



SINTEF

Høyreklikk på denne figuren
og velg "Change Picture"
for å sette inn eller endre bildet.
Etter bildet er lastet inn, høyreklikk,
velg «størrelse og plassering» og sett
høyde til 28 cm for utfyllende bilde.

Rapport

Fangstdatakilder

AP2 Rapport

Forfatter(e):

Phil Tinn, Per Gunnar Auran, Dorteia Mathilde Kristin
Vatn, Ståle Walderhaug

Rapportnummer:

2024:00425 - Åpen

Oppdragsgiver :

Fiskeri og havbruksnæringens
forskningsfinansering (FHF)



SINTEF Nord AS
Postadresse:
Postboks 118
9252 Tromsø
Sentralbord:

Foretaksregister:
NO 992 769 211 MVA

Rapport

Fangstdatakilder

AP2 Rapport

EMNEORD

Klikk eller trykk her for å
skrive inn tekst.

VERSJON

1.0

DATO

2024-04-05

FORFATTER(E)

Phil Tinn, Per Gunnar Auran, Dorthea Mathilde Kristin Vatn, Ståle Walderhaug

OPPDRAKSGIVER(E)

Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansering
(FHF)

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

901803

PROSJEKTNUMMER

822000220

ANTALL SIDER

24

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer og evaluerer ulike datakilder som er relevante i prosessen med å utvikle et beslutningsstøtteverktøy for fiskerinæringen. Dette gjøres ved først å evaluere hver datakilde på relevante attributter og prosesser som er observerbare og tolkbare. Deretter brukes FAIR-prinsippene i evalueringen.

Rapporten presenterer datakilder som er tilgjengelige i dag, samt noen fremtidige datatilgangsmuligheter. Rapporten avsluttes med et kapittel som oppsummerer gjeldende arbeid innenfor bærekraftsrapportering og presenterer videre et veikart for hvordan karbonavtrykket i fiskerinæringen kan beregnes i fremtiden.

UTARBEIDET AV

Phil Tinn

SIGNATUR

KONTROLLERT AV

Vetle Hofsføy-Woie

SIGNATUR

GODKJENT AV

Ståle Walderhaug

SIGNATUR

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

RAPPORT NR.

2024:00425

ISBN

978-82-14-07200-6

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen



Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2024-04-05	Oversatt og kvalitetssikret norsk rapport



Innholdsfortegnelse

- 1 Introduksjon 5
 - 1.1 Oversikt 5
 - 1.2 Metode 1: Kontekstuell evaluering av beslutningsstøtte..... 5
 - 1.3 Metode 2: Evaluering ved hjelp av FAIR-prinsippene..... 6
- 2 Dagens datakilder 7
 - 2.1 Offisielle og åpne data fra Fiskeridirektoratet..... 8
 - 2.2 Ikke offisielle data fra Fiskeridirektoratet 9
 - 2.3 Meteorologisk Institutt..... 9
 - 2.4 Kystverket..... 9
 - 2.5 Råfisklaget og Sildelaget..... 10
 - 2.6 Andre mulige datakilder 10
- 3 Resultat fra datakilde-evaluering 10
 - 3.1 Kontekstuell evaluering av beslutningsstøtte 10
 - 3.2 Evaluering med FAIR rammeverket 11
- 4 Dataflyt for sammenstilling av fangstinformasjon 12
 - 4.1 Data etter fangst 12
 - 4.2 Data før fangst..... 13
- 5 Datatilgang..... 13
 - 5.1 VMS-ERS Integrasjon 13
 - 5.2 Simulerte kilder 14
 - 5.3 Ekkogram P2P Deling & Human-in-the Loop maskinlæring 15
- 6 Videre arbeid 17
 - 6.1 Nåværende utslippsovervåking 17
 - 6.2 Aktivitetsbasert utslippsovervåking ved å tette gapet mellom data- og modellering 18
 - Steg 1: Databerikelse..... 19
 - Steg 2: Finne hull i læringsmodeller 20
 - Steg 3: Aktivitetsbasert estimering og intervensjon..... 21
 - Oppsummering..... 21
- 7 Appendiks 22
 - 7.1 Implementering av FAIR Rammeverk 22
 - 7.2 Modell for energiforbruk..... 22
- 8 Referanser 24



BILAG/VEDLEGG

Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.



1 Introduksjon

1.1 Oversikt

Evalueringen som er gjort av fiskerirelaterte data i dette prosjektet har hatt det overordnede målet å utvikle et beslutningsstøtteverktøy for fiskerifartøy og gjennom dette legge til rette for et forbedret og mer effektivt fiske, samt en bærekraftig utvikling. Vi vurderer først datakildene basert på egenskaper knyttet til tilgjengelighet, anvendelighet og opprinnelse (avsnitt 1.2). For å gjøre en overordnet sammenlignbar evaluering, har vi også brukt [FAIR rammeverket](#) [1],[2] som er utviklet basert på prinsippene *findable* (mulig å finne), *accessible* (tilgjengelig), *interoperable* (kompatibel), and *reusable* (mulig å gjenbruke) (avsnitt 1.3).

1.2 Metode 1: Kontekstuell evaluering av beslutningsstøtte

I den kontekstuelle evalueringen av datakildene ble de vurdert uten bruk av et forhånds etablert rammeverk. Her ble datakildene sammenlignet basert på relevante karakteristikker og prosesser som er observerbare og tolkbare (Figur 1).

Tilgjengelighet (hvor klar er dataen til å brukes?)

Evalueringen av tilgjengelighet handler om praktiske vurderinger relatert til hvor lett eller vanskelig det er å generere data fra kilden, og hvor effektivt og konsistent dataen kan hentes og integreres med digitale tjenester og applikasjoner. Vi har brukt to attributter til å definere tilgjengelighet i vårt arbeid:

- **Grad av automatisert datagenerering:** Dette handler om hvorvidt dataen hentes og genereres med minimal eller liten menneskelig involvering. For eksempel, generering av VMS data kan ansees som fullt ut automatisert siden de fleste fartøy kan automatisere delingen av sine posisjoner gjennom softwarekonfigurasjon. Generering av hydroakustisk data derimot, krever manuell deling fordi det pr nå mangler skalerbare metoder for å dele dette enkelt.
- **Tilgang:** Dette handler om hvorvidt dataen deles i en hyppig frekvens på en måte som muliggjør integrering med tjenester i sanntid. De fleste datakildene inngår i en av tre kategorier:
 1. *Åpen API* (sanntid, på forespørsel, kan hentes i interoperable formater)
 2. *Åpen URL* (forsinket, hentes i ikke-operabelt format)
 3. *Begrenset* (krever tilgang og/eller omformatering)

Anvendelighet (hvor nyttig er dataen?)

Evalueringen av dataanvendelighet fokuserer på spesifisitetsnivå både i tid og rom for å skille de kildene som er rapportert med en tidsforsinkelse eller med aggregerte geolokaliseringer som for eksempel ved landingssted. Anvendelighet evalueres basert på to attributter:

- **Temporal oppløsning:** Dette handler om hvorvidt dataen oppdateres hyppig nok til å integreres med sanntidstjenester eller kun kan brukes for modellering og analyse som ikke foregår i sanntid. Datakildene her er vurdert på en kategorisk skala ut fra frekvens på datainnhentingen i henholdsvis *måneder, uker, dager, timer* eller *minutter*.
- **Spatial oppløsning:** Dette handler om hvorvidt dataen inneholder tilstrekkelig med informasjon om geolokasjon som kan brukes for målrettet navigasjonsstøtte eller modellering av fiskebestander. Datakildene som vurderes blir vurdert på en kategorisk skala ut fra hvor spesifikk plassering og navigasjonsparametere er i høy (breddegrad-lengdegrad) og lav (landingssoner).

Kommentert [DV1]: readiness, applicability, and provenance - har jeg oversatt riktig her?

Kommentert [PA2R1]: Readiness -> tilgjengelighet?

Kommentert [DV3]: Fant ikke en bra norsk oversettelse. Forslag mottas med takk!

Kommentert [PA4R3]: se forrige kommentar

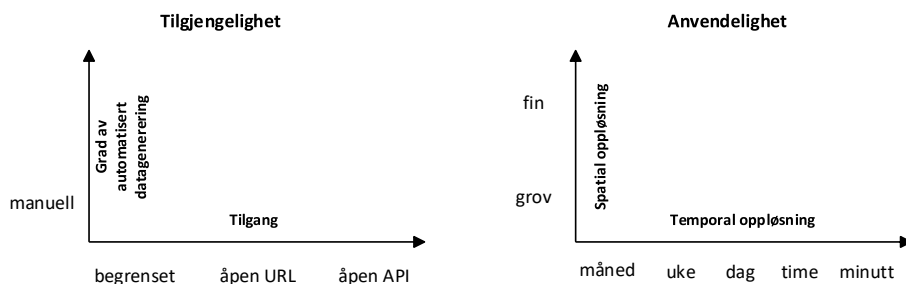
Kommentert [DV5]: Blir dette riktig term?

Kommentert [PA6R5]: Anvendbare? Readiness er vel en kombinasjon av de to.

Kommentert [DV7]: Er dette en ok oversettelse?

Kommentert [PA8R7]: landingssted?

Kommentert [DV9]: Er dette en ok oversettelse?



