



ROBUSTHET I TRAFIKKOVERVÅKING OG BRUK AV NY TEKNOLOGI

Prosjektrapport

Petroleumstilsynet

Rapportnr.: 2021-1227, Rev. 2

Dokumentnr.: 1286610

Dato: 2022-04-05



Prosjektnavn:	Robusthet i trafikkovervåking og bruk av ny teknologi	DNV AS Oil & Gas
Rapporttittel:	Prosjektrapport	Safety Risk Mgt Nordics-4100-NO
Oppdragsgiver:	Petroleumstilsynet, Professor Olav Hanssens vei 10 4021 STAVANGER Norway	Veritasveien 1 1363 Høvik Norway
Kontaktperson:	Jan Erik Jensen	Tel: (+47) 67 57 99 00
Dato:	2022-04-05	NO 945 748 931 MVA
Prosjektnr.:	10311365	
Org. enhet:	Safety Risk Mgt Nordics-4100-NO	
Rapportnr.:	2021-1227, Rev. 2	
Dokumentnr.:	1286610	

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Oppdragsbeskrivelse: Analysere robusthet i trafikkovervåking og bruk av ny teknologi. Samle inn og samordne data og dokumentasjon for å bidra til å øke kompetansen i næringen om risikoforhold og tilstand knyttet til havovervåking, samt å øke robustheten og dermed redusere sannsynligheten for feil-, fare- og ulykkessituasjoner knyttet til havovervåking. Identifisere eventuelle forbedringer som kan bidra til å øke robustheten og vurdere av hensiktsmessigheten av dagens regelverkskrav og fremme eventuelle forslag til endringer.

Utført av:

Verifisert av:

Godkjent av:

Audun Brandsæter
Associate Director/Senior Principal Engineer

Erling Håland
Principal Consultant

Tom Arne Bakken
Senior Principal Consultant

Erik Grundt
Consultant

Atle Bjørnstad Bulukin
Principal Approval Engineer/Nautical Surveyor

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2022. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:

- ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
 INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
 KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste.*
 HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:

Havovervåking

*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2021-12-03	Foreløpig rapport	BRAND, ERIGRU	ERHA	
B	2021-12-22	Foreløpig rapport, for kommentarer	BRAND, ERIGRU, BULUK	ERHA	TABA
0	2022-01-31	Endelig rapport	BRAND, ERIGRU, BULUK	ERHA	TABA
1	2022-03-04	Endelig rapport, oppdatert etter kommentarer fra Ptil	BRAND, BULUK	ERHA	TABA
2	2022-04-05	Endelig rapport, mindre korreksjoner	BRAND, BULUK	ERHA	TABA

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	1
1.1	Konklusjon	1
1.2	Begrunnelse	2
2	INTRODUKSJON	3
2.1	Bakgrunn	3
2.2	Formål	3
2.3	Definisjoner og forkortelser	4
3	METODE	5
4	PROSJEKTAKTIVITETER	6
4.1	Informasjonsinnhenting	6
4.2	Litteraturstudie	6
4.3	Ekspertintervjuer	7
4.4	Arbeidsmøte	8
5	BESKRIVELSE OG EVALUERING AV FUNN – TEKNOLOGIER FOR HAVOVERVÅKING	10
5.1	Radar	10
5.1.1	Generelt	10
5.1.2	Radarteknologier	10
5.1.3	Fordeler med radar som overvåkingsverktøy	13
5.1.4	Ulemper med radar som overvåkingsverktøy	14
5.1.5	Bruk av radarteknologi	14
5.1.6	Erfarte utfordringer	16
5.2	AIS	17
5.2.1	Fordeler med AIS som et overvåkingsverktøy	18
5.2.2	Ulemper med AIS som et overvåkingsverktøy	19
5.3	AIS ATON	20
5.4	Alternative teknologier for overvåking	21
5.5	Sammenstilling av funn for overvåkingsteknologier	24
5.6	Bruk av havovervåkingsteknologi	26
6	BESKRIVELSE OG EVALUERING AV ANDRE FUNN	27
6.1	Sikkerhetskritiske oppgaver	27
6.2	Varsling og kommunikasjonssystemer	28
6.3	Kompetanse og opplæring av personell	28
6.4	Regelverk	29
6.5	Gjeldende og anvendte ytelseskrav	30
7	IDENTIFISERTE SÅRBARHETER	33
8	ANBEFALINGER	35
8.1	Anbefalinger knyttet til tekniske løsninger	35
8.2	Anbefalinger knyttet til organisatoriske og operasjonelle aspekter	36
8.3	Forslag til regelverk	37
9	REFERANSER	39
Appendix A	AIS ATON (Aids to Navigation)	
Appendix B	Intervjuguide	

