

Mastergradsoppg. 2011

VASKERESULTAT I VASKEPRESSE L5702



NAVN: ZAHRA YOUSEFI

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR MATEMATISK REALFAG OG TEKNOLOGI
MASTEROPPGAVE 05/15 STP. 2011





Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB)

Postboks 5003,1432 Ås.
Besøksadresse:
Drøbakveien 31.
Tlf.: 64 96 54 00

MASTEROPPGAVE

Oppgavens tittel: Vaskeresultat ved vaskepressen L5702	Dato: 15.05.2011 Antall sider: 76
Student: Zahra Yousefi	Antall vedlegg: 4
Institutt: Institutt for matematiske realfag og teknologi	Veileder: John Erlend Mosbye
Samarbeidspartnere: Borregaard i Sarpsborg (blekeriavdeling)	

Ekstrakt:

Hovedoppgaven med dette prosjektet er å undersøke vaskeresultatet i vaskepressen L5702 ved å måle KOF- overbæring og konsistens av utgående massen i løpet av et år. Vaskepressen eksisterer i blekeriet på Borregaard. I teoriverifikasjon og kartlegging av beregningsverdier lages en massebalanse for vaskepressen og samles data over tid ut i fra opplysninger vi har fått gjennom "PI" dataprogram. Opplysninger gjelder masse inn, konsistens inn, masse ut, konsistens ut, væskevann inn og væskevann ut av vaskepressen, eventuelt mangel på data lages massebalanser for andre komponenter, slik som standpipe, tanker, fortynningsenhet osv. Med konsistens menes prosentandel av tørrmasse, og med KOF- overbæring menes mengde av organiske forbindelser som følger med utgående masse, og er utvaskbar. Data vil samles og beregnes videre i Excel program. For å ivareta løsningsmetoder og håndberegninger vil det måles størrelser (KOF og konsistens av massen) i laboratorium på Borregaard.

Tre stikkord: Vaskepresse- KOF- Konsistens

Forord

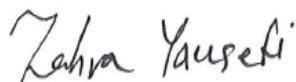
Som avsluttende mastergradoppgave ved UMB, universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi, IMT, skal studentene gjennomføre en oppgave i tidsrommet 10.01.2011 til 15.05.2011 og levere sluttrapport på prosjektet i fristen. Omfanget på Maseroppgaven er 30 studiepoeng som tilsvarer 450 timer jobb.

Oppgaven er gitt av Borregaard og går ut på å undersøke funksjonalitet av en eksisterende vaskepresse i løpet av et år, og finne om den har fungert effektivt over tiden gjennom å måle KOF (kjemisk oksygen forbruk) i avløpsvannet og konsistensen av utgående masse, bestemme vaskeeffektivitet og vasketap.

Jeg vil takke John Erlend Mosbye for teoretisk støtte, praktiske løsninger, mange nyttige diskusjoner og hyggelige samtaler. Jeg vil i tillegg bruke anledning til å takke Anita Pettersen, ansatt på Borregaard, for opplæring vi fikk på laboratorium for KOF- målinger.

Åa den 15. mai 2011

Zahra Yousefi



Sammendrag

Det er en god mulighet til å få betydelige økonomiske og miljømessige besparelser og produsere masse med høy kvalitet ved optimalisering av vaskemetoder, og benytte effektive vaskepresser ved vasking av kjemiske masse.

Det grunnleggende prinsippet med vasking etter blekingstrinn er det samme som vasking av ubleket masse, men noen forskjeller gjør at vask i blekingstrinn er litt følsom og derfor har de sine egne spesifikke funksjoner. De skiller ut for eksempel i kjemiske forhold dvs. sammensetning på urenheter i massesuspensjon, og prosessforhold dvs. pH og temperatur som alt de fører til forskjeller mellom vask etter blekingstrinn og vask av ubleket masse. Endringer i forholdene under blekingstrinn, særlig i surhetsgrad kan påvirke vask av det organiske og uorganiske urenheter.

Takket være de nye vaskepressene er det mulig å utvaske en stor del av urenheter fra massen. De bruker lav vaskevann, gir høy konsistens av utgående masse, og dermed lav KOF-overbæring. KOF (Kjemisk Oksygenforbruk) og konsistensen av utgående massen er en mye brukt metode i massefabrikker for å vurdere vaskeeffektiviteten av vaskesystemer og vaskepresser. Jo bedre vaskeeffektivitet, jo høyere konsistens i massen, jo lavere KOF- overbæring i masse, jo mindre kjemikaliebehov, jo lavere vannforbruk, jo mindre utslipp.

Sentraller definisjoner

Lignin: Organiske forbindelser på jorden inneholder mye lignin og har en negativ påvirkning på massens kvalitet som må fjernes. Ved kjemisk massefremstilling må lignin løses ut gjennom kokning med sulfid i sulfatprosessen eller sulfitt i sulfittprosessen eller ved bleking. Blekning oksiderer bort de siste restene av lignin. Lignin er uløselig i vann og kan også utvinnes av svart lut / brunt lut.

Cellulose: Cellulose er den vanligste organiske forbindelsen på jorden. Ca 33 % av alt plantemateriale er cellulose. Innholdet av cellulose i tre ved ca 50 %. Mennesker kan ikke fordøye cellulose, men det virker stimulerende og rensende for fordøyelseskanalen. Cellulosemasse kalles kjemisk masse og kan anvendes som masse til høykvalitetspapir.

Lyshet: Lyshet er et mål på hvor mye lys som reflekteres av papir under standardbetingelser blir rapportert som prosent av hvor mye lys som reflekteres. Det vanlige er å bruke standarden definert av ISO.

Delignifisering: Den typen av bleking som oppnås ved kjemiske prosesser hvor det fjernes hovedsakelig alle det gjenværende lignin etter sulfatprosesser eller sulfittprosesser.

Nøytralisering: Det å nøytralisere en syre betyr blande en sur løsning med en basisk løsning så pH-verdien er rundt 7,0.

kromoforer: Den del av molekylene som forårsaker farger i massen og blir fjernet ved mekaniske prosesser, hvor karbon – karbon dobbeltbindinger brytes ned.

Lignosulfonat: Et biprodukt som er sulfonert lignin og blir utvunnet fra væsken produsert fra sulfittprosessen. Lignosulfonater har Mange anvendelser. De Kan brukes som dispergeringsmidler i garving av Lær, i Betong og i borevæsker.

Transisjonsmetaller: Begrepet "transisjonsmetall" tilhører noen elementer i d-blokken i det periodiske system, som inkluderer grupper 3-12 på det periodiske system. Alle elementer i d-blokken er metaller.

EDTA: Forkortelsen av "Ethylene Diamine Tetraacetic Acid" er en fargeløs og vannløselige syre. Den er mye brukt til å oppløse metallioner. Den løser metaller slik som Ca^{2+} og Fe^{3+} .

DTPA: Forkortelsen av "Diethylene triamine pentaacetic Acid" er en polyamino karboksylsyre Molekylet kan sees på som en utvidet versjon av EDTA, og den brukes på samme måte.

Komplekseringsmidler: EDTA eller DTPA. Dette er mer vanlig i TKF -prosesser.

Kjemisk oksygen forbruk (KOF): Et mål for innholdte organiske stoffer i avløpsvann. De kjemiske reaksjonene blir i laboratorier målt som Kjemisk Oksygen Forbruk (KOF).

KOF- overbæring: Kjemiske organiske stoffer som følger med masse.

Forkortelser

Her er noen generelle forkortelser som brukes til blekingsprosesser.

Tabell 1: Forkortelser

Prosess	Symbol
Klor (Cl_2)	C
Alkalisk ekstraksjon, Natrum hydroksid(NaOH)	E
Kloridioksid (ClO_2)	D
Natrum hypoklorit (NaOCl)	H
Oksygen (O_2)	O
Alkalisk hydrogen peroksid (H_2O_2)	P
Ozon (O_3)	Z
Hydrogen peroksid + Oksygen	PO
Kompleksring for å fjerne transisjonsmetaller	Q
Total klorfrie	TKF
Elementær klorfri	EKF
Kjemisk oksygen forbruk	KOF
Adsorbable organiske halogener	AOX
Biologisk oksygenforbruk	BOF

Symboler

Tabell 2: **Symboler som er blitt brukt på oppgaven**

Symboler	Forklaring	Enhet
C	Konsistens av utgående masse	-
Q inn	Masse inn	m ³ /s
V inn	Vann inn	m ³ /h
Q ut	Masse ut	m ³ /h
V ut	Vann ut	m ³ /h
Y	Utvaskbar KOF	Kg/tønn
X	Den korrigerende vektskonsentrasjon av KOF	mg/l
X0	Den korrigerende vektskonsentrasjon av KOF i blindprøven	mg/l
V	Det totale volumet av vann som benyttes ved filtrering og vasking	ml
m	Den tørrtenkte massen massekakens vekt	g

Ligninger

Ligninger som er blitt brukt i oppgaven er samlet i tabellen nedenfor.

Tabell 3: **Formler som er blitt brukt på oppgaven**

Størrelse	Ligning	Symboler
Massebalanse	$Q_{inn} + V_{inn} = Q_{ut} + V_{ut}$	-
Fortynningsfaktor	$\frac{\text{slutt volum}}{\text{start volum}} = \frac{\text{Masse inn}}{\text{Masse inn} + \text{vann inn}}$	DF
Væske fortykning	$\frac{(100 - C)}{C}$	LD
Vaskefaktor	$WR = \frac{DF + LD}{LD}$	WR
KOF-overbæring	$Y = \frac{V * (X - X_0)}{m * 1000}$	-

Figurliste

- Figur 1.4.1: Bilde av utsiden av Borregaards blekeri.
- Figur 1.4.2: KOF utslipp på Borregaard.
- Figur 1.4.3: Vannforbruk på Borregaard.
- Figur 2.1.1: Ligninsnedbryting ved sulfatmasse produksjon.
- Figur 2.1.2: Ligninsnedbryting ved sulfittmasse produksjon.
- Figur 2.2.1: cellulosefibre.
- Figur 2.2.2 : Nedbryting av lignin ved delignifisering med klordioksid.
- Figur 2.2.3: Generell formel for nedbryting av lignin ved bleking av masse.
- Figur 2.2.4: Nedbryting av lignin med klor (g).
- Figur 2.2.5: Nedbryting av lignin ved bleking av masse med klordioksid.
- Figur 2.2.6: Nedbryting av lignin med oksygen ved bleking av masse.
- Figur 2.2.7: Lyshetsgrad av massen ved oksygen delignifisering og blekingstrinn.
- Figur 2.2.8: Nedbryting av lignin ved bleking av masse med hydrogenperoksid.
- Figur 2.2.9: Nedbryting av lignin med ozon ved bleking av masse.
- Figur 2.3.1: Generell formel for karboksylsyrer.
- Figur 2.3.2: DTPA (Diethylene triamine pentaacetic acid), og EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid).
- Figur 2.4.1: Blekingsprosess på Borregaard.
- Figur 2.4.2: Avvanning vaskemaskiner.
- Figur 2.4.3: Roterende vakuum vaskemaskin.
- Figur 2.4.4: Roterende trykkvaskemaskin.
- Figur 2.4.5: Skruetransportør i vaskepressen.

- Figur 2.4.6: Vaskepresse.
- Figur 2.5.1: Flyteskjema, E-trinn og D-trinn og vaskepresser mellom dem (L5702 og L5703).
- Figur 3.1.1: Posisjon av masse og vann inn og ut av vaskepresse L5702 og fortynningsenhet.
- Figur 3.1.2: Konsistens av utgående masse (fra 10. Jan. 2010 til 10. jan. 2011).
- Figur 3.1.3: Konsistensen som er levert av vaskepressen L5702 over et år.
- Figur 3.1.4: konsistens måleinstrument for konsistens av masse.
- Figur 3.1.5: Konsistens ut (fra 26.11. til 04. Apr. 11).
- Figur 3.2.1: desintegrator for lesing av KOF i mg/l.

Tabeller

- Tabell 2.1.1: Sulfittmasse prosesser ved forskjellige pH-verdi.
- Tabell 2.4.1: Massekonsistens fordelingsområder.
- Tabell 3.1.1: kjente og ukjente størrelser ut ifra "PI" for fortynningsenhet.
- Tabell 3.1.2: Årlig prosentandel av Konsistens ut av vaskepressen.
- Tabell 3.1.3: Konsistensmålinger for utgående masse på laboratorium.
- Tabell 3.1.4: KOF- overbæring (utvaskbar KOF) over vaskepressen L5702.
- Tabell 3.1.5: Resultat på grunnlag av lab.analyser.
- Tabell 3.1.6: Resultater for vaskepressen L5703.
- Tabell 4.1: Forhold når vaskepressen leverer kons. ut over 30 %.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	1
Sammendrag.....	2
Definisjoner.....	3
Symboler.....	6
Ligninger.....	6
Figurliste.....	7
Tabelliste.....	8
Innholdsfortegnelse.....	9
1. INTRODUKSJON.....	11
1.1. BAKGRUNN	12
1.2. PROBLEMSTILLINGER	12
1.3. MILJØ HENSYN	13
1.4. MEST POPULÆRE INTERNASJONALE OG NORSKE MASSEFABRIKKER	13
1.4.1.1. Metso.....	13
1.4.1.2. Andritz	13
1.4.1.3. Follum.....	14
1.4.1.4. Hunsfos.....	14
1.4.1.5. Nordenfjeldske massefabrikker	15
1.4.1.6. Petterson Moss	15
1.4.1.7. Saugbrugsforeningen	16
1.4.1.8. Borregaard.....	16
1.4.1.8.1. Blekestrinn på Borregaard	17
1.4.1.8.2. Utslipp på Borregaard	17
1.4.1.8.3. Vannforbruk på Borregaard	18
2. MATERIALER OG METODER.....	19
2.1. MASSETYPER	19
2.1.1. Mekaniske masse	19
2.1.2. Kjemiske masse	20
2.1.2.1. Sulfatmasse	21
2.1.2.2. Sulfitmasse	22
2.1.2.2.1. Framstilling av sulfitmassen.....	23
2.2. BLEKING (DELIGNIFISERING).....	25
2.2.1.1. Hensiktet med delignifisering	25
2.2.1.2. Blekingstrinn.....	26
2.2.1.2.1. Klor og hypokloritt.....	Error! Bookmark not defined. 6
2.2.1.2.2. klordioksid	26

2.2.1.2.3.	Oksygen	Error! Bookmark not defined.	27
2.2.1.2.4.	Hydrogen peroksid		28
2.2.1.2.5.	Ozon.....		29
2.3.	OPPLØSNINGSTRINN.....		30
2.3.1.1.	Ekstraksjonsvask (E-trinn)		30
2.3.1.2.	Kompleksring (Q-trinn).....		31
2.4.	VASKING		32
2.4.1.1.	Grunnleggende vaskeprinsipper		32
2.4.1.2.	Vaskemekanismen ved massesuspensjon.....		32
2.4.1.3.	Motstrøm vaskesystem i blekeprosessen		33
2.4.1.4.	Vaskenødvendighet.....		33
2.4.1.5.	Påvirkning av pH-verdi og temperatur ved vasking av masse		34
2.4.1.6.	Alkaliske og sure filtrater.....		34
2.4.1.7.	Oppførselen av ulike materialer i en massesuspensjon ved vasking.....		35
2.4.1.7.1.	Organiske materiale		35
2.4.1.7.2.	Uorganiske materialer.....		35
2.4.1.7.2.1.	Metaller og Metallioner		36
2.4.1.7.2.2.	Klorforbindelser.....		36
2.4.1.8.	Vurdering av vaskeresultat.....		38
2.4.1.8.1.	Vaskefaktor.....		38
2.4.1.8.1.1.	Konsistens av masse		38
2.4.1.9.	Vaskeeffektivitet og vasketap		39
2.4.1.9.1.	KOF og overbæring av KOF.....		39
2.4.1.10.	Massevaskemaskiner.....		40
2.4.1.11.	Atmosfærisk diffusere		40
2.4.1.12.	Avvanning vaskemaskiner		41
2.4.1.13.	Roterende vakuumbaskemaskiner		42
2.4.1.14.	Roterende trykkvaskemaskiner.....		42
2.4.1.15.	Vaskepresser		43
2.4.1.15.1.	Funksjon av vaskepresser.....		44
2.5.	FLYTESKJEMA		45
3.	RESULTATER OG DISKUSJONER.....		46
3.1.	DATABEHANDLING		46
3.2.	MASSEBALANSE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
3.2.1.	Beregninger på EXEL.....		47
3.3.	KONSISTENS MÅLINGER.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
3.4.	KOF- MÅLINGER	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	

4.	ANBEFALINGER	57
5.	KONKLUSJON.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.	REFERANSER OG LINKER	58
7.	VEDLEGGER	60

1. INTRODUKSJON

1.1. Bakgrunn

Bleking av masse er en kjemisk prosess for å redusere fargen på massen slik at det blir hvitere. Kjemiske masse er produsert fra sulfatprosessen eller sulfittprosessen, og inneholder mye cellulose og veldig lite lignin (mindre enn 5%). Det gjenværende lignin forstyrrer også dannelsen av hydrogenbindinger mellom cellulose som er nødvendig for å produsere blant annet papir med høy kvalitet dvs. det å ha en tilstrekkelig motstand mot riving. Det brukes blekekjemikalier for å oppløse og fjerne alt eller en stor del av lignin. Massen må vaskes for å fjerne noen av det oppløste organiske og uorganiske stoffer som regnes som urenheter, og vil forårsake ekstra kjemikalieforbruk under påfølgende blekingstrinn i prosessen.

Vasking av massen kan deles inn i to separate områder; vasking av ubleket masse og vasking av masse ved bleking. Forskjellen er sammensetning av de urenheter som skal fjernes. Effektiv kjøring av vask med vaskepresser reduserer forbruket av blekemidler i den påfølgende bleking, synker vannforbruket, gir høyere konsistens av utgående masse og reduserer KOF-overbæring. Svært viktig formål med vask er å gjøre forholdene mer egnet for neste blekingstrinn. Dette kan inkludere endring av pH, temperatur og metall innholdet i massen osv.

Flere ulike vaskeutstyr eksisterer i dag som har ulike funksjoner, og i tillegg er de ulike når det gjelder vannforbruk, strømforbruk, konsistens av massen osv.

Masseprodusentene ønsker å produsere den beste kvaliteten på massen i markedet, og oppnå energibesparelser mens de samtidig er nødt til følge miljøvennlige bestemmelser. Dette har fått dem til å forbedre sin drift bestandig, og investert nye teknologier og utstyr. "Jo bedre du kan vaske massen, jo mindre har du til å bleke, jo mindre blekemiddel du bruker, jo mindre utslipp er det." Alt dette her fører til høyere kvalitet av massen og lavere produksjonskostnader.

1.2. Problemstillinger

I denne oppgaven skal undersøkes vaskeresultatet av vaskepressen L5702 under en blekeprosess på Borregaard, og mellom behandlingstrinn E0 og D0. Det skal opprettes en massebalanse for vaskepressen, og finne konsistens av utgående massen i løpet av et år. Data som er nødvendig for å lage en slik massebalanse skal tas ut i fra dataverktøyet "PI" som vi har tilgjengelighet til på Borregaards område. Resultatet vi får fra massebalansen avslører data som er nødvendig for å

evaluere vask dvs. konsistens av utgående masse, Fortynningsfaktor, vaskefaktor. KOF-overbæringen skal måles på laboratorium. Det skal tas ut noen prøver for å måle konsistens. Resultatet fra databehandlingen skal sammenlignes med disse laboratoriums forsøk for å sjekke massebalansesmodul stemmer overens.

1.3. Miljø hensyn

I følge miljøbestemmelser er massefabrikker nødt til å redusere sin kjemikalieforbruk og energiforbruk, samtidig minimere både mengden av vann som brukes, og redusere utslipp av det organiske materialet, AOX, BOF og KOF utslippet i avløpsvannet. I blekingsprosesser som brukes elementær klor produseres og utslippes til miljøet store mengder klorbaserte organiske forbindelser, for eksempel klordioksid (ClO_2) som er svært giftig.

Fra år 1990 ble bruk av elementær klor i delignifiseringsprosessen redusert og erstattet med EKF (uten elementær klor) og TKF (prosesser uten klor) bleking prosesser. TKF bleking reduserer klorforbindelser i vannutslippet ved å fjerne klorforbindelser fra prosessen. Ved EKF bleking som er kuttet ut kun bruk av elementære klor befinner seg en del klorforbindelser i utslippet som er skadelige for miljø. Noen moderne anlegg som bruker EKF bleking kan oppnå AOX utslipp på mindre enn 0,05 kg per tonn produsert masse, mens de fleste ikke oppnår dette lave nivået av utslippet. Innenfor EU er den gjennomsnittlig klorforbindelser for EKF anleggs utslipp, 0,15 kg per tonn.