Figur 1: Kriterier for datakildevurderinger

Opprinnelse

De ulike datakildene har ulik opprinnelse (Tabell 1). Enkelte data kan også sammenstilles eller omorganiseres for ny bruk (f. eks vandingsmodell for sild) eller ny deling (f. eks API). Spredningen av data gjennom kanaler utenfor opprinnelig kilde kan påvirke dataens kvalitet og tilgjengelighet, og derfor er det nødvendig å skille datakildene etter deres originale opprinnelse:

- **Primære:** Handler om hvorvidt dataen er delt fra sin opprinnelige kilde (f. eks fartøy) eller gjennom en juridisk enhet (f. eks Kystverket).
- **Sekundære:** Handler om hvorvidt dataen er delt videre av en tredjepart (f. eks BarentsWatch) gjennom aggregering eller som resultat av simulering og modellering.

1.3 Metode 2: Evaluering ved hjelp av FAIR-prinsippene

FAIR-prinsippene (*findable, accessible, interoperable, reusable*) kan brukes som en veileder som kan bidra til å gjøre digitale ressurser enkle å finne, få tilgang til, samt enklere å gjenopprette og gjenbruke, både for maskiner og mennesker [1]. De fire overordnede prinsippene "*findable*", "*accessible*", "*interoperable*" og "*reusable*" er videre delt i 15 målbare prinsipper. Ifølge Jacobsen et al. [2] er det stor frihet i både tolkning og implementering av disse prinsippene, og i den praktiske bruken er det mulig å gjøre tilpasninger etter hvert som teknologiutviklingen foregår. Hvert overordnede FAIR-prinsipp er definert av flere ulike karakteristikk:

Findable – Gjenfinnbare

Det første steget i å (gjen)bruke data er å finne dem basert på metadata som er maskinlesbare for å støtte automatisk registrering i tjenester for å finne og dele datasett.

- F1. (Meta)data tilordnes en global og persistent unik id
- F2. Data er beriket med metadata (definert i R1 under)
- F3. Metadata inneholder klart og tydelig identifikator for dataene de beskriver
- F4. (Meta)data registreres eller indekseres i en søkbar tjeneste

Accessible – Tilgjengelige

Data som en bruker har funnet interessant er tilgjengelige, men kan kreve autorisasjon og autentisering før bruk.

- A1. (Meta)data kan gjenfinnes med bruk av identifikatoren via en standardisert kommunikasjonsprotokoll
- A1.1 Protokollen er åpen, gratis og universelt anvendbar



- A1.2 Protokollen støtter autorisasjon og autentisering der det er nødvendig
- A2. Metadata er tilgjengelige, selv når datasettet ikke lenger er tilgjengelig

Interoperable - kompatible

Vanligvis vil en ha behov for å integrere og sammenstille ulike datasett for bruk i applikasjoner eller arbeidsflyter for lagring, analyse og prosessering.

- I1. (Meta)data bruker en formell, tilgjengelige, delt og utbredt språk for kunnskapsrepresentasjon.
- I2. (Meta)data bruker vokabular som følger FAIR prinsippene
- I3. (Meta)data inneholder kvalifiserte referanser til andre (meta)data

Reusable – Gjenbrukbare

Målsetningen for FAIR er å optimalisere gjenbruken av data, og for å få til dette må metadata og data være godt beskrevet så de kan repliseres og/eller kombineres for ulike formål.

- R1. (Meta)data er rikt beskrevet med et relevante og presise attributter
- R1.1. (Meta)data tilgjengeliggjøres med en klar og tydelig brukerlisens
- R1.2. (Meta)data assosieres med detaljert opphav
- R1.3. (Meta)data er tilpasset standarder som relevant for domenet de brukes i

Prinsippene refererer til tre entitetstyper: data (eller digitalt objekt), metadata (informasjon om det digitale objektet) og infrastruktur (f.eks. definerer F4 at både data og metadata er registrert eller indeksert i en søkbar ressurs).

2 Dagens datakilder

I Tabell 1: Dagens datakilder oppsummeres dagens datakilder ut fra hvem som er distributør av dataen, datakildenavn, nøkkelinnhold, samt kjernefunksjon.

Tabell 1: Dagens datakilder

Distributør	Datakildenavn	Nøkkelinnhold	Kjernefunksjon
Fiskeridirektoratet	Fartøysregisterdata	Fartøysdetaljer: utstyr brukt, kumulativ fangstmengde	Registrering av fartøystillatelser og kvoter
	Turistfiskedata	Fangst av arter, mengde	Registrering av fangst av utenlandske fartøy
	Fangstdata	Fangstsone, vekt og art; utstyr som brukes; pris	Registrering av handelsverdier
	Posisjonsrapportering (VMS)	Fartøyslokasjon	Systemisk fartøysporing (global)
	Elektronisk rapportering (ERS)	Havneavgang, fangst, havneanløp og omlastning	Fangstlogg
	Fiskere, fartøy og fisketillatelser	Fiskere fra fiskermanntallet, fartøy- og eierdata fra merkeregisteret og fisketillatelser fra konsesjons- og deltakerregisteret	Eierinfo, tillatelser



	Fiskeutstyr	Rapportering om bruk av garn, line og teiner	Fiskeredskaper utplassert de siste 21 dagene
	Lønnsomhetsundersøkelsen	Opplysninger om lønnsomhet, drift, arbeidsinnsats m.v. fra den norske fiskeflåten	Estimat på drivstofforbruk for hver fartøysklasse
Meteorologisk institutt	Værdata	Rådata fra måleinstrumenter Beregnete verdier i prognose	Værprognose
BarentsWatch	ALS	Navigasjonsparameter	Kollisjonsungåelse (lokal)
	Værdata	Vind, regn (mm), temperatur, tåke, sannsynlighet for regn, lufttrykk	Værmelding fra værstasjoner langs kysten
	Arktisk info	Plassering av fartøy, områdegrenser for is, brann, etc.	Trafikk-, vær- og is rapportering for fartøy i arktiske områder
	Bølgeprognose	Bølgeprognoser for utvalgte farleder	Gi informasjon om bølgeforhold
Råfisklaget	Råfisklaget	Fangstsone, vekt og art; utstyr som brukes; pris	Registreringer av handelsverdier
DigiRead Connect	FishGuider	Marlog; fangstkvote & bruk; sildetrekk	Gi siste sildevandringsprognose

2.1 Offisielle og åpne data fra Fiskeridirektoratet

Fiskeridirektoratet gir en oversikt over åpne data på sin nettside. Disse dataene består av fartøyregister, turistfiskedata, fangstdata knyttet til fartøydata, posisjonsrapportering (VMS), elektronisk rapportering (ERS) og fartøy, eiere og fisketillatelser.

Fartøysregisterdata:

Fartøyregisteret gir oversikt over fartøystillatelser, fartøyeiere, aktive og gyldige fisketillatelser, kvoter samt rapporterte lovlige fangster. Dataene oppdateres daglig og er tilgjengelige via API.

Turistfiskedata:

Turistfiskedataene gir oversikt over fangst utført av utenlandske fartøy. Disse fartøyene er en del av selskaper registrert som Turistfiskebedrifter i Fiskeridirektoratets register. Dataene oppdateres ukentlig og er tilgjengelige gjennom nedlasting fra en interaktiv visning på Fiskeridirektoratets nettsider.

Fiskere, fartøy og fisketillatelser:

Fangstdataene gir fangstdata fra landings- og sluttseddelregister kombinert med fartøydata. Den gir oversikt over handelsverdier og gir informasjon om fangstsone, vekt og arter, brukt redskap og pris. Dataene oppdateres daglig og kan lastes ned. Handelsverdiene er basert på tidligere års priser.

Posisjonsrapportering (VMS):

Datakilden består av posisjoneringsrapporter fra norske fiske- og fangstfartøy på 15 meter eller mer før 1. juli 2023, uavhengig av hvor de har vært. Basert på den nye forskriften er fartøy med lengde 10-11 meter og 8-9,99 meter pålagt å installere godkjente systemer og rapportere sine posisjoner (VMS) innen henholdsvis 1. juli 2023 og 1. januar 2025. Dataene stammer fra at hvert fartøy har en avsender programmert til å sende data om fartøyetys posisjon, kurs og hastighet, med frekvenser rundt 10 minutter til fiskerimyndighetene. Dataene oppdateres daglig og kan lastes ned i CSV-format.

Elektronisk rapportering (ERS):



Disse dataene gir informasjon om havneavganger, fangst, havneanløp og omlasting rapportert av norske fiskefartøy på 15 meter eller mer før 1. juli 2023. Basert på den nye forskriften kreves det av fartøy med lengde 10-11 meter og 8-9,99 meter å kun sende Port of Report (POR), så DCA (Detailed Catch and Activity) rapporter med fangst- og fiskeoperasjoner mangler for disse fartøystørrelsene. Nøkkelinhold er informasjon om vekter, arter og utstyr som brukes. Dataene oppdateres daglig og kan lastes ned i CSV-format.

Fiskere, fartøy og fisketillatelser:

Dataene inneholder informasjon om fartøyet, eieren, samt fisketillatelser. Denne datakilden kan synes å overlappe med fartøyregisteret. De tilgjengelige datasettene inneholder imidlertid informasjon per 31. desember for hvert år, og informasjonen er delt inn i fire datasett, tilgjengelig som nedlastbare excel-ark. De ulike datasettene er fartøy- og eierdata, fiskekort knyttet til bestemte fartøy, fiskekort som ikke er knyttet til bestemte fartøy og overgang av fiskekort.

