

PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



Finansiert av:



Presentasjoner fra sluttseminar

VilVite Vitensenter, 16. jan 2025, Bergen

Velkomst og presentasjon av prosjektet

Eirik Starheim Svendsen (SINTEF Ocean)

Prosjektresultater hvitfisk og rekesektor

Tom Ståle Nordtvedt (SINTEF Ocean)

Prosjektresultater fra pelagisk sektor

Kristina Widell (SINTEF Ocean)

Energieffektivisering – Generelle tiltak og lærdommer på tvers

Marco Bless (SINTEF Energi)

Potensielle lavthengende frukter

Morten Lunde (ENTRO)

Energieffektivisering i havbruk

Hans Tobias Slette (SINTEF Ocean)

Kontaktinformasjon

Nettsider: [FHF](#) | [SINTEF](#)

Prosjektleder: eirik.starheim.svendsen@sintef.no

Finansiert av:



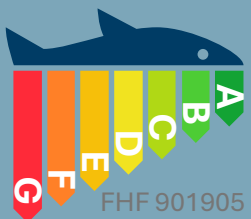
Velkomst og presentasjon av prosjektet

Eirik Starheim Svendsen, SINTEF Ocean

16. jan 2025 Bergen

PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

OM PROSJEKTET

Bakgrunn
Prosjektgruppe
Leveranser
Organisering av arbeidet

HOVEDFUNN

Energibruk i hele næringa
Hva brukes energien til
Tiltak for energisparing
Samfengt potensial

TIDLIGERE INITIATIVER

Enova-analyse
Barrierer og muligheter

OPPSUMMERING

OM PROSJEKTET

Bakgrunn

- Bærekraftig vekst i sjømatnæringa er avhengig av tilgang på fornybar kraft
- Kraftbalansen spås å bli svært strammere i tiden fremover
- Smart og effektiv utnyttelse av energien er et viktig verktøy for næringa – men hva er potensialet?



Prosjekt PEIS



Hovedmålet med prosjekt PEIS er å dokumentere potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen og beskrive relevante tiltak for energisparing.



Finansiert av:



Kjerneleveranser



Sluttapport

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen
Faglig sluttapport (FHF 901905)

Forfatter(e):
Eirik Starheim Svendsen, Tom Ståle Nordtvedt

Rapportnummer:
UTKAST - Åpen

Oppdragsgiver(e):
FHF

Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



Delrapport

Veikart for energieffektivisering i hvitfisk- og rekesektoren
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)

Forfatter(e):
Eirik Starheim Svendsen, Tom Ståle Nordtvedt, Marco Bless, Ole Marius Moen, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Guillermo Berger

Rapportnummer:
FHF 901905-01

Oppdragsgiver:
FHF

Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



Delrapport

Veikart for energieffektivisering i norsk havbruksnæring
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)

Forfatter(e):
Hans Tobias Slette, Eirik Starheim Svendsen, Marco Bless, Ole Marius Moen, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Geir Tore Hansen

Rapportnummer:
FHF 901905-02

Oppdragsgiver:
FHF

Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



Delrapport

Veikart for energieffektivisering i pelagisk sektor
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)

Forfatter(e):
Eirik Starheim Svendsen, Kristina Nome Widell, Ole Marius Moen, Marco Bless, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Linda Einhjellen, Kristoffer Bjerkvik

Rapportnummer:
FHF 901905-03

Oppdragsgiver:
FHF

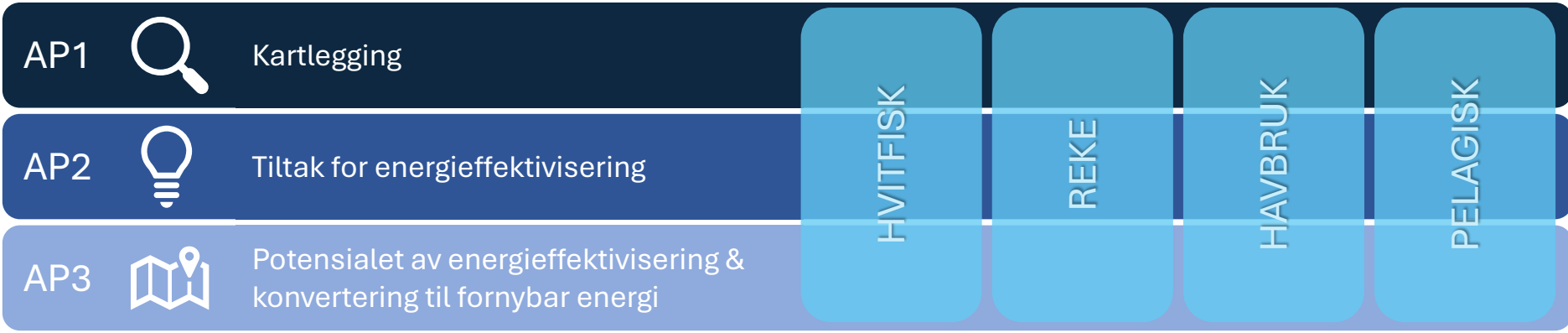
Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen

Delmål:

1. Kartlegge beste praksis for energieffektiv drift
2. Kartlegge potensialet for fremtidig energieffektivisering
3. Beskrive prosess-spesifikke energisparetiltak
4. Kartlegge potensialet for å erstatte fossil energi

Litteraturstudier
 Datainnsamling fra flere kilder
 Befaringer ved produksjonsanlegg
 Analyser av tidligere initiativer

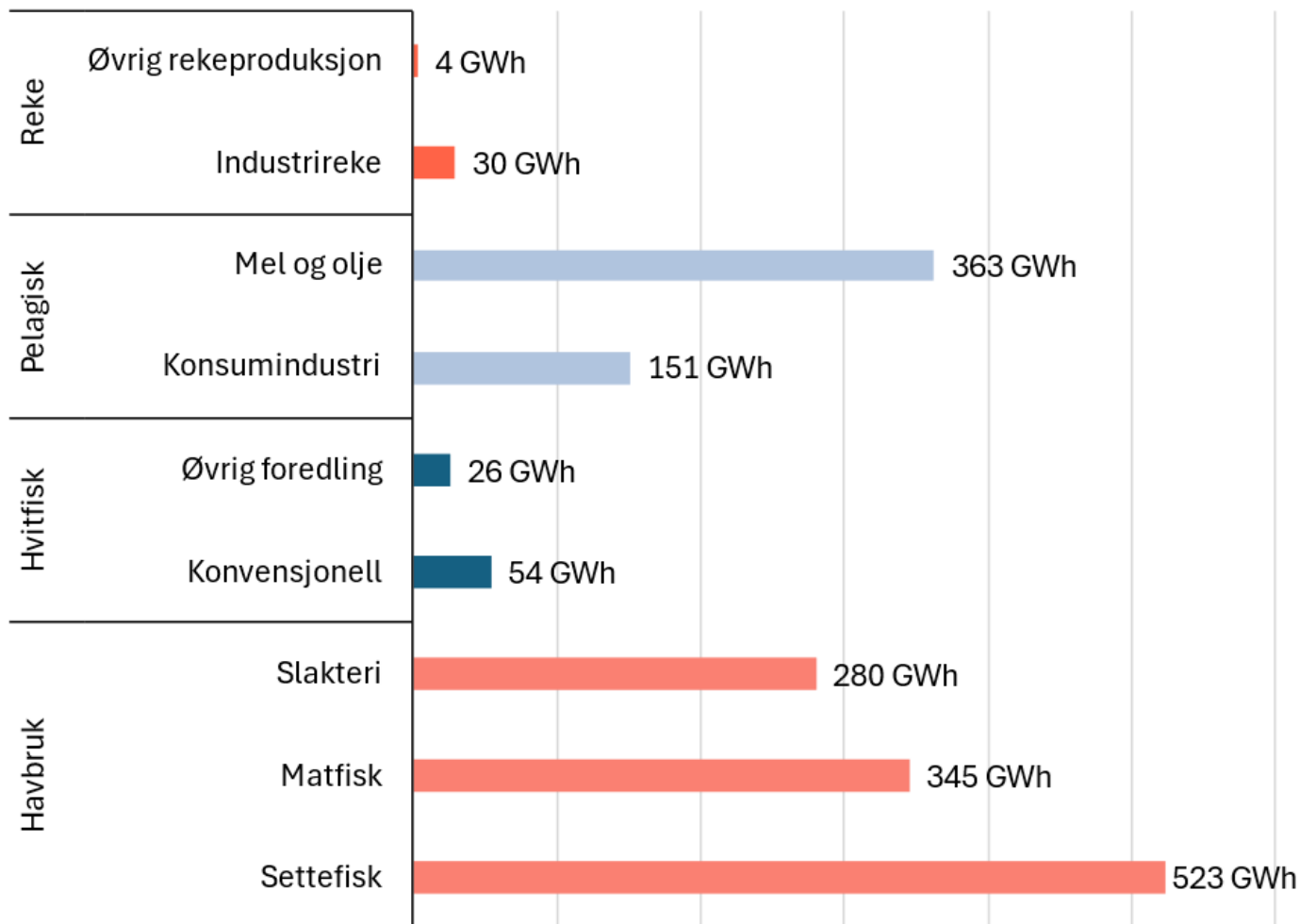


Screening av tiltak
 Gjennomgang av befarringsrapporter
 Samtaler med industri og næring, befaringer
 Vurdering og beskrivelse av tiltak

Sammenstilling av kartlagte data og tiltak
 Beregning av potensialer for sektorer og tiltak
 Produksjon av veikart og faglige rapporter

HOVEDFUNN

Energibruk i næringa



Samlet forbruk

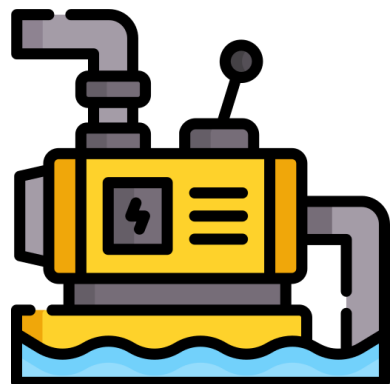
1 775
GWh

Havbruksflåten

2 256
GWh

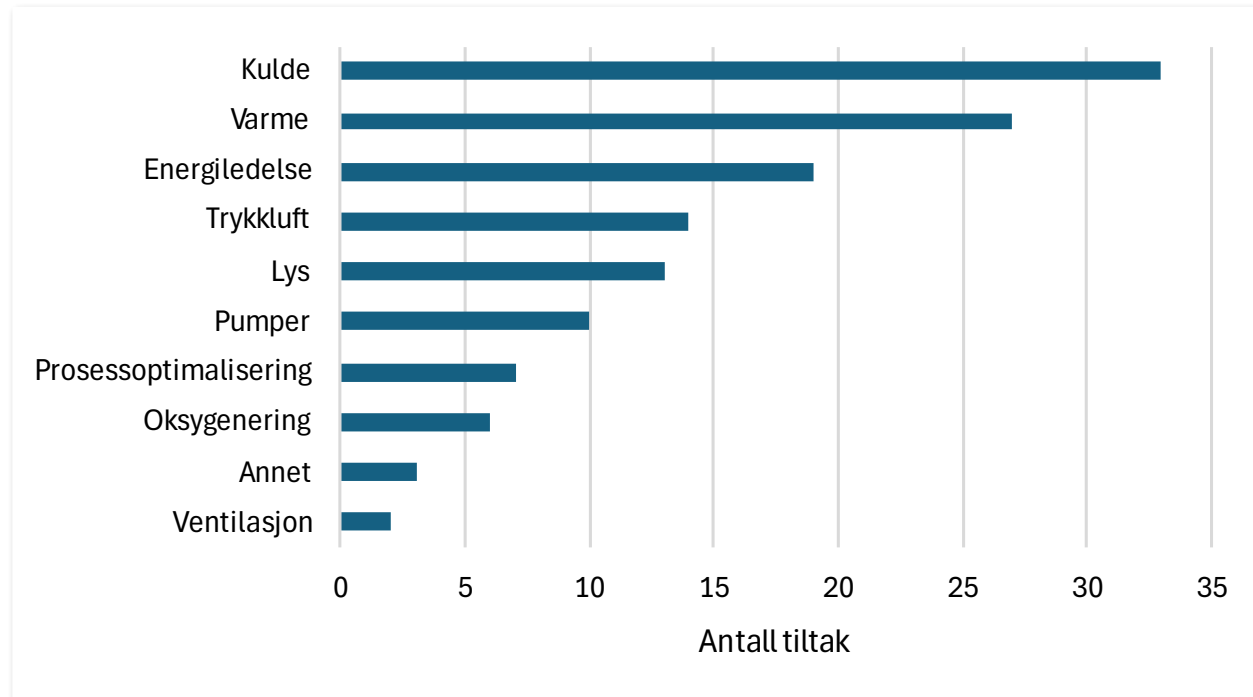
- Referanseår: 2022
- Fossile andeler
 - Settefisk: 5%
 - Matfisk: 60%
 - Slakteri: 2-3%
 - Pelagisk m&o: 85-90%
 - Industrireker: 60%
 - Havbruksflåte: >99%

Hva brukes energien til?



- **Kuldeprosesser:** kjøling, innfrysing, tining, ismaskiner, fryse/kjølelagring
- **Varme:** vaskevann, tining, temperaturregulering i vann, oppvarming av lokaler, ventilasjon, tørking, dampproduksjon, koking
- **Maskineri og annet:** pumping av vann og fisk, drift av store vifter, trykkluftsystemer, lys
- **Fartøy:** fremdrift, aktiviteter

Tiltak



- Fokusert på de store energipostene
- I underkant av 600 tiltak screenet, 100-150 unike
- Vi har gjort utvalg på 2 til 3 for hver undersektor
- Gjennomgang av befaringsrapporter viser at «mye går igjen»
- Innovativ teknologi vs lavt-hengende frukter
- Kostnadsbilde

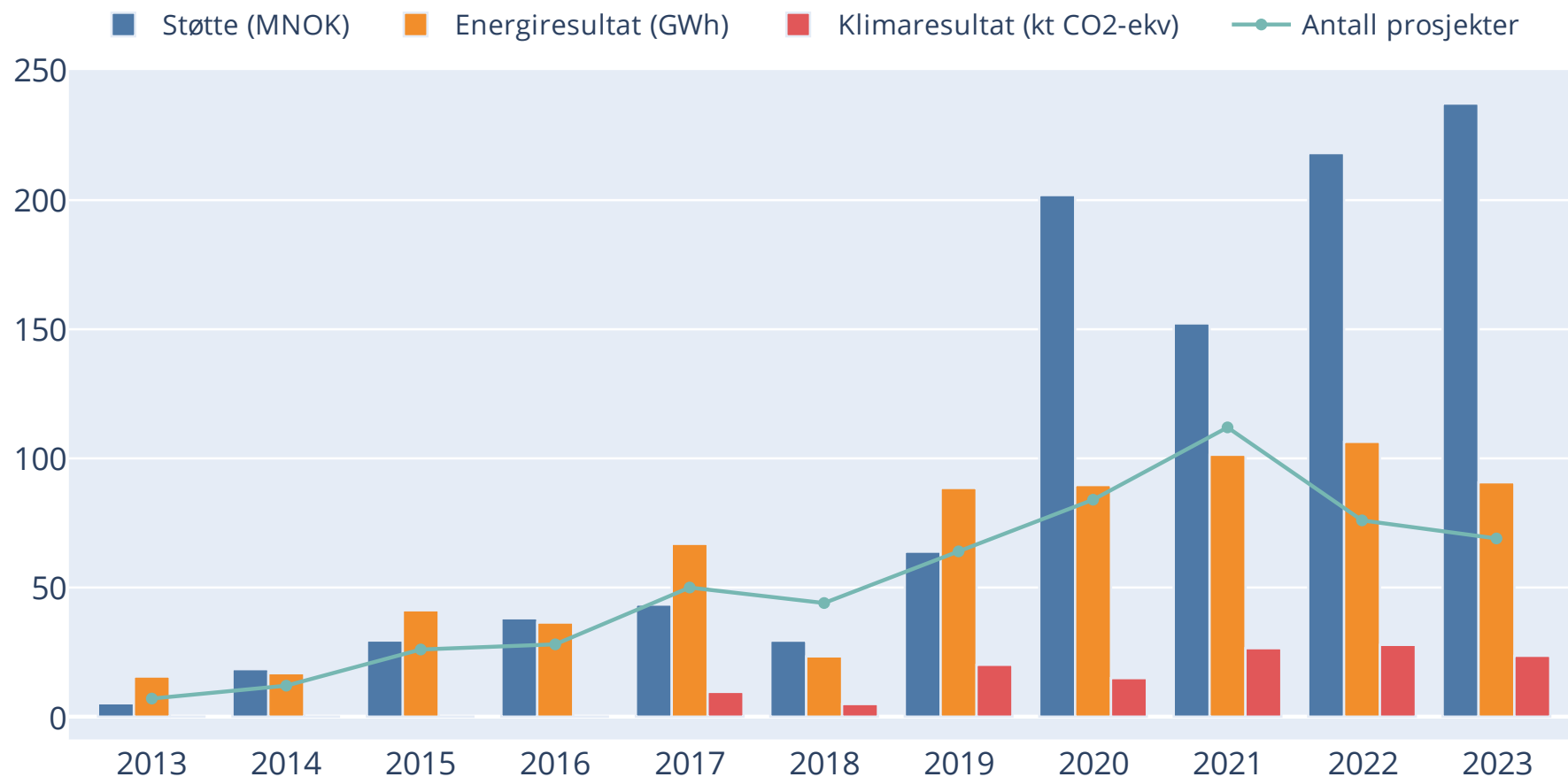
Potensial for effektivisering

Sektor	Segment	Potensial energireduksjon%	
		%	GWh
Havbruk	Settefisk	10%	52
Havbruk	Matfisk	18-20%	62-69
Havbruk	Slakteri	13%	36
<i>Havbruk</i>	<i>Flåte</i>	52%	1173
Hvitfisk	Konvensjonell	8%+	4
Hvitfisk	Øvrig foredling	20%+	5
Pelagisk	Konsumindustri	12-15%	18-20
Pelagisk	Mel og olje	17-39%	60-140
Reke	Industrireke	16%+	5
Reke	Øvrig rekeproduksjon	~	

242-331 GWh

TIDLIGERE INITIATIVER

Tidligere initiativer



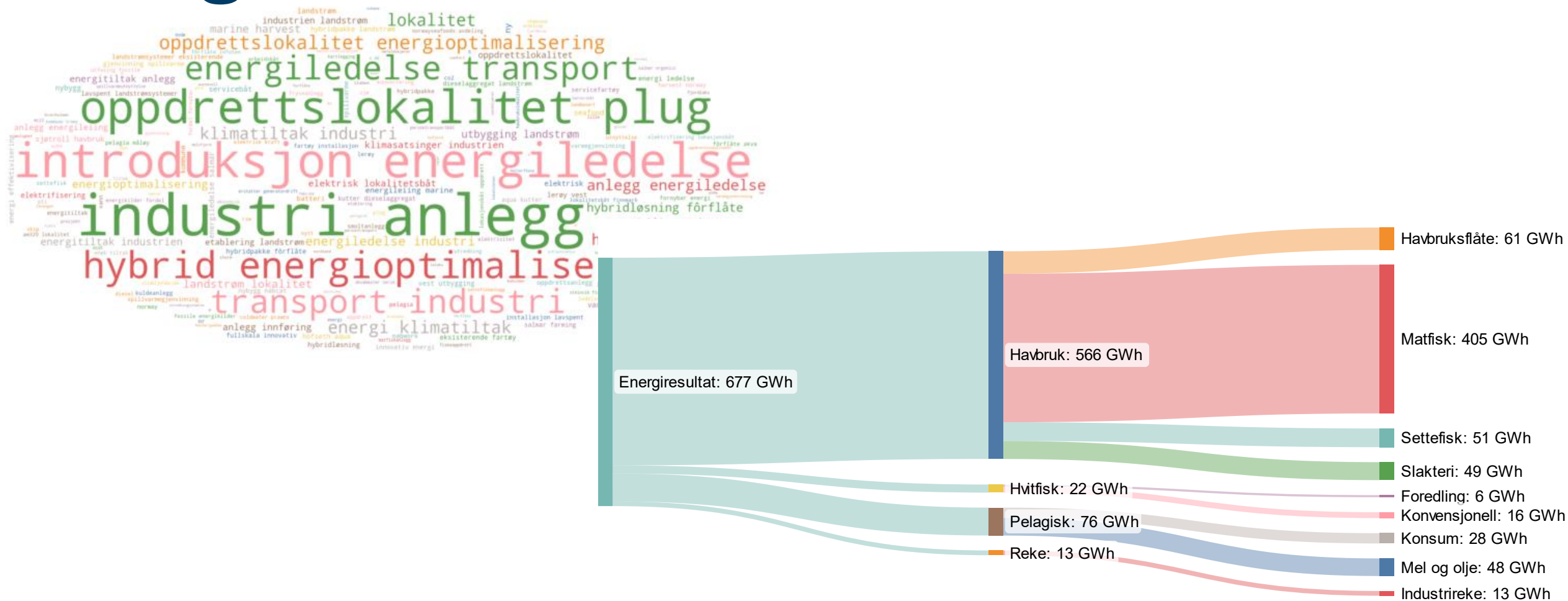
Økende antall energiprojekter, fra under 10 til over 100 per år

Tidligere initiativer

Undersektor	Antall prosjekter	Total støtte (MNOK)	Energireduksjon per prosjekt (GWh)	Utslippsreduksjon per prosjekt (tonn CO2-ekv)
Havbruk - Matfisk	328	525	1,24	305
Havbruk - Fartøy	96	345	0,63	169
Havbruk - Slakteri	39	50	1,25	165
Havbruk - Settefisk	35	45	1,46	123
Pelagisk - Konsum	20	27	1,41	222
Pelagisk - Mel og olje	12	16	4,00	518
Hvitfisk - Foredling	18	6.5	0,34	12
Hvitfisk - Konvensjonell	15	9	1,07	275
Reke - Industrireke	9	14	1,47	223

1 milliard i Enova-støtte til 572 prosjekter i sjømatnæringen,
2013-2023

Tidligere initiativer



Høye forventninger til redusert energibruk, store variasjoner mellom sektorene

Barrierer og muligheter



Kraftpriser?
Kapitaltilgang?
Støtteordninger?



Grunnrenteskatt
Rensing av prosessvann
Pliktig energikartlegging

Avslutningsvis

- 1 775 GWh + 2 256 GWh (havbruksflåte)
- 13-19% (242-331 GWh) kan reduseres gjennom prosess-spesifikke tiltak
- Stor økning i satsninger på energi de siste årene
- Antar at det fortsatt er mange 'lavthengende frukter' å plukke ned

- Store tall og usikkerheter
- Deling av energidata



Takk for oppmerksomheten!



eirik.starheim.svendsen@sintef.no

Finansiert av:



PEIS – Resultater fra hvitfisk og reke-sektoren

Tom Ståle Nordtvedt
Seniorforsker SINTEF Ocean
Bergen 16.01.2025





SINTEF

Agenda

Dette arbeidet har sett på energieffektivisering i hvitfisk- og rekesektoren, med mål om å redusere energiforbruk og utslipp i sjømatnæringen. Vil presentere dagens energistatus og forslag til energieffektiviseringstiltak.