Utslipp av kjemikalier fra renseanlegg er i dag lav, og sulfittprosessen har blitt betydelig mer miljøvennlig de seneste tiårene. Tidligere, da klogassbleking var vanlig, havnet stor mengde av klorforbindelser i naturen via utslipp av blekingsprosessen. Disse utslipp har blitt mye mindre etter at klogassbleking er blitt forbudt å benyttes.[ref. 13]

1.4. Mest populære internasjonale og norske massefabrikker

1.4.1. Metso

"Massefabrikk ble opprettet i 1999, og har hovedkontor i Finland. Metso er en global leverandør av prosessindustrimaskiner og systemer, kunnskaper, og spesialiserer seg på masse og papirindustrien prosesser, maskiner, utstyr, tjenester samt papirmaskin klær og filter tekstiler. De har levert over 1500 massemaskiner og utstyr for 800 masseproduksjon linjer til kunder over hele verden. Selskapets største markeder er i Europa, Asia og Nord-Amerika. Omtrent en tredjedel av den globale

produksjon av papir er utført på produksjonssystemer levert av Metso Paper og dens forgjengere”. [ref. 2]

1.4.2. Andritz

”Andritz er en globalt ledende leverandør av planter og tjenester for vannkraft, cellulose, papir og metaller. Andritz har hovedkontor i Graz og Østerrike. Andritz opererer over 120 produksjonssteder, service og salgsselskaper over hele verden. ”Andritz Pulp & Paper” er en av de ledende globale leverandører av systemer og tjenester for produksjon av alle typer masse, papir og silkepapir osv. De tilgjengelige teknologiene er for behandling av tømmer og årlige fibre, produksjon av kjemiske og mekaniske masser samt resirkulert papir fiber, gjenvinning og gjenbruk av kjemikalier og produksjon av energi fra biomasse. Andritz benytter seg nye og effektive vaskepresser og Andritz vaskeløsninger er energieffektive og gir en førsteklasses vaskeresultat, noe som gir masse som er egnet for de mest krevende bruksområder”. [ref. 3]

1.4.3. Follum

”Follum ble etablert i 1873 og fusjonerte med Norske Skog i 1989. Det er en ledende produsent innen sitt felt i Europa. Follum ligger midt i den norske skog og har i tre leverer normalt innenfor en radius på 200 km. Produktene sendes via jernbane gjennom Norske Skogs egen terminal i Halden. De største mottakerlandene er Storbritannia, Tyskland, Frankrike og BeNeLux. Eksportandelen for standard avisepapir (ca. 1/3 av produksjonen) er omtrent 50 %. For forbedret avisepapir (ca. 1/2 av produksjonen) og bestrøkningskvaliteter er eksportandelen over 90 %. Disse papirtypene brukes til reklamemateriell og magasiner.” [ref. 34]

1.4.4. Hunsfos

”Hunsfos ligger ved en mindre elv (Otra), en del mil fra Kristiansand. Store deler av bedriftens avløpsvann føres nå i rørledning til Kristiansandfjorden. Hunsfos er et aksjeselskap som fra mai 1999 har konsentrert seg om papirproduksjon. Hunsfos’ produktsortiment består av 900 produkter fordelt på 122 papirkvaliteter. Bedriften leverer til hovedmarkeder: emballasjepapir, rå masse til tapet og finpapir. Emballasjeprodukter er det primære satsingsområdet. Hunsfos var blant de første i verden som gikk over fra kalsium til magnesium som base i sulfittcelluloseproduksjonen (1974). Hunsfos var også tidlig ute med å erstatte klorgass med oksygenbleking. Sommeren 1993 ble klorbleking faset helt ut”. [ref. 4]

1.4.5. Nordenfjeldske massefabrikker

”Nordenfjeldske massefabrikker ligger i Skogn, rett ved Trondheimsfjorden, som er bedriftens hovedresipient. Bedriften ble etablert i 1962 og byttet navn til Norske Skogindustrier AS etterpå. Nordenfjeldske Treforedling fremstiller termomekanisk og avisopapir. Med utgangspunkt i en avtale fra 1992 med Miljøverndepartementet er bedriften i ferd med å bygge et anlegg for produksjon av avsvertet returfibermasse. Denne massen skal brukes til produksjon av avisopapir. De største markedene er Storbritannia, Tyskland, BeNeLux, Danmark og Italia. Bedriftens konkurrenter kommer fra Sverige og Finland, i det siste også fra Canada.” [ref. 5]

1.4.6. Petterson Moss

”Petterson Moss er en integrert treforedlingsbedrift som produserer ubleket kjemisk sulfatmasse og papir. Bedriften tilhører Peterson konsernet, som eier en rekke andre bedrifter: Peterson Sarpsborg, Peterson Sykkylven, Peterson Ranheim, Peterson Greåker og Peterson Säffle i Sverige. Tidligere produserte Peterson også sekkepapir, men etterhvert som markedet for sekkepapir møtte økt konkurranse fra plastsekker, gikk bedriften over til produksjon av kraftpapirproduktet liner. De viktigste markedene er Tyskland, Storbritannia, Nederland, Italia og Frankrike. Peterson er lokalisert i Moss by, like ved Mossesundet, i et område som brukes til noe sportsfiske. Sundet har potensiale som rekreasjonsområde, men bærer i dag preg av celluloseproduksjonen”. [ref. 6]

1.4.7. Saugbrugsforeningen

”Saugbrugsforeningen, som ligger i Halden, eies av konsernet Norske Skog. I dag produserer beriften slip- og termomekanisk masse, som benyttes til å fremstille magasinopapir. Frem til 1991 produserte bedriften sulfittcellulose, som ble brukt til å fremstille papir og rayon. Etter å ha brukt klor i mange år bleker i dag Saugbrugsforeningen sine masser med en kombinasjon av ditionitt og peroksyd. Denne blekingen gir små miljøutslipp. Bedriften har 3 papirmaskiner, fremstiller ca. 120 produktvarianter, og er en av verdens største produsenter av magasinopapir (ca. 12 % av verdensproduksjonen). De viktigste eksportmarkedene er USA, Tyskland og Storbritannia. Saugbrugsforeningen ligger ved elven Tista”. [ref. 7]

1.4.8. Borregaard

”Borregaard er et internasjonalt selskap og er en del av Orkla. Selskapet har 1300 (år 2011) ansatte fordelt på fabrikker og salgskontorer i 20 land i Europa, USA, Asia og Afrika. Fabrikken ligger i Sarpsborg. Selskapet utvikler og leverer spesialprodukter til en rekke anvendelser innen spesialcellulose, lignin, finkjemikalier og tilsetningsstoffer. Borregaard har produsert masse for mer enn 100 år og har levert spesialcellulose for kjemisk behandling siden 1921. Kontinuerlig produktutvikling, moderne og fleksibelt produksjonsanlegg gjør at Borregaard produserer cellulosemasse i høy kvalitet med fokus på viskositet, lysstyrke, renhet, viskositet og reaktivitet. Hovedråstoffet er tømmer som går igjennom en rekke prosesser for å få de ønskede produktene. Borregaard har som målsetting å utnytte mest mulig av sine råvarer i foredlingsprosessen. Bedriften utnytter de ulike bestanddelene i tømmeret til en rekke forskjellige produkter. Framstillingen av kjemiske produkter basert på tømmer (spesialcellulose, lignin, vanillin og etanol) foregår i flere trinn.

Helse, miljø og sikkerhet er integrert på Borregaards forretningsplan slik at alle som skal jobbe der skal først gå gjennom en del sikkerhetsbestemmelser. Selskapet viser samfunnsansvar og arbeider aktivt med tiltak som kan bidra til en forsvarlig miljø- og samfunnsmessig utvikling”. [ref. 8]



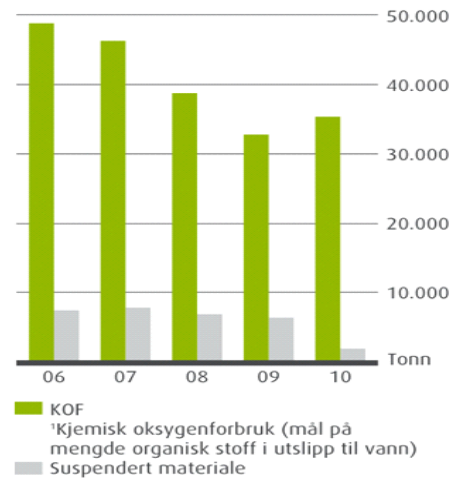
Figur 1.4.1: Bilde av utsiden av Borregaards blekeri.

1.4.8.1. Bleke-trinn på Borregaard

På Borregaard framstilles sulfittmasse og benyttes EKF bleking. Det å få høy stabilitet av lysstyrken i massen er en viktig parameter ved produksjon. Høy temperatur ved bleking forbedrer ødeleggelsen av lignin og andre forbindelser samt deres løselighet. Høy temperatur forenkler vask. Prosessen starter med et alkalisk ekstraksjonstrinn for å bryte ned lignin og senke kostnadene for massebleking og forsetter med en varm D0- trinn, oppløser metallioner og på den måten styrker lysstyrken. Dette forsetter en runde til i en E1 og senere i en D1-trinn som utføres med en høy input av klordioksid og ved svært høyere temperaturer [vedlegg]. Lysstyrken øker med bruk av mer klordioksid, men bruk av klordioksid fører til høy AOX utslipp, derfor må bruk av den begrenses. Meget høy lysstyrke krever effektiv fjerning av alle urenheter. En fire trinnsprosesser (E0-D0-E1-D1) med høy temperatur på ca. 90 °C i D1 trinn er en effektiv blekeprosess. Svært høye temperaturer og lang oppholdstid (se vedlegg) i en D trinn produserer høy lysstyrke stabilitet, (vedlegg). Etter hvert trinn utvaskes urenheter i massen med hjelp av vaskepresser for å gjøre egnet massen til påfølgende bleke-trinn.

1.4.8.2. Utslipp på Borregaard

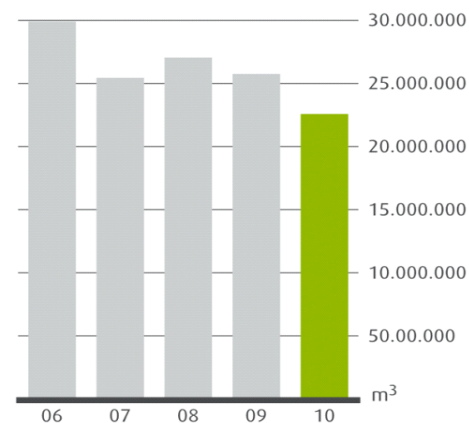
”Borregaard arbeider kontinuerlig på en rekke prosjekter for å redusere utslipp til vann av stoffer som har en innvirkning på miljøet. En av miljøutfordringene er knyttet til utslipp av organisk materiale som har Kjemisk Oksygen Forbruk (KOF) til vann ved Borregaards anlegg i Sarpsborg. Biologisk rensenanlegget på Borregaard i Sarpsborg hadde vært stengt siden 2008 på grunn av risiko av legionærsyken, og dette ble rapportert til myndighetene. I 2010 har utslippet av fiber, klororganiske forbindelser, kobber og fosfor blitt redusert sammenlignet med 2009. (figur 1.4.2) Utslippene av organisk materiale, målt som KOF ble derimot økt. Det pågår flere prosjekter for å redusere disse utslippene, både prosessiltak og prosjekter der langsiktige løsninger for rensing er undersøkt.” [ref. 8]

Utslipp til vann – KOF¹
og suspendert materiale**Figur 1.4.2: KOF utslipp på Borregaard [ref. 8]**

1.4.8.3. Vannforbruk på Borregaard

Vannforbruket i Borregaard var på totalt 22,6 millioner m³ i 2010, og er en nedgang fra 25,7 millioner m³ i 2009. (figur 1.4.3). Vannforbruket i Borregaard har en positiv utvikling, noe som i hovedsak skyldes reduksjon i vannforbruket ved virksomheten i Sarpsborg. I 2008 ble det installert et nytt sileri i blekeriet. I etterkant av dette har det vært mulig å gjennomføre tiltak som har redusert vannforbruket ytterligere. Vann brukes i prosessene til kjøling, damp- og varmtvannsproduksjon, transport av produkter, rensing, vasking m.m. Borregaards vannverk er ett av de største vannrenseanleggene i Norge, og renser 2.000–3.000 liter vann i sekundet.

Vannforbruk

**Figur 1.4.3: Vannforbruk på Borregaard [ref. 8]**

2. MATERIALER OG METODER

2.1. Massetyper

Tre inneholder i utgangspunkt rundt 50 % vann, vanligvis om 45 % cellulose, 25 % hemicellulose og 25% lignin og 5% andre organiske og uorganiske materialer. Etter at tre blir behandlet ved kjemiske prosesser inneholder den mindre enn 5 % lignin, sammenlignet med mekanisk masse som inneholder 40 % lignin. Prosesser og grunnleggende stoffer som er involvert ved bleking av kjemiske masser (som sulfatmasse eller sulfittmasse) er svært forskjellige fra de som er involvert ved bleking av mekaniske masser. Kjemiske masse inneholder svært lite lignin, mens mekaniske masse inneholder mesteparten av lignin som var til stede i tre som brukes til å lage massen. Lignin er den viktigste kilden til farge i masse. Masse produsert på ulike måter har forskjellige egenskaper, noe som gjør dem egnet til spesielle produkter. Mest masse produseres for senere produksjon av papir eller papp. Noen er bestemt for annen bruk som tykke fiberplater eller produkter fremstilt av oppløst cellulose.

2.1.1. Mekaniske masse

Mekaniske masse produseres ved en mekanisk prosess. I den typen av masseproduksjon forblir mesteparten av lignin til stede i tre, og dermed inneholder massen nesten like mye lignin som cellulose og hemicellulose. Det ville være upraktisk å fjerne den store mengden av lignin ved bleking, og det er en fordel når det gjelder kostnadsbesparelsen. Derfor hensiktet med bleking av mekanisk papirmasse er å fjerne bare kromoforer (fargeforårsakede grupper) dvs. ødelegge karbon- karbon dobbeltbindinger og karbonyl grupper. Dette gjøres ved reduksjon eller oksidasjon med hjelp av hydrogen peroksid (H_2O_2), og det pågår ved en pH verdi 12. Hydrogen peroksid kan nedbrytes av transisjonsmetaller slik som jern, mangan og kobber eksistert i massen, som har stor betydning i bleking av masse. Natrium hydrosulfitt ($Na_2 S_2O_3$) sammen med magnesiumsalter og natriumsilikat kan også brukes til bedre bleking av mekanisk masse ved pH verdi rundt 5. I motsetning til hydrogen peroksid som oksiderer de kromoforer, reduserer natrium hydrosulfitt disse fargeforårsakede grupper. Hydrosulfitt reagerer med oksygen, så for effektiv bruk av hydrosulfitt må massens kontakt med oksygen minimaliseres under prosessen. Komplekseringsmidler som EDTA og DTPA kan også bidra til lysheten med nedbryting av jernioner, som bidrar til farge sammen med lignin. Komplekseringsmidler blir brukt for å fjerne mest mulig av disse metallionene før hydrogen peroksid tilsettes for å spare kjemikalier. Lysstyrken oppnådd ved bleking av mekaniske masser er

midlertidige, siden nesten alle av lignin til stede i tre er fortsatt til stede i masse. Eksponering for luft og lys kan produsere nye kromoforer fra dette gjenværende lignin. Dette er grunnen til avisen gullfarger etter en stund. "Mekaniske masser går til produksjon av avispapir og magasiner som ligger i området 55-75 ISO lyshet. Skrivepapir ligger typisk over 104 ISO." [ref. 9]

2.1.2. Kjemiske masse

Formålet med kjemiske masse er å angripe lignin, og det brukes kjemikalier for å nedbryte den og frigjøre fibrene. Lignin og mange andre organiske stoffer er dermed satt i løsningen hvor kjemikalier og lignin og andre organiske stoffer kan inndrives. Utvikling av prosessen er avhengig av en del variasjoner for eksempel kjemiske forbindelser brukt i prosessen. Kjemiske masse blir delt på to forskjellige grupper; sulfatmasse og sulfittmasse.

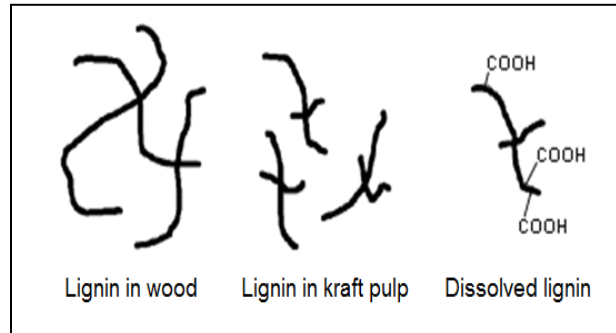
2.1.2.1. Sulfatmasse

"Den dominerende prosessen for fremstilling av kjemiske masse er sulfatprosess som også kalles kraftprosess. Kjemiske masse uansett sulfatmasse eller sulfittmasse fremstilles ved nedbryting av stor del av lignin og hemicellulose, og derfor består av nesten ren cellulose.

Den sulfatprosessen er alkalisk, og cellulose som er den viktigste årsaken til styrken av massen nedbrytes ikke noe særlig ved alkalisk forhold, og derfor produserer sulfatprosessen storsett papir med høy kvalitet. Men en stor del av veden mistes for å frigjøre vedfibrene, og derfor er sulfatprosessen ikke effektiv prosess.

Ved koking av massen benyttes kjemikalier slik som natriumsulfid (Na_2S) og natrium hydroksid (NaOH). Man ønsker å beholde fibrene så lange, sterke og hele som mulig, og derfor må koketiden være lenge nok for god nedbryting av ligninet, men samtidig bevare mest mulig av eksisterende cellulose.

Siden kjemikalieforbruket er svært høyt i sulfatprosessen er det lønnsomt å gjenvinne det, derfor må den væsken som er en blanding av utløste materialet og den kjemikalien, kalles for svart lut fordampes og forbrennes slik at det brennbare organiske materialet skal kunne forbrennes effektivt og kokekjemikalierne blir i varetatt." [ref. 10]

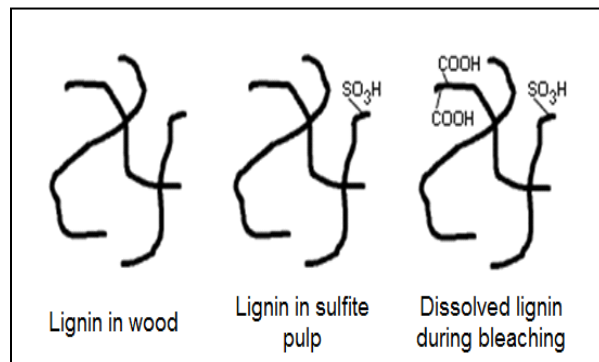


Figur 2.1.1: Ligninsnedbryting ved sulfatmasse produksjon

2.1.2.2. Sulfittmasse

”Den første massefabrikken med sulfittprosessen ble bygget i Sverige omtrent i 1874, brukt magnesium som motion. Sulfittprosessen var den dominerende prosessen for å lage masse til det var overtatt av sulfatprosessen i 1940-årene.”, [ref. 11]. Miljøproblemer har i mange tilfeller blitt dyrere å løse ved sulfittmasse prosesser i forhold til sulfatmasse prosesser, og dette har resultert til høyer vedlikeholdskostnader, blant annet pH regulering av fordamping kondensat, reduksjon av svovel utslipp og fjerning av organiske forbindelser. Den sulfittprosessen er sur, og en av ulempene er at de sure forholdene hydrolyserer noe cellulose, noe som betyr at sulfittmasse fibrer ikke er så sterk som sulfatmasse fibrer, og det er den viktigste årsaken til lav sulfittmasse produksjon. Det må være opplyst at i enkelte spesielle sulfittmasse kan disse egenskapene være like god eller enda bedre, dessutten en fordelen med sulfittmasser er at de er lettere å blekes.

