



# CHALMERS

---

## **Påverkan på returpappersprocessen vid återförande av återvunnen fiber**

**- Återvinning av fibrer ur slammet från  
PM7 och PM8**

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Kemiteknik

KLARA-LISA JANSSON



# Påverkan på returpappersprocessen vid återförande av återvunnen fiber

Återvinning av fibrer ur slammet från PM7 och PM8

KLARA-LISA JANSSON



**CHALMERS**

Institutinen för Kemi och kemiteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2017

Påverkan på returpappersprocessen vid återförande av återvunnen fiber: Återvinning av fibrer ur slammet från PM7 och PM8

KLARA-LISA JANSSON

© KLARA-LISA JANSSON, 2017.

Handledare: Lisa Lind, SCA Hygiene Products AB

Examinator: Gunnar Eriksson, Institutionen för Kemi och kemiteknik

Institutionen för Kemi och kemiteknik

Chalmers Tekniska Högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon +46(0)31-772 1000

## Förord

Denna uppsats är resultatet av ett examensarbete utfört åt Edet bruk. Detta arbete är även den sista delen på utbildningen till Kemiingenjör 180 högskolepoäng och utfördes om 15 högskolepoäng under vårterminen 2017.

Jag vill tacka min handledare Lisa Lind från Edet bruk för stöttning, vägledning och stort visat intresse för mitt arbete.

Jag vill tacka min examinator och handledare Gunnar Eriksson för handledning vid utformning av rapporten.

Jag vill även ta tillfället i akt att tacka:

Åke Martinsson

Anne Räsänen

Tammar Issa

Personal på MB, PM och ÅC

Operatörer på MB och PM

Tack för ovärderlig hjälp med mitt arbete och för att ni bidragit till att göra min tid hos Er både intressant och rolig!

Lilla Edet, Maj 2017

Klara-Lisa Jansson

## Abstract

In today's Sweden, the access and demand of recovered newspaper do not match, the need of recovered newspaper is bigger than the access. This leads to a need for importing this raw material from other countries, mainly in northern Europe. At the same time, valuable fibers are lost in the process of manufacturing tissue when some of them follow the wastewater from the paper machines, flock in a floatation device to become a sludge that is finally combusted.

The objective of this work has been to investigate the content of the different types of sludges that comes from paper machines PM7 and PM8 at Edet mill. This to be able to determine which of the sludges that there are an economic benefit in bringing back into the process as raw material in the deinking line RP2. The effects that the sludges have on the deinking line and the finished pulp have been analyzed to conclude which sludge(s) that will favor Edet mill economically.

The work was divided into five sample rounds where sample round one comprises tests to map the content of the sludges from PM7 and PM8. The second was a laboratory experiment to predict the impact that sludge has on the brightness of pulp when the two are mixed together. Sample round three measured a referential situation at RP2 and the finished pulp, round four the impact in RP2 and finished pulp when the sludge was recycled. At last, in sample round five, the change in turbidity in the waste water from RP2 was investigated with and without the recycling of sludge.

In this report, the fact that there is an economic potential in recycling of the sludge from PM7 and PM8 to RP2 at Edet mill is determined. The potential saving when using sludge as raw material stretches between 516 000 and 1 840 000 sek/year. The flow of valuable material in the sludges varies between 0.3 to 4.5 tonnes/day, depending on which sort of paper is manufactured at the time. The changes in brightness, ash content and pH value is insignificantly small when sludge is recycled. The number of dots and stickies rises in finished pulp. The charge, in RP2, becomes more neutral at times when the sludge is recycled and because of this the waste water treatment unit at RP2 is unable to fully purify the water under these conditions.

## Sammanfattning

Tillgång och efterfrågan på returtidning möter inte varandra i dagens läge i Sverige, vilket har lett till att tillverkare av returpappersmassa med råvaran returtidning i Sverige importerar insamlad tidning från främst norra Europa. Samtidigt går en del fibrer förlorade vid tillverkning av mjukpapper då de följer med smutsvattnet från pappersmaskinerna och flockas i en flotationsenhet till ett slam som därefter förbränns.

Syftet med detta arbete har varit att karaktärisera innehållet i de olika typerna av slam från pappersmaskin 7 och 8 på Edet bruk. Detta för att sedan kunna avgöra vilka kvaliteter som det finns intresse av att föra tillbaka in på returpapperslinje 2 i egenskap av råvara. Vidare har effekter på returpapperslinjen samt returmassan undersökts för att slutligen leda till en slutsats och rekommendation angående vilket eller vilka slam som eventuellt kan gynna Edet bruk ekonomiskt genom att återvinnas.

Arbetet delades upp i fem provrundor där provrunda 1 innefattar prov på slam från pappersmaskin 7 och 8. Provrunda 2 var ett laboratorieförsök för att förutspå påverkan på ljushet då slam och massa blandades. I provrunda 3 mättes ett referensfall på returpapperslinjen då inget slam återfördes och provrunda 4 påverkan på returpapperslinjen samt den färdiga massan då slam återvanns. Till sist undersöktes i provrunda 5 hur suspensionshalten på smutsvattnet in till returpapperslinjens bakvattenrening förändrades då slam återvanns.

I den här rapporten fastställs att det finns en ekonomisk potential i att återvinna slam från pappersmaskin 7 och 8 som råvara på returpapperslinje 2 vid Edet bruk. Potentiell besparing vid återvinning av slam ligger mellan 516 000 och 1 840 000 kr per år. Flödet av värdefullt material i slammen varierar mellan 0,3 och 4,5 ton/dygn beroende på vilken papperskvalitet som tillverkas. Ljushet, askhalt och pH förändras obetydligt då slam återvinnas. Antal prickar och stickies ökar i färdig massa. Laddningen blir ibland mer neutral då slam återvinnas och när detta sker lyckas inte bakvattenreningseenheten på returpapperslinje 2 rena vattnet tillräckligt.





# Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.1.1 SCA.....	1
1.1.2 Edet bruk .....	1
1.1.3 Returpapperslinje 2 .....	1
1.2 Syfte och frågeställning .....	1
1.3 Avgränsningar .....	2
2 Teoretisk Processbeskrivning .....	3
2.1 Returfiber .....	3
2.1.1 Användning.....	3
2.1.2 Tillgång .....	3
2.1.3 Pris .....	3
2.2 Returpapperslinje .....	3
2.2.1 Upplösning av råvara .....	4
2.2.2 Silning .....	5
2.2.3 Flotation .....	6
2.2.4 Virvelrening .....	6
2.2.5 Tvättning.....	6
2.2.6 Skruvpress/avvattning.....	7
2.2.7 Dispergering .....	7
2.2.8 Intern vattenrening .....	7
2.2.9 Dissolved Air Flotation.....	8
3 Metodik .....	9
3.1 Parametrar pappersmassaframställning .....	9
3.1.1 Värdefulla fibrer .....	9
3.1.2 Ljushet .....	9
3.1.3 Prickar.....	9
3.1.4 Stickies.....	9
3.1.5 Laddning .....	10
3.1.6 pH .....	10
3.1.7 Askhalt .....	10
3.1.8 Suspensionshalt och turbiditet.....	10
3.2 Provrundor .....	10
3.2.1 Provrunda 1: bakvattenslam från PM .....	10

3.2.2 Provrunda 2: ljushetspåverkan av slam på pappersmassa .....	11
3.2.3 Provrunda 3: RP2 utan slam .....	11
3.2.4 Provrunda 4: RP2 med slam .....	12
3.2.5 Provrunda 5: effekter på bakvattenrening hos RP2 .....	12
3.3 Nuvarande drifttillstånd .....	12
4 Resultat.....	13
4.1 Fiberinnehåll.....	13
4.2 Ljushet .....	14
4.3 Prickar.....	17
4.4 Stickies.....	18
4.5 Laddning .....	19
4.6 pH .....	20
4.7 Askhalt.....	20
4.8 Suspensionshalt och kemikaliedosering.....	21
5 Diskussion .....	23
5.1 Provrunda 1: bakvattenslam från PM .....	23
5.2 Provrunda 2: ljushetspåverkan av slam på pappersmassa .....	24
5.3 Provrunda 3 och 4: RP2 vid referensfall samt vid återvinning av slam .....	25
5.4 Provrunda 5: effekter på bakvattenrening hos RP2 .....	27
6 Slutsatser .....	28
Referenser .....	29
Bilaga 1: Edet bruks standarder för utvalda laborationsanalyser	
Bilaga 2: Resultat från provrunda 1	
Bilaga 3: Resultat från provrunda 2	
Bilaga 4: Resultat från provrunda 3 och 4	
Bilaga 5: Resultat från provrunda 5	
Bilaga 6: Formler för beräkningar	

# 1 Inledning

Vid tillverkning av returpappersmassa krävs någon form av returpapper, ofta returtidning. Då antal tryckta dagstidningar minskar i takt med att tidningar publiceras och läses online i allt större utsträckning, så är tillgången på returtidning i Sverige mindre än efterfrågan. Detta leder till att import av returtidning krävs, främst från norra Europa. Samtidigt går en del fibrer förlorade vid tillverkning av mjukpapper då de följer med smutsvattnet från pappersmaskinerna, PM, flockas i en flotationsenhet till ett slam som därefter förbränns. I detta arbete undersöktes huruvida Edet bruk borde återvinna dessa fibrer och använda dem som en del av sin råvara vid framställning av returpappersmassa.

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 SCA

SCA, Svenska Cellulosa Aktiebolaget, grundades 1929 och är globalt ledande aktörer inom hygien- och skogsindustri. Huvudkontoret ligger i Stockholm och SCA har ungefär 46 000 medarbetare världen över. År 2016 var omsättningen ca 12,4 miljarder euro, alltså 117 miljarder kronor. VD för SCA är Magnus Groth [1].

Produkterna som tillverkas av SCA kan delas upp i tre olika grupper: personliga hygienprodukter, skogsindustriprodukter och mjukpapper. Mjukpapper innefattar toalett- och hushållspapper under varumärkena Edet, i Sverige, för konsumenter och Tork för storförbrukare [2]. På SCA:s bruk i Lilla Edet, Edet bruk, som är beläget i anslutning till Göta älv utgör dessa två varumärken större delen av produktionen [3].

### 1.1.2 Edet bruk

Edet bruk, som ligger i Lilla Edet ungefär 5 mil norr om Göteborg, har ungefär 400 anställda. Här finns fyra huvudsakliga processer; massaberedning, papperstillverkning, konvertering och logistik. Tillhörande bruket finns även en ångcentral vilken förser bruket med ånga och även kommunens fjärrvärmenät med värme. Produktionskapaciteten ligger på 100 000 ton och råvaran som används består till 86 procent av returpapper och 14 procent av nyfiber [3].

### 1.1.3 Returpapperslinje 2

På Edet bruk finns två stycken returpapperslinjer där massa tillverkas av returpapper. Det finns återstående fibrer kvar i bakvattnet, det vatten som avlägsnas från massan vid tillverkning av papper, från PM. Detta vatten renas med hjälp av Dissolved Air Flotation, DAF, där mikro-bubblor fästs till flockar av partiklar och fibrer och skapar ett stabilt flytande slam. Detta slam återförs från två av PMs DAF:ar till en av returpapperslinjerna, RP2, för att man på så vis ska kunna återvinna fibrerna härifrån och låta dem gå med i returmassan. Tidigare har detta slam gått direkt till ångcentralen som förbränt detta för att erhålla energi, ånga och värme till bruket. Det finns en del oklarheter i hur detta slam påverkar returfiberprocessen samt den färdiga massan och man vill på grund av detta fastställa råvaran, alltså slammets, effekt på processen samt den färdiga massan. Det finns flertalet olika pappersprodukter; olika kvaliteter av toalettpapper och olika kvaliteter av våtstarkt papper, som antas ge olika egenskaper till slammets.

## 1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med detta arbete har varit att karaktärisera innehållet i de olika typerna av slam för att sedan kunna avgöra vilka kvaliteter som det finns intresse av att föra tillbaka in i RP2 i egenskap av råvara. Vidare undersöktes effekter på returpapperslinjen samt returmassan för att slutligen leda till en

slutsats och rekommendation angående vilket eller vilka slam som eventuellt kan gynna bruket ekonomiskt genom att återvinnas.

Frågeställningen för arbetet var alltså:

1. Vilka ekonomiska effekter har återvinning av slammen?
2. Vilka slam har en positiv respektive negativ ekonomisk effekt vid återvinning?

### 1.3 Avgränsningar

Arbetet innefattar en undersökning av egenskaper hos slam från de olika papperskvaliteterna tillverkade på PM, då de är uppdelade i grupper om liknande kvaliteter. Mätningar gjordes på koncentration, flöde av slam, ljushet, prickar, fibergruppering, stickies, laddning samt pH. Arbetet innefattar vidare påverkan på processen och massan i RP2 då de olika slammen återvinns som råvara in på denna linje. En uppskattning av eventuell ekonomisk påverkan har också gjorts.

Arbetet omfattar inte effekter på processen hos PM, hos konverteringslinjerna eller hos färdig produkt. Arbetet innefattar inte heller eventuella effekter på slammet från RP2 som förs till ångcentralen för förbränning.

## 2 Teoretisk Processbeskrivning

### 2.1 Returfiber

Råvaran returfiber kommer inom pappersindustrin från utskott och returpapper. Med utskott menas det papper som återanvänds internt på ett bruk, exempelvis kantremсор eller defekt papper. Detta är papper som alltså inte når kund. Returpapper är insamlat papper såsom återvunna tidningar, kontorspapper, tidskrifter och kartong [4,5].

#### 2.1.1 Användning

Returpapper används som råvara istället för nyfiber vid tillverkning av bland annat tidningspapper, kraftliner och mjukpapper. Tidningspapper kan tillverkas av upp till ungefär 50% returfiber medan mjukpapper kan innehålla en mycket högre andel returfiber [6].

#### 2.1.2 Tillgång

Enligt Åke Martinsson, inköpschef för returfiber på Edet bruk, är tillgången på returpapper inom Sverige lägre än efterfrågan och tillgång på insamlad tidning minskar varje år. I en avfallsrapport från naturvårdsverket, angående avfall i Sverige 2014, står det att det samlades in 1 300 000 ton papp och papper i Sverige år 2009 [7]. Martinsson berättar vidare att ungefär  $\frac{1}{6}$  utav insamlat material brukar vara tidning. För att motsvara efterfrågan på returpappret importeras material till Sverige, främst ifrån andra länder i norra Europa.

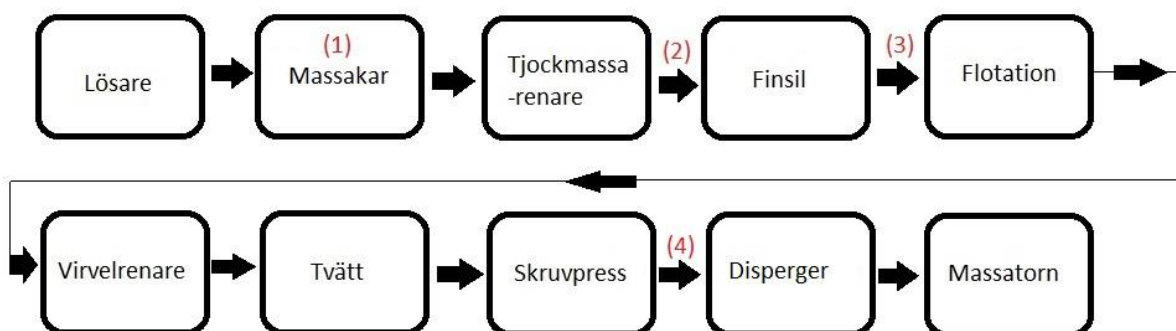
#### 2.1.3 Pris

Priset på insamlad tidning har under år 2017 i genomsnitt legat kring £102/ton, vilket motsvarar ungefär €118/ton och 1150 sek/ton [8].

### 2.2 Returpapperslinje

Insamlat papper kan innehålla många olika typer av föroreningar som exempelvis plast, metall, glas, sand och tryckt bläck som behöver minskas för att erhålla pappersmassa av god kvalitet. Det är heller inte ovanligt att det insamlade pappret innehåller icke fibrösa material såsom fillers, latex, stärkelse och harts (kåda). För att undvika stora mängder stickies är det viktigt att avlägsna föroreningar som lim, harts, vax, varmsmältor och bläckbindemedel i återvinningsprocessen [5].

För att tillverka pappersmassa av returpapper krävs att returfibern renas genom ett antal processteg, figur 1 visar schematiskt hur returpapperslinje 2, RP2, hos Edet bruk är uppbyggd.



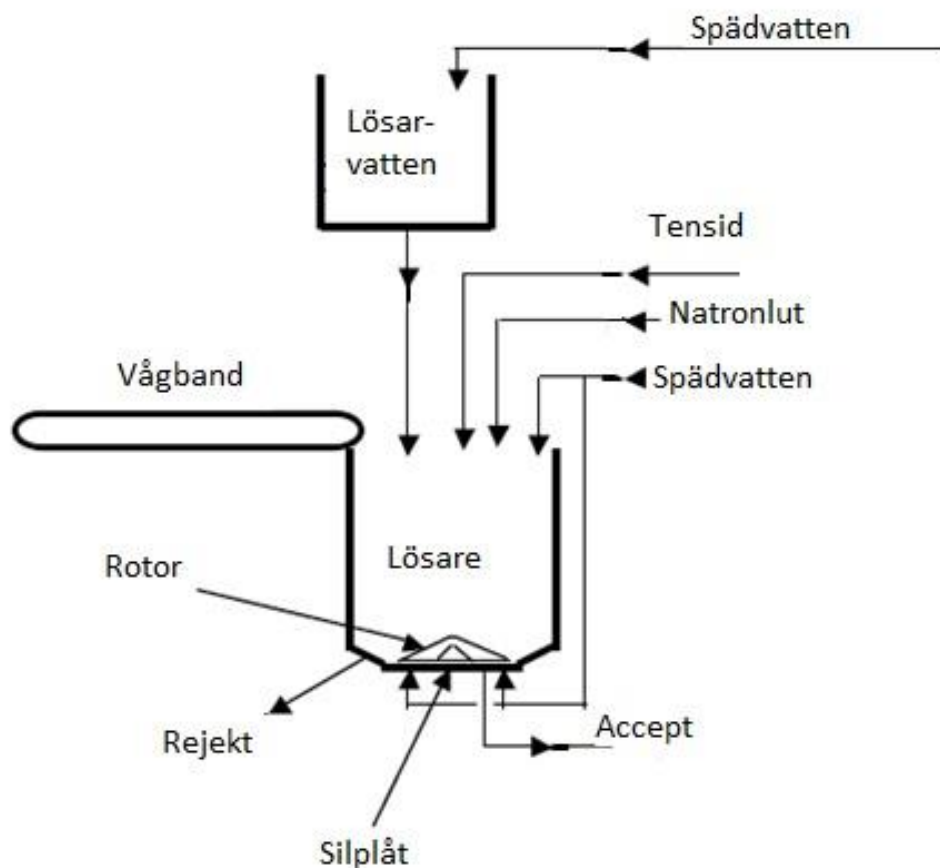
Figur 1. De olika stegen som råvaran passerar vid tillverkning av returpappersmassa i RP2. De röda siffrorna markerar provuttag och beskrivs vidare i avsnitt 3.