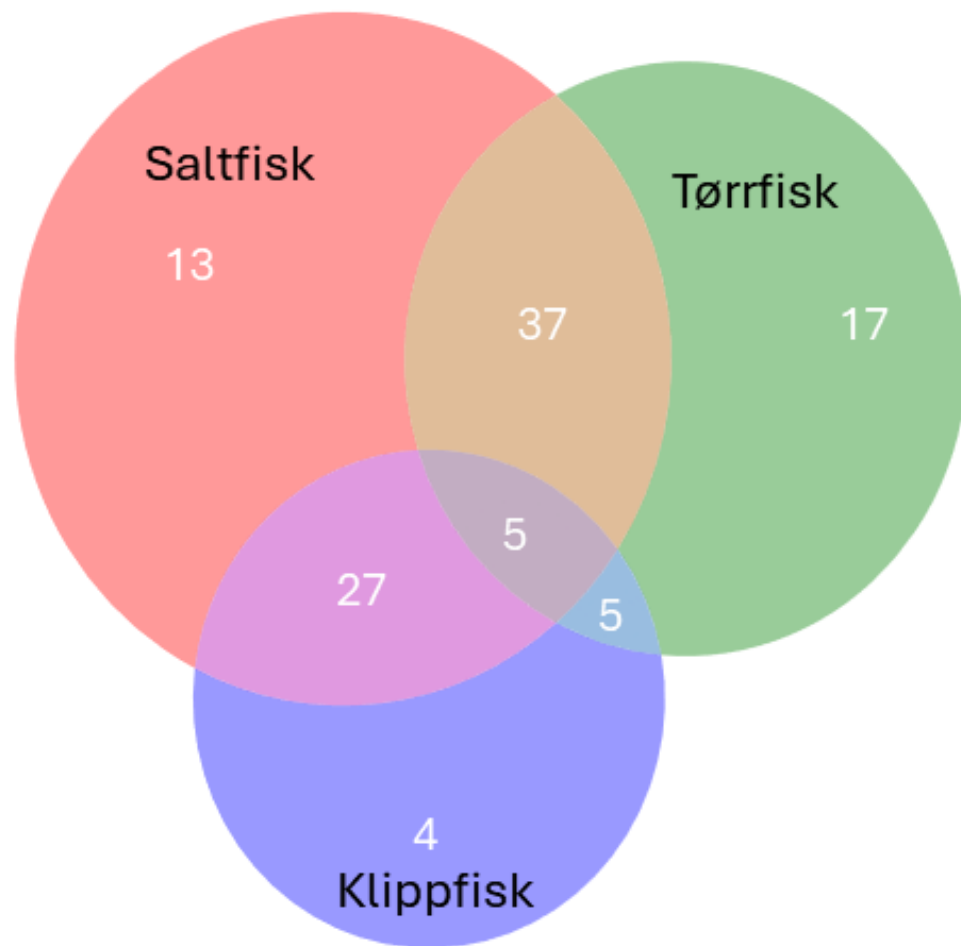
- Konvensjonell – saltfisk, tørrfisk og klippfisk
- Foredling
- Reke





SINTEF

Oversikt over antall anlegg i konvensjonell sektor

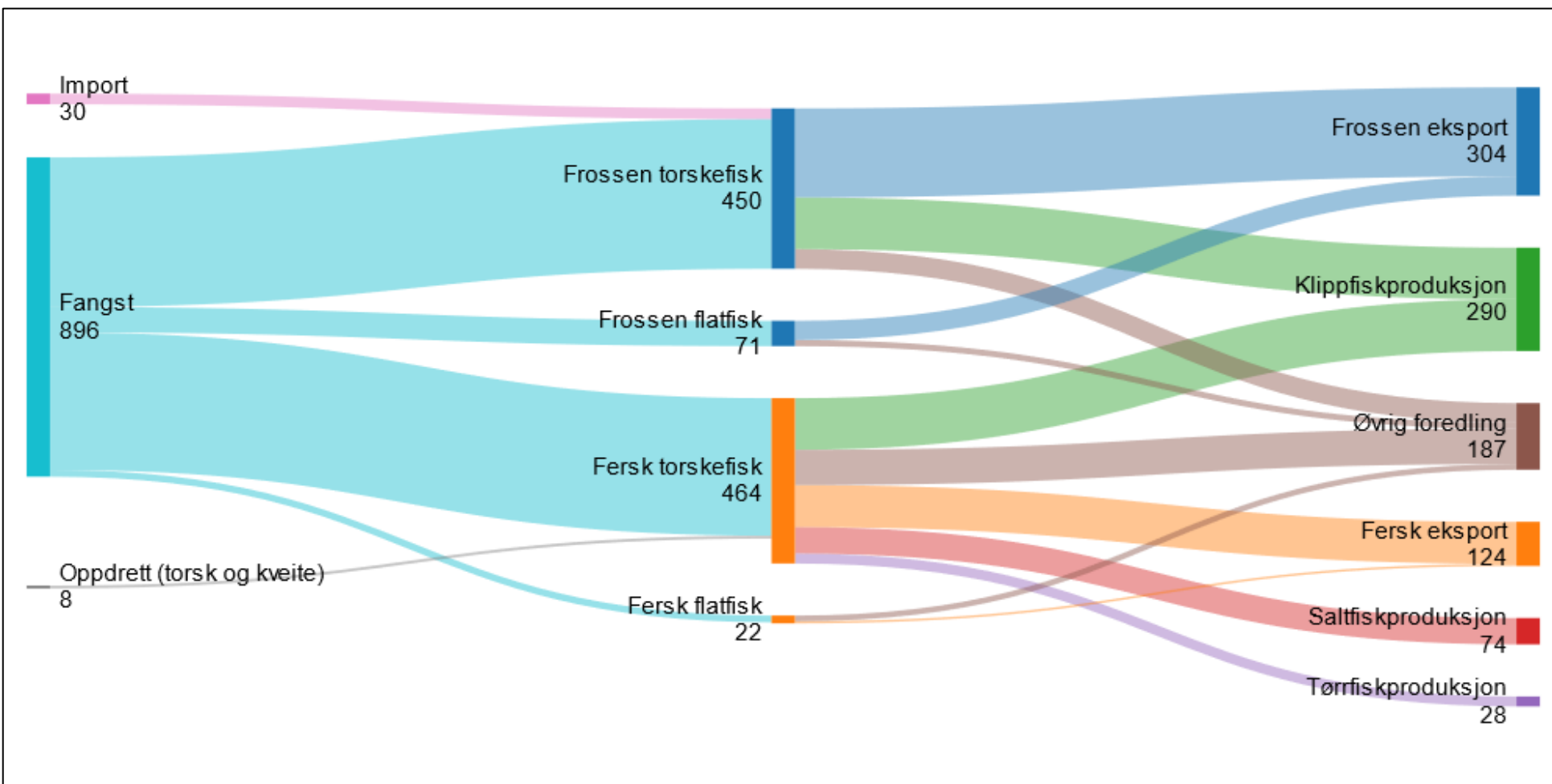


Figuren viser at det er 82 anlegg som har godkjenning for saltfiskproduksjon, 64 tørrfisk og 41 klippfisk, men at det kun er fem anlegg som har godkjenning for alle produksjonsformene. Videre er det 27 anlegg som produserer både saltfisk og klippfisk, mens det er 13 anlegg som kun produserer saltfisk («salterier») og 4 anlegg som kun produserer klippfisk. Tørrfisk produseres på mange av anleggene, mens det er 17 anlegg som oppgir å kun produsere tørrfisk.



SINTEF

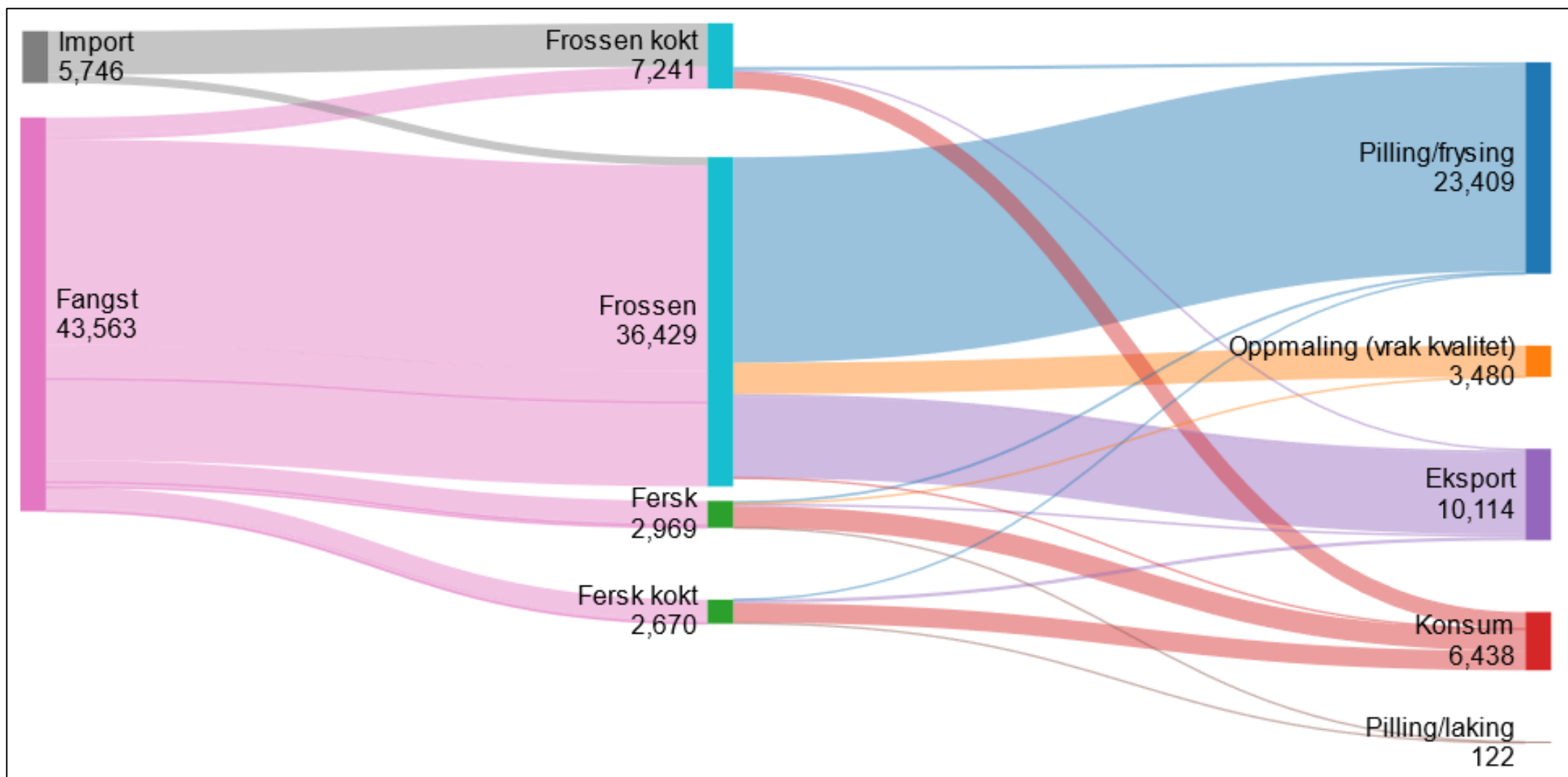
Massebalanse for torskefisk og flatfisk/annen bunnfisk





SINTEF

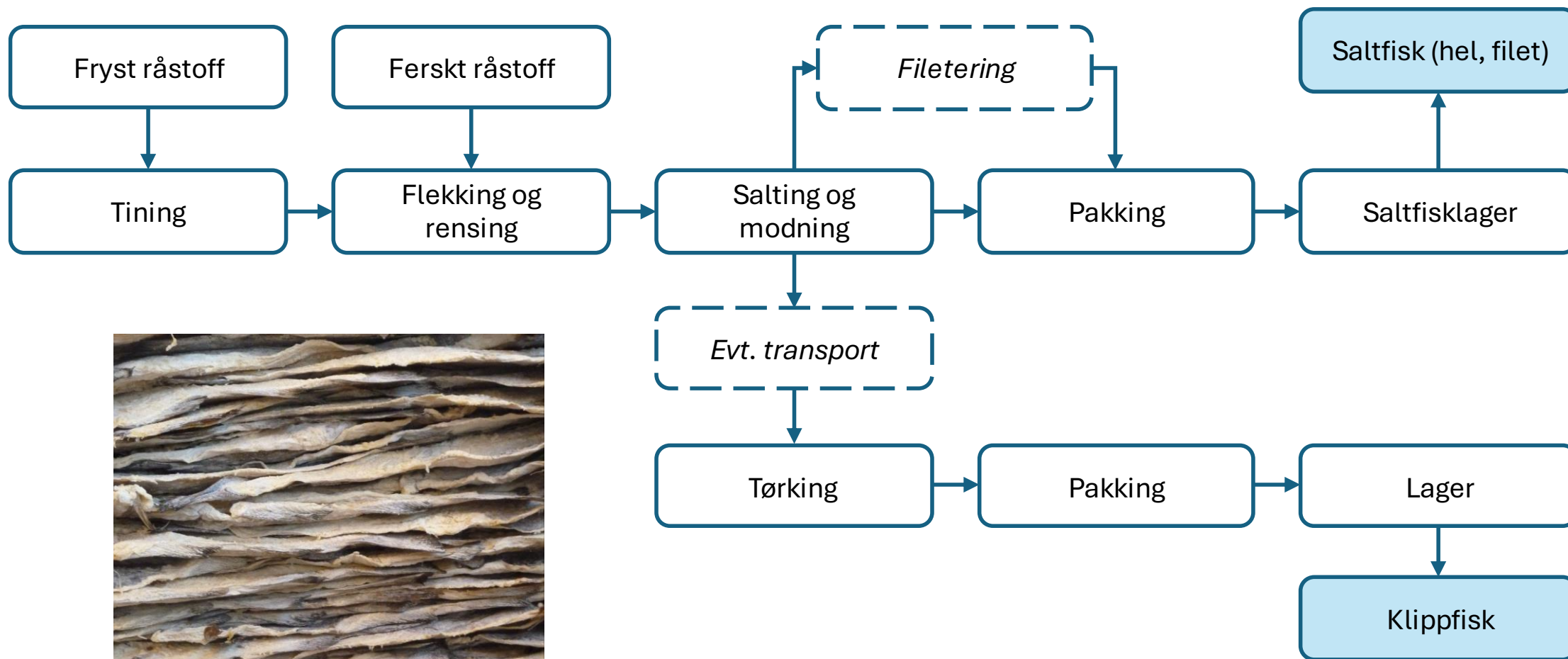
Massebalanse for dypvannsreke





SINTEF

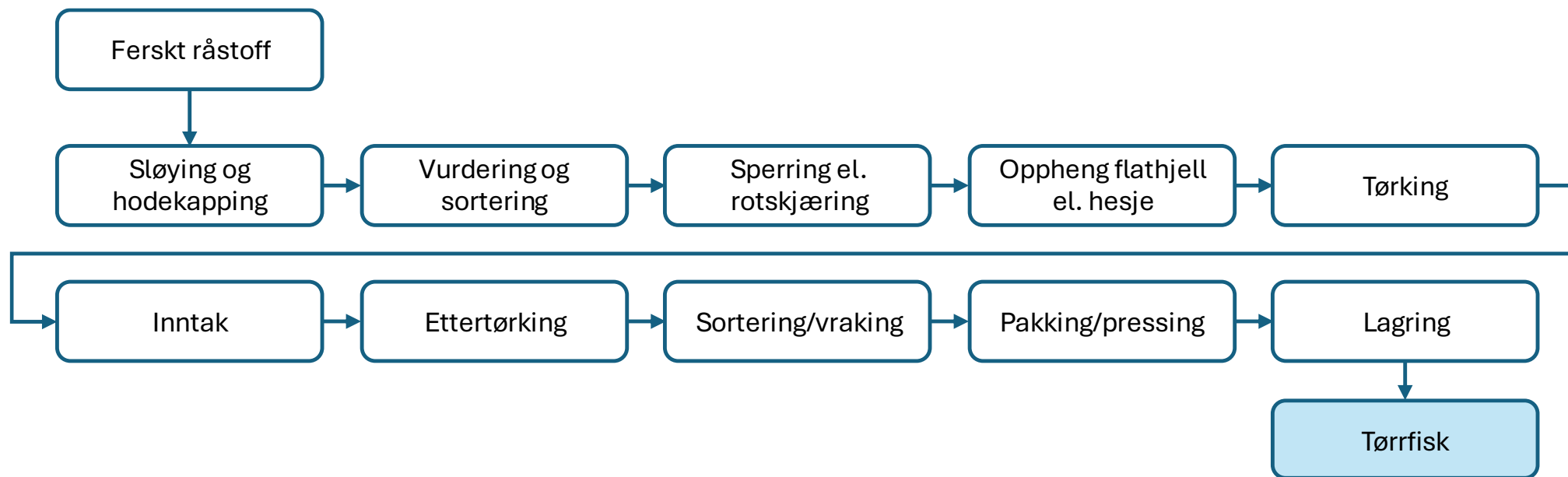
Produksjonsflyt for salt og klippfisk





SINTEF

Produksjonsflyt for tørrfisk





SINTEF

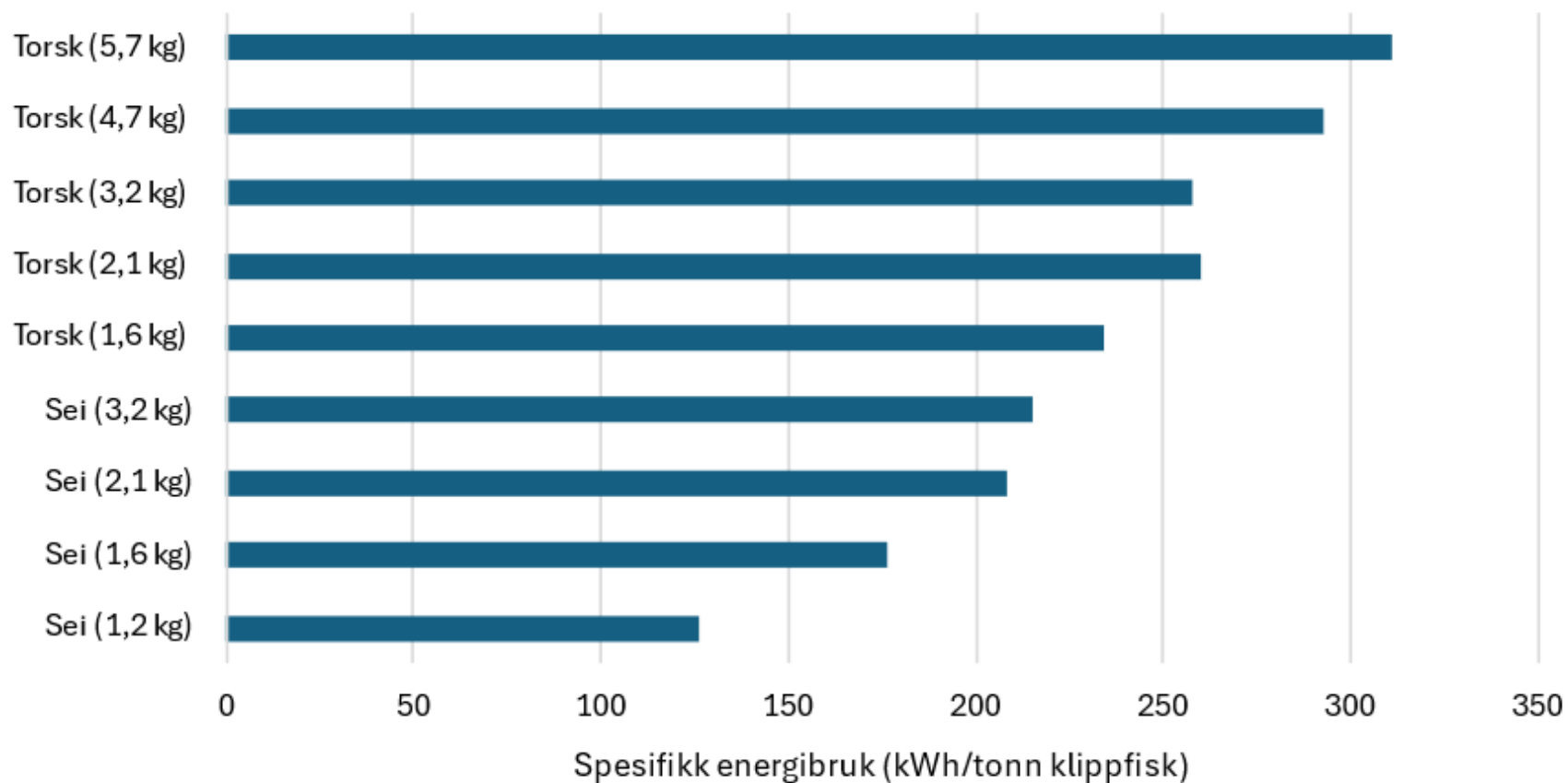
Energibruk for tørr-, salt- og klippfisk

Produkt	Tilført råstoff (tusen tonn)	Eksportvolum 2022 (tusen tonn)	Spesifikk energibruk (kWh/tonn råstoff)	Årlig energibruk (GWh)
Klippfisk	290	85	89-206	26-60
Saltfisk	74	29	33-133	3-10
Tørrfisk	28	3,8	33-293	1 -8



SINTEF

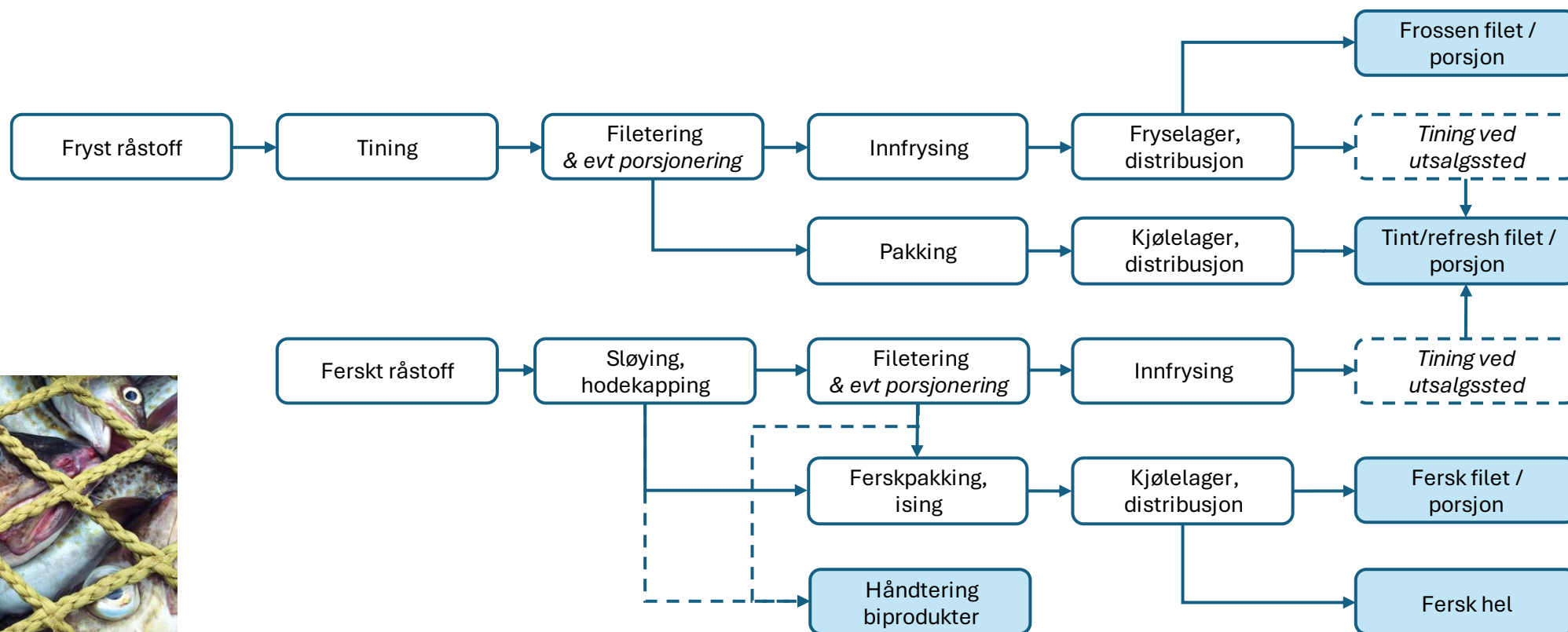
Effektiviseringstiltak for tørker





SINTEF

Produksjonsflyt for foredling av hvitfisk





SINTEF

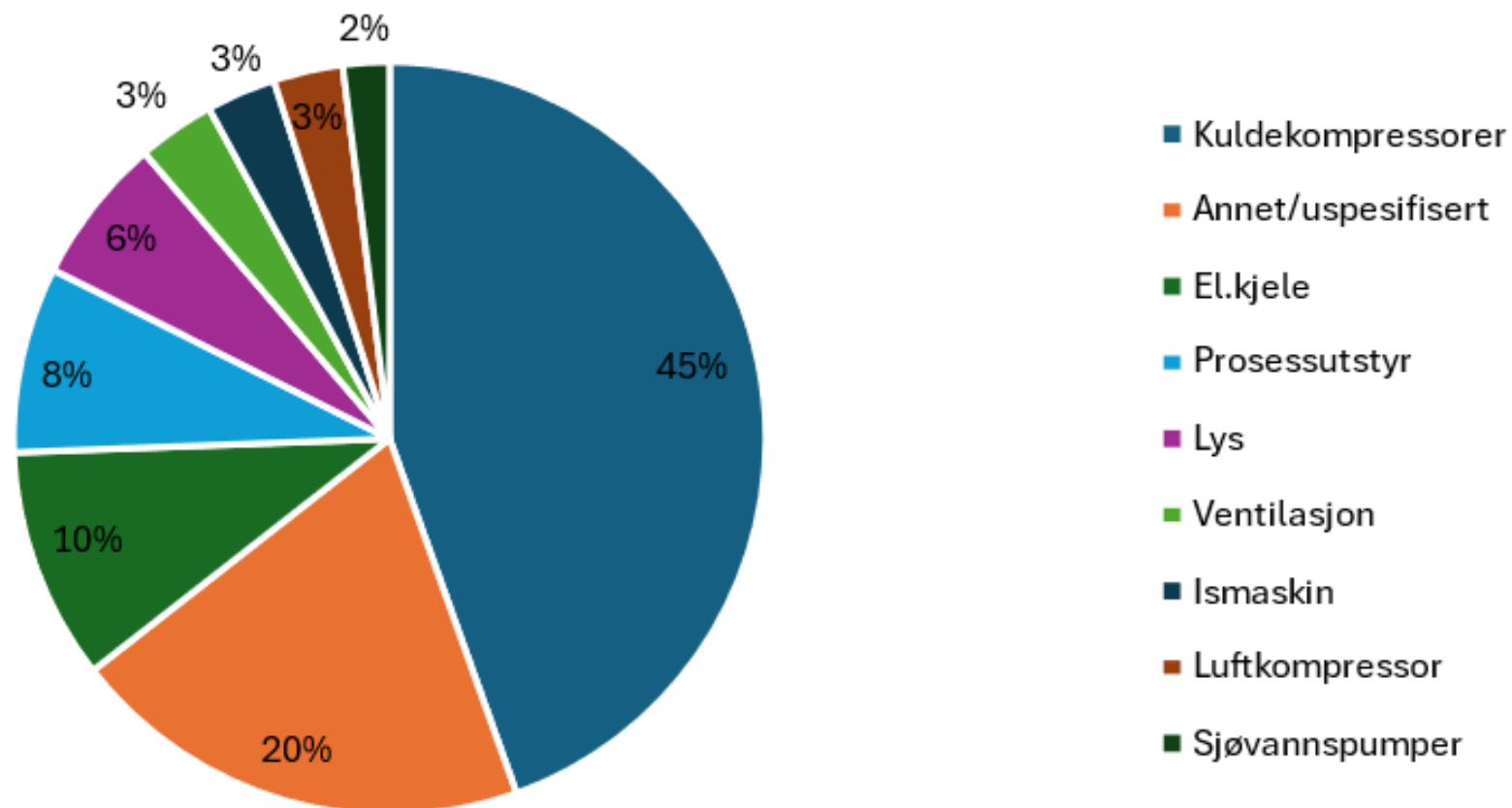
Energibruk ved foredlingsanlegg

	Tilført råstoff (tusen tonn)	Spesifikk energibruk (kWh/tonn råstoff)	Årlig energibruk (GWh)
Foredling, frossen	61	143 – 407	9-25
Foredling, fersk	124	52 - 133	7-17
Frossen eksport	304	17-34	5-10
Fersk eksport	125	36-46	5-6