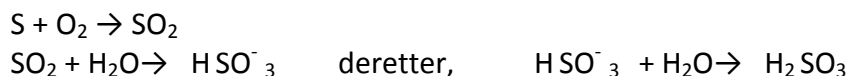
”Sulfittprosess utgjør mindre enn 10 % av den totale kjemiske masseproduksjonen.” [ref. 11]. Produktet av sulfittprosessen går til hvit papir, klær, fylleremidler, og viskositetsendringer, mens i andre massefabrikker som produseres sulfatmasse går massen til produksjon av kartonger og sekkpapir.” [ref. 11]



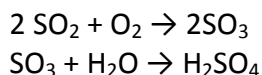
Figur 2.1.2: Ligninsnedbryting ved sulfittmasse produksjon, [ref 15]

2.1.2.2.1. Framstilling av sulfittmassen

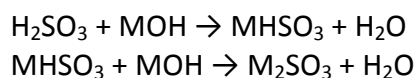
”Den sulfittprosessen er en kjemisk prosess og produserer masse som er nesten ren cellulose fibre med bruk av ulike salter av svovelsyre til å fjerne lignin fra massen i store trykkbeholdere kalt råtnetanker. De saltene som brukes i sulfittmasse produksjonen for å fjerne lignin er enten sulfitt (SO_3^{2-}), eller bisulfitt (HSO_3^-), avhengig av pH-verdien. Metallioner kan være natrium (Na^+), kalsium (Ca^{2+}), kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}) eller ammonium (NH_4^+), se tabell 2.1.1. Magnesium og natrium ioner tillater høyst kjemisk gjenvinning. Kalsium er relativt billig og brukes i noen massefabrikker fortsatt, blant annet på Borregaard. Men den dominerende sulfittprosessen i Europa er det magnesium sulfittmasse prosesser. Sulfittmasse utføres mellom pH 1,5 og 5 ved temperaturer mellom 130-160 °C, ved å endre mengden, sammensetningen og typen av kjemikalier. Derfor tillater bruk av sulfittmasse produksjon mange forskjellige typer og kvaliteter av kjemiske sulfittmasse. I sulfittprosessen reagerer svovel med riktig mengde av oksygen for å gi svoveldioksid, som deretter absorberes i vann for å gi svovel syre.” [ref. 11]



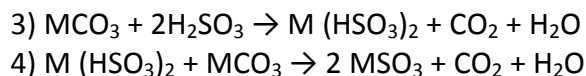
Noen ganger blir det dannet svovel trioksid (SO_3) ved reaksjon mellom svovel og oksygen, men det må unngås siden det gir uønsket svovelsyre (H_2SO_4) når den er oppløst i vann. Denne typen av svovelsyre er uønsket fordi det nedbryter cellulose uten å bidra til fjerning av lignin. Reaksjonen er beskrevet nedenfor;



Deretter tilsettes enten hydroksider, MOH til svovelsyren, der metallioner er Na^+ , K^+ eller NH_4^+ .



Eller karbonater, MCO_3 , der metall ioner er Ca^{2+} eller Mg^{2+} .



Tabellen nedenfor viser sammensetninger av ulike sulfittmasse for en viss pH verdi.

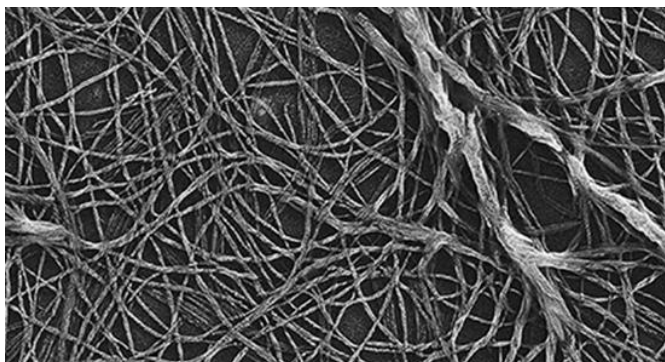
Tabell 2.1.1: Sulfittmasse prosesser ved forskjellige pH-verdi, [ref.47].

Prosesser	pH	Metallioner	Aktive stoffer	Koketemp eratur	Bruksområde
Sulfittsyre	1-2	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺	SO ₂ *H ₂ O, H ⁺ , HSO ₃ ⁻	125-143	Spesiell papir, tørke papir, printing papir
Bisulfitt	3-5	Mg ²⁺ , Na ⁺	HSO ₃ ⁻ , H ⁺	150-170	printing papir, tørke papir
Neutral sulfitt	5-7	Na ⁺ , NH ₄ ⁺	HSO ₃ , H ⁺	160-180	Semi kjemikal masse
Alkaliske sulfitt	9-13,5	Na ⁺	SO ₃ ²⁻ , OH ⁻	160-180	Sulfat masse

2.2. Bleking (delignifisering)

2.2.1. Hensiktet med delignifisering

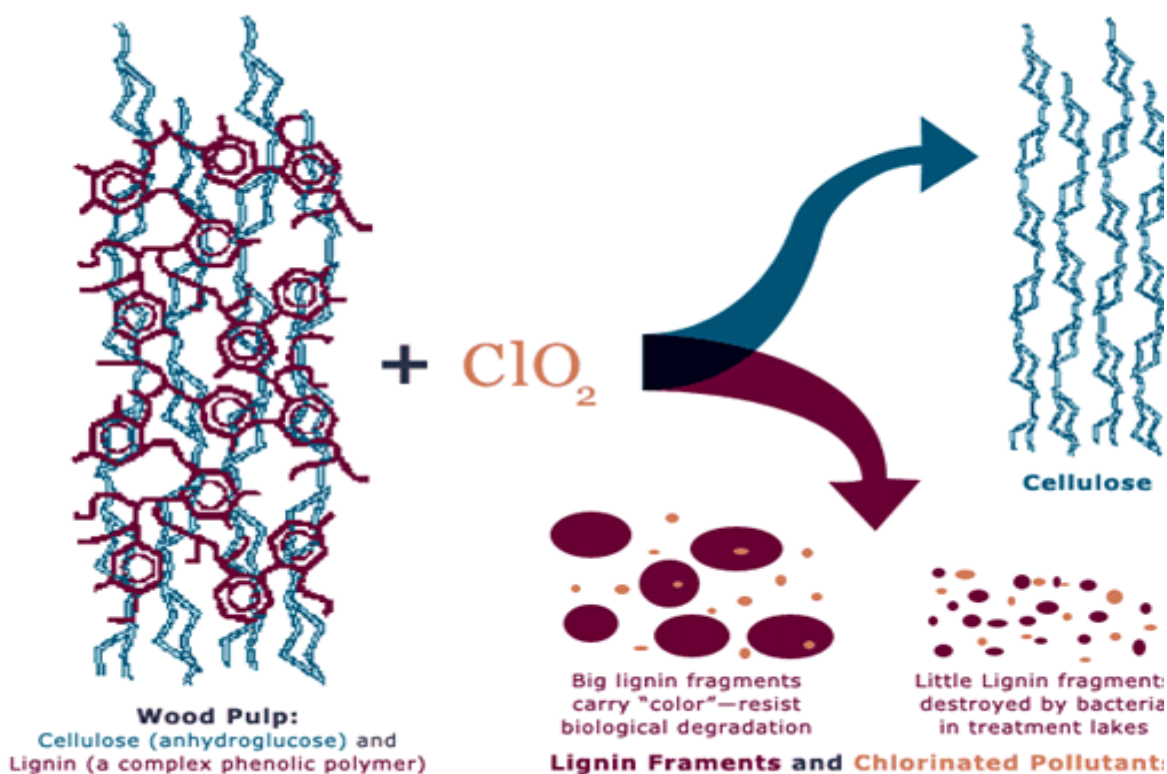
En av metodene som benyttes for bleking av masse er å delignifisere den. Målet er å nedbryte lignin som er hovedårsaken til farge i massen. Ved delignifisering erstattes kjemikalier med hydrogen på lignin molekylerne som er strukturert i ring, og lager forskjellige molekyler enn lignin. Enkelte kjemikalier angriper også cellulose, men ved en viss pH verdi. Cellulosemolekylerne inneholder lange fibrer og gir styrke til massen, derfor skal den bevares slik som i utgangspunktet. Verken klordioksid, ozon eller oksygen har en direkte virkning på kromoforer i lignin. Bildet nedenfor viser cellulosefibre.

**Figur 2.2.1:** cellulosefibrer [ref. 12]

Typiske kjemikalier som har vært lenge i bruk er klor (C), klordioksid (D), ozon (O₃), oksygen (O₂) og hydrogen peroksid (P), som sammen med en alkalisk ekstraksjon (E) bidrar til bleking av masse.

”Typisk tradisjonell blekingsprosess var CEHDED, den store del av det innværende lignin ble fjernet med den billigste kjemikalie dvs. Klor (g), og bare siste trinn av ligninfjerning ble brukt dyre klordioksid. Men største ulempen med klorforbruk var den store mengden av klorforbindelser i avløpsvannet. For å forhindre dette ble i enkelte massefabrikker brukt klordioksid (ClO₂) sammen med klor i C-trinn.

Massen kan også blekes helt uten klorforbindelser. Denne typen oksygenkjemiske bleking er vanligvis kjent under forkortelsen TKF. Blekekjemikalier i TKF bleking er oksygeninnholdende kjemikalier slik som kun oksygen, hydrogenperoksid og ozon. Massefabrikker i nordiske land slik som Borregaard har også sluttet bruk av klorgass i massebleking siden 1994, og den dominerende metoden siden da har vært EKF bleking.” [ref. 13]



Figur 2.2.2 : Nedbryting av lignin ved delignifisering med klordioksid. [ref. 14]

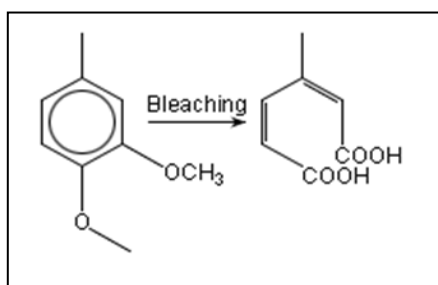
”Bleking inkludert med et elementært klortrinn for eksempel klordioksid var den dominerende metoden over lang tid. Selv til og med i 1990 ble ca. 94 % av bleket masse produsert med hjelp av minst et klortrinn. Siden da har imidlertid situasjonen endret seg, hovedsakelig for miljømessige grunner, og AOX utslipp i avløpsvann ble redusert i en høy grad.

The trykksatte reaktor (EO) har gjort det mulig å blande små mengder oksygen gass inn i massen ved alkalisk ekstraksjon (E), hvor massen blir bedre delignifisert. Små mengder hydrogen peroksid kan også brukes i (E), for å forbedre delignifiseringen, fordi hydrogen peroksid ikke krever trykksatt

reaktorer. Dette trinnet kalles for (EOP). På Borregaard brukes EDED, og prinsippet er at det brukes alkaliske ekstraksjon i første og tredje trinn for å utvaske oppløste lignin, så brukes klordioksid etter hvert ekstraksjonstrinn.” [ref. 13]

2.2.2. Blekingstrinn

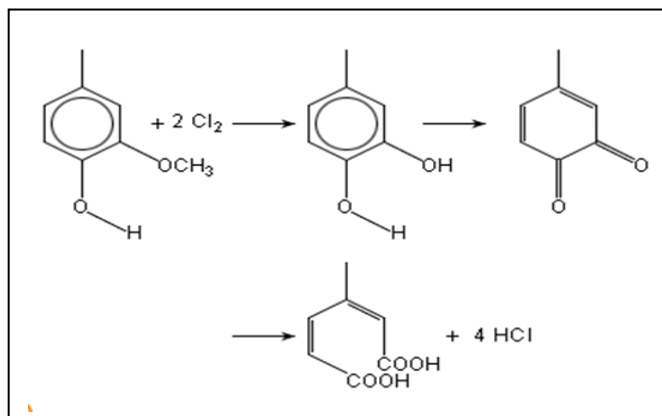
Alle blekekjemikalier gir samme globale reaksjonen på lignin, som vist ved figuren nedenfor. Dette globale reaksjonen er en oksidasjon involverer fire elektroner per aromatisk ring.



Figur 2.2.3: Generell formel for nedbryting av lignin ved bleking av masse, [ref. 15]

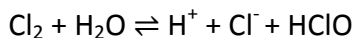
2.2.2.1. Klor og hypokloritt

Klor (Cl) og hypokloritt (ClO) forekommer ikke i ren naturlig form, og det finnes ofte i klorforbindelser. De er et svært reaksjonsvillig grunnstoff og brukes som blekingsmidler. Ved bleking erstattes klor eller hypokloritt med hydrogen på lignin molekylene som er strukturert i ring.



Figur 2.2.4: Nedbryting av lignin med klor (g), [ref. 15]

Klor angriper noe av cellulose også, men denne reaksjonen skjer ofte ved pH 7, hvor hypokloritt syre (HClO), er den viktigste klorforbindelsen i løsningen;



For å unngå høyt nedbryting av cellulose, utføres bleking av klor ved pH < 1,5 eller ved pH > 8 som dannes hypoklorid, ClO^- , som også er nyttig for lignin fjerning.

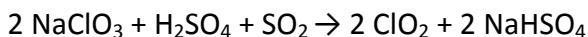
Natrium hypokloritt (NaOCl) kan framstilles ved å reagere klor med natrium hydroksid som er også nytting for fjerning av lignin.



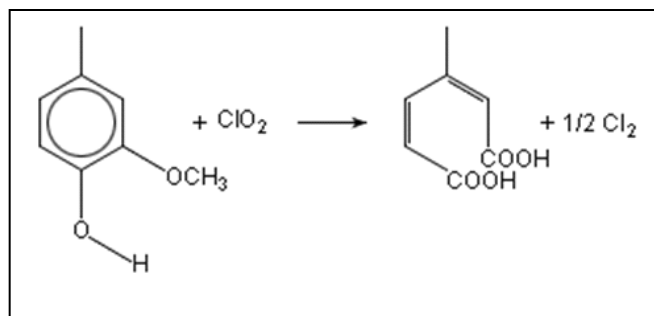
Den viktigste ulempen til bruk av klor ved bleking av masse er den store mengden av vannløselig organiske klorforbindelser som produseres og slippes ut i avløpsvann (Cl^- , ClO^-). Som blekekjemikalie kan klor kan erstattes delvis eller fullstendig av det klordioksid, spesielt på slutten av blekingsprosessen.

2.2.2.2. klordioksid

Klordioksid, ClO_2 er også en ustabil gass med moderat løselighet i vann. Det fins vanligvis oppløst i vann og brukes umiddelbart fordi det brytes ned og er eksplosiv i høyere konsentrasjoner. Den produseres ved å reagere natriumklorat (NaClO_3) med et reduksjonsmiddel som svoveldioksid.



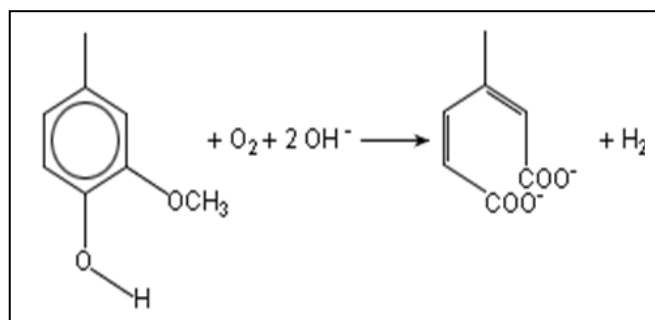
Klordioksid brukes noen ganger i kombinasjon med klor fo bleking av masse, men det brukes alene i EKF (elementær klorfree) bleking. Denne blekingen skjer ved moderat sure pH 3,5 til 6. Bruk av klordioksid minimerer dannelsen av utslippet av organiske klorforbindelser. Ved delignifisering av massen med klordioksid dannes klor (g). Nedenfor viser illustrasjonen av reaksjonen som skjer ved delignifisering ved hjelp av klordioksid.



Figur 2.2.5: Nedbryting av lignin ved bleking av masse med klordioksid, [ref. 15]

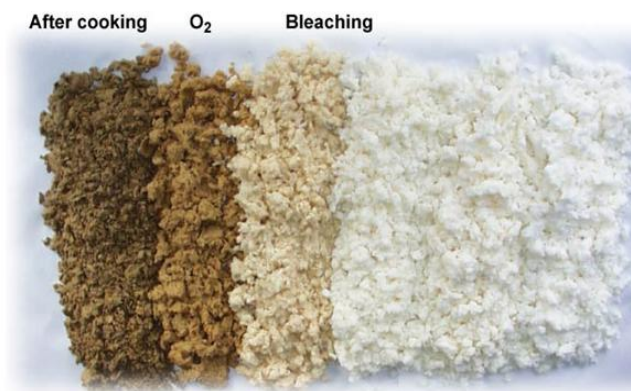
2.2.2.3. Oksygen

Oksygen er den mest økonomiske måten å utføre delignifisering. Oksygen delignifisering utføres under pH-verdi 12, og kan oppløse både organiske og uorganiske stoffer, og kan benyttes både på EKF bleking og TKF bleking. Ved tilføring av oksygen på metallforbindelser, spesielt jern, mangan og kobber under lav pH-verdi, skjer mange radikale reaksjoner og dermed oksygen delignifisering. Mens radikale reaksjoner er i stor grad ansvarlig for delignifisering er de skadelige for cellulose også, og kan føre til nedbryting av cellulose kjeder. Tilsetning av magnesium salter til oksygen delignifisering kan bevare cellulose kjedene. De variablene som påvirker oksygen delignifiseringen er tid, temperatur, pH - verdi, konsistens av massen og viskositet av massen. Figuren nedenfor illustrerer reaksjonen som skjer ved oksygen delignifisering.



Figur 2.2.6: Nedbryting av lignin med oksygen ved bleking av masse, [ref. 15]

Formålet med oksygen delignifisering er å gjøre massen mer blekevillige til påfølgende blekingstrinn, å minimere forbruket av kjemikalier som er skadelige for miljø, og redusere vaskevann behovet og antall nødvendige vasketrinn.

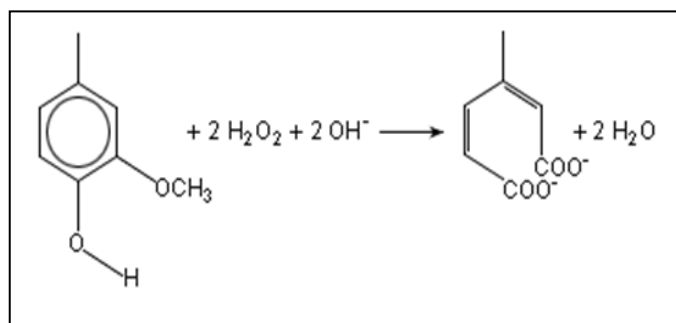


Figur 2.2.7: Lyshetsgrad av massen ved oksygen delignifisering og blekingstrinn, [ref. 16]

Oksygen delignifisering er nå et godt etablert teknologi i de fleste massefabrikker. I noen land bruker oksygen delignifisering trinn for å redusere antall nødvendige vask av massen før blekingstrinn. Enkelte papirfabrikker i utviklede land har selv adoptert to trinn med oksygen delignifisering (oksygen og post- oksygen delignifisering) for å redusere vaskebehovet mest mulig.

2.2.2.4. Hydrogen peroksid

I TKF bleking kan brukes hydrogenperoksid (H_2O_2) for bleking av kjemiske masse og dette må skje ved høyere pH og temperatur enn ved bleking av mekaniske masse, stortsett ved pH-verdi fra 2 til 4. Prosessen er mye lik det oksygen delignifisering i forhold til radikaler og produkter som dannes. Hydrogenperoksid er en type blekemiddel som kan i vanlige løsninger oksidere eller redusere en rekke av organiske og uorganiske stoffer. Metallioner, spesielt mangan er ugunstige for hydrogenperoksidbleking, så en bedring i effektiviteten av dette steget kan oppnå ved kontroll av metallnivåene i alkaliske filtret.

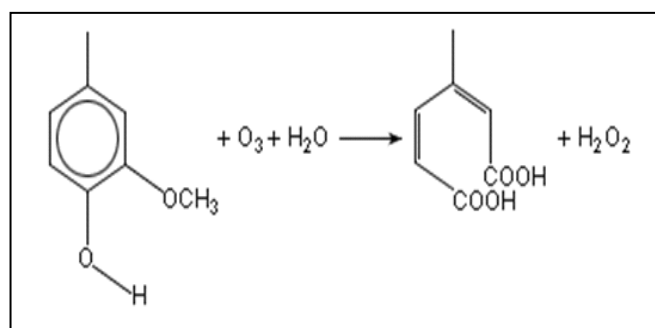


Figur 2.2.8: Nedbryting av lignin ved bleking av masse med hydrogenperoksid, [ref. 15]

Til tross for den kraftige oksiderende evne til hydrogen peroksid fungerer den som en reduktant når det reagerer med sterkere oksidasjonsmidler som klor, kalium permanganat, og kalium dikromat. Den reaksjonsmekanismen er svært kompleks, og påvirkes av reaksjonsforhold og type katalysator. Hydrogen peroksid kan brukes med oksygen i samme blekingstrinn, og dette betegnes med PO i blekingsprosessen. Hydrogen peroksid kan erstatte klor eller hypokloritt enten delvis eller helt. Siden klor eller klordioksid angriper cellulose i tillegg til lignin, kan kvaliteten av papirmasse forbedres når hydrogen peroksid brukes som en erstatning. Dette øker viskositet av papirmasse og øker lysstyrken. Det blir også kvitt av en større kilde til klorforbindelser og gir mulighet for lavere behov for blekemiddel, dermed reduserer fordampning kostnader og forbedre blekingseffektivitet.

