

2020:01432 - Åpen

Rapport

Klimatiltak i Klubben næringspark

Forfattere

Randulf Høyli, Hanne Brendeløkken
Jan Evjemo, Mathilde Skogen Chauton



Rapport

Klimatiltak i Klubben næringspark

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2020:01432	822000159	1.0	2020-11-30

EMNEORD:Industriell symbiose,
sirkulære verdikjeder**FORFATTER(E)**Randulf Høyli, Hanne Brendeløkken
Jan Evjemo, Mathilde Skogen Chauton**OPPDRAGSGIVER(E)**

Senja kommune

OPPDRAGSGIVERS REF.

Hege Vigstad

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

37 + vedlegg

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-06418-6

SAMMENDRAG

Senja kommune regulerer planarbeidet for Klubben næringspark på Senja. Næringsparken er forbeholdt blågrønn næringsvirksomhet og så langt er det to aktører som har besluttet å etablere seg på området; SalMar med sitt nye slakteri og bearbeidingsanlegg, InnovaNor, og BEWiSynbra med sin femte EPS-fabrikk i Norge. Nutrimar (videreforedling av biprodukter) og SenjaBio (biogassproduksjon) er øvrige aktører som har vært nevnt i forbindelse med Klubben næringspark, men som foreløpig ikke har tatt beslutning om etablering.

Formålet med prosjektet har vært å identifisere og evaluere synergier der uutnyttede material- og energistrømmer kan anvendes på tvers av aktørene i næringsparken, eller som utgangspunkt for å introdusere ny industriaktivitet.

Kartleggingen av material- og energistrømmer har kulminert i en prioritert liste over klimatiltak, og det er gitt anbefalinger for videre arbeid. Det vurderes å være grunnlag for videre utredning av blant annet produksjon av marine organismer og utnyttelse av varme og CO₂ i veksthus. Biogassproduksjon kan være en driver for sirkulære verdikjeder, og en videre utredning bør ses i sammenheng med øvrig planlagt aktivitet i næringsparken. Videre kan fiskefôrproduksjon være et interessant tilskudd til næringsparken som kan utredes nærmere.

UTARBEIDET AV

Randulf Høyli, Hanne Brendeløkken

KONTROLLERT AV

Truls Bakkejord Ræder

GODKJENT AV

Ståle Walderhaug

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2020-11-30	Første versjon

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	4
1.1	<i>Bakgrunn</i>	4
1.2	<i>Formål.....</i>	4
1.3	<i>Begrensninger og usikkerhet ved arbeidet</i>	4
1.4	<i>Rapportens struktur.....</i>	5
2	Områdebeskrivelse	6
2.1	<i>Klubben næringspark.....</i>	6
2.2	<i>Annen industri og relevante aktiviteter</i>	7
3	Kartlegging av material- og energistrømmer.....	11
3.1	<i>Lakselakteri</i>	11
3.2	<i>Videreforedlingsanlegg.....</i>	13
3.3	<i>Isoporkassefabrikk</i>	15
3.4	<i>Biogassanlegg.....</i>	17
4	Klimatiltak i klubben næringspark	19
4.1	<i>Utnyttelse av temperert kjølevann (sjøvann)</i>	19
4.2	<i>Utnyttelse av temperert overskuddsvann (ferskvann).....</i>	20
4.3	<i>Utnyttelse av blodvann.....</i>	21
4.4	<i>Utnyttelse av røykgass.....</i>	22
4.5	<i>Utnyttelse av avgassvarme.....</i>	22
4.6	<i>Utnyttelse av biogass.....</i>	23
4.7	<i>Utnyttelse av biorest.....</i>	24
4.8	<i>Utnyttelse av varmeenergi til produksjon av kjøleeffekt</i>	27
4.9	<i>Produksjon av fiskefôr</i>	28
5	Prioriterte klimatiltak	29
5.1	<i>Biogassproduksjon som driver for sirkulære verdikjeder</i>	29
5.2	<i>Utnyttelse av varme, CO₂ og næringsstoffer i veksthus.....</i>	30
5.3	<i>Fôrfabrikk.....</i>	31
5.4	<i>Produksjon av marine organismer ved bruk av temperert industrivann</i>	31
6	Konklusjon og anbefalinger for videre arbeid	33
7	Referanser	35
	Vedlegg	37
	<i>Vedlegg A Produksjonspotensial algedyrking fra biorest</i>	37

1 Innledning

Denne rapporten redegjør for SINTEFs arbeid i prosjektet *Klimatiltak i Klubben næringspark*, og er gjennomført på oppdrag for Senja kommune (tidligere Lenvik kommune). Prosjektet har vært finansiert over klimasatsordningen til Miljødirektoratet.

1.1 Bakgrunn

Sommeren 2018 vedtok Lenvik kommune reguleringsplanen for Klubben næringspark. Næringsparken ligger på østsiden av Senja, og er forbeholdt «blågrønn» næringsvirksomhet som omfatter fiskeri, havbruk, landbruk og bærekraftig utnyttelse av bioråstoff fra disse næringene. Selve planarbeidet for næringsparken gjennomføres i kommunal regi, der kommunen også er ansvarlig for å bygge ut infrastruktur på området. Som del av denne prosessen har Senja kommune fått iverksatt prosjektet *Klimatiltak i Klubben næringspark* for å få kartlagt og belyst mulige klimatiltak som kan implementeres i tilknytning til Klubben næringspark.

1.2 Formål

Formålet med prosjektet har vært å identifisere og evaluere synergier der utnyttede material- og energistrømmer kan anvendes på tvers av aktører i næringsparken. Hensikten er å skape en positiv klimaeffekt for eksempel gjennom økt ressurseffektivitet eller ved å erstatte mer forurensende råmaterialer eller energiforbruk med mindre miljøbelastende alternativer.

1.3 Begrensninger og usikkerhet ved arbeidet

I prosjektet er det satt spesielt søkelys på fire aktører eller anlegg som tidligere har blitt trukket frem i forbindelse med aktuell industrietablering i Klubben næringspark (Tabell 1). Disse aktørene omfatter lakseslakteri, videreforedlingsanlegg (biprodukter), isoporkassefabrikk og biogassanlegg. I denne rapporten omtales disse gjerne som etablerte eller planlagte aktører. Av aktørene var det derimot kun lakseslakteriet som var bekreftet på søknadstidspunktet, men i ettertid har også kassefabrikken blitt bekreftet med forventet oppstart i 2021. Både biogassproduksjon og videreforedling av biprodukter fra slakteriet er fortsatt uavklart og dermed usikre etableringer.

Tabell 1 Aktørene som utgjør grunnlaget for kartlegging av utnyttede masse- og energistrømmer i næringsparken.

Industrietablering	Ansvarlig selskap	Status vedrørende etablering
Lakseslakteri og bearbeidingsanlegg	SalMar	Bekreftet, forventet oppstart 2021
Kassefabrikk	BEWiSynbra	Bekreftet, forventet oppstart 2021
Videreforedling (biprodukter, lakseslakteri)	Nutrimar	Uavklart
Biogassproduksjon	SenjaBio	Uavklart

At to av anleggene ikke er bekreftet, representerer en kilde til usikkerhet med hensyn på både tallgrunnlag og vurderinger rundt implementering av klimatiltak. Men også for de bekreftede aktørene er det fortsatt store usikkerheter ettersom selve anleggene verken er kommet i produksjon eller er ferdig detaljerte. Samtidig kan det være enklere og mindre kostbart å legge til rette for implementering av klimatiltak ettersom anleggene ikke er ferdig bygget.

Hensikten med prosjektet har vært å identifisere og vurdere klimatiltak med utgangspunkt i hvordan overskudd av masse- og energi kan utnyttes på tvers av aktører i næringsparken. Denne rapporten omtaler dermed i begrenset grad muligheter for energieffektivisering og andre klimatiltak internt hos

enkeltbedrifter. Denne delen har også blitt begrenset som følge av at det er et forprosjekt med begrensede ressurser til å gå i dybden på hvert anlegg. I et eventuelt videre og mer enkeltbedriftsorientert arbeid, vil det være fordelaktig dersom de berørte partene inngår som samarbeidspartnere i prosjektet.

1.4 Rapportens struktur

Utover innledningen gitt i dette kapitlet, er rapporten strukturert i følgende kapitler:

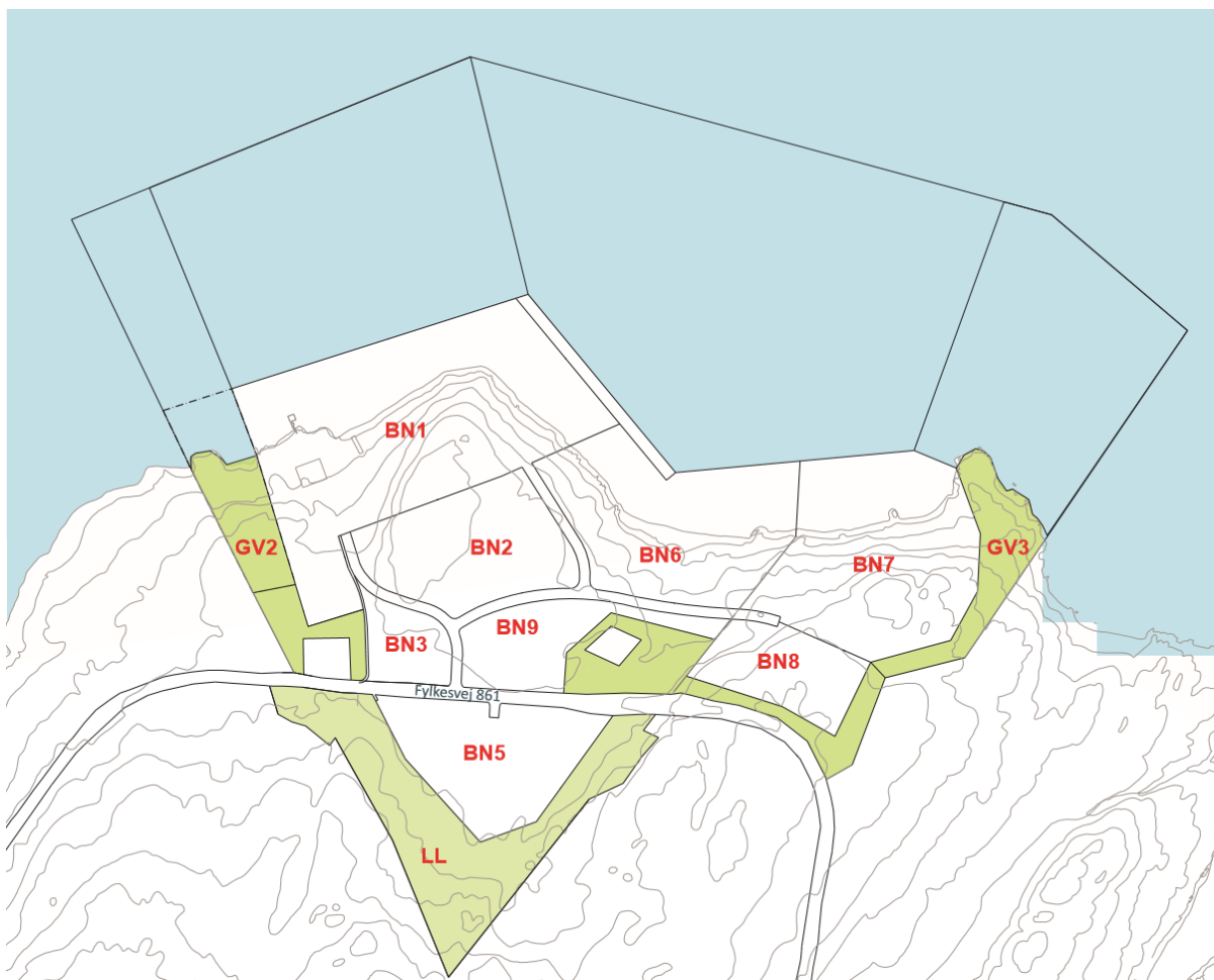
- Kapittel 2 gir en områdebeskrivelse for Klubben næringspark med tilgjengelig infrastruktur, planer for næringsparken og informasjon om omkringliggende næringsaktivitet.
- Kapittel 3 oppsummerer kartleggingen av material- og energistrømmer hos etablerte og forventede industriaktører i Klubben næringspark
- Kapittel 4 presenterer identifiserte klimatiltak med utgangspunkt i kartleggingen av material- og energistrømmer
- Kapittel 5 prioriterer og evaluerer noen utvalgte klimatiltak
- Kapittel 6 konkluderer og gir anbefalinger for videre arbeid

2 Områdebeskrivelse

Kapitlet gir en områdebeskrivelse til Klubben næringspark og trekker fram andre aktører og industriaktivitet i regionen som kan være relevant for den planlagte aktiviteten i næringsparken.

2.1 Klubben næringspark

Klubben næringspark har sitt utspring i næringsplanen for Lenvik kommune 2015-2019, der sjømatnæringen i Senja-regionen ble utpekt som et sentralt satsingsområde. Kommunen anså da tilgang på egnet areal (land og sjø) som en avgjørende og fremtidsrettet suksessfaktor. En oversikt over tomter og inndeling av disse er vist i Figur 1 nedenfor.



Figur 1 Regulering og tomteinndeling i Klubben næringspark.

Næringsparkens landareal er på 392 daa, og inkludert sjøområder er det samlede arealet på 743,8 dekar. Det var forventet at nye sjørelaterte næringsetableringer i området også skulle gi synergieffekter for andre næringsbransjer i regionen. Kommunen identifiserte tidlig potensialet for etablering av et lakseslakteri med støttende industri som for eksempel kassefabrikk og biprodukthåndtering.

2.2 Annen industri og relevante aktiviteter

2.2.1 Havbruk

I akvakulturregisteret foreligger det 35 oppdrettstillatelser som er registrert i Senja kommune (Figur 2). Av disse er det enkelttillatelser for forskning på matfisk, fangstbasert akvakultur, visning og undervisning, samt tre tillatelser tilknyttet slaktemerd og 28 tillatelser for kommersiell drift. Av de kommersielle tillatelsene er det fem landbaserte settefiskanlegg og 23 tillatelser for havbasert matfiskproduksjon.



Figur 2 Havbruksaktivitet på og rundt Senja. Kartutsnitt hentet fra Fiskeridirektoratets kartløsning¹

Tillatelsene for kommersiell matfiskproduksjon representerer til sammen en maksimalt tillatt biomasse på omtrent 118.000 tonn². Tillatelsene for settefisk er gitt i antall fisk og summerer seg opp til totalt 26.300.000 stk. De 35 oppdrettstillatelsene i Senja kommune fordeler seg på selskapene Flakstadvåg Laks AS, SalMar Settefisk AS, Eidsfjord Sjøfarm AS, Nor Seafood AS, Wilsgård Fiskeoppdrett AS, Akvafarm AS, NRS Farming AS, Brødrene Karlsen AS, Biomar AS, SalMar Farming AS og Nergård Senja AS.

