

Kartläggning och förbättring av tätningssystem

Niklas Fagerudd

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Maskin- och produktionsteknik

Vasa, 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Niklas Fagerudd

Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa

Inriktning: Maskinkonstruktion

Handledare: Leif Backlund (Novia), Samuli Räsänen (UPM), Johan Björk (UPM)

Titel: Kartläggning och förbättring av tätningssystem

Datum: 28.3.2023 Sidantal: 29 Bilagor: 11, varav 10 är sekretessbelagda

Abstrakt

I pappersindustrin används hundratals pumpar för att transportera olika processmedier. Dessa pumpar är uppbyggda av tätningar som kräver vatten som smörj- och kylmedel för att fungera. Tätningssystemet försörjer dessa pumpar med tätningssystemet för att uppfylla dessa krav. Uppdraget utgavs av UPM-Kymmene Oy och syftet var att kartlägga tätningssystemet vid fiberlinje 1 och torkmaskin 1 och 2 belägna vid cellulosafabriken i Jakobstad. Jag hade också som syfte att ge förslag på hur man kunde spara på tätningssystemet samt hur man kunde förbättra kvalitén på tätningssystemet.

I teoridelen behandlas vad tätningssystemet används till och hur den tillverkas. Teoridelen går också in på vilka olika möjligheter det finns för besparing, förbättring och rening av tätningssystemet. För besparingens del har det gjorts undersökningar av tätningssystemet och möjligheten av vattenbesparing med hjälp av ett tätningssystem övervakningssystem där vatten används i ett slutet system. För reningens och förbättringens del har ett möte ordnats med Hydac för att diskutera möjligheter för eventuella implementeringar av filteringsenheter.

Examensarbetet beskriver också metoden för att kartlägga tätningssystemet samt ritandet av kartorna. Förslagen för förbättring och besparing av tätningssystemet ges med hjälp av information från undersökningar, möten och intervjuer som görs med UPM:s egna anställda samt utomstående försäljningsingenjörer.

I resultatdelen av arbetet presenteras kartorna samt en lista på förbättringsförslag. Förslag på vidare utveckling ges också. Examensarbetet innehåller också figurer som kompletterar texten, så att man skall som läsare ha en bättre förståelse om ämnet.

Språk: svenska

Nyckelord: tätningssystem, tätningssystem, mekanisk tätning, vattenfilteringsenhet

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Niklas Fagerudd

Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Konesuunnittelu

Ohjaaja(t): Leif Backlund (Novia), Samuli Räsänen (UPM), Johan Björk (UPM)

Nimike: Tiivistevesijärjestelmän kartoitus ja parannus

Päivämäärä 28.3.2023 Sivumäärä 29 Liitteet: 11, joista 10 ovat salassapidettäviä

Tiivistelmä

Paperiteollisuudessa käytetään satoja pumppuja processimedian siirtämiseen varten. Pumppujen rakenne sisältää yleensä mekaanisia liukurengastiivisteitä, jotka toimivat voitelun ja jäähdytyksen avulla. Tiivistevesiverkko elättää pumppuja tiivistevedellä toteuttaakseen näitä vaatimuksia.

UPM-Kymmene OY antoi tehtävän ja sen tarkoitus oli kartoittaa tiivistevesiverkkoa kuitulinjassa 1 ja kuivauskoneissa 1 ja 2 joka sijaitsevat selluloosa tehtaalla Pietarsaareissa. Tehtävän tarkoituksena oli myös antaa ehdotuksia tiivisteveden säästämiseen sekä miten tiivisteveden laatua voisi parantaa.

Teoria osa käsittelee miten tiivistevesi valmistetaan ja mihin sitä käytetään. Teoria osa selittää myös mitkä mahdollisuudet ovat tiivisteveden säästämässä, parantamisessa ja puhdistamisessa. Säästämistä varten on tehty tiivisteverkko tutkimuksia ja käsitelty tekniikka, missä tiivistevesi on suljetussa kierrossa ja miten sen avulla säästetään tiivisteveettä. Tiivisteveden parantamisen ja puhdistuksen varten on keskustellut Hydac: in kanssa miten mahdollisia tiivisteveden suodattamia voisi pistää toimeen.

Opinnäytetyö sisältää myös metodi, miten tiivistevesiverkko kartoitetaan ja miten tiivistevesikartat piirretään. Tiivistevesiverkon kartan piirustukset tuli tehtyä AutoCadissa. Kuitulinjassa 1 oli vanha kartta olemassa, minne tehtiin muutoksia ja Kuivauskoneissa 1 ja 2 puuttui putkistokarttoja, että siihen tuli tehtyä putkisto piirustuksia.

Säästö ja parantamis- ehdotuksia annetaan tutkimuksen, kokouksien ja haastattelujen tiedon avulla. Näitä kokouksia ja haastatteluja on tehty UPM:in omilla työntekijöillä sekä ulkopuolisella myynti insinööreillä. Opinnäytetyön tulos osassa esitetään piirretyt kartat ja parantamis- ehdotus listan. Ehdotuksia jatkavalle tutkimukselle annetaan myös. Opinnäytetyössä sisältää myös kuvia, jotka täydentävät tekstiä, että saa paremman kuvan mistä on kyse.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: tiivistevesi, tiivistevesijärjestelmä, liukurengastiiviste, vesisuodatin

BACHELOR'S THESIS

Author: Niklas Fagerudd

Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vaasa

Specialisation: Mechanical Construction Engineering

Supervisor(s): Leif Backlund (Novia), Samuli Räsänen (UPM), Johan Björk (UPM)

Title: Cartography and Improvement of a Sealing Water System

Date 28.3.2023 Number of pages 29 Appendices: 11, of which 10 are confidential

Abstract

The pulp industry uses hundreds of pumps to transport different kinds of process media. These pumps consist of sealings, that require water for lubrication and cooling to operate properly. The sealing water system provides the pumps with sealing water to fulfil the requirements.

The job was provided by UPM-Kymmene OY and the purpose of the job was to map the sealing water system of fiber line 1 and drying machines 1 and 2, located at the pulp mill of Jakobstad. The aim was also to do research and come up with advice on how to save sealing water and how one could enhance the quality of the sealing water.

In the theory part of this thesis one can find the content of what sealing water is used for and how it is produced. The theory part also consists of how what kind of possibilities there is when it comes to saving, enhancing and purification of the sealing water. An investigation has been done for the sealing water system and research has been done on how to save sealing water via a sealing water system, where the water is in a closed circuit. For the sake of improvement and purification of the sealing water system we have discussed the potential of implementing water filtration systems for the sealing water system.

In the method part of the thesis I have brought up how the mapping of the sealing water system was done and how the pipeline maps were created. The improvement and saving suggestions were brought up by information from meetings and interviews done with UPM: s own employees and sales engineers from other companies. In the result part of the thesis the pipeline maps and a list of improvement suggestions are presented. Suggestions for furthermore investigations are also presented. The Bachelor's thesis also consists of images that complement the written text, so one can have a better understanding of what it is about.

Language: Swedish

Key words: sealing water, sealing water system, mechanical seal, water filtration

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Företagsbeskrivning	1
1.2	Problembeskrivning.....	2
1.3	Syfte	2
1.4	Avgränsningar	3
2	Teori	3
2.1	Tätningstvatten.....	3
2.1.1	Övervakning av tätningstvatten	3
2.1.2	Nonflow	4
2.1.3	Rening av tätningstvattensystem.....	6
2.2	Vattenverket.....	7
2.2.1	Mekanisk rening.....	7
2.2.2	Kemisk rening	8
2.2.3	Sandfiltrering	8
2.3	Axeltätningar.....	9
2.3.1	Mekanisk tätning	9
2.3.2	Boxpackning	10
2.4	Kvalitetskrav tätningstvattnet.....	11
2.4.1	Filtreringsenheter	12
3	Utförande.....	13
3.1	Kartläggningen av tätningstvattensystem	14
3.1.1	Fiberlinje 1	15
3.1.2	Torkmaskin 1 och 2	16
3.2	Ritandet i AutoCad.....	17
3.3	Vattenkvalitets provtagningar	18
3.4	Filtreringsenhet vid Fiberlinje byggnad 1	18
3.5	Pulstvätt vid torkmaskin 1 och torkmaskin 2	20
3.5.1	Möte med Hydac	22
3.6	Intervju med Tiivistetekniikka.....	23
4	Resultat	23
4.1	Kartläggningen	23
4.2	Förbättringsförslag.....	24
4.2.1	Fortsatta undersökningar	25
5	Diskussion	26
6	Källförteckning.....	29

1 Inledning

I pappersindustrin är vatten en viktig komponent i produktionen av cellulosa. Det är viktigt att vattnet i processen används effektivt för att uppnå en maximal produktionsutgång och bibehålla kostnadseffektiviteten. För att förhindra läckage och inträngning i oönskade områden används tätningar för att hålla områden separerade. För att hålla dessa tätningar smörjda och kylda, använder man ofta samma vatten som pumpen pumpar. Om inte pumpmediet uppfyller dessa krav tas vatten från en extern vattenkälla, kallat tätningsvattensystem. Mitt uppdrag är att kartlägga, samt göra förbättringar av tätningsvattensystemet vid UPM i Jakobstad. Detta kapitel handlar om syfte, problembeskrivning, företaget samt avgränsningar.