2.2.2.5. Ozon

Ozon (O_3) er et ustabilt molekyl som er satt sammen av 3 oksygenatomer. Ozon virker kraftig oksiderende, og kan brukes til nedbrytning av lignin molekylene ved bleking. Noen av de kjente og utviklede massefabrikker som Metso bruker ozon i et separat trinn for å fjerne lignin, og gjøre massen lysere. Ozon bleking er mulig med ulike konsistenser av masse, men det fungerer særlig bra med en høy konsistens, dvs. med masse som bare inneholder litt vann og har fibrer som er dekket med et tynt lag av vann. Ozon bryter ned karbon- karbon dobbeltbindinger i lignin inkludert i den aromatiske ringen, og den største fordelene med å bruke den til bleking av masse er at celluloseforbindelser ikke brytes ned. Ozon ble tidligere brukt som blekemidler i uten klorholdige prosesser TKF i en periode, men den blir også brukt i EKF bleking.

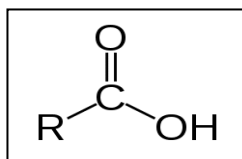


Figur 2.2.9: Nedbryting av lignin med ozon ved bleking av masse, [ref. 15]

2.3. Oppløsningstrinn

2.3.1. Ekstraksjonsvask (E-trinn)

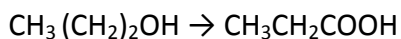
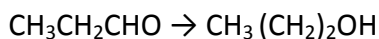
Dette blekingstrinn fjerner organiske forbindelser, slik som nedbrutte lignin i hovedsak. Alle blekemidler som benyttes til delignifisering av kjemiske masse bryter ned lignin i mindre oksygeninnholdende molekyler. Disse forbindelsene er normalt løselige i vann, spesielt i alkaliske forhold hvor pH er større enn 7, fordi mange av produktene er karboksylsyrer. Dette kan skje gjerne med tilsatt av natriumhydroksid (NaOH). Karboksylsyre er en organisk forbindelse, karakterisert ved at molekylene inneholder en COOH- gruppe, det vil si et oksygenatom forbundet til et karbonatom med en dobbeltbinding, og et oksygenatom til forbundet til samme karbonatom med en enkeltbinding og på motsatt side til et hydrogenatom med en enkeltbinding slik som figuren under viser.



Figur 2.3.1: *Generell formel for karboksylsyrer.*

Karboksylsyrer kalles derfor ofte for organiske syrer. Når atomene er sammenbundet på denne måten, vil hydrogenet kunne løsri seg som et hydrogenion i vann. Det er det som gjør stoffet til en syre. Formelen med HCOOH framstiller maursyre. Den neste karboksylsyren er CH₃COOH. Når vi forlenger kjeden trinn for trinn med atomgruppen -CH₂-, får vi nye karboksylsyrer som tilhører samme homologe serier. Noen vanlige karboksylsyrer er acetylsalisylsyre, askorbinsyre, eddiksyre, maursyre, oksalsyre, propionsyre, sitronsyre, og fettsyrer.

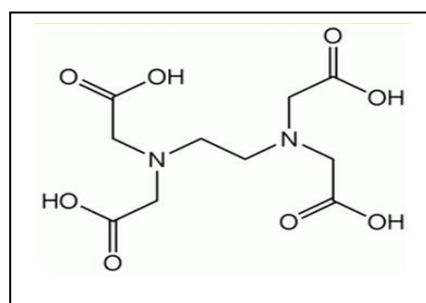
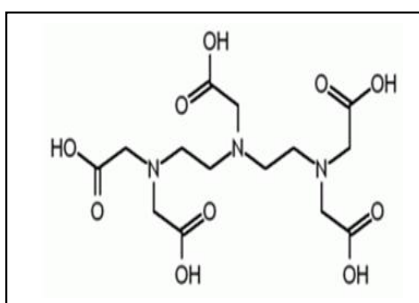
Molekylene til disse karboksylsyrene har bare enkeltbindinger mellom C-atomene. Karboksylsyrer kan dannes ved å oksidere et aldehyd som vist i oksidasjonen under:



Stoffer som er oppløst ved ekstraksjonstrinn må fjernes før eneste bleketritt ved hjelp av en vaskepress for å minimere kjemikaliebruken i blekeprosessen.

2.3.2. Kompleksring (Q-trinn)

I massefabrikker med TKF- blekingsprosesser må transisjonsmetaller som befinner seg i massesuspensjon oppløses før hydrogenperoksid- trinn som er svært følsom for selv lav tilstedeværelse av disse typer av metallene ved en såkalt "Q-trinn". Oppløsingen kalles for "chalente vask", hvor massen blir behandlet med komplekserende stoffer slik som DTPA eller EDTA for å redusere innholdet av transisjonsmetaller i massesuspensjonen, spesielt mangan. Ved å velge riktig pH verdi i Q-trinn er det mulig å oppløse det meste av skadelige transisjonsmetaller i massen, men beholde det meste av magnesium som er et gunstig metall. "En effektive "chalente vask" skjer ved en pH verdi av 5-7". [ref. 15]. Men lavere pH - nivå er sett å bli brukt også i noen tilfeller.



Figur 2.3.2: DTPA (Diethylene triamine pentaacetic acid), og EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid), [ref. 15]

Vask med komplekseringsmidler er mer vanlig i TKF- prosesser av to grunner; den ene er at surt klor- eller klordioksidstrinn som fjerner metaller i større grad, og den andre er at TKF- prosessen er mer avhengig av oksygenbaserte blekemidler, slik som hydrogen peroksid som er mer følsom for disse metallene.

Etter Q-trinn er det nødvendig å bruke en effektiv vaskemaskin for å fjerne oppløste transisjonsmetaller fra massen. Det foretrekkende vaskepress i denne situasjon er et trykk med høy utgående konsistens av massen.

2.4. Vasking

Oppløste transisjonsmetaller, metallioner eller nedbrutte lignin i massesuspensjonen må fjernes for å unngå høyt forbruk av vann og blekekjemikalier, fordi at mange av disse mindre molekyler er fortsatt utsatt for oksidasjon og kan bruke ekstra mengde av blekekjemikalier. Effektiv vask minimerer vannforbruket, gir lavere utslipp av organiske forbindelser i avløpsvannet og leverer masse med en høy kvalitet, dvs. lav KOF- overbæring og høy konsistens.

2.4.1. Grunnleggende vaskeprinsipper

Urenheter som må fjernes med vask skjer ved flere grunnleggende prosesser slik som fortynning, miksing, avvanning, diffusjon og fortrenkning. Alle typer av vaskepressene opererer alle eller noen av disse prosessene. Den enkleste måten å utføre vask er å fortynne fiberinnholdet massen med vaskevann, og blande den til en jevn suspensjon. Etter at urenheter flyter seg til væsken, filtrere eller presse fiberinnholdet væsken ut av suspensjon.

Det andre vaskeprinsippet er basert på å fortrenge den frie væsken fra massen med vaskevann. Disse prinsippene er brukt i ulike kombinasjoner i masseindustrier i de nye vaskepressene. Vasking i massefabrikker er ikke en enkel prosess, og det skjer i flere vasketrinn. Dette sikrer et tilfredsstillende vaskeresultat med en moderat mengde av vaskevann.

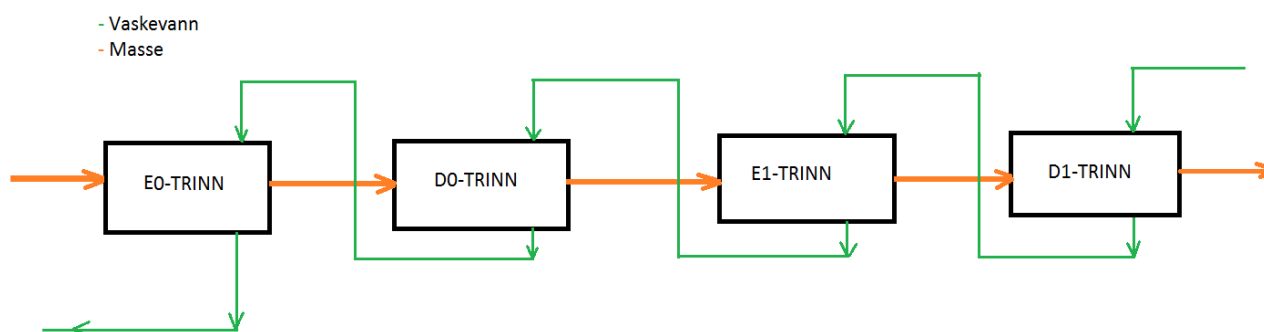
2.4.2. Vaskemekanismen ved massesuspensjon

Væske i massesuspensjonen består av to faser; den frie væskefasen og den fiberfasen som er bindet i massen. Den frie væsken fjernes ganske lett under senere press, men den bindete væsken kan bare fjernes ved diffusjon. Det er en langsom prosess, og er blant annet avhengig av tid, temperatur, trykk, og kjemisk sammensetningen av vaskevannet. Det tar tid å fjerne urenheter gjennom diffusjon, men kan behandling av tilstander føre til raskere og bedre fjerning av urenheter.

2.4.3. Motstrøm vaskesystem i blekeprosessen

Mengden av avløpsvann fra blekeriet er i tillegg til vannforbruk sterkt avhengig av vaskesystemet. Selv om det beste vaskeresultat oppnås ved å bruke ferskt vann, men stort sett kommer det vaskevannet fra tidligere vasketrinn. I noen av vaskesystemer brukes ferskvann i hovedsak kun i det siste vasketrinn.

De fleste vaskesystemene har flere vasketrinn. Normalt er vaskevannet organisert i en motstrøm sirkulasjon, dvs. massen beveger seg i motsatt retning til strømmen av vaskevann. Vaskevann og masse strømmer i motsatt retning for å sørge for at vannforbruket holdes på et fornuftig nivå uten å ofre vaskeresultat. Figuren under viser strømsretningene av vann og masse i blekeriet på Borregaard.



Figur 2.4.1: Blekingsprosess på Borregaard

2.4.4. Vaskenødvendighet

Vask av kjemiske masse både før og etter hvert oppløsningstrinn eller blekingstrinn er nødvendig. Forbruk av kjemikalier både i EKF og TKF blekingsprosesser er høyere når det er en overbæring av organiske stoffer (KOF-overbæring), i tillegg må vannforbruket økes for å få fjernet alle kjemikalier. Dette gir en høy mengde av avløpsvann som er skadelig for miljøet.

I en EKF-blekingsprosess er ekstraksjonstrinn og klordioksidstrinn de sentrale trinn, fordi de fjerner det meste av lignin og uorganisk materiale fra massen. Derfor gir en effektiv vask etter de to første trinn god kjemisk lønnsomhet for bleking.

I noen massefabrikker som benyttes ozon for bleking av massen er ozon-trinn ganske følsomt for urenheter, og derfor er vask gunstig før dette trinnet. Når det gjelder transisjonsmetaller har tidligere undersøkelser vist at de lager vanskeligheter ved hydrogen peroksidstrinn, og derfor krever deres fjerning god vask før dette trinnet.

På massefabrikker er vasking viktig etter det siste blekingstrinn for å minimere overbæringen av urenheter som bidrar til økning av KOF i massen.

2.4.5. Påvirkning av pH-verdi og temperatur ved vasking av masse

Ulike forhold i prosessen gir forskjeller mellom vask av ubleket masse og vask mellom blekingstrinn. Ved vasking mellom blekingstrinn kan prosessens temperatur justeres fra 30 °C til 120 °C, og pH-verdien fra 2 til 13, mens i vasking av ubleket masse varierer temperaturen normalt fra 80 til 120°C, og pH er alltid høyere enn 10,5 til å holde organisk materiale løselig. Disse endringene i forhold, hovedsakelig i nivå av pH- verdien er for å påvirke vaskemåten av det organiske og uorganiske urenheter. Store endringer i surhetsgrad kan oppløse både organiske og uorganiske stoffer, spesielt metallforbindelser. For eksempel ved ekstraksjonstrinn oppløser det alkaliske forholdet organiske forbindelser, og det sure klor eller klordioksid fjerner metallioner, siden metallioner er generelt mer løselige ved lav pH verdi. Vask av transisjonsmetaller med komplekseringsmidler, slik som EDTA eller DTPA i TKF- prosesser blir vanligvis gjort ved høyt pH-verdi eller i nærheten av pH 7. Lavere pH-verdi er mer effektiv for å fjerne metallioner, men den også fjerner mer av de gunstige metallioner, spesielt magnesium.

2.4.5.1. Alkaliske og sure filtrater

Filtratet fra ulike vasketrinn varierer når det gjelder sammensetning på urenheter i massesuspensjon. Etter hvert eneste vasketrinn kan det filteratet deles inn i alkaliske eller sure filtre ut i fra hvilke kjemiske egenskaper de har. Ved vask av ubleket masse er filteratet basisk og rik på organiske stoffer, men når det gjelder vask etter blekingstrinn eksisterer både alkaliske og sure forbindelser.

Den kjemiske sammensetningen av det filteratet ved bleking er avhengig av mengden av innkommende rå materiale og de vilkårene under blekingsprosessen. For eksempel noen tretyper som furu og bjørk inneholder organiske stoffer to tredjedeler og uorganiske forbindelser en tredjedel av tørrstoffet. Akkurat som i ubleket massevask er den alkaliske filteratet mellom blekingstrinn rik på organiske stoffer, mens den sure filteratet inneholder mye uorganisk materiale.

Både alkaliske eller sure massen har innvirkning på vaskepressene og kan føre til utkastsproblemer eller pluggingsproblemer som kan påvirke vaskeeffektiviteten av vaskepressen.

2.4.6. Oppførselen av ulike materialer i en massesuspensjon ved vasking

Den frie væsken i en massesuspensjon kan ganske lett fjernes ved vask, men fjerning av den innerste væsken som befinner seg i nærheten av fibre, og som regel inneholder større mengde av urenheter, er en langsom prosess, og er avhengig av tid, temperatur, trykk og kjemiske forhold. Selv om det tar lang tid for at urenheter fjernes gjennom diffusjon, kan behandling av tilstander føre til raskere og bedre fjerning av urenheter. Effektiv fjerning av organiske og uorganiske forbindelser krever ulike behandling av massen under blekingsprosessen og vaskeprosessen.

2.4.6.1. Organiske materiale

Når det gjelder TKF prosesser fjernes hovedsakelig lignin ved ozon delignifisering, mens når det gjelder EKF- blekingsprosesser, slik som prosesser på Borregaard, fjernes lignin hovedsakelig ved ekstraksjonstrinn. Ved ekstraksjonstrinn blir massen blandet med natriumhydroksid (NaOH) for å få en pH på over 10, og mengden av lignin som kan bli fjernet fra massen avhenger av natrium konsentrasjonen som bestemmer pH verdien i massesuspensjonen. Ved klordioksidstrinn løses opp store deler av ikke-lignin materialer (karbohydrater) i tillegg til litt lignin.

Ved EKF blekingsprosesser resulterer fjerning av organiske materialer fra fibre ved klordioksidstrinn til en økning av KOF i den frie væsken. Oppførselen av organiske materialer under vasking beskrives ut i fra økning av KOF i den frie væsken, og det skjer i to trinn, en rask fase etterfulgt av en mye tregere fasen.

2.4.6.2. Uorganiske materialer

2.4.6.2.1. Metaller og Metallioner

Metallioner eksisterer i hele masseprosesser og blekingsprosesser. Den primære kilden til metallioner i massen er skogen, som inneholder varierende kombinasjoner og konsentrasjoner av jern, mangan, kobber, aluminium, kalsium, magnesium, og andre metaller. Metallioner befinner seg også i filteratet og kjemikalier som brukes under masse produksjon.

Metaller spiller en viktig rolle ved bleking av masse, og deres funksjon og innflytelse påvirker bleking og effektiviteten av vask. Noen metaller som mangan er skadelige for bleking av masse, mens andre

som magnesium er gunstige for at de ikke bidrar til nedbryting av cellelusemolekylene. Effektiv fjerning av skadelige metaller ved vasking kan optimalisere bruk av vaskevann, derfor er det viktig å forstå deres oppførsel i prosessen.

Oksygenbaserte blekingstrinn, slik som hydrogen peroksid og ozon -trinn er svært følsomme for tilstedeværelsen av selv svært lave konsentrasjoner av metallioner. En effektiv fjerning av metall og effektive massevasking er derfor nødvendig, særlig i TKF prosesser. Metaller fjernes effektiv i sure forhold, og PH- verdien i løsningen bestemmer graden av fjerning av metall .

Ved utvasking av metalliske komponenter slik som kalsium, mangan og magnesium nådde konsentrasjonen av disse metallene i frie væsken et visst nivå i kort tid, og etter det raske fase tok langsom utvasking over.

Metallioner bundet til massen er på sitt laveste nivå under bestemte pH-verdier, for de er i løselige form og befinner seg i den frie væsken, da er de lett å fjernes ved utvasking, for eksempel under pH verdi på 1,5 - 2 finnes lite av mangan på fibre bundet til massen, da kan det lett bli fjernet ved vasking. Ettersom hydrogenioner minker, øker mengden av metallioner bundet til massen, men blir fortsatt konstant over en viss pH verdi. Den kunnskapen benyttes for fjerning av metallioner ved justering v suspensjonens pH-verdi. Den utvasking av kalsium og særlig mangan i langsomme fasen varer lengre sammenlignet med magnesium som er gunstig metall.

Når pH i en massesuspensjon justeres fra alkaliske til sure, øker konsentrasjonen av metallioner slik som Ca, Mg og Mn i frie væsken raskt. Til tross for det langsomme og tidkrevende fasen skjer en del av metallet fjerning i den langsomme fasen.

Effektiv vask etter dette trinnet har også en indirekte effekt på massens lysstyrke. Egenskapene til filteratet om den er alkalisk eller surt har også en betydelig effekt på fjerning av metallioner, men vaskeeffektivitet har likevel en større innvirkning på massens lysstyrke enn kvaliteten på vaskevann.

2.4.6.2.2. Klorforbindelser

I massefabrikker som benyttes et effektivt vaskesystem, sirkuleres en del av alkaliske filteratet ved klordioksidstrinn tilbake først til vasking av ubleket masse, og deretter til kjemisk gjenvinning. Derfor ønskes lave nivåer av klorforbindelser i alkaliske filterat, fordi disse forbindelsene er uønsket i kjemisk utvinning på grunn av deres store rolle i å skape korrosjon problemer, deres innvirkning på plugging og miljøforurensning. Dette oppnår vi med å minimere bruk av klordioksid som blekemidler, og fjerne eksisterende metaller før gjenbruk av filteratet ved påfølgende vasketrinn. Den totale mengden av klor i filteratet er interessant å undersøkes på grunn av sin store rolle i å skape korrosjonsproblemer og effekten på plugging og dens innvirkning på miljø. Så langt det gjelder

miljø er noen av de problematiske forbindelser som fins i blekingsutslipp forskjellige fra organiske klorforbindelser.

Mengden av overbæring av klorforbindelser er også avhengig av kvaliteten av vaskevann, egenskapen av vaskevannet, mengden av klordioksid i forrige blekingstrinn og konsistensen av utgående massen. Overbæring av visse forbindelser kan bli sterkt påvirket av riktig valg av vaskevann.

Hvilken typer klorforbindelser blir dannet etter hvert blekingstrinn er avhengig av mange variabler, slik som pH, temperatur og kjemisk forhold osv. Forståelsen av uorganisk klor, og mekanismen for dannelsen av klorforbindelser ved bleking av massen med klordioksid er viktig, fordi fjerning av ulike klorforbindelser kan da utformes mer effektivt.

Utvasking av klorforbindelser foregår i to trinn, en rask fase etterfulgt av en mye langsommere fase. En stor del av klorforbindelser fjernes under den raske fasen. En mindre del av det totale klorforbindelser i filterat består av bare organiske forbindelser. Effektiv vask etter første klordioksid-trinn kan fjerne det meste av AOX.

Egenskapene til filteratet som brukes for vasking har hatt en betydelig effekt på vaskeresultatet. For metaller fører sure forhold til høyere fjerning enn alkaliske forhold, og for klorforbindelser er alkaliske forholdene de mest effektive. Organiske klorforbindelser i massen effektivt både under sure og nøytrale vasking. Siden den raske utvaskingstrinnet varer i bare noen minutter, kan vaskeutstyr med tilstrekkelig oppholdstider benytte det for å oppnå en god vaskeeffektivitet.