Traditionellt består en returpapperslinje av fem grundläggande operationer för att avlägsna föroreningar: upplösning av råvara, silning, flotation, virvelrening och tvättning. För att sedan rena och vidare öka ljushet hos massan knådas och dispergeras den för att slutligen avvattnas [9, 10]. Detta avsnitt kommer att ta upp funktion och användning av vart och ett av dessa steg för att ytterligare förklara hur framställningsprocessen av returfiber massa går till.

### 2.2.1 Upplösning av råvara

I början av processen krävs att råvaran, exempelvis returtidning, löses upp för att i så stor utsträckning som möjligt bryta ner materialet till individuella fibrer. I detta steg är syftet också att lösgöra bläck från fibrerna så att bläckpartiklarna går att avlägsna i senare processteg [9]. Genom att blötlägga råvaran i en så kallad lösare så tillåts vätebindningarna mellan fibrerna att brytas och dragstyrkan hos materialet minskar [11].

Lösaren fylls med vatten och materialet som bryts ned till individuella fibrer. Solida föroreningar avlägsnas, gärna i ett så tidigt skede som möjligt, för att undvika att de bryts ned i överdrivet små partiklar [9]. I lösaren sker även inblandning av två processkemikalier, natronlut för att fibrerna skall svälla så att trycksvårta lossnar och tensid för att trycksvårta skall hållas vattenlöslig [6]. Figur 2 visar en skiss av hur en lösare kan se ut.



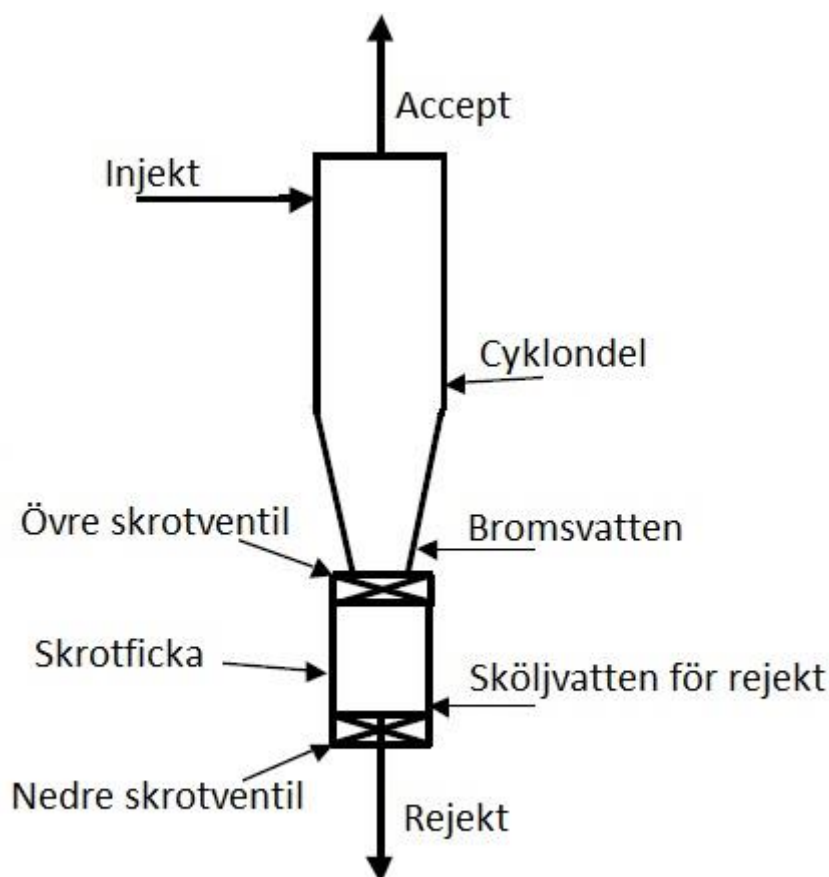
Figur 2. De olika delarna i en batch-lösare. Redigerad och återgiven med tillåtelse av Edet bruk [12].

Råvaran transporteras över ett vågband så att rätt mängd papper matas in i lösaren och som tidigare nämnt löses den upp i närvaro av vatten och processkemikalier [12]. I botten av lösaren finns en rotorplatta vars rörelse bidrar till att pappret sönderdelas på grund av friktion och acceleration

relativt omgivande vätska. Efter en bestämd tid, även kallad upplösningstid, tillåts massan silas genom en silplåt i botten av utrustningen för att avlägsna grövre föroreningar. För att underlätta tömning av lösaren späds massan ut med mer vatten. De grövre föroreningarna som finns kvar i kärlet efter detta steg sköljs ur tanken och förs till rejekthantering. Den upplösta råvaran matas nu vidare i processen till en tjockmassarenare [6].

### 2.2.2 Silning

För att avlägsna häftklamrar, pappersklämmor, bitar av tråd, grova glasbitar, sandkorn och andra tunga material från en returpappers ström kan man använda sig utav hög densitets rengöring. Vad dessa föroreningar har gemensamt är nämligen en tydligt högre densitet än vatten och pappersmassan [10]. Tekniken innefattar en vertikal cyklon där flödet förs på långt upp, vilket illustreras i figur 3. Cyklonen roterar och centrifugalkraften gör att de tunga partiklarna tvingas utåt medan de lätta strävar mot mitten. I figur 3 ses även att acceptströmmen förs ur toppen på tjockmassarenaren och rejektet avlägsnas i botten genom en skrotficka [9].



Figur 3. Uppbyggnad av en tungmassarenare. Redigerad och återgiven med tillåtelse av Edet bruk [13].

De tunga partiklarna avlägsnas periodiskt genom en sluss, skrotfickan, som består av en övre och nedre skrotventil med en slusskammare emellan. Rejektet spolats med sköljvatten därigenom för att minimera fiberförluster i detta processteg. Acceptströmmen som nu består av massa renad från föroreningar av hög densitet förs vidare i processen till en finsil [9].

En finsil är mest effektiv för en suspension av låg koncentration där små partiklar skall avskiljas, det kan exempelvis vara kvarvarande sandkorn eller fiberknyten. Enheten använder sig av slitsade silar som roterar där inloppet sitter ganska högt upp, rejekt tas ut i topp och botten och acceptet går ut vid mitten av tanken [9].

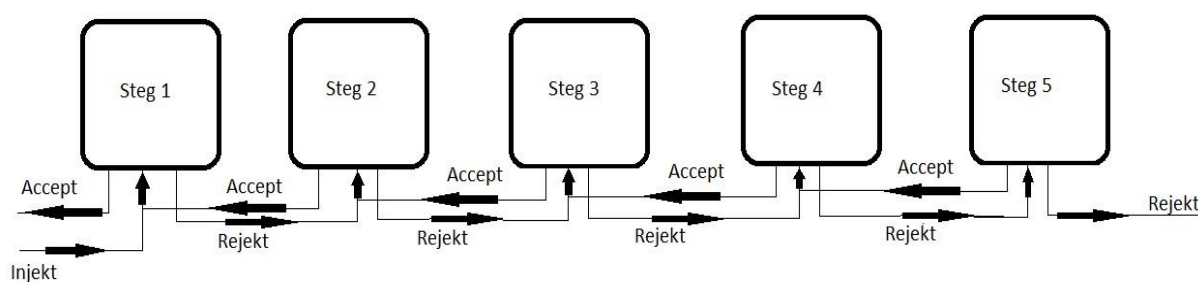
### 2.2.3 Flotation

Det finns två typer av flotation som används inom pappersindustrin; selektiv flotation och Dissolved Air Flotation, DAF [9]. DAF beskrivs i avsnitt 2.2.9 då denna teknik används för att rena bakvatten. För att avfärga massasuspension används selektiv flotation då de hydrofoba bläckpartiklarna förenar sig med insprutade luftbubblor och flyter upp till ytan av suspensionen där de kan avlägsnas. Denna teknik kan även avlägsna stickies, fillers, bstrykningspigment och bindemedel [9,10].

Partiklar som är mindre än 5-10  $\mu\text{m}$  eller är hydrofila kommer inte att fästa till luftbubblorna och kräver därför tillsatts av något ytaktivt medel som agglomererar de små partiklarna [6]. Små partiklar av kalciumstearat tillför denna funktion då de fäster till de små bläckpartiklarna och minskar deras negativa laddning vilket medför att de hopar sig. Ytorna blir hydrofoba av stearatet och kan enklare fästa till luftbubblorna som strömmar uppåt.

### 2.2.4 Virvelrening

Efter flotation följer flertalet virvelrenare i form av cykloner för att rena massan från små och tunga föroreningar med en specifik vikt högre än vatten, som sand och trycksvårta. Genom att tangentiellt föra in suspensionen i ett lämpligt format inlopp skapas ett roterande flöde nödvändigt för att skapa ett centrifugalfält. Partiklarna skiljs då med avseende på densitetsskillnad mellan dem och suspensionen [9]. Figur 4 visar en schematisk uppställning av cyklonaggregaten som är kaskadkopplade, vilket betyder att acceptet från ett steg förs tillbaka till föregående steg.



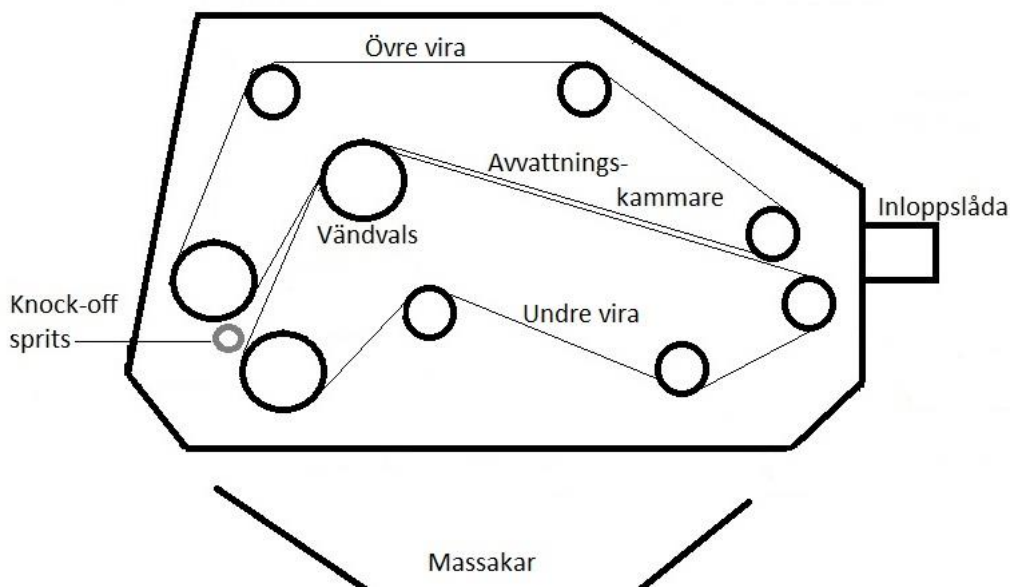
Figur 4. Fem kaskadkopplade cyklonaggregat.

Varje cyklonaggregat innehåller flertalet cykloner vilka innesluts helt i aggregatet med injekt, accept och rejekthålen i skilda kamrar. För att undvika pluggning i rejektkammare 4 och 5 tillsätts där spädvatten [14].

### 2.2.5 Tvättning

När massan kommer från finsil och virvelrening har den en låg koncentration på ungefär 0,8% och behöver därför avvattnas för att erhålla en högre koncentration då detta kräver mindre lagringsutrymme. Ett sätt att avlägsna vatten och samtidigt rena massan från fyllmedel som krita och lera, trycksvårta, fiberrester (fines) och stickies är att tvätta den i en maskin som fungerar likt en mjukpappersmaskin [6]. Hur denna maskin är uppbyggd visas i figur 5.





Figur 5. En skiss av hur en tvätt kan se ut.

Suspensionen sprids jämnt över virans bredd via en inloppslåda genom ett munstycke som sprutar massan i nypet mellan viran och en avvattnings vals. Suspensionen följer viran genom en avvattningskammare där dubbelsidig avvattning åstadkommes genom övre och undre vira före vändvalselementet. Efter avvattning och på så vis avskiljning från oönskade partiklar slås massan av viran med hjälp av en knock-off sprits och faller ned genom en trattliknande konstruktion i ett massakar [15].

#### 2.2.6 Skruvpress/avvattning

För att ytterligare avvattna massan används en skruvpress för att pressa ur vatten. Skruvpressen använder perforerade cylindriska metallgångar i utformning av en roterande skruv. Skall vattnet kunna pressas bort krävs emellertid att massan ges större utrymme i början av skruven än i slutet vilket kan åstadkommas genom att gängstigningsvinkeln minskar mot utloppet, skruvrotorns diameter minskar eller att skruvrotoraxelns diameter minskar. Filtratet avlägsnas i botten av pressen och den avvattnade massan har ett utlopp efter att den pressats förbi den trängsta delen av skruven [9].

#### 2.2.7 Dispergering

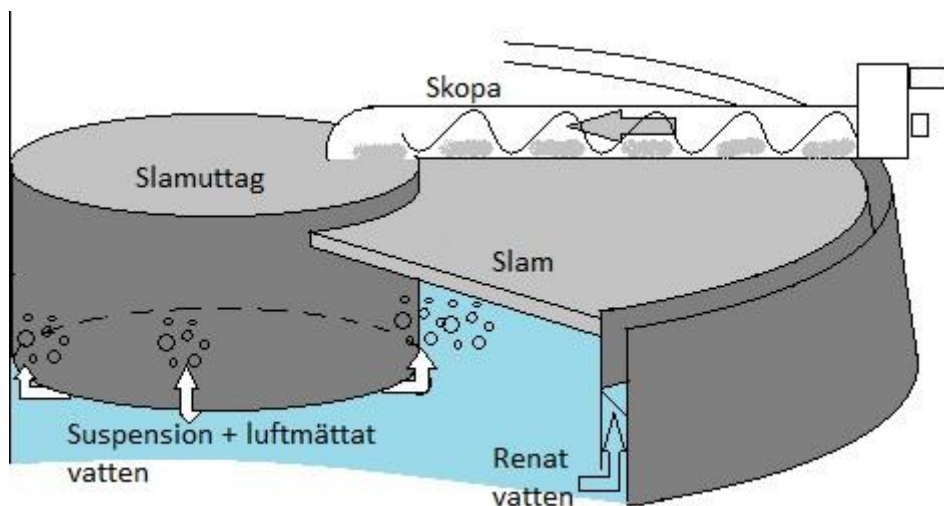
Som avslutande steg i processlinjen innan lagringen av massan kommer dispergering och knådning. Dispergeringen görs av många anledningar, bland annat för att bryta ned smutsfläckar och stickies så att de inte längre syns och distribuera dem jämnt eller få dem att flyta, distribuera vax fint, bryta ned beläggningar, lösgöra bläckpartiklar, behandla fiber mekaniskt för att öka styrka samt värmebehandla dem för att öka bulk. Dessa föroreningar avlägsnas alltså inte utan bryts ned till så små beståndsdelar att de inte längre skall störa produktion eller produkt [9].

#### 2.2.8 Intern vattenrening

Rening av bakvatten sker både av bakvattnet i en returfiberlinje och av bakvattnet från en pappersmaskin. Man använder sig av en typ av flotation som kallas Dissolved Air Flotation, DAF, för att kunna samla alla fasta partiklar till ett skum som flyter upp till ytan. Detta skum kan skopas av och det återstående vattnet i kärlet är renat [16].

### 2.2.9 Dissolved Air Flotation

De fasta partiklarna i bakvattnet, föroreningar och återstående fibrer, är negativt laddade varför en eller flera katjoniska polymerer används för att flocka dessa partiklar. Reningen börjar alltså med att kemikalier doseras i bakvattnet, först en katjonisk, lågmolekylär polymer med hög laddningstäthet som fångar upp de anjoniska partiklarna likt armarna hos en bläckfisk. Sedan doseras en högmolekylär polymer för att ytterligare flocka ihop dessa nu bildade hopar av partiklar [16]. I figur 6 ses hur en enhet kan se ut.



Figur 6. En Dissolved Air Flotation enhet där slammet skopas ut och förs till mitten och det reade vattnet förs ut längs med kanten.

Vid inloppet av klarningstanken blandas suspensionen med trycksatt vatten som är mättat av luft, för att sedan tryckavlastas till atmosfärstryck. Detta gör att små mikrobubblor av luft framträder. Suspensionen förs på i centrum av enheten där inloppet är beläget och de bildade flockarna kommer att följa med luftbubblorna som stiger till ytan för att där bilda ett stabilt skum. Detta skum avlägsnas som tidigare nämnt med en skopa och rinner ut i centrum av enheten, det reade vattnet strömmar utåt mot väggarna och avlägsnas under den yttre kanten [16].

