



SPECIALE

Genbrug af vand i en bæredygtig produktion

Heidi Søby Eriksen

Roskilde Universitet - TekSam

Sommer 2022



Heidi Søby Eriksen studienr. 63674

Master Thesis – projekt nr. 12.657: Genbrug af vand i en bæredygtig produktion

Heidi Søby Eriksen

Studienr. 63674

Mail: heidier@ruc.dk

Vejleder: Thomas Budde Christensen

Mail: tbc@ruc.dk

Master Thesis – projekt nr. 12.657

Sommer 2022

Institut for Mennesker og Teknologi (IMT)

Titel: Genbrug af vand i en bæredygtig produktion (Reuse of water in a sustainable production)

Antal tegn: 172.668

ABSTRACT

This thesis examines the reuse of water at Novo Nordisk in Kalundborg, where a circular approach creates possibilities for an optimization of the water resource surpluses. Reuse of water depends on the technical and economic conditions that can help transform a loss of a water into a resource, through an internal use in Novo Nordisk or in a collaboration with a partner in Kalundborg Symbiosis. To analyze and discuss this topic, theories of circular economy, industrial symbioses and Lean have been applied that help narrow the field of research to condensate from steam. In a designated production area in Novo Nordisk in Kalundborg, a water mapping is prepared where the analysis works with the concept of 'multifunctional water', which implies that water also contains potentials for utilization of energy and materials. The analysis also looks at quantities, quality and security of supply that help define opportunities and barriers to resource efficiency of condensation from steam. The opportunities were subsequently presented in an internal context and to collaborators in Kalundborg Symbiosis. The internal barriers were too complex and therefore, through the close partnership in Kalundborg Symbiosis around residual currents, it became possible to use condensate from steam for production of new steam. The condensate has the potential to optimize the use of water resources by being able to save on surface water, however, it requires that further work is done to define how the condensate can be directed to the recipient and whether quality requirements from all parties are met by recycling. It can be concluded that the water mapping of water flows, which can contain both energy and materials, has contributed to an overall understanding of how water resources can be used more effective, and optimize the draw on natural water resources.

RESUMÉ

Specialet undersøger genbrug af vand hos Novo Nordisk i Kalundborg, hvor en cirkulær forståelse skaber muligheder for at optimere en overskydende vandressource. Genbruget afhænger af de tekniske- og økonomiske forhold, som kan være med til at forandre et tab af en vandressource til en blive til en sidestrøm gennem en intern anvendelse eller i et samarbejde med en partner i Kalundborg Symbiose. For at analysere og diskutere dette emne, er der anvendt teorier om cirkulær økonomi, industrielle symbioser og Lean, der er med til at indsnævre genstandsfeltet til dampkondensat. I et udpeget produktionsområde i Novo Nordisk i Kalundborg, udarbejdes en vandkortlægning hvor der gennem analysen arbejdes med begrebet 'multifunktionelt vand', der indebærer at vand også indeholde potentialer for udnyttelse af energi og materialer. I analysen ses der også på mængder, kvalitet og forsyningsikkerhed der er med til at definere muligheder og barrierer for en ressourceeffektivisering af dampkondensatet. Mulighederne blev efterfølgende præsenteret i en intern kontekst og for samarbejdspartnere i Kalundborg Symbiose. De interne barrierer var for komplekse, og derfor blev der gennem det tætte partnerskab der er i Kalundborg Symbiose omkring reststrømme, mulighed for se ind i at anvende dampkondensat til ny damp. Kondensatet har potentiale for at optimere anvendelsen af vandressourcer ved at kunne spare på overfladevand, det kræver dog, at der arbejdes videre med at definere hvordan kondensatet kan blive ledt til modtager, og om kvalitetskrav fra alle parter er opfyldt ved et genbrug. Det kan konkluderes at vandkortlægningen af vandstrømme, som både kan indeholde energi og materialer, har bidraget til en overordnet forståelse af hvorledes en effektivisering af vandressourcer kan optimere på trækket af naturlige vandressourcer.

LÆSEVEJLEDNING

Denne rapport indleder med en introduktion til baggrund og formål i forbindelse med genbrug af vand i Novo Nordisk på Site Kalundborg. Herefter belyses problemfeltet med tilhørende problemformulering og arbejds spørgsmål. Metoden der er anvendt til indsamling af empiri, er interviews samt data der sammen former projektet gennem mixed methods. Herefter introduceres de anvendte teorier som cirkulær økonomi industrielle symbioser og Lean, desuden inddrages også begrebet multifunktionelt vand og kaskadering af vandkvaliteter. I kontekstualiseringen ses der ind i kommunal planlægning samt den politiske indflydelse på den grønne omstilling i forbindelse med vand. Herefter introduceres der til Novo Nordisk, og samarbejdet med Kalundborg Symbiose.

Gennem analysen ses der på krav til anvendelse af vand, både produktionskrav og myndighedskrav. Desuden hvilke aktører der spiller en rolle i værdikæden for vandstrømme på Site Kalundborg, samt en analyse af forbrug af de anvendte vandkvaliteter på Siten, der er med til at forme en vandkortlægning der skaber et fokus på en bestemt overskydende vandkvalitet. Herudfra ses der på mulige løsninger for genbrug af den specifikke vandkvalitet, både i en intern løsning i Novo Nordisk, og i en løsning gennem et samarbejde med en partner i Kalundborg Symbiose. Dernæst diskuteres det hvorledes den interne løsning indgår i en cirkulær produktion kontra gennem et partnerskab i Kalundborg Symbiose, og det diskuteres hvordan en vandkortlægning af vandressourcen i Kalundborg Symbiose kan bidrage til en optimering af den cirkulære omstilling. Dernæst perspektiveres der kort på hvordan en vandkortlægning kan bidrage til en øget vandeffektivitet.

Indholdsfortegnelse

Abstract	3
Resumé	4
Læsevejledning	5
Begrebsafklaring	9
1. Baggrund og formål	11
1.1 <i>Formål</i>	13
2. Problemfelt	14
2.1 <i>Afgrænsning</i>	14
2.2 <i>Problemformulering</i>	15
2.3 <i>Arbejdsspørgsmål</i>	15
3. Metode	17
3.1 <i>Forskningsdesign</i>	17
3.2 <i>Mixed methods</i>	19
3.3 <i>Kvalitativ metode</i>	20
3.4 <i>Kvantitativ metode – datagrundlag</i>	23
3.5 <i>Refleksion af metode</i>	23
4. Teori	24
4.1 <i>Videnskabsteoretisk afsæt</i>	24
4.2 <i>Cirkulær økonomi og den industrielle symbiose</i>	25
4.3 <i>Kaskadering af vandkvaliteter</i>	29
4.4 <i>Identificering af vand og af barrierer for genbrug</i>	30
4.5 <i>Refleksion af teori</i>	31
5. Kontekstualisering	32
5.1 <i>Kommunal planlægning af vandforsyning</i>	32
5.2 <i>Kalundborg Symbiose</i>	36
6. Case: Novo Nordisk	39
7. Analyse	43
7.1 <i>Analyse del 1</i>	43
7.1.1 <i>Vandværdikæde</i>	43

7.1.2	Krav til genbrug af vand.....	46
7.1.3	Fordeling af vandforbrug på Site Kalundborg.....	48
7.1.4	Delkonklusion på analyse del 1.....	51
7.2	Analyse del 2	52
7.2.1	Multifunktionel-vandkortlægning af produktionsområdet, PS API, IM1	52
7.2.2	Kaskadering af vand i JC	55
7.2.3	Barrierer for genbrug kondensat.....	56
7.2.4	Delkonklusion på analyse del 2.....	59
7.3	Analyse del 3	60
7.3.1	Cirkulære principper.....	60
7.3.2	Data på kondensat.....	60
7.3.3	Intern anvendelse af kondensat	61
7.3.4	Ekstern anvendelse af kondensat.....	64
7.4	Delkonklusion	67
7.5	Refleksion af analyse	67
8.	Diskussion.....	68
9.	Konklusion	70
10.	Perspektivering	71
11.	Litteraturliste	72
12.	Bilag.....	77

Figurer

- *Figur 1 - Kort over Kalundborg Siten*
- *Figur 2 - Modellen 'Differing definitions of circular economy'*
- *Figur 3 - Et eksempel på en 3-2 symbiose*
- *Figur 4 - Egen illustration af de tre trin i udviklingen af en industriel symbiose*
- *Figur 5 - Egen illustration af kaskadebegrebet*
- *Figur 6 - Egen illustration 'Multifunktionelt vand'*
- *Figur 7 - Kortet viser beliggenhed af Tissø i forhold til Kalundborg*
- *Figur 8 - Oversigt over de reststrømme der udveksles mellem partnerne i Kalundborg Symbiose*
- *Figur 9 - Egen oversigt over produktionsenheder på Site Kalundborg*
- *Figur 10 - Oversigt over vandkvaliteter på Site Kalundborg*
- *Figur 11 - Aktører i vandværdikæden for Site Kalundborg*
- *Figur 12 - Fordeling af vandforbrug på Site Kalundborg*
- *Figur 13 - Fordeling af de største drikkevandsforbrugere (bygninger) på Site Kalundborg*
- *Figur 14 - Fordeling af de største vandforbrugere (bygninger) af Tissøvand på Site Kalundborg*
- *Figur 15 - Fordeling af forbrug af rensset Tissøvand på Site Kalundborg*
- *Figur 16 - Fordeling af damp på Site Kalundborg*
- *Figur 17 - Dampforbrug på Site Kalundborg frem mod 2030*
- *Figur 18 - Multifunktionel-vandkortlægning over JC*
- *Figur 19 - Egen illustration af kaskadering af vandkvaliteterne; grundvand og overfladevand.*
- *Figur 20 - 'Hotspots' over anvendelsesmuligheder af kondensat i en intern kontekst*
- *Figur 21 - 'Hotspots' over anvendelsesmuligheder af kondensat i en ekstern kontekst*

Tabeller

- *Tabel 1 - Priser på vandkvaliteter*
- *Tabel 2 - Aktører og deres vandkvaliteter i vandværdikæden*
- *Tabel 3 - Vandkvaliteternes sammenhæng på Site Kalundborg*
- *Tabel 4 - Bygning JC's vandressourcer*
- *Tabel 5 - Matrix over potentielle barrierer for genbrug af kondensat samt økonomisk vurdering*
- *Tabel 6 - Mængde, temperatur og ledningsevne på kondensat modtaget hos GFHPs.*
- *Tabel 7 - Forslag til anvendelse af kondensat internt i NN*
- *Tabel 8 - Forslag til anvendelse af kondensat eksternt i samarbejde med partnere i KS*
- *Tabel 9 - Priser på vandkvaliteter fra Kalundborg Forsyning*

Billeder

- *Forside – Eget foto af Kalundborg fjord*
- *Billede 1 - Udklip af Dokumentationslog*
- *Billede 2 - Eget foto af Kalundborg fjord med Asnæsværket og Kalundborg Refinery i baggrunden*
- *Billede 3 - Helix-lab, hvor Kalundborg Symbiose har deres arbejdspladser*
- *Billede 4 - De grønne rørføringer i Kalundborg by der distribuerer damp fra Asnæsværket*

BEGREBSAFKLARING

Farmakopé

Autoriseret fortegnelse over lægemidler i forhold til fastsættelse af standarder for råvarer og fremstillingsmetoder, samt for afprøvning og kvalitetskrav (DMA, 2022).

De mest anvendte farmakopéer er:

- Ph. Eur – Den europæiske farmakopé (ema.europa.eu, 2020)
- USP – Den amerikanske farmakopé
- JP – Den japanske farmakopé
- BP – Den britiske farmakopé (DMA, 2022).

Grundvand vs. drikkevand

Grundvand og drikkevand bliver ofte nævnt som hinandens substitutter uden at der tænkes over at det har to forskellige betydninger, derfor en lille forklaring. Grundvand pumpes op fra borer og føres til vandværket, der renser og ilter vandet, inden at det føres videre ud til kunderne som drikkevand (Kalundborg Forsyning, s.d. a).

Ledningsevne/konduktivitet

Ledningsevne der også kaldes konduktivitet, er en måleenhed for vandets elektriske ledningsevne direkte proportionalt med indholdet af opløste salte i vandet. Ledningsevne måles i mikroSiemens per centimeter - $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Danske Vandværker, s.d.). Især klorid, nitrat og sulfat bidrager til en høj ledningsevne. Højest tilladelige værdi ved forbrugers taphane af drikkevand, er ved 20°- 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, men bør være over 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Miljøministeriet, 2021).

Konduktivitet

(Se ledningsevne)

Processpildevand

Processpildevand skal forstås som vand der har været i kontakt med produkt, og dermed ikke længere har drikkevandskvalitet, og derfor ofte ledes til spildevand (Miljøstyrelsen, 2015, s. 13).

Renset vand

Renset vand er rensed drikkevand (Purified water – PW) der ofte er rensed igennem et RO-anlæg. Renset vand er specificeret i henhold til den Europæiske farmakopé: 'Ph. Eur. monografi 0008 "Water, Purified" (DMA, 2022) (DB Lab, 2016 b).

RO-anlæg

Omvendt osmose eller reverse osmosis (RO) er en filtreringsmetode, der fjerner partikler fra vand. RO-anlægget kan blandt andet bruges til at afsalte vand og fjerne bakterier samt pyrogener (Krüger, s.d.).

Sekundavand

Sekundavand er vand der ikke har drikkevandskvalitet, men som kan anvendes til andre formål. Ofte anvendes sekundavand når det har en miljømæssig gevinst samt økonomiske fordele (Miljøstyrelsen, s.d. b).

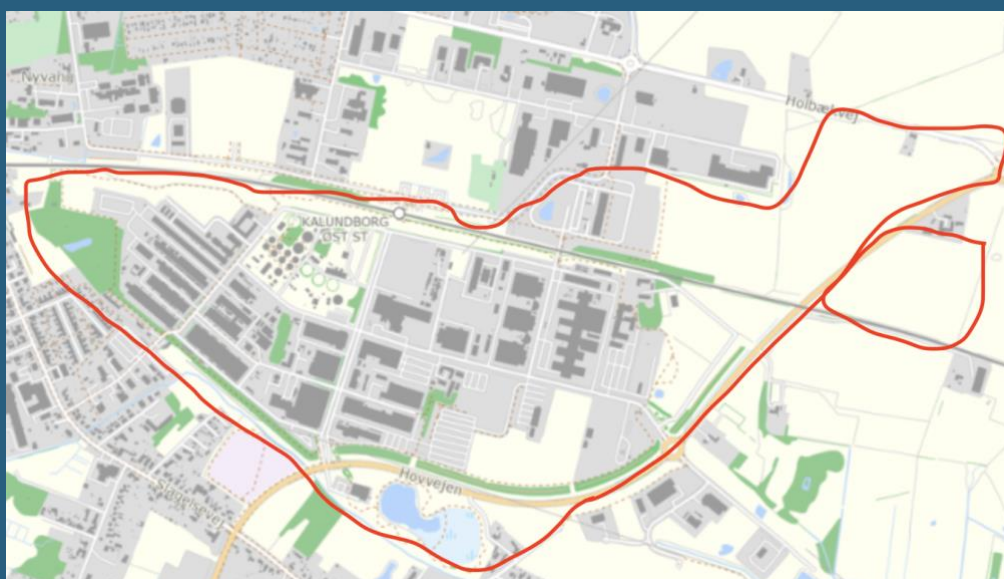
Novo Nordisk forkortelser

- NN - Novo Nordisk
- NZ - Novozymes
- IM1 – API Insulin Manufacturing 1
- IM2 – API Insulin Manufacturing 2
- PP – API Purification Plant
- JC – Bygnings område hvor produktionsenheden IM1 er placeret på Kalundborg Siten
- KA - Kalundborg Siten, et fabriksområde med fabriksenheder fra både Novo Nordisk, Novozymes samt NNE.
- API - Active Pharmaceuticals ingrediens
- GFHP - Grundejer foreningen Hallas Park

1. BAGGRUND OG FORMÅL

Denne undersøgelse handler om genbrug af vand hos Novo Nordisk (herefter NN). NN er en farmaceutisk virksomhed, hvor dele af produktionen er placeret på et stort lukket industriområde i Kalundborg, der ligger et lille stykke uden for Kalundborg midtby (ca. 100 km fra København) (Se Figur 1). Her er placeret produktionsfaciliteter, der anvender og afleder mange forskellige vandressourcer, som distribueres ud til produktionsfaciliteterne fra Novo Nordisk Grundejer forening – Grundejer foreningen Hallas Park (herefter GFHP). Blandt andet anvendes der; drikkevand til produktion af f.eks. insulin, overfladevand fra Tissø til køling i køletårne, damp fra Asnæsværket (Ørsted) til rengøring og opvarmning af processer, og processpildevand afledes til Novozymes rensningsanlæg (Info. GFHP – informant 2). Ud over de eksisterende produktionsfaciliteter bliver der fortsat udvidet på Site Kalundborg, for at kunne sikre en fremtidig produktion af NN's produktportefølje, og som dermed på sigt også vil øge udnyttelsen af vandressourcer (Ingeniøren, 2021).

Jeg har i mange år været kommunikationspartner for NN i Kalundborg (Site Kalundborg), hvor jeg skulle understøtte management i ledelseskommunikation samt udarbejde intern kommunikation til organisationen. Gennem tiden har jeg oparbejdet en stor faglig viden omkring processerne for at producere API (Active Pharmaceuticals ingrediens), som er hovedbestanddelen i at producere insulin. I dag er jeg ansat i miljø og energi som hører under Finans i Business Support. Her er jeg via mit studiejob, med til at fremme den cirkulære produktionstankegang og strategi 'Circular for Zero' for hele Site Kalundborg (Novo Nordisk, s.d. a). Både min viden og mit netværk kommer mig derfor til gode, når jeg skal indhente information om anvendelse af vandressourcer i NN, Kalundborg. Min interesse og forståelse for vand har jeg udviklet både igennem studiet - på bachelor og kandidat, som studieprojekter med forskellige perspektiver. Blandt andet; mikroplast i havvand, vandstandsstigninger ved overflyvning med satellit til grundvands-forurening og kystsikring mod oversvømmelse. På sidste semester har jeg været i praktik i 4 måneder hos Kalundborg Symbiose,



FIGUR 2 - KORT OVER KALUNDBORG SITEN HENTET FRA MILJØGIS – I RØD MARKERING INDGÅR HELE KALUNDBORG SITEN ([HTTPS://MST.DK/SERVICE/MILJOGIS/](https://mst.dk/service/miljoegis/))

hvor jeg som hovedopgave var med til at opdatere Kalundborg Symbioses visuelle overblik over de reststrømme som udveksles mellem partnerne i den industrielle symbiose.

For i Kalundborg Symbiose (herefter KS) er hovedprincippet at en reststrøm i én virksomhed, bliver til en ressource i en anden, til gavn for både miljø og økonomi. KS har rollen som sekretariat, der opretholder det unikke samarbejde der er mellem virksomhederne i Kalundborg på tværs af sektorer, der deler overskudsstrømme af energi, vand og materialer. (Kalundborg Symbiose, s.d. b).

Hos Kalundborg Forsyning, der forsyner både borgere og virksomheder med forskellige vandkvaliteter, er der stor fokus på vand, især fordi byens industri og andre erhverv anvender 80 pct. af det grundvand (3,5 mio. m² om året) der bliver rensat til drikkevand (Kalundborg Forsyning, s.d. a). Da Kalundborg Forsyning har en højere vandforsyning end der kan hentes op fra byens egne kildepladser, må der hentes vand ind fra andre vandværker (Kalundborg Forsyning, s.d. b). For at spare på grundvandet, anvendes der som substitut for grundvand overfladevand fra Tissø. Det bliver til årligt til omkring 4 mio. m² overfladevand fra Tissø, som distribueres via Kalundborg Forsyning ud til nogle af industriens produktioner (Kalundborg Forsyning, s.d. a). Overfladevand fra Tissø er som sagt med til at minimere forbruget af grundvandet, men der er flere organisationer der mener at det skader det biologiske område som ynglepladser for bl.a. fugle og fisk både i og omkring Tissø, ved at hente overfladevand ind til Kalundborg midtby. Det skaber derfor en debat i medierne, som eksperterne har delte meninger omkring. Nogle mener ikke at det skader miljøet, hvor andre mener at det gør (Danielsen, 2021) (Niras, 2015) (Danmarks Naturfredningsforening, s.d. a).

Men for at imødekomme synspunktet om at indhentning af overfladevand skader miljøet, undersøges det hvordan man kan nedbringe forbruget af Tissøvand på Site Kalundborg. Et af forslagene, er at der kan etableres en fjernkøle-ring, hvor kølevand fra NN og Novozymes (herefter NZ) kan blive kølet ned via en ring med koldt havvand i stedet for overfladevand fra Tissø. Det vil spare på anvendelsen af overfladevand til kølevand, og derfor vil køletårnene blive udfaset over tid på Site Kalundborg (Miljøstyrelsen, 2015, s. 7). Igennem projektet vil industrien i Kalundborg kunne koble sig på fjernkøle-ringen efterhånden som det er muligt for den enkelte virksomhed, dermed skal køle-ringen være et alternativ til den individuelle køling der i dag foregår ude i virksomhederne. Da screeningen af projektet blev foretaget, ville fjernkøle-ringen have indflydelse på syv partnere i KS (Miljøstyrelsen, 2015, s. 7). Projektet er desuden forankret i den Strategiske energiplan for Kalundborg Kommune der løber frem mod 2035 (Kalundborg Kommune, 2018, s. 17). Ved at fjerne køletårnene opnås samtidig en støjreducering fra tårnene, og via fjernkøle-ringen vil det være muligt at få samlet overskudsvarmen fra industrien til anvendelse som fjernvarme, f.eks. som opvarmning af husstande (Nielsen, 2022). For at få startet fjernkøle-ringen op, har NN nedsat en projektgruppe til at estimere projektet. Projektets realitet og investeringsplan forventes afgjort sidst i juni 2022 (Info NN - Informant 1).

Ud over at anvende overfladevand fra Tissø som kølevand i køletårnene på Site Kalundborg, anvendes der også dampkondensat der genereres fra NN og NZ. Når dampen nedkøles, opstår kondensat der kan indgå som spædevand til køletårnene, det vil sige at kondensatet blandes op med overfladevand fra Tissø som ledes ind i køletårnene (Info. GFHP – informant 2). Hvis eller når fjernkøle-ringen bliver en realitet, og der ikke længere er køletårne på Siten, vil der være et overskud af kondensat på over 100.000 m³ per år (i 2030), som der skal findes ny anvendelse til, ellers vil kondensatet gå til som spild ved at blive sendt til Novozymes Rensningsanlæg.

Der er derfor, ud fra et øget forbrug af vandressourcer hos NN, samt manglende vandressourcer hos Kalundborg Forsyning, og en øget problematik med anvendelse af overfladevand fra Tissø, et godt incitament til at se på om der er muligheder for at øge cirkulariteten for vand - enten ved en intern anvendelse i NN, eller gennem et samarbejde med en eller flere partnere i Kalundborg Symbiose (Kalundborg Symbiose, s.d. b).

1.1 FORMÅL

På Site Kalundborg er der fokus på hvordan vandforbruget kan nedbringes, og derfor undersøges der både hvilke barrierer og muligheder der er for at kunne genbruge forskellige reststrømme af vandressourcer. Interessen for genbrug af vand på Site Kalundborg udspringer af miljøprojektet 'Vandsymbioser i Kalundborg - Kortlægning af vand-, energi- og stofstrømme samt udvikling og demonstration af nyt symbiosetiltag' udarbejdet af Miljøstyrelsen i 2015. Et arbejde som kortlagde muligheder inden for udvikling og demonstration af nye symbioseprojekter på vandområdet (Miljøstyrelsen, 2015, s. 12). Siden rapportens udgivelse har den skabt en interesse for et øget samarbejde omkring vand i Kalundborg i en symbiotisk sammenhæng (Miljøstyrelsen, 2015). Formålet med undersøgelsen i dette projekt, vil derfor være at få kortlagt de overordnede vandstrømme på Kalundborg Siten, og herefter indsnævre genstandsfeltet til et bestemt synligt potentiale for en bedre udnyttelse af en vandressource. Det undersøges efterfølgende om der kan eksistere et muligt samarbejde omkring den specifikke vandressource til genbrug, igennem et internt eller eksternt samarbejde.

2. PROBLEMFELT

Vi som mennesker har et paradoksalt forhold til vand, da vand både kan være frygtet og ødelæggende, som ved oversvømmelser og forurening, men på samme tid også livsbekræftende med stor betydning for sundhed og velvære (GEUS, s.d.). Men vand er ikke kun vand i sig selv, vand kan også være en bærer af energi som varme og kulde, eller kan være med til at materialer som blandt andet mineraler, kan transporteres over afstande, og desuden kan vand anvendes som et element til opløsning af andre materialer.

Det der er interessant ved vand, er at det skaber liv til mennesker, dyr og planter, og er derfor en vigtig kilde for at kunne overleve på jorden (GEUS, s.d.). Vand er derfor en vigtig ressource når det er rent, men med en øget befolkningsvækst og dermed en øget produktion, hvor der f.eks. anvendes kemikalier i produktionen, er der risiko for at der udledes forurening til forskellige vandmiljøer inklusive grundvand (Danmarks Naturfredningsforening, s.d. b). Rent vand kan potentielt set, blive en meget stor udfordring, som vi skal respektere som en værdifuld ressource der derfor skal kunne indgå i cirkulære tilgange, som dermed kan være med til at mindske vandspild, og samtidig være med til at øge cirkulære forretningsmodeller (Verdensmålene, s.d.) (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 2). Kendskabet til at anvende vand i forskellige kvaliteter gennem kaskadering, skal derfor styrkes og herigennem være med til at sikre at der spares på det naturlige vandressourcer.

Jeg vil derfor forsøge at be- eller afkræfte om der er en mulighed for at øge vandeffektiviteten i NN, ved at vand kan genbruges i enten interne sammenhænge, eller i et samarbejde med en partner i Kalundborg Symbiose. Undersøgelsen skal derfor bidrage med en viden omkring kompleksiteten ved at genbruge vand, og belyse hvilke kriterier der skal opfyldes for det kan blive en succes, og dermed være med til at kunne sætte retning på den grønne omstilling gennem bæredygtige løsninger og forretningsmodeller.

2.1 AFGRÆNSNING

Der vil i projektet ikke blive set ind i vandressourcer som kun anvendes af NZ, idet undersøgelsen først og fremmest er i samarbejde med NN. Nogle af de anvendte mængder vil ikke blive specificeret, men i stedet blive indekseret, da det hører under den fortrolighedserklæring der er blevet givet til NN - jeg er dog bekendt med de aktuelle mængder. Der vil desuden ikke blive estimeret en økonomisk ramme for at kunne genbruge vand, da det ikke har været muligt at få de faktiske priser og aftaler der er på de forskellige vandstrømme der udveksles hos NN. Men i stedet vil de økonomiske muligheder og barrierer, der er mulige at opnå indsigt i, blive belyst. De vandstrømme der inddrages undersøges ikke for øvrige indholdsstoffer, da det vil blive taget for givet at alle vandkvaliteter fremover kan renses op med den rette teknologi. Regnvand indgår ikke som en del af undersøgelsen, trods det at der kan være store potentialer i opsamling og rensning af regnvand. Der vil heller ikke blive set på udnyttelse af dampens energi som også har et potentiale, men det har været vigtigt for afgrænsningen ikke at blande vand- og energipotentialerne sammen, da det vil øge undersøgelsens kompleksitet. Dog vil energi og materialer i vand, indgå i defineringen af vandets effektivitet.

2.2 PROBLEMFORMULERING

Med udgangspunkt i en kvalitativ- og en kvantitativ undersøgelse, vil jeg belyse hvilke muligheder der er for at en vandressource fra Novo Nordisk i Kalundborg kan gøres til en mere effektiv vandressource, som dermed kan være med til at fremme en mere bæredygtig produktion. Det skal enten ske gennem et internt samarbejde, eller gennem et samarbejde med en partner i Kalundborg Symbiose.

Problemformuleringen er defineret som:

- *Hvilke mængder, samt tekniske- og økonomiske forhold er afgørende for at Novo Nordisk kan forandre et tab af en vandressource til at blive til en potentiel sidestrøm internt, eller i et samarbejde med en partner i Kalundborg Symbiose?*

2.3 ARBEJDSSPØRGSMÅL

For at have en struktur i undersøgelsens fremgangsmetode, er den understøttet af nedenstående arbejdsspørgsmål.