2.4.7. Vurdering av vaskeresultat

Resultatet av vask i vaskepresser er avhengig av mange variabler, slik som mengden av vannforbruk, konsistens av inngående masse, egenskapene av vaskevann osv. En bedring i en variabel kan godt ha en gunstig eller ugunstig innvirkning på de andre variablene. For å oppnå det beste vaskeresultatet må ha lavest mulig konsistens av inngående massen, lavest mulig skadelige forbindelser i vaskevannet. Oppholdstid av masse i vaskepresser, hydrauliske trykk mellom rullerene i vaskepresser for å presse massen ut og driftstemperaturen blant de viktigste variablene ved vask med vaskepresser. Imidlertid kan mye også oppnås med riktig valg av vaskevann og forandring i vaskevannsstrømmens posisjon.

2.4.7.1. Vaskefaktor

Vaskefaktor er en størrelse for å evaluere funksjonalitet av en vaskepresse. Den er en funksjon av konsistens av inngående masse, vannforbruk og konsistens av utgående masse.

2.4.7.1.1. Konsistens av masse

Konsistens av utgående masse er i vaskepresser er en av de mest brukte parameterne for å evaluere vaskeresultatet. Konsistens defineres som prosentandelen av tørr masse i massesuspensjonen. For massefabrikker er dette den viktigste parameteren. Alt utstyr er designet for å håndtere masse og oppnå til visse konsistens. . Men det er begrensninger i håndtering av masse ved høyere konsistens som høy viskositet som gjør masse flyt svært vanskelig. Konsistens kontroll er den mest grunnleggende og viktig måling i massefabrikker. Konsistens av utgående masse må være høy og jevnt hele tiden for å oppnå det beste vaskeresultat. Endringer i konsistens må overvåkes kontinuerlig og nøyaktig dersom operatører, ingeniører og ledere skal håndtere prosessen bedre. Massekonsistens er grovt sett delt inn i tre områder. Se tabellen under.

Tabell 2.4.1: Massekonsistens fordelingsområder.

Masse konsistens	Prosent
Lav Konsekvens	<10 %
Medium Konsistens	10 – 20 %
Høy Konsistens	20-35 %

2.4.7.2. Vaskeeffektivitet og vasketap

Vaskeeffektivitet og vasketap er to størrelser som henger sammen. Vasketap er definert som mengden av gjenværende forbindelser i massesuspensjon etter vask som forårsaker ytterligere kjemiske forbruk eller en reduksjon i prosessen i den påfølgende bleking trinn. Dårlig vaskeeffektivitet gir høyere vasketap.

Med utviklingen mot lukket vannsykluser er det viktig å ha kunnskaper om effekten av enkelte komponenter på resultatene av ulike bleking. En del av filteratet blir brukt som vaskevann, og en del av filteratet forsetter med massen til påfølgende blekingstrinn. I massefabrikker hvor vaskevann fordampes etter blekingstrinn produseres et stort volum av kondensat. En del av kondensatet kan for eksempel brukes ved ekstraksjonstrinn. For å vurdere effektiviteten av ulike vasketrinn er det viktig å måle de faktiske forbindelsene som forårsaker vasketap av blekemidler. Det å vite hva som forårsaker KOF utslippet etter klordioksidstrinn kan også hjelpe oss med å forbedre vaskeresultatet, selv om dette blekingstrinnet har hovedansvaret for AOX utslipp og ikke for KOF utslipp. KOF beskriver organiske vasketap, mens AOX beskriver uorganiske vasketapet. Klordioksidstrinn er hovedsakelig ansvarlig for AOX -utslipp, mens E-trinn er ansvarlig for KOF -utslipp, og derfor lavere overbæring av organiske og skadelige uorganiske forbindelser inn til disse trinnene som oppnår med effektive vaskeprosesser og effektive vaskepresser resulterer til produksjon av masse med høy konsistens, lavere skadelige forbindelser, lavere vannforbruk, og lavere utslipp til avløpsvannet fra blekingsprosesser. Overbæring av KOF og AOX kan resultere til ekstra blekekjemikalier, og dermed øke blekingskostnader og redusere blekingsresultatet (lyshetsgrad og styrke av produksjonen). Det finnes flere metoder for å vurdere vasketap etter ekstraksjonstrinn. Overbæring av KOF er den mest brukte metode på laboratorier i massefabrikker for å evaluere vasketap for den er hovedansvarlig.

2.4.7.2.1. KOF og overbæring av KOF

De organiske materialer som oksideres ved kjemiske reaksjoner blir i laboratorier målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF). KOF er en av de mest brukte analysemetodene for å identifisere egenskapene for utslipp. KOF overbæring er organiske forbindelser som følger med massen og er utvaskbar. KOF-overbæring er en størrelse for å evaluere vaskeeffektivitet i vaskepresser.

Forutsetningen for KOF testen er at nesten alle organiske forbindelser kan være fullt oksidert til karbondioksid med en sterk oksiderende forbindelse under sure forhold. Det er uttrykt i milligram per liter (mg / l), som indikerer mengden av oksygen forbrukes per liter løsning. Eldre referanser kan uttrykke enhetene som deler per million (ppm).

I mange år ble kaliumpermanganat (KMnO_4) som er et sterkt oksidasjonsmiddel benyttet for måling av kjemiske oksygenforbruk. Noen uorganiske materialer som eksisterer i avløpsvannet har reduktive evner og reduserer kaliumpermanganat som brukes som oksidasjonsmiddel ved måling, og dermed forstyrrer KOF analysen. Derfor kaliumpermanganat ikke er i stand til å oksidere alle organiske forbindelser i vann effektivt, og regnes som en relativt dårlig oksiderende agent for

fastsettelse KOF. For tiden benyttes andre oksiderende stoffer, blant annet kaliumdikromat ($K_2Cr_2O_7$) som er den mest effektive. Det er relativt billig, lett å rense, og er i stand til å nesten helt oksidere nesten alle organiske forbindelser. Kaliumdikromat er et sterkt oksidasjonsmiddel under sure forhold. Er forholdet alkalisk kan surheten oppnås ved tilsetning av svovelsyre (H_2SO_4).

2.4.8. Massevaskemaskiner

Flere ulike typer vaskemaskiner eksisterer i dag som opererer i et unikt prinsipp og krever et unikt sett av forutsetninger i form av vann gjennomstrømning, strømforbruk, konsistens av innkommende masse osv.

2.4.8.1. Atmosfærisk diffusere

En vanlig atmosfærisk diffuser er en diffuser vaskemaskin som er normalt plassert på toppen av blekingstårnet slik at massen blir brakt til opp ved diffusjon og uten ekstra pumping. Massen blir ikke avvannet, men blir vasket på samme konsistens som den var i tårnet. Siden vaskeutstyret er plassert på toppen av tårnet, derfor må vaskevannet pumpes opp. Etter at massen har passert vaskeutstyret, er den straks klar for neste blekingstårnet. Atmosfæriske diffusere kan være utformet med opptil to trinn av vask. De krever lite plass, og kan installeres og demonteres ganske lett.

2.4.8.2. Avvanning vaskemaskiner

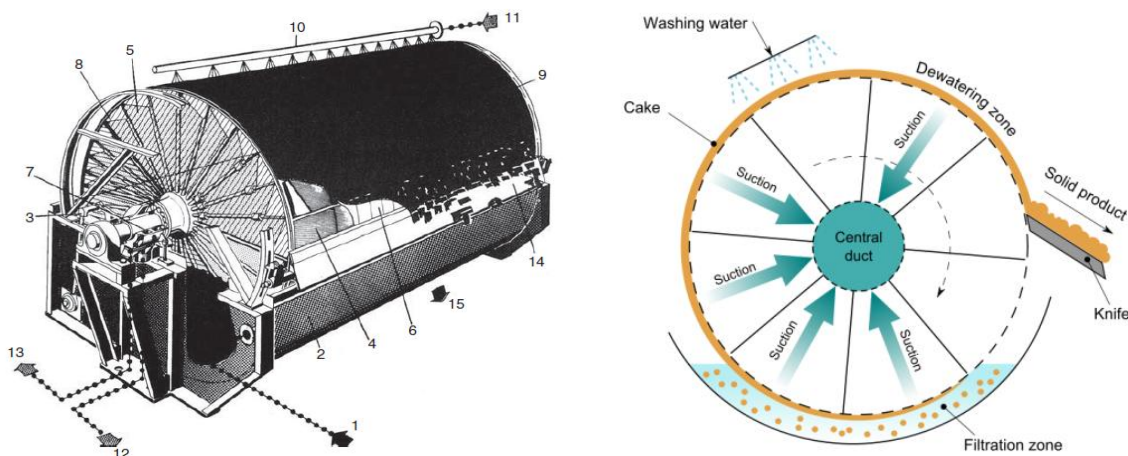
Den typen av avvanningspress er en horisontalt kontinuerlig drift skruetrykk som ligner veldig mye på vaskepresser. Massen blir fortynnet, deretter avvannet og til slutt presses ut. Det foregår ikke noen fortregning av massen. Denne type av vaskemaskinen er beregnet for avvanning av masse som er upressbar med andre vanlige vaskemaskin dvs. der konsistensen av inngående masse er høy. Den avvanning pressen krever svært lite operatør oppmerksomhet, og avhengig av driftsbetingelser kan en delvis kontroll av avvanning vaskemaskiner kreves hvert tredje år.



Figur 2.4.2: Avvanning vaskemaskiner[ref. 18]

2.4.8.3. Roterende vakuumbaskemaskiner

Roterende vakuumbaskemaskiner har vært i bruk på den kjemiske prosessen i mange år. Den har et vakuumsystem som befinner seg i en tank der massen er fortynnet med resirkulert vaskevann. Den store roterende trommelen brukes til å separere væsker og faste stoffer av alle slag. Halvparten av trommelen er neddykket i massesuspensjon, men den andre halvparten er over. Det vakuumet trekker massen mot overflaten og fører vaskevannet gjennom massen. Trommelen roterer og fører den vasket massen til neste vasketrinn. Vaskevann som forlater dette vasketrinnet blir sendt tilbake til den tidligere vasketrinn. I vaskeanlegg med roterende vakuumbaskemaskiner brukes vanligvis mellom tre og seks motstrømstrinn for å oppnå en effektiv vask.



Figur 2.4.3: Roterende vakuumbaskemaskin [ref. 19].

De viktigste negative med roterende vakuumbaskemaskiner er det plass og bygningen krav. De krever en stor tank til å samle inn filtrerte væsken. Vaskemaskinen må også være plassert i en høyde over tanken med filtrert væske for å få tilstrekkelig vakuumbaskemaskiner. Et annet problem med dem er at de ikke er det beste valget som første vasketrinn, fordi det er generelt for varmt, og dette kan forårsake at dem tettes og stenges. Lave vakuumbaskemaskiner med lavt differansetrykk har også vært kjent for å forårsake problemer blant annet lavere konsistens av utgående massen.

2.4.8.4. Roterende trykkvaskemaskiner

Roterende trykkvaskemaskiner fungerer som vakuumbaskemaskiner, men skiller seg ved å sprøyte vann under trykk gjennom massen mens trommelen roterer. Den type vaskemaskin er ekstremt effektivt, og er blant det mest populære valget for nytt vaskeutstyr. Siden det er trykk, er høye temperaturer ikke et problem, og tanken som samler inn filtrerte væsken trenger ikke å være plassert under vaskemaskinen, slik som det er med vakuumbaskemaskiner. Den eneste virkelige negative med disse er at de er mer komplisert å kjøre, noe som resulterer i læring for operatørene.



Figur 2.4.4: Roterende trykktromler, [ref. 18]

Roterende trykk vaskemaskiner er egnet for behandling av massen ved høyt trykk og / eller høy temperaturer. De er spesielt egnet for næringsmiddel produksjon, antibiotika, fargestoffer, landbruket kjemi, ned løsemiddel refikull produkter, voks, oljer og fett, paraffin og alle løsemidler med høye viskositet ved normal temperatur.

2.4.8.5. Vaskepresser

Det dominerende vaskeutstyr ved bleking har vært og atmosfæriske diffusere og roterende vakuumpressemaskiner i flere år, men nå har bildet endret seg fullstendig, og bruk av vaskepresser er foretrukket.

Vaskepresser har en kompakt design, er svært effektive, håndterer masse over høye temperaturer, og produserer masse med høye konsistens. Vaskepresser er mest brukt etter oksygen delignifisering av massen eller etter at blekingsprosesser starter. Den typen av vaskemaskin kan produsere filterat med ulike egenskaper. Nedenfor beskrives funksjonen av vaskemaskinen nærmere.

2.4.8.5.1. Funksjon av vaskepresser

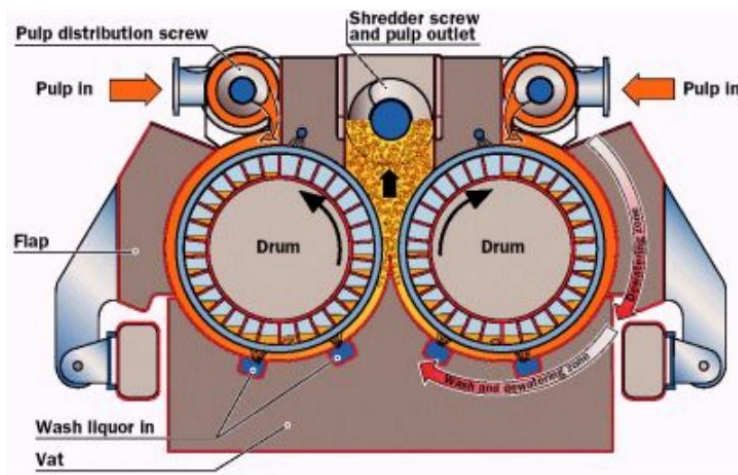
I vaskepresser er de tre vaskeprinsippene, avanning, fortregning og presse pågår innen for pressen som gjør at vaskeeffektiviteten er svært høy.

Det finnes to lange transportørskruer i vaskepressen, vist i figur 2.4.5. Den spesielle formen av skruen sørger for at massen fordeles jevnt til innløpet av rullepressen. "Den gode fordelingen av massen legger grunnlag for gode vaskeresultat. På grunn av den spesielle formen av skruetransportøren blir massen komprimert og avvannet til ca. 15 % konsistens".[ref. 17]



Figur 2.4.5: Skruetransportør i vaskepressen. [ref. 17]

"Denne massen med relativt høy konsistens slippes på glideplater, og vaskevannet blir sprøytet til massen gjennom dysene i to separate rader per rullepress. Dysene er plassert for å sikre en god fordeling av vaskevann. Etter fortregning og diffusjon av urenheter i vaskevannet vil den væsken som inneholder mye urenheter filtreres ut. Massen videreføres til en formidleskrue og deretter transporteres aksialt til fortynningskruen, der massen blir fortynnet med vaskevannet til en ønsket konsistens. Hvor fort rullepressen roterer, trykket av massen ved innløpet er avgjørende for en effektiv vask. Rullepressene har variable hastighet for å gi optimal vask på varierende produksjon. Den høye konsistens på utgående masse er kanskje den mest åpenbare forskjellen mellom en vaskepresse. Den utgående massen som sendes ut av vaskepressen blir fortynnet etterpå i en fortynningsenhet for å få pumpet den videre til neste blekingstrinn." [vedlegg 2]

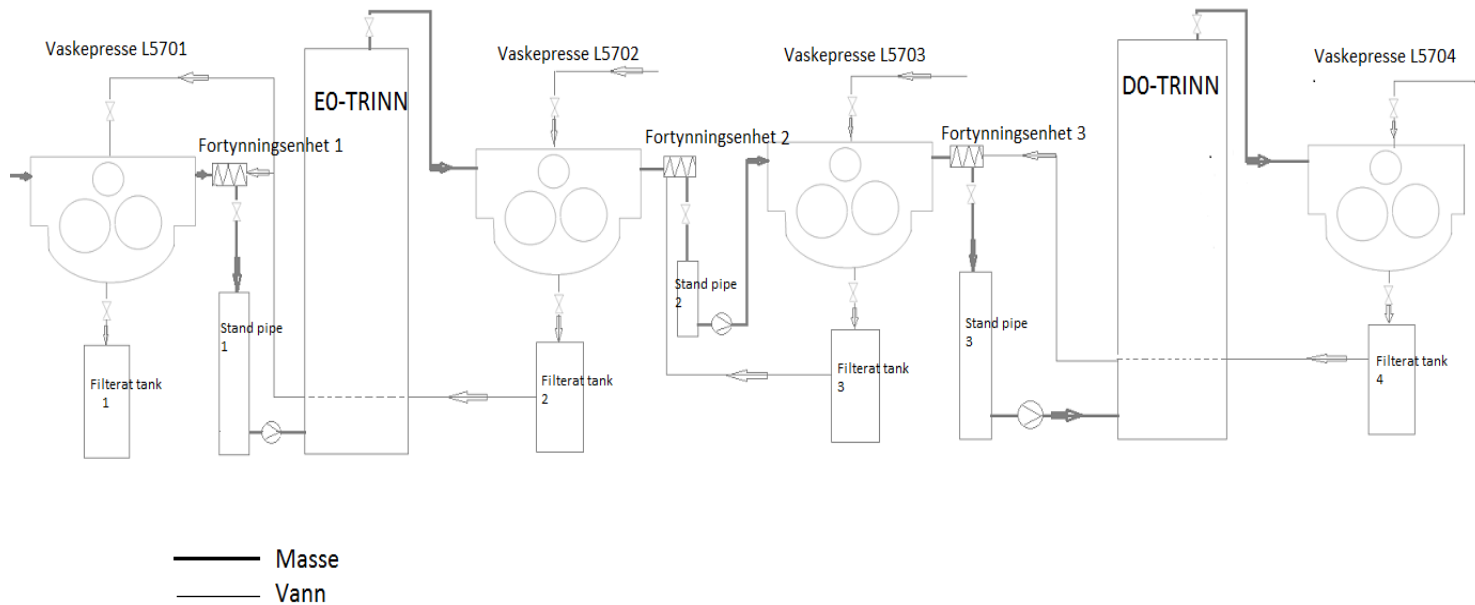


Figur 2.4.6: Vaskepresse. [ref. 17]

Filtratet samles i tanker, opprettholdes på konstant nivå og brukes som vaskevann i forrige enheten og også til å fortynne massen ut av vaskepressene.

Massefabrikker ønsker å oppnå høyest mulig konsistens i massen for å minimalisere fortynningsvann forbruk, og som kommer til å ende opp som avløpsvann. Høyere konsistens hjelper også å redusere kjemikalieforbruk ved bleking. "De nye vaskepresser har en endelig konsistens av sluttmassen over 30 %, mens andre vaskeutstyr er når opp til 10-14 %. Skal en vaskepresse fungere effektiv må massen utgående konsistens være bestandig over en viss verdi, fungerer den effektivt noen tidspunkter og ueffektivt andre tidspunkter kan den totale vaskeresultat være dårlig." [ref. 17]

2.5. Flyteskjema



Figur 2.5.1: Flyteskjema, E-trinn og D-trinn og vaskepresser mellom dem (L5702 og L5703)

Massen strømmet fra venstre til høyere, og vannet strømmet fra høyere til venstre. Massen som kommer fra EO-trinn først blir vasket i vaskepressen L5702 og deretter i vaskepressen L5703. Etter hver eneste vaskepresse blir vannet fortynnet ved fortynningsenhet for å få massen til å strømme videre. Vannet som kommer ut av vaskepressene blir samlet i filteratstanker. Filteratet blir brukt som væskevann i forrige vaskepresse.

3. RESULTATER OG DISKUSJONER

Hensiktet med vask i vaskepressen L5702 er det å fjerne mest mulig kjemiske organiske forbindelser fra massen, gjøre massen reinere, og sende den til neste vaskepresse, altså L5703. Væskevannet som benyttes i vaskepresse L5702 kommer fra vaskepresse L5703, og inneholder alt skitten som ble fjernet ved vaskepressen. Mengden av kjemiske organiske forbindelser måles som KOF. KOF som følger med massen skal mest mulig overføres til filtratet. Den KOF-en som ikke lar seg å vaskes ut og blir igjen i massen kalles utvaskbar KOF, og regnes som KOF-overbæring. Målet mot å få mer effektiv vaskepresse er å ha minst mulig KOF-overbæring og høyst mulig konsistens ut.

