuivat sittemmin käytöstä 70-luvun

lopulla. Kartonkikone 1 (KK1) oli Suomen ensimmäinen jatkuvatoiminen kartonkikone ja se on nähtävissä vanhan kartonkitehtaan osassa. (IKa.)

2.2 Yleistietoa Inkeröiden kartonkitehtaasta

Nykyinen kartonkitehdas (Kuva 2.2) aloitti toimintansa vuonna 1965, ja se työllistää noin 250 henkilöä. KK4 valmistaa korkealuokkaista kolmikerroksista (pinta-, runko- ja selkäkerros) taivekartonkia kuluttajapakkausteollisuuden tarpeisiin. Pintakerroksen raaka-aineena käytetään koivusulfaatti- ja eukalyptussellua, selkäkerroksessa koivu- ja mäntysulfaattisellua sekä eukalyptussellua ja runkokerroksessa puolestaan käytetään valmistusprosessissa syntyvää koneen omaa hylkyä ja painehioketta. Painehioke valmistetaan Anjalan paperitehtaan puolella kuusipuusta. (IKa.)



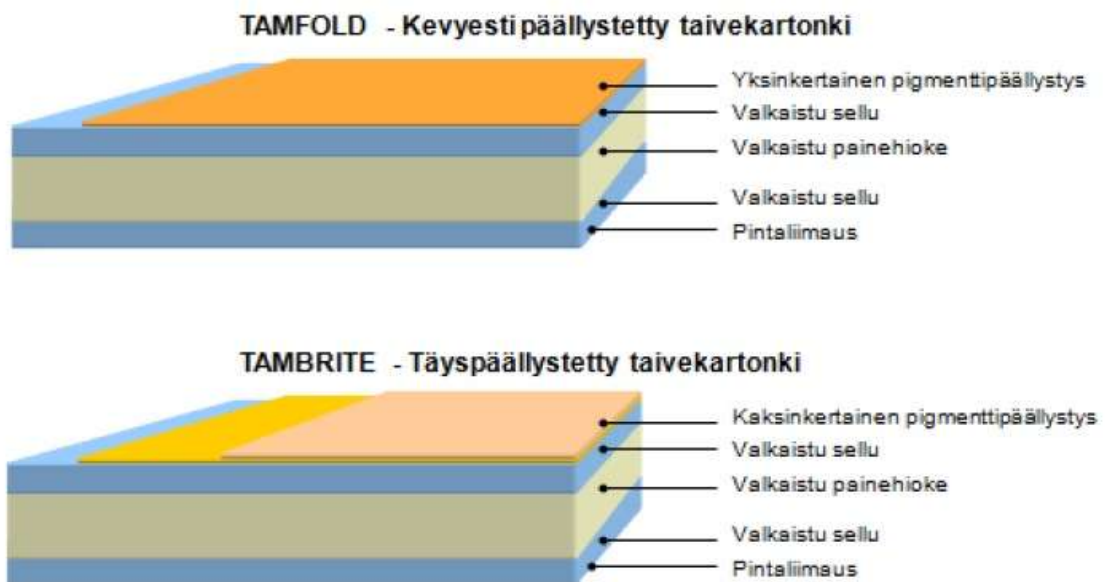
Kuva 2.2 Stora Enso Oyj:n Inkeröiden kartonkitehdas (IKa.)

Taivekartongille pystytään tekemään kaksi päällystyskerrosta (esi- ja pintapäällyste). Päällysteen määrä riippuu ajettavasta lajista. KK4:lla valmistetaan kahta erilaista taivekartonkilajia, Tambrite (TB) ja Tamfold (TF). Tambrite päällystetään kahdesti ja Tamfold kerran. Molemmissa tuotteissa saavutetaan erinomainen ulkonäkö, suojausominaisuudet ja tuotepuhtaus. Loppukäyttökohteita ovat mm. elintarvike-, hygienia-, lääke-, savukepakkaukset. Lisää tuotteista kerrotaan tarkemmin työn taivekartonki osiossa. (IKa.)

Suurin osa valmistetusta kartongista menee vientiin. Viennin osuus on 95 %, josta 94 % jää Euroopan alueille. Tärkeimpiä vientimaita Euroopassa ovat Saksa ja Espanja. (IKa.)

3 Taivekartonki

Kuten aikaisemmin jo mainittiin, KK4 eli kartonkikone 4 valmistaa kahta erilaista taivekartonkilajia Tambriteä ja Tamfoldia. Ne eroavat toisistaan lähinnä päällystykseen osalta. Tambritessä on esi- ja pintapäällystys, kun taas Tamfoldissa on pelkkä pintapäällystys (Kuva 3.1). (IKa.)



Kuva 3.1 Taivekartonkilajit (IKa.)

Taivekartonkia eli FBB-kartonkia käytetään elintarvike-, kosmetiikka-, alkoholi-, lääke- ja savukepakkauksiin sekä erilaisten kotitaloustavaroiden valmistukseen. Taivekartongilta vaaditaan hyvät optiset- ja lujuusominaisuudet. Etenkin elintarvikepakkauksissa on oltava hyvä jäykkyys, jotta pakkaus kestäisi ehjänä useamman pakkauksen painomäärän.

Lisäksi elintarvikepakkaukset eivät saa antaa vierasta makua tai hajua tuotteeseen, eikä siitä myöskään saa siirtyä tuotteeseen mitään haitallisia aineita ja sillä pitää olla hyvä nuutattavuus. Nuutattavuudella tarkoitetaan, että elintarvikepakkauksen saumakohtat tulee olla siistejä. (IKa.)

Taivekartongin rakenne

Taivekartonki koostuu kolmesta eri kerroksesta (pinta-, runko- ja selkäkerros). Pintakerroksen raaka-aineena käytetään koivusulfaatti- ja eukalyptussellua, selkäkerroksessa koivu-, mäntysulfaattisellua ja eukalyptussellua ja runkokerroksessa puolestaan käytetään koneen omaa hylkyä ja painehioketta, joka on kuusta. Inkeröiden hioke tulee Anjalan paperitehtaan puolelta johdetusta putkesta. Hakuvetenä käytetään kartonkikoneen nollavettä. Hiokkeen osuus runkokerroksessa on noin 70 prosenttia. Hiokkeen ja hyllyn välinen suhde voi kuitenkin muuttua raaka-aineen riittävyyden mukaan (IKa.) Kuvassa 3.2 on esitetty eri puulajien keskimääräisiä kuitupituuksia.

Kuitulaji	Kuidun pituus, mm	Kuidun halkaisija, μm	Seinämän paksuus, μm	Kuituja, milj./g
Mäntysellu Suomi (kevät/kesä)	2	20/30	4,5/2,5	1,5
Koivusellu Suomi	0,9	18	3,5	8
Eukalyptussellu Portugali	0,75	16	3,5	13
Haapasellu Kanada	0,7	17	3,0	14
Sekalehtipuusellu Indonesia	0,9	20	4,0	6
Akasiyasellu Indonesia	0,7	16	3,0	18

Kuva 3.2 Kuitujen pituuksia (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 31)

Pintakerroksen neliömassa vaihtelee $45\text{--}60\text{ g/m}^2$:n alueella, selkäkerroksen neliömassa $25\text{--}30\text{ g/m}^2$:n alueella ja runkokerroksen neliömassa $100\text{--}300\text{ g/m}^2$:n alueella. Eri lajeja valmistetaan runkokerroksen neliömäärää muuttamalla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 73–74.)

Pintakerroksen valkaistut eukalyptussellu ja koivusulfaattisellu antavat taivekartongille hyvän jäykkyyden, painettavuuden, sileyden ja vaaleuden. Lisäksi sileyttä parannetaan jenkkihiilloituksella kuivatusosalla, ilman että bulkkisuus tai jäyk-

kyys heikentyisi. Jenkkikalantaria soveltuu parhaiten vain hitaammissa koneissa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 73–74.)

4 Kartonkikone 4

KK4 on tuotantotehokkuudessa maailman kärkiluokkaa, mistä on todisteena Suomen laatupalkinnon voittaminen suurten yritysten yksiköiden sarjassa vuonna 2003. Sen ansioita ovat lukuisat sertifiointit, laadun jatkuvatoiminen tarkkailu ja pitkäjänteinen kehittäminen. (IKa.)

KK4:lla valmistetaan taivekartonkia kolmen tasoviiran yhdistelmällä, jossa yläkerroksessa on kaksi tasoviiraa vastakkain ja ne liittyvät yhdessä alakerroksessa olevan selkäviiran rainaan. Monikerrosrakenteen etuina ovat pieni tilantarve ja helpompi kerroksien ominaisuuksien hallinta. Lyhyen tasoviiran haittapuoli näkyy vedenpoiston tehokkuudessa, etenkin runkokerroksen kohdalla. Runkokerros on kerroksista paksuin, jolloin virtausmäärät ovat suuria. Koneiden nopeuksien noustessa korostuu vedenpoisto runkokerroksen tasoviiralla entistä enemmän haastavammaksi. Tämän takia kartonkikone 4:lle on asennettu runkokerroksen tasoviiran yläpuolelle MB-formeri, mikä lisää tehokkaasti vedenpoistoa. MB-formerin osuus viiraosan vedenpoistamisessa on noin 30 %. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 8–9; IKd.)

Kartongin neliömassat vaihtelevat $190 - 380 \text{ g/m}^2$ riippuen lajista. KK4 on trimmileveydeltään 4630 mm, sen maksimaalinen tuotantonopeus (rullaimella) on 550 m/min. Viimeisin uudistus koneelle tehtiin vuonna 2009. Uudistuksien ja kehitystyön myötä vuotuinen kapasiteetti on saatu 215 000 t/a. Kuva 4.1 on kuvattu taivekartonkikoneen märkääpuolelta. Kuvasta nähdään, kuinka tiiviisti taivekartonkikone on suunniteltu. (IKa.)



Kuva 4.1 Kartonkikone 4

Monikerrosrakenne

Korkean neliömässan vuoksi kartonkeja valmistetaan monikerroksina, lukuun ottamatta aaltopahvin keskikerroskartonkia eli flutingia. Tämä yleensä ottaen tarkoittaa, että jokaisella kerroksella on omat massa- ja nollavesilinjat, lyhytkier-tojärjestelmät ja rainanmuodostusosat. Lisäksi lisäaineilla ja kemikaaleilla on omat linjansa. Monikerrosrakenteen avulla saadaan helposti kartongin laatu halutunlaiseksi kerroksien ominaisuuksia muuttamalla. Muita monikerrosraken-teen etuja ovat mm. pienempi raaka-aine kustannukset, eri raaka-aineita käyt-tömahdollisuus kerroksissa ja lisää mahdollisuuksia luoda uusia tuotteita. (Att-wood & Moore 1994, 175; Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 8–9.)

5 Märkää

Kartonkikoneen märkäällä tarkoitetaan koneen sitä osaa, jossa massasulppu levitetään tasaiseksi yhtenäiseksi kerrokseksi ja siitä poistetaan mekaanisin keinoin mahdollisemman suuri määrä vettä. Samaan aikaan kuidut huopautuvat kiinni toisiinsa muodostaen kiinteän massarainan. (Parpala 1976, 95.)

Märkää katsotaan päättyvän puristinosan jälkeen, jolloin massarina siirtyy kuivatusosalle kiinteässä muodossaan. Seuraavaksi työssä kerrotaan märkään tärkeimmistä osa-alueista. (Parpala 1976, 95.)

5.1 Konesihtti

Konesihdissä on hienojakoisia sihtirumpuja, joiden avulla voidaan massasta poistaa esim. muoveja ja suurempia tikkuja. Lisäksi konesihtti hajottaa kuitukimppuja sen sisällä syntyneiden voimakkaiden virtauksien voimasta. Konesihdin toimintaperiaatteesta kerrotaan tarkemmin työn painesihti-osiossa. Konesihdin rejekti ohjataan puhdistuslaitokselle kuituhäviöiden vähentämiseksi ja aksepti johdetaan perälaatikolle. Konesihdin sijainti ennen perälaatikkoa asettaa tärkeitä vaatimuksia:

- tasainen syöttö perälaatikolle
- rinnakkain kytkettyjen sihtien kierrostaajuuksien erottuminen toisistaan
- hyvä erotuskyky
- kiillotetut sisäpinnat (Puusta paperiin M-504, 50.)

Konesihdin rejektin virtausmäärää säädetään käsiventtiilin avulla. Suuren virtausmäärän vuoksi kaikkia epäpuhtauksia ei voida erottaa syötöstä, joten massan virtaamasta otetaan laskennallinen osuus. Määrä vaihtelee konesihdin koon ja virtauksen määrän mukaan. Määrä on keskimäärin 4 % syötöstä. (IKd.)

5.2 Perälaatikko

Perälaatikko on kartonkikoneen yksi tärkeimmistä prosessilaitteista. Perälaatikko tarkoituksena on levittää massasulppu viiraosalle kokoleveydelle halutun paksuisena kerroksena sekä antaa sille tarpeellinen virtausnopeus. Suurimpana

haasteena perälaatikolle on saada massasulppu tasaisena koko viiran leveydelle, ilman että viiraosalle muodostuisi flokkeja eli kuitukasautumia. Flokkeja aiheuttaa esimerkiksi liian heikko virtausnopeus viiraosan syötössä. Laimeassa kuituvedessä syntyy myös helposti vaahtoa. Vaahto on haitallista, koska se voi kuivua perälaatikon seinämälle ja lohkeilla massavirran mukaan aiheuttaen ajettavuus ongelmia koneelle. Vaahdon syntymistä estetään asettamalla perälaatikkoon vesisuihkuja ja pitämällä perälaatikossa jatkuva ylivirtaus. Riippuen tuotteesta massasulppu syötetään viiraosalle noin 0,2 – 1,2-prosenttisena. (Parpala 1976, 96–100.)

Jotta saadaan massavirtaus tasaiseksi koko laatikon leveydeltä, tulee perälaatikossa olla yksi tai useampia ahtaita kuristuskohtia. Kuristuskohdat muuttavat epätasaisen virtauksen tasaiseksi. Inkeroisten kartonkikoneen kaikki kolme perälaatikkoa ovat tyypiltään reikäperälaatikoita. Reikäperälaatikossa on hitaasti pyöriviä metalliputkia, joiden seinämä on tehty täyteen reikiä. Koska reikien yhteinen pinta-ala on pienempi kuin massalietteen kulkureitin ilman reikätelaa, saadaan aikaan tehokas kursituskohta. Reikien läpi virtaava massa synnyttää myös pieniä pyörteitä, jotka hajottavat tehokkaasti mahdollisia kuitukimppuja. (Parpala 1976, 96–100.)

5.3 Viiraosa

Perälaatikolta sulppu syötetään suurella virtausnopeudella viiraosalle 0,2–1,2 % sakeana. Viiraosan tehtävänä on poistaa mahdollisimman paljon vettä pois massan seasta. Mitä vähemmän vettä poistuu viiraosalla, sitä enemmän lämpöä tarvitaan kuivatusosalla. Lisäksi liian kostea kartonkiraina aiheuttaa katkoja etenkin puristusosassa, kun raina siirtyy puristimien välillä. Rainan kuiva-ainepitoisuus on 15–20 %, kun raina siirretään viiraosalta puristinosalle. (Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 137, 149.)

Viiraosan läpäisyt vesi johdetaan viirakaivoon. Viirakankaan läpäissyt vesi sisältää arvokkaita hienokuituja, täyteaineita ja liuennetta valmistuskemikaaleja, jonka vuoksi se on hyvä ottaa uudelleen käyttöön ns. kiertovetenä. Kiertovettä käytetään mm. perälaatikolle virtaavan massan laimennukseen. Viirarentio vaihtelee konekohtaisesti noin 50–80 % välillä. Kuitujen suotautumista voidaan

parantaa rententiokemikaalien avulla, mutta se huonontaa kartongin formaatiota ja lisää kemikaalikustannuksia. Kartonkikone 4:llä viirakaivoja on kolme kappaletta, yksi jokaiselle kerrokselle. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 137, 149.)

5.4 MB-formeri

Kuten aikaisemmin todettiin, runkokerros on paksuin kerros kolmesta. Tämän takia myös sen virtausmäärät ovat todella suuria. Jotta saataisiin riittävä kuiva-ainepitoisuus, ei pelkkä viiraosa enää riitä poistamaan tarpeeksi sulpusta vettä. Tämän takia runkokerroksen viiraosalle on lisätty MB-formeri. MB-formerin etuna on, että se pystyy poistamaan tasoviiralla kulkevasta rainasta vettä ylöspäin paineen avulla. Formerin avulla pystytään poistamaan runkokerroksesta noin 30 prosenttia vedestä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 139.)

5.5 Puristinosat

Puristimien tarkoituksena on jatkaa viiraosan aloittamaa veden poistoa mekaanisen puristuksen avulla, jolloin varsinaiselle kuivatusosalle jää mahdollisimman vähän työtä. Veden poistaminen kuivatusosalla lämmön avulla tulee paljon kalliimmaksi kuin puristamalla puristinosalla. Samalla, kun puristimet poistavat vettä painautuu kartonkiraina tiiviimmäksi, kartongin ominaistilavuus ja huokoisuus pienenevät ja samoin kartongin opasiteettikin vähenee. Puristinosalla saavutetaan noin 40 % kuiva-ainepitoisuus. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 155.)

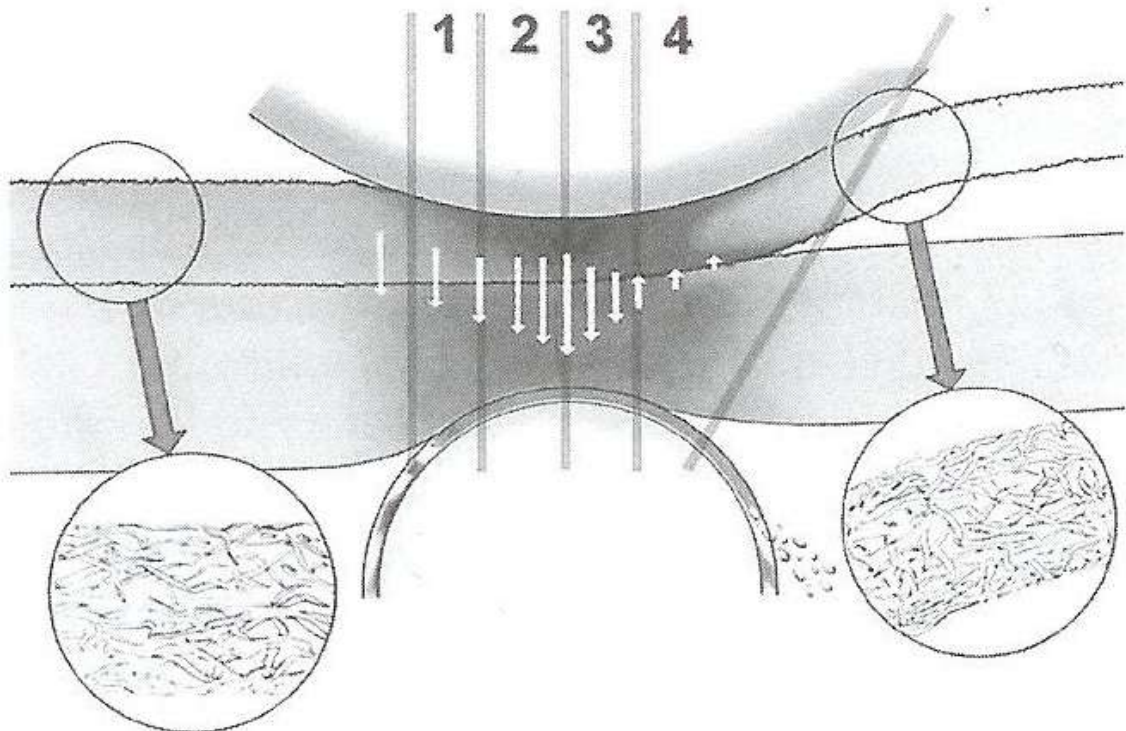
Inkeröiden taivekartonkikoneessa on kolme puristinta. Puristintelojen väliä kutsutaan nipiksi ja kahden puristintelan kokonaisuutta puristinnipiksi. Yleisesti kuitenkin puristinnippejä kutsutaan telapareiksi. Puristimien rakenne vaihtelee konekohtaisesti, sillä rakenteen määrittää ajettava kartonkilaji ja ajetaanko pinta-kerros yläpuolella vai alapuolella. (IKa.)

Viiraosalta raina ohjataan puristinosalle pick-up-telan avulla. Ensimmäisessä ja toisessa nippiparissa on ylä- ja alahuovat, mutta kolmannessa nippiparissa vain alahuopa. Ensimmäisen nipissä ylätela on sokeaporattu kumipäällysteinen tela ja alatelana on imutela suuren vesimäärän vuoksi. Toisessa nipissä molemmat

telat ovat sokeaporattuja ja lisäksi ylätela on taipuma-kompensoitu. Kolmannessa nippiparissa on ns. pitkänippipuristin, koska sen ylä- ja alatela ovat kooltaan muita puristimia suurempia ja pinnaltaan sileitä. (Parpala 1976, 157–158;IKa.)

Puristinnipissä voidaan erottaa neljä eri toiminta vaihetta (Kuva 5.1):

- Ensimmäisessä vaiheessa ilma virtaa pois rainasta ja huovasta.
- Toisessa vaiheessa puristuskohdassa rainasta siirtyy vettä huopaan puristimien välisen paineen vuoksi.
- Kolmannessa vaiheessa raina ohittaa nipin ja puristimien välinen paine vaikutus loppuu.
- Neljännessä vaiheessa raina ja huopa laajenevat, jolloin niihin syntyy alipainetta ja osa huovan imeytyneestä vedestä palaa takaisin kartonkirainaan. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 156)



Kuva 5.1 Puristustapahtuma (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 156)

Puristimen huovalle jäänyt vesi ohjataan alla olevaan kaukaloon. Puristimien vesi ei ole sopivaa ottaa takaisin käyttöön, mutta siihen sitoutunut lämpö hyödynnetään jälkikäsittelyssä. Puristimelta tuleva vesi johdetaan avonaiseen säili-

öön, joka on jaettu kahteen eri osaan, sameaan ja kirkkaaseen. Puristimien huopaimureiden vedet johdetaan pääsääntöisesti kirkkaalle puolelle ja ainoastaan kolmannen puristimen vesi johdetaan suoraan samealle puolelle. Kirkas puoli ylivirtaa samealle puolelle, mistä vesi johdetaan painesihdin kautta jälkikäsitteilyn lämmönvaihtimen läpi kanaaliin. Samea puolen ylimääräinen vesi johdetaan ylijooksuna suoraan kanaaliin. Poistuvasta vedestä löytyy hienokuituja ja täyteaineita, mutta niiden osuus on merkitsemätöntä kokonaishäviöön kannalta. (Parpala 1976, 143;IKa.)

5.6 Tuhkasakeus

Koska märkápään ehkäpä tärkein fysikaalinen hallintasuure on sakeus, tähän myös tehtaat tulee panostamaa erilaisilla sakeusmittareilla ja sakeuden säätimillä. Sakeuden mittauksilla saadaan selville kiinteän kuitu-, hienoaine- ja täyteainemateriaalin pitoisuuksia, joiden avulla voidaan hallita prosessia ja parantaa koneen toimintatehokkuutta. Märkápäätä toimintaa hallitsee kaksi sakeutta, kokonaissakeus ja tuhkasakeus. Tuhkasakeus määritetään laboratoriossa, jossa näyte poltetaan uunissa ja jäljelle jää pelkästään palamatonta epäorgaanista ainetta. Sakeus saadaan, kun kokonaispainoa verrataan palamattomaan painoon. Tuhkasakeuden ohella seurataan monesti myös tuhkaosuutta, millä tarkoitetaan kiinteän polttojäännöksen suhdetta kiinteiden partikkeleiden kokonaismäärään. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 149.)

6 Kuivapää

Kuivapään katsotaan alkavan puristinosan jälkeen ja loppuvan valmiin kartongin rullaukseen. Kuivapäässä kartonki kulkeutuu kiinteänä koko radan leveydellä. Kuivapään tarkoituksena on poistaa vettä ja muokata kartongin optisia ominaisuuksia, jonka jälkeen se voidaan viedä rullauksen jälkeen jälkikäsitteilyyn.

Kuituhäviön tarkkailemisen kannalta kuivapään alue ei ole merkittävin. Kuivapäässä kuituhäviötä voi tapahtua pulppereissa katkon aikana tai pulpperin toiminta häiriöstä.

6.1 Kuivatusosa

KK4:lla on yhteensä yhdeksän kuivatusryhmää. Kartonki saa ensimmäisen päällystekerroksensa kahdeksannen kuivatusryhmän jälkeen ja toisen päällystekerroksen yhdeksannen ryhmän jälkeen. Lisäksi seitsemännen kuivatusryhmän jälkeen löytyy yksinippinen välikalanteri, jonka avulla voidaan tarvittaessa tasoittaa kartongin radan pintaa ennen päällystystä. Ensimmäiseksi päällystetään taivekartongin pintakerros ja toisessa vaiheessa selkäkerros. (IKa.)

Kuivausryhmien yhteenlaskettu kuivatussyylinterien määrä on 73 kappaletta. Yksi kuivatussyylinteri on halkaisijaltaan noin 1500 mm. Kuivatusosalle on myös sijoitettu kartonkikoneelle yleinen jenkkisyylinteri. Se sijaitsee viidennen kuivatusryhmän jälkeen ja sen tarkoituksena on parantaa kiiltoa ja sileyttä. Kartonin kuivatuksen yhteydessä syntyy paljon lämpöä. Tämä lämpö pyritään ottamaan talteen ja hyödyntää uudelleen kartonkikoneen muissa prosesseissa. (IKa.)

6.2 Päällystys, kalanterointi ja rullaus

Kartonkikoneessa on kolme teräpäällystysyksikköä. Ensimmäiseksi taivekartongin pintakerrokselle tehdään esipäällystys ja sen jälkeen varsinainen pintapäällystys. Tambrite-lajissa tehdään esi- ja pintapäällystys ja Tamfold-lajissa pelkästään pintapäällystys. Kolmannes päällystysyksikkö tekee taivekartongin selkäkerrokselle pintapäällystys tai pintaliimauksen. Päällystysjälkeen taivekartonki kuivatetaan infrapunakuivaimilla ja leijukuivaimilla. Päällysteen kuivauksen jälkeen taivekartonki kiillotetaan gloss-kalanterissa. Gloss-kalanteriin on asennettu pinnan tasaisuutta seuraava mittauslaite. (IKa.)

Valmis taivekartonki rullataan yhdeksi tambuurirullaksi eli konerullaksi. Yhdessä konerullassa voi olla 30 tonnia taivekartonkia. Rullaustapahtuma on pitkälti automatisoitu. Valmis konerulla nostetaan jälkikäsitteilyn puolelle leikkureille, jossa tehdään pienempiä rullia asiakkaan vaatimuksien mukaan. (IKa.)