## 3 Metodik

Arbetet delades in i fem stycken provrundor vid vilka olika analyser gjordes. Provrunda ett innefattade analyser av slam från PM provrunda två ett laboratorie-försök för att se slammets ljushetspåverkan på pappersmassa, provrunda tre referensfall i RP2 utan slam, provrunda fyra effekter i RP2 och massa vid återvinning av slam samt provrunda fem där effekter i RP2s DAF studerades mer noggrant vid återvinning av slam.

I detta avsnitt presenteras de olika parametrarna som undersöktes vid de olika provrundorna, en närmare beskrivning av de olika provrundorna samt en tabell, tabell 1, som visar vilka parametrar som undersöktes vid de olika provrundorna. I en tabell i Bilaga 1 presenteras även vad de olika standarderna för analyserna heter inom Edets bruk.

### 3.1 Parametrar pappersmassaframställning

Det finns flertalet parametrar att undersöka gällande egenskaper och kvalitet hos en färdig pappersmassa. De parametrar som undersöks i detta arbete kommer att presenteras var och en för sig i detta avsnitt.

#### 3.1.1 Värdefulla fibrer

För att en fiber skall anses vara en värdefull råvara vid papperstillverkning krävs att den har en viss storlek, annars räknas de som fines. För att avgöra hur stor andel fibrer som är av en viss storlek i en pappersmassa kan man filtrera denna massa genom tre olika silar med olika storlek, som kallas mesh nr. 30, 50 och 100 [17]. Mesh nr. 30 har sållöppning  $0,595 \pm 0,030$  mm, nr 50 har sållöppning  $0,297 \pm 0,015$  mm och nr 100 har sållöppning  $0,149 \pm 0,009$  mm. Det betyder att fibrer som fastnar i mesh nr. 30 är minst 0,595 mm långa, de som fastnar i mesh nr. 50 är minst 0,297 mm långa och de som fastnar i mesh 100 är minst 0,149 mm långa. Det är dessa fibrer som anses vara värdefulla fibrer.

#### 3.1.2 Ljushet

Ljushet är en parameter som hos papper mäts genom att ange hur stor procentuell andel blått infallande ljus, med våglängd 457 nm, som reflekteras bort från en tjock bunt papper [4]. Enheten för ljushetsmätning är %ISO och betyder procent av absolut vithet [18].

#### 3.1.3 Prickar

Det som kallas prickar i papper och pappersmassa är återstående bläckpartiklar och andra föroreningar. När de är närvarande i papper kan pappret få en gråare ton och ser ej homogent ut [19]. Prickar som är större än 50  $\mu\text{m}$  anses vara synliga för det mänskliga ögat [16]. Stora prickar har mindre påverkan på ljushet än små prickar men det är de som får pappret att se oenhetligt ut [19]. Enligt Edet bruks interna standard för mätning av prickar har små prickar en area mellan 100-250  $\mu\text{m}$  och stora prickar en area större än 250  $\mu\text{m}$ . Prickar mäts som yta av prickar per kvadratmeter papper i enheten [ $\text{mm}^2/\text{m}^2$ ] [20].

#### 3.1.4 Stickies

Stickies är kladdiga föroreningar som kommer från olika typer av lim, exempelvis lim för att binda ihop böcker, lim från självhäftande etiketter och kuvert. Dessa föroreningar är mycket oönskade i pappersmassa eftersom de orsakar stora problem hos pappersmaskinens viror och filter då de fastnar och även kan förstöra pappersprodukterna [21]. Vid analys av stickiesinnehåll i pappersmassa enligt Edet bruks interna standard anges de som både antal stickies per 10 g massa och i poäng per 10 g massa. Stickiesarna poängsätts som följande: 1 poäng för stickies i storlek 0,1–0,3 mm, 4 poäng för stickies i storlek 0,4–0,8 mm och 9 poäng för stickies större än 0,8 mm [22].

### 3.1.5 Laddning

På grund av dissociation av karboxylsyragrupper är cellulosa-fibrer i vattenlösning vanligtvis negativt laddade [4]. Vid exempelvis rening av bakvatten tillsätts katjoniska kemikalier, vilka kan neutralisera eller potentiellt göra suspensionen positivt laddad [16]. Martinsson berättar att våtstyrkelim som tillsätts då våtstarkt papper tillverkas på pappersmaskiner är positivt laddat varför bakvatten potentiellt också skulle kunna vara det vid tillverkning av produkter likt dessa. Det är därför av intresse att mäta laddningen på slam. Laddningen mäts i [mekv/l] vilket betyder millimol laddningar, e<sup>-</sup>, per liter.

### 3.1.6 pH

En returfiberslinje har historiskt sett ofta haft ett basiskt pH på ungefär 8–10. Den parameter som pH främst styr är ljusheten då högre doser natronlut ger högre ljushet. Nuförtiden strävar många mot ett neutralt pH och styr detta genom att minska doseringen av kemikalier i lösaren. Några fördelar med ett neutralt pH är att vattenlösliga komponenter ej löses upp vilket ger ett ökat utbyte, mekaniska fibrer gulnar mindre och insparningar på kemikaliekostnader [23].

### 3.1.7 Askhalt

När ett material förbränts fullständigt finns endast askan kvar [11]. Som del av innehåll i returpapper finns fyllmedel, vilket motsvarar askhalten. Vid tillverkning av pappersmassa kan mycket utav askan avlägsnas exempelvis genom flotation eller tvättning [6]. Askhalten avser alltså den andel av ett prov som finns kvar efter fullständig förbränning, som del av det hela provet.

### 3.1.8 Suspensionshalt och turbiditet

Suspensionshalt är ett mått på suspenderade partiklar i en vätska. Suspensionshalt mäts som vikt fast material/volym suspension i [mg/l] [25]. Turbiditet är ett mått på renheten hos vatten och avser hur grumligt vatten är till följd av fasta ämnen i suspensionen [26].

## 3.2 Provrundor

I detta avsnitt presenteras de olika provrundorna samt tabell 1 som visar utförda analyser.

Tabell 1. Vilka parametrar som undersökts vid vilka provrundor ses i denna tabell.

	Provrunda 1	Provrunda 2	Provrunda 3 & 4 <sup>1</sup>	Provrunda 3 & 4 <sup>2</sup>	Provrunda 5
<b>Koncentration</b>	X		X	X	
<b>Fibergruppering</b>	X				
<b>Stickies</b>	X		X	X	
<b>Askhalt</b>	X		X	X	
<b>Laddning</b>	X		X		
<b>Ljushet</b>	X	X	X	X	
<b>Prickar</b>	X	X	X	X	
<b>pH</b>	X		X		
<b>Suspensionshalt</b>					X

<sup>1</sup>Prov hämtat efter tungmassarenare, markering (2) i figur 1.

<sup>2</sup>Prov hämtat ur skruvpress, markering (4) i figur 1.

#### 3.2.1 Provrunda 1: bakvattenslam från PM

Återvinning av slam från bakvattenrening görs från PM7 respektive PM8 till RP2. De undersökta slammen delas upp i sex olika försöksgrupper, där varje grupp innehåller slam från liknande råvara och ljushet. Uppdelningen samt benämningen av grupperna lyder som följer:

Grupp 1 (**G1**): Produkter av 100% primärmasa, ljushet 85 %ISO. Denna grupp innefattar kvaliteterna 1067, 1069 samt 1077 vilka ej är våtstarka.

Grupp 2 (**G2**): Produkter av returmasa, 68 %ISO, med ljushet 65 %ISO. Denna grupp innefattar kvaliteterna 1913, 1914 som ej är våtstarka samt 1965 som är våtstark.

Grupp 3 (**G3**): Produkter av returmasa, 78 %ISO, med ljushet 79 %ISO. Denna grupp innefattar kvaliteterna 2061 samt 2067 som ej är våtstarka (samt 2453 som är våtstark).

Grupp 4 (**G4**): Produkt av primärmasa, CTMP och returmasa, 78 %ISO, med ljushet 80 %ISO. Denna grupp innefattar kvaliteten 2101, vilken är våtstark.

Grupp 5 (**G5**): Produkter av returmasa, 78 %ISO, CTMP och våtstarkt utskott med ljushet 78 %ISO. Denna grupp innefattar de våtstarka kvaliteterna 2105, 2107, 2113, 2117, 2130 samt 2131.

Grupp 6 (**G6**): Produkter av returmasa, 68 %ISO, och CTMP med ljushet 69 %ISO. Denna grupp innefattar kvaliteterna 2510, 2511, 2515, 2517, 2519, vilka ej är våtstarka, samt 2801 som är våtstark.

Analyser för koncentration, fibergruppering, stickies, askhalt, laddning och pH gjordes enligt Edet bruks standarder i laboratoriet, listade i tabellen i Bilaga 1. Ljushet och prickmätning gjordes också enligt Edet bruks standard men med skillnaden att arken av slam framställdes genom att filtrera slam i en büchnertratt genom ett 11 cm Munktell filterpapper och sedan torka filterkakan mellan tryckvärmeplattor.

Flödet av slam från bakvattenreningsanordningarna mättes på PM7 genom att mäta tiden det tar att fylla ett kärl som rymmer 15 liter. På PM8 mättes nivåökningen i en tank som sitter i anslutning efter bakvattenreningsanordningen, när pumpen ut från denna stängs, under en bestämd tid av 2 minuter.

### 3.2.2 Provrunda 2: Ljushetspåverkan av slam på pappersmasa

Tre prov genomfördes i labbskala för att indikera och förutspå ljushetspåverkan på pappersmasa i RP2 då slam tillsätts genom att mäta ljushet, enligt standard listad i tabellen i Bilaga 1, på olika blandningar av massa och slam. Massaprovet togs från linjen innan tvätt-steget, vid markering (3) i figur 1. En tvätt simulerades i laboratoriet genom att blanda ut provet med vatten, ungefär 0,5% suspension, och sedan sila det genom en vira, detta upprepades två gånger, för att på så vis efterlikna den riktiga processen. Detta tvättsteg utfördes på blandningarna av massa och slam och resultaten från dessa prover användes för att skapa en referenskurva för att kunna förutse effekter på ljushet vid inblandning av slam. De slam som användes vid de tre olika försöken var slam av kvalitet 1913 från PM7, 2519 från PM8 samt 2515 från PM7.

### 3.2.3 Provrunda 3: RP2 utan slam

Mätningar och prov gjordes i RP2 då inget slam återfördes. Resultat från dessa mätningar användes som referens för att kunna se vad återvinningen har för effekter på returpapperslinjen. Prover hämtades efter tungmassarenaren, markering (2) i figur 1. Prover hämtades även i slutet av skruvpressen, markering (4) i figur 1, för att kunna analysera den färdiga massan. Turbiditet (uttryckt som suspensionshalt) och kemikalieförbrukning hos den interna vattenreningen mäts och avläses online. Analyser av ljushet, prickar, stickies, laddning, askhalt och pH på prover tagna efter tungmassarenaren samt analyser av ljushet, prickar, stickies och askhalt på massaprov från skruvpress utfördes enligt standarderna listade i tabellen i Bilaga 1.

#### 3.2.4 Provrunda 4: RP2 med slam

Analysen gjordes sedan i RP2 då slammen återfördes, vilket sker i massakaret som är markerat (1) i figur 1. Provet hämtades efter tungmassarenaren, markering (2) i figur 1, då råvaran är upplöst och slammets tillsatt. Provet hämtades även ur skruvpresen, markering (4) i figur 1, för att analysera den färdiga massan. Turbiditet (uttryckt som suspensionshalt) och kemikalieförbrukning hos den interna vattenreningen mäts och avläses online. Analyser av ljushet, prickar, stickies, laddning, askhalt och pH på prover tagna efter tungmassarenaren samt analyser av ljushet, prickar, stickies och askhalt på massaprover från skruvpres utfördes enligt standarderna listade i tabellen i Bilaga 1.

#### 3.2.5 Provrunda 5: effekter på bakvattenrening hos RP2

Vid fyra tillfällen mättes suspensionshalten på vattnet in till bakvattenreningen hos RP2. Provet togs tre gånger då slam återvanns i linjen och sedan tre gånger då slam ej återvanns i linjen med minst 20 min mellan uttag av vardera prov. Detta för att det motsvarar tiden för råvara från en lösbatch att gå igenom linjen. Analys gjordes sedan enligt standard för suspension i vatten, som finns listad i tabellen i Bilaga 1.

### 3.3 Nuvarande drifttillstånd

Kapaciteten hos RP2 är 5 ton färdig massa per timme alternativt 120 ton per dygn. Linjen har en överkapacitet mot PM och körs därför ungefär 60% av tiden, stopp sker ofta på dagtid vardagar. Råvaruförbrukningen ligger på ungefär 50 000 ton tidning per år med ett utbyte på ca två tredjedelar.

För närvarande använder sig RP2 ej av flotations- eller dispergeringssteget som finns tillgängliga för linjen då ljusheten som krävs kan uppnås utan dessa steg. Massan som produceras i RP2 behöver uppnå en ljushet mellan 49 och 53 %ISO.

Kemikalieåtgången vid bakvattenreningen med dissolved air flotation är ungefär 15 l/min av primär flockulant och 6 l/min sekundär flockulant. Suspensionshalten ut från bakvattenreningen i RP2 skall ligga under 100 mg/l. Smutsigt vatten från ångcentralen och eget utskott linjen skickas till RP2s bakvattenrening, hur mycket och hur smutsigt vattnet som kommer därifrån är varierar bland annat beroende på drifttillstånd och om eget utskottslinjen är igång. Man har tidigare testat att återvinna fibrer ur slam från PM7 och PM8. Det tycks då ha påverkat suspensionshalten i RP2s interna vattenrening, DAF.

PM har online-laddningsmätare för att kunna se om laddningen blir mer neutral än vanligt. När PM8 tillverkar våtstarka kvaliteter, vilket de ofta gör, doseras kemikalier för att hålla laddningen negativ.

## 4 Resultat

I detta avsnitt presenteras och kommenteras resultat från de olika provrundorna. Samtliga resultat och mätningar från provrundorna presenteras i Bilaga 2 till 5. Tillvägagångssätt gällande beräkningar presenteras i Bilaga 6.

### 4.1 Fiberinnehåll

Resultat från fibergrupperingsmätningarna samt koncentration och storleken på slamflöden ut från PMs bakvattenrening har legat till grund för att räkna ut hur mycket värdefulla fiber som finns i slammen. I tabell 2 visas hur stort slamflödet respektive de värdefulla fibrerna i slammet som kommer från PM är samt andelen som de kan utgöra av råvaran som används i RP2. I denna tabell presenteras ett medelvärde för varje grupp, ett per maskin på de grupper som innefattar kvaliteter som tillverkas på båda maskinerna. Resultat från alla mätningar finns i Bilaga 2.

Tabell 2. Medelvärden av flöde av torrt slamflöde, värdefulla fibrer, samt deras andelar av råvara i RP2 uppdelade per grupp och maskin.

Grupp	Maskin	Flöde fast material [ton/dygn]	Värdefulla fibrer [ton/dygn]	Slammets andel av intagen råvara RP2 [%]
G1	PM7	2,3	0,4	1,9
G2	PM7	3,3	0,5	2,8
G3	PM7	2,1	0,3	1,7
G3	PM8	3,8	1,1	3,1
G4	PM8	10	4,5	8,4
G5	PM8	5,9	1,2	5,4
G6	PM7	3,2	0,4	2,7
G6	PM8	4,2	1,1	3,4

Grupp G4 tycks innehålla en betydligt större mängd värdefulla fibrer än resterande grupper. Minst värdefulla fibrer innehåller slam ur grupp G3.

Hur de värdefulla fibrerna är uppdelade i avseende på storlek kan ses i två olika fall i diagram 1 och 2. I diagram 1 ses hur andelen av de värdefulla fibrerna ser ut och är uppdelade på de olika försöken inom grupp G3.

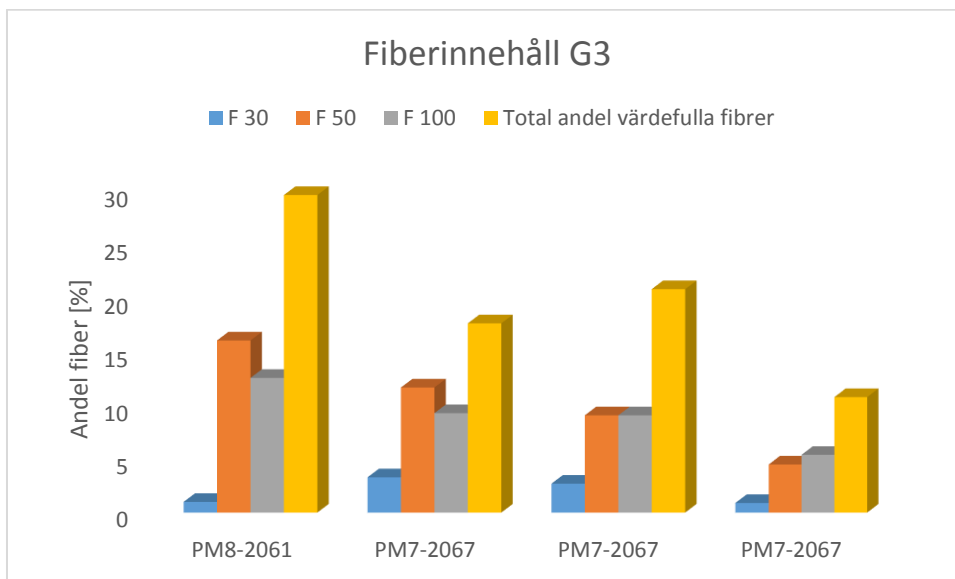


Diagram 1. Fiberinnehållet i slammen från PM8 och PM7 vid tillverkning av papperskvaliteter ur grupp G3.

De största fibrerna, F 30, utgör den minsta andelen av fibrer inom hela grupp G3, i Bilaga 2 ses att så är även fallen för grupp G1, G2, G5 och G6. Kvaliteten från PM8 innehåller en större andel än kvaliteterna från PM7. I diagram 2 ses hur andelen av de värdefulla fibrerna ser ut i grupp G4 för kvaliteten 2101.