SINTEF

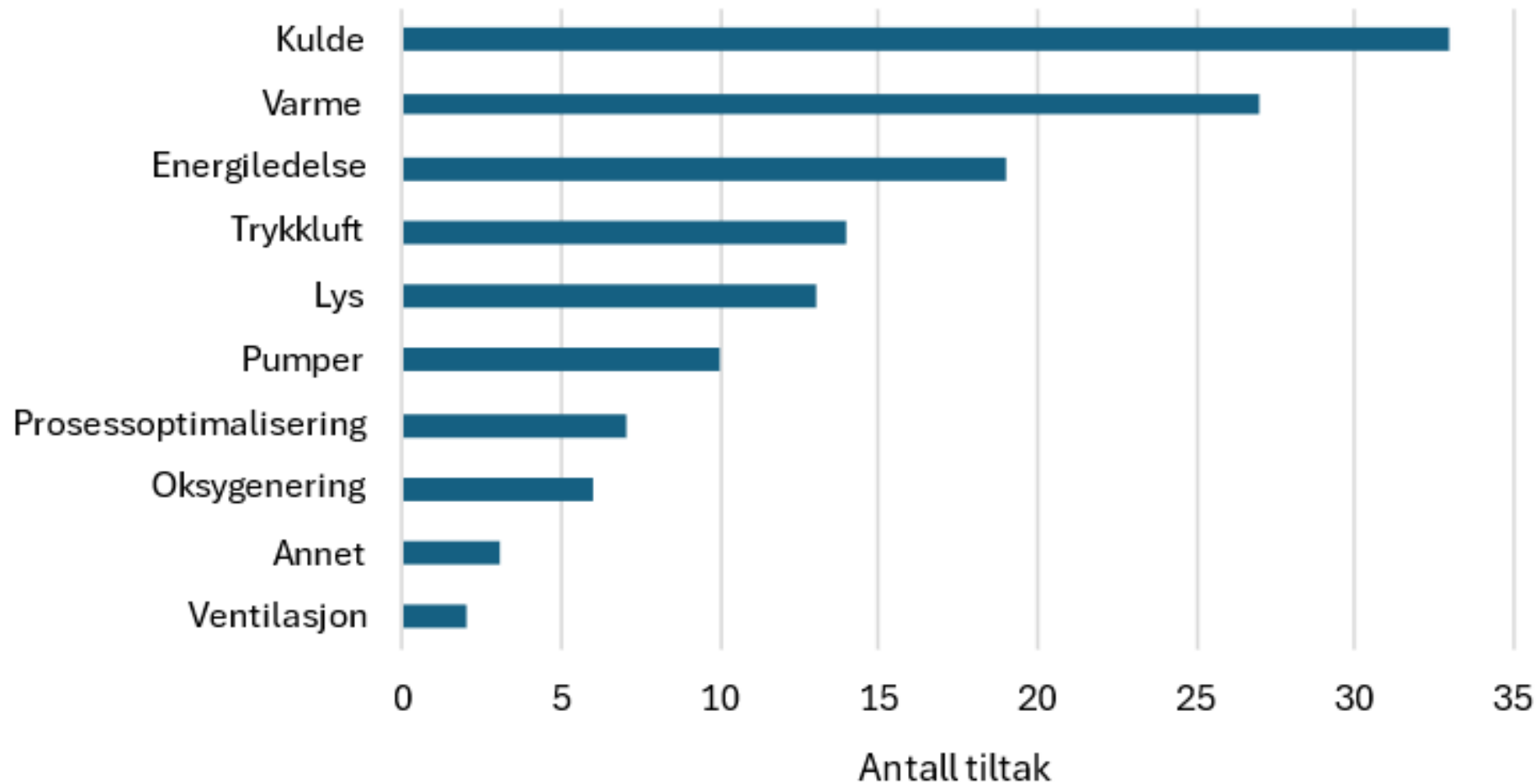
Fordeling av energibruk ved et foredlingsanlegg





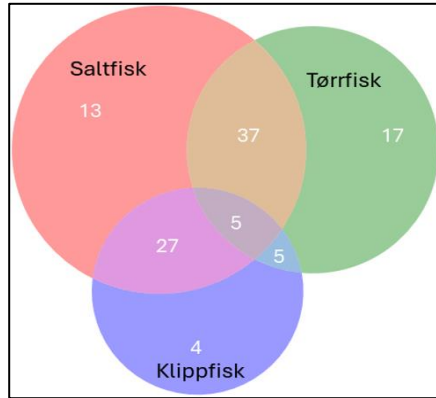
SINTEF

Effektiviseringstiltak





Hvitfisk



Produkt	Tilført råstoff (tusen tonn)	Eksportvolum 2022 (tusen tonn)	Spesifikk energibruk (kWh/tonn råstoff)	Årlig energibruk (GWh)
Klippfisk	290	85	89-206	26-60
Saltfisk	74	29	33-133	3-10
Tørrfisk	28	3,8	33-293	1-8

	Tilført råstoff (tusen tonn)	Spesifikk energibruk (kWh/tonn råstoff)	Årlig energibruk (GWh)
Foredling, frossen	61	143 – 407	9-25
Foredling, fersk	124	52 - 133	7-17
Frossen eksport	304	17-34	5-10
Fersk eksport	125	36-46	5-6



Konvensjonell – 54 GWh

- Tørking i produksjon av klippfisk er den mest energiintensive operasjonen
- Saltfisk og tørrfiskproduksjon foregår i stor grad ved anlegg med kombidrift
- Potensial: 8%+ tilknyttet optimalisert drift av tørkere og kuldeanlegg

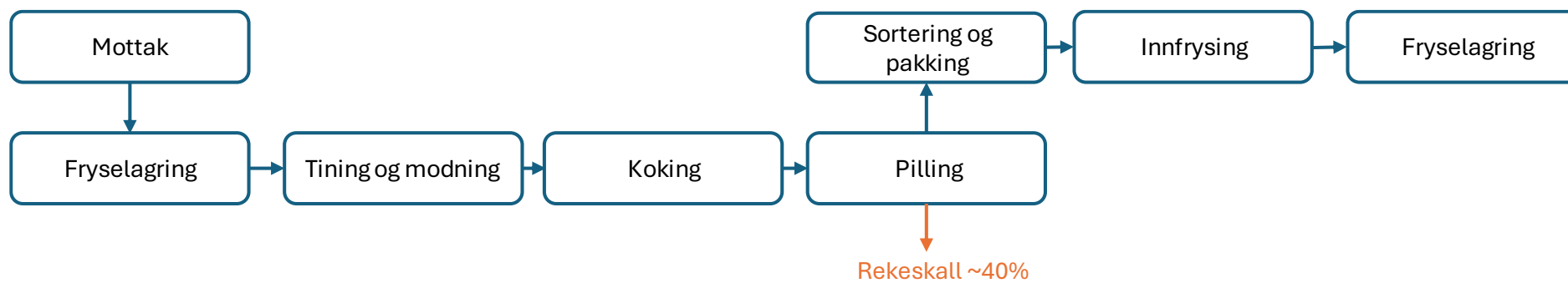
Annen foredling – 26 GWh

- Mange aktører, varierende produksjonsformer ved anleggene
- Høy variasjon i kartlagt SEC
- Energikrevende prosesser er hovedsakelig tilknyttet kuldeanlegg og fryseri, ismaskiner, kjøling, oppvarming av vann
- Potensial: 20%+, optimalisert drift og design av kuldeanlegg og fryseri



SINTEF

Produksjonsflyt for industrireke





SINTEF

Energibruk for rekeindustrien

	Tilført råstoff (tonn)	Spesifikk energibruk (kWh/tonn råstoff)	Årlig energibruk (GWh, MWh)
Pilling/frysing	23 409	1 210 – 1 332	28-31 GWh
Frossen eksport	10 114	17 - 34	172-343 MWh
Konsum			
Frossen kokt	1 861	17 - 34	32-63 MWh
Fersk	2 414	1 059 - 1 361	2,6-3 GWh
Fersk kokt	2 163	15 - 30	32-65 MWh
Pilling/laking	122	52 - 97	6-12 MWh
Oppmaling	3 480	17 - 34	59-118 MWh

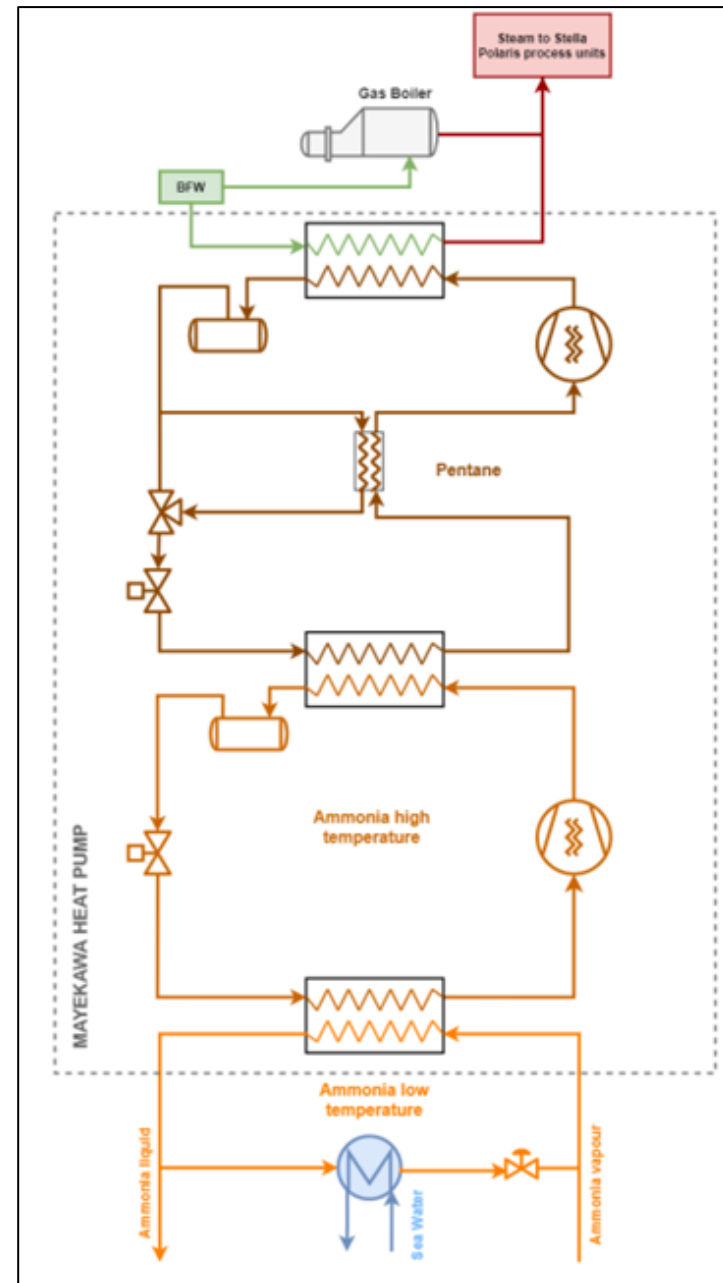


SINTEF

Effektiviseringstiltak reke



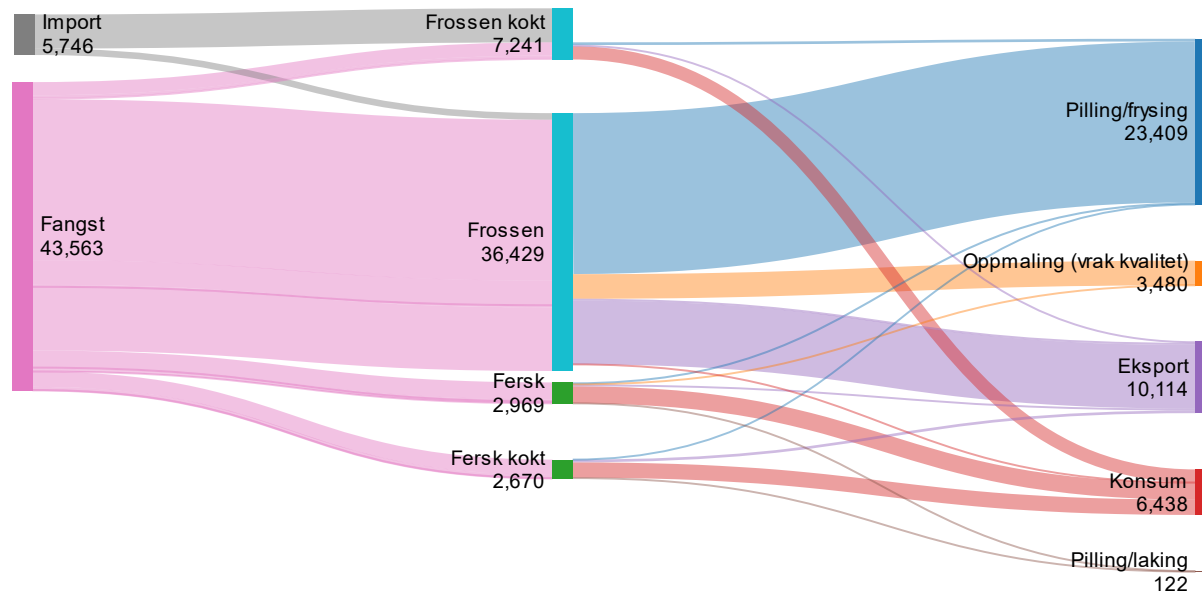
Figuren viser prinsippskisse for Høytemperatur-varmepumpe system i kaskade for å utnytte overskuddsvarme fra kuldeanlegg til damp for koking av reker, basert på pentan og ammoniakk.





Samlet energibruk: 31-35 GWh

- Vi har sett på energibruk tilknyttet ulike produksjonsformer
- Sektoren domineres av industrireker (2 aktører) og ferskproduksjon på råreker (2 aktører)
- Potensial: 16% for industrireker ved å bytte ut gasskjel med HTHP og optimalisering av fryseri



	Tilført råstoff (tonn)	Spesifikk energibruk (kWh/tonn råstoff)	Årlig energibruk (GWh, MWh)
Pilling/frysing	23 409	1 210 – 1 332	28-31 GWh
Frossen eksport	10 114	17 - 34	172-343 MWh
Konsum			
Frossen kukt	1 861	17 - 34	32-63 MWh
Fersk	2 414	1 059 - 1 361	2,6-3 GWh
Fersk kukt	2 163	15 - 30	32-65 MWh
Pilling/laking	122	52 - 97	6-12 MWh
Oppmaling	3 480	17 - 34	59-118 MWh



Takk for oppmerksomheten!



tom.s.nordtvedt@sintef.no

Finansiert av:



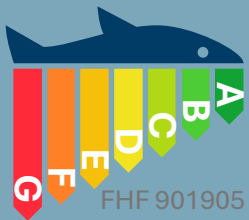
Resultater fra 'Potensialet fra energieffektivisering i sjømatnæringen'

Energieffektivisering i pelagisk sektor

Kristina N. Widell, Eirik Starheim Svendsen, SINTEF Ocean

16. jan 2025 Bergen

PEIS



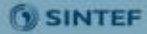
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen

FHF 901905



SINTEF

Finansiert av:



Delrapport

Veikart for energieffektivisering i pelagisk sektor

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)

Forfatter(e):

Eirik Starheim Svendsen, Kristina Norne Widell, Ole Marius Moen, Marco Bless, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Linda Einhjellen, Kristoffer Bjerkvik

Rapportnummer:

Oppdragsgiver

FHF

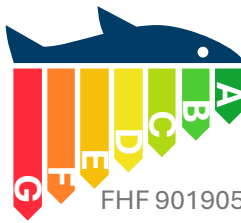
PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



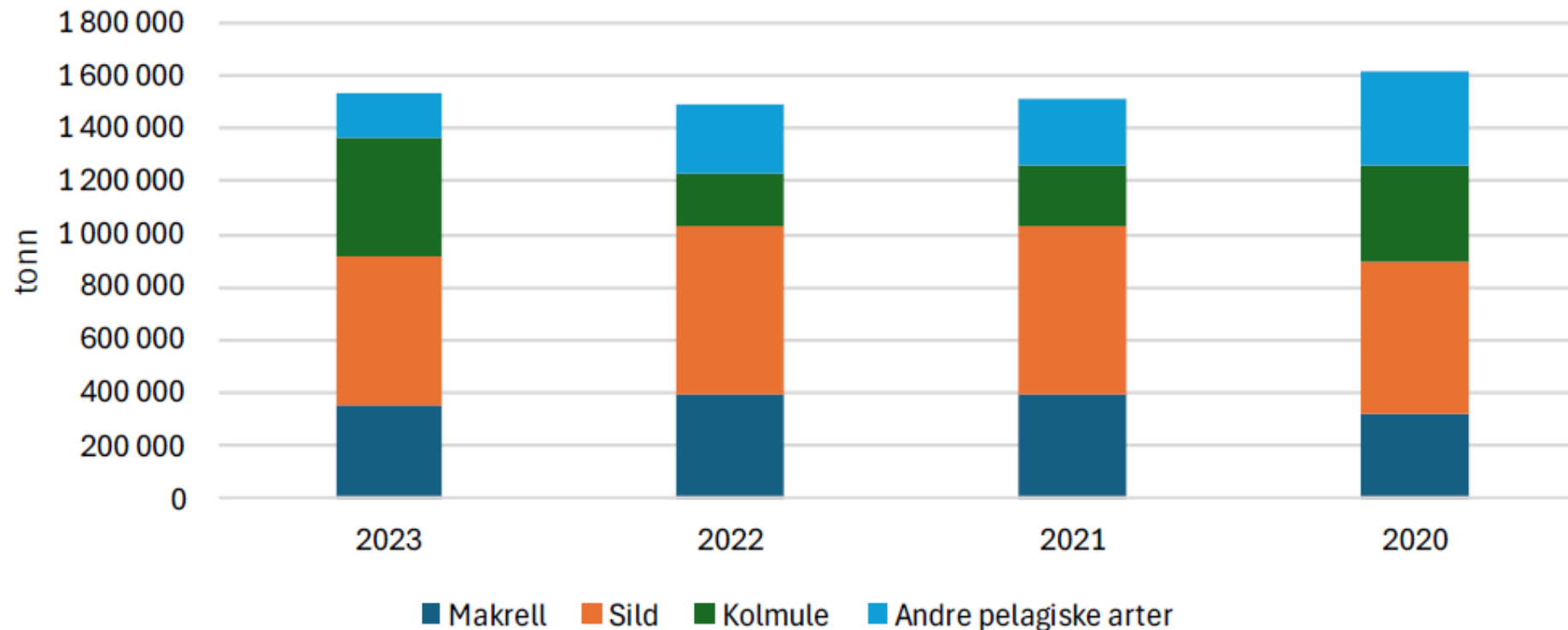
PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

Pelagisk fiske



Figur 1: Årlig fangst av pelagisk fisk siste 4 år, volum i tonn (rundvekt), basert på data fra Fiskeridirektoratet¹

Pelagisk landindustri – to hovedproduksjonsformer:

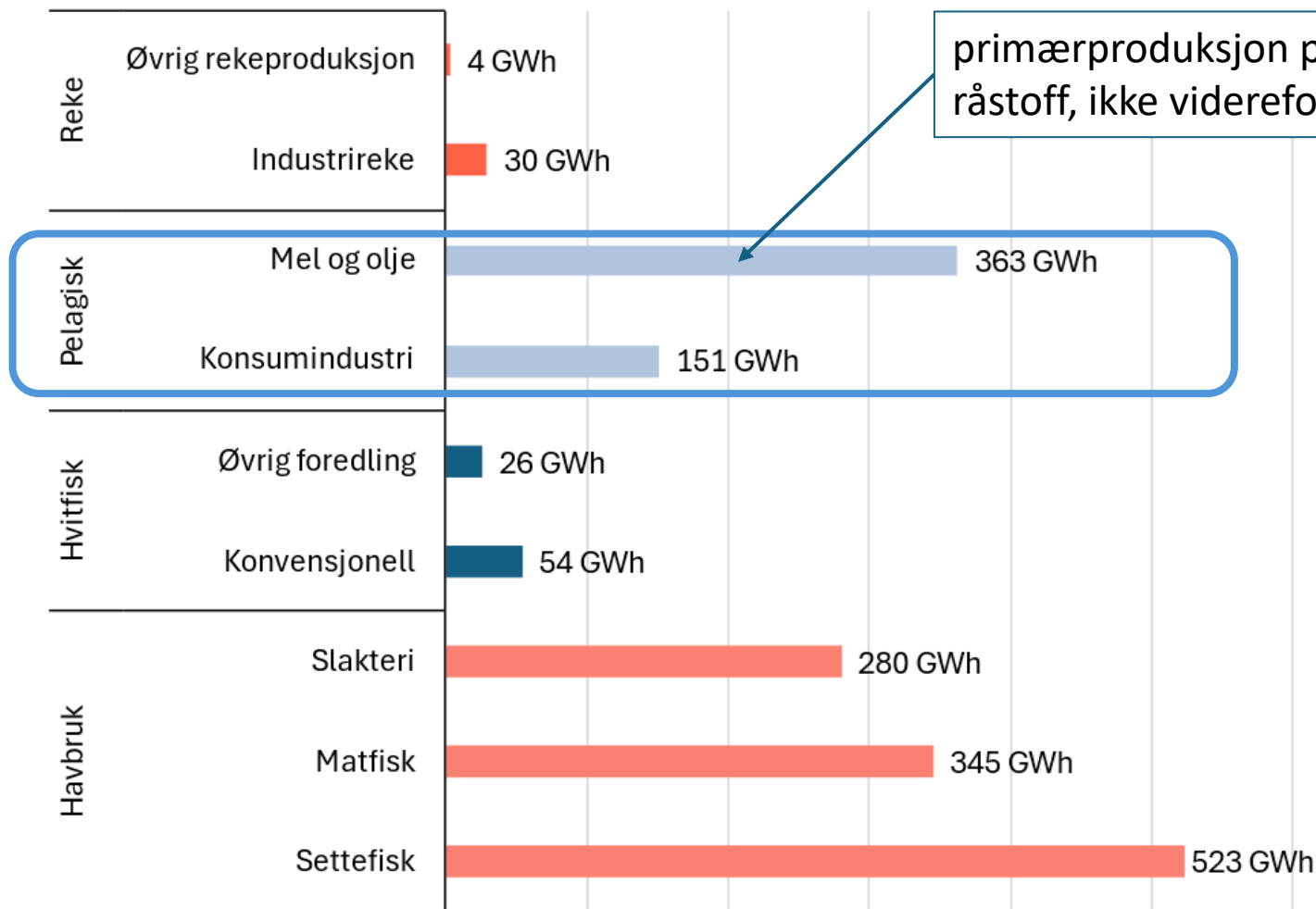
- Makrell, sild -> konsum (54–70 %)
- Kolmule, lodde -> fiskemel og fiskeolje (30–46%)

Pelagisk eksport

Tabell 1: Eksportert volum av makrell og sild siste 4 år, per produkttype, basert på eksportdata fra Norges Sjømatråd²

	2023	2022	2021	2020
Makrell (tonn)	296 563	328 515	381 561	293 379
fersk filet/hel	3%	2%	3%	3%
tilberedt	0%	0%	0%	0%
fryst hel	97%	98%	97%	97%
Sild (tonn)	239 373	292 607	350 248	317 707
fersk hel	7%	7%	7%	8%
saltet filet/hel	3%	3%	2%	3%
røykt filet/hel	0%	0%	0%	0%
tilberedt	8%	6%	5%	6%
fryst filet	52%	40%	37%	42%
fryst hel	30%	44%	47%	40%
fryst innmat	1%	1%	1%	2%

Dagens status – hele næringa

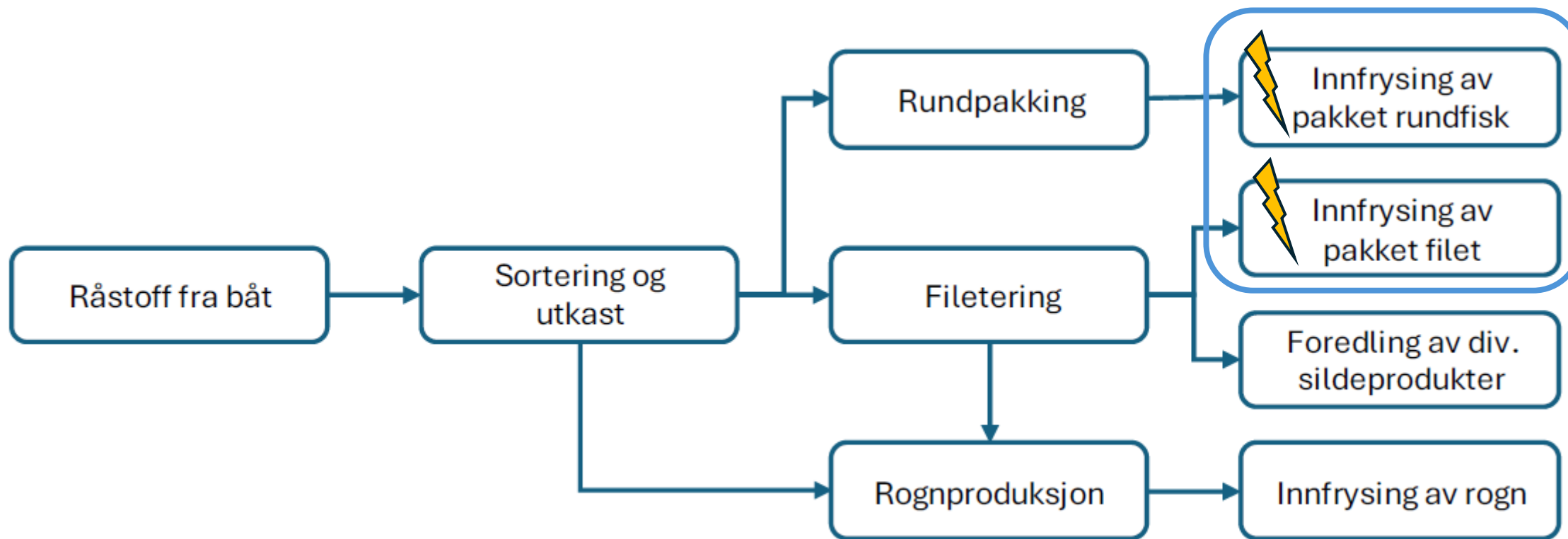


Samlet forbruk

1 775
GWh

- Referanseår 2022
- Havbruksfartøy kommer i tillegg med 2 256 GWh (~99% fossil)
- Fossile andeler
 - Settefisk: 5%
 - Matfisk: 60%
 - Slakteri: 2-3%
 - **Pelagisk m&o: 85-90%**
 - Industrireker: 60%