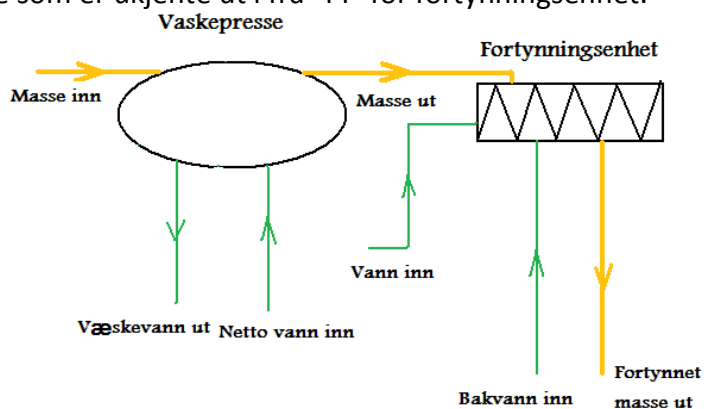
Siden hovedoppgaven med dette prosjektet handler om å finne ut i hvilken grad vaskepressen L5702 fungerer effektivt, skal det lages massebalanse over vaskepressen for å få beregnet konsistens av utgående masse. Det skal utføres databehandlinger i "PI programmet" for å få nødvendige data. I tillegg skal det tas ut noen prøver direkte fra vaskepressen for å måle KOF og konsistens av inngående og utgående masse.

Det skal også beregnes vaskefaktor og vaskeeffekt til vaskepressen ut i fra data vi får ved databehandlinger og lab-målinger. Det skal lages trender for nødvendige størrelser, blant annet konsistens ut, vaskefaktor og vaskeeffekt for å få presentert funksjonalitet av vaskepressen på best mulig måte.

3.1. Databehandling

3.1.1. Massebalanse

En massebalanse for vaskepressen L5702 kan avsløre konsistens av utgående massen, men siden det er mangel på informasjon rundt vaskepressen (flere ukjente), lages en massebalanse for fortynningsenheten som ligger rett etter vaskepressen, hvor konsistens av utgående massen er lik konsistens av inngående massen til fortynningsenheten. Nedenfor er det beskrevet hvilke størrelser som er kjente, og hvilke som er ukjente ut i fra "PI" for fortynningsenhet.



Figur 3.1.1: Posisjon av masse og vann inn og ut av vaskepresse L5702 og fortynningsenhet

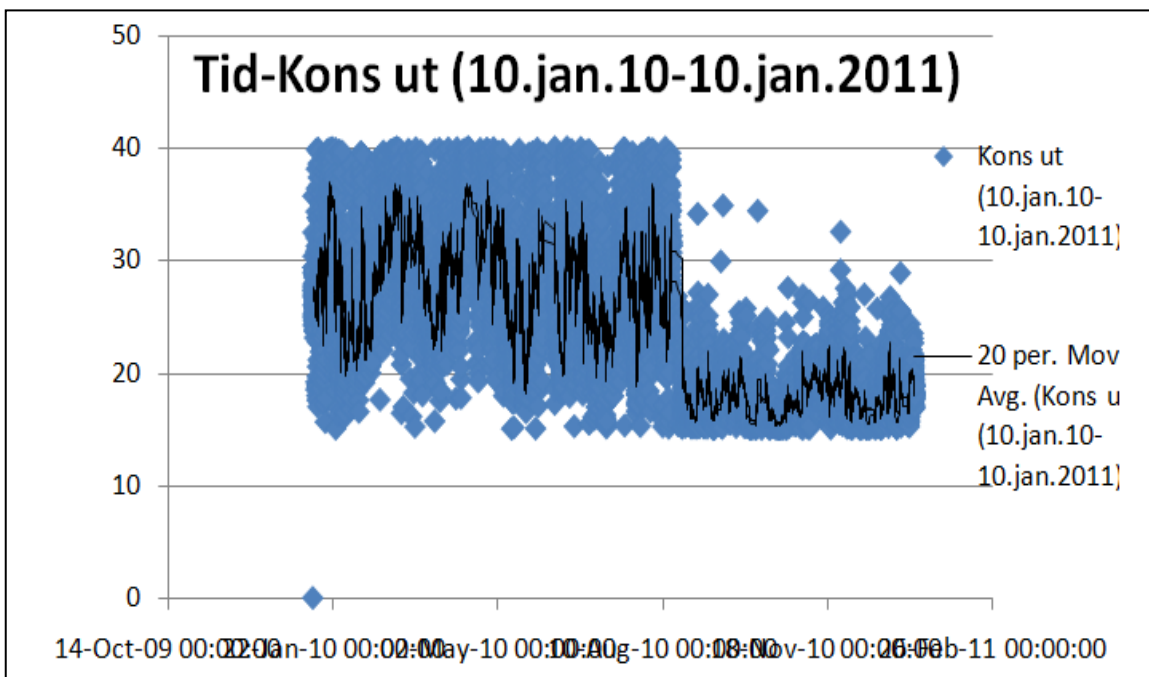
Tabell 3.1.1: kjente og ukjente størrelser ut ifra "PI" for fortynningsenhet.

Kjente størrelser	Ukjente størrelser
V_f = Fortynningsvann inn (m^3/h)	V_m = Vann inn sammen med masse (m^3/h)
M_t = Tørr masse inn (m^3/h)	M_u = Masse ut (m^3/h)
K_u = Konsistens av utgående masse (%)	

eregninger på Excel

- 1- Masse inn i vaskepressen* konsistens = Tørr masse inn i vaskepresse (kg/h)
- 2- Tørr masse inn i vaskepresse (kg/h)= Tørr masse ut av vaskepresse(kg/h)= Tørr masse inn i fortynningsenhet(kg/h)
- 3- Tørr masse inn i fortynningsenhet / (total vann inn+ vann inn sammen med masse)= konsistens av utgående masse i fortynningsenhet
- 4- Tørr masse / (vann inn sammen med masse + tørr masse) =konsistens av utgående masse i vaskepresse

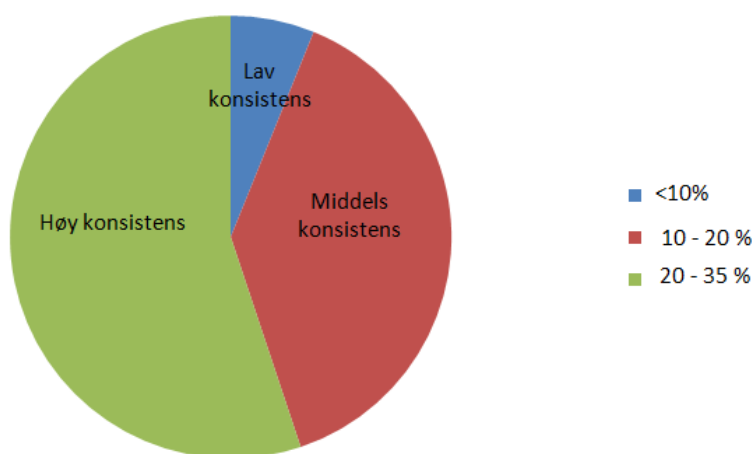
OBS! Massesuspensjon ved $140^\circ C$, $1 \text{ kg}/m^3$ med en grov forenkling blir da $927 \text{ kg}/m^3 = 1000 \text{ m}^3$, [ref. 49].

Resultater for databehandlinger**Figur 3.1.2: Konsistens av utgående masse (fra 10. Jan. 2010 til 10. jan. 2011)**

Figuren over viser at konsistens ut var høyere i første halvåret, rundt 30, mens siste halvåret reduserte den ned til rundt 20. Vaskepressen har fungert dårlig i det siste halvåret. Det kan ha vært økning på vannforbruket, for høy vannforbruk i vaskepresser leverer masse med lav konsistens. Det kan resultere til høyere KOF- overbæring.

Figuren nedenfor viser hvor ofte vaskepressen har fungert effektiv, dvs. har levert en masse med høy konsistens, når middels, dvs. medium konsistens, og når dårlig, dvs. lav konsistens.

Konsistens ut



Figur 3.1.3: *Konsistensen som er levert av vaskepressen L5702 over et år.*

Tabellen under viser prosentandel av konsistens UT med ulike kvalitet ut av vaskepressen i løpet av et år.

Tabell 3.1.2: *Årlig prosentandel av konsistens ut med ulike kvalitet*

Konsistens ut	tørr masse	Prosentandel
Lav konsistns	< 10 %	6 % av tiden
Middels konsisten	10 – 20 %	39 % av tiden
Høy konsistens	20 – 30 %	55 % av tiden

Vaskepressen har levert masse med lav konsistens 6 % av tiden (fra 10.jan. 2010 til 10.jan. 2011), middels konsistens 39% av tiden og høy konsistens 55 % av tiden.

3.1.2. Lab -målinger

Metoden som blir brukt her i laboratoriet for å måle konsistensen av utgående masse fra vaskepressen L5702 er en enkelt metode som har vært i bruk i mange år. Måleinstrumentet er et liten apparat som normalt innstilles opp på 105°C for å få tørket opp massen til null prosent vanninnhold. Den stilles til 105°C for å forsikre at alt vanninnholdet er fordampet opp, og det som blir igjen er masse uten vann, da apparatet piper. Figuren under viser bilder av måleinstrumentet som ble brukt ved konsistensmåling.



Figur 3.1.4: konsistens måleinstrument for konsistens av masse

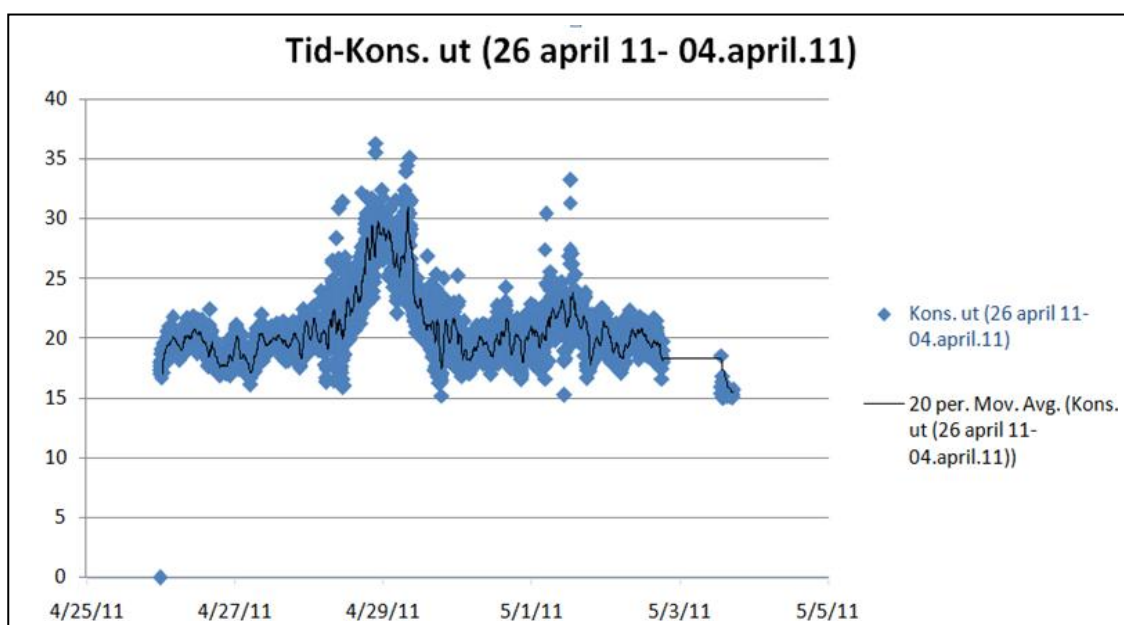
Prosedyre

- Tar ut forsiktig en prøve av massen fra vaskepressen L5702.
 - Innstiller vektoren på null, og temperaturen på 105°C.
 - Tar ut 1 gr. av massen (fra forskjellige steder), og fordeler den jevnt på apparatet.
 - Lukker apparatet.
 - Venter til da apparatet piper.
 - Leser av tallet som står på apparatet, den er konsistens av massen i prosent.
- Dette forsøket forsetter vi med til 3 ganger, og tar gjennomsnittet av dem.

OBS! Obligatorisk verneutstyr på Borregaards laboratorier og blekeriområder er vernebriller, vernesko og hansker på grunn av flyktige organiske løsemidler, i tillegg en tilgjengelig gassmaske. Ved uttakk av prøven skal man unngå kontakt med utgående dampen, og derfor må stille oss ved siden.

Resultater for lab- analyser

Når det gjelder konsistens av utgående masse har jeg også tatt noen målinger for å finne ut prosentandel av tørr stoffet i massen, og sjekket om at jeg får samme verdier som jeg har fått ved databehandling ut ifra "PI programmet" etter massebalansemodulen (se figur 3) jeg har laget for å finne konsistens ut.



Figur 3.1.5: Konsistens ut (fra 26.11. til 04. Apr. 11)

Tabell 3.1.3: Konsistensmålinger for utgående masse på laboratorium.

Klokkeslett	Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Gjennomsnitt konsistens	Konsistens ut i fra "PI program"	Avvik
27.apr.2011 kl. 14:30	22,67	23,34	23,87	23,29	20,34	2,95
28.apr.2011 kl. 13:30	22,30	23,35	23,27	22,97	25,98	3,00
29.apr.2011 kl. 10:30	24,76	22,84	21,54	23,05	23,76	0,73
02.mai.2011 kl. 10:30	22,76	21,23	23,56	22,52	23,19	0,67
03.mai.2011 kl. 10:30	26,56	29,87	33,87	26,10	27,98	1,88

Den måleveriden for konsistens av utgående masse stemmer overens med den verdien som jeg har bergnet ved databehandling ut i fra "PI programmet". Se figur 3. Det tyder på at massebalansen over vaskepressen er riktig modulert.

Feilkilder

- Vanninnholdet er ikke jevnfordelt over hele prøven.
- En del av vann blir overført til fingrene, og siden det er snakk om cirka 100 g. preger det resultatet.

Verdier vi får for konsistens av utgående massen etter måling viser seg å stemme med de veridene vi har fått ved databehandling. Dette kan bety at modulen min for å lage massebalansen var riktig.

3.2. KOF- målinger

Jeg har utført 16 KOF -målinger for både inntak og uttak av vaskepressen (dvs. 32 målinger til sammen) på laboratorium, og funnet mengden av KOF som følger med inngående massen og KOF som følger med utgående masse av vaskepressen. Ut i fra de KOF verdiene har jeg regnet ut KOF -overbæring (utvaskbar KOF) og vaskeeffekten. Se tabell

Utstyr

- Desintegrator *
- Begerglass
- Målesylindere
- Målekolber
- Filteringsutstyr
- Rundfilter, Whatman 589/l, sortbåndfilter
- Dr. Lange DR 2800
- Prøveflasker, 250 ml
- Ionebyttet vann, til vasking av filter

* Bildet nedenfor vises et bilde av en desintegrator og kyvetter.



Figur 3.2.1: desintegrator for lesing av KOF i mg/l.

Prosedyre

- Veie inn 30 g tørr prøve og fortynde opp til 2000 ml med ionebyttet vann.
- Prøven skal slås opp ved hjelp av en desintegrator innstilt med 30 000 rotasjoner.
- Umiddelbart etter oppslageringen, tas det ut 500 +/-50 ml av massen i ett begerglass.

- Plassere et filter med kjent vekt i filteringstrakten, og filtrere massen gjennom.
- Vaske massekaken som er på filteret med 3*100 ml ionebyttet vann, dette for å få med all prøven fra begeret og for å få vasket ut KOF fra massen.
- Overføre filteret til en 500 ml målesylinder og les av volumet som V, milliliter.
- En viss mengde overføres i prøveflasker for senere bruk til KOF- analyse, bruker 250 ml prøveflasker.
- Dagen etter tas massekaken ut av tørkeskapet og skal oppnå romtemperatur før veiing.
- Vurder prøvens KOF- konsentrasjon. Fortynn prøven om antatt KOF- konsentrasjon >1000 mg/l. Bruk kyvettene og prøvene godt før 2 ml prøve tilsettes kyvettene ved bruk av automatpipette.
- Skru korken godt på og rist hver enkelt kyvette slik at prøven blir godt blandet.
- Merke hver kyvette med prøvenummer eller liknende, og sette de i kokeblokken som er tilpasset kyvetten.
- Kokeblokken skal være innstilt på 148 grader og 2 timer. Termostaten vil da automatisk slå av etter 2 timer.
- Når prøvene er ferdige i kokeblokken tas de ut og vendes 2-3 ganger før de skal plasseres til avkjøling på benk, ca. 20 min. Prøvene er nå klare til måling.
- Slå på KOF måleinstrumentet.
- Sette kyvetten på måleinstrumentet og lese av verdien. Før lesing av kyvettene må kontrollprøven og blank prøven (korrigere KOF konsentrasjonen) som allerede er laget, leses av. Kontrollprøven er tillaget Kaliumhydrogenftalatløsning med en teoretisk KOF- verdi på 500 mg/l.

Beregning

Nå kan KOF overbæring (utvaskbar KOF) beregnes, i kilogram per tonn tørretenkt masse gjennom følgende uttrykk:

$$Y = \frac{V * (X - X_0)}{m * 1000}$$

Y: Utvaskbar KOF i kilogram per tonn tørretenkt masse.

X: Den korrigerende vektskonsentrasjon av KOF, i milligram per liter

X₀: Den korrigerende vektskonsentrasjon av KOF i blindprøven. I milligram per liter.

V: Det totale volumet av vann som benyttes ved filtrering og vasking, i milliliter.

m: er den tørretenkte massen massekakens vekt, i gram. [Vedlegg 3].

Resultater for lab- analyser

Tabellen nedenfor viser verdier som har jeg fått etter lab- analyser og bergninger. Forsøkene er gjennomført i løpet av 6 dager, 4 - 6 målinger hver dag, inkludert inntak og uttak.

Tabell 3.1.4: KOF- overbæring (utvaskbar KOF) over vaskepressen L5702.

Forsøk nr.	Klokkeslett	KOF, inntak (mg/l)	KOF, uttak (mg/l)	Delta KOF (mg/l)	KOF- overbæring, (Kg/tonn)
Forsøk 1	12:40	12380	1038	11342	80
Forsøk 2	13:50	12980	1101	11879	74
Forsøk 3	14:20	11890	1203	10687	88
Forsøk 4	14:50	12980	998	11982	72
Forsøk 5	9:30	13920	936	12984	70
Forsøk 6	10:00	14250	1008	13242	72
Forsøk 7	10:30	14490	957	13533	68
Forsøk 8	13:30	14720	1128	13592	72
Forsøk 9	14:00	14200	1428	12772	88
Forsøk 10	14:30	12360	1040	11320	64
Forsøk 11	8:30	11000	1032	9968	63
Forsøk 12	9:00	10400	1336	9064	80
Forsøk 13	9:30	11000	1000	10000	66
Forsøk 14	10:00	12200	1080	11120	66
Forsøk 15	10:30	13160	1333	11827	84
Forsøk 16	11:00	12360	940	11420	61

*Utvaskbar KOF (KOF- overbæring) vil si KOF- en som følger med massen og er bindet med fibrene i massen slik at det er umulig å utvaske den.

Tabellen under viser den gjennomsnitt KOF- overbæringen og vaskeeffekten av vaskepressen.

Tabell 3.1.5: Resultat på grunnlag av lab- analyser for vaskepressen L5702

Størrelser	Gjennomsnittsverdier	Relativ standard avvik
KOF ut	1097 mg/l	10 %
KOF inn	12768 mg/l	13 %
KOF- overbæring	73 kg/tonn	12 %
Vaskeeffekt	91%	2 %

Vaskepressen L5702 gir en vaskeeffekt på ca. 91%, og leverer masse med KOF-overbæring på ca. 73 kg/tonn.

Feilkilder

- Umulig å ta ut prøver for inntak og uttak på samme tid, og det var alltid noen tidsforskjell mellom de prøvene.
- Varierende prøvemasse på grunn av avlesingsfeil.
- KOF og tørrstoffbidrag fra ulike utstyr på grunn av eventuelle dårlige vask*.
-

**Selv om det ble gjort tiltak med vask av KOF målingsutstyr med ionebyttet vann før hver eneste bruk for å minimere feilkilder.*

For å ha muligheten til å sammenligne vaskepressen L5702 og L5703 er tatt følgende data direkte fra medstudent "Magnus S. Thomassen" som har studert om vaskepresse L5703.

Tabell 3.1.6: Resultater for vaskepressen L5703

Størrelser	Gjennomsnittsverdier	Relativ standard avvik
KOF- overbæring	214 kg/tonn	27 %
Vaskeeffekt	86 %	2 %

Vaskepressen L5703 gir en vaskeeffekt på ca. 86 %, og leverer masse med KOF- overbæring på ca. 214 kg/tonn.

4. ANBEFALINGER

Vaskepressen har levert masse med konsistens over 30 % i følgende forhold;

Tabell 4.1: Forhold når vaskepressen leverer kons. ut over 30 %.

Størrelse	Verdi	Enhet
Masse ut presse	15- 20	Tonn/h
Vann inn i vaskepresse	60 til 100	Kg /h
Temp i E0	94-147	°c
Oppholdstid	64-138	min
Trykk ved E0	2,8-5,8 bar	bar
pH - verdi	8 til 12	-
Hydraulisk trykket ved vaskepresse	75-90 bar	bar

På bakgrunn av trender jeg har laget for temperatur, oppholdstid, trykk, og pH verdi ved E0- trinn og vaskepressen på den perioden som vaskepressen L5702 har levert masse med en konsistens over 30% (se vedlegg 1), anbefales å undersøke videre at vaskepressen fungerer like effektiv på ovennevnte intervallområder.