1.1 Företagsbeskrivning

UPM är ett världsledande multinationellt företag inom skogsindustrin med produktion i 12 olika länder. Med 17 000 anställda runtom i världen ligger den årliga försäljningen på 9,8 miljarder euro. UPM har för tillfället ett stort projekt på gång i Uruguay. En helt ny eukalyptuscellulosafabrik har byggts där och är nu i uppstartningsfasen. I Finland har UPM tre cellulosafabriker runtom i landet, Jakobstad, Kaukas och Kymi. UPM är även börsnoterad på Nasdaq Helsinki Ltd.

På Alholmen i Jakobstad ligger UPM:s cellulosafabrik samt Alholmens sågverk. På området finns även Alholmens kraft, Billerud Korsnäs och Walki. Vid Cellulosafabriken tillverkas björk- och barr cellulosa med en årlig kapacitet på 800 000 ton. Största delen av cellulosan exporteras medan en liten del förädlas till bland annat special papper, mjukpapper och kartong. Cellulosafabriken i Jakobstad har ca 270 anställda. (UPM, 2023).



Figur 1. UPM: s cellulosafabrik i Jakobstad. (UPM, 2023).

1.2 Problembeskrivning

Kartor över tätningsvatten nätet vid fiberlinjerna samt torkmaskinerna är föråldrade. 2013 var senast som dessa nätverk blev uppdaterade vid fiberlinjerna 1 och 2 av Patrik Pesola (Pesola, 2013). Omändringar av nätet har gjorts. Nya maskiner har kommit till och gamla har tagits bort. Ofta lämnar onödiga rörförgreningar kvar när en maskin flyttas eller tas bort. Kvarlämningarna leder till tryckförluster i nätet och därför måste kartorna uppdateras. Torkmaskin 1 och 2 saknar helt och hållet kartor över tätningsvatten nätverk. Utan kartor på tätningsvattennätverket är det svårt att veta varifrån man kan dra vattenledningar till nya anordningar. Utan kartor på tätningsvattensystem kan det också vara svårt att lokalisera diverse ventiler som bör regleras.

Det finns även utmaningar med vattenkvalitén som används i tätningsvatten nätet. Trots att vattnet renas vid UPM:s egna vattenverk förekommer det humus i tätningsvatten rörledningarna. Renandet av vattnet samt vilken vattenkvalité som skall användas var behöver granskas. Onödiga förgreningar bör ritas ut så att de kan avlägsnas.

1.3 Syfte

Förbättring av tätningsvatten nätet var syftet med examensarbetet. Huvudsyftet var att kartlägga tätningsvatten nätet och med hjälp av AutoCad ritprogram rita planritningar av rörsystemet. Förslag samt förbättringar för tätningsvatten nätet samt de olika

vattenkvaliteternas användningsområde var delsyften. Rengöringsförslag samt besparing av tätningstvatten var också ett delsyfte.

1.4 Avgränsningar

Examensarbetet avgränsas till kartläggning av tätningstvatten nätet vid fiberlinje 1 samt torkmaskinerna 1 och 2. Förbättringsförslag och omändringar på tätningstvatten nätet samt dess kvalitet avgränsas till tätningstvattennätverket vid dessa områden samt vattenverket.

2 Teori

I teorikapitlet tas det upp teorin bakom hur tätningstvattnets tillverkningsprocess går till vid UPM, till vad den används till och vad tätningstvattnets uppgift är. Teorin om filtreringsenheter och tätningstvatten övervakningssystem tas också upp för att kunna göra undersökningar i vattenkvaliteten och vattenbesparingen.

2.1 Tätningstvatten

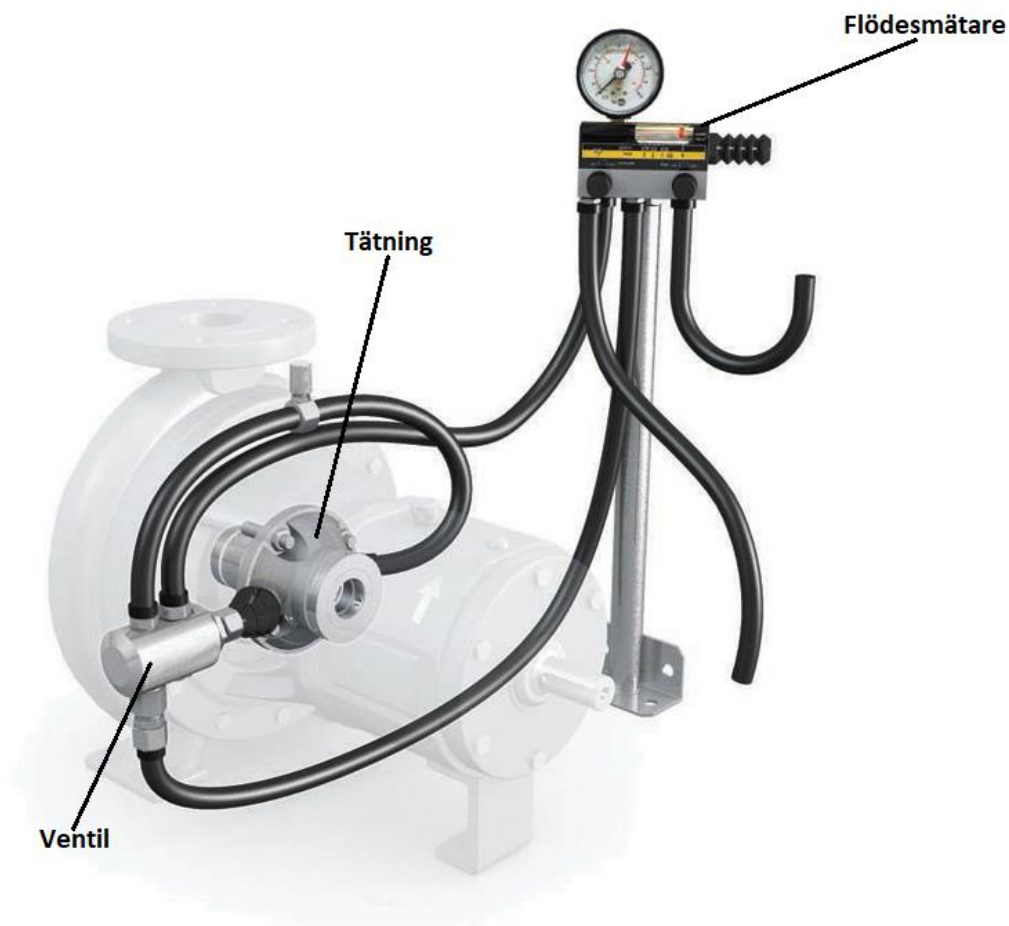
Tätningstvatten används mycket i pappersindustrin för att smörja och kyla ned tätningssytor på pumpar och roterande axlar. I vanliga fall om en pump pumpar någon annan vätska än vatten krävs det en extern vattenkälla för axeltätningen.

Tätningstvatten som används är tagen från en närliggande sötvattenkälla såsom en å eller en sjö. Från vattenkällan tas endast ytvattnet i användning för att uppnå den bästa möjliga vattenkvaliteten. Råvattnet, som det också kallas, innehåller föroreningar kallat humus, som är organiska ämnen och kan förorsaka stockningar i rörsystem, rotametrar och reglerventiler. Livslängden på mekaniska tätningar kan också drastiskt kortas om det kommer humus på glidytan. (KL-LÄMPÖ, 2023).

2.1.1 Övervakning av tätningstvatten

Med övervakningsenheter kan man övervaka flödet och trycket på tätningstvatten vid en pump. Dessa enheter sparar också på tätningstvatten eftersom den använder tätningstvatten enbart när tätningen kräver nedkylning. Med systemet Smartflow kan tätningstvatten inbesparingarna nå upp till 90% jämfört med flödesreglerande

övervakningssystem. Smartflow-systemet fungerar på det sättet att flödet kontrolleras med termostat. Termisk expansion av en fjäder reglerar en ventil som i sin tur kontrollerar flödet.



Figur 2. John Cranes smartflow tätningsvatten övervakningsenhet. (John Crane, 2023).

2.1.2 Nonflow

Nonflows mekaniska glidlagertätning är till uppbyggnad liknande som en mekanisk tätning med dubbeltätningar. Till skillnad från figur 5 har Nonflow-tätningen två glidlagerpar samt hål avsedda för att leda bort värme. Hålen leder bort värmen skapad av roterande axeln samt inre glidlagerparets friktion till det yttre glidlagerparet. Från det yttre glidlagerparet transporteras värmen huvudsakligen ut till pumpmediet. Värmeöverföringen är nödvändig i nonflows mekaniska glidlagertätning eftersom tätningsvattnet befinner sig i ett slutet system. (Tiivistetekniikka OY, 2023).

