

SOMMEROPPGAVE

UNDERSØKELSE AV ØKENDE MENGDE FISKEAVFALL TIL BIOGASSPRODUKSJON

Thomas Key Kristiansen og Tatiana Hetland

30.07.2021



INNHold

Sammendrag	3
Introduksjon	4
<i>Fiskeensilasje</i>	4
<i>Fiskeslam</i>	5
<i>Håndtering av fiskeavfall</i>	6
Datagrunnlag og forutsetninger	7
<i>Fiskeensilasje</i>	7
<i>Fiskeslam</i>	8
Beregninger og resultater	9
Diskusjon	11
Konklusjon	12
Kilder	13



SAMMENDRAG

Det fremtidige potensialet for biogassproduksjon av fiskeensilasje og -slam er svært vanskelig å estimere pga. en rekke usikkerheter knyttet til 1) produksjonsvekst, 2) andelen spill i produksjonen i form av K2 fiskeensilasje (selvdød fisk), 3) mengden spillfôr i fiskeslam og 4) størrelsen på settefisk. I tillegg er det politisk usikkerhet knyttet til regelverket for håndtering av fiskeensilasje, samt teknisk usikkerhet knyttet til avvanning og avsalting av fiskeslam.

Vi har laget tre scenarier for fremtidig biogassproduksjon fra fiskeavfall: pessimistisk, basis og optimistisk. Beregningene anslår en produksjon på 349 - 943 GWh i 2030 (520 GWh basis) og 393 - 3 784 GWh i 2050 (1 018 GWh basis).

Denne rapporten er skrevet som en sommeroppgave gjennom REdu, som er Avfall Norges rekrutteringsprogram til avfallsbransjen.



INTRODUKSJON

Oppdrettsnæringen er i enorm vekst. Økte avfallsmengder som må håndteres følger med, og dermed også et økende potensial for å produsere biogass og biogjødsel av fiskeavfall (fiskeensilasje og fiskeslam). Målet med rapporten er å kartlegge potensialet for biogassproduksjon av avfall fra fiskeoppdrett, både i dag og i framtiden. Resultatene er basert på nasjonale politiske mål, litteraturstudie og kontakt med aktører som jobber med temaet. Gjenvinning av næringsstoffer ved bruk av biogjødsel er ikke analysert.

Rapporten er resultatet av to deltidstillinger ved Biogass Oslofjord sommeren 2021. Informasjonen, innhenting av datagrunnlag og det skriftlige arbeidet er i stor grad gjennomført av Thomas Key Kristiansen med hjelp av Tati-ana Hetland.

FISKEENSILASJE

Fiskeensilasje er fisk eller deler av fisk som er behandlet for å kunne lagres over lengre tid. For å stoppe bakterieveksten i fiskemassen så behandles ensilasjen vanligvis med en syre for å senke pH-verdien (surhetsgraden) i blandingen.

I likhet med andre animalske biprodukter kategoriseres fiskeensilasje i tre ulike kategorier. Inndelingen går etter en økende grad av bruksområder og tillatelser til utnyttelse av avfallet, hvor kategori 3 er lavrisikomateriale som bl.a. kan gå til fôr og kategori 1 er høyrisikomateriale må destrueres (forbrennes). Mer informasjon om kategoriseringen kan leses i Mattilsynets *Veileder Animalske Biprodukter*.