2.2 Ikke offisielle data fra Fiskeridirektoratet

Fiskeridirektoratet samler hvert år inn opplysninger om lønnsomhet, drift, arbeidsinnsats etc. fra den norske fiskeflåten. Lønnsomhetsundersøkelsen er basert på et utvalg trukket fra en populasjon av fartøy. Variabler tilgjengelig for utvalget er blant annet type drivstoff kjøpt i Norge og utlandet, samt driftsgruppe. Driftsgruppe er en underklasse av fartøygruppe. Basert på dette regnskapet gjøres det et estimat for drivstofforbruk for hver fartøyklasse. Disse datakildene er ikke offisielle, men Fiskeridirektoratet har fått delegert myndighet fra Nærings- og fiskeridepartementet til å gi forskere tilgang til sensitive data i henhold til forvaltningsloven § 13d (lovdata.no). Fiskeridirektoratet har etablert rutiner for behandling av søknader og utsendelse av data og har vilkår knyttet til bruk av data.

2.3 Meteorologisk Institutt

Meteorologisk institutt er et statlig institutt som varsler vær, overvåker klima og driver forskning. De har en fri og åpen datapolicy, som betyr at alle kan bruke materialet fritt. Store deler av data og produkter er tilgjengelig fra deres selvbetjente nedlastningstjenester. Data og produkter tilgjengelig er rådata fra måleinstrumenter, visuelle observasjoner samt kvalitetssikrede data. Beregnede verdier i vær- og havprognosemodeller, og geovitenskapelige postprosesseringsverdier fra modellene er også tilgjengelig.

2.4 Kystverket

Kystverket leverer flere relevante datakilder gjennom det åpne informasjonssystemet BarentsWatch som gir ulik informasjon om nordlige hav og kystområder. Data om AIS, Arctic Info og bølgeprognoser antas å være spesielt relevante for dette prosjektet. De forskjellige datakildene er alle tilgjengelige via API.

AIS

AIS-teknologien gir navigasjonsdata i sanntid for fartøy med kjernefunksjonen å unngå kollisjon. AIS-dataene leveres for øyeblikket gjennom portalene "FiskInfo" og "Wave Forecast".

Arktisk info

Informasjon om trafikk, vær og is i arktiske områder gis gjennom portalen kalt "ArcticInfo" på BarentsWatch. Dette er en tjeneste spesielt rettet mot den maritime trafikken som dominerer i arktiske områder, som fiskebåter, cruiseskip og ekspedisjonsfartøy. Gjennom tjenesten får brukeren tilgang til informasjon i arktiske farvann om is- og værforhold, rapporter til grønlandske myndigheter og skipstrafikk i området fra grensen mellom Norge og Russland til Canada, inkludert Barentshavet og Nordsjøen.

Bølgeprognose

Kommentert [DV10]: Bør klargjøres litt - DCA ikke introdusert tidligere.

Kommentert [PA11R10]: forklart



Bølgeprognosen gir bølgevarsel for utvalgte farleder og områder på norskekysten de kommende 66 timene.

Værdata

Værdata fra værstasjoner langs kysten leveres også gjennom BarentsWatch som gir tilgang til vind, regn (mm), temperatur, tåke, sannsynlighet for regn og lufttrykk.

2.5 Råfisklaget og Sildelaget

Norsk Råfisklag er en av fem norske salgsorganisasjoner av fisk. Råfisklaget har sitt geografiske område som strekker seg fra Finnmark i nord til Nordmøre i sør. Dataene fra Råfisklaget er handelsverdier knyttet til fangstsoner, vekt og arter, brukt redskap og priser. Dataene er foreløpig bare tilgjengelige via en spesifikk API. Sildelaget har noe lignende og fiske etter sild gir tilgang til auksjonsdata på sild for hele turens varighet.

2.6 Andre mulige datakilder

Andre mulige datakilder som for tiden er under utvikling er hydroakustiske data, SINMOD-systemet, FishGuider og GPS. Hydroakustiske data levert gjennom SIMRAD-teknologi kan gi informasjon om ekkogrammer og SINMOD-systemet gir et numerisk havmodellsystem som kobler sammen og simulerer flere fysiske og biologiske prosesser i havet. FishGuider er et pågående verktøy som søker å samle og visualisere informasjon basert på en matematisk modell for sildevandring og AIS.

3 Resultat fra datakilde-evaluering

3.1 Kontekstuell evaluering av beslutningsstøtte

Basert på kriteriene for måling av **tilgjengelighet** og **anvendelighet** introdusert i avsnitt 1.2, er relevante datakilder rangert langs to akser. **Tilgjengelighet** vurderes på den ene aksen etter *tilgjengelighet* og på den andre aksen etter *grad av automatisert datagenerering*. **Anvendelighet** vurderes på den ene aksen etter *temporal oppløsning* og den andre aksen etter *spatial oppløsning*.

Klare-og-anvendelige datakilder

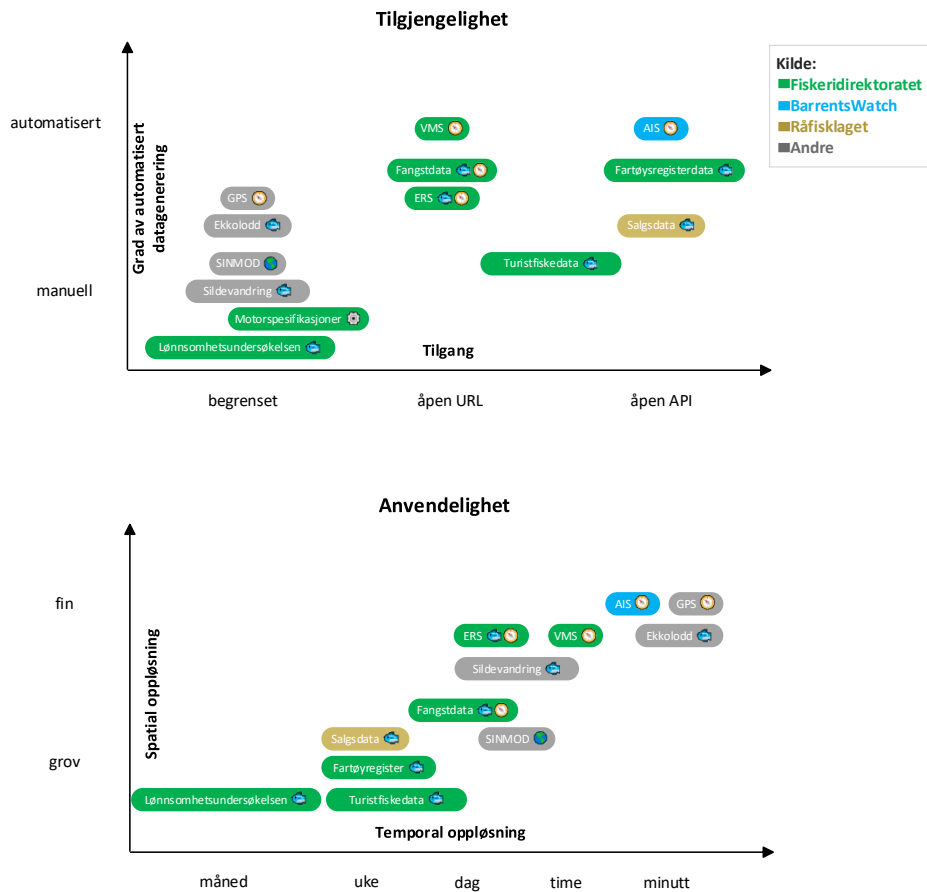
På tvers av begge diagrammene i figur 3 gir AIS-dataene administrert av Kystverket navigasjonsdata med høy temporal og spatial oppløsning. Disse er også gjort offentlig tilgjengelig gjennom de åpne APIene til BarentsWatch. Mens både Fartøyregisteret fra Fiskeridirektoratet og Salgsdataene (Råfisklaget) også er tilgjengelige under åpen API, gjør tidsforsinkelse og lokasjonsrapportering uten geokoordinater at den praktiske verdien til vårt formål reduseres.

Anvendelige-men-ikke-klare datakilder

To datakilder som potensielt er nyttige for beslutningsstøtte (men foreløpig ikke allment tilgjengelig) er hydroakustiske data (f.eks. SIMRAD) og sildemigrasjonsmodellen. Basert på den siste gjennomgangen av FishGuider (en publisert plattform integrert med sildemigrasjonsmodellen), virker arbeidet å pågå uten en klar prognose for forventet fremgang og uten en indikasjon på datakildens fremtidige tilgjengelighet.

Kommentert [DV12]: SIMRAD eller SINMOD?

Kommentert [PA13R12]: SIMRAD her



Figur 2: Evaluering av datakilder basert på tilgjengelighet og anvendelighet

Kommentert [DV14]: Er dette ok oversettelse? Fant ikke noe godt norsk ord for "readiness"

Kommentert [PA15R14]: tilgjengelighet

3.2 Evaluering med FAIR rammeverket

En evaluering med FAIR-rammeverket resulterer i fire poengsummer, der skalaen går fra 0-100. De fire prinsippene introdusert gjennom rammeverket tilbyr en globalt anvendelig og sammenlignbar referanse, som man kan evaluere et datasett med uavhengig av deres domener og tiltenkte applikasjoner. Denne måten å evaluere på skiller seg fra evalueringsmetoden sentrert på kontekstuell beslutningsstøtte introdusert i avsnitt 1.2 på flere måter. Den kontekstuelle vurderingen inkluderer gjennomførbarheten og den menneskelige faktoren ved dataopprinnelse, altså hvorvidt dataene kan hentes på en automatisert måte. Videre tar den kontekstuelle vurderingen med seg temporal og spatial oppløsning som er kritiske karakteristikkertil å skille mellom for å utvikle applikasjoner basert på maskinlæring. FAIR-rammeverket har likevel andre nyttige sider ved seg som den kontekstuelle vurderingen mangler, for eksempel gjennom fokuset FAIR har på aspekter som maskinlesbare format og unike identifikatorer som er avgjørende for



dataoperasjoner som er store og/eller distribuerte. Ved å bruke FAIR som evalueringsrammeverk kan derfor konkrete forbedringsområder identifiseres for å fremme den generelle brukervennligheten og verdien av datasettet.