6.3 Täyteaineet

Kartongin täyteaineet ovat hienojakoisia mineraaleja, joita joko lisätään kartonkikoneen kuivapäässä sen valmistusvaiheessa tai valmiin kartongin pintaan pintakäsittelynä. Täyteaineelta oletetaan seuraavia aineominaisuuksia:

- hiukkaskoon oltava 0,1...40 µm:n välillä
- oltava vähintään yhtä valkoista kuin käytetty kuituaine
- oltava veteen liukenematon
- ei herkkä kemiallisesti yhtymään toisiin aineisiin. (Parpala 1976,47–50.)

Täyteaineiden tarkoitus on parantaa kartongin sekä optisia- että painettavuusominaisuuksia, kuten läpinäkymättömyyttä, vaaleutta, huokoisuutta, painovärin absorptiokykyä, painojäljen tasaisuutta, kartongin pinnan sileyttä ja kiiltoa. Tavallisimmat päällystyksessä käytettyjä pigmenttejä eli täyteaineita ovat kaoliini, liitu ja titaanidioksidi. Lisäksi täyteaineisiin kuuluu lisäaineita, jotka kiinnittävät täyteaineen kartongin pintaan. Näitä ovat esimerkiksi modifioidut tärkkelykset, kuten kaseiini, karboksimeetyyliselluloosa, soijaproteiini ja lateksi. (Parpala 1976,47–50.)

7 Massa- ja kiertovesijärjestelmä

Massa- ja kiertovesijärjestelmän rakenne on aina tehdaskohtainen. Pääasiallisesti rakenteen määrää tuotelaji, lajivalikoiman laajuus ja valitut laitevalinnat. (Marin 1995, 10.)

Massa- ja kiertovesijärjestelmään kuuluvat massaosasto, hylkyjärjestelmä, lyhyt- ja pitkäkierto. Massa- ja kiertovesijärjestelmää on parempi kuvata lohko-kaavion avulla. Lohkokaavioon merkitään pelkästään tärkeimpiä yksikköoperaatioita, säiliöitä ja pääputkilinjat. Liian paljon tietoa sisältävä lohko-kaavio muuttuu monimutkaiseksi ja epäselväksi. Kun halutaan tarkemmin tarkastella tiettyä prosessia, käytetään yleensä apuna virtauskaaviota, johon on merkitty esimerkiksi enemmän putkilinjoja ja instrumenttisymboleja. (Parpala 1976, 88–90.)

7.1 Kiertovesi

Kiertovesi kuuluu massa- ja kiertovesijärjestelmään. Massa- ja kiertovesijärjestelmästä koostuu useista varastotorneista sekä varastosäiliöistä, joiden avulla pyritään varmistamaan keskeytymätön ajettavuus kartonkikoneella ja estämään ylijuuksut kartonkikoneen katkojen ja lajinvaihtojen aikana. (Rintamäki 1999, 11.) Kiertovesijärjestelmän etuja ja tavoitteita ovat seuraavat:

- tuoreveden käytön minimointi
- puhdistetun ja puhdistamattoman kiertoveden käyttö sopivissa paikoissa
- kiintoainehäviön vähentyminen
- energiatarpeen vähentyminen
- jäteveden käsittely kustannuksien vähentyminen
- vedenpoistaminen parantuu
- helpottaa tehtaan sijoittamista. (Ojala 1994, 7.)

Kartonkitehtaalla ja yleensä ottaen kaikilla tehtailla käytetään kiertovettä. Kiertovesijärjestelmän avulla parannetaan kiintoaineen talteenottoa ja pienennetään ympäristökuormitusta. Kiertovesi sisältää paljon arvokasta kuituainesta ja muita täyte- ja lisäaineita. Kiertovettä käytetään yleensä ottaen massojen laimennuksissa esimerkiksi katkotilanteissa. Kiertovettä poistetaan prosessista likaisuuden vuoksi tietty laskennallinen määrä, jonka tilalle otetaan tuorevettä. (Varpunen 2002, 10.)

7.2 Massan laimentaminen

Imutelojen, puristimien ja viiraveden kiertovettä käytetään perälaatikolle menevän massan laimennukseen. Perälaatikossa sakeus voi olla jopa 0,2 %, kun puolestaan konesäiliöstä lähtevän massan sakeus on noin 3 %. (Parpala 1976 88–90; Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 122.)

Koska kiertovettä kertyy enemmän kuin perälaatikkomassan laimentamiseen tarvitaan, ohjataan ylimääräinen osa kiertovedestä muihin prosessivaiheisiin. Tällöin kiertovesi siirtyy lyhyestä kierrosta pitkään kierto. (Parpala 1976 88–90; Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 122.)

8 Massaosasto

Massaosasto (Kuva 8.1) on ensimmäinen prosessinvaihe taivekartongin valmistuksessa. Massalinjoja on yhteensä kolme.



Kuva 8.1 Massaosasto (IK.)

Massaosastolla hajotetaan eukalyptus-, koivu- ja mäntyselluarkkeja. Selluarkkeja tuodaan junavaunuilla massaosaston varastolle. Kaukaisimmat selluarkit tulevat Veracelin tehtaalta Brasiliasta.

8.1 Massojen hajottaminen

Massaosaston tarkoituksena on hajottaa kiinteät selluarkit ja prosessissa syntyvä kartonkihylkyrullat pumpattavaan muotoon. Inkeroisten kartonkitehtaalla massan hajottaminen tapahtuu pulppereissa. (IKd.)

Pulppereilla on hyvä kapasiteetti, hajotustehokkuus ja ne eivät jauha kuituja. Koska pulpperissa hajotettu massa voi sisältää kuituuntumattomia massaflokkeja eli kuitukimppuja, on massa syytä kuiduttaa ennen jauhatusta. Kuiduttimessa massaflokkeja irrotetaan toisistaan terien välissä, jossa suuret leikkausnopeu-

det synnyttää voimakkaita voimia. Kuitukimput ovat ongelmallisia, sillä ne voivat aiheuttaa laatuongelmia ja ratakatkoja kartonkikoneella. Kuidutin ei pulppereiden tavoin jauha massaa. Kuidutin ei myöskään pysty hajottamaan esimerkiksi tikkuja ym. kiinteitä epäpuhtauksia. Pulpperia käytetään yleisesti massojen hajotukseen. Kuidutin soveltuu enemmän hyllyn jatkojalostamiseen. Inkeroisten kartonkikoneella on käytössä kolme hylkykuidutinta, joista kaksi on ajon aikana toiminnassa. Tarkemmin hylkykuiduttaminen toiminnasta kerrotaan työn myöhemmässä vaiheessa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 112–113.)

8.2 Pulpperi

Pulperin rakenne on yksikertainen. Sen pääosat ovat amme ja sekoitin käyttölaitteineen. Pulperin ammeen koko vaihtelee konekohtaisesti. Amme on tilavuudeltaan keskimäärin 40 m³. Pulpperityyppejä on kahdenlaisia, pysty- ja vaakapulppereita. Pystypulpperissa amme muodoltaan pyöreä, jonka pohjalla on pystyasentoinen akselin päähän kiinnitetty sekoitin. Pystypulpperit ovat vaakapulppereita tehokkaampia ja ne soveltuvat etenkin sellun tai hylkyrullien hajottamiseen. Vaakapulpperit vievät vähemmän tilaa ja soveltuu sen takia hyvin koneen hyllyn hajotukseen. (Lumiainen 1988, 3.)

Ennen pulpperia massa ja hylky ovat kiinteässä muodossa, joten kiinteän muodon rikkomiseksi lisätään pulpperiin laimennusvettä, joka on yleensä kiertovettä. Laimennusvesi saa kuidut turpoamaan ja rikkovat kuitujen välisiä vetysidoksia. Hajottamista tehostetaan pohjaan sijoitetulla sekoittimella, jolloin massa muuttuu ennen pitkään sulpuksi eli kuituvesiseokseksi. Sekoittimen toiminta on samanlainen kuin pumpun juoksupyörässä; massa pyrkii uloimmalle kehälle keskipakoisvoiman johdosta ja samalla roottorin keskikohdalle syntyy voimakas imu, mikä hajottaa kuitujen välisiä sidoksia. Pulperin tehokkuus massan hajotuksessa on valtava. Jos esimerkiksi pulperin sisälle pudotetaan 200 kg painava hylkyrulla, se muuttuisi sulpuksi muutamassa minuutissa. (Lumiainen 1988, 3.)

8.3 Massojen kuitaantuminen

Kuitaantumisprosessille ei ole olemassa yleisesti hyväksyttyä teoriaa. Osittain tämä selittyy sillä, että kuituuntumisprosessia ei ole riittävän laajasti tutkittu. Kui-

taantumista tapahtuu pulppereissa ja hylkykuiduttimissa. (Seppälä 1994.) Seuraavaksi on listattu yleisesti kuitaantumiseen vaikuttavia tekijöitä:

- teräväli
- terien muotoilu ja terävyys
- sakeus
- massan virtausnopeus
- massan valmistusmenetelmä ja massan kovuus
- kuidun pituus
- kartongin liimaus ja pintakäsittely
- lämpötila. (Lumiainen 1988, 6–7.)

Kuidutuksen tarkoituksena on hajottaa massassa olevat kuitukimput yksittäiseksi kuiduksi, jotta ne pääsevät muodostamaan myöhemmin uusia sidoksia. Kuidutusprosessi vähentää energian kulutusta pulperoinnissa, kuitujen katkeilemista jauhatuksessa ja lajittelun rejektin määrää. Kuiduttumissa on syytä asettaa riittävä teräväli, sillä liian kapea teräväli hajottaa esim. muovipartikkeleita pienemmiksi partikkeleiksi, jolloin niiden erotteleminen lajittelussa muodostuu mahdottomaksi. Kuitaantuminen perustuu roottorin aiheuttamiin pyörrevirtauksiin ja massan jatkuviin suunnanmuutoksiin. Nämä synnyttävät voimakkaita voimia, jotka hajottavat tehokkaasti kuitukimput yksittäisiin kuituihin. (Lumiainen 1988, 6–7.)

8.4 Kartonkimassojen jauhanta

Kuidutuksen jälkeen massa ohjataan jauhatukseen. Jauhatusprosessin vaikutus kartongin ominaisuuksiin on merkittävä. Kemiallisen ja fysikaalisen rakenteen vuoksi varsinkin sellukuidut eivät sellaisinaan sovi juuri minkään kartonkilajin valmistukseen. Ne huopautuvat toisiinsa huonosti ja niistä valmistettu kartongin laatu on heikkoa ja epätasaista. Jauhatuksen avulla pyritään parantamaan sidosten kestävyyttä ja parempaa profiilia, etenkin pintakerroksessa. Lisäksi jauhatuksessa saadaan viimeisetkin kuitukimput hajoamaan. Massat jauhetaan kertaalleen massaosastolla ja toiseen kertaan tarkemmin konesäiliön jälkeen. (Parpala 1976, 32; IKd.)

Tehtaat käyttävät yleensä ottaen kahta eri jauhin tyyppiä: levyjauhimet ja kartiojauhimet. Kartiojauhimin on suositumpi näistä kahdesta. Kartiojauhinten etuna levyjauhimiin on

- pidempi jauhatusaika ja jauhatuspinta.
- yksi stabiili rako verrattuna monirakoiseen levyjauhimeen.
- terävälejä puhdistava ja kuituja terävään ajava virtauskuvio keskipakovoiman suunnan takia. (Hägglom-Ahner & Komulainen 2001, 116.)

Inkeröiden kartonkitehtaalla käytetään lähinnä vain kartiojauhimia. Jauhanta alkaa jo massaosastolla ja sitä jatketaan konesäiliön jälkeen.

8.4.1 Jauhatuksen vaikutus kartonkiin

Koska jauhatuksessa ei voida parantaa kaikkia kartongin ominaisuuksia samanaikaisesti, joudutaan tekemään kompromisseja. Jos esimerkiksi jauhatusta viedään pidemmälle, kartongin rakenne tiivistyy, sileys paranee, veto-, puhkaisu-, taitto- ja palstautumislujuus sekä tiheys kasvavat. Vastaavasti opasiteetti, imukyky, mittapysyvyys ja kokoonpuristuvuus pienenevät. (Lumiainen 1988, 7–9.)

Kaikkien kerrosten kannalta on suotuisaa saada jauhatus optimoitua, jolloin kuidut olisivat mahdollisimman vähän katkenneita, pinnoiltaan sitoutumiskykyisiä, mahdollisimman joustavia ja sopivasti turvonneita. Liiallisen jauhatuksella kuituhäviön määrä voi kasvaa huomattavasti, sillä lyhyet kuidut ns. hienokuidut poistuvat vesien tai puhdistuksessa rejektin mukana jätevesilaitokselle. (Lumiainen 1988, 7–9.)

Taivekartongin laatu- ja lujuusominaisuuksia seurataan jatkuvasti. Massan jauhatuksen tarvetta säädetään jauhatusasteella. Jauhatusastetta kuvataan joko SR-luvulla (Schopper-Riegler) tai CSF-arvolla (Canadian Standard Freeness). (Hägglom-Ahner & Komulainen 2001, 116.)

8.4.2 Pintakerroksen jauhanta

Pintakerros on tärkeä, koska se on myös painopuoli. Tämän takia pintakerroksen raaka-aineena käytetään lehtipuuta. Pintakerros valmistetaan valkaisuteuista eukalyptussellusta ja koivusulfaattisellusta. (Lumiainen 1988, 6–7.)

Pintakerrokselle asetettujen vaatimusten perusteella tulisi lujuus- ja painatusominaisuuksien saavuttamiseksi massoja jauhaa melko pitkälle. Liian tiivis rakenne pintakerroksessa puolestaan aiheuttaa kartonkikoneella ongelmia. Jos höyry ei pääse poistumaan keskikerroksesta kuivatusosalle, kartongin eri kerrokset voivat repeytyä irti toisistaan. (Lumiainen 1988, 6–7.)

8.4.3 Runkokerroksen jauhanta

Runkokerros määrää tuotteen paksuuden. Runkokerros antaa tuotteelle jäykkyyden, joten sen tulee olla luja. Taivekartonki ei saa jatkojalostuksessa paltautua liian pienellä voimalla. Tämän takia runkokerrokseen lisätään koneen omaa hylkyä, joka jauhetaan uudestaan. Tämän lisää uusien sidosten muodostumista runkokerroksessa ja näin lujittaa entistä enemmän valmista taivekartonkia. Lisäksi runkokerroksen tehtävän on pitää pinta- ja selkäkerros mahdollisimman kaukana toisistaan. (Lumiainen 1988, 7.)

Keskikerroksen raaka-aineena käytetään mekaanisesti valmistettua havupuusta, joka on yleensä kuusipuuta. Hioke on mekaanisesti valmistettu ja se jauhetaan erittäin hienoksi vesiseoksessa, jotta se pystyy hakuveden mukana virtaamaan Inkeröiden taivekartonkikoneelle. (Lumiainen 1988, 8.)

8.4.4 Selkäkerroksen jauhanta

Pinta- ja selkäkerroksella on melkein samanlaiset laatuvaatimukset. Kumpikin kerros pyrkii antamaan kartongille tarpeellinen jäykkyysominaisuus vastustamalla veto- ja puristusmuodon muutosta. Pintakerroksen osalla pääpaino on optisissa ominaisuuksissa. Selkäkerros valmistetaan yleensä joko valkaistusta tai valkaisemattomasta sulfaattisellusta käyttötarkoituksen mukaan. (Lumiainen 1988, 6, 8.)

Inkeroisissa taivekartongin selkäkerroksen raaka-aineena käytetään mänty-, koivusulfaattisellua ja eukalyptussellua. Selkäkerroksessa pyritään jauhamaan hellävaraisesti, jotta saavutettaisiin korkeat lujuusominaisuudet mahdollisimman vähäisellä tiiveyden kasvulla. (Lumiainen 1988, 6, 8.)

9 Hylkyjärjestelmä

Hylyn määrä keskikerrokselle voidaan vaihdella riippuen hiokkeen riittävydestä. Hylyn osuus runkokerroksessa vaihtelee noin välillä 5–30 %. Hylkyä syntyy koneella useilla prosessialueilla:

- viiraosalla reunanauhan pudotuksessa
- ratakatkoissa koko koneen leveydeltä
- päällystyskoneen ja pituusleikkurin reunanauhojen leikkauksessa
- hylkyrullista. (Hägglom-Ahner & Komulainen 2001, 117.)

Hylkykartonkia hajotetaan pumpattavaan muotoon konepulpperissa (sakeus 4-5,5 %). Kiinteässä muodossa oleva taivekartonki vaatii paljon laimennusta ja tehokkaan sekoittajan, jotta kuidut saadaan irtoamaan toisistaan uudestaan. Laimennukseen käytetään nollavettä runkolinjasta. Koska hylky voi sisältää paljon kuitukimppuja ja epäpuhtauksia, hylkymassa on syytä jauhaa ja lajitella uudestaan. Hylkysulppu saostetaan alle 4 prosentin sakeuteen, ennen kuin hylkysulppu syötetään hylkytorniin. Saostaminen on tarpeellista, jotta kaikki hylyn kapasiteetti saataisiin varastoitua. (Hägglom-Ahner & Komulainen 2001, 117.)

Hylkytilavuus on laskettu vastaavan noin neljän ajoa paperi- tai kartonkikoneella. Jos koneen kapasiteetti on esimerkiksi 40 t/h, täytyy hylkysäiliön olla tilavuudeltaan 160 tonnin kapasiteettia vastaava. Jos hylky säiliö mitoitetaan 5 % sakeudelle, tulee näin laskien kooksi 3200 m³. (Hägglom-Ahner & Komulainen 2001, 117.)

9.1 Hylkysaostin

Kiekkosuodinta (hylkysaostin) voidaan käyttää sekä kuidun talteenotto- että massan sakeutus sovellutuksissa. Yleensä ottaen, kiekkosuodin soveltuu parhaiten pitkän kierron kiintoaineen talteenottimeksi. Kiekkosuotimelta voidaan kierrättää massaa takaisin hylkytorniin. Takaisin kierrättämisen määrän avulla voidaan muuttaa hylkytornin sakeutta. Kiekkosuotimessa on useita eri segmenttejä, mitkä ovat päällystetty suodatuskankaalla. Nämä kiekot ovat jatkuvassa pyörintä liikkeessä, kun kiertovesi kulkeutuu kankaiden lävitse. Koska kiertovedessä on hienojakoisia partikkeleita, syötetään kiekkosuotimelle apumassaa, mikä sitoo hienopartikkeleita itseensä. Apumassana käytetään koneen hylkyä. Jos ei käytettäisi apumassaa, hienokiintoaines ei suotautuisi kiekkosuotimen kankaalle, vaan pääsisivät näiden lävitse joko poistoon tai suodosten mukana takaisin kiertoon. (Paulapuro 2000, 167; Suikkanen 1999, 16.)

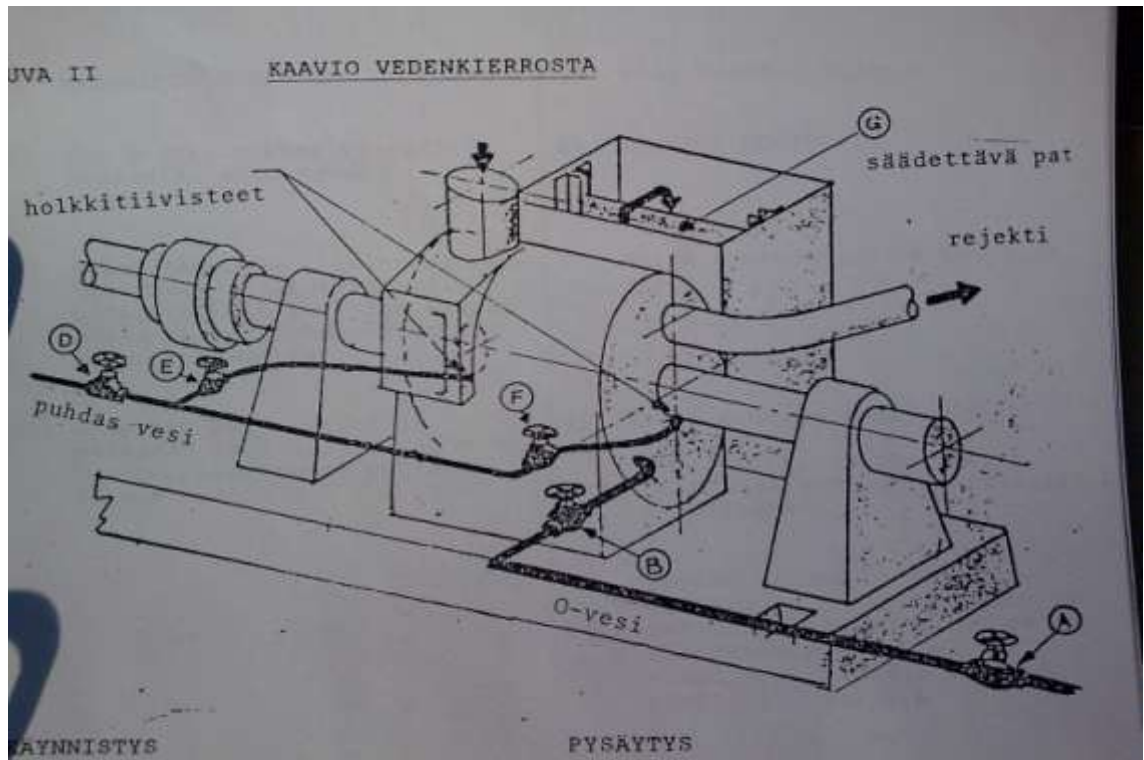
Kiekkosuotimesta poistetaan yleensä kahta tai kolmea eri suodosta. Suodokset lajitellaan niiden puhtauksien mukaan. Kun erotetaan kolme eri suodosta, jaetaan kirkassuodos kahteen eri osaan, kirkkaaseen ja puhtaaseen suodokseen. Suotautunut massa johdetaan seuraavaksi hylkykuiduttimille. (Paulapuro 2000, 167; Suikkanen 1999, 16.)

9.2 Lamort Centrifiner 600

Inkeröisten kartonkikoneella on käytössä kolme eri kuidutinta, joista kaksi on käytössä. Käytössä olevat hylkykuiduttimet ovat Lamort Centrifiner 600-merkkisiä. Hylkykuiduttimen tehtävänä on toimia kuiduttimena, hajottaa massaa ja poistaa epäpuhtauksia. Centrifinerin teknisiä ominaisuuksia ovat seuraavat:

- maksimaalinen tuotanto 120 tonnia päivässä
- syöttösakeus 3-6 %, akseptin sakeus 2,5- 5,5 % rejektin sakeus 1 %
- tehon kulutus 130-220 hv
- massan syöttö $0,5 - 1 \text{ kg/cm}^3$. (IKc.)

Kuvassa 9.1 on Lamort Centrifiner. Samassa kuvassa näkyy rejektin poistumiskohta ja akseptin tasauslaatikko (Kirjain G).



Kuva 9.1 Lamort Centrifiner (IKc.)

Lamort Centrifinerin toimintaperiaate

Hylkysaostimelta tuleva massa syötetään hylkykuiduttimeen putken kautta kartiomuotoisen staattorin ja kartiomaisen-sylinterimäisen roottorin väliin. Massa kulkeutuu pyörivän roottorin syvissä urista ensimmäiseksi roottorin ja staattorin välissä ja sitten roottorin ja sihtilevyn välissä. Kartio-osassa tapahtuu massan hajoamista roottorin ja staattorin synnyttämän vääntövastuksen avulla. Massa jatkaa kulkuaan sylinterimäisessä osassa, missä se kiertää roottorin urissa sihtilevyn alla. Tämä tapahtuma irrottaa kuituja enemmän irti toisistaan ja erottaa samalla muovi yms. epäpuhtauspartikkeleita, jotka eivät läpäise sihtilevyä. Massan kulkiessa roottorin ja sihtilevyn välissä pitkin uria, kuidutusvaikutus lisääntyy kuivumisilmiön seurauksesta. Hylkykuiduttimen rejekti voidaan tarpeen mukaan ohjata, joko täryseulalle tai suoraan kanaaliin. Täryseula on kuituhäviön kannalta parempi vaihtoehto, mutta jos epäpuhtauksien määrä on suuri, on parempi johtaa rejekti suoraan kanaaliin. Aksepti ohjataan jauhatukseen, josta massa lopulta pumpataan runkokerroksen konesäiliölle. (IKc.)

10 Lyhyt kierto

Kuituhäviön tarkasteluun kannalta on tärkeää syventyä tarkemmin KK4:n lyhyisiin kiertoihin, sillä kuidut kulkevat juuri tätä kautta ennen kuidut kulkeutuvat poistoon. Lyhyt kierto on osa massa- ja kiertovesijärjestelmää. Lyhyt kierto tavoitteena on vähentämään veden mukana poistoon meneviä kuitu- ja täyteaineita. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

Mitä enemmän kuitu- ja täyteaineita saadaan talteen, sitä taloudellisemmaksi koneen tuotanto tulee. Lyhyen kierron päätehtävät ovat sakean massan laimennus perälaatikkosakeuteen, viiraveden ja kiintoaineen talteenotto, massan puhdistus epäpuhtauksista, ilmanpoistaminen massasta ja virtausten tasaaminen ennen perälaatikkoa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

10.1 Viirakaivo

Viirakaivo toimii sekoituspumpun syöttösäiliönä. Viirakaivo on korkea säiliö, jonka tehtävänä on tasata virtausolosuhteet ja vähentää ilmanmäärää. Viirakaivon hyvän toiminta edellyttäisi riittävää pinnan korkeutta. Pinnankorkeuden vaihtelut vaikuttavat tasauslaatikon ja viirakaivon väliseen paine-eroon, mikä puolestaan vaikuttaa pintapainoventtiilin läpi tulevaan massavirtaan ja siten kartongin pintapainoon. (Julkunen 1976, 13.)

Viirakaivon pinnankorkeus voidaan vakioda ylijuoksun tai säätäjän avulla. Inkerosten kartonkikoneella viirakaivojen pinnat ovat jatkuvassa ylijuoksussa. Ylijuokutilanteessa ongelmana voi olla siitä lisääntynyt kiertoveden määrä, joka voi vaikuttaa hylkysaostimen toiminnassa. (Julkunen 1976, 13.)

10.2 Ilmanpoisto

Paperikoneeseen verrattuna kartonkikoneella ei ole erillistä ilmanpoistolaitetta, koska kartonki on huomattavasti paksumpaa ja pienet ilmamäärät eivät aiheuta suurta vahinkoa koneen käynnissä. Ilmaa syntyy suurimmaksi osaksi viiraosalta tulevasta vedestä ja avonaisissa säiliöissä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

Viiraosalla viirakankaan läpäissyt vesi johdetaan viirakaukaloista viirakaivoon. Vaahdonestoaineet voivat vähentää ilmakuplien syntyä, mutta yleensä pyritään etsimään taloudellisempaa vaihtoehtoa, kuten jatkuvalla ylijouksulla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

10.3 Epäpuhtaudet

Epäpuhtaudet jaetaan puuperäisiin (oksa, tikku, kuoripilkku, nollakuitu) ja muihin (hiekkä, kivi, noki, metalli). Epäpuhtaudet ovat vaihtelevan kokoisia ja kuidut puolestaan ovat melko samannäköisiä. Suurin osa epäpuhtauksista (50–80%) on huomattavasti paksumpaa kuin yksittäiset kuidut. (Puusta paperiin M-102, 9.)