Arbejdsspørgsmål 1

- *Hvilke strategier og samarbejdsaftaler, påvirker NN mod en mere bæredygtig produktion?*

Det undersøges hvordan der arbejdes på en mere bæredygtig produktion i NN.

Arbejdsspørgsmål 2

- *Hvordan påvirker lovgivning, myndighedsgodkendelser og produktionskrav genbrug af vand internt i NN?*

Undersøg tilsigtede og utilsigtede effekter for hvordan lovgivning, myndighedsgodkendelser og produktionskrav påvirker mulighederne for genbrug af vand i en intern kontekst.

Arbejdsspørgsmål 3

- *Hvilke overordnede ressourcer af vand anvendes på Site Kalundborg?*

Undersøgelse af hvilke vandressourcer der ledes rundt på Site Kalundborg, Der skal udarbejdes en værdikædeanalyse og ses på hvordan vandforbruget fordeler sig på Siten.

Arbejdsspørgsmål 4

- *Hvilken reststrøm af en vandressource egner sig til at kunne genbruges? Og i hvilke mængder og kvalitet kan denne vandressource distribueres?*

Der udarbejdes en vandkortlægning og ved at anvende data på vandressourcer udarbejdes en kaskadering af vandressourcer. Der arbejdes videre med en udvalgt reststrøm, og der opstilles en matrix for barrierer for genbrug Her inddrages også de cirkulære principper, og mængder, intensitetsgrad (med hvilket flow kan der leveres vand til genbrug) samt parametre som ledningsevne og temperatur defineres ud fra data.

Arbejdsspørgsmål 5

- *Hvilke interne eller eksterne aktører kunne have en interesse i at aftage en bestemt reststrøm af vand til genbrug fra NN, og under hvilke tekniske og økonomiske forhold?*

Her identificeres aktører der kunne have interesse i at modtage en reststrøm af vand til genbrug fra NN, og der ses på hvilke krav der skal opfyldes inden at udvekslingen af reststrømmen kan etableres.

Arbejdsspørgsmål 6

- *Hvilke dynamikker påvirker samarbejdet i Kalundborg Symbiose?*

Der ses på hvilke dynamikker der påvirker samarbejdet for en ressourceoptimering gennem Kalundborg Symbiose.

For at fastholde det cirkulære perspektiv og effektivisering af et vandgenbrug, vil arbejdsspørgsmålene indirekte blive anvendt undervejs i undersøgelsen. Arbejdsspørgsmålene er med til at give en dybere indsigt og forståelse for udfordringerne med genbrug af vand i en intern og ekstern kontekst. Desuden fungerer arbejdsspørgsmålene også til at kunne diskutere hvordan samarbejdet med Kalundborg Symbiose kan bidrage til en øget ressourceoptimering.

3. METODE

For at kunne besvare problemformuleringen, tager rapportens forskningsdesign afsæt i mixed methods, hvor samspillet mellem den kvalitative- og den kvantitative metode har været afgørende for processen og produktet og som dermed er fundamentet for vidensdannelsen.

3.1 FORSKNINGSDESIGN

Tilgangen til forskningsdesignet, er sket ved empirisk at forsøge at afdække hvordan implementering af cirkulære forretningsmodeller kan øges i industrielle virksomheder. Ud fra den anvendte metode og teori, er min empiri i form af interviews sammenholdt med indsamlingen af data, og der er set på de potentielle optimeringsmuligheder for at vand kan genbruges i en farmaceutisk produktion. Dette for at kunne spare på eksisterende vandressourcer, og dermed bidrage til en bæredygtig omstilling.

Først blev kravene til genbrug af vand defineret, og herefter blev de forskellige vandkvaliteter undersøgt, hvor jeg tog udgangspunkt i NN's vandstrømme og GFHP som distribuerer vandstrømmene ud til hele Site Kalundborg. For at klarlægge aktører i forbindelse med vandstrømmenes distribution, blev der inddraget informanter der kunne bidrage til at udarbejde en vandværdikæde. Værdikæde analysen tog udgangspunkt i Michael Porters værdikæde analyse, som har mulighed for at skabe indflydelse på management strategier, men i denne sammenhæng er Porters værdikæde analyse, reduceret til at koncentrere sig om hvem der er afsender og modtager af en vandstrøm, og dermed synliggøre ansvar og roller i værdikæden (Ruan, 2020, s. 2). Ved efterfølgende at inddrage myndighedernes krav til drikkevand, vidste det sig at der i Drikkevandsbekendtgørelsen er krav til at der kun må anvendes grundvand som ressource til drikkevand (Miljøministeriet, 2021). Ved at NN's egne produktansøgninger har krav om at der skal anvendes drikkevand i produkterne, kan der i dag ikke anvendes andre vandkvaliteter som substitut for drikkevand når der produceres. Derfor blev der indhentet data fra NN og GFHP på alt vandforbrug, for at belyse omfanget af forbruget og om der gennem en større vandmængde var mulighed for at andre vandkvaliteter kunne substitueres.

Det næste der gennem analysen af vandforbruget kunne arbejdes videre med, var overfladevand fra Tissø, som anvendes som kølevand i køletårnene. Her skal køletårnene udfases på Siten, når der bliver etableret en fjernkøle- ring, som medvirker til at alt overfladevand fra Tissø ikke længere skal distribueres ud til køletårnene. Der vil i den forbindelse komme et overskud af dampkondensat, der i dag anvendes som spædevand til kølevand. Da dampkondensatet muligvis ville blive til et spild, er det årsagen til at min undersøgelse kom til at dreje sig om mulighederne for at genbruge kondensat.

For at få et overblik over kompleksiteten af vandstrømme der interagerede med kondensatet, blev der udarbejdet en vandkortlægning på det største produktionsområde på Kalundborg Siten – bygning JC (IM1). Her blev det synligt at vand ikke kun er vand, men også indeholder energi og materialer, derfor definerede jeg begrebet 'multifunktionelt vand', som beskriver at vand kan indeholde flere funktioner. For at kunne argumentere for at kondensatet kunne bidrage til en yderligere cirkularitet, blev der udarbejdet en analyse af kaskadering af vandressourcer.

For at synliggøre barrierer og muligheder for anvendelse af en potentiel vandstrøm blev LEAN-metoden anvendt, som oprindeligt er en metode fra industrien til at fokusere på at levere kvalitetsprodukter til tiden ved en så lav omkostning som muligt (EPA, 2007, s. 1). I LEAN findes der mange forskellige værktøjer der kan anvendes til at synliggøre potentialer til forbedringer og effektivitet, men en af dem er at synliggøre spild ved at beskrive mulighederne for nedbringelse af spildet. NN har i snart 20 år anvendt cLEAN, hvor 'c'et står for current LEAN – altså at være vedholdende og hele tiden optimere og effektivisere produktiviteten (Rostgaard, 2012). For at anvende begreber som allerede er bekendte i organisationen, er der gennem et LEAN perspektiv fokuseret på syv områder hvor der potentielt kan opstå en barriere. Disse er; 'overproduktion', 'unødigt lager', 'transport', 'manglende innovation', 'utætheder/kontaminering', 'kompleksitet' og 'ventetid' (EPA, 2007, s. 12). Disse syv fokusområder skulle understøtte indsnævringen af optimeringsfeltet, ved at identificere aktiviteter af spild i en matrix. Matrixen skulle bidrage til at skabe et overblik over mulige genbrugspotentialer for en given modtager af de vandpotentialer der fremkom i analysen.

Ved at anvende datapunkter for mængder, temperatur og ledningsevne kunne det desuden bidrage til at specificere om kondensatet kunne leve op til de krav en given modtager af kondensatet kunne have interesse i. Der blev herefter udarbejdet en analyse der udpegede muligheder for anvendelse af kondensatet til et internt genbrug, det blev markeret ved tre 'Hotspots' i produktionen – det vil sige muligheder for anvendelse. Mulighederne blev herefter vendt med informanter tilknyttet produktionen i JC. Men det viste sig at anvendelsen af kondensatet var for kompleks. Ligeledes blev 'Hotspots' defineret ud fra mulige samarbejdspartnere i KS, der havde mulighed for at anvende kondensatet. Her bidrog KS med viden og erfaring omkring genbrug og genanvendelse af vand, og var behjælpelig med at identificere potentielle symbiosepartnere for et muligt vandgenbrug. Kondensat blev fremlagt i tre eksterne scenarier, hvor der fra Ørsted var interesse i at indgå i et samarbejde. I diskussionen blev vandkortlægningens betydning inddraget i forhold til hvorledes de interne løsninger kunne indgå i en cirkulær produktion kontra gennem et partnerskab i Kalundborg Symbiose, og det blev diskuteret hvordan en vandkortlægning af vandressourcen i Kalundborg Symbiose kan bidrage til en optimering af den cirkulære omstilling. Til slut blev der konkluderet på undersøgelsen.

Jeg er opmærksom på at min relation til NN kan have betydning for min undersøgelse, både for metode og min analyse af min empiri. Min viden afhænger derfor af hvordan jeg har forstået at indhente viden, og hvilken fortolkninger og fordomme der er kommet i spil, og dermed hvordan de har været med til at præge min forståelsesramme og mit genstandsfelt (Olsen, 2004, s. 223). Jeg er klar over at der kan være bias som kan have påvirket retningen af min undersøgelse, og det er grunden til at jeg har valgt at inddrage så mange informanter (se afsnit 3.3). Det har været intentionen at de mange informanter skulle medvirke til at udvide mit genstandsfelt, og dermed give mig en mere objektiv tilgang. Strategien var at kunne beskrive virkeligheden, uden at lade forskningen påvirke den, ved at benytte den ikke indtrængende observationsform (Olsen, 2004, s. 234). Dog erkender jeg, at jeg har en forforståelse for at der eksisterer barrierer for cirkulær økonomi, og dermed barrierer for recirkulering af vand på grund af kvalitetskrav, og at jeg derfor har forforståelser der indgår i fortolkningen af de udsagn som gives af informanterne (Brinkmann & Tanggaard, 2015, s. 37). Mit ontologisk ståsted er, at jeg accepterer at der er underliggende strukturer og interaktioner som former nye relationer mellem mennesker, men også mellem mennesker og nye teknologier, dette da nye teknologier er med til at igangsætte en bæredygtig omstilling (Olsen, 2004, s. 222). Modtagerne af undersøgelsen er rettet mod industrien, som ønsker en mere struktureret tilgang til en bæredygtig omstilling inden for sidestrømme der skal ses som ressourcer, og som ønsker at samarbejde gennem en industriel symbiose.

Arbejdsmetoden dokumenteres igennem en dokumentationslog, der dokumenterer både interview med informanter og direkte observationer, og som understøtter den retning som undersøgelsen har taget undervejs (se Bilag 1) (Olsen, 2004, s. 232). Hver proces er derfor beskrevet i dokumentationsloggen som består af informationer, inddelt i seks kolonner 'Dato', 'Proces' som beskriver hvem der er talt med, eller hvad der er det overordnede formål for hver række der er er indskrevet, 'Emne' beskriver det emne der tales eller skrives om, 'Varighed' er hvor lang tid et interview f.eks. tog – NA betyder at der ikke er nogen information om varighed, 'Indhold' beskriver hvad der er blevet talt om eller hvad der er læst eller skrevet om, og 'Noter' er den retning som undersøgelsen har formet sig i, og der begrundes for hvorfor at undersøgelsen tager den retning som den gør. Dokumentationslog er vedlagt som Bilag 1. Herunder ses udklip af 'Dokumentationslog':

Dato	Proces	Emne	Varighed	Indhold	Noter
14. december 2021	Interview: Helle Nayberg Per Møller Henning Pedersen	Pre-speciale opstart	55 min. Fysisk møde på Novo Nordisk hvor Henning Pedersen deltog på Teams, Byg, EG	Der blev talt om hvilke emner der kunne være interessante at fokusere på. Bl.a. procesvand fra 'slutskyl på CIP' samt kondensat fra damp anvendelse på siten. Men det var op til mig, hvad jeg mente kunne være interessant, men det kunne være interessant at få belyst hvilke barrierer der er for implementering.	Mødet afholdes på baggrund af min kontakt til Helle Nayberg, da jeg arbejder som studentermedarbejder for Helle. Umiddelbart er der oplæg til to scenarier for genbrug af vandkvaliteter – genbrug af procesvand eller genbrug af kondensat
1. januar - 10. januar 2022	Projekt struktur	Disposition af opgave samt litteraturstudie af industrielle symbioser	NA	Bl.a.: Marian Chertow m.fl. Miljøstyrelsen, Noel: Vandsymbioser i Kalundborg	Materialet fra Miljøstyrelsen om vandsymbioser, nævner ikke udnyttelse af procesvand eller kondensat fra Novo Nordisk. Derfor er der en mulighed for at min forskning bidrager med noget nyt.

BILLEDE 1 – UDKLIP AF DOKUMENTATIONSLOG S.1 (BILAG 1).

3.2 MIXED METHODS

Metoden som benyttes, er mixed methods - der er en kombination af forskellige metoder som understøtter og afdækker besvarelsen af problemstillingen. Her anvendes et 'iterationsdesign', som betyder at den viden og de resultater der opnås i undersøgelsen, får lov at informere og forme hinanden (Frederiksen, 2015, s. 203). Den primære tilgang til undersøgelsen, er ved at de kvalitative og den kvantitative metode substituerer hinanden ved at de er indbyrdes afhængige, og dermed skaber de en iterativ design proces der udvikles gennem undersøgelsen (Frederiksen, 2015, s. 203). Det betyder også at mixed methods forskningen skal give en mere valid og detaljeret viden, samt skabe en bredere forståelse for genstandsfeltet (Frederiksen, 2013, s. 19). De kvantitative data repræsenterer et fænomen i form af rent vand der bliver ledt til spildevand, og derfor skabes der gennem de kvalitative interview af informanter, indsigt i den forståelse der er for vand, og de mulige potentialer og barrierer der er for at vand kan genbruges i stedet for at gå til spildevand. Desuden bidrager de kvantitative data til at målrette undersøgelsen, og et litteraturstudie underbygger teorier, udsagn og begreber.

3.3 KVALITATIV METODE

I den kvalitative tilgang til undersøgelsen, er der anvendt interview af informanter som har relevans for projektets fremdrift, det sker gennem semistrukturerede interview der afspejler hvordan jeg forstår verden på baggrund af forforståelser samt min viden om emnet (Brinkmann & Tanggaard, 2015, s. 37). Interviewene har en kontinuerlig vekselvirkning mellem spørgsmål der bliver stillet, og de svar der bliver givet, og hører derfor ind under det løst struktureret interview (Brinkmann & Tanggaard, 2015, s. 36). Formålet med interview af informanter, er at få detaljeret oplysninger om krav til vand og anvendelse af de forskellige vandkvaliteter, få perspektiveret infrastrukturen på vand på Site Kalundborg, samt uddybet tilgangen til hvordan cirkulær økonomi og bæredygtig produktion efterstræbes i organisationen.

Informanterne er udvalgt på baggrund af deres ekspertise inden for kategorierne; viden om det strategiske niveau for beslutninger omkring cirkulære forretningsmodeller, viden om krav til kvalitet af vand, viden om hvordan vand tilføres eller afledes gennem en forsyning, viden om anvendelse af vand i produktion og viden om hvordan vandressourcer tænkes ind i projekter. I hvert af kategorierne har den enkelte informant haft muligheden for at kunne have flere ekspertroller i forhold til kategorier. Det udelukker ikke at informanterne har kompetencer inden for andre områder, som blot ikke inddrages i denne undersøgelse. Informanternes faglige erfaring er inddelt efter de kompetencer som de mest bidrager med, som er; strategisk ledelse, kvalitet, forsyning, produktion og projekter. Informanterne er udvalgt efterhånden som projektet har udfoldet sig, som også kan ses i Bilag 1, hvor hvert enkelt interview er beskrevet. Informanterne bidrager dermed til at der bliver skabt en bred forståelse for de anvendte vandkvaliteter gennem den kvalitative forskning.

Informant nr, navn (incl. kategori for faglig viden)	Information om informant
<p>Informant 1: Helle Nayberg,</p> <p><i>Faglig viden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Strategiske ledelse • Produktion • Projekt 	<p>SVP Environmental Partner – virksomhedsvejleder – Novo Nordisk, API Kalundborg. Helle er overordnet miljøpartner for hele produktionen i Kalundborg, og har været det i rigtig mange år. Helle har strategisk ledelses erfaring inden for bæredygtig omstilling i produktion, desuden sidder hun også med i projekter som adresserer sustainability. Helle med til at udarbejde materialer til myndigheder m.m. i forbindelse med miljøgodkendelser.</p> <p>Helle betragtes som ekspert i inddragelse af cirkulær økonomi i NN, Kalundborg og for hele Site Kalundborg. Desuden sidder Helle med i Advisory boardet i Kalundborg Symbiose, og har dermed stor indflydelse på det samarbejde der er etableret med de øvrige partnere i Kalundborg Symbiose.</p>
<p>Informant 2: Kristian Skovgaard</p> <p><i>Faglig viden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Kvalitet • Forsyning • Produktion • Projekt 	<p>Maskiningeniør, Novo Nordisk Grundejerforening – Kalundborg.</p> <p>Kristian har mange års erfaring med styring af vand, damp, overfladevand fra Tissø og kondensat mellem forskellige udbydere og aftagere som fabriksenheder på siten. Kristian arbejder desuden sammen med Maria Svarre der er teamleder for Kristian samt hans nye kollega Jonas Hallestad Bertram som jeg ikke har valgt at nævne i oversigten over kontaktpersoner, da det har været Kristian der har været den gennemgående kontaktperson.</p>

Informant nr, navn (incl. kategori for faglig viden)	Information om informant
Informant 3: Laura Hurni Jensen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Forsyning 	Teamleder vand, Kalundborg Forsyning. Laura er teamleder for vandteamet og samarbejder desuden med Lars Lundgaard som er teamleder for fjernvarme, og som derfor deltager som øvrig deltager i et interview.
Informant 4: Henning Pedersen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Kvalitet • Forsyning • Projekt 	Direktør Novozymes Rensningsanlæg - Kalundborg. Henning har erfaring inden for strategisk ledelse, gennem sit job som direktør for Novozymes Rensningsanlæg. Rensningsanlægget står for alt processpildevandshåndteringen for hele Kalundborg Siten. Det vil sige spildevandshåndtering inden at spildevandet pumpes videre til Kalundborg Forsyning. Henning deltager også i projekter der inddrager processpildevandet, og han har desuden stor kontakt til KS.
Informant 5: Per Møller <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Projekt 	Senior symbiose udvikler i Kalundborg Symbiose– bivejleder på specialet. Per er med til at udvikle KS i optimering af reststrømme, og ser derfor ind i anvendelse af nye ressourcer i både eksisterende og nye partnerskaber. Per er tilknyttet Projekt Ô som bidrager til at accelerere omstillingen af vand ved en bæredygtig og ressourceoptimerende tilgang (Kalundborg Symbiose, s.d. a). Per sidder med i KS's advisory board og deltager desuden på bestyrelsesmøderne i KS.
Informant 6: Mads Thor Rasmussen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Produktion • Projekt 	Kemiker, Novo Nordisk, API Kalundborg i IM1 (ikke ansat længere efter 1.marts 2022). Mads har været med til at udvikle området for mere effektiv vandbehandling i NN i fabriksenheden IM1, og bidrager derfor med sin viden om anvendelse af forskellige vandkvaliteter.
Informant 7: Anita Dueholm <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kvalitet • Produktion • Projekt 	QA professionel, Novo Nordisk, API Kalundborg i IM1. Anita har ansvaret for godkendelse af kvalitet på det vand der anvendes i forbindelse med produktionen. Hun bidrager derfor med en stor faglig ekspertise inden for vand.
Informant 8: Simon Schwalm <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kvalitet • Produktion 	Ventilationstekniker, Novo Nordisk, API Kalundborg i IM1. Simon har ansvaret for damp/kondensat i IM1, og bidrager dermed som ekspert for damp og kondensat.
Informant 9: Anders Larsen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kvalitet • Produktion 	Smed, Novo Nordisk, API Kalundborg i IM1. Anders har ansvaret for vedligehold i produktionen af damp og kondensat i IM1, og bidrager derfor som ekspert på damp og kondensat.
Informant 10: Per Molsing Larsen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Produktion • Projekt 	Tekniker, Novo Nordisk, API Kalundborg i PP Utility. Per arbejder i PPIV, og har været med til at implementere mange vandspare projekter i PP.

Informant nr, navn (incl. kategori for faglig viden)	Information om informant
Informant 11: Rasmus Ehlers <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Produktion • Projekt 	CVP Environment & Energy partner, Novo Nordisk, API Kalundborg i IM2. Rasmus er IM2's CVP partner for miljø og energi, og har via sin rolle erfaring med strategiske projekter, og i forbindelse med sin rolle deltaget i forskellige vandspare projekter.
Informant 12: Bent Andersen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Produktion • Projekt 	Miljøkoordinator, Novo Nordisk, API Kalundborg i PPV. Bent er PPV's CVP partner for miljø og energi og har tidligere været CVP miljø partner for de øvrige PP-fabrikker (PPI, PPII, PPIII og PPIV).
Informant 13: Sarah Prang <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Projekt 	Studentermedhjælper, Novo Nordisk, API Kalundborg i IM2. Sarah har skrevet sit bachelorprojekt (DTU) omkring genanvendelse af slamvaske vand (for IM2 Recovery Process Support). Sarah bidrager med sin erfaringer fra sin undersøgelse af muligheder for genbrug af vandkvaliteter i IM2.
Informant 14: Anders Harreschou <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Produktion 	Tekniker, Novo Nordisk, API Kalundborg – PP Maintenance. Anders er ansat i PPIV og har ansvar for vedligehold af damp og kondensat i PPIV. Anders bidrager med sin erfaring med damp og kondensat.
Informant 15: Ivan Hundebøl <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Projekt 	Projektleder, Ørsted, Fredericia. Ivan er ansat hos Ørsted i Fredericia, men er i arbejdsgruppe gennem Kalundborg Symbiose, sammen med Helle Nayberg (Informant 1), hvor de arbejder med vandoptimering i Kalundborg.
Informant 16: Dorthe Dixen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kvalitet 	Kemiker, Ørsted, Kalundborg. Dorthe har ansvar for kvalitet af damp hos Ørsted, og hun har bl.a. har hun ansvar for at Ørsted opfylder de krav til damp der er fra NN og NZ.
Informant 17: Else Juul Andersen <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Projekt 	Specialist, Novo Nordisk Environmental Consultant, Bagsværd. Else har bl.a. ansvar for miljøgodkendelser for hele NN. Else deltager desuden i strategiske beslutninger på et overordnet niveau.
Informant 18: Lisbeth Randers <i>Faglig viden:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Strategisk ledelse • Projekt 	Sekretariatschef, Kalundborg Symbiose. Lisbeth bidrager med sin viden omkring planlægning og strategier i symbiosen sammen med medlemmerne af KS. Desuden har hun en stor erfaring og viden omkring hvordan beslutninger træffes internt i symbiosen, og hvilke strategiske projekter der venter forud.

Nogle af informanterne er blevet kontaktet flere gange, idet at der kan være opstået yderligere spørgsmål eller nye problemstillinger.

3.4 KVANTITATIV METODE – DATAGRUNDLAG

I den kvantitative tilgang til undersøgelsen, har jeg indhentet data som har relevans for undersøgelsens fremdrift, her har jeg forsøgt at være opmærksom på ikke at anvende en 'ikke-indgribende' metode der ikke påvirker undersøgelsens data når de studeres og herefter indgår i analysen (Frederiksen, 2015, s. 206). Der kan dog argumenteres for at jeg har udvalgt de data som har relevante for projektets fremdrift, og derfor vil data afspejle mine holdninger til de data jeg gerne vil vise. De kvantitative datagrundlag bidrager til at undersøgelsen kan sammenholdes med mine interview med informanterne, og dermed bidrage til at understøtte hvilke vandstrømme der kan indgå i et potentielt samarbejde om genbrug af vand. Den kvantitative tilgang af data indgår derfor som en mere detaljeret og uddybende forklaring på det genstandsfelt der undersøges. De data der indhentes, er mængder på forskellige vandkvaliteter samt temperatur og ledningsevne, hvor det har givet mening at få disse data, og hvor det har kunnet lade sig gøre. Data på mængder har haft størst prioritet, dernæst deres potentielle kvalitet for genbrug i forhold til myndigheds- og kvalitetskrav, og herefter temperatur og ledningsevne. Ud fra data er der blevet udarbejdet en værdikædeanalyse og en vandkortlægning, samt indekserede og estimerede forbrug af vandstrømme på Site Kalundborg.

3.5 REFLEKSION AF METODE

I metoden har jeg som nævnt inddraget mange forskellige stakeholdere, men dog har stakeholderne alle en relation til NN, som f.eks. det at være medarbejder hos NN, eller medarbejder/partner i KS. Det kan derfor måske ikke ses som en neutral forskning, da alle informanter har en tæt relation til mit genstandsfelt, og derfor kan være med til forvrænge den opfattelse og forståelse der er af genbrug af vand. Hvis jeg havde inddraget lige så mange eksterne eksperter, ville det måske have ført til en anden perspektivering, som f.eks. færre økonomiske barrierer, og større fokus på de miljømæssige konsekvenser. Trods det, forsøger jeg via mine mange informanter at opnå en objektiv undersøgelse.

4. TEORI

For at kunne forstå de mekanismer der har indflydelse på mit genstandsfelt beskrives det videnskabsteoretiske afsæt. Dernæst inddrages definitionen af cirkulær økonomi med tre principper for en effektiv ressource optimering, der efterfølgende indarbejdes i forståelsesrammen for industrielle symbioser (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018) (Chertow M. R., 2007). Dernæst følger en definition af hvordan en industriel symbiose udvikles, som uddybes gennem Marian Chertow og John Ehrenfeld i en teoretisk tre-trins udviklingsmodel, der skal give et afsæt til at kunne argumentere for hvordan KS har udviklet sig og hvilke dynamikker der fortsat er med til at udvikle den (Chertow & Ehrenfeld, 2012). Herefter beskrive kort teori om LEAN, der skal være med til at definere barrierer for genbrug af en vandkvalitet i analysen (EPA, 2007, s. 12). Sluttelig defineres begrebet 'kaskadering' af kvaliteter over tid i forhold til værdi, som skal medvirke til at forstå hvordan der kan tæres mindst muligt på de eksisterende naturressourcer og dermed optimere på ressourceeffektiviteten (DTU, 2019). Desuden inddrages begrebet 'multifunktionelt vand' som skal bidrage til en forståelse for at vand også kan indeholde energi og materialer, og at de tre elementer kan være svære at skille ad.

4.1 VIDENSKABSTEORETISK AFSÆT

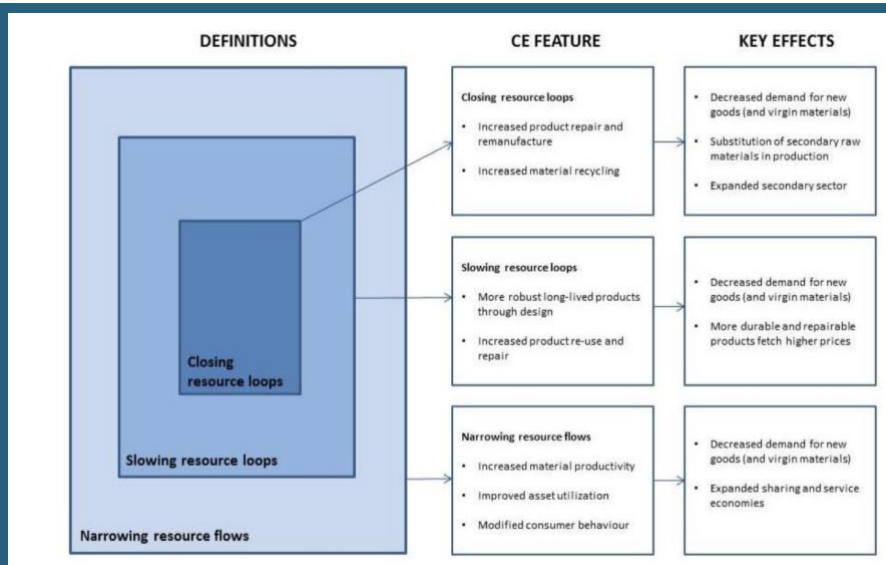
Igennem de kvalitative interviews af informanter afspejles den hermeneutiske position, ved at jeg i min proces søger en forståelse og en fortolkning, hvor informanter inddrages for at forstå helheden, og er en betingelse for erkendelsesprocessen (Højbjerg, 2005, s. 320). Den hermeneutiske tilgang består af en vekselvirkning mellem del og helhed, der inkluderer mig som fortolker, og mit genstandsfelt som er de reelle udfordringer og barrierer der er for at genbruge vand i et cirkulært perspektiv. Men også de muligheder der er for at f.eks. nye teknologier kan medvirke til at finde nye løsninger. Bevægelsen mellem del og helhed beskrives som en dynamisk proces og udgør den hermeneutiske cirkel, som også er en spiral når der ikke er en begyndelse eller en slutning på den struktur der er for processen, og som afspejler den måde jeg forstår og fortolker verden på (Højbjerg, 2005, s. 321). Forståelsen består både af mine forforståelser og de fordomme som jeg er præget af gennem min kulturelle arv, traditioner og historie (Højbjerg, 2005, s. 322). Det indlejres også som en forståelseshorisont som jeg møder problemformuleringen med, og sætter rammen for min undersøgelse men også indebærer en forståelseshorisont der er foranderlig og i konstant bevægelse (Højbjerg, 2005, s. 324).

De kvantitative data bidrager til at der opstår en dokumentation for den undren som undersøges, og skal derfor forklare underliggende kausalitetsforhold, hvor data mellem to størrelser bliver en del af sandheden. Derfor forsøger jeg at finde frem til årsagsvirkninger og årsagssammenhænge gennem en logisk forbindelse, ved at anvende analytiske redskaber til at udfolde videnskaben med, som afspejles i videnskabsteorien for den logisk positivisme (Pedersen & Toft, 2005, s. 59).

4.2 CIRKULÆR ØKONOMI OG DEN INDUSTRIELLE SYMPIOSE

Verdenssamfundet har de sidste par årtier set klimaforandringer der kræver et voksende behov for en bæredygtig omstilling. Det sker på grund af industrialisering og urbanisering som har konsekvenser for miljøet og den menneskelige sundhed. Det er derfor vigtigt at finde løsninger der kan reducere de negative effekter af vores økonomiske vækst, og som er løsninger der er mere effektive i anvendelsen af ressourcer (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 2). For at opnå den ønskede effektivitet for ressource anvendelse, skal der arbejdes efter cirkulære principper der også kræver en systemisk forståelse, hvor forretning og samfund tænkes ind på nye måder (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 2). Det vil derfor være relevant at inddrage forståelsen for cirkulær økonomi, som er et koncept der gør op med den lineære tankegang - 'take-make-dispose'. En tankegang, som mere og mere udfordrer industrien med risici som f.eks. højere priser på råvare, og større og større miljøkrav der også har indflydelse på økonomien for den enkelte virksomhed (Ellen MacArthur Foundation, 2015, s. 3).

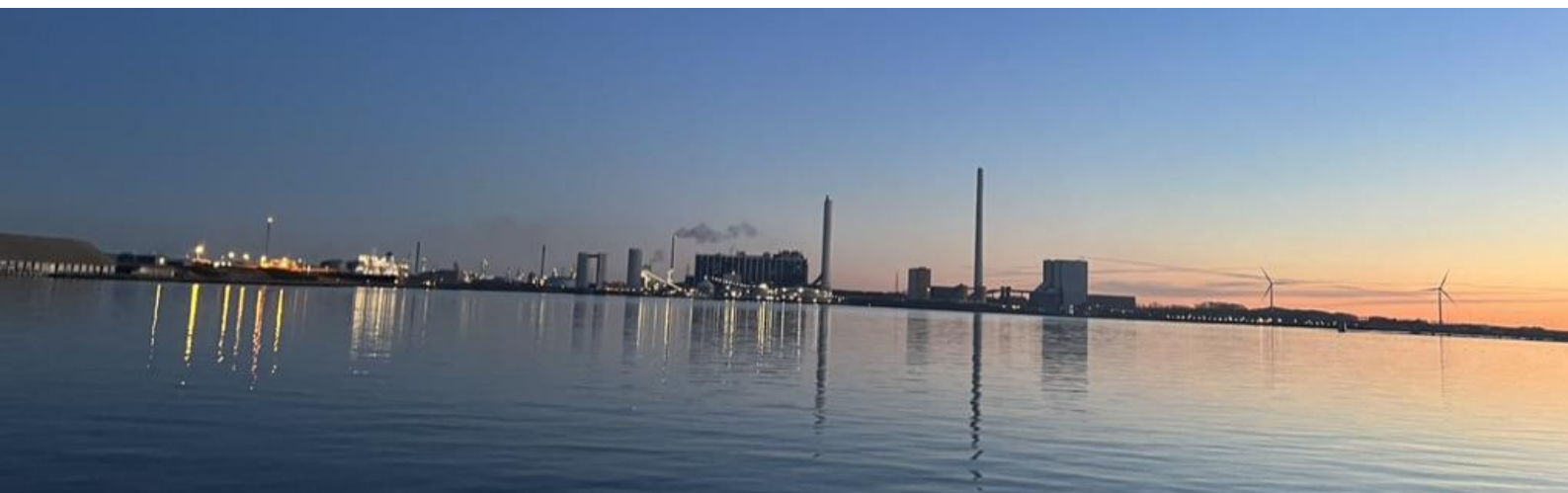
Den cirkulære tankegang kan ikke kun beskrives på en måde, men er blandet andet beskrevet via cirkulære principper, der på hver sin måde har indvirkning på opnå en større ressourceeffektivitet. Ved at præsentere modellen 'Differing definitions of circular economy', ses der på tre principper for den cirkulære økonomi (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16) (se Figur 2).



FIGUR 3 -MODELLEN 'DIFFERING DEFINITIONS OF CIRCULAR ECONOMY' (MCCARTHY, DELLING, & BIBAS, 2018, S. 16).

Det første princip i Figur 2 er; 'Closing resource loops' eller 'lukket ressourcekredsløb', der også er kernen i modellen, som handler om at der er en så stor grad af cirkularitet, ved at materialer og produkter genbruges igen og igen, og som dermed skaber en mindre efterspørgsel på nye ressourcer (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16). Andet princip er; 'Slowing resource loops' eller 'forsinket ressourcekredsløb', der handler om at forsinke processen for at anvende nye ressourcer, ved at bibeholde en ressource i så lang tid som muligt, ved f.eks. at genanvende og recirkulere en ressource over tid (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16). Det tredje og sidste princip, som er lidt mere bred - er; 'Narrowing

resource loops' eller 'indsnævret ressourcekredsløb', der handler om at ændre produktions- eller forbrugsmønstre inden for ressourcer, materialer og produkter, og dermed anvende færre materialer ved at ændre adfærd for forbrug, men det handler f.eks. også om at anvende mere effektive produktionsteknologier (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16). De tre principper for den cirkulær økonomi inddrages, da de kan bidrage til hvordan optimering af vandressourcer kan effektiviseres.



BILLEDE 2 - EGET FOTO AF KALUNDBORG FJORD MED ASNÆSVÆRKET OG KALUNDBORG REFINERY I BAGGRUNDEN.

Cirkulær økonomi kræver at både det offentlige og det private kan samarbejde, og et sådant samarbejde kan f.eks. ske gennem en industriel symbiose der fremmer både den økonomiske, den miljømæssige og den sociale udvikling (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21).

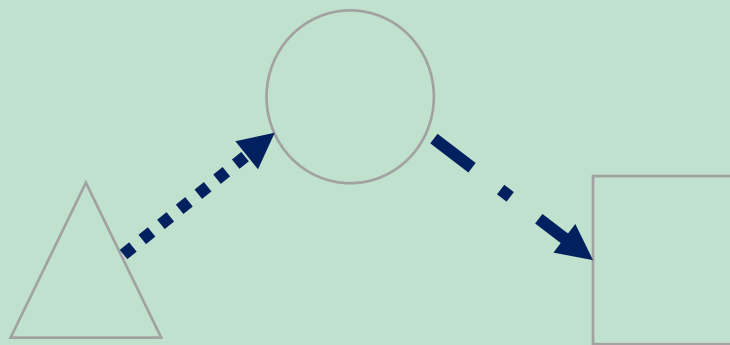
Marian Chertow og John Ehrenfeld, beskriver i artiklen 'Organizing Self-Organizing Systems - Toward a Theory of Industrial Symbiosis', at nøglen til at skabe succesfulde industrielle symbioser, sker ved at samarbejde og have en synergi af muligheder inden for en kortere geografisk afstand, og så kan samarbejdet sagtens opstå mellem mange forskellige aktører. Samarbejdet sker ofte gennem motivation og tit efter en selv-organisering, hvor selv-organisering skal forstås som en proces, hvorved systemer af forskellige enheder danner stabile strukturer på tværs af f.eks. organisationer (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 15). Her oparbejdes der muligheder for ressourcegenbrug oftest gennem et økonomisk incitament, men også med et miljømæssigt- og socialt perspektiv (Chertow M. R., 2007, s. 12). Omdrejningspunktet er en udveksling af f.eks. vand, energi og materialer, samt en udnyttelse af netværksfordele (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 13). Udvekslingen af ressourcer kan have mange fordele som f.eks. minimeringer af forbruget af råvarer, energi eller affald, reduktion af CO₂, reduktion af omkostninger ved behandling af affald og skabelse af nye arbejdspladser (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21).

Det symbiotiske partnerskab i industrielle symbioser består som oftest af tre primære muligheder for udveksling af ressourcer. 1) Udveksling af materialer fra andre virksomheder til substitution for jomfruelige materialer. 2) Deling af infrastruktur som f.eks. energi, vand og spildevand, og 3) Deling af services som f.eks. transport af materialer (Chertow M. R., 2007, s. 12). Samarbejdet kan således opstå af forskellige grunde, som f.eks. har økonomiske fordele, for at

møde miljømæssige udfordringer, ved at der er mangel på en ressource eller for at reducere affald til forbrænding og deponi (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 2).

Definition på en industriel symbiose

Chertow definerer en industriel symbiose som bestående af mindst tre forskellige enheder der udveksler mindst to forskellige ressourcer, f.eks. som vand, energi og materialer (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 15). Ved at involvere tre enheder, hvoraf ingen primært beskæftiger sig med en genbrugsorienteret forretning, begynder 3-2 heuristikken at genkende komplekse sammenhænge snarere end lineære envejsudvekslinger, og dermed dannes en symbiose (se Figur 3) (Chertow M. R., 2007, s. 12).



FIGUR 4 - EKSEMPEL PÅ EN 3-2 SYMBIOSE SOM INVOLVERER MINIMUM TRE FORSKELLIGE ENHEDER DER UDVEKSLER MINDST TO FORSKELLIGE RESSOURCER (CHERTOW M. R., 2007, S. 12).

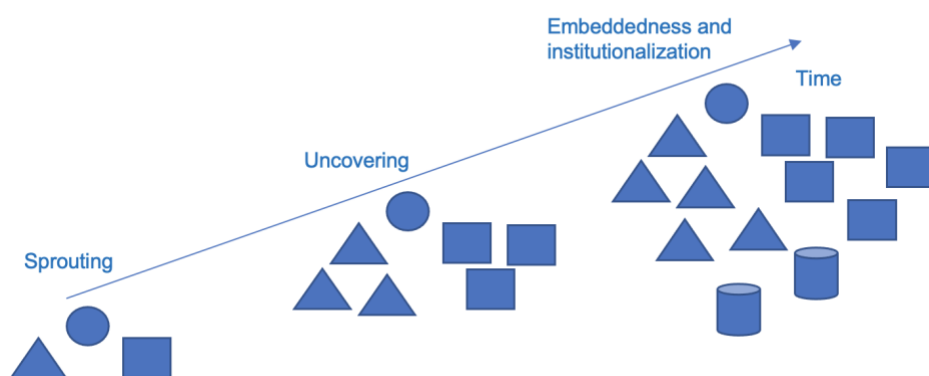
Der er ikke en decideret model der kan anvendes til at opstarte en industriel symbiose, men aktører der producerer en stor mængde af reststrømme i et kontinuerligt flow, er især disponeret for at indgå i partnerskaber som kan fremme både miljømæssige og økonomiske forhold (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 18). Men ifølge tidligere studier, er opstart af en industriel symbiose mest drevet af de økonomiske fordele ved en øget konkurrenceevne, eller ved at det kan undgås at der betales forskellige typer af afgifter for f.eks. affald. Miljømæssige og sociale årsager er de fleste gange drevet ved at myndighederne herigennem kan hjælpe med at fremme industrielle symbioser, ved at støtte udviklingen af den industrielle symbiose med initiativer som f.eks. infrastruktur for energi og spildevand (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21).

En industriel symbiose kræver forsyningsikkerhed, og der skal både skal være en vis kvantitativ mængde og en vis kvalitativ mængde når der indgås et partnerskab. Samarbejdet kan være under forhold som er meget komplekse, men vil bedst eksistere hvor der udvises en adaptiv tilgang, og hvor der dermed udvikles en tillid til hinanden over tid (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 15). Desuden har det vist sig at tillid er nemmest at opbygge over korte geografiske afstande (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21). Den adaptive tilgang er karakteristisk for industrielle symbioser, da det er blevet tillagt udviklingen af en industriel symbiose, at den skal være hurtig omstillende, og kunne efterligne de markeds kræfter som driver efterspørgslen af f.eks. varer eller ressourcer (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 15).

Forsyninger som vand og energi, kræver en større infrastruktur og en større investering, og er ofte svær at erstatte hvis der skulle opstå en mangel, og infrastrukturen skaber dermed en større risiko og sårbarhed hvis der er mangel på den

pågående forsyning. Derfor er det tit affald som der bringes ind i et partnerskab i en industriel symbiose (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21). Dog har undersøgelser vist at sårbarheden falder, når der er flere virksomheder i den samme symbiose der tilbyder den samme type forsyningen f.eks. som i KS, hvor der er mange som er afhængige af en større andel af infrastrukturen af både energi, vand og affald. Da netværket er så stort, er der derfor mulighed for at der kan findes alternativer hvis der er mangel på en ressource, og dermed mindskes sårbarheden for et eventuelt kollaps af en forsyning (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21).

Men hvordan udvikles så en industriel symbiose? Udviklingen af en industriel symbiose sker ifølge Chertow og Ehrenfeld, ved den interaktion der opstår mellem de aktører der er tilknyttet symbiosen, hvor det kan tage op til mange år at udvikle et tillidsfuldt samarbejde (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 18). Chertow og Ehrenfeld har et teoretisk bud på, hvordan det sker gennem en tre-trins modenhedsmodel for selv-organiserende industrielle symbioser. De tre trin er; 'sprouting', 'uncovering' og 'embeddedness and institutionalization', der beskriver hvordan et symbiotisk samarbejde opstår og udvikler sig over tid (se Figur 4) (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 19). Overgangen mellem de forskellige trin er ikke lineær, således er der ikke en grænse for antal samarbejdspartnere der definerer et trin, men er en mere uklar (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 19).



FIGUR 5 - EGEN ILLUSTRATION AF DE TRE TRIN I UDVIKLINGEN AF EN INDUSTRIEL SYMBIOSE (CHERTOW & EHRENFELD, 2012, S. 19).

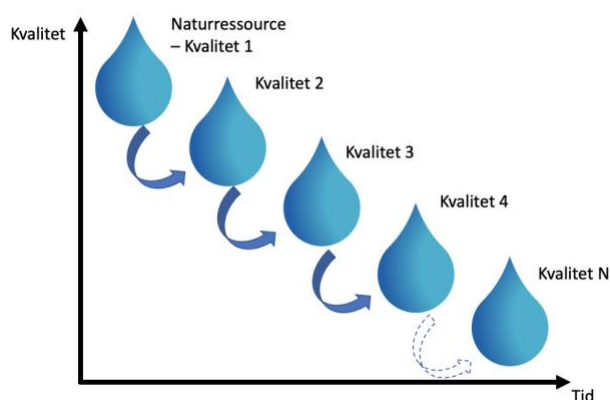
Udviklingen gennem de tre trin består af; 1) 'Sprouting', der skal forstås som at en mulighed for en symbiose begynder at spire ved at virksomheder udveksler ressourcer på tilfældige og forskellige baggrunde (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 19). 2) 'Uncovering', der skal forstås som at positive miljømæssige og økonomiske fordele udvikler sig ved en organisering, og ved at der er 'champions' der skaber normer og overbevisninger der bliver fælles for de involverede parter, og at der begynder at udvikle sig en mere samarbejdsvillig kultur, hvor begrebet værdi begynder at udvide sig til også at indeholde flere og flere miljømæssige handlinger. Trin to ville ikke fremkomme hvis ikke der allerede var et trin ét (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 20). 3) I det tredje trin 'embeddedness and institutionalization' indgår både private og offentlige institutioner og selv den symbiotiske interaktion betragtes som en institution, hvor også social kapital kommer i spil (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 21-22). Her defineres social kapital som det der er med til at danne relationer som netværk, normer og tillid, og som er med til at facilitere koordineringen og samarbejdet i den industrielle symbiose. Social kapital kan derfor have indvirkning på mange gensidige fordele, og er med til at skabe vækst og udvikling af både kvalitet og kvantitet (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 22). Men social kapital kan også medvirke til at normer og solidaritet ikke må brydes, at der passes særligt på omdømmet og at respekt og stolthed opretholdes uanset hvad (Bowles &

Gintis, 2013, s. 424). Der kan derfor argumenteres for at sociale relationer forener virksomhederne i et sammenhængende og innovativt netværk af samarbejdsforbindelser og alliancer, der også har en vigtig rolle i udviklingen af en industriel symbiose. Det er gennem det sammenhængende netværk at der er en struktur for beslutninger, og det er her at der dannes en retning for udvikling, som har til formål at reducere miljøpåvirkningen fra industriel aktivitet på en økonomisk rationel måde, men som også kan være en fordel for det omkringliggende samfund (Domenech & Davies, 2009, s. 71). En industriel symbiose består derfor bedst ved at samarbejdet sker gennem en 'bottom-up' tilgang, og hvor der handles 'business to business' (B2B). Et samarbejde der formår at fremprovokere en mere bæredygtig forretningstilgang – og derfor ikke kun handler om at opnå en økonomisk gevinst, men om at bibeholde samarbejdet og skabe en bæredygtig produktion (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 24).

4.3 KASKADERING AF VANDKVALITETER

For at sigte mod en mere forsvarlig og effektiv anvendelse af de naturlige vandressourcer som også blev nævnt i det cirkulære princip 'forsinket ressource kredsløb' (Slowing resource loops), kan vand tænkes ind som en kaskadering af forskellige vandkvaliteter (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16). Men det kræver en indsats for at forbedre mulighederne for kaskadeanvendelse i designstrategier, som skal forstås som at der først udnyttes en højværdikomponent, og derefter arbejdes der videre med restprodukterne gennem forskellige trin, og på den måde kan der udvikles flere produkter der kan anvendes som en reststrøm i det rette netværk af aktører (Ellen MacArthur Foundation, 2013) (DTU, 2019, s. 7).

De naturlige vandressourcer i denne undersøgelse er grundvand og overfladevand, der som udgangspunkt udnyttes som højværdikomponenter, trods det at den ene vandkvalitet er mere ren end den anden. Kaskaden af kvalitet skal ses som ekstraktioner der sker over tid, og kan også defineres som sidestrømme, hvor der arbejdes med forskellige trin af restprodukter. Jo længere tid at vandet er i systemet, jo mindre tæres der på de eksisterende naturressourcer (DTU, 2019, s. 7). Kaskadering over tid er set i forhold til kvalitet, og illustreres ved Figur 5:



FIGUR 6 – EGEN ILLUSTRATION AF KASKADEBEGREBET INSPIRERET AF TOBIAS PAPE THOMSEN (DTU, 2019, S. 17).

Kaskadeanvendelse skal understøttes at måden som en naturressource anvendes på, og det efterstræbes at opnå en optimal effekt og skabe værdi for nye værdikæder og dermed bidrage til en vifte af forskellige produkter. Dermed vil kaskadeanvendelsen bidrage til en helhedsforståelse for naturressourcer, som kan være med til at udvikle værdikæden for vand, men også være med til f.eks. at sikre den rette infrastruktur (DTU, 2019, s. 8). Derfor skal et restprodukt hellere ses som en sidestrøm og ikke som et spild eller som affald, da der er mulighed for at sidestrømmene, vil kunne anvendes som nyttige ressourcer, både som produkter og som energi (DTU, 2019, s. 11). Men det vil kræve at produktionen planlægges så det er teknisk muligt at bevare kvaliteten af sidestrømmene, og at sidestrømmen måske kan øges i værdi i takt med at teknologier udvikler effektiviteten af værdikæden (DTU, 2019, s. 23).

4.4 IDENTIFICERING AF VAND OG AF BARRIERER FOR GENBRUG

Spild er en unødvendig eller overdreven brug af ressourcer eller stoffer, der frigives til luft, vand eller jord, og som har potentiale for at kunne skade menneskers og dyrs sundhed eller miljøet (EPA, 2007, s. 2).

Reststrømme eller sidestrømme af ressourcer er igennem metoden Lean, defineret ud fra tre kategorier;

- Energi, vand og materialer
- Forurening og materialer der er udledt i naturen, som f.eks. emissioner og spildevand
- Kemikalier der påvirker mennesker, dyr og miljø under produktion, eller som indgår i produkter og har en miljømæssig påvirkning (EPA, 2007, s. 12).

I undersøgelsen er der fokus på at vand skal indgå i den cirkulære økonomi som et biologisk materiale, og at alle kvaliteter anvendes i et symbiotisk partnerskab. Men vand er ikke kun vand, men er også en ressource som er bære af energi og materialer. Derfor skal vandet indgå i nye innovative designs, der udgør en optimal udnyttelse af den naturressource som har potentiale til at blive kaskaderet til nye kvaliteter. De tre elementer vand, energi og materialer hænger sammen, og er næsten umulige at skille ad, derfor er vandet i denne i denne undersøgelse defineret som et begreb jeg har valgt at kalde 'multifunktioneltvand', der er illustreret i Figur 6.



FIGUR 7 - EGEN ILLUSTRATION 'MULTIFUNKTIONELTVAND'.

Figuren i Figur 6, illustrerer det multifunktionelle vand, hvor den blå pil er vand, den grønne pil er materialer og den røde pil er energi, der associeres med genbrugsikonet fra plastik m.m. Hermed illustrerer ikonet at vandet indeholder flere funktioner. Det multifunktionelle vand vil blive defineret i analysen gennem en udarbejdelse af en vandkortlægning, der

skal være med til at definere et potentielt genbrug af en vandressource, som dermed også vil omfatte energi og materialer.

4.5 REFLEKSION AF TEORI

Klimaforandringer er med til at øge fokus på en bæredygtig fremtid, hvor brugen af naturressourcer skal minimeres. Derfor er teorien om den cirkulære økonomi vigtig at inddrage, for at øge forståelsen for de muligheder og udfordringer som Novo Nordisk står over for i forbindelse med en bæredygtig omstilling. Dog ser den cirkulære økonomi nem, let og forståelig ud i sin udlægning, men kan være svær at definere i praksis. F.eks. kan genbrug være en fordel som produkt, men kan kræve øgede transportudgifter som efterfølgende har indflydelse på udledning af CO₂. Dermed kan genbrug have en større effekt på klimaforandringen end ved at producere nyt. For at opnå den bedste udnyttelse af både naturressourcer og de værdistrømme, tages der udgangspunkt i forståelsen for den industrielle symbiose, som er set ud fra at der kan samarbejdes i et lokalsamfund. Herigennem kan der både opnås miljømæssige, økonomiske og sociale fordele, ved at øge genbrug og genanvendelse af sidestrømme i symbiotiske sammenhænge inden for et kortere geografisk område. Desuden anvendes kaskadering af vand som en ressourceeffektivitet, der skal optimere sidestrømme som både indeholder energi, vand og materialer.

5. KONTEKSTUALISERING

I dette afsnit inddrages politiske overvejelser for en optimering af vand som ressource i Kalundborg Kommune, og der ses på den kommunale planlægning af vandforsyningen samt hvilken rolle Kalundborg Symbiose har for den bæredygtige omstilling, og det omkringliggende samfund.

5.1 KOMMUNAL PLANLÆGNING AF VANDFORSYNING

Kalundborg Kommune formidlede sig tidligere som 'den grønne industri kommune', og havde som mange andre kommuner indgået aftaler om at tilpasse sig klimaforandringer og dermed bæredygtige tiltag. Men der er ikke mange aftaler tilbage. Kalundborg Kommune har tidligere været engageret i 'Convenant of Mayors' som er støttet af EU, men er ikke længere at finde som medlem af borgmesteraftalen (Convenant of Mayors, s.d.). Borgmester aftalen har siden 2009 ellers været mærkesag for Kommunen, ved at kunne sætte mål for energioptimering og erfaringsudveksle både tværkommunalt og med borgere (Kalundborg Kommune, s.d. b). Hvorfor Kommunen ikke længere er engageret i 'Convenant of Mayors' har det ikke været muligt at finde ud af. Kommunen havde også tidligere tilsluttet sig Danmarks Naturfredningsforenings klima-kommune initiativ, og havde dermed forpligtet sig til at nedbringe kommunens CO₂ med minimum to procent om året frem mod 2021, hvilket så reelt set er slut nu (Kalundborg Kommune, s.d. a). Det har ikke været muligt at finde nye mål for Kommunes om nedbringelse af CO₂.

En af de aftaler der er tilbage, er DK-2020 der siden 2011 har fået sat klimaet i søgelyset ved at forsøge at gøre Danmark klimaneutral ved at accelerere den grønne omstilling frem mod 2050. Dog vil de konkrete tiltag som de enkelte kommuner binder sig til, først blive politisk vedtaget medio 2022 (Danske Kommuner, 2021). Ud over DK-2020 har Kommunen i 2017 udarbejdet en strategisk energiplan, der skal mindske energiforbruget frem mod 2035 (Kalundborg Kommune, 2018). En energiplan, som også hænger sammen med at kommunen har mål om at bevare kvaliteten af grundvand, mindske brug af drikkevand, samt arbejde for at fremme genbrug af vand, brug af sekundavand og vandbesparende teknologi (Kalundborg Kommune, 2017 a) (Kalundborg Kommune, 2017 b). I Kalundborg Kommuneplan for 2017-2028 er et af målene at der skal arbejdes på at erhverv kan forsynes med vand af anden kvalitet end drikkevandskvalitet (Kalundborg Kommune, 2017 a) – se boks herunder.

Et af målene i Kalundborg Kommuneplan 2017-2028 er;

"[...] arbejde for at begrænse indvindingen af grundvand til det nødvendige, og arbejde for, at erhverv kan forsynes med vand af anden kvalitet end drikkevandskvalitet, hvor dette er muligt."

(Kalundborg Kommune, 2017 a).

Målet om at begrænse indvindingen af grundvand, har det desværre ikke været muligt at finde status på. Der laves dog overflyvninger over Kalundborg Kommune for at kortlægge fremtidens grundvandsforsyninger og finde ud af hvad

jordlagene består af (Nielsen, 2021). I stedet for at lede efter nye grundvandsressourcer i Kommunen, bliver det interessant at se hvordan Kommunen kan opnå at tænke på tværs af sektorer, og hvordan industrien kan forsynes med vand af anden kvalitet end drikkevandskvalitet – et projekt som pågår i samarbejde med KS, men som ikke er afsluttet endnu (Kalundborg Symbiose, s.d. a).

Kalundborg Forsyning

Kalundborg Forsyning er 100 procent ejet af Kalundborg Kommune, og forsyner industri og husstande med drikkevand samt distribuerer fjernvarme til Kalundborg by (Kalundborg Forsyning, s.d. d). Desuden ejes renseanlægget Kalundborg Renseanlæg også af Kalundborg Kommune, som står for den almindelige biologiske spildevandsrensning, og selskabet Kalundborg Overfladevand renser overfladevand fra Tissø til rensat overfladevand fra Tissø (Kalundborg Forsyning, s.d. d). Kalundborg Forsyning sender årligt omkring 3-3,5 millioner kubikmeter drikkevand ud til deres forbrugere, og 4 millioner kubikmeter overfladevand fra Tissø, til nogle af de store virksomheder i Kalundborg (Kalundborg Forsyning, s.d. d). Ca. 80 % af vandforbruget bruges i industrien og i andre erhverv, men da Kalundborg anvender en større mængde vand, end der kan hentes fra egne kildepladser, modtager Kalundborg Forsyning vand fra Vandfællesskabet Nordvestsjælland, Gørlev Vandværk samt vandværker i Holbæk Kommune (Kalundborg Forsyning, s.d. a). Det skal nævnes at Kalundborg Forsyning er underlagt det såkaldte "hvile-i-sig selv" princip, som betyder, at de ikke må opkræve flere penge, end dem der skal bruges, - og ikke mere end de indtægtsrammer, der er udmeldt af Forsyningssekretariatet (Kalundborg Forsyning, s.d. e).

Økonomi på vandkvaliteter

For også at inddrage den økonomiske betragtning på vandkvaliteterne fra Kalundborg Forsyning, kan det i Tabel 1 ses at der er et incitament for at anvende ubehandlet overfladevand i de processer det kan lade sig gøre, da vandet har den billigste m³ pris.

Vandkvalitet	Pris per m ³ inklusive moms
Drikkevand per m ³	22,46 kr.
Tissøvand per m ³ – ubehandlet overfladevand til industrien	9,59 kr.
Renset Tissøvand per m ³ – behandlet overfladevand til industrien	17,65 kr.

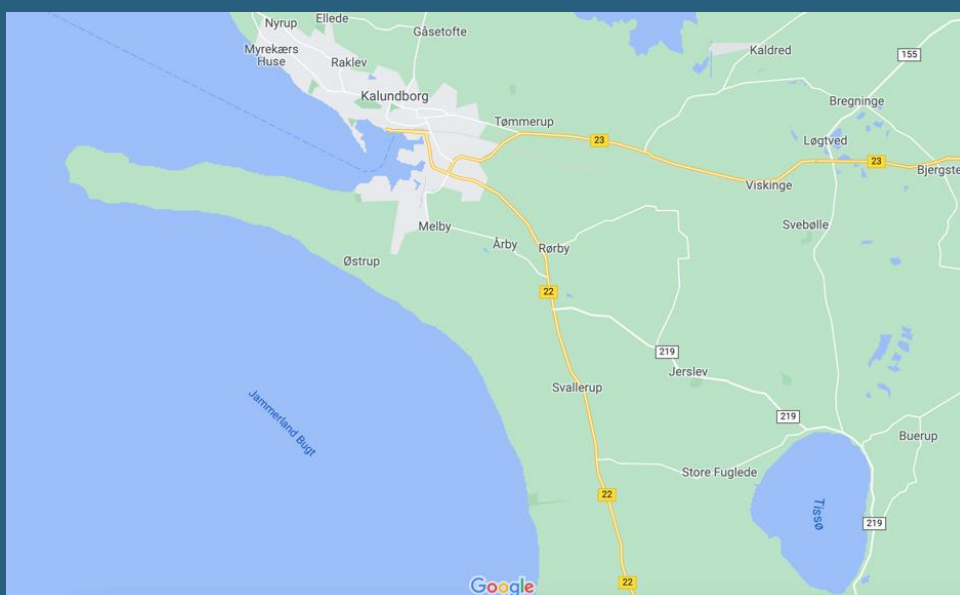
TABEL 1 – PRISER I 2021 PÅ VANDKVALITETER (Kalundborg Forsyning, s.d. h) (Kalundborg Forsyning, s.d. f).

Grundvand

Drikkevand indvindes af grundvand, der pumpes op og behandles på et vandværk. Her ledes grundvandet igennem en vandbehandling hvor det bliver luftet og filtreret inden at det sendes ud til tapning i forbrugernes haner som drikkevand (Miljøstyrelsen, s.d. a). Kommunerne er myndighed på vandforsyningsområdet, og det er dem der fører tilsyn om vandforsyningerne lever op til de krav der er til drikkevandets kvalitet (Miljøstyrelsen, s.d. a). Grundvand skal opfylde de kvalitetskrav der er fastsat i Drikkevandsbekendtgørelsen som er underlagt EU's drikkevandsdirektiv (98/83/EF) (Miljøministeriet, 2021).

Overfladevand fra Tissø

Overfladevand fra Tissø indgår som en vigtig ressource af vand til industrien i Kalundborg, da overfladevandet fra Tissø dermed kan være med til spare på grundvandsressourcerne. Der hentes årligt 4 millioner m³ Tissøvand ind til industrien i Kalundborg gennem en 13 kilometer lang rørledning, som leder det urensede overfladevand fra Tissø direkte til industrien, der f.eks. anvendes til produktion af damp på Asnæsværket og til køling hos Novo Nordisk og Novozymes (Kalundborg Forsyning, s.d. c). En anden del af overfladevandet fra Tissø ledes til overfladevandværket hos Kalundborg Forsyning, der kan rense op til 1.600.000 m³ om året. Det rensede overfladevand fra Tissø anvendes som procesvand hos Novozymes (Kalundborg Forsyning, s.d. c). Tissø er med et areal på 12,3 km² den fjerdestørste sø i Danmark, og bliver betragtet som at have et værdifuldt naturområde og et kulturlandskab (GEUS, 2021). Figur 7 viser beliggenheden af Tissø i forhold til Kalundborg.



FIGUR 8 – KORTET VISER BELIGGENHED AF TISSØ I FORHOLD TIL KALUNDBORG, HVOR EN RØRLEDNING PÅ 13 KM LEDER OVERFLADEVAND FRA TISSØ TIL KALUNDBORG BY (GOOGLE.DK/MAPS) (KALUNDBORG FORSYNING, S.D. C)

I 2021 fornyede Kalundborg Kommune vandindvindingstilladelsen af overfladevand fra Tissø til industrien, således at der de næste 30 år må indvindes op til 6,7 millioner kubikmeter overfladevand fra Tissø hvert år, i stedet for 4 millioner kubikmeter (Kalundborg Kommune, 2017 a). Dette har blandt andet fået Danmarks Naturfredningsforening, Dansk Ornitologisk Forening BirdLife og Danmarks sportsfiskerforbund til at påklage den nye indvinding, da de alle mener at Kalundborg Kommune med den fornyede tilladelse, overskrider EU's vandrammedirektiv og EU's naturdirektiver (Danmarks Naturfredningsforening, s.d. a). Der ventes først afklaring på indvindingen i december 2022 (Info. Kalundborg Forsyning – informant 3). Modsat beskrives det i en undersøgelse fra GEUS i april 2021, at på grund af Tissøs betydelige areal vil en indvinding af vand fra Kalundborg Forsynings anlæg på vestsiden af søen på omkring 7 millioner kubikmeter vand, svare til en vandstandssænkning på mindre end 2 mm pr. døgn, og det defineres at vandbalanceforhold umiddelbart ikke ser ud til at give afgørende forringede forhold mht. kritiske flowstørrelser, dog mangler der viden om hvordan god tilstand for ørreder opnås (GEUS, 2021, s. 14-16). Sagen er endnu ikke afgjort, men

medierne har været med til at skabe stor opmærksomhed omkring Tissø og søens betydning for naturen og miljøet i og omkring Tissø (Danielsen, 2021). De virksomheder som anvender overfladevandet fra Tissø i deres produktion, vil derfor gerne minimere deres anvendelse af Tissøvand, det er også årsagen til at der ses ind i etablering af en fjernkøling (Miljøstyrelsen, 2015, s. 35).

Byplanlægning

Ifølge en rapport fra Niras fra 2015 anbefales en byplanlægning i Kalundborg, hvor der tages hensyn til virksomhedernes anvendelse af grundvand og især potentielle grundvandstruende virksomheder og anlæg, her skriver Niras at det; 'kræver en konkret vurdering og supplerende redegørelse' (Niras, 2015, s. 24). Det har ikke været muligt at finde ud af om rapporten fra Niras bliver anvendt i byplanlægningen.



BILLEDE 3 - HELIX-LAB, KALUNDBORG SYMBIOSE (EGET FOTO).

5.2 KALUNDBORG SYMBIOSE

Tæt på Site Kalundborg har KS arbejdsplads i bygningen, Helix Lab - der ud over KS også huser specialestuderende fra fortrinsvis linjer med bioteknologi der arbejder med deres speciale i samarbejde med industrien i Kalundborg. Bygningen er blandt andet sponsoreret af Novo Nordisk Fonden, som stiller laboratorier og kontorfaciliteter til rådighed for de kandidatstuderende der er tilknyttet Helix Lab (Se Billede 3). Bygningen er blandt andet sponsoreret af Novo Nordisk Fonden (Helix Lab, 2020).

KS så allerede udfordringer omkring ressourcer for mange år siden, for den industrielle symbiose startede nemlig på baggrund af sparsomme grundvandskilder – som er meget apropos problemstillingen i dag, ved at raffinaderiet og Asnæsværket gik sammen i 1961 om at anvende overfladevand fra Tissø i stedet for drikkevand i deres processer og de dannede dermed en symbiose – og en tilfældig økonomisk og miljømæssig fordel udviklede sig (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 18) (Mortensen, 2018). Herefter spirede 'Sprouting' den industrielle symbiose sig stille og roligt, fra at være få virksomheder der udvekslede ressourcer, til at flere virksomheder kunne se fordelene ved samarbejdet. I 1982 blev NN medlem af KS, og der udvikles sidenhen en samarbejdsvillig kultur, hvor de miljømæssige fordele fik større og større vægtning, og dermed bevægede symbiosen sig fra udviklingstrin ét 'Sprouting' mod udviklingstrin to; 'Uncovering' i Chertow og Ehrenfelds udviklingsmodel for industrielle symbioser (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 19). Ved at få en større og større miljømæssig gevinst anerkendes KS også gennem offentligheden for deres indsats, og KS bliver opmærksom på den værdi som de miljømæssige gevinster har for partnerne i KS, også omhandler den omtale partnerskaberne får og er en fordel for virksomhedernes branding (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 21).

En af de vigtige milepæle i KS historie, er at der i 1989 udarbejdes en rapport omkring KS, som gør at KS efterfølgende bliver internationalt kendt som en industriel symbiose. En rapport der synliggør at KS gennem en multi-stakeholder proces, har bevæget sig fra en selv-organisering til at have økonomiske fordele ved at have sin egen forsyningsikkerhed af vand og energi gennem partnerskabet (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 20).

Selve KS har en koordinerende rolle i den industrielle symbiose, og består af en sekretariatschef samt fire medarbejdere som understøtter forretningen med forretningsudvikling, projektledelse, samt at have løbende kontakt til uddannelsesinstitutioner. Medarbejderne er blandt andet med til at indgive ansøgninger til støtte for innovative projekter, som f.eks. støttes gennem Energistyrelsen, Interreg samarbejde, Nordic Innovation, MUDP (Miljø teknologiske Udviklings- og demonstrationsprogrammer) samt EU (Info. KS – informant 18). Desuden driver medarbejderne også flere projekter ved at være projektledere, som bl.a. er med til at formidle kontakten mellem virksomheder, uddannelsesinstitutioner og myndigheder.

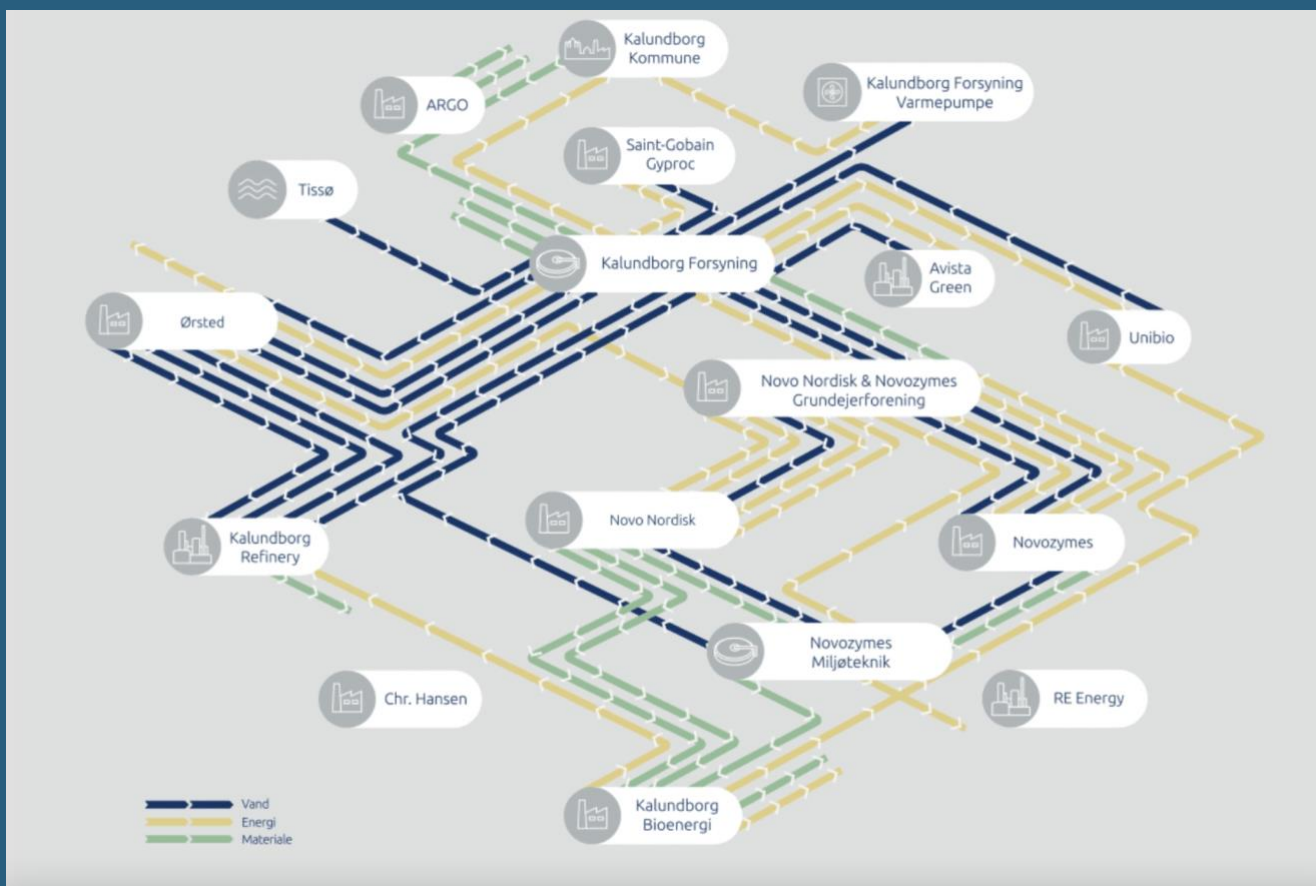
I de seneste par år har KS haft en eksplosiv vækst af medlemmer; i marts 2020 blev Kalundborg Bioenergi fuldgældigt medlem og Unibio blev associeret medlem, i maj 2021 blev Chr. Hansen fuldgældigt medlem og i januar 2022 indtrådte RE Energy som associeret medlem. Det vil sige at på 2 år er KS vokset med 40 pct. i antal medlemmer, og formentlig

er der flere partnere på vej (Kalundborg Symbiose, s.d. b). Derfor består KS i dag af et partnerskab mellem fjorten virksomheder, alle med tilknytning til Kalundborg. Partnerne kan være fuldbyrdede medlemmer eller associerede medlemmer, men det er kun fuldbyrdede medlemmer som har en plads i bestyrelsen (Kalundborg Symbiose, s.d. b).

Partnerne i KS er;

Argo, Avista Green, BioPro, Chr. Hansen, Kalundborg Refinery, Kalundborg Bioenergi, Kalundborg Forsyning, Kalundborg Kommune, Novo Nordisk, Novozymes, Re Energy, Saint-Gobain Gyproc, Unibio og Ørsted (Kalundborg Symbiose, s.d. b).

Når der stemmes i bestyrelsen, skal mindst halvdelen af medlemmerne være til stede – og ved stemmelighed, er det formandens stemme der gør udslaget, dog er den ret endnu ikke blevet anvendt (Info. KS – informant 18 (Kalundborg Symbiose, s.d. e). Der er desuden nedsat et Advisory Board, som skal vejlede bestyrelsen i at udvikle samarbejdet, finde nye forretningspartnere samt se ind i forskning og implementering af nye innovative teknologier (Info. KS – informant 18). Advisory boardet består af medarbejdere fra KS samt medlemmer fra bestyrelsen som løbende skiftes ud med andre medlemmer af bestyrelsen, for at få nye perspektiver på beslutninger. Desuden deltager også medarbejdere fra de forskellige partners organisationer, for at få en så bred tværfaglig kommunikation som muligt, og for at hele tiden at kunne bringe nye input til innovative forslag i spil (Info. KS – informant 18). Som bestyrelsesformand for KS, sidder Novo Nordisk, Kalundborg produktionsdirektør Michael Hallgren. Det er en bestyrelsespost som NN har haft i mange år, og som har til opgave at fremme erhvervssamarbejdet, samt uddannelsesmuligheder i form af en strategisk bæredygtig værdiskabelse i Kalundborg Kommune, men som også skal være med til at udbrede budskabet omkring den industrielle symbioses fordele både nationalt og internationalt. Som sker ved at KS mødes med myndigheder, virksomheder, uddannelsesinstitutioner og forskere (Krausing & Fischer, 2018, s. 4). Hallgren modtog som bestyrelsesformand på vegne af Kalundborg Symbiose, prisen af en 'WIN WIN Gothenburg - Sustainability award' i 2019, som tidligere er blevet tildelt bl.a. Kofi Annan, Al Gore og Gro Harlem Brundtland (<http://www.symbiosis.dk/sustainabilityaward/>). For at brande KS og Kalundborg løfter Hallgren også andre opgaver, og er aktiv i forbindelse med at få flere uddannelsesinstitutioner til Kalundborg, således at udviklingen af Kalundborgs erhverv kan fortsætte. Her skal de studerende være med til at inspirere og drive afprøvning af nye teknologier (Helix Lab, 2020). En anden milepæl som Hallgren også har været medvirkende til, er at der er blevet etableret en ny togstation (Biotekbyen, Kalundborg Øst) tæt ved Site Kalundborg, så medarbejdere har mulighed for at tage toget på job. En vigtig politisk agenda, har for Hallgren også været at italesætte behovet for at der bliver etableret en motorvej til Kalundborg (Skel, s.d.) (tv2east, 2018). NN og Site Kalundborg har derfor en betydelig rolle i forhold til hele udviklingen af Kalundborg som samfund.



FIGUR 9 - OVERSIGT OVER DE RESTSTRØMME DER UDVEKSELS MELLEM PARTNERNE I KALUNDBORG SYMBOSE, APRIL 2022 (KALUNDBORG SYMBOSE, S.D. B).

I KS er der fokus på reststrømme (sidedstrømme), som kan ses i det komplekse netværk af infrastruktur for energi, vand og materialer (se Figur 8). Delingen af sidedstrømme er medvirkende til at konkurrenceevnen kan øges hos partnerne der udnytter hinandens restfraktioner eller biprodukter. Det sker ved at strømmene kan indgå som en ressource eller en råvare i en anden partners produktion, her er filosofien at den ene virksomheds affald er en anden virksomheds ressource (Miljøstyrelsen, 2015, s. 13). Kalundborg Symbioses mission, er at skabe en bæredygtig udvikling gennem visionen om at være verdens førende industrielle symbiose med en cirkulær tilgang til produktion, der arbejder efter de strategiske mål om at 'forny', 'forbind' og 'formidl' (Kalundborg Symbiose, s.d. d).

Der kan ud fra udvekslingen af sidedstrømme eller reststrømme i det komplekse netværk af infrastruktur for energi, vand og materialer, samt deling af services som transport af overfladevand fra Tissø - argumenteres for at KS er en dybt forankret industriel symbiose som er nået til det øverste trin 'embeddedness and institutionalization' i udviklingen af en industriel symbiose (Chertow & Ehrenfeld, 2012, s. 21-22). I min optik, er KS er godt på vej ind i trinnet, idet der stadig er masser af potentialer for udvikling af symbiosen både gennem nye teknologier, nye samarbejdspartnere og nye initiativer som også understøtter en samfundsmæssig udvikling der skaber opmærksomhed til at adfærden ændres for hvordan ressourcer kan opnå en øget recirkulering.

6. CASE: NOVO NORDISK

De kerneydelser som NN i Kalundborg leverer, er i form af produktion af API (aktive farmaceutiske ingredienser), som gør at der kan produceres orale og injicerbare medicinale produkter. Der er stor fokus på selve produktionen, da NN er ansvarlige for at leveringen af API er stabil, og at der er en fortsat støt voksende vækst i produktionen hvert år (Novo Nordisk, 2021). For at kunne producere anvendes forskellige typer af vandkvaliteter, som alle er vigtige for at kunne opretholde en kontinuerlig levering af produkter. For at kunne producere anvendes selvfølgelig også forskellige teknologier, som gør at der kan doseres, kontrolleres og analyseres på de produktionsbehov som der udføres i produktionsområderne. Det er processer som der gemmes data på, og som der trendes på, for at få det bedst mulige ensartede resultat ud af et produkt, og som dermed kontrollerer at produkterne lever op til de kravsspecifikationer der er stillet. NN er i dansk kontekst en stor organisation med mange ansatte, og i dag bliver en stor del af verdensmarkedets insulin produceret i Kalundborg (Novo Nordisk, 2020). Det betyder at NN er en dominerende virksomhed i byen på grund af; dens mange ansatte (cirka 3200 ansatte i december 2021), den arbejdskraft som skabes i byen, og den betydning virksomheden dermed har for Kommunen samt de lokale leverandører, som også nyder godt af at der er en virksomhed der udvikler og investerer i området (Nordicals, 2021).

Novo Nordisk strategi – Circular for Zero

NN har en værdibaseret ledelsesform der tager afsæt i TBL (Triple Bottom Line) der styrkes gennem sociale, miljømæssige og økonomiske præstationer, der er forankret i 'the Novo Nordisk Way' (Kamp, Koch, Buhl, & Hagedorn-Rasmussen, 2005, s. 260). 'Novo Nordisk Way' udtrykker de centrale værdier, der skal styrke kulturen og gøre det nemmere for medarbejdere at agere efter hvilke værdier og ambitioner NN har for virksomheden (Novo Nordisk, s.d. b). Novo Nordisk strategi - 'Circular for Zero', handler om at gøre den cirkulære økonomi til virkelighed; ved at der bliver produceret medicin i balance mellem økonomiske, miljømæssige og samfundsmæssige hensyn, og som handler om; nul miljøpåvirkning fra drift og transport frem mod 2030, at nedbringe CO₂ emissioner til nul og dermed eliminere spild (Novo Nordisk, s.d. a). Det betyder at NN vil være med til at bevare og forbedre naturkapital, ved at optimere ressourceudbyttet gennem en mere effektiv ressource udnyttelse, og dermed fremme en mere cirkulær tilgang til både energi, materialer og vand (Ellen MacArthur Foundation, 2015, s. 6) (Novo Nordisk, s.d. a).

Strategien skal udføres ved at Novo Nordisk skal tilpasse deres forretning til den cirkulære tankegang igennem tre strategiske indsatser: 1) Skift til vedvarende energi, 2) Design af miljøvenlige produkter og 3) Samarbejde med leverandører – de tre indsatser skal tilsammen indfri målene: 93 pct. af affald genbruges, 1 pct. af affaldet sendes til lossepladser, nul CO₂-udledning fra drift og transport inden 2030 samt 100 pct. af elektriciteten skal komme fra bæredygtige kilder (Novo Nordisk, s.d. a). Strategien skal fremmes ved at indtænke FN's verdensmål (SDG'ere) for en bæredygtig udvikling, samarbejde med CDP (Carbon Disclosure-system) for at styre miljøpåvirkninger, samarbejde med RE100 ved at have forpligtet sig til at anvende 100 pct. vedvarende elektricitet, og desuden også samarbejde med CE100 – en platform som skal fremskynde overgangen til cirkulær økonomi (Novo Nordisk, s.d. a).

Det er et komplekst netværk af strategier og mål, som skal faciliteres, og i sidste ende opfyldes. Der er derfor stor fokus på at virksomheden skal basere sin tankegang på cirkulær økonomi, ved at have fokus på hvordan design kan forlænge produkters levetid, og hvordan NN kan inkludere materialer der understøtter en cirkulær omstilling (European Parliament,

2016, s. 6). Et af de programmer som NN er 'frontrunner' på i Danmark, er recirkulering af insulinpenne, som efter anvendelse af patienter kan returneres gennem apotekerne, således at den plastic og det glas som pennene indeholder, kan blive genanvendt (Novo Nordisk, 2022). Recirkuleringen er et af de mange tiltag som NN introducerer for at opnå en mere bæredygtig produktion. For når NN producerer, efterlades der et miljømæssigt aftryk i form af udnyttelse af ressourcer, og hermed opstår der sidestrømme af 'affald'. Sidestrømmene som der i Kalundborg er mulighed for at udnytte som nye ressourcer i et samarbejde med partnere i Kalundborg Symbiose (Kalundborg Symbiose, s.d. c).

Vandkvaliteter på Site Kalundborg

Siten har sin egen grundejerforening, Grundejer foreningen Hallas Park (GFHP) der i forbindelse med vand distribuerer drikkevand, overfladevand fra Tissø, rensed overfladevand fra Tissø fra Kalundborg Forsyning, samt damp fra Asnæsværket til hele Site Kalundborg. Processpildevandet opsamles i processpildevandskloaker der afledes til Novozymes rensningsanlæg (Info. GFHP – informant 2). Herunder følger en kort introduktion til de forskellige vandkvaliteter på Site Kalundborg.

Drikkevand

Fra GFHP distribueres der rent drikkevand rundt på hele Siten, både til produktion og til sanitære forhold. Drikkevandet der modtages ude i produktionsområderne, har flere anvendelsesformål, blandt andet tilsættes det direkte i produktionen i gæringsprocessen, idet der er behov for kalken fra drikkevandet, for at kunne gære. Det oprensnes også til rensed vand, for at opfylde krav til vandkvalitet når der produceres lægemidler, hvor krav fra farmakopér skal overholdes (DMA, 2022).

Overfladevand fra Tissø

Overfladevand fra Tissø hentes ind i en rørføring fra Tissø til Site Kalundborg, som ledes til produktionsområderne, hvor overfladevandet efterfølgende renses ved at det bliver ledt igennem et sandfilter. Herefter kaldes vandet for gradervand, som anvendes i køletårnene til at nedkøle produktionsprocesser med. Da der sker en fordampning i køletårnene, er der et svind af kølevand, derfor spædes der kontinuerligt op med overfladevand fra Tissø. Desuden anvendes også dampkondensat som spædevand i køletårnene, som GFHP regulerer tildelingen af (Info. GFHP – informant 2). Kalundborg Forsyning distribuerer rensed overfladevand fra Tissø til Site Kalundborg, men denne vandkvalitet anvendes kun af NZ, derfor er den ikke en del af den kvalitet der ses ind i for et muligt genbrug (Kalundborg Forsyning, s.d. c).

Damp forsyning fra Asnæsværket (Ørsted)

Asnæsværket i Kalundborg som ejes af Ørsted, leverer procesdamp til industrien gennem det flisfyrede kraftvarmeanlægget (Blok 6), der kan levere 129 MJ/s ved at anvende træflis til at opvarme kedlerne med (Kjær, 2019). Vandet i kedlerne der genererer damp, er overfladevand fra Tissø samt kølevand (overfladevand fra Tissø) fra Kalundborg Refinery som renses bl.a. gennem en ion-bytter, inden at det opvarmes til damp (Ørsted, s.d.). (Info. Ørsted – informant 16). Dampen ledes via de meget synlige grønne rørføringer i Kalundborg by til blandt andet NN og NZ (se Billede 4). Gennem samarbejdet i Kalundborg Symbiose har Asnæsværket siden 1982 leveret damp til Site Kalundborg (Ørsted, s.d., s. 10). Her er det GFHP der distribuerer dampen ud til både Novozymes og Novo Nordisk produktion (Info.

GFHP – informant 2). Der er høje kvalitetskrav til dampen som nøje kontrolleres af Ørsted inden at det sendes afsted GFHP som også kontrollere dampen når den modtages.



BILLEDE 4 – DE GRØNNE RØRFØRINGER I KALUNDBORG BY DER DISTRIBUTUERER DAMP FRA ASNÆSVÆRKET (EGET FOTO).