Siden kategori 3 materiale anses som et høyverdig produkt og kan anvendes til å produ-

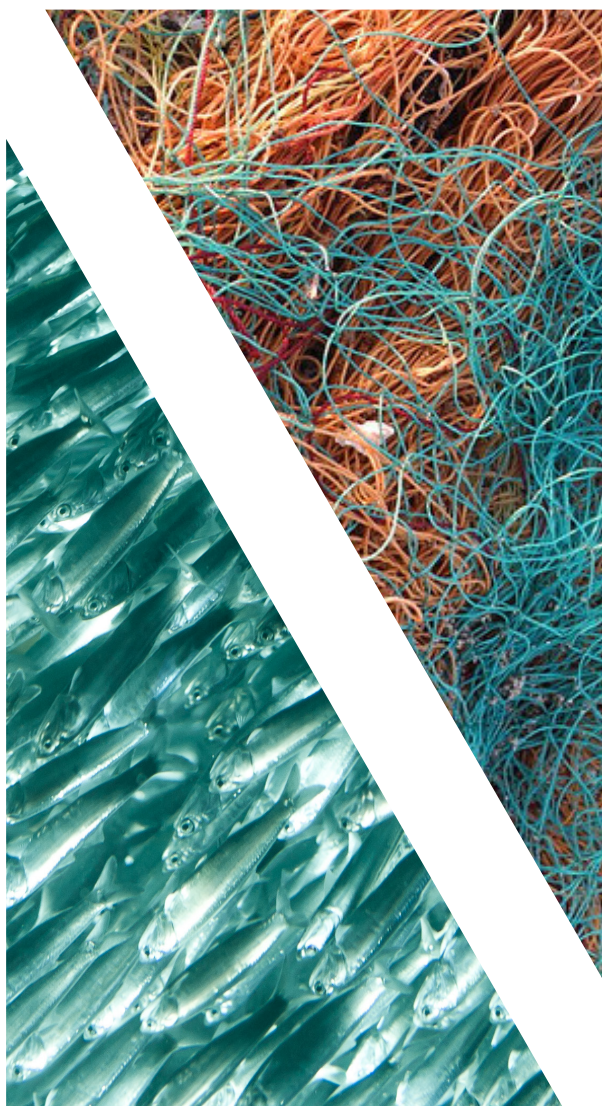


sere dyrefôr, protein, fiskemel og fiskeoljer, og kategori 1 materiale ikke er lov til å bruke til biogass, er det hovedsakelig avfall fra kategori 2 som er aktuell i vår analyse. Fiskeensilasjen av denne kategorien består av selvdød og klinisk syk fisk uten ytre tegn på sykdom. Materiale som er kategori 2 kommer hovedsakelig fra oppdrettsnæringen til laks og ørret.

I dag (2021) brukes K2 fiskeensilasje for det meste til biogassproduksjon, men også til fôrproduksjon til pelsdyr, gjødsling eller jordforbedringsmiddel, eller til produksjon av biofyringsolje. Gjødsling eller jordforbedringsmiddel gir som oftest en lavere verdi enn biogassproduksjon, i tillegg til at bioresten kan brukes til gjødsling i ettertid. Dermed ser vi ikke på dette som et område som kommer til å konkurrere med biogass med det første. Pelsdyrnæringen i Skandinavia ser ut til å få en minkende etterspørsel, noe som blant annet skyldes et politisk forbud mot norsk pelsdyroppdrett innen 2025.

Selvdød fisk utgjør et produksjonstap for oppdrettsnæringen, dermed er det en mulighet for at andelen selvdød fisk vil minke fremover. Spesielt hvis flere anlegg blir lukkede eller semi-lukkede som gir bedre kontroll over produksjonen og gjør det lettere å forhindre lakselus og andre årsaker som kan forårsake selvdød fisk. Dette er verdt å se nærmere på når vi skal vurdere fremtidig vekstpotensialet for fiskeensilasje kategori 2.

Regjeringens havbruksstrategi, Et hav av muligheter fra 2021, påpeker at det kan bli aktuelt å benytte fisk som dør før slakting til fôr og mat. Dette vil kunne føre til at K2 fiskeensilasje blir mindre relevant som substrat i biogassproduksjon i fremtiden. Før en slik endring kan skje, må en regelendring godkjennes i EU før vi kan iverksette det i Norge. Dette er en lang prosess som kan bety at vi ikke vil se en endring i denne kategoriseringen i nærmeste fremtid, men viktig å være oppmerksom på. I beregningene i denne rapporten ser vi bort ifra at denne lovendringen gjennomføres, ettersom ville gjort K2 fiskeensilasje lite aktuelt å bruke til biogassproduksjon.



