

# Prosjektnotat

## Sporing av fiskeflåtens energibruk gjennom AIS

**VERSJON**  
1.0**DATO**  
2012-04-16**FORFATTER(E)**  
Karl Gunnar Aarsæther**OPPDRAGSGIVER(E)**  
Fiskeri og Havbruksnæringens Forskingsfond (FHF)**OPPDRAGSGIVERS REF.**  
900535/Rita Maråk**PROSJEKTNR**  
830258**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**  
7 + 0 vedlegg**SAMMENDRAG**

Dette dokumentet beskriver kort hvordan man kan bruke det allerede eksisterende overvåkningssystemet AIS sammen med algoritmer for å beregne motstand for å estimere energibruken til fartøygrupper.

**UTARBEIDET AV**  
Karl Gunnar Aarsæther**GODKJENT AV**  
Svein Helge Gjørund**PROSJEKTNOTAT NR**  
830258-2

SIGNATUR

SIGNATUR

**GRADERING**  
Intern

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2012-04-16	Første versjon

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduksjon</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>The Automatic Identification System for Ships (AIS)</b> .....	<b>4</b>
2.1	Teknisk virkemåte.....	4
2.2	Tilgjengelige data .....	5
<b>3</b>	<b>Virtuelle sensorer</b> .....	<b>6</b>
3.1	Sensor for basis energibruk.....	6
3.2	Sensor for motstand.....	6
3.3	Sensor for energibruk under fangst .....	6
<b>4</b>	<b>Analyser</b> .....	<b>7</b>
4.1	Skipsbevegelser etter flåtegrupper .....	7
4.2	Energibruk .....	7
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>8</b>

## BILAG/VEDLEGG

---

---

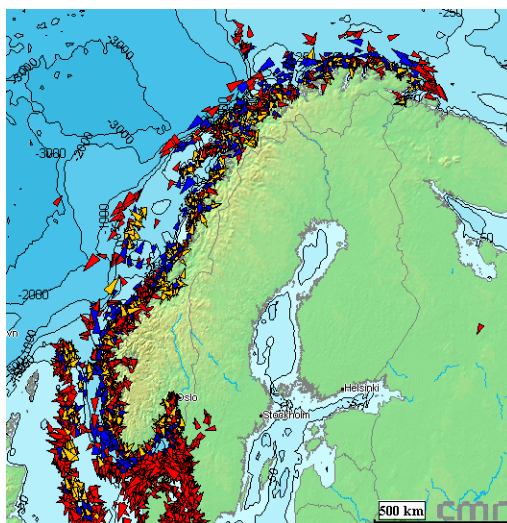
## 1 Introduksjon

Sporing av energibruk til fartøy krever omfattende instrumentering og datainnsamling fra et utvalg fartøyer som gir et statistisk signifikant datagrunnlag for å avlede analyseresultater. Sporing av energibruk ved hjelp av empiri for store flåtegrupper er et lite utforsket tema med (J. P. Jalkanen 2012) som et av de få eksemplene på slike studier. Større empiriske studier av fartøygrupper er utfordrende på grunn av skips iboende autonome natur og innsatsen som kreves for å instrumentere og samle inn data fra et større utvalg skip. Bruk av fjernmåling er et attraktivt alternativ hvis man kombinerer det med analysemetoder for å koble målte data med algoritmer for å avlede data for energibruk.

Dette dokumentet beskriver kort hvordan man kan bruke det allerede eksisterende overvåkningssystemet AIS sammen med algoritmer for å beregne motstand for å estimere energibruken til fartøygrupper.

## 2 The Automatic Identification System for Ships (AIS)

AIS ble introdusert av IMO for å øke sikkerheten til sjøs ved komplementere radarobservasjon av andre fartøyer ved kringkastede data fra GPS og gyro-kompass over VHF. Kringkastingen av informasjon over VHF gjør at AIS overkommer begrensningene ved radarens krav til siktelinje, og de mottatte dataene er ikke beheftet med støy på samme måte som radarsignalet. AIS er opprinnelig ment for å assistere i å identifisere andre skip samtidig som det mottas posisjon, hastighet og kurs uten ekstra innsats fra bropersonalet. Dette automatiserer de mest tidkrevende og feilutsatte delene av å følge andre skip med radar for å bestemme kurs, hastighet og distanse.