¹ <https://open-data-fiskeridirektoratet-fiskeridir.hub.arcgis.com/>

² Ref. utbetaling fra Havbruksfondet

2.2.2 Senja Avfall IKS

Senja Avfall er et interkommunalt avfallsselskap som håndterer avfall fra husholdning og næring. Selskapet drifter et avfallsforbrenningsanlegg i Botnhågen, ca. 13 km fra Klubben Næringspark, med årlig kapasitet på 11.000 tonn avfall. Varmeenergien fra forbrenningsanlegget anvendes til energigjenvinning i form av strøm og fjernvarme.

I 2015 ble selskapet Finnsnes Fjernvarme etablert og i 2016 startet utbyggingen av fjernvarmenettet til å omfatte Finnsnes og omegn. I dag er det lite tilgjengelig kapasitet på fjernvarmenettet, men Senja Avfall har besluttet at det skal bygges et nytt forbrenningsanlegg med en kapasitet på 25.000 tonn avfall og 8-10 MW. Byggingen er forventet å starte opp i løpet av 2022, og dette vil føre til en stor økning i kapasiteten på fjernvarmenettet.

I dag stopper fjernvarmenettet på Finnsnes, men selskapet har konsesjon for utbygging til Silsand. På kort sikt er det ifølge Senja Avfall lite aktuelt å bygge ut fjernvarmenettet til Klubben næringspark, men om noen år kan det bli aktuelt.

2.2.3 Finnfjord AS

Finnfjord smelteverk ligger ved Finnfjordbotn, om lag 13 km fra Klubben Næringspark. Selskapet ble etablert i 1960 og har en produksjonskapasitet på 100.000 tonn ferrosilisium i året. Produksjonen er energikrevende, men i 2012 ferdigstilte selskapet et energigjenvinningsanlegg som kan gjenvinne opptil 360 GWh hvert år. Det oppstår fortsatt en del spillvarme fra produksjonen, og Finnfjord er for tiden inne i en prosess for å kartlegge hva de har igjen av uutnyttet spillvarme.

Siden 2015 har UiT Norges arktiske universitet samarbeidet med Finnfjord om å bruke alger for å redusere CO₂-utslippet fra produksjonen [1]. Det ferdige algeproduktet er et rent produkt som blant annet kan anvendes i laksefôr. Finnfjord er nå i fase 4 av prosjektet, som er det siste trinnet før et fullskala pilotprosjekt.

Sammen med Statkraft og Carbon Recycling International (CRI), utreder Finnfjord nå også muligheten for å etablere kommersiell metanolproduksjon [2]. Metanol produseres som regel fra fossile kilder, men utgangspunktet her er å benytte CO₂ fra smelteverket og hydrogen fra elektrolyse av vann med fornybar energi. Fabrikken vil ha en produksjonskapasitet på 100.000 tonn per år og planen er ferdigstilling innen utgangen av 2023.

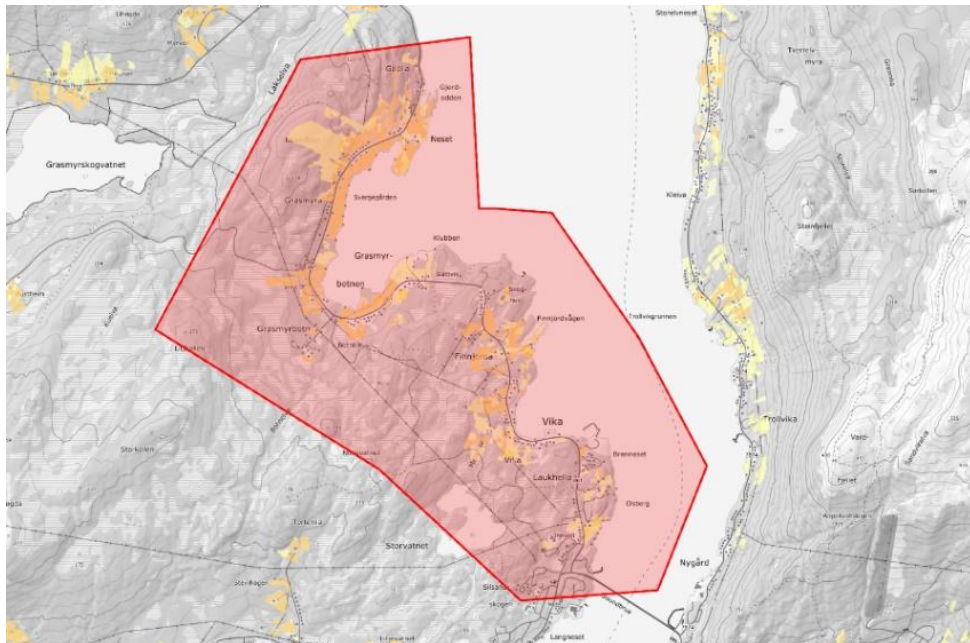
2.2.4 Art Nor AS

Art Nor ble etablert i 1995, og produserer ulike matvarer med konserveringsmetoden sous vide. Prosessen er designet for bruk av elektrisk energi, med bruk av varmepumper for å hente ut restvarme i produksjonen. I produksjonen oppstår det en del biprodukter i forbindelse med rensing og avkutt fra grønnsaker. Dette restproduktet anvendes i liten grad i dag, og er godt egnet til blant annet produksjon av biogass. Selskapet vurderer ulike anvendelser av dette restproduktet, slik som produksjon av tanglopper eller larver, og produksjon av sprit.

2.2.5 Landbruk

I 2019 var det registrert over 18.000 dekar med produksjon av Grovfôr i Senja kommune. Inkluderer man kommunene Sørreisa, Dyrøy, Salangen, Målselv og Bardu er det nesten 74 000 dekar med

produksjon av Grovfôr [3]. Men ifølge Agri analyse [4] har landbruket i Troms generelt blitt redusert de siste år. Store mengder grasmark har gått ut av drift og det produseres nå mindre mat enn hva som potensielt er mulig.



Figur 3 Fulldyrket jord. Kartutsnitt fra NIBIOs kartløsning Kilden³

Området rundt Klubben næringspark er regulert som landbruksareal (LNF-område), og det vil være mulig å etablere relevant aktivitet i tilknytning til næringsparken på disse områdene. I en avstand på 5 km fra Klubben Næringspark er det i dag registrert 780 dekar med fulldyrka jord (Figur 3).

2.2.6 Troms Kraft

Troms Kraft Nett AS er ansvarlig for nettet som skal levere kraft til Klubben næringspark. De har utarbeidet en nettløsning for å forsyne selskapene SalMar og BEWiSynbra i næringsparken. Planen er å oppgradere strømmettet fra Finnfjordbotn til Silsand, og videre til næringsparken. Kraftselskapet står for kostnadene for bygging av nettet fra Finnfjordbotn til Silsand, mens SalMar og BEWiSynbra betaler for utbyggingen fram til næringsparken. Det nye strømmettet skal være på plass innen 2 år, og frem til da vil strømmettet være sårbart. Strømmettet som bygges er beregnet til 10,5 MW topplast, og det anslås at det ikke vil være veldig mye restkapasitet på nettet etter at SalMar og BEWiSynbra har koblet seg på.

Troms Kraft Nett leder forskningsprosjektet *Smart Senja*⁴ som er finansiert av Enova. Gjennom dette prosjektet skal det blant annet utvikles smarte styringssystemer og etableres et fleksibilitetsmarked for salg av fleksibel energi. I tillegg skal det installeres batterier for energilagring og etableres lokal, fornybar kraft ved bruk av solceller. Prosjektet startet i 2019 og skal vare i 5 år. Siden oppstart av prosjektet har Troms Kraft identifisert et stort potensiale for å flytte effektforbruket. I dag er det flere bedrifter som ikke tar hensyn til effektforbruket, og ofte er det svært små endringer som kan gjøres for å fordele effektforbruket over døgnet. Eksempelvis har bedrifter trucker stående til ladning på

³ <https://www.nibio.no/tjenester/kilden>

⁴ <https://smartsenja.no/>

dagtid samtidig som de har infrysning av fisk. Dette fører til et stort effektforbruk, men det kan enkelt fordeles utover døgnet ved at truckene lader på natten i stedet for på dagen. I prosjektet har de nå besluttet at de skal gå til innkjøp av batteripakker som skal være med på å ta hånd om de største effekttoppene. De vurderer også hvordan de kan etablere et fleksibilitetsmarked; et strøm-marked hvor brukere kan både kjøpe og selge av kraftbehovet. Et annet problem som ofte oppstår på Nord-Senja er blink i strømmettet. Det vil si at strømmen forsvinner i et lite øyeblikk, noe som kan føre til stans og problemer for store maskinerier. Gjennom et spin-off prosjekt ønsker Smart Senja å se på løsninger for dette ved bruk av batterier og prediksjon for å forutse når blink oppstår.

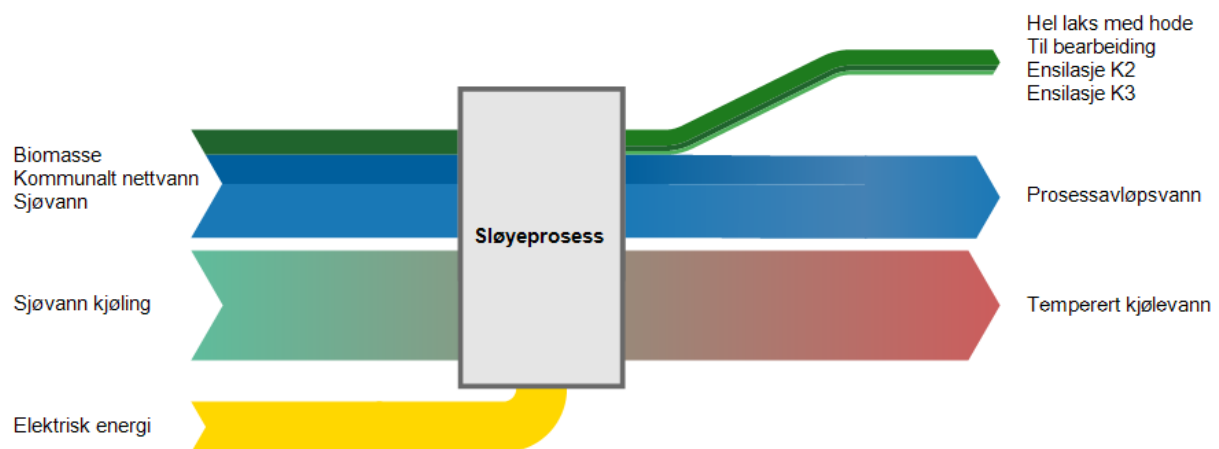
3 Kartlegging av material- og energistrømmer

I delkapitlene nedenfor presenteres overordnede oversikter over masse- og energiflyt for etablerte og forventede aktører i Klubben næringspark. Dataene er innhentet gjennom dialog med næringsaktørene og i enkelte tilfeller supplert med informasjon fra åpne kilder, f.eks. utslippsøknader o.l. for tilsvarende anlegg. Det er ingen av anleggene i næringsparken som har startet opp produksjon og estimatene som presenteres vil derfor være basert på antagelser om hvordan produksjonen kan bli. Det er dermed tilknyttet usikkerheter til det tallgrunnlaget som presenteres og benyttes i denne rapporten.

3.1 Lakselakteri

Slakteri og bearbeidingsanlegget til SalMar (InnovaNor) er på mange måter å anse som premissgiveren for de andre planlagte anleggene i næringsparken, med unntak av biogassanlegget. Med det menes at både isoporkassefabrikken til BEWiSynbra og et eventuelt foredlingsanlegg for biprodukter i stor grad vil tilpasse sin produksjon til SalMar. Lakselakteriet vil bruke noen år på å nå full kapasitet, men kan på sikt tenkes å nå en årsproduksjon på nivå med InnovaMar på Frøya. Dette tilsvarer en årsproduksjon på omtrent 140.000 tonn sløyd vekt, der ca. en fjerdedel vil gå til bearbeidning og resterende som hel laks med hode.

I dialog med SalMar er det fremskaffet en overordnet oversikt over de viktigste energi- og massestrømmene inn og ut av slakteriet (visualisert i Figur 4). Forutsetningene bak kvantifiseringene av masse- og energistrømmer er spesifisert i eget bilag.



Figur 4 Overordnet oversikt med omtrentlige verdier for masse- og energiflyt hos SalMar.

De viktigste råmaterialene til lakselakteriet er biomasse, ferskvann (kommunalt nettvann), sjøvann og elektrisk energi. Biomassen er slakteklar oppdrettslaks fra SalMars matfiskproduksjon. Hoveddelen av sjøvannet er kjølevann som varmeveksles og går i en lukket krets før det returneres til sjø. Øvrig sjøvannsbruk er blant annet til RSW-tanker, og dette sjøvannet vil gå samfengt med ferskvann som prosessavløpsvann til renseanlegget. Tabell 2 gir en beskrivelse av masse- og energistrømmer ved lakselakteriet.

Tabell 2 Beskrivelse av masse- og energistrømmer ved lakseslakteriet.

	Kilde	Beskrivelse	Krav/anvendelse
Input	Biomasse	Slakteklar oppdrettslaks som pumpes inn fra ventemerder utenfor slakteriet. I fremtiden kan det bli aktuelt å ta imot laks direkte fra bløggébåter. Direktelossing vil skje fra første dag.	
	Kommunalt nett vann	Prosessvann, isproduksjon, vann til rengjøring av produksjonsutstyr, lokaler, mv.	
	Sjøvann	Lukket kjølekrets. RSW-tanker.	
	Energi	Elektrisk energi til å drive maskiner og utstyr.	
Output	Produkter	Hovedproduktet fra slakteriet er sløyd laks med hode. I tillegg sendes ca. en fjerdedel til bearbeiding.	
	Biprodukter	Slakteprosessen genererer biprodukter i form av fiskeslo og avskjær som ensileres.	Håndteres av andre aktører.
	Temperert kjølevann	Kjølevannet (sjøvann) går i en lukket krets og returneres til resipient.	SalMar ønsker å utnytte mest mulig restvarme internt, og anslår at sjøvannet vil holde 5-10 °C ved utslipp til sjø.
	Avløpsvann	Prosessavløpsvannet er en blanding av ferskvann og sjøvann. Går i renner i gulvet før det havner i en felles samleikum. Renses og desinfiseres før utslipp til resipient.	Ingen temperatur av betydning, men inneholder blant annet blod som potensielt kan utnyttes.

