



Afrapportering

Indhold

1	Resumé af projektet	1
2	Projektbeskrivelse	2
2.1	AIS stationer	2
2.2	Database	4
2.3	API	5
3	Resultater	6
3.1	Målopfyldelse	6
3.2	Data og Dækning	7
3.3	Anvendelse og Forankring	9
4	Fremtid	12
4.1	Mulige udvidelser	12
4.2	OpenOcean som maritim datainfrastruktur	13

1 Resumé af projektet

Automatic Identification System (AIS) skibsdata er en grundlæggende del af den moderne maritime infrastruktur. Det har en afgørende betydning for sikkerhed, logistik, og miljøovervågning til søs. Desværre er AIS data ikke alment tilgængeligt, hvilket hindrer forskning og uddannelse indenfor den maritime sektor.

Det har OpenOcean projektet nu gjort op med, ved at indsamle næsten global skibsdata fra delingsnetværk og gemt i en database. Dataen er nemt og frit tilgængelig via et API og er allerede taget i brug af forskere og studerende.

OpenOcean projektet er live på www.openoceannetwork.com.

2 Projektbeskrivelse

OpenOcean projektet har etableret en åben maritim datainfrastruktur, der opsamler, opbevarer og tilgængeliggør Automatic Identification System (AIS) data til forskning og undervisning. Systemet modtager realtidsdata om skibstrafik, behandler signalerne og lagrer data i en central database. Data gøres herefter frit tilgængelige gennem et offentligt API. Projektets infrastruktur er udviklet med fokus på stabil dataindsamling, redundans, sikker datalagring og langsigtet drift. Samtidig er der taget højde for risici ved blandt andet hardwarefejl, netværksudfald og ændringer i den daglige systemadministration.

2.1 AIS stationer

Kernen i dataindsamlingen udgøres af decentrale AIS modtagerstationer (edge enheder). Hver station består af en vejrbestandig VHF antenne i marinekvalitet, en Software Defined Radio (SDR) og en Raspberry Pi (se figur 1). VHF antennen modtager radiofrekvenssignaler fra skibes AIS transpondere. SDR'en digitaliserer og afkoder signalerne til standardiserede AIS datagrammer, som derefter behandles og videresendes af den tilsluttede Raspberry Pi.



Figur 1: Antenne på toppen af DTU Bygning 348. Antennekablet løber ind i bygningen, hvor SDR og Raspberry Pi er placeret.

For at opfylde målsætningen om kontinuerlig og stabil datatilførsel med minimalt datatab er det vigtigt, at modtagerinfrastrukturen kan opretholde en høj tilgængelighed. Erfaringerne fra projektets første station viste, at en enkelt station var sårbar over for strøm og netværksafbrydelser, særligt på DTU, hvor løbende bygge- og anlægsarbejde kan påvirke den lokale infrastruktur.

For at reducere denne risiko blev der derfor etableret flere modtagerstationer. Den geografiske spredning af stationerne giver redundans og reducerer afhængigheden af en enkelt fysisk installation. Strategien er dermed baseret på høj tilgængelighed frem for afhængighed af én enkelt station.

De lokale modtagerstationer er desuden koblet til globale AIS datadelingsnetværk. Stationerne videregiver de AIS data, de selv modtager, til disse netværk og modtager sam-

tidig globale datastrømme gennem samme infrastruktur. Denne tovejsdeling øger robustheden og giver OpenOcean adgang til AIS data fra områder, der ikke er dækket af projektets egne landbaserede stationer. Stationernes placering og aktuelle dækning kan følges på <https://www.aishub.net/stations/2080>.

Som en del af denne multilokationsstrategi blev der etableret en AIS modtagerstation ombord på DTU's havundersøgelsesskib DANA IV. Skibets togter og skiftende positioner i danske og internationale farvande giver mulighed for at indsamle AIS data fra områder uden for de landbaserede stationers rækkevidde. DANA IV fungerer dermed både som mobil modtagerstation og som supplement til den landbaserede infrastruktur.