Nonflow tätningsvattenmatare är en ny utvecklad teknik där det inte krävs konstant flödande vatten till tätningen eftersom ett slutet system skapas. Anordningen håller ett konstant tryck med hjälp av en tryckackumulator i det slutna systemet, vilket sparar på resurser.



Figur 3. Nonflow-enhet med tryckackumulator i. (Tiivistetekniikka OY, 2023).

Fördelarna med Nonflow-anordningen är följande:

- Inget tätningsvatten som konstant flödar genom tätningen.
- Upprätthåller trycket från tätningsvattennätverket.

- Tryckackumulatorn jämnar ut tryckvariationerna som kan uppstå från tätningsvattennätverket.
- Om tätningsvattennätverket stockas håller tryckackumulatorn upp trycket i tätningen i flera dygn.
- Finns inga små kanaler i anordningen som lätt kan stockas.
- Till det slutna systemet slipper inga skadliga orenheter som skulle komma med ett öppet flödande system.

Nackdelarna för Nonflow-anordningen är följande:

- För att installera Nonflow-enheter krävs att pumpens tätning är en Nonflow tätning.
- Eftersom tätningen befinner sig i ett slutet tätningsvattensystem krävs det att pumpen opererar i tillräckligt låga temperaturer. (Tiivistetekniikka OY, 2023).

2.1.3 Rening av tätningsvattensystem

För att försäkra sig om att tätningsvattennätverket skall vara så effektiv som möjlig krävs det att rörsystemen är fria från avlagring så att vatten kan flöda genom dem. Förstockningar i rörsystemen är den största orsaken till skador i tätningar. Pulstvätt är en effektiv metod att få bort smuts och avlagring som rörsystem har samlat i flera år. Pulstvätt är också en metod som skonar miljön eftersom inga kemikalier används i processen. Med pulstvätt kan man rengöra rörsystem för hela cellulosafabriker eller dela upp det till mindre avdelningar. Sanering vid mindre avdelningar kräver inga stora avbrott i produktionen för att utföras. Samtidigt under tvätten kommer man åt att rengöra samt underhålla övervakningssystemen. (Devitec OY, 2023).

Pulstvätt fungerar genom att en pulsgivande maskin är kopplad till ett vattennätverk. Maskinen skickar vatten in i rörsystemen och på samma gång vibrerar vattnet. Tryckvågor uppstår då som gör det mer effektivt vid penetreringen av avlagringen inne i rören. Under den kontinuerliga reningsprocessen skalas det lagervis avlagring från rörväggarna som snabbt drivs ut ur rörsystemet. (Paradigm, 2023).

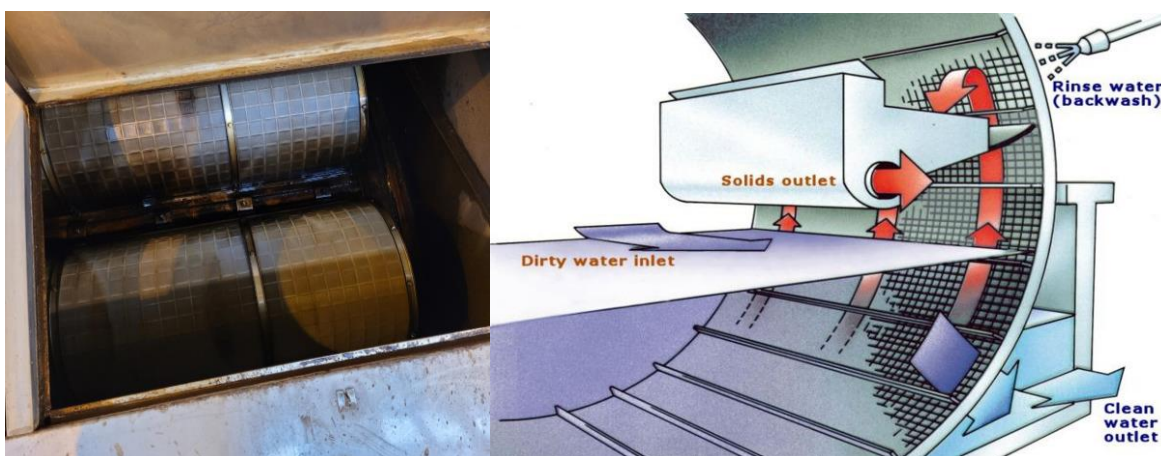
2.2 Vattenverket

UPM:s fabrik i Jakobstad är belägen där av den orsaken att sötvattnet från Larsmo sjön används i processen. Vid tillverkningen av cellulosa är vatten en av de viktigaste resurserna. 1% av sötvattnet är ytvatten, vilket är användbart. Ytvattnet, vilket även kallas råvatten, tas in till reningsverket och filtreras mekaniskt och kemiskt beroende på användningsområdets krav. (KnowPulp, 2023a).

2.2.1 Mekanisk rening

Eftersom råvattnet kan innehålla kvistar, fisk, sand och större partiklar krävs det en mekanisk rening av vattnet. Dessa mekaniska filter är oftast trumfilter. När vattnet har gått igenom den mekaniska filtreringsprocessen kan den användas i processen i vissa fall om vattnet som använts har varit tillräckligt klar. I vissa fall blir råvattnet också desinficerat. Desinficeringen görs för att förhindra spridningen av alger i vissa rörsystem. Sandfiltrering utförs också på en del av råvattnet. En del av det mekaniskt filtrerade vattnet far vidare och blir även kemiskt renat. Dessa filtreringsmetoder varierar eftersom råvattenkvaliteten varierar så mycket med årstiderna. (KnowPulp, 2023a).

Mekaniska trumfilterreningen fungerar på så sätt att den roterande trummans väggar består av filter. Råvatten leds in i trumfiltren som sedan rinner genom filter gallren och förs till vidare behandling. Filtrerade ämnen som blir kvar i filtret sköljs bort med vatten till en ränna som leder bort det smutsiga vattnet. (Peda.net, 2023).



Figur 4. Bild på vattenverkets trumfilter till vänster. Mekaniska filtrets funktion till höger. (Peda.net, 2023).

2.2.2 Kemisk rening

Orsaken varför det mekaniskt renade vattnet blir kemiskt renat är att den innehåller humus. För att få bort denna humus använder man sig av en process kallat utflockning. Vid utflockning tillsätts kemiska ämnen för att få humusen att klumpa ihop sig och bilda större flockar. Flockarna som formats blir sedan separerade från vattnet. Flockarna separeras endera med hjälp av flotation eller med sand filtrering.

Kolloida partiklar med storlek mindre än 0,0001 mm har oftast en negativ elektrisk laddning i vatten. De negativa laddningarna gör att dessa partiklar repellerar från varandra. Med hjälp av kemisk behandling av dessa partiklar kan man neutralisera den negativa laddningen. Partiklarna kommer då i stället att få en attraherande kraft mot varandra vilket gör att de klumpar ihop sig. När dessa flockar uppnått en önskad storlek kan man separera dem från vattnet. (KnowPulp, 2023a).

2.2.3 Sandfiltrering

Sandfiltrering använder sig av sand för att filtrera vatten. Vatten som skall renas, sjunker långsamt genom sanden. Vattnet renas genom att enbart vattnet kan rinna mellan sandkornen. Orena partiklar är för stora och fastnar därför i sanden. Sanden som används kan variera i storlek och bestäms enligt filtrerade vattnets ändamål. För det mesta används sandkorns storlek från 0,8 mm till 1,25 mm i diameter. Desto finare sanden är, desto noggrannare blir reningen av vattnet. Finare sand leder dock till sämre vattenflöde och större behov av sköljning av sanden. (Reijnen, 2022).

Vid sandfiltrering leds vattnet genom en sandbädd och på det sättet fastnar orenheter i sanden. Den orena sanden transporteras upp från botten med hjälp av en luft pump. Sanden renas uppe i en så kallad tvätt labyrint. I tvätt labyrinten flyter de lättare humuspartiklarna till ytan medan de tunga sandkornen sjunker till botten. Det smutsiga vattnet leds bort från tvätt labyrinten. När sandkornen har sjunkit till botten är renings cykeln klar och sanden är redo att filtrera vatten igen. (KnowPulp, 2023a).

2.3 Axeltätningar

När det kommer till pumpar är den avgörande faktorn oftast valet av axeltätning. Upp till 60 % av de problem som uppstår med industri pumpar har att göra med tätningen. De vanligaste tätningarna som används i pappersindustrin är mekaniska tätningar samt packboxar. Packboxarna har dock med åren mer och mer lämnats bort på grund av stort underhåll. (KnowPulp, 2023b).

2.3.1 Mekanisk tätning

En mekanisk tätning är kapabel av att isolera två medier från varandra. Mellan dessa medier finns oftast en axel med cirkulär rörelse som måste tätas. En mekanisk tätning har tre områden som den tätar på. Den första delen är den stationära delen, som är fixerad i bakre delen av pumpen med en tätning mellan dem. Andra området är den roterande delen, som är fixerad på axeln av pumpen med tätning mellan axeln och roterande delen. Sista området som tätas är det område som finns mellan den första delen och den andra delen. Den roterande delen är uppbyggt av en fjäder med en tätande slät yta på ändan. Den släta ytan trycks konstant mot den stationära delen. Den rörliga delen följer de axiella rörelserna orsakade termisk expansion och av lagrets toleranser. I detta område trycks två ytor med stor kraft mot varandra och skapar stora friktioner. Detta åtgärdas med vatten från pumpmediet eller extern tillförsel genom att leda in vattnet med hög tryck till tätningområdet. Där bildar vattnet en vätskefilm som både smörjer och kyler mellan de två släta ytorna. (JAES, 2017).