Ettersom biprodukter fra sløypeprosessen har etablerte verdikjeder, er det begrenset med utnyttede overskuddsstrømmer fra lakseslakteriet. Den mest interessante fraksjonen er sannsynligvis sjøvannskjølevannet, ettersom denne er temperert og representerer relativt store mengder. Kjølevannet går i en lukket sløyfe, men kan varmeveksles for å hente ut varme. Kjølevannet bør også kunne utnyttes direkte, for eksempel til marin produksjon. Ved InnovaMar på Frøya ligger utslippstemperaturen på 15-20 °C, mens på Senja er det planlagt å utnytte mer varme internt. SalMar antar at utslippstemperaturen vil ligge i området 5-10 °C.

Prosessavløpsvannet er en blanding av sjøvann og ferskvann, og vannutslippet må renses i henhold til gjeldende myndighetskrav. Det vil ikke være noe varme å hente fra dette vannutslippet, men prosessvannet vil inneholde en del blod som muligens kan utnyttes.

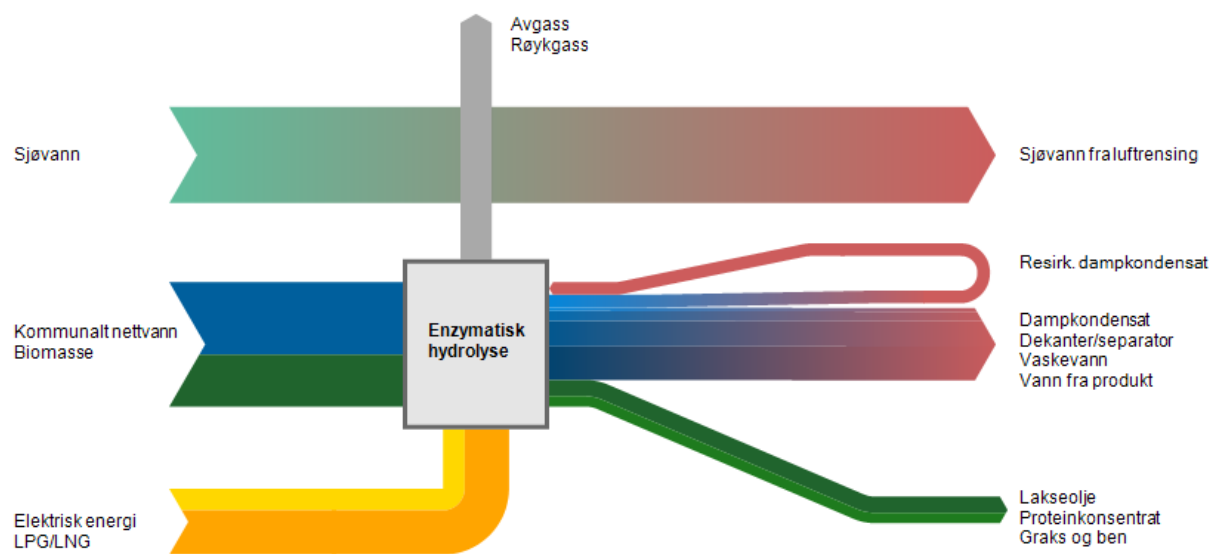
Lakseslakteriet har få eller ingen utslippspunkter til luft, men forbruker store mengder elektrisk energi. Som referanse forbrukte InnovaMar 13,4 GWh elektrisk kraft i 2019, ned fra 19,4 GWh året før⁵. Nedgangen har sammenheng med redusert slaktevolum, og det spesifikke energiforbruket ligger stabilt på rundt 140 kWh/tonn. Slakteriet er som hovedregel enten av eller på. Unntaket er en viss kjøle- og frysekapasitet som må opprettholdes for å ivareta drift av fryselager og kjøling til ventilasjon. Det vil være variasjon over året, men denne er veldig sporadisk slik at det er vanskelig å ta utgangspunkt i noe etablert mønster.

⁵ Tall fra www.norskeutslipp.no

3.2 Videreforedlingsanlegg

Videreforedlingsanlegget⁶ skal behandle biprodukter (fiskeslo, avskjær) fra sløypeprosessen som mottas via rør til egne lagringstanker i påvente av prosessering. Behandlingsmetoden som benyttes kalles enzymatisk hydrolyse, og innebærer at proteinene i råstoffet spaltes ved bruk av vann og enzymer. Prosessen omfatter ulike separasjonssteg som skiller olje- og proteinfasen fra hverandre, samt tar ut ben og graks. Hovedproduktene fra anlegget vil være lakseolje og proteinkonsentrat.

Det er fortsatt uavklart når et eventuelt videreforedlingsanlegg vil bli etablert i Klubben næringspark. I dialog med Nutrimar er det likevel fremskaffet en overordnet oversikt over de viktigste energi- og massestrømmene inn og ut av et videreforedlingsanlegg (visualisert i Figur 5). Forutsetningene bak kvantifiseringene av masse- og energistrømmer er spesifisert i eget bilag.



Figur 5 Overordnet oversikt med omtrentlige verdier for masse- og energiflyt hos Nutrimar.

I produksjonen brukes damp som produseres ved forbrenning av LPG. Dampen går i egne steamrør og brukes i ulike tørkeprosesser, samt til å stoppe den enzymatiske aktiviteten etter at reaksjonstiden i hydrolysereaktoren er over [5]. I prosessen brukes sjøvann i scrubbere for å vaske ut luftgasser og kondensere avdamp. Tabell 3 gir en oversikt over energi- og massestrømmer ved videreforedlingsanlegget.

⁶ Med videreforedling menes her prosessering av biprodukter og ikke bearbeiding/foredling av råstoffet.

Tabell 3 Beskrivelse av energi- og massestrømmer ved videreforedlingsanlegget.

	Kilde	Beskrivelse	Krav/anvendelse
Input	Biomasse	Lakseavskjær/avkapp og slo fra sløyeprosessen til SalMar.	
	Kommunalt nett vann	Prosessvann som tilsettes biomassen, vann til dampproduksjon og vann til vask av produksjonsutstyr, lokaler, mv.	
	Sjøvann	Brukes som kjølevann/vaskevann i scrubbere for å vaske ut luktgasser og kondensere avdamp.	
	Energi	Elektrisk energi til å drive maskiner, utstyr, mv. samt LPG/LNG til dampproduksjon.	
Output	Produkter	Hovedproduktene er lakseolje og proteinkonsentrat. I tillegg prosesseres graks og ben til et fiskemelprodukt.	Samtlige produkter selges.
	Biprodukter	Noe ensilasje fra vannbehandling, dvs. olje fra oljepolereren/dekantering som ikke er god nok og må gå som ensilasje.	
	Temperert spillvann	Dampkondensat – store deler resirkuleres. Dekanter/separator – tidvis må man tilsette noe vann i enkelte separatorer. Vaskevann - fra vask av utstyr, mv. Vann fra produkt – dette er et kondensatvann fra produksjon.	Vannstrømmene går til vannrensaneanlegget før utslipp til sjø. Unntaket er vann fjernet fra produkt som ikke må gjennom rensaneanlegget. Samtlige vannstrømmer holder høye temperaturer på 80-90°C.
	Avgass	Renses og slippes til luft. Deler av avgassene føres til forbrenning på dampkjelen.	Inneholder en del varme som potensielt kan utnyttes.
	Røykgass	Fra forbrenning av LPG/LNG ifm. dampproduksjon.	Brukes til å forvarme matevannet til dampproduksjon.

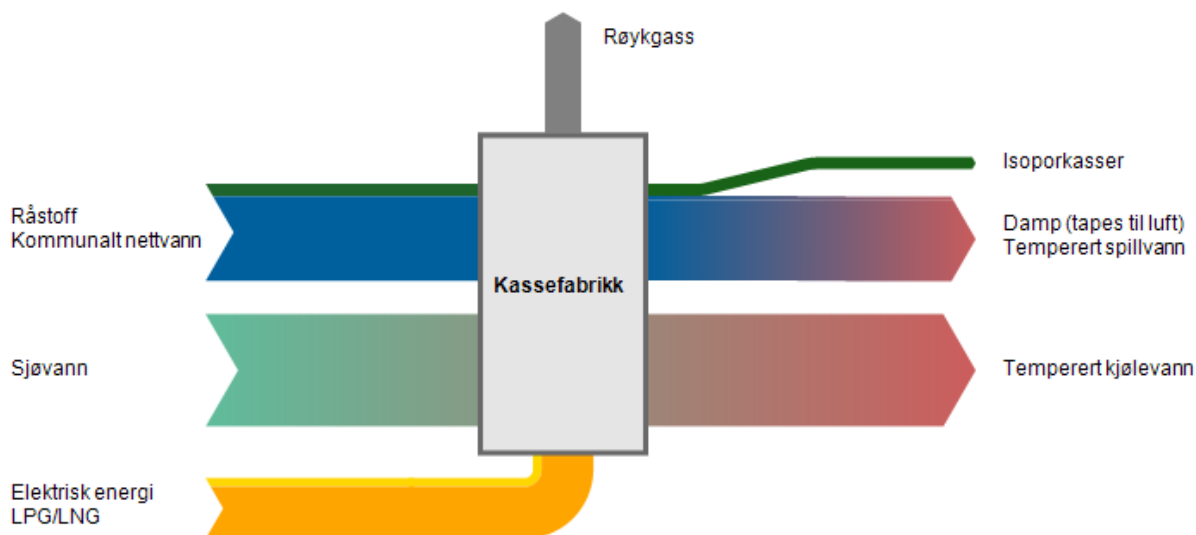
Videreforedlingsanlegget har flere fraksjoner med høye temperaturer som potensielt kan utnyttes. I tillegg til dampkondensatet som delvis returneres til dampkjelen, har anlegget flere vannstrømmer med relativt høye temperaturer (80-90 °C) som potensielt kan utnyttes til varmegjenvinningsformål. Vannet fra dekanter er ideelt sett så rent som mulig, men vil kunne ha en del urenheter slik at det kan gå som ensilasje. Strømmen *vann fra produkt* er vann som fjernes fra biomassen under inndamping/tørking ved at avdampen veksles mot kjølevann og kondenseres. Dette er en relativt ren fraksjon med temperatur på ca. 80 °C, som også kan brukes til vaskevann. Anlegget tar videre inn store mengder sjøvann som kjøler ned og renser luftavtrekket/avgass. Når sjøvannet forlater anlegget vil det ha en relativt høy temperatur som potensielt kan utnyttes.

Avgassene fra produksjon med høyest konsentrasjon av luktstoffer vil i størst mulig grad sendes til forbrenning sammen med LPG på dampkjelen. Forbrenning av LPG i dampkjelen genererer et røykgassutslipp med temperatur >200 °C. I tillegg til innfyrt effekt på dampkjelen, har anlegget også en del elektrisk utstyr som forbruker energi.

3.3 Isoporkassefabrikk

Råmaterialet for fiskekasseproduksjon er polystyren (PS) som ekspanderes og deretter formes/støpes til sin endelige form. Ekspansjon foregår i en forskummer med tilførsel av damp og trykk, mens det ekspanderte materialet (EPS) formes i egne støpemaskiner, igjen under tilførsel av damp. Fabrikken vil ha tilpassede formstøpemaskiner som støper EPS til fiskekasser og lokk, og anlegget utstyres med moderne transport- og logistikksystem for intern produktlogistikk. Typisk vil fiskekassene gå på et transportbånd direkte fra formstøpemaskinene. Fabrikken vil produsere for lager (buffer), men fiskekasser er ferskvare med begrenset holdbarhet. Lagerrulling hver 14. dag er optimalt for å unngå forringelse av kassekvaliteten [6]. Anlegget på Senja vil fokusere på leveranse mot fiskeri/oppdrettsbransjen, der lakselakteriet til SalMar er premissgiveren. Kassefabrikken vil likevel også kunne produsere fiskekasser for andre aktører i regionen.

I dialog med BEWiSynbra er det fremskaffet en overordnet oversikt over de viktigste energi- og massestrømmene inn og ut av kassefabrikken (visualisert i Figur 6). Forutsetningene bak kvantifiseringene av masse- og energistrømmer er spesifisert i eget bilag.



Figur 6 Overordnet oversikt med omtrentlige verdier for masse- og energiflyt hos BEWiSynbra.

Mengde råstoff og produksjon av isoporkasser fremstår relativt beskjedent når disse er angitt i masse og ikke volum. Siden isoporkasser består av omtrent 98 prosent luft, gjenspeiler ikke fabrikkens tonnasjevise produksjon helt hvilke volumer det faktisk er snakk om.

Kassefabrikken genererer en del temperert spillvann, både fra sjøvannskjøling og dampkondensat. BEWiSynbra har planer om å utnytte store deler av denne varmen internt, men likevel vil det nok være en del varme igjen som potensielt kan utnyttes andre steder. Tabell 4 gir en oversikt over de ulike in- og outputene til fabrikken.

Tabell 4 Beskrivelse av energi- og massestrømmer ved kassefabrikken

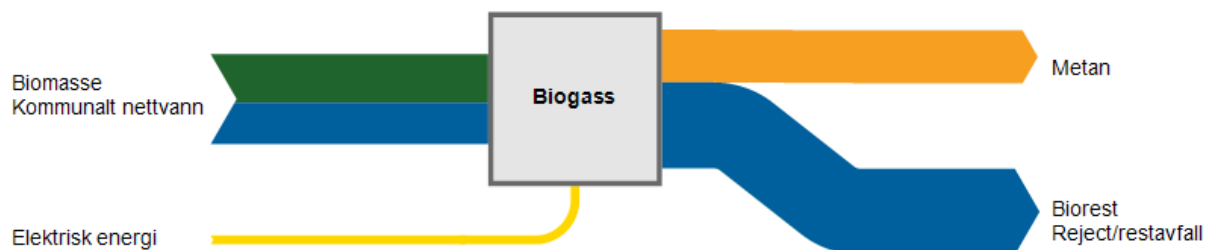
	Kilde	Beskrivelse	Krav/anvendelse
Input	PS pellets	PS som tilføres damp og trykk slik at det ekspanderer. Importeres.	
	Kommunalt nettvann	Ferskvannet brukes hovedsakelig for dampproduksjon, men noe vil gå med til vaskevann samt periodevis tilsats til prosesskretsen.	Før matevannet går inn på dampkjelen ønsker man at det skal holde ca. 95 °C. Derfor varmeveksles det i flere steg (dampkondensat, luftkompressorer, pipe).
	Sjøvann	Anvendes som kjølevann i prosesskretsen for støpemaskinene.	Felles inntak med SalMar.
	Energi	Elektrisk energi til å drive maskiner, kompressorer og annet utstyr, samt LPG/LNG til dampproduksjon.	
Output	Produkter	EPS kasser og lokk. To ulike former; en standard og en airboks til flyfrakt (helt tett).	Fiskekassene skal være isolerende, tåle fuktighet samt stable- og transportvennlige.
	Biprodukter	Fabrikken genererer i utgangspunktet ingen biprodukter. Det vil være noe vrak (fiskekasser) som støvkomprimeres.	Leveres til plastindustrien som bruker det om igjen.
	Ferskvann	Overløp fra prosesskretsen som tas ut ved 25 °C. I tillegg vil det være noe vaskevann.	Vannet gjennomgår rensing før det går videre til SalMar, der de har felles utslippsrør.
	Sjøvann	Temperert sjøvann fra kjølevannskretsen.	Holder ca. 16 °C. Felles utslippsledning med SalMar.
	Røykgass	Fra forbrenning av LPG/LNG ifm. dampproduksjon.	Brukes til å forvarme matevannet til dampproduksjon.

Isoporkassefabrikken produserer relativt store mengder damp som genereres ved forbrenning av LPG/LNG i en egen dampkjele. Dampen brukes både under ekspansjon av PS-pellets, samt til å varme opp støpeformer i støpemaskinene. Det meste av dampen kondenseres, men det er likevel deler av dampen (~5 %) som tapes til luft under produksjon. På grunn av urenheter har ikke fabrikken mulighet til å resirkulere kondensatet tilbake til matevannstanken.

Dampkondensatet inngår i en semi-lukket prosesskrets som reguleres med et overløp der overskuddsvann (25 °C) sendes videre til rensing og utslipp. Etter varmegjenvinning og sjøvannskjøling (40-50 °C) brukes vannet til å kjøle ned de samme formene som dampen tidligere varmet opp. I tillegg til veksling mot matevann og ventilasjon, ser BEWiSynbra på muligheten for å hente ut varme for snøsmelting. Fabrikken har også flere luftkompressorer som genererer varme. Denne energien ønsker selskapet å bruke til oppvarming av areal/luft, f.eks. i rom som skal ha et stabilt temperaturnivå rundt 20 °C.

3.4 Biogassanlegg

Biogassanlegget som planlegges i Klubben næringspark skal kunne håndtere organiske biprodukter i form av matavfall fra husholdning og næring, slam og dødfiskensilasje fra havbruksnæringen, samt husdyrgjødsel fra landbruket. Ved oppstart kan anlegget håndtere i overkant av 20.000 tonn organisk materiale, men produksjonskapasiteten vil kunne øke med årene. Figur 7 oppsummerer de viktigste energi- og massestrømmene inn og ut av anlegget, mens forutsetningene bak kvantifiseringene er spesifisert i eget bilag.



Figur 7 Overordnet oversikt med omtrentlige verdier for masse- og energiflyt hos SenjaBio.

Et biogassanlegg vil grovt sett bestå av et forbehandlingsanlegg, reaktortank, gasslagring og lagring av biorest. I forbehandlingsanlegget blir organiske råvarer ført kvernet ned til mindre partikler på maksimalt 12 millimeter og tilsatt vann for å oppnå en homogen flytende masse. Deretter gjennomgår råstoffet en temperaturbehandling på minimum 70 °C i én time. Under forbehandling separeres det også ut rejeekt (restavfall) som består av produkter som er uønsket videre i prosessen, eksempelvis plast, tekstil, glass eller metall. Deretter blir den organiske massen pumpet videre til reaktortanken hvor den brytes ned uten tilgang på oksygen.

Mikroorganismene som bryter ned den organiske massen til biogass er sensitiv for store endringer i eksempelvis temperatur, og dør dersom de blir utsatt for oksygen. Driftstemperaturen i reaktoren er ofte termofil (~55 °C) eller mesofil (~37 °C), og for dette anlegget planlegges det en mesofil prosess. I reaktoren dannes det biogass som består hovedsakelig av metan og karbondioksid, men også en del andre sporgasser.

Tabell 5 Beskrivelse av energi- og massestrømmer ved biogassanlegget.

	Kilde	Beskrivelse	Krav/anvendelse
Input	Biomasse	Organisk materiale som eksempelvis matavfall, slam, fiskeensilasje og husdyrgjødsel.	Biomasse som skal benyttes må være nedbrytbar, inngå i kategori 2 eller 3 i biproduktforordningen, og ikke inneholde mye tungmetaller.
	Kommunalt nettvann	Vann/væske benyttes for å få massen flytende og pumpbar.	Vannet/væsken kan ikke inneholde helseskadelige stoffer eller ha en høy saltkonsentrasjon.
	Energi	Anlegget benytter energi for å hygienisere (temperaturbehandle) råvarene, og til eksempelvis kverning av biomassen ned til mindre partikler, omrøring i reaktortanken og pumping.	Energi som benyttes til temperaturbehandling/oppvarming behøver ikke basere seg på elektrisk energi, men kan være termisk energi fra eksempelvis fjernvarme eller annen spillvarme.

	Kilde	Beskrivelse	Krav/anvendelse
Output	Biogass	Biogass består hovedsakelig av metan (55-80%) og karbondioksid (20-45%), samt noen andre sporgasser.	Gassen kan brukes til direkte oppvarming, kombinert varme- og energiproduksjon, eller den kan oppgraderes (fjerne karbondioksid) til drivstoffkvalitet (flytende eller komprimert). Hva som er mest hensiktsmessig er avhengig av lokasjon og mulig lokal anvendelse. Dersom all varme kan benyttes lokalt vil effektiviteten for direkte varmeproduksjon være antatt til 82,5%, for varme- og strømproduksjon er effektiviteten henholdsvis 50% og 40% (totalt 90%), og for oppgradering og komprimering er det 96% og for flytendegjøring er det 92% [7].
	Biorest	Biorest er restproduktet av biomassen som gjenstår etter organiske produkter er brutt ned til biogass. Den inneholder alle næringsstoffene som biomassen inneholdt, og ofte er det et høyt innhold av nitrogen og fosfor.	Innhold av næringsstoffer i bioresten vil variere med utgangspunkt i næringsinnholdet på råvarene/biomassen som benyttes i anlegget.

Biogass kan enten forbrennes direkte for oppvarming, som kombinert oppvarming og energiproduksjon, eller den kan renses og oppgraderes til drivstoffkvalitet. Biorest er et annet produkt fra biogassprosessen som består av restmassene etter at gassen er fjernet. Dette produktet inneholder mye næringsstoffer, og kan blant annet benyttes som gjødsel på landbruksareal. Bioresten blir pumpet til lagringstanker, men kan også avvannes for å separere den faste delen fra den flytende. Den faste delen er rik på fosfor, mens den flytende delen inneholder mye nitrogen.

4 Klimatiltak i klubben næringspark

Kapitlet beskriver identifiserte klimatiltak og gir noen innledende vurderinger og/eller beregninger av potensialet ved hvert tiltak.

4.1 Utnyttelse av temperert kjølevann (sjøvann)

Tabell 6 gir en oversikt over samlet utslipp av temperert kjølevann (sjøvann) i næringsparken. For det estimerte varmepotensialet er det antatt varmeutnyttelse ned til 4 °C, som er normal sjøvannstemperatur. Årsaken til de klart lavere vanntemperaturer ved lakseslakteriet og kassefabrikken, er at disse aktørene allerede har etablerte planer om intern varmegjenvinning.

Tabell 6 Tilgang på temperert kjølevann (sjøvann)

Kilde	Volumstrøm [m ³ /år]	Temperatur [C]	Varmepotensial [GWh]
Lakseslakteri	2 548 000	5 - 10	3 - 17,8
Kassefabrikk	600 000	10 - 20	4,2 - 11,2
Videreforedlingsanlegg	525 600	40 - 50	22,1 - 28,2
Sum	3 673 600	11 - 17	29,3 - 57,2

Kjølevannet fra lakseslakteriet og kassefabrikken går i lukkede kretser, slik at eventuelle forurensninger enten følger med vannet inn eller oppstår fra rør eller utstyr i kjølekretsen. I videreforedlingsanlegget brukes derimot sjøvannet i scrubbere for å vaske ut luktgasser. Dermed må det tas ekstra forbehold om behov for rensing av dette vannet, avhengig av hvilken anvendelse man ser for seg.

4.1.1 Marin produksjon

En alternativ utnyttelse for lavtempererte vannstrømmer er å bruke vannet til marin produksjon [8]. Her er temperatur den enkeltfaktoren med størst innvirkning på tilveksten [9]. Det er varmesummen gjennom produksjonssyklusen som bestemmer hvor stor fisken skal bli ved leveranse, mens temperaturnivået i hovedsak bestemmer hvor lang tid det tar før fisken blir leveringsklar [9]. Det optimale temperaturnivået med hensyn på vekstvilkår vil avhenge av hvilken art som oppdrettes.

I denne sammenheng er det i Norge gjennomført en rekke utredninger om hvordan temperert industrivann kan utnyttes i samband med produksjonen av marin sjømat. Eksempler på dette er Nyhamna på Aukra og Tjeldbergodden i Møre og Romsdal, Mongstad utenfor Bergen, Elkem Thamshavn utenfor Trondheim og Holla Smelteverk (Wacker Holla Metall) i Hemne kommune. Det er i dag få lokaliteter i Norge som benytter overskuddsenergi fra industrien til marin akvakultur. Et eksempel er Tjeldbergodden Biopark i Aure kommune som får kjølevann levert fra Equinor sitt metanolanlegg, og et annet er Stolt Sea Farm Turbot Norway AS i Kvinesdal som benytter overskuddsenergi fra det lokale smelteverket (Eramet Norway) til produksjon av omkring 250 tonn piggvar årlig. Ved Tjeldbergodden benyttes kjølevannet av selskapet Lumarine til produksjon av postsmolt (250 – 800 g), ved en kombinasjonsbruk av ulike mengder dypvann og kjølevann gjennom året (12 – 15 °C).

En av de største utfordringene ved utnyttelse av temperert industrivann er at det gjerne må varmeveksles. Dette på grunn av høyt innhold av tungmetaller eller andre kjemiske komponenter som avgis fra kjølevannsrør eller andre komponenter i systemet, og er til skade for mulige oppdrettsorganismer. Dette kan medføre store investeringer i form av varmevekslere og annet nødvendig utstyr. Andre faktorer som begrenser bruken er at det ofte byr på store tekniske utfordringer å få tilgang til det tempererte kjølevannet og at nedstegning av anlegget i samband med

vedlikehold, som i realiteten medfører vannstopp, er noe det må tas høyde for ved etablering av anlegg for dyrkning av marin sjømat. I tillegg kan avstanden mellom varmtvannskilden og der et mulig produksjonsanlegg skal bygges være så stor at kostnadene med å få frem tilstrekkelige mengder temperert vann blir for store.

4.2 Utnyttelse av temperert overskuddsvann (ferskvann)

Tabell 7 gir en oversikt over samlet utslipp av temperert overskuddsvann (ferskvann) i næringsparken. Det er i hovedsak kassefabrikken og videreforedlingsanlegget som har temperert overskuddsvann med potensial for utnyttelse. Også lakseslakteriet genererer overskuddsvann, men dette har langt lavere temperaturer og går i tillegg samfengt med sjøvann. Igjen er det videreforedlingsanlegget som oppgir klart høyest temperatur på vannet, noe som har sammenheng med at kassefabrikken allerede har konkrete planer om intern varmegjenvinning. Varmepotensialet i Tabell 7 tar utgangspunkt i varmeutnyttelse ned til 10 °C, som en antagelse på gjennomsnittlig råvannstemperatur over året.

Tabell 7 Tilgang på temperert overskuddsvann (ferskvann)

Kilde	Volumstrøm [m ³ /år]	Temperatur [C]	Varmepotensial [GWh]
Kassefabrikk	31 000	20 - 30	0,3 - 0,7
Videreforedlingsanlegg	48 000	80 - 95	2,5 - 5,6
Sum	79 000	59 - 65	2,8 - 6,3

Overskuddsvannet vil være en blanding av vaskevann, dampkondensat og andre vannfraksjoner fra produksjonsanleggene. Skal vannet utnyttes direkte, må det tas stilling til hvorvidt vannet er rent nok med hensyn på videre bruk. I følge Nutrimar må vannutslippet først kjøles ned før det sendes til vannrensing, noe som kan sette begrensning med hensyn på direkte utnyttelse. Årsaken ligger i måten det renses på og potensialet for gassdannelse når vannet holder såpass høye temperaturer over tid.

4.2.1 Fjernvarme

Overskuddsvannet fra kassefabrikken har noe begrenset temperatur med hensyn på å skulle utnytte vannet via varmegjenvinning. Videreforedlingsanlegget derimot, holder svært høy temperatur og bør være godt egnet til for eksempel fjernvarme for oppvarming av parkeringsplasser eller lignende. Her kan et eksempel på lokal bruk av fjernvarme være til oppvarming av parkeringsplass for å unngå snø og is (Tabell 8).

Tabell 8 Utnyttelse av temperert overskuddsvann til fjernvarme

Anvendelse	Varmeutnyttelse
Oppvarming av parkeringsplass og gangvei	1,4 GWh

Estimatet i Tabell 8 tar utgangspunkt i et gjennomsnittlig effektbehov på 320 W/m² [10]. Dersom det legges til grunn en kontinuerlig oppvarming av parkeringsplass fra november til og med april, vil en parkeringsplass på 1000 m² kreve 1,4 GWh. Dersom parkeringsplass og gangvei oppvarmes med spillvarme vil det ikke være nødvendig med brøyting av disse områdene, og således vil besparelsen hovedsakelig være knyttet opp mot spart fossilt drivstoff til brøyting. Oppvarming av parkeringsplass vil antakelig være mer energikrevende enn snøbrøyting, og i så tilfelle burde denne bruken kun være aktuell dersom det er nødvendig å senke temperaturen på overskuddsvannet og det ikke finnes noen bedre alternativer.

4.2.2 Temperert overskuddsvann til biogassproduksjon

Begge fraksjoner kan være interessante for et biogassanlegg som har et estimert vannbehov på om lag 19.000 m³ pr. år. I biogassprosessen må alle råvarene hygieniseres ved 70 °C i en time, og dersom man utnytter temperert overskuddsvann (ferskvann) vil det kunne gi en besparelse for energi til oppvarming. Estimert besparelse ved utnyttelse av temperert overskuddsvann i Tabell 9 er basert på varmeutnyttelse ned til antatt gjennomsnittlig råvannstemperatur på 10 °C.

Tabell 9 Utnyttelse av overskuddsvann til biogassproduksjon

Kilde til besparelse	Redusert forbruk
Varmeenergi fra temperert overskuddsvann	1,3 GWh
Overskuddsvann i stedet for kommunalt nettvann	19 000 m ³ /år

I tillegg til å redusere forbruket av kommunalt nettvann, er det enkelte vannfraksjoner fra videreforedlingsanlegget som kan inneholde organisk materiale som kan inngå i biogassproduksjon. Dette gjelder spesielt vann fra dekanter/separasjoner, ettersom denne kan inneholde noe ensilasje.