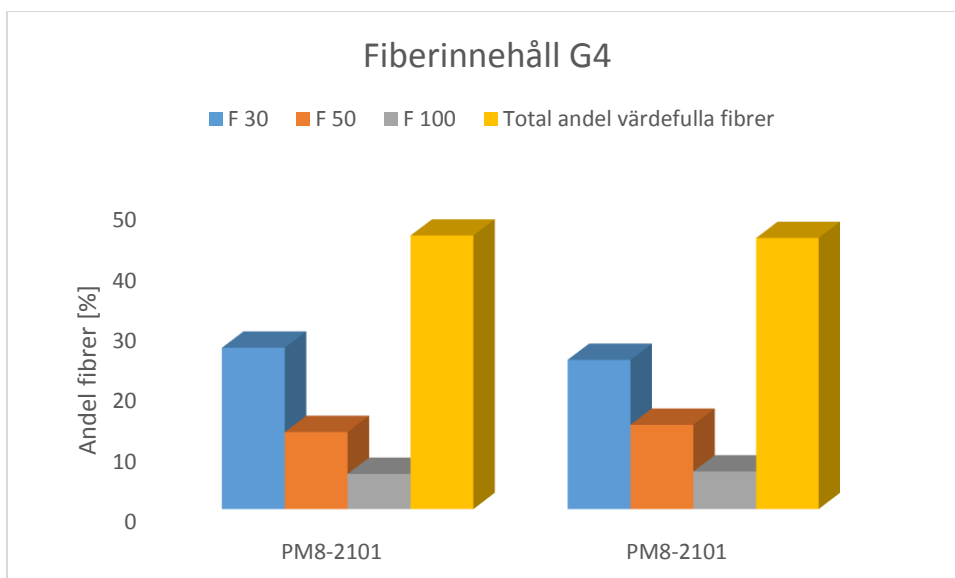


Diagram 2. Fiberinnehållet i slammen från PM8 och PM7 vid tillverkning av papperskvaliteter ur grupp G4.

Till skillnad från de andra gruppernas slam så är större delen av de värdefulla fibrerna av den största storleken, F30. Slammen består nästan till hälften av värdefulla fibrer.

## 4.2 Ljushet

I detta avsnitt presenteras ljushet från provtagning på slam, provrunda 1, samt ljushet från laborationsförsöket då slam och massa blandades och en tvätt simulerades, provrunda 2. Här presenteras även ljushet från provrunda 3, alltså provtagning på referensfallet i RP2 både innan och efter tvätt. Till sist presenteras ljushet från provrunda 4; provtagningar i RP2 då slam återvanns i



linjen. Resultat från de första två mätningarna på slam har exkluderats då de ej kan anses pålitliga. Detta eftersom arken från dessa mätningar blivit bubbliga och ojämna då de ej torkats mellan tryckvärmeplattor utan i ugn. Dessa resultat finns presenterade i Bilaga 2 tillsammans med samtliga resultat från proverna på slam.

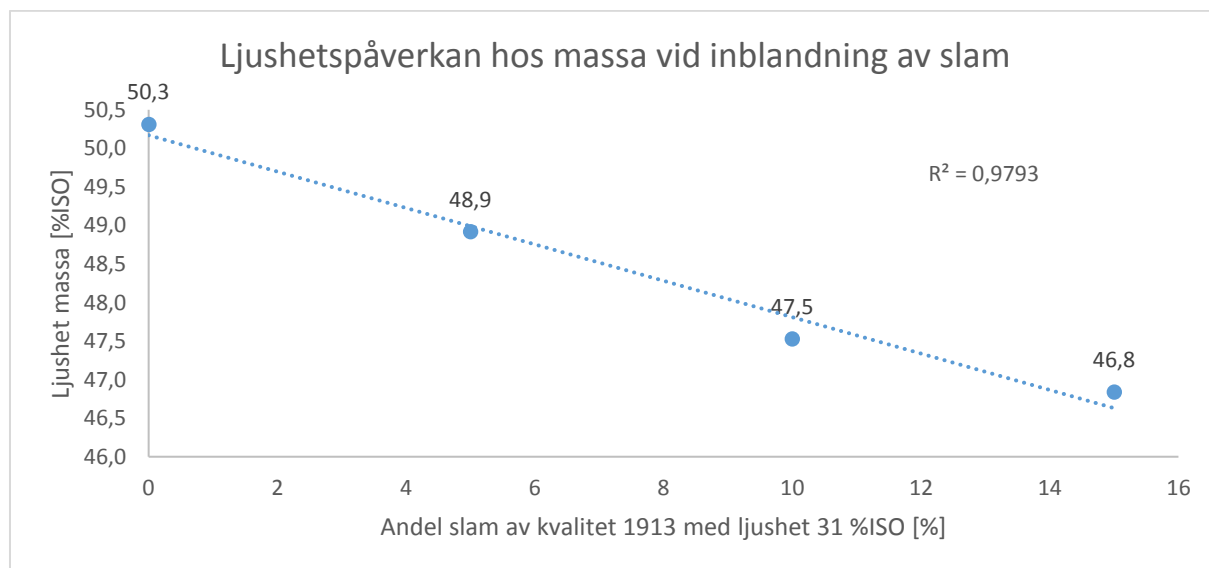
Ljusheten hos de olika grupperna av slamprover presenteras i tabell 3 som ett medelvärde per grupp och maskin. Här ses också vilken ljushet pappret som tillverkades på PM hade vid provtillfället.

Tabell 3. Medelvärde av ljushet på slammen inom varje grupp och maskin samt medelvärde av ljushet på pappret som tillverkades vid provtillfället.

Grupp	Maskin	Ljushet slam [%ISO]	Ljushet papper [%ISO]
G1	PM7	46,6	84,5
G2	PM7	32,6	64,4
G3	PM7	44,8	80,7
G4	PM8	48,3	77,8
G5	PM8	46,6	78,5
G6	PM7	32,1	71,5
G6	PM8	40,2	71,2

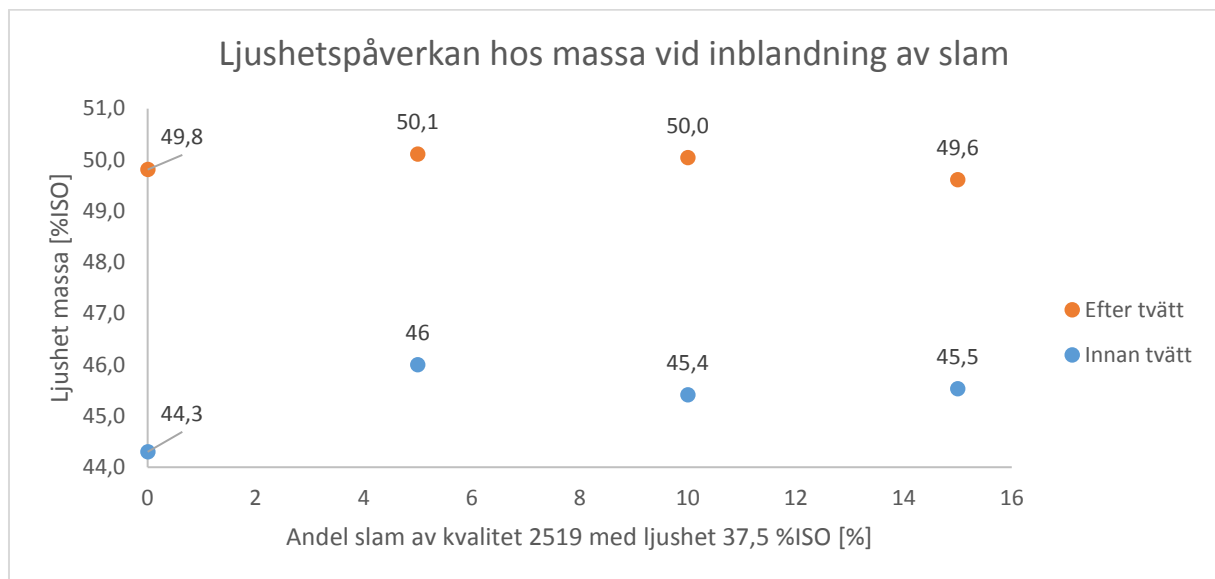
Samtliga slam har lägre ljushet än papper som tillverkas på maskinerna, enligt dessa mätningar så är slammens ljushet ungefär hälften så stor som papprets. G4 har den högsta ljusheten, G6 och G2 har de lägsta.

I graf 1 visas de uppmätta värdena på ljushet från det första labbförsöket då slam från grupp G2 av kvalitet 1913 blandades med massa från RP2. Slammet blandades in med kvoterna massa:slam 100:0, 95:5, 90:10 samt 85:15. Denna graf visar endast ljushet efter den simulerade tvätten.



Graf 1. Inblandning av slam från grupp G2s påverkan på ljusheten på pappersmassa från RP2.

Grafen visar en tydligt nedåtgående trend hos ljusheten när slam blandas in. Vid inblandning av 10% slam minskade ljusheten med 3,5 enheter. I graf 2 presenteras ljushet både innan och efter simulerad tvätt vid inblandning av slam av kvalitet 2519 ur grupp G6.



Graf 2. Inblandning av slam från grupp G4s påverkan på ljusheten på pappersmassa från RP2.

I detta fall tycks inblandningen av slam inte ha någon negativ påverkan på ljusheten hos massan utan däremot en positiv. Likvärdiga resultat erhöles vid inblandning av 2515 slam ur grupp G6 med ljushet 36,4 %ISO, vilket kan ses i Bilaga 3.

Ljusheten på de två olika provpunkterna, efter tungmassarenaren och i skruvpressen i RP2, för referensfallet då inget slam återvinns i linjen presenteras i följande tabell 4:

Tabell 4. Ljusheten i referensfallet i RP2.

Prov	Ljushet [%ISO]	
	Tungmassarenare	Skruvpress
1	45,7	48,3
2	44,5	47,6
3	47,2	49,3
4	45,5	52,3

I tabellen ses att massan tvättas upp ungefär 2,5 %ISO, förutom i prov 4 då massan tvättas nästan 7 %ISO. Massan vid proverna kommer förmodligen från två olika lösar-batcher och ljusheten på råvaran i dessa skiljer sig. Vid de två senare proverna, 3 och 4, har doseringen av tensid i lösaren ökat varför ljusheten ökat. Vidare presenteras i tabell 5 ljusheten då slam återvanns in i linjen i RP2.

Tabell 5. Ljushet då slam från olika grupper återvunnits i RP2.

Prov	Tillsatt slam		Ljushet [%ISO]	
	PM7	PM8	Tungmassarenare	Skruvpress
5	G3	-	48,6	50,5
6	-	G6	46,7	51,2
7	G1	G5	47,5	50,7
8	G1	G6	45,4	48,6
9	G3	G5	47,5	50,2
10	G6	G6	46,6	49,7
11	G6	G6	46,7	50,2
12	-	G4	44,9	49,4
13	G1	G4	46	48,7
14	G6	G4-G6	45,7	49,5

Ljusheten på den färdiga massan ligger inom samma intervall som när slam ej återvanns. Massan tycks inte heller ha lägre ljushet efter tungmassarenaren då slammet återvinnis.

### 4.3 Prickar

Resultat av prickmätningar presenteras i detta avsnitt. Då arken för prickmätning på slamproverna i provrunda 1 ej gjordes enligt Edet bruks interna standard går resultaten från dessa mätningar ej att jämföra med de mätningar som gjorts på massan i RP2, provrunda 3 och 4. De kommer därför att endast finnas presenterade i Bilaga 2.

Prickmätning på slam kan användas för att få inblick i hur mycket prickar slammen innehåller i jämförelse till varann. Antal små prickar tycks vara ganska lika och det tycks endast vara några få kvaliteter och grupper som har stora prickar. Prickmätning saknas på de två första slamproverna eftersom de arken blev för bubbliga och ojämna.

Mätningar som gjordes för laborationsförsök då slam och massa blandades och en tvätt simulerades kommer även de att endast presenteras i Bilaga 3 då den simulerade tvätten ej tycks avlägsna prickar på samma sätt som tvätt-steget i RP2.

Nedan i tabell 6 presenteras resultat från prickmätning på referensfallet i RP2 då inget slam återvanns.

Tabell 6. Resultat från prickmätningar på referensfallet i RP2.

Prov	Små prickar [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]		Stora prickar [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	
	Tungmassarenare	Skruvpress	Tungmassarenare	Skruvpress
1	1617,7	460,8	507,9	97,3
2	1090	313,6	468,2	160,7
3	1467,7	234,5	502,1	79,9
4	932,3	146,5	247,8	41,5

Vad som tydligt går att se ur denna tabell är att prickarna till stor del tvättas bort i linjen. Den färdiga massan från skruvpressen har mellan 146,5–460,8 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> små prickar och mellan 41,5–160,7 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> stora prickar. I nästa tabell, tabell 7, ses antalet prickar i RP2 då slam återvinnis i linjen.

Tabell 7. Resultat av prickmätningar då slam återvunnits i RP2.

Prov	Tillsatt slam		Små prickar [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]		Stora prickar [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	
	PM7	PM8	Tungmassarenare	Skruvpress	Tungmassarenare	Skruvpress
5	G3	-	1059,2	307,2	1335,1	171,9
6	-	G6	901,4	342,5	355,5	167,5
7	G1	G5	1193,8	440	700,6	118,8
8	G1	G6	1165,9	351,1	995,8	163,1
9	G3	G5	1195,4	302,6	2401,4	153,5
10	G6	G6	1234,3	366,5	1102,5	128,7
11	G6	G6	1290,8	454,4	1099,6	221,5
12	-	G4	875,6	312,2	716,2	361,5
13	G1	G4	1407	612,6	975,6	232,7
14	G6	G4-G6	1209,8	428,8	1146,7	132,3

Ur denna tabell ses att de små prickarna i den färdiga massan varierar mellan 302,6 till 612,6 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> och de stora mellan 118,8 till 361,5 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

#### 4.4 Stickies

I detta avsnitt behandlas data från analyser gällande stickies i slammen från provrunda 1, referensfallet i RP2 samt återvinning av slam i RP2 från provrunda 3 och 4. Stickies i slammen presenteras i tabell 8 som ett medelvärde per grupp och maskin. Ur grupp G1 sållades ett värde bort då det var tydligt mycket högre än de andra från samma kvalitet.

Tabell 8. Medelvärde av stickiesinnehåll i slam per grupp och maskin.

Grupp	Maskin	Stickies [Antal]	Stickies [Poäng]
G1	PM7	17 <sup>1</sup>	37 <sup>1</sup>
G2	PM7	270	285
G3	PM7	110	150
G3	PM8	60	110
G4	PM8	0 & 280 <sup>2</sup>	0 & 280 <sup>2</sup>
G5	PM8	73	103
G6	PM7	350	350
G6	PM8	508	532

<sup>1</sup>Prov som visade antal: 290 och poäng: 410 har sållats bort.

<sup>2</sup>Prov visade 0 stickies ena gången och 280 andra gången.

Ur tabellen ses att slam ur grupperna G2, G3 på PM7 samt G6 tycks innehålla ett högt antal stickies. G1, G3 på PM8 och G5 hade något lägre innehåll av stickies. Grupp G4 innehöll vid en mätning inga stickies och en andra 280.

Resultat från mätningar av stickies i provrunda 3, då referensfallet i RP2 mättes, presenteras nedan i tabell 9.

Tabell 9. Stickiesinnehållet i referensfallet i RP2.

Prov	Stickies [Antal]		Stickies [Poäng]	
	Tungmassarenare	Skruvpress	Tungmassarenare	Skruvpress
1	10	0	40	0
2	40	30	160	30
3	40	0	360	0
4	20	20	180	20

Antalet stickisar i referensfallet i RP2 tycks vara lågt i proverna vid tungmassarenaren och ännu lägre i den färdiga massan från skruvpressen. Tabell 10 visar resultat från mätningar av stickies från provrunda 4 då slam återvunnits i linjen.

Tabell 10. Stickiesinnehåll då slam återvinnits i RP2.

Prov	Tillsatt slam		Stickies [Antal]		Stickies [Poäng]	
	PM7	PM8	Tungmassarenare	Skruvpress	Tungmassarenare	Skruvpress
5	G3	-	20	30	180	60
6	-	G6	140	110	200	170
7	G1	G5	40	30	100	30
8	G1	G6	40	80	40	210
9	G3	G5	20	30	80	30
10	G6	G6	60	50	120	50
11	G6	G6	80	80	140	110
12	-	G4	100	120	240	120
13	G1	G4	60	50	280	50
14	G6	G4-G6	80	60	260	120

Ur tabellen avläses att prov 6, 8, 11, 12 och 14 innehåller mer stickies än vid de andra provtillfällena.

#### 4.5 Laddning

I detta avsnitt presenteras resultat från mätningar på laddning från provrunda 1, 3 och 4. Då mätningarna på laddning i slam inte alltid gav liknande resultat inom grupperna presenteras resultat från alla mätningar i tabell 11.

Tabell 11. Samtliga resultat av laddningsmätningar på slam under provrunda 1.

Grupp	Maskin	Laddning [mekv/l]				
G1	PM7	-44	-38	-37	-21	
G2	PM7	-26	-20			
G3	PM7	-45	-20	-23		
G3	PM8	-50				
G4	PM8	-145 <sup>1</sup>	-45 <sup>1</sup>	-25 <sup>1</sup>		
G5	PM8	-38 <sup>1</sup>	-72 <sup>1</sup>	-95 <sup>1</sup>	-10 <sup>1</sup>	
G6	PM7	-40	-50			
G6	PM8	-70	-40	-24 <sup>2</sup>	-22 <sup>2</sup>	-43

<sup>1</sup>Slam då våtstark papperskvalitet tillverkats på PM, kemikalie för att upprätthålla negativ laddning har doserats

<sup>2</sup>Slam då våtstark papperskvalitet tillverkats på PM, kemikalie för att upprätthålla negativ laddning har ej doserats

Laddning på slammen från papperskvaliteterna som ej är våtstarka ligger mellan -21 och -70 mekv/l. Vid papperskvaliteter innehållande våtstyrkemiddel ligger laddningen mellan -10 till -145 mekv/l. Vidare i tabell 12 presenteras laddningen som mättes efter tungmassarenaren i RP2 då inget slam återvann.