Pieni osa (1-2 %) on pienempää kuin kuidut (kuoripilkut, likahiukkaset). Jos prosessi antaa tuotteen, joka sisältää suuren osan puuperäisiä hiukkasia, käsitellään massa yleensä ennen lajittelua mekaanisesti, esimerkiksi jauhamalla sitä kiekkojauhimessa. (Puusta paperiin M-102, 9.)

10.4 Massan puhdistaminen

Epäpuhtaudet heikentävät kartonkimassan laatua ja aiheuttavat koneen osien kulumista, epätasaista laatua ja mahdollisesti ratakatkoja. Epäpuhtauksia pyritään estämään erilaisilla puhdistusmenetelmillä, mutta siitä huolimatta erilaisia epäpuhtauksia pääsee ajoittain lajittimien lävitse. Puhdistuslaitteet sijaitsevat lyhyessä kierrossa. Koska Inkeröisten kartonkikoneella on kolme lyhyttä kiertoa, sillä on myös kolme eri puhdistuslaitosta, yksi jokaiselle kerrokselle. (Gustafsson ym. 1983, 497; Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

Pinta- ja selkäkerrosten puhdistuslaitokset sisältävät pyörrepuhdistimia ja niillä on yhteinen kolmas pyörrepuhdistusvaihe. Kuituhäviön pienentämiseksi pyörrepuhdistimien jälkeen on sijoitettu kaksi kuitutalteenotinta. Koska keskikerros on mekaanisesti valmistettu, on siellä myös eniten epäpuhtauksia, kuten esimerkiksi kuoripilkkuja ja tikkuja. Keskikerroksen puhdistuslaitos puolestaan sisältää pelkästään painesihdejä, sillä mekaaninen massa saadaan näissä parhaiten erotettua. Puhdistuslaitosten viimeisten vaiheiden rejektit ohjataan lopulta samaan paikkaan täryseulalle. Täryseulan jälkeen massa puhdistetaan hiekasta.

Hiekan poistimen aksepti ohjataan imutelakuoppaan, mistä se otetaan uudelleen käyttöön runkokerroksen valmistuksessa. Hiekanpoiston rejekti ohjataan kuitutalteenottimen läpi joko kanaaliin tai rejektisäiliöön. (Gustafsson ym. 1983, 497; Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

10.5 Puhdistusprosessille asetetut vaatimukset

Puhdistuslaitokselle voidaan asettaa kuusi erilaista vaatimusta:

- Epäpuhtaudet on poistettava prosessista.
- Lajittimet eivät saa hajottaa epäpuhtauksia pienemmiksi osiksi, jotta erotuskyky säilyisi.
- Massatyypille on oltava oikeanlaiset lajittelulaitteet, jotta lajittelu olisi mahdollisimman tehokasta.
- Erotusasteen täytyy olla mahdollisimman korkea.
- Puhdinlaitteet täytyy optimoida, jotta akseptia ei pääse rejektin joukossa poistoon ja siten lisää turhaa kuituhäviötä.
- Lajittimet eivät saa vahingoittaa kuituja. (Puusta paperiin M-102, 7.)

Puhdistuksen optimoimiseen tulee käyttää aikaa. Liian tehokas puhdistus lisää kiintoainehäviötä, jolloin akseptia pääsee rejektin mukana poistoon, mutta toisaalta liian vähäinen rejektiointi lisää puolestaan epäpuhtauksien määrää valmiissa tuotteessa. Pahimmillaan tämä aiheuttaa ratakatkoja ja tilauksien reklaamaatiota. (Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 125.)

10.6 Puhdistuslaitteita

Epäpuhtauksien erottamiseksi akseptista käytetään Inkeröisten kartonkitehtaalla lähinnä pyörrepuhdistimeita, kuitutalteenottimia, täryseulaa ja painesihtejä. Jokaisella kolmella kerroksella on omat puhdistus vaiheensa.

Puhdistusmenetelmät ovat tärkeitä myös kuituhäviön kannalta, koska vääränlainen lajitin väärässä kohdassa voi nostaa akseptin määrää rejektin joukossa. Seuraavaksi on kerrottu tarkemmin eri puhdistusmenetelmistä, joita käytetään Inkeröisten kartonkikoneella.

10.7 Celleconin pyörrepuhdistimet

Pyörrepuhdistimet ovat osoittautuneet luotettavaksi, tehokkaaksi ja edulliseksi puhdistusmenetelmäksi kartongin-, paperin- ja sellunvalmistuksessa. Ne erottavat epäpuhtauksia massasta tiheyden, koon ja muodon perusteella. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 126.)

Inkeröiden kartonkikoneella käytetään Celleconin cleanpac-laitteita (Kuva 10.1), sekä muutamia yksittäisiä pyörrepuhdistimia, jotka on tarkoitettu erilaisiin tarkoituksiin esimerkiksi kuitutalteenottimeksi ja hiekan erottamiseksi.

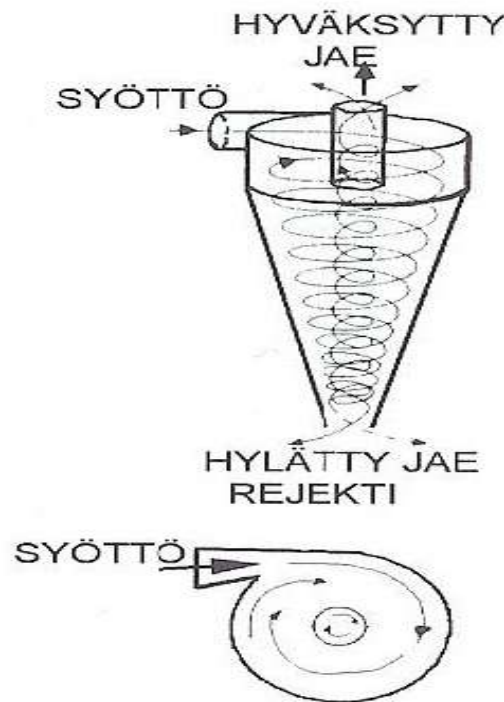


Kuva 10.1 Pintakerroksen 1.pyörrepuhdistusportaana cleanpac-laitos

Cellecon pyörrepuhdistimet koostuvat haponkestävästä sylinteriosasta, jossa on syöttö- ja akseptiputki, sekä keraamisesta kartio-osasta. Kartio-osan kärjessä on pyöreä levy (suutin), joka estää pyörrepuhdistimen ilmasydäntä tunkeutumasta rejektiputkeen. Tämä mahdollistaa veden käytön puhdistimessa. Kiinteän ruuvin avulla säädetään vastapainetta, jonka avulla rejektiä saadaan puhdistimesta erotettua. Cleanpac-laitteistossa ei ole erillisiä putkia, vaan ne on yhdistetty toisiinsa. (Puusta paperiin M-102, 62.)

10.7.1 Pyörrepuhdistimien toimintaperiaate

Puhdistus alkaa, kun massa syötetään tangenciaalisesti laimeassa sakeudessa puhdistimen yläosaan (Kuva 10.2).



Kuva 10.2 Pyörrepuhdistimen toimintaperiaate (Klemetti ym. 2005, 51)

Massa virtaa spiraalimaisesti kohti kartio-osaa, jossa tapahtuu suunnan vaihto. Alaspäin suuntautuneen pyörteen sisäpuolelle syntyy poikkipinnan pienenemisen vaikutuksesta toinen ylöspäin suuntautunut pyörrevirtaama eli ns. vortex-ilmio. Massan erotteluun vaikuttavat keskipakovoima ja eri nopeudella kiertävien nestekerroksien väliset leikkausvoimat. Näiden voimien vaikutuksesta ti-

heämmät epäpuhtaudet joutuvat uloimmalle kerrokselle, josta ne eivät pääse kartio-osassa kääntymään akseptin virtaukseen. (Gustafsson ym. 1983, 498.)

Ensimmäisessä pyörrepuhdistusvaiheessa voi puhdistimien määrä olla jopa 20 kappaletta. Toisessa vaiheessa on yleensä hieman vähemmän. Puhdistusvaiheita on yleensä kolme, riippuen tietenkin puhdistettavan massan määrästä ja sijainnista. Mitä enemmän toistoja, sitä paremmaksi epäpuhtaudet erottuvat. Toisaalta energiakustannukset lisääntyvät. KK4:lla pinta- ja selkäkerros käyttää massan puhdistukseen pyörrepuhdistimia. (Puusta paperiin M-102, 72.)

Pintakerroksella on kolme puhdistusvaihetta ja selkäkerroksella on niin ikään kaksi puhdistusvaihetta. Käytännössä myös selkäkerroksella on kolme puhdistusvaihetta, sillä toisen puhdistusvaiheen jälkeen rejektit ohjataan pintakerroksen kolmanteen vaiheeseen. Kolmannen puhdistusvaiheen rejektit kulkeutuvat kuitutalteenottimen läpi täryseulalle. Kuitutalteenotin koostuu käytännössä kahdesta pienestä pyörrepuhdistimesta, jossa syöttöön on otettu ns. kiihdytysvedeksi kiertovettä. (Puusta paperiin M-102, 72.)

10.7.2 Pyörrepuhdistimien hallinta

Pyörrepuhdistimien toimintaa säädetään paikallisesti. Suurentamalla syötön ja akseptin välistä paine-eroa, saadaan suurempi massan virtaus ja näin myös suurempi massan määrä. Tämä aiheuttaa nopeamman pyörteen puhdistimen sisällä, mikä parantaa erotuskykyä tiettyyn pisteeseen saakka. Liian suuri paine-ero voi aiheuttaa turbulenttisen virtauksen ja näin puhdistimen erotuskyky huonontuu huomattavasti tai jopa lakkaa olemasta. (Penttinen 1990, 17–18; Hautala ym. 1999, 284.)

Massa syötetään puhdistimeen noin 1 prosentin sakeudessa. Syöttösakeuden nostaminen pienentää paine-eroa syötön ja akseptin väillä, mikä vähentää energian kulutusta, mutta heikentää erotuskykyä. On myös huomattava, jos muutetaan alkupään sakeutta, sakeus muuttuu myös seuraavissa vaiheissa. Akseptin ja rejektin välistä paine-eroa suurentaminen puolestaan lisää rejektin virtausta ja sakeutta seuraavissa vaiheissa. (Penttinen 1990, 17–18; Hautala ym. 1999, 284.)

10.7.3 Pyörrepuhdistimen rejektisuhde

Pyörrepuhdistimen rejektisuhteella voidaan tarkkailla epäpuhtauksien erottumista. Rejektisuhteen avulla voidaan optimoida pyörrepuhdistuslaitos sopivaksi, jos esimerkiksi muutetaan raaka-aineiden suhdemääriä. (Kärkkäinen 2004, 27.)

Suhteen määrää rejektin poistoaukon suuruus ja syötteen-, akseptin- ja rejektin paine-ero. Rejektisuhteen nostaminen parantaa epäpuhtauksien erottumista. (Kärkkäinen 2004, 27.)

10.8 Painesihdit

Painesihdit tai painelajittimet sopivat parhaiten suurempi kokoisten (kuituja suurempien) epäpuhtauksien erotukseen (Puusta paperiin M-102, 31). Kuvassa 10.3 on tyypillinen Inkeröisten kartonkitehtaalla käytettävästä painesihdistä.



Kuva 10.3 Runkokerroksen rejektisihti

Painesihtejä voidaan kutsuta myös keskipakosihdeiksi, jotka myös toimivat kokonaan nesteellä täytettyinä ja paineen alaisina. Painesihtit eroaa keskipakosihdeihin suuremman yksikkökapasiteetin ja pienemmän energiakulutuksen vuoksi. (Puusta paperiin M-102, 31.)

10.8.1 Painesihtin toimintaperiaate

Koska konesihdissä massan määrä ja virtaus on suuri, epäpuhtauksien erottelu on vaikeata. Konesihdillä ohjataan tietty laskennallinen määrä rejektointiin eli puhdistukseen. Suuruus voi vaihdella konekohtaisesti, mutta määrä voi olla arviolta noin 30 % syötöstä. Inkeröiden kartonkikoneella keskikerroksen massan puhdistukseen käytetään painesihdejä, koska ne sopivat etenkin kuituja suurempien tikkujen poistamiseen prosessista, joita esiintyy mekaanisesti valmistetussa massassa. (Puusta paperiin M-102, 31.)

Painesihtit ovat suljettuja, ja ne toimivat paineen alaisina. Sihtien sisällä voi olla yksi tai kaksi pystyasennossa olevaa sihtirumpua. Massa syötetään tangentiaalisesti sihtin yläosaan. Yläosassa voi olla asennettuna romuloukku, minne rasakat kappaleet sinkoutuvat. Paine-eron vuoksi aksepti pakotetaan rei'itettyjen sihtilevyjen läpi. Aksepti poistuu painesihtin alaosaan. Rejektit kulkeutuu sihtien tulopuolella vähitellen alaspäin ja lopuksi rejektikourun pohjalta jatkuvana virtauksena ulos. Tukkiutumisen estämiseksi painesihtit pidetään puhtaina ajoittaisilla pesusuihkuilla. Pesusuihkujen paine ei välttämättä riitä painesihtien puhdistamiseen, joten ne tulee seisokkien aikana tarkastaa mahdollisten tukkiutumisaaravan vuoksi. (Parpala 1976, 78.)

10.8.2 Painesihtin hallinta

On ymmärrettävää, että kun halutaan lisätä painesihtin toimintakapasiteettia, täytyy myös rejektin määrää lisätä, jotta myös puhtaus pysyy samanlaisena. Luonnollisesti tämä lisää kuituhäviön määrää. Pelkän massan virtaaman lisääminen vaikuttaa sakeuteen, sihtilevygeometriaan, syötön ja akseptin väliseen paine-eroon. Optimisakeudessa erotuskyvyn aleneminen 2-5 prosentilla ei vaikuta suuresti massan puhtauteen, mutta erotuskyvyn alentaminen näkyisi energian kulutuksen vähentymisellä. (Puusta paperiin M-102, 37.)

Jos rejektisuhdetta ei muuteta eli syötön ja rejektin välistä massavirran suhdetta, erotustehokkuus ei muutu, paitsi jos esim. tikkupitoisuus nousee ja hienoaines vähentyy. Syöttösakeutta alentamalla voidaan parantaa erotuskykyä, mutta liian pieni sakeus lisää epäpuhtauksien määrää akseptissa, koska sihtilevyille ei muodostu kuituverkkoa. Syöttö sakeuden nostaminen lisää massan määrää sihtilevyissä, jolloin hienoaines ei välttämättä pääse rei'istä läpi aksepti virtaamaan. Tässä tapauksessa täytyy nostaa rejektisuhdetta, jotta päästäisiin samaan erotustehokkuuteen kuin aikaisemmin. (Puusta paperiin M-102, 37.)

Näiden lisäksi syötettävän massan lämpötila vaikuttaa painesihdin toimintaan ja erottelutehokkuuteen. Korkea lämpötila pienentää veden viskositeettia, mikä pienentää viipymäaika painesihdissä ja parantaa sen toimintatehokkuutta. (Seppälä 1999, 111.)

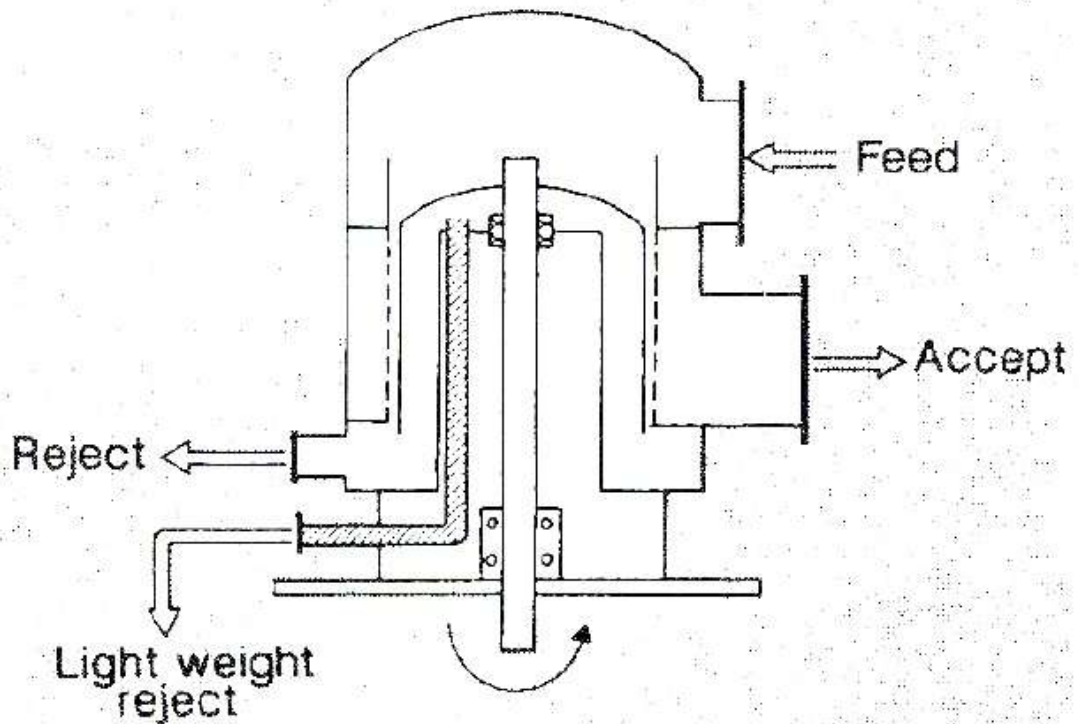
10.8.3 Painesihdin rejektisuhde

Kuten pyörrepuhdistimen rejektisuhteessa, painesihdin rejektisuhde kuvaa syötteen ja rejektin massavirtojen suhdetta. Painesihdin rejektisuhde on kuitenkin aavistuksen merkittävämpi hallintasuure. (Puusta paperiin M-102, 37.)

Rejektisuhteen suurentaminen lisää massan nopeutta, pienentää viipymäaika ja sihtirummun läpivirtausta, nostaa erottumistodennäköisyyttä ja tehostaa epäpuhtauksien erottumista. Kuten pyörrepuhdistimen rejektisuhteessa, painesihdin rejektisuhde etuna on hallita erotuskykyä pienellä häviöllä. (Puusta paperiin M-102, 37.)

10.8.4 Kevyt rejekti

Rejektin ohella painesihdeistä rejektoidaan ns. kevyt rejektiä (kuva 10.4). Kevyt rejektin tarkoituksena on poistaa massan seasta kuituja tiheämpiä partikkeleita, kuten muovipartikkeleita. Muovipartikkelien osuus massavirrassa on kuitenkin hyvin pientä. (Klemetti ym. 2005, 120.)



Kuva 10.4 Kevyt rejekti (Henricson & Wathen 1990, 364)

Erottaminen perustuu painesihdin roottorin aiheuttamaan keskipakovoimaan. Keskipakovoiman avulla eri tiheyksissä olevat partikkelit erottuvat toisistaan. Kevyimmät partikkelit kulkeutuvat alaspäin, kuitenkin pysyen roottorin lähellä. Roottorin alaosan ollessa avoin, suurin osa kevyt rejektistä kulkeutuu roottorin sisällä. Kevyt rejekti ohjataan pois painesihdistä putkiston. Systemi voi toimia joko jatkuvasti tai jaksottaisesti. Jatkuvatoiminen järjestelmä on tehokkaampi, mutta on kalliimpi asentaa. (Klemetti ym. 2005, 120.)

10.9 Tampella TS-L-täryseula

Tampella TS-L-täryseuloja (Kuva 10.5) käytetään hiokkeen karkealajittelussa sekä sihtien että pyörrepuhdistimien rejektin lajittelussa. Täryseulan toimintaperiaate on yksinkertainen. Täryseulalle on kiinnitetty kaksi epäkeskomoottoria, jotka voivat tuottaa jopa 24 värähtelyä sekunnissa. Täryseulalle tuleva massa syötetään vaakatasossa olevalle levyille, missä värähtelyliikkeestä johtuen massa poistuu seulalevyn läpi ja rejekti kulkeutuu kahden säädettävän suihkun alitse seulan poistopäähän ja siitä kanaaliin. (Puusta paperiin M-102, 16, 141.)



Kuva 10.5 Tampella TS-L täryseula

Täryseulalla massa kulkeutuu suhteellisen hitaasti ja sen takia myös pienempiä epäpuhtauksia pääsee usein akseptin mukana seuraavaan vaiheeseen. Täryseula on sijoitettuna Inkeröiden kartonkikoneella viimeisiin puhdistusvaiheisiin. Täryseulalle syötetään kunkin kerroksen rejektit. (Puusta paperiin M-102, 16, 141.)

10.10 Hiekanpoistojärjestelmä

Hiekanpoistojärjestelmä on viimeinen prosessivaihe massan kulussa, joka lajittelee akseptin ja rejektin toisistaan. Kuvasta 10.5 nähdään täryseulan vieressä oleva hiekanpoistolaite. Sen toimintaperiaate on samanlainen kuin muissakin pyörrepuhdistimissa.

Lisäksi kuvasta nähdään hiekanpoistimen alapuolella oleva kuitutalteenotin. Täryseulalta aksepti johdetaan rejektisäiliöön, joka toimii samalla myös hiekanpoiston syöttösäiliönä. Rejektisäiliö on avonainen säiliö, jossa vaahtoamisen varalta ohjattu ylijooksu kanaaliin. Hiekanpoistossa on yksi pystyasennossa oleva iso pyörrepuhdistin. Hiekanpoiston rejekti ohjataan vielä kuitutalteenotti-

men läpi joko kanaaliin tai rejektisäiliöön. Hiekanpoiston aksepti massa ohjataan imutelakuoppaan, josta massa lopulta pumpataan hylkytorniin.

11 Pitkä kierto

Lyhyen kierron kiertovesi, jota ei tarvita perälaatikon massalaimennukseen ohjataan pitkään kiertoon. 0-veden puhdistus tapahtuu yleensä selkeytyksen, floataation tai suodatuksen avulla. Inkeroisten kartonkikoneella 0-veden puhdistus tapahtuu kiekkosuotimella (hylkysaostin) suotautumalla. Kiekkoseulalta erotetaan kolmea eri suodosta (samea, kirkas ja puhdas). Puhdistuksen yhteydessä otetaan talteen kuituja sekä täyte- ja lisäaineita, jotka ohjataan takaisin prosessiin. Puhdistetun 0-veden ylijäämä, ns. kirkassuodos, jota ei voida käyttää prosessissa, johdetaan jäteveden käsittelyyn. Kirkassuodoksen lisäksi kartonginvalmistusprosessissa tulee jätevesiä rejektinä sekä satunnaispäästöinä. Rejektit koostuvat tavallisimmin massanpuhdistuslaitteiston rejektistä sekä hylkyjärjestelmän lajittimien rejektistä. Satunnaisia aiheuttavat erilaiset säiliöylikaadot, epätasainen ajotilanne ja vuodot. (IKd.)

Pitkän kierron puhdistettua vettä kutsutaan ns. 0-vedeksi, koska sen mukana ei pitäisi olla mitään ylimääräisiä kuituja, hienoainesta tai täyteaineita. Käytännössä nollavesi on likaista ja se sisältää täyteaine ja hienoaineita. Pitkän kierron tehtävänä on kerätä ylimääräinen vesi kiertovesisäiliöön, jonka jälkeen kiertovesi puhdistetaan ja käytetään uudelleen kartongin valmistusprosessissa eri tehtävissä, kuten massalietteen valmistuksessa, hylkymassan hajotuksessa, laimennuksissa ja pesusuihkuissa. Puhtaassakin suodoksessa voi olla pieniä määriä hienoainesta, joten sitä ei pystytä käyttämään suihkuissa, joissa on pienet suutinreiät, kuten jauhimien, pumppujen ja sekoittimien tiivistepesissä. Näihin joudutaan käyttämään tuorevettä. Tuoreveden käytön lisääminen on suoraan verrannollinen järjestelmästä poistuvan kiertoveden määrään. Luonnollisesti mitä enemmän kiertovettä poistetaan, sitä enemmän myös ainehävioitä syntyy. (Parpala 1976, 88–90.)

0-vesisäiliö

Nollavesisäiliön tilavuus on 1900 m³. Torniin pumpataan normaalin ajon aikana kirkasta suodosta, jota erotetaan hylkysaostimella. Pinnan varmistamiseksi voidaan nollavesisäiliöön lisäksi syöttää lämmintä tehdasvettä. Nollavettä käytetään katkotilanteiden laimennusveden lisäksi

- hylkytornin sakeudensäätöön
- hioketornin sakeudensäätöön
- sameasuodossäiliön pinnan varmistukseen
- rungon nollavesisäiliön pinnan varmistukseen
- imutelakuopan-, jenkin-, popen-, pituusleikkurin-, jälkikäsitteilyn- ja massaosaston hyllyn pulpperin laimennukseen
- hiokkeen hakuvetenä
- päällystysasemien lattiakaukaloiden huuhteluvetenä
- palovesipumppujen varmistusvetenä. (IKd.)

0-vesisäiliö tulisi mitoittaa, kuin hylkysäiliö. Muussa tapauksessa hyllyn laimentamiseen voidaan joutua käyttämään tuorevettä. (Hägglom-Ahner & Komulainen 2001, 117.)

12 Jäteveden käsittely

Huolimatta siitä, että massa- ja kiertovesijärjestelmä on tehty mahdollisimman suljetuksi ja kiintoaineen talteenotto mahdollisimman tehokkaaksi, ei aina vesistöön laskettava jätevesi täytä ympäristövaatimuksia. Tämän takia on tarpeellista rakentaa tehtaalle oma erillinen jätevedenkäsittelylaitos. Jätevesien mukana pääsee runsaasti kiintoainesta ja vaikka sitä ei enää voida käyttää kartongin valmistuksessa. Talteenotettua kiintoainetta voidaan esim. hyödyntää voimalaitoksella. Kiristyneiden ympäristölakien myötä, tehtaat joutuvat enemmän ja enemmän tarkkailemaan mitä ja kuinka paljon päästöjä pääsee ilmaan tai vesistöön. Jäteveden mukana on paljon liuenneita ja vaihteleva määrä kiintoaineita, jotka lisäävät rehevöittämistä vesistöissä. (Parpala 1976, 88.)