FISKESLAM

Fiskeslam er en blanding av “bunnfall” og vann. Bunnfall er en blanding av fôrsvinn (matrester) og avføring fra fisken som synker til bunn. Fiskeslam har et lavere innhold av fett og proteiner sammenlignet med fiskeensilasje, noe som gjør det lettere å håndtere i biogassprosessen, men også gir et noe lavere energiutbytte. Energiutbytte varierer ettersom mengden fôr i slammet varierer. Vanligvis inneholder fiskeslammet mye vann, og har et tørrstoffinnhold godt under 10 % TS med mindre den er avvannet.

Det høye innholdet av vann er en utfordring når slammet skal transporteres. I noen tilfeller er det derfor hensiktsmessig for oppdrettsanlegg å behandle slammet for å redusere volumet. Det finnes ulike metoder og teknologier for å behandle fiskeslam ut ifra ønsket TS-mengde på slammet, f.eks. ved mekanisk eller termisk avvanning. Dersom fiskeslammet har blitt behandlet og har et svært høyt TS-innhold, kan dette også være utfordrende for konvensjonelle anlegg som da må blande ut fiskeslammet med vann. Dette kan føre til at tørket fiskeslam brukes direkte som gjødsel uten at det går gjennom et biogassanlegg.

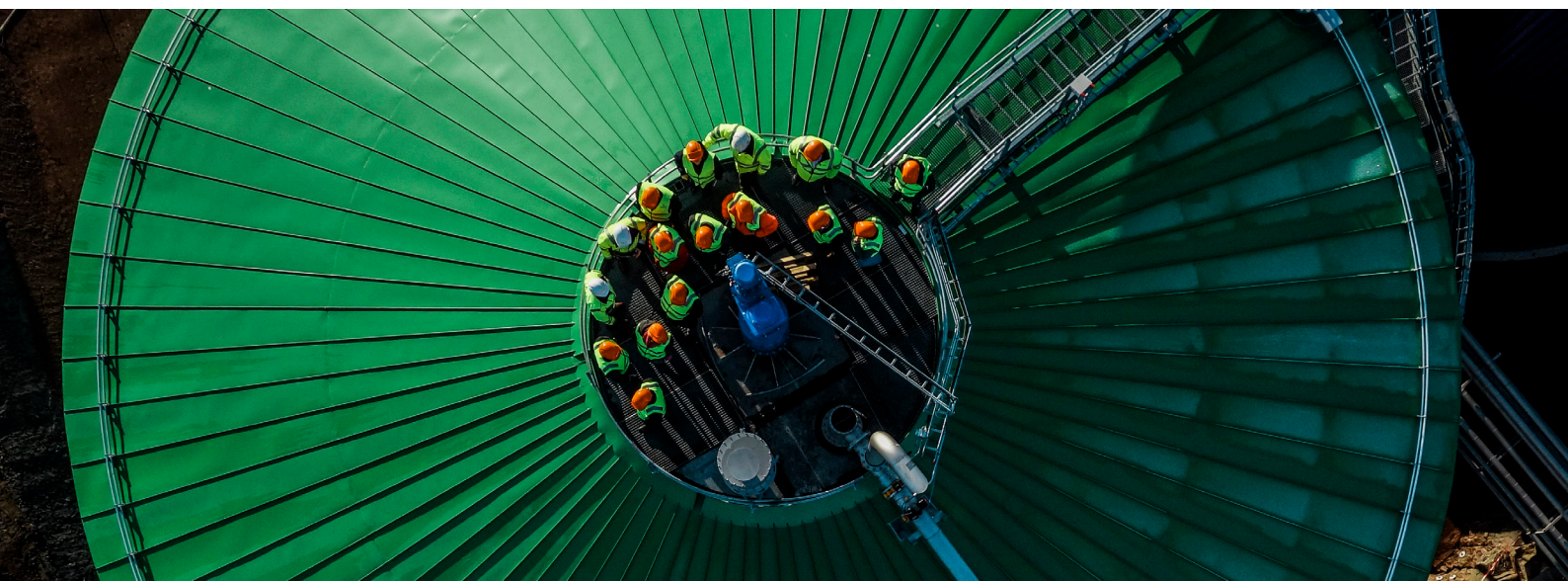
En annen utfordring knyttet til storsmolt er høyt saltinnhold når det benyttes brakkvann. Stadig flere aktører satser på større smolt, postsmolt og matfiskproduksjon på land, hvilket gjør det aktuelt å se på hvordan salinitet påvirker kvaliteten på fiskeslam. Saltinnholdet i fiskeslam byr på utfordring som hemmer biogassprosessen. Større mengder salt fører til at tanker rustet, levetiden på håndteringsutstyr påvirkes og veksten til bakteriene hemmes. I tillegg vil biorest med høyt saltinnhold hemme vekst og opptak av vann for jorder og plantevekster. Fiskeslam med høyt saltinnhold må dermed avsaltes eller blandes ut med andre substrater dersom det skal gå til biogassproduksjon.

Alternativene for anvendelse av fiskeslam er å levere det til avfallsdeponi, dette krever en lagertank for lagring av vått slam. Et alternativ til deponering er gjødsel. Bioretur har et samarbeid med Terramarine AS (tidligere Høst verdien i Avfall AS) og IVAR i Stavanger hvor de benytter fiskeslam i produksjon av gjødsel. Tørket fiskeslam blir benyttet for å produsere biogjødselen Minorga som blir solgt til Sør-Øst Asia, der det er stor mangel på fosfor og utarmet jord. Av disse alternativene er det biogassproduksjon som gir høyest verdi sett ut ifra avfallshierarkiet.

I framtiden kan integrert havbruk bli en god måte å håndtere fiskeslam. Ved å drive dyrking av mikroalger, makroalger og sjøpølse integrert i et oppdrettsanlegg ved å utnytte næringen i fiskeslammet direkte til dyrking. SAFER-IMTA er et forskningsprosjekt hvor norske og kinesiske forskere ser på mulighetene for landbaserte systemer for samkultur med arter på et lavere trofisk nivå (mikroalger, makroalger og sjøpølse).

HÅNTERING AV FISKEAVFALL

Aktører som ScanBio, Hordafor, Ragn Sells Havbruk og Kystmiljø tar imot og behandler fiskeensilasje fra oppdrettsanlegg og slakterier. Oppdrettsanleggene og slakteriene betaler disse aktørene for å håndtere restråstoffene. Aktørene som mottar fiskeensilasjen står som regel for transporten og forbehandlingen, og kan enten håndtere den selv eller selge (betale) det videre til en annen aktør. Basert på telefonintervjuer har vi forstått det slik at oppdretterne og/eller mellomaktørene må betale biogassanlegg i Norge for å håndtere kategori 2 fiskeensilasje. Selv om biogassanleggene kan få et høyere metanutbytte ved å blande inn noe fiskeavfall i substratet, så er biogassproduksjonen for lite lønnsom i dag til at de kan begynne å betale for substratene. Mange av dagens biogassanlegg i Norge er kommunale eller eies av interkommunale selskaper og baserer seg dermed på selvkostprinsippet, hvilket kan sette føringer for prisen biogassanlegget må ta for å behandle fiskeensilasjen. Biogassanlegg i Danmark, som mottar støtte per KWh biogass produsert, har større betalingsvilje for fiskeavfallet, og en betydelig andel eksporteres derfor dit.