Figur 5. Genomsnitt på en mekanisk tätning. (JAES, 2017).

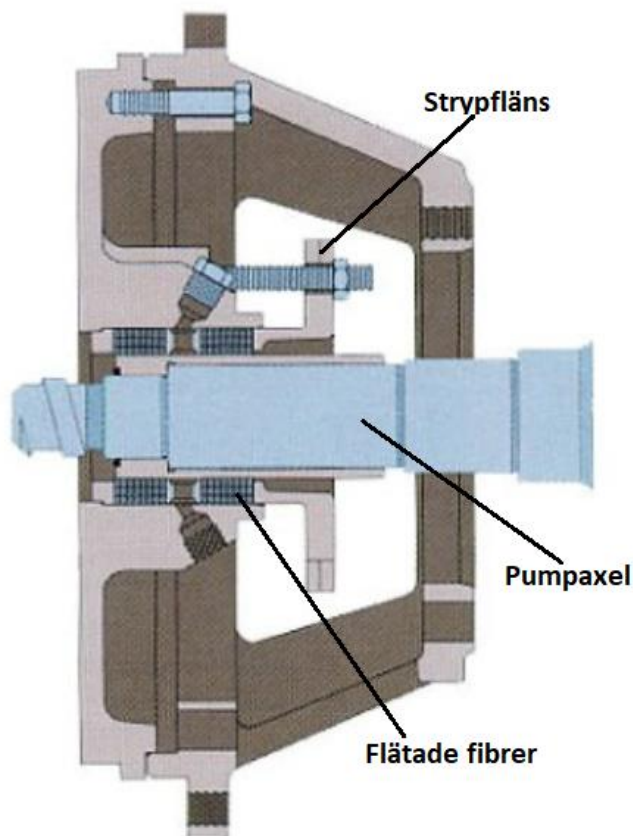
2.3.2 Boxpackning

Boxpackning är en gammal metod för att täta axlar på pumpar. Den består av flätade fibrer som har som uppgift att pressa mot axeln för att uppnå en tätande funktion. Denna friktion som uppstår mellan boxpackningen och axeln orsakar följande problem:

- Nötning.
- Friktionsvärme.
- Konsumtion av metalledar.
- Slöseri av energi (pumpens rotation måste övervinna friktionen). (JAES, 2017).

För att boxpackningen skall kunna fungera krävs ett konstant läckage från packningen. Läckaget kan justeras på strypflänsen. Detta läckage krävs för den kylande och smörjande effekten av packningen så att värmen kan ledas bort. Boxpackningens fördelar är att den är billig och smidig att installera. Den är också enkel att justera vid upptäckt slitage. Nackdelarna är att den kräver konstant övervakning och har en relativt kort livslängd. Den

kan lätt ta skada vid montering på grund av mänskliga faktorer. Fast man lyckats bra vid montering har den ändå ett konstant läckage. Orsaken till minskad användning av boxpackningarna är att den helt enkelt är föråldrad och har för många nackdelar. (KnowPulp, 2023c).



Figur 6. Genomsnitt på en boxpackning. (KnowPulp, 2023c).

2.4 Kvalitetskrav tätningsvattnet

Kvaliteten på tätningsvatten har en stor inverkan på livslängden av tätningar. Är vattnet orent blir inte den smörjande effekten lika effektiv på tätningarna. Dessutom kan orent vatten leda till förstockningar i rörsystem. För att minimera risken för att rör förstockas har man höjt på flödet till övervakningssystemen till 2–5 l/min. Vanligtvis skulle ett flöde på 0,5–1,0 l/min räcka för de flesta tätningar. Att sätta strikta kvalitetskrav för tätningsvattnet är svårt när olika tillverkare av tätningar och rotametrar sätter olika krav. Därför har en generell lista skapats över krav på vattenkvaliteten:

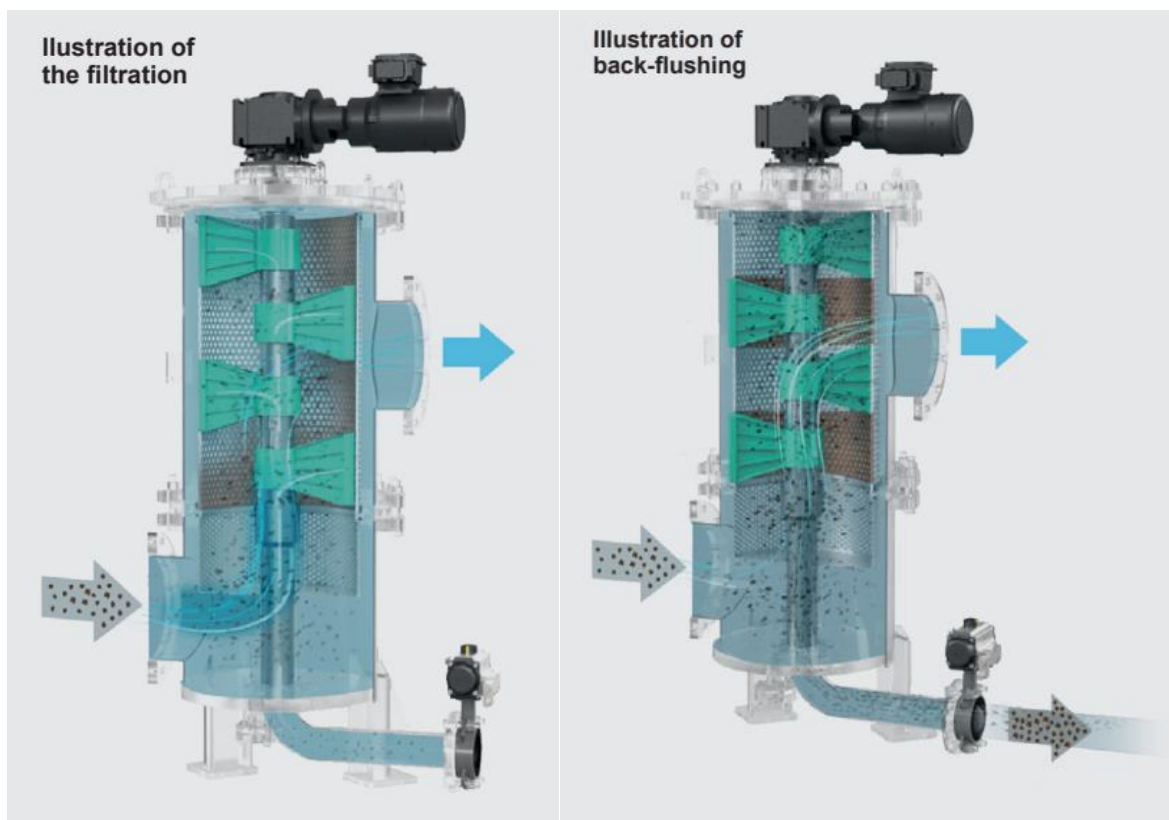
- Fasta partiklar max. 10 mg/l.
- Partikelstorlek max. 50 µm.
- Kaliumpermanganathalt max. 30 mg/l (organisk orenhet).
- Järnhalt. 1 mg/l.
- Total hårdhet max. 10 °dH (6–13 °dH är lagom hård). (KnowPulp, 2023c).

2.4.1 Filtreringsenheter

Filtreringsenheter är oftast mindre filter än vad som hittas vid vattenverket. Dessa filtreringsenheter tillverkas i många storlekar. Beroende på sin storlek kan de rena allt från ett litet nätverk till allt behov av tätningsvatten på hela fabriken. De kan placeras till exempel på sådana ställen där det är extra problematiskt med tätningsvattnet. Funktionen av den automatiska självreningen är till principen samma för dessa filtreringsenheter.

Filtreringsenheterna fungerar på det sätt att det filtrerade vattnet flödar genom filtret passerandes från insidan till utsidan. Vid passeringen fångas partiklar upp ur vattnet på insidan av filtret. När kontamineringen av filtret ökar, ökar också tryckskillnaderna mellan filtrets rena och smutsiga sida. När tryckskillnaden blir tillräckligt stor aktiveras en automatisk spolning av filtret. Spolningen är inställt på att påbörja vid önskad tryckskillnad. När den automatiska spolningen sparkar i gång, påbörjar också en elmotor driva ett axiellt reningssystem. På den roterande axeln sitter det fast munstycken som putsar hela insidan av filtret vid rotering. Avspolningen stör inte flödandet eller filtrerandet av det smutsiga vattnet. (HYDAC, 2023)

Vid den automatiska avspolningen öppnas avspolningsventilen. En tryckskillnad skapas mellan filtreringsområdet och avspolningslinjen. Denna tryckskillnad gör att föroreningarna vid munstycket sugas in i munstyckets öppningar där de far vidare med avspolningsflödet. För att göra avspolningen effektivare kan avspolningen anslutas till ett externt lufttryckssystem. När avspolningen är klar stängs avspolningsventilen och motorn stannar och axelns rotation stannar.