Table 2: Result av FAIR Analyse

	Findable	Accessible	Interoperable	Reusable	Generelle karakteristikk
ERS	53	70	50	57	Mangler globalt unik identifikator og standard, maskinlesbare metadata (pdf) og lisens.
Råfisklaget	29	70	38	14	Begrenset til nettbasert spøringsgrensesnitt; mangler standardiserte, maskinlesbare metadata og lisens
VMS	53	70	50	57	Mangler globalt unik identifikator og standard, maskinlesbare metadata (html) og lisens.
Turistfiskedata	47	60	25	57	Mangler globalt unik identifikator og standard, maskinlesbare metadata (html) og lisens; krever manuell filtrering før datanedlasting.
Fangstdata	53	70	50	57	Mangler globalt unik identifikator og standard, maskinlesbare metadata (html) og lisens.
Fishguider (NAIS)	n/a	n/a	n/a	n/a	Ingen publiserte data for gjenbruk.

(Merk: uten eksplisitte numeriske poengsummer gitt av FAIR-kalkulatoren, hentes de numeriske poengsummene fra hver utdatagrafs HTML/JavaScript i nettleseren; se Appendix 7.1)

4 Dataflyt for sammenstilling av fangstinformasjon

Informasjon om fangst og fiskebestand kan hentes fra flere eksisterende kilder, hovedsakelig i fangstdokumentasjon av fiskearter, mengde, fangststeder og vekslingsverdier. I tillegg, gitt tilgjengeligheten til informasjon om tidspunkt, plassering og fartøy i disse datakildene etter fangst, kan de knyttes til hydroakustiske data som vanligvis samles inn i perioden før fangst. Denne delen beskriver gjeldende status for tilgjengelig data både før- og etter at fangst er gjort.

4.1 Data etter fangst

Datakildene for fangstinformasjon stammer i dag fra Fiskeridirektoratet og Råfisklaget. Datakildene registreres i varierende frekvens (daglig, ukentlig, per ekspedisjon og kumulativ) og i varierende spatial oppløsning (GPS-koordinater, fangstsoner og bedriftsadresse). På rapporteringstidspunktet er kun salgsdata fra Råfisklaget og Fartøyregisteret tilgjengelig via API, mens resten via direkte nedlasting i CSV-format. APIen til Råfisklaget er ikke gjort tilgjengelig for allmennheten. Fangstinformasjonen som rapporteres via ERS fra fartøy til Fiskeridirektoratet har i dag en 30-dagers forsinkelse før de blir offentlig tilgjengelig inntil videre fremdrift i reguleringsforhandlingene.

Table 3: Sammenligning av data etter fangst

	Temporal Resolution	Spatial Resolution	Access
ERS	Daglig (30-dagers forsinkelse)	Geo-koordinater	Åpen URL
Fangstdata	Daglig	Fangstsoner	Åpen URL



Råfisklaget	Ukentlig	Fangstsone	Åpen URL (Privat API)
Turistfiskedata	Ad-hoc	Bedriftsadresse	API tilgjengelig gjennom søknadsprosess
Fartøysregister	Historisk	n/a	API
Lønnsomhetsundersøkelsen	Årlig	n/a	Begrenset

Et eksempel på dataflyt for fangstdata er koblingen av den historiske ERS-fangstloggen fra før 2023 som på SINTEFs server ble brukt til merking av fiskearter på hydroakustiske data samlet inn fra samme fartøy og på samme tidspunkt som fangstoperasjonene til bruk for utvikling av maskinlærings-applikasjoner.

4.2 Data før fangst

Hydroakustiske data er for øyeblikket det nærmeste man kommer informasjon i sanntid om tilstedeværelsen av fisk i forkant av fangst. I tillegg til å forutse tilstedeværelsen av fisk ut fra atferden til fartøyer sett gjennom AIS-data, leser lokale skippere ekkogrammer visualisert fra data levert gjennom ekkolodd om bord for å ta beslutninger om hvor de skal fiske. Hydroakustiske data brukes også i kombinasjon med fangstdata for opplæring av maskinlæringsmodeller for automatisk artsidentifikasjon og biomassekvantifisering. På tidspunktet for publisering av denne rapporten er det imidlertid ingen kjent skalerbar mekanisme for å dele hydroakustiske data. Tidligere forskningsprosjekter har samlet inn hydroakustiske data primært gjennom direkte kontakt med skippere for å manuelt aktivere datalogging. Gjennom disse prosjektene har man identifisert minst fire uløste problemer:

- Brukergrensesnitt:** behovet for et forenklet grensesnitt og konfigurasjonsoppsett for at besetningsmedlemmer kan delta i datadeling med automatisk kobling til relevante fangstdata som er egnet for videre modellering og analyser.
- Båndbredde:** krever en eventuell reduksjon av datastrømmen for overføring og lagring i henhold til kravet om brukssituasjon.
- Ubalanse i representasjon av ulike arter:** det vil kreves en tilnærming for å samle tilstrekkelig mangfoldige datasett samt trene maskinlæringsmodeller som kan håndtere klasseubalanse og identifisere fiskearter som ikke er representert i de ellers begrensede datasettene.
- Sensorkalibrering:** kan kreve en tilnærming for å funksjonskonstruere datasettet eller utvikle en felles representasjon for data samlet gjennom ekkolodd som har blitt kalibrert forskjellig på tvers av fartøyer.

Det meste av dataen innhentet før og etter fangst overføres digitalt, mye på grunn av regulatoriske krav og at teknologien tillater det. Men basert på vurderingene gjort i 3.1 ser vi at datakildene er forskjellig med tanke på hvor automatisert opprinnelsen til de er. Hydroakustiske data krever på nåværende tidspunkt manuell håndtering for bruk i videre applikasjoner.

5 Datatilgang

5.1 VMS-ERS Integrasjon

En integrert VMS-ERS-rapportering er mulig gjennom felles ERS-VMS-abonnement som tilbys av leverandører som f. eks [Bytek Nordic AS](#), [Dualog Fisknett AS](#), [Marine Dynamics AS](#), [SG Marine AS](#), [Sailorsmate AS](#), og [Brommeland Elektronikk AS](#). Man kan derfor se for seg at man kan eksperimentere med en VMS-ERS integrert API basert på rapportering av fartøy under 15 m. Man kan anslå at det er ca. 4000 av disse som er

	number of vessels
11-15 meters	570
10 -11 meters	1,600
Under 10 meters	2,200
Sum	4,370

* This is an estimate based on active vessels in the brand register as of 31/12/2021. Vessels between 12 and 15 meters that fish in Skagerrak, which already have the equipment in place, have been pulled out.

Figur 3: Estimert antall fartøy etter størrelse med VMS-ERS rapportering



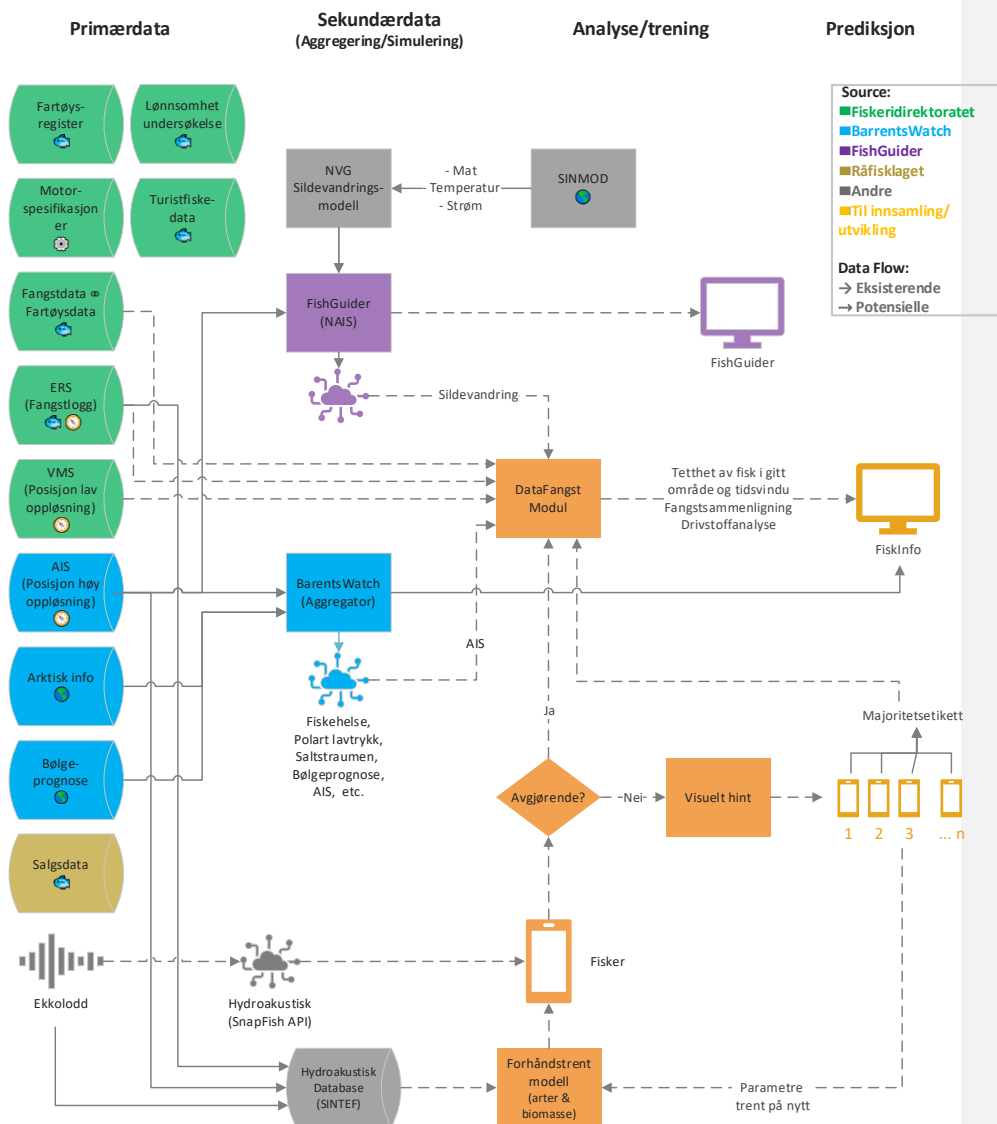
kvalifisert for subsidie og forpliktet til ERS-rapportering innen 2025. Disse fartøyene vil kun være nødt til å rapportere fangstlogg én gang per dag. Gitt at det er en felles eier av både ERS og VMS datasettene, er en nærliggende mulighet for integrasjon å konsolidere disse dataene.