4.3 Utnyttelse av blodvann

Prosessvannet fra lakseslakteriet vil inneholde en del blod og partikler som potensielt kan utnyttes. Blodvannet har lavt tørrstoffinnhold, normalt under 4 % [11], som gjør det utfordrende å utnytte blodet da det er både kostnads- og energikrevende å fjerne vann. Det jobbes derimot aktivt med å utvikle systemer for utnyttelse av lakseblod fra slakteriprosesser, og senest i september 2020 meldes det om et kommende kommersielt gjennombrudd for bruk som jerntilskudd for mennesker [12].

Hvis man i stedet klarer å utnytte blodvannet direkte, og vannet tas ut før desinfiseringen, vil det være en kostnadsbesparelse for SalMar (estimert av SalMar til <1 kr/m³). Her må det tas hensyn til vannets saltinnhold som medfører risiko for korrosjon i rør og utstyr.

4.3.1 Bruk i biogass

Blodvannet fra lakseslakteriet kan utnyttes direkte i biogassanlegget dersom det ikke inneholder for store konsentrasjoner av salt. Ved utnyttelse til biogassproduksjon, vil man både kunne redusere forbruket av kommunalt nettvann og omdanne blodpartiklene til biogass. Mengden biogass som kan produseres basert på fiskeblod er lite analysert, men med utgangspunkt i blod fra slakting av husdyr er det oppgitt et metanpotensial på 520 m³ CH₄/tonn TS [13]. Andelen blod fra levende-vekt laks utgjør en plass mellom 3,5 – 4 % [14], og for 166 000 tonn matfisk utgjør dette om lag 6 000 tonn. Anslår man et tørrstoffinnhold på blodet til 12,6% [15], utgjør det et biogasspotensial på 3,9 GWh.

Tabell 10 Utnyttelse av blodvann til biogassproduksjon

Kilde til besparelse	Produsert biogass
Biogass produsert fra fiskeblod	3,9 GWh

Ettersom fordelingen av ferskvann og saltvann er usikker, blir det derimot utfordrende å skulle estimere mengden blodvann som kan erstatte kommunalt nettvann. For å jobbe videre med dette tiltaket, anbefales det å utrede hvilke muligheter som finnes for å redusere eller unngå saltinnhold i blodvannet.

4.4 Utnyttelse av røykgass

Både kassefabrikken og videreforedlingsanlegget produserer damp gjennom forbrenning av LPG/LNG. Dette medfører et røykgassutslipp med relativt høye temperaturer (<200 °C). For å beregne utslippet, er det tatt utgangspunkt i forbrenning av LPG gitt ved $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$.

Tabell 11 Beregnet røykgassutslipp

Kilde	LPG [tonn/år]	CO ₂ [tonn/år]	H ₂ O [tonn/år]
Kassefabrikk	1 483	4 440	2 424
Videreforedlingsanlegg	580	1 736	944
Sum	2 063	6 176	3 372

Varmepotensialet i Tabell 12 er beregnet med utgangspunkt i varmeutnyttelse ned til 100 °C og en spesifikk varmekapasitet på 1,138 kJ/kgK. Kravet til utslippstemperatur er mulig noe høyere enn 100 °C, slik at estimatet kan være noe høyt. Krav til temperatur på røykgassutslipp har sammenheng med at utslippet må nå en viss høyde med tanke på spredning.

Tabell 12 Estimert varmepotensial fra utnyttelse av røykgassutslipp

Kilde	Volumstrøm [m ³ /år]	Temperatur [C]	Varmepotensial [MWh]
Kassefabrikk	9 200 000	~200 C	215
Videreforedlingsanlegg	3 600 000	~200 C	85
Sum	12 800 000	~200 C	300

4.4.1 Anvende røykgass til veksthus

Veksthus har et stort behov for energi til lysstyring, oppvarming og CO₂-produksjon. Dersom røykgass anvendes i et veksthus, kan man redusere energiforbruket ved å utnytte varme og CO₂ fra røykgassen. For å utnytte røykgass er det viktig at nitrogenoksider (NO_x) holdes på et lavt nivå slik at planter ikke tar skade av dette [16]. Eksos fra gassturbindrevne anlegg og avgass fra gasskjeler har ofte lave NO_x verdier, og kan dermed benyttes direkte i veksthus.

Norges gartneriforbund (NGF) oppgir et årlig energibehov på 1.450 kWh/m² for helårlig produksjon av agurk med lysstyring, men påpeker samtidig at dette vil variere avhengig av lokasjon og produksjonsmetode [17]. Av det totale energibehovet er behovet til lys 1000 kWh/m² og varmebehovet 450 kWh/m². Tar man utgangspunkt i det estimerte varmepotensialet fra røykgassutslippet vil det være tilstrekkelig for å dekke varmebehovet for et veksthus på 670 m³. Tilførsel av røykgass vil også gi plantene CO₂ som gir bedre vekstvilkår, men mengdene CO₂ som bør tilføres er utfordrende å beregne da dette er avhengig av ønsket konsentrasjon i luften (ppm), lysstyring, utlufting, mm.

4.5 Utnyttelse av avgassvarme

Avgasser fra videreforedlingsanlegget sendes gjennom en sjøvannsscrubber, der avgassen kjøles ned og vaskes for å absorbere lukt. Eventuelle luktrester som ikke fjernes i scrubberen, kan ledes til dampkjelen for forbrenning hvor de gjenværende luktstoffene vil destrueres. Luftavtrekket gjennom scrubberen inneholder både avtrekk fra tanker, ventilasjon og avgass fra tørkeprosesser. Det er sistnevnte avgass som har høye temperaturer på rundt 100 °C. Med antagelse om varmeutnyttelse fra

2-3000 m³/h ned til romtemperatur, estimeres et varmepotensial på omtrent 500 MWh/år. Men hvis det hentes ut varme fra avgassen før denne veksles mot kjølevannet, vil det nødvendigvis være mindre varme å hente fra sjøvannskjølevannet. Et alternativ til å avkjøle og rense avgassen med sjøvann, kan være å kjøre avgassen direkte inn på forbehandlingsprosessen i biogassanlegget. På denne måten vil man få utnyttet varmen i avgassen, samtidig som luktstoffene kan absorberes i biogassprosessen. Her må det derimot utredes hvordan dette vil påvirke biogassproduksjonen, blant annet med hensyn på lukt og eventuell problematikk tilknyttet overtrykk i forbehandlingstanken som følge av luftpågangen.

4.6 Utnyttelse av biogass

Biogass kan erstatte bruk av fossile brensler og på den måten bidra til en direkte reduksjon av klimagassutslipp. Det er hovedsakelig tre måter for utnyttelse av biogass, og disse er beskrevet i delkapitlene under.

4.6.1 Erstatning for fossil gass

Det er estimert et samlet LPG/LNG-forbruk på omtrent 2.050 tonn per år i næringsparken. Med utgangspunkt i naturgass (LNG) som inneholder om lag 13 kWh/kg, utgjør dette 26,65 GWh. Til sammenligning er produksjon av biogass i næringsparken oppgitt til 24 GWh. Dermed kan all produsert biogass anvendes lokalt for å redusere forbruket av fossil gass (Tabell 13).

Tabell 13 Biogass som erstatning for LNG

Kilde til besparelse	Redusert forbruk av LNG	Reduserte klimagassutslipp
Biogass	24 GWh	5 200 tonn CO ₂

Selv om forbrenning av biogass genererer CO₂, regnes denne forbrenningen som CO₂-nøytral ettersom den inngår i det naturlige CO₂-kretsløpet. Dermed vil man ved å erstatte 24 GWh av LNG-forbruket med biogass, få en CO₂-reduksjon tilsvarende 5.200 tonn per år.

4.6.2 Kombinert varme- og kraftproduksjon

Biogass kan benyttes i et combined heat and power plant (CHP), som forbrenner biogassen og produserer varme og elektrisitet. Virkningsgraden for slike anlegg varierer fra 30-40 % elektrisk energi og 35-55% varmeenergi [18]. Med dette som utgangspunkt vil det være mulig å produsere 8,4 GWh elektrisk energi og 10,8 GWh termisk energi.

Tabell 14 Biogass som erstatning for strøm og varme

Kilde til besparelse	Redusert forbruk av LNG	Reduserte klimagassutslipp
Energi	8,4 GWh	-
Varme	10,8 GWh	2 300 tonn CO ₂

Dersom energien fra biogassen sammenliknes mot elektrisitet produsert på fornybar energi, vil det ikke være noe reduksjon i klimagassutslipp. Men dersom varmen fra CHP-anlegget kan erstatte varme produsert fra naturgass, vil klimagassutslippene kunne reduseres med om lag 2.300 tonn CO₂.

4.6.3 Oppgradering til drivstoffkvalitet

Biogass kan oppgraderes til drivstoffkvalitet og anvendes både i komprimert og flytende form. Det eksisterer blant annet busser som bruker komprimert biogass som drivstoff, og en del større fartøy

som benytter flytende naturgass (LNG). En fremtidig løsning kan være bruk av biogass på kystfiskeflåten, men det gjenstår fortsatt å utrede hvorvidt dette er det beste alternativet.

Ved beregning av reduserte klimagassutslipp er det ikke tatt høyde for ulikheter i effektivitet på forskjellige motorer, men kun gjort en sammenlikning mot direkte energiforbruk. Biogassanlegget er estimert å produsere biogass tilsvarende 24 GWh. Med utgangspunkt i et typisk energiinnhold på 10,08 kWh/l diesel, vil bruk av biogass kunne erstatte omtrent 2,4 millioner liter diesel.

Tabell 15 Biogass som erstatning for diesel

Kilde til besparelse	Redusert forbruk	Reduserte klimagassutslipp ⁷
Diesel	2 380 000 liter	6 400 tonn CO ₂

Ved oppgradering av biogass fjernes videre blant annet CO₂ for å øke andelen metan. Dette er klimanøytral CO₂ som inngår i det naturlige kretsløpet. Slik CO₂ kan for eksempel anvendes i veksthus for å oppnå bedre plantevekst.

4.7 Utnyttelse av biorest

I biogassprosessen oppstår biorest, et produkt som inneholder mye næringsstoffer og som blant annet egner seg som gjødsel. Kvaliteten og bruksområdet på slik biorest vil imidlertid variere ut ifra hvilke råvarer som behandles i anlegget.

4.7.1 Gjødsel og jordforbedring

Gjødselvereforskriften definerer krav til biorest som gjødselprodukt ved å fastsette et maksimalt innhold av tungmetaller i gjødselvarer innenfor fire ulike kvalitetsklasser, med tilhørende bruks- og mengdebegrensninger [19]. Ubehandlet biorest har ofte et lavt tørrstoffinnhold, og inneholder dermed store mengder vann. For å unngå lang transport og fraktkostnader, bør den flytende bioresten utnyttes i nærheten av der den oppstår. Hvis bioresten i stedet avvannes, kan den potensielt benyttes som jordforbedring og erstatte bruk av torv.

Det er gjennomført vekstforsøk med biorest som har vist gode avlinger spesielt for potet, sukkerbeter og korn [20]. Anbefalt mengde biorest som kan benyttes på eng vil variere ut ifra næringsinnholdet på bioresten. Forsøk av gjødsling med biorest på kornareal viser gode gjødselverdier med bruk av rundt tre tonn flytende biorest/daa, men nærings- og tørrstoffinnholdet vil føre til varierende anbefaling på mengde [21]. Mengden biorest som vil produseres i næringsparken er dermed tilstrekkelig for å dekke behovet til over 13.000 daa landbruksareal. Dette tilsvarer nesten hele behovet for gjødsel i Senja kommune.

Tabell 16 Biorest som erstatning for mineralgjødsel

Kilde til besparelse	Redusert forbruk av mineralgjødsel
Biorest	400 000 kg

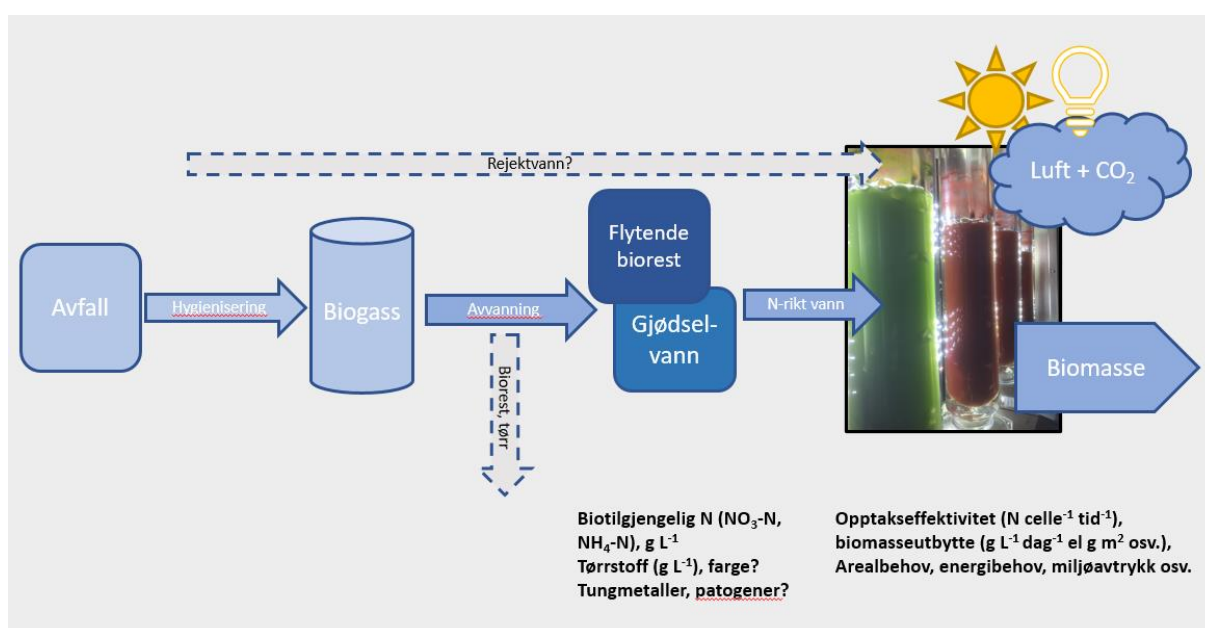
Flytende biorest ligner mest på Yaras produkt Fullgjødsel 22-2-12/22-3-102, og for denne typen gjødsel tilsvarer ca. 5 tonn biorest om lag 50 kg fullgjødsel [22]. Biorest fra biogassanlegget kan dermed

⁷ Utslippsfaktor diesel 3,17 kg/kg

redusere forbruk av mineralgjødsel med rundt 400.000 kg. Den årlige produksjonen av 3,5 mill. tonn mineralgjødsel ved Yaras produksjonsanlegg, fører til et utslipp på rundt 2,5 mill. tonn CO₂-ekvivalenter [23]. CO₂-utslippet fra produksjon av 400.000 kg mineralgjødsel som potensielt kan erstattes av biorest, kan dermed estimeres til omtrent 300 tonn.