1 SAMMENDRAG

Trafikkovervåking til havs, med tanke på å avverge kollisjoner mot petroleumsinnretninger, har blitt analysert med fokus på robusthet og bruk av ny teknologi.

I hovedsak består havovervåking i dag av systemer som baserer seg på radar og AIS. Det var enighet blant deltakerne i arbeidsmøtet 11.01.2022 at radar er verktøyet for deteksjon og AIS for identifikasjon, og at radar alltid vil være det primære (ref. kapittel 4.4 og /23/). Generelt viser denne studien at overvåkning av sikkerhetsonene i petroleumsindustrien ikke på noe tidspunkt bør baseres kun på AIS. Årsaken til dette er at dette er et selvrapporteringsystem der bruker kan manipulere informasjon og fartøyets sender kan slås av. I tillegg er det utsatt for flere andre feilkilder slik som brukerinnstillinger og tekniske feil.

Det er i dag hovedsakelig to maritime radarteknologier som er i bruk, magnetron-radar og solid state-radar. En magnetron-radar er en eldre teknologi som benytter vakuumrør for å generere signalpulsen som sendes ut. I en solid state-radar benyttes halvlederteknologi og transistorer for å generere radiosignal. Investeringskostnadene har vært noe høyere for solid state-radarsystemer enn for systemer basert på magnetron. Vedlikeholdskostnadene er derimot vesentlig lavere, først og fremst på grunn av den begrensede levetiden og behovet for regelmessig utskifting av magnetroner. For de enkleste systemene har det blitt indikert at levetidskostnadene er sammenliknbare, dog i favør av solid state-teknologien. For avanserte og komplekse systemer har de økte investeringskostnadene typisk blitt spart inn i løpet av to til tre år.

Klargjøring, beskrivelser eller definisjoner av fartøysstørrelser og værforhold med tilhørende sjøtilstander, som det vises til i regelverk og standarder, vil kunne sikre en bedre og riktigere forståelse av hvilke ytelseskrav som skal tilfredsstilles.

Flere alternative teknologier for overvåking har også blitt vurdert (ref. kapitlene 5.4 til 5.6). Noen av disse vil kunne representere supplement til dagens løsning med radar og AIS. Men ingen av disse er i dag fullt ut i stand til å erstatte verken radar eller AIS. Evnen til å levere informasjon i sanntid eller nær sanntid er en særlig utfordring. Dette er en generell begrensning for satellittbaserte systemer pr. i dag. Flere aktører påpekte at sanntidsdata er sentralt for å kunne utføre overvåking på en tilfredsstillende måte.

1.1 Konklusjon

Aktørene som har blitt intervjuet i denne studien, forteller at de generelt opplever havovervåkingen som robust, med nødvendig deteksjonsevne og svært lite nedetid.

Kravene i regelverk samt NORSOK S-001 (kapittel 25), NORSOK T-101 (kapittel 23) og retningslinje NOG-064 (kapittel 8) oppleves på noen punkter som noe uklare. Det ønskes klarere definisjoner og beskrivelser i forhold til følgende aspekter:

- Hva er «unormale tilstander» relatert til skip på kollisjonskurs?
- Hva er et lite fartøy og hva er et stort fartøy, med tanke på radartverrsnitt? (NORSOK T-101 angir et radartverrsnitt på 1000 m² for større fartøy/objekter, men ikke noe tilsvarende for små og mellomstore fartøy/objekter.)
- Vær- og sjøtilstander - hva innebærer "24/7 all year in all expected weather conditions" og "24/7 all year with exception for extreme weather conditions"?
- Hva må et overvåkingssystem inneholde og hva kreves når en innretning må ta seg av overvåkingen «på egenhånd»?
- Veiledning eller prinsipper for tilpasning av ytelseskrav for normalt ubemannede innretninger hvor faktisk tidsbehov ved eventuell evakuering tas hensyn til.
- Status for NORSOK T-101 i forhold til regelverk med veiledning/NORSOK S-001 er noe usikker.