Inkeröisten kartonkitehtaalla on kaksi selkeytinallasta. Niiden tarkoitus on talteenottaa kaikki kiintoaine jättevedestä, jonka jälkeen jätevesi johdetaan Anjalan paperitehtaalle jatkokäsittelyyn. Selkeytysaltaat ovat suuria pyöreitä betonisaltaita, jossa altaan yläpuolella on asennettu automaattisesti pyörivä kaavari. Kiintoaine otetaan talteen laskeutus periaatteella. Altaiden pohjalla on sekoiotin, joka tehostaa kiintoaineen laskeutumista ja estää kiintoaineen tukkiutumisen altaan pohjalle. Taivekartonkikoneelta tuleva jätevesi syötetään ensimmäisen altaan keskiosaan, mistä se pääsee leviämään koko altaan leveydelle. Laskeutunut kiintoaine tai toisin sanoen liete otetaan talteen altaan keskiosalla kaavarin pyöriessä altaan ympäri. Keskiosasta liete pumpataan kierukkaruuvipumpulla lietteenkäsittelyyn. Altaan ylivirtaava vesi on ns. kirkastetta. Ensimmäisen selkeytinallaltaan jälkeen kirkaste ohjataan toiselle selkeytinallalle, josta se pumpataan jatkokäsittelyyn Anjalan paperitehtaalle. Anjalan paperitehtaalla jätevesi käsitellään vielä biologisesti, ennen kuin se pumpataan takaisin vesistöön. Tehostamalla rejektin käsittelyä ja kuitujen talteenottoa voidaan huomattavasti vähentää kiintoainekuormaa. (IKb.)

12.1 Kiintoaine

Kiintoaineeksi kutsutaan liukenemattomaksi aineeksi, joka kulkeutuu kiertoveden mukana poistoon. Kiintoaine sisältää mm. kuituja, hiekkaa, hiukkasia sekä metalli-, täyteaine- ja lisäainepartikkeleita. Partikkelit voivat olla kooltaan 0,1-2 µm, minkä vuoksi ne voivat olla suspendoituneina loputtomiin. Nämä suspendoituneet partikkelit aiheuttavat vedessä sameutta, koska ne absorboivat ja heijastavat valoa. (Lipták 1974.)

Toisaalta kiintoaine voidaan luokitella orgaaniseen ja epäorgaaniseen. Orgaanisia aineita ovat kaikki puuperäinen aine ja epäorgaanisia ovat mm. hiekka, kivet, savi ja muovi. Orgaanisten kiintoaineen pääseminen vesistöön kuluttaa happea hajotessaan ja vaikuttaa pohjalehvästön rakenteeseen ja kasvuun. (Lipták 1974.)

12.2 Kiintoaineen talteenotto

Kiintoainetta otetaan talteen jo pitkässä kierrossa erilaisilla laiteilla, mutta silti jätevesilaitoksella täytyy olla omat talteenottimensa, sillä jätevesiin pääsee kiin-

toainetta rejektinä ja katkotilanteissa mahdollisesti säiliön ylijouksusta. Yleisimmät kiintoaineen talteenottomenetelmiä ovat suodatus-, laskeutus- ja vaahdotusmenetelmä. (Parpala 1976, 84.)

Kiintoaine sisältää arvokkaita kuitu-, täyte- ja lisäaineita, jonka vuoksi se on tärkeätä ottaa talteen myös jäteveden käsittelyssä. Talteenotettua kiintoainesta voidaan hyödyntää esimerkiksi energian tuotannossa.

12.2.1 Suodatuslaitteet

Suodatuslaitteet sopivat talteenottimeksi, kun kiertovedessä olevat kuidut eivät ole liian hienoja eikä kiertovedessä ole suuria määriä täyteaineita. Tyypillinen suodatinlaite on kiekoseula tai ts. Inkeröisten kartonkikoneella käytettävä hylkysaostin. (Parpala 1976, 84–86.)

Suodatinlaitteiden toiminta on samantapainen muissakin suodatinlaitteissa, joten sen toiminnoista ei kerrota tässä työssä enää tarkempaa, ks. kiekoseula. Suodatin soveltuu parhaiten pitkien kuitujen talteenottoon ja sen takia se sijaitsee yleensä pitkän kierron loppuvaiheessa. (Parpala 1976, 84–86.)

12.2.2 Laskeutuslaitteet

Laskeutus- eli sedimentointilaitteista mainittakoon jätevedenkäsittelyssä oleva selkeytinallas. Laskeutuslaitteen toiminnasta on kerrottu jäteveden käsittelyssä, joten siitä ei enää tässä työssä kerrota enempää. (Parpala 1976, 84–86.)

Tyypillisesti laskeutuslaitteiden etuna on sen kiintoaineen talteenottokyky. Haittapuolena on pitkä laskeutumisaika. (Parpala 1976, 84–86.)

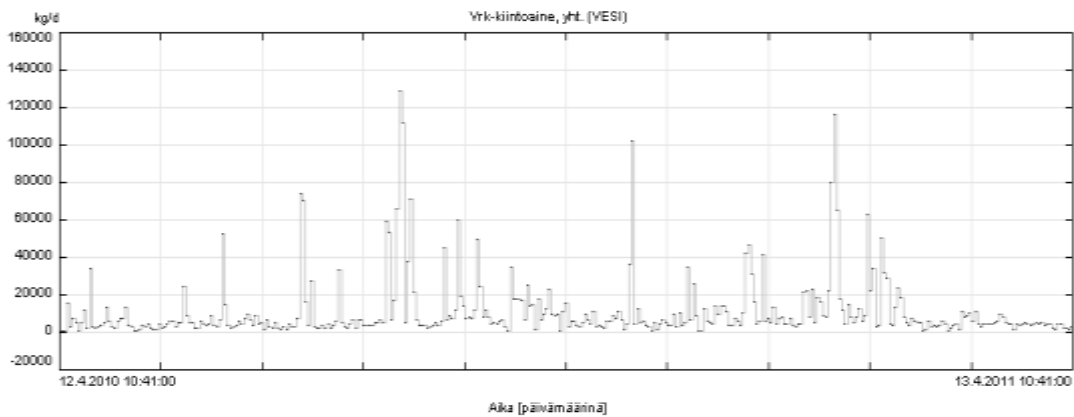
12.2.3 Vaahdotuslaitteet

Vaahdotuslaitteita käytetään yleensä jätevesilaitoksella selkeytysvaiheiden jälkeen. Sen toiminta perustuu siihen, että kun kuitu- ja täyteainehiukkasiin pyritään sitomaan ilmaa pieninä kuplina, jolloin kiintoainetta muodostuu kiertovedenpinnalle. (Parpala 1976, 84–86.)

Kiintoaine poistetaan joko kaavarin avulla tai imemällä. Vaahdotuksen haittapuolena on suuret kemikaalikustannukset. (Parpala 1976, 84–86.)

13 Työn tausta ja tarkoitus

Inkeröiden kartonkitehtaan kiintoainehäviömäärä normaali ajotilanteessa on ollut poikkeuksellisen suurta (2300 – 6000 kg/d), joten häviöpaikkojen kartoittaminen tulee tarpeeseen. Inkeröiden kartonkikoneelle on laskettu normaali kiintoainehäviöksi 1200 kg/d. Työssä haluttiin keskittyä etenkin massapuolen kuituhäviön kartoittamiseen, sillä aikaa oli käytettävissä rajallisesti. Kuvan 13.1 tarkoituksena on antaa lukijalle kuva kiintoainehäviön määristä.



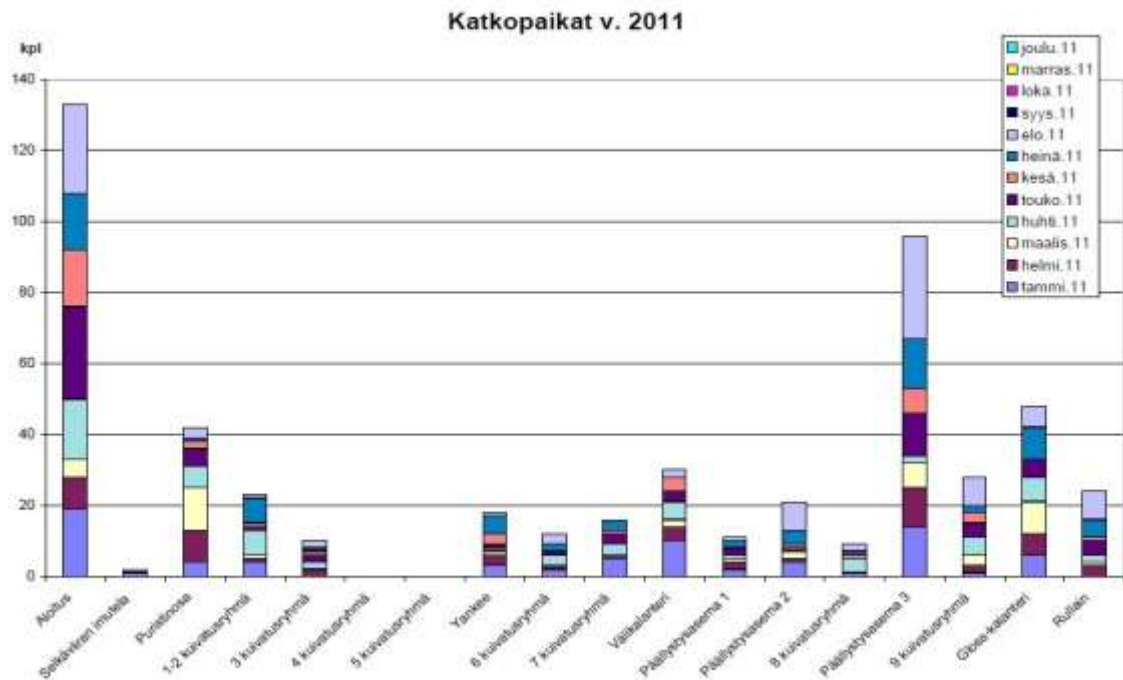
Kuva 13.1 Kiintoainehäviö yhteensä (Wedge 6.1)

On huomattava, että kiintoaine ei ole sama asia kuin kuituaine. Kiintoaine sisältää myös lisä- ja täyteaineita. Kuituainemäärälle ei ole omaa mittausa, joten opinnäytetyössä käytettiin hyväksi kiintoainemittauksia. Kuituaineen määrä laskettiin työssä kiintoaineesta tuhkaprosentin avulla. Trendissä kiintoaine yhteensä on myös otettu huomioon kirkaansuodoksen-, tuoreveden- sekä Metso Oyj:n koelaitokselta tuleva kiintoaine. Metso Oyj:n koelaitoksen kiintoainemäärä osuus voi ajoittain olla noin 1500 kg/d. Inkeröiden kartonkitehtaan kirkaansuodoksen- ja tuoreveden kiintoainemäärä suhteessa kokonaismäärään ei ole merkittävä.

Epätasainen ajotilanne

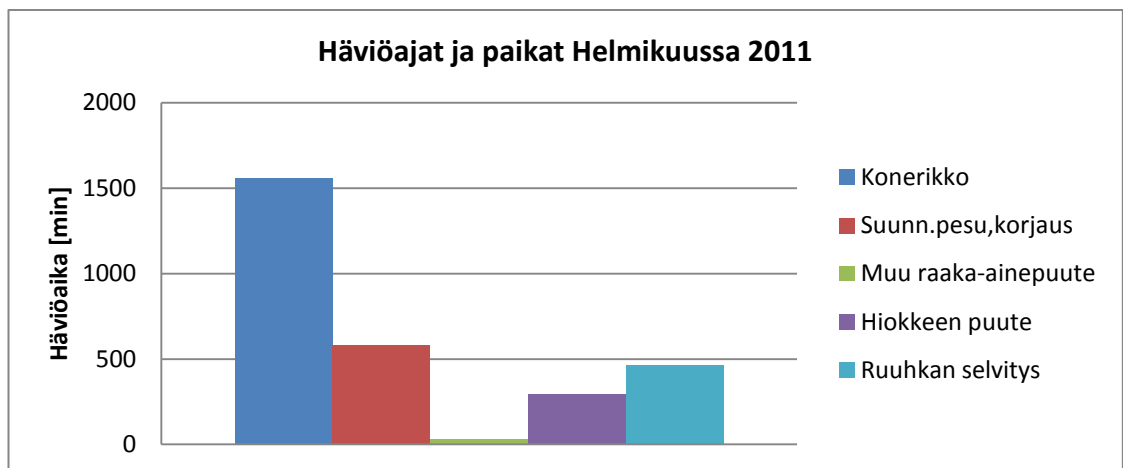
Työn alkuvaiheessa pystyttiin jo toteamaan, että suurimmat kiintoainehäviöpäästöt johtuvat kartonkikoneen epätasaisesta ajotilanteesta ja siitä aiheutuvista säiliöiden ylijouksuista. Suuren tilavuuden ja sakeuden vuoksi hylkytornin ylijouksu on yksi suurimmista kuituhäviön aiheuttajista. Hetkellinen hylkytornin

yljiuoksu voi nostaa kiintoainehäviömäärän jopa 150 000 kg/d. Kuviossa 13.1 on esitetty vuonna 2011 aikana tapahtuneita katkoja ja niiden paikkoja.

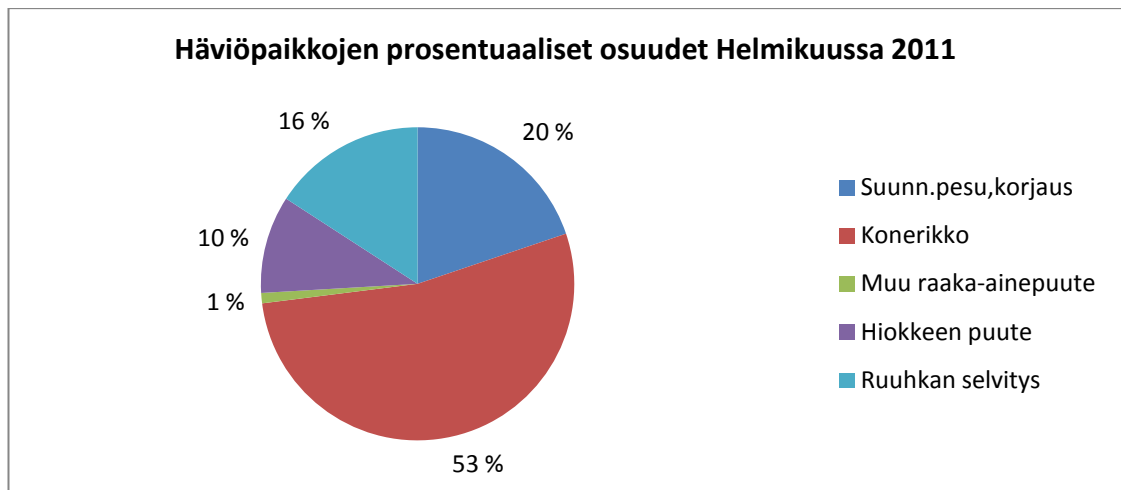


Kuvio 13.1 Katkopaikat vuonna 2011 (IKa.)

Kuvio 13.2 esittää Helmikuussa 2011 tapahtuneiden katkojen paikkoja ja niiden ajat. Katkoja Helmikuussa oli 11 kappaletta ja häviöaika oli yhteensä 48 tuntia ja 47 tuntia. Helmikuuta voidaan pitää hyvänä kuukautena, koska kone ei ole seisonut kuukauden aikana kun kahden vuorokauden ajan. Kuvioden 13.2 ja 13.3 tarkoituksena on antaa lukijalle kuva erilaisista epätasaiseen ajotilanteeseen johtavista tekijöistä ja niistä aiheutuvista aikatappiosta.



Kuvio 13.2 Helmikuussa 2011 tapahtuneet häviöajat ja syyt

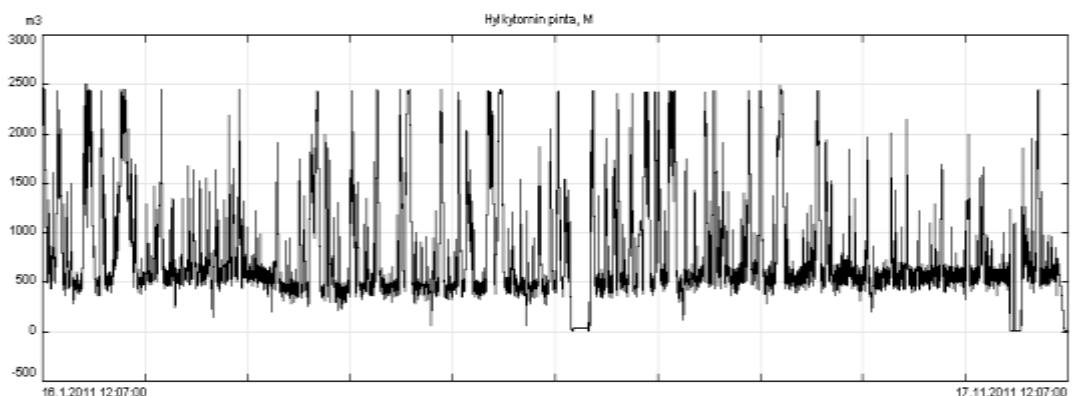


Kuvio 13.2 Häviöpaikkojen prosentuaaliset osuudet Helmikuussa 2011

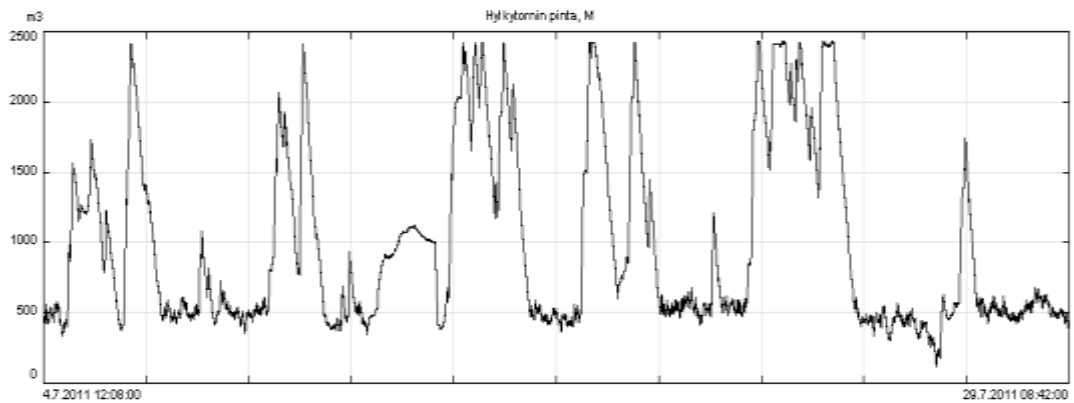
Tasainen ajotilanne vaatii laitteiden jatkuvaa toiminnan seuranta ja säännöllistä huoltoa. Suunniteltujen huoltotöiden laiminlyönti voi johtaa konerikkoihin ja jatkuviin ratakatkoihin.

13.1 Hylkytornin ylijuuksu

Kuten aikaisemmin todettiin, että epätasainen ajotilanne lisää kuituhäviötä ja suurin kuituhäviön aiheuttaja on hylkytornin ylijuuksu. Hylkytorni on kooltaan 2400 m³, mikä on riittävä kartonkikoneen tuotantoon nähden. Hylkytornin ylijuuksu johtuu kartonkikoneella tapahtuneesta ratakatkoista. Ratakatkon tapahtuttua massa ohjataan pulpperiin, josta se lopulta päättyy hylkytorniin. Jos kartonkirataa ei saada riittävän ajoissa päälle, se aiheuttaa lopulta hylkytornin ylijuuksutilanteen. Kuvasta 13.2 nähdään kuinka usein ja nopeasti hylkytornin pinta nousee katkotilanteiden aikana. Kuvasta 13.3 nähdään hylkytornin ylijuuksutilanteita.

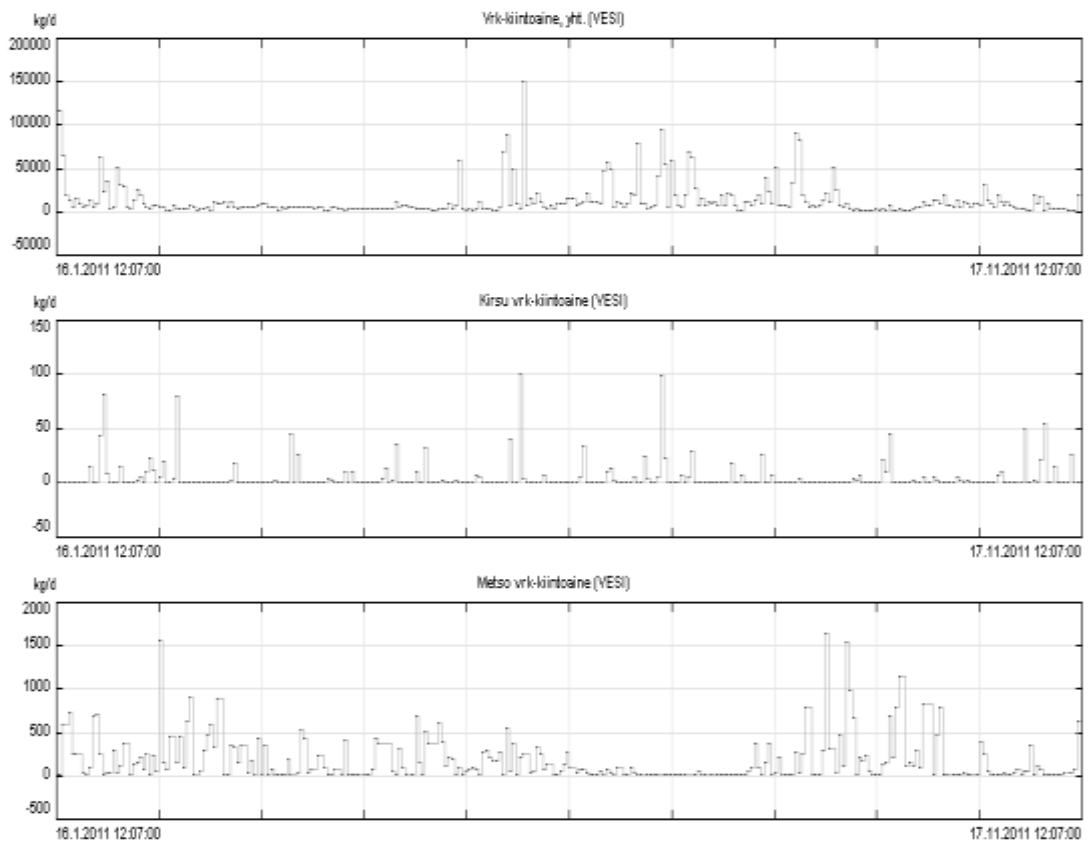


Kuva 13.2 Hylkytornin pinta (Wedge 6.1)



Kuva 13.3 Hylkytornin ylijouksu (Wedge 6.1)

Kiintoainehäviön mittauksessa hylkytornin ylijouksu näkyy suurina piikkeinä. Kuvassa 13.4 on esitetty kiintoainehäviön määrä yhteensä. Lisäksi kuvaan on lisätty kirkassuodoksen- ja Metso Oyj:n koelaitoksen kiintoainemäärät antamaan lisää vertailukohteita. Kuvia 13.3 ja 13.4 vertailemalla voidaan huomata näiden kahden suhteet toisiinsa.



Kuva 13.4 Kiintoaine yhteensä, Metso Oyj:n- ja kirkassuodoksen kiintoainemäärät (Wedge 6.1)

Kuvasta 13.4 nähdään, että hylkysaostimelta erotetussa kirkkaassa suodoksessa ei sisällä paljon kiintoainetta, kun puolestaan Metson koelaitokselta sisältää ajoittain suuriakin määriä kiintoainetta. Nämä eivät kuitenkaan näy suurina piikkeinä kiintoaine yhteensä trendissä.

13.2 Hylkytornin sakeuden muutos

Hylkytornin pintaa pyritään pitämään mahdollisimman alhaalla katkon sattuesssa, mutta ei liian alhaalla, jotta se vaikuttaisi kartonkikoneen ajotilaan. Opinnäytetyön aikana hylkytornin pinnan rajua nousua rauhoitettiin nostamalla hylkytornin massan sakeutta reilusta kolmesta prosentista noin neljään prosenttiin. Sakeuden muutos antaa lisää aikaa ratakatkon sattuesssa.

Sakeuden nostaminen lisää myös laimennuksen tarvetta. Kun tarkastellaan kuvaa 13.2 uudestaan, voidaan huomata, että hylkytornin ylijuoksujen määrät ovat loppua kohden vähentyneet. Lisäksi tähän on vaikuttanut tasainen ajotilanne kartonkikoneella.

14 Prosessien hahmottaminen

Työn ensimmäisenä vaiheena oli hahmottaa kartonkikoneen rakennetta ja massan kulkua. Kun ymmärtää etenkin märkäpään prosessit, sitä helpommin pystytään hahmottamaan mahdolliset kuituhäviöpaikat.

Hahmottamiseen käytettiin hyväksi PI-kaavioita ja Inkeröisten kartonkitehtaan sisäisiä tietojärjestelmiä. Prosessien hahmottelu tehtiin järjestyksessä, sillä kartonkikoneen prosessilaitteet ovat sijoitettu neljään eri kerrokseen, mikä tekee hahmottamisesta vaikeampaa.

14.1 Wedge-prosessianalyysijärjestelmä

Wedge-prosessianalyysijärjestelmä on Inkeröisten kartonkitehtaan sisäinen tietojärjestelmä, josta löytyy kaikki koneen laitteiden mittaukset. Tietojärjestelmä osoittautui hyvin auttavaksi tiedon lähteeksi.

Tietojärjestelmästä saadaan esim. piirrettyä trendi haluamasta mittauksesta tietyltä ajalta. Tämä on hyödyllinen apukeino selvittäessä kiintoaineen suuren määrän syytä vertailemalla esimerkiksi hylkytornin pinnan käyttäytymistä.

14.2 Päiväraporttien tarkastelu

Päiväraportit ovat tehtaan sisäisessä tietojärjestelmässä. Tämä on hyödyllinen tiedon lähde, koska raporteissa on selostettu vuorokauden aikana tapahtuneista ongelmista, pesuista tai katkotilanteista.

Raporttien lukeminen yhdessä Wedge-prosessianalyysijärjestelmän kanssa on hyödyllinen yhdistelmä, koska vuorokauden aikana ajotilanteessa esiintyvä häiriö voi olla syy säiliön ylijukuun, mikä puolestaan näkyy kiintoainehäviötrendissä piikkinä. Päiväraportteihin kuitenkin on kirjattu vain suurimmat ongelmat kartonkikoneella, joten järjestelmään ei välttämättä ole kirjoitettu pienempiä häiriötekijöitä, jotka vaikuttaisi kiintoainemäärän lisääntymiseen.