Konsumfiskindustri



Figur 3: Produksjonsformer i pelagisk konsumindustri

Høy innfrysingskapasitet: over 1000 tonn per døgn

Dagens status - konsum

Spesifikk energibruk

116-235

kWh/tonn råstoff

Råstofftilførsel

890 000

tonn

Samlet forbruk

151

GWh (el)

Antall anlegg
(totalt i Norge)

24

konsumanlegg

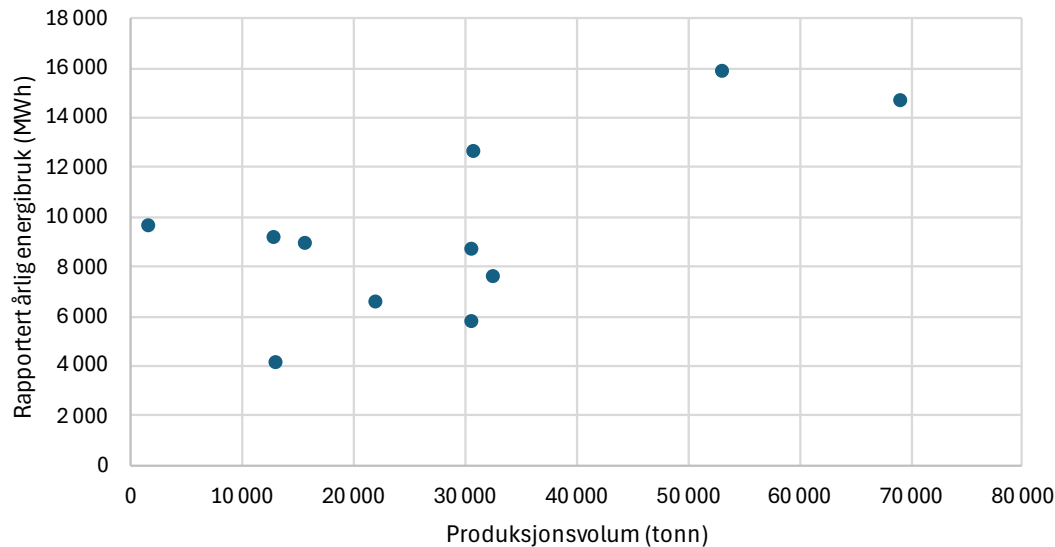


Fig.: Kartlagte verdier for energiforbruk og produksjonsforhold ved pelagiske konsumanlegg

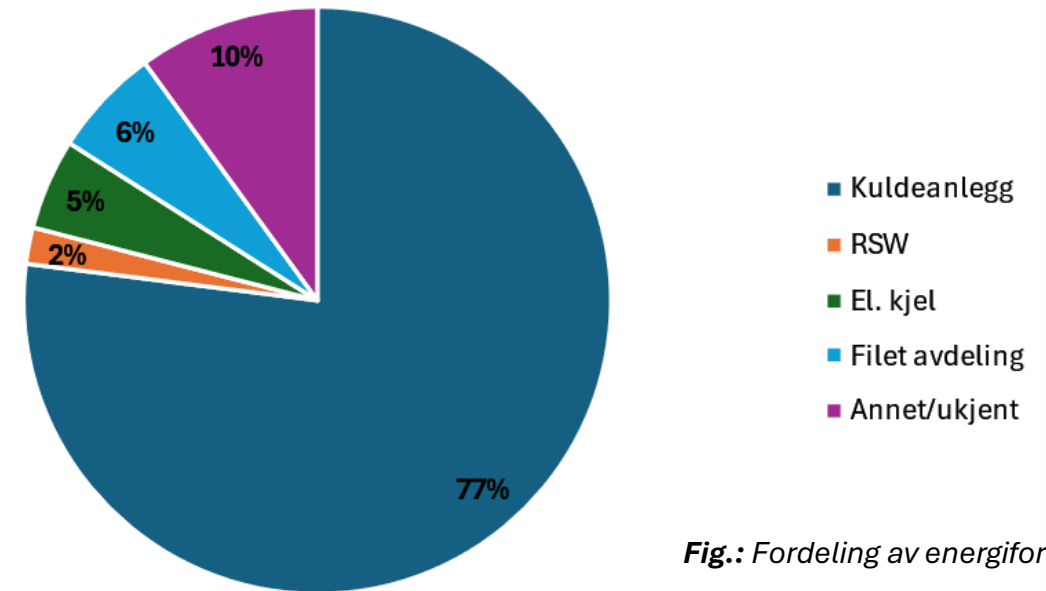
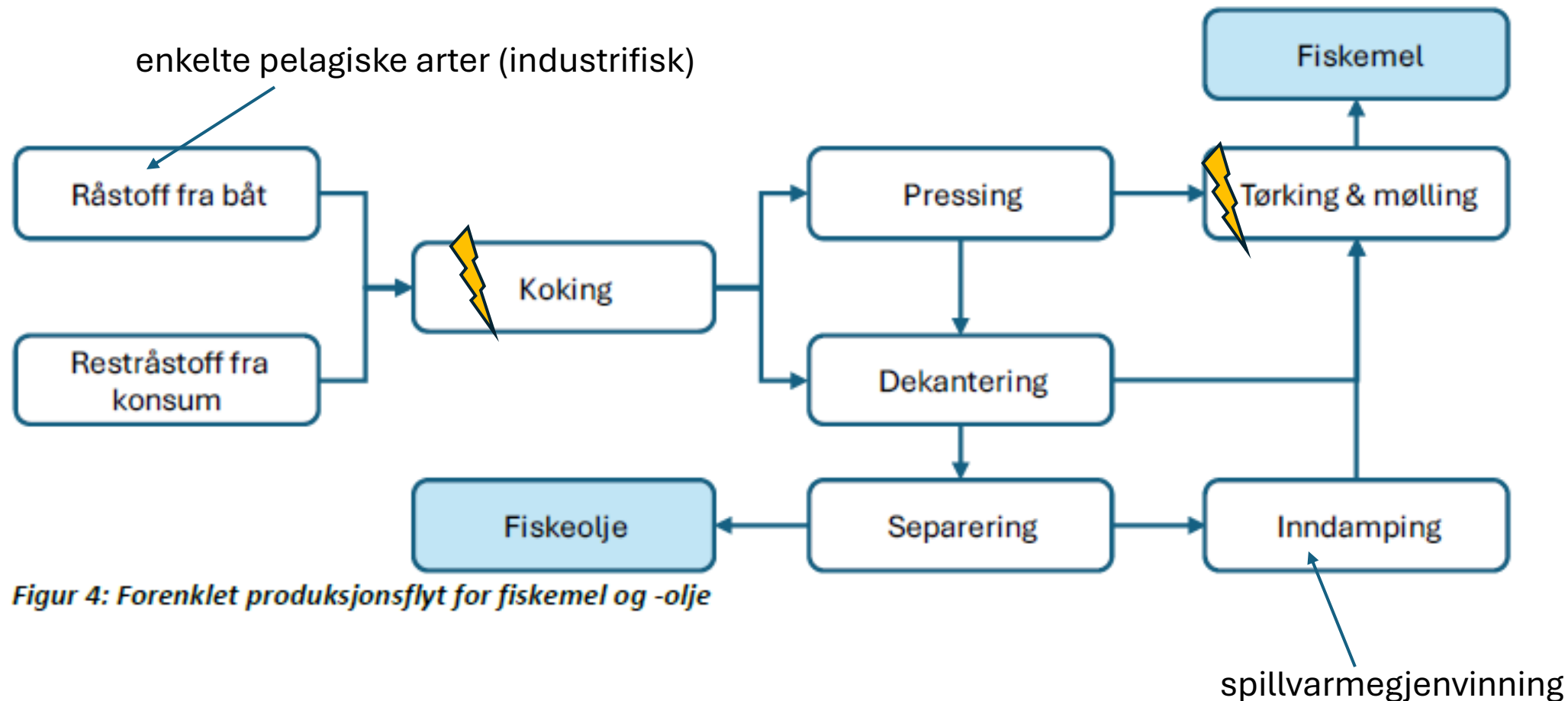


Fig.: Fordeling av energiforbruk

Fiskemel- og oljeindustri



Dagens status – Mel&Olje

Spesifikk energibruk

60 + 490

kWh/tonn råstoff

Råstofftilførsel

700 000

tonn

Samlet forbruk

363

GWh (el+fossilt)

Antall anlegg
(totalt i Norge)

9

anlegg

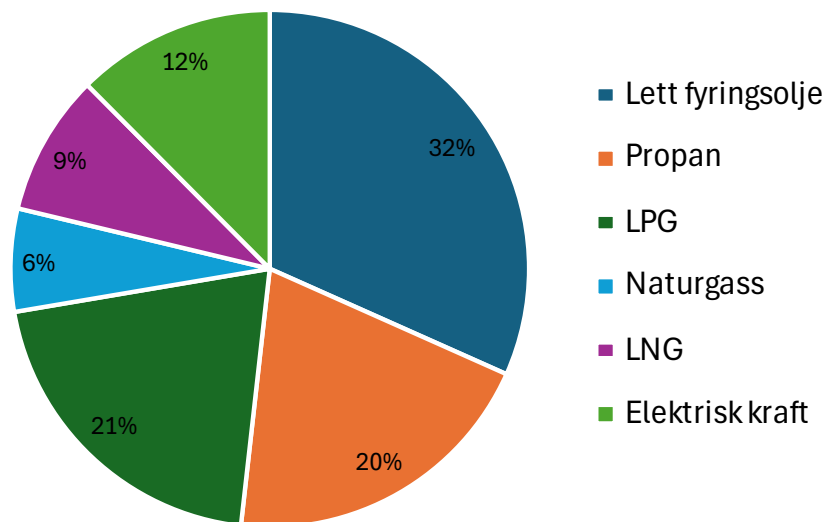
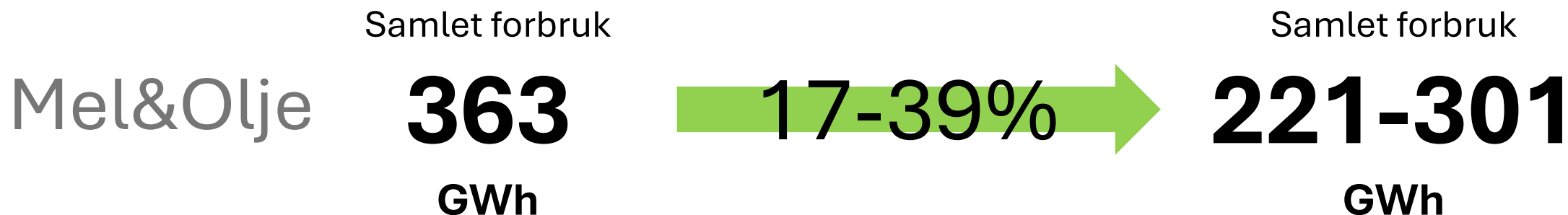
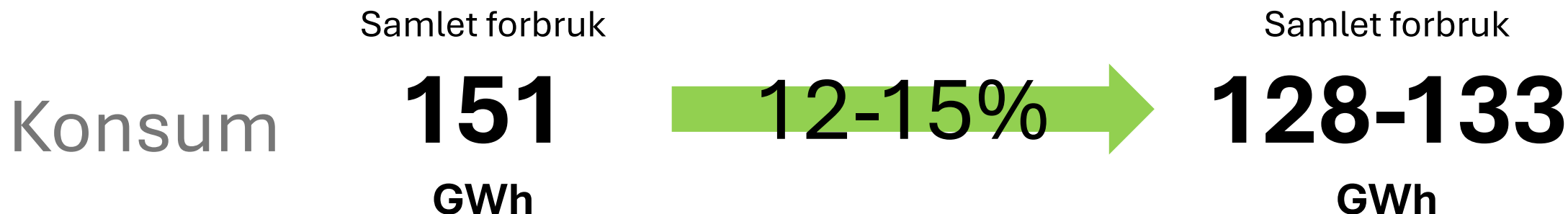


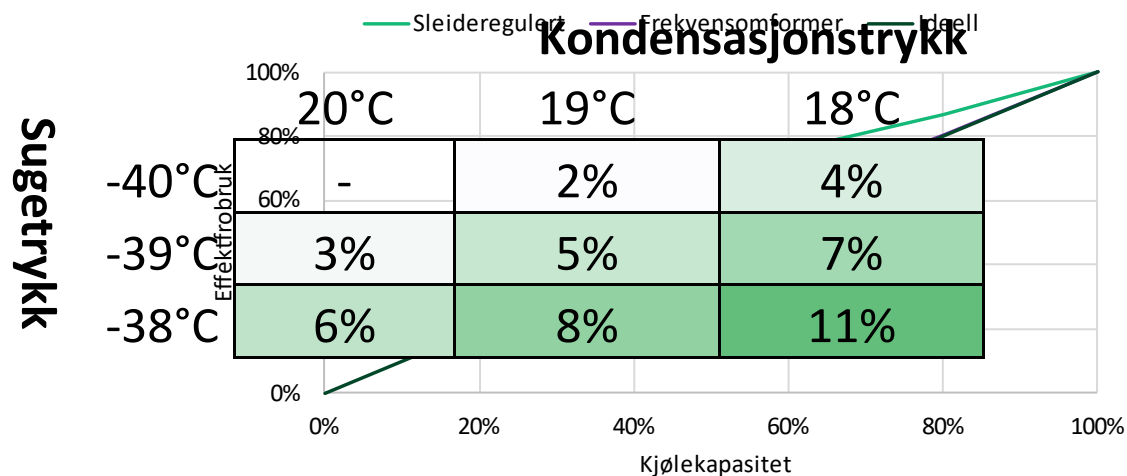
Fig.: Kartlagte verdier for energiforbruk og produksjonsforhold ved pelagiske konsumanlegg

Potensial for effektivisering

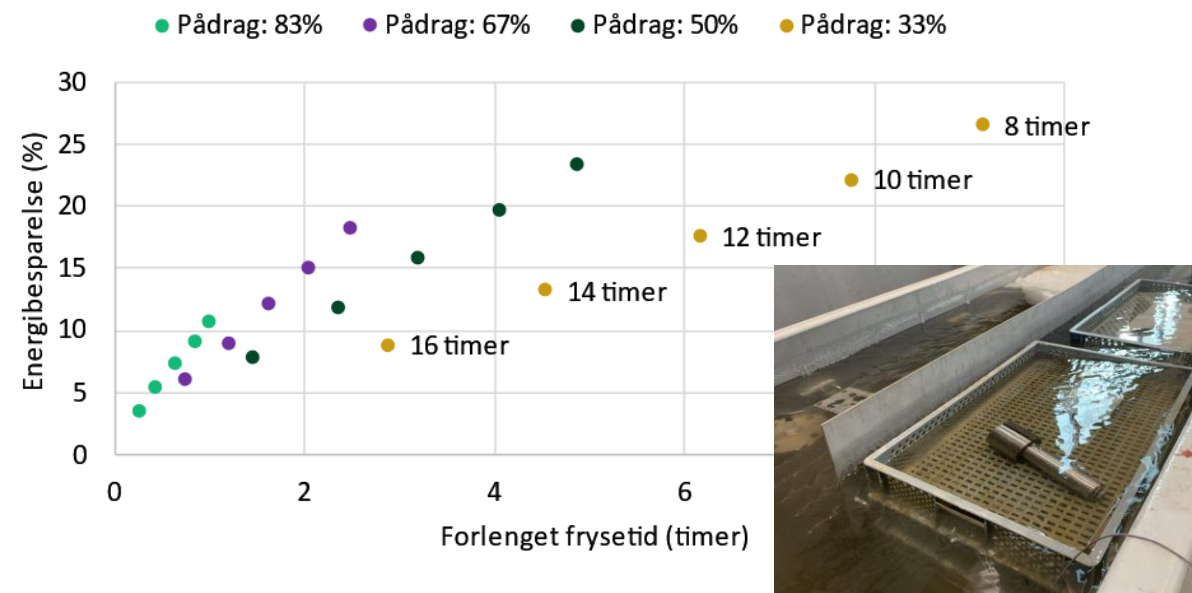


Tiltak for konsum

- **Forbedringer og optimalisering i kuldeanlegg (6-7%)**
 - Oppgradere komponenter, kompressorer (høyere COP)
 - Optimalisert trykkforhold, sugetrykk og kondenseringstrykk
 - Frekvensstyring for mer energieffektiv regulering av kompressorer og pumper
 - Jevnlig vedlikehold, redusere kuldemedielekkasjer og forbedre isolasjon på rørsystemer



- **Forbedringer i design og drift av frysetunneller (3-5%)**
 - Utforming påvirker luftstrøm (ledeskovler, dimensjoner, plassering av varer)
 - Forbedret/ny emballasje med mindre hemming av varmestrøm
 - Forbedret styring av vifter
- **Lakefrysing (1-4%)**

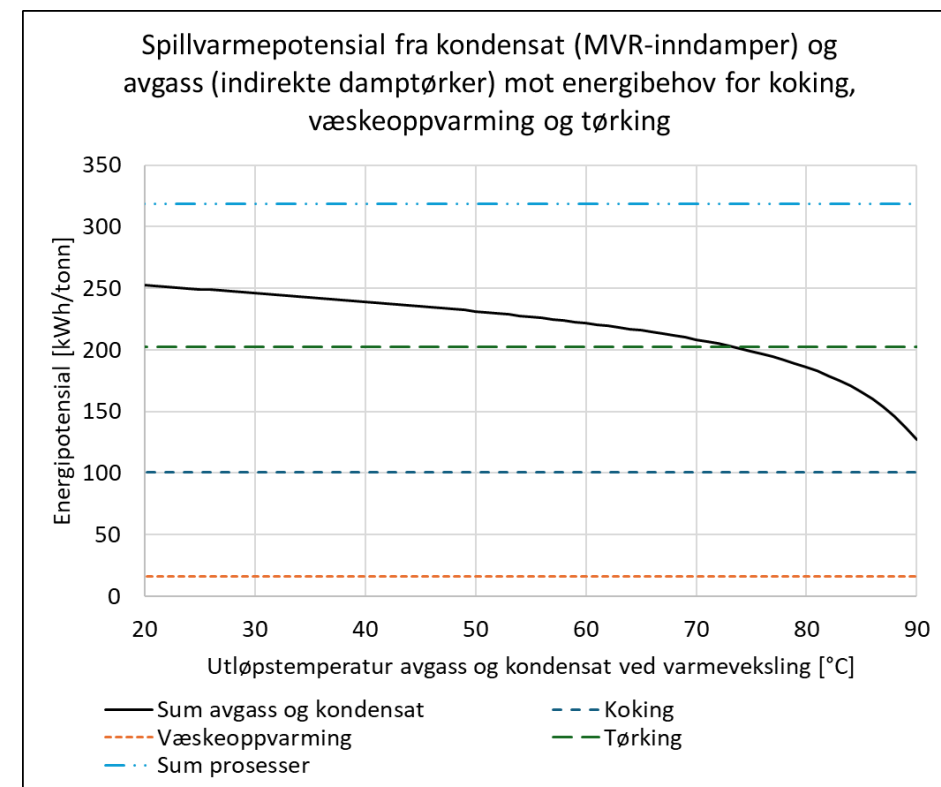
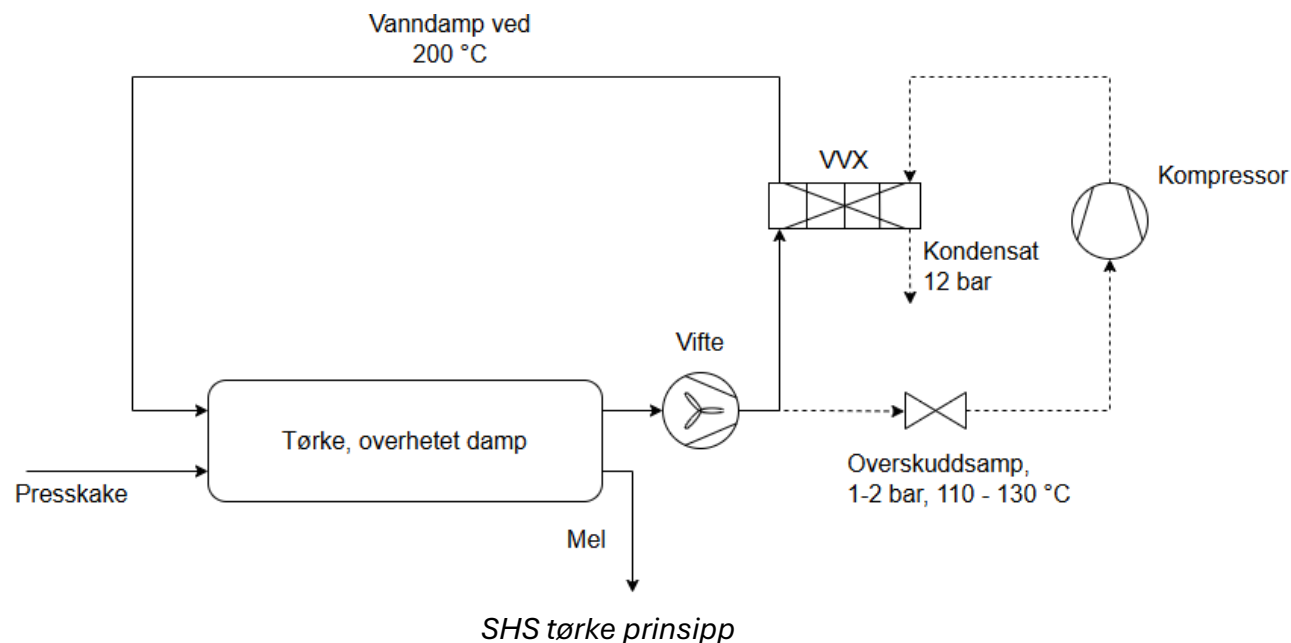


Tiltak for Mel&Olje

Spesifikke tiltak

- Lavtrykks dampproduksjon på MVR-kondensat (HTHP)
- Lavtrykks dampproduksjon på avgass fra tørke (HTHP)
- Dampproduksjon for varmebehov i tørking (HTHP)
- Tørking med overopphetet damp/superheated steam (SHS)

TRL7-9
10-20 MNOK/MW termisk effekt



Avslutningsvis

- Store volum, energiintense prosesser og høyt energiforbruk i pelagisk sektor
- Svært høy andel fossil dekning i Mel&Olje (85-90%)
- Det er potensial for energieffektivisering (12-39%)
- Det er stort potensial for konvertering fra fossile kilder
- Akkumulativ effekt av tiltak
- Store tall og usikkerheter
- Deling av energidata
- Energieffektivisering, bærekraft og reduksjon av fotavtrykk



Mer detaljer og informasjon: Veikart

Takk for oppmerksomheten!



eirik.starheim.svendsen@sintef.no

Finansiert av:

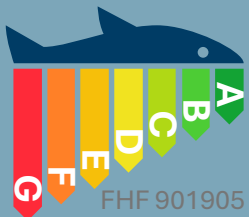


Energieffektivisering – Generelle tiltak og lærdommer på tvers

Marco Bless, marco.bless@sintef.no, 16.01.2025, Bergen, Norge

PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

Innholdsfortegnelse

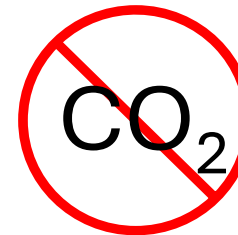
- Grunnlag:
 - Hvordan avkarboniserer man?
 - Vit hvor energistrømmene dine flyter
 - Lavt-hengende frukter og tiltak med stor effekt
- Generelle tiltak og teknologier med fokus på termisk energi
 - Optimalisering av termisk prosessutstyr
 - Reduksjon av varme- og kuldetap
 - Varme- og kuldegjenvinning
- Eksempler fra pelagisk-sektoren
- Eksempler fra havbruk-sektoren
- Eksempler fra hvitfisk og reke-sektoren
- Lærdommer på tvers

Finansiert av:



Grunnlag

Hvordan avkarboniserer man?



Elektrifisering



19 g CO₂/kWh strøm¹

Effektivisering



↓ kWh/t
(Energie per masse av produkt)

Utslippsreduksjon: drivstoff med lavt karboninnhold

↓ g CO₂/kWh

(H₂, NH₃,
biomasse)

Grunnlag

Vit hvor energistrømmene dine flyter

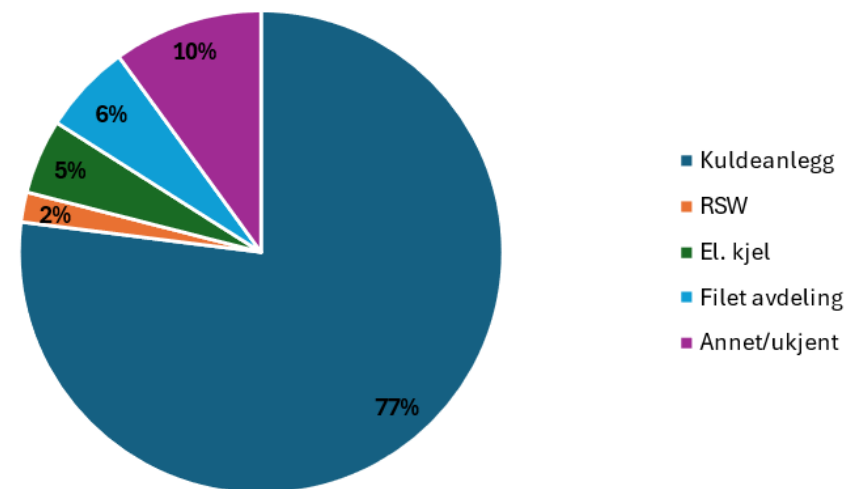
Hvorfor det er viktig å kjenne til prosesser og energiflyt?

Kartlegging av energiflyt hjelper med...

- Identifisering av energitap
- Optimaliser av energibruk og forbedrer systemytelsen
- En helhetlig tilnærming til energieffektivisering
- Systematisk energioppfølging og måling av fremgang
- Forbedrer beslutningstaking

Lærdom

Forståelse av energiflyten er grunnlaget for effektive energieffektiviseringstiltak.



Figur 7: Fordeling av energiforbruk ved pelagisk konsumanlegg, reproduisert fra Widell m. fl. (2022)⁹

Grunnlag

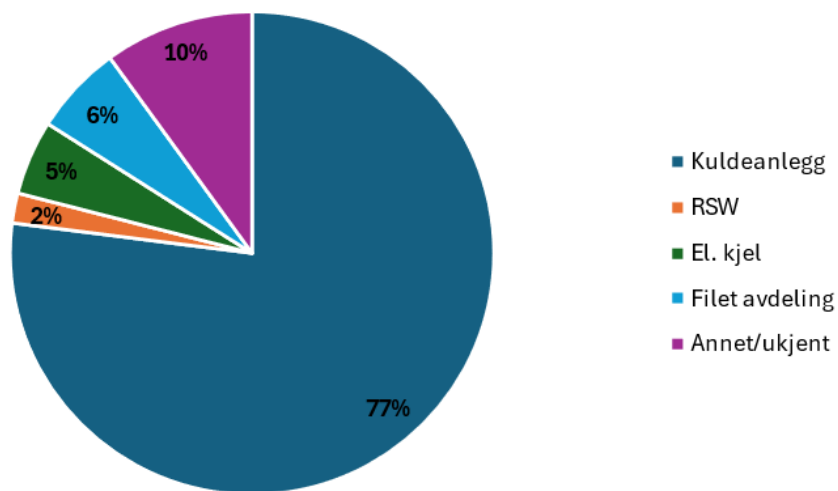
Lavt-hengende frukter og tiltak med stor effekt

Lavt-hengende frukter:

- Energieffektiviseringstiltak uten eller med små kostnader → Driftsoptimalisering

Tiltak med stor effekt:

- Fokus utviklingen av tiltak med stor effekt



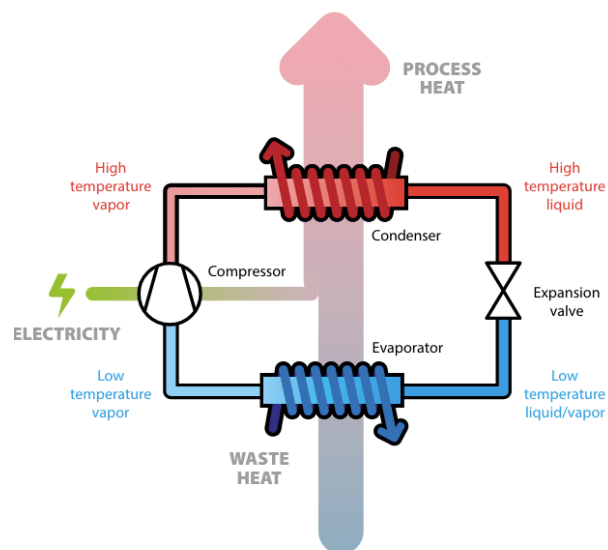
Figur 7: Fordeling av energiforbruk ved pelagisk konsumanlegg, reproduisert fra Widell m. fl. (2022)⁹

Generelle tiltak

Optimalisering av termisk prosessutstyr - I

Termisk prosessutstyr (brukes for kjøling, innfrysing, oppvarming etc.):

- Mekaniske kjølesystemer (mellom 40-60% av COP_{max})
- Varmepumper (mellom 40-60% av COP_{max})
- Elektriske motstandsvarmere ($\eta = 100\%$)
- Forbrenning av fossilt brensel i brennere ($\eta = 75-95\%$)



$$COP = \frac{\text{Avgitt varmeeffekt}}{\text{Elektrisk effekt}}$$

$$COP_{heating,max} = \frac{T_V}{T_V - T_K}$$

$COP_{heating,max}$: Maksimal oppvarmingskoeffisient for ytelse [-]

T_V : Temperaturen på varmesluk (varmt) [K]

T_K : Temperaturen på varmekilden (kaldt) [K]

Prinsippskisse for en varmepumpe¹

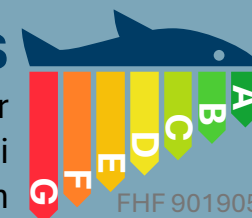
⁶ ¹Boer, R. de, Andrew, M., Zühlsdorf, B., Arpagaus, C., Bantle, M., Wilk, V., Elmegaard, B., Corberian, J. and Benson, J. 2020: Strengthening Industrial Heat Pump Innovation Decarbonizing Industrial Heat.

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Generelle tiltak

Optimalisering av termisk prosessutstyr - II

Brennere

- optimal forbrenning med styring av luft-til-brensel-forholdet (Oksygentrimkontroll)
- oppgradere brennerne til moderne, høyeffektive modeller

Ettersom brennere er mindre effektive enn elektriske motstandsovner eller varmepumper, bør brennere erstattes av disse teknologiene for å øke energieffektiviteten og redusere utslippene!

Varmepumper og kjøleteknologi - Forbedring av effektiviteten (bedre COP)

- Economisere
- Ejektorer
- Flashgass bypass
- Flertrinns kompresjon

→ Ved kjøp bør flere tilbud sammenlignes med hensyn til systemets utforming og effektivitet.

Termisk Lagring

- Fleksibilitet i drift: systemene kan operere under optimale forhold uavhengig av kortsiktige variasjoner i etterspørselen

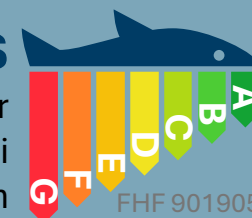
7 ¹Boer, R. de, Andrew, M., Zühlsdorf, B., Arpagaus, C., Bantle, M., Wilk, V., Elmegaard, B., Corberian, J. and Benson, J. 2020: Strengthening Industrial Heat Pump Innovation Decarbonizing Industrial Heat.

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Generelle tiltak

Reduksjon av varme- og kuldetap

Hvordan **isolasjon** reduserer energitap?

- Minimerer Varmeoverføring
 - Hindrer varmetap eller kuldetap til omgivelsene
 - Øker effekten til varme- og kjølesystemer
- Reduksjon av tap gjennom åpninger
 - Isolerte dører og automatiske lukkemekanismer.
 - Bruk av varmegardiner
- Tetting av Lekkasjeer
 - Tetting av lekkasjer i kanaler, ventiler og skjøter.
 - Forhindrer unødvendig varme- eller kuldetap.

→ kWh som ikke går tapt, trenger ikke å produseres!

Finansiert av:



Generelle tiltak

Varme- og kuldegjenvinning

Prinsippet: gjenbruk av spillvarme eller -kulde

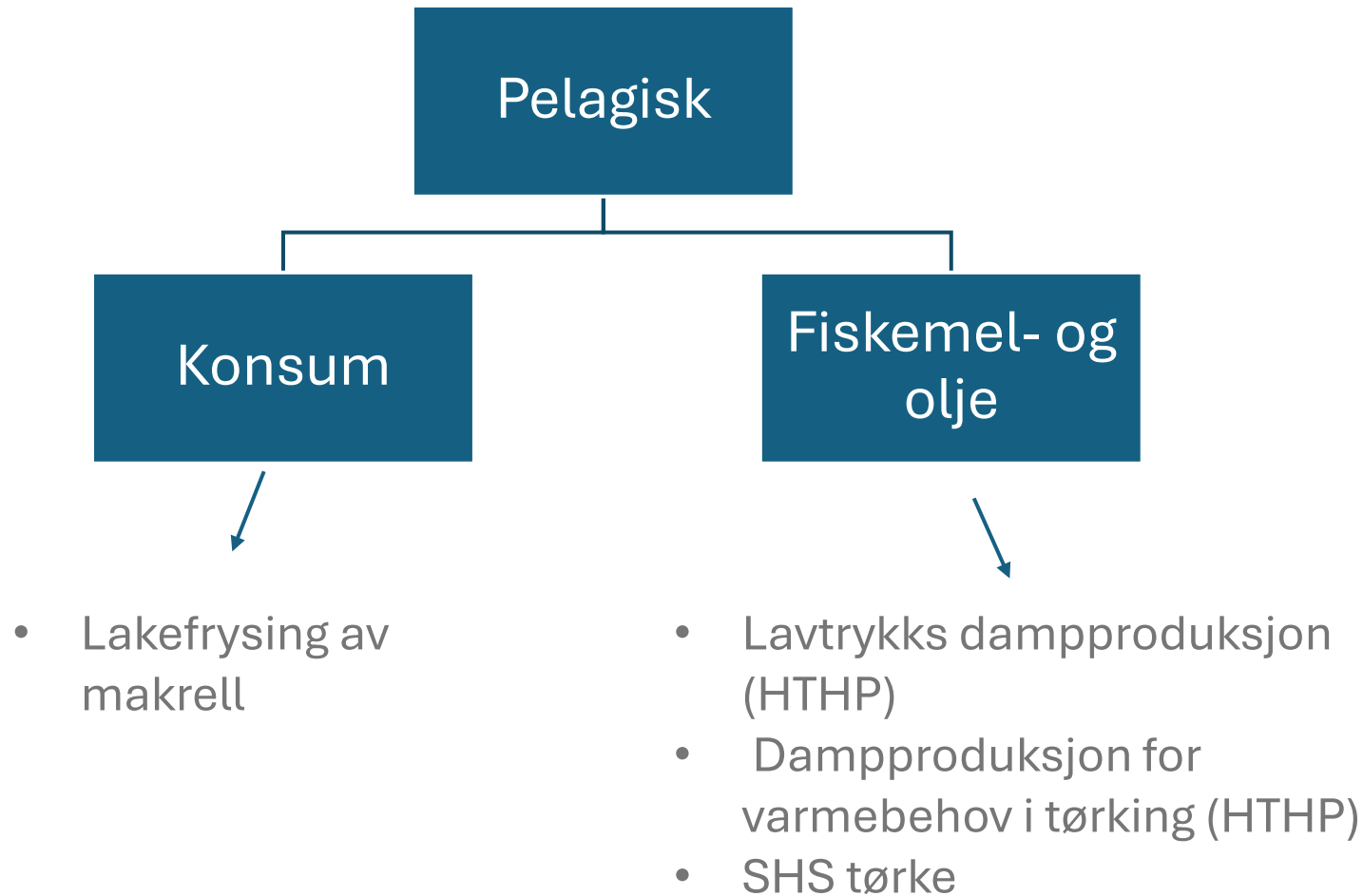
- Ved bruk av **varmevekslere** kan varme fra en varmekilde med høyere temperatur gjenbrukes i en varmekilde med lavere temperatur.
- Ved bruk av en **varmepumpe** kan spillvarme fra en varmekilde med lav temperatur oppgraderes til høyere temperaturer og gjenbrukes.

Andre metoder for å utnytte spillvarme: Heat-to-Power (ORC-prosess)

Tabell 14: Varmegjenvinningssystemer: typiske varmekilder og sluker

Typiske Varmekilder	Typiske Varmesluker	Typiske Varmesluker med tiltak av varmepumpe
<ul style="list-style-type: none"> • Kjølssystem – kondensator • Kjølssystem - De-superheater • Trykkluft - De-superheater • Kompressorer - oljekjøling • Avtrekksluft • Kondensat fra fuktig avtrekksluft • Avgass • Kondensat fra avgass • Kondensat fra damp 	<ul style="list-style-type: none"> • Varmt vann • Ventilasjon (luftoppvarming) • Tining • (For-)varming av råvarer 	<ul style="list-style-type: none"> • Varmt vann under trykk • Kondensat fordampning (damp) • Tørking/varm luft

Eksempler fra pelagisk-sektoren

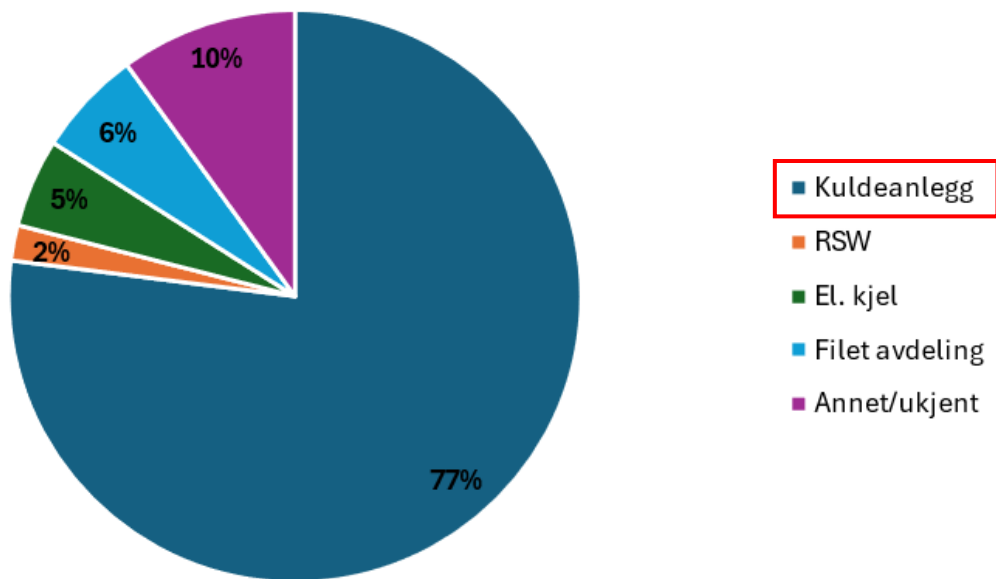


Finansiert av:

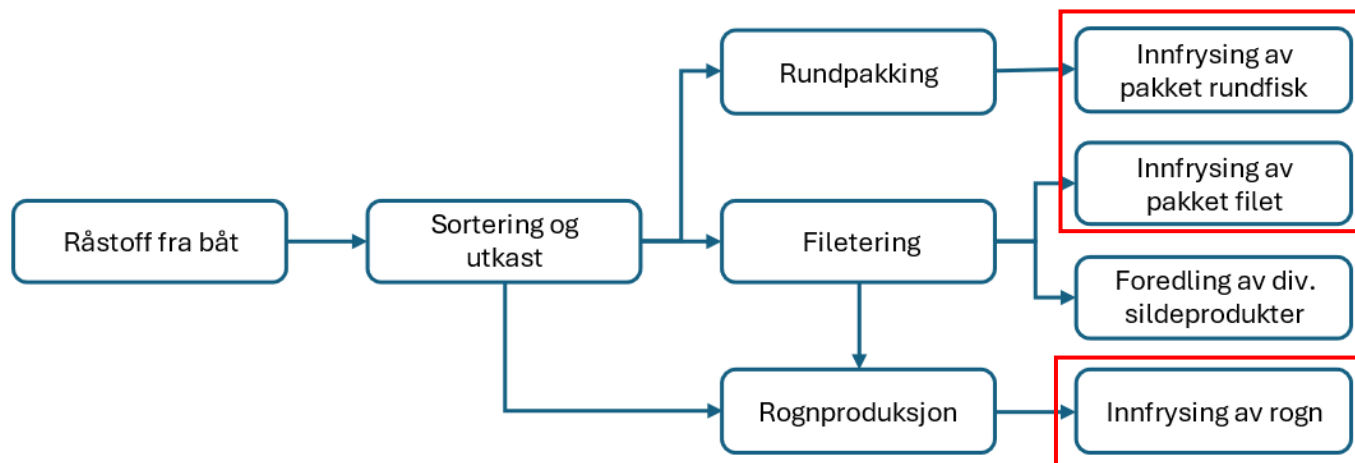


Eksempler fra pelagisk-sektoren

Konsum



Figur 7: Fordeling av energiforbruk ved pelagisk konsumanlegg, reprodusert fra Widell m. fl. (2022)⁹



Figur 3: Produksjonsformer i pelagisk konsumindustri

Eksempler fra pelagisk-sektoren

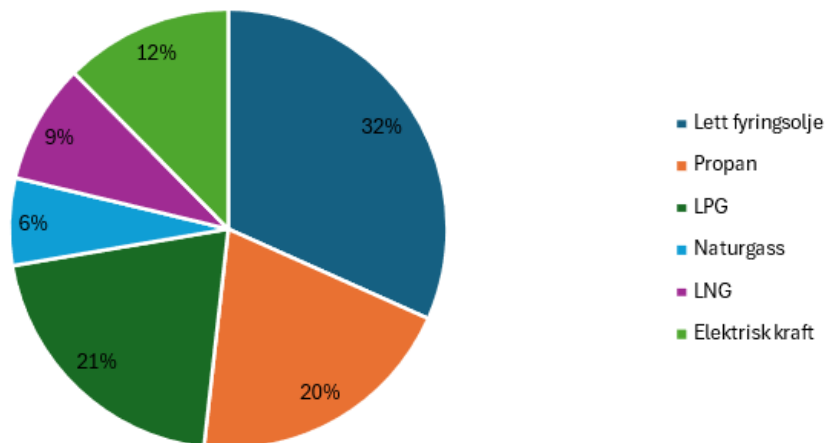
Konsum: Lakefrysing av makrell

- Lakefrysning: Effektiv innfrysning metode
 - Bruker saltholdig, kald og sirkulerende lake for varmeoverføring.
 - Høy varmeoverføringskoeffisient gir effektiv innfrysing.
- Energiforbruk: Dokumenterte verdier
 - Hvitfisk: 0,08 kWh/kg (Larssen m.fl., 2022).
 - Makrell: 0,054 kWh/kg (Østvik m.fl., 2018).
- EU-prosjektet ENOUGH: Innovativ metode
 - Singelfrysing i lake før konvensjonell frysing i tunnel.
 - Målsettingen: Halvering av tunnel-frysetid (20 → 10 timer).
 - Teoretiske beregninger: energibruket for innfrysningen kan reduseres med 14%

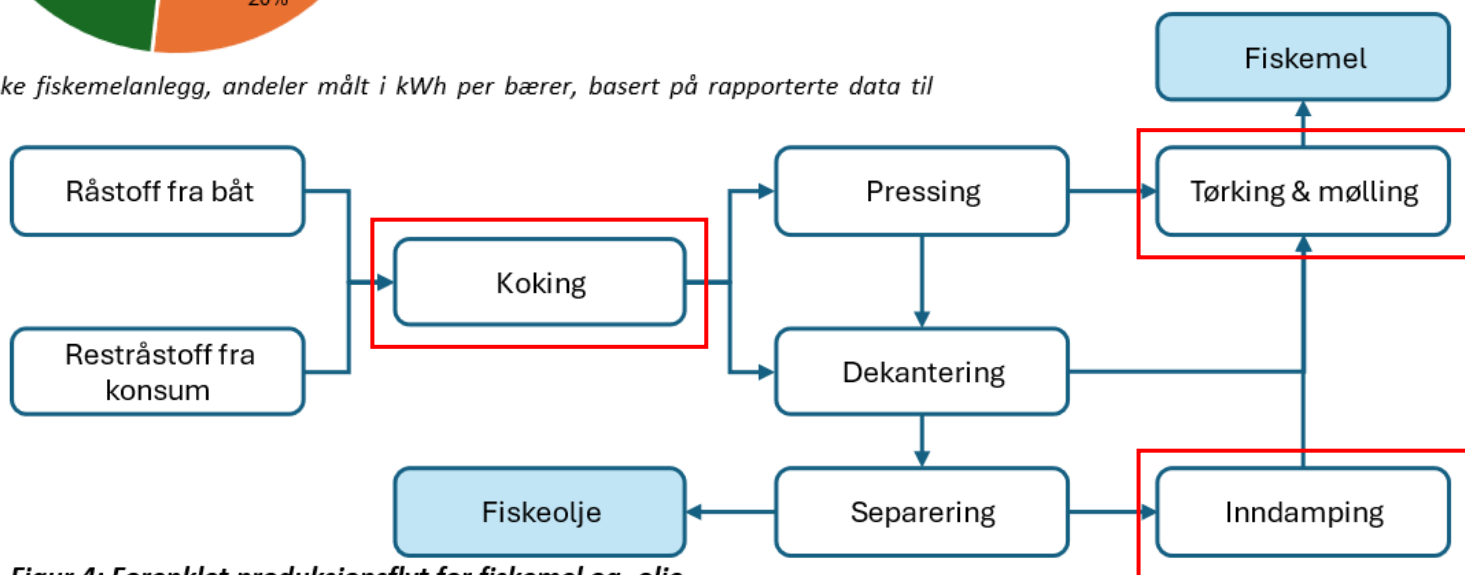
Lakefrysing av makrell 12	Høy modenhet på utstyr for lakefrysning, men må tilpasses dette segmentet. Ukjent investeringskostnad (ikke kommersielt tilgjengelig)	3-4 GWh, 14% redusert energibruk i prosessen
----------------------------------	---	---

Eksempler fra pelagisk-sektoren

Fiskemel- og olje



Figur 8: Energiforbruk ved pelagiske fiskemelanlegg, andeler målt i kWh per bærer, basert på rapporterte data til norskeutslipp.no for 2022



Figur 4: Forenklet produksjonsflyt for fiskemel og -olje

Delprosess	Betingelser
Koking	Oppvarming råstoff fra 4 til 95 °C
Inndamping	Fordampe 468 tonn vann
Tøking	Fordampe 211 tonn vann
Væskeoppvarming	5-15K, diverse steder i prosessen, estimert

Eksempler fra pelagisk-sektoren: Fiskemel- og olje

Energianalyse av Fiskemel- og Oljeproduksjonsanlegg

Nøkkelpunkter for analysen av et tenkt anlegg

- Moderne anlegg med høy energieffektivitet.
- Analyse av de mest energikrevende prosessene:
 - Koking og pressing
 - Inndamping
 - Tørking
 - Væskeoppvarming
- Produksjonskapasitet:
 - Daglig prosessering av 1500 tonn fisk.
 - 147 tonn fiskeolje per dag.
 - 263 tonn fiskemel per dag.
- Vannfordamping: Totalt 1090 tonn vann fordampes daglig.

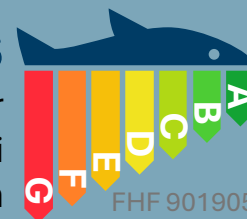
→ Resultatene av analysen er grunnlaget for sektorens energibesparelser.

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



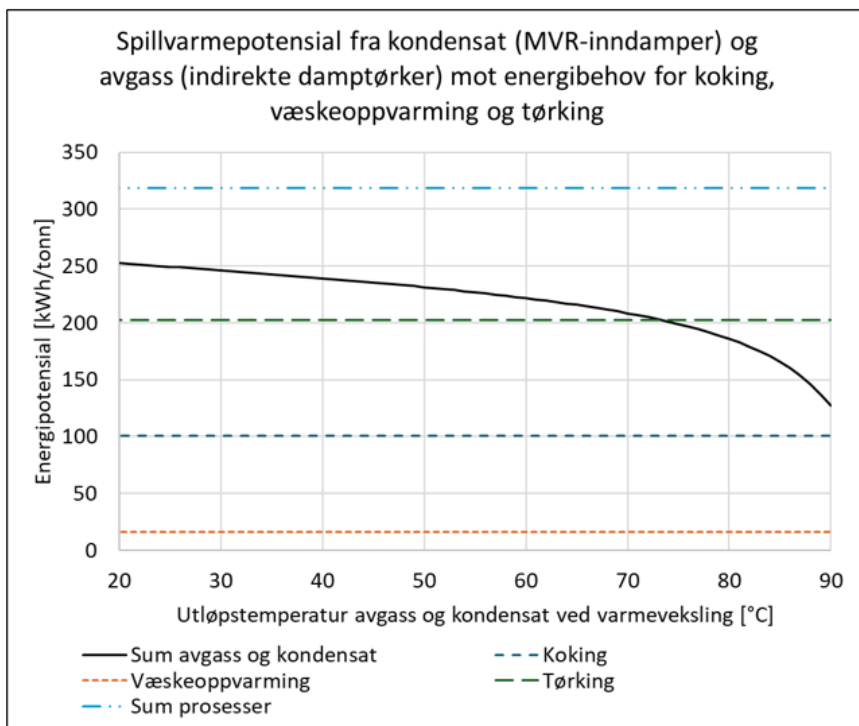
FHF 901905

Eksempler fra pelagisk-sektoren: Fiskemel- og olje

Potensialet for spillvarmeutnyttelse

Analysen av potensielle spillvarmekilder for dampproduksjon med en HTVP

- Hovedkilder:
 - **Avgass fra indirekte damptørking** med nær 100% luftfuktighet: latente varmen fra utkondensering av fuktighet
 - Sensible varme fra **Kondensat fra MVR-inndamping**



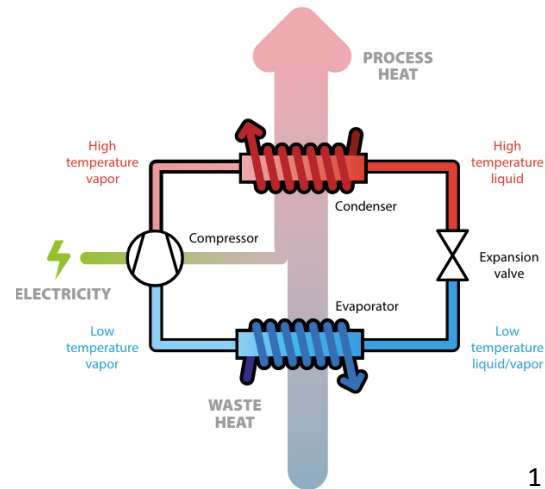
Antagelse av varmefaktor (COP) på 3 utgjøre den elektriske energi 33% → alt energibehov i dette eksemplanlegget kan dekkes med spillvarme og HTHP-teknologi.

15 **Figur 16:** Spillvarmepotensial fra kondensat (MVR-inndamper) og avgass (indirekte damptørker) mot energibehov for koking, væskeoppvarming og tørking (Temperatur koke- og tørkeprosess: 90°C)

Eksempler fra pelagisk-sektoren: Fiskemel- og olje

Lavtrykks dampproduksjon, 1.5 – 3 bara (HTVP)

Damp til kokeprosess
og væskeoppvarming



For avgass som varmekilde:
 $4.7 < COP < 8.7$

Kondensat eller
avgass fra tørke

Fiskemel- og olje

Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Lavtrykks dampproduksjon på MVR-kondensat (HTHP)	Moden teknologi (TRL8-9), investeringskostnader på ca. 10-15 MNOK/MW termisk effekt	64
Lavtrykks dampproduksjon på avgass fra tørke (HTHP)	Moden teknologi (TRL8-9), investeringskostnader på ca. 10-15 MNOK/MW termisk effekt	83

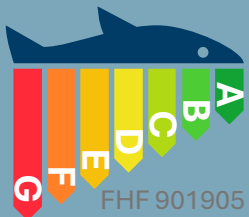
16 ¹Boer, R. de, Andrew, M., Zühlsdorf, B., Arpagaus, C., Bantle, M., Wilk, V., Elmegaard, B., Corberian, J. and Benson, J. 2020: Strengthening Industrial Heat Pump Innovation Decarbonizing Industrial Heat.

Finansiert av:



PEIS

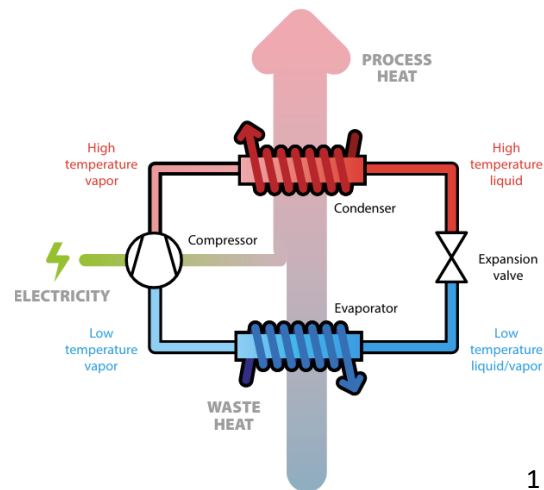
Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Eksempler fra pelagisk-sektoren: Fiskemel- og olje Dampproduksjon, 5-7 bara (HTVP)

Damp for indirekte
damptørker



2.9 < COP < 3.3

Avgass fra
tørkeprosessen

Fiskemel- og olje

Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Dampproduksjon for varmebehov i tørking (HTHP)	Moderat modenhet (TRL7-8), høy investeringskostnad (10-20 MNOK/MW termisk effekt)	135

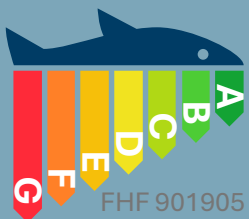
17 ¹Boer, R. de, Andrew, M., Zühlsdorf, B., Arpagaus, C., Bantle, M., Wilk, V., Elmegaard, B., Corberian, J. and Benson, J. 2020: Strengthening Industrial Heat Pump Innovation Decarbonizing Industrial Heat.

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen

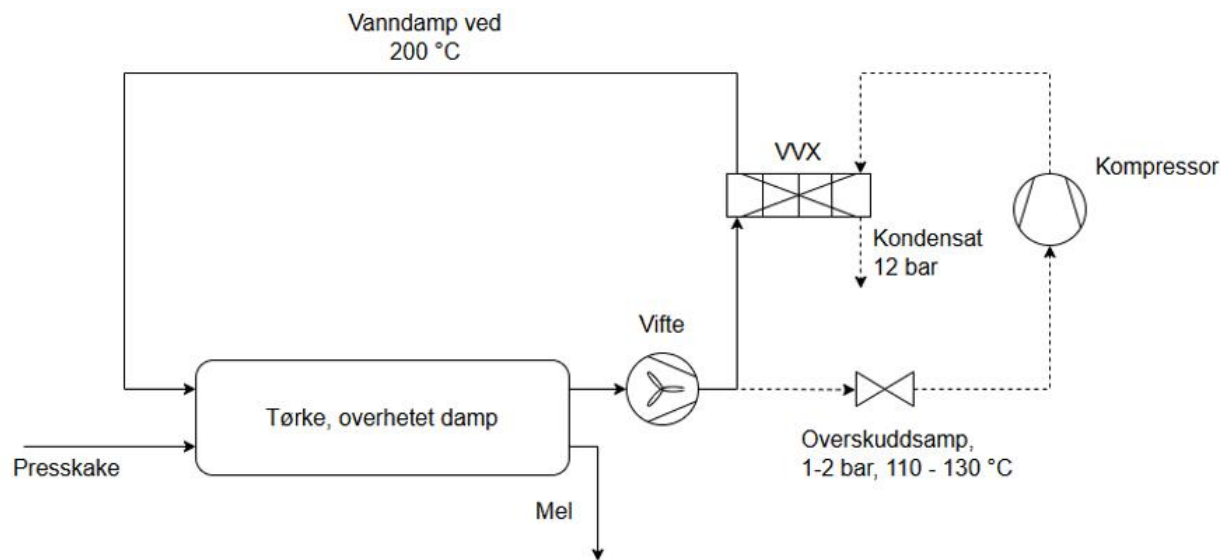


FHF 901905

Eksempler fra pelagisk-sektoren: Fiskemel- og olje

Tørking med overhetet damp og MVR

- I dag kombineres indirekte damptørking og indirekte varmluftstørking
 - Men SHS ('superheated steam') tørkere er 50-75% mer effektive
- Utskiifting av utstyret

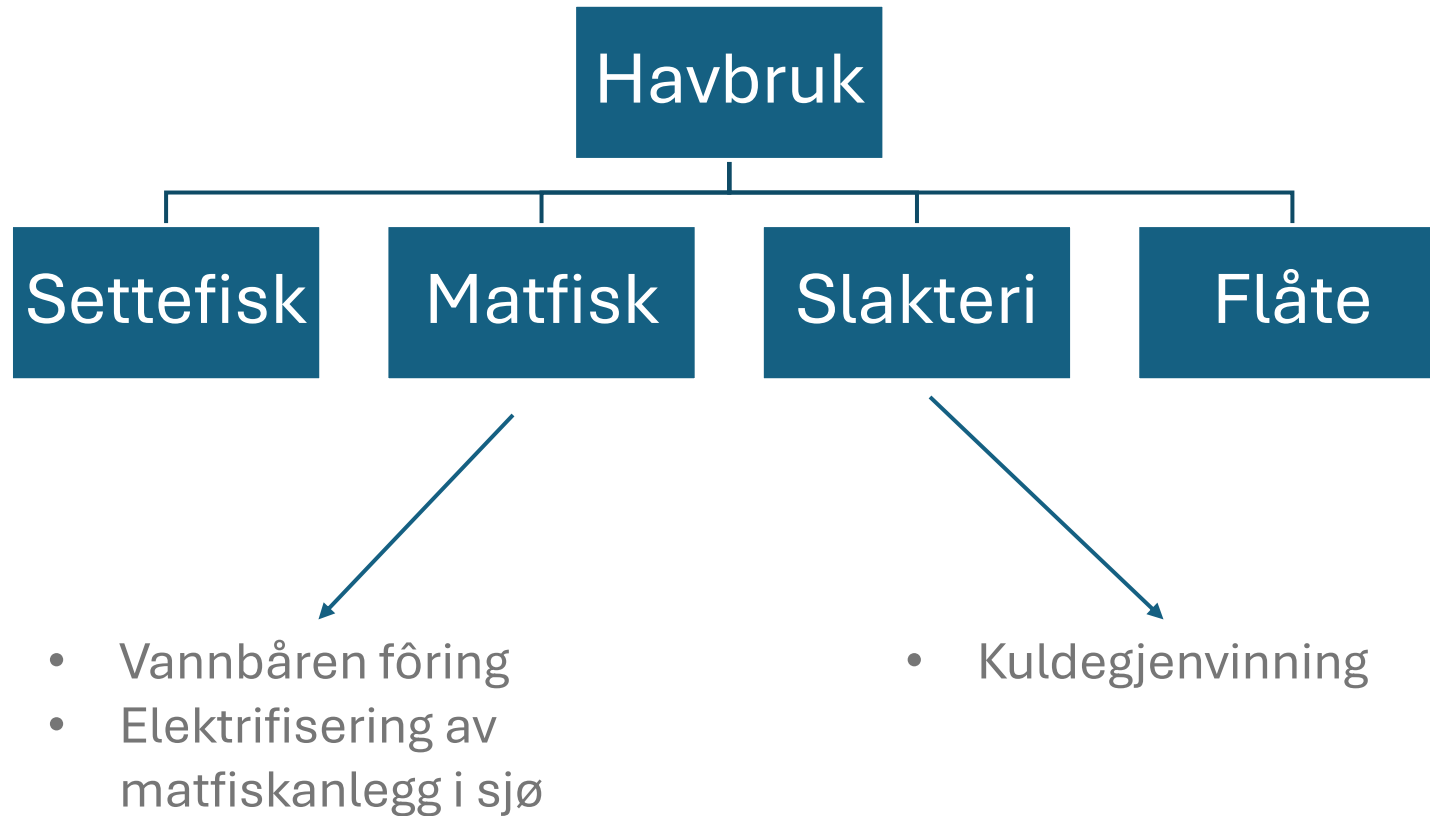


Figur 17: Prinsippskisse for konveksjonstørking med overhetet damp som tørkegass i stedet for luft⁴¹.

Fiskemel- og olje

Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
SHS tørke	Tilgjengelig teknologi, anvendes i USA og prosjekt pågår i regi av FHF. Usikre kostnader.	103-152

Eksempler fra havbruk-sektoren

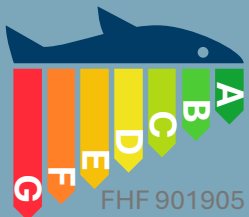


Finansiert av:



PEIS

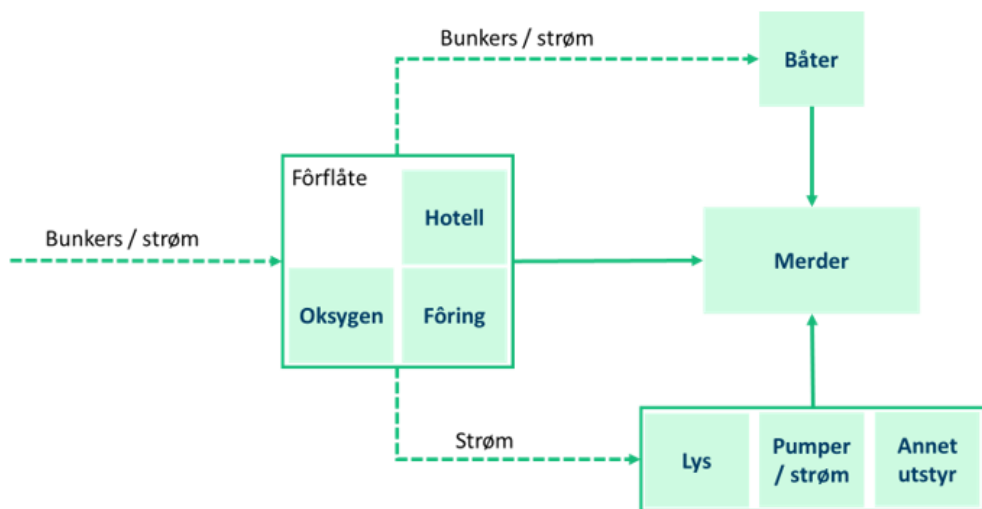
Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

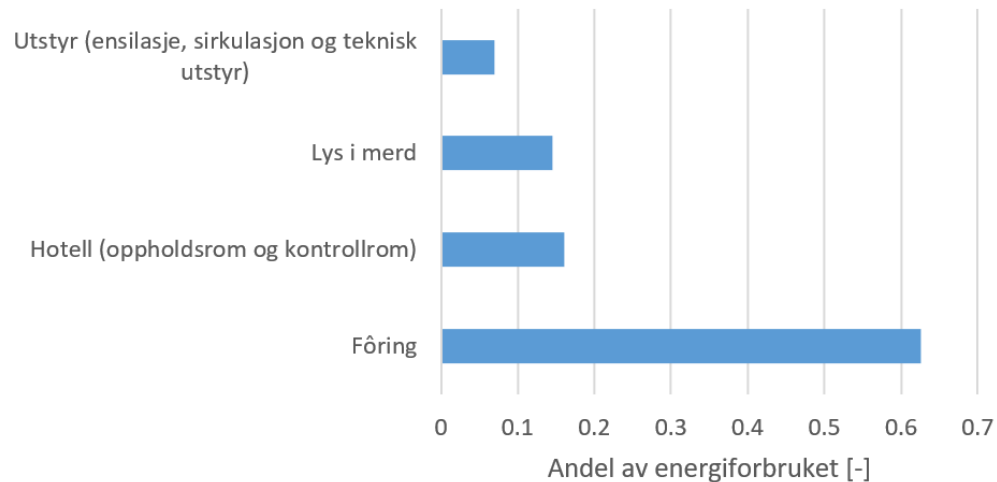
Eksempler fra havbruk-sektoren

Matfisk: Elektrifisering av matfiskanlegg i sjø



Figur 9: Prosesdiagram for et matfiskanlegg i sjø i havbruksnæringen

Fordeling av energiforbruket på matfiskanlegg



- Kun 44% av anlegg i sjø er tilknyttet landstrøm
- Resten benytter dieselaggregat
- 16% av totalen er batterihybride for å effektivisere bruken av aggregatene
- 75%¹ av anlegg i sjø og tilhørende lokalitetsbåter kan elektrifiseres med dagens teknologi
- Siden dieselgeneratorer har en dårlig virkningsgrad på 35 %, vil bruk av landstrøm ikke bare redusere utslippene, men også spare energi.

Matfisk

Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Elektrifisering av matfiskanlegg i sjø	Stor variasjon i kostnad alt etter lokalitet, men teknologien er tilgjengelig	62

¹ABB og Bellona, Helelektrisk havbruk – Hvordan oppnå nullutslipp innen 2030?, 2021.

Eksempler fra havbruk-sektoren

Matfisk: Vannbåren fôring

- Energiforbruk til Fôring:
 - **Over 60% av energibruken ved sjøanlegg går til fôring.**
 - **Fôring med luft** er den vanligste metoden.
- Besparelser ved Alternative Systemer:
 - **Vannbåren fôring:**
 - **Energibesparelse på 70–90%.**
 - Fôret blandes med vann allerede på fôrflåten.
 - Hybride løsninger:
 - Fôret fraktes med luft til en omformer.
 - Besparelse på 40–50% sammenlignet med luftbåren fôring..
- Andre Anleggstyper:
 - Konvensjonelle sjøanlegg: Over 95% av biomassen og energiforbruket til fôring.
 - Semilukkede anlegg og offshore/landbaserte anlegg: Antas å ha tilsvarende eller lavere energiforbruk per kg fôr.

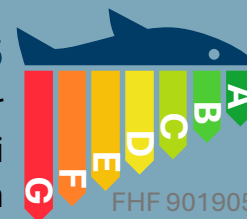
Matfisk Tiltak	Modenhets og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Vannbåren fôring	Kommersielt tilgjengelig	70

Finansiert av:



PEIS

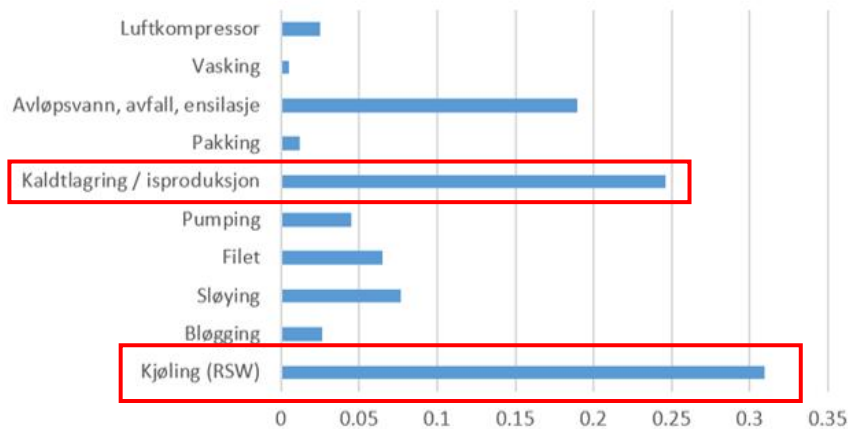
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

Eksempler fra havbruk-sektoren

Slakteri

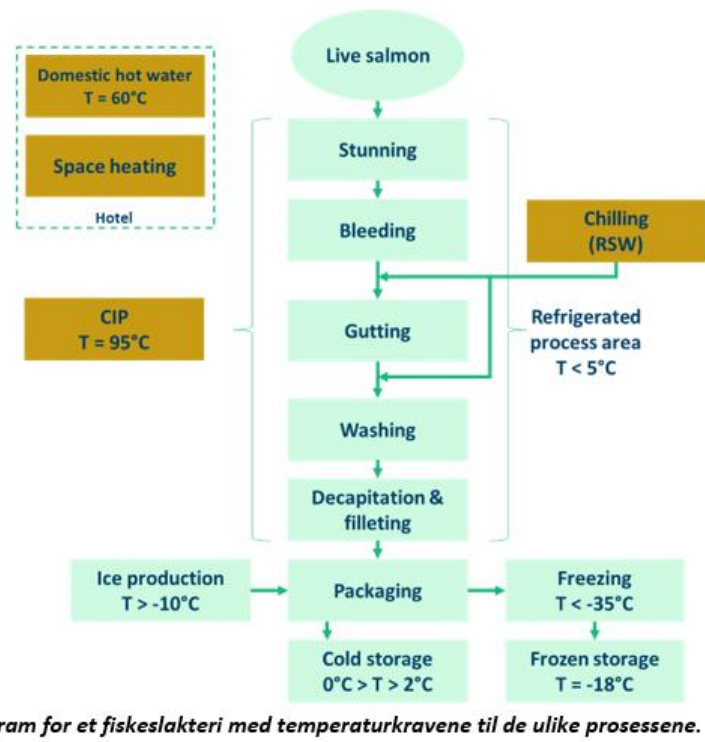


Figur 14. Fordeling av energiforbruk på ulike aktiviteter og systemer på slakterier i havbruk.

→ Mesteparten av energiforbruket på slakterier knyttet til nedkjøling av sjøvann (RSW), kjølelagring, isproduksjon

Slakteri

Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Effektive kjølesystemer		14,3
Kuldegjenvinning	Utfordring med samtidighet tilgjengelighet og behov	9
Varmegjenvinning	Investeringskostnad: 7-15 kNOK/kW	4
Egenproduksjon energi fra sol	Investeringskostnad: 11-17 kNOK/kW og LCOE på 0,53-0,79 NOK/kWh	6
Redusere ising i kasser <u>vhja</u> , tilstrekkelig nedkjøling	Teknologien eksisterer; kostnader vil evt. være tilknyttet oppgradering av kjølekapasitet ved slakterier	2 (8 hvis superkjøling)



Figur 13: Prosessdiagram for et fiskeslakteri med temperaturkravene til de ulike prosessene.



Eksempler fra havbruk-sektoren

Slakteri: Kuldegjenvinning

RSW-Kjølingens Energibruk:

- Står for 31% av energiforbruket (280 GWh/år).
- Sjøvann kjøles ned til 0 til -1,5 °C for vask og nedkjøling av fisk.

Mulighet for Gjenvinning:

- Gråvann (brukt kjølevann) er fortsatt kaldere enn sjøvann.
- Potensiale for å forkjøle sjøvannet med en varmeveksler.

Status og utfordringer:

- Ingen kuldegjenvinning fra gråvann i dag.
- Utfordringer med samtidighet mellom gjenvinning og behov:
 - RSW-kjølere fylles og kjøles ned før produksjonsstart.
 - Mesteparten av vannvolumet dumpes etter produksjon.
- Mulig løsning: Buffering i godt isolerte tanker.

Effektivitet og Potensial:

- Varmevekslere kan oppnå virkningsgrader på 30–80%.
- Med 10% gjenvinning av kulden kan sektoren spare ca. 9 GWh/år.

Slakteri

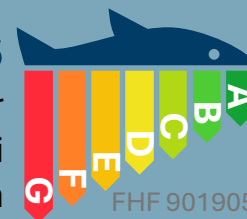
Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Kuldegjenvinning	Utfordring med samtidighet tilgjengelighet og behov	9

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Eksempler fra havbruk-sektoren

Havbruksflåten

Forbrenning av diesel har en effektivitet rundt 35%. Dette betyr at ca. tre ganger så mye arbeid kan gjøres med samme energimengde om den leveres som strøm heller enn diesel.

Havbruksflåten

Tiltak	Modenhet og økonomi	Energibesparelse (GWh/år)
Landstrøm	Moden teknologi; kostbare investeringer	195
Elektrifisering av små fartøy	Krever store investeringer i både fartøy og infrastruktur	500
Mer effektive fremdriftssystemer	Stor variasjon i modenhet etter type tiltak	195
Redusert skrogmotstand	Mange tiltak med høy modenhet	50
Optimalisert drift	Krever fleksibilitet og nye metoder for planlegging	104
Optimalisert pumpesystemer på brønnbåter	Kommersielt tilgjengelig, utfordrende om bord	30
Bytte ut kjel med VP for varmvannsproduksjon		17,5
Optimalisert hoteldrift		75
	Samlet (GWh/år)	1167
	Reduksjonspotensial %	-52%

Innovasjoner innen drivteknologier

Finansiert av:



Eksempler fra hvitfisk og reke-sektoren

Tiltak	Kommentar	Prosess-spesifikk besparelse	Konvensjonell hvitfisk	Øvrig foredling hvitfisk	Industriereker	Øvrig reke
Optimalisering av kuldeanlegg	Kapasitetsregulering, justering av kondensering- og sugetrykk. Høy modenhet på beskrevne tiltak, ingen til moderat investeringskostnad	9%	1,3 GWh	1,2 GWh		
Investere i energieffektivt fryseri	Moden teknologi, moderat til høy kostnad.	40-50%		3,5 GWh	0,5 GWh	
Utnytte frysekapasitet	Forbedre rutiner for å unngå underfylling av frysetunneler	7-9%		0,7 GWh		
Tiltak i frys- og kjølelager	Referanse til artikkel med mange foreslåtte tiltak med kort tilbakebetalingstid	8-72%*				
Heve fryselagringstemperatur	For industriereker	21%				
Tineprosess	Gjennomgang av typer tilgjengelig teknologi; ikke tallfestet, viktig for utbytte/reducere svinn å utføre riktig!					
Driftsoptimalisering av tørker	Gjelder konvensjonell sektor	14%	3 GWh			
HTHP dampproduksjon		44-50%			4,2 GWh	
Varmegjenvinning (erstatte el. kjel)	Store potensialer vist gjennom regneeksempel; utfordring er match på kilde og behov ift. kvalitet, kvantitet og tid	60-100%				
Passiv vs. aktiv kjøling av fersk fangst	Aktiv kjøling (RSW) av mottatt fersk fisk kan redusere svinn betydelig, og er betydelig mer effektivt enn ising	80-88%				
Samlet reduksjonspotensial %			8%+	20%+	16%+	~

Valg av utstyr ←

Erstatning av fossilbrenner ←

Eksempler fra hvitfisk og reke-sektoren

Tiltak i fryseri

Det finnes ulike typer utstyr for innfrysning i industrien. Utvalget er avhengig av mange faktorer som

- produksjonsrate,
- innfrysningstid,
- type produkter og emballering,
- produksjonsforhold (kontinuerlig eller batch) innfrysning og
- **energibruken.**

Tabell 8: Spesifikk energibruk for ulike innfrysningsmetoder, basert på data fra litteratur

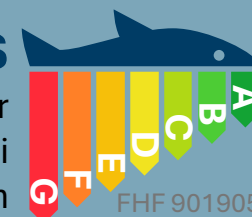
Metode og beskrivelse	Spesifikk energibruk (kWh/tonn)
Lakefrysing av makrell, målte verdier ¹⁵	53
Lakefrysing hvitfisk, teoretisk ²⁵	80
Lakefrysing, teoretisk ¹⁶	77
Tunnelfrysing, teoretisk ¹⁷	106
Tunnelfrysing, teoretisk ¹⁶	158
Tunnelfrysing, kartong m/filet, teoretisk ¹⁸	131
Platefrysing, kartong m/filet, teoretisk ¹⁸	64
Platefrysing, teoretisk ¹⁶	79
Platefrysing, -50 °C CO ₂ , teoretisk ¹⁹	74
Spiralfryser, 1 tonn/time, teoretisk ¹⁷	109

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Eksempler fra hvitfisk og reke-sektoren

Høy-temperatur varmepumpe for koking

Pilotprosjekt: SPIRIT

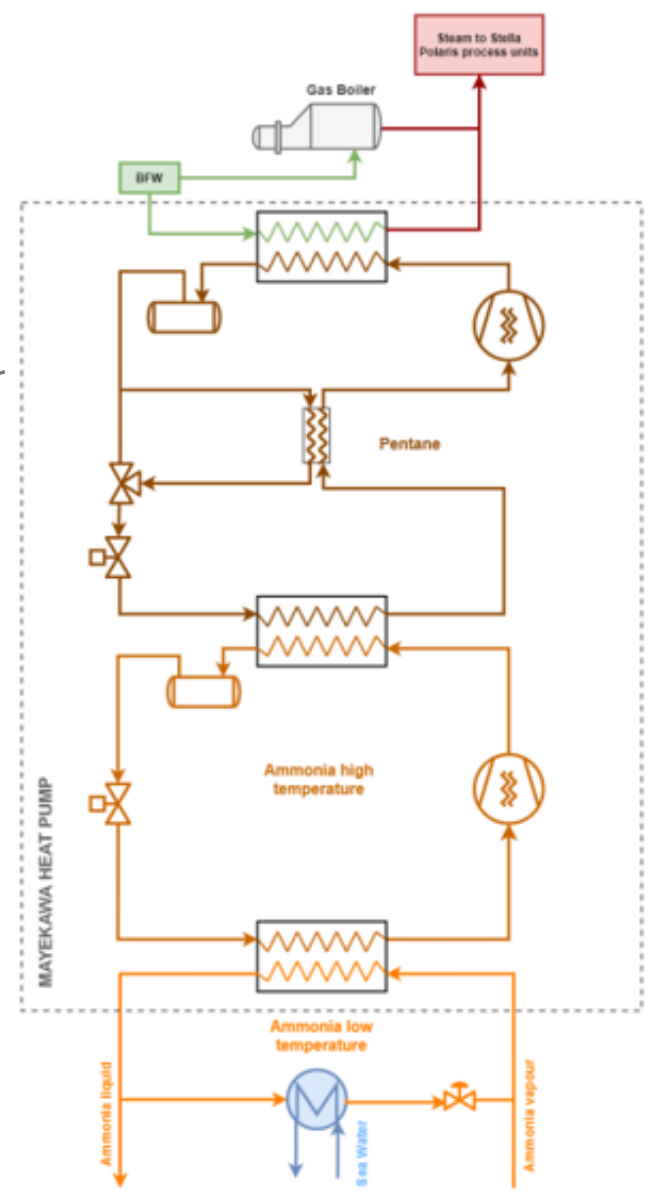
Formål: Erstatte propanfyrt kjel med energieffektive varmepumper for rekekoking.

Kaskadesystem med To Trinn:

- Bunntrinn:
 - NH₃-varmepumpe med stempelkompressorer.
 - Utnytter kondensasjonsvarme (21 °C) fra NH₃-kuldeanlegg.
 - Leverer varme på 82 °C til topptrinnet.
- Topptrinn:
 - Høytemperatur varmepumpe med pentan (R-601) som arbeidsmedium.
 - Leverer damp på 4 bara (150 °C) med en ytelse på 717 kW.

Resultater og Tester:

- COP for toppsyklus: 2.4 ved driftsbetingelser (140 °C levert, 91 °C kilde).
- Carnotvirkningsgrad: 29% (forventet: 40–60%).
- Forventet COP for hele systemet: 1.8.

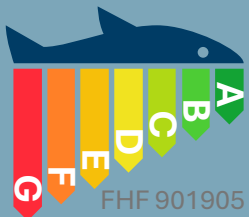


Finansiert av:



PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

Lærdommer på tvers

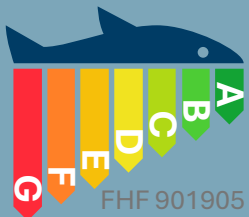
- Forståelse av energiflyten er grunnlaget for effektive energieffektiviseringstiltak.
- Å prioritere «lavthengende frukter» og tiltak med stor effekt er effektivt for avkarbonisering.
- Energien som ikke går tapt, trenger ikke å produseres:
 - Unngå varme- og kuldetap
 - Gjenvinner varme og kulde (også med varmepumper)
- Om mulig bør prosessene elektrifiseres. Fossile kjeler kan erstattes med elektriske kjeler eller varmepumper.
- Ved valg av prosessutstyr bør det tas hensyn til energieffektivitet (f.eks. fryse- eller tørketeknologi).

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905



Finansiert av:

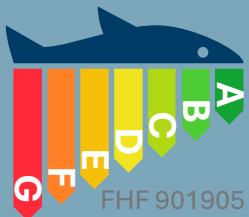


Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen – Driftsoptimalisering

Navn, dato, sted

PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

Innledning

Med driftsoptimalisering i denne presentasjonen menes det driftstiltak som kan være med på å redusere energiforbruket, som har **lav eller tilnærmet ingen investeringskost**

Funnene i prosjektet er en blanding av **erfaring**, tidligere **tilgjengelig dokumentasjon**, funn fra **befaringer**, og **dialog med diverse anleggsansvarlige**.

Temaer:

Driftsoptimalisering generelt

Felles fokusområder for alle sektorer

Særtrekk for hver sektor

Hvordan komme i gang med driftsoptimalisering

* Tiltak for Reke anses å ha store likheter til Pelagisk Konsum og Mel/olje.

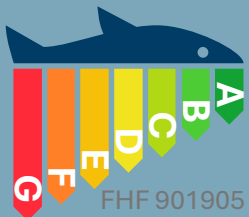
* Tiltak for Havbruk Slakteri anses å ha store likheter med deler av Hvitfisk

Finansiert av:



P E I S

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905



Din partner for reduisert forbruk

TA KONTAKT



Morten Lunde

Seniorrådgiver / Operativ leder

93 61 33 10

Morten.Lunde@entrod.no

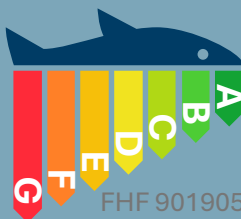


Finansiert av:



PEIS

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

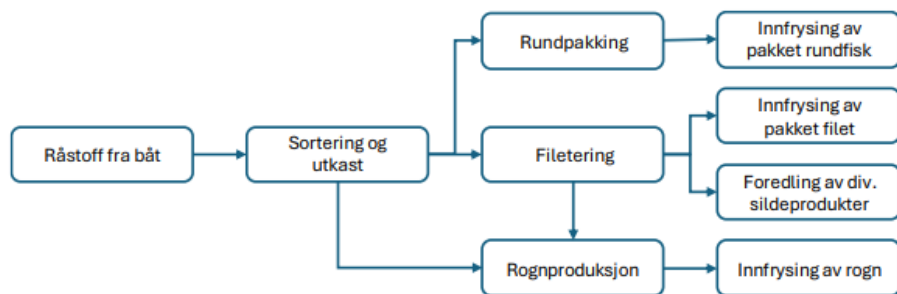
Driftsoptimalisering Generelt

- Den billigste kWh er den kWh en ikke trenger.
 - Hvor effektivt «produseres» energien?
 - Hvor effektivt distribueres energien?
 - Hvor effektivt anvendes energien?
- **Driftsoptimalisering i praksis**
 - Starter ved prosjektering/design
 - Energiledelse - Kapasitet og organisatorisk fokus
 - Energioppfølging
 - Oversikt/kartlegging
 - Innsikt
 - Overvåkning
 - Kunnskap og erfaring – Energikompetanse
 - «Key performance indicators» - Hvor er vi, hvor skal vi?

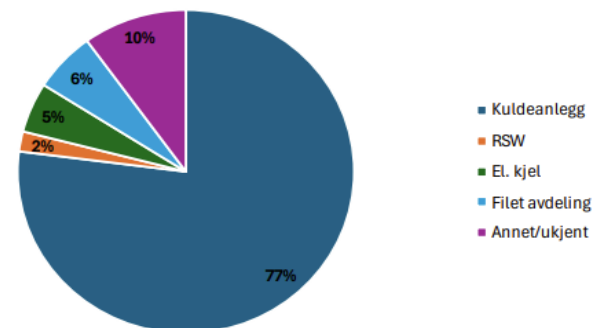
Driftsoptimalisering Generelt



Driftsoptimalisering Pelagisk



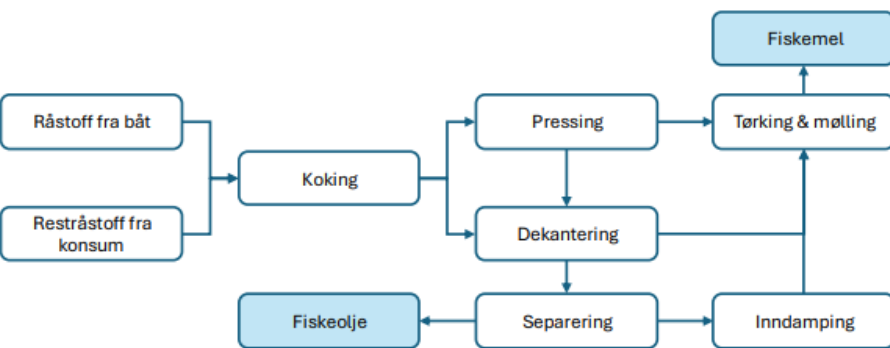
Figur 3: Produksjonsformer i pelagisk konsumindustri



Figur 7: Fordeling av energiforbruk ved pelagisk konsumanlegg, reproduisert fra Widell m. fl. (2022)⁹

Tabell 11: Energoversikt over analyserte prosesser for pelagisk fiskemel- og oljefabrikk

Prosess	Energiforbruk [kWh/tonn]	Effektbehov [kW]	Andel av total energiforbruk [%]	Kommentar
Koking og pressing	100.4	6278	29.4 %	70-90 °C koketemperatur
Inndamping	12.91	807	3.8 %	Basert på MVR
Tørking	202.4	12652	59.2 %	Indirekte damptørking på 85-95 °C. Inkluderer forvarming av luft.
Diverse	10.2	638	3.0 %	Omfatter energibehovet til øvrige prosesser. Basert på tallgrunnlag fra Fiskeriforskning
Væskeoppvarming	16.1	1003	4.7 %	I forkant av separator og dekanter
Sum	342.0	21377.0	100 %	



Figur 4: Forenklet produksjonsflyt for fiskemel og -olje

Driftsoptimalisering Konsum

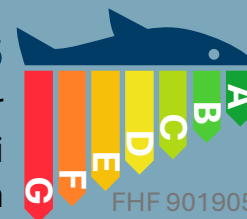
- **Energiforbruk knyttet Konsum** kan stort sett relateres til kjøleformål, primært knyttet til innfrysning og fryselagring. Driftsoptimalisering bør derfor være fokusert mot kjøling
 - **Kjøl etter faktisk behov**
 - Optimalisering av kjøleprosesser (kan eksempelvis være):
 - Sekvensoppstart av frysetunneller (unngå unødvendig effektforbruk, behovsstyrt kjøling)
 - Optimalt forhold mellom kjølepådrag og kjøletid
 - Jevn temperatur- og luftfordeling i frysetunneller for optimal innfrysning
 - Unngå tomgangskjøling av frysetunneller
 - Unngå overkjøling ved RSW
 - **Konservering av kjøling**
 - Unngå lekkasjer, og verifisere god isoleringsgrad
 - **Redusere uønsket varmetilførsel til kalde soner**
 - Belysning, teknisk utstyr (vifter etc.), driftsrutiner
 - Eks. Reduser viftehastighet ved slutten (og etter) av innfrysning
 - **Optimal utnyttelse av tilgjengelig spillvarmeenergi**
 - Optimale bruksområder, og andel av oppvarming
 - **Bruk av frikjøling om/når mulig**

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Driftsoptimalisering Mel/Olje

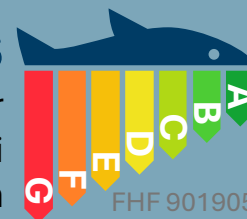
- **Energiforbruk knyttet Mel/olje** kan stort sett relateres til oppvarmingsformål, primært knyttet til dampproduksjon. Driftsoptimalisering bør derfor være fokusert mot oppvarming
 - **Optimalisering av dampsystem**
 - I hovedtrekk er dette redusere lekkasjer og oppnå høye virkningsgradsgrader
 - Optimalt forhold mellom luft og brensel i brenner
 - Utbedre damp- og kondensatlekkasjer
 - Gjenvinning av kondensat
 - Sørg for god avluftning
 - Redusere beleggdannelse vekslere/avgivere (koker, inndamper, damptørler etc.)
 - **Produksjonsoptimalisering**
 - Unngå høyere temperatur på råstoff etter koking enn nødvendig
 - Optimal blanding av presskake, grakse og konsentrat (Unngå økt forbruk av varmluft)
 - Unngå vanntilførsel inndamper
 - Begrense luftmengder i damptørkeprosessen

Finansiert av:



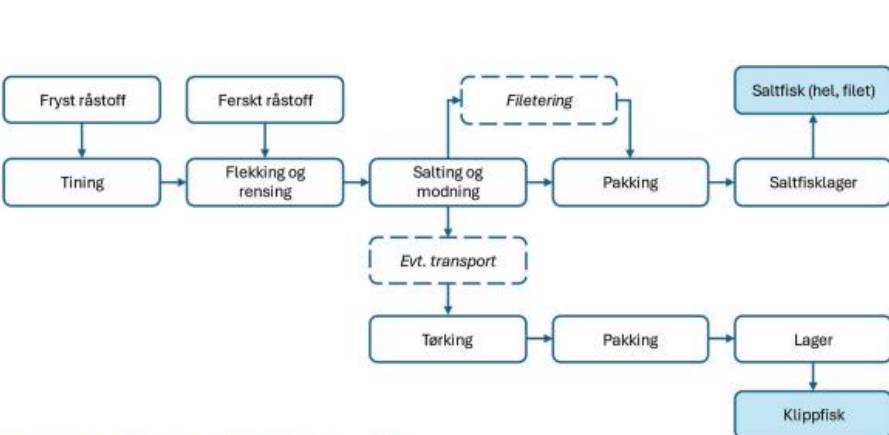
PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen

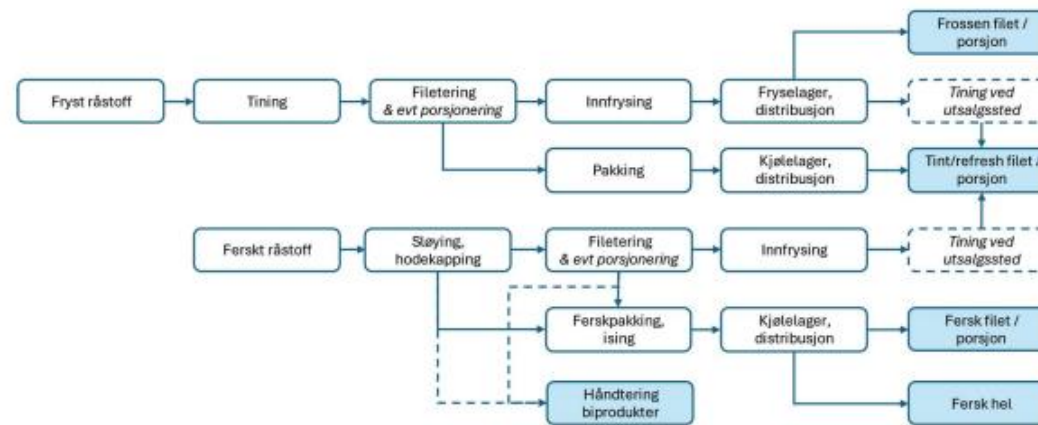


FHF 901905

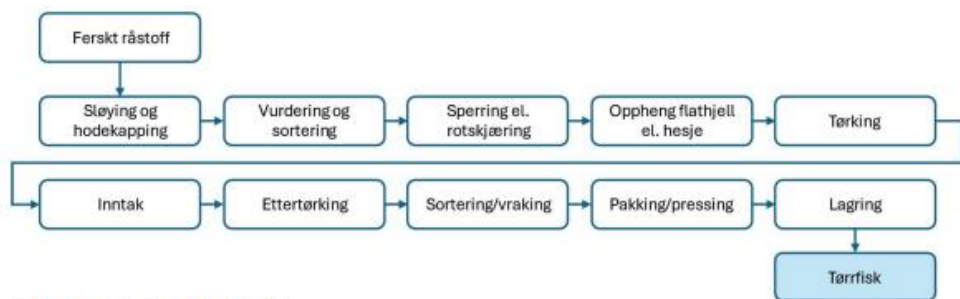
Driftsoptimalisering Hvitfisk



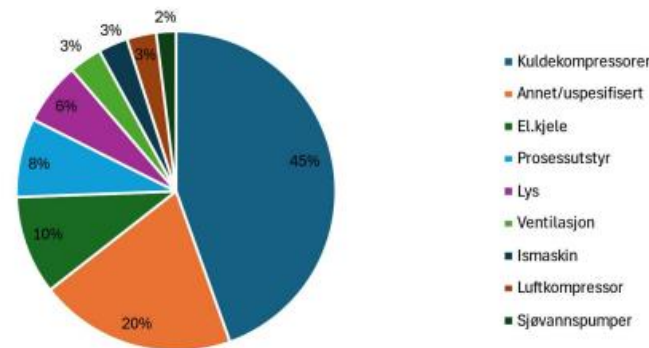
Figur 3: Produksjonsflyt for salt- og klipfiskproduksjon



Figur 6: Produksjonsflyt for foredling/filetering av hvitfisk, frossen og fersk.



Figur 4: Produksjonsflyt for tørrfisk



Figur 13: Energibruk ved et foredlingsanlegg for hvitfisk, fordelt på typiske energiposter, basert på målinger fra 3 bedrifter

Driftsoptimalisering Hvitfisk

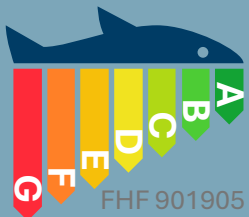
- **Energiforbruk knyttet til Hvitfisk varierer ut ifra produktene, fersk, frossen eller tørket.** Driftsoptimaliseringstiltak vil derfor variere ut ifra anlegg til anlegg ut i fra produkt.
- **For optimalisering av kjøleanlegg gjelder samme fokus/tiltak som for felles og pelagisk konsum**
- **Eksempler på særegne tiltak for Hvitfisk; klippfisk- og tørrfiskproduksjon**
 - Salteprosess/modningstid
 - Størrelsessortering av fisk til tørking
 - Snitting/større kuttflate gir raskere tørking
 - Mellomlagring av klippfisk / pretørking
 - Tørking av fersk fisk vs. Opptint

Finansiert av:



P E I S

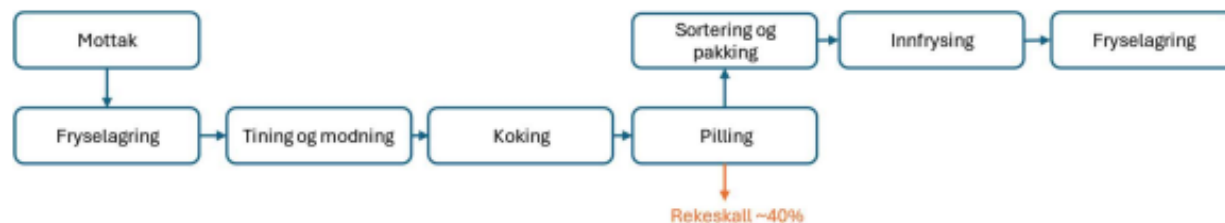
Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

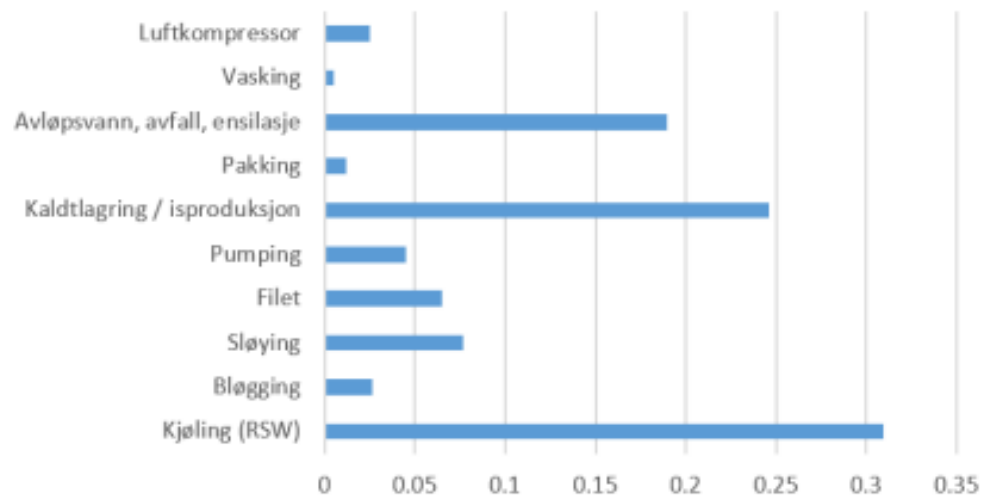
Driftsoptimalisering Reke

- **Energiforbruk knyttet til Reke** anses som en kombinasjon av Pelagisk konsum og Mel/Olje. Dette grunnet at det benyttes damp, innfrysning og kjølelagring i en og samme produksjon.
- **Kvalitativ energifordeling:**
 - Største andel, dampanlegg
 - Neststørste andel, kjølesystemer
 - Etterfølgte av systemer som ventilasjon, trykkluft, pumper, belysning



Driftsoptimalisering Havbruk

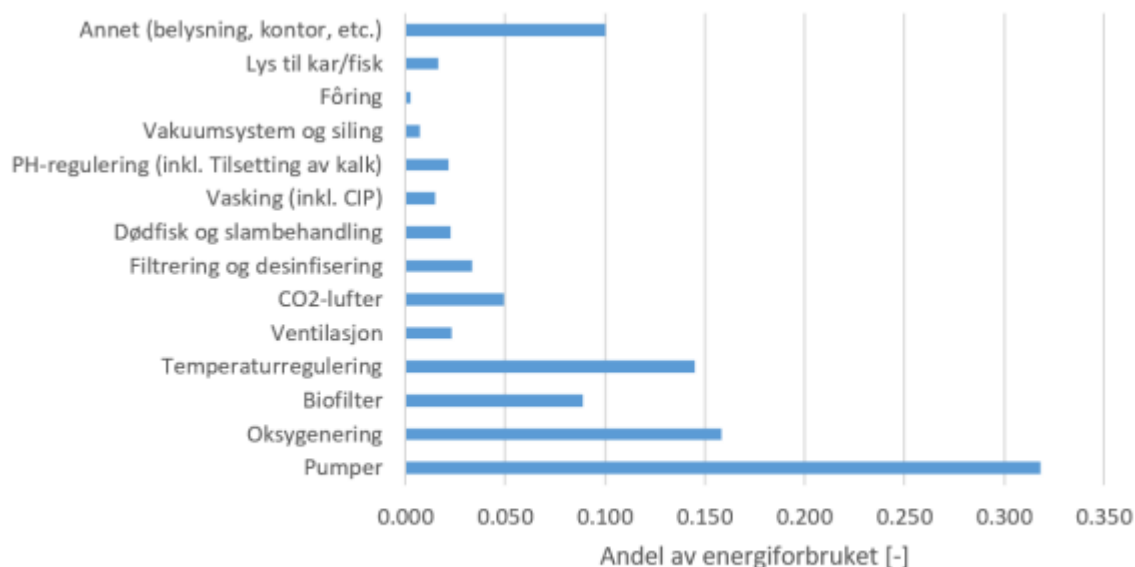
- Energiforbruk knyttet til **Havbruk Slakteri** anes å utarte seg relativt lik som **Hvitfisk** og **Felles**



Figur 14. Fordeling av energiforbruk på ulike aktiviteter og systemer på slakterier i havbruk.

Driftsoptimalisering Havbruk

- **Energiforbruk knyttet til Havbruk Settefisk** skiller seg litt ut da det ikke er behov for nedfrysing eller damp, hvor største andel av forbruket er tilknyttet vannbehandling (inkl. forflytning).



Figur 7. Fordeling av energiforbruk på ulike aktiviteter og systemer på settefiskanlegg i havbruk. Egne estimater for et typisk anlegg basert på sammenstilling av tilgjengelig litteratur.

Driftsoptimalisering Felles

• Kjøle og- varmepumpesystemer

- Periodisk drift og vedlikehold (optimalisert fordampervriming, sugetrykk, kondensatortrykk, filtre, rengjøring av varmevekslere...)
- Overvåk og jobb med COP/SCOP (virkningsgrad)
- Unngå hyppig «start/stopp»kjøring av kompressorer (ineffektivt og gir økt slitasje)
- Unngå lave dellaster på kompressorer (påvirker som regel COP negativt)

• Vannbårne anlegg

- Unngå unødvendig kjøling/oppvarming
 - Unødvendig høye/lave settpunkt – større temperaturløft mer energi
 - Forbruk etter faktisk behov (fyringskurver) - Delta T (tur vs. retur) er en god indikator
- Innregulering av vannmengder, og pumper iht. pumpeprofiler (spesielt uten frekvensstyring)
- Unødvendig sirkulasjon når ikke kjøle/varmebehov (pumpeenergi og sirkulajonstap)
- Unngå unødvendig høy konsentrasjon ved bruk av glykol (kun til frostsikring)

• Varmevexslere

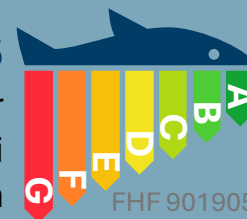
- Periodisk vedlikehold for optimal varmeoverføring (rens)
- Balanserte/prosjekterte vannmengder
- Lekkasje-detektering/overvåkning
- Oppfølging av gjenvinningsgrad

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Driftsoptimalisering Felles

- **Trykkluftsanlegg**
 - Tette lekkasjer (utgjør ofte 20-30% av forbruket knyttet til trykkluft)
 - Unngå unødvendig høyt trykk
 - Optimal sekvensstyring mellom kompressorer (behovsstyring/frekvensstyring)
 - Unngå brukere med stor forskjell i trykkbehov på samme linje
 - Ved lite (og lokalt) behov utover produksjonsperioder kan mindre trykkluftkompressorer vurderes
 - Optimal utnyttelse av spillvarme
- **Ventilasjon**
 - Unngå bruk av avfuktning om naturlig ventilasjon eller lokalt avtrekk kan
 - Unngå unødvendig høye luftmengder og ubalanserte luftmengder
 - Både i og utenfor produksjonsperioder
 - Sikre optimal gjenvinningsgrader for anleggene
 - Unngå for lav/høy temperatur på tilluft
- **Belysning**
 - Driftsrutiner, oppsett av kalenderstyring, LUX-nivåer etc.