5. KONKLUSJON

I det første halvåret ble vaskepressen L5702 kjørt bedre i forhold til siste halvåret, dvs. da konsistensen var høyere (rundt 30 %). Vaskepressen har en gjennomsnitt vaskefaktor på 1,4, i følge det som vi ble forklart ved start av oppgaven er dette en bra vaskefaktor. Dvs. at vaskepressen har en akseptabelt vannforbruk i forhold til konsistens ut som blir levert av vaskepressen.

Vaskepressen L5702 har en vaskeeffekt på 91 %, og sammenlignet med de nyeste og beste vaskepressene som har en vaskeeffekt på ca. 95%, har høy vaskeeffekt til tross for at den er gammeldags. Det gjør at KOF- overbæringen er ikke høy.

Sammenlignet med data fra vaskepressen L5703, har vaskepressen L5702 høyere vaskeeffekt og gir lavere KOF- overbæring og et dårlig vaskeresultat. Vaskepressen L5703 utslipper høyere mengde av KOF i filtratet, og siden den filtratet blir brukt som væskevann ved tidligere trinn, altså ved vaskepressen L5702 preger det totale vaskeresultatet. Derfor for å ha en effektiv vaskeresultat, må vi bruke vaskepresser med høy vaskeeffekt i hele prosesser.

6. REFERANSER OG LINKER

- 1- http://en.wikipedia.org/wiki/Pulp_mill
- 2- <http://metso.com/>
- 3- <http://www.andritz.com>
- 4- <http://www.hunfos.com/nb/historikk>
- 5- http://no.wikipedia.org/wiki/Norske_Skog
- 6- <http://www.peterson.no/>
- 7- <http://www.snl.no/Saugbrugsforeningen>
- 8- <http://www.Borregaard.no>
- 9- [http://en.wikipedia.org/wiki/Pulp_\(paper\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Pulp_(paper))
- 10- http://en.wikipedia.org/wiki/Kraft_process
- 11- http://en.wikipedia.org/wiki/Sulphite_process
- 12- <http://www.foxnews.com/story/0,2933,345791,00.html>
- 13- [http://en.wikipedia.org/wiki/Pulp_\(paper\)#Bleaching](http://en.wikipedia.org/wiki/Pulp_(paper)#Bleaching)
- 14- <http://www.chem.cmu.edu/groups/collins/res/dyes.html>
- 15- <http://cerig.efpg.inpg.fr/EFPG-days/2003/page84.htm>
- 16- <http://chemistry.about.com/od/factsstructures/ig/Chemical-Structures>
- 17- http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/New_compact_technology_for_was/new_compact_technology_for_was.html
- 18- http://www.processengineering.com.au/page_2.html
- 19- http://www.sustainpack.com/aap_fbp.html

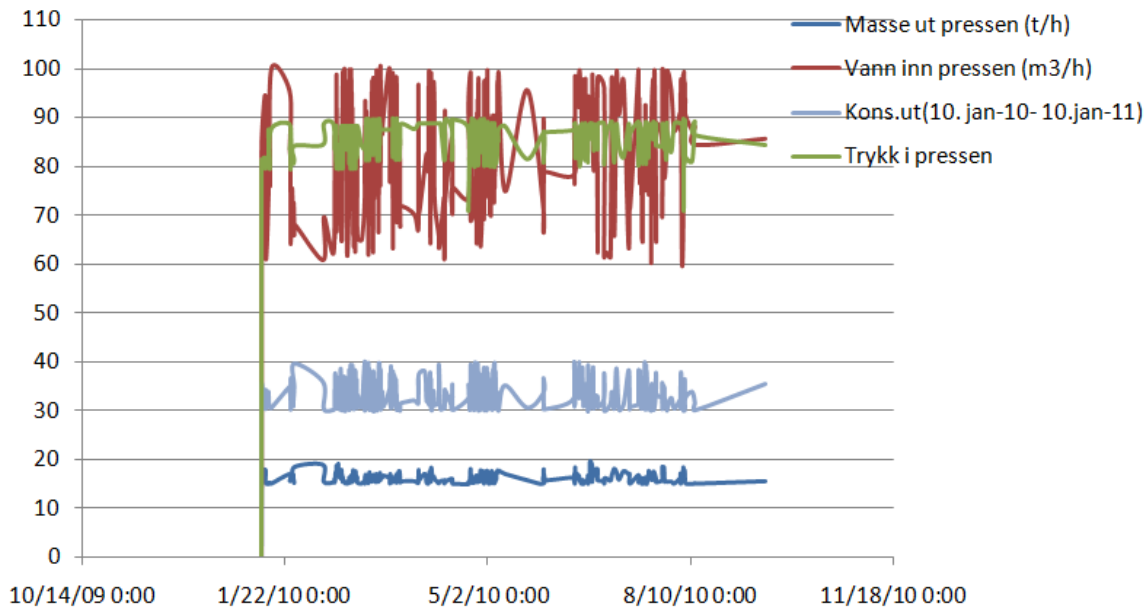
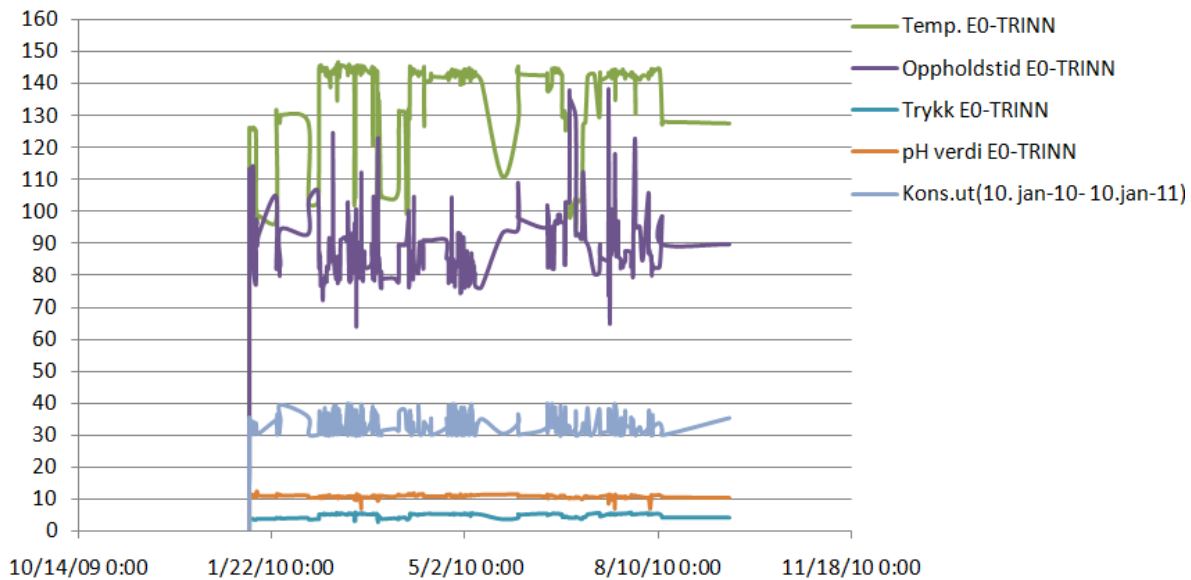
-
- 20- http://www.ancoeaglin.com/product_pages/1271.html
- 21- http://www.thefullwiki.org/Rotary_vacuum-drum_filter
- 22- http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/A_new_brown_stock_washing_meth/a_new_brown_stock_washing_meth.html
- 23- http://www.tappsa.co.za/archive2/APPW_2004/Title2004/In_the_front_lines/in_the_front_lines.html
- 24- http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/New_compact_technology_for_was/new_compact_technology_for_was.html
- 25- http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/Profitable_and_environmentally/profitable_and_environmentally.html
- 26- http://www.tappsa.co.za/archive2/Journal_papers/Compact_bleaching/compact_bleaching.html
- 27- http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/The_evolution_in_Eucalyptus_pu/the_evolution_in_eucalyptus_pu.html
- 28- <http://www.andritz.com/brochure-wash-press-awpd-en.pdf>
- 29- <http://www.andritz.com/ANONID20D8C1BB4AE40F39/andritz-wash-press>
- 30- <http://www.metso.com/Automation/archive.nsf/WebWID/WTB-050314-2256F-5BB88?OpenDocument&mid=1DB47055DF26F731C2256F8500301714>
- 31- <http://www.freepatentsonline.com/4619733.html>
- 32- <http://www.freepatentsonline.com/6074522.html>
- 33- <http://www.freepatentsonline.com/4247363.html>
- 34- <http://www.pulpandpapercanada.com/issues/story.aspx?aid=1000201800&type=Print%20Archives>
- 35- http://www.knowpulp.com/english/demo/english/pulping/bleaching/1_general/fr_text.htm#1
- 36- <http://ilocis.org/documents/chpt72e.htm>
- 37- <http://www.rfu.org/cacw/basic4KraftPulp.htm>
- 38- [http://www.reference-global.com/action/doSearch?action=runSearch&type=advanced&result=true&prevSearch=%2Bauthorsfield%3A\(Ulf_Germgård\)](http://www.reference-global.com/action/doSearch?action=runSearch&type=advanced&result=true&prevSearch=%2Bauthorsfield%3A(Ulf_Germgård))
-

-
- 39- <http://cerig.efpg.inpg.fr/EFPG-days/2003/page84.htm>
- 40- http://www.thermo.fr/eThermo/CMA/PDFs/Product/productPDF_14149.pdf
- 41- http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3636/is_199411/ai_n8725503/
- 42- <http://water.me.vccs.edu/courses/ENV211/lab5b.htm>
- 43- <http://www.en.hidritec.com/Library/codreduction.htm>
- 44- <http://www.paperonweb.com/bleach.htm>
- 45- Promotion of Benchmarking Tools for Energy Conservation in Energy Intensive Industries in China, The Administrative Centre for China's Agenda 21 (ACCA21)
- 46- Technologies for Reducing Dioxin in the Manufacture of Bleached Wood Pulp May 1989 (New York, NY: Associated Press International, 1987). John Andelin, *Assistant Director, OTA*.
- 47- Pulp and Paper, A reference book for the Industry, Promotion of Benchmarking Tools for Energy Conservation in Energy Intensive Industries in China, Yuyuantan South Road, Haidian District, Beijing
- 48- Operational evaluation of rotary drum vacuum filters for brownstock washing using basic filtration parameters, Claudio R. F. Pacheco, Jose L. de Paiva and Antonio S. Reynol, JR.
- 49- Heat and mass transfer: a practical approach / Yunus A. Çengel, ISBN: 978-007-125739-8, Utgave: 3rd ed. (SI Units)

7. VEDLEGGER

Vedlegg 1: Trenger u i fra "PI program"

De to neste figur viser i hvilke intervallområder må forholdene, trykk, oppholdstid, temperatur, masse ut, osv. været for å få høyst konsistens.



Vedlegg 2: Intern hefte for beskrivelse og funksjonalitet av vaskepresse L5702.

Förträngningspress DPB-9XX

Beskrivning

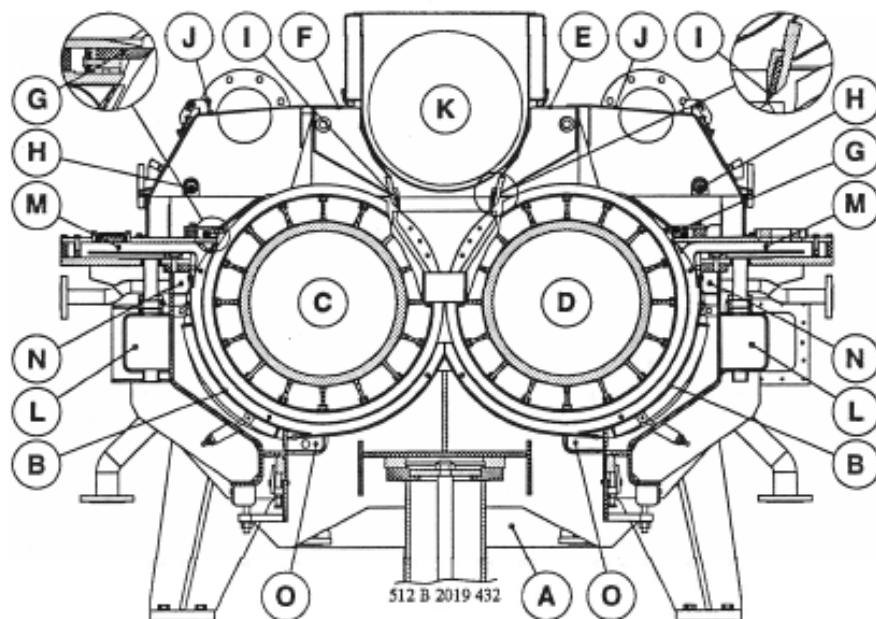
Beskrivning

Fig 18

Konstruksjon

Pressen består i hovedsak av ett tråg med en høy- og senkbar mittedel (A), två glidplåtar (B), valsar med lagringar och hydraulmotorer (C och D) samt en rörlig schaber (E), en fast schaber (F) och en överliggande kombinerad grovrivare och transportskruv (K). Den ena valsen (C) är fast lagrad i tråget, medan den andra valsen är lagrad i lagerhusslidor som löper i spår i tråggavlarna. Vals (C) benämns den "fasta valsen" och vals (D) den "rörliga valsen". Valsarna är till över hälften nedsänkta i tråget. Tätning mellan tråg och valsar erhålles genom längsgående tätningar (G) längs utsidan av valsarna samt halvcirkelformade tätningar mot valsändarna.

Valsarna är uppbyggda kring en röraxel med påsvetsade axeltappar. På axeln är längsgående spant påsvetsade och utanpå dessa är en mantel påkrympt. Manteln är försedd med runtom gående dräneringskanaler till valsens inre. Utanpå manteln är en perforerad plåt fastsvetsad. Med undantag av lagringarnas inbyggnad är båda valsarna identiskt lika.



Förträngningspress DPB-9XX

Beskrivning

Valsarna är lagrade med SKFs sfäriska rullager. På den fasta valsens är lagren inbyggda i hylsor, som är fast fixerade i tråget. På den rörliga valsens är lagren insatta i lagerhussliden.

För rengöring av dräneringshålen på den perforerade mantelplåten och längsgående tätningar med tätningsbord är båda valsarna försedda med utvändiga spritsrör (H). Inuti rören finns en borste för rengöring av dysorna, varför fiberhaltigt bakvatten kan användas som spritsvatten. Denna borste drivs av en luftcylinder.

Varje spritsrör bör anslutas till inkommande spritsvattenledning över en avstängningsventil.

Den längsgående tätningen (G) för valsarna hålls mot valsarna med hjälp av vattentryck. Rent vatten tillförs med ett tryck av 0,2 MPa (2 kp/cm²). För att tätningen skall kunna följa den rörliga valsens (D) om den rör sig utåt finns en säkerhetsventil som öppnar vid 0,4 MPa (4 kp/cm²).

Tätningarna mot valsändarna hålls an mot tätningsytan genom utifrån tillfört rent vatten med ett tryck av ca 0,05 MPa (0,5kp/cm²) över trågtrycket, dock max 0,15 MPa (1,5 kp/cm²).

För avtagning av massabanan är båda valsarna försedda med ställbara schaberanordningar. Schaberklingorna (I) är tillverkade av plast.

Schabern (E) till den rörliga valsens är ansluten till lagerhussliden och förbunden med valsens så att schabern följer med valsens vid dess rörelse i riktning till eller från den fasta valsens. Schabern ställs in med justerskruvar.

Schabern (F) till den fasta valsens är fast monterad men kan ställas in med justerskruvar.

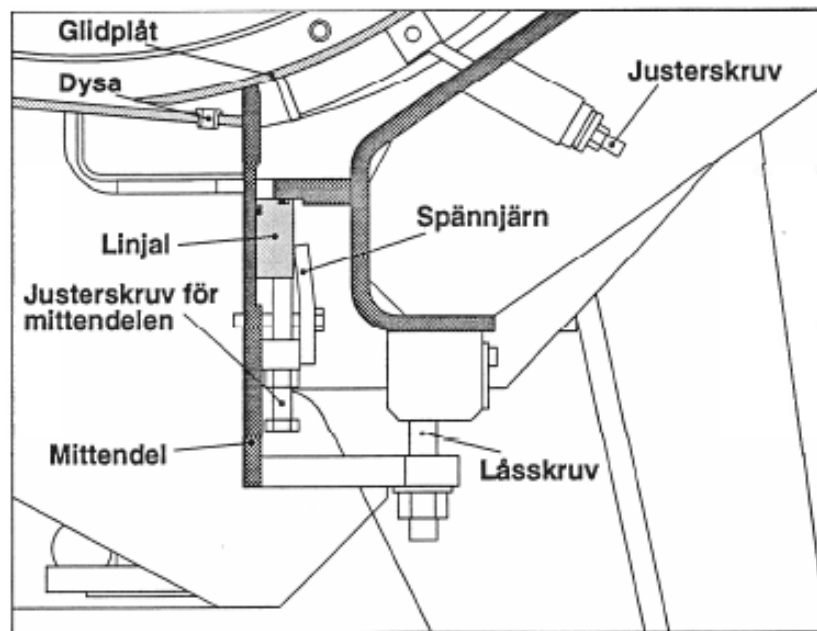
Tråget är i svetsat utförande och invändigt tillverkat av homogent rostfritt stål. På trågets sidor finns en, tvärfördelare (L) med ett antal anslutningsrör som ansluter mot var sin paraformer (M). Filtratutlopp är placerade i vardera tråggavels undersida. Det finns en tvättlåda (N) på varje trågsida. Tvättvätskan fördelas via dysor till pressens tvättzon. Vid ändarna finns anslutningar för renspolning av tvättlådan.



Glidplåtarna (B) är nedtill försedda med ställskruvar för att kunna anpassas till mittdelens höjdläge, se figur nedan. Trågets mittendel är försedd med extra tvättvattenlådor (O) där tvättvatskan fördelas via dysor till pressens tvättområden.

Mittendelen (A) är höj- och sänkbar med hjälp av en hydraulcylinder som manövreras med en manuell riktningventil. Hydraulcylindern sitter mitt under mittendelen i en teleskopisk pelare. Denna pelare fungerar som styrning för mittendelen vid höjning och sänkning. Oljan tillförs cylindern från samma hydraulaggregat som används för valsarnas drift.

I sitt arbetsläge är mittendelen spärrad av låsskruvar runt mittendelen, se figur nedan. Arbetsläget kan justeras genom att de linjaler som sitter runt mittendelen kan ställas med hjälp av justerskruvar och måttskalor sedan spännjärnen lossats, gäller ej -935.



512 B 2019 433-01

Fig. 19

Imkåpan (J) är tillverkad av glasfiberarmerad polyester och försedd med inspektionssluckor och på gavlarna finns ventilationsanslutningar.

Pressen drivs av två hydraulmotorer, en på varje vals placerad på valsändarna på ena sidan av pressen. På den andra sidan sitter kuggghjul, som har till uppgift att synkronisera valsarna. Hydraulmotorerna tillförs olja från ett fristående hydraulaggregat, som bör placeras i ett väl ventilerat och ljudisolerat separat rum.

Grovrivarskruv

Grovrivarskraven har tandad gnga ovanför inloppet, där massan rivs og slt gnga i transportdelen till utloppet. Skruven drivs av en tappvxel via en kilremstransmission. De delar som kommer i kontakt med massa är tillverkade av rostfritt stål.

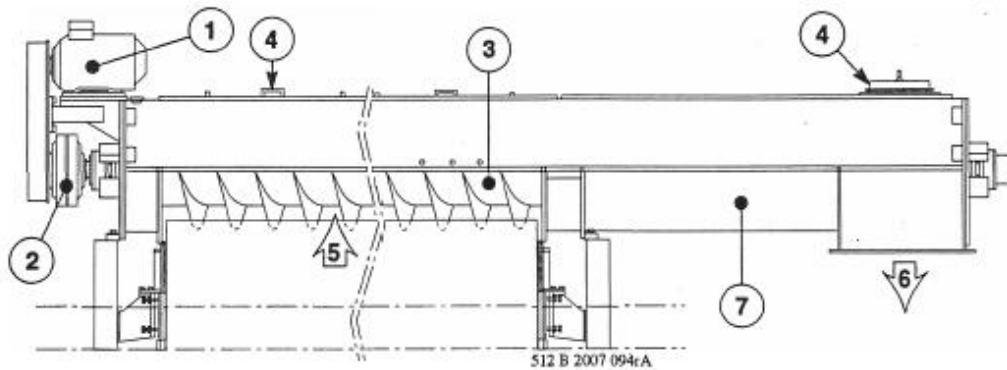


Fig. 20

1	El-motor	5	Inlopp
2	Tappvxel	6	Utlopp
3	Skruv	7	Trg
4	Inspektionsslucka		

Grovrivarskraven r fäst med skruvförband på pressen. Efterföljande utrustning ansluts mot flänsen på utloppsöppningen.

ver inlopp og utlopp finns luckor för inspektion og rengöring.