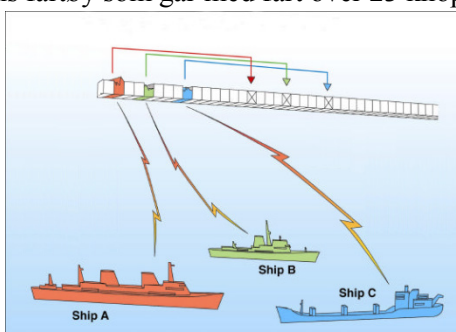
**Figur 1: Dekningsområde for den landbaserte AIS kjeden operert av kystverket. Dekningen er også utbedret rundt de norske oljeinstallasjonene i Nordsjøen**

### 2.1 Teknisk virkemåte

AIS består av en rekke transpondere installert på fartøy og en samling av basestasjoner operert av kyststaten, i Norges tilfell blir disse operert av Kystverket. AIS virker ved å kringkaste og motta fartøysinformasjon på to VHF kanaler med fartøyets transponder. Systemet er autonomt og trenger ikke sentralisert infrastruktur for operasjon, bare to transpondere innenfor VHF rekkevidde. AIS transpondere opererer med en "Time Division Multiplexing" (Figur 2) algoritme som sørger for at hver transponder sender på unike tidsrom (IALA 2004). Kapasiteten til systemet er på rundt 4500 fartøyer innenfor VHF rekkevidde (Carson-Jackson 2012). En AIS transponder sender ut tre typer datameldinger med varierende regularitet.

- Fast fartøyinformasjon (Vessel Static Data) – Informasjon om fartøyet som ikke endres over fartøyets levetid, slik som lengde og bredde.
- Reiserelatert informasjon (Voyage Static Data) – Informasjon om fartøyets oppdrag som sjelden endres, slik som dypgang og lasttype.
- Dynamisk fartøysinformasjon (Vessel Dynamic Data) – informasjon om fartøyets tilstand som endres kontinuerlig, slik som posisjon, fart og kurs.

Hyppigheten på oppdateringer av den dynamiske fartøysinformasjonen er bestemt av fartøyets egen situasjon og varierer fra 6 minutter til 2 sekunder. Fartøy som ligger ved kai vil oppdatere den dynamiske informasjonen hvert 6. minutt, mens fartøy som går med fart over 23 knop vil oppdateres hvert 2. sekund.



**Figur 2: Virkemåte for TDMA som brukes av AIS for å organisere sending av informasjon mellom skip tilpasset fra (IALA 2004).**

Rekkevidden til AIS er begrenset av rekkevidden til VHF på land, som er begrenset av krumningen på jordoverflaten og sender/mottakers plassering. AIS er begrenset til kystnære strøk på grunn av rekkevidden på VHF signalet, som er rundt 15 sjømil for sendere montert på skip med noe lengre rekkevidde for mottakere som er plassert høyere over havoverflaten (typisk for landbaserte antenner).

Norge, Australia, Japan og USA har utviklet satellittbasert AIS for å benytte seg av systemet til overvåkning av større havområder uten faste basestasjoner (Carson-Jackson 2012). Den satellittbaserte overvåkingen lytter til signalene som allerede sendes fra transponderne og dekker f.eks. Norskehavet og Barentshavet med en observasjon ca. hvert 90. min. AIS data fra satellitt er på grunn av denne lave oppløsningen i tid ikke egnet for detaljstudier av enkeltfartøy, men kan være en god datakilde til studier på flåtenivå.

## 2.2 Tilgjengelige data

Data for tid, posisjon og fart som målt av fartøyets posisjoneringssystem vil være tilgjengelig over AIS. For den landbaserte AIS kjeden er oppdateringsraten høy, mens dekningsområdet er begrenset til fiske i kystnære strøk. Dekningsområdet kan utvides til å inkludere det satellittbaserte systemet og dermed omfatte hele norsk økonomisk sone, men her med lavere oppløsning i tid. For analyser av energibruk vil det være tilstrekkelig med tidsoppløsningen som leveres av den satellittbaserte AIS mottageren. Dette tilsier at det vil være mulig å følge enkeltfartøyer og måle posisjon og fart over et stort område og over et stort tidsrom.

Posisjonsrapporter fra AIS blir mottatt uavhengig av hverandre ved hjelp av hver meldings kilde og tids-signatur, og disse kan brukes til å rekonstruere tidsserier som tilhører enkeltfartøy. Fiskeriene er strengt regulert gjennom konsesjoner og deltakeradganger, og AIS gir ikke direkte informasjon om hvilke skip som deltar i hvilke fiskerier og med hvilke redskap. En liste over enkeltfartøy gruppert etter fiskeri/konsesjonstype er utarbeidet ved SINTEF Fiskeri og Havbruk og kan brukes til å finne ut hvilke data som tilhører hvilke fartøygrupper. Denne listen sammen med AIS data utgjør datagrunnlaget for videre analyse.

### 3 Virtuelle sensorer

Begrepet "Virtuelle sensorer" brukes om algoritmer som basert på et sett måledata beregner estimerer på størrelser som det er vanskelig å måle. Eksempler på slike algoritmer er estimering av lavfrekvente bevegelser i posisjoneringssystemer eller estimeringer av fysiske systemers fulle tilstandsrom basert på et fåtall målinger. En virtuell sensor er i konteksten til energimålinger en metode som kan brukes til estimering av energi bruk ut i fra målbare størrelser. Estimering av utslipp ved hjelp av algoritmer er presentert i (J. P. Jalkanen 2012), hvor det totale utslippet presenteres uten å bryte ned analysen på fartøygruppenivå.

#### 3.1 Sensor for basis energibruk

Basis energibruk må estimeres fra fartøystype og størrelse. Energibruk til hotelfunksjoner, belysning, oppvarming og elektronikk beregnes som en fast andel av installert maskineri effekt, som er samme metode som blir brukt under design av fartøy. En virtuell sensor for basis energibruk kan utvides i ettertid til å se på effekten av energigjenvinning og andre effektiviseringstiltak på fartøygrupper og fiskeflåten som helhet.

#### 3.2 Sensor for motstand

Fremdriftsmaskineriet er den største energikonsumenten på et fartøy, og fremdriftsmaskineriet brukes ofte til generering av elektrisitet. Hovedmotoren(e) vil derfor også være den største bidragsyteren til forbruk og utslipp. Motstanden et skip må overkomme kan grovt deles inn i følgende komponenter

- Friksjonsmotstand – Friksjon mellom vann og skrog
- Restmotstand – Motstand fra generering av bølgefelt rundt skroget
- Tilleggsmotstand i sjøgang – Ekstra motstand fra slamming og høyere ordens effekter når fartøyet møter bølger
- Luftmotstand – luftdrag på overbygning

Energibruken fra hovedmotorene kan estimeres ved å estimere motstandskraften fra komponentene ovenfor kombinert med fartøyets hastighet. Motstanden estimeres fra etablerte empiriske relasjoner for motstand i stille vann slik som friksjonslinker korrigert for skrogform og bruk av regresjonslinjer hvor restmotstand er uttrykt som funksjon av skrogets hoveddimensjoner og fylde. Luft og tilleggsmotstand fra bølger krever kunnskap om miljøet i form av vindretning og styrke samt informasjon om bølgehøyde og retning. Eksisterende metrologisk statistikk kan brukes som underlags data, men det er også mulig å øke nøyaktigheten ved å anskaffe "hindcast" data for områdene hvor fartøy har oppholdt seg. Motstandsanalysen vil være beheftet med usikkerhet, særlig i forhold til egentheten for å bruke etablerte regresjonslinjer som er basert på et varierende utvalg av skrogtyper skip. Inngangsdata for virtuell sensor vil være farten fra AIS og hoveddimensjonene på de aktuelle skipene. Hoveddimensjonene brukes til å gjøre en motstandspreleksjon for skipet på samme måte som på et tidlig stadium i designprosessen.

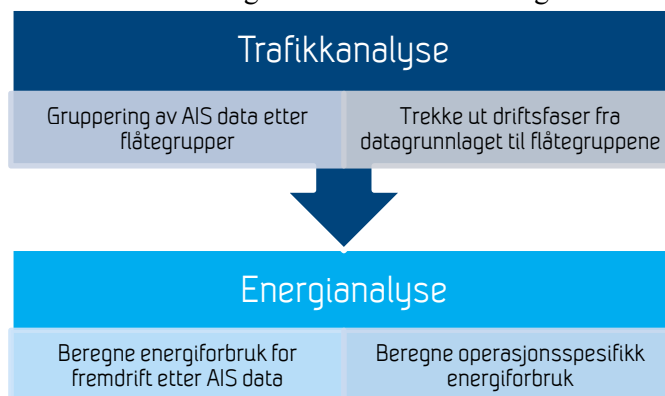
#### 3.3 Sensor for energibruk under fangst