For en utrent radaroperatør vil solid state-radarer generelt gi et klarere radarbilde med mindre støy (ref. kapittel 5.1.2). Ytelsen i form av deteksjonsevne, særlig for mål med relativt lite radartverrsnitt ($\leq 10 \text{ m}^2$), ser ut til å være bedre for en solid state-radar enn for en magnetron-radar under nesten alle forhold. Dette behøver likevel ikke nødvendigvis å bety at en erfaren radaroperatør ikke vil være like godt tjent med en god konvensjonell radar når oppgaven er å detektere relativt store fartøy på mulig kollisjonskurs med en offshoreinstallasjon. Gjennom intervju med overvåkingsaktør som primært benytter magnetronradar, kom det frem at det tidvis kan skje at fartøy «gjemmer seg bak bølger i dårlig vær», men kompetanse hos operatører gjør at man tar høyde for dette og konsekvensene er minimale. Ytelseskrav bør derfor etableres for den totale evnen til å detektere relevante skipstyper og -størrelser for radaroperatør og radarsystem med tilgjengelige støttesystemer.

1.2 Begrunnelse

Pr i dag er radar ansett som den tryggeste og foreløpig eneste måte å detektere fartøy på kollisjonskurs i sanntid, uten å forutsette noen aktiv medvirkning fra fartøyet. Kravene bør være funksjons- og ytelsesbasert for ikke å legge hindringer for utvikling og bruk av ny teknologi.

Så lenge kravene til funksjon og ytelse er tilfredsstillt, bør det i minst mulig grad legges føringer for valg av teknologi.

Gjennom intervjuer og gjennomføringen av et arbeidsmøte med bransjen har det kommet frem at sentrale begreper i regelverk og standarder med fordel kan gjennomgås og harmoniseres med klarere definisjoner. Eksempler på dette er gitt i kulepunktlista i avsnitt ovenfor. En slik harmonisering i bransjen vil kunne bidra til riktige tolkninger og forståelse.

2 INTRODUKSJON

DNV er tildelt et oppdrag fra Petroleumstilsynet for å studere robusthet i trafikkovervåking til havs og bruk av ny teknologi.

2.1 Bakgrunn

Det har vært en stor utvikling innenfor havovervåkingsteknologi de siste årene og overvåking har blitt en viktig barrierefunksjon for å unngå farlige hendelser, i denne sammenheng primært sammenstøt mellom skip eller drivende gjenstander og offshore-innretninger eller andre fartøy. Prognoser for skipstrafikken langs norskekysten og i de nære havområdene frem mot 2040 indikerer en økning på drøyt 40 % i forhold til 2013. Det ventes også en betydelig økning i den transpolare trafikken mellom Øst-Asia og Europa som seiler nord for Russland (Nordøstpassasjen), ref. /16/. Deler av denne trafikken kan ventes i å følge ruter der de i en ulykkessituasjon kan ha potensiale til å eksponere petroleums-innretninger. En robust trafikkovervåking til havs vil derfor bli stadig viktigere.

Barrierene for å begrense risiko for skipskollisjoner eller sammenstøt med andre objekter inkluderer å redusere muligheten for at situasjoner som kan føre til sammenstøt oppstår. Når slike situasjoner likevel oppstår er det viktig å ha barrierer for å identifisere/detektere tilstander som kan føre til feil, fare- og ulykkessituasjoner; barrierer for å forhindre at dette utvikler seg til en ulykkeshendelse; samt, dersom ulykken ikke kan avverges, barrierer for å begrense skader eller tap.