Vid utloppet finns en skopa för provtagning.

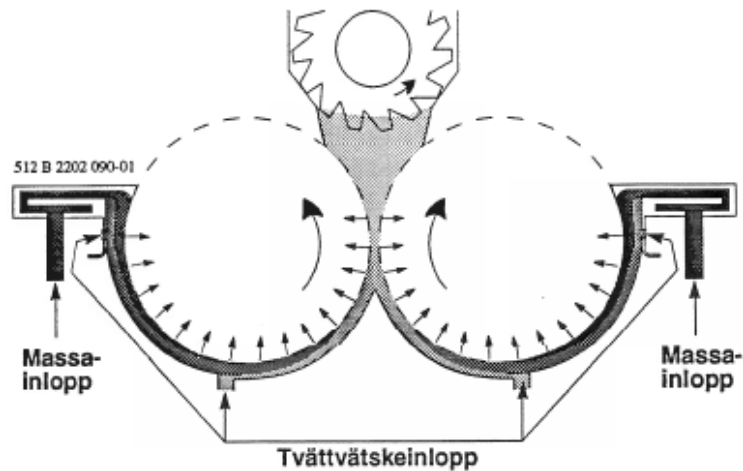


Fig. 21

Funktion Massa av vanligen 6-8% koncentration pumpas till trågets tvärfördelare med ett tryck av max. 0,8 MPa (8 kp/cm²).

Massakonsentrasjonen liksom flödesmängden bör regleras automatiskt, eftersom dessa skall vara lika till båda inloppen.

Från tvärfördelaren fördelas massaflödet via strypbrickor till paraformrarna. I paraformrarna fördelas sedan massan jämnt mot valsen, där den dräneras mot valsytorna och bildar en massabana som fortsätter in i tvättzonen. I början av tvättzonen tillsätts den första flödeskontrollerade tvättvätskan genom dysor i tråget längs valsen. Vätskan i den ursprungliga massasuspensionen börjar då att förträngas ut ur massabanan av tvättvätskan under fortsatt avvattning.

Massabanan når sedan mittendelen, där den andra flödeskontrollerade tvättvätskan tillsätts via dysor i mittendelen längs valsen. Under passagen av mittendelen fortsätter vätskan i den ursprungliga massasuspensionen att förträngas ut ur massabanan av tvättvätskan under fortsatt avvattning, och som avslutas i nypet, där massabanan avpressas till önskad torrhalt, se figur ovan.

Torrhalten är för varje inställning ett resultat av valsarnas drivmoment. Inom ett visst område regleras torrhalten automatiskt genom reglering av hydraulmotorernas varvtal. Impuls till varvtalsändring erhålles från en givare för hydraultrycket via en regulator.



Förträngningspress DPB-9XX

Beskrivning

Omedelbart efter nypet går massabanan till en kombinerad rivare och transportskruv, där den grovrivs och transporteras till skruvens utloppsöppning. Beroende på lokala förhållanden kan massan antingen falla ner i ett stup eller i en skruvtransportör för vidare behandling.

Filtratet från massasuspensionen rinner ut genom öppningarna i valsändarna och avleds från pressen genom två utlopp i trägbotten intill gavlarna.

Hydraulsystem

Se figur 23

Pressen drivs av hydraulmotorer monterade på valsaxlarna. Pressen är utrustad med två motorer, en höger- och en vänstergående. Hydraulmotorerna är drivna med en gemensam pump i ett slutet hydraulsystem.

Flödet från huvudpumpen regleras av ett elektrohydrauliskt styrdon.

Matar- och styrtryckspumpen är ihopbyggda med huvudpumpen. I systemet finns nödvändiga ventiler och tryckmätare för begränsning, justering och kontroll av trycket. Vidare finns filter för rening av oljan. I returledningen till tanken passerar oljan en termostatterad kylare. Kylmediet är vatten.

En kolvpump är separat installerad på hydraulaggregatet. Denna pump förser dämpcylinderna för den rörliga valsen med olja. Trycket är begränsat av en tryckbegränsningsventil. Trycket kan avlastas med en nålventil eller en magnetventil. Magnetventilen används för att "lätta" på valsarna vid start efter fastkörning. För att manövrera denna, skall en återgående brytare placeras nära pressen. Nålventilen används vid omställning av valsnypet.

För höjning och sänkning av mittendelen, finns en separat pump. En handmanövrerad riktningventil är placerad nära pressen för att manövrera mittendelen.

Oljetanken är försedd med en temperaturvakt, som stoppar pumparna om temperaturen överstiger det förinställda värdet. Vidare finns en nivåvakt som stoppar pumparna om oljenivån sjunker under det tillåtna värdet.

För en mer detaljerad beskrivning av hydraulsystemet, se separat instruktion.

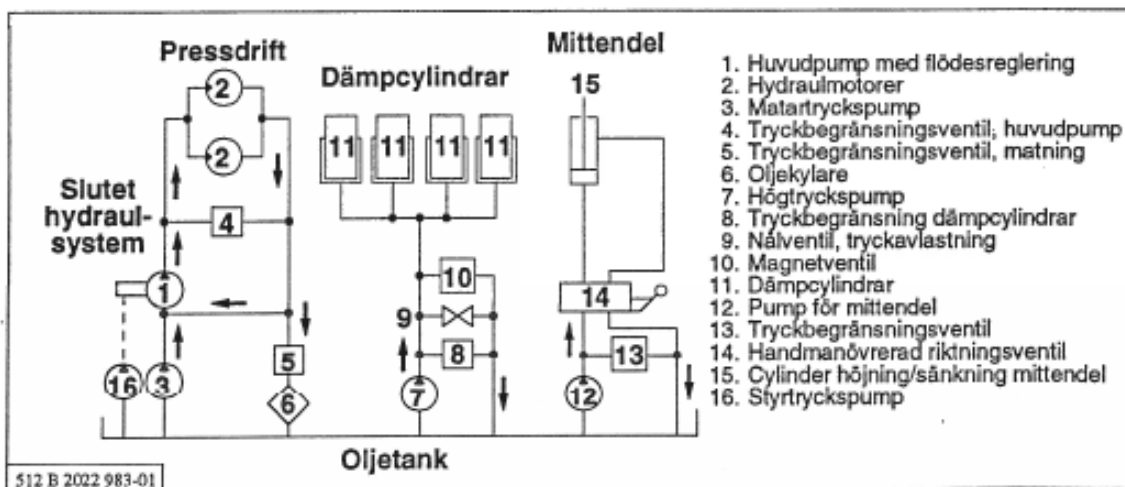
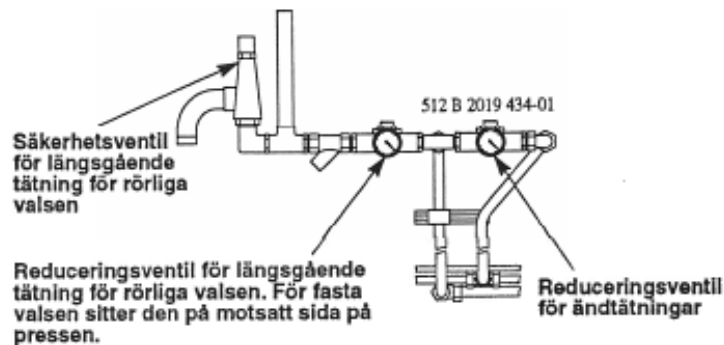


Fig. 23 Förenklat hydraulschema

Funktionskontroll

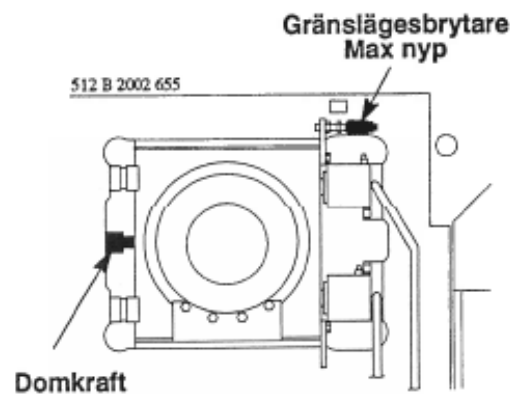
- Avvattningspressen**
- 1 Skruva ut justerskruvorna på reduseringsventilerna for vals-tätningarna. Öppna for vatten till tätningarna. Ställ in trycket for valsarnas ändtätningar på max 0,15 MPa (1,5 kp/cm²). Ställ sedan in trycket for längsgående tätningarna på max. 0,2 MPa (2 kp/cm²), se figurer nedan. Kontrollera att inget läckage förekommer och att tätningarna ligger an mot valsarna. (Från längsgående tätningen finns ett läckrör for att säkerställa funktionen hos reduseringsventilen eftersom den behöver ett visst genomflöde for att fungera. Ur läckröret skall alltid komma vatten.)



- 2 Kontrollera att den rörliga valsens lagerhusslid går lätt. Använd domkraft enligt figur nedan. Presskraften 1,5-2 ton fordras normalt. Kontrollera samtidigt att gränslägesbrytaren for max nyp bryter när valsearna är skilda 18 mm. (Max längd på domkraften 70 mm).



Fig. 25



Förträgningspress DPB-9XX**Funktionskontroll**

- 3 Kontrollera att trågtrycksgivarna är rätt anslutna och inställda.
- 4 Kontrollera att trågets mittedel är i sitt arbetsläge och låst med låsskruvarna. Kontrollera också att glidplåtarnas ställskruvar är åtdragna.

Grovrivarskruv Kontrollera att grovrivarskruven har rätt rotationsriktning.

Hydraulsystem Se separat instruktion för hydraulsystemet.

Vedlegg 3: KOF- målingsmetode

Title: Miljø: Utvaskbar KOF		
Type og innhold: Instruks		Document ID: LACE-10-0:
Eksterne Referanser: IK-HMS: 7.1; ISO 14001: 4.5.1		Previous ID:
Innerte Referanser: LACE-10-03.072		25.0
Godkjenningsnivå: Author	Godkjent av: Eivind Rosland	Godkjenningsdato: 25.03.2011
Approver	Laila Selvi Tvetter Listerud	25.03.2011
Quality Assurance	Wenche Dahl	25.03.2011

1.0 Formål

Formålet med instruksjonen er å beskrive analysen for utvaskbar KOF (kjemisk oksygenforbruk) på våte masseprøver.

2.0 Omfang

Instruksjonen omfatter masseprøver fra Cellulose.

3.0 Ansvar

Laboratoriesjef i Kontrollavdelingen har ansvar for innføring og vedlikehold av instruksjonen.

Laboratoriepersonalet har ansvar for å følge den.

4.0 Beskrivelse**4.1 Prinsipp**

Metoden er ment for beregning av effektiviteten ved ett vasketrinn på en vaskefilter, på en vaskepresse eller en avvanningspresse og for måling av mengde KOF og TOC som overføres til et senere prosesssteg i fabrikkens eller til resipienten.

Vann tilsettes i en våt, aldri tørket, masseprøve slik at man opprettholder en massekonsentrasjon på cirka 15 g/l.

Slurryen slås opp og en viss mengde av suspensjonen filtreres gjennom ett filter i en Büchnertrakt. Massekaken på filteret vaskes med ionebyttet vann.

Filtratets KOF og/eller TOC bestemmes.

Resultatet angis i kilogram per tonn masse, beregnet på tørretenkt vekt.

4.2 Utstyr

Desintegrator, våtoppslager

Begerglass

Målesylindere, 2 stk på 500 ml.

Målekolber, til fortyning

Filtreringsutstyr; Büchnertrakt, filtreringsflaske, vakumslange

Rundfilter, Whatman 589/1, sortbåndfilter

Dr. Lange DR 2800

Prøveflasker, 250 ml

ionebyttet vann, til vasking av filter

MilliQ-vann e.l. til fortynning av prøve

Glassustyret rengjøres kun med vann, ikke bruke oppvaskmiddel. Ved behov kan utstyret syrevaskes i oppvaskmaskin (program 5).

4.3 Reagenser

Dr. Lange KOF-kyvetter klare til bruk, LCI 400 for 0 - 1000 mg/l. Disse er sertifiserte for ISO 15705.

Kaliumhydrogenftalatløsning, 2.082 mmol/l

Kontrollprøve: Tørk kaliumhydrogenftalat, $KHC_8H_4O_4$, ved 105 grader. Løs 0.2126 g i MilliQ-vann e.l og fortynn til 500 ml.

Teoretisk KOF-verdi for denne løsningen er 500 mg/l.

Denne løsningen har en holdbarhet på 1 uke i kjøleskap.

Svovelsyre, 4 mol/l

Tilsett 220 ml konsentrert H_2SO_4 (tetthet 1.84) sakte og under omrøring til ca. 500 ml MilliQ-vann e.l. Avkjøl til romtemperatur og fortynn til 1000 ml.

4.4 Utførelse

Benytt egnet registrerings skjema for utvaskbar kof (pkt. 6.0).

Vei inn filter og notér vekt.

Vasking av masseprøve, generelt;

- * Vei inn 30 gr tørr prøve og fortynn opp til 2000 ml med ionebyttet vann.
- * Prøven skal slås opp ved hjelp av en desintegrator innstilt med 30 000 rotasjoner.
- * De vanligste prøvene for utvaskbar KOF er L-5701 og B-5703.

$$\text{Prøvemengde} = \frac{30 \text{ gr}}{30\%} * 100\% = 100 \text{ gr.}$$

$$\text{prøve mengde} = \frac{30 \text{ gr}}{0,105}$$

$$\text{Tørstoff \%} = \frac{100}{2000} = 0,105$$

L-5701 og L-5704;

- * Dette er masseprøve fra blekeriet.
- * Det taes et utgangspunkt i at prøven har en tørrstoffprosent på 30%. L5702
- * Innveid mengde på denne prøven vil da bli 100 gr tilsatt 1900 ml ionebyttet vann.

Innstilling på desintegratoren, oppslageren;

- * Trykk på SEL (select), blå knapp.
- * Det er seks grå knapper på instrumentet, og det skal først trykkes 3 ganger på knapp nr. 2.
- * Videre trykkes det 5 ganger på knapp nr.4, og det skal nå stå 30 000 på displayet.
- * Trykk så på SEL igjen for å bekrefte innstillingen.
- * Trykk den røde knappen RST (restart) for å restarte den nye innstillingen.
- * Sett det tilpassede begeret med prøve på/i instrumentet.
- * Hold høyre og venstre knapp på instrumentet inne og vent til røringen har startet før du slipper knappene.
- * Desintegratoren stanser automatisk etter 30 000 rotasjoner.

Filtrering:

- * Umiddelbart etter oppslagingen, tas det ut 500 +/- 50 ml av massen i ett begerglass.
- * Plasser et filter med kjent vekt i filtreringstrakten, og filtrer massen gjennom.
- * Vask massekaken som er på filteret med 3 x 100 ml ionebyttet vann, dette for å få med all prøve fra begeret og for å få vasket ut KOF fra massen.
- * Filteret med massekaken tas ut og settes i tørkeskap ved 105 grader over natten.
- * Overfør filtratet til en 500 ml målesylinder og les av volumet som V, milliliter.
- * En viss mengde overføres i prøveflasker for senere bruk til KOF- analyse, bruker 250 ml prøveflasker.

Kontrollér at filtratet er fritt for fiber og andre synlige partikler. → på hvilken
Hvis ikke KOF-analysen utføres innen ett døgn, bør de tilsettes 1 ml 4 mol/l
svovelsyre per 100 ml prøve. (pkt.4.3).

- * Dagen etter tas massekaken ut av tørkeskapet og skal oppnå romtemperatur før veiing.

Andre masseprøver

- * Prøvens tørrstoffprosent må bestemmes eller anslås. Vei inn en prøvemengde som tilsvarer ca 30 g tørr masse.
- * Fyll opp med vann til et totalt volum på 2000.
- * Hvis det er mye skum etter desintegrering må hele prøven filtreres, ikke 500 ml som beskrevet over. Vask av massekake gjøres som beskrevet over.

Prøvebehandling:

- * Vurdér prøvens KOF-konsentrasjon. Fortynn prøven om antatt KOF-konsentrasjon >1000 mg/l. Bruk MilliQ- vann e.l ved fortynning.
- * Rist kyvettene og prøvene godt før 2 ml prøve tilsettes kyvetten ved bruk av automatpipette.
- * Ved hver prøveserie skal det alltid benyttes en blank prøve, MilliQ-vann, og en kontrollprøve.
- * Skru korken godt på og rist hver enkelt kyvette slik at prøven blir godt blandet.
- * Merk hver kyvette med prøvenummer eller liknende, og sett de i kokeblokken som er tilpasset kyvetten.
- * Kokeblokken ska lvære innstilt på 148 grader og 2 timer. Termostaten vil da automatisk slå seg av etter to timer.
- * Når prøvene er ferdige i kokeblokken tas de ut og vendes 2-3 ganger før de skal plasseres til avkjøling på benk, ca.20 min.
- * Prøvene er nå klare til måling.

KOF-måling:

- * Slå på instrumentet ved trykke på den sorte knappen bak på instrumentet.
- * Tørk av hver kyvette på utsiden med et lofritt papir rett før kyvetten settes i instrumentet.
- * Sjekk at prøven ikke er turbid, dvs.at uopløste partikler må ha sunket til bunn av kyvetten før analysen utføres.
- * Sett kyvetten med blank prøve i DR 2800 fotometeret, den må alltid måles først, da instrumentet bruker denne til utregning av KOF-konsentrasjon for alle KOF-prøvene

i prøverekken.

* I tillegg til en blank prøve, skal det også benyttes en kontrollprøve. Kontrollprøven er tillaget Kaliumhydrogenftalatløsning med en teoretisk KOF-verdi på 500 mg/l. (pkt.4.3)

Analyseresultatene godkjennes dersom kontrollprøven ligger mellom 480- 520 mg/l. Ligger resultatet utenfor dette området, skal alle prøvene analyseres på nytt så sant det ikke kan bevises at feilen kun har rammet kontrollprøven.

4.5 Beregning

Beregning av utvaskbar KOF eller TOC, i kilogram per tonn tørretenkt masse, gjennom følgende uttrykk:

$$Y = \frac{V * (X - X_0)}{m * 1000}$$

der:

Y er utvaskbar KOF eller TOC, i kilogram per tonn tørretenkt masse.

X er den korrigerende vektskonsentrasjonen av KOF eller TOC i filtratet, i milligram per liter.

X₀ er den korrigerende vektskonsentrasjonen av KOF eller TOC i blindprøven, i milligram per liter.

V er det totale volumet av vann som benyttes ved filtrering og vasking, i milliliter.

m er den tørretenkte massekakens vekt, i gram.

1000 er den numeriske faktoren som omgjør milliliter til liter

4.6 Gyldighetsområde

Metoden er gyldig for bestemmelse av KOF i vannprøver der kloridkonsentrasjon i prøven er < 1000 mg/l.

Prøver med større kloridkonsentrasjon må fortynnes før analyse

Prøver med KOF-verdi i området 0 - 1000 mg/l kan analyseres direkte.

Prøver som har KOF-verdier > 1000 mg/l må fortynnes etter behov før analyse.

4.7 Standardavvik

4.8 Rapportering

Analyseresultater rapporteres som kg/t med 0 desimaler i Mikon.

Rapporteringssiden i Mikon finnes under arbeidsområde "Utslippsrapportering Borregaard".

4.9 HMS

Hver kyvette inneholder:

Svovelsyre: Sterkt etsende. Meget etsende på øynene.

Ta hensyn til at innholdet i kyvettene er aggressivt og giftig selv om kjemikalimengdene er små og kyvettene kun er åpne ved tilsetning av prøve. Bruk vernebriller og hansker, arbeid i størst mulig grad i avtrekk. Det anbefales å lese kjemikaliekort for reagensene før analysen settes igang.

Brukte kyvetter samles opp i en sort kasse på laboratoriet og sendes i bestemte uker til ett deponi på Herøya.

5.0 Referanser

LACE- 10-03.072 1. Miljø: KOF-bestemmelse i avløpsvann ihht ISO 15705, kyvettemetoden.
SCAN-CM 45:00. Uttvåtbar COD och TOC.

6.0 Bilag



Bilag 1: Utvaskbar KOF 2008.xls

*** Slutt på dokument ***

Iringer siden sist revisjon:

varlig. Lagt til L5704. Endret prosedyre for andre masseprøver

Veddlegg 3: