



Bacheloroppgave

MAR600 Marin logistikk og økonomi

**Bærekraftig utnyttelse av spillvarmekilder til tørking
av makroalger**

Simon Aleksander Flåskjer, Kandidatnummer: 1

Totalt antall sider inkludert forsiden: 88

Molde, 23.08.2023



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiattkontrollert i URKUND, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Personvern

Personopplysningsloven

Forskningsprosjekt som innebærer behandling av personopplysninger iht.

Personopplysningsloven skal meldes til Norsk senter for forskningsdata, NSD, for vurdering.

Har oppgaven vært vurdert av NSD?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

- Hvis nei:

Jeg/vi erklærer at oppgaven ikke omfattes av Personopplysningsloven:

Helseforskningsloven

Dersom prosjektet faller inn under Helseforskningsloven, skal det også søkes om forhåndsgodkjenning fra Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, REK, i din region.

Har oppgaven vært til behandling hos REK?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Antonina Tsvetkova

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Molde en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Dato: 23.08.2023

Antall ord: 15 695

Begrepsforklaring

- **Fermentering:** Fermentering, også kjent som gjæring, er en type nedbrytende prosess eller konserveringsmetode, der organiske stoffer blir brutt ned til enklere forbindelser ved hjelp av spesielle enzymer.
- **Geotermisk varme/energi:** Er en ren fornybar energikilde, som kommer fra bergartene under jordens overflate. Denne varmeenergien kan utvinnes ved å bore ned i jorden og hente opp varmt vann eller damp, som kan brukes til å lage elektrisitet.
- **Kapillaritet:** Kapillaritet får væske til å trekkes inn eller presses ut av trange kanaler på grunn av adhesjon og overflatespenning. Adhesjon får væsken til å "klamre seg" til kanalveggene, mens overflatespenningen trekker væsken oppover langs kanalens overflate. Disse kreftene er viktige for å flytte væske i smale kanaler, også kjent som kapillarrør eller hårrør.
- **Konveksjon:** Konveksjon er når varm luft eller væske stiger oppover fordi den blir lettere, og deretter synker når den blir kjøligere fordi den blir tyngre. Dette skaper en sirkulasjon som hjelper varme å spre seg, for eksempel når vann kokes eller luft varmes opp.

Forkortelser

- **EED:** EU's energieffektiviseringsdirektiv
- **FN:** Forente nasjoner
- **NIBIO:** Norsk institutt for bioøkonomi
- **NDLA:** Nasjonal digital læringsarena
- **NMBU:** Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- **NVE:** Norges Vassdrags- og Energidirektorat
- **PwC:** Pricewaterhouse Coopers (Globalt nettverk innen revisjon og rådgivning)
- **SINTEF:** Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges Tekniske Høgskole

Forord

Denne oppgaven ble skrevet høsten 2023 ved Høgskolen i Molde, avdeling Kristiansund, av Simon Aleksander Flåskjer. Oppgaven markerer avslutningen på mitt treårige studium innen Marin Logistikk og Økonomi.

Gjennom denne bacheloroppgaven har jeg hatt en unik mulighet til å utforske en problemstilling som jeg personlig finner svært fascinerende. Temaet har gitt meg et dypere innsyn i viktigheten av bærekraft og effektiv logistikk innenfor marin næring. Arbeidet har bidratt til å både styrke mine faglige ferdigheter, og utvidet mitt perspektiv på feltet.

Jeg ønsker å rette en takk til min veileder Antonina Tsvetkova som har gitt meg god støtte gjennom hele prosessen. Hennes veiledning og konstruktive tilbakemeldinger har vært av stor betydning for å utvikle og forbedre oppgaven min underveis.

Videre vil jeg takke Marit Gjerstad fra Norges Vel, og bedrifter som jeg har fått intervjuet og kommet med nyttig og verdifull innsikt til min problemstilling.

Tusen takk!

Sammendrag

Tarenæringen er en av de næringene innen havbruk som er i stor vekst, og er interessant å studere i forhold til bærekraftig praksis. Dette er en næring som har mye å bidra med innenfor det grønne skiftet, og som har fokus på miljøvennlige løsninger, bedre utnyttning av ressurser og reduksjon av avfall. For å undersøke hvordan næringen kan bidra til en mer bærekraftig praksis har jeg utformet følgende problemstilling:

«Hvordan spillvarmekilder som benyttes til tørking av makroalger bidrar til bærekraftig praksis innen marin logistikk».

Litteraturen i oppgaven belyser sentrale begreper som marin logistikk, bærekraft og sirkulær økonomi, og forklarer hvordan tarenæringen kan spille en positiv rolle innenfor de miljømessige-, sosiale- og økonomiske aspektene. I FN's bærekraftsmål er det blant annet delmål som omhandler å utrydde sult, ta vare på livet i havet, bidra til et ansvarlig forbruk og produksjon, og bidra til bærekraftige samfunn og ren energi for alle. Dette er faktorer som tarenæringen kan bidra til å fremme, ved å produsere mat på en bærekraftig måte, der produksjonen bidrar til minst mulig utslipp, avfallet blir minimert og energien som brukes til tørking er resirkulert. I tillegg kan tarenæringen bidra til å redusere CO₂ fra atmosfæren, noe som er et veldig viktig moment innenfor bærekraft.

For å få en forståelse for hva selve næringen består i, er det presentert og forklart en del grunnleggende informasjon rundt makroalger, tørkemeter og spillvarme. En del av litteraturen underbygger de funn som er gjort i studien, der det kommer frem at det i dag er noen utfordringer med å få til en lønnsom integrering mellom tare dyrker og spillvarmeaktør. Noen av utfordringene går på at det ikke ennå er funnet en god nok tørkemeter, og at implementering av spillvarmekilde kan være komplisert. Det som er positivt ved funnene, er at det allerede finnes tilgjengelige spillvarmekilder i nærheten av tare dyrkingsanleggene, og at dette kan gjøre integreringen lettere.

Bacheloroppgaven utforsker hvordan bruk av spillvarme for tørking av makroalger kan bidra på en miljømessig, sosialt og økonomisk bærekraftig måte, via bruk av sirkulærøkonomi og samarbeid med andre aktører. Oppgaven bekrefter at denne næringen går i riktig retning og at den kan ha potensial til å utvikle seg og bidra til å oppnå FN's bærekraftsmål.

Abstract

The kelp industry is one of the industries within aquaculture that is growing rapidly, and is interesting to study in relation to sustainable practices. This is an industry that has a lot to contribute to the green shift, and which focuses on environmentally friendly solutions, better utilization of resources and reduction of waste. In order to investigate how the industry can contribute to a more sustainable practice, I have formulated the following problem:

"How waste heat sources used for drying macroalgae contribute to sustainable practices in marine logistics".

The literature in the thesis illuminates key concepts such as marine logistics, sustainability and circular economy, and explains how the kelp industry can play a positive role within the aspects - environmentally, socially and economically. The UN's Sustainable Development Goals include sub-goals that deal with eradicating hunger, taking care of marine life, contributing to responsible consumption and production, and contributing to sustainable societies and clean energy for all. These are factors that the kelp industry can help to promote, by producing food in a sustainable way, where production contributes to the least possible emissions, waste is minimized and the energy used for drying is recycled. In addition, the kelp industry can help reduce CO₂ from the atmosphere, which is a very important aspect of sustainability.

In order to gain an understanding of what the industry itself consists of, some basic information about macroalgae, drying methods and waste heat has been presented and explained. Part of the literature underpins the findings made in the study, where it emerges that there are currently some challenges in bringing about a profitable integration between kelp growers and waste heat operators. Some of the challenges are that a good enough drying method has not yet been found, and that implementing a waste heat source can be complicated. What is positive about the findings is that there are already available waste heat sources near the kelp cultivation facilities, and that this can make integration easier.

The bachelor's thesis explores how the use of waste heat for drying macroalgae can contribute in an environmentally, socially and economically sustainable way, via the use of a circular economy and collaboration with other actors. The assignment confirms that this

industry is moving in the right direction and that it may have the potential to develop and contribute to achieving the UN's sustainability goals.

Innholdsfortegnelse

1.0	Introduksjon	1
1.1	Bakgrunn for forskning	2
1.2	Problemstilling, Forskningsspørsmål og Avgrensninger	3
1.3	Oppgavens struktur.....	4
2.0	Litteraturgjennomgang	5
2.1	Marin logistikk	5
2.2	Bærekraft	7
2.3	Sirkulær økonomi	8
3.0	Metode	10
3.1	Forskningsdesign.....	10
3.1.1	Forskningsmetode	10
3.2	Datainnsamling.....	11
3.2.1	Det åpne individuelle intervjuet	11
3.2.2	Struktureringsgrad.....	12
3.2.3	Utvalg av enheter	13
3.3	Gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet)	13
3.4	Etiske utfordringer.....	14
4.0	Makroalger i marin næring	15
4.1	Hva er makroalger?	15
4.2	Dyrking og høsting av makroalger	16
4.3	Anvendelsesområder for makroalger	19
4.3.1	Alginat.....	20
4.3.2	Matvarer	20
4.3.3	Dyr- og fiskefôr.....	20
4.3.4	Bioteknologi og medisin	21
4.3.5	Biobrensel	21
4.3.6	Karbonpumpe (Lagring og fjerning av CO ₂).....	22
5.0	Tørking av makroalger	25
5.1	Hvordan fungerer tørking av makroalger, og hva er fordelene ved å tørke dem?	25
5.2	Tørkemeter- og prosesser	26
5.2.1	Flerbelts-tørking.....	26
5.2.2	Tunneltørking.....	27
5.2.3	Trommeltørking	28

5.2.4	Fluidbed-tørking.....	29
5.2.5	Maletørking	30
5.2.6	Frysetørking	31
5.2.7	Infrarød-tørking.....	32
5.3	Effektivitet og bærekraftighet av tørkemetoder	32
5.3.1	Pulserende elektriske felt	33
5.3.2	MakroTerm	33
6.0	Spillvarme	34
6.1	Hva er spillvarme?.....	34
6.2	Kilder til spillvarme.....	34
6.2.1	Prosessindustri	35
6.2.2	Avfallsforbrenning	35
6.2.3	Datasenter.....	35
6.3	Bruk av spillvarme	35
7.0	Casepresentasjon.....	38
7.1	Respondentene.....	38
7.2	Casebeskrivelse	40
7.3	Presentering av funn	41
8.0	Diskusjon.....	49
8.1	Marin Logistikk.....	49
8.2	Bærekraft	50
8.3	Sirkulær Økonomi	50
8.4	Det økonomiske aspektet.....	51
8.5	Det miljømessige aspektet.....	52
8.6	Det sosiale aspektet	53
9.0	Avslutning	55
9.1	Konklusjon	55
9.2	Implikasjoner for teori og praksis.....	56
9.3	Avgrensninger og forslag til fremtidige studier	56
10.0	Litteraturliste.....	57
10.1	Figurliste	62
10.2	Tabeller	63
10.3	Vedlegg.....	63

1.0 Introduksjon

Dette kapittelet gir en introduksjon til oppgaven ved å gi en kortfattet innføring i temaet og problemstillingen som skal utforskes og det overordnede formålet med studien min.

Ifølge FNs bærekraftsmål er det viktig å ha fokus på mål som bidrar til å ivareta både mennesker, natur og miljø på en bedre og mer bærekraftig måte, for å sikre fremtiden og forhindre de klimaendringene vi nå står ovenfor. Noen av målene handler om å utrydde sult, stoppe klimaendringer, bærekraftig forbruk og produksjon, og å ta vare på livet i havet. Det er også mer fokus på å utnytte ressurser og energi på en best mulig måte, slik at minst mulig går til «spille» (Evjemo et al., 2019, s.2).

Den nye næringen med tare dyrking er i utvikling, og kan ifølge SINTEF, både bidra til bærekraftig- og miljøvennlig matproduksjon og fjerning av CO₂ fra atmosfæren (SINTEF, 2021, s.28, 30). Det er en økende befolkning i verden, og innen år 2050 vil det være behov for 60-70 % mer mat. Ved å utnytte havet, som dekker 70 % av jordens overflate, kan vi øke matproduksjonen og samtidig ta vare på miljøet. Det trengs imidlertid mer forskning og kunnskap for å kunne gjøre denne næringen lønnsom, kunne produsere i stor skala og prosessere råvarene slik at de enklere kan utnyttes og brukes til ulike produkter.

Biomassen kan blant annet brukes til næringsrik mat til mennesker og fôr til dyr (Norderhaug et al., 2020, s.1). Tørking av biomassen som bearbeiding, er i dag både tungvint og kostbart, og krever mye energi. Det er derfor interesse for å utnytte spillvarme for å tørke taren, slik at energiresursene blir bedre utnyttet, og at det kan la seg gjøre å bruke tørking som metode (Evjemo et al., 2019, s.2)

1.1 Bakgrunn for forskning

I starten av min bacheloroppgave stod jeg fritt til å velge tema og problemstilling, så lenge jeg fokuserte på et dagsrelevant logistikkproblem. Gjennom mine tidligere semestre har jeg oppnådd en dypere forståelse av hvor viktig det er med velfungerende og bærekraftige logistikksystemer, og hvilke konkurransefortrinn og fordeler som kan oppnås gjennom dette. Logistikk spiller en sentral rolle i det grønne skiftet, hvor en betydelig andel av klimagassutslipp og miljøpåvirkning kommer fra produksjon, distribusjon og transport av varer og tjenester.

Min problemstilling vil fokusere på en ny og raskt voksende marin næring, nemlig utnyttelse av makroalger. Med en næring i stadig utvikling følger det også med nye og store utfordringer som må løses. En av de største utfordringene denne næringen nå står ovenfor er effektiv tørking av disse algene. Derfor er det særlig interessant for meg å undersøke hvordan disse makroalgene kan tørkes på en måte som både fremmer sirkulær økonomi og bærekraftige praksiser innenfor næringen.

I en sirkulær økonomi handler det om å minimere avfall og ressursbruk. I tilfellet med makroalger kan spillvarme, som er et biprodukt av industrielle prosesser, brukes som en energikilde i tørkeprosessen. Dette representerer en form for ressursgjenvinning. Spillvarmen, som ellers ville gått til spille, blir nå gjenbrukt og omdannet til nyttig energi for tørking av makroalger. Dette minimerer behovet for ekstra energikilder som kan belaste miljøet, og det reduserer avhengigheten av ikke-fornybare energikilder som kan være ressurskrevende og ha høy klimapåvirkning. På denne måten bidrar bruk av spillvarme til å skape en mer ressurseffektiv og sirkulær produksjonsprosess.

Bærekraft handler om å møte dagens behov uten å ødelegge mulighetene for fremtidige generasjoner til å møte sine behov. Når spillvarme brukes til å tørke makroalger, reduseres det totale energiforbruket og utslippene knyttet til tørkeprosessen. Dette har en positiv miljøpåvirkning ved å begrense utslippene av klimagasser og redusere belastningen på naturressurser. Samtidig kan dette hjelpe næringen med å utvikle en mer bærekraftig praksis ved å bruke ressurser mer effektivt. Dette er spesielt viktig for en raskt voksende næring som utnyttelse av makroalger, da det sikrer at veksten ikke går på bekostning av miljøet eller fremtidige generasjoners muligheter.

1.2 Problemstilling, Forskningsspørsmål og Avgrensninger

Hensikten med denne bacheloroppgaven er å utforske hvordan potensielle spillvarmekilder kan nyttes til tørking av makroalger, og hvilke utfordringer som kan oppstå i forhold til dette. Makroalger har blitt en lovende produktkilde til flere næringer, blant annet til produksjon av alginat og som tilsetningsstoff i mange produkter. Imidlertid er det ikke funnet noen gode metoder på tørkeprosesser, og de metodene som benyttes i dag har svært høye energikostnader og redusert produktkvalitet. Derfor er spillvarmekilder en tilgjengelig og rimelig energikilde som kan utnyttes til å tørke makroalger, og samtidig sørge for å redusere energikostnadene og opprettholde produktkvaliteten. I tillegg vil jeg også undersøke hvor de ulike spillvarmekildene er plassert i forhold til høstingsanlegget, for å minimere transportavstanden og oppnå kostnadsbesparelser. Gjennom denne oppgaven vil jeg utforske disse utfordringene, og undersøke muligheten for å utnytte spillvarme som en effektiv, lønnsom og bærekraftig tørkemetode for makroalger.

Problemstilling: Hvordan spillvarmekilder som benyttes til tørking av makroalger bidrar til bærekraftig praksis innen marin logistikk?

Dette fører meg videre til følgende under-/forskningsspørsmål som jeg ønsker å belyse i løpet av forskningen min i bacheloroppgaven:

- **Forskningsspørsmål 1:** Hvor finnes tilgjengelige spillvarmekilder, og er disse plassert i nærheten av høstings- og prosesseringsanlegg for makroalger?
- **Forskningsspørsmål 2:** Hvilke utfordringer kan være knyttet til implementering av spillvarmekilder for tørking av makroalger?
- **Forskningsspørsmål 3:** Hvordan bidrar spillvarmekilder til de tre aspektene av bærekraft; økonomisk, miljømessig og sosialt

Jeg har valgt å avgrense min oppgave i forhold til problemstillingen, hvor jeg har tatt for meg et geografisk begrenset område i Norge, innenfor Midt-Norge og Nordland. Dette fordi tarenæringen i hovedsak er størst i disse regionene. Jeg har også valgt ut noen bedrifter som jeg synes er interessante å fokusere på, og som kan bistå med verdifull innsikt og erfaringer rundt min problemstilling.

1.3 Oppgavens struktur

Oppgaven er bygd opp av 9 overordnede kapitler, nærmere oppbygging vises under.

Kapittel 1 - Introduksjon: Dette kapitlet gir en innledning til oppgaven og gir en oversikt over oppgavens oppbygging. Problemstillingen blir presentert, bakgrunn for forskning og eventuelle avgrensninger som er gjort



Kapittel 2 – Teoretisk fundament / Litteraturgjennomgang: Her presenteres tidligere forskning og arbeid. Det gjennomgås relevant litteratur innenfor marin logistikk, bærekraft i marin logistikk og prinsippene for sirkulær økonomi.



Kapittel 3 - Metode: Metodekapitlet beskriver den metodiske tilnærmingen som er brukt i oppgaven. Dette inkluderer forskningsdesign, casetilnærming og detaljer om datainnsamling. Det diskuteres også gyldighet, pålitelighet og etiske utfordringer knyttet til forskningen.



Kapittel 4 – Makroalger i marin næring: Dette kapitlet fokuserer på makroalger som ressurs i den marine næringen. Dette inkluderer teori rundt høsting, dyrking og anvendelsesområder.



Kapittel 5 – Tørking av makroalger: Her beskrives det ulike tørkemetoder for makroalger. Dette inkluderer flerbelts-tørking, tunneltørking, trommeltørking og mer. Det blir også diskutert effektivitet og bærekraftighet rundt disse metodene.



Kapittel 6 – Spillvarme: Her introduseres begrepet spillvarme og kapitlet utforsker ulike kilder til spillvarme, eksempelvis prosessindustri, avfallsforbrenning og datasentre. Til slutt nevnes det hvordan spillvarme kan utnyttes i industrien.



Kapittel 7 – Case-presentasjon / Analyse: Her gjennomfører jeg en analyse og presenterer dataene som er samlet inn gjennom undersøkelsen/casestudiet. Resultatene blir presentert i forhold til forskningsspørsmål og problemstillingen.



Kapittel 8 – Diskusjon: I diskusjonskapitlet oppsummeres funnene i lys av tidligere forskning og teori. Det drøftes hvordan resultatene bidrar til kunnskapen på området og eventuelle avvik, eller likheter med tidligere funn.



Kapittel 9 – Avslutning: Dette kapitlet oppsummerer de viktigste funnene som er gjort i undersøkelsen. Resultatene blir presentert i forhold til problemstillingen, og det blir fremlagt en konklusjon

2.0 Litteraturgjennomgang

Kapittel 2 gir en gjennomgang av relevant litteratur innen tre viktige områder; marin logistikk, bærekraft og prinsippene for sirkulær økonomi. Litteraturgjennomgangen skal gi en dypere forståelse av disse temaene og deres sammenheng, samt å identifisere tidligere forskning og innsikt som kan bidra til å støtte og berike min analyse i senere kapitler. Delkapittel 2.1 Marin logistikk er et delkapittel som referer til aspektene av logistikk innenfor den marine sektor. Her nevnes det relevant litteratur rundt utfordringer og muligheter knyttet til marin logistikk. Delkapittel 2.2 Bærekraft ser nærmere på begrepet bærekraft og dets betydning i dagens logistikksamfunn. Her identifiseres ulike problemstillinger knyttet til bærekraft i marin næring. Delkapittel 2.3 Sirkulær økonomi er en tilnærming til økonomisk utvikling som søker å mimere ressursbruk og miljøpåvirkning. Her blir det gjennomgått relevant litteratur i forhold til implementering av sirkulær økonomi i marin logistikk.

2.1 Marin logistikk

Logistikk handler om håndtering av varer, der produksjon, emballering, frakt, informasjon og andre ressurser blir styrt på en mest mulig kostnadseffektiv måte. I denne prosessen handler det om god planlegging, gjennomføring og kontroll, hvor flyten gir høyest mulig effektivitet, best mulig lønnsomhet, og oppfyller kundens behov og ønsker. Ved å ta hensyn til både miljømessige-, økonomiske-, og samfunnsmessige forhold blir det en bærekraftig logistikk (Høgskolen i Molde, 2023), (Fra forelesning i TRA420: Forelesning 1 Logistikkbegreper og Godstransport).

I den marine næringen produseres og håndteres det i dag store mengder sjømat, som generer store utfordringer med hensyn til både produksjon og distribusjon ut til markedene. For at logistikken skal bli vellykket, er det viktig å kjenne til, og å forstå, rammebetingelser og suksessfaktorer innenfor denne næringen. Herunder er det viktig å ha kjennskap til dagens utstyr, teknologier, og den videre potensielle utviklingen. For å forbedre logistikkprosessen kan bruk av teknologi, dataanalyse og automatisering bidra til å forbedre påliteligheten og effektiviteten. Det er viktig å fokusere på utfordringer og muligheter i forhold til å oppnå bærekraftige praksiser innenfor den marine næring,

inkludert tiltak som bidrar til å redusere miljøpåvirkningen (Høgskolen i Molde, 2023), (Fra forelesning i TRA420: Forelesning 1 Logistikkbegreper og Godstransport).

Ved produksjonen av makroalger kreves det store dyrkingsområder. For å oppnå lønnsom produksjon er det anslått et dyrkingsareal på minimum 100 hektar (1 km^2), fordelt på omtrent 10 lokaliteter. Dette tilsvarer en produksjon på ca. 800-1200 tonn tare per lokalitet. Slike store volum krever grundig planlegging og nøye koordinering for å sikre effektiv håndtering av biomassen og frakt til land. Produksjon av makroalger er sesongbasert og tidsbestemt, både i forhold til vekstfase og høstingstidspunkt, noe som fordrer god planlegging. Det er avgjørende å samle inn biomassen raskt, samtidig som det tas hensyn til skånsom behandling for å unngå tap av kvalitet og reduksjon i næringsinnhold. Fersk biomasse har kort holdbarhet så snart den er tatt opp av vannet og må behandles så raskt som mulig. Ved å minimere skader på algene under innsamling, kan man opprettholde deres næringsverdi og sikre at de bevarer sin optimale kvalitet gjennom hele logistikkprosessen (Stévant et al., 2015, s.17-18).

Etter innhøsting skal biomassen behandles og foredles til ulike produkter. For å opprettholde god flyt i produksjonsprosessen er det viktig med et produksjonsanlegg som er i stand til å håndtere store mengder biomasse på kort tid. Fordeling av biomassen kan være energikrevende, og ekstra mye energi kreves ved tørking, da biomassen inneholder opptil 90% vann. Store mengder energi kan ha betydning for den totale miljøpåvirkningen og bærekraften til den marine logistikken. En rekke initiativer og prosjekter er allerede i gang for å finne innovative løsninger slik at prosesseringen av dette råstoffet skal gi en lønnsom og samtidig miljømessige bærekraftig verdikjede (Chapman et al., 2019, s. 31).

Behandlet biomasse skal transporteres ut til markedene eller sluttbrukeren, noe som kan omfatte lange avstander. Her er det avgjørende med effektive logistikksystemer og -strategier som sikrer riktig emballasje, temperaturkontroll og hurtig levering, slik at produktet opprettholder produktkvaliteten og minimerer forringelse og avfall underveis. I en rapport fra Møreforskning pekes det på ulike fordeler som kan oppnås ved å male opp makroalgebiomassen, enten i våt eller tørket tilstand, der både innpakking og transport forenkles (Stévant et al., 2015, s.19).

2.2 Bærekraft

Bærekraft handler blant annet om å ta vare på miljø, klima og menneskers fremtid ved å leve på en slik måte at vi tar vare på natur og miljø, samtidig som vi dekker de behovene vi har, og sørger for at fremtidige generasjoner også får mulighet til å få dekket sine behov. Ved å sørge for en utvikling som dette, vil vi kunne ta vare på de ressursene vi har og ikke ødelegge for fremtidige generasjoners behov (Sjøfartsdirektoratet, 2022, s.3).

Fokuset på dette har blitt stadig viktigere i dagens logistikksamfunn, inkludert innenfor den maritime næringen. Marin logistikk handler ikke bare om å håndtere varer og ressurser effektivt, men også om å ta hensyn til miljømessige-, økonomiske-, og samfunnsmessige aspekter for å sikre en langsiktig og bærekraftig utvikling for næringen. Det finnes en egen forskrift som skal sikre bærekraftig utnyttelse av tang og tare, der ressurser og naturmiljø blir beskyttet (Forskrift om høsting av tang og tare, 1995, § 2). I FN's bærekraftsmål er det vektlagt under mål 12, 13 og 14, hvor det handler om hvordan vi kan ta ansvar for ansvarlig forbruk og produksjon, stoppe klimaendringene og ta vare på livet i havet (FN-sambandet, 2023) ev. («FNs Bærekraftsmål,» 2023). Sjøfartsdirektoratet har også et samarbeid med IMO (Den Internasjonale Sjøfartsorganisasjonen), der de vektlegger tiltak som skal bidra til å ta vare på miljø og hindre miljøforurensing (Sjøfartsdirektoratet, 2022, s.10,11,14).

Når det gjelder å oppnå bærekraftige praksiser i logistikkprosessen, er det flere utfordringer den marine næringen står ovenfor, dette inkluderer:

- **Miljøpåvirkning:** Den maritime næringen kan ha betydelige negative miljøkonsekvenser, for eksempel utslipp av klimagasser, forurensning av havmiljøet og tap av biologisk mangfold. Maritim21-strategien er en norsk forskningsstrategi som har som mål å fremme bærekraftig utvikling og redusere miljøpåvirkningen innen den maritime næringen. Det fokuseres på å redusere utslipp av klimagasser fra skipsfarten, som kan oppnås ved å fremme bruk av mer energieffektive teknologier og drivstoffalternativer, som for eksempel biogass. Strategien understreker også behovet for å utvikle hydrogen som en fremtidig karbonnøytral energikilde for skipsfarten (Norges forskningsråd, 2022, s.30).

- **Ressursbruk:** Produksjon og distribusjon av marine produkter kan være ressurskrevende. Det er viktig med god utnyttelse av råvarene, samt redusert avfall. Når det gjelder makroalger, så nevnes det i en rapport av Møreforskning at en fullstendig utnyttelse av alle komponenter i råstoffet vil kunne skape merverdi fra makroalgebiomassen og sikre økonomisk bærekraft i det globale markedet (Stévant et al., 2015, s.6).
- **Klimaendringer:** Den marine næringen er sårbar og blir fort påvirket av klimaendringer, som økning i havnivå, endring av vanntemperatur og forsuring av havet. Slike endringer vil kunne påvirke eller ødelegge det marine miljøet. En pressemelding fra Miljødirektoratet legger vekt på at klimaendringer er en av de største truslene man har mot naturmangfoldet. Derfor er det en avgjørende betydning å redusere påvirkningen på havmiljøet og bevare de marine økosystemene. Dette gjøres blant annet ved å innføre strenge miljøstandarder og reguleringer for maritime aktiviteter (NTB Kommunikasjon, 2023).

2.3 Sirkulær økonomi

I en sirkulær økonomi skal uttak av naturressurser begrenses til et minimum, og de ressursene som allerede er utvunnet skal utnyttes på best mulig optimal måte. De er også viktig å få slutt på forurensing og utslipp, og redusere avfall som mye som mulig. Denne økonomien har oppstått som en motvekt mot den lineære modellen, der «bruk og kast» mentaliteten har vært gjeldende. Denne modellen har bidratt til de store miljøproblemene verden står ovenfor i dag og er en av grunnene til at grensen for hva jordkloden vår tåler er passert. Ved å følge prinsippene for en sirkulær økonomi, kan ressursutvinningen minimeres, avfallet og klimagassutslippene reduseres til et minimum, eller kuttes helt. I denne modellen vil produkter og materialer blir behandlet som verdifulle ressurser, som kan sirkulere i et kretsløp gjennom ulike faser av produksjon, forbruk og gjenbruk. Omstillingen til sirkulær økonomi krever en samlet innsats fra alle parter i samfunnet, også globalt, for å oppnå en mer miljøvennlig og bærekraftig utvikling, og der vi kan oppnå blant annet FN's mål for bærekraft, samtidig som vi fortsatt kan ha en mulighet for videre verdiskapning (Skift Norge, u.å.).

Det er flere viktige begreper innenfor sirkulær økonomi, hvor krav til produktbruk, funksjoner og bruk av energi står sentralt. Innen den marine næringen kan eksempelvis produktet makroalger, som primær råvare, brukes flerfunksjonelt. Blant annet kan det brukes til bærekraftig mat, fôr, råmateriale for produksjon av ulike biokjemikalier og materialer, i tillegg til biomasse for energiproduksjon. Dette kan redusere behovet for flere separate produkter og bruk av ressurser. Makroalger er også en regenerativ ressurs, da den har evne til å vokse raskt og fornye seg gjennom fotosyntese. Ved å utnytte makroalger som bærekraftig ressurs kan man redusere avhengigheten av ikke-fornybare ressurser og bidra til en mer bærekraftig sirkulær økonomi. Innenfor denne næringen kan det også skapes samarbeid mellom bedrifter i et geografisk område for å utnytte hverandres avfall, overskuddsmaterialer og energi til ny produksjon, som kalles en industriell symbiose. Et annet viktig begrep innenfor sirkulær økonomi er energigjenvinning. I makroalgenæringen kan spillvarme brukes til å tørke algene, i tillegg til at biomasse, eller avfall fra algeproduksjonen, kan brennes og produsere fornybar energi, gjennom biomassekraftverk som kan generere fjernvarme, elektrisitet eller industridamp. Makroalgen kan også bidra til redusert utslipp, ved at den har evne til å ta opp karbon fra atmosfæren, og dermed redusere mengden av klimagasser (Skift Norge, u.å.), (SINTEF, u.å.).

3.0 Metode

En metode er en systematisk tilnærming eller fremgangsmåte for å samle inn, analysere, undersøke, forstå eller beskrive ulike fenomener. Metode kan brukes som et hjelpemiddel til å samle inn empirisk data, men må tilpasses til hvilken type data som skal samles inn, og til hvilke mål undersøkelsen har (Jacobsen, 2015, s.16-17).

3.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign fungerer som en strukturert plan som skal organisere oppgaven og gi retningslinjer for datainnsamling og analyse. Valg av riktig forskningsdesign er en avgjørende faktor i en bacheloroppgave. Hvert design har sine egne styrker, svakheter og begrensinger, og det er derfor viktig å vurdere hvilket design som passer best til problemstillingens formål. Ved å velge passende undersøkelsesdesign, vil man kunne sikre gyldighet, pålitelighet og generaliserbare resultater (Jacobsen, 2015, s.141).

De to hovedformene for metoder i forskningsdesign er kvantitative og kvalitative. Metodene er ikke prinsipielt forskjellige, og det er derfor ikke riktig å si at den ene metoden er bedre enn den andre. I et pragmatisk perspektiv betraktes kvalitative- og kvantitative tilnærminger som likeverdige. Begge metodene har som mål å innhente data om en gitt problemstilling. En god forsker behersker begge metodene, og anvender den metoden som er mest hensiktsmessig for å belyse den aktuelle problemstillingen på best mulig måte. Ofte er det vanlig å kombinere flere metoder for å få et bedre bilde på det som undersøkes (Jacobsen, 2015, s.141).

3.1.1 Forskningsmetode

Kvalitative metoder brukes når man ønsker å gå i dybden av et tema. Metoder som observasjon, intervjuer og dokumentanalyse er vanlige i denne tilnærmingen, der data samles inn i form av ord, setninger eller fortellinger. Kvalitative data er nært knyttet til intensive undersøkelser, der fokuset er på et begrenset antall enheter og fange opp variasjon og mangfold i opplevelser og tolkninger. Kvalitative metoder benytter vanligvis åpen informasjonsinnsamling, med spørsmål som gir rom for utforskning, og som i mindre grad er forhåndsstyrt av forskeren.

I motsetning har vi kvantitative metoder, som egner seg best for å undersøke et tema i bredden (ekstensivt). Vanlige metoder i denne tilnærmingen er spørreskjemaer, og hvor det er mange enheter som blir undersøkt. Målet her er å generalisere omfanget, og sammenhengen mellom fenomener. Informasjonsinnsamlingen er relativt strukturert, med lukkede spørsmål som vanligvis er forhåndsdefinert av forskeren. Det er viktig å erkjenne at det er problemstillingen som setter begrensninger på hvilken datainnsamlingsmetode som er mest hensiktsmessig å bruke (Jacobsen, 2015, s.140-141).

For å samle inn data til min bacheloroppgave, har jeg valgt å bruke en kvalitativ forskningsmetode. Dette valget er basert på ønsket om å gå i dybden av den innsamlede informasjonen, og få en grundig forståelse av problemstillingen. Når det gjelder å sikre tilstrekkelig respons fra respondentene, har dette vist seg å være utfordrende, spesielt på grunn av utfordringer knyttet til den travle innhøstingsperioden i den marine næringen. Dette har resultert i et relativt lavt antall enheter som kan inkluderes i studien.

3.2 Datainnsamling

3.2.1 Det åpne individuelle intervjuet

Innenfor den kvalitative datainnsamlingsmetoden er det flere ulike metoder som kan benyttes. Disse inkluderer det individuelle åpne intervjuet, fokusgruppeintervju, observasjon og dokumentundersøkelse. I min studie har jeg valgt å benytte et individuelt åpent intervju ved bruk av spørreskjema, i tillegg til sekundærkilder som kan komplementere dataene. Dette gir en kvalitativ tilnærming til datainnsamlingen (Jacobsen, 2015, s.145).

Det åpne individuelle intervjuet er en metode som egner seg til min undersøkelse, da det er relativt få enheter som skal undersøkes, og det er viktig for meg å innhente individuell informasjon og meninger fra den enkelt respondent. Videre har jeg valgt å benytte meg av både telefon, chat og e-post som intervju typer. Dette valget gir flere fordeler, for det første sørger disse typene for en smidig og kontinuerlig samtale med respondentene. Ved å ha ulike kommunikasjonsmetoder kan jeg tilpasse intervjuene etter deltakernes behov, som sikrer god flyt i samtalen. En annen fordel er at disse intervju typene kan gjøre arbeidet fleksibelt, enklere og mindre kostbart. Videre kan slike intervju typer bidra til en lav

intervjueffekt, noe som betyr at respondenten blir mindre påvirket av selve intervjuet. Ved å ikke bruke ansikt-til-ansikt intervju kan noen respondenter føle seg mer komfortable og dermed gi mer åpne svar, siden intervjueffekten ikke forstyrrer på samme måte. Svake sider ved min metode er at det kan gå lang tid mellom spørsmål og svar, informasjonen kan bli mer komprimert, og ikke så detaljert, vanskeligheter med å etablere tillit, og jeg som forsker kan ha lite kontroll over intervjusituasjonen (Jacobsen, 2015, s.148).

3.2.2 Struktureringsgrad

Når man skal gjennomføre et kvalitativt intervju, må man bestemme seg på forhånd for hvor mye struktur intervjuet skal inneholde. Dette betyr at man avgjør i hvilken grad intervjuet skal være begrenset eller styrt av intervjueren. For å avgjøre hvilken grad av strukturering som bør brukes i et intervju, kan man benytte seg av en intervjuguide. Denne guiden kan gi en oversikt over hvilke temaer som skal gjennomgås i løpet av intervjuet. Struktureringen kan klassifiseres som svært lav, middels eller sterk. En lav grad av strukturering innebærer at intervjuet er helt åpent og ikke har noen forhåndsbestemt plan eller rekkefølge for hva som skal tas opp i samtalen. En sterk grad av strukturering innebærer at datainnsamlingen kan være helt lukket, der forskeren kontrollerer samtalen ved å stille spørsmål med faste svaralternativer, i en forhåndsbestemt rekkefølge.

I min undersøkelse valgte jeg å bruke en semistrukturert spørreskjemaundersøkelse som metode, og i tillegg til en videosamtale. Jeg utarbeidet en forhåndsbestemt plan på forhånd, som inkluderte spesifikke temaer som skulle dekkes. Spørsmålene ble presentert i en fast rekkefølge, og hvor alle spørsmålene hadde åpne svaralternativer. Jeg valgte denne delvis strukturerte tilnærmingen for å oppnå en balanse mellom en helt strukturert (lukket) tilnærming og en helt åpen tilnærming uten noen form for plan, slik at jeg både sikrer relevante temaer i å bli dekket, og åpenhet i svarene. Dette bidro til at det åpne intervjuet ikke ble for rigid, samtidig som det skapte en ramme for intervjuet og tillot en viss grad av fleksibilitet. Videre fikk informantene muligheten til å gjøre undersøkelsen i sitt vante arbeidsmiljø på arbeidsplassen, og velge tidspunkt som passet dem. Dette ble gjort for å oppnå best mulig naturlig kontekst og redusere eventuelle forstyrrelser (Jacobsen, 2015, s.149-152).

3.2.3 Utvalg av enheter

For å danne grunnlaget for min oppgave, gjennomførte jeg en undersøkelsesprosess for å identifisere bedrifter som kan være aktuelle for min problemstilling. Under denne prosessen undersøkte jeg offentlige databaser, bransjeorganisasjoner og relevante publikasjoner for å lage en liste over potensielle bedrifter som opererer innenfor det ønskede området. I tillegg har jeg samarbeidet med Norges Vel, en norsk organisasjon som arbeider for næringsutvikling, som har hjulpet meg i å avgrense utvalget av enheter og gi meg en pekepinn på bedrifter eller personer som kan være relevante for min studieoppgave.

Jeg har begrenset utvalget av enheter ved å avgrense det geografiske området for de bedriftene jeg vil undersøke. Jeg har inkludert bedrifter som holder til innenfor området fra Midt-Norge til Nordland. Etter å ha identifisert potensielle bedrifter innenfor dette området, tok jeg aktivt kontakt med dem for å få en dypere forståelse av deres virksomhet og relevans for min oppgave. Gjennom e-post, telefon og digitale møter har jeg kommunisert med representanter fra disse bedriftene for å diskutere deres aktiviteter og samle inn viktig informasjon. Ut ifra denne vurderingen har jeg kommet frem til det endelige utvalget av bedrifter. Innenfor de valgte bedriftene har jeg identifisert nøkkelpersoner, og brukt dem som respondenter i min datainnsamling. Disse nøkkelpersonene har gitt meg verdifull innsikt og data som er avgjørende for å kunne besvare forskningsspørsmålene mine på en grundig måte. For å sikre anonymitet, vil gradert informasjon som navn, personopplysninger eller annen identifiserende detaljer ikke fremkomme noe sted i oppgaven. Navnet på selve organisasjonen vil bli oppgitt for å gi kontekst til studien (Jacobsen, 2015, s.177-183).

3.3 Gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet)

En god metode kjennetegnes ved at den er pålitelig og troverdig (reliabel), gyldig og relevant (valid). Reliabilitet gir oss en pekepinne på hvor nøyaktige dataene er, altså hvor mye de er til å stole på. Validitet er i hvor stor grad de innsamlede dataene faktisk gir svar på det som blir undersøkt (Jacobsen, 2015, s.16-17).

For å sikre gyldighet og pålitelighet i studien ble det gjennomført intervju av kilder med god kunnskap om temaet. Det finnes heller ikke noe sterkt motiv for å ikke komme med samferdig informasjon, da denne undersøkelsen kan bidra til forbedringer, eller gevinster innenfor det området deres bedrift opererer. Spørsmålene som er stilt i intervjuet har åpne svaralternativer, slik at respondentene uoppfordret kan legge til sin egen informasjon. Data som er samlet inn kommer fra ulike aktører, som er uavhengige av hverandre.

Respondentene er spesielt utvalgt fordi de har god kunnskap og nærhet til problemstillingen jeg undersøker. For å sikre relevant og gyldig empiri ble det også gjort kryssreferering av dataene som ble hentet inn fra respondentene. Dette ble gjort ved å sjekke påstandene og funnene opp mot pålitelige kilder. To slike kilder er Møreforskning og NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi), som har rapporter som underbygger informasjonen som respondentene gir. Disse to organisasjonene er kjent for sin troverdighet og metodiske tilnærming til datainnsamling og analyse, og kan derfor bidra til å styrke påliteligheten av funnene i undersøkelsen (Jacobsen, 2015, s.227-246).

3.4 Ethiske utfordringer

Før jeg gikk i gang med min undersøkelse, gjorde jeg noen overveielser over eventuelle etiske utfordringer som kunne berøre min oppgave. Det er spesielt tre grunnleggende krav jeg har sett på, dette inkluderer informert samtykke, kravet som stilles til privatliv/-privat informasjon, og krav om at innhentet informasjon må gjengis på en korrekt måte.

Respondentene ble på forhånd tilstrekkelig informert om studiets formål, at deltakelsen var frivillig, og at de i tillegg var mulig å trekke seg underveis. For å bevare deltakerens personvern blir all informasjon behandlet på en slik måte at de ikke kan identifiseres gjennom denne. De dataene som er samlet inn, inneholder ikke sensitiv informasjon. Navn på selve organisasjonen vil bli oppgitt for å gi kontekst til studien, noe som er informert om og gitt tillatelse av fra respondenten. Det er satt krav til fullstendig gjengivelse av respondenten, derfor er det forsøkt å gjengi den innhentede informasjonen så korrekt som mulig. For at dataen skal bidra til å finne nye og bedre løsninger i forhold til min problemstilling, må virkelig informasjon komme frem, som igjen gjør det ekstra viktig å gjengi all informasjon så korrekt som mulig (Jacobsen, 2015, s.177-183).

4.0 Makroalger i marin næring

I dette kapitlet forklares teorien rundt makroalger som ressurs i den marine næringen, hvordan taren produseres, høstes og hvilke anvendelsesområder den kan ha.

4.1 Hva er makroalger?

Makroalger er flercellede, vannlevende organismer som har fotosyntese, og som lever i strandsonen og i havet, langs hele Norges kyst. Det finnes til sammen ca. 12 000 arter av makroalger, hvor ca. 500 av disse eksisterer i Norge. Disse marine algene blir også kalt for tang og tare, og kan grovt deles inn i tre hovedgrupper; Grønnalger (*Chlorophyta*), Rødalger (*Rhodophyta*) og Brunalger (*Phaeophyceae*). Makroalgene har ikke røtter, men har egenskapen til å kunne feste seg til stener. Taren eksisterer i fjæren og i sjøen, er festet seg som et hårstrå, og strekker seg opp mot lyset. Tangen vokser på fjell og stener i fjæresonen (NIBIO, u.å.), (Trondsen & Skarstad, 2022). ev. («Alger,» 2022).

Grønnalgene har den grønne fargen sin fra pigmentet klorofyll. De lever for det meste i ferskvann, men kan også forekomme i saltvann. I sjøen er det artene Tarmgrønne, Grønndusk og Havsalat som er mest vanlig (Rueness, 2022). ev. («Grønnalger,» 2022). Rødalgene er en gruppe alger hvor deres farge kan variere utifra voksested og art. Det røde fargestoffet fykoerytrin, og det blå fargestoffet fykocyanin, sammen med klorofyll og karotenoider, skaper til sammen algens farge. I ferskvann er det vanlig at rødalgen har en blågrønn farge, men i sjøen, på dypt vann har algen en sterk rødlig farge. Ulike typer av rødalger er eksempelvis Fjærehinne, Grisatangdokka, Krusflik, og Søl (Rueness, 2022). ev. («Rødalger,» 2022). Brunalger får sin farge fra fargestoffet fukoxantin og klorofyll, og kan ha en brun eller olivengrønn farge. Innenfor brunalgene finner vi blant annet typene Blæretang, Butare, Fingertare, Grisatang og Sagtang. De fleste brunalgene finnes i sjøen. (Rueness, 2022). ev. («Brunalger,» 2022), (Lofoten Seaweed, u.å.).

Tang og tare inneholder mye verdifulle næringsstoffer, og er i hovedsak oppbygd av proteiner, karbohydrater, litt fett, fiber, vitaminer, mineraler og sporstoffer. De ulike artene inneholder også i ulik grad av; kalsium, kalium, magnesium, vitamin A, B, C, D, E og K, jern, selen, sink, og jod. Saltmaken i tare kommer fra kaliumklorid, noe som er mindre skadelig sammenlignet med vanlig salt, natrium-klorid. Dette «sunnere» saltet vil derfor

kunne redusere faren for høyt blodtrykk og hjerte- og karsykdommer. I tillegg kan taren være en essensiell kilde til jod, men det er stor variasjon i innholdet fra art til art, noen arter kan inneholde mye. Dette er et viktig stoff å få i seg nok av, men i moderate mengder, det kan fort bli skadelig om det blir for mye (Sunkost, u.å.), (Tango Seaweed, u.å.).

4.2 Dyrking og høsting av makroalger

Dyrking av makroalger langs norgeskysten er en næring i vekst. Taren trives i miljøer hvor vannet er kaldt, har høyt saltinnhold og bølgeaktivitet. Algene er avhengig av harde substrat å feste seg til for å kunne vokse. Det kreves ingen behov for gjødsel eller annen tilførsler for at taren skal kunne vokse og utvikle seg (Lofoten Blue Harvest, u.å.). Det eneste som behøves er at disse marine algene får rikelig med tilgang på sollys, CO_2 og næringsstoffer som finnes naturlig i havet (Scott, 2022). De viktigste næringsstoffene er fosfor (P), nitrogen (N), jern og ulike mikronæringsstoff som mineraler og vitaminer (Dalen, 2009, s.9).

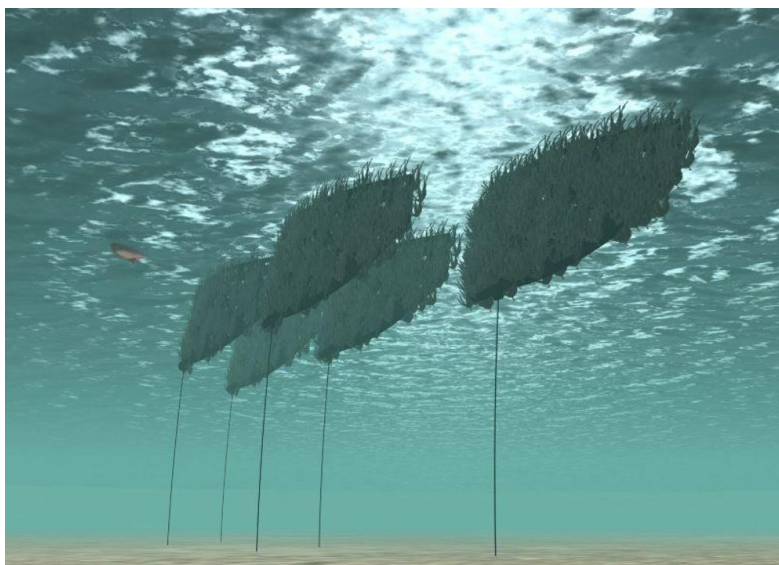
Makroalgene er ømfintlige for raske temperaturendringer, og trives ikke i for varmt vann. For eksempel er tarearten *Butare* veldig temperaturfølsom, og dør ved temperatur på ca. 16 – 17 grader celsius. Ved riktige forhold kan algene vokse veldig raskt. I et forsøk gjennomført av SINTEF, vokste taren med opptil 2 cm daglig (Dalen, 2009, s.10).

Den store tareplanten (sporofyten) dyrkes ute i sjøen ved at den slipper såkalte sporer, eller frø, som vokser til mikroskopiske trådformede planter (gametofytter). Disse hun- og hannplantene produserer sperma og egg, og utvikler seg til nye store tarekimplanter ved befruktning. Når disse algene skal dyrkes, kan denne mikroskopiske prosessen skje i et laboratorium. Her starter prosessen ved at man først preparerer en frøløsning fra de fertile plantene, videre blir disse overført til et kar, hvor man lar sporene feste seg til repene og spirer seg til hunn – eller hannplanter. Det tar bortimot 1 – 2 uker før befruktningen skjer, og etter ca. 8 uker har plantene utviklet seg nok til å kunne forflyttes videre til sjøen for videre vekst. I løpet av de 8 ukene har disse tarekimplantene vokst seg til en lengde på 1 – 2 cm (Dalen, 2009, s.15).

Disse sporene kan også dyrkes frem naturlig ute i sjøen, i dyrkingsanlegget. Dette gjennomføres ved at man utplasserer tomme liner i sjøen ved sensommer, eller tidlig høst,

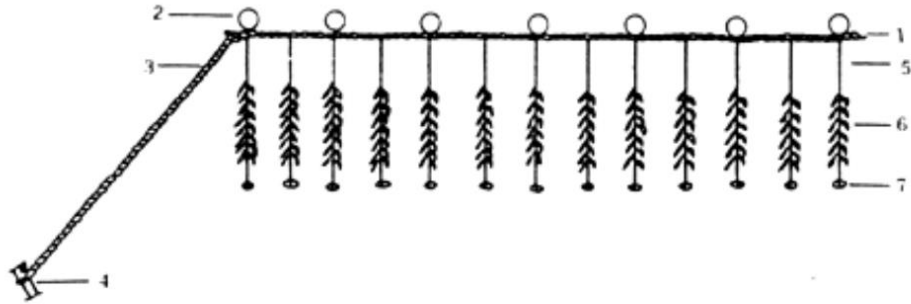
og lar sporer fra planter i nærheten feste seg til disse og utvikle seg på samme måte som i et laboratorium. Ved å benytte denne metoden vil det kunne redusere både tid og kostnader. De vanligste makroalgene for dyrking i Norge er Butare (*Alaria Esculenta*) og Sukkertare (*Saccharina Latissima*). De dyrkes i sjøen ved å benytte ulike metoder, vanligvis vertikale- eller horisontale liner i sjøen, som plantene fester seg til. (Dalen, 2009, s.15).

Noen av metodene kan eksempelvis se slik ut:



Figur 1: Taresporer festet til vertikale flak, som flyter i sjøen og forankres i sjøbunnen, 2016, hentet fra Teknisk Ukeblad. (<https://www.tu.no/artikler/de-vokser-fra-1-centimeter-til-1-5-meter-pa-fem-maneder-na-kan-de-bli-var-nye-milliardindustri/346608>)

Figur 1 illustrerer en metode hvor det algene dyrkes på vertikale flak. Disse flyter i havet og blir festet i havbunnen. Ved å benytte denne metoden vil taren kunne vokse tettere, og er lettere å høste.



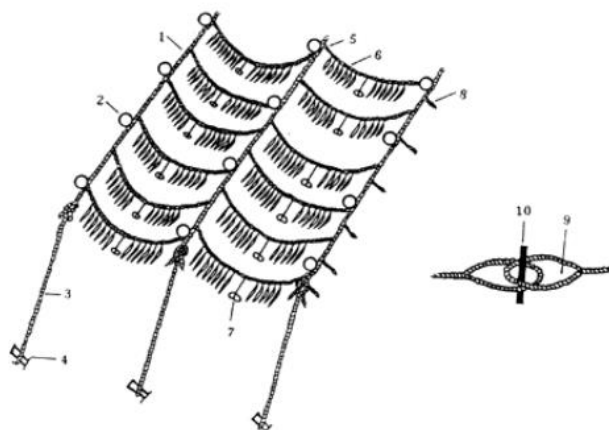
Figur 2: Dyrking av makroalger på vertikale liner i sjøen, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

Figur 2 viser et enkelt oppsett av en line som benyttes hvor det er roligere vind- og bølgeforhold. Linen holdes oppe av flyteelementer, for eksempel bøyer, og kan holdes på plass ved hjelp av lodd, eller forankres i bunnen. Plantene festes til de hengende linene.



Figur 3: Skisse av makroalgeproduksjon på vertikale liner, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

Figur 3 illustrerer et anlegg hvor taren dyrkes lenger ut fra kysten, hvor linen har en større dimensjon. Dette er en skisse fra et makroalgedyrkingsprosjekt, «The Ocean Sunrise», som Japanske myndigheter tok initiativ til.



Figur 4: Metode for horisontal dyrking av makroalger i Kina, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

Figuren viser tare dyrket på en horisontal line i Kina. De lange linene har flottører og flyter, mens midtlinene holdes nedsenket ved bruk av lodd. Denne metoden egner seg best nærme land, der det finnes mye næringsstoffer i vannet, slik som vikar, laguner og lignende. Denne metoden er arealkrevende.

Det krever god kunnskap om biologien til makroalgene for å kunne dyrke disse etter dagens metoder, men rent teknisk er det ikke komplisert eller krevende å gjennomføre. De finnes flere metoder for å dyrke tare, men her er det nevnt de mest vanlige. Makroalgene kan vanligvis høstes etter 3 – 4 måneder, før den blir utsatt for begroing og kan få svekket kvalitet. Algene inneholder mye vann, bortimot 70-90%, og vil kunne raskt forringes dersom den ferske biomassen ikke blir behandlet eller konservert, så raskt som mulig etter høsting. Selve høstingen foregår manuelt, med båt, hvor linen dras inn gjennom en vinsj, og fører taren via et rulleband til en kutter som sørger for å dele opp algene i mindre biter. Videre blir taren lagt i store beholdere og fraktet inn til land. Dette er en metode som er både arbeidskrevende, tungvint og kostbar (Dalen, 2009, s.13,16), (Stévant & Rebours, 2020, s.13), (Stévant et al., 2015, s. 5,6).

4.3 Anvendelsesområder for makroalger

Makroalger har et bredt spekter av anvendelsesområder og kan blant annet brukes til følgende; matingrediens, kosmetikk, medisin,ertilsetning, gjødsel og bioenergi (Stévant et al., 2015, s.1). I tillegg kan disse marine algene brukes i kampen mot miljøutslipp, der

taren sørger for å binde CO_2 , og kan redusere en mengde på opptil 3000 tonn karbondioksid pr kvadratkilometer dyrket tare (Benjaminsen, 2021).

4.3.1 Alginat

Et av de mange viktige stoffene som finnes i makroalger er alginat, dette stoffet har blitt utnyttet i mange år. Norge er en av de ledende innen alginatproduksjon, og har holdt på med dette i over 70 år. Det er mest fra tarearten Stortare (*Laminaria hyperborea*) dette alginatet har blitt hentet ut (Stévant et al., 2015, s.1). Alginat er et polysakkarid som finnes blant annet i brunalger. Taren består mest av vann, men av algens tørrvekt er ca. 40% alginat. Dette hvite pulveret har en meget stor evne til å kunne trekke til seg, og holde på vann. I tillegg tåler stoffet både høye og lave temperaturer (frysing). Alginatet blir brukt som fortyknings-, emulgators-, stabilisator- og gelémiddel innenfor blant annet; mat-, medisin-, kosmetikk – og annen industriproduksjon (Bøhle & Øvstebø, 2021).

Alginat blir i dag brukt i over 600 produkter, som blant annet tannkrem, maling, softis supper og medisiner. Det forskes også videre på hvordan stoffet kan utnyttes best mulig, for å finne ut om det er mulig å bli en erstatte for plast og bidra til å løse det store plastproblemet som vi har i verden (Scott, 2022).

4.3.2 Matvarer

Det gjøres også forskning på hvordan tare kan brukes i matvarer. Makroalgene inneholder blant annet næringsstoffer som kostfiber, protein, omega 3 fettsyrer, og polyfenoler, som er et stoff med en antioksidativ effekt. Algene inneholder også en god mengde jod, som er et stoff vi trenger, men som vi ikke skal ha i oss for store mengder av. Teksturen og smaksstoffene til taren er unik og er spennende i mat. I dag blir taren blant annet brukt som kryddermix, snacks og som tarepesto (Grønnestad, 2021).

4.3.3 Dyr- og fiskefôr

Brunalger kan også brukes til dyr- og fiskefôr. NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet) forsker på hvordan disse makroalgene kan benyttes i dyrefôr, gjennom en prosess hvor algene blir omgjort til gjær. Dette gjøres ved å benytte en

konserveringsprosess hvor taren fermenteres, i tillegg til å spalte molekyl ved å tilsette vann, såkalt hydrolyse (Grønnestad, 2021).

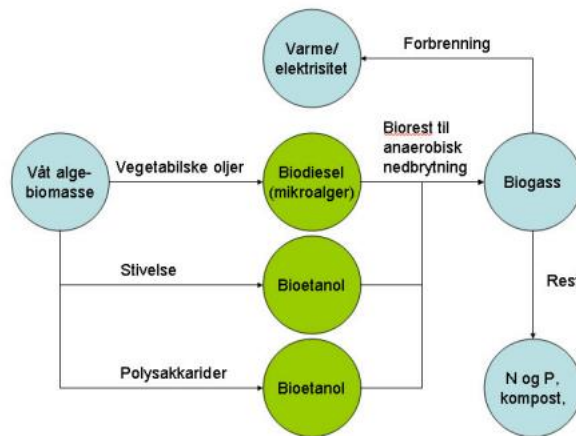
De bioaktive stoffene laminarin, fukoidan og ulike polyfenoler kan ekstraheres fra makroalgene og brukes i fôret til blant annet smågris, kylling og laks. Taren kan også inngå som en ingrediens, og erstatte soya og fiskemel i fôr til melkekyr, gris, kylling og laks. Ved å benytte de røde makroalgeartene i fôret til drøvtyggere vil man kunne redusere metanutslippet fra disse (Grønnestad, 2021).

4.3.4 Bioteknologi og medisin

Alginat, agar og karraganen er tre ulike polysakkarider som kan ekstraheres fra noen brune- og rødalger. De marine makroalgene kan også brukes innenfor medisin og bioteknologi. Noen alger inneholder stoffer med antibiotisk effekt, og kan i tillegg benyttes til å forebygge kreft- og karsykdommer. En rødalge som heter *Delisea pulchra*, har en organisk forbindelse som inneholder brom, dette stoffet kan brukes til å forhindre vekst av alger og andre organismer på båter og marine installasjoner. Alginat kan brukes i medisin ved å lage små kuler av alginat som inneholder levende celler. Disse kulene kan settes inn i kroppen, og stoffene i kulene vil kunne komme ut og hjelpe til med å behandle sykdommer som for eksempel kreft og diabetes. Agar er også viktig i medisin og biokjemi. Dette stoffet kan for eksempel brukes for å dyrke mikroorganismer og vev i laboratorier, og for å separere store molekyler (Grønnestad, 2021).

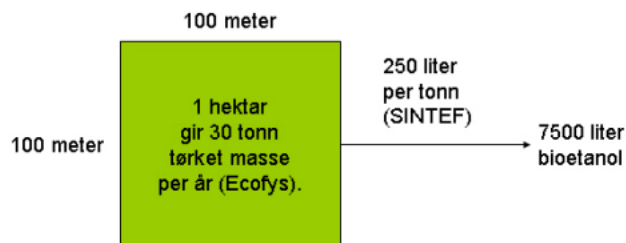
4.3.5 Biobrensel

Biobrensel er også et bruksområde som makroalger kan nyttes til. Algene inneholder både stivelse, sukkerforbindelser og vegetabiliske oljer, som kan utnyttes til å lage biologisk drivstoff, som biodiesel og bioetanol



Figur 5: Hvordan biomassen fra alger kan brukes til å produsere biobrensel, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

Det kreves imidlertid en stor produksjon av biomasse for å kunne få til en større produksjon av biobrensel. Ifølge beregninger fra SINTEF og Ecofys, kreves det ca. 30 tonn tørket biomasse for å hente ut 7500 liter bioetanol, se vedlagt figur under.



Figur 6: Areal som kreves for å dyrke biomasse, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

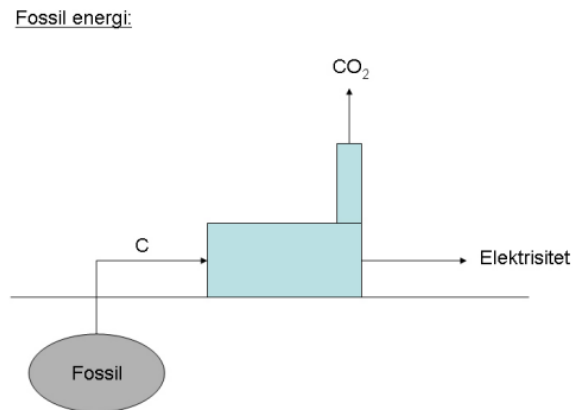
4.3.6 Karbonpumpe (Lagring og fjerning av CO₂)

Makroalger spiller en viktig rolle for å ta bort karbon fra atmosfæren, til dette er det ulike metoder som kan benyttes, eksempelvis CCS og CDR.

Karbonfangst- og lagring (CCS), eller carbon capture and storage, er en metode som kan brukes sammen med fabrikker og kraftverk for å ta ut og fjerne karbondioksid (CO₂) fra atmosfæren og lagre den trygt under bakken. I rapporten til Bellona vises det eksempler på

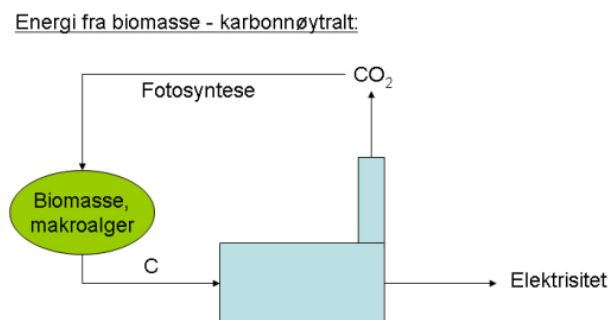
hvordan makroalger kan brukes som biomasse i et biomassekraftverk for å redusere utslippene (Dalen, 2009, s.26).

Nedenfor vises det eksempler på kraftproduksjon på tradisjonell måte, og ved biomassekraftverk der CO_2 -utslippene kan reduseres betydelig.



Figur 7: Areal som kreves for å dyrke biomasse, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

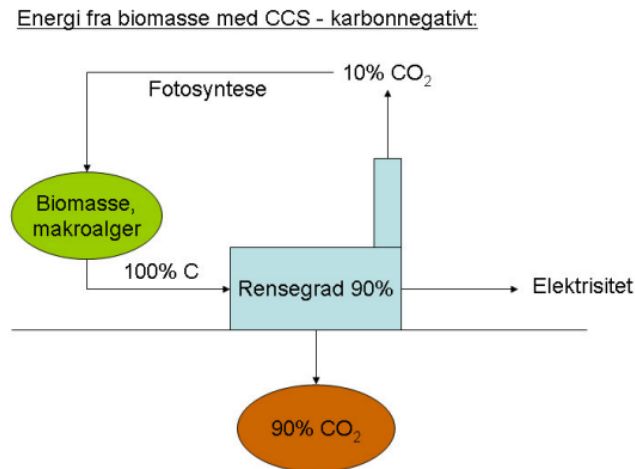
Figur 7 viser kraftproduksjon ved bruk av fossile ressurser, som for eksempel olje, kull og gass, der forbrenningen fører til store mengder CO_2 -utslipp til atmosfæren (Dalen, 2009, s. 25).



Figur 8: Karbonnøytral energiproduksjon ved bruk av biomasse fra makroalger, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

Figur 8 viser hvordan regnestykket kan bli karbonnøytralt ved å bruke biomasse til å lage elektrisitet, og der CO_2 går i et kretsløp. Karbonet som er lagret i massen, brukes til å lage

energi i kraftverk, slipper ut CO_2 som deretter brukes i fotosyntese og lagres på nytt, i ny biomasse, ved hjelp av solenergi (Dalen, 2009, s. 26).



Figur 9: Karbonnegativ energiproduksjon ved å benytte seg av karbonfangst og lagring, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen.

(<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)

Figuren viser hvordan det er mulig å få en karbonnegativ energiproduksjon, ved hjelp av sollys, fotosyntese og CCS-metoden, fangst og lagring av CO_2 . Med dette vil 9 av 10 karbonatom som er lagret i biomassen bli fjernet fra atmosfæren, som vil si det fjernes mer CO_2 enn det slippes ut (Dalen, 2009, s. 27).

Karbonfangst- og fjerning (CDR) eller carbon dioxide removal, denne metoden innebærer å fjerne CO_2 fra atmosfæren og lagre den på en måte som bidrar til å redusere den totale mengden av karbon i atmosfæren. Dyrket tare vil kunne hjelpe oss i å absorbere mye av CO_2 fra atmosfæren og lagre den på ulike måter. For eksempel kan vi bruke den som jordforbedringsmiddel i landbruket, eller deponere den på dype havområder, såkalt sedimentering. Dette er to ulike metoder, men felles for begge er at de begge hjelper til med å fjerne CO_2 fra kretsløpet, som igjen bidrar til å redusere den totale mengden av CO_2 som fører til klimaendringer (Benjaminsen, 2021).

5.0 Tørking av makroalger

Her beskrives ulike tørkemetoder og prosesser for makroalger. Teorien beskriver hvilke metoder som finnes, og hvor effektive og bærekraftige metodene kan ha potensial til å være.

5.1 Hvordan fungerer tørking av makroalger, og hva er fordelene ved å tørke dem?

Makroalger er et råstoff med et høyt vanninnhold i fersk tilstand, og vil kunne raskt kvalitetsforringes etter høsting. Derfor er det viktig at disse marine algene blir behandlet fortløpende, slik at man beholder næringsstoffene og kvaliteten best mulig. For å stabilisere biomassen kan tørking være en god konserveringsmetode. Da dette forsinker bakteriell nedbrytning av råstoffet, og samtidig redusere vekt og volum for biomassen som skal videre transporteres, eller prosesseres. I tillegg kan tørking gi flere års holdbarhet. Det er viktig at tørkeprosessen tilpasses best mulig, slik at det unngås uønskede effekter som vil kunne endre eller degradere næringsverdien til biomassen. Særlig vil for høy temperatur kunne påvirke biomassens produktkvalitet. Ved tørking får makroalgene et mer konsentrert innhold av næringsstoffer og holdbarhetens økes betraktelig (Alfsen og Gunderson, u.å.), (Stévant et al., 2015, s.18).

Tørking som konserveringsmetode betyr reduksjon av vanninnhold i produktet, til et nivå som egner seg både for videre lagring og bruk. Ved tørking er det to viktige faktorer som inngår, overføring av varme slik at fordamping kan skje, og at det blir bevegelse av vann gjennom og bort fra produktet. Vanninnholdet fordampes ved tørking, dette er en prosess som er energikrevende, men er veldig aktuell da produktvolumet kan reduseres betydelig, noe som reduserer distribusjonskostnader og miljøbelastningen. I tillegg til at holdbarheten øker og svinnet blir mindre. Det er imidlertid en del utfordringer knyttet til tørking, som gjør prosessen både kostbar og vanskelig (NOFIMA, 2022), (Skåra & Rosnes, 2022).

Ved å bruke konvensjonelle tørkemetoder vil vann som transporteres bort fra produktet avta etter hvert som overflaten tørker ut, og tørkehastigheten minsker. Dette gjør at tørkeprosessen går saktere på slutten. Om tørketemperaturen økes, for å kompensere for

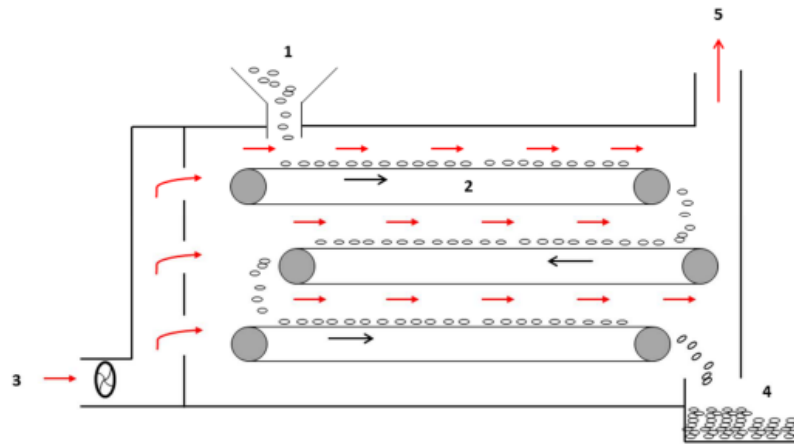
dette, kan det for eksempel gi redusert næringsinnhold og økt energibehov. Gjennom denne prosessen kan det også skje endringer som det er viktig å være klar over, slik som endring i kalori- og fiberinnhold, fordi produkter blir mer konsentrert. Næringsstoffene reagerer ulikt på varmebehandlingen. For eksempel vil varmebehandling ved høy temperatur kunne redusere mengden av vitamin C i matprodukt, tåler vitamin A relativt godt når det varmebehandles under kontrollerte forhold (NOFIMA, 2022).

5.2 Tørkemetoder- og prosesser

Tørking av makroalger må skje på en skånsom måte, hvor det finnes tre hovedkategorier for tørkeprosesser; luft- og kontakttørking, vakuamtørking og frysetørking. Ved luft- og kontakttørking blir varme tilført produkter, enten ved oppvarmet luft eller ved at produktet plasseres på en oppvarmet overflate, og vann dampes bort med luften. Ved å bruke vakuamtørking skjer fordampning ved trykk, der lavere trykk gir større fordampning. Frysetørking gjøres ved å bruke egnet temperatur og trykk for å få fordampet vann bort fra det frosne produktet. Her gjør sublimasjon slik at væsken i produktet går direkte over til damp, i stedet for å smelte til væske. Denne måten bidrar til at produktet beholder sin struktur bedre, enn ved de andre metodene (NOFIMA, 2022). De industrielle tørkeprosessene som benyttes i dag inkluderer flerbelts-tørking, tunneltørking, trommeltørking, fluidbed-tørking, maletørking, frysetørking, infrarødtørking og flashtørking (Stévant et al., 2015, s.8).

5.2.1 Flerbelts-tørking

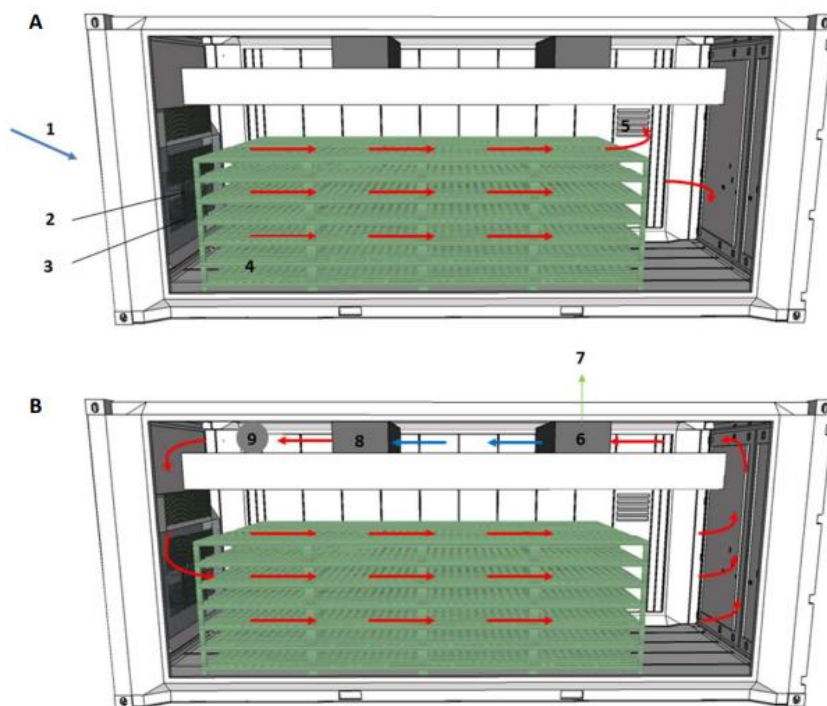
Flerbelts-tørking er en prosess som går ut på å sende fersk og ferdig oppkuttet biomasse gjennom en flerbelts-tørker. Biomassen mates inn i det første beltet, som vanligvis holder en høy temperatur og lav luftfuktighet. Deretter transporteres algene gradvis gjennom flere belter, som hver har en litt lavere temperatur og litt høyere luftfuktighet enn det forrige beltet. Denne metoden sørger for å tørke makroalgene jevnt og forsiktig, slik at man unngår å miste kvalitet på smak eller farge. Hvis flerbelts-tørking skal brukes til å produsere alginat, anbefales det å bruke en tørketemperatur på ca. 70°C og en slutfuktighet på ca. 12%. På Island er denne metoden benyttet ved bruk av geotermisk varme som energikilde, og til tørking av stortare og grisetang (Stévant et al., 2015, s.8).



Figur 10: Prinsipp tegning av et flerbelts-tørkesystem. 1: Våt og ferdigkuttet biomasse, 2: Transportbelte, 3: Inngang varmluft, 4: Tørket biomasse utgang, 5: Utgang varmluft, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)

5.2.2 Tunneltørking

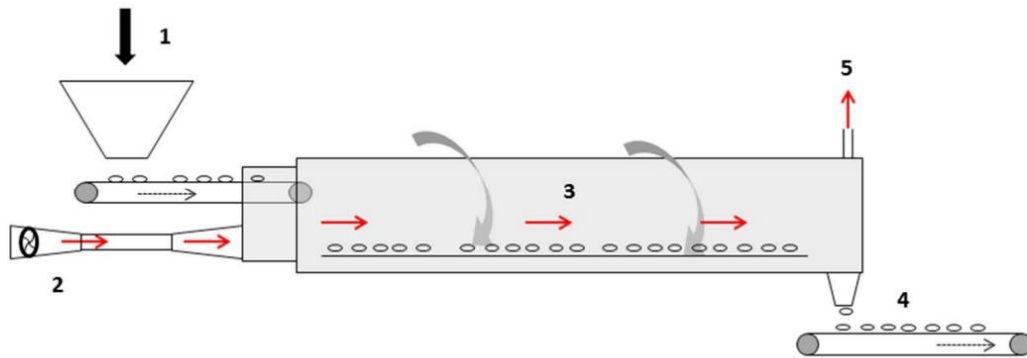
Tunneltørking er en prosess som går ut på å tørke alger gjennom å nytte en lav og skånsom temperatur. Dette for å beholde smak og kvalitet på produktet. Biomassen blir først lagt på tørkebrett, hvor det tilføres varmluft, luftgjennomstrømninga blir regulert ved å justere på en ventil. I tillegg resirkuleres luften ved høy luftfuktighet. Massen tørkes ved ca. 22°C , men tiden varierer ut ifra algenes art og tykkelse. Ulempen med denne metoden er ujevn tørking, hvor massen som ligger nærmest viften blir tørket raskere enn resten. Brettene må derfor flyttes eller roteres på for å unngå dette. Det er også et problem der brunalgene klistrer seg sammen under tørking, slik at de øverste lagene tørkes, og hindrer videre tørking til de lagene under. For å forhindre dette, må de røres i massen hver tiende time. Denne tørkemethoden egner seg best til tørking av mindre mengder råstoff, såkalt batch tørking. Ved å gjøre dette sørger man for å ivareta mest mulig av smaken og kvaliteten på produktet. Denne metoden er også tatt i bruk på Island, til matproduksjon, hvor den brukes til å tørke søl, butare og sukkertare (Stévant et al., 2015, s.9-10).



Figur 11: Tørkecontainer. Batch-tørking ved luftgjennomstrømning (A) og resirkulering (B). 1: Inntak av kald luft, 2: Vifte, 3: Varmeveksler, 4: Brett som råstoff legges på, 5: Utgang varmluft, 6: Fordamper, 7: Vanndamp, 8: Kondensator, 9: Vifte, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)

5.2.3 Trommeltørking

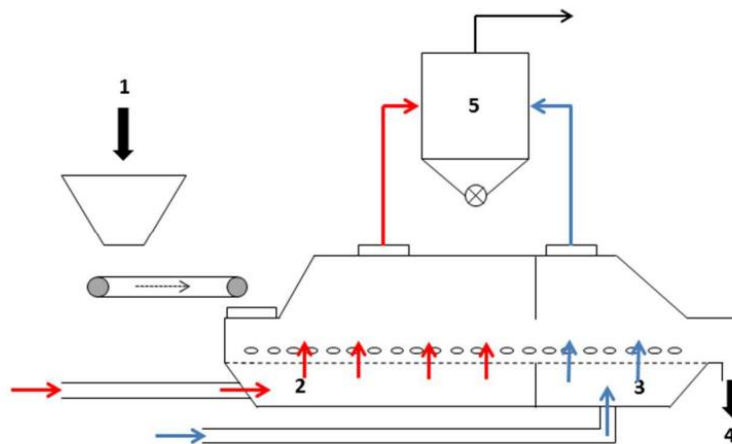
En annen metode er trommeltørking, hvor en tørketrommel roterer og sørger for å vende biomassen rundt, mens den tørkes. Trommelen har en svak helling, som går sakte rundt og tilfører varmluft motstrøms, eller parallelt til biomassen. Algemassen da med dette ikke klebe seg sammen, slik som vanligvis gjør om den blir liggende lagvis i ro. Dette systemet er mindre arbeidskrevende, da det ikke kreves noen manuell sortering og spredning av biomassen. Metoden er brukt i Irland, hvor de tørker grisetang til alginatproduksjon, og til tørking av søl og butare til matproduksjon. Metoden har gitt gode resultater med hensyn til produktkvalitet (Stévant et al., 2015, s.10-11).



Figur 12: Prinsipp tegning av et roterende-trommel tørkesystem. 1: Våt biomasse, 2: Inngang av varmluft, 3: Trommel som roterer, 4: Utgang ferdigtørket biomasse, 5: Utgang varmluft, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)

5.2.4 Fluidbed-tørking

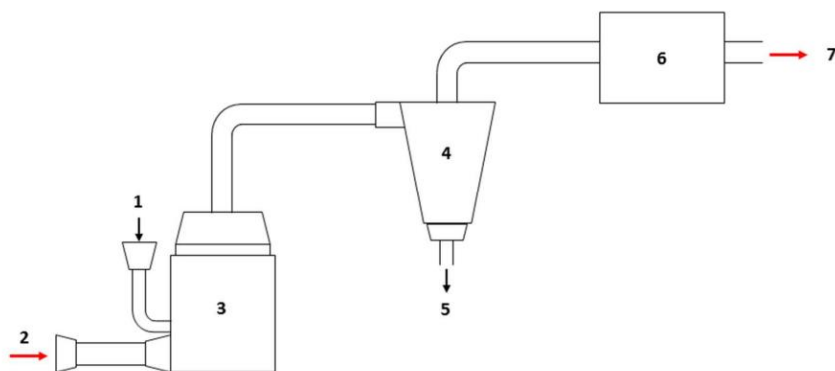
Fluid-bed tørkesystem er en tørkemethode hvor varmluft strømmer inn og gjennom en «seng» av biomasse som skal tørkes, og varmen overføres til materialet, konvektivt fra tørkeluften. Dette systemet egner seg best til råvarer som allerede er ferdig kuttet eller pulverisert, fordi massen beveger seg fritt i luftstrømmen. Produktet tørker raskt fordi hver flate av hver produktbit blir berørt av tørkeluften. Varmen blir regulert slik at fuktigheten fra algemassen fordamper fra overflaten og blir transportert fra den indre delen av råstoffet via kapillaritet. Hvis tørkingen skjer for raskt, vil det kunne dannes en skorpe som kapsler inn fuktigheten og forsinker avfuktingen. Fluid-bed tørking er en energieffektiv metode, på grunn av høy varmeveksling mellom luft og materiale. Systemet har ingen mekaniske deler, noe som gir lavere drifts- og vedlikeholdskostnader enn mekaniske tørkemetoder (Stévant et al., 2015, s.11).



Figur 13: Prinsipp tegning av et fluid-bed tørkesystem. 1: Inngang av våt biomasse, 2: Varmelufttilførsel, 3: Inngang av kaldluft, 4: Ferdigtørket og avkjølt biomasse føres ut, 5: Støvfiler, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)

5.2.5 Maletørking

Maletørking er et tørkesystem hvor biomassen både males og tørkes samtidig. Biomassen kvernes først til mindre biter, slik at tørkehastigheten kan økes betydelig. Deretter blir algemassen matet in et apparat med en kraftig luftstrøm, som lager en turbulens og splitter de kvernedede bitene til mindre partikler. Til slutt blir ferdig malt- og tørket produkt skilt ut fra luftstrømmen ved hjelp av en syklon og et tekstilfilter. Tørkesystemet kan brukes til tørking og pulverisering av alginatmasse, samt til matindustrien (Stévant et al., 2015, s.12).



Figur 14: Prinsipp tegning av et turboRotor-system. 1: Inngang våt biomasse, 2: Inngang varmluft, 3: Vortex møllen, 4: Syklon, 5: Biomasse malt og tørket, 6: Filter, 7: Utgang luft, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)

5.2.6 Frysetørking

Frysetørking er en vanlig tørkemethode som benyttes for å konservere mat og organiske materialer. Denne metoden går ut på å fjerne vann fra algene for å bevare næringsstoffer og andre viktige egenskaper. Prosessen består hovedsakelig av tre trinn. Første trinnet er frysing, her fryses makroalgene raskt ned til en svært lav temperatur (ca. -50 og -80 grader), slik at det forhindrer krystalldannelse på biomassen. Det andre trinnet går ut på å fjerne vannet fra makroalgene og kalles for sublimering. Her plasseres algene i et vakuumkanter, hvor trykket senkes til en bestemt grad, samtidig som det tilføres varme. På denne måten vil det frosne vannet i algene fordampe fra fast form (is), til gassform (vanndamp), uten å smelte først. Det siste trinnet er tørking, her fjernes resterende vannmolekyler fra vakuumkanteret ved å bruke et absorberende materiale som trekker til seg vanndampen. Dette er en skånsom tørkemethode som sørger for å ivareta makroalgenes næringsstoffer og egenskaper best mulig. En ulempe med denne metoden er at den medfører høye kostnader og lang tørketid (Stévant et al., 2015, s.13-15).

De to vanligste metodene for frysetørking er atmosfærisk- og vakuum frysetørking. Atmosfærisk frysetørking er en form varmpumpetørke som innebærer at materialet fryses og deretter tørkes under vanlig atmosfærisk trykk. Dette kan føre til at vannet i produktet fordampes, og etterlater seg hulrom og porer, som kan føre til at strukturen og egenskapene

til produktet endres. Vakuum frysetørking innebærer at materialet fryses, og deretter tørkes under et vakuum. Dette reduserer både trykket og gjør det lettere å fjerne vannet fra materialet ved sublimasjon, uten å etterlate seg hulrom eller porer. Vakuum frysetørking fører vanligvis til et bedre resultat, og opprettholder materialets struktur og egenskaper bedre enn atmosfærisk frysetørking (Stévant et al., 2015, s.13-15).

5.2.7 Infrarød-tørking

Infrarød-tørking gjøres ved at elektromagnetisk infrarød (IR) stråling overføres til overflaten av materialet som skal tørkes, uten at luften rundt blir oppvarmet. Materialet absorberer den termiske strålingen, og energien blir gjort om til varme. Innen matindustrien brukes det mest langbølge infrarød stråling (FIR, 25 – 100 μm), da matproduktet absorberer best strålingsenergi i dette intervallet av FIR. Tørking ved bruk av IR-stråling gir flere fordeler, som blant annet lav tørketid, jevn tørking og høy kvalitet på produktet. I tillegg brukes det lite energi, og kostnader knyttet til utstyr er lave. Denne metoden er brukt til å tørke brunalger, som har vist gode resultater i forhold til produkt egenskaper som bulk tetthet, rehydreringsevne og antioksidant aktivitet. Metoden er ikke egnet for å tørke biomasse hvor det legges lag på lag av makroalgemasse, men kan utvikles til å brukes i kombinasjon med andre metoder som for eksempel varmluftkonveksjon (Stévant et al., 2015, s.17).

5.3 Effektivitet og bærekraftighet av tørkemetoder

Ved tørking av makroalger er effektivitet og bærekraftighet to sentrale faktorer som må vurderes i forhold til tørkemetoden. Effektivitet handler om å kunne oppnå ønsket tørrhet på kortest mulig tid, gjennom minst mulig energiforbruk. Bærekraftighet handler om å minimere miljøpåvirkningene og utnytte ressursene på best mulig måte. Siden makroalger har et høyt vanninnhold, vil det kreves store mengder energi for å nå ønsket resultat av tørkingen. Det forskes stadig på nye og innovative løsninger for hvordan dette problemet kan løses, og om det finnes andre metoder å gjøre dette på, som skal bidra til å kunne oppnå disse to faktorene best mulig. Industrien langs hele kysten slipper ut store mengder av energi som går til spille, uten å nyttes, noe som kan være en mulighet for å bruke ikke-utnyttet energi, slik at energibehovet reduseres (Dalen, 2009, s.35).

I tillegg arbeides det for å gjøre energi fra spillvarme mer tilgjengelig, og forbedre samarbeidet mellom de aktører som kan tilby overskuddsvarme, og de aktørene som har behov for dette. Hvordan energien skal lagres, for å videre overføres, er noe som jobbes med, og som kan være interessant for makroalgenæringen. Ved bruk av spillvarme som energikilde kan kostnadene reduseres, samtidig som forbruket av energi totalt sett blir mindre, noe som øker bærekraften (Stévant et al., 2015, s.19).

5.3.1 Pulserende elektriske felt

Det forskes stadig på den vanskelige tørkeprosessen av makroalger. Det ledende matforskningsinstituttet Nofima arbeider med flere prosjekter hvor de forsker på lufttørking kombinert med nye teknologier. En behandling som har vist seg å kunne redusere tørketid og energibehov er bruk av teknologi kalt «pulserende elektriske felt» (PEF). Denne metoden lager små mikroporer i cellene og øker transporten av vann og næringsstoffer, som bidrar til å redusere tørketiden. Da produktet reduserer vanntransporten ved slutten av tørkingen, kan problemet løses ved at produktet varmes opp ved bruk av mikro- eller radiobølger, uten at overflaten må tilføres mer varme. PEF og dielektrisk oppvarming sørger for miljøvennlig og ikke forurensende teknologi som har vist seg å kunne redusere tørketiden og energibehovet med opptil 50 %, samtidig som de bidrar til å redusere nedbrytningen av næringsstoffer (Skåra & Rosnes, 2022).

5.3.2 MakroTerm

En utfordring for makroalgeindustrien er å opprettholde kvaliteten på taren rett etter høsting, da det er store mengder som skal håndteres fortløpende, og kvaliteten forringes raskt etter høsting. De vanligste metodene for tørking er luft- og frysetørking, men disse metodene krever store mengder energi, som fører til store kostnader. Derfor har Møreforskning med SINTEF iverksatt et prosjekt som heter MakroTerm, hvor de undersøker om damp og overhettete damp – tørking (ODH) kan være en bedre og mer effektiv metode for å tørke sukkertare, sammenlignet med de vanlige tørkemethodene. Siden sukkertare har et høyt innhold av jod, vil prosjektet kartlegge om det er mulig å redusere dette ved bruk av varm damp. Det ble evaluert hvilke påvirkning denne metoden har på produktens egenskaper og miljø, i tillegg til energiforbruk og potensialet den har for industrielle anvendelser (SINTEF, 2021).

6.0 Spillvarme

Teorien her introduserer begrepet spillvarme og utforsker hvilke kilder til spillvarme som finnes. Det utdypes også hvordan spillvarme kan utnyttes i industrien.

6.1 Hva er spillvarme?

Spillvarme er energi eller varme som genereres som et resultat av en prosess eller aktivitet, men som ikke utnyttes til noe spesifikt formål og dermed går tapt til naturen.

Overskuddsenergien kommer enten som oppvarmet vann, luft eller damp, og kan gjenvinnes og utnyttes som fjernvarme eller fjernkjøling til nyttige formål. Spillvarme kan for eksempel være overskuddsvarme fra industriproduksjon, datasenter, avfallshåndtering, prosessindustri, kjøleprosesser, eller fra hydrogen- og kraftproduksjon (Norsk Fjernvarme, u.å.).

Ved å nytte denne energien vil det kunne oppnås flere fordeler, blant annet redusert bruk av primære energikilder, reduserte klimagassutslipp, reduserte kostnader, mer bærekraftige energisystem, og den totale belastningen på miljøet vil bli mindre. utfordringer knyttet til utnyttelse av slik energi kan være store variasjoner i avgass- og temperaturtopper, støvinnhold i avgassene, og samkjøringen mellom enhetene som skal gi fra seg, og ta til seg energien (Norsk Energi, u.å.).

6.2 Kilder til spillvarme

Spillvarme er en enorm miljøvennlig ressurs, og bruk av denne er et godt tiltak i kampen mot global oppvarming. Norsk industri har tilgjengelig 20 TWh med overskuddsvarme, noe som tilsvarer en tiendedel av hele energiforbruket i Norge. Overskuddsvarme fra blant annet metallindustrien blir ofte utnyttet til å produsere kraft, da det genereres overskuddsvarme med temperatur over 250 grader. Spillvarme med lavere temperaturer er ikke like lett å utnytte, og går ofte til fjernvarme. Muligheten her er store ved å øke kunnskapen og samarbeidet innenfor området (Benjaminsen, 2021).

6.2.1 Prosessindustri

Aluminiumsverk har mye tilgjengelig overskuddsvarme, men temperaturen egner seg best til oppvarming av bygg. For å få utnyttet denne spillvarmen, er industriklynger et godt alternativ, med hensyn til å få til en lønnsom utnyttelse. Fra ferrolegeringsverk genereres det avgasser som skaper høy temperatur, dette kan bli brukt til å lage strøm, men har i tillegg restvarme som blant annet kan benyttes til å tørke makroalger (Benjaminsen, 2021).

6.2.2 Avfallsforbrenning

Spillvarme fra avfallsforbrenning er ofte benyttet til fjernvarme. Det produseres også en liten del biogass fra avfallsanleggene. Det er totalt 20 forbrenningsanlegg spredt rundt i Norge, og disse er pålagt å drives på en slik måte at energi fra forbrenningsprosessen blir utnyttet så mye som det er mulig (Oslo Economics / Asplan Viak, 2020, s.26).

6.2.3 Datasenter

Datasenter er en annen kilde til spillvarme, hvor varmen produseres jevnt over hele året, siden driften er kontinuerlig. Det er ca. 18 datasentre i Norge i dag, og disse egner seg godt til å levere fjernvarme. Norges vassdrags – og energidirektorat har gjort beregninger som viser at energibehovet fra datasentre vil øke fremover, og øke fra 0,8 TWh i 2019, til 4 – 9 TWh innen 2040. Potensialet i overskuddsvarme fra datasentre er derfor stort og økende. Mye av denne varmen går til fjernvarmeanlegg, men kan også brukes til annen type behov. For eksempel vil overskuddsvarmen fra nedkjøling av datautstyret generere spillvarme med en temperatur rundt 35 – 45 grader celsius. En avgjørende faktor for tilgjengeligheten til spillvarmen er beliggenheten til datasenteret (Oslo Economics / Asplan Viak, 2020, s.1, 27).

6.3 Bruk av spillvarme

Det er to hovedmåter å utnytte spillvarme på. Den ene måten er å bruke spillvarmen direkte. Den andre måten er å utnytte spillvarmen ved å konvertere den til andre former for energier eller temperaturnivåer. Eksempel på dette er hvor temperaturen på spillvarmen økes ved bruk av varmepumpe. Det finnes prosesser som kan gjøre spillvarmen om til

elektrisk kraft, eller den kan utnyttes til kjøling. Blant annet kan kjøling av datasentre avgi spillvarme som kan nyttes til behandling eller tørking av biomasse. Tilgjengelige temperaturer av spillvarme kan variere fra 15 – 75 grader celsius, alt etter hvilken avkjøling som er brukt ved datasenteret, luft-, vann, eller tofaset kjøling. Sistnevnt kjølemetode er en ny og kommende teknologi, hvor energien lagres latent, via fordamping av den flytende kjølevæsken (Moen, 2021).

Spillvarmen kan benyttes til mange ulike områder, hvor det er temperaturen som er den avgjørende faktoren for hva den egner seg best til. Spillvarme med høyere temperaturer kan for eksempel brukes til å produsere kraft, hvor temperaturer over 250 grader celsius er best egnet for dette. Temperaturintervall mellom 100 – 200 grader celsius kan brukes innen trelastnæringen, der spillvarmen blir brukt til å tørke tre og terrassebord som kokes i olje. Innenfor dette temperaturområdet er det også mulig å tørke pellets til bioenergianlegg og ultrapasteurisering, 135 – 145 grader celsius, av produkter som skal ha lang holdbarhet. Meierier kan bruke temperaturer på ca. 90 – 95 grader celsius til desinfeksjon av utstyr og tanker, og 72 grader celsius til pasteurisering av melkeprodukter. Temperaturer på 50 grader celsius og under kan egne seg for tørking av makroalger som nyttes videre til mat- eller næringsmiddel. Om algene skal ha høyere prosessering, er temperaturer på over 70 grader celsius best egnet. Overskuddsvarme med temperaturintervall på 50 – 20 grader celsius blir benyttet til blant drivhus, tørking av fisk og undervarme til snøsmelting eller oppvarming av idrettsbaner. Temperaturer under 100 grader celsius blir også benyttet til å varme opp boliger og bygninger (Breivik & Gløsen, 2019, s.5, 6).

I februar 2023 ble det foreslått å endre energiloven i Norge, slik at man sørger for at overskuddsvarmen blir utnyttet best mulig. Nye bedrifter vil trolig bli pålagt å gjennomføre en analyse som viser hvordan de planlegger å utnytte spillvarmen, før de får tillatelse til å starte opp virksomheten. Som en del av denne analysen, vil bedriftene måtte dokumentere sin plan for effektiv og bærekraftig utnyttelse av spillvarmen i sin forretningsplan (Norsk Fjernvarme, 2023).

EU's energieffektiviseringsdirektiv (EED) er et direktiv som setter fokus på energikilder og energibruk. Retningslinjene er ennå ikke innarbeidet i det Norske lovverket, men det arbeides med å følge opp direktivet, hvor det stilles strengere krav til blant annet utnytting

av spillvarme. Dette er et omfattende regelverk, som fokuserer på en mer effektiv utnyttelse av energi, og stiller høyere krav til utnytting av disse ressursene (VKE, 2021).

7.0 Casepresentasjon

Dette kapittelet presenteres min casestudie som handler om utnyttelse av spillvarmekilder til bærekraftig tørking av makroalger i marin logistikk. Her skal jeg presentere de relevante bedriftene som utgjør grunnlaget for min studie, og gi leser en oversikt over målsetting og problemstilling for min forskning.

7.1 Respondentene

Jeg vil først introdusere de ulike aktørene som utgjør grunnlaget for min case-studie. Totalt sett er det syv ulike bedrifter som spiller en avgjørende rolle i denne undersøkelsen; tre taredyrkere og fire spillvarmetilbydere.

PurSea AS, Lofoten Blue Harvest og Ocean Forest er tre taredyrkere som operer innenfor mitt geografiske avgrensede område.

- **PurSea AS** holder til på Helgelandskysten, og driver med dyrking, prosessering og salg av tare. De har som mål å drive i storskala, hvor de tilpasser seg en voksende industri, og utvikler innovative og nye løsninger på en slik måte at de oppnår en mest mulig effektiv og lønnsom produksjon (PurSea AS, u.å.)
- **Lofoten Blue Harvest AS** er et selskap som ble startet opp i 2015. De produserer makroalger i Vågan, Lofoten. Her tørker, vakuumerer og frysebehandles algene. De er opptatt av å utvikle seg, og har fokus på å forbedre seg i måten de produserer på, slik at de kan oppskalere til storproduksjon, samtidig som de får effektivisert, redusert kostnader og ivaretar miljøet mest mulig (Lofoten Blue Harvest AS, u.å.)
- **Lerøy Seafood (Ocean forest)** er et selskap som har røtter tilbake til 1899. De driver med produksjon av sjømat, hovedsakelig laks og ørret, i tillegg til produktutvikling, markedsføring og salg. Gjennom prosjektet Ocean Forest driver de med taredyrking, hvor de samarbeider med miljøorganisasjonen Bellona. Lerøy Seafood arbeider for et bedre miljø, der de skal produsere klimavennlig dyrefor, og hvor de er opptatt av å redusere klimagassutslipp. De har fabrikker som produserer og pakker sjømat i en rekke land, som blant annet Sverige, Danmark, Frankrike, Spania med flere. De har

også salgskontor i Japan, Kina og USA. Målet deres er å levere bærekraftig sjømat som en global leverandør. Ambisjonene deres er blant annet å redusere klimagassutslipp, og de er blant de 10 selskapene som i 2022 er kåret til klimavinner, i PwC's årlige klimaindeks, fordi de har tilfredsstillende rapportering og utslippskutt (Lerøy Seafood AS, u.å.)

De resterende aktørene er spillvarmetilbydere som har potensielle spillvarmekilder tilgjengelig i sine produksjonsprosesser. Disse er Mo Fjernvarme, Tafjord Fjernvarme, Nærøysund næringspark og Alcoa.

- **Mo Fjernvarme AS** ble startet opp i 1999, og driver med fjernvarmeproduksjon fra overskuddsenergi i fra prosessbedrifter i Mo Industripark. De leverer miljøvennlig varme og kjøling, og er en av Norges største fjernvarmeselskap. I 2022 produserte dette selskapet 88 GWh fjernvarme, og er et av få fjernvarmeanlegg i Norge som er basert på utnyttelse av industriell overskuddsenergi (Mo Fjernvarme AS, u.å.)
- **Tafjord Fjernvarme AS** driver kraftverk og et energigjenvinningsanlegg i Ålesund, der de brenner restavfall, og henter ut fornybar energi. De forbrenner avfallet på en miljøvennlig måte der 99,8% av alle tungmetaller fjernes ut av kretsløpet. Energien bidrar blant annet til å dekke 25% av Ålesunds behov for oppvarming (Tafjord Fjernvarme, u.å.)
- **Nærøysund Næringspark** er et utviklingsprosjekt som skal ledes av rådgivningsfirmaet PKOM. Prosjektet kalles «Kråkøya – Klimavennlig kysthavn og næringspark», og skal bidra til en av lavutslipp bioindustripark og fornybar energihub for skipsfarten. Som samarbeidspartner er VAL FoU, et selskap som arbeider aktivt med forskning- og utvikling innen bionæringer. I industriområdet på Kråkøya skal det blant annet etableres et hydrogenanlegg som skal produsere miljøvennlig drivstoff, og der overskuddsvarmen fra denne produksjonen skal kunne brukes til annen produksjon på øya (Nærøysund Kommune, 2022)
- **Alcoa AS** driver smelteverk i Mosjøen og på Lista. De leverer kvalitetsprodukter i aluminium og drives ved hjelp av ren vannkraft. De har utviklet en ny teknologi som bidrar til reduserte utslipp av klimagasser, Ny Søderberg-teknologien. De er opptatt av

bærekraft og har et raffineringssystem for aluminium som har et av de laveste avtrykkene for karbon i denne industrien. Aluminium er et metall som er uendelig resirkulerbart, og av alt aluminium som noensinne er produsert, er hele 75% fortsatt i bruk i dag (Alcoa AS, u.å.), (Wikipedia, 2023)

7.2 Casebeskrivelse

Min casestudie fokusere på en av tarenæringens største utfordringer, tørkeprosessen. Tørkeprosessen i seg selv er svært krevende og medfører høye kostnader, som gjør det økonomisk utfordrende for bedriftene å oppnå lønnsomhet. Den nåværende tørkeprosessen lider av ineffektivitet og mangler bærekraft, noe som hindrer videre vekst og utvikling av næringen. Det er tydelig behov for en nyskapende tilnærming som kan gjøre tørking av makroalger mer kostnadseffektiv og miljøvennlig.

Målet med denne casestudien er å undersøke mulighetene for å utnytte spillvarmekilder som en sentral faktor for å løse kostnads- og effektivitetsproblemene knyttet til tørkeprosessen av makroalger. For å oppnå denne målsettingen har jeg formulert en problemstilling, og tre forskningsspørsmål, som vil fungere som en tråd gjennom studien.

For å samle inn relevant data, vil jeg foreta en datainnsamling fra de utvalgte taredyrkerne og spillvarmeaktørene, slik at jeg får samlet inn verdifull innsikt fra begge aktørgrupper. Datainnsamling fra taredyrkernes perspektiver vil kunne gi erfaringer og oppfatninger om tørkeprosessen, samt deres syn på muligheten for å integrere spillvarme som en bærekraftig løsning. Tilsvarende vil datainnsamlingen fra spillvarmeaktørene gi viktig informasjon om tilgjengelige spillvarmekilder, deres kapasitet, plassering og eventuelle tekniske utfordringer knyttet til bruken av spillvarme i algetørking.

Ved å kombinere datainnsamlingen fra begge aktørgruppene, vil casestudien min kunne bidra med verdifull innsikt som vil kunne kartlegge potensielle løsninger og metoder for å oppnå en bærekraftig tørking av makroalger ved hjelp av spillvarme. Studiets ønskede resultat er å bidra med ny og praktisk kunnskap som vil være relevant for innovative løsninger innen algetørkingsprosessen. Med bærekraftige løsninger vil næringen kunne

nærme seg en mer levedyktig fremtid for tare dyrking og makroalgeindustrien generelt, samtidig som man reduserer miljøpåvirkningen.

7.3 Presentering av funn

I dette underkapittelet vil jeg fremlegge funnene. Her vil jeg starte med å presentere en oppsummering av datasettet, der jeg vil hente ut en sammenfatning av de svarene som ble samlet inn gjennom spørreundersøkelsen. Deretter vil jeg utføre en sammenligning av de essensielle funnene i forhold til mine forskningsspørsmål

Spørsmål til tare dyrkere	Sammenfattende svar fra tare dyrkere
<p>1. Driver dere med tørking av tare nå, eller har dere forsøkt tidligere? (Hvis nei: Hvorfor ikke?)</p>	<p>En av tare dyrkerne er i gang med tørking av tare, mens de to andre har avsluttet tørkeaktiviteten på grunn av manglende lønnsomhet og prioriterer nå utviklingen av mer effektive produksjonsmetoder.</p>
<p>2. Hvis dere tørker makroalger; Hva er deres nåværende energikilde og metode for å tørke makroalger?</p>	<p>Den første tare dyrkeren bruker en tørketrommel med elektrisk varmeovn, mens en av de andre tare dyrkerne bruker et tørkekammer med luftsirkulasjon og en luftavfukter med varmegjenvinning for å tørke makroalgene. Dette viser at det er forskjellige metoder som benyttes av tare dyrkerne for å oppnå tørking av makroalger.</p>
<p>3. Møter dere noen utfordringer med deres nåværende energikilde?</p>	<p>To av tare dyrkerne møter utfordringer med den relativt høye prisen på energikilden, mens den tredje tare dyrkeren ikke har spesifikke problemer med deres nåværende energikilde, men har utfordringer knyttet til manuell håndtering av biomassen. Dette indikerer at tare dyrkerne kan ha ulike utfordringer knyttet til energikilder og produksjonsprosessen.</p>
<p>4. Har dere vurdert å bruke spillvarme som energikilde for å tørke makroalger? Hvorfor/hvorfor ikke?</p>	<p>Aktørene har vurdert å bruke spillvarme som energikilder for å tørke makroalger. Å benytte spillvarme vil tillate dem å tørke store volum av alger til en lav pris, og det er også i tråd med deres bærekraftsregnskap. Imidlertid krever dette samlokalisering og grundig planlegging. En utfordring de står ovenfor er den korte taresesongen, som nødvendiggjør ytterligere samlokalisering med annen virksomhet som kan utnytte spillvarmen resten av året. På</p>

	denne måten vil aktørene kunne dra nytte av spillvarme som en kostnadseffektiv og miljøvennlig energikilde for å tørke makroalger.
5. Kjenner dere til tilgjengelige spillvarmekilder i nærheten av deres lokaliteter?	Det finnes flere tilgjengelige spillvarmekilder i nærheten av aktørenes lokaliteter. Her nevnes det ulike industrielle aktører som Elkem, Salten Verk, Alcoa Mosjøen, samt datasentre i regionen, som potensielle spillvarmekilder. For tørkeproduksjon med spillvarme er datasentre generelt gode kandidater, og en av taredyrkerne nevner spesifikt en kryptominer i Stokmarknes som har vist interesse for samarbeid om utnyttelse av spillvarmen deres. Dette indikerer at aktørene er oppmerksomme på de tilgjengelige spillvarmekildene rundt deres lokaliteter, og de ser muligheter for å dra nytte av disse kildene i tørkeproduksjon av makroalger.
6. Hvis dere har vurdert spillvarme som energikilde, hva hindrer dere i å implementere det?	Aktørene har vurdert spillvarme som en potensiell energikilde for tørking av makroalger, men imidlertid har de identifisert noen hindringer som må håndteres før implementering. Det kreves moden infrastruktur fra spillvarmetilbyderne, samt tørkemaskiner som er egnet for tare. Nærhet til havn er også viktig for en effektiv logistikk. Selv om disse hindringene ikke er umulig å overvinne, utgjør de visse barrierer som må løses. Samlokalisering er også en viktig faktor, og det er nødvendig å få fart på havbruket for å kunne fordele biomassen effektivt. Så selv om aktørene vurderer spillvarme som en mulig energikilde, arbeiderer de med å adressere og håndtere utfordringene for en vellykket implementering av denne løsningen.
7. Hvis dere har benyttet spillvarme; Hva er deres oppfatning av bruk av slik varme som energikilde for tørking av makroalger? Er det en levedyktig løsning?	Aktørene er positive til at en slik energikilde kan sørge for bærekraftig og effektiv tørking av makroalger. De har gjennomført pilotprosjekter som viser at spillvarme fra datasentre egner seg svært godt til dette formålet. Det antas at bruk av spillvarme til å tørke slik biomasse er en god ide, og levedyktig løsning. Selv om det krever en del planlegging, logistikk og koordinering for å utnytte spillvarmen når taresesongen er over (10 måneder av året).
8. Hvis dere har benyttet spillvarme; Hvilke fordeler og ulemper	Aktørene nevner at det er flere fordeler som kan oppnås ved å bruke spillvarme som energikilde for tørking av makroalger. Dette

<p>erfarer dere ved å bruke spillvarme som energikilde, sammenlignet med andre energikilder?</p>	<p>inkluderer en gunstig pris, bærekraftig energi og tilgang til store mengder energi.</p> <p>Imidlertid er det også erfart noen ulemper. For de som ikke har benyttet spillvarme, er energi ikke en avgjørende faktor i deres virksomhet, og andre tørkeløsninger som frysetørking eller mekanisk tørking kan være mindre egnet for bruk av spillvarme. De mener at spillvarme er mest nyttig i passive tørkekammer, hvor mye energibruk uansett vil være knyttet til å drive store vifter, og at varmegjenvinning kan være tilstrekkelig. For noen taredyrkere kan taren også påvirkes av temperaturen i tørkeprosessen, og det er ikke nødvendigvis sikkert at spillvarme alene vil være tilstrekkelig som en egen løsning.</p>
<p>9. Hvilke faktorer har påvirket / vil påvirke deres beslutning om å bruke spillvarme som energikilde?</p>	<p>For de taredyrkerne som vurderer spillvarme som en energikilde, vil miljøhensyn og kostnadseffektivitet være viktige faktorer som spiller inn i beslutningen om å implementere denne løsningen.</p>
<p>10. Hva er deres forventninger til kostnadene ved å implementere spillvarme som energikilde, sammenlignet med din nåværende energikilde?</p>	<p>Svarene viser at for de taredyrkerne som ser på bruk av spillvarme som en potensiell energikilde, er kostnadsbesparelser en viktig faktor som bidrar til interessen for å utforske denne løsningen som et levedyktig alternativ til deres nåværende energikilde.</p>
<p>11. Kan dere se noen eventuelle utfordringer knyttet til implementering av spillvarme som energikilde?</p>	<p>Taredyrkerne peker på noen felles utfordringer knyttet til implementering av spillvarme som energikilde. Samlet sett er utfordringene relatert til både logistikk og tilgjengelighet av spillvarme. Disse faktorene må vurderes nøye av taredyrkerne for å avgjøre om spillvarme er en levedyktig løsning for deres tørkeprosesser.</p>

Tabell 1: Spørsmål til taredyrkere og sammenfatning av svar fra datasett

Spørsmål til spillvarmetilbydere	Sammenfattende svar fra spillvarmetilbydere
<p>1. Har dere spillvarmekilder tilgjengelig? Evt. hva slags spillvarmekilder har dere tilgjengelig?</p>	<p>Svarene viser at det er flere aktører som har tilgang til spillvarme eller overskuddsvarme, fra ulike kilder, inkludert prosessanlegg, energigjenvinning av avfall, produksjon av hydrogen og fjernvarme. Disse aktørene utnytter spillvarmen på forskjellige måter, og noen av dem ser også på muligheten til å produsere andre former for energi, som biogass, for ytterligere ressursutnyttelse.</p>
<p>2. Hva slags temperaturer og mengder spillvarme kan dere tilby til algedyrkere?</p>	<p>Aktørene tilbyr spillvarme med temperaturer som varierer fra minimum 30-40 grader til maksimum 120 grader. Mengdene av spillvarme varierer også betydelig blant aktørene. Dette representerer et potensial for algedyrkere eller andre interessenter i å kunne nyttiggjøre seg av denne spillvarmen for ulike formål, avhengig av deres spesifikke behov og tekniske kapasiteter.</p>
<p>3. Hvor ren er spillvarmen som deres virksomhet kan tilby for tørking av makroalger? Vennligst gi en vurdering på en skala fra 1 til 5, der 1 betyr at varmen er svært forurenset og 5 betyr at varmen er helt ren og egnet for tørking av matprodukter. Er det mulig å evt. rense spillvarmen?</p>	<p>Oppsummert viser svarene at noen aktører kan tilby helt ren spillvarme, spesielt gjennom å bruke varmevekslere og renseanlegg som kan bidra til å forbedre renhetsnivået. Andre aktører påpeker at de har begrenset renhet, og kan tilby delvis ren spillvarme, men som likevel vil være egnet til ulike formål, avhengig av den tekniske løsningen og mulighetene for energiomvandling.</p>
<p>4. Finnes det muligheter for å transportere spillvarmen, og hvilke infrastrukturer må til for å kunne gjøre dette?</p>	<p>Det viser seg at det er muligheter for å transportere spillvarme, spesielt gjennom etablerte fjernvarmenettverk som kan levere varmen til tilknyttede områder. Tilknytningsplikter og vurdering av tekniske- og økonomiske aspekter spille en rolle i beslutningen om tilknytning. For prosjekter under utvikling, som energiparker, planlegges nødvendig infrastruktur, inkludert energisentraler og distribusjonssystemer for å transportere spillvarme og andre energiformer. Aktørene viser engasjement i å utnytte spillvarmen som en verdifull ressurs, og samtidig bidra til bærekraftige energiløsninger.</p>
<p>5. Er det mulig å tilrettelegge for at makroalgene kan transporteres til, og tørkes ved lokalitetene</p>	<p>Aktørene har ulike tilbud når det gjelder lokaliteter for transport og tørking av makroalger. Noen aktører må vurdere tilgjengelighet og</p>

<p>deres, og har dere evt. tilgjengelige lokaliteter å tilby?</p>	<p>samarbeide med andre selskaper for å tilrettelegge for dette, mens andre aktører har allerede tilgjengelige områder og infrastruktur for å håndtere makroalger. Dette gir potensielle muligheter for å utnytte spillvarmen til å støtte makroalgedyrking og tørkeprosessen ved de relevante lokalitetene.</p>
<p>6. Hvordan vil dere beskrive påliteligheten og stabiliteten til deres spillvarmekilde?</p>	<p>De fleste aktørene har en høy grad av pålitelighet og stabilitet i sine spillvarmekilder, med oppetid og leveringssikkerhet som er sammenlignbar med elektroforsyningen og kraftnettet. Imidlertid kan stabiliteten variere avhengig av hvilken type spillvarmekilder som benyttes, og om anleggene er ferdig bygget eller under utvikling. Generelt har aktørene fokus på å sikre pålitelig varmetilførsel for å støtte potensielle brukeres behov, og samtidig fremme bærekraftige energiløsninger.</p>
<p>7. Har dere inngått avtaler ang. tørking av makroalger, ved bruk av deres spillvarmekilder?</p>	<p>Inntil nå har ingen av aktørene inngått noen konkrete avtaler om tørking av makroalger ved bruk av deres spillvarmekilder. Imidlertid har en av aktørene et samarbeid med en annen aktør som har en intensjonsavtale knyttet til tørking av makroalger. Dette kan indikere at det er potensiale for samarbeid og utnyttelse av spillvarmen til tørkeprosessen.</p>
<p>8. Hvilke faktorer vil påvirke deres beslutning om å tilby spillvarme til algedyrkere?</p>	<p>Oppsummert viser svarene at de viktigste faktorene som vil påvirke beslutningen om å tilby spillvarme til algedyrkere, er knyttet til selskapenes verdier, bærekraftsmål og kommersielle vilkår. For noen aktører er det også relevant å vurdere tilknytningsplikt og leveringsplikt, samt muligheten for gjensidig nytte og bærekraftig industriell symbiose. Pålegg om utnyttelse og støtte fra lokale interessenter kan også spille en viktig rolle i å fremme utnyttelse av spillvarmen til algedyrking, eller andre bærekraftige formål.</p>
<p>9. Ved å tilby spillvarme, i hvilke grad og hvordan kan dette påvirke bedriftens økonomi?</p>	<p>Ved å tilby spillvarme vil det kunne ha ulike økonomiske virkninger på bedriften, inkludert økt omsetning, investeringer i infrastruktur og energikilder, muligheten til å øke energiutnyttelsen, og forbedre omdømmet. For noen aktører kan det også bety potensielle inntekter fra salg av energi. Samlet sett er økonomiske gevinster en viktig</p>

	faktor som tas i betraktning når beslutninger om å tilby spillvarme blir vurdert av aktørene.
10. Hva slags støtte eller samarbeid kan dere tilby algedyrkere som velger å bruke spillvarme som energikilde?	Aktørene kan tilby forskjellige former for støtte og samarbeid til algedyrkere som velger å bruke spillvarme som energikilder. Dette inkluderer rabatterte priser, teknisk assistanse, tilgang til infrastruktur og mulighet for utredningsstøtte. Tilbudene varierer avhengig av aktørens rolle og planleggingsstadium, og det er potensiale for en rekke samarbeidsmuligheter for å fremme bærekraftig utnyttelse av spillvarme i algedyrkingsprosjekter.
11. Hvilke utfordringer forventer dere å møte ved å tilby spillvarme?	Det er en rekke utfordringer knyttet til å tilby spillvarme, inkludert logistikken, tekniske løsninger, betalingsvilje, sesongbasert drift, planlegging, finansiering, samt interne organisatoriske forhold. Å løse disse utfordringene vil kreve nøye planlegging, samarbeid og vilje, slik at man finner løsninger som sikrer optimal utnyttelse av spillvarmen og fremme bærekraftige energiløsninger.

Tabell 2: Spørsmål til spillvarmetilbydere og sammenfatning av svar fra datasett

Forskningsspørsmål 1: "Hvor finnes tilgjengelige spillvarmekilder, og er disse plassert i nærheten av høstings- og prosesseringsanlegg for makroalger?"

I sammenfatningen påpekes det flere tilgjengelige spillvarmekilder i nærheten av aktørens lokaliteter. Disse inkluderer datasentre og industrielle aktører som Elkem, Salten Verk, Alcoa Mosjøen, samt potensielle samarbeidspartnere som en kryptominer i Stokmarknes. Dette indikerer at det er spillvarmekilder i regionen som potensielt kan brukes som energikilde for tørking av makroalger. Det gir også en indikasjon på at det er muligheter for samlokalisering med andre virksomheter som kan utnytte spillvarmen resten av året, noe som kan være gunstig for tørkeprosessen av makroalger.

Det vises også at det er flere aktører som har tilgang til spillvarme eller overskuddsvarme fra ulike kilder, blant annet prosessanlegg, energigjenvinning av avfall og produksjon av hydrogen. De tilgjengelige spillvarmekildene kan ha temperaturer som varierer fra minimum 30-40 grader til maksimum 120 grader. Mengdene av spillvarme varierer også betydelig blant aktørene. Disse funnene indikerer at det er spillvarmekilder som potensielt kan brukes for tørking av makroalger, og noen av kildene er plassert i nærheten av

høstings- og prosesseringsanlegg, noe som kan være gunstig for å utnytte spillvarmen i tørkeprosessen.

Forskningsspørsmål 2: "Hvilke utfordringer kan være knyttet til implementering av spillvarmekilder for tørking av makroalger?"

Funnene kan besvares i forhold til dette forskningsspørsmålet ved å identifisere de utfordringene som er nevnt av taredyrkerne. Noen av de viktigste hindringene som aktørene peker på, er moden infrastruktur fra spillvarmetilbyderne, tørkemaskiner som er egnet for tare, effektiv logistikk og samlokalisering, samt behovet for fart på havbruket for å fordele biomassen effektivt. Disse hindringene må overkommes for at implementering av spillvarme som energikilde for tørking av makroalger skal være vellykket.

Når det gjelder spillvarmetilbyderne, så viser funnene at noen aktører kan tilby helt ren spillvarme, mens andre har begrenset renhet. Dette kan påvirke egnetheten til spillvarmen for tørking av makroalger, avhengig av tekniske løsninger og behov for energiomvandling. Videre må utfordringer knyttet til logistikk, tilknytning, og tekniske løsninger løses for å kunne utnytte spillvarmekilder effektivt i tørkeprosessen. For å implementere spillvarmekilder for tørking av makroalger, må det også tas hensyn til renhet, tilgjengelighet, og tekniske forhold.

Forskningsspørsmål 3: "Hvordan bidrar spillvarmekilder til de tre aspektene av bærekraft; økonomisk, miljømessig og sosialt?"

Her nevnes det flere fordeler som aktørene har identifisert ved bruk av spillvarme. Blant fordelene nevnes gunstig pris, bærekraftig energi og tilgang til store mengder energi. Bruk av spillvarme som energikilde for tørking av makroalger vil dermed kunne bidra til økonomisk bærekraft ved kostnadsbesparelser sammenlignet med nåværende energikilder. Miljømessig bærekraft oppnås gjennom utnyttelse av spillvarme som en fornybar og bærekraftig energikilde. Muligheten for aktørene å utvikle en mer miljøvennlig produksjon vil også kunne gi fordeler på det sosiale plan, da det vil kunne skape positiv virkning på deres omdømme og samfunnsaksept.

I tillegg viser funnene at spillvarmeaktørene kan tilby spillvarme med forskjellige temperaturer og mengder, og noen kan tilby helt ren spillvarme, som kan bidra til bærekraftige energiløsninger. Bruk av spillvarme som energikilde for tørking av

makroalger kan potensielt gi økonomiske gevinster for algedyrkerne ved kostnadsbesparelser og mulige inntekter for spillvarmetilbyderne fra salg av energi. Miljømessig bidrar spillvarmekildene til bærekraft ved å utnytte overskuddsvarme som ellers ville gått tapt. Sosialt kan spillvarme som energikilde bidra til å styrke samarbeidet mellom aktørene og fremme bærekraftige løsninger for algedyrking og tørkeprosesser.

8.0 Diskusjon

I diskusjonskapittelet oppsummeres funnene i lys av tidligere forskning og teori. Det drøftes hvordan resultatene bidrar til kunnskapen på området, og eventuelle avvik eller likheter med tidligere funn.

8.1 Marin Logistikk

For å kunne få en best mulig god flyt gjennom prosessen av dyrking, behandling og distribuering av makroalgemassen er det viktig med god logistikkstyring, både for å utnytte massen best mulig, redusere negativ påvirkning av miljøet og effektivisere de ulike arbeidsoppgavene. Det er også viktig å få en mest mulig kostnadseffektiv styring, og sikre produktkvaliteten. Det er store volum med algemasse som skal håndteres, og det er pr. i dag ikke så lett å få til en lønnsom drift. Noen av de utfordringene som finnes i dag er at det er en tungvint og ressurskrevende prosess å høste biomassen, i tillegg til at det er kostbart å for eksempel tørkebehandle denne. For å kunne gjøre hele prosessene bedre, er viktig å se på blant annet rutiner, utstyr, teknologi, automatisering og samlokalisering. I min oppgave er det undersøkt hvordan forholdene kan tilrettelegges for samarbeid med spillvarmeprodusenter, for å eventuelt kunne utnytte spillvarme for tørking av makroalger. Avstand mellom taredyrker og spillvarmetilbyder er en avgjørende for å kunne redusere transporttid, transportkostnader og forringing av kvalitet på produkt.

I tillegg kan infrastruktur spille en avgjørende rolle, da det er mindre kostbart å bruke allerede eksisterende bygg, enn å bygge nye. Å kunne utnytte allerede eksisterende energi, som spillvarme, er også noe som kan gagne både taredyrker og spillvarmetilbyder, men som krever en god planlegging for best mulig løsning. Det finnes mange aktører som kan tilby spillvarme til de som driver med tareproduksjon, og som har lokalisering i deres nærhet. Utfordringene som hindrer effektiv logistikk i forhold til tørking av makroalger, er at det er forholdsvis nytt og ukjent område, både med tørking og bruk av spillvarme til å tørkebehandle dette produktet. Det er ennå ikke funnet en metode som er god nok for å tørke algene, og det er ennå ikke så stor bruk av spillvarme til dette formålet. Det er derfor prøving og feiling, som ennå ikke har gitt veldig gode resultater. Derimot er evnen til å utforske stor, og det er mange aktører som er interessert i samarbeid for å få dette til, både fra taredyrkere og spillvarmetilbydere.

8.2 Bærekraft

For å sikre fremtiden til de som kommer etter oss, er det viktig å sikre bærekraft i den aktiviteten vi driver med for å dekke behovene våre. I den marine næringen innebærer det at vi produserer på en mest mulig miljøvennlig måte, sørger for best mulig utnyttning av produktet, forurenses minst mulig og ikke bruker mer energi enn nødvendig. Ved å bruke havet som dyrkingsplass vil vi spare verdifullt landareal og ferskvann. Vi vil også kunne redusere klimagassutslipp, og bruken av gjødsel og fôr. I tillegg vil ressursen som makroalgemassen utgjør, kunne bidra til å dekke det økte behovet for mat i verden, og hjelpe til med å redusere CO₂ i atmosfæren. Taren kan ta opp seks ganger så mye CO₂ som regnskogen i Amazonas. En annen positiv ting med produksjon av makroalger, er at disse algene kan bruke opp en del av de næringssaltene som kommer ut i sjøen fra annen produksjon, og dermed fjerne disse fra miljøet.

Det er også en fordel at algene, tareskogen, er et naturlig habitat for andre levende organismer i havet, og kan bidra til å ta vare på havmiljøet og det biologiske mangfoldet. Havmiljøet er sårbart for klimaendringer, noe som gjør det ekstra viktig å bevare det marine økosystemet i sjøen, ved å ha fokus på miljøvennlige løsninger. Ved å bruke allerede eksisterende energi, som spillvarme, for å behandle algemassen, vil dette bidra til mindre produksjon av energi, og dermed spart energi. Det vil også bidra til å utbytte ressursene vi har på en best mulig måte, ved at overskuddsvarmen ikke går til spille. I tillegg kan algemassen brukes til å produsere bioenergi, noe som er miljøvennlig. Det er positivt at denne næringen kan bidra til redusert belastning for miljø- og klima, men det er likevel viktig å ha et fokus på å kartlegge eventuelle negative effekter som dette havbruket kan gi, og hvordan dette eventuelt kan løses videre.

8.3 Sirkulær Økonomi

I den sirkulære økonomien kan algeproduksjon være en bidragsyter til reduserte klimagassutslipp, og til at de naturressursene vi har blir utnyttet på en bra måte. Ved at vi produserer biomasse på denne måten, kan bidra til å redusere de store miljøproblemene som verden står ovenfor, ved at vi begrenser forurensning, og at vi ikke bruker opp de naturressursene vi har, men lar disse sirkulere i et kretsløp. Det kan også bidra til at behovet for mat i verden kan dekkes ved hjelp av en mer bærekraftig verdikjede, som tar

vare på klima og miljø, selv om verdiskapingen øker. Produksjon av alger er positivt fordi det hele tiden produseres ny tare, og at den allerede eksisterende taren ikke blir borte. Dette bidrar til bevaring av det naturlige miljøet, samtidig som den taren som produseres øker opptaket av CO₂. Taren produseres på en miljøvennlig måte, sett i forhold til annen matproduksjon, og kan i tillegg erstatte produkt som i dag er lite miljøvennlige, som blant annet plastprodukter. Makroalger er også et produkt som vokser raskt og bruker fotosyntese til å fornye seg. Ved å bruke spillenergi til tørking av makroalger, bidrar dette til energigjenvinning, da energien som nyttes allerede finnes. For å styrke den sirkulære økonomien kan samarbeid mellom bedrifter, der de utnytter hverandres avfall, overskuddsmaterialer og energi, bidra til ny produksjon og enda bedre utnytting av ressurser.

8.4 Det økonomiske aspektet

Ved å tørke makroalger ved bruk av spillvarme kan taredyrkere redusere eller eliminere behovet for å kjøpe ekstern energi, og dermed oppnå reduserte energikostnader. Ved lavere utgifter til energiforsyning, kan de dermed oppnå økt lønnsomhet. For å tørke makroalger kreves det mye energi, noe som øker driftskostnadene betydelig. Aktører som bruker spillvarme, istedenfor brensel, strøm eller andre energiformer, vil kunne senke driftskostnadene sine, og samtidig bidra til at spillvarmetilbyderne får brukt opp sin overskuddsenergi, og derav får økt sine inntekter. Ved å utnytte spillvarme fra andre anlegg kan det genereres flere lokale arbeidsplasser knyttet til energigjenvinning, installasjon av varmesystemer og vedlikehold. Det kan også føre til næringsutvikling der det blir stimulert til utvikling av nye produkter og tjenester, som igjen kan gi økonomiske fordeler. Ved å bruke spillvarme til makroalgetørking, bidrar denne industrien til å redusere behovet for kjøp av eksterne energikilder, noe som kan potensielt påvirke energiprisene. På lang sikt kan dette gi økonomisk stabilitet for bedrifter og organisasjoner. Samlet sett vil da bruk av spillvarme kunne bidra til økonomiske besparelser og fordeler, som blant annet reduserte energikostnader, økt konkurransevne og stimulering av innovasjon.

Imidlertid kan det også være noen utfordringer knyttet til bruk av spillvarme for å tørke makroalger. Det kan være kostbart å konvertere eksisterende lokaler, eller å installere nye systemer for å utnytte spillvarmen. Dette kan inkludere investering i varmevekslere,

rørledninger, kontrollsystemer og annet nødvendig utstyr, og være en utfordring for taredyrkere som ønsker å utnytte spillvarmekilder i sin næring. I tillegg kreves det kompetanse innen for eksempel termodynamikk, varmeoverføring og reguleringsystemer for å implementere spillvarmesystemene. Her kan manglende erfaring eller kunnskap føre til feilaktig utforming, eller ineffektiv drift, som igjen kan påvirke hvor kostnadseffektivt det blir. Det kan også være en utfordring med uforutsigbar tilgjengelighet, der produksjonsvolum, sesong og endringer i industrielle prosesser kan gi usikkerhet i forhold til forsyning og planlegging av varmebehov.

8.5 Det miljømessige aspektet

Bruk av spillvarmekilder til tørking av makroalger kan bidra til en mer bærekraftig utvikling på mange måter. Flere aktører genererer overskuddsvarme som vanligvis slippes ut i atmosfæren eller avledes. Ved å samle og gjenbruke denne energien, kan man redusere behovet for å produsere ny energi fra fossile brensel, som kull, olje eller naturgass. I tillegg kan bruk av spillvarme, som en alternativ energikilde, gi reduserte utslipp av klimagasser og andre forurensende stoffer. Dette kan bidra til å begrense luftforurensing, og gi forbedret luftkvalitet. Gjenvinning og gjenbruk av overskuddsenergi øker generelt energieffektiviteten i industrien, og betyr at man kan produsere mer nyttig energi med mindre ressursbruk og mindre avfall. Spillvarmekilder anses også som en form for fornybar energi, da den ikke brukes opp over tid. Ved å investere i denne energien kan behovet for ikke-fornybare energikilder reduseres, og dermed bidra til langsiktig energisikkerhet.

Bruk av overskuddsenergi kan også gi reduserte energikostnader for taredyrkerne, og dermed bidra til økonomisk bærekraft og konkurransevne. Bruk av spillvarme gir bedre utnyttelse av ressurser, og økt bruk av denne overskuddsvarmen kan også stimulere til forskning og utvikling innen energilagring, varmeveksling og energieffektiviseringsteknologier. Som resultat av dette kan nye løsninger ha potensial til å redusere energiforbruket og forurensningen ytterligere. For taredyrkere som skal bruke spillvarme for å tørke makroalger kan det være kostnadsbesparelser i forhold til gjenbruk av energi, og samarbeid ved å utnytte allerede eksisterende lokaliteter og så videre, men på kort sikt vil det være utfordringer og kostnader som knyttes til teknologisk

implementering, infrastruktur, reguleringer med mer. Likevel har denne tilnærmingen potensial til å være en viktig del av overgangen til mer bærekraftige energisystemer.

Selv om det er mange miljømessige fordeler ved bruk av spillvarme til tørking av makroalger, kan det også oppstå utfordringer som må tas hensyn til ved implementering av dette systemet. Det kan for eksempel påvirke miljøet hvis vannet, eller luften, som sendes i retur etter varmeuttak har endret temperatur, og da påvirker den økologiske balansen. Noen ganger krever implementering av spillvarmekilder overføring av varme via rørledninger eller andre transportmetoder, noe som fører til inngrep i natur og eventuelt energitap underveis. Jeg har imidlertid i min oppgave tatt høyde for at taredyrkingsanlegg og spillvarmetilbydere skal befinne seg i nærheten av hverandre, og dermed redusere denne utfordringen til et minimum. En annen utfordring som må tas hensyn til, er at implementering av spillvarmekilder må være i samsvar med miljøreguleringer og standarder som er fastsatt for varmeutslipp, vannkvalitet og andre relevante miljøfaktorer, slik at avvik ikke fører til miljømessige konsekvenser.

8.6 Det sosiale aspektet

Bruk av spillvarme i makroalgenæringen kan bidra til å skape nye arbeidsplasser på ulike nivåer i lokalsamfunnet, som blant annet til installasjon, drift og vedlikehold av anlegg, samt administrasjon. Implementering av spillvarmesystemer kan stimulere til felles samarbeid for å oppnå felles mål, og en følelse av felleskap i å få delta i bærekraftig utvikling av lokalsamfunnet. Produksjon av makroalger, og drift av spillvarmesystemene, vil kreve spesifikke ferdigheter og kunnskaper, som igjen gir muligheter for opplæring og kompetanseutvikling blant lokalbefolkningen, og kan øke deres yrkesmuligheter og forståelse for bærekraftige energiløsninger. Utnytting av spillvarmekilder i makroalgenæringen kan også bidra til økt samarbeid mellom lokale myndigheter, næringsdrivende og forskningsinstitusjoner, som igjen kan føre til sterkere følelse av samfunnsengasjement for å oppnå felles mål. Bruk av spillvarme for tørking av makroalger viser at næringen er opptatt av bærekraft, miljøvennlige og energieffektive løsninger. Dette kan oppfattes positivt, og bidra til å tiltrekke seg investorer, styrke turismen og at andre får en positiv oppfatning av området. Samlet sett kan bruk av spillvarmekilder i makroalgenæringen ha positive effekter på lokale samfunn ved å skape arbeidsplasser,

fremme kunnskapsutvikling, styrke lokalt samarbeid og bidra til en mer bærekraftig økonomi og livsstil.

For å sikre en bærekraftig og vellykket implementering av spillvarmekilder er det viktig å sikre de eventuelle sosiale utfordringene som kan oppstå, som lokale behov, -verdier og -bekymringer i forhold til dette. Det kan oppstå konkurranse om tilgang til spillvarmen, eller fordeler gjennom tilgang til nye arbeidsplasser, noe som må løses ved å sikre at det blir en rettferdig fordeling og inkluderer lokale innbyggere. Det er også viktig å ta hensyn til landskap og estetikk når spillvarmesystemer skal implemeteres, da dette kan gi utfordringer i forhold til infrastruktur, som blant annet varmevekslere og rørledninger. Da makroalge-dyrking og bruk av spillvarme til tørking, er en relativt ny industri, vil åpenhet rundt hvordan ting gjøres og organiseres, kunne bidra til å få til bedre samarbeid og gi lokale samfunn en bærekraftig utvikling.

9.0 Avslutning

Dette kapittelet oppsummerer de viktigste funnene som er gjort i undersøkelsen. Resultatene blir presentert i forhold til problemstillingen, og det trekkes en konklusjon for oppgavens problemstilling.

9.1 Konklusjon

Min studie har utforsket hvordan bruk av spillvarmekilder til tørking av makroalger kan bidra til bærekraftig praksis innen marin logistikk. I tillegg er det undersøkt om det finnes tilgjengelige spillvarmekilder for tørking av makroalger, med lokasjon som er i nærheten av taredyrkingsanleggene. Gjennom en grundig analyse av ulike aspekter knyttet til logistikk, bærekraft, sirkulær økonomi, miljøpåvirkning og sosiale faktorer, har jeg identifisert både utfordringer og potensielle fordeler ved å implementere spillvarme som en energikilde i makroalgenæringen.

Resultatene tyder på at en vellykket integrering av spillvarme kan resultere i betydelige fordeler for makroalgenæringen, både økonomisk og miljømessig. Blant de økonomiske fordelene inngår en mer effektiv produksjonsprosess, økt ressursutnyttelse og lavere energikostnader. Denne energikilden representerer også en mer bærekraftig alternativ i forhold til andre ressurskrevende alternativer, og har dermed potensial til å fremme en mer bærekraftig drift innen næringen og redusere den negative miljøpåvirkningen.

Samtidig er det viktig å være oppmerksom på de potensielle utfordringene som kan oppstå under implementeringen av spillvarmekilder. Det kreves nøye planlegging, samarbeid mellom ulike aktører, eventuell investering i infrastruktur, overholdelse av miljøreguleringer, teknisk kompetanse og håndtering av utfordringer knyttet til renhet, tilknytning, logistikk og tilgjengelighet. Negative konsekvenser som sosiale påvirkninger og miljøpåvirkninger må også håndteres nøye gjennom samarbeid, god kommunikasjon og strategisk regulering. Gjennom å inkorporere spillvarme på en måte som fremmer de bærekraftige målene og samtidig ta hensyn til alle utfordringene, vil man kunne realisere potensialet for å bruke spillvarme som en energikilde for tørkeprosessen i algedyrking.

9.2 Implikasjoner for teori og praksis

Resultatene i denne oppgaven avdekker tilstedeværelsen av tilgjengelige spillvarmekilder som kan benyttes for tørking av makroalger, og identifiserer potensialet for økonomiske, miljømessige og sosiale gevinster gjennom deres anvendelse. Det må imidlertid erkjennes at denne undersøkelsen er avgrenset til et spesifikt geografisk område. For å oppnå en mer omfattende og presis forståelse av funnene, ville en bredere geografisk spredning, som inkluderer områder både innenfor og utenfor Norge med betydelig erfaring innen tare dyrking og tørking, vært ideelt. Dette kunne ha bidratt med flere nyanser, detaljer og mulige forskjeller i praksis. Det er verdt å merke seg at tareproduksjonen i Norge er tilpasset det norske klimaet, og at produksjonsmetodene kan variere mellom ulike områder og nasjoner. En bredere undersøkelse ville også ha tatt høyde for hvordan spillvarmekilder kan benyttes i situasjoner der tare dyrkerne ikke har en spillvarmetilbyder i nærheten. Dette aspektet er viktig for å vurdere hvordan løsningen kan tilpasses ulike kontekster for å oppnå økonomiske, miljømessige og sosiale fordeler.

9.3 Avgrensninger og forslag til fremtidige studier

Det er viktig å erkjenne begrensningene ved denne oppgaven, spesielt med tanke på at bruk av spillvarmekilder til tørking av makroalger fremdeles er på et tidlig stadium og mangler erfaring som kunne gitt nøyaktig innsikt i de eksakte utfordringene og mulighetene. Den nåværende tilstanden er preget av prøving og feiling, og derfor er det behov for ytterligere forskning på både optimale tørkemeter og hvordan implementeringen av spillvarmekilder kan gjennomføres på en mest mulig hensiktsmessig måte. Det anbefales å utforske innovative løsninger og utvikle styringsstrategier som tar hensyn til økonomiske, miljømessige og sosiale faktorer. Fremtidige studier har potensial til å levere dypere innsikt og samtidig oppmuntre til samarbeid blant aktørene, der spillvarmetørking kan spille en nøkkelrolle og gi makroalgeproduksjonen en enda mer bærekraftig fremtid. Gjennom slik forskning kan det muligens oppnås en grundigere forståelse av spillvarmens potensial som tørkemeter, samtidig som man adresserer eventuelle utfordringer og utvikler optimale strategier for en effektiv og bærekraftig utnyttelse av denne ressursen.

10.0 Litteraturliste

1. Alcoa AS. (u.å.). *Norway*. <https://www.alcoa.com/norway/no>
2. Alcoa Norway. (2023, 11.mars). I *Wikipedia*. https://no.wikipedia.org/wiki/Alcoa_Norway
3. Alfsen og Gunderson. (u.å.). *Tørking av tang og tare*. Hentet 15.mai 2023 fra <https://www.ag.no/produkter-og-tjenester/t%C3%B8rking-av-tang-og-tare>
4. Benjaminsen, C. (2021, 6.mai). *Har du en kreativ idé til bruk av overskuddsvarme?* <https://gemini.no/2021/05/har-du-en-kreativ-ide-til-bruk-av-overskuddsvarme/>
5. Benjaminsen, C. (2021). *Taredyrking er et kinderegg i kampen mot klimagassutslipp*. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2021/taredyrking-er-et-kinderegg-i-kampen-mot-klimagassutslipp/>
6. Benjaminsen, C. (2021, 19.august). *Taredyrking er et kinderegg i kampen mot klimagassutslipp*. <https://gemini.no/2021/08/taredyrking-er-et-kinderegg-i-kampen-mot-klimagassutslipp/>
7. Bioteknologirådet. (2022, november). *Bioøkonomi og sirkulær økonomi*. <https://www.bioteknologiradet.no/temaer/biookonomi/>
8. Breivik, S. L. & Gløsen, D. A. (2019). *Muligheter for å utnytte lavtemperatur spillvarme fra prosessindustrien i Grenland* (Rapportnr. 2019: 00802). SINTEF Industri. https://www.sintef.no/globalassets/sintef-industri/prosjekter/gronne-sommerjobber/2019_08_30_muligheter-for-a-utnytte-lavtemperatur-spillvarme-fra-prosessindustrien-i-grenland.pdf
9. Broch, O. J., Skjeremo, J., Hånda, A. (2016). *Potensialet for storskala dyrking av makroalger i Møre og Romsdal* (SINTEF Rapportnr. A27869). SINTEF Fiskeri og havbruk. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2446958>
10. Bøhle, K., Øvstebø, C. (2021, 21. januar). *Tang, tare og alginat – en ressurs for framtida*. NDLA. <https://ndla.no/article/14069>
11. Chapman, A., Velle, L.G., Stévant, P., Larssen, W.E., Fylling, T.S., Barnung, T., Nystrand, B.T., Otterlei, L.K. (2019). *PROMAC: Energiffektiv prosessering av makroalger i blå-grønne verdikjeder* (Rapport nr. 0071). Møreforskning Ålesund AS. <https://www.moreforsk.no/prosjekter/marin/ressurser/promac/737/2935/>

12. Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management* (5. utg.). FT Publishing International.
13. Dalen, M. (2009). *Dyrking av makroalger: Et hav av muligheter*. Bellona.
<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>
14. Evjemo, J. O., Hilmarsen, Ø., Sunde, L. M., Brendeløkken, H. W., Høyli, R. (2019). *Bruk av spillvarme fra gassprosesseringsanlegget på Nyhamna rettet mot havbruk* (SINTEF Rapportnr. 2018:00863). SINTEF Ocean AS.
<https://mrfylke.no/content/download/5313/70392?version=1>
15. FN-sambandet. (2023, 2.mai). *Bærekraftsmål 12: Ansvarlig forbruk og produksjon*.
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/ansvarlig-forbruk-og-produksjon?lang=nno-NO>
16. FN-sambandet. (2023, 2.juni). FNs Bærekraftsmål. Hentet 1.juli 2021 fra
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
17. Forskrift om høsting av tang og tare. (1995). *Forskrift om høsting av tang og tare* (FOR-1995-07-13-642). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1995-07-13-642>
18. Grønnestad, K. S. (2021). *Tare dyrking er i vekst*.
<https://www.barentswatch.no/artikler/tare dyrking er i vekst/>
19. Høgskolen i Molde. (2023, 29.juli). *Marin logistikk og økonomi: Oppbygging og gjennomføring (2023-2026)*. <https://www.himolde.no/studier/program/marin-logistikk-okonomi/oppbygging/>
20. Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* (3. utg.). Cappelen Damm akademisk.
21. Lerøy Seafood AS. (u.å.). *Om oss*. <https://www.leroyseafood.com/no/om-leroy/om-oss/g>
22. Lofoten Blue Harvest. (u.å.). *Tang og tare: Hvorfor tare?*
<https://lofotenblueharvest.com/nb/tang-og-tare>
23. Lofoten Blue Harvest AS. (u.å.). *Tare: Velkommen til Lofoten Blue Harvest*.
<https://lofotenblueharvest.com/nb/>

24. Lofoten Seaweed. (u.å.). *Tang, Tare og Sjøgress, hva er forskjellen?* <https://lofotenseaweed.no/no/tang-tare-og-sjogress-hva-er-forskjellen/>
25. Miljødirektoratet. (2019, 10.oktober). *Klimatiltak – avfall og deponi.* <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klimatek/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimageasser/klimatek-og-energitiltak/avfall/>
26. Miljødirektoratet. (2022, 22.november). *Sirkulær økonomi: Hva er sirkulær økonomi?* <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi>
27. Mo Fjernvarme AS. (u.å.). *Om oss.* https://mofjernvarme.no/?page_id=10
28. Moen, O. M. (2021, 16.mars). Slik gjør vi datasentre mer miljøvennlige. #SINTEFBlogg. <https://blogg.sintef.no/sintefenergy-nb/slik-gjor-vi-datasenter-mer-miljovenlig/>
29. NIBIO. (u.å.). *Makroalger.* <https://www.nibio.no/tema/mat/makroalger>
30. Nilsen, H. R. *Sirkulær økonomi.* (2023, 27.februar). I *Store norske leksikon.* https://snl.no/sirkul%C3%A6r_%C3%B8konomi
31. Nærøysund Kommune. (2022, 14.februar). PKOM blir prosjektleder for Kråkøya.
32. NOFIMA. (u.å.). *Innovative og bærekraftige metoder for tørking av mat.* <https://nofima.no/prosjekt/innotork/>
33. Norderhaug, K. M., Skjermo, J., Kolstad, K., Broch, O. J., Ergon, Å., Hånda, A., Horn, S. J., Lock, E. J., Øverland, M. (2020). *Mot en ny havnæring for tare? Muligheter og utfordringer for dyrking av alger i Norge* (Rapportserie: Fisken og havet, Rapportnr. 2020-5). Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/fisken-og-havet-2020-5>
34. Norges forskningsråd. (2022, 27.januar). *Maritim21-strategi* (ISBN: 978-82-12-03553-9). Nærings- og fiskeridepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/maritim21-strategi/id2899034/>
35. Norsk Fjernvarme. (2023, 31.mars). *Alle må utrede bruk av overskuddsvarme.* <https://www.fjernvarme.no/alle-ma-utrede-bruk-av-overskuddsvarme>
36. Norsk Energi (u.å.). *Spillvarme.* <https://energi.no/spillvarme>

37. Norsk Fjernvarme. (u.å.). *Hva er overskuddsenergi?* <https://overskuddsenergi.no/om-oss/>
38. NTB Kommunikasjon. (2023, 16.juni). Klimaendringer truer sårbare kystarter.
39. Oslo Economics / Asplan Viak. (2020). *Kartlegging og vurdering av potensial for effektivisering av oppvarming og kjøling i Norge* (OE-rapport Nr. 2019-42 / Ekstern rapport Nr. 8/2020). Norges vassdrags- og energidirektorat.
<https://osloeconomics.no/publication/kartlegging-og-vurdering-av-potensial-for-effektivisering-av-oppvarming-og-kjoling-i-norge/>
40. Postnord. (u.å.). *Logistikk – Hva er det?* <https://www.postnord.no/tips-og-rad/hva-er-logistikk>
41. PurSea AS. (u.å.). *Hvem: Et drømmelag med erfaring.* <https://pursea.no/om-oss/>
42. Rueness, J. (2022, 12.september). Brunalger. *I Store norske leksikon.*
<https://snl.no/brunalger>
43. Rueness, J. (2022, 9.august). Grønnalger. *I Store norske leksikon.*
<https://snl.no/gr%C3%B8nnalger>
44. Scott, E. (2022, 29.august). Visste du at vi kan takke tang og tare for den perfekte softisen? *Forskningsdagene.* <https://www.forskningsdagene.no/nyheter/visste-du-at-vi-kan-takke-tang-og-tare-for-den-perfekte-softisen/>
45. SINTEF. (2021). *Bærekraftsrapporten 2021: Teknologi for et bedre samfunn.*
<https://www.sintef.no/globalassets/sintef-konsernstab/barekraftsrapport/2021/sintef-barekraftsrapport-2021.pdf>
46. SINTEF. (u.å.). *Ekspertise: Dyrking av makroalger.*
<https://www.sintef.no/ekspertise/ocean/dyrking-av-makroalger/>
47. SINTEF. (2021, 20.desember). *MakroTerm.*
<https://www.sintef.no/prosjekter/2021/makroterm/>
48. Sjøfartsdirektoratet. (2022). *Bærekraft i Sjøfartsdirektoratet [Brosjyre].*
<https://www.sdir.no/globalassets/brosjyrer/barekraft-i-sjofartsdirektoratet-versjon7oktober2020-lav-oppløsning.pdf?t=1602672832104?t=1688083200050>
49. Skift Norge. (u.å.). *Sirkulære prinsipper: Om sirkulærøkonomi.* Circularbusiness.
<https://www.circularbusiness.no/om-sirkulaeroekonomi>

50. Skåra, T. & Rosnes, J. T. (2022, 3.mars). *Tørking av mat – hvorfor og hvordan*. <https://nofima.no/fakta/torking-av-mat-hvorfor-og-hvordan/#ib-toc-anchor-1>
51. Spurkeland, E. Grønn logistikk. (2023, 30.mars). I *Store norske leksikon*. https://snl.no/gr%C3%B8nn_logistikk
52. Stévant, P. & Rebours, C. (2020). *Taremottak: Grunnlag for etablering av et felles mottaksanlegg for makroalger på Nordmøre*. (Møreforskning Rapport 20-10). Møreforskning.
53. Stévant, P., Emblemsvåg, M., Walde P. M., Sandvik, R., Chapman, A., Velle, L. V. (2015). *Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger*. (Møreforskning Rapport MA 15-10). Møreforskning.
54. Store norske leksikon. (2023, 13.juni). Rødalger. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/r%C3%B8dalger>
55. Sunkost. (u.å.). *Tang og tare kan være fremtidens sunne kosthold*. <https://sunkost.no/rad-informasjon/mat-drikke/tid-for-tang>
56. Tafjord Fjernvarme AS. (u.å.). *Energigjenvinning: Fjernvarme*. <https://www.tafjord.no/konsern/energigjenvinning/fjernvarme/>
57. Tango Seaweed. (u.å.). *Tare som mat*. <https://www.tangoseaweed.no/tare-som-mat>
58. Teknisk Ukeblad. (2016, 23.april). De vokser fra 1 centimeter til 1,5 meter på fem måneder. Nå kan de bli vår nye milliardindustri. <https://www.tu.no/artikler/de-vokser-fra-1-centimeter-til-1-5-meter-pa-fem-maneder-na-kan-de-bli-var-nye-milliardindustri/346608>
59. Trondsen, J. & Skarstad, E. (2022, 8.august). Alger. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/alger>
60. VKE. (2021, 15.april). *Støtter lovpålagt utnyttelse av spillvarme*. <https://www.vke.no/artikler/2021/utnyttelse-av-spillvarme/>

10.1 Figurliste

- *Figur 1: Taresporer festet til vertikale flak, som flyter i sjøen og forankres i sjøbunnen*, 2016, hentet fra Teknisk Ukeblad. (<https://www.tu.no/artikler/de-vokser-fra-1-centimeter-til-1-5-meter-pa-fem-maneder-na-kan-de-bli-var-nye-milliardindustri/346608>)
- *Figur 2: Dyrking av makroalger på vertikale liner i sjøen*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 3: Skisse av makroalgeproduksjon på vertikale liner*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 4: Metode for horisontal dyrking av makroalger i Kina*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 5: Hvordan biomassen fra alger kan brukes til å produsere biobrensel*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 6: Areal som kreves for å dyrke biomasse*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 7: Fossile ressurser forbrennes til å produsere energi*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 8: Karbonnøytral energiproduksjon ved bruk av biomasse fra makroalger*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 9: Karbonnegativ energiproduksjon ved å benytte seg av karbonfangst og lagring*, 2009, hentet fra Bellona Arbeidsnotat av Marius Dalen. (<https://bellona.no/publication/arbeidsnotat-makroalger>)
- *Figur 10: Prinsipptegning av et flerbelts-tørkesystem. 1: Våt og ferdigkuttet biomasse, 2: Transportbelte, 3: Inngang varmluft, 4: Tørket biomasse utgang, 5: Utgang varmluft*, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger.

[\(https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/\)](https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/)

- *Figur 11: Tørkecontainer. Batch-tørking ved luftgjennomstrømning (A) og resirkulering (B). 1: Inntak av kald luft, 2: Vifte, 3: Varmeveksler, 4: Brett som råstoff legges på, 5: Utgang varmluft, 6: Fordamper, 7: Vanndamp, 8: Kondensator, 9: Vifte, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)*
- *Figur 12: Prinsipptegning av et roterende-trommel tørkesystem. 1: Våt biomasse, 2: Inngang av varmluft, 3: Trommel som roterer, 4: Utgang ferdigtørket biomasse, 5: Utgang varmluft, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)*
- *Figur 13: Prinsipptegning av et fluid-bed tørkesystem. 1: Inngang av våt biomasse, 2: Varmelufttilførsel, 3: Inngang av kaldluft, 4: Ferdigtørket og avkjølt biomasse føres ut, 5: Støvfilter, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)*
- *Figur 14: Prinsipptegning av et turboRotor-system. 1: Inngang våt biomasse, 2: Inngang varmluft, 3: Vortex møllen, 4: Syklon, 5: Biomasse malt og tørket, 6: Filter, 7: Utgang luft, 2015, hentet fra Rapport – Møreforskning: Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger. (<https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/kartlegging-av-kunnskap-for-torking-av-makroalger/1074/2960/>)*

10.2 Tabeller

- *Tabell 1: Spørsmål til taredyrkere og sammenfatning av svar fra datasett*
- *Tabell 2: Spørsmål til spillvarmetilbydere og sammenfatning av svar fra datasett*

10.3 Vedlegg

- *Vedlegg 1: Spørreskjemaundersøkelse og svar fra taredyrkere*
- *Vedlegg 2: Videosamtale med taredyrker*
- *Vedlegg 3: Spørreskjemaundersøkelse og svar fra spillvarmetilbydere*

Vedlegg 1: Spørreskjemaundersøkelse taredyrkere

	Taredyrker nr.1	Taredyrker nr.2
1. Driver dere med tørking av tare nå, eller har dere forsøkt tidligere? (Hvis nei: Hvorfor ikke?)	Ja vi ser i ferd med å sette opp en tørkelinje.	Vi har tørket tare tidligere, men gjør det ikke lenger. Vi har sluttet å dyrke tare for å fokusere på utvikling av bedre produksjonsmetoder fordi dagens metoder ikke gir lønnsomhet.
2. Hvis dere tørker makroalger; Hva er deres nåværende energikilde og metode for å tørke makroalger?	Elektrisk varmeovn som sender varmluft til tørketrommel.	Vi la rå tare utover tørkerister, ca 90x90 cm, som stables oppå hverandre i reoler, 17 tørkerister pr reol med 10-12 cm mellom hver etasje. Reolene settes i et tørkekammer med luftsirkulasjon, 23-25 grader og avfukting med en industriell luftavfukter med varmegjennvinning.
3. Møter dere noen utfordringer med deres nåværende energikilde?	Relativt høy pris for begrenset volum.	Nei, det er et visst strømforbruk, men det er temmelig effektivt. Den største kostnaden er håndteringen av biomassen, nesten alt må gjøres manuelt.
4. Har dere vurdert å bruke spillvarme som energikilde for å tørke makroalger? Hvorfor/hvorfor ikke?	Absolutt for å kunne tørke store volum til en lav pris og pga. bærekraftsregnskapet.	Ja, men det krever samlokalisering og god planlegging. Kort taresesong er en utfordring for da kreves det ytterligere samlokalisering med drift som kan utnytte spillvarmen resten av året.
5. Kjenner dere til tilgjengelige spillvarmekilder i nærheten av deres lokaliteter?	Ja flere. Elkem, Salten Verk, Alcoa Mosjøen, Datasentre i regionen mfl.	Det er en kryptominer i Stokmarknes som har vært på jakt etter noen å samarbeide med som utnyttelse av spillvarmen deres. Datasenter er generelt gode kandidater for tørkeproduksjon med spillvarme
6. Hvis dere har vurdert spillvarme som energikilde, hva hindrer dere i å implementere det?	Moden infrastruktur fra avgiver av spillvarme. Egnete tørkemaskiner for tare. Nærhet til havn. Dette hindrer ikke, men	Samlokalisering, samt at produksjonen av rå tare ikke er lønnsom. Vi må jo først få fart på havbruket før vi kan begynne å fordle biomassen, referer til spørsmål. 1

	lager noen barrierer som vi jobber med.	
7. Hvis dere har benyttet spillvarme; Hva er deres oppfatning av bruk av slik varme som energikilde for tørking av makroalger? Er det en levedyktig løsning?	Har kjørt pilot ved bruk av spillvarme fra dataenter. Egner seg svært godt!	Antakeligvis er det en god ide, men det krever en del planlegging og logistikk, samt koordinering for å utnytte spillvarmen når taresesongen er over (10 mnd av året).
8. Hvis dere har benyttet spillvarme; Hvilke fordeler og ulemper erfarer dere ved å bruke spillvarme som energikilde, sammenlignet med andre energikilder?	Pris, bærekraft, store mengder energi.	Vi har ikke benyttet spillvarme, energi er ikke veldig viktig for oss. Enkelte andre tørkeløsninger som har vist seg å være for energikrevende vil ikke ha noe nytte av spillvarme, f.eks frysetørking eller mekanisk (trommel). Spillvarme virker å være mest nyttig der taren legges passivt i et tørkekammer, og mye energibruken vil uansett være for å drive de store viftene, og da er gjerne varmegjenvinning nok. Taren påvirkes av temperaturen i tørkeprosessen, det er ikke sikkert at spillvarme i seg selv er godt nok til å bli en egen løsning.
9. Hvilke faktorer har påvirket / vil påvirke deres beslutning om å bruke spillvarme som energikilde?	Bærekraft og pris pr. volum.	Dette har vi ikke brukt noe særlig tid på ettersom tørking ikke er aktuelt i driften vår, håndtering av biomasse og kostnader ved produksjons overskygger LANGT kostnadene knyttet til energi enn så lenge.
10. Hva er deres forventninger til kostnadene ved å implementere spillvarme som energikilde, sammenlignet med din nåværende energikilde?	Betydelig lavere pris.	Ikke mye, vi er mer fokusert på andre foredlingsmetoder som f.eks bioraffinering eller fermentering.
11. Kan dere se noen eventuelle utfordringer knyttet til implementering av	Frakt av spillvarme mellom avgiver og tørkeanlegg. Infrastruktur.	Hvor spillvarmen er tilgjengelig og kostnadene for å bygge nødvendig

spillvarme som energikilde?		infrastruktur og logistikk for å utnytte den.
-----------------------------	--	---

Vedlegg 2: Videosamtale taredyrker

	Taredyrker nr.3
1. Hvordan tar dere opp taren fra sjøen, og hvordan fraktes denne til land?	<p>Taren har vokst på ei line til sjøs, når denne skal høstes blir den dratt inn med en vinsj på en servicebåt, som kutter taren opp i mindre biter og blir lagt på containerbeholdere (IBC-containerere). Ved siden av servicebåten ligger det en svær lekter, hvor hver enkelt container blir løftet/kranet over. På denne måten klarer de å høste ca. 50 tonn tare pr dag. Men de bør kunne høste 100 tonn tare om dagen. Når taren blir lagt på containere, starter fermenteringsprosessen.</p>
2. Hvordan bearbeides taren? (Vaskes, tørkes, fermenteres og fryses)	<p>Taren har begrenset holdbarhet i fersk tilstand, og det er her snakk om timer, ikke dager. Taren lagres på en IBC-container hvor fermenteringsprosessen starter. Det er ikke noe problem å fryse taren, noe som vanligvis blir gjort i 20 kg sekker, men mesteparten av kundene ønsker ferdig tørket tare. Blant annet er Orkla en stor kunde som ønsker dette. Taren får drypptap ved frysing, som fører til kvalitetsreduksjon. Per i dag leverer ikke Ocean Forest store volumer av tørket tare, kun fermentert biomasse.</p>
3. Hva er de største utfordringene dere har?	<p>Det er store volum som skal håndteres på kort tid. Taren kvalitetsforringes svært raskt i fersk tilstand. Massen har høyt vanninnhold, over 90%, og det blir</p>

	<p>mye vann som flyttes på, som kunne vært fjernet. Det skaper utfordringer i forhold til transport, både ved bruk av båt og bil). Det blir også store volum å lagre og behandle.</p> <p>I forhold til tørking og energibruk, trengs det mye energi for å tørke taren. Vi sliter med å finne en fornuftig tørkemetode. Taren består av mange lange karbohydrater, og når taren blir halvtørr så klistres karbohydratene seg sammen, slik at taren kun blir en svær klump, eller at det klistrer seg til tørkeutstyret.</p> <p>Vi ser på to løsninger for dette; omgjøre karbohydratene, eller finne en tørkemetode som gjør slik at dette ikke klistrer seg. Mye trommeltørking og beltetørking har vært testet uten tilfredsstillende resultat.</p>
<p>4. Noe mer dere ønsker å tilføye?</p>	<p>Inntil nå har vi enda ikke lyktes med å tørke tare på en tilfredsstillende måte, til tross for at vi har svidd av noen millioner kroner på å prøve dette. Å tørke tare har vist seg å være langt mer utfordrende enn det folk tror, men vi er nærmere en løsning nå enn vi noen gang har vært.</p> <p>Vi ønsker en tilgjengelig spillvarmekilde i nærheten, der det er kai for god tilgang og der det er ledig spillvarme, slik at vi kan spare energi og gjøre prosessen mer kostnadsbesparende. På grunn av kort holdbarhet på taren, bør den fraktes direkte til varmekilden relativt raskt.</p> <p>Det forskes mye, blant annet å tørke taren ned til et tørrstoff på 40%, slik at taren blir stabil. Dette gjøres</p>

	<p>blant annet på Hokkaido. Der blir taren lagret på romtemperatur, med luftfuktighet.</p> <p>To viktige faktorer som er viktige i behandlingen av tare; få ned vannaktiviteten når det gjelder stabilisering, men når det gjelder vekt, så handler det mer om å få ut alt vannet. Noen prøver seg også på pressing, altså å presse ut vannet.</p> <p>Det beste hadde vært og fått tørket taren før den skal ut til marked/kjøper, slik at man får minimert den «tunge» transporten.</p>
--	--

Vedlegg 3: Spørreskjemaundersøkelse spillvarmetilbydere

	Spillvarmeaktør nr.1	Spillvarmeaktør nr.2	Spillvarmeaktør nr.3	Spillvarmeaktør nr.4
<p>1. Har dere spillvarmekilder tilgjengelig? Evt. hva slags spillvarmekilder har dere tilgjengelig?</p>	<p>Ja, vi har overskudd av fjernvarme i store deler av sommerhalvåret.</p> <p>Generell kommentar: Vi prøver å ikke bruke ordet «Spillvarme», men heller «Overskuddsvarme» eller «Overskuddsenergi», som har en mer positiv klang og betydning.</p>	<p>Nesten all leveransene vi har av energi baserer seg på overskuddsenergi fra energigjenvinning av avfall.</p> <p>Oversikten over energikildene våre ligger tilgjengelig på fjernkontrollen.no.</p>	<p>Det eksisterer i dag et prosessanlegg for framstilling av fiskeolje og fiskemel fra ferskt slakteavfall, som genererer en del spillvarme. I tillegg planlegges det bygget en fabrikk for produksjon av grønt hydrogen (maks kapasitet på 8 tonn H₂/døgn) elektrolyse av vann med overskuddskraft fra</p>	<p>Ja, mange. Få av dem har vi varmevekslere på, men kilder til mer enn 1 Twh per år. Alle i lavtemperaturområdet rundt 100 grader.</p>

			<p>lokal vindproduksjon. H2-fabrikken vil dermed fungere som batteri/magasinerings av vindkraft som ellers bokstavelig talt blåser vekk. Frist for investeringsbeslutning på H2-fabrikken er satt til 23. desember 2023. Spillvarmen vil komme i form av kjølevann.</p> <p>Det arbeides også med produksjon av bioenergi fra laks slam. Dette vil kunne gi tilgang til betydelig mengder biogass.</p>	
<p>2. Hva slags temperaturer og mengder spillvarme kan dere tilby til algedyrkere?</p>	<p>Fjernvarmen holder minimum 85°C i sommerhalvåret, og overskuddet er om lag 50 GWh.</p>	<p>Vi drifter fjernvarmenettet opp mot 120 grader på de kaldeste dagene. Normalt er makstemperatur ut til kunde mellom 60-70 grader. Vi kan tilby høyere temperaturer til</p>	<p>Fra fiskeoljeproduksjonen er temperaturen på 30-40 grader, ca. 3 m³/t ved full produksjon. Tidligere ble det også avgitt mye varmluft fra produksjonen, men</p>	<p>Vi tilbyr vel ikke noe akkurat nå, men som du ser over er det som kan fanges i en HEX i området rundt 100°C</p>

		spesielle formål deler av året. Det viktigste for oss er at temperaturen blir utnyttet slik at vi får en lav returtemperatur under 40 grader.	de siste årene er det gjort betydelige investeringer i gjenvinning av denne energien til bruk i fabrikkens egen produksjon. Fra H2-fabrikken vil full produksjon (8 t/døgn) gi ca 8 MW.	
3. Hvor ren er spillvarmen som deres virksomhet kan tilby for tørking av makroalger? Vennligst gi en vurdering på en skala fra 1 til 5, der 1 betyr at varmen er svært forurenset og 5 betyr at varmen er helt ren og egnet for tørking av matprodukter. Er det mulig å evt. rense spillvarmen?	5 på skalaen. Energien i fjernvarmen utveksles over en kundesentral/varmeveksler, og må anses som helt ren.	Tolker renhet som i forhold til klimapåvirkning da fjernvarme skilles fra kunden med vekslere slik at vårt vann aldri er i kontakt med kundens vann. Overskuddsvarme fra energigjenvinning av avfall regnes som utslippsfritt. Dette følger NS 3720 og er forklart i klimagassregnskap for fjernvarme.	Kjølevann fra fiskeoljefabrikken slippes i dag i sjø, men vurderes også som leverandør til en framtidig energisentral for Kråkøya biopark på lik linje med: Kjølevannet fra H2-fabrikken som planlegges i lukket sløyfe, der varmen veksles til geotermos i felles energisentral for videre distribusjon til ulike behov i parken.	Varmen må uansett hentes ut av gassen med en varmeveksler og da i form av varmt vann også videre til en varmepumpe (vann til luft i motsetning til den du har hjemme som ofte er luft til luft) Gassen må renses gjennom rensaneanlegg så den kan ikke brukes direkte, om ikke algene absorberer fluor eller svovel da, da kunne vi jo tørke dem i

				renseanlegget, det ville vært skikkelig nyvinning.
4. Finnes det muligheter for å transportere spillvarmen, og hvilke infrastrukturer må til for å kunne gjør dette?	Fjernvarmen kan leveres innenfor vårt konsesjonsområde i Mo i Rana. Se mer om konsesjonsområdet på vår hjemmeside www.mofjernvarme.no .	Vi transporterer varme i fjernvarmenettet innenfor konsesjonsområdet vi har i Ålesund. Mulighet for tilknytning vurderes i hvert enkelt tilfelle om det er teknisk og økonomisk mulig mtp. hvor langt det er unna fjernvarmenettet. Nye bygninger over en viss størrelse har tilknytningsplikt.	Parken er i dag nokså jomfruelig, men det prosjekteres nå infrastruktur for den sørligste 1/3 av de 1000 da. av området. Det innebærer prosjektering av energisentral med distribusjonssystemer for vannbåren (spill)varme og evt. biogass.	Vi har fjern og nærvarmeanlegg knyttet til de varmekildene som eksisterer.
5. Er det mulig å tilrettelegge for at makroalgene kan transporteres til, og tørkes ved lokalitetene deres, og har dere evt. tilgjengelige lokaliteter å tilby?	Ja, det vil være interessant. Tilgjengelige lokaler og kaikapasitet må drøftes med hhv. Mo Industripark AS og Rana Industriterminal AS, så dette må vi evt. komme tilbake til.	Vi er leverandør av energi slik at lokalitet må kunden selv stå for.	Det er ca. 7-800 da ledig areal på Kråkøya. Arealene eies av Kråkøya Eiendom (selskap under stiftelse), eid 70/30 av Nærøysund kommune og Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS.	Vi har jo kai, og Industriterminal med jernbane (Nordlandsbanen har godstog som stopper 4-6 ganger per uke) og godsmottak (E6 går gjennom byen) På

			Havneselskapet har allerede etablert flere kaier på/i tilknytning til parken og vil tilrettelegge for nødvendig infrastruktur.	industriomta er det jo ikke så veldig god plass, så her må en nok være litt kreativ, men jeg så jo for meg sånn type tørketårn, siden vi har en masse siloer og renseanlegg som er ganske høye vil det bare gå inn i mengden.
6. Hvordan vil dere beskrive påliteligheten og stabiliteten til deres spillvarmekilde?	Meget god pålitelighet og stabilitet, på samme nivå som for elektrisitetsforsyning .	Vi har høy leveringssikkerhet og normalt kun stans for vedlikehold litt som på samme måte som kraftnettet. Dersom dette er et viktig hensyn, må det sees på i hvert enkelt tilfelle.	I dag er lavtemp spillvarme fra fiskeoljefabrikken den stabile/pålitelige spillvarmekilden, siden verken hydrogenfabrikken eller biogassproduksjonen ikke er bygget enda. Når det gjelder hydrogenproduksjon er det også usikkerhet knyttet til markedet, men det planlegges en lineær opptrapping av produksjonen fra	Anleggene har oppetid på 99,7% (altså av alle timer og alle minutter i året) og varmen vil ikke ramle målbart i de minuttene den er ute, kun ved stopp i renseanlegg.

			etablering i 2025 til full produksjon (8 t/dg) i 2030.	
7. Har dere inngått avtaler ang. tørking av makroalger, ved bruk av deres spillvarmekilder?	Nei.	Vi har ikke noen avtaler for levering av energi til tørking av makroalger.	Nei, bioparken har selv ikke inngått noen avtaler – og heller ikke fått konkrete forespørsler knyttet til dette. Aktøren som jobber med biogass og biokullproduksjon fra lakseslam, har inngått intensjonsavtale med et Sintef-prosjekt rundt blant annet tørking (og biokullproduksjon) av makroalger.	Nei.
8. Hvilke faktorer vil påvirke deres beslutning om å tilby spillvarme til algedyrkere?	Dette er en type prosjekt som vi synes er spennende, og som passer godt med våre kjerneverdier og bærekraftsmål. For oss vil dette være mest interessant for leveranser i perioden mai-oktober, når vi har overskudd av	Dersom det er tilknytningsplikt, har vi leveringsplikt gitt noen forutsetninger. Vi ser normalt på de økonomiske faktorene og de tekniske faktorene for å levere energi.	I utgangspunktet utvikler vi en biopark basert på industrielle symbioser og med en ambisjon om å bli verdens grønneste industriområde. Vi skal bidra til å produsere mer av mindre og med et	Det er et vanskelig spørsmål, men jeg tror nok at for selskapet er det nok pisk i form av pålegg om utnyttelse som vil være den viktigste driveren. Vi lager jo Aluminium så det er jo ikke

	varme for denne type bruk. For øvrig må vanlige kommersielle vilkår legges til grunn.		lavere fotavtrykk: Dette betyr at aktører som skal tilbys plass i parken må ha nytte av en eller flere sidestrømmer fra etablert virksomhet (f.eks spillvarme), og at etablerte aktører slik sett drar gjensidig nytte av ny virksomhet.	fjernvarme som er salgbar vare, men dersom kommunen og andre interessenter også etterspør utnyttelse og fremsnakker at vi bidrar til denne formen for etableringer så vil nok det også hjelpe.
9. Ved å tilby spillvarme, i hvilke grad og hvordan kan dette påvirke bedriftens økonomi?	Dette kan øke vår omsetning, fortrinnsvis i sommerhalvåret.	Forretningsmodellene til Tafjord Kraftvarme er bygget på å tilby energi slik at det er noe vi ønsker å gjøre. Er det snakk om store prosjekt kan det bety en del for økonomien til selskapet både med tanke investering i nytt rørnett, investering i energikilder, drift av energikilder og inntekter fra energisalg.	Ambisjonen er at etablerte og nye, komplementære virksomheter i Kråkøya biopark også skal kunne høste økonomiske gevinster fra naboskapet. Spillvarme som i dag går i sjø/luft er således verdier på avveie, både for den som skaper den og for den som har behov for varmeenergi.	I dag gir vi den bort, det vil ha mye større omdømme verdier enn penger på bunnlinja.

			<p>For hydrogenproduksjon er spillvarmen/kjølevannet et avfallsprodukt som gjør at 30% av energiinnsatsen i elektrolyseprosessen går tapt. Ved å bruke denne energien i annen industri/produksjon på Kråkøya, vil energiutnyttelsen fra H₂-produksjonen gå fra typisk 70% til tilnærmet 100%</p>	
<p>10. Hva slags støtte eller samarbeid kan dere tilby algedyrkere som velger å bruke spillvarme som energikilde?</p>	<p>Rabattert fjernvarmepris i sommerhalvåret kan være aktuelt. Vi er en del av MIP-konsernet og kan koordinere og bistå i dialogen rundt lokaliteter/tomter/kai .</p>	<p>Vi er alltid involvert i de tekniske løsningene knyttet opp mot kundesentralen vi leverer for å sikre best mulig driftsbetingelser for begge parter.</p>	<p>Litt tidlig å si, siden dette er en del av den strategiske forretningsplanleggingen til parkeier Kråkøya Eiendom. Selskapet vil formelt bli stiftet nå i juni.</p> <p>Mest sannsynlig vil parken i tillegg til utleie av arealer (kanskje også standard bygningsmasse, men ikke avklart) kunne</p>	<p>Utredningsstøtte i form av deltagelse i forprosjekt, mulig utbygging av varmevekslingen vil nok også være vårt prosjekt da de fleste anlegg vil være integrert i vårt anlegg i svært stor grad.</p>

			tilby infrastruktur som vann, avløp, energisentral, logistikkjenester/kai er mv.	
11. Hvilke utfordringer forventer dere å møte ved å tilby spillvarme?	<p>Vi ser i utgangspunktet ingen spesielle utfordringer knyttet til selve leveransen. Det er vanligvis visse utfordringer knyttet til totaløkonomien i denne type prosjekter, og kanskje særlig med tanke på logistikken.</p> <p>På den andre siden er Mo i Rana et trafikk-knutepunkt, hvor både E6 og E12, jernbane, tre havner og flyplass er tilgjengelig.</p>	<p>Vi har løsninger for normale leveranser av fjernvarme. Inn mot industri som makroalger kan det være en del andre problemstillinger. Det kan være at behovet og de tekniske løsningene er lite kjent fra før og at de som skal drifte de ikke har erfaring med dette fra tidligere. Det kan også være teknisk vanskelig å sikre returtemperatur som er lavere enn 40 grader eller at det er behov for høyere temperatur enn 60 grader. Betalingsviljen til energi kan være lavere enn det vi kan tilby. Det kan</p>	<p>Det vurderes muligheter for å søke om eget tariffområde for Kråkøya, slik at man kan sikre tilstrekkelige kapasiteter og felles innkjøp av kraft og samtidig utnytte energiproduksjon (spillvarme, solenergi mv.) på området best mulig</p> <p>I tillegg vil planlegging og finansiering av optimal energisentral/distribusjonssystem være utfordrende, da en ikke kjenner alle framtidige etableringer og energibehov i dag.</p>	<p>Liten forståelse for denne problemstillingen i eget konsern så de interne utfordringene med å få investeringsmidler er åpenbare, også det at andre aktører skal operer inne på vårt anlegg er alltid en utfordring, men det er løsbart, bare at det må være med i utredningene.</p>

		<p>også være at det er mindre driftstid, eksempelvis at det er sesongbasert. Dersom sesongen sammenfaller med fyringssesongen om vinteren kan det være utfordrende for kapasiteten vår.</p>		
--	--	---	--	--