4.7.2 Algeproduksjon med biorest som innsatsfaktor

Begrepet "mikroalger" brukes som en samlebetegnelse på til dels nokså forskjellige organismer, fra strengt autotrofe alger til heterotrofe traustochytrider (som er klassifisert som sopplignende protister). Bruk av ulike næringsrike sidestrømmer i mikroalgeproduksjon er et tema over hele verden og det publiseres stadig nye rapporter og artikler om dyrkingsforhold ved bruk av avløpsvann, husdyrgjødsel, slam fra fiskeoppdrett og biorest/avløpsvann fra biogassproduksjon. Figur 8 viser et skjematisk oppsett for algeproduksjon med biorest som innsatsfaktor.



Figur 8 Skjematisk oppsett av prosesslinja fra avfall via biogassproduksjon til biorest, og innsatsfaktorer i algedyrking (lys, CO₂, N og ev. P mm. fra biorest).

Mikroalger produsert med "rene næringsstoffer" har mange anvendelsesområder, de er næringsrike og har en aminosyreprofil som er spesielt godt tilpasset akvatisk dyr. Et formål med mikroalgeproduksjon kan være vannrensing og for eksempel fangsting av N eller P før avløpsvannet kan tømme ut (jfr. EUs vanddirektiv) eller fjerning av tungmetaller. Anvendelser til fôr eller helsekost o.l. reguleres strengt, med bakgrunn i hva slags restråstoff man putter inn (f.eks. regelverk rundt bruk av animalske biprodukter). I prinsippet skal det likevel ikke være noe problem å anvende for eksempel raffinerte oljer eller pigmenter fra mikroalger produsert med biorest eller avfallsvann i fôr eller mat. Noen alger er godkjent for konsum og selges i helsekostmarkedet. I USA bruker de GRAS-betegnelsen (Generally Regarded As Safe) for en del nye produkter, som har gjennomgått omfattende testing før de oppnår statusen.

Algeproduksjon kan foregå i åpne og lukkede systemer. Optimale dyrkingsforhold (Tabell 17) vil henge sammen med art og tilpasning, der en typisk flaskehals er effektiv transport av lysenergi inn i mediet og opptak i algecellene. Ved bruk av biorest blir dermed biorestens farge/høye tørrstoffinnhold en

utfordring. Et alternativ er *miksotrof* produksjon, der mikroalgene kan veksle mellom autotrofi (lysenergi/CO₂) og heterotrofi (organisk karbon, lysuavhengig).

Tabell 17 Dyrkingsforhold for algeproduksjon

Relevante parametere	Typisk nivå	Benevning	Spesifisering
Dyrkingstemperaturer	15-25	°C	Veksthastighet øker med temperatur
CO ₂ -biofikserings-hastighet	0,17-2,22	g L ⁻¹ d ⁻¹	Korrelert med lystilgang og biomasse
Biomasse-utbytte	0,5-2,5	g L ⁻¹ d ⁻¹ / kg m ⁻³ d ⁻¹	Avhengig av art og lysutnyttelse/ næringsstoffer og CO ₂
pH	7-9		Ferskvann, brakkvann el saltvann
Lys	500-1000	umol m ⁻² s ⁻¹	Mye lavere inne i kulturen pga selvskygging
Energiforbruk, lys	2,4-5	kWh	pr døgnet/kont. lys (estimert fra PAR-lys)
HRT	4-10	døgnet	Batch-kultur
TSS/Biorest	(Lavest mulig)		Farge/høyt tørrstoffinnhold er en utfordring for lystransport
Teoretisk algeutbytte per. N	0,1*[N]		Antar 10% N i algebiomasse (tørrvekt)/viktig å kartlegge plantetilgjengelig N i biorest

Et produksjonsanlegg for mikroalger i Nord-Norge vil ligge innendørs for temperaturkontroll, for eksempel i samdrift med et drivhus dersom man vil utnytte dagslys i sommerhalvåret. For store deler av året vil man likevel være avhengig av en lysstyrt produksjon som foregår med tilsats av uorganisk karbon (CO₂), makronæringsstoffer (N, P, ev. Si) og mikronæringsstoffer/vitaminer. Et storskala algeproduksjonsanlegg kan bli stort, gjerne flere ha dersom man går for åpne systemer med lave biomasseutbytter. Bruk av reaktorer med høyere utbytte og mulighet for å utnytte høyde, vil gi et produksjonsanlegg mer på linje med drivhusproduksjon (Figur 9).



Figur 9 Eksempler på industriell-skala rørreaktorsystemer, til venstre en reaktor som utnytter høyden for å minimere arealforbruket (Industrial-scale PBR built at NPDEAS-UFPR, ref. [24]) og til høyre en 1300 m³ algedyrkingsplattform hos A4F i Portugal (www.a4f.pt).

Det er gjort en teoretisk øvelse på beregning av produksjonspotensial for mikroalgedyrking basert på biorest. Beregningene tar utgangspunkt i 60.000 m³ tilgjengelig biorest og et anslått N-innhold på 3 kg N/m³ biorest med 30 % plantetilgjengelig [25, 22]. Øvrige forutsetninger og fremgangsmåte er angitt i Vedlegg A Produksjonspotensial algedyrking fra biorest.

For dette eksemplet estimeres et algeutbytte på 0,79 tonn pr. år, noe som indikerer at biorest kan være N-begrenset med hensyn på maksimal produksjon av mikroalger sammenlignet med "best case"-data fra litteratur (540 tonn/år). Det er viktig å opparbeide reelle tall og spesifiseringer av bioresten dersom man vil ha et bedre overslag. Like viktig vil være en analyse av tørrstoffinnhold og farge på bioresten, og en vurdering av behandling for å redusere dette så lystransporten blir maksimalisert. Det bør også tas stilling til om hovedformålet med mikroalgedyrkingen er vannbehandling for redusert N eller P før utslipp, eller om man vil anvende den produserte biomassen. En reell og optimalisert produksjon kan antakelig ligge et sted mellom estimert produksjon basert på biorest og best case-verdiene fra litteraturen. Tilgang på billige næringsalter og CO₂/overskuddsvarme gir alltid en positiv gevinst i teknoøkonomiske analyser, i tillegg til bærekraftsgevinsten ved bruk av CO₂ og ressursopptak (N, P)/vannrensing.

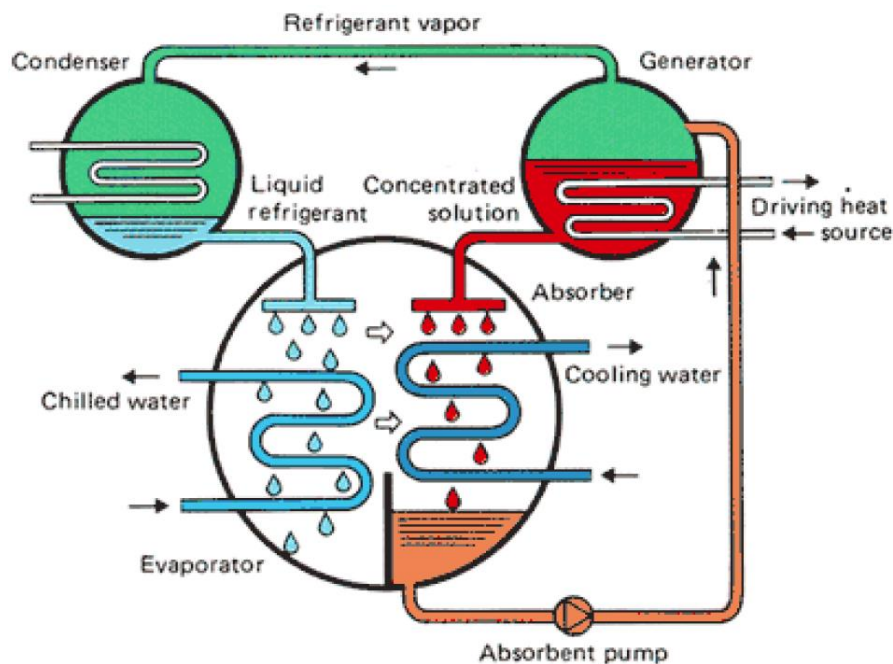
4.7.3 Innsatsfaktor i Finnjords algeproduksjon

Algeproduksjonen ved Finnfjord krever en del næringsstoffer og det er mulig at biorest kan benyttes for å tilsette slike næringsstoffer. Dette er fortsatt et uavklart forskningsbehov knyttet til lystilgang og tungmetallinnhold ved bruk av biorest, og det gjenstår fortsatt tester og metodeutvikling før man vet om dette er en reell mulighet [26].

4.8 Utnyttelse av varmeenergi til produksjon av kjøleeffekt

Absorpsjons- og adsorpsjonsbaserte kjølere er en teknologi som gjør det mulig å produsere kjøling fra lavtemperatur spillvarme. Metoden har lavere virkningsgrad enn konvensjonelle systemer basert på mekanisk kompresjon og ekspansjon av kjølemedier. Dette har medført at anvendelsen av teknologien primært er lønnsom i prosjekt hvor man kan kombinere et kjølebehov med tilgang på billig spillvarme. Figur 10 illustrerer prinsippet for absorpsjonsprosesser.

Fordelen med absorpsjonsprosesser er at trykkøkningen skjer i en pumpe og ikke i en energikrevende kompressor [27, 28]. Siden arbeidet er proporsjonalt med spesifikt volum, blir det tilførte arbeidet i pumpen svært lite – omtrent en prosent av varmen som tilføres i generatoren. Ulempen er at slike systemer er dyrere å bygge, de er mer kompliserte og mindre effektive slik at de har behov for større varmevekslere for å fjerne overskuddsvarmen [27]. For absorpsjonskjølere rapporteres typisk COP (kuldeytelse mot tilført energi) på 0,7, mens konvensjonelle kompressorkjølere arbeider med COP på ca. 4,0 [29, 30].



Figur 10 Prinsippet for absorpsjonsprosesser. Hentet fra [28]

Forklaring til figuren [27]:

- En rik oppløsning av ammoniakk i vann pumpes til generatoren (kjele, koker) som tilføres overskuddsenergi fra f.eks. damp. I generatoren fordampes ammoniakkdampen ut av vannet, før den kondenseres i en varmeveksler.
- Flytende ammoniakk strupes så til et lavere trykk og ledes til fordamperen. I fordamperen er trykket så lavt at ammoniakken begynner å koke. Fordampningsvarmen hentes fra omgivelsene (kjøleeffekt).
- Varmt, ammoniakkfattig vann fra generatoren ledes til en absorbator der den blandes med ammoniakkdampen fra fordamperen.
- Det ammoniakkrike vannet ledes så tilbake til generatoren hvor det kokes på nytt.

På grunn av den lave virkningsgraden, vurderes tilgang på billig varmeenergi som en forutsetning for at absorpsjonsprosesser skal være lønnsomme. Ifølge Norsk Energi [30] er et fjernvarmenett med 90 °C tilstrekkelig for å drive en absorpsjonsprosess. Dermed kan både røykgassutslipp og deler av overskuddsvannet i næringsparken være aktuelle energikilder for å produsere kjøleeffekt. Kjølebehov finnes hos flere av de planlagte aktørene.

4.9 Produksjon av fiskefôr

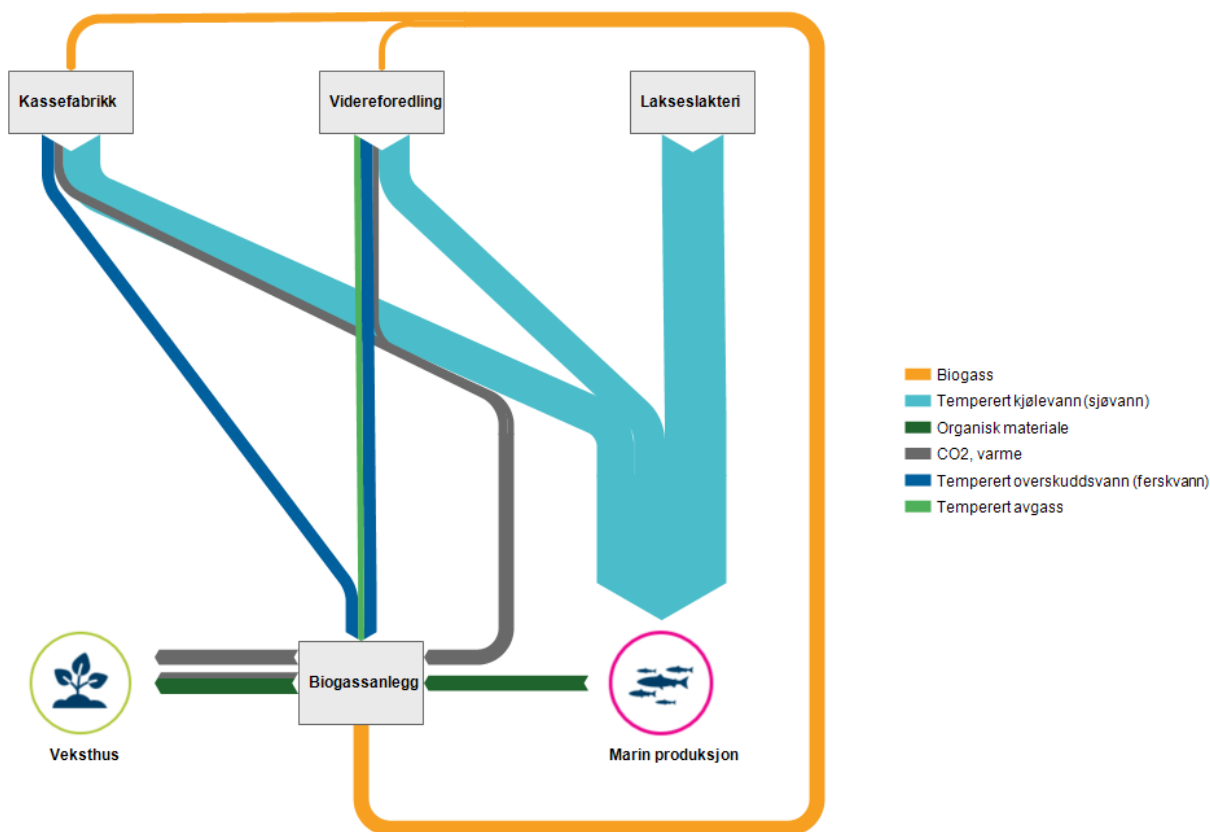
I tillegg til å introdusere ny aktivitet som utelukkende baserer seg på utnyttelse av overskuddsstrømmer i næringsparken, kan man se for seg industrietableringer langs samme verdikjede som de planlagte/etablerte aktørene. Herunder ligger et potensiale for å ivareta en større del av verdikjeden og verdiskapingen lokalt, samtidig som nærhet og kortere fraktavstander vil kunne gi positive miljøbidrag. I den sammenheng ble en mulig fôrfabrikk påpekt allerede i prosjektdirektivet til Klubben næringspark fra 02.02.2017 [31], men bør ikke være mindre aktuelt i dag. Senja-regionen har et stort omfang av havbrukskonsesjoner (se eks. Figur 2) som trenger fôr, samt en fiskeindustri med betydelige mengder restråstoff som kan inngå i en eventuell fôrproduksjon. Ifølge rapporten analyse av marint restråstoff 2019 [32], er det over 150.000 tonn restråstoff som ikke utnyttes i dag. Den store brorparten av dette kommer fra hvitfisk og oppstår i Nord-Norge.