2.2 Database

Den centrale datainfrastruktur er placeret og hostet i DTU's tekniske faciliteter. Databasen modtager realtidsdata fra projektets egne AIS stationer, DANA IV samt de tilkoblede globale datadelingsnetværk. Infrastrukturen er designet til at håndtere store mængder tids-seriedata og understøtte samtidige forespørgsler fra studerende og forskere.

I overensstemmelse med projektets risikovurdering vedrørende langsigtet systemadministration og netværkssikkerhed er databasen etableret i tæt koordinering med DTU's IT afdeling. Indkøb af hardware og serverkapacitet er foretaget med fokus på høj tilgængelighed, skalerbarhed og sikkerhed. Dette understøtter en stabil drift over længere tid og reducerer afhængigheden af det projektansvarlige personale.

Den centrale database på DTU kører PostgreSQL med PostGIS til håndtering af geografiske data og TimescaleDB til håndtering af tidsseriedata. TimescaleDB organiserer automatisk de indkommende AIS data i hypertables for at optimere læse- og skrivehastigheden. For at reducere pladsforbruget ved kontinuerlig lagring af skibspositioner anvendes automatisk komprimering af ældre data. Data lagres dermed mere pladsbesparende, samtidig med at databasen kan håndtere store historiske datasæt og understøtte analyser af længere

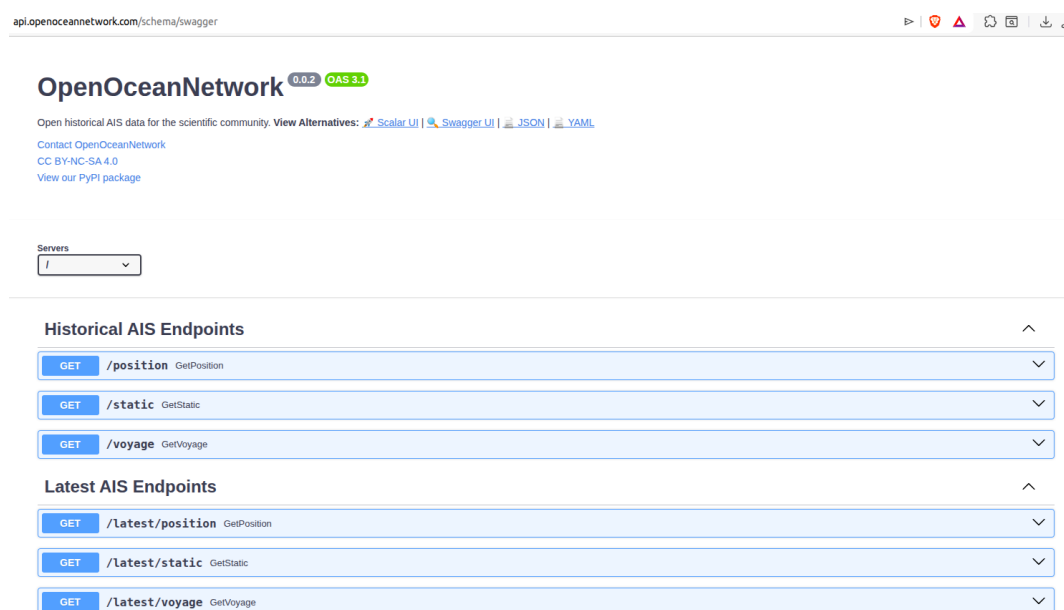
tidsperioder.

2.3 API

For at sikre fri og enkel adgang til de indsamlede data er der udviklet en offentlig adgangsportaal på <http://www.api.openoceannetwork.com>. API'et fungerer som det primære interface mellem den centrale database og brugerne.

Gennem API'et kan forskere, undervisere og studerende forespørge på og udtrække både historiske data og realtidsdata om skibstrafik. Grænsefladen understøtter standardiserede API kald, hvilket gør det muligt at integrere maritime datasæt direkte i undervisningsforløb, kurser og forskningsprojekter inden for eksempelvis tidsanalyse, logistik og miljøovervågning.