Havovervåking er et vesentlig barriereelement i barrieren å identifisere/detektere fartøy på kollisjonskurs. Varsling av et fartøy på kollisjonskurs, for å påse at dette korrigerer sin kurs, er et barriereelement i barrieren for å forhindre at situasjonen der et fartøy på kollisjonskurs ikke utvikler seg til en ulykkeshendelse. Varsling av den eksponerte innretningen er et barriereelement i barrieren å begrense skader og tap av liv dersom ulykken likevel ikke kan avverges ved å gjøre innretningen i stand til å iverksette tiltak som for eksempel evakuering av personell. Fokus for studien har vært systemer og sikkerhetskritiske operasjoner relatert til havovervåking og varsling. Korrigering av kurs for skip er ikke inkludert i studien i og med at dette ligger utenfor operatørens og/eller overvåking- og varslingstjenestens kontroll.

Barrierefunksjonene havovervåking og varsling vil også være aktuelt for å unngå andre typer ulykker enn kollisjon med petroleumsinnretninger, slik som overtråling av rørdninger, kollisjoner med fartøy som utfører marine operasjoner, og kollisjoner med andre typer innretninger som for eksempel havvindsinstallasjoner.

2.2 Formål

Oppdragets formål har vært å bidra til å øke kompetansen i næringen om risikoforhold og tilstand knyttet til havovervåking, samt å øke robustheten og dermed redusere sannsynligheten for feil-, fare- og ulykkessituasjoner knyttet til havovervåking.

Dette har blitt gjort ved å samle inn og samordne data og dokumentasjon om risikoforhold og tilstandsbeskrivelse knyttet til havovervåking og presentere oppdatert kunnskap.

Videre har det vært et mål å identifisere eventuelle forbedringer som kan bidra til å øke robustheten og dermed redusere sannsynligheten for feil-, fare- og ulykkessituasjoner knyttet til havovervåking. En vurdering av hensiktsmessigheten av dagens regelverkskrav og eventuelle forslag til endringer har også vært en del av målsettingen.

2.3 Definisjoner og forkortelser

Forkortelse	Beskrivelse
AIS	Automatisk identifikasjonssystem
AIS-data	Data som kommer fra AIS og er sammenstilt og behandlet for visualiseringer og analyse
AtoN	Aids to Navigation
CPA	Closest Point of Approach
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IMO	International Maritime Organization
MMSI	Maritime Mobile Service Identity
PLB	Personlig nødpeilesender (Personal Locator Beacon)
Radar	Radio Detection and Ranging
RCS	Radar Cross Section/radartverrsnitt
SART	Search and Rescue Radar Transponder
TCPA	Time to Closest Point of Approach
VTS	Vessel Traffic Service/sjøtrafikksentral
YK	Ytelseskrav

3 METODE

For å etablere et bilde av hvordan havovervåking utføres i dag og identifisere styrker og svakheter i teknologier, regelverk, og bruk av systemene som er tilgjengelige, har DNV i dette prosjektet bidratt til å samordne data og dokumentasjon om risikoforhold og tilstandsbeskrivelse knyttet til havovervåking.

Studien har inkludert innhentning av informasjon om relevante tekniske systemer, samt analysemetoder og bruken av systemer i form av overvåking- og varslingstjeneste og nødvendige systemer for å motta varsling på innretningene. Det er gjennomført intervjuer med en rekke relevante aktører for å belyse relevante risikoforhold relatert til radar- og AIS-installasjoner brukt i forbindelse med havovervåking rundt petroleumsinnretninger. Formålet med innhentning av informasjon gjennom litteratur og intervjuer har vært å identifisere forbedringer som kan bidra til å øke robustheten og dermed redusere sannsynligheten for feil-, fare- og ulykkessituasjoner knyttet til havovervåking.

Aktørene som er intervjuet representerer operatører i petroleumsnæringen som opererer radar- og AIS-installasjoner på sine innretninger, leverandører av havovervåkingstjenester og senter som utfører overvåking og varsling av hendelser som utgjør en fare for innretningene, teknologileverandører, og myndighetsorganer. Gjennom intervjuene har ulike aktørers rolle i forbindelse med havovervåking, deres bruk av radarteologi og AIS-teknologi, og hvorvidt aktørene er involvert i eller vurderer andre teknologier for havovervåking, blitt kartlagt. Intervjuene har adressert styrker og svakheter med teknologiene som for eksempel dekningsgrad, vedlikehold og nedetid. Videre har aktørene blitt spurt om hvilke krav de stiller til kompetanse, trening og opplæring, både for personell som opererer havovervåkingssystemene og for de som har ansvar for vedlikehold av disse. De har også fått spørsmål om de finner dagens regelverk godt nok sett i lys av de systemer og tjenester som er tilgjengelige for overvåking, og om kravene i regelverket oppleves å bidra til å ta i bruk bedre og mer robuste teknologier.