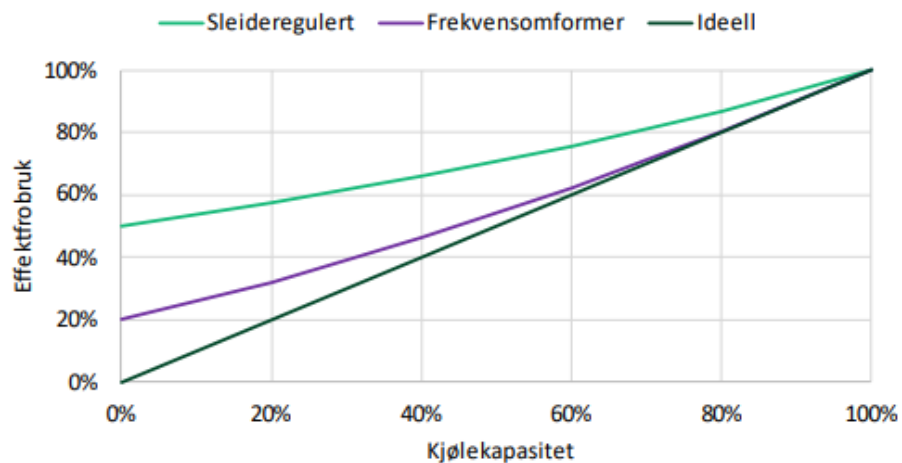
Finansiert av:



Driftsoptimalisering Felles

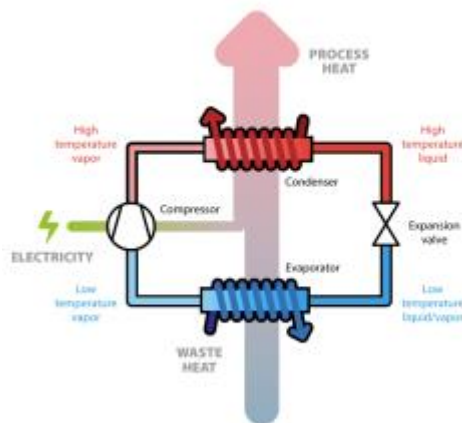
Tabell 7: Forhold mellom sugetrykk og kondensasjonstrykk, målt i relativ endring i COP i forhold til et anlegg med trykkforhold -40/+20 °C. Beregnet med CoolPack, R717, 70% isentropisk virkningsgrad, 1-trinn.

Sugetrykk	Kondensasjonstrykk		
	20°C	19°C	18°C
-40°C	-	2%	4%
-39°C	3%	5%	7%
-38°C	6%	8%	11%



Figur 10: Kapasitetsregulering på skruekompressor, prinsipielt

$$COP = \frac{\text{Avgitt varmeeffekt}}{\text{Elektrisk effekt}}$$



Figur 13: Prinsippskisse for en varmepumpe³⁰

Driftsoptimalisering - kom i gang

- 1. Velg ut noen anlegg med antatt stort sparepotensiale**
 - Omfang og intern kapasitet/kompetanse bør avklares
- 2. Sende inn søknad for kartleggingsstøtte til ENOVA**
 - Avklar forholdet mellom egne timer og ekstern bistand
- 3. Etabler systemer for kontinuerlig energioppfølging**
 - Kost/nytte er det som vurderes her
- 4. Realiser de «lavhengde fruktene» først, og planlegg for de større investeringene**
- 5. Benytt ENOVA til subsidiering større energieffektive investeringer (om de kvalifiserer)**

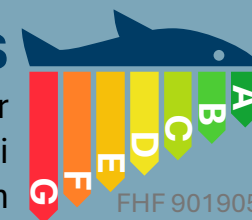
Takk for meg!

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905



Finansiert av:



Energieffektivisering i havbruk

HAVlunsj, 16.01.2025, Bergen
Hans Tobias Slette, SINTEF Ocean

PEIS 

Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



FHF 901905

Bakgrunn

- Bærekraftig vekst i sjømatnæringa er avhengig av tilgang på fornybar kraft
- Kraftbalansen spås å bli svært stram i tiden fremover
- Smart og effektiv utnyttelse av energien er et viktig verktøy for næringa – men hva er potensialet?



Prosjekt PEIS

Hovedmålet med prosjekt PEIS er å dokumentere potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen og beskrive relevante tiltak for energisparing.



Kjerneleveranser



Sluttapport
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen
Faglig sluttapport (FHF 901905)
Forfatter(e):
Eirik Starheim Svendsen, Tom Ståle Nordtvedt
Rapportnummer:
UTKAST - Åpen
Oppdragsgiver(e):
FHF

Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



Delrapport
Veikart for energieffektivisering i hvitfisk- og rekesektoren
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)
Forfatter(e):
Eirik Starheim Svendsen, Tom Ståle Nordtvedt, Marco Bless, Ole Marius Moen, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Guillermo Berger
Rapportnummer:
Oppdragsgiver
FHF

Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen



Delrapport
Veikart for energieffektivisering i norsk havbruksnæring
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)
Forfatter(e):
Hans Tobias Slette, Eirik Starheim Svendsen, Marco Bless, Ole Marius Moen, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Geir Tore Hansen
Rapportnummer:
Oppdragsgiver
FHF

Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen

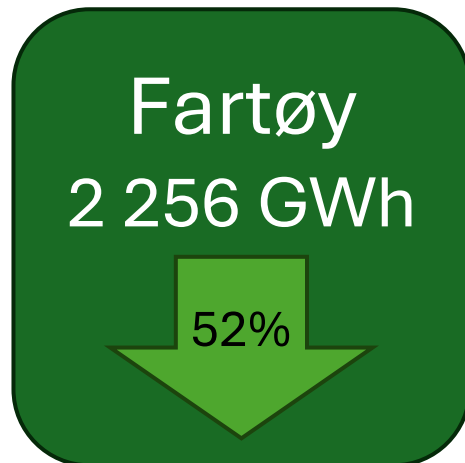
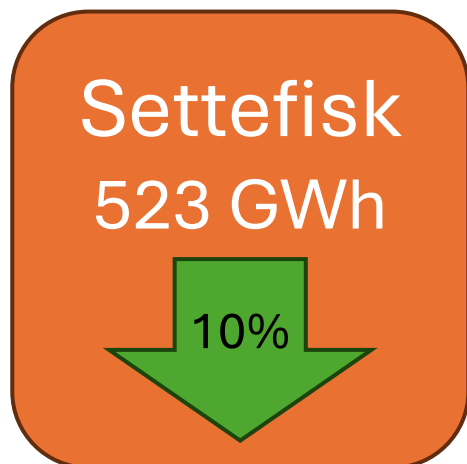


Delrapport
Veikart for energieffektivisering i pelagisk sektor
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen (PEIS)
Forfatter(e):
Eirik Starheim Svendsen, Kristina Nome Widell, Ole Marius Moen, Marco Bless, Frida Sæther, Eleni Patanou, Morten Lunde, Linda Einhjellen, Kristoffer Bjerkvik
Rapportnummer:
Oppdragsgiver
FHF

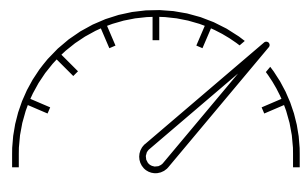
Finansiert av:
FHF
SINTEF
entrd
NCE Seafood Innovation
RENERGY

PEIS
Potensialet for energieffektivisering i sjømatnæringen

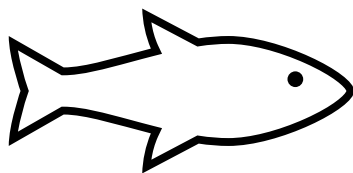
Hovedfunn for havbruk



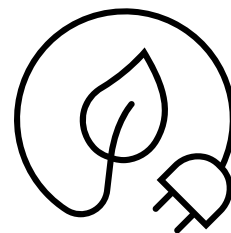
Energibruk settefisk



523 GWh/år

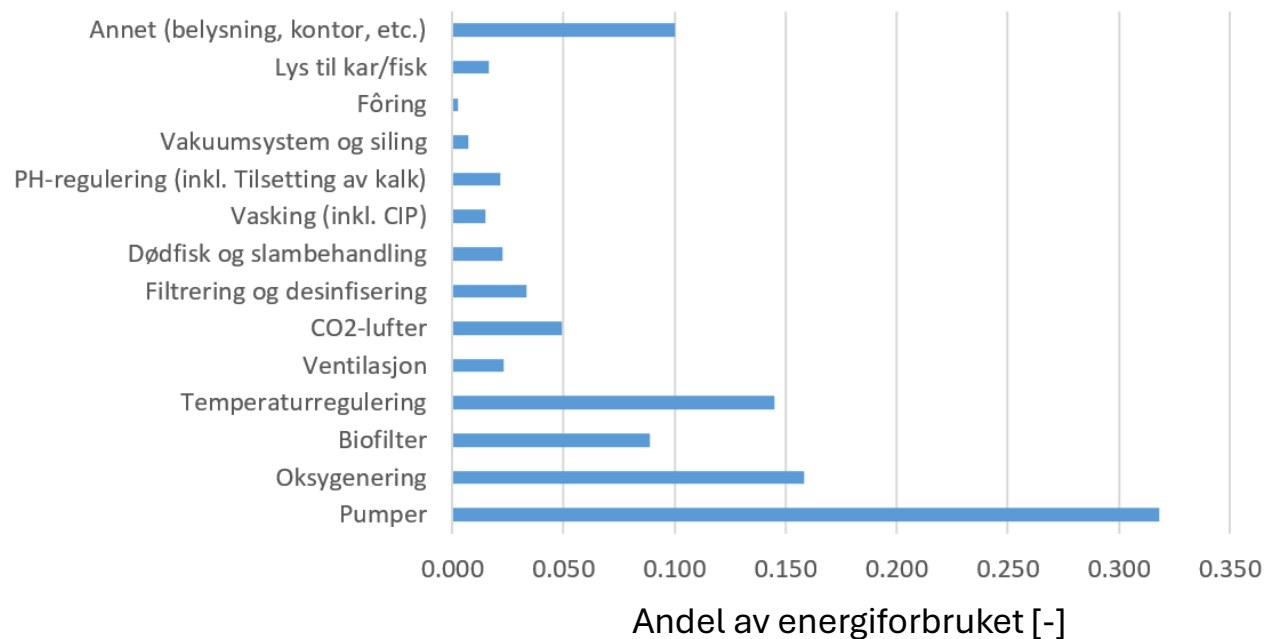


7,5 kWh/kg

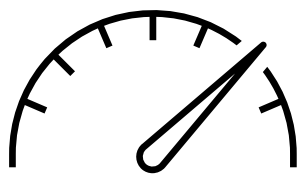


95% strøm

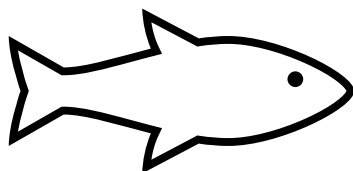
Fordeling av energiforbruket på settefiskanlegg



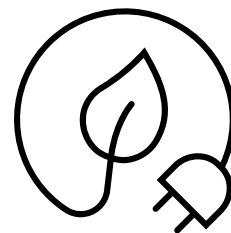
Energibruk matfisk



345 GWh/år

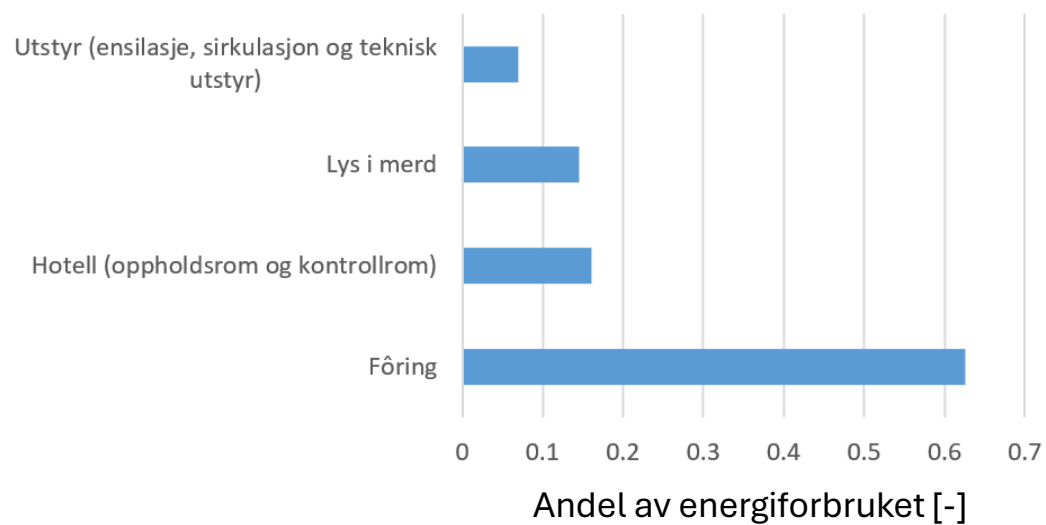


0,2 kWh/kg



40% strøm

Fordeling av energiforbruket på konvensjonelle matfiskanlegg

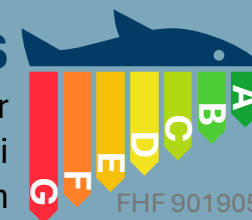


Finansiert av:



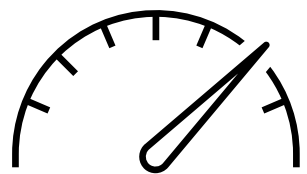
PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen

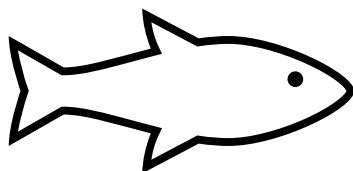


FHF 901905

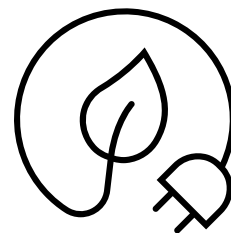
Energibruk slakteri



280 GWh/år

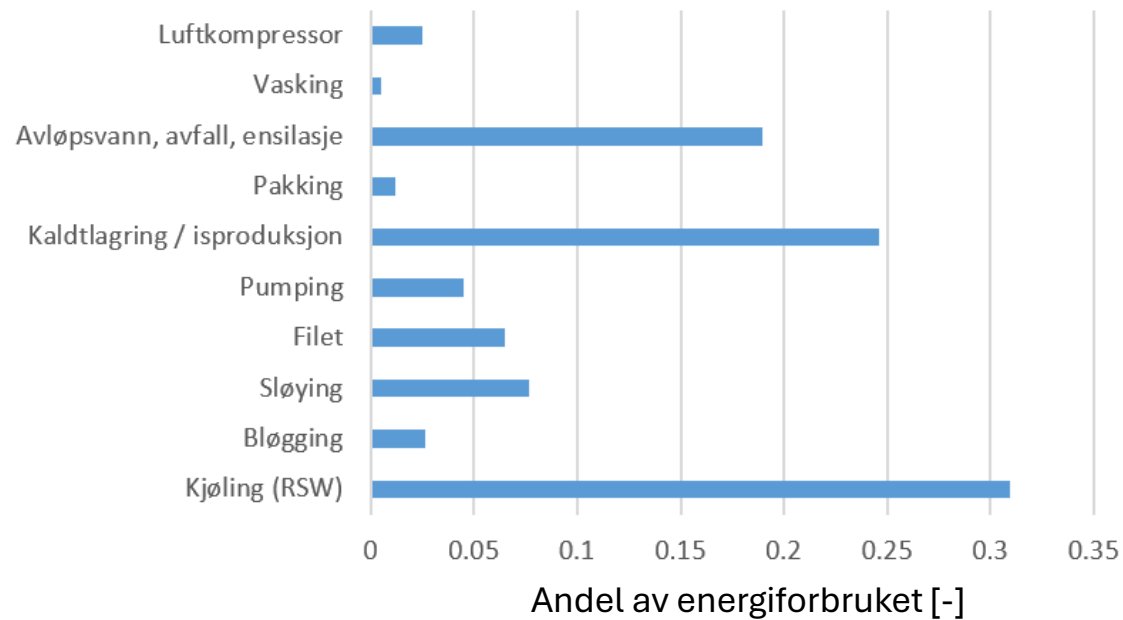


0,2 kWh/kg

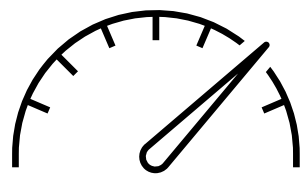


97% strøm

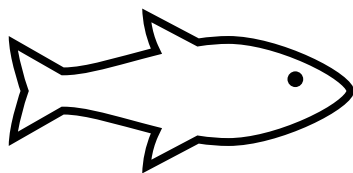
Fordeling av energiforbruket på settefiskanlegg



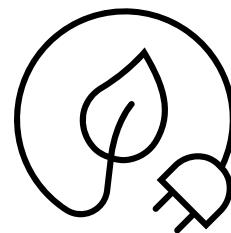
Energibruk fartøy



2 256 GWh/år

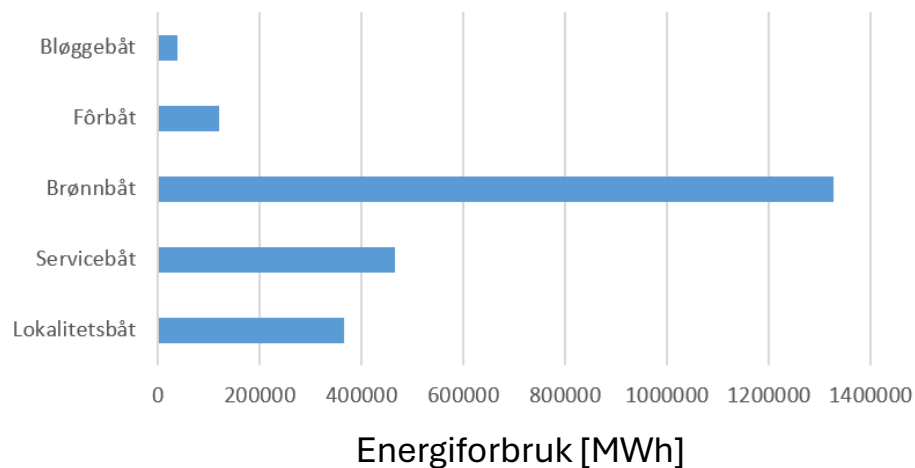


1,4 kWh/kg



1% strøm

Fordeling av energiforbruket på fartøysgrupper

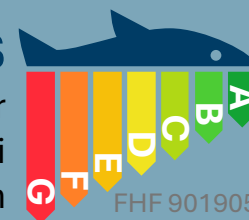


Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



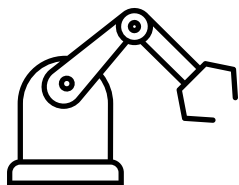
FHF 901905

Energibruk fartøy

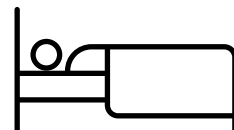
Alle fartøy



Fremdrift: 50%



Utstyr og prosesser: 33%



Hotell: 17%

Brønnbåt

Energiforbruk for brønnbåter fordelt på prosesser. Tallene gjelder hele brønnbåtflåten. IMM står for ikke-medikamentell behandling.

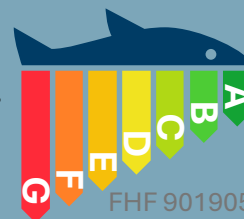
Aktivitet	Antall ganger (per år)	Totalt energiforbruk
Smolttransport (t/r)	1500	123 GWh
Avlusning (IMM)	2600	269 GWh
Slaktetransport (t/r)	5000	273 GWh
Annen seiling	10 lange og 20 korte turer per båt	152 GWh
Hotelldrift	365 dager for alle båter	265 GWh
	Totalt	1082 GWh

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Effektivisering i settefisk

Pumping
32% = 167 GWh

25 GWh

Oksygenering
15% = 78 GWh

14 GWh

Temperaturregulering
15% = 78 GWh

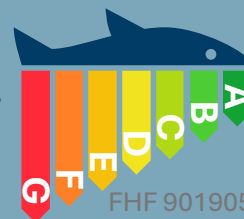
11 GWh

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Effektivisering i matfisk

Finansiert av:



Vannbåren fôring
60% = 207 GWh

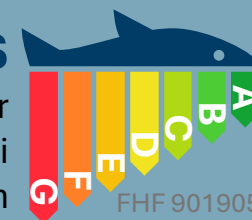
70 GWh

Elektrifisering
40% = 78 GWh

62 GWh

PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Effektivisering i slakteri

Effektive kjølesystem

31% = 87 GWh

14 GWh

Kulde- og varmegjen.

31% = 87 GWh

13 GWh

Egenproduksjon strøm

6 GWh

Redusert isbehov

25% = 70 GWh

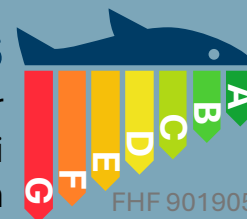
8 GWh

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Effektivisering i fartøy

Landstrøm og
elektrifisering

700-900
GWh

Fremdrift og drift
50% = 1 128 GWh

300 – 400
GWh

Pumping

30 GWh

Temperaturregulering
17% = 380 GWh

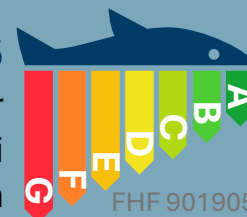
55-125
GWh

Finansiert av:



PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



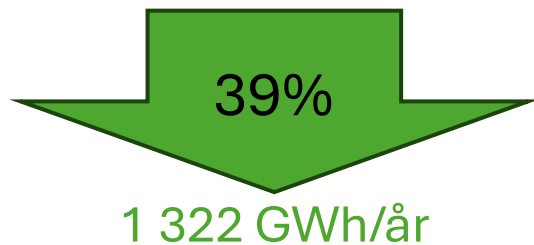
FHF 901905

Datakvalitet

- Usikkerhet
 - Logging
 - Deling
- Kategorisering
 - Sammenlignbare data

- Uansett: Store potensial for energieffektivisering

I dag
3 404 GWh/år



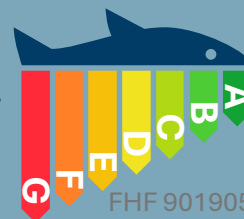
Fremtiden?
2 082 GWh/år

Finansiert av:



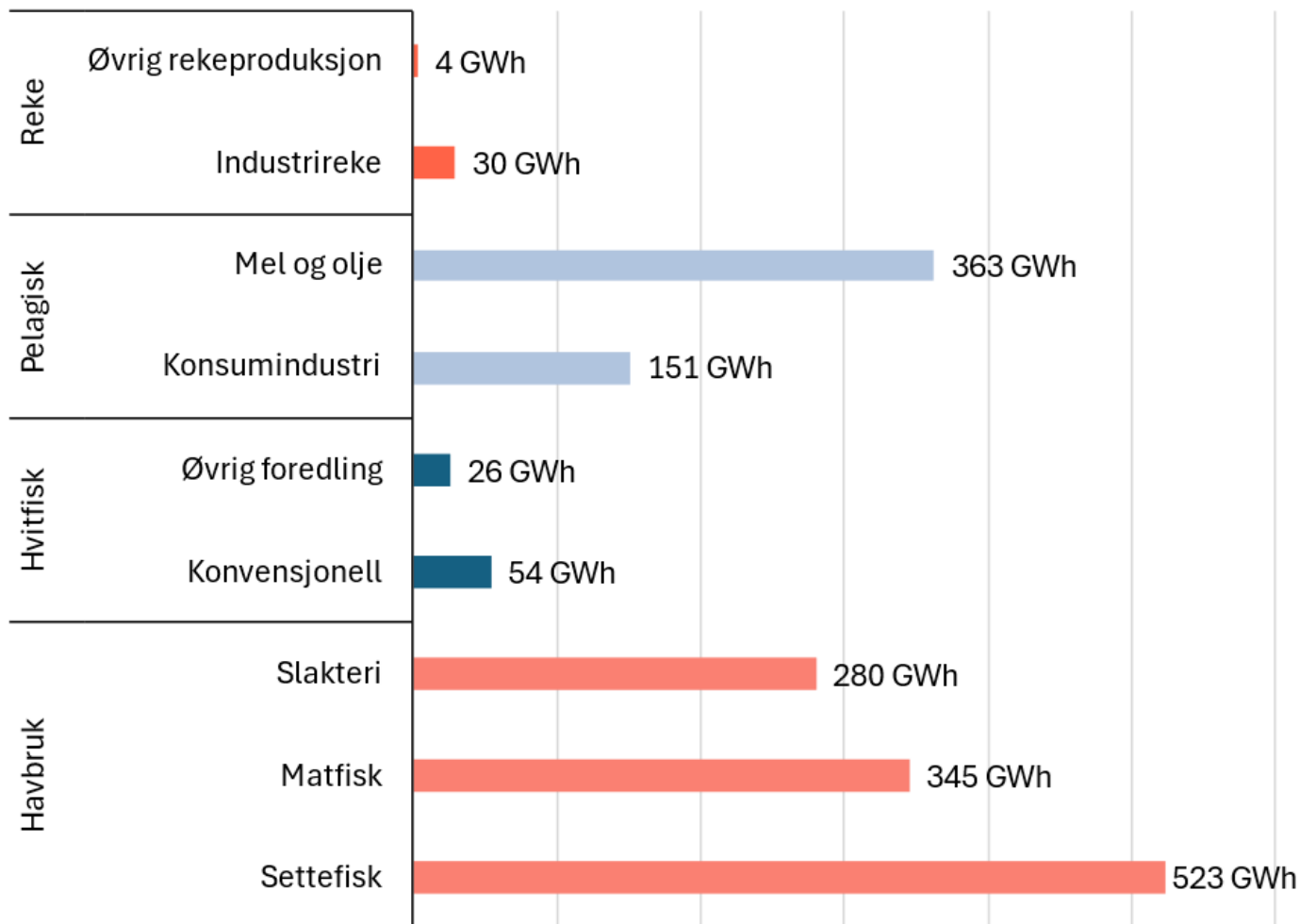
PEIS

Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



FHF 901905

Forbruket i hele næringa



Samlet forbruk

1 775
GWh

- Referanseår 2022
- Havbruksfartøy kommer i tillegg med 2 256 GWh (~99% fossil)
- Fossile andeler
 - Settefisk: 5%
 - Matfisk: 60%
 - Slakteri: 2-3%
 - **Pelagisk m&o: 85-90%**
 - Industrireker: 60%

P E I S



Potensialet for
energieffektivisering i
sjømatnæringen



Finansiert av:



PROGRAM 13:00 – 15:00

Velkomst og presentasjon av prosjektet
Eirik Starheim Svendsen (SINTEF Ocean)

Prosjektresultater fra reke og hvitfisk
Tom Ståle Nordtvedt (SINTEF Ocean)

Prosjektresultater fra pelagisk sektor
Kristina Widell (SINTEF Ocean)

Energieffektivisering – Generelle tiltak og
lærdommer på tvers
Marco Bless (SINTEF Energi)

Potensielle lavthengende frukter
Morten Lunde (ENTRO)

Takk for oppmerksomheten!



hans.slette@sintef.no