14.3 Lohkokaavio

Hahmottamisen yhteydessä tehtiin prosessialueista yksinkertaistettu lohkokaa-
vio. Lohkokaavioon tarkoituksena oli saada tietoa kiintoainevirtauksista eri pro-
sessin vaiheissa. Tällä tavoin pystytään kartoittamaan rejektin virtaus määriä
esim. lajittimissa. Tämä avulla voitaisiin päätellä, tarvitaanko mahdollisesti opti-
moimista, jonka myötä voidaan karsia turhan akseptimassan määrää rejektin
joukossa.

Lohkokaavion tekemisen ongelmaksi osoittautui koneen vähäinen virtausmitta-
uksien määrä. Kartonkikoneen yksi tärkein hallintasuure on sakeus, jonka vuoksi
virtausmittareiden määrä on vähäinen. Tarpeellisten mittauksien saamiseksi
olisi tarvittu erillistä mittauslaitetta, mutta työn ajan rajallisuuden vuoksi mittauk-
sia ei suoritettu. Lohkokaaviot antavat kuitenkin lukijalle hyvän kuvan massan
kulusta kartonkikoneella. Lohkokaaviot löytyvät liitteestä 1.

14.4 Hahmottamisen aikana löydettyjä häviöpaikkoja

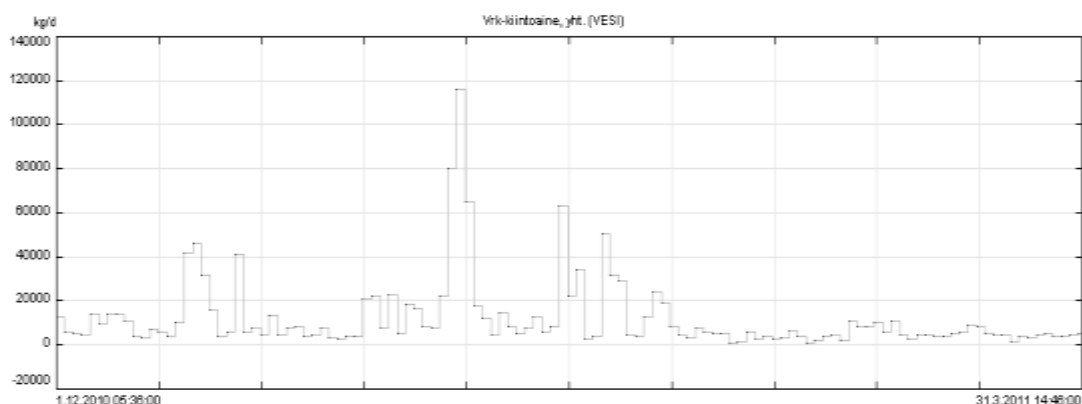
Kartonkikoneen eri prosessien hahmottamisen aikana löytyi muutamia kuituhäviöpaikkoja sekä massa- että vesipuolelta. Työssä keskityttiin kuitenkin massapuolen kuituhäviön lähteisiin, joten vesipuolen kiintoainehäviöpaikat löydettiin massapuolen hahmottamisen yhteydessä.

Häviöpaikoista osa oli jo tiedostettuja. Työssä on seuraavaksi listattu löydettyjä häviökohteita.

14.4.1 Pintakerroksen konesihdin rejekti

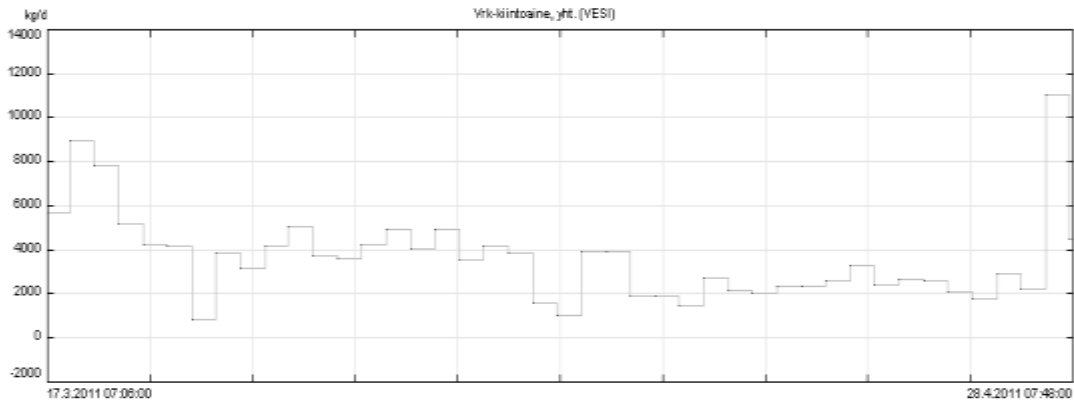
Prosessin hahmotuksen yhteydessä huomattiin, että pintakerroksen konesihdin rejektiputkilinja oli ohjattuna todennäköisesti pyörrepuhdistinlaitoksen huoltonajaksi täryseulalle. Kyseinen vaihto tehdään kolmen käsiventtiilin avulla. Venttiilien hankala sijainti aiheutti sen, että kukaan käyttö- tai huoltohenkilökunnasta eivät olleet huomanneet venttiilien asentoa.

Tämä huolimattomuusvirhe olisi voitu välttää paremmalla tiedonkululla. Tarkkaa kuituhäviön määrää jäteveden mukana on vaikeata arvioida, sillä ajotilanne vaihtelee koko ajan ja sen mukaan myös häviömäärät. Kuituhäviön määrä on arvioituna 200–500 kg/d. Käsiventtiilien asentoja muutettiin 17.2.2011 märkään käyttöhenkilön avustuksella. Kuvasta 14.1 nähdään jätevesilaitokselle lähtevän kiintoaineen määrä. Trendin perusteella on vaikeata määrittää tarkkaa kuituhäviön määrää, koska selvää laskua ei ole tapahtunut.



Kuva 14.1 Kiintoainehäviön määrä pintakerroksen konesihdin rejektikäsiventtiilien kääntöjen jälkeen. (Wedge 6.1)

Kuvassa 14.2 nähdään kiintoainehäviön määrä, jolloin kartonkikoneella ei ole sattunut suurempia häiriötilanteita, mitkä olisivat aiheuttaneet säiliöiden ylijuk-sua tai lisääntynyttä rejektin määrää kanaalissa.



Kuva 14.2 Kiintoainehäviön määrä tasaisessa ajotilanteessa (Wedge 6.1)

Kiintoainehäviön määrä pysyy suhteellisen tasaisena ja kiintoainehäviössä py-sytään lähellä 4000 kg/d. Ajoittain kiintoainehäviön määrä laskee alle 2000 kg/d. Kiintoainehäviömäärän ei voida vielä todeta muuttuneen huomattavasti aiem-paan tilanteeseen (Kuva 14.1).

14.4.2 Hylkylajittimien rejekti

Hylkykuiduttimien rejekti pystytään vaihtoehtoisesti ohjaamaan, joko täryseulalle tai suoraan kanaaliin kahdella käsiventtiilillä. Täryseula olisi kuituhäviömäärän kannalta se parempi vaihtoehto, mutta suuren likaisuuden vuoksi rejekti on oh-jattuna suoraan kanaaliin.

Hylkylajittimien toiminta lajittimena on kuitenkin aiheuttanut epäilystä. Lisäksi mahdolliset epäpuhtaudet voisivat poistua prosessista, sillä täryseulan jälkeen tulee hiekanpoisto ja kuitutalteenotto. Kanaaliin menevä rejekti lisää kiinto-ainehäviön määrää noin 300 kg/d. Hylkylajittimien toiminta lajittimena tarkastel-tiin visuaalisesti tekemällä syötön-, akseptin- ja rejektin massasta arkkeja. Hyl-kylajittimien visuaalisista tuloksista kerrotaan työn myöhemmässä vaiheessa.

14.4.3 Häntäsihdin rejekti

Häntäsihti sijaitsee toisessa kerroksessa ja se toimii runkokerroksen lajittimena. Häntäsihdin rejekti ohjataan kolmanteen kerrokseen olevaan suppiloon. Suppiloista rejekti ohjataan täryseulalle.

Silmämääräisesti voitiin havaita, että rejektivirtaama on voimakasta ja sakeaa. Häntäsihdin rejektistä tehtiin visuaalinen tarkastelu, jonka tulokset on nähtävissä työn myöhemmässä vaiheessa. Ajan puutteellisuuden vuoksi häntäsihdin optimoimiseen ei jäänyt aikaa.

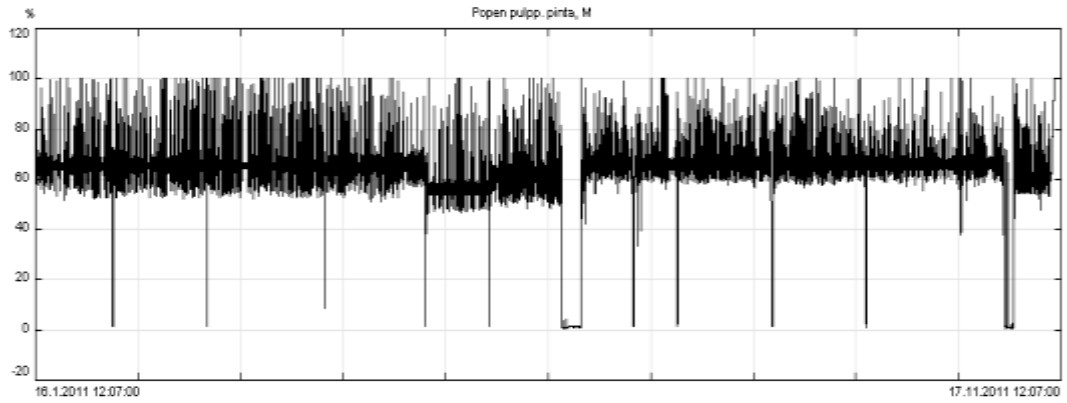
14.4.4 Täryseulan rejekti

Täryseulan reunoilla havaittiin ajoittain tulevan hyvälaatuista massaa tasaisena virtaamana. Virtaama on hyvin pientä ja sen arvioitu kiintoainehäviön määrä on noin 30 kg/d.

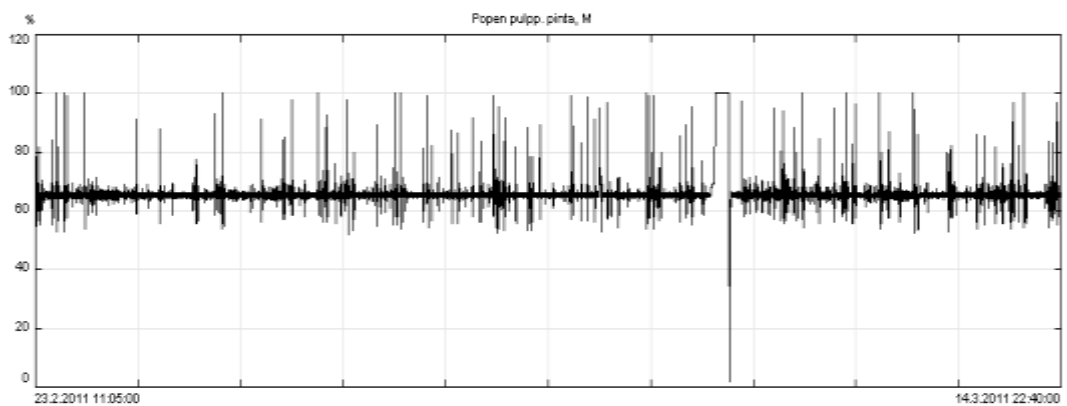
Täryseulaan on asennettuna vastasuihkut, jonka tarkoituksena on estää akseptin joutumista rejektin joukossa kanaaliin. Tämä voi johtua mm. heikon suihkuvoiman, täryseulan sihtilevyn tai lisääntyneen syötön takia.

14.4.5 Popen pulpperi

Popen pulpperin pinnan mittauksessa havaittiin yhdeksi mahdolliseksi kuituhäviölähteeksi, kun hahmotettiin hylkyjärjestelmän toimintoja. Pulpperista on johdettu säiliön täyttymisen vuoksi ylijuoksu kanaaliin. Pulpperin epävakainen toiminta oli jo tiedostettu, eikä sen toiminnan vakauttamiseen tämän työn aikana enää keskitetty. Kuvassa 14.3 on esitetty popen pulpperin pinnan mittaus. Kuvasta 14.4 nähdään popen pulpperissa tapahtuva ylijuoksu tilanne.

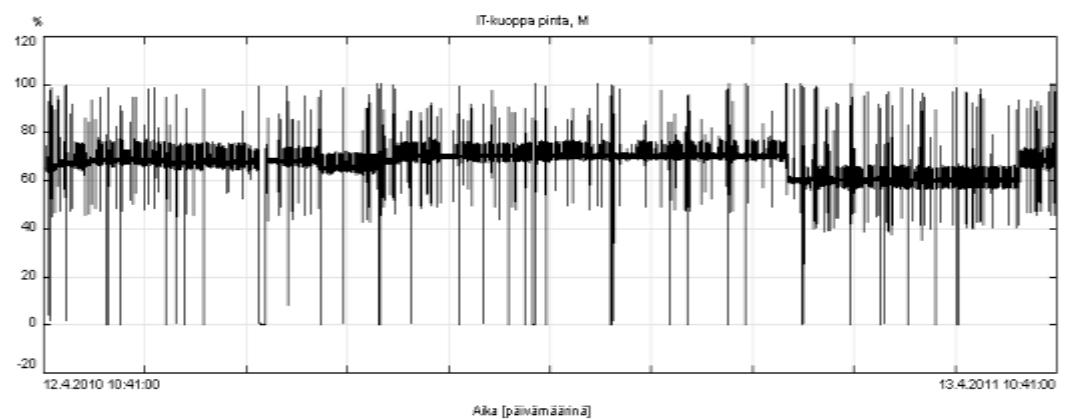


Kuva 14.3 Popen pulpperin pinta (Wedge 6.1)



Kuva 14.4 Popen pulpperin ylijuoksu (Wedge 6.1)

Vastaavasti popen pulpperin pinnan mittausta voidaan verrata imutelakuopan pinnan mittaukseen (Kuva 14.5).



Kuva 14.5 Imutelakuopan pinta (Wedge 6.1)

Vertauksen avulla voidaan päätellä, kuinka epätasaista popen pulpperin toiminta on. Myös imutelakuopan pulpperin pinta nousee ja laskee ajoittain voimak-

kaasti. Tämä johtuu suurimmaksi osin puristinosalla tapahtuneista katkotilanteista ja suunnitelluista pesupäivistä.

14.4.6 MB-formerin lukkovesisäiliö

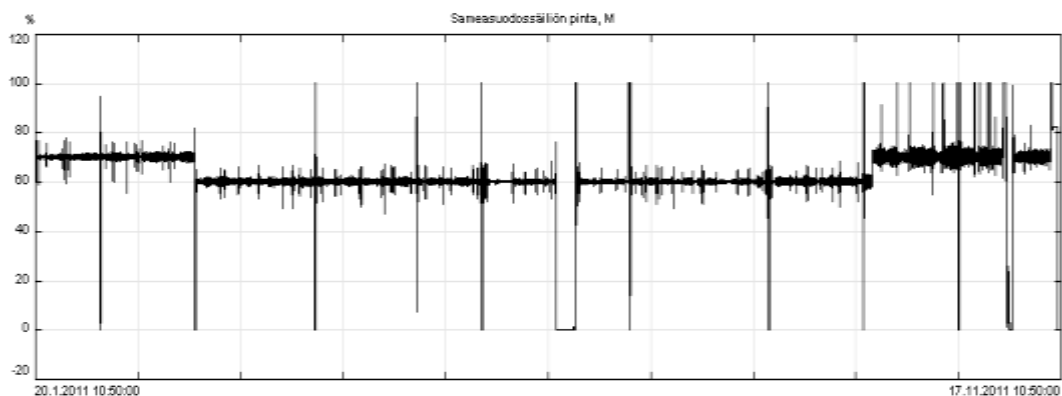
Seuraava kuituhäviöpaikka löytyi seuraamalla suoraan kanaaliin ohjattuja putkilinjoja. Yleensä ottaen, kanaaliin on ohjattu useita putkilinjoja, jotka ovat tehty säiliön ylijuoksun tai tyhjennyksen varalta.

MB-formerin lukkovesisäiliöön syntyy paljon vaahtoa, mikä aiheuttaa ylijuoksutilanteen. Lukkovesisäiliön pintaa alentamalla voitaisiin hallita vaahdon määrää. Ylijuoksu voi johtua myös epäkunnossa olevasta pinnan mittauksesta. Ylijuoksusta aiheutuu vuorokaudessa noin. 120 kg/d kiintoainehäviötä.

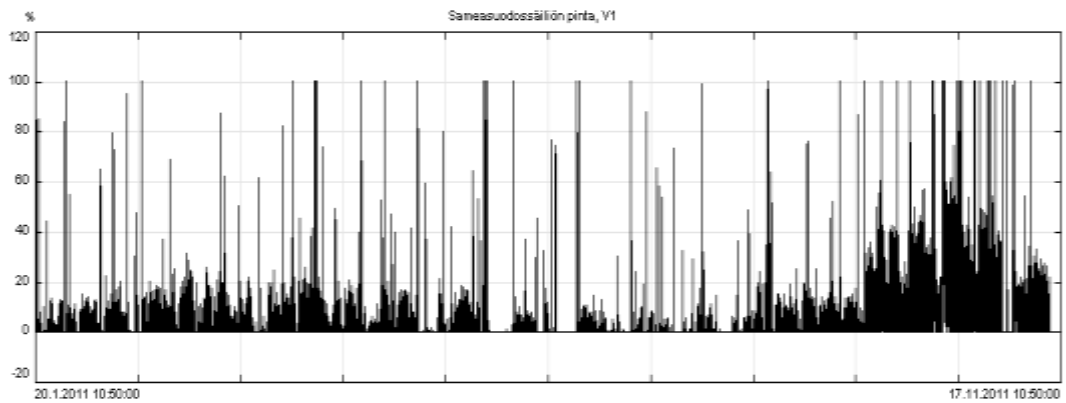
14.4.7 Sameasuodossäiliö

Pitkässä kierrossa kiertovedestä otetaan talteen kiintoainetta hylkysaostimen avulla. Hylkysaostin erottaa kolmea eri suodosta: sameaa, kirkasta ja puhdasta. Sameasuodosta käytetään hylkysaostimella laimennukseen. Jos sameasuodossäiliön pinta (Kuva 14.6) nousee liikaa ja hylkysaostimille ei voida enää lisätä sameasuodoksen määrää, ylimääräinen sameasuodos ohjataan kirkkaansuodoksen varastosäiliöön eli nollavesitorniin.

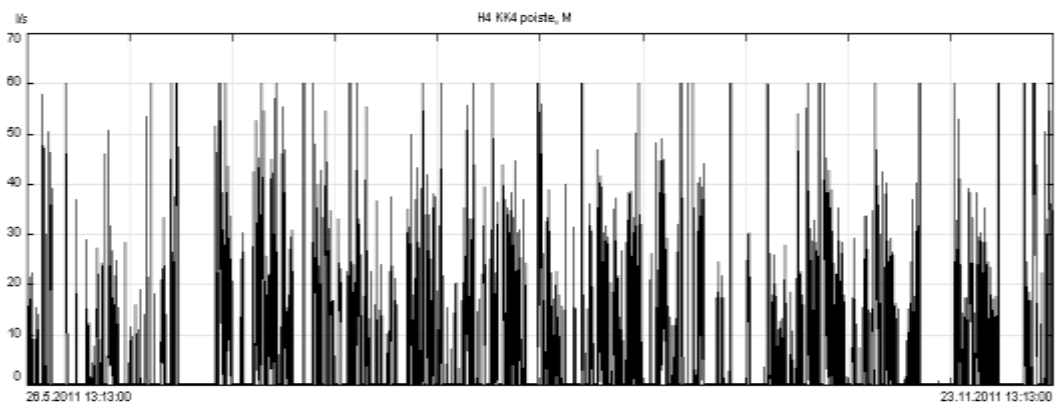
Tämä ei olisi suotavaa, sillä sameasuodos sisältää hienokuituja, mikä lisää huomattavasti kuituhäviön määrää jätevedessä. Kuvassa 14.7 on sameasuodossäiliön venttiilin asennon trendi nollavesisäiliölle. Lisäksi 0-vettä käytetään hiokkeen hakuvetenä, jota poistetaan prosessista (Kuva 14.8).



Kuva 14.6 Sameasuodossäiliön pinta (Wedge 6.1)



Kuva 14.7 Sameasuodossäiliön venttiilin asento 0-vesisäiliölle (Wedge 6.1)



Kuva 14.8 Hiokkeen hakuvesi poisto (Wedge 6.1)

Lisäksi nollavesisäiliön vettä käytetään esimerkiksi pinta-, runko- ja selkäkerroksen nollavesisäiliöiden pinnan varmistuksessa, joista otetaan laimennusvettä lajittimille. Tämä tarkoittaa, että hylkysaostimen toimintaan tulee perehtyä tarkemmin.

15 Massapuolen näytteet

Näytepaikkoja oli yhteensä 22 kappaletta ja näytekierroksia oli yhteensä kaksi. Arkkeja valmistettiin yhteensä 134 kappaletta. Taulukossa 15.1 on listattuna näytteen ottopaikat ja kohteet. Näytenuumerossa 12 on otettu kellarikerroksen rejektisäiliöstä. Rejektisäiliöön johdetaan täryseulan aksepti ja se toimii samalla hiekanpoistimen syöttösäiliönä.

Näytenumero	Laitetunnus	Laitapaikka	Tutkittava kohde
1	F211	Pinnan konesihtti	Kevyt rejekti
2	F205	Rejektisihti	Kevyt rejekti
3	F217	Häntäsihti	Rejekti
4	F205	Rejektisihti	Rejekti
5	F260&F261	Hylkylajitin	Syöttö
6	F260	Hylkylajitin	Rejekti
7	F260	Hylkylajitin	Aksepti
8	F261	Hylkylajitin	Rejekti
9	F261	Hylkylajitin	Aksepti
10	F216	Tärysihti	Syöttö
11	F216	Tärysihti	Rejekti
12	F216	Tärysihti	Aksepti
	F150	Hiekanpoisto	Syöttö
13	F150	Hiekanpoisto	Aksepti
14	F151	Kuitutalteenotto	Aksepti
15	F151	Kuitutalteenotto	Rejekti
16	F131	Selän 2.portaan	Rejekti
17	F102	Pinnan 2. portaan	Rejekti
18	F103	3.portaan	Aksepti
19	F104	Kuitutalteenotto	Aksepti
20	F104	Kuitutalteenotto	Rejekti
21	G513	Formerin lukkosäiliö	
22	Jvk	Jäteveden syöttö	

Taulukko 15.1 Näytteen ottopaikat

Eri prosessin vaiheista otettiin massa näytteitä, joista tehtiin sakeuden-, tuhka-prosentin määrittäminen ja valmistettiin arkkeja visuaalista tarkastelua varten. Lisäksi osassa näytteistä laskettiin kiinto- ja kuituainemäärät. Puutteellisten mittauksien puutteellisuuden vuoksi virtausnopeus on arvioituja.

15.1 Visuaalinen tarkastelu

Valituista 22:sta näytteen ottopaikasta valmistettiin 3–5 (sakeudesta riippuen) kappaletta arkkeja annetun ohjeen mukaisesti (Liite 2). Näytteen ottamisen hankaluuden vuoksi kaikkia tuloksia ei voi pitää täysin tarkkoina, vaan suuntaa antavana.

Arkien valmistuksessa käytetty arkien valmistuslaite on vanhan aikainen ja se asettaa omat vaatimukset, etenkin laihassa sakeudessa (~ 1.0 %) olevien näytteen valmistuksessa. Laimeissa sakeuksissa olevien näytteen ongelmaksi

muodostui tilavuudeltaan liian pieni laskeutumissäiliö. Koska arkien tarkoitus oli lähinnä toimia ulkonäön tarkkailussa, hylkylajittimien rejektien kohdilla näytteistä jouduttiin kiintoainetta erottelemaan vedestä siivilöimällä hienon kankaan läpi.

15.2 Visuaalisen tarkastelun tuloksia

Visuaalisessa tarkastelun tuloksista kuituhäviön kannalta tärkeimpiä olivat puhdistuslaitteiden rejektit. Tarkastelussa mielenkiinto kohdistuivat erityisesti hylkykuiduttimien-, painesihtien kevyt-, kuitutalteenottimen- ja hiekanpoistojärjestelmän rejekteihin.

Visuaalisen tarkkailun avulla pystyttiin näkemään massan puhtautta ja sen perusteella pystyttiin päättämään mahdollisista lajittimien optimoimisen tarpeesta. Lisäksi oli mielenkiintoista nähdä puhdistuslaitteiden massan puhtautta eri puhdistusvaiheessa.

15.2.1 Hylkylajittimien arkit

Hylkylajittimien rejekti on erittäin laimeata, jonka vuoksi näytteitä jouduttiin siivilöimään arkkien valmistamiseksi. Hylkylajittimille syötettävästä massasta valmistettu arkkia voidaan verrata hylkylajittimen akseptista valmistettuun arkkiin ja rejektistä valmistettuun arkkiin. Visuaalisessa tarkastelussa voitiin todeta, että hylkylajitin toimii hyvin lajittimena. Hylkylajittimien massoista valmistetut arkit löytyvät liitteestä 3.

Hylkylajittimien rejektin kiintoainemäärä on noin 300 kg/d. Hylkylajittimen rejekti sisältää isoja epäpuhtauksia ja useita muita pienempiä epäpuhtauksia, joiden vuoksi molempien hylkylajittimien rejekti on ohjattuna suoraan kanaaliin.

15.2.2 Runkokerroksen arkit

Runkokerrosta tutkittiin pinta- ja selkäkerrosta tarkemmin, sillä runkokerros sisältää paljon hienokuituja ja paksuuden vuoksi sen kuitumäärät ovat suuria. Näytteet otettiin rejektisihdin rejektistä ja häntäsihdin rejektistä. Runkokerroksen arkit löytyvät liitteestä 4.

Arkkien perusteella voidaan todeta massan olevan melko puhdasta. Arkeista pystytään erottamaan tikkuja, mikä on mekaanisesti valmistetussa massassa yleistä. Arkkien perusteella voitaisiin todeta, että runkokerroksesta voitaisiin vähentää lajittimien erotustehokkuutta tai pienentää runkokerroksen konesihdin rejektin syötön määrää.

15.2.3 Selkä- ja pintakerroksen arkit

Massanäytteet otettiin selkä- ja pintakerroksen 2.pyörrepuhdistusportaan rejektistä, 3.pyörrepuhdistusportaan akseptista ja kuitutalteenottimen akseptista ja rejektistä. Molemmissa kerroksissa olevan massan todettiin olevan melko puhdasta ja rejektioinnin määrä pientä. Selkä- ja pintakerroksesta valmistetut arkit löytyvät liitteestä 5.

Jos arkkien kuvia katsotaan tarkkaan, nähdään muutamia hyvin pieniä täyteainepilkkuja. Kuitutalteenottimen rejektin määrä on noin 500 kg/d kiintoainetta. Kuitutalteenottimen jälkeen rejekti johdetaan täryseulalle.