Andre aspekter som også har betydning for sikkerheten, slik som vedlikehold, stråling og tennkildek kontroll, har også blitt diskutert med aktørene i intervjuene.

Etter å ha bearbeidet innsamlet informasjon og innspill fra intervjuer har DNV evaluert og oppsummert sårbarheter, begrensninger, feilmodi og andre forhold som påvirker sannsynligheten for feil-, fare- og ulykkessituasjoner. Basert på dette er det sammenfattet en liste over funn og tiltak som kan bidra til å forbedre robustheten til barrierefunksjonen havovervåking inkludert varsling. De identifiserte tiltakene inkluderer forslag til konkrete tekniske, organisatoriske og operasjonelle tiltak, samt tiltak til endringer og forbedringer i relevant regelverk og normverk.

4 PROSJEKTAKTIVITETER

4.1 Informasjonsinnhenting

Innhenting av informasjon om relevante tekniske systemer, samt analysemetoder og bruken av systemer i form av overvåking- og varslingstjeneste og nødvendige systemer for å motta varsling på innretningene har blitt gjort ved hjelp av en studie av utvalgt tilgjengelig litteratur og tidligere prosjekter.

Kapittel 7, Marine havovervåkingstjenester, i ref. /1/, gir en god overordnet beskrivelse av tilbudet av marin havovervåking for petroleumsindustrien på norsk sokkel.

RNNP 2020, ref. /2/; er en kilde til informasjon om antall skip på mulig kollisjonskurs mot petroleumsinnretninger på norsk sokkel, og viser utviklingen i antall slike tilfeller i perioden 2005 til 2020. Fra et gjennomsnitt på ca. 30 pr. år fra 2005 til 2008, og 16 i perioden 2009 til 2012, var det i perioden 2013 til 2019 registrert fra ett til fem skip på mulig kollisjonskurs pr. år, mens det i 2020 var seks.

4.2 Litteraturstudie

En litteraturstudie ble utført i begynnelsen av arbeidet med prosjektet. Det ble tatt utgangspunktet i rapporter DNV har utarbeidet tidligere for å finne relevant informasjon og kilder som kan benyttes i dette prosjektet i tillegg til ekspertinformasjon prosjektteamet og DNV eksperter allerede sitter på. Videre ble også noen andre kilder evaluert hvor eksisterende rapporter ikke dekket behovet. Til slutt ble også informasjon og dokumenter oversendt av intervjuede aktører. Det har blitt fokusert på effektivitet i litteraturstudien, og det er derfor ikke-uttømmende.

Generelt for kildereferanser er at rapporter og dokumenter er referert til i referanselisten, og for referanser til teknologi levert av ulike selskaper er dette gitt av fotnoter i selve rapporten. For litteraturen vurdert i rapporten søkte man å få belyst:

- Gjeldene regelverk
- Informasjon om teknologier som brukes for overvåking i dag, for eksempel AIS og radar, for styrker og svakheter
- Informasjon om fremtidige teknologier som kan brukes for overvåking for å se hvilke roller disse kan fylle i barrieresystemet
- Områdeberedskap og risiko på norsk sokkel i dag

Tabell 4-1 gir en liste over ulike rapporter som inngikk i litteraturstudien. Ikke alle referanser er tatt med i denne listen. Dette gjelder for eksempel de som er gitt av fotnoter eller kun underbygger en opplysning i denne rapporten.