Tabell 12. Resultat av laddningsmätningar på referensfallet i RP2.

Prov	Laddning [mekv/l]
	Tungmassarenare
1	-124
2	-195
3	-100
4	-50

Laddningen i linjen RP2 ligger under -100 mekv/l vid alla tillfällen förutom ett, varför det tycks vara normalfallet. Tabell 13 visar resultaten på laddningsmätning efter tungmassarenaren i RP2 då slam återvanns.

Tabell 13. Laddning då slam återvunnits i linjen RP2.

Prov	Tillsatt slam		Laddning [mekv/l]
	PM7	PM8	Tungmassarenare
5	G3	-	-170
6	-	G6	-145
7	G1	G5	-55
8	G1	G6	-60
9	G3	G5	-43
10	G6	G6	-98
11	G6	G6	-93
12	-	G4	-70
13	G1	G4	-112
14	G6	G4-G6	-74

Laddningen i linjen varierar mellan -43 och -170 mekv/l. Laddningen tycks endast påverkas litet vid de första två tillfällena då slam av en kvalitet i taget återvanns, mer då slam av kvaliteten ur grupp G4 återvanns ensam på linjen.

#### 4.6 pH

I detta avsnitt presenteras resultat från mätning av pH i provrundorna 1, 3 och 4. Då samtliga värden ligger nära varann presenteras tabellerna för dessa mätningar i Bilaga 2 för provrunda 1 respektive Bilaga 4 för provrunda 3 och 4.

pH hos de olika slammen låg mellan 7,4 och 8,5 vilket gör dem litet basiska. pH för referensfallet låg mellan 7,15 och 7,36 och pH då slammen återvanns låg mellan 7,14 och 7,73. Intervallet av pH då slam återvanns i RP2 har alltså ökat ytterst litet.

#### 4.7 Askhalt

Följande avsnitt innehåller resultat från mätningar på askhalt från provrunda 1, 3 och 4. Fullständiga tabeller och resultat finns i Bilaga 2 och Bilaga 4. I tabell 14 presenteras ett medelvärde av mätningarna av askhalt på slammen, uppdelade i grupper och maskin.

Tabell 14. Medelvärde av askhalt i slam per grupp och maskin.

Grupp	Maskin	Askhalt [%]
G1	PM7	30,9
G2	PM7	33,4
G3	PM7	45
G3	PM8	34,2
G4	PM8	11
G5	PM8	22,5
G6	PM7	25,4
G6	PM8	33,6

Askhalten hos slammen ligger kring en tredjedel förutom i grupp G4 där den ligger på ungefär en tiondel och grupp G3 där den ligger på nästan hälften. I tabell 15 ses askhalten för referensfallet i RP2.

Tabell 15. Askhalt i referensfallet i RP2.

Prov	Askhalt [%]	
	Tungmassarenare	Skruvpress
1	24,8	-
2	19,2	4,9
3	20,2	4,5
4	20,55	3

Mycket utav askan tvättas bort i RP2 och i den färdiga massan hämtad ur skruvpressen är den så låg som under en tjugondel. I tabell 16 ses resultaten av askhaltsmätning då slam återvunnits i RP2.

Tabell 16. Askhalt då slam återvunnits i RP2.

Prov	Tillsatt slam		Askhalt [%]	
	PM7	PM8	Tungmassarenare	Skruvpress
5	G3	-	19,6	5,2
6	-	G6	20,1	4,2
7	G1	G5	18,9	5,6
8	G1	G6	19,2	5
9	G3	G5	19,6	6,2
10	G6	G6	21,5	4,6
11	G6	G6	21,3	5,8
12	-	G4	19,4	4,9
13	G1	G4	19,7	5,6
14	G6	G4-G6	19,9	4,5

Askhalten sjunker tydligt mellan tungmassarenaren och den färdiga massan i skruvpressen.

#### 4.8 Suspensionshalt och kemikaliedosering

Resultat angående suspensionshalt och kemikaliedosering i RP2s DAF från provrunda 3, 4 och 5 presenteras i detta avsnitt. En fullständig tabell med mätvärden från provrunda 5 finns i Bilaga 5. Tabell 17 visar suspensionshalt och kemikalieåtgång i det uppmätta referensfallet i RP2 då inget slam återvanns.

Tabell 17. Suspensionshalt i bakvattenrening, dosering av primär och sekundär flockulant vid referensfallet i RP2.

Prov	Suspensionshalt [mg/l]	Primär flockulant [l/min]	Sekundär flockulant [l/min]
1	84,2	15	8
2	67,2	17,1	7,9
3	107	18	7
4	70,5	18	7

Suspensionshalten ser ut att svänga kring 100 mg/l och kemikaliedoseringen för primär flockulant ligger mellan 15 och 18 l/min medan sekundär flockulant ligger mellan 7 och 8 l/min. Tabell 18 visar suspensionshalt och kemikaliedosering då slam återvanns i RP2.

Tabell 18. Suspensionshalt i bakvattenrening, dosering av primär och sekundär flockulant då slam återvunnits i RP2.

Prov	Tillsatt slam		Suspensionshalt [mg/l]	Primär flockulant [l/min]	Sekundär flockulant [l/min]
	PM7	PM8			
5	G3	-	66,7	18	7
6	-	G6	81,2	18	7
7	G1	G5	186,2	18	7
8	G1	G6	109,1	26,1	10
9	G3	G5	650,9	25,8	10
10	G6	G6	85,5	7	4,7
11	G6	G6	80,9	17	4,8
12	-	G4	389	18	8,2
13	G1	G4	81,3	16,6	4,9
14	G6	G4-G6	151,9	25,5	10

Ur tabellen ses att från och med prov 8 följer kemikaliedoseringen suspensionshalten.

Suspensionshalten är i vissa fall väldigt hög, vid prov 9 och 12. Tabell 19 visar resultat från provrunda 5, då studerades suspensionshalten in till bakvattenreningen och vilken effekt denna har på DAFens funktion.

Tabell 19. Suspensionshalt in och ut ur bakvattenreningen både med och utan återvinning av slam.

Prov	Tillsatt slam		Suspensionshalt in [mg/l]	Suspensionshalt ut [mg/l]
	PM7	PM8		
1	G1	G6	3297	97
1	-	-	3038	98
2	G6	G6	3375	88
2	-	-	2899	104
3	G6	G6	3864	85
3	-	-	2876	88
4	G1	G4	3213	89
4	-	-	3266	129

Vattnet in till DAF:en tycks ha högre suspensionshalt då slam återförs vid alla prover förutom den 4:e, då var bakvattenreningen förmodligen extra belastad av vatten från ångcentralen eller eget utskottslinjen. Suspensionshalt in och ut verkar inte ha någon koppling till varann.



## 5 Diskussion

### 5.1 Provrunda 1: bakvattenslam från PM

Syftet med detta arbete är att ta reda på om det finns någon ekonomisk vinning i att återvinna slam från bakvattenrening på PM7 och PM8 för att kunna ersätta en viss andel av råvaran i RP2. Syftet är också att se hur återvinning av slam påverkar processen i RP2 och den färdiga pappersmassan. I tabell 2 ses hur flödet av värdefulla fibrer, de fibrer som går att tillverka pappersmassa av, varierar mellan 0,3 till 4,5 ton/dygn varför det finns en tydlig potential i att återvinna slammet. Slammet i grupp G4 innehåller en större andel värdefulla fibrer än de andra grupperna vilket dels beror på att viran som används vid tillverkning av denna papperskvaliteten är designad med hål som släpper igenom en del av pappersmassan för att på så vis få ett ihåligt papper.

Genom att använda flödet av värdefulla fibrer, tiden då RP2 är i drift, utbytet i RP2 samt priset för råvara går det att räkna ut den potentiella besparingen som varje grupp skulle kunna stå för. Dessa potentiella besparingar presenteras i tabell 20, de avser om varje grupp skulle köras hela den tiden då RP2 kör.

Tabell 20. De potentiella besparingarna per kvalitet och år som kan åstadkommas genom att återvinna slam från PM8 och PM7 till RP2.

Grupp	Maskin	Potentiell besparing [€/år]	Potentiell besparing [sek/år]
G1	PM7	15 123	147 384
G2	PM7	18 904	184 230
G3	PM7	11 342	110 538
G6	PM7	15 123	147 384
G3	PM8	41 588	405 306
G4	PM8	170 132	1 658 070
G5	PM8	45 369	442 152
G6	PM8	41 588	405 306

Den största vinningen finns i grupp G4, om PM8 skulle tillverka papperskvaliteten ur grupp G4 i ett helt år så skulle besparingen på råvara i RP2 uppgå till ungefär 1 660 000 kr, medan om PM7 skulle tillverka papperskvaliteter ur grupp G3 i ett helt år skulle besparingen i RP2 uppgå till ungefär 110 000 kr. Det finns alltså skäl att återvinna slam ur alla grupper baserat på att det finns potential för besparing av såväl pengar som råvara.

I diagram 1 och 2 där fiberinnehållet i grupp G3 och G4 presenterades ses att fiberinnehållet i grupp G4 skiljer sig från grupp G3, i Bilaga 2 ses att fiberuppdeleningen för resterande grupper liknar den för grupp G3. Som tidigare nämnt tillverkas kvaliteten i grupp G4 med en annan sorts vira som släpper igenom en del massa varför det finns mer värdefulla fibrer i denna grupp.

I tabell 2 ses att andelen slam som råvara i RP2 maximalt kan uppgå till 8,4% när slammet tas från en maskin i taget, skulle den tas från båda maskiner samtidigt motsvarar detta maximalt 11,2% av råvaran. 8,4% då PM8 kör kvaliteten 2101 ur grupp G4 och 11,2% då PM8 kör samma kvalitet och PM7 samtidigt tillverkar papper av en kvalitet ur grupp G6. Som minst bidrar slammet med 1,7% när slammet tas från en maskin i taget samt 4,8% när slammet tas från båda maskiner. Detta kan inträffa då PM7 tillverkar papper av en kvalitet ur grupp G3 och då PM8 samtidigt tillverkar papper av en kvalitet ur grupp G6, dvs 2101. Andelen slam som råvara kan alltså variera mellan 1,7 till 11,2%.

Ljusheterna på slam ligger mellan 32,1 till 48,3 %ISO. Slammen i grupp G6 skiljer sig i ljushet mellan maskinerna vilket kan antas bero på att det finns mer värdefulla fibrer kvar i slammet på PM8, vilka tenderar ha en högre ljushet än t.ex. prickar.

Antalet stickies i slammen från PM7 och PM8, presenterade i tabell 8, sträcker sig mellan nästan inga till över 500. De grupper som sticker ut mest i denna kategori är grupp G6 och G2, vilket kan förväntas då dessa innehåller returmassa av låg ljushet. Antal och poäng stickies ligger ganska nära varann vilket tyder på att de flesta av stickisarna i slammet är små. I grupp G4 gjordes endast två mätningar av stickies där resultatet första gången blev 0 och andra 280 st. Eftersom papperskvaliteten i grupp G4 innehåller mycket primärmasa borde antalet stickies vara lågt och förmodligen har stickies funnits kvar i laboratorieapparaturen och gett mätfel eller att stickies funnits kvar i maskinen från en tidigare körning. Kvaliteterna i grupp G5 är tillverkade av returmassa varför det även här finns en del stickies i slammet. Alla analyser på slam ur grupp G1 förutom ett visar att antal stickies är lågt. Däremot visar prov 6, slam ur grupp G1, ett högt antal stickies, eftersom papperskvaliteten som tillverkades på maskinen vid det tillfället endast innehåller primärfiber är detta förmodligen stickies som tidigare fastnat i maskinen och har lossnat och följt med bakvattnet.

Tabell 11 som innehåller mätning av laddning på slammen visar att de kvaliteterna som ej är våtstarka har en laddning mellan -21 och -70 mekv/l. De våtstarka kvaliteternas laddning ligger mellan -10 och -145 mekv/l. Laddningen på slam vid tillverkning av våtstarkt papper är alltså mer utspridd. En anledning till detta kan vara att vid tillverkning av våtstarka produkter så doseras en anjonisk kemikalie på PM8 för att undvika att laddningen blir för neutral samt att våtstyrkelim är positivt laddat. Vid tillfället då slammet från G4 hade laddningen -145 mekv/l doserades ungefär dubbelt så mycket som vanligt av denna kemikalie, varför laddningen var så pass negativ vid detta tillfälle. De andra två mätningarna som sticker ut bland de våtstarka är ur grupp G5 då laddningen mätte -72 samt -95 mekv/l, då doserades inte mer kemikalie av detta slag än vanligt varför laddningen kan förväntas svänga ibland då våtstark kvalitet tillverkas på PM.

Bland slammen tycks askhalten stå för ungefär en tredjedel av innehållet med undantag för grupp G4 och grupp G3 som innehåller 11 respektive 45% aska. Att kvaliteten ur grupp G4 innehåller 11% aska är rimligt eftersom denna kvalitet har det högsta fiberinnehållet, vilket sågs i tabell 2. Att kvaliteterna ur grupp G3 däremot har en så pass mycket högre askhalt än de andra har förmodligen sin förklaring i att fiberinnehållet på kvaliteterna tillverkade på PM7 ur denna grupp har det lägsta fiberinnehållet.

## 5.2 Provrunda 2: Ljushetspåverkan av slam på pappersmassa

I graf 1 som presenterade slam från grupp G2s påverkan på ljushet när det blandas med massa ses en tydligt nedåtgående trend.  $R^2$ -värdet hos trendlinjen ligger nära 1,0 varför ljusheten vid inblandning av slam från grupp G2 kan antas följa denna trend. Som tidigare diskuterat kan slammet utgöra maximalt ungefär 11% av råvaran i RP2, skulle slammet då ha lika låg ljushet som i grupp G2 indikerar graf 1 på att detta skulle resultera i en massa med ungefär 3 enheter lägre ljushet. Slammet ur grupp G2 utgör strax under 3% av råvaran då denna kvalitet tillverkas varför ljusheten förmodas minska ungefär 1 enhet då detta slam återvinns till RP2.

Vidare i graf 2 då slam från grupp G6 blandades med massa så påverkades inte ljusheten negativt utan snarare positivt. En förklaring till detta kan vara att trots att slammet är mörkare än massan så kan detta tvättas bort och de återstående fibrerna från slammet ha en högre ljushet. Vad som däremot gör detta försöks resultat tvivelaktigt är att ljusheten ökar vid inblandning av slam innan tvätt. Anledningen till detta är förmodligen att vid tillverkningen av ljushetsarken så späds massasuspensionen ut och silas därefter genom en vira på vilket arket formas. Denna vira fungerar

likt en tvätt och släpper igenom små föroreningar. Vid de olika mätningarna har alltså suspensionen utsatts för en liten tvätt vilket medfört att resultaten visar högre ljushet. Vid inbladning av slam ur grupp G6 med ljushet 37,5 %ISO tycks alltså inte ljusheten påverkas negativt.

### 5.3 Provrunda 3 och 4: RP2 vid referensfall samt vid återvinning av slam

Angående effekter på ljusheten på massan i RP2 då slam återvinns ses genom jämförelse mellan tabell 4 och 5 att ljusheten inte tycks ha påverkats negativt. Ljusheten skiljer sig flera enheter mellan mätningarna av referensfallet i RP2, detta beror på att efter de två första mätningarna så ökades dosering av tensid i lösaren vilket tycks ha höjt ljusheten. Ljusheten på massan i RP2 svänger ofta litet runt 50 %ISO beroende på råvara. Ur tabell 5 ses att den lägsta ljusheten fick massan i prov 8 och 13, då återvanns slam ur grupp G1 och G6 samt G1 och G4. Den gemensamma faktorn i dessa två mätningar är slam ur grupp G1, att slammet ur grupp G1 skulle vara anledningen till låg ljushet i dessa fall tycks ologiskt då ljushetsmätningarna på slammet visade att grupp G1 har bland de ljusaste slammen. Förmodligen beror denna låga ljushet snarare på råvaran vid tillfället, alltså kvalitén på tidning.

Vid jämförelse av resultat ur tabell 6 och 7 så ses att antal små prickar tycks öka litet vid återvinning av slam i RP2. Antal stora prickar ökar mer, ungefär till det dubbla. Det tycks däremot inte vara så stor skillnad på vilket av slammen som återvinns utan alla mätningar har gett liknande resultat. Vid jämförelse av medelvärdet av prickar med och utan återvinning av slam ökar de små med 36% och de stora med 94%.

I tabell 9 som visar antal stickies i referensfallet i RP2 är antalet stickies lågt i både prov efter tungmassarenaren och skruvpress, detta tyder på att råvaran vid dessa tillfällen innehöll låga halter av lim. De mesta av stickisarna tvättas bort i linjen. Att poängen är högre än antalet stickies efter tungmassarenaren tyder på att de stickisar som finns här är stora, i skruvpressen är antal och poäng samma och allt som allt betyder det att de stickisar som överlever genom linjen bryts ned till små stickisar.

Antalet stickies ser ut att öka, enligt tabell 10, då slam återvinns i RP2. Vid prov 6, 8, 11, 12 och 14 ökar både antal och poäng stickies mest. I prov 8 är antalet och poäng stickies högre i skruvpressen än i tungmassarenaren vilket mest troligt beror på mätfel då stickisar från en tidigare mätning kan ha fastnat i apparatur. Då antal och poäng stickies skiljer sig vid mätningar på prov ur skruvpressen tycks fler stora stickies följa med i den färdiga massan. Att antal stickies ökat vid återvinning av slam från referensfallet borde inte bara skyllas på slammet då råvaran returtidning kan skilja sig mycket i innehåll av stickies. Troligen är det en blandning av stickies från råvara och slammen som ökar stickies i den färdiga massan.