15.2.4 Kevytrejektien arkit

Yksi mielenkiinnon kohde kohdistui painesihtien kevytrejekteihin. Kevytrejektinäytteet otettiin runkokerroksen rejektisihdistä ja pintakerroksen konesihdistä. Selkäkerroksen konesihdin kevytrejekti oli näytteenottohetkellä tukossa. Kevytrejektin tarkoituksena on poistaa tiheämpiä epäpuhtauksia, kuten muovipartikkeleita. Visuaalisen tarkastelussa haluttiin nähdä, minkälaista kevytrejekti on kartonkikoneella. Kevytrejektien arkit löytyvät liitteestä 6.

Visuaalisessa tarkastelussa kevyissä rejekteissä ei huomattu epäpuhtauksia. Kevytrejektit ovat sakeudeltaan laimeita ja siinä tapahtuva kuituhäviö on pientä. Kevytrejektit ohjataan täryseulalle.

15.2.5 Kellari- ja ensimmäisen kerroksen arkit

Massanäytteet otettiin, täryseulan syötöstä, rejektisäiliöstä, hiekanpuhdistimen akseptista, sekä kuitutalteenottimen rejektistä ja akseptista. Näytteistä valmistetut arkit löytyvät liitteestä 7. Kellarikerroksessa sijaitsee rejektisäiliö, jonne ohjataan täryseulan aksepti ja 1.kerroksessa olevan kuitutalteenottimen aksepti.

Rejektisäiliö on avonainen säiliö ja sen pinta on ajoittaisessa ylijouksu tilanteessa. Ylijouksusta aiheutuva kiintoainehäviö on pientä arviolta noin 50 kg/d. Kuitutalteenottimen rejekti ohjataan myös kanaaliin. Siinä tapahtuva kiintoainehäviö on noin 160 kg/d. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee täryseula, hiekanpoistolaitte ja kuitutalteenotin.

Visuaalisen tarkastelussa voitiin todeta hiekanpoistojärjestelmän toimivan halutulla tavalla. Hiekanpoiston akseptista, joka ohjataan imutelakuoppaan ei löytynyt suuria epäpuhtauksia. Kuitutalteenottimen rejektistä puolestaan huomataan, että suurin osa epäpuhtauksista saadaan syötöstä poistettua kanaaliin. Koska hiekanpoistojärjestelmä osoittautui toimivaksi ja hiekanpoiston aksepti riittävän puhtaaksi, kokeiltiin lisätä akseptin virtausta imutelakuoppaan muuttamalla kuitutalteenottimen akseptin käsiventtiilin asentoa. Tarkemmin tästä kokeilusta kerrotaan työn seuraavassa osiossa.

15.3 Hiekanpoiston akseptin lisääminen imutelakuoppaan

Visuaalisen tarkastelussa todettiin, että akseptin määrää imutelakuoppaan pysyttäisiin lisäämään ja näin hieman vähentää massapuolen kanaaliin menevän rejektin määrää. Koska koneen ajoa ei haluttu häiritä, akseptimassan lisäämistä kokeiltiin muuttamalla kuitutalteenottimen akseptin käsiventtiilin asentoa suuremmaksi. Käsiventtiili oli alkuperäisesti noin 30 prosenttia auki. Kokeilu aloitettiin muuttamalla venttiilin asentoa ensimmäiseksi 50 prosenttia auki ja sitten 100 prosenttia auki. Venttiilin asennon suurentaminen lisäsi kuitutalteenottimen virtauksen määrää rejektisäiliöön, joka puolestaan lisäisi ns. hullun kiertoa hiekanpoistoprosessissa. Tämä puolestaan aiheuttaisi hiekanpoiston akseptimassan lisääntymisen imutelakuopalle.

Venttiilin asennon muuttaminen ei tuonut merkittävää muutosta. Venttiilin asento jätettiin 100 prosenttia auki, jonka jälkeen tehtiin uudestaan arkit rejektisäiliöstä, hiekanpoiston akseptista, kuitutalteenottimen rejektistä ja akseptista. Uudelleen tehdyt arkit löytyvät liitteestä 8.

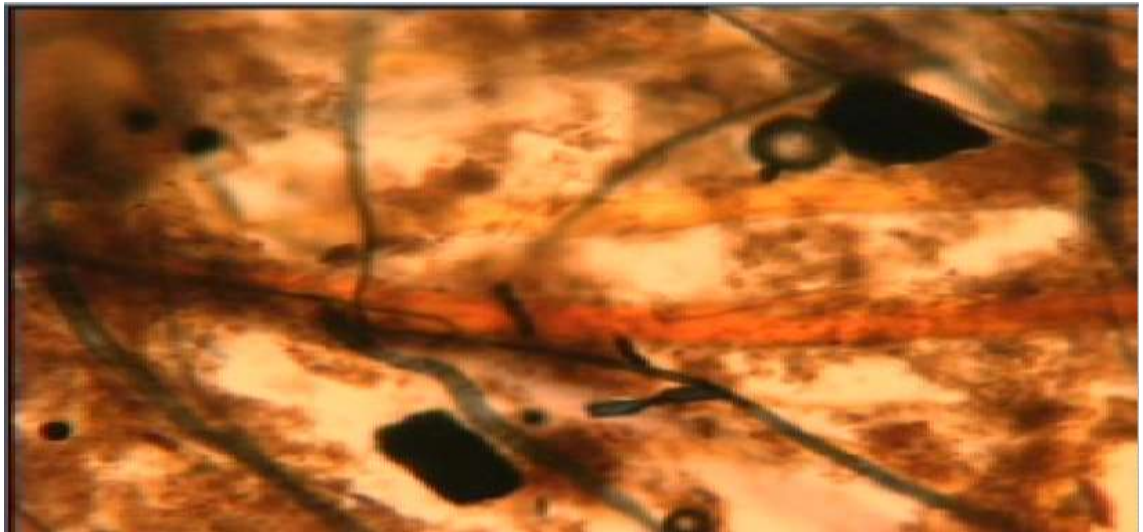
Arkkeja verrattiin alkuperäisiin arkkeihin, jotta nähtiin tapahtuiko hiekanpoistojärjestelmässä huomattavaa visuaalista muutosta, kun kuitutalteenoton akseptin käsiventtiili asentoa muutettiin 30 prosentista 100 prosenttiin. Kuitutalteenotti-

men akseptin käsiventtiili jätettiin 100-prosenttiseen asentoon, sillä hiekanpoiston akseptista ei löytynyt lisääntyneitä epäpuhtauksia, ja hiekanpoistojärjestelmän katsottiin edelleen toimivan hyvin.

15.4 Kuitujen tarkastelu jätevesinäytteestä

Laboratoriotyöntekijöiden toimesta jätevedestä otettiin kaksi näytettä. Näytteistä tehtiin kuitutarkastelu, jonka tarkoituksena oli saada selville mekaanisten ja kemiallisten kuitujen välistä suhdetta jäteveden seassa. Näytteet otettiin 15.2.2011 (Kuvat 15.1 ja 15.2) ja 22.2.2011 (Kuvat 15.3 ja 15.4).

Kummastakin näytteestä otettiin kaksi näytettä mikroskooppitarkastelua varten. Mekaanisten ja kemiallisten kuitujen välinen erottelukyvyn parantamiseksi, näytteet värjättiin Graffit-C-reagenssilla. Väriaineen avulla kemialliset kuidut värjäntyivät sinertäviksi. Kuvat 15.1–15.4 on otettu mikroskooppitarkastelun yhteydessä.



Kuva 15.1 Jätevesinäyte 1:n kuitutarkastelu (15.3.2011)



Kuva 15.2 Jätevesinäyte 1:n kuitutarkastelu (15.3.2011)



Kuva 15.3 Jätevesinäyte 2:n kuitutarkastelu (22.3.2011)

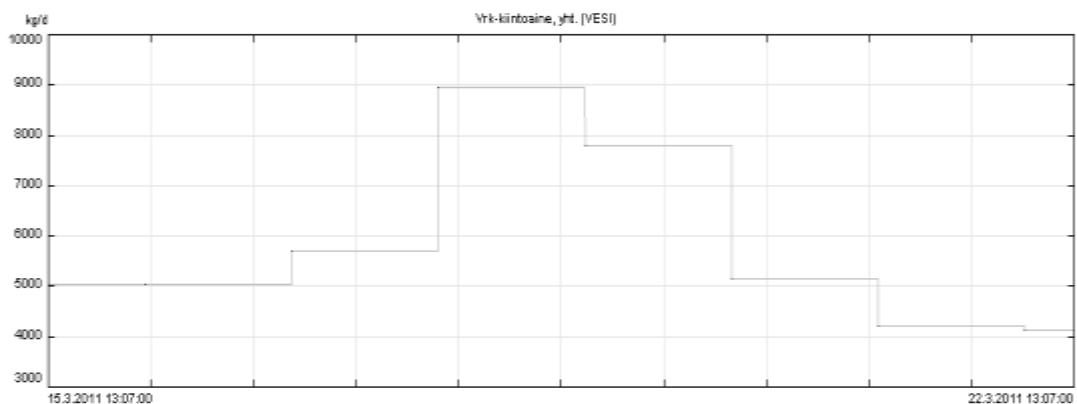


Kuva 15.4 Jätevesinäyte 2:n kuitutarkastelu (22.3.2011)

Kuvista 15.1–15.4 voidaan päätellä, että mekaanisten kuitujen osuus on huomattavan suuri, joka oli odotettavissa. Runkokerroksen on paksuin kerroksista, jolloin myös virtaamat ovat suuria. Kuvista nähdään paljon myös hienoaainesta, joka johtuu massan jauhatuksesta. Kuitutarkastelusta voidaan päätellä, että mekaanisten massojen rejektinkäsittelyyn, jauhinten optimoimiseen ja vesipuolen kuitujen talteenottoon tulisi kiinnittää enemmän huomioita.

15.5 Näytteiden tulokset

Otetuista näytteistä määritettiin sakeudet, joiden avulla pystyttiin laskemaan kiintoainemäärät. Kiintoainemäärästä pystyttiin siten laskemaan virtauksen avulla kiintoainemäärä vuorokauden aikana. Valituista paikoista tehtiin tuhkanäytteet. Tuhkanäytteestä määritettiin tuhkaprosentti, minkä avulla pystyttiin laskemaan kuitujen osuus kiintoaineessa. Tuloksien perusteella pystyttiin havainnollistamaan paremmin kiintoaineiden määriä eri prosessien vaiheissa. Kuvassa 15.5 on kiintoaine yhteensä trendi, joka on otettu kuitutarkastelun vertailun vuoksi. Vertailulla tarkistaa mahdollisia mittauskalibrointi virheitä.



Kuva 15.5 Kiintoainemäärä yhteensä 15.3–22.3.2011 (Wedge 6.1)

Laboratorion tekemä kiintoaineen määrittäminen jäteveden syötöstä oli 15.3.2011 3691 kg/d ja 22.3.2011 4251 kg/d. Kun lukuja verrataan kiintoaine trendiin, voidaan todeta myös mittauslaitteen toimivan oletetusti.

15.5.1 Sakeuden määrittäminen

Massanäytteestä otettiin 250 ml näyte, joka suodatettiin suodatinpaperille büchner-supilon avulla. Suodatinpaperit oli ennen suodatusta kuivatettu 4 tuntia uunissa, jonka jälkeen ne laitettiin hetkeksi jäähtymään eksikaattoriin, ennen punnitsemista. Eksikaattorin tarkoituksena on poistaa kosteutta. Suodatettu kakku laitettiin tunniksi uuniin, jonka jälkeen se laitettiin eksikaattoriin. Kakun annettiin olla eksikaattorissa 15 minuuttia, ennen kuin suodatetun kakun paino punnittiin. Sakeuksia ei voida pitää tarkkoina, vaan suuntaa antavina. Sakeuden laskemisessa on oletettu, että 1 kg näytettä on sama kuin 1 l. Tässä tapauksessa ei ole otettu huomioon näytteen sisällä olevan kiintoaineen määrää, joten sakeus tulos tulee pyöristää aavistuksen verran ylöspäin. Laimentamaton sakeus laskettiin käyttämällä seuraavaa kaavaa 1:

$$\frac{w}{[\%]} = \frac{m_k}{250g} \cdot 100\% , \quad (1)$$

jossa

w sakeus massaprosentteina
 m_k kuiva kakun massa, g

Hylkylajittimien akseptit- ja syöttö olivat hyvin sakeita, jonka vuoksi se laimennettiin kolmeen litraan. Vettä otettiin 2,5 litraa ja näytettä 0,5 litraa. Laimennetusta massasta otettiin 250 ml näyte. Laimennetun massan sakeus laskettiin käyttäen kaava 5. Kaava 5 johdetaan seuraavanlaisesti:

Alkuperäinen suspension sakeus

$$w = \frac{m_s}{500g} , \quad (2)$$

jossa

m_s alkuperäisen seoksen kuiva-aineen määrä, g
 w sakeus massaprosentteina

Laimennetun näytteen sakeus

$$w_2 = \frac{m_k}{250g} = \frac{m_s}{500g + 2500g}, \quad (3)$$

jossa

w_2	laimennetun näytteen sakeus
m_k	kuiva kakun massa, g
m_s	alkuperäisen seoksen kuiva-aineen määrä, g

Kaavasta kolme saadaan

$$m_s = m_k \frac{500g + 2500g}{250g} \quad (4)$$

Alkuperäisen suspension sakeusprosentti kakun massan avulla, käyttäen kaavoja neljä ja kaksi hyväksi.

$$\frac{w}{[\%]} = m_k \frac{500g + 2500g}{500g * 250g} \cdot 100\% \quad (5)$$

Ensimmäisen ja toisen näytekierroksen massanäytteistä määritetyt sakeudet löytyvät liitteestä 9.

15.5.2 Tuhkaprosentti

Tuhkaprosentti määritettiin ensimmäisen näytekierroksessa 12 näytekohdeesta ja toisessa näytekierrossa 10 kohdasta. Valitut näytepaikat ja tulokset on listattuna liitteessä 10. Toisen näytekierroksen lukumäärä on pienempi osittain ajankäytön vuoksi ja osittain haluttiin hieman pienentää työmäärä karsimalla ylimääräiseksi katsottuja kohteita. Tuhkaprosentin avulla nähdään epäorgaanisten aineiden suuruus massan joukossa. Tästä voidaan päätellä, kuinka suuri osuus esimerkiksi kanaaliin menevästä kiintoaineesta on kuituja. Tuhkaprosentti lasketaan käyttämällä kaava 7, joka on johdettu seuraavanlaisesti:

$$\frac{C_a}{[mg/l]} = \frac{1000g/l}{250g} \cdot \frac{m_a}{[mg]}, \quad (6)$$

jossa

C_a tuhkan pitoisuus, mg/l
 m_a tuhkan massa, mg

$$\frac{w_a}{[\%]} = \frac{C_a}{C} \cdot 100\%, \quad (7)$$

jossa

C_a tuhkan pitoisuus, mg/l
 C suspension sakeus, mg/l

15.5.3 Kiintoaineen määrittäminen

Kiintoaineen määrittämisessä käytetään hyväksi sakeuden massaprosenttia, joka oli määritelty suodatetun kuivan kakun painon avulla. Kiintoaine antaa tarkemman kuvan esimerkiksi rejektin määrästä. Kiintoaine on laskettuna käyttäen kaava 8.

$$\frac{C}{[mg/l]} = \frac{w}{100\%} \cdot 1000 \frac{g}{l} \cdot 1000 \frac{mg}{g}, \quad (8)$$

jossa

C suspension sakeus, mg/l
 w sakeus massaprosentteina

Ensimmäisen ja toisen näytekierron määritellyt kiintoainepitoisuudet löytyvät liitteestä 11. Liitteessä 11 löytyy näytteen kiintoainemäärä, josta on laskettu vuorokautinen kiintoainemäärä arvioidulla virtausnopeudella. Lisäksi osasta näytepaikasta määritettiin vuorokautisesta kiintoainemäärästä kiintoaineen osuus tuhkaprosentin avulla. Tulokset ovat suuntaa antavia.

16 Yhteenveto

Opinnäytetyössä etsittiin massapuolen kuituhäviöpaikkoja. Lisäksi kuituhäviöpaikkoja löytyi myös vesipuolelta, mutta tarkempaan tutkimiseen ei riittänyt aikaa. Kuituhäviöpaikkoja etsittiin prosessien hahmottamisen yhteydessä, visuaalisen tarkastelun- ja näytteiden ottamisen avulla. Prosessin hahmottamisen aikana löydettiin kuituhäviöpaikkoja, joista osa oli jo tiedostettuja. Nämä paikat olivat seuraavat:

- pintakerroksen konesihdin rejekti
- hylkylajittimien rejekti
- häntäsihdin rejekti
- popen pulpperi
- MB-formeri lukkovesisäiliön ylijuuksu
- sameansuodossäiliön virtaus 0-vesitorniin
- hylkytornin ylijuuksu
- täryseulan rejekti.

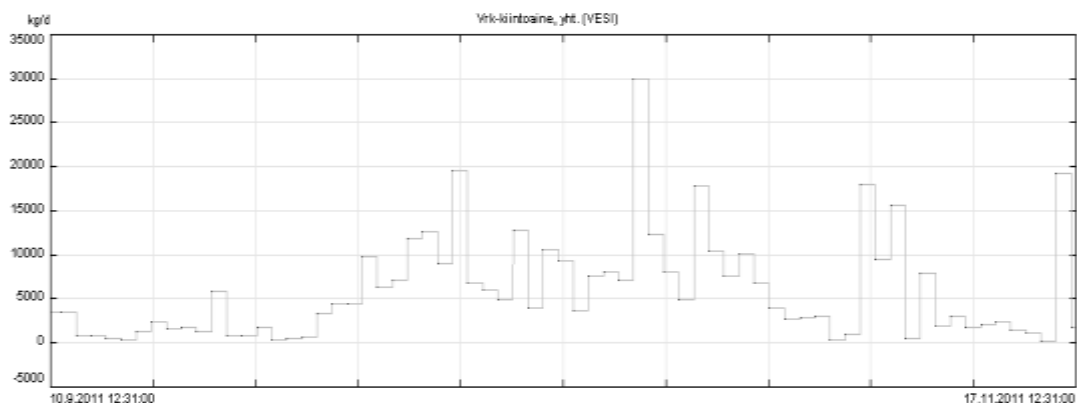
Visuaalinen tarkkailu antoi hyvän kuvan massan ulkonäöstä eri prosessin vaiheissa. Ulkonäön perusteella pystyttiin hyvin hahmottamaan epäpuhtauksien määrää ja puhdistinlaitteiden erotustehokkuutta. Visuaalisesta tarkastelun myötä pystyttiin löytämään kohtia, joissa voitaisiin vähentää rejektin määrää. Näitä paikkoja olivat seuraavat:

- runkokerroksen lajittimet
- hiekanpoiston rejekti
- hylkysaostimen optimointi
- jauhimien optimointi.

Opinnäytetyön aikana tehtiin pari pientä muutosta:

- Pintakerroksen konesihdin rejektiohjaus muutettiin menemään pyörrepuhdistimille täryseulan sijasta.
- Hylkytornin sakeuden arvoa nostettiin.
- Hiekanpoiston jälkeisen kuitutalteenottimen aksepti käsiventtiilin asentoa muutettiin, jotta saatiin lisättyä akseptin määrää imutelakuopalle.

Näiden pienten muutoksilla ei ollut suurta merkitystä kuituhäviön määrälle (Kuva 16.1). Kiintoainehäviön määrä on pysynyt suhteellisen samanlaisena lähtötilanteeseen verrattuna.



Kuva 16.1 Kiintoaineen määrä nykyisin (Wedge 6.1)

Kuituhäviön määrä kokonaisesta kiintoainemäärästä on suhteellisen suuri. Taulukoista 16.1 ja 16.2 on esitetty kiintoainemäärä vuorokauden aikana ja tuhkaprosentin avulla laskettu orgaanisen materiaalin eli kuitujen osuus kiintoaineesista. Taulukko 16.1 on ensimmäiseltä näytekierrokselta ja 16.2 toiselta näytekierrokselta. Tuhkaprosenttien määrät löytyivät liitteestä 4.

Näyte-numero	Laitetunnus	Laitepaikka	Tutkittava kohde	Kiintoaine [kg/d]	Kuituaine [kg/d]
1	F211	Pinnan konesihti	Kevyt rejekti	8,1	7,6
2	F205	Rejektisihti	Kevyt rejekti	8,3	7,9
6	F260	Hylkylajitin	Rejekti	174,5	171,1
8	F261	Hylkylajitin	Rejekti	95,2	91,1
11	F216	Täryseula	Rejekti	25,9	x
15	F151R	Kuitutalteenotto	Rejekti	162,7	142,3
18	F103	3.portaan	Aksepti	818,4	772,8
19	F104	Kuitutalteenotto	Aksepti	445,8	420,6
20	F104R	Kuitutalteenotto	Rejekti	1034,0	978,4
21	G513	Formerin lukkosäiliö		113,4	98,2
22	Jvk	Jäteveden syöttö		3960,6	2404,1

Taulukko 16.1 1. Näytekierroksen kiintoaineen- ja kuituaineen määrät

Näyte- numero	Laitetunnus	Laitepaikka	Tutkittava kohde	Kiintoaine [kg/d]	Kuituaine [kg/d]
1	F211	Pinnan konesihti	Kevyt rejekti	6,9	6,1
2	F205	Rejektisihti	Kevyt rejekti	15,6	15,3
6	F260	Hylkylajitin	Rejekti	139,8	3,0
8	F261	Hylkylajitin	Rejekti	104,0	99,30
11	F216	Täryseula	Rejekti	26,7	x
15	F151R	Kuitutalteenotto	Rejekti	126,7	106,60
19	F104	Kuitutalteenotto	Aksepti	472,4	450,5
20	F104	Kuitutalteenotto	Rejekti	1071,4	x
21	G513	Formerin lukkovesisäiliö		134,4	126,0
22	Jvk	Jäteveden syöttö		4250,9	2780,1

Taulukko 16.2 2. Näytekierroksen kiintoaineen- ja kuituaineen määrät

Normaalissa ajotilanteessa kanaaliin rejektoidaan massaa seuraavista paikoista:

- hylkylajitin F261
- hylkylajitin F260
- täryseula F271
- kuitutalteenotto F151
- Formerin lukkovesisäiliö G513.

Massasta poistuu rejektinä kanaaliin arviolta 550 kg/d kiintoainetta. Kuitujen määrä on arviolta 90 % eli noin 500 kg/d. Kiintoaine ja kuitujen osuudet kiintoaineessa vaihtelevat ajotilanteen mukaan. Kiintoainemäärään ei ole otettu huomioon mahdollisia säiliöiden ylijouksuja, lukuun ottamatta formerin lukkovesisäiliön ylijouksua. Rejektinä kanaaliin poistuvan massan määrä suhteutettuna kokonaishäviön määrään on pieni. Tämän perusteella voidaan myös olettaa, että suurin osa kiintoaineesta pääsee vesipuolelta. Mielenkiinto kohdistuu myös suureen tuhkaprosentin suuruuteen jäteveden syötössä, joka on keskimäärin 37 %. Tämä tarkoittaisi, että poistuvan kiintoaineen joukossa on paljon epäorgaanisijaineita eli täyteaineita. Ajan puutteellisuuden vuoksi asiaa ei tutkittu tässä työssä enempää.

17 Ehdotus menettelystä jatkossa

Kuituhäviön kartoittaminen on mielenkiintoinen aihe, jonka tutkiminen vaatii aikaa. Opinnäytetyössä jäi monta asiaa tekemättä. Seuraavaksi on listattuna löydettyjen kuituhäviöpaikkojen menettelystä jatkossa:

- Pintakerroksen konesihdin rejektin kulkeminen täryseulalle voidaan laittaa huolimattomuuden syyksi. Suullisesti tiedottaminen voi johtaa siihen, että jotain jää aina sanomatta tai sen voi unohtaa. Paremman tiedonkulun vuoksi valvomossa voitaisiin pitää päiväkirjan tapaista vihkoa, johon merkittäisiin esimerkiksi seisokin aikaan käännettyjen venttiilien aika ja tekijän kuittaus.
- Hylkylajittimien rejekti on johdettu suuren likaisuuden vuoksi kanaaliin. Koeajon yhteydessä voitaisiin kokeilla rejektin ohjaamista täryseulalle. Hylkylajittimen rejektin suurimmat epäpuhtaudet todennäköisesti pystytään erottamaan massan joukosta ja pienemmät jäisivät runkokerrokseen. Samalla tehtäisiin uudet arkit hiekanpoistimen akseptista ja rejektistä, joista voitaisiin tarkastella lisääntyneitä rejektin määrää vertaamalla aikaisempaan tehtyihin arkkeihin.
- Runkokerroksen häntäsihdin rejekti on suhteellisen puhdasta, ja sen määrää pystyttäisiin vähentämään. Myös rejektisihdin rejektistä tehdyt arkit näyttävät puhtailta, joten rejektin määrää täryseulalle pystyttäisiin vähentämään myös pienentämällä runkokerroksen konesihdin rejektiventtiilin asentoa.
- Selkäkerroksen raaka-aineena on käytetty pääsääntöisesti koivu- ja mäntysulfaattisellua. Eukalyptussellun riittävyden vuoksi myös selkäkerrokseen on lisätty eukalyptyssellua. Eukalyptussellun lisääminen selkäkerrokseen voi muuttaa pyörrepuhdistimen erottelutehokkuutta, jonka vuoksi akseptia pääsee enemmän kolmanteen portaaseen ja siitä täryseulalle. Tämä voi olla yksi syy täryseulan ajoittaiseen rejektivirtaamaan.
- Jäteveden kuitutarkastelussa nähtiin, että mekaanisten kuitujen määrä on huomattavan suurta. Tarkastelussa nähtiin myös, että näytteet sisälsivät paljon hienokuituja, jotka ovat todennäköisesti liiallisen jauhatuksen syytä. Lisäksi sameasuodossäiliöstä ohjautuu suodosta ajoittain huomattava määrä 0-vesisäiliölle. Näiden perusteella tulee hylkysaostimen toiminnan tutkimiseen käyttää aikaa, sillä hylkysaostin puhdistaa kiertoveden kiintoaineesta. Tämä olisi mielenkiintoinen kohde, sillä tapahtuva kuituhäviö voi olla hyvinkin merkittävä.
- Jäteveden syötön tuhkaprosentti oli yllättävän suuri, noin 37 prosenttia. Tämä tarkoitti, että epäorganisten aineiden määrä syötössä on kohtuullisen suurta, mikä tarkoittaisi lisätutkimuksen tarvetta.

Pitää muistaa, että tasainen ajotilanne on kaikkein tärkeintä niin tuotannon kuin kuituhäviönkin kannalta. Työssä kartoitettiin massapuolen kuituhäviöpaikkoja massanäytteiden, visuaalisen tarkastelun ja prosessien hahmottamisen avulla. Näiden perusteella pystytään toteamaan, että suurimmat kuituhäviöt tapahtuvat vesipuolella ja epäsäännöllisestä ajotilanteesta johtuvista säiliöiden ylijuuksuisista.

Kuvat

- Kuva 2.1 Stora Enso Oyj:n Anjalankosken tehtaat, s. 9
- Kuva 2.2 Stora Enso Oyj:n Inkeröisten kartonkitehdas, s. 10
- Kuva 3.1 Taivekartonkilajit, s. 11
- Kuva 3.2 Kuitujen pituuksia, s. 12
- Kuva 4.1 Kartonkikone 4, s. 14
- Kuva 5.1 Puristustapahtuma, s. 18
- Kuva 8.1 Massaosasto, s. 23
- Kuva 9.1 Lamort Centrifiner, s. 30
- Kuva 10.1 Pintakerroksen 1.pudistusportaan cleanpac-laitos, s. 34
- Kuva 10.2 Pyörrepuhdistimen toimintaperiaate, s.35
- Kuva 10.3 Runkokerroksen rejektisihti, s.37
- Kuva 10.4 Kevyt rejekti, s. 40
- Kuva 10.5 Tampella TS-L täryseula, s. 41
- Kuva 13.1 Kiintoainehäviö yhteensä, s. 46
- Kuva 13.2 Hylkytornin pinta, s. 48
- Kuva 13.3 Hylkytornin ylijuuksu, s. 49
- Kuva 13.4 Kiintoaine yhteensä, Metso Oyj:n- ja kirkassuodoksen kiintoainemäärät, s. 49
- Kuva 14.1 Kiintoainehäviön määrä pintakerroksen konesihdin rejektikäsiventtiilien kääntöjen jälkeen, s. 52
- Kuva 14.2 Kiintoainehäviön määrä tasaisessa ajotilanteessa, s. 53
- Kuva 14.3 Popen pulpperin pinta, s. 55
- Kuva 14.4 Popen pulpperin ylijuuksu, s. 55
- Kuva 14.5 Imutelakuopan pinta, s. 55
- Kuva 14.6 Sameasuodossäiliön pinta, s. 56
- Kuva 14.7 Sameasuodossäiliön venttiilin asento 0-vesisäiliölle, s. 57
- Kuva 14.8 Hiokkeen hakuvesi poisto, s. 57
- Kuva 15.1 Jätevesinäyte 1:n kuitutarkastelu (15.3.2011), s. 62
- Kuva 15.2 Jätevesinäyte 1:n kuitutarkastelu (15.3.2011), s. 63
- Kuva 15.3 Jätevesinäyte 2:n kuitutarkastelu (22.3.2011), s. 63
- Kuva 15.4 Jätevesinäyte 2:n kuitutarkastelu (22.3.2011), s. 63
- Kuva 15.5 Kiintoainemäärä yhteensä 15.3–22.3.2011, s. 64
- Kuva 16.1 Kiintoaineen määrä nykyisin, s. 69

Kuviot

- Kuvio 13.1 Katkopaikat vuonna 2011, s. 47
- Kuvio 13.2 Helmikuussa 2011 tapahtuneet häviöajat ja syyt, s. 47
- Kuvio 13.3 Häviöpaikkojen prosentuaaliset osuudet Helmikuussa 2011, s.48

Kaavat

Kaava 1 Laimentamattoman näytteen sakeus, s. 65

Kaava 2 Alkuperäisen suspension sakeus, s. 65

Kaava 3 Laimennetun näytteen sakeus, s. 66

Kaava 4 Laimennetun näytteen sakeus, s. 66

Kaava 5 Alkuperäisen suspension sakeusprosentti kakun massan avulla, s. 66

Kaava 6 Tuhkapitoisuus, s. 67

Kaava 7 Tuhkaprosentti, s. 67

Kaava 8 Kiintoaine, s 67

Taulukot

Taulukko 15.1 Näytteen ottopaikat, s. 58

Taulukko 16.1 1. Näytekerroksen kiintoaineen- ja kuituaineen määrät, s. 69

Taulukko 16.2 2. Näytekerroksen kiintoaineen- ja kuituaineen määrät. s. 70

Lähteet

Attwood, B. & Moore, G. 1994. An introduction to the theory and practice of multiply forming. Pira International. Leatherhead.

Gustafsson, H. Surakka, J. Huuskonen, J. Lankinen, M. Matula, J. 1983. Massan puhdistus ja ilmanpoisto. Teoksessa Arjas, A. (toim.) Paperin valmistus. Suomen paperi-insinöörien yhdistyksen oppi- ja käsikirja III. Turku: Turun Sanomat

Hautala, J. Hourula, I. Jussila, T. Pitkänen, M. 1999 Screening and cleaning. Teoksessa Sundholm, J. (toim.) Jyväskylä: Faber Oy

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2001. Kemiallinen metsäteollisuus II Paperin ja kartongin valmistus. Jyväskylä: Opetushallitus.

Henricson, K. Wathen, P. 1990. Separation of light and heavy fractions in screening. Paperi ja puu – Paper and Timber 72

IKa. Inkeröisten kartonkitehtaan sisäinen tietojärjestelmä.

IKb. Jätevesi-prosessikuvaus. Inkeröisten kartonkitehtaan sisäinen tietojärjestelmä.

IKc. Lamort-Centrifiner 600-esite.

IKd. Massat ja 0-vedet-prosessikuvaus. Inkeröisten kartonkitehtaan sisäinen tietojärjestelmä

Julkunen, T. 1979. Paperikoneen lyhytkierto. Oulun Yliopisto. Konetekniikan osasto. Diplomityö.

Klemetti, U. Kortelainen, Veli-A. Lyytikäinen, J. Seppälä, M. Siitonen, H & Siironen, R. 2005. Kemiallinen metsäteollisuus I Paperimassan valmistus. Teoksessa Seppälä, M. (toim.) Saarijärvi: Opetushallitus.

Kärkkäinen, M. 2004. Lajittelun ajo-olosuhteiden optimointi. Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu. Prosessitekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Lipták, B. 1974. Environmental engineers' handbook, Volume I Water Pollution. Pennsylvania: Chilton Book Company.

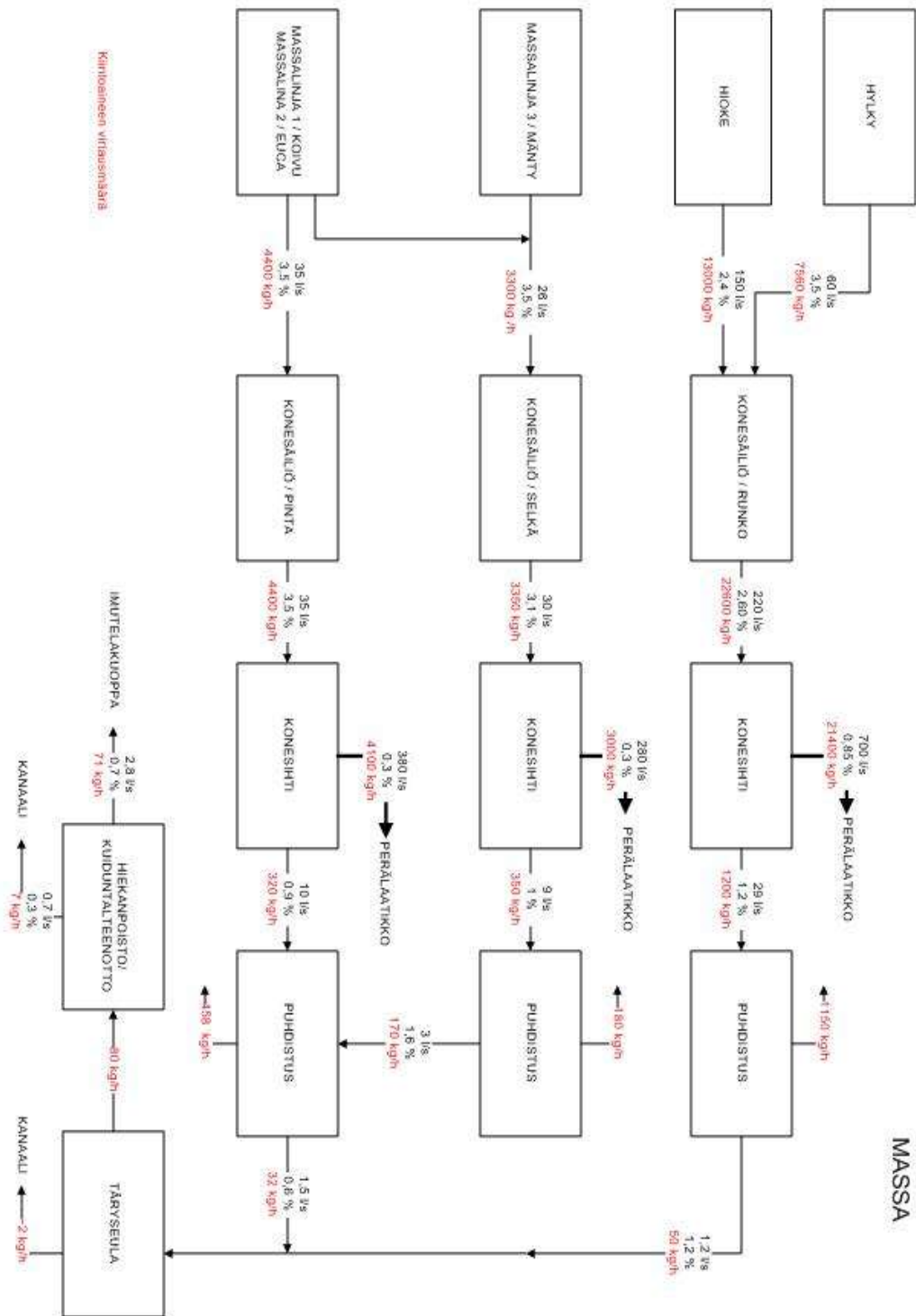
Lumiainen, J. 1988. Kartonkikoneen määränpään toiminnot. Metsäteollisuuden koulutuskeskus. Ammattienedistämislaitos. Koulutusmateriaali.

Marin, P. 1995. Kiertovesijärjestelmän sulkeminen neutraali MFC-paperikoneella. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. Kemiantelekniikan osasto. Diplomityö.

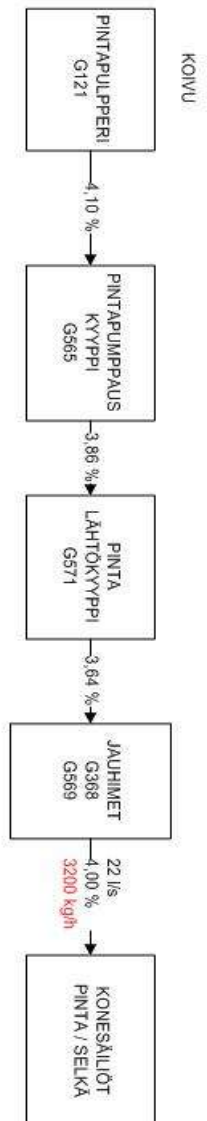
Ojala, T. 1994. Keskuslaboratorio. Julkaisematon seloste

Parpala, K. 1976. Paperin valmistus. Porvoo: WSOY

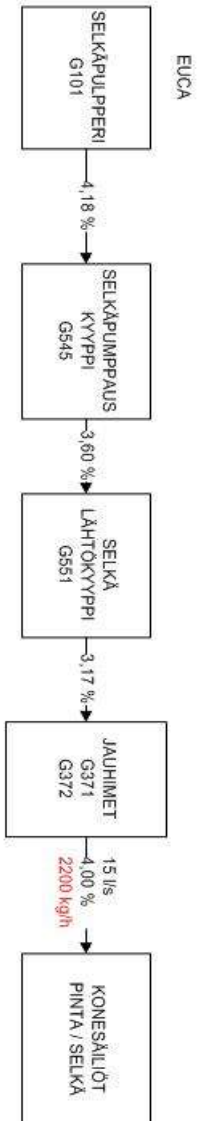
- Paulapuro, H. 2008. Papermaking Science and Technology: Papermaking Part 1, Stock Preparation and Wet End. Helsinki: Paperi ja Puu Oy.
- Penttinen, K. 1990. Kartonkikoneen hylkymassan lajittelun optimointi. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. Kemianteekniikan osasto. Diplomityö.
- Puusta Paperiin M-102 Lajittelu. Suomen paperi- ja puutavaralehti oy. Opetusaineisto.
- Puusta paperiin M-504. 1997. Hienopaperin valmistus. Saarijärvi: Sepsilva L&d Oy.
- Rintamäki, J. 1999. Vesi- ja lämpötaseen tarkastelu sanomalehtipaperin valmistusprosessissa. Otaniemen teknillinen korkeakoulu. Kemianteekniikan osasto. Diplomityö.
- Seppälä, J. 1994. Pulpperoinin ja kuidutuksen tuloksen arvionti. Otaniemen teknillinen korkeakoulu. Puunjalostustekniikan laitos. Prosessi- ja materiaalitekniikan osasto. Diplomityö.
- Seppälä, M.J. 1999. Kemiallinen metsäteollisuus I Paperimassan valmistus. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Suikkanen, A. 1999. Kiekkosuotimen käytön optimointi. Etelä-Karjalan ammattiotisto. Prosessitekniikan koulutusohjelma. Teknikkotyö.
- Varpunen, K. 2002. Kiertovesijärjestelmän puhtaanapito. Pohjois-Savon ammattikorkeakoulu. Tekniikka. Opinnäytetyö
- Wedge 6.1. Wedge-prosessianalyysijärjestelmä. Inkeröisten kartonkitehtaan sisäinen tietojärjestelmä.



MASSALINJA 1

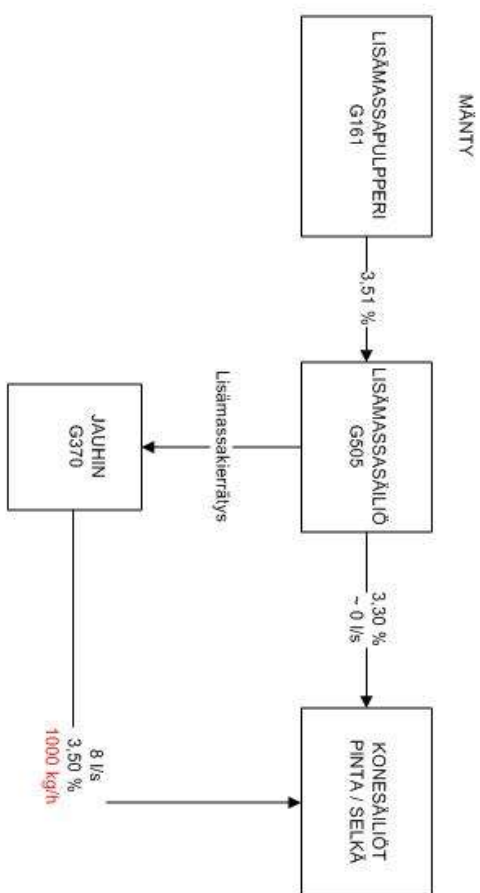


MASSALINJA 2



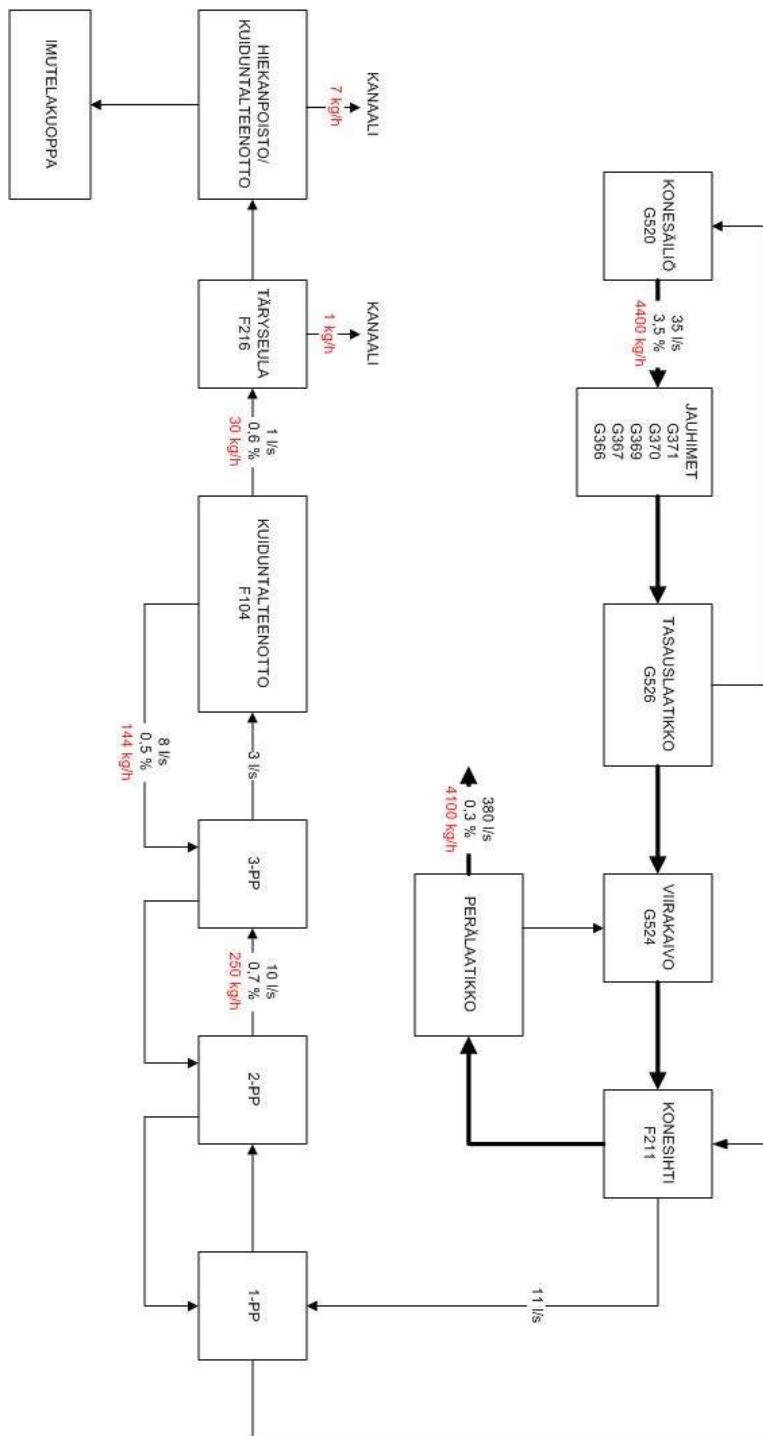
Kiintoarvon virkausmäärä

MASSALINJA 3



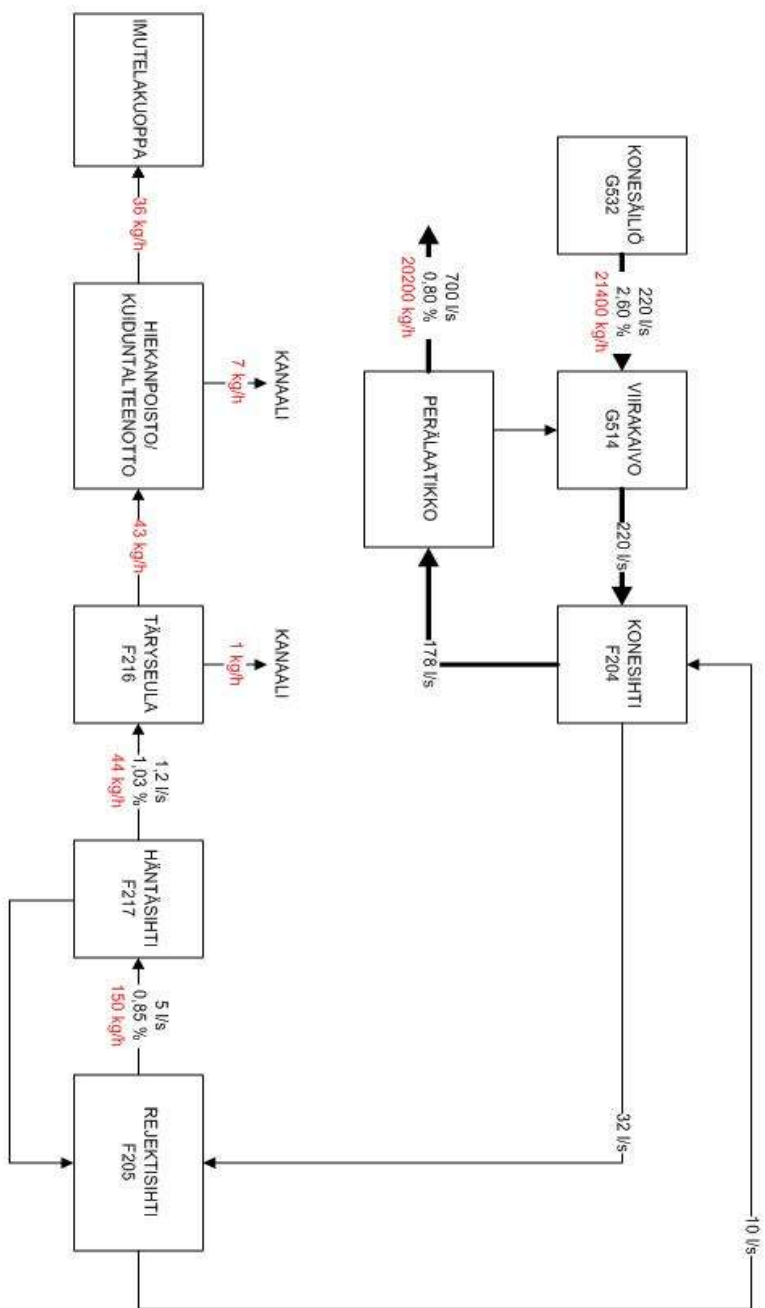
Kiinteäaineen virtausmäärä

PINTAKERROS



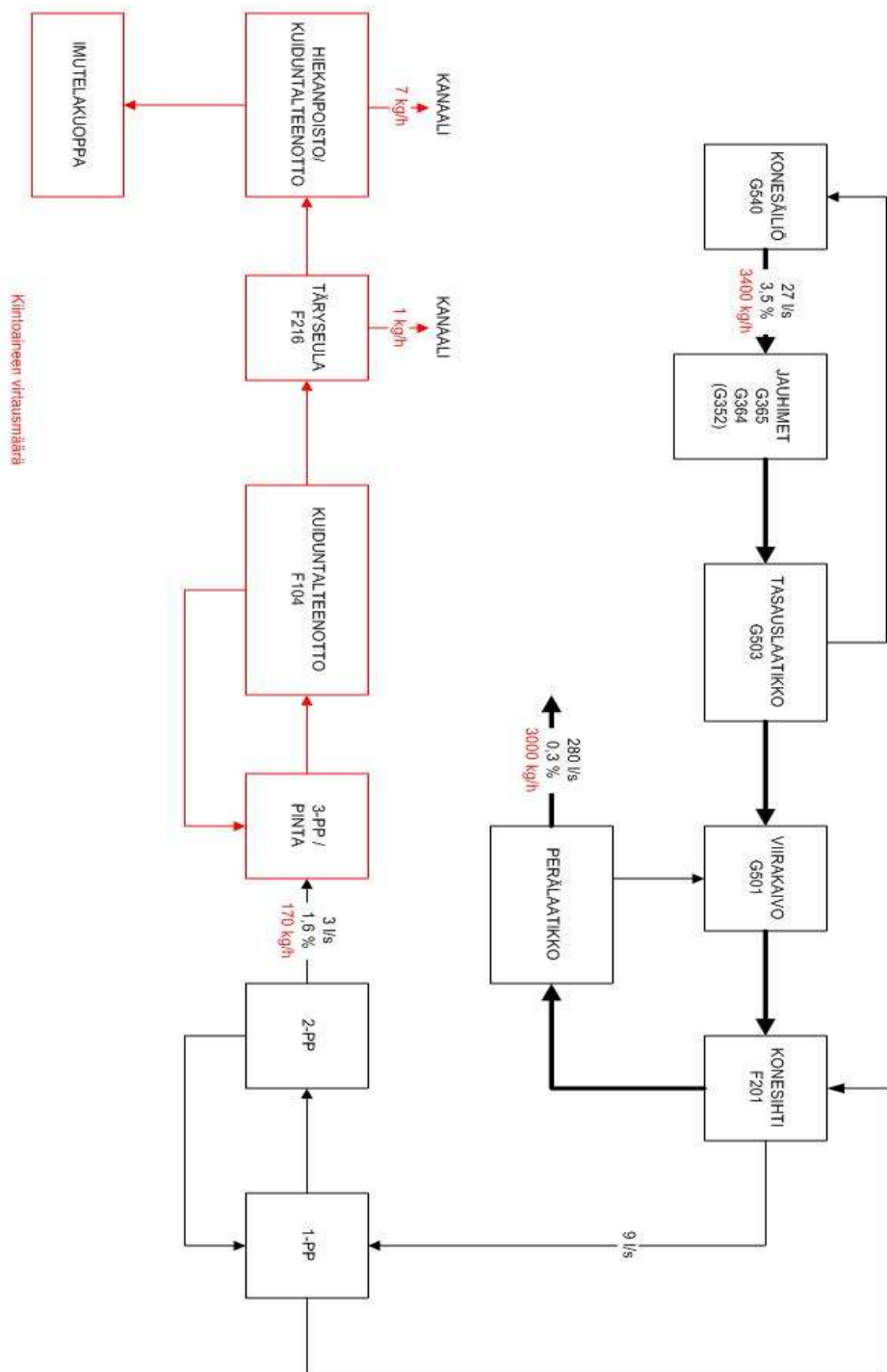
Kiintoaineen virtausmäärä

RUNKOKERROS

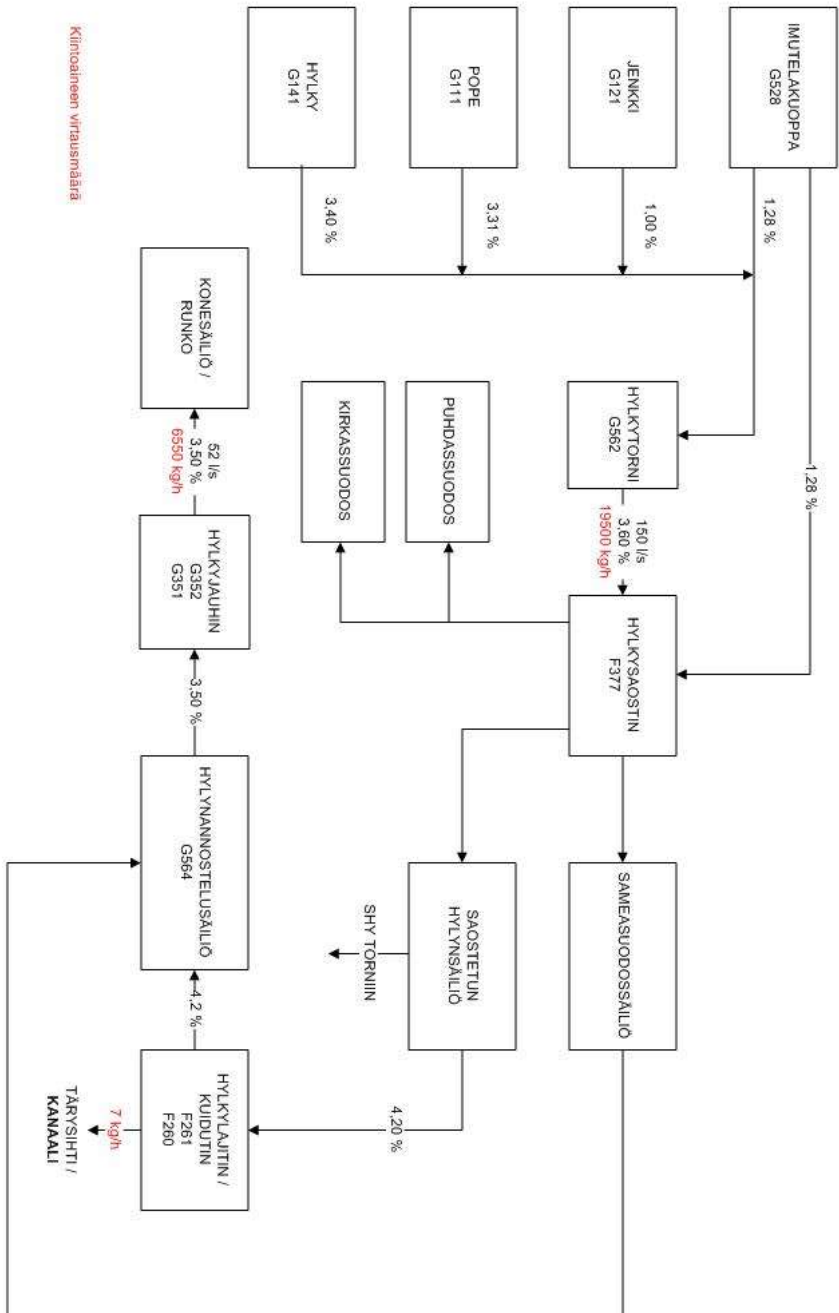


Kiintoaineen viirousmäärä

SELKÄKERROS



HYLYNKÄSITTELY



SCANDINAVIAN PULP, PAPER AND BOARD
TESTING COMMITTEE

SCAN-C26:87

Hyväksytty huhtik. 1967

DENMARK FINLAND NORWAY SWEDEN DENMARK FINLAND NORWAY SWEDEN DENMARK FINLAND NORWAY SWEDEN DENMARK FINLAND NORWAY SWEDEN

Suomenkielinen käännös

ARKIN VALMISTAMINEN MASSAN FYSIKAALISTEN OMINAISUUKSIEN MÄÄRITTÄMISEKSI

Käyttö

Tämä menetelmä sopii kaikille massalaaduille.