API'et er dokumenteret gennem en interaktiv Swagger grænseflade (se figur 2), som gør det muligt for brugerne at undersøge de tilgængelige funktioner og teste forespørgsler direkte. Kombinationen af den offentligt tilgængelige databaseadgang og den tekniske dokumentation understøtter projektets målsætning om at etablere en åben og operationel maritim dataplatform til forskning og undervisning.



Figur 2: Swagger dokumentation for OpenOcean API'et.

3 Resultater

OpenOcean platformen er tilgængelig på [<http://www.openoceannetwork.com>] og leverer fri adgang til både historiske og realtidsbaserede AIS data via et åbent API. Projektet har dermed etableret den centrale datainfrastruktur, som var målet for projektet. Platformen er taget i brug inden for både uddannelse, forskning og maritime udviklingsprojekter og havde ca. 2.000 unikke besøgende inden for den seneste måned.

3.1 Målopfyldelse

OpenOcean projektets overordnede formål var at gøre maritime AIS data frit og let tilgængelige, så data kan anvendes direkte i uddannelse, studenterprojekter og forskning. Dette formål er opfyldt.

Projektets forventede resultater var især knyttet til at etablere en stabil datainfrastruktur, gøre AIS data tilgængelige for uddannelses- og forskningsmiljøer og understøtte en bredere anvendelse af maritime data. Disse mål er realiseret gennem etableringen af OpenOcean platformen og dens efterfølgende anvendelse.

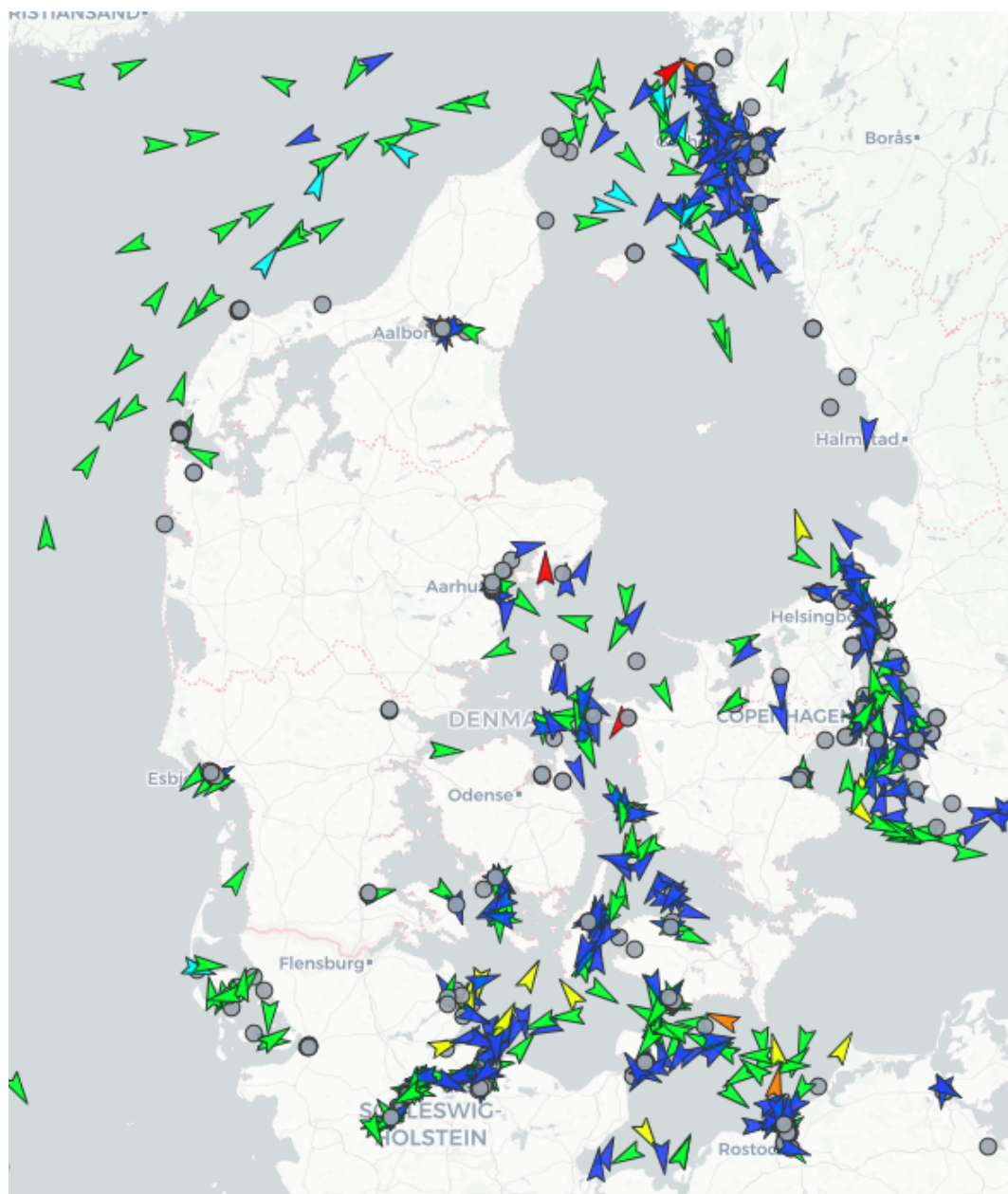
Den etablerede infrastruktur giver brugere adgang til maritime data uden selv at skulle etablere AIS modtagere eller indsamle data over længere perioder. Samtidig er data blevet integreret direkte i undervisning og studenterprojekter. Mere end 100 studerende har arbejdet med OpenOcean data på DTU's Deep Learning kursus, og platformen anvendes desuden i bachelorprojekter, kandidatspecialer og specialkurser.