Tabell 4-1 Liste over referanser

Nummer	Navn	Begrunnelse
1	Safetec rapport ST-13755-3 for Petroleumstilsynet, 2020: Evaluering av samarbeid om beredskap (Områdeberedskap) – Fase 2,	Kapittel 7 gir en god oversikt over eksisterende, tilgjengelige havovervåkingstjenester.
2	Petroleumstilsynet, 2020: Risikonivå i petroleumsvirksomheten Hovedrapport, utviklingstrekk 2020, norsk sokkel	RNNP gir nyttig informasjon om utviklingen i risikonivået, inkludert frekvensen av skip på kollisjonskurs mot petroleumssinnretninger.
3	DNV GL (2019): NYTTEVIRKNING AV ROMBASERT OVERVÅKNING AV SKIPSTRAFIKK BASERT PÅ SENSORER I TILLEGG TIL AIS (rapport 1)	Rapport en om hvordan alternative teknologier for overvåking av skipstrafikk satt på satellitter kan forbedre maritim overvåking. Den var den første av to rapporter som har blitt skrevet om temaet fra DNV.
4	DNV GL (2020): NYTTEVIRKNING AV ROMBASERT OVERVÅKNING AV SKIPSTRAFIKK BASERT PÅ SENSORER I TILLEGG TIL AIS (rapport 2)	Denne rapporten var videre arbeid av den første rapporten og fokuserte i større grad enn den første på å kvantifisere samfunnsøkonomiske nyttevirksomheter og hvilke alternativer teknologier som er kommersielt tilgjengelig.
5	Norsk Olje og Gass Retningslinje 064 - Anbefalte retningslinjer for etablering av områdeberedskap, revisjon 3, utgitt 2015-08-12	Retningslinjen gir anbefalinger for beredskap mot gitte «Definerte Fare- og Ulykkeshendelser» (DFUer), inkludert DFU4: Fare for kollisjon. Det gis anbefalinger for minimum deteksjonstid før mulig kollisjonstidspunkt og deteksjonsavstand.
6	NORSOK Standard S-001:2020+AC:2021 – Technical safety, utgitt 2021-05-31	Anbefalt i veiledningen til Innretningsforskriftens §8 som grunnlag for utforming av aktive sikkerhetsfunksjoner. Kapittel 25 Avoidance of Vessel Collisions direkte relevant for havovervåking.
7	NORSOK Standard T-101:2019 – Telecom systems, utgitt 2019-10-24	Anerkjent standard. Kapittel 23 Vessel traffic monitoring system (VTMS) direkte relevant for havovervåking. Anbefalt i veiledningen til innretningsforskriften § 18 om systemer for intern og ekstern kommunikasjon.
8	Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Rammeforskriften), FOR-2010-02-12-158	Rammeforskriften inneholder både overordnede krav og grunnleggende krav til helse, miljø og sikkerhet (§§9-16) som blant annet omhandler krav om forsvarlig virksomhet, prinsipper for risikoreduksjon og kompetanse og krav til beredskap. Den har også et kapittel om sikkerhetssoner med krav relevante for havovervåking; §57 Overvåking av sikkerhetssoner, §58 Varsling og melding i forbindelse med inntrenging i sikkerhetssoner og §59 Tiltak mot inntrengende fartøy eller gjenstander
9	Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften), FOR-2010-04-29-611	I Styringsforskriften er det kapitlene om risikostyring (inkludert §4 Risikoreduksjon og §5 Barrierer), analyser og varsling og melding som er særlig relevante for havovervåkingen.
10	Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten (Innretningsforskriften), FOR-2010-04-29-634	I tillegg til generelle krav, gir §8 Sikkerhetsfunksjoner med veiledning krav til utstyr for å kunne oppdage unormale tilstander og hindre disse i å utvikle seg til fare- og ulykkessituasjoner.
11	Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften), FOR-2010-04-29-613	Generelle krav, blant annet for overvåking og kontroll (§31) og beredskap (§§73-79)
12	Konfidensiell informasjon om havovervåking/trafikkovervåking mottatt fra operatørselskap og Kystverket.	DNV har i forbindelse med dette prosjektet mottatt en del informasjon om ulike overvåkingssystemer inkludert sammenlikning av enkelte ytelser. Av sikkerhetsmessige årsaker kan detaljer fra denne informasjonen ikke offentliggjøres.

4.3 Ekspertintervjuer

Som et svært viktig supplement til informasjonen som kunne finnes i tilgjengelig litteratur og tidligere prosjekter, ble det i perioden 1. november til 7. desember 2021 gjennomført i alt 9 intervjuer med sentrale aktører/virksomheter innenfor havovervåking. Virksomhetene stilte med fra en til fire representanter i intervjuene.