Tabell 4: Datakilder med spatial informasjon

	AIS	VMS	ERS
Kjernefunksjon	Unngå kollisjon (Lokal)	Et system for å spore fiskefartøy (Global, Regional)	Fangstloggrapportering (Norge)
Oppløsning Frekvens Security	Høy Spatial < Min Mulig å hacke	~Høy Spatial < Timebasis (~10min) Kryptert	~Høy Spatial < Daglig Kryptert
Rapportering Verktøy	Automatisk via VHF Band (peer-2-peer broadcast)	Automatisk via VMS software	Manuell Elektronisk Rapport med approved PC/Mobile systems
Datarelé	Terrestriske & Satellitter	Terrestriske & Satellitter	Terrestriske & Satellitter
Eierskap	Kystverket	Fiskeridirektoratet	Fiskeridirektoratet
Distribusjon	Barents Watch	Fiskeridirektoratet	Fiskeridirektoratet
Fremvoksende applikasjoner	Live analyse av fiskeaktivitet; sammenligning med VMS	Åpen data; sammenligning med AIS; integrasjon med fangstrapport	VMS-integrert rapportering for fartøy
Modelleringspotensial	Proxy indikator for drivstoff-forbruk og ulike operasjonsmodus	Proxy indikator for drivstoff-forbruk	Segmentering av ulike operasjonsmodus

5.2 Simulerte kilder

I sammenheng med beslutningsstøtte i sanntid vurderer vi utsiktene til fangstdata som et resultat av en dynamisk funksjon av både fartøysaktiviteter og miljøfaktorer. Flertallet av datakildene som er undersøkt til nå kan betraktes som resultater av 2. eller 3. ordens effekter. Den økte innsatsen som er sett i modellering av den underliggende dynamikken (f.eks. SINMOD, sildemigrasjonsmodell, etc.) peker på en ny utvikling som går forbi enkel dataaggregering. Mens den forventede utviklingen av FishGuider er uklar, er det nødvendig for næringen å være optimistisk og støtte opp om slike initiativer.



Figur 4: Datakilder, dataflyt, og fremtidig prosessmoduler

5.3 Ekkogram P2P Deling & Human-in-the Loop maskinlæring

Med fremskritt i beregningsevnen til mobile enheter og Computer Vision-teknikker, kan behandlingen og tolkningen av hydroakustiske data automatiseres med større presisjon og integreres med både den individuelle og kollektive arbeidsflyten til fiskefartøy, på samme måte som automatisering av bildeanalyser (CT-skanning, røntgen, MR, etc.) i medisin. For å muliggjøre dette kreves to nivåer av integrasjon:



Vertikal Integrasjon

For å overvinne utfordringen med båndbreddebegrensning ved fartøyskommunikasjon, ville det være fordelaktig å engasjere produsentene og leverandørene av ekkoloddssystemer som et konsortium for å utvikle en effektiv og interoperabel datadelingsmekanisme for hydroakustiske data. På samme måte vil en grundig undersøkelse av den menneskelige faktoren i arbeidsflyten til fiskefartøysoperasjoner være avgjørende for å redusere friksjonen som kan oppstå ved datadeling.

Horisontal Integrasjon

For å løse utfordringen med innsamling og merking av data i forbindelse med bruk av hydroakustiske data i treningen av maskinlæringsmodeller, vurderer vi ytterligere integrering av nye modelleringsteknikker i tillegg til det tidligere delingseksperimentet gjort i SnapFish-prosjektet. I figur 5 viser vi et potensielt utgangspunkt for å adressere utfordring 3 og 4 identifisert i 4.2. Ved å utnytte eksisterende hydroakustiske data innsamlet fra tidligere forskning kan man forhåndstrene og rulle ut en maskinlæringsmodell som kan utføre arts kategorisering på mobile enheter brukt av utvalgte fiskere. Ved å bygge på toppen av P2P-ekkoqramdatadelingsinfrastrukturen til SnapFish, kan man også distribuere et visuelt spørreverktøy for usikre prediksjoner flagget av ekspertskipperen for å deretter inkludere flere deltakere i prosessen med etikettkorrigering. Konsensusmerkingsmetoden introduserer minst tre fordeler:

- 1. Utvidelse av merknads-/prediksjonskategoriene utover arter som er representert i fangstdataene, som havbunn, vannbakgrunn og andre.
- 2. Nesten avklaring i sanntid av tvetydige tolkninger av ekkogrammer gjennom crowdsourcing.
- 3. Økning av modellens robusthet gjennom nettbasert og human-in-the-loop trening av ML-modellen.

Tabell 5: Datautviklingsmuligheter på kort og lang sikt

	Muligheter på kort sikt	Muligheter på lang sikt
Primærkilder	- Identifisere muligheten for å slå sammen datadistribusjoner etter informasjonstype (posisjon, fangst, miljø etc.) - Utforske mekanismer for dele GPS dataen til fartøy	- Implementere APIer i henhold til FAIR-standard.
Simulerte kilder	- Usikker innflytelse til pågående/nylige prosjekter - Identifisere mekanismer for å utvide støtten til relevante prosjekter. - Utvikle en alternativ fangstmodellering/anbefaler basert på historiske data uten ERS-data i nåtid (pga. 30 dagers forsinkelse)	- Etablere langsiktige samarbeid og forretningsmodeller for servitisering (f.eks. plattform, oppdatering) av kritiske verktøy for så sikre kontinuitet - Implementere APIer
Hydroakustisk data	- Adressere tema knyttet til menneskelige faktorer og arbeidsflyt for å redusere friksjon i datadeling og identifisere muliggjørere av P2P mekanismen. - Engasjere viktige leverandører av ekkolodd sammen med kunder og relevante interessenter for å enes om interessenter som kan muliggjøre en skalerbar standard og mekanisme for datadeling.	- Utvikle edge-applikasjoner som in-situ analyse og nettbasert læring ved å utnytte utbredelsen av mobile AI chips. - Implementere deling av ekkogram protokoll og P2P service i maskinlæringspipeline.

Kommentert [DV16]: Usikker på hvordan jeg skulle oversette dette ... Ikke intuitivt for leser hva dette viser til basert på det skrevet tidligere.

Kommentert [PA17R16]: kan ta bort peer-to-peer og si et tidligere delingseksperimentet i SnapFish-prosjektet.

Kommentert [DV18]: Skal det stå figur 5?

Kommentert [PA19R18]: Ja, det er nok 5, figur 4 matcher ikke teksten



Aggregatorer	- Konsolidere antallet verktøy tilgjengelig i nettleserbaserte grensesnitt.	
--------------	---	--

6 Videre arbeid

Ved å kombinere innsikten fra den innledende kartleggingen av datakilder med kommende regulatoriske endringer, ser vi at det vil ligge mye potensiale for fiskerinæringen å videre arbeide for felles praksis innenfor bærekraft og klimatiltak. Nylig arbeid av Remøy et al. [3] understreker behovet for å etablere et felles rammeverk for hvordan finansnæringen kan legge til rette for en bærekraftig omstrukturering av den norske havfiskeflåten i tråd med Paris-avtalen og Norges klimamål. Framtidig arbeid bør derfor etterstrebe etableringen av en effektiv måte å måle karbonavtrykket til fiskerinæringen. Avsnitt 6.1 vil gi en diskusjon rundt nåværende praksis rundt utslippsrapportering for fiskeriet i Norge. Dette er bakgrunnsinformasjon som er viktig for å utvikle en ny tilnærming som er sentrert rundt konseptet *aktivitetsbasert overvåking av utslipp gjennom dataintegrasjon og maskinlæring* (avsnitt 6.2). Generelt er det nyttig for videre arbeid å bygge videre på følgende fokusområder:

- Tilpasse datadeling og tilgangsmulighetene slik at de går overens med forventningene til relevante interessenter. For eksempel kan man sørge for at deling av ERS og driftsdata gjøres på en måte som gjør at man balanserer fiskernes bekymring for å dele driftssensitiv informasjon med kollektive mål på tvers av fiskerinæringen.
- Avgrens datadeling og tilgangsmuligheter etter fartøystørrelse og driftsgrupper
- Utforske etablert datapraksis fra tilstøtende maritime domener (f.eks. shipping) for å lage skreddersydde løsninger
- Tilpasse den generelle rapporteringspraksisen ved å integrere visse rapporter og slik kunne legge mer vekt på rapportering av tidligere utnyttet data (f. eks drivstofforbruk, motorbruk) og for å håndtere økende "rapporteringstrøtthet" blant fiskerne.