Projektet har også opnået anvendelse i forskning. OpenOcean data er blevet anvendt i forskningsarbejde på tværs af flere institutter og forskningsmiljøer og har blandt andet dannet grundlag for forskningsresultater præsenteret ved IEEE IGARSS 2026. Platformen indgår desuden i forskningsansøgninger og større konsortier.

3.2 Data og Dækning

Datagrundlaget i OpenOcean bygger i høj grad på integrationen med AISHub, som giver adgang til en kontinuerlig og næsten global datastrøm af skibspositioner. OpenOcean kombinerer data fra egne AIS modtagerstationer, DANA IV og globale datadelingsnetværk. Denne kombination giver adgang til et bredt geografisk område og gør det muligt at tilbyde både lokale og globale AIS data gennem samme platform.

En oversigt over den aktuelle globale dækning og aktive modtagerstationer kan findes på AISHubs dækningskort: <https://www.aishub.net/coverage>. Et aktuelt snapshot af registrerede skibe i danske farvande kan ses på <https://www.openoceannetwork.com/map> og er vist i figur 3.



Figur 3: Aktuell AIS dækning i Danmark.

Det var ikke muligt at integrere de officielle danske AIS data fra Søfartsstyrelsen i projektperioden. Dette skyldtes, at ansvaret og den tilhørende datainfrastruktur for den nationale skibstrafikovervågning var under overdragelse til Beredskabsstyrelsen og en ny leverandør. OpenOcean blev derfor baseret på projektets egne modtagerstationer samt de tilgængelige globale datadelingsnetværk.

Den manglende adgang til de officielle nationale data betyder, at OpenOcean ikke indeholder det fulde officielle danske AIS datasæt. Den øvrige infrastruktur og adgang til globale datastrømme er dog etableret som planlagt, og platformen kan fortsat anvendes til både danske og internationale maritime analyser.

3.3 Anvendelse og Forankring

OpenOcean er blevet forankret i både undervisning, forskning og tværgående maritime samarbejder.