5 Prioriterte klimatiltak

Kapitlet trekker fram og beskriver fire utvalgte klimatiltak med hensyn på anbefalinger for videre arbeid. Leseren vil kjenne igjen allerede beskrevne tiltak fra kapittel 4, men som her enten presenteres som klimatiltak bestående av flere tiltak i kombinasjon, eller som klimatiltak supplert med en mer omfattende beskrivelse. De prioriterte klimatiltakene er beskrevet i egne delkapitler og omfatter (i) biogassproduksjon som driver for sirkulære verdikjeder, (ii) utnyttelse av varme, CO₂ og næringsstoffer i veksthus, (iii) fôrproduksjon og (iv) utnyttelse av temperert industrivann til marin produksjon.

5.1 Biogassproduksjon som driver for sirkulære verdikjeder

Figur 11 illustrerer hvordan et biogassanlegg på mange måter sitter med nøkkelen for å realisere en rekke sirkulære verdikjeder basert på overskuddsstrømmer i næringsparken. Et biogassanlegg er interessant av flere årsaker, blant annet fordi det vil kunne håndtere forskjellige organiske avfallsfraksjoner, utnytte tilgjengelig overskuddsenergi/varme til egen forbehandlingsprosess, og samtidig produsere fornybar energi til lokale formål og biorest som gjødsel til enten veksthus eller lokale bønder.



Figur 11 Illustrasjon av noen mulige synergier i Klubben næringspark

Tabell 18 gir noen innledende vurderinger tilknyttet krav til areal, infrastruktur og teknologi for de vurderte klimatiltakene. De fleste tiltakene er av en natur som gjør det utfordrende å estimere en direkte reduksjon i CO₂-utslipp. Dermed er det i Tabell 18 i hovedsak gitt noen kvalitative vurderinger vedrørende tiltakenes klimaeffekt. Enkelte av klimatiltakene er allerede kvantifisert i kapittel 4.

Tabell 18 Kommentarer til implementering av klimatiltak

Tiltak	Krav til areal, infrastruktur og teknologi	Kommentar vedr. klimaeffekt
Utnyttelse av temperert overskuddsvann (ferskvann) til forbehandling i biogassproduksjon	Må legges rør til BN5, hvor biogassanlegget er tiltenkt.	Redusert forbruk av kommunalt nettvann. Redusert energibruk til oppvarming under forbehandling i biogassproduksjon.
Utnyttelse av organisk materiale fra marin produksjon til biogassproduksjon	Normalt vil avvanning være foretrukket over tørking, men ettersom det er snakk om marin oppdrett vil man måtte ta stilling til hvorvidt saltinnholdet utgjør et problem. Transport via rør eller transportbånd for å begrense fraktkostnader. Avhengig av slammets tørrstoffinnhold.	Anvendelse av organisk avfallsmateriale som råmateriale for produksjon av fornybar energi.
Utnyttelse av varme fra røykgass til forbehandling i biogassproduksjon	En løsning kan være å legge rør i forbehandlingsreaktoren for å hente ut varme fra røykgassen.	Redusert energibruk til oppvarming under forbehandling i biogassproduksjon.
Utnyttelse av avgass fra videreføring til forbehandling i biogassproduksjon.	Det vil kreves at avgassen ikke skaper et problematisk overtrykk i forbehandlingsreaktoren. Eventuell luktproblematikk må også ivaretas.	Redusert energibruk til oppvarming under forbehandling i biogassproduksjon.
Utnyttelse av CO₂, varme og biorest til dyrking i veksthus	Lokalisering av veksthuset vil være viktig med hensyn på hvor omfattende infrastruktur som kreves for å anvende de ulike overskuddsstrømmene. Et veksthus vil kreve systemer for å ivareta sikkerhet til personell mhp. oksygentilførsel. Behov for rensing av CO ₂ avhengig av kilde.	Anvendelse av CO ₂ vil gi en utslippsreduksjon tilsvarende mengden CO ₂ som plantene tar opp. Tiltaket representerer også redusert energibruk til oppvarming.
Bruk av biogass til lokale energiformål, f.eks. som erstatning for LNG/LPG eller i et CHP-anlegg.	Etter oppgradering består biogass hovedsakelig av metan slik som naturgass, og erstatning av fossil naturgass med biogass vil være teknisk enkelt. Krav om anvendelse av komprimert gass i stedet for flytende gass.	En overgang til fossilfri oppvarmingsløsning vil gi en utslippsreduksjon tilsvarende utslippet til brenselet man erstatter. I dette tilfellet estimert til omtrent 5.200 tonn CO ₂ per år.

5.2 Utnyttelse av varme, CO₂ og næringsstoffer i veksthus

Et veksthus vil kunne dra nytte av flere overskuddsstrømmer i næringsparken. Blant annet kan bioresten fungere som et gjødselprodukt for dyrking i veksthus. Slik bruk av biorest er fortsatt på forskningsstadiet, men vekstforsøk har vist gode resultater for produksjon av blant annet tomat og basilikum [33]. Drivhusplanter vil videre kunne oppnå en bedre vekst dersom CO₂-nivået ligger en del høyere enn de 400 ppm CO₂ som er i vanlig luft [34]. Biogassanlegget Den Magiske Fabrikken⁸, leverer CO₂ til et veksthus som ligger like ved anlegget. Her blandes ca. 13 % CO₂ med luft som sendes i rør inn til veksthuset. I veksthuset produseres det tomater som vokser best med rundt 1000 ppm CO₂ [35].

⁸ <https://lindum.no/avdelinger/den-magiske-fabrikken/>

CO₂-tilførselen må styres slik at riktig konsentrasjon oppnås når det er lyst, men også når det er mørkt og plantene ikke skal ha CO₂. Dersom man kan levere CO₂ i gassform i rørledning direkte fra et biogassanlegg til et veksthus er det en meget billig løsning med lavt klimafotavtrykk. CO₂ leveres ellers vanligvis som en væske ved -18 °C og 21 bar overtrykk, noe som er mer teknisk komplisert og dyrere. Et alternativ som brukes i land med kjølig/kaldt klima er å brenne propan eller naturgass for å produsere CO₂ og samtidig produsere varme. Dette kan være billigere enn kjøp av flytende CO₂. Mengde CO₂, som det er behov for å tilføre, er avhengig av hvordan klima i veksthuset styres, særlig med tanke på temperatur og luftfuktighet. Dersom lufting brukes til å regulere klima vil det øke behovet for tilført CO₂ ettersom en del av CO₂ vil gå tapt under lufting. Tapet av CO₂ med ventilasjonsluft kan variere mellom 0,5 og 9 ganger behovet for CO₂ avhengig av om det er lite eller mye lufting. Mengden CO₂ som kan anvendes i drivhus er dermed utfordrende å beregne uten detaljkunnskap om veksthusets oppbygning.

Det kreves at CO₂ må renses slik at den ikke inneholder stoffer som påvirker plantene negativt, og at det er trygt for arbeidere i veksthuset. Hvilke kjemiske stoffer som er viktig å kontrollere avhenger av kilden til CO₂. Dersom kilden for CO₂ er biogass, er det viktig å kontrollere innholdet av etylen, som er et hormon for planter, og hydrogensulfid, som er giftig både for planter og dyr. Det er ikke nødvendig med CO₂ av næringsmiddelkvalitet i veksthus.

5.3 Fôrfabrikk

Fremstilling av fiskefôr krever store mengder vann og energi, og en fôrfabrikk vil kunne skape flere syngier med øvrig aktivitet i næringsparken. Som referanse har Skretting sin fabrikk på Averøy et kraftbehov på om lag 60 GWh pr. år [36]. Kraftbehovet dekkes med elektrisitet og naturgass, der naturgass brukes til de mer energikrevende prosessene som dampproduksjon og tørking. Dette er prosesser som også vil benyttes av de planlagte/etablerte aktørene på Klubben, og muligens ligger det her et potensiale i å etablere felles infrastruktur. I tillegg til felles infrastruktur og utnyttelse av overskuddsenergi, kan tiltaket gi et positivt klimabidrag dersom Klubben som lokalisering gir økt nærhet til marked og derav reduserte transportutslipp.

5.4 Produksjon av marine organismer ved bruk av temperert industrivann

De tilgjengelige vannressursene i næringsparken indikerer at det er et potensiale for å etablere anlegg for marin produksjon basert på temperert spillvann. Her er det flere produksjonsalternativer som kan være aktuelle og som vurderes innledende i dette prosjektet:

- Yngelanlegg for marin fisk, eksempelvis torsk
- Landbasert produksjon av torsk, eventuelt smolt/postsmolt
- "Nye" arter som tropiske reker og sjøpølser kan være alternativer som kan vurderes samtidig eller i en senere etablering ved næringsparken

En viktig faktor som kan nevnes er at når parken enda ikke er ferdig bygget vil det være mulig rent teknisk å legge til rette for at det tempererte industrivannet blir lett tilgjengelig for potensielle brukere. I tillegg kan det vurderes muligheter for å bygge de ulike kjølesløyvene i parken på en slik måte at kvaliteten på kjølevannet, eller deler av kjølevannet, ikke blir redusert og på den måten kan brukes direkte inn i et produksjonsanlegg.

5.4.1 Marin yngelproduksjon

Dersom det skal produseres marin fisk kreves det jevn tilgang på yngel og etablering av et marint yngelanlegg/klekkeri vil derfor være nødvendig dersom yngelen ikke kjøpes fra andre. De naturlige marine artene vi har er torsk og kveite, og de har sitt temperaturoptimum mellom 6 og 12 °C i larve/yngelfase og mellom 9 og 14 °C i påvekstfasen. Et marint klekkeri til for eksempel torsk, kveite eller rensefisk med et middelsstort RAS-anlegg, et oppdrettsvolum på ca. 2000 m³, og en produksjon på et par millioner settefisk på 70 - 80 gram, vil vannbehovet i et ordinært RAS-anlegg ligge omkring 15 - 20 m³/time. Dersom det etableres resirkuleringsanlegg (RAS) med denitrifikasjons prosess i tillegg, vil vannforbruket komme ned på 2 - 3 m³/time. Dette betyr at de tilgjengelige vannmengdene ved den planlagte næringsparken er tilstrekkelige for å drifte et marint yngelanlegg til eksempelvis torsk.

5.4.2 Landbasert påvekstanlegg

I påvekstfasen er temperaturer mellom 12 og 14 °C ideelt for torsk. Dette betyr at et landbasert anlegg som blir tilført temperert vann med stabil temperatur vil ha kortere produksjonstid for å få fisken opp i slaktevekt enn fisk i et sjøanlegg hvor temperaturen varierer gjennom året. Dette kan redusere total produksjonstid når man vet at torsk produsert i sjøanlegg når markedsstørrelse etter om lag 3 år.

Produksjonen av smolt og post-smolt de siste årene har vist at industrien har et økende fokus mot å produsere stadig større fisk før den settes ut i merdanlegg, det vil si post-smolt (200 – 1000 g). Dersom det bygges RAS-anlegg i tilknytning til et landbasert anlegg, vil den stående biomassen av laksefisk øke betydelig. Dette kan illustreres gjennom følgende eksempel [37]; i et landbasert anlegg med en stående biomasse av laks på 500 tonn, tilknyttet RAS-anlegg, vil dette kreve tilførsel av omkring 1000 m³ nytt vann hvert døgn (41,7 m³/time).

5.4.3 Nye arter

Dersom man ønsker å tenke helt nytt så kan det nevnes at interessen for tropiske reker (scampi) er økende flere steder i Europa. Dette er et godt betalt produkt som ikke finnes som fersk vare på det Europeiske markedet og en rekke arter kan produseres i opptil 3 sykluser pr år. Både biologisk og teknologiske kompetansen finnes i Norge. Produksjonen kan foregå i runde eller oktagonale tanker og etablering av et slikt produksjonsanlegg er betydelig rimeligere enn tilsvarende anlegg for marin fisk, og ikke minst vil et klekkeri være betydelig enklere og rimeligere i drift enn et klekkeri for marin fisk. Det kan nevnes at det tar like lang tid å produsere en marin fiskeyngel (torsk) som det tar å produsere en tropisk reke frem til kommersiell størrelse. Den største utfordringen i denne type produksjon er vanntemperaturen som må opp mot 26 – 27 °C. Den tilgjengelige vannmengden i det planlagte anlegget på Senja (9 m³/time, temperatur 59 – 65 °C) i kombinasjon med varmeveksler og RAS-anlegg kan tropiske reker være et interessant alternativ.

Et annet spennende alternativ som ligger noe frem i tid er norsk rød sjøpølse. En slik produksjon kan etableres på et senere tidspunkt etter at annen virksomhet er etablert i næringsparken. For helsekostindustrien er sjøpølser mangelvare på grunn av hard beskatning på naturlige bestander, spesielt i områdene rundt Island. Derfor tror mange at landbasert produksjon av sjøpølser kan bli en ny oppdrettsart her i landet om noen år. Tørkede sjøpølser er blant de høyest betalte sjømatproduktene i verden og det er dokumentert en rekke positive effekter av virkestoffer fra sjøpølser på human helse. Sjøpølsene er enkle organismer å ha i kultur, de krever vanntemperaturer mellom 10 og 15 °C, og vannbehovet er langt lavere enn hos fisk. Et annet viktig aspekt med sjøpølsene er at de kan utnytte restprodukter fra industrien som fôrkilde. Kompetanse innenfor produksjon av sjøpølser finnes delvis i Norge, men spesielt i Asia der landbasert produksjon av sjøpølser overstiger flere tusen tonn.