Referensfallet hos laddning i RP2 tycks ligga mellan -100 till -195 mekv/l. Vid prov 4 är laddningen - 50 mekv/l vilket tycks ovanligt neutralt. Detta beror förmodligen på mätfel. Vid jämförelse av dessa laddningar med laddningen som mättes då slam återvanns i linjen, presenterade i tabell 13, så tycks laddningen bli mer neutral i de flesta fall som slam blandas in. Vid de tillfällen då slam från en maskin i taget blandas in tycks laddningen inte minska, förutom då slam från endast grupp G4 blandas in. Flödet av slam från grupp G4 är ungefär dubbelt så stort som från de andra grupperna. När slam återvinns från båda maskinerna in till RP2 sänks laddningen i RP2, dock olika mycket från fall till fall. Det går inte att utifrån dessa mätningar dra en klar slutsats om att laddningen blir mer neutral på slammet då våtstyrkemedel används, troligtvis eftersom PM8 då doserar en anjonisk kemikalie för att motverka detta.

pH tycks öka något då slammen återvinns i linjen. Det handlar om en ökning av ungefär 0,4 enheter vilket inte borde göra någon skillnad för linjen eller massans egenskaper.

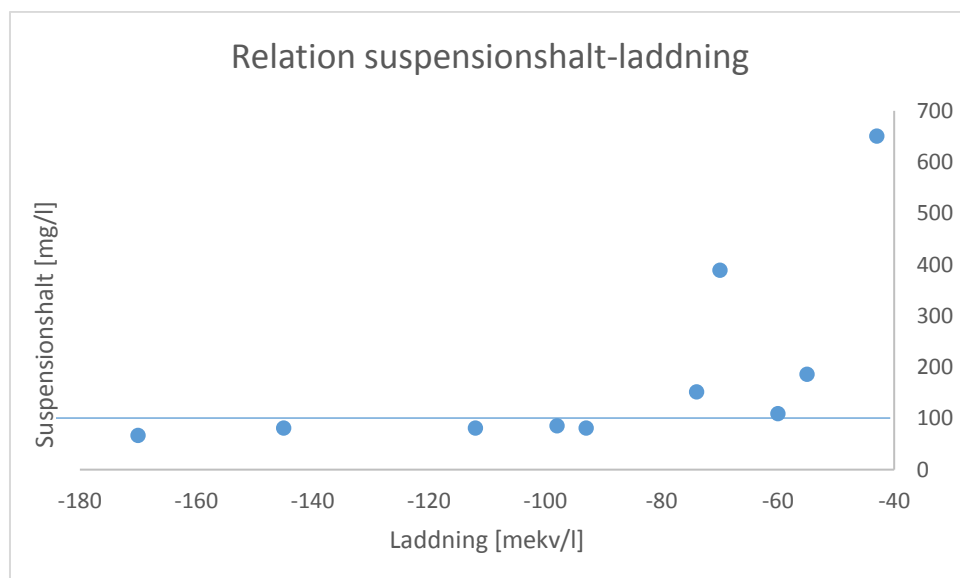
Askhalten i referensfallet i RP2 ligger kring 20% i tungmassarenaren och mellan 3 och 5% i den färdiga massan ur skruvpressen. Detta tyder ytterligare på att mycket utav prickar och fines tvättas bort i linjen. Då slam återvinns i linjen tycks askhalten öka litet och ligger då mellan 4,2 och 6,2%, vilket är en mycket liten ökning.

Suspensionshalten som presenterades i tabell 17 för referensfallet i RP2 tycks som oftast ligga under 100 mg/l, vilket är riktvärdet. Att suspensionshalten ökade vid prov 3 kan bero på att en del vatten från ångcentralen och eget utskott linjen renas i RP2s bakvattenrening och att suspensionen därifrån var smutsigare än vanligt. Kemikaliedoseringen ökades något för den primära flockulanten och minskades för den sekundära under dessa mätningar men tycks inte ha ändrats något drastiskt.

I tabell 18 som presenterar suspensionshalt och kemikaliedosering i RP2s DAF då slam återvinns ses att suspensionshalten ökat markant vid vissa av mätningarna. Att suspensionshalten ökar kan inte efter dessa resultat härledas direkt till någon specifik grupp eller papperskvalitet då exempelvis G4 ensam gav en hög suspensionshalt, i prov 12, men tillsammans med grupp G1, i prov 13, gav ett bra värde på suspensionshalt.

Från och med prov 8 i provrunda 4 regleras doseringen av kemikalier i RP2s bakvattenrening automatiskt av styrsystemet mot suspensionshalten. Efter detta arbete har denna styrning trimmats så att doseringen inte skall svänga så mycket. Exempelvis så har doseringen låsts då mätaren rengörs eftersom det då ser ut som att suspensionshalten momentant ökar väldigt mycket och doseringen av kemikalier vill följa efter och ökar onödigt mycket.

En relation som upptäcktes när suspensionshalten i RP2s DAF plottades mot laddningen i RP2 presenteras här i graf 3.



Graf 3. Suspensionshalten på vatten ut från bakvattenreningen i RP2 plottad mot laddningen mätt i linjen efter tungmassarenren.

Denna graf indikerar att laddningen i linjen och suspensionshalten ut från RP2s DAF har en stark koppling. Då laddningen är mer neutral stör detta förmodligen kemikalierna som skall flocka de fasta partiklarna i DAFen som därför inte lyckas rena vattnet ordentligt. I tabell 18 ses att de gånger

suspensionshalten blivit för hög och kemikalie doseringen stigit så tycks det inte sänka suspensionshalten tillräckligt, vilket är ytterligare en indikation på att kemikalierna inte kan uppfylla sin funktion vid en för neutral laddning. En stömlinje har ritats in i grafen vid suspensionshalt 100 mg/l för att på så vis kunna se vilka punkter som hamnar under denna linje. Brytpunkten tycks ligga kring -90 mekv/l och då laddningen blir mer neutral än detta så lyckas inte DAF:en rena vattnet tillräckligt, utan suspensionshalten hamnar över 100 mg/l.

#### 5.4 Provrunda 5: effekter på bakvattenrening hos RP2

Ur tabell 19 ses att suspensionshalten inte tycks öka ut ur bakvattenreningen då den ökar in. Att suspensionshalten in förändras olika mycket vid de olika provtillfällena beror förmodligen inte bara på att det tillsätts mer smuts ihop med slammet utan också eftersom vatten från eget utskott linjen och från slamavvattare i ångcentralen renas där. Vid det sista provet, prov 4, var suspensionshalten in högre då inget slam återvanns vilket kan tänkas bero på tidigare nämnda anledning.

## 6 Slutsatser

Tabell 21 visar hur de olika undersökta parametrarna har påverkats vid analyser.

Tabell 21. Påverkan på undersökta parametrar vid återvinning av slam.

Parameter	Påverkan
<b>Ekonomisk</b>	Positiv
<b>Ljushet</b>	Neutral
<b>Prickar</b>	Negativ
<b>Stickies</b>	Negativ
<b>Laddning</b>	Negativ
<b>pH</b>	Neutral
<b>Askhalt</b>	Neutral
<b>Suspensionshalt</b>	Negativ

Det är ekonomiskt att återvinna slammet från bakvattenreningen på PM7 och PM8 då, beroende på tillverkad kvalitet, potentiell besparing hos var och en slamgrupp för sig ligger mellan 110 538 och 184 230 sek/år på PM7 samt mellan 405 306 och 1 658 070 sek/år på PM8. Alla slam har positiv ekonomisk påverkan. Eftersom råvaran returtidning kan vara svår att få tag i och det finns en tydligt positiv potential till ekonomisk vinning borde slammen återvinnas för att användas som råvara i RP2. Detta är en god idé också med tanke på miljön då minskat behov av returtidning kan minska import från andra länder vilket även minskar transporter och utsläpp på grund av dessa.

Ljusheten påverkas inte negativt då slam återvinns till RP2, inte heller pH-värdet. Askhalten ökar mycket litet, ungefär 1%, bland annat på grund av att prickar och stickies ökar. Inför framtiden borde man fundera över huruvida ökningen av prickar och stickies kommer att påverka den färdiga produkten. Överväg att installera ventiler för avstängning av ett slam i taget. På så vis går det att välja att återvinna slam från en maskin i taget. Då antalet stickies tycktes vara högre i slam från grupp G3 och G6 exempelvis. En god idé vore att med jämna mellanrum mäta prickar och stickies i linjen för att på så vis kunna vidare avgöra vilka kvaliteter av slam som påverkar dessa faktorer så pass mycket att kvaliteten på massan blir för dålig.

Fortsätt utreda vad som händer vid bakvattenreningen i RP2 då slam återvinns och vidare undersöka varför laddningen svänger. Installera eventuellt en laddningsmätare i RP2 för att kunna se när laddningen blir för neutral och då antingen styra kemikaliedosering i DAFen utifrån detta eller stänga av slam. En idé är att dosera samma eller liknande kemikalie som PM8 använder för att få en mer negativ laddning i RP2 då laddningen blir för neutral, och på så vis se till att laddningen inte är mindre negativ än -90 mekv/l. Eventuellt kan man se över om det finns någon annan typ av kemikalier att använda i DAF:en som inte är lika känsliga för svängningar i laddning.

## Referenser

1. Kort om SCA [Internet]. Stockholm: SCA; 2017 [citerad 15 april 2017]. Tillgänglig från: [http://www.sca.com/sv/Om\\_SCA/Kortfakta\\_om\\_SCA/](http://www.sca.com/sv/Om_SCA/Kortfakta_om_SCA/)
2. Produkter, varumärken & tjänster [Internet]. Stockholm: SCA; 2016 [citerad 15 april 2017]. Tillgänglig från: <http://www.sca.com/sv/Produkter/>
3. Lilla Edet [Internet]. Stockholm: SCA; 2015 [citerad 15 april 2017]. Tillgänglig från: [http://www.sca.com/sv/Om\\_SCA/Har-finns-vi/Lilla-Edet/](http://www.sca.com/sv/Om_SCA/Har-finns-vi/Lilla-Edet/)
4. Fellers C, Norman B. Pappersteknik. 3 uppl. Stockholm: Institutionen för Pappersteknik, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm; 1998. S. 26, 37, 119.
5. Swanson R L, Breslin V T, Bortman M L, Tyler N, Roy N, Stein D F et. al. Recycling technology. I: Access Science [Internet]. 2014 [citerad 14 mars 2017]. DOI: <https://doi.org/10.1036/1097-8542.757456>
6. Gavelin G. Returfiber. Markaryd: Skogsindustrins Utbildning i Markaryd AB, SUM; 1993.
7. SMED på uppdrag av Naturvårdsverket. Avfall i Sverige 2014 [Internet]. Stockholm: Naturvårdsverket; 2016. [citerad 31 mars 2017]. Tillgänglig: [http://www.scb.se/Statistik/\\_Publikationer/MI0305\\_2014A01\\_BR\\_MI0305BR1601.pdf](http://www.scb.se/Statistik/_Publikationer/MI0305_2014A01_BR_MI0305BR1601.pdf)
8. Paper [Internet]. Wrap; 2017 [citerad 23 maj 2017]. Tillgänglig: <http://www.wrap.org.uk/content/paper-2>
9. Holik H. Unit operations and equipment in recycled fibre processing. I: Götttsching L, Pakarinen H, redaktörer. Recycled Fibre and Deinking. Helsinki: Fapet Oy; 2000. s. 88
10. Bajpai, P. Process steps in recycled fibre processing. I: Recycling and Deinking of Recovered Paper [e-bok]. London, Waltham: Elsevier; 2014 [citerad 14 mars 2017]. s. 55-83. Tillgänglig från: <http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/book/9780124169982>
11. Bujanovic B M, Amidon T E. Paper. I :AccessScience [Internet]. Förlagsort: Förlag; 2014 [citerad 14 mars 2017]. Tillgänglig från: <https://www-accessscience-com.proxy.lib.chalmers.se/content/paper/486100>
12. IN0221. Driftinstruktioner Lösare 8. Intern apparat beskrivning, SCA Hygiene Products AB.
13. IN0220. Driftinstruktion tjockmassarenare RP2. Intern apparat beskrivning, SCA Hygiene Products AB.
14. IN0216. Driftinstruktioner Cykloner RP2. Intern apparat beskrivning, SCA Hygiene Products AB.
15. IN0659. Metso Tvätt och Virabyte RP2. Intern apparat beskrivning, SCA Hygiene Products AB.
16. Schwarz M. Design of recycled fiber processes for different paper and board grades. I: Götttsching L, Pakarinen H, redaktörer. Recycled Fibre and Deinking. Helsinki: Fapet Oy; 2000. s. 210
17. Fibre fractionation. [Internet]. SCAN-CM 6:05. [citerad 26 april 2017] Tillgänglig från: [http://www.pfi.no/Documents/Scan\\_test\\_methods/C\\_CM\\_M/CM\\_06-05.pdf](http://www.pfi.no/Documents/Scan_test_methods/C_CM_M/CM_06-05.pdf)
18. Blekning av kemisk massa. [Internet]. SkogsSverige. [citerad 18 april 2017] Tillgänglig från: <http://www.skogssverige.se/papper/fakta-om-papper-och-massa/massa-och->

papperstillverkning/blekning-av-kemisk-massa

19. Renner K. Deinkability of printing inks. I: Götttsching L, Pakarinen H, redaktörer. Recycled Fibre and Deinking. Helsinki: Fapet Oy; 2000. s. 266
20. ST0057. Prickmätning. Intern standard, SCA Hygiene Products AB.
21. I: Götttsching L, Pakarinen H, redaktörer. Recycled Fibre and Deinking. Helsinki: Fapet Oy; 2000. s. 641
22. ST0082. Stickiesprovning massa. Intern standard, SCA Hygiene Products AB.
23. Lassus A. Deinking chemistry. I: Götttsching L, Pakarinen H, redaktörer. Recycled Fibre and Deinking. Helsinki: Fapet Oy; 2000. s. 240
24. Nationalencyklopedin [Internet]. Malmö: Nationalencyklopedin. Askhalt. [citerad 25 april 2017]. Tillgänglig från: <http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/askhalt>
25. ST0019. Analysmetod Susp I vatten. Intern standard, SCA Hygiene Products AB.
26. Park C, Allaby M. Turbidity. I: A Dictionary of Enviroment and Conservation [Internet]. Oxford University Press; 2017 [citerad 26 april 2017]. Tillgänglig från: <http://www.oxfordreference.com.proxy.lib.chalmers.se/view/10.1093/acref/9780191826320.001.0001/acref-9780191826320-e-8468?rkey=RrgR64&result=3>



## Bilaga 1: Edet bruks standarder för utvalda laborationsanalyser

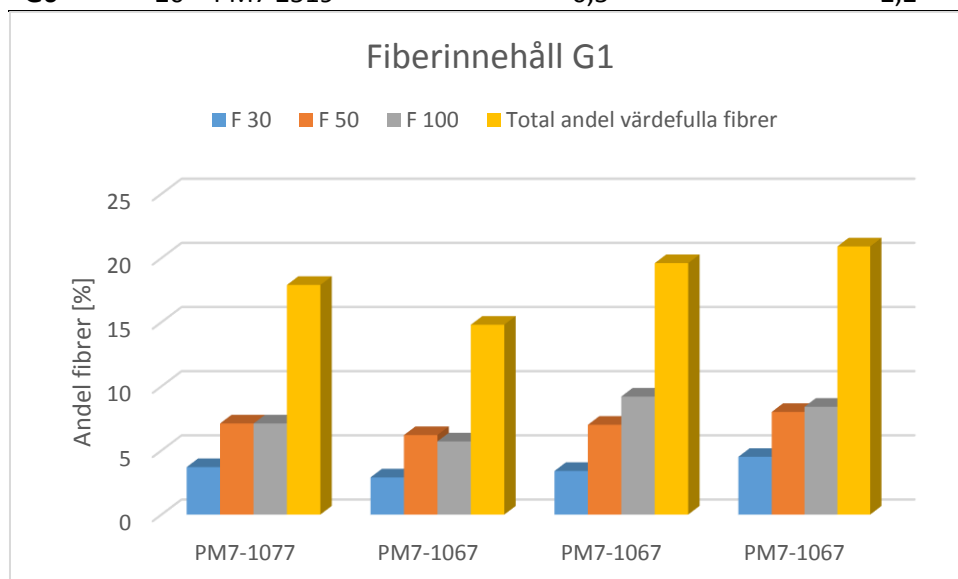
<b>Undersökt parameter</b>	<b>Internt dokumentnamn</b>	<b>Intern dokumentkod</b>
<b>Koncentration</b>	"Analysmetod koncentration i massasuspension och slam"	ST0016
<b>Fibergruppering</b>	"Analysmetod fibergruppering slam, rejekt osv"	ST0027
<b>Stickies</b>	"Stickiesprovning massa"	ST0082
<b>Askhalt</b>	"Analysmetod askhalt"	ST0013
<b>Laddning</b>	"Laddningsmätning PCA"	ST0106
<b>Tillverkning ark</b>	"Analysmetod laboratorieark för prick- och ljushetsmätning"	ST0039
<b>Ljushet</b>	"Instruktion ljushetsmätning PM/MB"	IN2320
<b>Prickar</b>	"Prickmätning"	ST0057
<b>pH</b>	"Analysmetod pH mätning"	ST0018
<b>Suspensionshalt</b>	"Analysmetod Susp i vatten"	ST0019



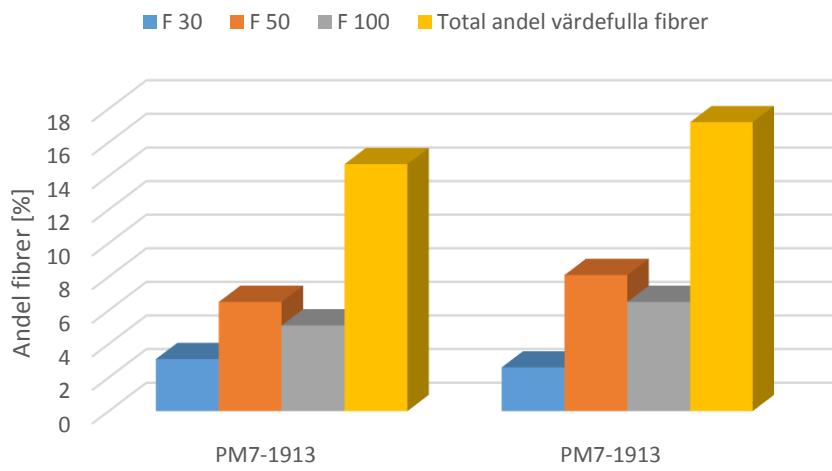
## Bilaga 2: Resultat från provrunda 1

De prover som saknar värde står som "-" i tabellerna.