På DTU's Deep Learning kursus har mere end 100 studerende arbejdet direkte med OpenOcean data. Derudover anvendes platformen som datagrundlag for bachelorprojekter, kandidatspecialer og specialkurser. OpenOcean gør det muligt for studerende at arbejde med reelle maritime datasæt uden først at skulle etablere egne dataindsamlingssystemer.

Platformen anvendes også i forskning. Studerende og forskere har udarbejdet, indsendt og præsenteret forskningsartikler baseret på OpenOcean data ved den internationale konference IEEE IGARSS 2026 i Washington, D.C.



Figur 4: Delegation af studerende, der præsenterede forskningsresultater baseret på OpenOcean data ved IEEE IGARSS 2026.

OpenOcean er desuden blevet forankret gennem samarbejde med maritime forskningsmiljøer. Projektet har etableret et samarbejde med Thomas Roslyng Olesen, leder af Maritime Research Alliance (MRA), som bidrager til kontakt og vidensdeling på tværs af danske maritime forskningsmiljøer. Gennem MRA er OpenOcean også blevet introduceret til forskningsinstitutioner uden for DTU, blandt andet Roskilde Universitet (RUC), hvor Line Reinhardt har bidraget til projektets videre anvendelse. Digitaliseringsstyrelsen har også vist interesse for OpenOcean og tilføjelsen af denne til deres datavejviser på <https://datavejviser.dk/>.

OpenOcean indgår desuden som datainfrastruktur i forskningsansøgninger og større konsortiedannelser på tværs af DTU's institutter og centre. Dette omfatter blandt andet:

- DTU Maritime, Mette Sanne Hansen

- DTU Management, Jasmine Lam
- DTU Electro, Roberto Galeazzi
- DTU Space, Søren Reime Larsen
- DTU Compute, Bjørn Sand Jensen
- DTU Construct, Harry Bradford Bingham

Havundersøgelsesskibet DANA IV er blevet udstyret med en aktiv AIS modtagerstation gennem et samarbejde med DTU Maritime. Stationen giver mulighed for dataindsamling under skibets togter i danske og internationale farvande og udvider dermed OpenOceans geografiske datagrundlag.

OpenOcean data anvendes også i udviklingen af konkrete maritime sikkerhedsløsninger. DTU Security har udviklet en skibsmonitoreringsplatform, der kombinerer OpenOcean data med satellitbilleder for at identificere skibe, der ikke sender AIS signaler. Løsningen er tilgængelig på www.openoceanwatch.com og er blevet anvendt som et konkret eksempel på, hvordan åbne maritime data kan indgå i udviklingen af nye sikkerhedsløsninger.

4 Fremtid

OpenOcean projektet er nu afsluttet som et selvstændigt projekt, og den daglige drift og vedligeholdelse er overtaget af DTU Space. Platformen er dermed fortsat tilgængelig efter projektperiodens afslutning.

Det tekniske system er opbygget med fokus på robusthed, enkel drift og begrænset vedligeholdelse. Den nuværende løsning kan derfor drives med et relativt begrænset løbende ressourcebehov. Hvis anvendelsen af platformen i forsknings- og uddannelsesmiljøerne fortsætter med at vokse, vil det være relevant at genoptage en mere aktiv udviklings- og vedligeholdelsesindsats. Dette vil blandt andet kunne udvide platformens funktionalitet, forbedre brugeroplevelsen og understøtte fortsat høj tilgængelighed.