Disse punktene er det grunn til å tenke vil kunne øke den generelle kvaliteten på rapporteringsløsninger som lages, som for eksempel kommende løsninger for utslippsovervåking på tvers av fiskefartøy.

6.1 Nåværende utslippsovervåking

Fiskeriene i Norge har egne politiske mål, og for industrien er det viktig å finne en realistisk måte å redusere sitt karbonavtrykk uten å gå på akkord med de overordnede politiske målsetningene som gjelder for fiskerinæringen. I følge den velkjente "European Green Deal" fra 2019 skal man i framtiden sikre *bærekraftig økonomisk vekst*. I EU er det også en egen taksonomi under utvikling som skal bidra til å skape en felles forståelse av hvilke aktiviteter og investeringer som kan ansees som bærekraftig på tvers av land. Fiskerinæringen har ikke blitt klassifisert som del av denne taksonomien enda, men Remøy et al. [3] peker på at dette mest sannsynligvis vil skje i nær framtidig sett i lys av klimaplanen fra Stortinget for 2021-2030. Ifølge planen er målet å redusere ikke-kvotepliktig sektor sine transportutslipp med 50% innen 2030 sammenlignet med 2005. I tillegg er det pågående arbeid med reguleringer som setter retningslinjer for hvordan bærekraftige matprodukter skal markedsføres [4]. På bakgrunn av dette anbefaler Remøy et al. [3] at det bør introduseres krav for alle fiskefartøy i Norge om å rapportere drivstofforbruk og driftsavstand til Fiskeridirektoratet eller et tilsvarende offentlig organ som kan håndtere dataen. Dette som et tillegg til fangstmengden som allerede rapporteres.

På nåværende tidspunkt kan man få innblikk i fiskerinæringens karbonavtrykk fra *fire* ulike kilder: Fiskeridirektoratet, Statistisk Sentralbyrå (SSB), Garantikassen og Kystverket [3]. Målene er basert på ulike tall og resultatene man finner hos de ulike kildene er derfor forskjellige. *SSB* estimerer de offisielle klimagassutslippene for fiskerinæringen, og startpunktet for disse analysene er statistikk over salg av petroleum i Norge. Det er vanskelig å vite den nøyaktige mengden som går fra forhandler til fiskeriene, så det brukes en distribusjonsnøkkel basert på refusjon av grunnavgift hentet fra Skatteetaten. *Garantikassen* har også estimerte tall for drivstofforbruk basert på krav om refusjon av grunnavgiften til mineralolje. Men

Prosjektnummer 822000220	Rapportnummer 2024:00425	Versjon 1.0	17 av 24
-----------------------------	-----------------------------	----------------	----------

etter 2022 er dette endret, og Garantikassen samler ikke lengre tall på drivstoffbruk for andre enn reketrålere siden tilbakebetaling ikke lengre er kalkulert basert på fangstverdi. Kystverket har AIS målinger og estimerer drivstofforbruk basert på fiskefartøyenes bevegelser i norske farvann innenfor et kalenderår, kombinert med data knyttet til fartøyets størrelse og motorkraft. Basert på informasjon om fartøystørrelse og motorkraft, blir drivstofforbruk og karbonavtrykk fra hvert fartøy kalkulert. Men det mangler målinger fra en stor andel av de 5000 mindre fartøyene under 15 m fordi de ikke har et krav om å ha AIS. Det er likevel verdt å merke seg at mange av disse mindre fartøyene har AIS frivillig, og i noen områder er det så mange som 60% som har dette. Selv om AIS kan ansees som lovende for å måle drivstofforbruk, er det krevende å bruke AIS til å måle drivstofforbruk nøyaktig ettersom fangstaktivitet har sterk innvirkning på drivstofforbruk. Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse estimerer drivstofforbruk for hver fartøysklasse basert på et utvalg trukket ut av en større fartøypopulasjon.

Måling av utslipp fra et fiskefartøy er en kompleks operasjon, og det er mange ulike parametere som påvirker drivstofforbruket til et individuelt fartøy: vær, vind, bølger, endringer i steaming-avstand på grunn av biologiske migrasjonsmønstre, type fiskeri, fiskeutstyr, kvotestørrelser og internasjonale avtaler. Remøy et al. [3] foreslår fire ulike måter å måle karbonavtrykk på som alle har sine fordeler og ulemper. En løsning er måle totale utslipp fra operasjonen til et fiskefartøy, men dette målet vil ikke kunne ta hensyn til at drivstofforbruk tilknyttet driften av et fiskefartøy kan variere fra år til år avhengig av kvoter og soner. En annen løsning er å måle utslipp pr distanse tilbakelagt, og dette vil gi et mål på hvor energieffektivt et gitt fartøy er. Men dette målet vil ikke kunne ta høyde for drivstofforbruk pr kilo fangst. En tredje mulighet er derfor å se på utslipp pr kilo fangst. Fangsteffektivitet er en viktig parameter innen fiskeridrift fordi kapasitet til et fartøy vil påvirke antall dager det er i operasjon og dermed det totale utslippet fra det. Ved å se på utslipp pr kilo fangst vil en ha større mulighet til å ta høyde for fangsteffektivitet, kvoteendringer, samt endringer i fangststrategier. Men dette målet vil ikke klare å fange hvorvidt et fartøy er mer effektivt enn et lignende fartøy hvis de har ulik driftsdistanse.

Det er et behov for å etablere en effektiv måte å rapportere drivstofforbruk, og det trengs videre forskning for å etablere hva som faktisk er det beste tallmessige utgangspunktet for å måle karbonavtrykk fra fiskeflåten, samt finne ut hvordan disse tallene best bør samles inn. Vi foreslår videre en tenkt metode for overordnet estimering av karbonavtrykk fra fiskefartøy gjennom tre eksempelstep, og i neste avsnitt vil vi utdype disse stegene.

6.2 Aktivitetsbasert utslippsovervåking ved å tette gapet mellom data- og modellering

Oversikt

Aktivitetsbasert utslippsovervåking og estimering kan muliggjøre en mer målrettet tilnærming for tiltakene rettet mot å redusere utslipp. I en fersk studie ble AIS data brukt til å bestemme spesifikke driftsmoduser til fartøy (f.eks. ligge til kai, cruise etc.) ved havnen i Rotterdam i en toukersperiode. De identifiserte driftsmodusene ble matchet med fartøyskarakteristikker og utslippsmodeller, som resulterte i "hotspots" med veldig høye utslipp (Figur 5). En slik identifikasjon muliggjør målrettede intervensjoner for fartøy som ligger til kai med utslippsreduksjonspotensial på 24% [5]. For videre arbeid (figur 6) foreslår vi å bruke visse kritiske datasett brukt utenfor fiskeri i kombinasjon med AIS, VMS og ERS-data for å overvåke energiforbruk og hastighet som tilsvarer fartøyenes driftsmodus, samt redskapene som brukes. Vi kan

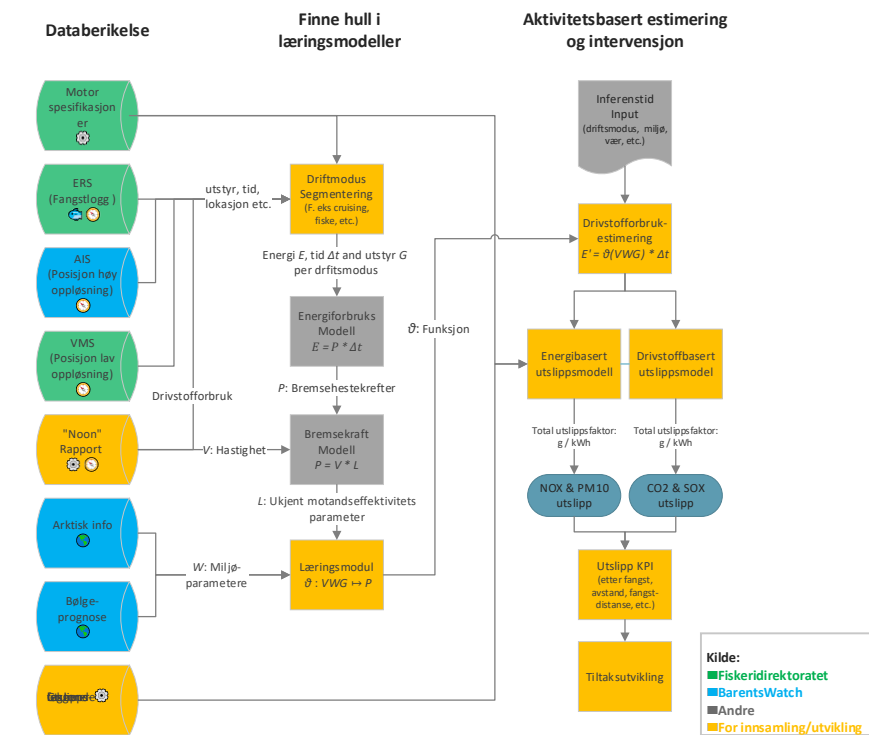


Figur 6. Estimert CO₂-utslipp ved havnen i Rotterdam (Juni 1-14, 2021) Kilde [5]



videre bruk dyplæring til å lære fra ulike faktorer (f.eks. fremdriftssystem, skipsropp og havstrømmer) som bidrar til tap av kraft og som ikke bidrar til fartøyets hastighet. Videre kan denne modellen brukes til å estimere energi og drivstoffkrav og utslipp gitt hvert fartøys driftskontekst.