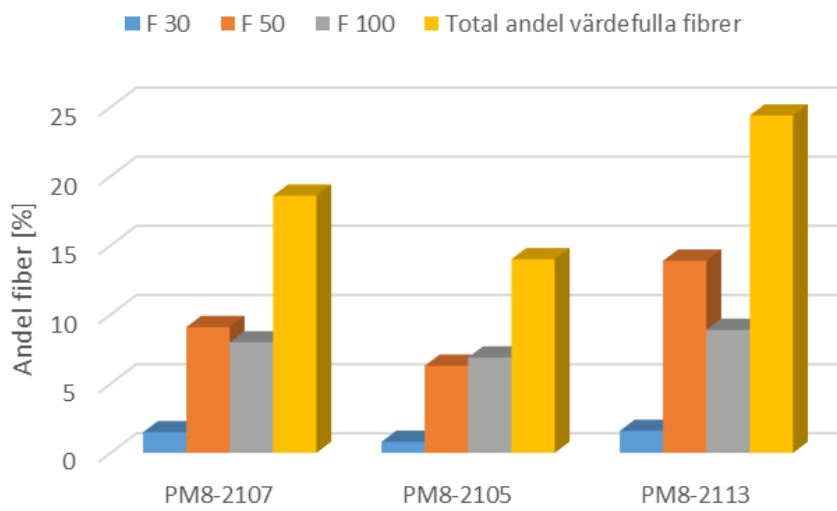
Grupp	Prov	Maskin och kvalitet	Värdefulla fibers andel av råvara RP2 [%]	Slammets andel av intagen råvara RP2 [%]
G1	5	PM7 1077	0,4	2,0
G1	6	PM7 1067	0,3	1,9
G1	8	PM7 1067	0,4	1,9
G1	11	PM7 1067	0,4	1,7
G2	17	PM7 1913	0,3	2,4
G2	22	PM7 1913	0,5	3,1
G3	1	PM8 2061	0,9	3,1
G3	4	PM7 2067	0,3	1,5
G3	10	PM7 2067	0,4	1,7
G3	14	PM7 2067	0,2	2,0
G4	21	PM8 2101	4,5	10
G4	23	PM8 2101	3,0	6,7
G5	13	PM8 2107	1,0	5,5
G5	15	PM8 2105	0,9	6,4
G5	18	PM8 2113	1,0	4,2
G6	2	PM8 2519	0,8	3,4
G6	3	PM7 2519	0,2	3,1
G6	12	PM8 2801	1,1	4,0
G6	16	PM8 2801	0,8	2,9
G6	19	PM8 2519	1,0	3,4
G6	20	PM7 2519	0,5	2,2

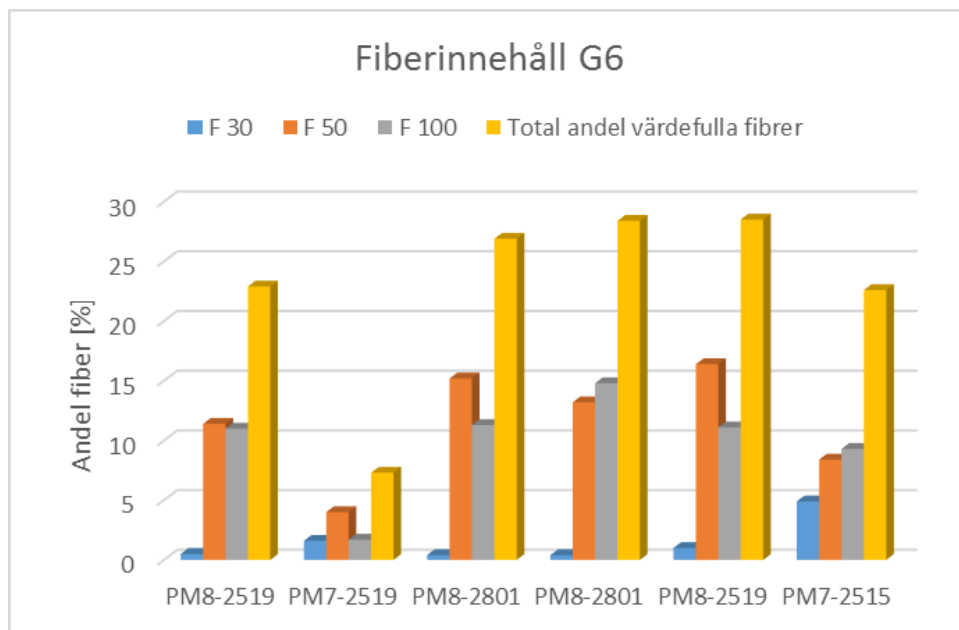


### Fiberinnehåll G2

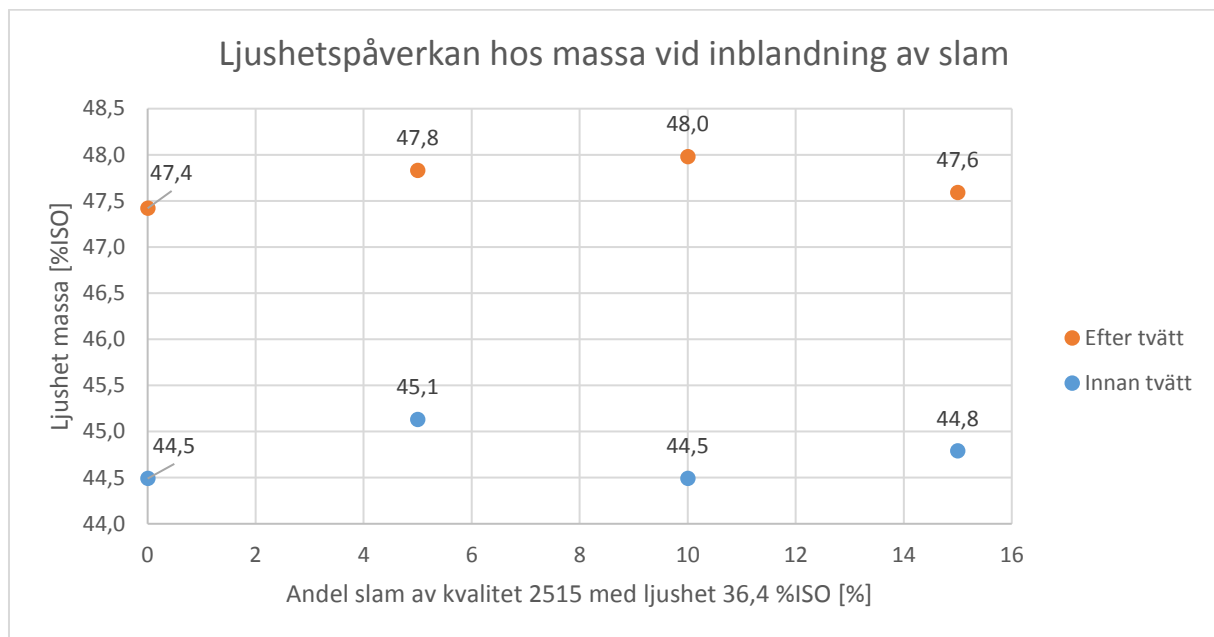


### Fiberinnehåll G5





Grupp	Prov	Maskin och kvalitet	Ljushet slam [%ISO]	Ljushet papper [%ISO]
G1	5	PM7-1077	40	86,4
G1	6	PM7-1067	46,3	84
G1	8	PM7-1067	49,5	84,7
G1	11	PM7-1067	50,5	83
G2	17	PM7-1913	31	63,5
G2	22	PM7-1913	34,1	65,3
G3	4	PM7-2067	43,7	85,4
G3	10	PM7-2067	42,2	78,3
G3	14	PM7-2067	48,6	78,3
G4	21	PM8-2101	53,3	78,5
G4	23	PM8-2101	43,3	77
G5	9	PM8-2113	45,3	78,7
G5	13	PM8-2107	45,6	77,9
G5	15	PM8-2105	50,4	78,6
G5	18	PM8-2113	45,1	78,8
G6	3	PM7-2519	27,7	73
G6	7	PM8-2519	33,1	69,9
G6	12	PM8-2801	46,8	74,4
G6	16	PM8-2801	43,3	70,9
G6	19	PM8-2519	37,5	69,7
G6	20	PM7-2515	36,4	70



Grupp	Prov	Maskin och kvalitet	Små prickar [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Stora prickar [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
G1	5	PM7-1077	29	0
G1	6	PM7-1067	129	101,6
G1	8	PM7-1067	36,4	86
G1	11	PM7-1067	63,2	173,6
G2	17	PM7-1913	29,2	0
G3	4	PM7-2067	65	114
G3	10	PM7-2067	80	0
G3	14	PM7-2067	130,5	0
G5	9	PM8-2113	61,6	0
G5	13	PM8-2107	18,1	0
G5	15	PM8-2105	14,6	0
G5	18	PM8-2113	22,7	0
G6	3	PM7-2519	19,8	0
G6	7	PM8-2519	51,4	0
G6	12	PM8-2801	52,5	217,2
G6	16	PM8-2801	57,2	11,1
G6	19	PM8-2519	29,2	11,9
G6	20	PM7-2515	35,4	0

<b>Grupp</b>	<b>Prov</b>	<b>Maskin och kvalitet</b>	<b>Stickies [Antal]</b>	<b>Stickies [Poäng]</b>
<b>G1</b>	5	PM7-1077	10	40
<b>G1</b>	6	PM7-1067	290	410
<b>G1</b>	8	PM7-1067	20	20
<b>G1</b>	11	PM7-1067	20	50
<b>G2</b>	17	PM7-1913	140	140
<b>G2</b>	22	PM7-1913	400	430
<b>G3</b>	1	PM8-2061	60	110
<b>G3</b>	4	PM7-2067	170	200
<b>G3</b>	10	PM7-2067	130	160
<b>G3</b>	14	PM7-2067	30	90
<b>G4</b>	21	PM8-2101	0	0
<b>G4</b>	23	PM8-2101	280	280
<b>G5</b>	13	PM8-2107	50	50
<b>G5</b>	15	PM8-2105	30	60
<b>G5</b>	18	PM8-2113	140	200
<b>G6</b>	2	PM8-2519	250	370
<b>G6</b>	3	PM7-2519	530	530
<b>G6</b>	7	PM8-2519	1460	1460
<b>G6</b>	12	PM8-2801	160	160
<b>G6</b>	16	PM8-2801	100	100
<b>G6</b>	19	PM8-2519	570	570
<b>G6</b>	20	PM7-2515	170	170

<b>Grupp</b>	<b>Prov</b>	<b>Maskin och kvalitet</b>	<b>pH</b>
<b>G1</b>	5	PM7-1077	7,6
<b>G1</b>	6	PM7-1067	8
<b>G1</b>	8	PM7-1067	8,5
<b>G1</b>	11	PM7-1067	8,1
<b>G2</b>	17	PM7-1913	7,5
<b>G3</b>	1	PM8-2061	7,7
<b>G3</b>	4	PM7-2067	7,6
<b>G3</b>	10	PM7-2067	7,8
<b>G3</b>	14	PM7-2067	8,0
<b>G5</b>	9	PM8-2113	7,9
<b>G5</b>	13	PM8-2107	8,1
<b>G5</b>	15	PM8-2105	7,8
<b>G5</b>	18	PM8-2113	7,8
<b>G6</b>	2	PM8-2519	7,5
<b>G6</b>	3	PM7-2519	7,5
<b>G6</b>	7	PM8-2519	7,8
<b>G6</b>	12	PM8-2801	8,1
<b>G6</b>	16	PM8-2801	8,0
<b>G6</b>	19	PM8-2519	7,4
<b>G6</b>	20	PM7-2515	8,1

<b>Grupp</b>	<b>Prov</b>	<b>Maskin och kvalitet</b>	<b>Askhalt [%]</b>
<b>G1</b>	5	PM7-1077	31,3
<b>G1</b>	6	PM7-1067	28,6
<b>G1</b>	8	PM7-1067	40
<b>G1</b>	11	PM7-1067	23,7
<b>G2</b>	17	PM7-1913	38,9
<b>G2</b>	22	PM7-1913	27,9
<b>G3</b>	1	PM8-2061	34,2
<b>G3</b>	4	PM7-2067	41,4
<b>G3</b>	10	PM7-2067	38,9
<b>G3</b>	14	PM7-2067	55,4
<b>G4</b>	21	PM8-2101	11,5
<b>G4</b>	23	PM8-2101	10,8
<b>G5</b>	9	PM8-2113	23,2
<b>G5</b>	13	PM8-2107	18,9
<b>G5</b>	15	PM8-2105	27,7
<b>G5</b>	18	PM8-2113	20,2
<b>G6</b>	2	PM8-2519	35,3
<b>G6</b>	3	PM7-2519	25,4
<b>G6</b>	7	PM8-2519	30,4
<b>G6</b>	12	PM8-2801	34,0
<b>G6</b>	16	PM8-2801	33,5
<b>G6</b>	19	PM8-2519	34,7



Prov	Datum	Maskin	Grupp	Kvalitet	Flöde [l/min]	Laddning [mekv/l]	Konc [%]	pH
5	2017-03-01	PM7	1	1077	102,5	-44	1,63	7,6
6	2017-03-06	PM7	1	1067	102,5	-38	1,56	8
8	2017-03-07	PM7	1	1067	102,5	-37	1,54	8,5
11	2017-03-15	PM7	1	1067	102,5	-21	1,42	8,1
17	2017-03-23	PM7	2	1913	116,3	-26	1,69	7,5
22	2017-04-27	PM7	2	1913	116,3	-20	2,2	8
1	2017-02-22	PM8	3	2061	340	-50	0,77	7,7
4	2017-02-28	PM7	3	2067	70	-45	1,82	7,6
10	2017-03-13	PM7	3	2067	70	-20	2,03	7,8
14	2017-03-20	PM7	3	2067	70	-23	2,4	8,0
21	2017-04-07	PM8	4	2101 V	615	-145	1,36	8,1
23	2017-05-10	PM8	4	2101 V	615	-45	0,91	8,0
24	2017-05-11	PM8	4	2101V	615	-25	-	-
9	2017-03-07	PM8	5	2113 V	340	-38	0,85	7,9
13	2017-03-17	PM8	5	2107 V	340	-72	1,35	8,1
15	2017-03-20	PM8	5	2105V	340	-95	1,57	7,8
18	2017-03-24	PM8	5	2113 V	340	-10	1,02	7,8
2	2017-02-23	PM8	6	2519	340	-70	0,83	7,5
3	2017-02-27	PM7	6	2519	116	-40	2,21	7,5
7	2017-03-06	PM8	6	2519	340	-40	0,96	7,8
12	2017-03-16	PM8	6	2801 V	340	-24	0,99	8,1
16	2017-03-21	PM8	6	2801 V	340	-22	0,71	8,0
19	2017-03-30	PM8	6	2519	340	-43	0,84	7,4
20	2017-04-04	PM7	6	2515	100	-50	1,82	8,1
				V=våtstark				

V står för våtstark papperskvalitet

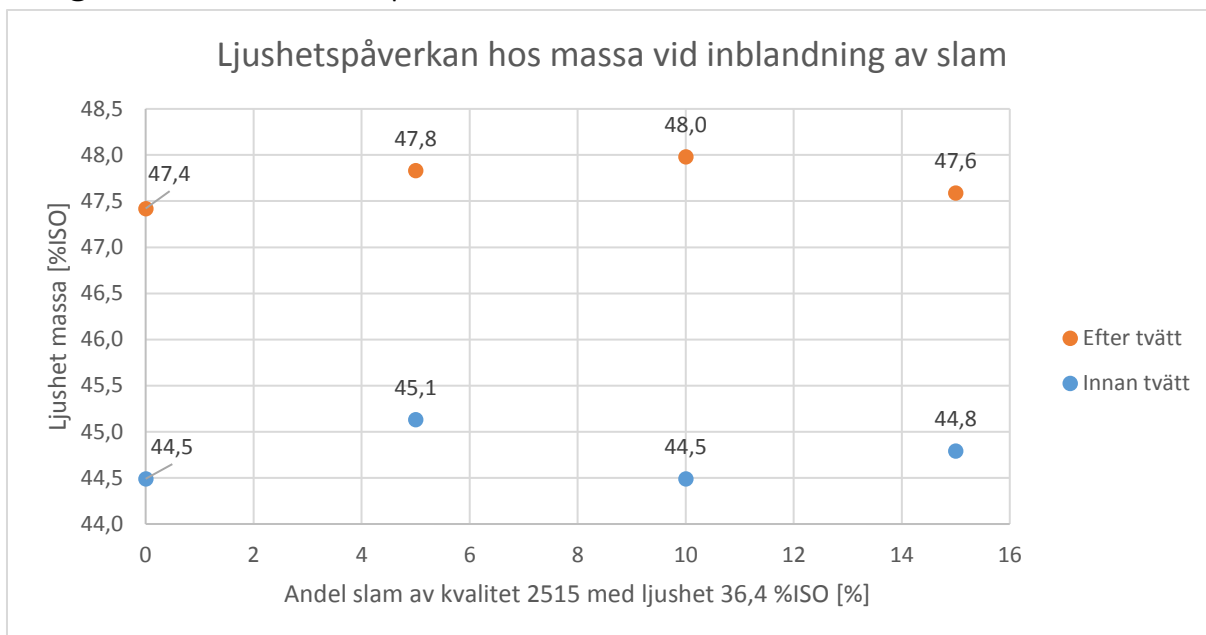
F 30 [%]	F 50 [%]	F 100 [%]	F < 100 [%]	Stickies [st]	Stickies [poäng]	Ljushet [% ISO]	Ljushet papper [% ISO]
3,7	7,1	7,1	82,1	10	40	40,0	86,4
2,9	6,2	5,7	85,2	290	410	46,3	84
3,4	7	9,2	80,4	20	20	49,5	84,7
4,5	8	8,4	79,1	20	50	50,5	83
3,1	6,5	5,1	85,3	140	140	31,0	63,5
2,6	8,1	6,5	82,8	400	430	34,1	65,3
1	16,1	12,6	70,3	60	110	24,4	77
3,3	11,7	9,3	82,3	170	200	43,7	85,4
2,7	9,1	9,1	79,1	130	160	42,2	78,3
0,9	4,5	5,4	89,2	30	90	48,6	78,3
26,6	12,7	5,8	54,9	0	0	53,3	78,5
24,6	13,9	6,2	55,3	280	280	43,3	77
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	45,3	78,7
1,5	9,1	8	81,4	50	50	45,6	77,9
0,8	6,3	6,9	86	30	60	50,4	78,6
1,6	13,9	8,9	75,6	140	200	45,1	78,8
0,5	11,4	11	77,1	250	370	28,6	70,6
1,6	4	1,7	92,7	530	530	27,7	73
-	-	-	-	1460	1460	33,1	69,9
0,4	15,2	11,3	73,1	160	160	46,8	74,4
0,4	13,2	14,8	71,6	100	100	43,3	70,9
1	16,4	11,1	71,5	570	570	37,5	69,7
4,9	8,4	9,3	77,4	170	170	36,4	70