6 Konklusjon og anbefalinger for videre arbeid

Prosjektet har hatt til hensikt å se på muligheter for å koble sammen uutnyttede material- og energistrømmer på tvers av aktører i Klubben næringspark på Senja. Slike overskuddsstrømmer har blitt kartlagt gjennom møter og dialog med de etablerte/planlagte næringsaktørene, og videre utgjort et grunnlag for å identifisere og evaluere klimatiltak. I vurderingen av tiltakenes klimaeffekt, har det som følge av tiltakenes natur vært utfordrende å skulle estimere en forventet klimaeffekt som utslippsreduksjon i mengde CO₂-ekvivalenter. Forventet klimaeffekt er for de fleste tiltakene derfor uttrykt med kvalitative vurderinger.

Næringsparken samlet sett har tilgang på interessante overskuddsstrømmer av blant annet temperert spillvann (kjølevann/sjøvann, ferskvann), røykgass og organisk materiale. Flere av disse fraksjonene kan anvendes inn mot allerede etablerte/planlagte aktører eller utgjøre et råstoff som del av et utgangspunkt for etablering av ny industri. Samtidig er det i hovedsak snakk om begrensede mengder med hensyn på industrietablering tuftet alene på anvendelse av enkeltfraksjoner. Et unntak er tilgangen på temperert kjølevann, der mengdene er såpass betydelige at de potensielt kan utgjøre et utgangspunkt for eksempelvis produksjon av marine organismer.

I innledningen til rapporten ble det påpekt at det i skrivende stund ikke er noen av aktørene som har startet opp produksjon. Dette medfører først og fremst usikkerheter tilknyttet tallgrunnlag og resultater fra prosjektet, men representerer likevel også en mulighet for de så langt ikke-bekreftede aktørene til å ta stilling til implementering av klimatiltak allerede i detaljeringsfasen.

Forprosjektets brede tilnærming har identifisert en rekke mulige klimatiltak og syngier på tvers av aktører i næringsparken. Dette innledende arbeidet bør følges opp av nye og mer spissede prosjektinitiativer for å få utarbeidet beslutningsgrunnlag med realistiske anbefalinger for implementering. I den sammenheng gis følgende anbefalinger for videre arbeid:

- Det er identifisert flere synergier mellom et biogassanlegg og øvrig blågrønn næringsvirksomhet i næringsparken. Biogassproduksjon kan på mange måter være en driver for å etablere sirkulære verdikjeder i næringsparken. I den sammenheng anbefales det at den pågående biogassutredningen styrkes ved å etablere et tettere samarbeid med de øvrige aktørene i næringsparken. Det vil være viktig å få avklart verdien og realismen i de forskjellige syngiene tidligst mulig, slik at det kan legges til rette for implementering. Det er gjerne langt mer ressurskrevende å gjøre omfattende endringer på prosesser og utstyr når disse allerede er kommet i normal drift.
- Etablering av veksthus må gjerne ses i kombinasjon med biogassproduksjon, men dette kan også gjennomføres uten tilknytning til et biogassanlegg. Røykgassen som genereres i næringsparken inneholder både CO₂ og varme som kan utnyttes i et veksthus. Her er det behov for en mer detaljert utredning som ser nærmere på blant annet krav til areal, energi og CO₂, samt gjør en vurdering av egnet lokalisering og praktisk løsning for transport og utnyttelse av røykgass. I en kombinasjon med andre klimatiltak, kan veksthus som CCU-løsning (carbon capture and utilization) på sikt bidra til at næringsparken blir karbonnegativ.

- Det er flere potensielle synergier mellom en fôrfabrikk og øvrig aktivitet i næringsparken. Et videre arbeid bør se nærmere på markedspotensialet for fiskefôrproduksjon på Senja, samt hvordan samlokasjon og utnyttelse av overskuddsstrømmer kan bidra til en mest mulig energieffektiv og miljøvennlig fôrproduksjon.
- Prosjektet har identifisert at det finnes potensiale for å utnytte overskuddsenergi i næringsparken til produksjon av marine organismer. For å gi realistiske anbefalinger om de ulike alternativene må disse vurderes mer grundig opp mot nødvendig infrastruktur i og ved parken, rammebetingelser og forutsetninger for bruk av industrivannet, rettigheter, arealtilgang, osv.
- Oversikten over potensielle anvendelser og synergier som trekkes fram i rapporten er ikke uttømmende. Her kan både de kartlagte overskuddsstrømmene og introduksjon av ny industriaktivitet være med å utgjøre grunnlag for å utrede andre klimatiltak som ikke har blitt vurdert i forprosjektet.

I et videre løp der konkrete klimatiltak adresseres, anbefales det at samtlige berørte aktører inngår som partner i prosjektet. Dette vil sikre at problemstillingen og behovet forankres hos de aktuelle partnerne og at prosjektet får tilgang på nødvendige og detaljerte data om produksjon, prosesser, rammevilkår, fremtidsplaner og øvrige forutsetninger for implementering.

7 Referanser

- [1] O. J. S. Riise, «Alger i laksefôr renser CO₂-utslipp fra tungindustri,» Tekfisk, 26 September 2020. [Internett]. Available: <https://www.tekfisk.no/havbruk/alger-i-laksef-r-renser-co2-utslipp-fra-tungindustri/2-1-879107>. [Funnet November 2020].
- [2] Statkraft, «Industrial partners to develop first of its kind eMethanol plant in Norway,» 15 oktober 2020. [Internett]. Available: <https://www.statkraft.com/newsroom/news-and-stories/archive/2020/statkraft-and-finnfjord-methanol/>. [Funnet november 2020].
- [3] Landbruksdirektoratet, «Produksjonstilskudd i jordbruket,» [Internett]. Available: <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/produksjonstilskudd>. [Funnet November 2020].
- [4] H. Eldby, «Troms: Mulighetens landbruk,» Agri analyse, Oslo, 2017.
- [5] Nutrimar AS, «Vedlegg til utslippssøknad datert 19.05.15,» 2015.
- [6] EPS-foreningen, «Håndtering av fisk i EPS-kasser,» Norsk industri, [Internett]. Available: <https://www.norskindustri.no/kampanjesider/eps-gruppen/aktuelt/handtering-av-fisk/>. [Funnet 2020].
- [7] R. Hakawati, B. M. Smyth, G. McCullough, F. D. Rosa og D. Rooney, «What is the most energy efficient route for biogas utilization: Heat,» *Applied Energy*, pp. 1076-1087, 15 November 2017.
- [8] J. O. Evjemo, Ø. Hilmarsen, L. M. Sunde, H. W. Brendeløkken og R. Høyli, «Bruk av spillvarme fra gassprosesseringsanlegget på Nyhamna rettet mot havbruk,» SINTEF Ocean AS, Trondheim, 2018.
- [9] L. D. Blytt, T. K. Haraldsen, H. Helness, B. Paulsrud og Y. Ulgenes, «Håndtering av slam fra rensing av avløp i settefiskanlegg,» SINTEF Byggforsk, Trondheim, 2011.
- [10] Ebeco, «Snowmat,» [Internett]. Available: <https://www.ebeco.com/snow-melting/snowmat>. [Funnet November 2020].
- [11] T. S. Nordtvedt, A. E. Austnes, R. Wolff, Ø. Hilmarsen, G. Raspati, R. Netzer og S. Loncarevic, «Rensing av prosessvann i lakseslakterier,» SINTEF Ocean AS, Trondheim, 2020.
- [12] J. M. Hagen, «Her smaker statsråden på lakseblod: - Det minner meg om bacon crisp,» Fiskeribladet, 7 September 2020. [Internett]. Available: <https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=74407>. [Funnet September 2020].
- [13] M. Carlsson og M. Uldal, «Substrathandbok för biogasproduktion,» Svenskt Gastekniskt Center, Malmö, 2009.
- [14] R. Richardsen, R. Nystøyl, G. Strandheim og A. Marthinussen, «Analyse av marint restråstoff - Analyse av tilgang og anvendelse for marint restråstoff i Norge,» SINTEF Fiskeri og havbruk AS, Trondheim, 2016.
- [15] F. Kjølås, *Lakseblod og laksehoder - RUBIN konferansen februar 2007*, 2007.
- [16] O. A. Bævre, Ø. L. Bø, R. Jelsa, E. Randeberg og M. Verheul, «Energi til norske veksthus,» Bioforsk, Særheim, 2006.
- [17] Norges Gartneriforbund, «Energibehov i veksthus,» [Internett]. Available: <http://ngfenergi.no/veksthuset/energibehov/>. [Funnet November 2020].
- [18] M. Lantz, «The economic performance of combined heat and power from biogas produced from manure in Sweden – A comparison of different CHP technologies,» *Applied Energy*, nr. 98, pp. 502-511, oktober 2012.

- [19] Forskrift om organisk gjødsel, «Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav,» 2003.
- [20] C. Hvitsand og B. Kleppe, «Avsetning av biorest til landbruket,» Telemarksforsking, Bø, 2011.
- [21] J. Ellingsen, «Biorest et mulig gjødselmiddel i økologisk landbruk,» Norges Vel, Skjetten, 2016.
- [22] A. M. Erlandsen, O. Haavardsholm, O. Rosnes, J. M. Skjelvik og S. Skøien, «Samfunnsøkonomisk analyse av økt bruk av biorest som klimatiltak,» Landbruksdirektoratet og Vista Analyse, 2019.
- [23] G. L. Serikstad, «Økologisk landbruk og klimagasser - metan, lystgass og CO₂,» NORSØK, Tingvoll, 2018.
- [24] J. V. C. Vargas, A. B. Mariano, D. O. Correa og J. C. Ordonez, «The microalgae derived hydrogen process in compact photobioreactors,» *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 39, nr. 18, pp. 9588-9598, 2014.
- [25] P. Snilsberg, C. A. Amundsen, S. Turtumøygard og H. Stubberud, «Sammenstilling av resultater fra screening analyser av sigevann fra avfallsfyllinger,» Jordforsk-rapport 107/04, 2004.
- [26] J. Strømholte, Interviewee, *biorest og algeproduksjon*. [Intervju]. 2 september 2020.
- [27] K. Johannesen, *Teknisk termodynamikk med strømningslære*, Tromsø: Eureka Forlag, 2006.
- [28] T. M. Eikevik, *Absorption systems with ammonia-water-solutions*, Lecture in Industrial Refrigeration Processes at UiT/NTNU, 2013.
- [29] U.S. Department of energy, «Use low-grade waste steam to power absorption chillers,» 2012.
- [30] J. Grinrød, «Varmebasert kjøling - et nytt markedssegment,» 15 Oktober 2014. [Internett]. Available: shorturl.at/kuFRT. [Funnet 9 2020].
- [31] Lenvik kommune, «Prosjektdirektiv: Utviklingsprosjekt Klubben næringspark (oppdatert 11.02.20),» Finnsnes, 2017.
- [32] M. Myhre, R. Richardsen, R. Nystøyl og G. Strandheim, «Analyse marint restråstoff, 2019,» SINTEF-rapport 2020:00904. SINTEF Ocean AS og Kontali Analyse AS, Trondheim, 2020.
- [33] Miljødirektoratet, «Forslag til plan for overgang fra bruk av torvbaserte til torvfrie produkter,» Miljødirektoratet, Oslo, 2020.
- [34] M. Poudel og B. Dunn, «Greenhouse Carbon Dioxide Supplementation,» Oklahoma Cooperative Extension Service, Oklahoma, 2017.
- [35] Greve biogass, «Grønn CO₂ fra biogassanlegg til veksthus - Norges første,» Greve biogass, 23 November 2018. [Internett]. Available: <http://grevebiogass.no/aktuelt/november-2018/groenn-co2-fra-biogassanlegg-til-veksthus-norges-foerste/>. [Funnet 3 November 2020].
- [36] Skretting, «Skretting har kuttet energiforbruket tilsvarende en hel fôrfabrikk på ti år,» Januar 2020. [Internett]. Available: <https://www.skretting.com/nb-NO/merdkanten2/merdkanten-1-2020/energikutt-lik-en-fabrikk/>. [Funnet November 2020].
- [37] Ø. Hilmarsen, E. A. Holte, H. Brendeløkken, R. Høyli og E. Hognes, *Konsekvensanalyse av landbasert oppdrett av laks - matfisk og post-smolt*, Trondheim: SINTEF Ocean AS, 2018.

Vedlegg

Vedlegg A Produksjonspotensial algedyrking fra bioest

Tabell 19 Eksempel på produksjonsomfang og arealkrav for mikroalgeproduksjon basert på bioest i rørreaktor

	Mengde	Benevning	Forutsetning
Bioest tilgjengelig	60000	m ³ år ⁻¹	vandig fraksjon med minst mulig TSS
N tilgjengelig i bioest	540	kg N m ⁻³ år ⁻¹	antar 3 kg N per m ³ bioest/antar 30% plantetilgjengelig N (mest NH ₄ -N, noe NO ₃ -N)
Algebiomasse "yield on N", teoretisk	54	kg m ⁻³ år ⁻¹	antar 10% N i algebiomasse/DW, nær 100% omsetning av biotilgjengelig N
Algebiomasse "yield on N", teoretisk	0,1	kg m ⁻³ d ⁻¹	
Biomasseutbytte, best case	0,5	kg m ⁻³ d ⁻¹	antar best case biomasseproduksjon med tynne rør/plater/tørrvekt
Dyrkingssystem	2600	m ³	2*1300 m ³ A4F rørreaktorsystem
Ant. sykluser med batch-kultur per år	23,1		15-16 sykluser per år med batch-kultivering/maks. prod. 10 dgr per syklus/1 høsting per syklus
Utbytte per syklus, best case	13,0	tonn tørrvekt syklus ⁻¹	
Utbytte per år, best case	300	tonn år ⁻¹	
Utbytte per syklus, basert på N/Bioest	0,034	tonn tørrvekt syklus ⁻¹	
Utbytte per år, basert på N/Bioest	0,79	tonn år ⁻¹	
Forbruk CO₂, best case	540	tonn år ⁻¹	1,8 g CO ₂ konsumeres pr g (tørrvekt) algebiomasse/opptil 75% av injisert CO ₂ inngår i biomasse, opptil 25% tapes ut av systemet
Forbruk CO₂, basert på N/Bioest	1,42	tonn år ⁻¹	
Energiforbruk	680	kWh tonn ⁻¹	Rørreaktor er rel. energikrevende, men gir høyere biomasseutbytte/antar belysning 24 t i døgnet/temperaturregulering/sirkulasjon av kultur i reaktorene som de viktigste driverne
Prod. Areal	2600	m ²	antar ultraeffektiv arealutnyttelse med 1 m ³ kultur pr m ² gulv (2x5x8m)