DATAGRUNNLAG OG FORUTSETNINGER

FISKEENSILASJE

Mengder

Sintef har kartlagt tilgjengelighet og anvendelse av marint restråstoff i fra norsk fiskeri- og havbruksnæring (Myhre et al. 2021). Denne kartleggingen brukes som grunnlag for mengdeberegningene for avfall. Kartleggingen viser at mesteparten av K2 fiskeensilasje som er aktuell å bruke til biogass kommer fra oppdrettsnæringen, og tilsvarte 5 % (vektprosent) av produsert oppdrettsfisk pluss dødfisk, eller 80 000 tonn, i 2020. Det kommer også fram at deler av denne fiskeensilasjen brukes som fôr til pelsdyrindustrien, men dette er et avtakende marked i Norge etter utfasingen fra 2025. Det kan derfor argumenteres for at vektprosenten kan økes til 7,3 %, som er vekstprosenten for total selvdød fisk i 2020. Samtidig jobbes det intenst i oppdrettsbransjen å redusere andelen selvdød fisk.

Vekst

Vekstscenariene er basert på PwC rapporten Sjømatbarometeret 2021, som tar for seg utviklingen i matfiskproduksjon i dag og mulighetene fram mot 2050 (PwC 2021). Rapporten drøfter tre scenarier: pessimistisk, basis og optimistisk. Resultatene fra PwC sin rapport

Tabell 1: Vekstscenarier for produksjon av matfisk fra oppdrett i millioner ton per år frem mot 2030 og 2050 fra PwC sin rapport, Sjømatbarometeret 2021 (PwC 2021).

Scenario	2019	2030	2050
Pessimistisk	1,4	1,6	1,8
Basis	1,4	2,0	3,7
Optimistisk	1,4	2,4	6,3

Biogassproduksjon

Energiinnholdet i fiskeensilasje kan variere i stor grad, og ulike rapporter oppgir forskjellige tall. Den nasjonale kartleggingen av biogasspotensial som ble gjennomført av Carbon Limits bruker en faktor på 1,49 MWh/tonn våtvekt fiskeensilasje (Carbon Limits 2019). Til sammenligning bruker studien Mulighetsstudie biogassanlegg Helgeland gjennomført av NIBIO en faktor på 4 MWh/tonn våtvekt, som underbygger denne faktoren med resultater fra biogasslaboratoriet på Ås.

Basert på at 1,49 MWh/tonn virker lavt sammenlignet med andre substrater som inneholder mindre fett og protein, og at flere rapporter benytter seg av en høyere faktor, bruker vi her faktoren på 4 MWh/tonn våtvekt, tilsvarende 9MWh/tonn TS.

FISKESLAM

Mengder

I rapporten Analyse av lukka oppdrett av laks har SINTEF, NTNU og SNF utført beregninger på slamproduksjon fra settefisk og lakseoppdrett (Bjørndal et al. 2018). I denne rapporten brukes faktorer mellom 1,0 og 1,5 kg slam med 10 % TS per kg fôr avhengig av vekstfasen for fisken. Dette gir en samlet produksjon på 2 145 000 tonn slam i 2017, hvorav 84 150 tonn kommer fra settefiskanlegg. Der- som en bruker tall fra Fiskeridirektoratet fra 2020 og de samme slamproduksjonsfaktorene for settefisk, tilsvarer dette 105 000 tonn fiske- slam ved 10 % TS (Fiskeridirektoratet 2021).

Vekst

Veksten i mengde fiskeslam fra oppdrettsnæ- ringen følger veksten til produksjonen av mat- fisk. I tillegg skjer det en utvikling i størrelsen på smolten. Større smolt betyr at fisken holdes under kontrollerte forhold i en større del av livsløpet, og det samles opp større mengder fiskeslam.

Basert på rapporten Analyse av lukka oppdrett av laks, og kontakt med forfatterne av denne, går vi ut i fra snittvekten på smolten kan øke fra 170 gram til 500 gram og mulig videre til 1 000 gram (Bjørndal et al. 2018).