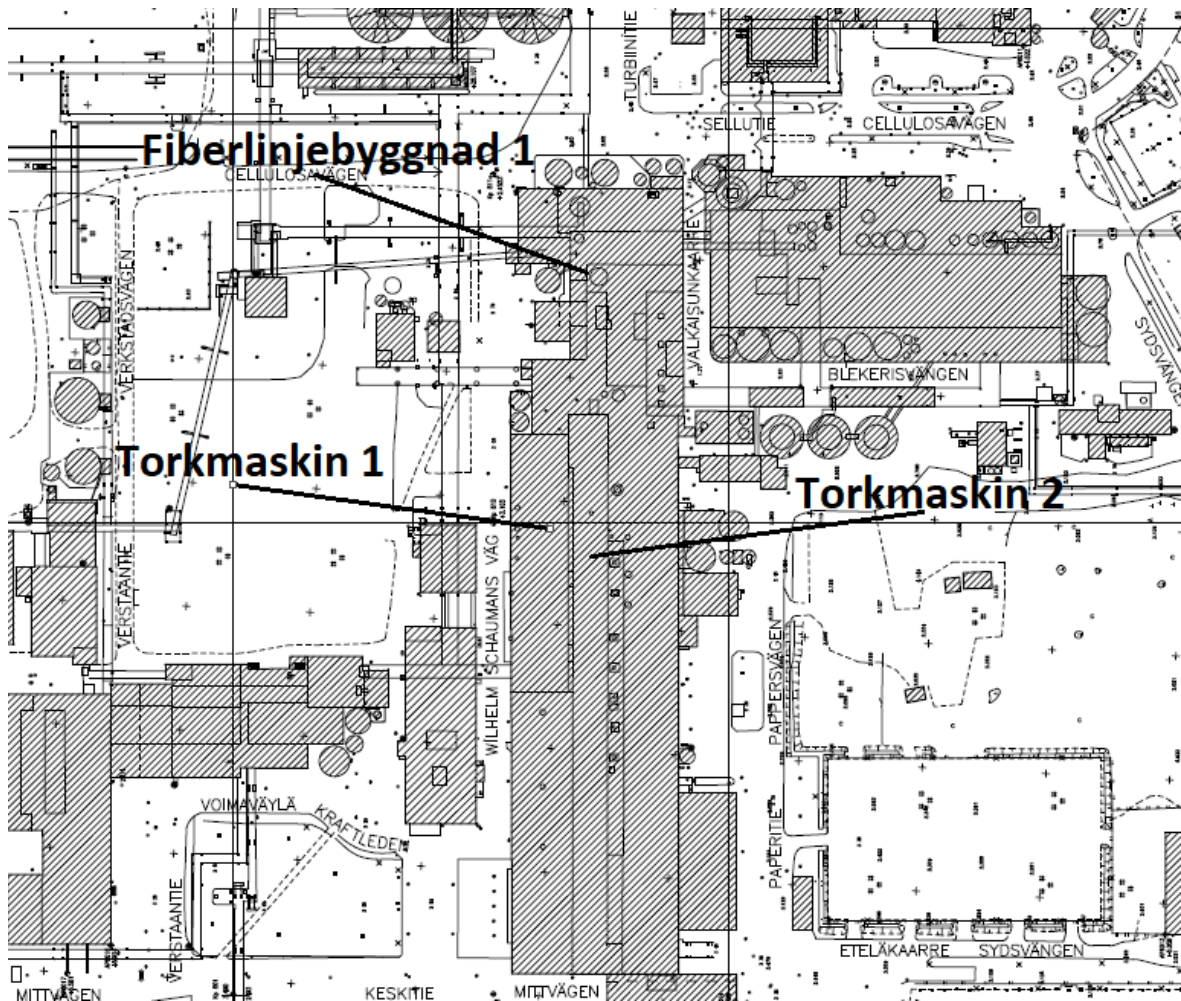
Figur 7. Illustration av vattenfiltreringen till vänster med en RF 14 filtreringsenhet. Illustration av avspolningsproceduren till höger. (HYDAC, 2023).

3 Utförande

I utförande delen tas det upp hur man har gått till väga för att kartlägga tätningssystemet samt göra AutoCad-ritningar på dem. I detta kapitel finns också med en intervju samt ett möte utfört med företag specialiserade på tätningar och tätningens vattenkvalitén.

3.1 Kartläggningen av tätningsvattensystem

Uppgiften var alltså att kartlägga fiberlinje 1 samt torkmaskin 1 och 2 tätningsvattensystem.



Figur 8. Byggnader vars tätningsvattennätverk kartlades.

Vid examensarbetets kickoffmöte beslöts att jag börjar med kartläggningen vid fiberlinje 1 eftersom det redan fanns en karta över tätningsvattensystemet där. Den befintliga kartan var ritad 2013 och kommer från ett liknande examensarbete som Patrik Pesola gjort (Pesola, 2013).

Många ändringar i tätningsvattensystemet har skett sedan 2013. Ny kartbotten med maskinanordning utritad användes för kartläggningen av fiberlinje 1. Med hjälp av AutoCad lades Pesolas tätningsvattennätverk på den nya kartbotten. Redan i detta skede kunde man se med den nya botten att det har kommit till nya maskiner och gamla tagits bort.

För att få reda på beteckningen på vattenkvaliteternas stamlinjer var det bäst att gå till deras rörbryggor där de kom in i byggnaderna. Rörbryggor är bryggor mellan byggnader avsedda för rörsystem. I bryggorna finns det gångar att gå på och ofta försedda med tak. I de flesta rörbryggorna kunde man hitta genomskärningsbilder på rörbryggan där alla rör var utritade med numror och beteckningar. PI- (Process and Instrument) scheman fick jag också som hjälpmedel för att få en överblick hur rörsystemen for.

3.1.1 Fiberlinje 1

Jag som var obekant med byggnaden fick en guidad rundtur i fiberlinjebyggnad 1. Vid rundturen fick jag information om hur processen fungerar i fiberlinje 1. Vid rundturen tog vi också reda på med hjälp av befintliga ritningar var stamlinjerna kom ifrån.

När jag hade bekantat mig med byggnaden började jag på med bottenvåningens maskiner som använde sig av kemiskt renat vatten som tätningsvatten. Kemiskt renat vatten användes nästan i hela fiberlinjebyggnad och var märkt med en ljusblåfärg på den befintliga kartan. Jag märkte ganska snabbt att ändringarna som gjorts i fiberlinje 1 var så stora att det var bäst att börja helt om från början. Tanken var att märka ut små justeringar på de befintliga ritningarna, men det gick inte när linjer har tagits bort och nya har kommit till. Jag fick bottenplansritningar på fiberlinje 1 utan Pesolas tätningsvattennätverk. Med penna skissade jag på kartan hur tätningsvattennätverket for. Detta gjordes en våning i taget.

När all kemiskt renade vattenlinjer var utritade på alla våningar i fiberlinje 1 gjordes samma sak med tätningsvattenledningarna samt den mekaniskt renade nätverket.

Vid kartläggningen av det mekaniskt renade vattnet märktes att två pumpar på våning +16.10 använde sig av denna vattenkvalité som tätningsvatten. I Pesolas examensarbete konstaterades att mekaniskt renat vatten duger inte som tätningsvatten (Pesola, 2013). Det mekaniskt renade vattnet uppfyller inte de krav som ställs i teoridelen. De flesta maskiner har blivit omkopplade från mekaniskt renat vatten till kemiskt renat. Med en kort diskussion med avdelningschefen för underhållet konstaterades att det finns ingen orsak i att dessa två pumpar skall vara försedda med mekaniskt renat vatten som tätningsvatten.

3.1.2 Torkmaskin 1 och 2

När det kommer till kartläggningen av tätningsvattennätverket vid torkmaskinerna så fanns det inga kartor alls från tidigare. Byggnadsbottenplanritningar gavs till mig där endast väggar, cementpelare, trappor och konturer av torkmaskinerna syntes. Inga anordningar fanns utritade så dem fick man hitta själv. Lika som vid fiberlinje 1 så var dessa byggnader obekanta åt mig. En guidad säkerhetsrundtur ordnades åt mig så att jag kunde få en snabb överblick av processen samt dess faroområden. Vid rundturen konstaterade vi att det mesta av tätningsvattenanvändningen var på bottenvåningen och det var den våningen jag skulle sätta fokus på.

På samma sätt som vid fiberlinje 1 skissade jag ut tätningsvattennätverket på den utprintade kartan jag fick. Skissandet av tätningsvattennätverket gjordes genom att jämföra positionen av maskinanordningarna med cementpelare, väggar och andra konturer som fanns på ritningen. Jag skrev upp alla nummerbeteckningar samt namn på de anordningar som var kopplade till tätningsvatten för att senare kunna sätta in dem i AutoCad-ritningen.