Askhalt [%]	Fiberflöde [l/min]	Benämning	Värdefulla fiber [%]	Fiber [ton/dygn]	Värdefulla fiber [ton/dygn]
31,3		1,7 PM7-1077	17,9	2,4	0,4
28,6		1,6 PM7-1067	14,8	2,3	0,3
40		1,6 PM7-1067	19,6	2,3	0,4
23,7		1,5 PM7-1067	20,9	2,1	0,4
38,9		2,0 PM7-1913	14,7	2,8	0,4
27,9		2,6 PM7-1913	17,2	3,7	0,6
34,2		2,6 PM8-2061	29,7	3,8	1,1
41,4		1,3 PM7-2067	17,7	1,8	0,3
38,9		1,4 PM7-2067	20,9	2,0	0,4
55,4		1,7 PM7-2067	10,8	2,4	0,3
11,5		8,4 PM8-2101	45,1	12,0	5,4
10,8		5,6 PM8-2101	44,7	8,1	3,6
-	-	-	-	-	-
23,2		2,9 PM8-2113	-	4,2	-
18,9		4,6 PM8-2107	18,6	6,6	1,2
27,7		5,3 PM8-2105	14	7,7	1,1
20,2		3,5 PM8-2113	24,4	5,0	1,2
35,3		2,8 PM8-2519	22,9	4,1	0,9
25,4		2,6 PM7-2519	7,3	3,7	0,3
30,4		3,3 PM8-2519	-	4,7	-
34,0		3,4 PM8-2801	26,9	4,8	1,3
33,5		2,4 PM8-2801	28,4	3,5	1,0
34,7		2,9 PM8-2519	28,5	4,1	1,2
-		1,8 PM7-2515	22,6	2,6	0,6

Andel värdefulla fiber	Andel fiber	Prickar, små [m <sup>-2</sup> ]	Prickar, stora [m <sup>-2</sup> ]	Andel slam RP2 [%]
0,4%	2,0%	29	0	2,0
0,3%	1,9%	129	101,6	1,9
0,4%	1,9%	36,4	86	1,9
0,4%	1,7%	63,2	173,6	1,7
0,3%	2,4%	29,2	0	2,4
0,5%	3,1%	54,2	0	3,1
0,9%	3,1%			3,1
0,3%	1,5%	65	114	1,5
0,4%	1,7%	80	0	1,7
0,2%	2,0%	130,5	0	2,0
4,5%	10,0%	34,4	23	10,0
3,0%	6,7%	42	558,9	6,7
-	-	-	-	-
-	3,5%	61,6	0	3,5
1,0%	5,5%	18,1	0	5,5
0,9%	6,4%	14,6	0	6,4
1,0%	4,2%	22,7	0	4,2
0,8%	3,4%	-	-	3,4
0,2%	3,1%	19,8	0	3,1
-	3,9%	51,4	0	3,9
1,1%	4,0%	52,5	217,2	4,0
0,8%	2,9%	57,2	11,1	2,9
1,0%	3,4%	29,2	11,9	3,4
0,5%	2,2%	35,4	0	2,2



### Bilaga 3: Resultat från provrunda 2



	Ljushet [%ISO]	
0% 1913, 100% RP2	50,3	
5% 1913, 95% RP2	48,9	
10% 1913, 90% RP2	47,5	
15% 1913, 85% RP2	46,8	
100 % 1913, 0% RP2	31,0	
	Ljushet innan tvätt [%ISO]	Ljushet efter tvätt [%ISO]
0% 2519 100% RP2	44,3	49,8
5% 2519 95% RP2	46	50,1
10% 2519 90% RP2	45,4	50,0
15% 2519 85% RP2	45,5	49,6
100% 2519 0% RP2	37,5	
0% 2515 100% RP2	44,5	47,4
5% 2515 95% RP2	45,1	47,8
10% 2515 90% RP2	44,5	48,0
15% 2515 85% RP2	44,8	47,6
100% 2515 0% RP2	36,4	

Innan tvätt		Efter tvätt	
Små prickar [mm <sup>2</sup> *m <sup>-2</sup> ]	Stora prickar [mm <sup>2</sup> *m <sup>-2</sup> ]	Små prickar [mm <sup>2</sup> *m <sup>-2</sup> ]	Stora prickar [mm <sup>2</sup> *m <sup>-2</sup> ]
908,4	378,8	2024,6	882,2
1719,7	294,4	2103,1	956,3
1575,3	396,8	2044,8	817,5
1637	241,1	2044,1	922,6
29,2	11,9		
1100,7	482,4	1519,6	1148
1397,4	435,9	1572,1	1059,1
1187,6	397	1739,3	1180,4
1306,3	271,5	1711,8	762,2

## Bilaga 4: Resultat från provrunda 3 och 4

De prover som saknar värde står som "-" i tabellerna.

<b>Prov</b>	<b>pH</b>
	<b>Tungmassarenare</b>
<b>1</b>	7,15
<b>2</b>	7,36
<b>3</b>	7,18
<b>4</b>	7,19

<b>Prov</b>	<b>Tillsatt slam</b>		<b>pH</b>
	<b>PM7</b>	<b>PM8</b>	<b>Tungmassarenare</b>
<b>5</b>	G3	-	7,62
<b>6</b>	-	G6	7,14
<b>7</b>	G1	G5	7,16
<b>8</b>	G1	G6	7,25
<b>9</b>	G3	G5	7,18
<b>10</b>	G6	G6	7,17
<b>11</b>	G6	G6	7,27
<b>12</b>	-	G4	7,27
<b>13</b>	G1	G4	7,73
<b>14</b>	G6	G4-G6	7,43

Prov nr	Hämtat från	Datum och klockslag	Kvalitet och grupp återfört slam	Flöde linje [ton/h]
1	HDC	2017-03-30, 9:00	Inget slam återvanns vid tillfället	3,5
1	Skruvpress	2017-03-30, 9:00	Inget slam återvanns vid tillfället	3,5
2	HDC	2017-04-04, 7:30	Inget slam återvanns vid tillfället	5
2	Skruvpress	2017-04-04, 7:30	Inget slam återvanns vid tillfället	5
3	HDC	2017-04-06, 7:50	Inget slam återvanns vid tillfället	5,56
3	Skruvpress	2017-04-06, 7:50	Inget slam återvanns vid tillfället	5,56
4	HDC	2017-04-07, 10:25	Inget slam återvanns vid tillfället	4,05
4	Skruvpress	2017-04-07, 10:25	Inget slam återvanns vid tillfället	4,05
5	HDC	2017-04-18, 13:00	2067, G3, PM7	5,68
5	Skruvpress	2017-04-18, 13:00	2067, G3, PM7	5,68
6	HDC	2017-04-20, 08:05	2519, G6, PM8	4,8
6	Skruvpress	2017-04-20, 08:05	2519, G6, PM8	4,8
7	HDC	2017-04-24, 10:15	PM7: 1069, G1. PM8: 2117 G5	5,17
7	Skruvpress	2017-04-24, 10:15	PM7: 1069, G1. PM8: 2117 G5	5,17
8	HDC	2017-04-28, 8:30	PM7: 1067, G1. PM8: 2519, G6	5,38
8	Skruvpress	2017-04-28, 8:30	PM7: 1067, G1. PM8: 2519, G6	5,38
9	HDC	2017-05-03, 11:05	PM7: 2453/2067, G3. PM8: 2113, G5	5,24
9	Skruvpress	2017-05-03, 11:05	PM7: 2453/2067, G3. PM8: 2113, G5	5,24
10	HDC	2017-05-05, 7:40	PM7: 2517, G6. PM8: 2519, G6	5,43
10	Skruvpress	2017-05-05, 7:40	PM7: 2517, G6. PM8: 2519, G6	5,43
11	HDC	2017-05-08, 7:40	PM7: 2517, G6. PM8: 2801, G6	3,84
11	Skruvpress	2017-05-08, 7:40	PM7: 2517, G6. PM8: 2801, G6	3,84
12	HDC	2017-05-10, 11:00	PM8: 2101, G4	3,79
12	Skruvpress	2017-05-10, 11:00	PM8: 2101, G4	3,79
13	HDC	2017-05-11, 9:20	PM7: 1067, G1. PM8: 2101, G4.	5,51
13	Skruvpress	2017-05-11, 9:20	PM7: 1067, G1. PM8: 2101, G4.	5,51
14	HDC	2017-05-12, 12:30	PM7: 2519, G6. PM8: 2519, G6.	4,31
14	Skruvpress	2017-05-12, 12:30	PM7: 2519, G6. PM8: 2519, G6.	4,31



Suspensionshalt ut DAF [mg/l]	Dosering primär flockulant [l/min]	Dosering sekundär flockulant [l/min]	Laddning [mekv/l]
84,2	15	8	-124
84,2	15	8 -	
67,2	17,1	7,9	-195
67,2	17,1	7,9 -	
107	18	7	-100
107	18	7 -	
70,5	18	7	-50
70,5	18	7 -	
66,7	18	7	-170
66,7	18	7 -	
81,2	18	7	-145
81,2	18	7 -	
186,2	18	7	-55
186,2	18	7 -	
109,1	26,1	10	-60
109,1	26,1	10 -	
650,9	25,8	10	-43
650,9	25,8	10 -	
85,5	7	4,7	-98
85,5	7	4,7 -	
80,9	17	4,8	-93
80,9	17	4,8 -	
389	18	8,2	-70
389	18	8,2 -	
81,3	16,6	4,9	-112
81,3	16,6	4,9 -	
151,9	25,5	10	-74
151,9	25,5	10 -	

Koncentration [%]	pH	Stickies [antal]	Stickies [poäng]	Ljushet [%ISO]	Små prickar	Stora prickar	Askhalt [%]
2,9	7,15	10	40	45,7	1617,7	507,9	24,8
-	-	0	0	48,3	460,8	97,3	-
2,9	7,36	40	160	44,5	1090	468,2	19,2
-	-	30	30	47,6	313,6	160,7	4,9
3,2	7,18	40	360	47,2	1467,7	502,1	20,2
-	-	0	0	49,3	234,5	79,9	4,5
2,6	7,19	20	180	45,5	932,3	247,8	20,6
28,9	-	20	20	52,3	146,5	41,5	3
3,5	7,62	20	180	48,6	1059,2	1335,1	19,6
24,4	-	30	60	50,5	307,2	171,9	5,2
2,4	7,14	140	200	46,7	901,4	355,3	20,1
24,7	-	110	170	51,2	342,5	167,5	4,2
2,4	7,16	40	100	47,5	1193,8	700,6	18,9
18,8	-	30	30	50,7	440	118,8	5,6
2,5	7,25	40	40	45,4	1165,9	995,8	19,2
25,9	-	80	210	48,6	351,1	163,1	5
2,5	7,18	20	80	47,5	1195,4	2401,4	19,6
28,5	-	30	30	50,2	302,6	153,5	6,2
2,3	7,17	60	120	46,6	1234,3	1102,5	21,5
21,9	-	50	50	49,7	366,5	128,7	4,6
2,4	7,27	80	140	46,7	1290,8	1099,6	21,3
20,6	-	80	110	50,2	454,4	221,5	5,8
2,4	7,27	100	240	44,9	875,6	716,2	19,4
24,5	-	120	120	49,4	312,2	361,5	4,9
2,3	7,73	60	280	46,0	1407	975,6	19,7
19,6	-	50	50	48,7	612,6	232,7	5,6
2,3	7,43	80	260	45,7	1209,8	1146,7	19,9
23,7	-	60	120	49,5	428,8	132,3	4,5

## Bilaga 5: Resultat från provrunda 5

De prover som saknar värde står som "-" i tabellerna.

Prov	Tid	Slam	Suspensionshalt ut DAF [mg/L]	Primär flockulant [l/min]
1	2017-04-28, 8:40	PM7: 1067, G1. PM8: 2519, G6.	109,1	26,1
2	2017-04-28, 9:20	PM7: 1067, G1. PM8: 2519, G6.	91,1	26,1
3	2017-04-28, 10:15	PM7: 1067, G1. PM8: 2519, G6.	91	26,1
4	2017-04-28, 11:25	Inget slam återvanns vid tillfället	109	7
5	2017-04-28, 12:30	Inget slam återvanns vid tillfället	101,1	7
6	2017-04-28, 13:00	Inget slam återvanns vid tillfället	83,1	18
	2017-05-05, 7:40	PM7: 2517, G6. PM8: 2519 G6.	85,5	7
	2017-05-05, 08:20	PM7: 2517, G6. PM8: 2519 G6.	96,4	26
	2017-05-05, 08:50	PM7: 2517, G6. PM8: 2519 G6.	81,7	7
	2017-05-05, 10:10	Inget slam återvanns vid tillfället	81,7	7
	2017-05-05, 10:50	Inget slam återvanns vid tillfället	83,3	20,8
	2017-05-05, 11:20	Inget slam återvanns vid tillfället	146,3	25
	2017-05-08, 7:40	PM7: 2517, G6. PM8: 2801, G6.	89,9	25,5
	2017-05-08, 8:20	PM7: 2517, G6. PM8: 2801, G6.	98,9	19,9
	2017-05-08, 8:55	PM7: 2517, G6. PM8: 2801, G6.	65,1	10,4
	2017-05-08, 10:20	Inget slam återvanns vid tillfället	73,1	7,1
	2017-05-08, 10:50	Inget slam återvanns vid tillfället	100,1	7,1
	2017-05-08, 11:30	Inget slam återvanns vid tillfället	91	6,9
	2107-05-11, 9:20	PM7: 1067, G1. PM8: 2101, G4.	81,3	16,6
	2107-05-11, 9:45	PM7: 1067, G1. PM8: 2101, G4.	101,8	6,8
	2107-05-11, 10:10	PM7: 1067, G1. PM8: 2101, G4.	83,8	14,1
	2017-05-11, 11:00	Inget slam återvanns vid tillfället	119,8	24,4
	2107-05-11, 11:25	Inget slam återvanns vid tillfället	174	7,1
	2107-05-11, 11:50	Inget slam återvanns vid tillfället	92,3	7

Sekundär flockulant [l/min]		Susp P1 [mg/l]	Susp P2 [mg/l]	Susp medel [mg/l]
10	Med slam:	3236,4	3259,5	3248
10		3238,5	3237,9	3238
10		3532,3	3276,1	3404
5	Utan slam:	3066,6	3151,3	3109
4,6		3126	3085,5	3106
5,4		2853	2944	2899
4,7	Med slam:	3813,9	3782,6	3798,3
9,9		3201,9	3177,7	3189,8
5,1		3149,4	3125,4	3137,4
4,7	Utan slam:	2635,3	2560	2597,7
6,1		3284,3	3016	3150,2
10		2931,9	2965,4	2948,7
10	Med slam:	-	-	3977,8
6,5		-	-	3964,2
4,5		-	-	3650,6
4,6	Utan slam:	-	-	3407,3
4,4		-	-	2580,3
4,7		-	-	2641,5
4,9	Med slam:	-	-	3326,1
4		-	-	3017,6
4,4		-	-	3295,2
9,2	Utan slam:	-	-	3257,5
4,4		-	-	3213,5
4,3		-	-	3327,9

## Bilaga 6: Formler för beräkningar

$$\text{Slamflöde} = \frac{\text{Volym slam}}{\text{Flödestid}}$$

$$\text{Flöde fast material} = \frac{\text{Slamflöde}}{\text{Koncentration}}$$

$$\text{Flöde värdefulla fibrer} = \text{Andel värdefulla fibrer} \cdot \text{Flöde fast material}$$

$$\text{Flöde F30} = \text{Andel F30 fibrer} \cdot \text{Flöde fast material}$$

$$\text{Flöde F50} = \text{Andel F50 fibrer} \cdot \text{Flöde fast material}$$

$$\text{Flöde F100} = \text{Andel F100 fibrer} \cdot \text{Flöde fast material}$$

$$\text{Värdefulla fibrers andel av råvara RP2} = \frac{\text{Flöde värdefulla fibrer}}{\text{Flöde RP2}}$$

$$\text{Slammets andel av intagen råvara} = \frac{\text{Slamflöde}}{\text{Flöde RP2}}$$

$$\text{Flöde värdefulla fibrer} \left[ \frac{\text{ton}}{\text{år}} \right] = \text{Flöde värdefulla fibrer} \left[ \frac{\text{ton}}{\text{dygn}} \right] \cdot \text{Dygn på ett år} \cdot 60\%$$

$$\text{Ersatt råvara} \left[ \frac{\text{ton}}{\text{år}} \right] = \text{Flöde värdefulla fibrer} \left[ \frac{\text{ton}}{\text{år}} \right] \cdot \text{UtbyteRP2}^{-1}$$

$$\text{Potentiell besparing} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] = \text{Ersatt råvara} \left[ \frac{\text{ton}}{\text{år}} \right] \cdot \text{Pris} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{ton}} \right]$$