Biogassproduksjon

Energiinnholdet i fiskeslam kan variere i stor grad med mengden spillfôr, siden denne har et relativt høyt energiinnhold. Høyere andel spillfôr betyr altså mer biogass produsert. Vi har sett på tre rapporter som gir tre ulike fak- torer for biogassproduksjon, og oppsummert disse i Tabell 2.

Tabell 2: Faktorer for produksjon av biogass av fiskeslam.

Energipotensial (MWh/tonn TS)	Kilde
3,37	(Bjørndal et al. 2018)
4,46	(Carbon Limits 2019)
5,25	(Aquateam COWI et al. 2019)

BEREGNINGER OG RESULTATER

Potensialet for biogassproduksjon i denne rapporten omfatter K2 fiskeensilasje og fiskeslam fra settefisk. Scenariene og faktorene som benyttes er oppsummert i Tabell 3, Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 3: Estimert biogassproduksjon og beregningsfaktorer for fiskeensilasje.

Biogassproduksjon fiskeensilasje										
		Pessimistisk			Basis			Optimistisk		
	Enhet	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Produksjon oppdrettsfisk	Mill. tonn	1,59	1,60	1,80	1,59	2,00	3,70	1,59	2,40	6,30
Vektprosent til biogass	%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,3%	7,3%
Spesifikk biogassproduksjon	MWh / tonn våtvekt	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Resultatene for fiskeensilasje varierer fra 323 til 698 GWh i 2030 og 363 til 1 832 GWh i 2050. Den største usikkerheten for beregningene er knyttet til veksten i oppdrettsnæringen og andelen dødfisk, som her er satt til 5 eller 7,3 %.

Tabell 4: Estimert biogassproduksjon og beregningsfaktorer for fiskeslam.

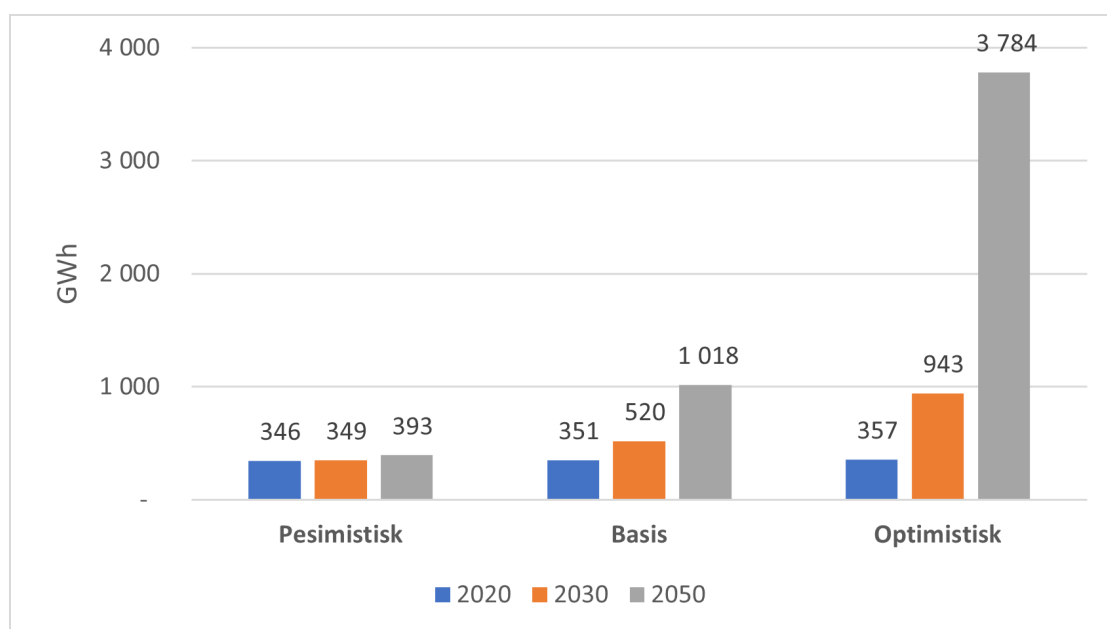
Biogassproduksjon fiskeslam										
		Pessimistisk			Basis			Optimistisk		
	Enhet	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Antall settefisk	Antall mill.	413	417	473	413	521	1,216	413	625	2,484
Snittvekt settefisk	Gram /fisk	170	170	170	170	500	500	170	500	1 000
Slamproduksjon (10% TS)	tonn slam /tonn fisk	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5
Spesifikk biogassproduksjon	MWh / tonn TS	3,73	3,73	3,73	4,46	4,46	4,46	5,24	5,24	5,24
Sum biogassproduksjon	GWh	26	26	30	31	116	271	37	246	1 952