Kommentert [DV20]: Jeg har oversatt DNN til dyplæring. Endre tilbake hvis det blir feil.
Kommentert [PA21R20]: Greit nok, DNN - Dype Nevrale Nett



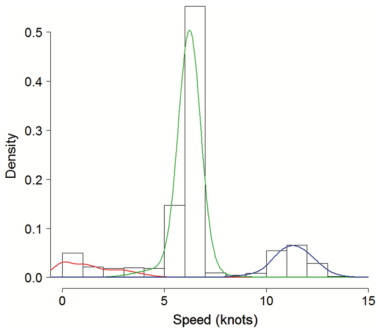
Figur 5: En aktivitetsbasert dataflyt for utslippsestimering

Steg 1: Databerikelse

VMS som Proxy for AIS: For fartøy <15m som ikke rapporterer AIS, foreslår vi å utnytte den økende tilgjengeligheten av VMS-data som proxy for fartøyets hastighet for å slik estimere aktiviteter basert på fartsområder som vist i Figur 6 [6]. Observert fart kan videre korreleres med fiskefartøy og redskapstype, motortype og driftsmodus (stå i ro, aktiv fiske, steame) som vist i Tabell 6. I motsetning til ikke-fiskende fartøy, er det generelt et motsatt forhold mellom fart og drivstofforbruk for et fiskefartøy i aktiv fiske [8]. I tillegg går det an å se for seg at ERS data kan brukes til å verifisere start- og endelokasjon for fiskeaktivitetene for å få et mer presist bilde på farten til et fartøy og dens motorkraft i en spesifikk driftsmodus, slik det fremgår av ligning [1]. Dette kan bidra til å rette opp for en vanlig feil mange eldre utslippsmodeller som ikke skiller mellom ulike driftsmoduser.

Videre arbeid kan også inkludere å trene en ekstra maskinlæringsmodell for å kartlegge forholdet mellom VMS og AIS gjennom å bruke data fra selekterte fartøy hvor begge rapporteringsrutinene er gjennomført.

Kommentert [DV23]: Vet ikke hvordan oversette.
Kommentert [PA24R23]: ekstra, eller tilleggs-modell



Figur 6: Frekvensdistribusjon over observert fartøysfart fra VMS og funksjon over komponenttetthet som viser driftsmodus under flyting (rød), tauing (grønn), og steaming (blå) Kilde: [6]

Power range	Gear/Catch	Rest	Fishing	Steaming
<= 300 Hp	Shrimps	<= 2	2 - 5	>5
	Bottomtrawl/Sumwing	<= 2	2 - 7	>7
	Pulsewing	<= 2	2 - 6	>6
	Twinrig/Quadrig	<= 2	2 - 5	>5
	Flyshoot	-	0 - 7	>7
	Standing rigging	-	0 - 2	>2
	Shellfishery	-	0 - 2	>2
	Trapfishery	-	0 - 2	>2
301-2000 Hp	Bottomtrawl/Sumwing	<= 2	2 - 8	>8
	Pulsewing	<= 2	2 - 8	>8
	Twinrig/Quadrig	<= 2	2 - 4	>4
	Flyshoot	-	0 - 6	>6
	Standing rigging	-	0 - 2	>2
>2000 Hp	Shellfishery	-	0 - 2	>2
	Twinrig/Quadrig	<= 2	2 - 5	>5

Tabell 6: Fartskategorier forbundet med fiskeaktiviteter (knop) Kilde: [8]

“Noon Report” Pilot: Blant større fraktestortøy er "noon report" en allment brukt rutinerapporteringsmetode for å si noe om motor, navigasjon, miljø og fartøystekniske parametere. Spesielt rapporten "Remaining On Board" (R.O.B) er interessant i vårt henseende fordi det inkluderer tall på rester av fyringsolje, dieselolje, smøreolje osv. Videre forskning kunne inkludere en pilot som forsøker en lignende rapportering for ulike fiskefartøystyper (ringnotfartøy, torsketrålere, pelagiske trålere osv.). Slik periodisk rapportering av drivstoffrester vil kunne muliggjøre en mer finkornet beregning av energiforbruk og kraft i "Steg 2 – Finne hull i læringsmodeller" (figur 6) som viser til hvert enkelt fartøys in-situ driftsmodus. På samme måte kan hastighetsrapportering bli brukt for å hjelpe til å med å trekke ut en utpekt ukjent variabel som representerer en kombinasjon av motstands- og effektivitetsfaktorer som vist i ligning [2]. Den ukjente variabelen er en funksjon av målt fartøyshastighet og bremsehesterkrefter som korrelerer med energiforbruk. Vi lærer oss denne ukjente variabelen som en funksjon ved å bruke dyplæring i det påfølgende trinnet.

Steg 2: Finne hull i læringsmodeller

Segmentering av driftsmodus: bruk av AIS og/eller VMS data gjør at vi kan utlede fartøys hastighet, som videre kan korreleres med fartøys driftsmodus (f. eks. hvile, cruising, fiske) [8] gitt en kjent fangstutstyrstype hentet fra Fiskeridirektoratet. ERS data brukes videre for å validere start/slutt-tidspunkt for fiskeaktiviteten for å filtrere ut energiforbruksdata, som muliggjør en målrettet beregning av motorens bremsehesterkrefter og påfølgende modellering av motstand- og effektivitetsfaktorer knyttet til fartøyet.

Læring av motstand og effektivitetsfaktorer: Gitt en grunnleggende formel for energiforbruk for et fartøy med én motor som operer uten energitap:

$$E = P_b * \Delta t \quad [1]$$

løser vi først motorens bremsekraft P_b (kW) ved å bruke tid Δt (timer) og forbrukt energi E (kWh) hentet fra data innsamlet i steg 1. Bremsekraft P_b kan også uttrykkes som:

$$P_b = V * L \quad [2]$$

Kommentert [DV25]: Hva er en god oversettelse av "Leaning Model Gaps"?

Kommentert [PA26R25]: Finne hull i læringsmodeller?



hvor V viser til fartøyets fart, og L til en ukjent parameter som kombinerer ulike motstand- og effektivitetsfaktorer for hvert fartøys fremdriftssystem og skipsskrogdesign, samt ytelsen ved bruk av ulike redskap og ved drift under bestemte miljømessige betingelser. I Appendix 7.2 fremgår detaljerte begreper på faktorer representert her som L . For å trene en maskinlæringsmodell, bruker vi hastighet, miljøinformasjon W , og redskapstype G som input for å lære en funksjon θ_L :

$$\theta_L : VWG \mapsto P_b \quad [3]$$

hvor "target output" P_b er motorens bremsekraft hentet fra drivstofforbruk, rapportert gjennom en form for "noon report".

Steg 3: Aktivitetsbasert estimering og intervensjon

Estimering av energiforbruk: Her brukes funksjonen θ_L trent med dyplæring fra steg 2 til å utlede energiforbruk $E' = \theta_L(V, W, G) * \Delta t$ over perioden fartøyet er i drift basert på input som redskapstype G , driftsfart V , og miljømessige variabler W (f.eks. dybde, retning). Når brukt på et gitt sted, kan et fartøy bruke predikerte miljøvariabler W og fartøyets fart ved en gitt driftsmodus V til å estimere en sannsynlig energiforbruksverdi, uttrykt som $E = \theta_L(V, W, G) * \Delta t$.

Utslippsmodell: Gitt et målrettet energiforbruk for fartøy i ulike driftsmoduser, kan vi videre bruke utslippsfaktorer for energiforbruk hentet fra IMO (International Maritime Organization) eller andre kilder som fokuserer på fiskeri. En ideell kalkulering av utslippsfaktor burde vurdere drivstofftype, alder på motor og redskapstype. Videre kan kalkuleringen inndeles etter hvorvidt den er basert på en energibasert metode for å kvantifisere NO_x and PM_{10} , eller en drivstoffbasert metode for CO_2 and SO_x .

KPI Utvikling: Ved bruk av en passende utslippsmodell, kan en "bottom-up"-beregning av utslipp oppdateres kontinuerlig over et år etter hver tur. En passende KPI må tillate fiskeriene og organene som overvåker å holde oversikt og sammenligne fremdriften som gjøres på utslippsreduksjon som er uavhengig av faktorer som fiskekvoter og fartøysegenskaper som kan endres over tid. Som et eksempel har vi EEO (Energy Efficiency Operational)-indikatoren til IMO som gir en standard som muliggjør sammenligning innenfor fiskerinæringen spesifikt, men også med andre maritime aktiviteter[3], [9]. EEO-indikatoren kalkulerer utslipp per driftsdistanse og mengde varer, og man kan også bruke den i fiskerinæringen:

$$\text{Average EEOI} = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{Fj})}{\sum_i (m_{catch\ i} \times D_i)} \quad [4]$$

hvor i viser til reisennummer, FC_{Fj} massen av forbrukt drivstoff j ved seilas i , C_{Fj} omregningsfaktoren drivstoffmasse til utslippsmasse for drivstoff j . $m_{catch\ i}$ viser til fiskefangst (tonn) og D avstanden i nautiske mil.

Oppsummering

Oppsummert viser den foreslåtte aktivitetsbaserte metodikken at eksisterende datasett i kombinasjon med datasett som er mulig å samle inn, sammen med maskinlærings teknikker kan være en bedre mulighet for å estimere karbonavtrykk "bottom-up". I motsetning til de eksisterende årlige undersøkelsene og metodene for å beregne karbonavtrykk med AIS, vil en "bottom-up"-metode kunne ta hensyn til variabler som fartøystype, ulike driftsmoduser og miljøfaktorer. Dette gjør at utslipp kan bestemmes stegvis som et rullerende gjennomsnitt som kan fungere som en sammenlignbar KPI i form av gram forurensing pr. tonnasje-avstand. En slik KPI vil kunne legge grunnlaget for utvikling av målrettet politikk og tiltak som kan legge til rette for at fiskerinæringen kan bidra med en kvantifiserbar effekt på framtidige klimamål.

Kommentert [PA27]: Maybe add a closing paragraph that based on the activity-based estimation, the emission and catch are summarised per catch operation, and then per cruise, and finally summed over a year or alternative period per vessel. And thereafter it can be used for higher granularity levels (vessel groups, catch type etc)

Kommentert [PA28R27]: Also I think we should refer to the formula on page 12 in the Remøy et al. (2023) reference as key indicator to use, e.g. gram of equivalent CO2 based on fuel used divided by catch in tonnes and nautical miles travelled: EEOI <https://www.imorules.com/GUID-EF0096C9-A807-4C9C-A5EF-1B0DDE4C01A3.html>



7 Appendiks

7.1 Implementering av FAIR Rammeverk

FAIR-prinsippene har blitt retningslinjer for datahåndtering innen de fleste forskningsfelt. Basert på disse blir sett med spørsmål og svar for hvert prinsipp gjort tilgjengelig i form av "FAIR Data Self-Assessment Tool" på ARDC-nettsiden for offentlig tilgang. Verktøyet, formulert som et spørreskjema som dekker underkomponenter av fire prinsipper – Finnbar, Tilgjengelig, Interoperabel og Gjenbrukbar – er en serie rullegardinmenyer med beskrivelser som brukere kan velge ut fra hva som passer best til de faktiske egenskapene til det aktuelle datasettet. For eksempel, for Findable, A1 – (meta)dataene blir tildelt en global og vedvarende unik ID, er spørsmålet formulert som "Har dataene noen identifikatorer tilordnet?". I rullegardinmenyen finner man da fire konkrete alternativer, som hver kobles til et tall innebygd i HTML-taggen (usynlig for brukeren):

- `<option value="8"> Globally Unique, citable and persistent (e.g. DOI, PURL, ARK or Handle) </option>`
- `<option value="3"> Web address (URL) </option>`
- `<option value="1"> Local identifier </option>`
- `<option value="0"> No identifier </option>`

On the other hand, under Accessible, A1-(Meta)data can be retrieved using the identifier via a standardized communication protocol, the question is framed as "How accessible is the data?". And a different number of options are given with different embedded scores:

Under Accessible, A1-(Meta)data hentes ved hjelp av identifikatoren via en standardisert kommunikasjonsprotokoll, spørsmålet er formulert som "Hvor tilgjengelig er dataene?". Et annet antall alternativer er gitt med forskjellige innebygde poengsum:

- `<option value="5"> Publicly accessible </option>`
- `<option value="4"> A de-identified / modified subset of the data is publicly accessible </option>`
- `<option value="3"> Embargoed access after a specified date </option>`
- `<option value="2"> Unspecified conditional access e.g. contact the data custodian for access </option>`
- `<option value="1"> Access to metadata only </option>`
- `<option value="0"> No access to data or metadata </option>`

Vurderingen under hvert prinsipp akkumuleres til en annen maksimal totalscore på henholdsvis 17, 10, 8 og 7, men normaliseres til en maksimal tscore på 4,0 før de multipliseres med en faktor 25 til 100/100-skalaen:

$$tscore = fscore / 17 + ascore / 10.0 + iscore / 8.0 + rscore / 6.0$$

Fullstendige spesifikasjoner for verktøyet kan finnes på prosjektet [Github repository](#) til det australske Research Data Commons.

7.2 Modell for energiforbruk

Kraft og motstand til skip

Den totale energien som kreves av motoren for å drive et fartøy er avhengig av effektivitetstapet til systemet og fartøyet totale motstand.

$E = P_b * \Delta t$ karakteriserer energien som forbrukes i form av bremsehesterkrefter P_b (kW) levert direkte av motoren uten tap av kraft til girkassen og akselen, som her er kombinert som én gireffektivitetsfaktor η_g .



De leveret hestekreftene P_d (kW) fra motorsystemet som tar hensyn til gireffektiviteten kan derfor uttrykkes som:

$$P_d = \eta_g P_b$$

For å oversette P_d til den faktiske effective kraften P_e krever at man tar hensyn til propelleffektiviteten η_o , relativ rotasjonseffektivitet η_r , og skrogeffektivitet η_h :

$$P_e = \eta_o \eta_r \eta_h P_d$$

De effektive hestekreftene P_e som kreves for å forskyve skipet med en viss hastighet V i fravær av propell er:

$$P_e = V * R_{total}$$

hvor R_{total} representerer skipets totale motstand, inkludert motstanden til fiskeredskapene som vi betegner som R_G . Ved å bruke basisformuleringen I [10], den totale motstanden som oppleves av et fiskesfartøy som bruker bestemte fiskeredskaper med en motstand på R_G blir:

$$R_{total} = R_f(1 + k_1) + R_{App} + R_w + R_B + R_{TR} + R_A + R_G$$

hvor:

R_f = friksjonsmotstand

$1 + k_1$ = viskøs motstand av skrogdesign i forhold til R_f

R_{App} = motstanden til vedheng

R_w = motstand fra bølgebrytning

R_B = motstand fra bulebuen

R_G = motstand til fiskeredskap

Ved å erstatte de effektive hestekreftene uttrykt som P_e over til å også inkludere $\eta_o \eta_r \eta_h$ and η_g får vi et uttrykk for hestekrefter P_b som en funksjon av observerbar hastighet og konsoliderte motstandseffektivitetsfaktorer:

$$\eta_o \eta_r \eta_h P_d = V * R_{total}$$

$$\eta_o \eta_r \eta_h \eta_g P_b = V * R_{total}$$

$$P_b = V * \frac{R_{total}}{\eta_o \eta_r \eta_h \eta_g}$$

For enkelhets skyld representerer vi de konsoliderte motstandseffektivitetsfaktorene i en enkel notasjon, L :

$$P_b = V * L$$



8 Referanser

- [1] M. D. Wilkinson *et al.*, "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship," *Sci Data*, vol. 3, no. 1, p. 160018, Mar. 2016, doi: 10.1038/sdata.2016.18.
- [2] A. Jacobsen *et al.*, "FAIR Principles: Interpretations and Implementation Considerations," *Data Intelligence*, vol. 2, no. 1–2, pp. 10–29, Jan. 2020, doi: 10.1162/dint_r_00024.
- [3] M. T. T. Remøy, "Omstillingsfinansiering for den norske havgående fiskeflåten," Grønt Skipsfartsprogram, Sep. 2022. [Online]. Available: <https://grontskipsfartsprogram.no/wp-content/uploads/2023/09/Omstilling-HavfiskHovedrapport-v7.0-final-3.pdf>
- [4] S. Thompson, "Klimaveikart for fiskeflåten," Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering, 901716, Oct. 2021. [Online]. Available: <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901716/>
- [5] R. van den Berg, "Estimate vessel emissions in ports using AIS data: A study to identify emission distribution patterns in ports and evaluate emission reduction strategies," Delft University of Technology, Delft, 2022. [Online]. Available: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:7acf211a-4888-4e8a-bf8e-77d7bc59f0f9>
- [6] J. J. Poos, M. N. J. Turenhout, H. A. E. Van Oostenbrugge, and A. D. Rijnsdorp, "Adaptive response of beam trawl fishers to rising fuel cost," *ICES Journal of Marine Science*, vol. 70, no. 3, pp. 675–684, Apr. 2013, doi: 10.1093/icesjms/fss196.
- [7] D. R. Schouten and T. W. F. Hasselaar, "Ship emission model validation with noon reports," Ministry of Infrastructure and Environment, 30799-1-TM, Aug. 2018.
- [8] J. H. J. Hulskotte and M. C. ter Brake, "Revised calculation of emissions of fisheries on the Netherlands territory," Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek, Utrecht, TNO 2017 R10784, Jun. 2017. [Online]. Available: [https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/05%20Verkeer%20en%20vervoer/2017%20\(TNO\)%20Revised%20calculation%20of%20emissions%20of%20fisheries%20on%20the%20Netherlands%20territory.pdf](https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/05%20Verkeer%20en%20vervoer/2017%20(TNO)%20Revised%20calculation%20of%20emissions%20of%20fisheries%20on%20the%20Netherlands%20territory.pdf)
- [9] "Guidelines for Voluntary Use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI)," International Maritime Organization, London, MEPC.1/Circ.684, Aug. 2009. [Online]. Available: <https://gm.imo.org/wp-content/uploads/2017/05/Circ-684-EEOI-Guidelines.pdf>
- [10] J. Holtrop and G. G. J. Mennen, "An approximate power prediction method," *International Shipbuilding Progress*, vol. 29, no. Nr 335, Jul. 1982, [Online]. Available: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:ee370fed-4b4f-4a70-af77-e14c3e692fd4>