Till skillnad från fiberlinje 1 ritades inte det mekanisk renade vattnet ut på kartan. Denna vattenkvalité användes inte som tätningsvatten för pumpar i torkmaskinbyggnaderna och beslöts på ett möte att utelämnas.

Från vattenverket kom ett kemiskt renat vattenrörs stamlinje samt en tätningsvattenstamlinje in till torkmaskinerna. Från båda stamlinjerna var det dragit mindre linjer till diverse anordningar som kräver tätningsvatten. Fördelningen är nästan 50/50 mellan användningen av dessa två vattenkvalitéer. Tätningsvattenlinjen kommer in med högre tryck och skulle därför lämpa sig bättre för tätningar i pumpar. Jag fick själv den uppfattningen om dessa två vattenkvalitéer att tätningsvattenlinjen används enbart till tätningsvatten, medan det kemiskt renade vattnet används i huvudsak till annat såsom processkyllning, cirkulationsvatten och sköljvatten. Eftersom användningsområdet är större för de kemiskt renade vattenlinjerna betyder det också att de blir mer belastade. Den stora belastningen och förbrukningen av kemiskt renat vatten leder till större tryckskillnader och störningar i nätverket. Därför skulle avdelningens pumpar behöva kopplas om så att de är alla försedda med tätningsvatten från en och samma stamlinje.

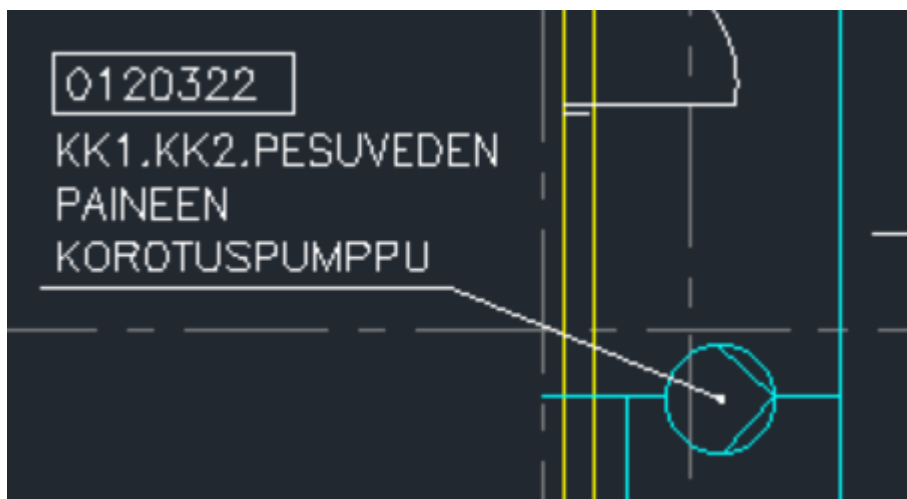
3.2 Ritandet i AutoCad

Tanken var till först att jag enbart skulle göra skisser med penna och papper över tätningsvattennätverket och sedan låta ett konsultföretag överföra informationen till AutoCad ritningar. Vid ett möte beslöts det att enklast blir det att jag gör ritningarna själv eftersom det kan bli problematiskt för andra att tolka mina skisser. Licens skaffades åt mig till AutoCad och jag fick tillgång till Pesolas gamla ritningar (Pesola, 2013). Vid fiberlinje 1 jämförde jag mina skisser med de gamla ritningarna och på så sett gjorde korrigeringar för att skapa en ny ritning. Symboler och färger valde jag rita på samma sett som det tidigare hade blivit gjort för att undvika förvirring. Det kemiskt renade vattnet ritades ut med en turkos färg, det mekaniskt renade med en lila färg och tätningsvattenlinjen med en grön färg. Rördiametern mättes på de mest väsentliga rören om möjligt och lades med i ritningen betecknat i DN standard. Beteckningen på stamvattenlinjerna lades också in ritningen på de linjer som fanns tillgängligt. Vid torkmaskin 1 och 2 fanns inga maskinanordningar utritade. Då ritades maskinanordningarna dit som lådor med maskin nummerbeteckning samt namn på maskinen. Dessa lådor med namn och nummer representerar den verkliga positionen av maskinen.



Figur 10. Pump vid torkmaskin 2. Pumpen är försedd med tätningsvatten som flöder genom en öppen ventil.

Det finns också till exempel tryckförhöjningspumpar som inte är försedda med en extern tätningsvattenkälla. Detta slag av pumpar ritade jag ut med en symbol för pumpar, som beskriver i vilken riktning mediet pumpas. Informationen om pumpen skrevs då vid sidan om pumpen. Totalt fanns det tre liknande pumpar vid torkmaskinerna.



Figur 11. Tryckförhöjningspump vid torkmaskin 1 med kemiskt renat vatten som pumpmedie.

3.3 Vattenkvalitets provtagningar

För att kunna hålla koll på vattenkvalitén vid UPM görs provtagningar på vattnet som används i processen. Provtagningarna görs på kemiskt renade vattenlinjerna 1 och 2. Vattenkvalitén är som sämst på våren när isarna smälter och drar med sig orenheter. Jag valde därför att jämföra provtagningar som gjorts i mars och april månad. När man jämför provtagningarna med de kvalitetskrav som tidigare blivit uppräknat, märker man att det är enbart silikatinnehållet som överskrider gränsen. Gränsen ligger på 10 mg/l och maximivärdet låg på 12,573 mg/l (vid kemisk renade linje 1). Båda linjerna överskred silikatinnehållet under perioden 17.3 – 21.4, alltså i 27 dygn.

Vattnets hårdhet mättes i mmol/l i provtagningarna, medan det angavs som °dH i kvalitetskravslistan. Gränsen på vattnets hårdhet var 10 °dH, vilket motsvarar 1,786 mmol/l. Hårdheten var alltså inget bekymmer i provtagningarna. Fasta partiklar max samt partikelstorlek max är två kvalitetskrav som inte fanns med i provtagningarna. Provtagningarna är sekretessbelagda och kommer inte att presenteras vidare i detta arbete.

3.4 Filtreringsenhet vid Fiberlinje byggnad 1

Även om tätningvattnet som används har gått igenom vattenverkets reningsprocesser har det ändå uppkommit problem med kvaliteten på vattnet. Separat filtreringsenheter har

blivit testade vid fiberlinje 1 för att få renare vatten vid de områden som kräver det. Dessa filtreringsenheter skapade enbart flera problem. Filtren i dem stockades så snabbt att underhåll krävdes varje månad för att hålla dem i drift. Förstockningen skedde fast filtreringsenheterna hade ett automatiskt rengöringssystem. Vid förstockning av filtren kom tryckförluster i tätningstvattennätverket. Tryckförlusterna kan i sin tur leda till skada anordningarnas i tätningar. I dagens läge är filtreringsenheterna bortkopplade så att tätningstvattnet körs förbi dem. (Mehto, Personlig kommunikation,16.2.2023).



Figur 12. Tätningsvatten filtreringsenhet efter tryckförhöjningspump vid fiberlinje 1.

3.5 Pulstvätt vid torkmaskin 1 och torkmaskin 2

En rapport från ett saneringsföretag hade gjorts angående tätningsvattnet vid torkmaskinerna 1 och 2. Rapporten handlade om en pulstvätt som företaget hade gjort vid

torkmaskin 2. Smuts och humus hade samlats i rören och rotametrarna men med hjälp av pulstvätten kunde man avlägsna den. Orenheterna i rören leder till att rotametrarna stockas och därmed ställs flödet upp på dem för att försäkra sig om att tätningen skall få tillräckligt med smörjning.



Figur 13. Bild på slangar fyllda med smuts och avlagring vid pulstvättningen.

Med fräscha rotametrar och nytvättade tätningsvattenledningar kunde man ställa in flödet till en lämplig dosering. Med ett lämpligt flöde sparar man in på tätningsvatten. Pulstvätten rekommenderades att göras en gång i året för att undvika att läget blir lika dåligt som det var. För att effektivera pulstvätten rekommenderades också att man installerar tvättanslutningar i tätningsvatten rören.

Vid torkmaskin 1 hade tätningsvattnet kopplats av under strejken. Under vattenavbrottet putsades alla rotametrar och även förnyades vid behov. Slangar till rotametrarna förnyades också. Rotametrarna kopplades bort och när vattnet kopplades på igen kom all smuts ut. På detta sätt undvek man att all smuts skulle föras in i rotametrarna vid påkopplingen av tätningsvattnet.

3.5.1 Möte med Hydac

Ett möte ordnades med två försäljningsingenjörer från Hydac för att diskutera möjligheterna av tätningstvattenfiltreringen vid cellulosafabriken. Kort beskrivet så är Hydac ett Tyskt internationellt företag som erbjuder hydrauliska och fluidtekniska lösningar åt industrier. Hydac har samarbetat med UPM förut så vi tog kontakt med dem och arrangerade ett möte. Under mötet presenterade de filtreringsenheter för oss. Två produktserier kallade RF 14 och RF 3 verkade vara de som stod ut och var mest relevanta för UPM:s behov.