4.1 Mulige udvidelser

OpenOcean er opbygget på en måde, der gør det muligt at udvide både datagrundlaget, den geografiske dækning og platformens funktionalitet. En række konkrete udvidelser kan på længere sigt øge platformens værdi for forskning, undervisning og udvikling:

- **Datasæt:** Publicering af færdigbehandlede datasæt som afgrænsede historiske data-udtræk, eksempelvis ‘Europa 2026’ eller ‘Global 2026’, til analyser, der kræver meget store datamængder. Dette vil gøre det muligt at arbejde effektivt med store datasæt uden om API’et og samtidig give forskere adgang til faste datasæt, der kan anvendes til reproducerbare analyser.
- **Studerterprojekter og specialkurser:** OpenOcean kan i højere grad anvendes som et fast datagrundlag for dedikerede studenterprojekter, bachelorprojekter, kandidat-specialer og specialkurser. Platformen kan blandt andet bruges til at udvikle undervisningsforløb, hvor studerende arbejder direkte med store, virkelige maritime datasæt og anvender metoder inden for eksempelvis machine learning, dataanalyse, visualisering,

geospatial analyse og optimering. En mere systematisk integration i undervisningen vil samtidig give flere studerende praktisk erfaring med maritime data og skabe nye anvendelser af OpenOcean.

- **Selvstændigt datanetværk:** Platformen kan videreudvikles til et mere uafhængigt AIS netværk, hvor eksterne aktører, private modtagere og samarbejdspartnere kan indsende egne datastrømme direkte til OpenOcean. Dette vil øge den lokale dækning og samtidig gøre det muligt for OpenOcean at opbygge et større og mere sammenhængende datagrundlag.
- **Integration af offentlige datastrømme:** Offentligt tilgængelige datastrømme fra andre lande, herunder Kystverket i Norge og tilsvarende åbne løsninger i Finland, kan integreres direkte i platformen. Dette vil kunne skabe et mere komplet regionalt datasæt for Nordeuropa. Det er dog begrænset hvor mange nationer der stiller AIS data frit til rådighed.
- **Udvidelse til arktiske områder:** Gennem et muligt samarbejde med Arctic DTU i Sisimiut kan der opsættes AIS modtagerstationer på Grønland, hvor den nuværende dækning gennem globale datadelingsnetværk er begrænset. OpenOcean arbejder desuden på at få adgang til AIS data fra det grønlandske teleselskabs kyststationer.

Disse udvidelser vil ikke alene give adgang til mere data. De vil øge den langsigtede anvendelighed af den eksisterende infrastruktur. Et større geografisk område, længere historiske tidsserier og flere uafhængige datakilder vil gøre det muligt at undersøge maritime problemstillinger på tværs af landegrænser og over længere perioder.

4.2 OpenOcean som maritim datainfrastruktur

Det danske maritime forsknings- og innovationsmiljø består allerede af mange organisationer, der arbejder med at samle forskere, virksomheder, universiteter og andre aktø-

rer. Maritime Research Alliance, ShippingLab, MARIKO og nye initiativer som Danske Blå Iværksættere understøtter blandt andet forskningssamarbejder, projektudvikling, videndeling, innovation og udvikling af nye maritime virksomheder.

OpenOcean har et tilsvarende formål om at understøtte samarbejde, men gør det gennem en konkret teknisk infrastruktur. Platformen giver forskere, studerende og startups adgang til åbne AIS data. Hvor andre initiativer primært skaber forbindelser mellem aktører, etablerer OpenOcean et fælles teknisk datagrundlag, som disse aktører kan anvende og bygge videre på.

Dette gør OpenOcean relevant på tværs af det maritime økosystem. Forskere, der arbejder med AIS baseret forskning gennem eksempelvis Maritime Research Alliance, studerende på danske universiteter og startups, der udvikler nye maritime teknologier, kan anvende OpenOcean som datagrundlag. OpenOcean kan dermed fungere som en del af den tekniske infrastruktur under de forsknings og innovationsaktiviteter, der allerede finder sted i Danmark.

På længere sigt er potentialet, at OpenOcean kan udvikle sig til en permanent dansk og international infrastruktur for åbne maritime data. Platformen kan fungere som et fælles fundament for maritim forskning, uddannelse og teknologiudvikling. Ambitionen er dermed ikke blot at understøtte enkelte projekter og samarbejder, men at etablere en åben datainfrastruktur, som kan styrke det samlede maritime forsknings- og innovationsmiljø.