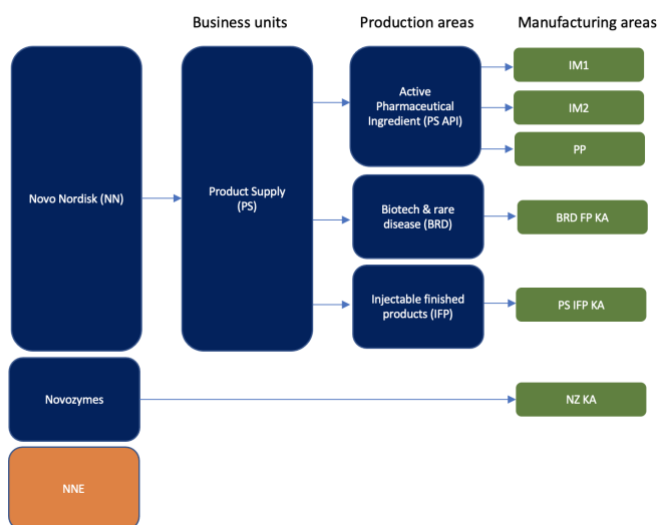
Spildevand

Alt processpildevand fra produktionsenhederne på Siten afledes til det interne rensningsanlæg, Novozymes Rensningsanlæg (Miljøstyrelsen, 2021 a, s. 6). Da processpildevandet indeholder kemiske rester og miljøfremmende stoffer som er svært nedbrydelige, for renses vandet inden at det ledes videre til Kalundborg Rensningsanlæg (Info. NZ – informant 4).

Produktionsenheder

På Figur 9 ses alle produktionsenhederne og hvilke produktionsområder de hver især er tilknyttet til på Site Kalundborg. NNE der er en rådgivende ingeniørvirksomhed har kontorer på Siten da de er tilknyttet den farmaceutiske industri, men har kun et sanitært forbrug af vand, derfor fremgår de ikke i analysen (Info. GFHP – informant 2).

Site Kalundborg



FIGUR 10 - EGEN OVERSIGT OVER PRODUKTIONSENHEDER PÅ SITE KALUNDBORG.

I hver af de eksisterende produktionsområder er der et forskelligt antal bygninger tilknyttet, men i de næste mange år vil der komme nye produktionsenheder da NN fortsat udvider sine produktionsfaciliteter. Det betyder blandt andet at der bliver bygget nye produktionsenheder som f.eks. projektet i IM2 (AF), og projektet PPV (Nordicals, 2021). Et centralt element i de miljøgodkendelser der er givet til opførsel af de nye bygninger, er BAT (Best Available Techniques), hvor NN skal forholde sig til at begrænse f.eks. forurening ved at implementere teknologier der er de bedst tilgængelige teknikker, således at miljøbeskyttelsesloven stadig overholdes (Miljøstyrelsen, s.d. c). Da der således i nye produktionsfaciliteter er optimerede miljømæssige hensyn, er forøgelsen af vandforbruget ikke helt lig med den ekstra kapacitet som en produktionsenhed kan producere, da nye teknologier er med til at sparre på forbruget af f.eks. vand (Info. NN – Informant 12). Men udvidelsen med de nye produktionsenheder, vil dog stadig medføre en forøgelse af de forskellige vandkvaliteter der anvendes på Siten.

7. ANALYSE

Analysen er delt op i tre dele, hvor der i 'Analyse del 1' først gives et indblik i aktørernes rolle i forbindelse udarbejdelsen af en vandværdikæde. Dernæst analyseres krav til myndigheder samt kvalitetskrav, der kan påvirke genbrug af forskellige vandkvaliteter. Desuden ses der på fordelingen af vandforbruget på Site Kalundborg i de forskellige vandkvaliteter. I 'Analyse del 2' udarbejdes en vandkortlægning inden for et indsnævret produktionsområde, som kan identificere hvad de forskellige vandkvaliteter anvendes til i produktionen, og hvordan de interagerer med hinanden. Gennem 'Analyse del 3' inddrages cirkulære principper, og de to tidligere analysedele, er en forudsætning for at en bestemt sidestrøm kan genbruges i en intern kontekst eller ved et samarbejde med en partner i KS.

7.1 ANALYSE DEL 1

I første analysedel udarbejdes en vandforsyningsværdikæde som inddrager aktørernes rolle i forbindelse med vandstrømme på Site Kalundborg, desuden specificeres de krav der er til kvalitet og krav til myndigheder i forbindelse anvendelse af vand. Dernæst anvendes data til at udarbejde en fordeling af det samlede forbrug af vand, det drejer sig om forbrug af drikkevand, overfladevand fra Tissø, rensed overfladevand fra Tissø samt damp. Hvor forbruget af vandstrømmene er indekseret, da mængder som ikke er fra NN, er fortlørlige. Data skal understøtte argumentationen for at udpege en vandressource der kan anvendes i et muligt vandgenbrug.

7.1.1 VANDVÆRDIKÆDE

For at belyse omfanget af anvendelse af forskellige vandkvaliteter på Siten, dokumenteres infrastrukturen for vand, ved at have indhentet information gennem interviews af informanter fra NN, GFHP, NZ, Ørsted og Kalundborg Forsyning (Informant 1, 2, 3, 4, 6 og 16). Der er taget udgangspunkt i NN og NZ, derfor er der ikke medtaget øvrige vandkvaliteter for aktører der ikke er på Kalundborg Siten. Mængderne er defineret som en samlet mængde for NN og NZ fra 2021, og oplyses under GFHP i Tabel 2. Alle vandkvaliteter der gennemstrømmer Site Kalundborg, sker gennem seks aktører, som er listet op sammen med de vandkvaliteter der ledes ind til og ud fra den enkelte aktør (se Tabel 2).

Aktør	Vandkvaliteter ind	Vandkvaliteter ud
Kalundborg Forsyning	Grundvand Overfladevand fra Tissø For-renset spildevand	Drikkevand Renset overfladevand fra Tissø Renset spildevand til recipient
Asnæsværket, Ørsted	Overfladevand fra Tissø Gradervand fra Kalundborg Refinery	Damp
Novo Nordisk Grundejer forening (GFHP)	Drikkevand 2.186.713 m ³ Overfladevand fra Tissø 511.116 m ³	Drikkevand 2.186.713 m ³ Overfladevand fra Tissø 511.116 m ³

Aktør	Vandkvaliteter ind	Vandkvaliteter ud
	Renset overfladevand fra Tissø 1.440.340 m ³ Damp 261.646 m ³ Kondensat fra damp i produktionen 105.261 m ³	Renset overfladevand fra Tissø 1.440.340 m ³ Damp 261.646 m ³ Kondensat til forbrugsformål, køletårne og temperaturregulering af damp 105.261 m ³
Novo Nordisk (NN)	Drikkevand Overfladevand fra Tissø Damp	Processpildevand Kondensat
Novozymes (NZ)	Drikkevand Overfladevand fra Tissø Renset overfladevand fra Tissø Damp	Processpildevand Kondensat
Novozymes Rensningsanlæg	Processpildevand	For-renset spildevand

TABEL 2 - AKTØRER OG DERES VANDKVALiteter I VANDVÆRDIKÆDEN FOR SITE KALUNDBORG













Mængden af kondensat fra 2021 på 105.261 m³ der er modtaget hos GFHP, kan opsplittes i kondensat til forbrugsformål 7.762 m³, til dampomformere 18.507 m³ og som spædevand til køletårne på 78.992 m³.

De ovenstående aktørers vandkvaliteter giver tilsammen en pulje af ti forskellige vandstrømme som modtages og afledes på Site Kalundborg som jeg har illustreret med hver deres farve (se Figur 10).



FIGUR 11 - OVERSIGT OVER VANDKVALiteter PÅ SITE KALUNDBORG, HVER KVALITET MED SIN FARVE.

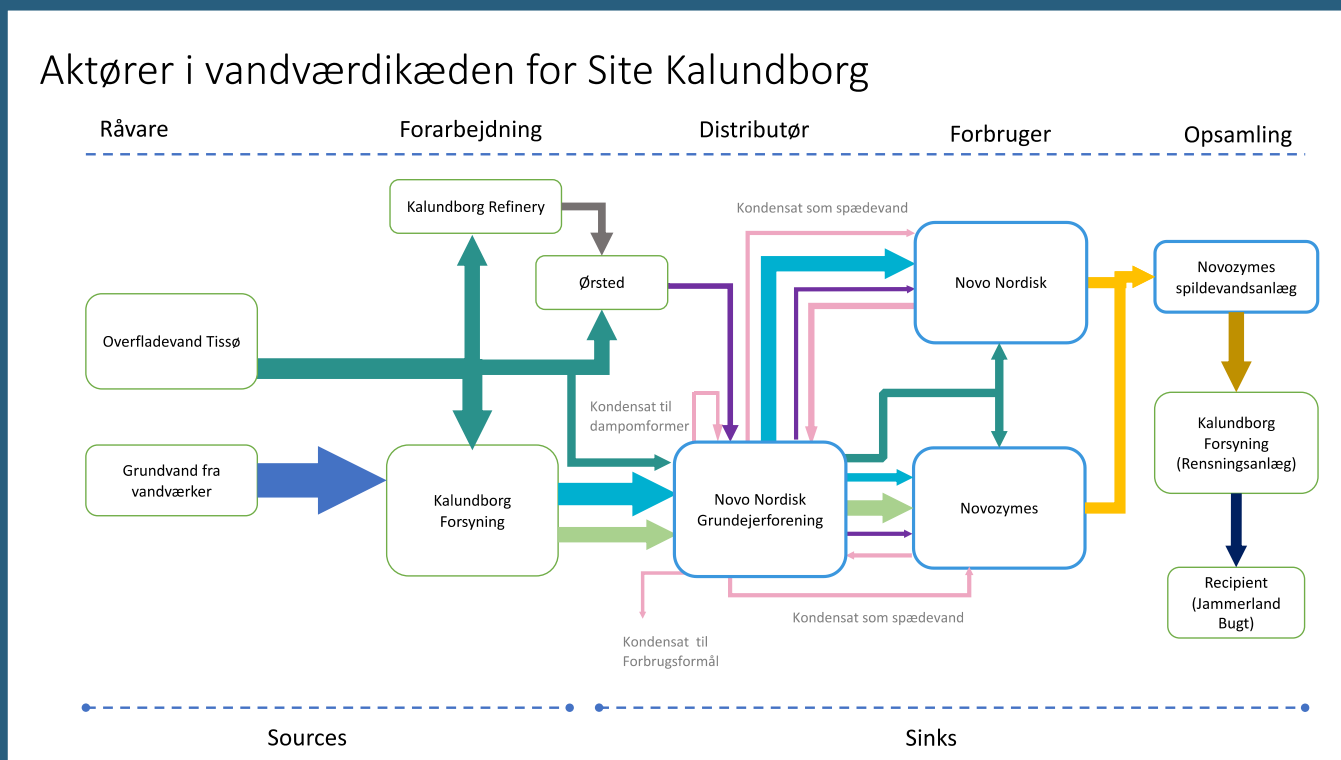
For at beskrive sammenhængen mellem de forskellige vandkvaliteter og aktørerne, er strømmene forklaret i Tabel 3, hvor pilene i venstre side illustrerer vandkvaliteterne fra Figur 10.

Ressource	Beskrivelse
   	<p>Grundvand forarbejdes til drikkevand hos Kalundborg Forsyning der ledes til GFHP og efterfølgende ud til produktionsenhederne og øvrige forbrugere på Siten. Her indgår også sanitærtvand som ledes direkte til kommunespildevand efter brug.</p> <p>Overfladevand fra Tissø ledes direkte til GFHP og videre ud til produktionsenhederne, der leder vandet gennem et sandfilter for derefter at anvende overfladevandet som gradvand (kølevand) i køletårnene.</p> <p>Overfladevand fra Tissø bliver til rensed overfladevand hos Kalundborg Forsyning, og distribueres videre til GFHP, som leder vandet til Novozymes der anvender det rensede overfladevand i deres processer.</p>
  	<p>Efter endt brug af drikkevand i processen sendes processpildevandet fra både NN og NZ til opsamling af processpildevand hos Novozymes Rensningsanlæg, der for renser processpildevandet og afleder det til Kalundborg Forsyning.</p> <p>Derefter sker endnu en rensning, og sluttelig udledes det rensed spildevand til recipient.</p>
    	<p>Overfladevand fra Tissø ledes også til Kalundborg Refinery for at blive anvendt i køletårnene på raffinaderiet. Når det er blevet anvendt som kølevand, sendes det videre til Asnæsværket, Ørsted som renser vandet inden at det sammen med overfladevandet anvendes til damp. Vandet opvarmes når der fyres med flis på Asnæsværket, og dermed genereres der damp som distribueres til blandt andet GFHP, og derfra videre ud til produktionsenhederne på Siten både hos NN og NZ.</p> <p>Når dampen køles ned ved anvendelse i processen, bliver den til dampkondensat som returneres til GFHP til brug for at mætte ny indkommen damp, således at temperaturen kan reguleres på den damp der modtages fra Asnæsværket. Noget af kondensatet udnyttes også til at afgive varme til fjernvarmenettet, til brugsvand på Siten, samt til vask. Det resterende kondensat ledes til Siten køletårne som spædevand (kølevand).</p>

TABEL 3 – VANDKVALITETERNES SAMMENHÆNG PÅ SITE KALUNDBORG.

De kortlagte vandkvaliteter fra Tabel 3, er efterfølgende illustreret i oversigten 'Aktører i en vandværdikæde for Site Kalundborg' som kan ses i Figur 11, og som viser de forskellige vandkvaliteter der cirkuleres på Site Kalundborg med inspiration fra Porters værdikæde (Ruan, 2020, s. 2).

Udarbejdelsen af vandværdikæden giver et overblik over aktørernes rolle som er opdelt i aktører der afsender en vandkvalitet, der defineres som 'sources', og i aktører der modtager en vandkvalitet efter at den er blevet kaskaderet til ny kvalitet, der defineres som 'sinks'.



FIGUR 12 - AKTØRER I VANDVÆRDIKÆDEN FOR SITE KALUNDBORG (DE BLÅ BOKSE).

Pilenes tykkelse i Figur 11, illustrerer størrelsen på mængderne, dog er mængderne af grundvand til Kalundborg Forsyning samt overfladevand fra Tissø til Kalundborg Refinery og Ørsted, og gradvand fra Kalundborg Refinery til Ørsted estimerede mængder (Informant 1, 2, og 3). Ligeledes er afledning af spildevand fra Kalundborg Forsyning. I Figur 11 tydeliggøres det også at alle vandkvaliteter distribueres ud til produktionenhederne gennem GFHP som er hoveddistributør på Site Kalundborg (Info. GFHP – informant 2).

Analysen af vandværdikæden bidrager til en bedre forståelse af hvordan vandressourcer bearbejdes og distribueres, og dermed også hvilken aktør der har hvilket ansvar. Desuden viser vandværdikæden det komplekse netværk af udnyttelse og afledning af forskellige vandstrømme der interagerer med hinanden, og at der både distribueres små mængder på omkring 100.000 m³ og meget store mængder som er over 1.000.000 m³.

7.1.2 KRAV TIL GENBRUG AF VAND

Krav til vand skal overholdes i forbindelse med at en vandressource ønskes genbrugt eller genanvendt, og for at uddybe kravene til de forskellige vandkvaliteter, er der indhentet information gennem interne kravsspecifikationer samt gennem informanterne (Informant 2, 3, 4, og 9). I det at NN ikke anvender rensset overfladevand fra Tissø, ses der på krav til tre vandkvaliteter; drikkevand, overfladevand fra Tissø samt damp.

Krav til drikkevand

Der stilles særlige kvalitetskrav til drikkevand i Danmark, der ifølge lovkravene i 'Drikkevandsbekendtgørelsen' skal overholdes. Det er krav som bygger på principper fra EU's Drikkevandsdirektiv (Miljøstyrelsen, s.d. a) (EU, 1998). Ifølge myndighedskrav til lægemidler, skal fødevand til produktionsanlæggene der er direkte kontakt med produkt, være i overensstemmelse med EU's drikkevandsdirektiv og dansk lovgivning, derfor må der kun anvendes drikkevand i produktionen af lægemidler (EU, 1998). Krav til anvendelsen af grundvand skyldes at *"virksomheder der fremstiller lægemidler skal anvende grundvand, da der stilles særlige sundhedsmæssige krav til vandforsyningen"* (Drikkevandsbekendtgørelsen, kap. 1 stk. 3) (Miljøministeriet, 2021). Det er trods det, at der findes teknologier der kan rense sekundært vand op til vand der er renere end drikkevand (KU, 2020) (Aquadren Technologies, 2015) (Schultz, 2015). Det betyder blandt andet at definitionen for drikkevand, er at der ikke kan anvendes andet vand end grundvand som udgangspunkt for at kunne kvalificere vandet til drikkevand. Kun undtagelsesvis kan overfladevand anvendes, men det vil kræve en dispensation (Drikkevandsbekendtgørelsen, kap. 1) (Miljøministeriet, 2021). NN skal desuden efterleve de fastsatte kvalitetskrav for de produkter der er godkendt i Europa. Det står anført i den europæiske farmakopé, der også har guidelines for vand til farmaceutisk produktion, 'Drinking water regulations of EU' (DMA, 2022). Da NN produkter også er godkendt i USA, skal amerikanske krav også efterleves. Det er krav der står anført i den amerikanske USP (US Pharmacopeia) 'Water for pharmaceutical purposes' som er under FDA's (Federal Drug Agency) (US Pharmacopia, s.d.). Sådan eksisterer der krav fra myndighederne fra de lande hvor NN sælger produkter, som er blevet godkendt til at anvendes af patienter. Dernæst er der også interne kvalitetskrav som produktionen skal efterleve, for at opnå den kvalitet som er defineret i de ansøgninger som produkterne er godkendt baggrund af – disse krav vil ikke blive defineret her, da de er meget omfattende.

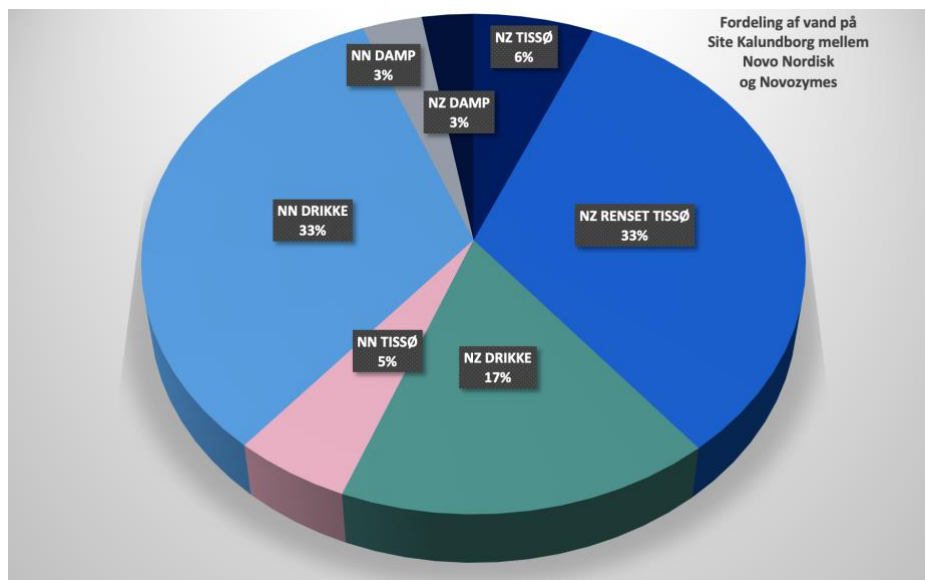
Krav til overfladevand fra Tissø

Overfladevand fra Tissø anvendes til køling i køletårne, men da vandet ikke har kontakt med produkt, er der ikke opsat kvalitetskrav til overfladevandet i forhold til produkt. Vandet renses dog gennem et sandfilter inden brug i køletårne (Info. NN – Informant 7).

Krav til damp/kondensat

NN's specifikationskrav til damp omfatter blandt andet krav til Ørsted om at opfylde grænsen for endotoxiner, TOC og nitrat, og at ledningsevnen skal være mindre end 7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ved 25°C når dampen modtages fra Asnæsværket. Overholdelse af krav til damp er af afgørende betydning for samarbejdet mellem Asnæsværket, Ørsted og NN (samt NZ), da dampen har en stor betydning for produktion af produkter (Info. NN – informant 7).

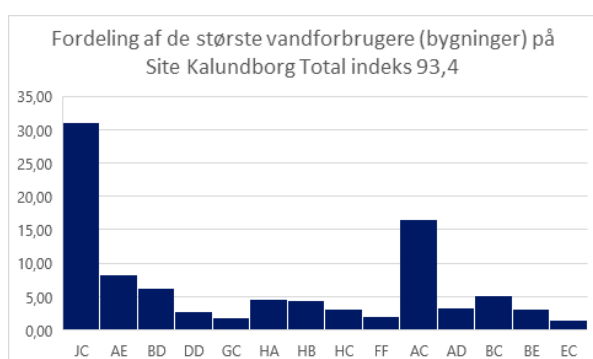
7.1.3 FORDELING AF VANDFORBRUG PÅ SITE KALUNDBORG



FIGUR 13 - FORDELING AF VANDFORBRUG PÅ SITE KALUNDBORG (NZ = NOVOZYMES, NN = NOVO NORDISK) (INFO. GFHP – INFORMANT 2)

Ud fra et forbrug af drikkevand, overfladevand fra Tissø, rensat overfladevand fra Tissø samt damp, er der udarbejdet en fordeling af forbruget på Site Kalundborg som kan ses i Figur 12. Her ses det at NN har det største forbrug af drikkevand på 33 pct., modsat NZ som har det største forbrug af rensat overfladevand fra Tissø (Tissøvand) på 33 pct. Det samlede forbrug af vand fra de forskellige distributører, er for NN på 41 pct. og for NZ på 59 pct. For at se nærmere på fordelingen af vandkvaliteterne, vil de hver især blive gennemgået herunder.

Fordeling af drikkevand



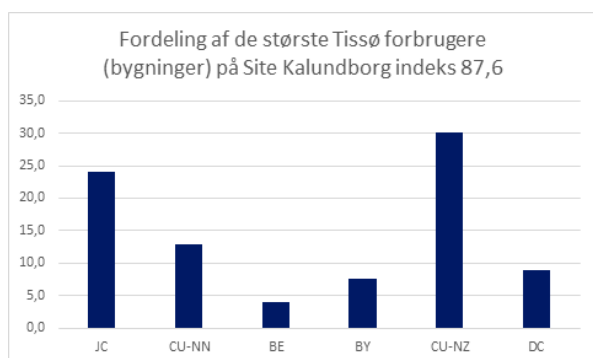
FIGUR 14 - FORDELING AF DE STØRSTE DRIKKEVANDSFORBRUGERE (BYGNINGER) PÅ SITE KALUNDBORG (INFO. GFHP – INFORMANT 2)

I Figur 13 vises den samlede fordeling af anvendt drikkevand på hele Site Kalundborg (den viste fordeling udgør 93,4 pct. af alle drikkevandsforbrugere på Siten). Her kan det ses at det er bygning JC der anvender mest drikkevand, som er på omkring 30 pct. af det samlede forbrug af drikkevand for Site Kalundborg. Bygning JC er en af de største

produktionsområder på Siten der producerer insulin, hvor der både foregår gæring-, grovrens- og forskellige finrensingsprocesser, produktionsenheden har bygningsnummeret JC, men produktionsområdet hedder API Insulin Manufacturing 1 (IM1). I produktionsområdet arbejder der omkring 5-600 medarbejdere. Det som der anvendes mest drikkevand til i JC, er for at kunne producere rensset vand (i 2020 gik cirka 37 pct. af drikkevandet til produktion af rensset vand) (Info. NN – informant 6).

Fordeling af overfladevand fra Tissø

Overfladevand fra Tissø er en vandkvalitet der anvendes på Siten til køletårnene. Som tidligere beskrevet bliver overfladevandet fra Tissø ledt direkte ud i produktionsområder, her sker der en filtrering gennem et sandfilter inden at vandet anvendes som kølevand (også kaldet gradervand). Når gradervand tilsættes køletårnene, sørger gradervandet for at processen nedkøles ved at blande vand og luft sammen i køletårnene. Der sker derfor en fordampning på omkring 75 pct. til luft, og 25 pct. afledes til processpildevand, som er et højt tab af en vandressource. På grund af fordampningen, skal der kontinuerligt tilsættes nyt gradervand til køletårnene (Info. NN – informant 9).



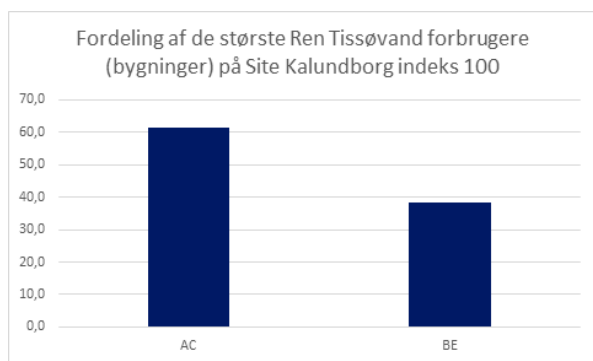
FIGUR 15 - FORDELING AF DE STØRSTE VANDFORBRUGERE (BYGNINGER) AF TISSØVAND PÅ SITE KALUNDBORG (INFO. GFHP – INFORMANT 2).

I Figur 14 vises fordelingen af overfladevand fra Tissø til køletårnene (den viste fordeling udgør 87,6 pct. af bygningerne på hele Siten). Her er det bygning CU der anvender mest overfladevand fra Tissø som her er NZ der tilskrives forbruget af overfladevandet, herefter er det igen bygning JC, der anvender mest overfladevand på omkring 24 pct.

I den langsigtede planlægning, er overfladevand fra Tissø en ressource som skal udgå, da der ved etablering af en fjernkøle-ring *ikke* længere vil være decentrale køletårne på Siten, Derfor vil udfasningen af kølevand reducere det samlede forbrug af vand med 11 pct (se Figur 12 – NN og NZ Tissø).

Fordeling af rensset Tissøvand

Der anvendes også rensset overfladevand fra Tissø, men det er kun NZ benytter sig af det i deres processer. Fordelingen af rensset overfladevand, er dog taget med da det udgør 33 pct. af det samlede forbrug af vand på Site Kalundborg (se Figur 12).

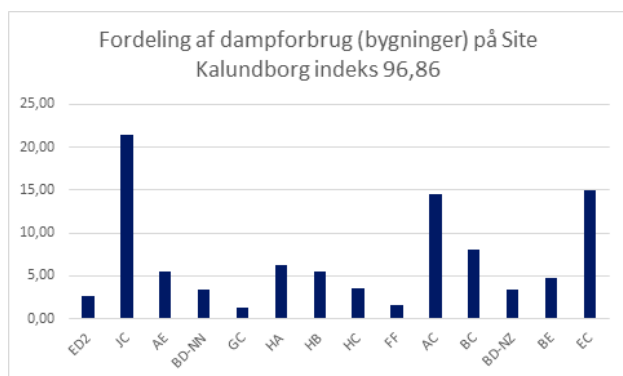


FIGUR 16 - FORDELING AF FORBRUG AF RENSET TISSØVAND PÅ SITE KALUNDBORG (INFO. GFHP- INFORMANT 2)

Som det kan ses af Figur 15, er det kun to bygninger som anvender Renset overfladevand hos NZ, på henholdsvis 61 pct. og 49 pct. (Info. GFHP – informant 2).

Fordeling af damp

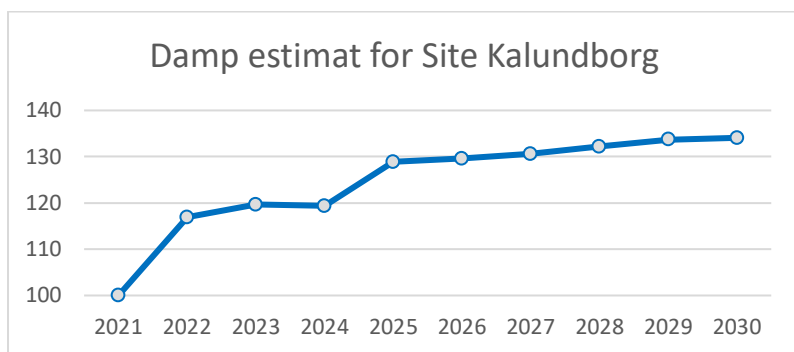
I mange af produktionsenhederne på Site Kalundborg, anvendes der damp til f.eks. opvarmning af tanke og ethanol kolonner, som blandt andet også anvendes i produktion af insulin. Dampen modtages fra Asnæsværket og distribueres fra GFHP i den grønne rørføring, der som tidligere nævnt kan ses på hele Siten og i og omkring Kalundborg by.