Jag presenterade problemet med filtreringsenheterna vid fiberlinje 1. Som svar fick jag att filtreringsenheterna var fel placerade och att de antagligen hade för dålig filtreringskapacitet för byggnadens tätningstvattenbehov. Filtreringsenheten skall inte vara placerad direkt efter tryckförhöjningspump. Diametern på inloppsröret bestämmer avståndet från tryckförhöjningspumpen till filtreringsenheten.

Enligt Hydac finns det bättre metoder för filtrering samt automatisk avspolning av filtren än vad filterenheterna vid fiberlinje 1 har. Deras RF 3 filtreringsenhet har ett koniskt liknande filter som gör att avspolningen av filtret blir mer effektivt. Det skulle lösa problemet med att filtret kontinuerligt stockas.

När det kommer till filtrering av organiska ämnen såsom humus så klarar R14 bättre av det. R14 skulle då kunna vara en vettig lösning eftersom humusen verkar vara det som ställer till med problem för tätningstvattennätverket. För att Hydac skulle kunna göra beräkningar för vilken av deras produkt samt storlek, skulle vara lämpligast krävs det information om flöden samt tryck för nätverket vid fiberlinje 1. Trycket finns delvis kartlagt från tidigare i fiberlinje 1 tätningstvattensystem men flödet borde bestämmas i nätverkets förgreningar. Med information om flöden kan kapaciteten på filtreringsenheten bestämmas.

En annan lösning som blev diskuterat var att redan vid vattenverket implementera filtreringsenheter. Fördelen med att ha en filtreringsenhet där är att alla tätningstvattenlinjer skulle bli filtrerade med moderna filtreringsenheter. Filtreringsenheterna skulle placeras efter de mekaniska trumfiltren. Med en snabb kalkyl av Hydac föreslogs två RF3 storleksklass 5. Detta skulle täcka ett flöde på 600l/s som kemiskt renade linjen 1 och 2 åstadkommer. Liknande projekt hade blivit gjort i liknande industrier i landet och där tillsattes ett manuellt opererat filter bredvid dessa för att snabbt

kunna koppla om flödet vid nödfall eller vid service. (Hydac, Personlig kommunikation, 15.3.2023)

3.6 Intervju med Tiivistetekniikka

En intervju utfördes med en av försäljningsingenjörerna från Tiivistetekniikka OY i samband med att han var här på plats för att undersöka pumparna vid fiberlinje 1 och 2. Tiivistetekniikka OY är ett inhemskt företag som erbjuder lösningar för tätningar. Han presenterade Nonflow-systemet åt mig och vi diskuterade möjligheterna med att minska behovet av underhåll samt öka besparingen av tätningsvattnet. Varje kubikmeter vatten som sparas med dessa system sparar även på tillverkningen av tätningsvattnet samt reningen av vattnet innan den släpps ut i naturen. För och nackdelarna med Nonflow-systemet har nämnts tidigare.

Nonflow-anordningar finns redan bland annat i fiberlinje 1 och 2. För att implementera dessa Nonflow-system görs undersökningar på fabriken pumpar för att kunna analysera om pumpen uppfyller de krav som Nonflow-systemet ställer. Som tidigare nämnt är värmen den största faktorn som påverkar möjligheten för en Nonflow-anordning att implementeras. Med hjälp av de kartor jag har gjort på tätningsvattennätverket vid torkmaskinerna 1 och 2 kunde man ha Tiivistetekniikka att göra en undersökning på torkmaskinerna för att få information om det är möjligt att installera Nonflow-system där också.

4 Resultat

I detta kapitel presenteras resultaten av tätningsvatten kartläggningen samt de förbättringsförslag jag kommit fram till för att förbättra vattenkvalitén och öka på besparingen av tätningsvattnet.

4.1 Kartläggningen

Uppdatering av tätningsvattennätverkets planritningar gjordes vid fiberlinjebyggnad 1. AutoCad filerna uppdaterades på nivåerna +1.80, +6.40, +8.80, + 13.10, +14.10, +16.10 och +18.50.

Vid torkmaskin 1 och 2 kartlades tätningsvattennätverket och planritningar gjordes på AutoCad. Torkmaskinernas tätningsvattennätverk kartlades på nivåerna +1.80, +3.55, +3.80, +5.10, +7.07, +8.60, och +10.50. Ritningar över tätningsvattnet kommer att hållas konfidentiellt.

4.2 Förbättringsförslag

- Vid torkmaskinerna 1 och 2 fanns det 14 pumpar som var försedda med tätningsvatten men hade inget övervakningssystem. För att pumparna skall kunna ha ett jämt flöde och ett jämt tryck i tätningen rekommenderas att övervakningssystem installeras. Med övervakningssystem kommer man även att spara på tätningsvattnet. Detta var också ett önskemål från saneringsföretaget som utförde pulstvädden vid torkmaskin 2. Lista på pumpar som saknar övervakningssystem finns som bilaga.
- Alla gamla rörförgreningar bör avlägsnas. De slösar på vattenlinjernas kapacitet och avlagring bildas i rörsystemen som kan vara skadligt för diverse tätningar. Arbetet kan göras vid följande stagnation.
- Vid ändring av tätningsvattenledningar på fabriken skall kartorna uppdateras. Vid uppdatering av kartorna försäkras också att ändringar i nätverket har gjorts på rätt sätt.
- Vid framtida installationer av maskinanordningar i torkmaskinerna 1 och 2 skall maskinen förses med tätningsvatten från tätningsvattenlinjen och inte från en kemisk renad vattenlinje.
- Byt ut vattenkvalitén från mekaniskt renat till kemiskt renat till de två pumpar som tidigare nämnts. Pumparna i fråga är belägna vid fiberlinje 1 våning +16.10. Närmaste tätningsvattenledning hittas från tätningsvattenkartorna.
- För besparing av tätningsvatten samt underhållskostnader rekommenderas att torkmaskin 1 och 2 undersöks av Tiivistetekniikka OY för att kartlägga de pumpar som skulle kunna använda sig utav Nonflow-systemet. Tätningsvattenkartorna kan användas som hjälpmedel här för att se vilka pumpar som gäller vid undersökningen.

- Pulstvätt rekommenderas i torkmaskin 2 en gång i året ända tills den allmänna kvalitén av vattnet förbättras. Pulstväten bör också göras på torkmaskin 1 om möjligt. Pulstväten kan underlättas genom att man lätt kan kolla upp på kartorna vilka ventiler som bör stängas.
- Tvättstationer bör installeras vid torkmaskinerna för att underlätta och effektivera pulstväten.
- Koppla om så att alla tätningar försörjs med tätningsvatten från tätningsvattenlinjen. Att ta tätningsvatten från den kemiskt renade vattenlinjen är inte den bästa lösningen. Som tidigare nämnt så är den kemiskt renade vattenlinjen tillräckligt belastad från förr. Kemiskt renade vattnet förbrukas i stor takt och leder med större sannolikhet till tryckförluster i tätningsvatten nätverket. Denna omkoppling kräver också att tätningsvattenlinjens kapacitet delvis ökar.
- Vid fiberlinje 1 bör flöden bestämmas i tätningsvattennätverket för att Hydac skall ha någonting att utgå från vid eventuella anskaffningar av filtreringsenheter.
- På våren när vattenkvalitén försämras bör det sättas extra fokus på vattenreningen för kemisk renade linje 1 och 2.

4.2.1 Fortsatta undersökningar

En fortsatt undersökning kunde göras om det är lönsamt att installera nya filtreringsenhet vid UPM:s vattenverk. Till exempel liknande filtreringsenheter som Hydac föreslog. Vad blir totala kostnaderna vid inköp och installering? Hur lång tid skall den nya filtreringsenheten användas för att det skall bli lönsamt? Jag valde att inte sätta detta som ett förbättringsförslag eftersom förslaget är för omfattande för att dra hastiga beslut om den.

Med tanken på att industrier alltmer vill övergå till miljövänligare lösningar skulle ett slutet tätningsvattensystem på fabriken göra stora besparingar på vatten. I nuläget far det använda tätningsvattnet via reningsbassänger ut tillbaka i Larsmosjön. Om vattnet filtrerades igen och återanvändes skulle det medföra stora besparingar. Att planera ett slutet kretslopp för tätningsvattnet skulle därför lämpa sig som vidare undersökning.