Resultatene for fiskeslam varierer fra 26 til 246 GWh i 2030 og fra 30 til 1 952 GWh i 2050. De største usikkerhetene for beregningene er knyttet til veksten i oppdrettsnæringen, størrelsen på settefisk i fremtiden og slamproduksjonen per fisk.

Tabell 5: Estimert biogassproduksjon for fiskeensilasje og fiskeslam samlet.

Sum biogassproduksjon fra fiskeavfall										
		Pesimistisk			Basis			Optimistisk		
	Enhet	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Biogassproduksjon fiskeensilasje	GWh	320	323	363	320	404	747	320	698	1 832
Biogassproduksjon fiskeslam	GWh	26	26	30	31	116	271	37	246	1 952
Sum biogassproduksjon	GWh	346	349	393	351	520	1 018	357	943	3 784

Resultatene for fiskeavfall samlet varierer fra 349 til 943 GWh i 2030 og fra 393 til 3 784 i 2050. Fiskeensilasje står for mesteparten av biogassproduksjonen, utenom i det optimistiske scenariet, hvor gjennomsnittsstørrelsen for settefisk antas å øke til 1 000 gram. Dersom en antar det samme for basisscenariet, dobles biogassproduksjonen i 2050 fra 271 til 542 GWh.



Figur 1: Samlet biogassproduksjon av fiskeavfall fra oppdrett for 2020, 2030 og 2050 for tre ulike scenarier.

DISKUSJON

Beregningene viser en stor usikkerhet knyttet til potensialet for biogassproduksjon fra fiskeavfall i framtiden. Politiske beslutninger knyttet til regelverket for behandling av fiskeensilasje til før kompliserer bildet ytterligere.

Intervall for biogassproduksjonen øker betydelig for scenariet som ligger lengst frem i tid. Dette kommer i stor grad av oppdrettsbransjens ambisiøse mål som legges til grunn i det optimistiske scenariet. I tillegg antas det at bransjen i liten grad forbedrer seg når det gjelder spillfôr og dødelighet. For det pessimistiske scenariet legges det motsatte til grunn, altså at bransjen reduserer fôrspill og dødelighet, men at produksjonen av matfisk ikke øker i særlig stor grad.

Usikkerheten i beregningene gjelder spesielt for fiskeslam, som har mange faktorer som spiller på hverandre. Dette blir spesielt tydelig i det optimistiske scenariet, hvor biogassproduksjonen av fiskeslam overgår produksjonen av fiskeensilasje. En slik omfattende produksjon vil kreve teknologisk utvikling innen avvanning og avsalting av fiskeslam.

I Tabell 6 sammenlignes resultatene med rapporten Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030, som ble utarbeidet for Miljødirektoratet i 2019 (Carbon Limits 2019).

Forskjellene for resultatet for fiskeensilasje er svært stort. Dette kommer hovedsakelig av den høyere faktoren for spesifikk biogassproduksjon som vi bruker på 4 MWh/tonn råvekt sammenlignet med 1,49 MWh/tonn fra Carbon Limits. Med en tilsvarende faktor, hadde resultatet fra Carbon Limits økt fra 188 til 505 GWh i 2030, hvilket er innenfor vårt intervall. For fiskeslam er resultatene mer like, hvor vi estimerer 116 GWh i 2030 kontra Carbon Limits sitt estimat på 92 GWh.