FIGUR 17 - FORDELING AF DAMP PÅ SITE KALUNDBORG PÅ DE STØRSTE FORBRUGERE (INFO. GFHP – INFORMANT 2).

I Figur 16 vises fordelingen af damp på de enkelte bygninger, og igen rettes opmærksomheden mod bygning JC, da JC anvender den højeste mængde damp - op til 25 pct. mere end den næst mest forbrugende produktionsenhed. Alt damp der ikke er i direkte kontakt med produkt, bliver ledt til opsamling af kondensat, og ledes herefter til GFHP som i dag genbruger alt kondensatet (Info. NN – informant 2).

I forbindelse med produktionsudvidelser og øget produktion på Site Kalundborg, vil der fremover være en stigning i produktionen i de eksisterende enheder, det betyder også at der vil skulle anvendes mere damp som dermed vil generere mere kondensat (Info. NN – informant 12).



FIGUR 18 - DAMPFORBRUG PÅ SITE KALUNDBORG FREM MOD 2030 (INDEKSERING AF ESTIMATER – INFO. NN. - INFORMANT 1)

Estimaterne for dampforbrug frem mod 2030 på Site Kalundborg, vises i Figur 17, hvor der er taget udgangspunkt i 2021, og herefter er der vist stigningen i årene frem. Det vil sige at i forhold til 2021, vil der være en stigning på næsten 34 pct. i forbruget af damp frem mod 2030. Det er en stigning som også vil påvirke afledningen af kondensat - som af GFHP, estimeres til at stige fra omkring 78.000 m³ til 105.000 m³ kondensat om året frem mod 2030 (Info. GFHP – informant 2). Det vil sige at der er et voksende potentiale for at finde en modtager af den del af kondensatet, som ikke kan anvendes som kølevand når der etableres en fjernkøle-ring.

7.1.4 DELKONKLUSION PÅ ANALYSE DEL 1

Ved udarbejdelse af vandværdikæden fremkom det hvilke aktører der har hvilke roller i forbindelse med cirkuleringen af vandstrømmene, og til hvem der har hvilket ansvar for den rette kvalitet af vandet. Værdikæden bidrog til en forståelse af kompleksiteten af hvordan vand bearbejdes og distribueres. Analysen viser at der er barrierer for genbrug af vand, da de regulatoriske forhold gør at det kun er drikkevand der kan anvendes som den reneste vandkvalitet i Danmark. I NN's produktansøgninger er der krav om at anvende drikkevand i produkterne, og ligeledes er der også betingelser i drikkevandsbekendtgørelsen, der gør at der ikke kan genbrugs andre vandkvaliteter end drikkevand, når der er direkte kontakt med produkt ved produktion af lægemidler (Miljøministeriet, 2021).

Da der derfor ikke kan anvendes genbrug af vand i forbindelse med at ville substitutterne drikkevand, er det næste at se ind i overfladevand fra Tissø som anvendes til køling, idet at dette er NN's næst største forbrug. Her skal det dog have i mened at der arbejdes på at få etableret en fjernkøle-ring, som vil have betydning for at brug af overfladevandet til køletårne udfases. Derfor vil der være et overskud af dampkondensat, som i dag anvendes som kølevand. Da bygning JC anvendes mest damp på Siten og dermed producerer mest kondensat, kan der argumenteres for at der fokuseres på bygning JC (IM1). Ved at fokusere på kondensatet undersøges det om der er potentiale for at det kan blive anvendt som en ny ressource. I forhold til drikkevandsforbruget, vil mængden af kondensat kun bidrage med cirka 2 pct. i forhold til det samlede vandforbrug (se Tabel 2), men det vil stadig give et indblik i hvordan at et samarbejde omkring genbrug af vand kan etableres.

7.2 ANALYSE DEL 2

I denne analysedel ses der på hvordan kondensat genereres med udgangspunkt i en vandkortlægning af bygning JC (IM1). Derfor først en indsigt i hvordan damp produceres, efterfølgende hvordan damp anvendes, og til sidst hvordan kondensat i dag anvendes eller afledes. Processerne visualiseres ved en multifunktionel-vandkortlægning, som har til formål at identificere hvilken indvirkning kondensatet har på forskellige vandkvaliteter i processerne i JC. For også at fokusere på effektiviteten og dermed cirkulariteten i vandkortlægningen, udarbejdes desuden en visuel kaskadering. Dernæst er der fokus på at vurdere forsyningssikkerheden for en eventuel modtager af kondensatet. Derfor analyseres kondensatet for forskellige faktorer som udgør kvantitative data. Dernæst synliggøres barrierer og muligheder for anvendelse af kondensatet.

7.2.1 MULTIFUNKTIONEL-VANDKORTLÆGNING AF PRODUKTIONSOMRÅDET, PS API, IM1

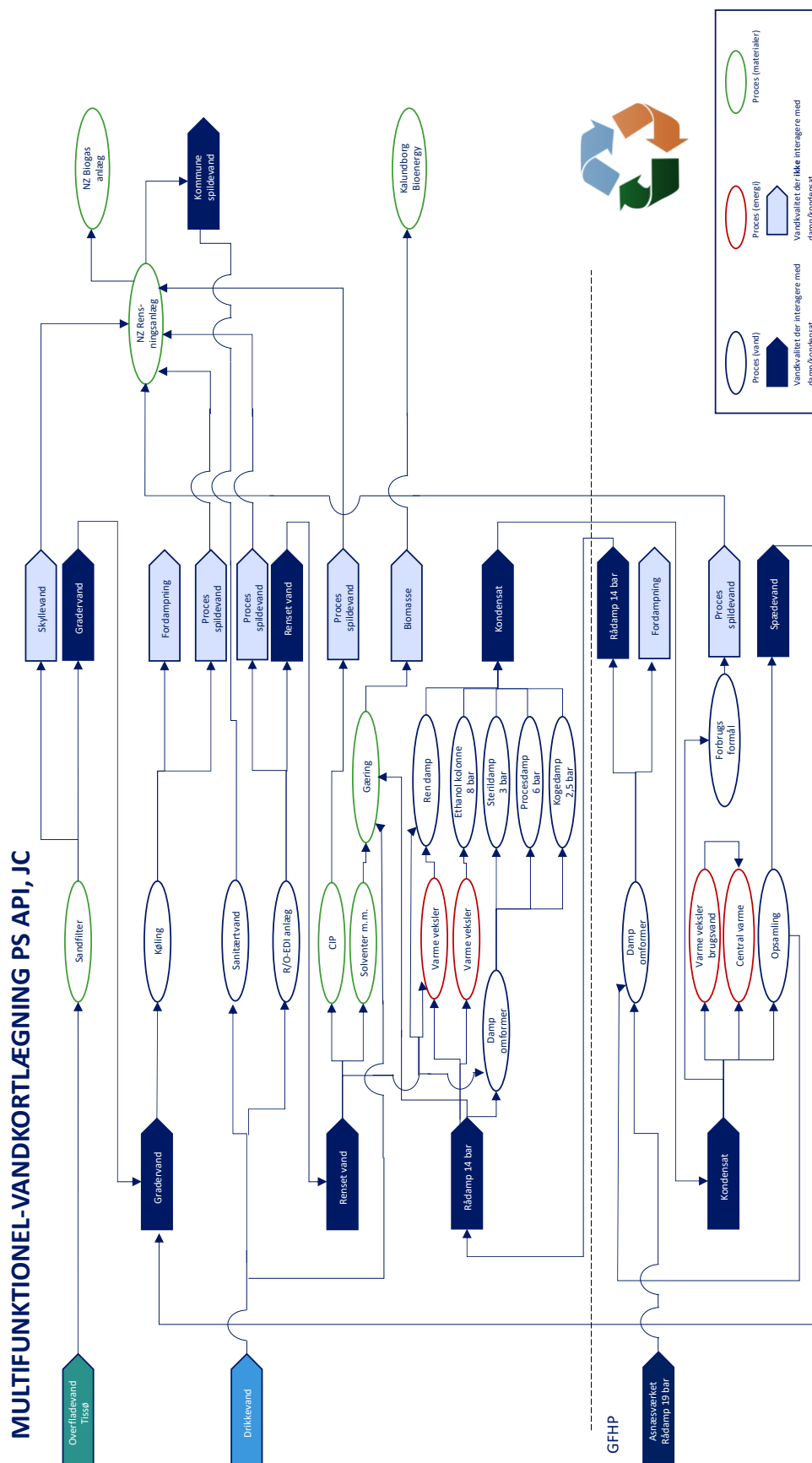
For at kunne forstå hvordan damp anvendes i produktionen, har teknikere, specialister og smede bidraget med deres viden omkring anlæggene i IM1 (Informant 6, 7, 8 og 9). Forbruget af damp kan variere i processerne fra produktionsenhed til produktionsenhed, men ved at se på anvendelsen af damp i JC, skabes et godt indblik i processen for dannelse af kondensat. Desuden bidrager det til et indblik i eventuelle kontamineringer med produkt, som dermed kan gøre kondensatet urent. Desuden inddrages de øvrige vandstrømme i JC, da de forskellige vandressourcer indgår i et komplekst netværk. For at kunne udarbejde en vandkortlægning, er der også anvendt udstyr- og tekniske specifikationskrav for IM1, der vedrører brugen af damp og kondensat, som dog er interne og derfor ikke kan vedlægges som bilag (specifikationsnumre kan ses i Bilag 1).

Fordeling af forbrug i JC i 2021:

Aktør	Vandkvaliteter ind	Vandkvaliteter ud
Bygning JC (IM1)	Drikkevand 656.609 m ³ Overfladevand fra Tissø 124.027 m ³ Damp 55.905 m ³ Sanitærtvand 1.846 m ³	Skyllevand Processpildevand Kondensat

TABEL 4 – BYGNING JC'S VANDKVALITETER (INFO. GFHP – INFORMANT 2).

Vandkortlægningen er udarbejdet ud fra de informationer der er modtaget omkring bygning JC, og illustreres i Figur 18, hvor også det multifunktionelle vand fremgår:



FIGUR 19 – MULTIFUNKTIONEL-VANDKORTLÆGNING OVER JC MED FOKUS PÅ DE FORSKELLIGE VANDKVALITETER DER ANVENDES.

Ovenstående kortlægning bidrager til at få et større indblik i omfanget af anvendelse af vandkvaliteter i IM1, herunder de anvendelsesprocesser der inddrager damp og heraf afleder kondensat. Som det kan ses af Figur 18, er det et komplekst netværk hvor flere vandkvaliteter har indvirkning på hinanden. Der er dog en afgrænsning i vandkortlægningen, da det kun er IM1's processer der er kortlagt, men kortlægningen giver dog en synlig værdi i det komplekse netværk af vandkvaliteter. I kortlægningen bliver det også synligt, at både vandprocesser (blå cirkler), energiprocesser (røde cirkler) og materialeprocesser (grønne cirkler) indgår som en del af vandkortlægningen, og at vand dermed indeholder flere funktioner som mulighed for udnyttelse af energi og materialer. Vandet er tidligere defineret som 'multifunktionelt vand' (se afsnit 4.4). Det skyldes at det er umuligt at kortlægge vand uden ikke også at inddrage den energi som der er i vandet, når vandet f.eks. køler processer eller varmes op til damp, som har et højt varmeindhold der kan genbruges som energikilde. Desuden indeholder f.eks. processpildevand materialer, der yderligere kan anvendes f.eks. til energi i form af biogas.

Begrebet det 'multifunktionellevand' illustrerer dermed, at vand kan have flere funktioner, og at vand ikke bare er vand, men kan optage, afgive, bære og opløse energi og materialer.

Ikonet for det multifunktionellevand ses her til højre, som er et eget produceret ikon.

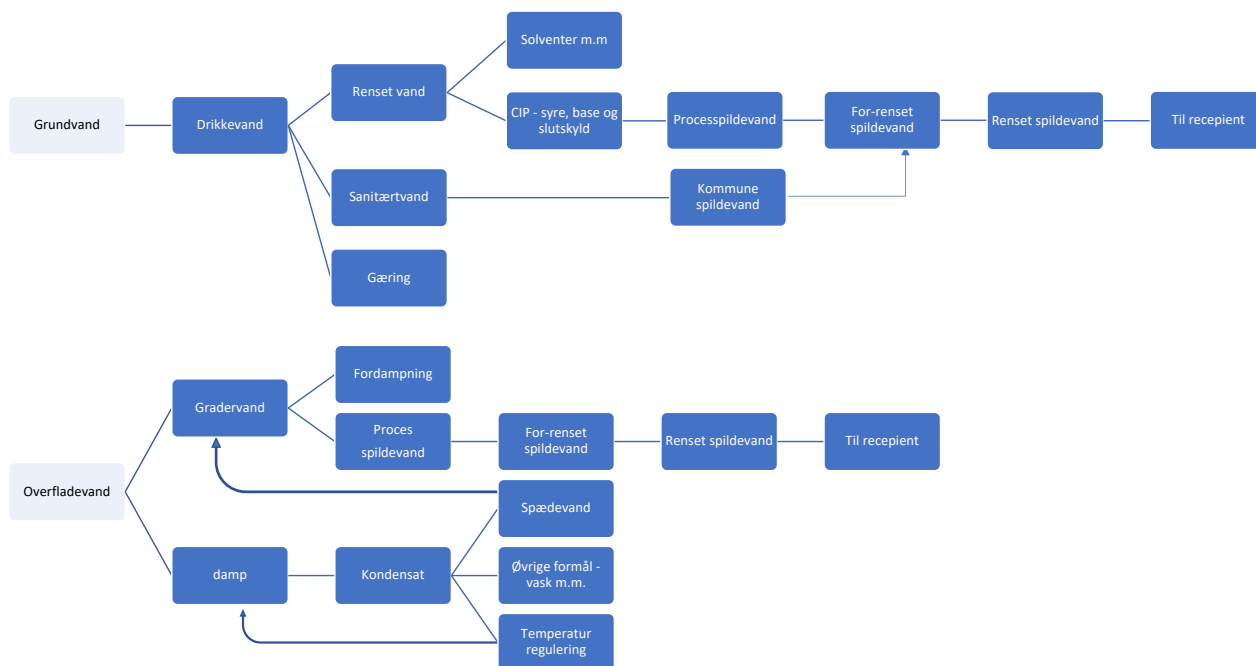


I den multifunktionelle vandkortlægning (Figur 18) fremgår det også hvordan den naturlige ressource - overfladevand fra Tissø, bliver anvendt som gradervand (kølevand) i køletårnene efter det er blevet rensset gennem et sandfilter, og at der efter anvendelse til køling sker en fordampning af kølevandet, som kræver at der hele tiden spædes op med nyt kølevand. Det ses også at drikkevand anvendes; i gæringsprocessen, som sanitært vand samt som fødevand til rensset vand. Det rensede vand kaldes også for purified water (PW) som er drikkevand der renses ved at blive sendt igennem et RO-EDI anlæg (omvendt osmoseanlæg og elektrodeioniseringsanlæg). RO-EDI anlægget filtrerer drikkevandet til meget rent vand (Miljøstyrelsen, 2000)(Info. NN – informant 6). Når der produceres rensset vand, går der en stor mængde af vandet til processpildevand ved rensningen, cirka 37 pct. (info. NN – informant 6). Det rensede vand anvendes blandt andet i CIP (Clean In Place), som i bygning JC sker gennem 236 enheder, ved et syreskyl, i et baseskyl og i et sluts skyl. Sluts skyl er det tredje skyl, som skyller de sidste eventuelle rester af syre og base ud af tanke m.m., og er derfor meget rent vand (Info. NN – informant 6). Dette sker for at der ikke skal ske en kontaminering af produkter, inden at udstyr tages i brug når der produceres. Vandet er meget rent, men kan ikke genbruges i dag, da det har været i kontakt med produkt. Renset vand anvendes desuden i solventer og i dampomformer til temperaturregulering og til rendamp (Info. NN – informant 9). Dampen fra Asnæsværket modtages af GFHP med 19 bar på omkring 450 grader, der efter modtagelse reguleres til 14 bar, ved at blive mættet med kondensat der sænker temperaturen til omkring 200 grader. Herefter sendes de 14 bar ud til produktionsenhederne på Site Kalundborg. Når dampen modtages i JC, reguleres damptrykket igen, alt efter det behov som der er for anvendelse af damp i processerne. Ethanolkolonnerne anvender

68 pct. af dampen der tilføres bygning JC, hvortil der sendes damp med et tryk på 14 bar, som efterfølgende reguleres ned på anlægget til 8 bar ved en ventil. (Info. NN – informant 6). Desuden sendes der damp på 14 bar ind i fabrikken til proces i gæringen. Trykket på de 14 bar reguleres yderligere til et tryk på 6 bar som anvendes til procesdamp. Her sænkes temperaturen med rensed vand, og dampen anvendes til opvarmning af CIP (Clean In Place). Der anvendes yderligere damp på 3 bar til sterildamp og 2,5 bar tryk til kogedamp, som også er temperaturreguleret med rensed vand. Desuden anvendes rensed vand til rendamp, som er damp der sendes over en varmeveksler med rensed vand (Info. NN – informant 9). Efterfølgende ledes alt dampkondensat fra hele bygning JC til en fælles opsamlingstank. Kondensatet har en temperatur på omkring 97 grader, som ledes til GFHP der anvender kondensatet til forbrugsformål og varmegenvinding inden at det anvendes som spædevand til køletårne og temperaturregulering af damp som nævnt sker fra 19 bar til 14 bar (Info. GFHP – informant 2) (Info. NN – informant 9). Kondensatet har ifølge vandkortlægningen en meget lille risiko for at blive kontamineret af produkt, der vil derfor i den videre analyse blive afdækket mulighederne for et genbrug af kondensat internt eller gennem et samarbejde med en partner i KS. Men inden da, vil der kort blive opsummeret på cirkuleringen af vand og dermed illustreres kaskaderingen af vand.

7.2.2 KASKADERING AF VAND I JC

For at illustrere hvordan kaskadering af vand præcist ser ud på, tages der udgangspunkt vandforsyningskæden samt vandkortlægningen af bygning JC, for at vise hvordan de to naturlige vandressourcer; grundvand og overfladevand over tid, kaskaderes til nye vandkvaliteter (DTU, 2019, s. 7). Kaskaden af de to vandressourcer ses i Figur 19:



FIGUR 20 – EGEN ILLUSTRATION AF KASKADERING AF VANDKVALITETERNE; GRUNDVAND OG OVERFLADEVAND.




I Figur 19 er der taget udgangspunkt i bygning JC og de vandstrømme som er kortlagt i Figur 18 over den multifunktionelle vandkortlægning. Det fremgår tydeligt i Figur 19 at der er et lineært flow fra anvendelse af drikkevand til recipient, modsat overfladevand hvor der er oparbejdet en større cirkularitet som effektiviserer vandressourcen fra kondensat der kan genbruges blandt andet som spædevand og til temperaturregulering af damp. Det sker da overfladevandet er afkoblet processer der har krav til drikkevandskvalitet, for som tidligere nævnt, er Drikkevandsbekendtgørelsen en barriere for at andre vandkvaliteter kan indgå som drikkevandskvalitet (Miljøministeriet, 2021). Det vil derfor kræve en ændring af de krav der er til oprindelse af drikkevand, for at der kan ske en effektivisering af drikkevandsressourcerne. Det kunne eventuelt ske ved at flere vandkvaliteter blev defineret som tilgængelige ressourcer, og dermed kunne indgå som kvaliteter der afhænger af de processer som industrien har behov for, f.eks. vask af udstyr, eller vandkvaliteter der kan indgå i energioptimering som f.eks. Power2X eller biogas (DANVA, Vand i tal 2021, 2021, s. 44).





7.2.3 BARRIERER FOR GENBRUG KONDENSAT



For at synliggøre kompleksiteten i anvendelsen af damp som ressource, og de potentielle barrierer for genbrugsmuligheder der er af kondensatet, er der udarbejdet en matrix ud fra informationer der er indhentet gennem observationer, interviews og kravsspecifikationer. Matrixen i Tabel 5 er inspireret af LEAN, og er inddelt i 'Kategori for barriere', 'Barriere for genbrug af kondensat' samt 'Mulighed for forbedring' (EPA, 2007, s. 12).

Ved at få kategoriseret barrierer efter kategorierne; myndighedskrav, kvalitetskrav, lager, transport, (manglende) innovation, utætheder/kontaminering, kompleksitet og ventetid, giver det et indblik i hvilke barrierer der skal arbejdes med i forbindelse med at kondensatet skal genbruges. 'Muligheder for forbedring' er forslag som er udarbejdet efter de observationer og interviews med informanter der er indhentet gennem undersøgelsen (se Bilag 1). Økonomisk vurdering er et skøn af omkostninger, og er estimeret på baggrund af informationer fra informant 1, 2, 3, 4, 7, 9 og 12. Lys gråt ikon (☺) viser at omkostninger er mellem 0-5 millioner, sort ikon (☹) er mellem 5-15 millioner og rødt ikon (☹) er 20 millioner eller derover.

Kategori af barriere	Barriere for genbrug af kondensat	Mulighed for forbedring	Økonomisk vurdering
Myndighedskrav	Kondensat kan ikke anvendes som fødevand til rensed vand som substitut for drikkevand, da der er krav fra Lægemedelstyrelsen om at der skal anvendes drikkevand til generering af rensed vand (Miljøministeriet, 2021).	NN kan forsøge at påvirke myndighedskrav ved at gå i dialog med myndighederne omkring genbrug af forskellige vandkvaliteter, således at der fremover kan blive mulighed for at substituere drikkevand med andre vandkvaliteter f.eks. ved at kaskadere vand i kvaliteter. Dette forsøger DANVA at udarbejde en guide for som også gerne skulle hjælpe med påvirke myndighederne (DANVA, 2020)	<p>Lav</p>  <p>Der er minimal økonomi forbundet med forsøg på at ændre miljøkrav, men det koster dog mandetimer - idet der skal screenes for potentialer.</p>
Kvalitetskrav	Der er kvalitetskrav fra NN og NZ, til dampen fra Ørsted, som skal	Der skal udarbejdes klare kvalitetskrav i et kravsdokument.	

Kategori af barriere	Barriere for genbrug af kondensat	Mulighed for forbedring	Økonomisk vurdering
	opfyldes inden anvendelse (Dokument: Q47636, version 17 – Info. NN – informant 7). Der kan muligvis være krav som ikke kan blive opfyldt, som f.eks. at Ørsted anvender NH ₃ (Ammoniak) i deres proces og som dermed hindrer et genbrug af dampkondensat til ny damp, da der vil blive yderligere tilsat NH ₃ ved et genbrug (Info. NN – informant 7).	Der skal også udarbejdes en risikovurdering, således at alle risici for f.eks. kontaminering kan blive vurderet især i forhold til patientsikkerheden.	<p>Lav</p>  <p>Det er vigtigt at kravene til damp bliver overholdt, som skal ske ved at risici vurderes og at der udarbejdes nye kravsdokumenter ved behov.</p>
Lager	Kondensat lagres i buffertanke, men ved at skulle opbevare kondensat kræves det at der er et konstant flow for at der ikke dannes overfladefilm. Flow sendes til rensningsanlæg som spild.	Et kontinuerligt flow for aftagning af kondensat vil være det mest optimale, således at der ikke dannes overfladefilm. Eller ved at flow kan recirkuleres tilbage til kondensat tank gennem f.eks. et filter.	<p>Mellem</p>  <p>Der er omkostninger forbundet med at installere buffertanke, samt til teknik og vedligehold.</p>
Transport	Det vil kræve etablering af ny infrastruktur som ny rørføring eller transport med tankvogne, for at kunne lede kondensatet hen til nye anvendelsesmuligheder.		
	<p>Tankvogne: (estimeret forbrug) Kondensat pr. år 78.000 m³ = 1.950 tankvogne med 40 m³ ad gangen pr. år.</p> <p>Dette svarer til over 5,4 tankvogn pr. døgn = 214 m³ kondensat i døgnet.</p> <p>Mandetimer (estimeret forbrug): Lastetid tager ca. 1 ½ time pr. lastbil (2.925 timer = 122 dage)</p> <p>Tømmetid tager ca 1 ½ time pr. lastbil (2.925 timer = 122 dage)</p> <p>Tid for transport incl. kørsel: 3-4 mandetimer pr. lastbil pr. dag</p> <p>5,4 tankvogne om dagen svare til 16-22 mandetimer pr. dag.</p> <p>Transport med tankvogn kræver både losse og læssepladser, bemanning, lager og logistik for afhentning. Desuden er der en høj udledning af CO₂, samt støj og slid på kørebaner fra transporten.</p>	Transport med tankvogn er en krævende proces, som kun har potentiale for at blive mere krævende, da estimeret forbrug af damp vil være en forøgelse på ca. 34 pct. mod 2030, som dermed også vil give ca. 34 pct mere kondensat.	<p>Høj</p>  <p>Der er både store omkostninger og mange mandetimer forbundet med transport af kondensat med tankvogn.</p>

Kategori af barriere	Barriere for genbrug af kondensat	Mulighed for forbedring	Økonomisk vurdering
	Det vil både for transport og rørføring kræve at der en udstyrsansvarlig hos NN og hos den pågældende partner, der har kontrol med afledning og modtagelse af kondensatet. En rørføring vil medføre at der er færre mandetimer end ved transport, En udbygning af infrastruktur som et rørsystem, kræver nedgravning og stabilisering af rørsystemet. Desuden kræves der også etablering af et styresystem. Udvekslingen vil være energitung, idet pumper skal igangsættes og vedligeholdes for at pumpe kondensat til og fra et system til et andet (Info GFHP – informant 2).	Det skal undersøges om ansvar for udstyr vil kunne lægges ind i eksisterende jobfunktioner. Rørføring kan måske etableres i samarbejde med ny fjernkøle-ring, dermed vil omkostninger til anlægsarbejde formentlig kunne minimeres.	Mellem  Ny infrastruktur af rørføring, estimeres til at være omkring 5-15 millioner ud fra tidligere rørprojekter (Info. NN – informant 1).
(Manglende) innovation	I kondensat findes der en stor mængde energi i form af varme, som udgør et spild, idet at energien ikke udnyttes på stedet, men taber noget af sin energi ved transport over afstand.	Kondensatet vil kunne anvendes til fjernvarme eller opvarmning af brugsvand i produktionsområderne, desværre vil der i sommermånederne stadig være et overskud af varme som ikke kan anvendes. Projektet har ofte været vendt som en mulighed der er vanskelig at løse (Info NN – informant 1).	Mellem  Det kræver investering i varmevekslere og varmepumper samt ny rørføring. Desuden kræves der også opnåelse af nye leverandøraftaler i forbindelse med regulering af fjernvarme.
	Der mangler flow- og konduktivetsmålere af kondensat ved hver produktionsenhed. Det besværliggør et konkret bud på hvor stort et flow der er af kondensat, og dermed hvilke anvendelsesmuligheder det dermed kan medføre internt.	Opsætning af flow- og konduktivetsmålere kunne give en bedre styring af forsyningsikkerheden. Desuden ville det formentlige give et højere ejerskab for ressourcen, ved at synliggøre data samt logge data.	Lav  Kræver investering i installation af flow- og konduktivetsmålere som muliggør opsamling af data i systemer.
Utætheder/ kontamineringer	Flow af kondensat kræver overvågning, for at sikre kvalitet. Der går en alarm hos GFHP når ledningsevnen på kondensat overstiger ledningsevneniveauet. Aalarmen kan skyldes tilbageløb af evt. processpildevand, API m.m. Herefter bliver de produktionsenheder som er forbundet til strengen af kondensat, bedt om at lede kondensat til spild indtil at der igen modtages et	Konstant måling kunne give en bedre styring af eventuel kontaminering, som dermed hurtigere kan lokaliseres og inddæmnes, og målerne ville være med til at minimere spildet.	Mellem  Der skal implementeres styring til kontrolrum, således at alarmer går i gang og således at ventiler selv kan lukke og åbne for hvor til kondensat skal ledes.