Petroleumstilsynet har også bidratt med informasjon og nyttige innspill, både gjennom deltakelse i enkelte av intervjuene, i samtaler og møter gjennom hele prosjektet og deltakelse i arbeidsmøtet 11. januar 2022.

Virksomhetene som ble intervjuet omfatter statlige aktører (Kystverket og Forsvarets forskningsinstitutt), operatørselskap (Equinor, Aker BP og ConocoPhillips), samt leverandører både av systemer og utstyr for overvåking samt overvåkingstjenester.

I intervjuene søkte man blant annet å få belyst;

- Teknisk tilstand på relevante tekniske systemer
- Oppe/nedetid, samplingstid, forsinkelser, begrensninger, etc.
- Sårbarheter som påvirker signal, strømforsyning, tolkning og presentasjon av data, etc.
- Bruken av systemer, kompetanse, opplæring, vedlikehold, interaksjon med andre aktører, etc.
- Styrker og svakheter knyttet til regelverk og normverk

Det ble utarbeidet en intervjuguide tilpasset det enkelte intervjuet, basert på den generiske intervjuguiden som er vist i Appendix B

En renskrevet versjon av intervjuguide med aktørens innspill ble presentert for deltakerne etter intervjuene, og i noen tilfeller sammen med tilleggsspørsmål som ble ønsket besvart for avklaring.

All informasjon som ble mottatt gjennom ekspertintervjuene og eventuelle tilleggsspørsmål, er innarbeidet i kapitlene 5 og 6 i denne rapporten.

4.4 Arbeidsmøte

En foreløpig rapport (revisjon B av denne rapporten), ble sendt ut til bidragsyterne til prosjektet sammen med en invitasjon til å delta på et arbeidsmøte tirsdag 11. januar 2022. Målet med arbeidsmøtet var å få bidragsytternes kommentarer til funn og foreløpige konklusjoner, og hvis mulig oppnå en viss grad av konsensus.

Det var flere ulike tema som ble gjennomgått i arbeidsmøtet, enten i plenumsdiskusjoner eller ved en semi-strukturert gjennomgang av anbefalinger. Følgende problemsstillinger ble diskutert i plenum:

1. Hvilke ytelseskrav bør settes, og under hvilke forhold? Dette inkluderte også en diskusjon rundt systempålitelighet
2. Radarteknologi; Magnetron- vs. Solid State-radar
 - a. Fordeler og ulemper – ytelse for hver av teknologiene under ulike forhold
 - b. Mulige kompenserende tiltak dersom ytelseskravene (under gitte forhold) ikke tilfredsstilles av radar alene
3. Finnes det alternativ til radar for deteksjon av ikke-kooperative fartøyer i sanntid som sammen med AIS kan utgjøre en robust havovervåkningsbarriere.
4. Kan teknologi som ikke gir sanntidsinformasjon være relevant for denne type trafikkovervåking?
 - a. Kan teknologien eventuelt gi nyttig komplementerende informasjon til sanntidssystemer
5. Hvilke kombinasjoner av teknologier kan forventes å gi det beste totalbildet
6. Identifiserte sårbarheter, hvordan kan man best kompensere for disse?

Til slutt ble alle foreslåtte anbefalinger revidert, hvor foreslåtte anbefalinger ble kommentert og en eventuell alternativ utforming ble utarbeidet i fellesskap. Enkelte foreslåtte anbefalinger ble også besluttet fjernet.

Tabell 4-2 viser deltagerne og selskap/organisasjon for de respektive deltagerne i arbeidsmøtet 11. Januar 2022. Dersom en deltager var til stede hele arbeidsmøtet noteres dette med en «x» og med «delvis» dersom en deltager var delvis til stede. Arbeidsmøtet ble fasilitert av DNV.

Diskusjonene i arbeidsmøtet ble oppsummert i et referat som ble sendt alle deltakere (ref. /23/).

Funn og konklusjoner fra møtet er innarbeidet i denne rapporten.