Energibruk fra dekkmaskineri i bruk under fangst må estimeres basert på brukstype og fartøystørrelse. En virtuell sensor for energibruk under fangst vil kunne bli utbedret etter hvert som kunnskapen om energibruk over tid på maskinerisystemer økes gjennom andre aktiviteter. Det er store usikkerheter beheftet ved estimering av energibruken under fangsoperasjoner og kilder til energidata er både den installerte effekten på hydraulikk og andre kraftprodusenter på dekket. Slike statiske data kan suppleres med data beregnet fra simuleringer og beregninger på fangstredskaper gjennom analyseprogrammer for trål og nettstrukturer utviklet av SINTEF Fiskeri og Havbruk. Viktige konsumenter under fangst og behandling av fisk er variasjonen i energiforbruk fra dekkmaskineri, prosess og kjølesystemene om bord.

## 4 Analyser

Analyse av bevegelsene til flåtegrupper kan brukes både til å generere statistikk om selve bevegelsene og i ettertid for å anvende virtuelle sensorer for avledning av andre data. Virtuelle sensorer er fordelaktige siden analysene kan gjentas maskinelt når ny kunnskap er innarbeidet i sensoralgoritmene.

Som vist i figuren under er det to steg i en energianalyse der første fase er en trafikkanalyse som etablerer inngangsdata til energianalysen. Trafikkanalysen kombinert med energianalysen vil være grunnlaget for å studere effekten på energibruken fra en endring i driftsmønster som følge av friere valg av redskap.



### 4.1 Skipsbevegelser etter flåtegrupper

Basismaterialet behandles først slik at fangstområder og transitt mellom områder vises. Dette vil komme frem av datagrunnlaget når posisjon og hastighet analyseres. Dette danner grunnlaget for senere å kunne studere effekten av endringer i fangstmønsteret og hvilke fiskerier hvor fartøygruppen deltar.

Analysen vil i hovedsak benytte seg av metoder utviklet for å analysere skipstrafikk på et detaljert nivå ved hjelp av AIS data (Aarsæther 2011). Metoden for å etablere analysegrunnlaget fra AIS i (Aarsæther 2011) vil bli gjenbrukt for hver fartøygruppe mens nye regler for å skille ut transitt, fiske og forflytning vil bli utviklet. Sluttresultatet for denne aktiviteten vil være gruppering av AIS data som for hver fartøygruppe vil være assosiert med for eks transitt, fangst eller landligge. Denne inndelingen i driftsfaser speiler inndelingen av operasjoner som kan analyseres ved virtuelle sensorer.

### 4.2 Energibruk

Hver fartøygruppes energiforbruk estimeres ved hjelp av de beskrevne virtuelle sensorene med bakgrunn i AIS dataene for hver operasjonstype og energibruken beregnes for de ulike driftsfasene slik de er identifisert. Energibruk defineres som summen av alle kraftkomponentene ganger fartøyets fart, andre energikonsumenter legges på med effekt ganger tid i operasjon. Det er viktig med gode virtuelle sensorer for fiskeri operasjonen for sluttresultatets nøyaktighet.

Analysen vil med AIS data oppdelt etter operasjonsstadier som inngangsdata produsere hvordan energien brukes i de forskjellige fartøygruppene. Endringer i energibruk som en følge av endringer av tid brukt og redskap brukt i de forskjellige operasjonsstadiene vil kunne trekkes direkte ut av dette datagrunnlaget.

## 5 Referanser

Aarsæther, K. G. (2011). Modeling and analysis of ship traffic by observation and numerical simulation. Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for Marin Teknikk. Trondheim, Norge, NTNU. **PhD**.

Carson-Jackson, J. (2012). "Satellite AIS – Developing Technology or Existing Capability?" The Journal of Navigation **65**: 303-321.

IALA (2004). Guideline No. 1028. The Automatic Identification (AIS) Volume 1, Part I Operational Issues. Paris, France.

J. P. Jalkanen, L. J., J. Kukkonen, A. Brink, J. Kalli, and T. Stipa (2012). "Extension of an assessment model of ship traffic exhaust emissions for particulate matter and carbon monoxide." Atmospheric Chemistry and Physics **12**: 2641-2659.





Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)