Kategori af barriere	Barriere for genbrug af kondensat	Mulighed for forbedring	Økonomisk vurdering
	ledningsevneniveau under den fastsatte grænse.		
Kompleksitet	Kondensatet er rent vand men kan ikke defineres som drikkevand, som nævnt i afsnit 7.1.1. Da kondensatet kommer fra NN som producerer lægemidler og fra NZ der producerer fødevarer, gør det at krav til genbrug bliver udfordret, da disse to produktionsmetoder har forskellige kvalitetskrav (Info. NN – informant 7).	Der skal udarbejdes en risikovurdering som kan understøtte et genbrug af kondensat. F.eks. ved anvendelse til ny råddamp.	<p>Lav</p>  <p>Udarbejdelse af risikovurdering kræver at kvalitetseksperter samles fra NN, NZ samt modtager af kondensatet.</p>
Ventetid	Ved nedluk i produktionsområder som f.eks. det sker om sommeren pga. vedligehold, kan give en varians i levering af kondensat til partner. Det skal derfor vurderes om det har en gene for partnerens produktion (Info. NN – informant 1).	Varians i levering skal tages med i risikovurdering. Ved en evt. forsyningsmangel kan det kræve at modtager anvender drikkevand indtil der igen er kondensat. Drikkevand er potentielt ikke en mangel i dag, men kan med det stigende behov for drikkevand blive en mangelfuld ressource.	<p>Lav</p>  <p>Kontinuerligt flow er at foretrække, men der skal udarbejdes en forsyningsikkerhed f.eks. i form af en back-up løsning for kontinuerligt vand til modtagers produktion.</p>

TABEL 5 - MATRIX OVER POTENTIELLE BARRIERER FOR GENBRUG AF KONDENSAT SAMT ØKONOMISK VURDERING

Efter at have vurderet de forskellige barrierer, viser det sig at det for flere af de kategoriserede barrierer, er nødvendigt at udarbejde en risikovurdering sammen med den modpart der skal aftage kondensatet, og i samarbejde med kvalitetsafdelingen i NN, NZ og GFHP, før kondensatet kan genbruges. Alle mulighederne for forbedring har en vis størrelse af investering eller har en vis grad af kompleksitet, derfor undersøges kondensatet yderligere i det følgende analyseafsnit.

7.2.4 DELKONKLUSION PÅ ANALYSE DEL 2

Den multifunktionelle-vandkortlægning skaber en forståelse for de processer der har indflydelse på anvendelse af de forskellige vandkvaliteter i en produktionsenhed, og giver en indblik i at vand ikke bare er vand, men at vand også kan indeholde energi og materialer. Ved den efterfølgende gennemgang af kaskaderingen af vandkvaliteter, blev det klart at overfladevand bliver genbrugt og genanvendt op til flere gange. Det skyldes at overfladevandet ikke anvendes som drikkevand, og dermed ikke er underlagt krav til drikkevand. Det estimerede dampforbrug mod 2030 viste også at der fremover skal anvendes mere damp på Site Kalundborg, som dermed vil give en øget mængde kondensat. Matrixen over barrierer, gav et indblik i at der skal udarbejdes en risikoanalyse i samarbejde mellem en given partner, GFHP,

samt NN og NZ's kvalitetsafdelinger. En risikovurdering som skal dokumentere de potentielle risici ved at anvende kondensat som genbrugsvand (sekundavand). Der skal nu arbejdes videre med en mulig intern anvendelse og en anvendelse i et samarbejde med en partner i KS.

7.3 ANALYSE DEL 3

I dette analyseafsnit belyses først de cirkulære principper ud fra teorien omkring cirkulær økonomi. Dernæst skaber de to første analyse dele en forudsætning for at der bliver udarbejdet en analyse af gennemsnittet for mængde, temperatur og ledningsevne af kondensat modtaget hos GFHP. Til sidst opstilles scenarier for hvordan kondensat kan anvendes i en intern eller i en ekstern kontekst.

7.3.1 CIRKULÆRE PRINCIPPER

Det er vigtigt at forstå forskellen på principperne for cirkulær økonomi, som er præsenteret i teoriets afsnit 4.2, idet at principperne hver især har indflydelse på hvor stor en ressourceeffektivitet der opnås. For at kondensatet kan indgå i det 'lukket ressourcekredsløb' skal det kunne anvendes igen og igen, og dermed indgå i det cirkulære princip 'lukket ressourcekredsløb', hvor ressourcen beholdes i et konstant kredsløb som f.eks. ved at kunne danne ny damp igen og igen ved at recirkulere kondensatet (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16). Det vil dermed skabe et mindre behov for nye vandressourcer, og har en stor ressourceeffektivitet. Når kondensatet til gengæld genanvendes, f.eks. ved at kaskadere kondensatet til nye vandkvaliteter som til forbrugsformål, opnås en lidt mindre ressourceeffektivitet, men ressourcen bibeholdes i længere tid i kredsløbet. Derfor indgår det i det cirkulære princip 'forsinket ressourcekreds' (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16). I denne undersøgelse indgår ikke vandbesparende projekter som sådan, men ved at kondensatet erstatter en anden naturressource som overfladevand fra Tissø, når kondensatet anvendes som spædevand til kølevand, betyder det at der indirekte arbejdes med 'indsnævret ressourcekredsløb' (McCarthy, Delling, & Bibas, 2018, s. 16).

7.3.2 DATA PÅ KONDENSAT

For at kunne præsentere et genbrug af kondensatet for interne og eksterne aktører, er det vigtigt at der er data på kondensatet, som mængde, temperatur og ledningsevne, der er vigtige parametre for forsyningssikkerheden. Forsyningssikkerheden er den der skaber tillid til partnernes ressourcer når der skal etableres et samarbejde. Desuden er det afgørende for samarbejdet at der er kontinuitet i leverancen af ressourcen til modtagervirksomheden og at krav til kvalitet bliver opfyldt (Miljøstyrelsen, 2015, s. 17) (Neves, Godina, Azevedo, & Matias, 2019, s. 21).

Data i Tabel 6 er fra 2021, der viser en modtaget mængde kondensat på ca. 79.000 kubikmeter om året, tilsammen fra NN og NZ. Det har desværre været umuligt at indhente data på kondensat fra produktionsområderne, da systemerne

ikke gemmer data på afledt kondensat (Info NN – informant 9). I stedet anvendes data fra GFHP på den fælles opsamling af kondensat.

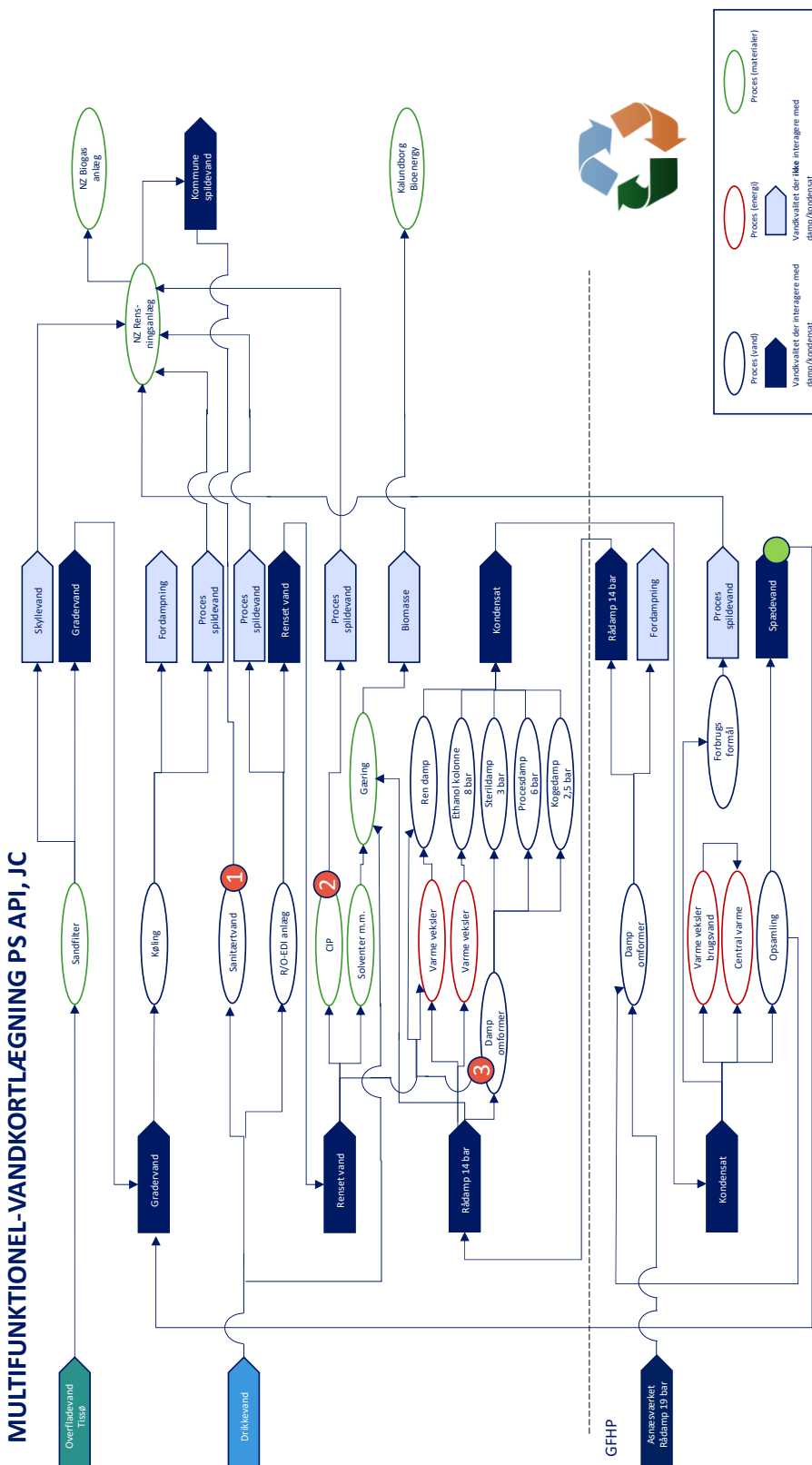
Mængde damp	Mængde kondensat	Temperatur (gennemsnitlig)	Temperatur efter varme genvinding (gennemsnitlig)	Ledningsevne $\mu\text{S/cm}$ (gennemsnitlig)
<p>Damp estimeret - stigning frem mod 2030 med ca. 34 pct.</p> <p>Heraf anvendes 31 pct. til dampomformere og forbrugsmål – 69 pct som spædevand til køletårne</p>	<p>Kondensat modtaget hos GFHP til brug for køletårne i gennemsnit per måned i 2021: 6.583 m³</p> <p>Per år i 2021: 78.992 m³</p> <p>Estimeret kondensat modtaget per år fra 2030: 105.849 m³</p>	<p>Temperatur i gennemsnit for kondensat: 86,6 grader</p>	<p>Temperaturen på kondensatet efter varmegenvinding: 30,9 grader</p>	<p>Ledningsevne i gennemsnit for kondensat: 3,82 $\mu\text{S/cm}$</p>

TABEL 6 – MÆNGDE, TEMPERATUR OG LEDNINGSEVNE PÅ KONDENSAT MODTAGET HOS GFHP (INFO. GFHP – INFORMANT 2 SAMT INFO, NN – INFORMANT 1).

I Tabel 6, ses en analyse af data modtaget fra GFHP på kondensat (25.000 målpunkter for hver kategori), som viser den gennemsnitlige mængde, temperatur og ledningsevne der er målt gennem 8 måneder i 2021 (Bilag 2) (Info. GFHP – informant 2). Definition af de tre parametre kan have en vigtig rolle sammen med estimerer på kondensat for årene frem, når data skal fremlægges for en partner. Data viser at kondensatet har en lav ledningsevne (3,82 $\mu\text{S/cm}$), har en temperatur som umiddelbart ikke er for høj (30,9 grader) vis kondensatet skal renses inden brug (RO-anlæg vil helst have en temperatur under 40 grader for ikke at ødelægge membraner, men gerne over 30 grader da anlægget producerer mere rent vand ved denne temperatur end ved f.eks. 15 grader) (Krüger, s.d.) (Info. NN – informant 7). En fjerde og vigtig parameter, er at der vil ske en forøgelse af mængden af kondensatet frem mod 2030 på op mod 105.849 m³. Alle disse parametre understøtter umiddelbart en forsyningsikkerhed for en partner.

7.3.3 INTERN ANVENDELSE AF KONDENSAT

De interne muligheder for anvendelse af kondensat er undervejs opsamlet gennem interview med informanterne 1, 6, 7,8, 9, 10, 11, 12, 13 og 14, som har bidraget med viden omkring ressourceoptimeringer på vand med udgangspunkt i bygning JC. Alle tre forslag til den interne anvendelse, kan ses på vandkortlægningen der er markeret som de røde 'hotspots' i Figur 19, det grønne 'hotspot' er markeret for at vise hvor kondensatet kommer i overskud, når det ikke længere skal anvendes som spædevand i køletårnene.



FIGUR 21 - 'HOTSPOTS' OVER ANVENDELSERMULIGHEDER AF KONDENSAT I EN INTERN KONTEKST (SE RØDE MARKERINGER).

De tre muligheder for anvendelse af kondensat internt i NN, som er markeret på Figur 20 er uddybet i Tabel 7, og har været diskuteret med informant 2, 6, 7 og 8:

Interne muligheder for anvendelse af kondensat	Barrierer / Muligheder
1 - Kondensat anvendt til sanitæreforhold som toiletskyl	<p>Mængde</p> <p>Det er umiddelbart en for stor en mængde kondensat til at kunne anvendes til toiletskyl, men dette skal undersøges nærmere.</p> <p>Økonomi og infrastruktur</p> <p>Det kræver store ombygninger af den eksisterende infrastruktur for at anvende kondensat til sanitært vand (toiletskyl), da der stadig skal være drikkevand til håndvask, som derfor kræver to rørsystemer. Men kunne tænkes ind i kommende byggerier, her kunne regnvand fra tage også være en mulighed (Info. GFHP – informant 2).</p>
2 - Kondensat anvendt til CIP skyl (syre-skyl)	<p>Mængde</p> <p>Der er umiddelbart en for stor en mængde kondensat til at det kan anvendes i én produktionsenhed, og anvendelse decentralt kræver at der installeres flow- og konduktivitetsmålere i produktionsområderne, således at der kan udarbejdes en kortlægning af mængder af kondensat i produktionsenhederne.</p> <p>Kvalitets- og myndighedskrav</p> <p>Der skal i dag anvendes drikkevand når der udføres CIP, da det er skrevet ind i krav til produktgodkendelse (Info. NN – informant 6). Det kræver store ændringer i dokumentation, og godkendelser skal søges på ny, som dermed kan skabe en risiko for at der ikke kan produceres produkter indtil ny godkendelse er modtaget (Info NN – informant 7).</p> <p>Økonomi og infrastruktur</p> <p>Hvis kondensat skal anvendes i CIP skyl, kræver det en større ombygning af eksisterende infrastruktur, da der i alt er 236 CIP enheder i bygning JC.</p>
3 - Dampmætning i produktionsområderne	<p>Mængde</p> <p>Der er kun en lille del af kondensatet der kan anvendes til dampmætning i en produktionsenhed, da mængden er større end behovet.</p> <p>Kvalitets- og myndighedskrav</p> <p>Det skal vurderes om der er risici ved at anvende kondensat som dampmætning i forhold til kvalitetskrav.</p> <p>Økonomi og infrastruktur</p> <p>Det vil være en større økonomisk omkostning at ombygge de eksisterende produktionsområder for at anvende kondensat til dampmætning (Info. NN – informant 9).</p>

TABEL 7 – FORSLAG TIL ANVENDELSE AF KONDENSAT INTERNT I NN

Det er gennemgående de økonomiske betragtninger som ny infrastruktur samt kvalitets- og myndighedskrav, der er den største barriere for at et genbrug af kondensat kan lykkes, Hvis der bliver mulighed for at der kan lempes på drikkevandsbekendtgørelsen, kunne kondensatet f.eks. anvendes i CIP processerne som det første skyl, idet der efterfølgende vil være et efter-skyl og et slut-skyl som sørger for at f.eks. tanke er helt rene. Det skal dog vurderes om brugen af kondensatet har nogen effekt på kvaliteten af produkterne og om der er risiko for kontaminering.

Der er også udfordringer med mængden af kondensat, da det ikke kan vurderes hvor meget kondensat hver produktionsenhed afleder, da der ikke er sat flow- og konduktivitetsmålere op. Disse ville kunne bidrage til at få udarbejdet en kondensatkortlægning for hele Siten, som kunne bidrage til at mængder blev mere præcise.

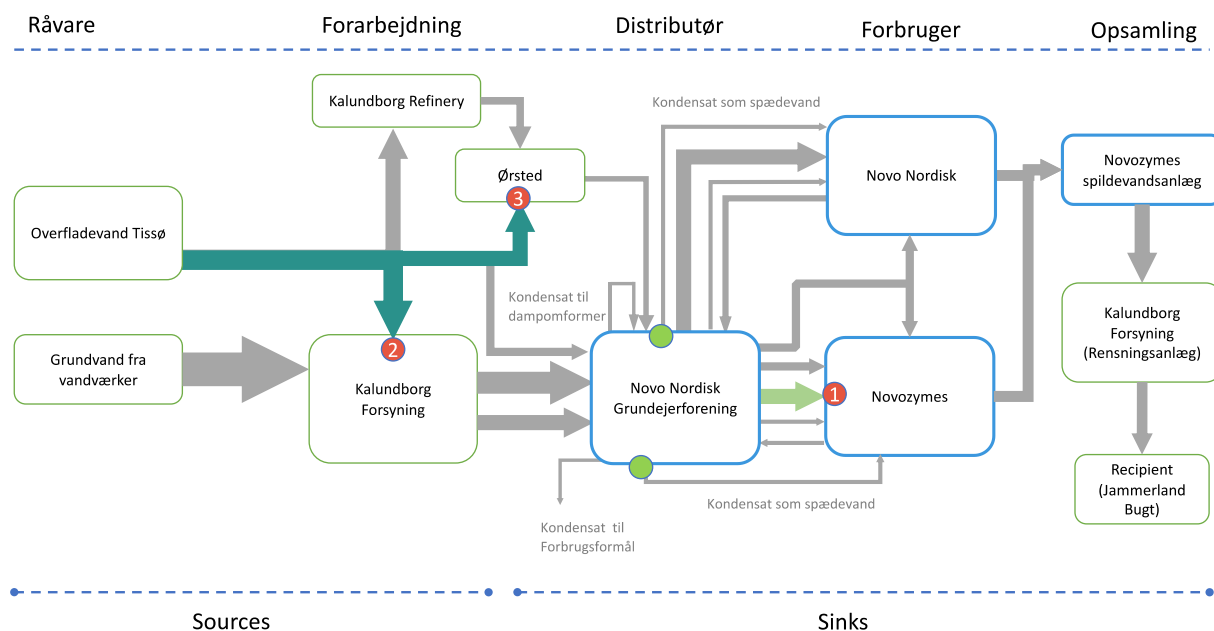
Hvis der fortsat skal være køletårne på Siten, kunne der være et potentiale i også at genbruge det tredje CIP slut-skyl som spædevand til køletårne, men da undersøgelsen tager udgangspunkt i at der i fremtiden ikke vil være køletårne, er dette forslag ikke taget med. Der er derfor ikke et stort potentiale i at udnytte kondensatet internt, da det bliver for komplekst og har høje omkostninger at dele kondensatet op i mindre decentrale anvendelsesmuligheder. Derfor undersøges en ekstern anvendelse, hvor der kunne være en økonomisk gevinst i at der kun er én aftager af kondensatet, således ville kvalitetskravene også kun skulle defineres ud fra en modtager.

7.3.4 EKSTERN ANVENDELSE AF KONDENSAT

Gennem mange år er der oparbejdet et tillidsforhold i KS, der er med til at styrke og bevare forsyningssikkerheden af ressourcer mellem partnerne, Partnerne i KS virker derfor som en katalysator for at nye initiativer kan igangsættes, da tilgangen til at optimere ressourceeffektiviteten ikke skal diskuteres, men blot hjælpes på vej da der allerede er etableret en forståelse for at ressourceoptimeringen kan være en parameter til også at øge konkurrenceevnen, og samtidig bane vejen for en bæredygtig omstilling.

De eksterne muligheder er udpeget i samarbejde med informant 5, som har ekspertise inden for vandressourcer i symbiotiske sammenhæng, samt med informant 1 som gennem sin deltagelse i Advisory Board i KS har stor indsigt i mulighederne for genbrug af vand. Til sammen er deres input til genbrug, blevet til tre mulige scenarier som er markeret på kortet i Figur 21 som røde 'Hotspots', de grønne 'hotspot' er markeret for at vise at det er her, at kondensatet kommer i overskud når det ikke længere skal anvendes som spædevand i køletårnene.

Aktører i vandværdikæden for Site Kalundborg



FIGUR 22 - 'HOTSPOTS' OVER ANVENDELSESMULIGHEDER AF KONDENSAT I EN EKSTERN KONTEKST (SE RØDE MARKERINGER).

For at få vendt de tre scenarier med hver af de tre partnere; Novozymes, Kalundborg Forsyning og Ørsted, er der afholdt separate møder med hver (se Bilag 1).

Scenarierne er opstillet i Tabel 8, som redegør for om der er mulighed for at den pågældende partner kan samarbejde omkring anvendelse af kondensat. Barrierer og muligheder er identificeret på baggrund af interview med de tre partnere fra Kalundborg Symbiose, hvor informanterne 3, 4, 15 og 16 har deltaget.

Scenarier for anvendelse af kondensat	Barrierer / Muligheder
<p>Scenarie 1</p> <p>Novozymes (Informant 3):</p> <p>Substitut for rensset Tissøvand</p>	<p>Kvalitetskrav</p> <p>Ved mødet med Novozymes (Se Bilag 1 – d. 28. april 2022) blev det klart at anvendelsen af rensset Tissøvand har produktkontakt, og at rensset Tissøvand derfor ikke kan blandes sammen med andre vandkvaliteter, da der er høje krav til at vandkvaliteten efterlever krav. Kondensatet kan således ikke anvendes som substitut for rensset Tissøvand. Ved at NN retter forespørgsel til Ørsted omkring anvendelse af kondensat til ny damp, betinger NZ sig af at der bliver udarbejdet en risikovurdering hvor NZ også er involveret (se scenarie 3).</p>
<p>Scenarie 2</p> <p>Kalundborg Forsyning (Informant 4):</p> <p>Substitut for overfladevand fra Tissø</p>	<p>Mængde</p> <p>Ved mødet med Kalundborg Forsyning (se Bilag 1 – 28. april 2022) er der ikke umiddelbart nogen interesse for at modtage kondensatet, da mængden er for lille i forhold til den mængde Kalundborg Forsyning har behov for fremover at kunne levere til den voksende industri i Kalundborg.</p> <p>Økonomi</p> <p>Kalundborg Forsyning mener også at der formentlig er en meget høj økonomiske udgift i forbindelse med at etablere en rørføring fra GFHP til Kalundborg Forsyning, som de ikke umiddelbart kan støtte økonomisk.</p> <p>Infrastruktur</p>

Scenarier for anvendelse af kondensat	Barrierer / Muligheder
	Desuden har de i dag ingen anvendelsesmuligheder for kondensatet, da NZ har krav til at der kun anvendes overfladevand fra Tissø til rensset Tissøvand.
<p>Scenarie 3</p> <p>Asnæsværket, Ørsted (Informant 15 og 16):</p> <p>Substitut for overfladevand fra Tissø</p>	<p>Mængde</p> <p>Ved mødet med Ørsted (se Bilag 1 – 25. april 2022) er der en stor interesse for at modtage kondensatet, idet mængden er stor nok for Ørsted.</p> <p>Miljø</p> <p>Det vil også betyde en yderligere besparelse på overfladevand fra Tissø, som er en af vandkvaliteterne der anvendes til at producere damp af.</p> <p>Kvalitetskrav</p> <p>Værdien for ledningsevnen kan umiddelbart godkendes af Ørsted. Temperaturen vil Ørsted dog gerne have undersøgt lidt mere nøje, da de gerne vil have den så lav som muligt inden at den bliver tilført. Kondensatet vil inden anvendelse blive ledt gennem et RO-anlæg hos Ørsted, og dermed menes kvalitetskrav at blive overholdt (Info Ørsted – informant 16). Dog betinger NN og NZ sig at der skal udarbejdes en risikovurdering på recirkulering af kondensat til ny råddamp.</p> <p>Infrastruktur</p> <p>Det bliver på mødet hurtigt klart at det ikke kan lade sig gøre at transporterer kondensatet med tankvogn, men at en rørføring kan være en mulighed for at modtage kondensatet.</p>

TABEL 8 – FORSLAG TIL ANVENDELSE AF KONDENSAT I SAMARBEJDE MED PARTNERE I KS

I det eksterne genbrug ud fra de tre scenarier, er det kun scenariet med Ørsted, Asnæsværket der har potentiale for at kunne blive en succes. Men der er stadig parametre som skal undersøges inden at kondensatet for alvor har muligheder for at bidrage til en effektiv kaskadering af en vandkvalitet. En af barriererne er rørforbindelsen mellem GFHP og Asnæsværket, som udgør i fugleflugt cirka 2,3 km (google.maps). Med rørbroer og øvrige rørtiltag vil rørlængden formentlig udgøre 2,7 km, da der pålægges ca. 15 pct. ekstra rørlængde ved etablering (Info GFHP – informant 2). Røret skal dog ikke være isoleret, da der fra Ørsteds side ønskes en lidt lavere temperatur for kondensatet, for at der er helt sikkerhed for at det kan anvendes. Der vil ikke være fare for kuldesprængninger i rørene, da kondensatet døgnet rundt vil være omkring 30 grader fra udgangspunktet hos GFHP (Info Ørsted – informant 15 samt Info NN – informant 2). For også at sikre at kvaliteten af kondensatet, ikke udgør en risiko for partnernes produktion, skal der udarbejdes en kvalitetssikring og risikovurdering af ressourcen. Her udarbejdes der krav til kvalitet og hvilke risici der er indforstået med udvekslingen af kondensatet, som f.eks. beskrivelse af risici ved tekniske udfald som kan have afgørende betydning for forsyningssikkerheden. Størrelsen på investeringen af anlæg har også konsekvenser for om udvekslingen af kondensatet kan blive en succes, da infrastruktur af vand kan være økonomisk dyr at etablere, og desuden er vandomkostningen i dag ofte en mindre post i den samlede drift (Miljøstyrelsen, 2015, s. 18). Men med det miljømæssige perspektiv vil der være en stor besparelse at hente i forhold til at skulle trække på overfladevand fra Tissø. Det videre arbejde med at få etableret et samarbejde omkring udveksling af kondensatet, skal ske ved at der udarbejdes en risikovurdering for kondensatet, hvor både kvalitetsmedarbejdere fra NN, NZ, GFHP og Ørsted deltager. Der skal dog stræbes efter at der en mulighed for at begge parter kan opnå både en økonomisk- og en miljømæssig gevinst.

7.4 DELKONKLUSION

Kondensatet der i dag er på omkring 79.000 m³, og som har en høj renhed - kan muligvis anvendes i flere forskellige interne processer. Men det vil kræve en ombygning af den eksisterende infrastruktur, og vil desuden også kræve et bedre datagrundlag, som kun kan skabes ved at der opsættes interne flow- og konduktivitetsmålere. Desuden vil en intern anvendelse kræve en opdatering af kravsspecifikationer til produkter, samt produktgodkendelse i de lande som der er indhentet tilladelse til at sælge NN's produkter i. Den eksterne anvendelse af kondensatet viser at der er interesse fra Ørsted, Asnæsværket, da modtagelse af kondensatet vil have store miljømæssige besparelser på brug af overfladevand fra Tissø. Der er dog et forbehold om at kondensatet ikke må udgøre en risiko for Asnæsværket samt være en risiko for de kvalitetskrav som NN og NZ har til deres produkter. Risikoen kan være at der anvendes kontamineret kondensat til at generere ny damp af på Asnæsværket, som efterfølgende recirkuleres til Site Kalundborg. Derfor skal der udarbejdes en risikoanalyse som kan verificere at kondensatet kan anvendes uden at NN og NZ produkter, har risiko for ikke at kunne leve op til patientsikkerheden. Desuden skal temperaturen for kondensatet undersøges af Ørsted, for om den er lav nok eller om kondensatet kræver en yderligere køling. Samarbejdet vil desuden have store økonomiske konsekvenser i forbindelse med ny infrastruktur og øvrige omkostninger som buffertanke, styresystemer m.m. Hvis fjernkøle-ringen bliver accepteret som en investering sidst i juni 2022 af NN, skal det videre arbejde med at udarbejde en risikoanalyse aftales med Ørsted, da det dermed er en realitet at kondensatet bliver i overskud.