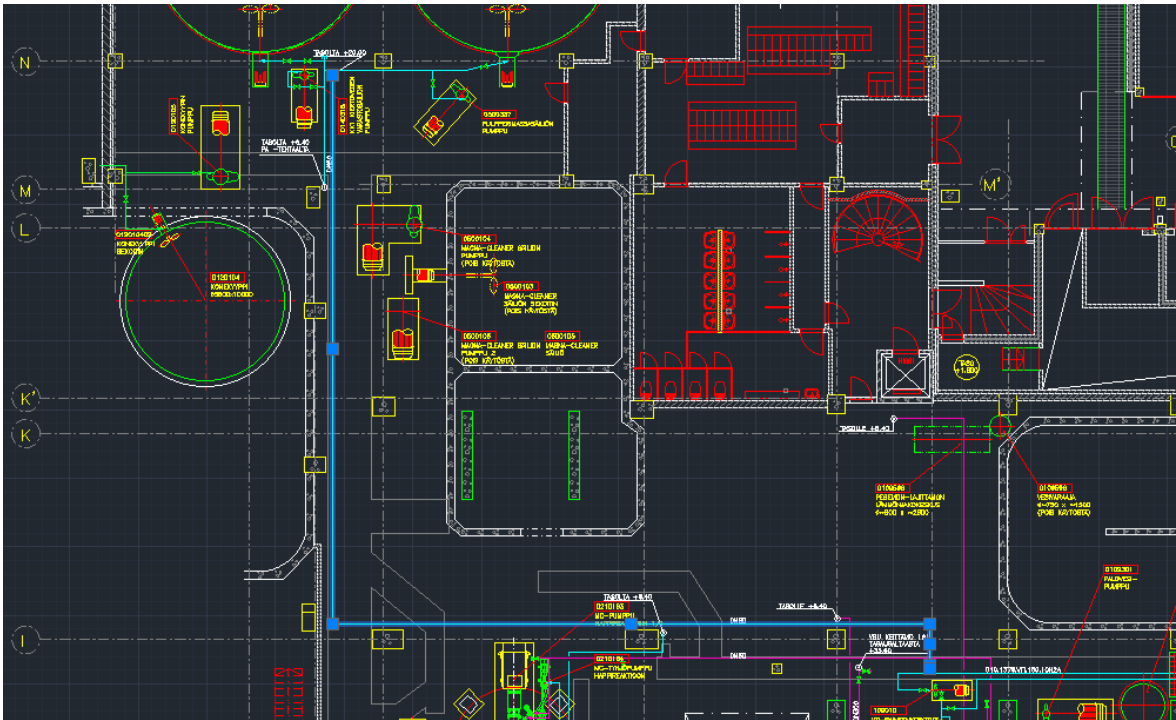
Kartläggning av fiberlinje 2 bör också göras för att optimera tätningsvattenanvändningen samt säkerställa att rätt vattenkvalité används där.

5 Diskussion

Detta examensarbete utfördes som uppdrag åt UPM. Uppdraget var att kartlägga tätningsvattennätverket vid fiberlinje 1 samt torkmaskinerna 1 och 2. Jag hade också som uppdrag att ta fram möjliga lösningar och förbättringar för tätningsvattenkvalitén samt besparing.

Kartläggningen tog upp den största delen av tiden jag lagt på detta examensarbete. När jag fick de gamla tätningsvattenritningarna på fiberlinje 1 trodde jag att jag snabbt skulle kunna göra små korrigeringar till de befintliga kartorna. Jag tänkte inte då på att vartenda rör måste gås igenom eftersom jag inte kunde veta med säkerhet om det hade blivit gjort ändringar eller inte. Tätningsvattensystemet är ett av många rörsystem på UPM så ibland kändes det som man sökte efter en nål i en höstack. Att kartlägga torkmaskinerna 1 och 2, där det inte alls fanns några befintliga kartor, kändes enklare. Jag märkte att när man ritat dessa kartor så är det viktigt att göra det så enkelt som möjligt så att andra skall kunna läsa och förstå dem. För en själv kan saker och ting verka som en självklarhet när man gått tiotals gånger och letat efter rörledningar.

Vid våning +1.80 märkte jag att samma förgrening, som Patrik Pesola (Pesola, 2013) hade påpekat att skall tas bort, fanns ännu kvar där. Så i över 10 år har förgreningen stått där och samlat i sig avlagring. Röret i fråga är av storlek DN 80 och sträcker sig en bra bit över fiberlinje 1:ans bottenvåning. Rölförgreningen bör avlägsnas om den inte har någon mission.



Figur 14. Kvarlämnad rörförgrening markerad i blått i fiberlinje 1 våning +1.80.

Ritandet av kartorna på AutoCad tyckte jag var den mest givande delen. Det var intressant att lära sig ett ritprogram som jag endast har skrapat ytan på. Jag blev inte expert på programmet men jag fick en bra förståelse hur det används i industrin och planering. Summa summarum blev kartläggningen klar och ritningarna blev ritade och inlagt i UPM:s databas.

Den återstående tiden gick åt att komma på förbättringsförslag till tätningsvattennätverket. Intervjun jag hade med Tiivistetekniikka var givande och deras utförande och produkter kändes professionellt. Intervjun väckte idéer som jag även presenterade här tidigare. Mötet med Hydac gick också bra. Två bra idéer till förbättring diskuterades varav en idé fokuserades på en avdelning medan den andra idén var fokuserad på hela tätningsvatten nätverket. Att rena hela tätningsvattennätverket innebär stora satsningar som jag i detta uppdrag inte kan besluta om. Det skulle dock som tidigare nämnt kunna vara ett vettigt uppdrag till vidare undersökning.

Med detta examensarbete har jag fått en bra inblick i hur man utför ett projekt inom en industri. Möten ordnades flera gånger i månaden för att se till att projektet framskred. På möten presenterade jag hur långt jag kommit på projektet och jag fick också råd och

möjligheter till hjälp. Med dessa frekventa möten har jag själv lagt små milstolpar för att till slut komma i mål med projektet. Självt är jag nöjd med resultatet fast det finns alltid saker man kunde ha gjort bättre. Till exempel kunde jag ha läst in mig på Tiivistetekniikkas produkter och arbete för att sedan på intervjun kunna föra en bättre diskussion om möjligheterna med deras produkter.

Till slut vill jag tacka mina handledare Leif Backlund på Novia, Samuli Räsänen samt Johan Björk och deras team vid planeringsavdelningen för handledningen och de ofta förekommande möten som ordnats för mitt examensarbete. Jag vill också tacka alla andra på UPM och konsultpersoner på UPM som mer eller mindre har varit involverade i mitt examensarbete.

6 Källförteckning

- Devitec OY. (2023). *Devitec OY*. Hämtat från <https://devitec.fi/palvelut/#pulssipesut>
- HYDAC. (04 2023). *HYDAC*. Hämtat från <https://www.hydac.com/shop/en/filtration-technology>
- JAES. (2017). *Japan american european solutions*.
- John Crane. (2023). *John Crane*. Hämtat från <https://www.johncrane.com/en/products/seal-support-systems/pump-seal-support-systems/smartflow>
- KL-LÄMPÖ. (2023). *KL-LÄMPÖ*. Hämtat från <https://www.kl-lampo.com/palveluratkaisut/teollisuuden-palvelut/metsateollisuuden-tiivistevesilinjat/19>
- KnowPulp. (2023a). *KnowPulp*. Hämtat från http://www.knowpulp.com/extranet/english/raw_materials/2_water/2_raw_water/frame.htm
- KnowPulp. (2023b). *KnowPulp*. Hämtat från http://www.knowpulp.com/extranet/english/maintenance/3_equipment/2_pumps/1_mill_pumps/2_choosing/frame.htm
- KnowPulp. (2023c). *KnowPulp*. Hämtat från http://www.knowpulp.com/extranet/english/maintenance/2_systems/2_sealing/frame.htm
- Paradigm. (2023). *Paradigm*. Hämtat från <https://static.paradigm.eu/assets/downloads/Pipe-Pulse-Brochure-2022.pdf>
- Peda.net*. (2023). Hämtat från <https://peda.net/hankeet/vesiviljely/koulutus/kp/k/mekaaninen-suodatus>
- Pesola, P. (2013). *Undersökning av tätningssystem*. Examensarbete för ingenjörsexamen. Vasa: Yrkeshögskolan Novia. Hämtat från <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59777/Patrik%20Pesola%20examensarbete.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reijnen, J. (den 17 08 2022). *Royal Brinkman.com*. Hämtat från <https://royalbrinkman.com/knowledge-center/technical-projects/water-filter-technologies-horticulture/sand-filter>
- Tiivistetekniikka OY. (2023). *Tiivistetekniikka*. Hämtat från <https://tiivistetekniikka.fi/?product=jauhimet#tuote>
- UPM. (2023). Hämtat från <https://www.upmpulp.com/fi/upm-pietarsaari/>

Torkmaskin 1 & 2 anordningar försedda med tätningsvatten som saknar övervakningssystem	
Anordningens nummer	Anordningens namn
0120204	PURISTINOSAN PULPPERIN PUMPPU
12030602	PUDOTUS SUIHKU PUMPPU
0120717	5-VEDENEROTTIMEN PUMPPU
0120701	1-VEDENEROTTIMEN PUMPPU
0120711	TYHJÖPUMPPUKAIVON TYHJENNYPUMPPU
0120310	KIERTOYESISÄILIÖN PUMPPU 1
0120207	HYLKYMASSASÄILIÖ
0120208	HYLKYMASSASÄILIÖN PUMPPU
0120101	MASSAKYYPIN SEKOITIN
0120102	MASSAKYYPIN PUMPPU
0120103	MASSAKYYPPI 2 SEKOITIN
0120319	KIERTOYESISÄILIÖN PUMPPU 2
0120311	O-VESIALTAAN SUIHKUVESIPUMPPU
0140317	KIERTOYESISÄILIÖN POISTOPUMPPU