Tabell 6: Resultater fra beregninger sammenlignet med tidligere studier, oppgitt i GWh biogass produsert i (år).

Fiskeensilasje	Fiskeslam	Kilde
323 – 968 (2030) 363 – 1 832 (2050)	26 - 246 (2030) 30 - 1 952 (2050)	Avfall Norge og Biogass Oslofjord
188 (2030)	92 (2030)	(Carbon Limits 2019)

KONKLUSJON

Det fremtidige potensialet for biogassproduksjon av fiskeensilasje og -slam er svært vanskelig å estimere pga. en rekke usikkerheter knyttet til 1) produksjonsvekst, 2) andelen spill i produksjonen i form av K2 fiskeensilasje (selvdød fisk), 3) mengden spillfôr i fiskeslam og 4) størrelsen på settefisk. I tillegg er det politisk usikkerhet knyttet til regelverket for håndtering av fiskeensilasje, samt teknisk usikkerhet knyttet til avvanning og avsalting av fiskeslam.

Vi har laget tre scenarier for fremtidig biogassproduksjon fra fiskeavfall: pessimistisk, basis og optimistisk. Beregningene anslår en produksjon på 349 - 943 GWh i 2030 (520 GWh basis) og 393 - 3 784 GWh i 2050 (1 018 GWh basis). Til sammenligning har et annet nasjonalt studie anslått 280 GWh i 2030 fra fiskeavfall. Faktoren for spesifikk biogassproduksjon av fiskeensilasje er den viktigste bidragsyteren til forskjellen i beregningene.



Aquateam COWI, Renata Tomczak-Wandzel, Petter B. Fossheim, Anders Wold, and Hilde E. Hatlands. 2019. 'Oppsamling av resultater RenEner-Mar RFFVEST 259228), Rapport 2. (HA 4-6)'. Aquateam COWI.

Bjørndal, Trond, Even A. Holte, Øyvind Hilmasen, and Amalie Tusvik. 2018. 'Analyse Av Lukka Oppdrett Av Laks – Landbasert Og i Sjø: Produksjon, Økonomi Og Risiko'. NTNU, SINTEF og SNF. <http://fisk.no/attachments/article/6572/landbasert-lakseoppdrett-analyse.pdf>.

Carbon Limits. 2019. 'Ressursgrunnlaget for Produksjon Av Biogass i Norge i 2030'. Oslo. <https://www.carbonlimits.no/wp-content/uploads/2020/01/Rapport-biogasspotensial.pdf>.

Fiskeridirektoratet. 2021. 'Laks, Regnbueørret Og Ørret - Settefiskproduksjon'. Laks, Regnbueørret Og Ørret - Settefiskproduksjon. 27 May 2021. https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Laks-regnbueoerret-og-oerret/Settefiskproduksjon/_/attachment/download/dca56886-fd85-4e9d-87ab-a847cfb3bbff:47ad1d1a6610eb48a671b0286bbbd05fb6d2f1bb/sta-laks-set-7-salg-smolt.xlsx.

Myhre, Magnus, Roger Richardsen, Ragnar Nystøyl, and Gunn Strandheim. 2021. 'Analyse Marint Restråstoff 2020'. 2021:00633. SINTEF Ocean AS. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901605/?-fileurl=https://fhfno.sharepoint.com/sites/pdb/Publisertedokumenter/332543Analyse%20marint%20restr%C3%A5stoff_2021.pdf.PDF&filename=Rapport:%20Analyse%20marint%20restr%C3%A5stoff%202020.

PwC. 2021. 'PwC Seafood Barometer 2021'. PwC. <https://www.pwc.no/no/publikasjoner/sjomatbarometeret.html>.



BIOGASS

OSLOFJORD