7.5 REFLEKSION AF ANALYSE

Fokus i denne undersøgelse har været at følge en specifik vandressource igennem dets anvendelse, og de interaktioner der foregår med andre vandkvaliteter, som hvor vandet optimeres til energi eller materialer. For at få kortlagt vandstrømmene har det været omfangsrigt at skulle indhente viden om ansvar og roller, samt forståelse af processer. Idet at der ikke findes én person som har et overordnet overblik over alle processer, men at eksperterne findes inden for hvert område i værdikæden. Derfor har undersøgelsen været kompleks, og har krævet en god dialog, samt proceskendskab og en tværfaglig viden.

Der er ud fra den viden, som er genereret undervejs, blevet svaret direkte på de spørgsmål som der er blevet stillet, og derfor har forståelsen af processerne været langsommelig, da jeg ikke altid har været klar over hvilken information der var vigtigst at indhente for undersøgelsens retning. Der har været en stor opbakning til at svare på spørgsmålene, og en velvillighed i at give information videre. Der har været trukket på viden og erfaring fra mange forskellige fagfolk og eksperter, som har bidraget til en utrolig lærerig proces, der har givet mig en overordnet ekspertise inden for vandplanlægningsfeltet. Samarbejdet med Per Møller fra Kalundborg Symbiose, der er projektleder for projekt [Ô](https://www.eu-project-o.eu/) (<https://www.eu-project-o.eu/>), som også handler om optimering af vandressourcer, har deltaget i mange af møderne sammen med informanterne, med gensidig respekt for hinandens projekter (Kalundborg Symbiose, s.d. a). Vi har derfor begge draget stor nytte af den viden og de erfaringer, der er gjort undervejs. Desuden har KS været med til at bringe fokus på undersøgelsen gennem netværket i KS.

8. DISKUSSION

Der vil i dette afsnit blive diskuteret de cirkulære problematikker som er defineret i analysen, samt ved at inddrage perspektiver på hvad en intern anvendelse, kontra en ekstern anvendelse af kondensatet bidrager med i forhold til samarbejdet i den industrielle symbiose – Kalundborg Symbiose.

Igennem undersøgelsen af vandkvaliteter på Site Kalundborg, bliver det klarlagt at der overordnet set er ti forskellige ressourcer som strømmer gennem området. Ti strømme som har hver sit formål med hver sin kvalitet, og som ved en detaljeret kortlægning viser at der ud over de ti, er mange flere vandkvaliteter der anvendes ude i produktionerne. Men når der ses ind i Drikkevandsbekendtgørelsen er der kun én kvalitet der kan opfylde kravene om drikkevandskvalitet (undtagelsesvis overfladevand) (Drikkevandsbekendtgørelsen, kap. 1 stk. 3) (Miljøministeriet, 2021). Det er til trods for at der findes teknologier der kan rense vand fra mange forskellige vandkvaliteter op til rent vand (Aquarden Technologies, 2015). Det skaber en utilsigtet effekt på anvendelse af vandkvaliteter generelt, men også på Site Kalundborg, som har vandkvaliteter der reelt set er renere end drikkevand, men som i dag kaskaderes som en dårligere kvalitet end drikkevand. Det skaber derfor en barriere for at den cirkulære økonomi, og dermed at et genbrug af vandressourcer kan effektiviseres.

Etableringen af fjern-køleringen vil bidrage til en stor miljømæssig gevinst, både energimæssigt ved at overskudsvarme samles, men også miljømæssigt ved at minimere forbruget af overfladevand fra Tissø, og ved at der ikke længere vil ske en fordampning af gradervandet fra køletårne, som er på 75 pct. (se afsnit 7.1.3), dernæst vil kondensatet kunne anvendes på ny og dermed spare på vandressourcer hos en partner.

Det har derfor været afgørende for at få kortlagt vandkvaliteter på Site Kalundborg, da der før har været en øget interesse for at effektivisere vandgenbruget internt. For idéen om at genbruge ikke er ny, idéerne bliver bare ofte kun til mindre projekter ude i de enkelte produktionsområder, da kompleksiteten er høj når der skal laves ændringer i kvalitetskrav, og ofte medfører det også høje investeringer i ny infrastruktur for kun en mindre ressourcemængde som dermed også har et mindre miljømæssigt perspektiv. Det ville dog som præsenteret i de cirkulære principper være mest optimalt at bibeholde egne vandressourcer i så lang tid som muligt i et internt kredsløb. Men nogle af de dynamikker der har været med til at etablere kontakten til partnere i KS, er blandt andet at NN gennem 'Circular for Zero' strategien har fuld fokus på at optimere processer, og ved at produktionsdirektøren i NN sidder med bestyrelsesposten i KS, har der været en naturlig dynamisk tilgang og interesse for at ressourceoptimere og effektivisere vandgenbruget gennem et samarbejde med partnere i KS, som dermed også vil skabe større miljømæssige og økonomiske fordele. Ved at anvende sidestrømme i partnerskabet, en endnu bedre tilgang til en cirkulær produktion.

Da samarbejdet i KS er baseret på et tillidsforhold, der er oparbejdet og styrket gennem tid, og som er en af de udviklingsbetingelser der er for det symbiotiske samarbejde fungerer, var en dialog med partnere med samme præmis nemmere at få etableret. Dermed bidrager dialog med partnerne, til at - en forholdsvis lille vandressource som kondensatet er, set i forhold til det samlede vandforbrug på Site Kalundborg, kan komme i betragtning og måske indgå i nye potentielle ressourceoptimeringer som er med til fremme den cirkulære udvikling.

Der kan derfor argumenteres for at samarbejdet med en partner i KS, har et større potentiale for anvendelse, og derfor kan bidrage til en større fælles forøgelse af den cirkulære omstilling, som i denne sammenhæng sker ved at

Asnæsværket skal anvende mindre overfladevand fra Tissø, når der i stedet anvendes kondensat som spædevand til generering af damp. Ved at inddrage partnere i KS i et øget samarbejde, vil der også blive skabt et endnu større fokus på vandforbruget i den industrielle symbiose. Et fokus som kunne optimeres ved at der blev lavet en vandkortlægning for alle anvendte vandstrømme hos partnerne i KS.

Men for at KS kan drive en vandressourceoptimering, kræver det at partnerne vil bidrage med viden og data, for at der kan blive skabt en kortlægning af vandressourcer som kan føre til nye innovative vandoptimeringsprojekter. Min klare holdning er at fokus skal øges på optimering af vandressourcer gennem en større strategisk satsning, hvor dynamikker som tillid til hinandens ressourcer, og større miljømæssige gevinster skal være katalysator og motivationsfaktor for at der kan ses ind i en effektiv udnyttelse af vandressourcer. Således at der også er vand nok til de mange nye initiativer der fremover vil ske i Kalundborg. Men med det for øje, skal der også være en økonomisk gevinst for partnerne. For selv om det miljømæssige princip er et stærkt incitament for virksomhederne, er de dog stadig afhængige af at investeringer har et økonomisk incitament.

9. KONKLUSION

Der er gennem denne rapport udarbejdet en bred faglig undersøgelse af Novo Nordisk mange vandkvaliteter der anvendes i forbindelse med farmaceutisk produktion i Kalundborg. Ved at indsamle empirisk materiale, der både har en kvantitativ værdi i form af data, samt en kvalitativ værdi i form af observationer og interview med mange informanter, er der opnået en general forståelse inden for et specifikt område. I undersøgelsen undersøges produktions- og myndighedskrav til vandkvaliteter, hvor det kan konkluderes at Drikkevandsbekendtgørelsen skaber utilsigtede effekter, som begrænser en effektiv udnyttelse af vandressourcer. Derfor inddrages alle vandkvaliteter på Site Kalundborg, for at undersøge deres oprindelse, distribution, anvendelse og hvorledes vandressourcerne bliver oprenset eller direkte anvendt på ny. Dermed kunne der udarbejdes en værdikædeanalyse og en vandkortlægning, som bidragede til hvordan vandressourcer kaskaderes og anvendes som sidestrømme. Kortlægningen gav desuden en indsigt i at vand ikke bare er vand, men også indeholder energi og materialer, som blev defineret gennem begrebet 'multifunktioneltvand'.

Undersøgelsen har størst fokus på hvilke problematikker der opstår når der planlægges en ny vandinfrastruktur, som fjernkøle-ringen vil være for Site Kalundborg. For at optimere vandgenbruget hos Novo Nordisk, er der derfor gennem analysen taget udgangspunkt i dampkondensat, som grundet etableringen af fjernkøle-ringen vil blive en overskydende vandressource i takt med at køletårne nedlægges på Site Kalundborg. På grund af den store mængde, den ledningsevne og den temperatur som dampkondensatet udgør, har kondensatet potentiale for at øge samarbejdet i den industrielle symbiose, Kalundborg Symbiose. De økonomiske perspektiver har dog været svære at konkludere på, da en ny infrastruktur i form af en ny rørføring samt styresystem, ikke er projekteret og derfor ikke vurderet.

Gennem genbrug af dampkondensatet som en sidestrøm, kan det bidrage til en øget vandressourceoptimering ved at substituere overfladevand fra Tissø når der produceres damp. Det kan derfor konkluderes at der er et potentiale for en øget effektivisering af et vandgenbrug, samt mulighed for at opnå miljømæssige optimeringer der kan være med til at skabe en mere bæredygtig produktion for flere partner i Kalundborg Symbiose. Der er dog et forbehold om at kondensatet ikke må udgøre en risiko for de kvalitetskrav som NN og NZ har til deres produkter, når der anvendes damp. Derfor skal der inden der indgås en aftale, udarbejdes en risikoanalyse som kan verificere at kondensatet ikke har mulighed for at blive kontamineret, og således udgøre en risiko for at NN og NZ ikke kan leve op de produktkrav der er fastsat.

10. PERSPEKTIVERING

Følgende afsnit er baseret på antagelser om hvordan vandkortlægning kan bidrage til en øget vandeffektivitet.

Udnyttelsen af kondensatet har måske potentiale for at det fremadrettet kunne inspirere til at andre vandkvaliteter også får mulighed for at indgå i en genanvendelse eller i et genbrug. Det kunne derfor være interessant at undersøge, hvordan partnerne i KS kan bidrage til øge vandressourceoptimeringerne i Kalundborg. Hvor en fælles vandkortlægning kunne være med til identificere, og dermed effektivisere vandressourcerne til at opnå endnu større strategiske miljømæssige gevinster.

Dermed kunne nye ressourcestrømme være med til at minimere ressourcetrækket på de naturlige ressourcer - som det ser ud til at der er et stor behov for med de planer der er om energioptimering gennem Power2x, etablering af nye virksomheder der har store vandbehov, og samtidig står Kalundborg Kommune med sparsomme grundvandsressourcer og i en debat omkring udnyttelse af overfladevand fra Tissø.

Vandkortlægningen af kondensatet, kan derfor være startskuddet til at andre vandkvaliteter kan blive kortlagt og i fremtiden kunne anvendes som sidestrømme. Men for at vandkortlægningen kan blive en succes, vil det kræve at partnerne i KS er villige til at dele data om forbrug og kvaliteter, for at kunne udarbejde en optimal kortlægning af vandkvaliteter som efterfølgende kan kaskaderes i de kvaliteter der er behov for. I samarbejde med Kalundborg Symbiose arbejdes der derfor på at etablere en workshop som tager udgangspunkt i vandressourcer, og som inddrager partnerne i symbiosen for sat fokus på en øget vandeffektivitet.

11. LITTERATURLISTE

- Aquarden Technologies. (31. marts 2015). *Nu kan industrien forvandle giftigt spildevand til rent vand*. Hentet fra CSR: <https://csr.dk/nu-kan-industrien-forvandle-giftigt-spildevand-til-rent-vand>
- Bowles, S., & Gintis, H. (12. maj 2013). Social capital and community governance. *The Economic Journal*, Vol. 112, No. 483, *Features* (Nov., 2002), s. 419-436.
- Brinkmann, S., & Tanggaard, L. (2015). 1. Interview: samtalen som forskningsmetode. I S. Brinkmann, & L. Tanggaard, *Kvalitative metoder - en grundbog 2. udgave* (s. 29-53). Hans Reitzels Forlag.
- Chertow, M. R. (2007). Uncovering Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology, Forum, Massachusetts Institute of Technology and Yale University*, s. 11-30.
- Chertow, M., & Ehrenfeld, J. (2012). Organizing Self-Organizing Systems. Toward a Theory of Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology. Volume 16, Number 1.*, s. 13-27.
- Covenant of Mayors. (s.d.). *Covenant of Mayors*. Hentet fra Covenant of Mayors: <https://www.covenantofmayors.eu/en/>
- Danielsen, N. (29. april 2021). *Læserbrev: Alternativer til Tissøvand*. Hentet fra TV-Kalundborg: <https://tv-kalundborg.dk/nyheder/alternativer-til-tissovand/>
- Danmarks Naturfredningsforening. (s.d. a). *Vandindvinding Tissø*. Hentet fra Danmarks Naturfredningsforening: <https://kalundborg.dn.dk/vi-arbejder-med/vandindvinding-tissoe/>
- Danmarks Naturfredningsforening. (s.d. b). *Sprøjtegift*. Hentet fra Danmarks Naturfredningsforening: <https://www.dn.dk/vi-arbejder-for/drikkevand/sprojtegift/>
- Danske Kommuner. (27. September 2021). *Kommunerne går mod klimaneutralitet inden 2050*. Hentet fra Danske Kommuner: <https://www.kl.dk/forsidenyheder/2021/september/kommunerne-farver-danmark-groent-gaar-mod-klimaneutralitet-inden-2050/>
- Danske Vandværker. (s.d.). *Sådan læser du en vandanalyse*. Hentet fra Danske vandværker: <https://www.danskevv.dk/viden-om/hygijne-og-kvalitet/sadan-laeser-du-en-vandanalyse/>
- DANVA. (2020). *Sekundavand*. Hentet fra DANVA: <https://www.danva.dk/viden/vudp/projektuddelinger/sekundavand/>
- DANVA. (2021). *Vand i tal 2021*. Hentet fra Danva: https://www.danva.dk/media/7919/2021_vand-i-tal-2021_web.pdf
- DB Lab. (2016 b). *Renset vand/purified water*. Hentet fra DB Lab: <https://www.dblab.dk/farmakope/renset-vand-purified-water/>
- DMA. (08. januar 2022). *standardisering af kvaliteten af lægemidler i Europa*. Hentet fra Lægemiddelstyrelsen: <https://laegemiddelstyrelsen.dk/da/godkendelse/kontrol-og-inspektion/standardisering-af-kvaliteten-af-laegemidler-i-europa/>
- Domenech, T., & Davies, M. (2009). The social aspects of industrial symbiosis: the application of social network analysis to industrial symbiosis networks. *Progress in Industrial Ecology an Int. Journal* 6, s. 68-99.
- DTU. (juni 2019). *DTU sektorudviklingsrapport - Bioøkonomiens maskinrum*. DTU.

- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy, vol 1 - cap. 2: From linear to circular Accelerating a proven concept*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation.
- ema.europa.eu. (juli 2020). *Quality of water for pharmaceutical use*. Hentet fra European Medicines Agency: <https://www.ema.europa.eu/en/quality-water-pharmaceutical-use>
- EPA. (2007). *The Lean and Environment Toolkit*. United States Environmental Protection Agency (EPA).
- EU. (3. november 1998). *EU RÅDETS DIREKTIV 98/83/EF af 3. november 1998 om kvaliteten af drikkevand*. Hentet fra EU: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:DA:PDF>
- European Parliament. (2016). *EPRS Brief*. Hentet fra European Parliament: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI%282016%29573899_EN.pdf
- Frederiksen, M. (2013). *Integration i 'mixed methods' forskning: Metode eller design?* Ålborg: Institut for Stakundskab, Ålbord Universitet.
- Frederiksen, M. (2015). Kap. 10 Mixed Methods-forskning. I I. S. Brinkmann, & L. Tanggaard, *Kvalitative metoder - en grundbog* (s. 188-196). Hans Reizels Forlag.
- GEUS. (april 2021). *Kvantitativ tilstandsvurdering af grundvands- og overfladevandsindvinding fra Tissø*. Kalundborg: GEUS.
- GEUS. (s.d.). *Viden om grundvand*. Hentet fra GEUS: <https://www.geus.dk/udforsk-geologien/viden-om/viden-om-grundvand/det-livsvigtige-grundvand>
- Højbjerg, H. (2005). Hermeneutik. I S. T. Brinkmann, *Videnskabsteori i samfundsvidenskaberne - på tværs af fagkulturer og paradigmer* (s. 309-346). Roskilde: Roskilde Universitet Forlag.
- Helix Lab. (23. juni 2020). *Bridge between science and industry*. Hentet fra Helix Lab: <https://helixlab.dk/bridge-between-science-and-industry>
- Ingeniøren. (13. december 2021). *Fordobler 20 års investeringer: Novo Nordisk udvider produktion i Kalundborg for 17 mia. kr.* Hentet fra Ingeniøren: <https://ing.dk/artikel/fordobler-20-aars-investeringer-novo-nordisk-udvider-produktion-kalundborg-17-mia-kr-252838>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. a). *Om drikkevand*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/drikkevand/om-drikkevand>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. b). *Drikkevandsanalyser*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/drikkevand/drikkevandsanalyser>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. c). *Overfladevand til industrien*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/baeredygtig-forsyning/overfladevand-til-industrien>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. d). *Om os*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/om-os>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. e). *Forsyningen i tal*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/om-os/forsyningen-tal>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. f). *Priser overfladevand til industrien*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/baeredygtig-forsyning/overfladevand-til-industrien/priser-overfladevand-til-industrien>
- Kalundborg Forsyning. (s.d. g). *Priser spildevand*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/spildevand/priser-spildevand>

- Kalundborg Forsyning. (s.d. h). *Priser drikkevand*. Hentet fra Kalundborg Forsyning: <https://kalfor.dk/drikkevand/priser-drikkevand>
- Kalundborg Kommune. (2017 a). *Grundvand*. Hentet fra Kalundborg Kommuneplan 2017-2028: <https://kp2017.kalundborg.dk/by-og-landskab/indvinding-og-forsyning/grundvand/>
- Kalundborg Kommune. (2017 b). *Spildevandsplan 2017-2027, Bæredygtigt vandmiljø*. Kalundborg: Kalundborg Kommune.
- Kalundborg Kommune. (21. marts 2018). *Strategisk Energiplan 2035*. Hentet fra Kalundborg Kommune: <https://kalundborg.dk/borger/veje-teknik-og-miljoe/klima-og-energi>
- Kalundborg Kommune. (s.d. a). *DN klimakommune*. Hentet fra Kalundborg Kommune: <https://kalundborg.dk/borger/veje-teknik-og-miljoe/klima-og-energi/dn-klimakommune>
- Kalundborg Kommune. (s.d. b). *Borgmesteraftale*. Hentet fra Kalundborg Kommune: <https://www.kalundborg.dk/borger/veje-teknik-og-miljoe/klima-og-energi/borgmesteraftale>
- Kalundborg Symbiose. (s.d. a). *Projekter - Projekt Ô*. Hentet fra Kalundborg Symbiose: <http://www.symbiosis.dk/projekter/>
- Kalundborg Symbiose. (s.d. b). *Partnerne bag*. Hentet fra Kalundborg Symbiose: <http://www.symbiosis.dk/partnerne-bag/>
- Kalundborg Symbiose. (s.d. c). *Kalundborg Symbiose*. Hentet fra Kalundborg Symbiose: <http://www.symbiosis.dk/>
- Kalundborg Symbiose. (s.d. d). *Strategi*. Hentet fra Kalundborg Symbiose: <http://www.symbiosis.dk/strategi/>
- Kalundborg Symbiose. (s.d. e). *Governance*. Hentet fra Kalundborg Symbiose: <http://www.symbiosis.dk/governance/>
- Kamp, A., Koch, C., Buhl, H., & Hagedorn-Rasmussen, P. (2005). *Forandringsledelser - med koncepter som ledestjerne*. København: Nyt teknisk forlag.
- Kjær, C. B. (05. juli 2019). *Asnæsværket gør klar til at sende kullet på pension*. Hentet fra Ørsted: <https://orsted.dk/presse/nyheder/2019/07/asnaes-power-station-getting-ready-to-phase-out-coal>
- Krausing, J., & Fischer, C. (2018). *Grøn vækst og symbioser Innovation med det offentlige som katalysator*. Hentet fra Gate 21: <https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2018/10/Gr%C3%B8n-v%C3%A6kst-og-symbioser.pdf>
- Krüger. (s.d.). *RO-anlæg*. Hentet fra Krüger: <https://www.kruger.dk/ro-anlaeg-omvendt-osmose>
- KU. (23. september 2020). *Kemiker omdanner havvand til drikkevand ved hjælp af CO2*. Hentet fra KU: https://nyheder.ku.dk/alle_nyheder/2020/09/kemiker-omdanner-havvand-til-drikkevand-ved-hjaelp-af-co2/
- McCarthy, A., Delling, R., & Bibas, R. (2018). *Environment*. Hentet fra The macroeconomics of the circular economy transition: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/the-macroeconomics-of-the-circular-economy-transition_af983f9a-en#page15
- Miljøministeriet. (26. november 2021). *Drikkevandsbekendtgørelsen - BEK nr 2361 af 26/11/2021*. Hentet fra Retsinformation: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/2361>
- Miljøstyrelsen. (2000). *Central oparbejdning af galvanisk affald. Renere Teknologi Katalog 11. Omvendt osmose (RO)*. Hentet fra Miljøstyrelsen: <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2000/87-7944-227-7/html/bil12.htm>
- Miljøstyrelsen. (2015). *Vandsymbioser Kalundborg - Kortlægning af vand-, energi- og stofstrømme samt udvikling og demonstration af nyt symbiosetiltag*. København: Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen. (29. oktober 2021 a). *Miljø godkendelse af produktionsudvidelse Ny finrensningsfabrik i KA Supplement til miljø godkendelse af 3. juni 2020*. Kalundborg: Miljøstyrelsen.

- Miljøstyrelsen. (2021 b). *Muligheder for spildevandshåndtering*. Hentet fra Miljøstyrelsen: <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2001/87-7944-630-2/html/kap08.htm>
- Miljøstyrelsen. (s.d. a). *Drikkevand*. Hentet fra Miljøstyrelsen: <https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/drikkevand/>
- Miljøstyrelsen. (s.d. b). *Genbrug af vand*. Hentet fra Miljøstyrelsen: <https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/genbrug-af-vand/>
- Miljøstyrelsen. (s.d. c). *BAT bedst tilgængelige teknik*. Hentet fra Miljøstyrelsen: <https://mst.dk/erhverv/industri/miljoegodkendelse-af-listevirksomheder/bat-best-available-techniques/>
- Mortensen, K. U. (21. januar 2018). *Den cirkulære økonomi blev født i en vestsjællandsk provinsby*. Hentet fra Altinget: <https://www.altinget.dk/artikel/den-cirkulaere-oekonomi-blev-foedt-i-en-vestsjaellandsk-provinsby>
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. (4. november 2019). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production* 247 (2020) , s. 1-44.
- Nielsen, J. (23. februar 2021). *En luftbåren pilekvist*. Hentet fra TV-Kalundborg: <https://tv-kalundborg.dk/En-luftbaaren-pilekvist>
- Nielsen, J. (18. maj 2022). *Industriens overskudsvarme an opvarme 44.000 husstande*. Hentet fra TV-Kalundborg: <https://tv-kalundborg.dk/nyheder/industriens-overskudsvarme-kan-opvarme-44-000-husstande/>
- Niras. (2015). *Niras - Kalundborg Kommune, grundvandsredegørelse for osd og byvækst i kalundborg kommune* . Hentet fra Grundvandsredegørelse: https://kp2017.kalundborg.dk/media/1283/rapport_grundvandsredegørelseplusosdplusogplusbyudvikling_kalundborg_2015_10_versionplus3.pdf
- Nordicals. (16. december 2021). *Novo Nordisk investerer massivt i Kalundborg*. Hentet fra Nordicals: <https://nordicals.dk/om-nordicals/nyheder/novo-nordisk-investerer-massivt-i-kalundborg/>
- Novo Nordisk. (14. august 2020). *Novo Nordisk investerer 850 millioner kroner i produktionsfaciliteterne i Kalundborg*. Hentet fra Novo Nordisk: <https://www.novonordisk.com/content/nncorp/global/en/news-and-media/news-and-ir-materials/news-details.html?id=24368>
- Novo Nordisk. (13. december 2021). *Press release: Novo Nordisk investerer mere end 17 mia. kr. i udbygning af produktionsfaciliteterne i Kalundborg*. Hentet fra Novo Nordisk Global: <https://www.novonordisk.com/content/nncorp/global/en/news-and-media/news-and-ir-materials/news-details.html?id=91382>
- Novo Nordisk. (31. januar 2022). *Can you recycle an insulin pen?* Hentet fra Novo Nordisk: <https://www.novonordisk.com/sustainable-business/zero-environmental-impact/can-you-recycle-an-insulin-pen.html>
- Novo Nordisk. (s.d. a). *Nul miljøpåvirkning*. Hentet fra Novo Nordisk: <https://www.novonordisk.dk/sustainable-business/zero-environmental-impact.html>
- Novo Nordisk. (s.d. b). *Corporate Governance*. Hentet fra Novo Nordisk: <https://www.novonordisk.com/about/corporate-governance.html>
- Olsen, P. B. (2004). Kap. 11 Arbejdsteknikker. I P. B. Olsen, & K. Pedersen, *Problemløst projektarbejde* (s. 211-238). Roskilde: Roskilde Universitets Forlag.
- Pedersen, E. O., & Toft, P. (2005). 4. Den logiske positivisme. I L. Fuglsang, & P. B. Olsen, *Videnskabsteori i samfundsvidenskaberne - på tværs af fagkulturer og paradigmer* (s. 58-60). Roskilde: Roskilde Universitets Forlag.

Rostgaard, A. (18. maj 2012). *Novo Nordisks diskrete lean-recept*. Hentet fra Berlingske:
<https://www.berlingske.dk/karriere/novo-nordisks-diskrete-lean-recept>

Ruan, S. (2020). Research on Strategic Cost Management of Enterprises Based on Porter's Value Chain Model. *Journal of Physics: Conference Series*.

Schultz, D. (21. december 2015). *A faster, cheaper water filter, thanks to sugar*. Hentet fra Science:
<https://www.science.org/content/article/faster-cheaper-water-filter-thanks-sugar>

Skel. (s.d.). *Biotekbyen Kalundborg Øst Station*. Hentet fra Skel: <https://skel.dk/projekter/biotekbyen-kalundborg-oest-station/>

tv2east. (11. maj 2018). *Novo direktør støtter borgmestre i kamp for motorvej*. Hentet fra tv2east:
<https://www.tv2east.dk/kalundborg/novo-direktor-stotter-borgmestre-i-kamp-motorvej>

US Pharmacopodia. (s.d.). *WATER FOR PHARMACEUTICAL PURPOSES*. Hentet fra USP:
http://www.uspbpep.com/usp32/pub/data/v32270/usp32nf27s0_c1231.html#usp32nf27s0_c1231

Verdensmålene. (s.d.). *Verdensmålene - mål 6 Rent vand og sanitet*. Hentet fra Verdensmålene:
<https://www.verdensmaalene.dk/maal/6>

Ørsted. (s.d.). *Ørsted - Asnæsværket grøn el og energi*. Hentet fra Ørsted: https://orstedcdn.azureedge.net/-/media/www/docs/corp/com/our-business/bioenergy-and-thermal-power/plants-brochures/asnsvrket_brochure_dk_web.ashx?la=en&hash=82F9CDC85D1671EE62304F9480870A8A5737E60C&hash=82F9CDC85D1671EE62304F9480870A8A5737E60C&rev=4dfca4

12. BILAG

Bilag 1 - Dokumentationslog

Bilag 2 – Kondensat fordeling (ikke printervenlig – over 450 sider)

Bilag 3 – Studieforløbsbeskrivelse