Periaate

Tavanomaisessa arkkimuotissa valmistetaan pyöreä tai suorakulmainen arkki tässä menetelmässä esitetyllä tavalla käyttämällä viirakangasta (silmutkan leveys 0,15 mm, viiralangun läpimitta 0,10 mm) ja alipainetta, joka vastaa 800 mm korkean vesipatsaan painoa. Arkki puristetaan 5,0 kp/cm²:n paineella (490 × 10³ N/m²) ja se vastaa 70 g/m²:n painoista, suunniteltua arkkiä (Huom. 1).

Laitteet

- Arkkimuotti, joka muodostuu kolmesta pääosasta:
 - Massalietesäiliö, joka täytetään massalietteellä tasomerkkiin asti, joka on 350 mm ± 1 mm viirakankaan yläpuolella. Säiliö on varustettu kammitilivisteellä vuotojen estämiseksi. Säiliön poikkipinta-ala on oltava suorakulmainen tai pyöreä ja vakio säiliön koko korkeudelta. Jos säiliö on suorakulmainen, on lyhemmän sivun oltava vähintään 12 cm pitkä eikä pitemmän ja lyhemmän sivun välinen suhde saa olla enemmän kuin 2,5. Jos säiliö on pyöreä, on läpimitan oltava vähintään 16 cm. Säiliön pitää olla niin korkea, ettei vesi roisku reunojen yli sekoituksen aikana.
 - Vedenpoistokammio, joka on massalietesäiliön alla, muodostuu ylä- ja alaosasta. Vedenpoistokammion yläosan on oltava poikkipinta-alaltaan sama kuin massasäiliön ja muodoltaan sellainen, että nestevirta kulkee tasaisesti viirakankaan läpi yli säiliön koko poikkipinta-alaan. Alaosa voi olla poikkileikkaukseltaan pienempi mutta se on sijoitettava symmetrisesti yläosaan nähden. Alaosassa on oltava vedenpoistohana, joka liittyy alapäästään vesilukon avulla kojeen viennäriputkeen. Pystysuoran etäisyyden viiran yläinnasta vesilukon ylijoukseen on oltava 800 mm ± 5 mm. Vedenpoistohanan ja kojeen alaosan on oltava riittävän suuria, että

se massasäiliössä oleva vesimäärä, joka mahtuu tasomerkin ja viiran väliseen tilaan, voi virrata pois 4,0 s:ssä. Vedenpoistokammiossa pitää olla veden taloputki.

- Kehys viirakankaaneen, joka voidaan sijoittaa vaakasuoraan molempien säiliöiden väliin. Viirakankaan silmutkan on oltava leveydeltään 0,15–0,16 mm ja viiralangun läpimitaltaan 0,10–0,11 mm (Huom. 2).
- Sekoitin, jonka muodostaa tangon päähän kiinnitetty, rei'itetty jostakin syöpymättömästä aineesta valmistettu levy. Reikien läpimitan on oltava noin 10 mm ja niiden kokonaispinta-ala noin 30 % levyn pinta-alasta. Levyn poikkileikkauksen pitää olla noin 5 mm massasäiliön poikkileikkausta pienempi. Katkien kulmien tulee olla pyörästettyjä ja tasoitettuja etteivät kuidut tarttuisi niihin. Sekoitimessa on oltava laite, joka pitää levyä yhden-suuntaisena viirakankaan kanssa sekoittamisen aikana. Siinä täytyy olla myös sellainen laite, joka estää sekoitinta tulemasta lähemmäksi kuin noin 2 cm:n päähän viirakangasta.
- Huopautus
 - Huopautuslevy, joko huopautusteloinen tai -punoineen, joka on kyllin painava kiinnittämään koearkin tiukemmin imukartonkiin kuin viirakankaaseen.
 - Huopautuslaitteeseen sopiva imukartonkiarkki, pinta-alaltaan samankokoinen tai korkeintaan 35 % suurempi kuin koearkki. Imukartongit on valmistettava mieluiten valkaistusta, mädätetystä puuvillalumpusta ja niiden neliömetripainon on oltava 250 g/m² sekä imukorkeuden 80 mm–100 mm määritettynä 20°C:ssa SCAN-P 13:n mukaan. Liottamisen ja kuivauksen aiheuttamat imukartongin dimensioiden muutokset eivät saa ylittää 1,5 %:a.
- Puristuslaitteet
 - Puristin, jonka avulla koearkille saadaan sen joka neliösenttimetriä kohti tasainen, 5,0 kp:n (490 · 10³ N/m²) suuruinen puristus (Liite).
 - Kaksi puristinlevyä, molemmat noin 4 mm paksumia, tasaisia ja imukartongkien kokoisia.

- (c) Välilevyjä erottamaan erityyppisiä koearkkeja toisistaan. Levyt ovat imukartonkien kokoisia ja noin 0,5 mm:n paksuisia.
5. Kuivatusrumpu, jonka kapasiteetti on niin suuri, että rumpun koko pinta pysyy tasalämpöisenä. Rumpun on oltava läpimitaltaan vähintään 300 mm, ja varustettu vesiläyryä läpäisevällä kankaalla, joka pitää arkkit rumpua vasten.

Suoritus

Arkin muodostaminen

Täytä arkkimuotti vedellä vesijohdosta tulevan putken kautta ja anna veden nousta viirakankaan läpi ainakin 5 cm sen yläpuolelle. Lisää massaliemäärä, joka vastaa valmiin uunikuivan arkin neliömetripainoa $70,0 \text{ g} \pm 3 \text{ g}$ (Huom. 3). Lisää vettä merkkiin asti ja sekoita massaliettä liikuttamalla sekoitinta ylös ja alas 5 kertaa 6–8 s:n kuluessa. Sekoittimen levy on tällöin koko ajan pysyvä neste-pinnan alapuolella.

Poista sekoitin välittömästi sekoituksen jälkeen ja aukaise vedenpoistohana. Veden poistuttua viiralta, anna alipaineen imeä vettä viiralle muodostuneesta arkista ajan, joka on 10 % koko vedenpoistajasta, kuitenkin vähintään 5 s. Aukaise massaliiton päälle ja sulje vedenpoistohana. Aseta käyttämätön imukartonki (huopauskartonki), viirapöytä ylöspäin, tarkalleen koearkin päälle ja vielä toinen imukartonki ja lopuksi huopauslevy. Kuormita huopauslevyä huopauspanolla tai -telalla. Mikäli jälkimmäistä käytetään, sitä on pyörötettävä varovasti edestakaisin levyn yli. Irrota noin 20 s:n kuluttua imukartongit ja koearkki varovasti viiralta välttäen tarpeetonta tiivistämistä. Tyhjennä vedenpoistokammio ja aseta arkkimuotti valmiiksi seuraavaa arkkia varten.

Pane huopauskartonki koearkkeineen kahden puustutuslevyllä olevan kuivan imukartongin päälle. Aseta koearkille käyttämätön imukartonki viirapöytä ylöspäin ja lisäksi kaksi imukarttonkia. Kaikki imukartongit, paitsi ne, jotka ovat lähimpinä koearkkia, voidaan käyttää uudelleen, mikäli ne ovat virheettömiä. Pohjalta lähtien on puristettavan pinon oltava seuraavainen: puristinlevy, kaksi kuivaa imukarttonkia, huopauskartonki ja koearkki, kolme kuivaa imukarttonkia ja taas huopauskartonki ja koearkki, kolme kuivaa imukarttonkia, jne. Ylimpänä pinon päällä on toinen puristinlevy. Tarkista että koearkit ja puristinlevyt peittävät tarkasti toisensa. Kun erillaisia esim. eri jauhatustasoisia jauhetusta massasta tehtyjä koearkkeja puristetaan samassa pinossa, on kerrosten välillä oltava välilevy estämässä veden pääsyn kerroksesta toiseen.

Puristus

Aseta puristinlevyjen välissä oleva imukartonki- ja koearkkipino puristimeen ja saata koearkin jokainen neliösenttimetri $5,0 \text{ kp} \pm 0,2 \text{ kp}$ ($490 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 \pm 20 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$) paineen alaiseksi, 4 minuutin ajaksi.

Tämä menetelmä on julkaistu seuraavissa aikakauslehdissä:

- Norsk Skogindustri 27 (1967) : 9, 345–350 (Englanniksi ja norjaksi)
Papperi ja Papp – Papper och Trä 39 (1967) : 9, 631–636 (Englanniksi, suomeksi ja ruotsiksi)
Svensk Papperstidning 79 (1967) : 18, 523–527 (Ruotsiksi)
Svensk Papperstidning 79 (1967) : 19, 630–632 (Englanniksi)

SCAN-test-menettimien julkaisijat ja vastuuttelevat Norjan, Ruotsin, Suomen ja Tanskan Selluloosa-, Paperi- ja Kartonkiteollisuuden Keskuslaboratoriat.

Menettimien englanninkielisen painoksen julkaisusta huolehtii sihteeristö, osoite: Secretariat, Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee, Drattning Kristinas väg 61, Stockholm Ö, Sverige. Norjan-, ruotsin- ja suomenkielisen painoksen julkaisu tapahtuu asianomaisien maiden Keskuslaboratorioiden toimesta.

Helsinki 1967. Frenckellin Kirjapaino Osakeyhtiö

Huomaa, että tämä on se paine, joka on saatettava koearkille, ja että se voi erota puristimen painemittarista saadusta lukemasta.

Kuivatus

Kuivata koearkit niitä lähimpinä olevien imukartonkien välissä kuivatusrumpulla $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ssa. Kuivan arkin kuiva-ainepitoisuus on vähintään 95 %. Irrota imukartongit tiivistämättä koearkkia. Vältä koearkkien joutumista korkeampaan relatiiviseen kosteuteen, kuin mitä tullaan käyttämään koetusta suoritettaessa.

Huomautus 1

Mitattaessa määkäisen massan hajajärjestyskerrointa on arkin uunikuivan painon oltava $30 \text{ g/m}^2 \pm 2 \text{ g/m}^2$.

Huomautus 2

Viira no 100 ASTM E 11–61 mukaan ja 0,16 DIN 4188 mukaan täyttää nämä vaatimukset.

Huomautus 3

Useimmista massoista kyseen olleen on mahdotonta kokonaan välttää viiran läpi tapahtuvaa kuituhäviötä. Tämä häviö on korvattava, jotta arkin paino saataisiin oikeaksi.

LIITE: LAITTEEN TARKISTUS

Arkkimuotti

Tarkista,

- (1) että viirakangas on tasainen ja puhdas
- (2) että massaliitä ja vedenpoistokammio sulkeutuvat tiiviisti viiran kehukseen vuotojen estämiseksi sekä, että säiliön tiivisteiden rajoittama viirakankaan pinta-ala on oikean kokoinen.
- (3) että säiliössä viirakankaan ja tasomerkin välillä oleva vesi virtaa pois 4,0 s:ssä.
- (4) etteivät veden tulo- ja poistohana vuoda.

Puristus

Tarkista,

- (5) että puristinlevyt ovat tasaiset ja vääntymättömät.
- (6) että painemittarista saadaan oikeat lukemat.
- (7) että painemittarin lukema ilmoittaa puristinlevyjen välisen paineen; tämä tapahtuu asettamalla painemitturi puristinlevyjen väliin. Laskuissa on otettava huomioon kitka sekä männän paino ja pinta.

Kuivatusrumpu

Tarkista,

- (8) että rumpun lämpötila on oikea ja tasainen kautta koko sen pinnan silloin, kun rumpulla ei ole arkkeja vaan ainoastaan kuivatuskangas.

Kirjallisuus

1. American Society for Testing and Materials: 1966 Book of ASTM Standards osa 30, s. 176.
2. Deutscher Normenausschuss, DIN 4188.



Hylkylajittimien syöttö



Hylkylajitin F260 aksepti



Hylkylajitin F261 rejekti



Rejektisihdin rejekti



Häntäsihdin rejekti



Selkä- ja pintakerroksen kuitutalteenottimen aksepti



Selkä- ja pintakerroksen kuitutalteenottimen rejekti



Rejektisihdin kevyt rejeki



Pintakerroksen konasihdin kevyt rejeki



Täryseulan syöttö



Kellarikerroksen rejektisäiliö (Hiekanpoiston syöttö)



Hiekanpoiston aksepti



Kellarikerroksen kuitutalteenottimen rejekti



Kellarikerroksen kuitutalteenottimen aksepti



Kellarikerroksen rejektisäiliö (Hiekanpoiston syöttö)



Hiekanpoiston aksepti



Kellarikerroksen kuitutalteenottimen rejekti



Kellarikerroksen kuitutalteenottimen aksepti

1.Näytekierroksen sakeuden määritystulokset

Näytenumero	Laitetunnus	Laitepaikka	Tutkittava kohde	k.a [g]	Sakeus [%]
1	F211	Pinnan konesihtti	Kevyt rejekti	0,938	0,38
2	F205	Rejektisihti	Kevyt rejekti	0,955	0,38
3	F217	Häntäsihti	Rejekti	2,587	1,03
4	F205	Rejektisihti	Rejekti	2,127	0,85
5	F260&F261	Hylkylajitin	Syöttö	1,743	4,2
6	F260	Hylkylajitin	Rejekti	0,397	0,12
7	F260	Hylkylajitin	Aksepti	1,714	4,1
8	F261	Hylkylajitin	Rejekti	0,162	0,03
9	F261	Hylkylajitin	Aksepti	1,87	4,5
10	F216	Täryseula	Syöttö	1,658	0,66
11	F216	Täryseula	Rejekti	1,5	0,60
12	F216	Täryseula	Aksepti	0,793	0,32
	F150	Hiekanpoisto	Syöttö		
13	F150	Hiekanpoisto	Aksepti	0,577	0,23
14	F151	Kuitutalteenotto	Aksepti	0,13	0,05
15	F151R	Kuitutalteenotto	Rejekti	0,706	0,28
16	F131	Selän 2.portaan	Rejekti	3,947	1,6
17	F102	Pinnan 2. portaan	Rejekti	1,83	0,7
18	F103	3.portaan	Aksepti	0,592	0,2
19	F104	Kuitutalteenotto	Aksepti	1,29	0,5
20	F104R	Kuitutalteenotto	Rejekti	1,496	0,6
21	G513	Formerin lukkosäiliö		0,164	0,066
22	Jvk	Jäteveden syöttö		x	x

2. Näytekierroksen sakeuden määrittystulokset

Näytenumero	Laitetunnus	Laitepaikka	Tutkittava kohde	k.a [g]	Sakeus [%]
1	F211	Pinnan konesihti	Kevyt rejekti	0,793	0,32
2	F205	Rejektisihti	Kevyt rejekti	1,802	0,72
3	F217	Häntäsihti	Rejekti	2,97	1,19
4	F205	Rejektisihti	Rejekti	2,445	0,98
5	F260&F261	Hylkylajitin	Syöttö	1,66	4,0
6	F260	Hylkylajitin	Rejekti	0,238	0,10
7	F260	Hylkylajitin	Aksepti	1,665	4,0
8	F261	Hylkylajitin	Rejekti	0,177	0,07
9	F261	Hylkylajitin	Aksepti	1,706	4,1
10	F216	Tärysihti	Syöttö	1,559	0,62
11	F216	Tärysihti	Rejekti	1,545	0,62
12	F216	Tärysihti	Aksepti	0,927	0,37
	F150	Hiekanpoisto	Syöttö		
13	F150	Hiekanpoisto	Aksepti	0,649	0,26
14	F151	Kuitutalteenotto	Aksepti	0,125	0,05
15	F151R	Kuitutalteenotto	Rejekti	0,55	0,22
16	F131	Selän 2.portaan	Rejekti	4,298	1,7
17	F102	Pinnan 2. portaan	Rejekti	1,745	0,7
18	F103	3.portaan	Aksepti	0,604	0,2
19	F104	Kuitutalteenotto	Aksepti	1,367	0,5
20	F104	Kuitutalteenotto	Rejekti	1,472	0,6
21	G513	Formerin lukkosäiliö		0,216	0,086
22	Jvk	Jäteveden syöttö		x	x

TUHKA %

Näytekierrros 1

Tutkittava kohde	Laite-tunnus	Upokas	Paino yht. [g]	Paino upokas [g]	Tuhka [mg]	Tuhka [%]
F261 rej	F261	e	38,058	38,051	7	4,3
F260 rej	F260	a	37,511	37,5052	5,8	2
KTO rej (kellari)	F151R	4	45,229	45,1405	88,5	12,5
KTO aks (kellari)	F151	5	42,842	42,82	22	16,9
KTO aks (2.kerros)	F104	r	42,124	42,051	73	5,7
Formeri	G513	z	26,293	26,271	22	13,4
Hiekanpoisto aks	F150	2	44,036	44,0188	17,2	3
Pinnan konesihtin kevyt rej	F211	v	35,771	35,707	64	6,8
Rejektisihtin kevyt rej	F205	1	41,788	41,7448	43,2	4,5
Rejektisäiliö (kellari)	F216	3	42,473	42,426	47	5,9
KTO rej (2.kerros)	F104R	k	39,914	39,8335	80,5	5,4
PP-3.porras aks	F103	p	23,604	23,571	33	5,6

Näytekierrros 2

Tutkittava kohde	Laite-tunnus	Upokas	Paino yht. [g]	Paino upokas [g]	Tuhka [mg]	Tuhka [%]
F261 rej	F261	soikea	46,454	46,446	8,00	4,5
F260 rej	F260	e	38,065	38,051	13,80	5,8
KTO rej (F151)	F151R	1	41,832	41,745	87,20	15,9
KTO aks (F151)	F151	3	42,433	42,426	6,50	5,2
KTO aks (F104)	F104	4	45,204	45,141	63,50	4,6
Formerin lukkov.	G513	5	39,557	39,544	13,50	6,25
Hiekanpoisto aks	F150	a	37,521	37,503	18,50	2,9
Pinta konesihti kevyt rej.	F211	k	39,922	39,834	88,00	11,1
Rejektisihtin kevyt rej.	F205	r	42,087	42,051	36,00	2
Rejektisäiliö (G527)	F216	2	44,060	44,019	41,20	4,4

1.Näytekierros

Näytteennumero	Lähteenumerus	Lähtepaikka	Tutkittava kohde	Kiintoaine [mg/l]	Virtaus [l/s]	Kiintoaine [kg/d]	Kulutusaine [kg/d]	Pvm	Muita tietoja
1	F211	Pinnan korostus	Kevyt reijeki	3752	0,03	8,1	7,6	3.3.2011	Virtaukset ovat avoimia
2	F205	Rejektisäiliö	Kevyt reijeki	3820	0,03	8,3	7,9	3.3.2011	
3	F217	Häntäsäiliö	Reijeki	10348	1,20	1073	x	3.3.2011	
4	F205	Rejektisäiliö	Reijeki	8508	5,30	3896	x	3.3.2011	
5	F260&F261	Hylkylaitin	Syöttö	41832	x	x	x	11.3.2011	Huom. Arkki laimennetusta massasta.
6	F260	Hylkylaitin	Reijeki	1188	1,10	112,9	110,7	3.3.2011	Virtaukset ovat avoimia
7	F260	Hylkylaitin	Aksepti	41136	x	x	x	3.3.2011	Huom. Arkki laimennetusta massasta.
8	F261	Hylkylaitin	Reijeki	648	1,10	61,6	58,9	3.3.2011	
9	F261	Hylkylaitin	Aksepti	44880	x	x	x	10.3.2011	Huom. Arkki laimennetusta massasta.
10	F216	Tarveula	Syöttö	6632	x	x	x	10.3.2011	
11	F216	Tarveula	Reijeki	6000	0,05	25,9	x	10.3.2011	Rejektistä ei näyrettä (avioitu)
12	F216	Tarveula	Aksepti	3172	x	x	x	10.3.2011	Rejektisäiliö GS27 (kellari)
	F150	Hiekapoisto	Syöttö					10.3.2011	
13	F150	Hiekapoisto	Aksepti	2308	x	x	x	10.3.2011	
14	F151	Kiututalteenotto	Aksepti	520	x	x	x	10.3.2011	Hiekapoiston jälkeen
15	F151R	Kiututalteenotto	Reijeki	2824	0,67	162,7	142,3	10.3.2011	Hiekapoiston jälkeen
16	F131	Selän 2.portaan	Reijeki	15788	6,00	8184,5	x	3.3.2011	Virtaukset ovat avoimia
17	F102	Pinnan 2. portaan	Reijeki	7320	6,00	3794,7	x	3.3.2011	
18	F103	3.portaan	Aksepti	2368	4,00	818,4	772,8	10.3.2011	
19	F104	Kiututalteenotto	Aksepti	5160	1,00	445,8	420,6	10.3.2011	
20	F104R	Kiututalteenotto	Reijeki	5984	2,00	1034,0	978,4	3.3.2011	
21	GS13	Formerin hukkosäiliö		656		113,4	98,2	10.3.2011	Näyte ylijuuksusta
22	nk	Jäteveden syöttö		764		3960,6	2404,1	15.3.2011	laboratorion tekemä

2.Näytekerros

Näytennumero	Lähtenyt	Lähtepaikka	Tutkittava kohde	Kiintoaine [mg/l]	Virtaus [l/s]	Kiintoaine [kg/d]	Kuubaine [kg/d]	Pvm.	Muuta tietoa
1	F211	Pinnan konesiht	Kevyt reijeki	3172	0,03	6,9	6,1	3.3.2011	Virtaukset ovat arvioita
2	F205	Reijeksihti	Kevyt reijeki	7208	0,03	15,6	15,3	3.3.2011	
3	F217	Hätäsihti	Reijeki	11880	2,20	2258,2	x	3.3.2011	
4	F205	Reijeksihti	Reijeki	9780	5,30	4478,5	x	3.3.2011	
5	F200&F261	Hylkyalajin	Syöttö	39940	x	x	x	16.3.2011	Huom. Arkit lämmennetusta massasta.
6	F260	Hylkyalajin	Reijeki	952	1,70	139,8	131,7	16.3.2011	Virtaukset ovat arvioita
7	F260	Hylkyalajin	Aksentti	39960	x	x	x	16.3.2011	Huom. Arkit lämmennetusta massasta.
8	F261	Hylkyalajin	Reijeki	708	1,70	104,0	99,3	16.3.2011	
9	F261	Hylkyalajin	Aksentti	40944	x	x	x	16.3.2011	Huom. Arkit lämmennetusta massasta.
10	F216	Tänsyhti	Syöttö	6236	x	x	x	18.3.2011	
11	F216	Tänsyhti	Reijeki	6180	0,05	26,7	x	18.3.2011	Reijekistä ei näytetty (arvioitu)
12	F216	Tänsyhti	Aksentti	3708	x	x	x	18.3.2011	Reijeksisäiliö G327 (kellari)
	F150	Hiekkanpoisto	Syöttö						
13	F150	Hiekkanpoisto	Aksentti	2596	x	x	x	18.3.2011	
14	F151	Kuuduntalteenotto	Aksentti	500	x	x	x	18.3.2011	Hiekkanpoiston jälkeen
15	F151R	Kuuduntalteenotto	Reijeki	2200	0,67	126,7	106,6	18.3.2011	Hiekkanpoiston jälkeen
16	F131	Selan 2.portaan	Reijeki	17192	3,00	4456,2	x	17.3.2011	Virtaukset ovat arvioita
17	F102	Pinnan 2.portaan	Reijeki	6980	10,00	6980,7	x	17.3.2011	Oreutu prosessin kuvauksesta
18	F103	3.portaan	Aksentti	2416	44,00	9184,7	x	17.3.2011	
19	F104	Kuuduntalteenotto	Aksentti	5468	8,00	3779,5	3603,9	17.3.2011	
20	F104	Kuuduntalteenotto	Reijeki	5888	1,00	508,7	x	17.3.2011	
21	G313	Formern lukkosäiliö		864	x	134,4	126,0	17.3.2011	Näyte virheistä
22	JK	Jäteveden syöttö		820	x	4250,9	2780,1	22.3.2011	Laboratorion tekemä