Tabell 4-2 Deltagere i arbeidsmøte

Navn	Selskap/Organisasjon	Deltagelse
Olav Løehre	Conocophillips	X
Arve Johannes Aanensen	Conocophillips	X
Mariann Sunde	Conocophillips	Delvis
Lars Christian Bahr	Conocophillips	X
Grethe Strøm	Equinor	X
Alf Frimanslund	Equinor	X
Anders Kaltvedt	Equinor	X
Leif Rune Heng	Aker BP	X
Jon Arild Gundersen	Aker BP	Delvis
Austin Kugathas	TechnipFMC	Delvis
Daniel Bakkelund	TechnipFMC	Delvis
Elisabeth Nøst	TechnipFMC	Delvis
Espen Fjellheim	Vissim	X
Vegard Hansen	Vissim	X
Håvard Odden	Vissim	X
Bjørnar Aas	Vissim	X
Espen Messel	FFI	X
Jon Leon Ervik	Kystverket	Delvis
Malin Dreijer	Kystverket	Delvis
Ståle Sveinungsen	Kystverket	Delvis
Trond Jan Øglend	Ptil	X
Jan Erik Jensen	Ptil	X
Bjørn Stein	Ptil	X
Audun Brandsæter	DNV	X
Atle Bjørnstad Bulukin	DNV	X
Erling Håland	DNV	X
Erik Høgslund Grundt	DNV	X

5 BESKRIVELSE OG EVALUERING AV FUNN – TEKNOLOGIER FOR HAVOVERVÅKING

5.1 Radar

5.1.1 Generelt

Radar er et system som benytter en sender og mottaker av radiobølger og en antenne for å detektere og måle avstand og retning til andre objekter. Dette gjøres ved at det sendes ut et retningsbestemt elektromagnetisk signal (radiobølge) som reflekteres dersom det treffer et objekt. Objektet detekteres ved at det reflekterte signalet blir fanget opp igjen av radarantennen. Distansen til objektet kan bestemmes basert på tidsforsinkelsen i det reflekterte signalet sammenlignet med utsendt signal. Radarantennen roteres kontinuerlig og retningen til objektet som detekteres bestemmes ut fra retningen til radarantennen ved deteksjon. Ved å benytte deteksjoner tatt opp over en viss tid kan man fange opp et objekts bevegelsesretning og hastighet. Dersom det benyttes et frekvensmodulert signal, kan man også detektere hastighet basert på doppler-effekten.

Radar har mange bruksområder når det kommer til havovervåking, blant annet å registrere bølger, strømmer og tidevann, oppdage oljesøl, og ikke minst detektere fartøy eller andre fysiske innretninger eller landmasser.

Bruksområder om bord på sivile skip er primært deteksjon av andre fartøy eller faste innretninger for å unngå kollisjon. Radar brukes også om bord på faste eller flytende innretninger, slik som en petroleumsinnretning, for deteksjon av fartøy.

Maritime skipsradarer som opererer i S-bånd, C-bånd og X-bånd benytter bølgelengder på henholdsvis 10 cm, 5 cm og 3 cm (tilsvarer frekvenser på henholdsvis 2,9 – 3,1 Ghz, 5,47 – 5,65 GHz og 8,85 – 9,0/9,2 – 9,5 Ghz). Med slike høye frekvenser er rekkevidden begrenset til objekter som kan sees over horisonten. Rekkevidden til en radar er derfor avhengig av hvor høyt antennen rager over havnivå, hvor høyt objektet som detekteres rager over havnivå, og hvor stor del av objektet som må være synlig over horisonten for at det skal detekteres. Eksempelvis vil en radar som er plassert 110 m over havoverflaten ha en distanse¹ til horisonten på 37 km. Dersom et objekt befinner seg innenfor denne avstanden så vil man kunne se hele objektet (merk: i høye bølger vil objektet tidvis helt eller delvis kunne skjules i en bølgedal). Tilsvarende vil et objekt som rager 30 m over horisonten så vidt være synlig 20 km bortenfor horisonten.

Radarsignalets effekt vil gradvis avta ettersom det beveger seg over lengre avstander, og for et objekt plassert et stykke fra radaren vil kun en liten andel av signalets energi reflekteres tilbake til mottakeren. Det er flere kilder til bakgrunnsstøy både fra omgivelsene og internt i radarapparatene. Dersom styrken i det mottatte signalet ikke er sterkere enn bakgrunnsstøyen så vil man ikke kunne skille ut informasjonen i det mottatte signalet som skyldes refleksjon fra et objekt.

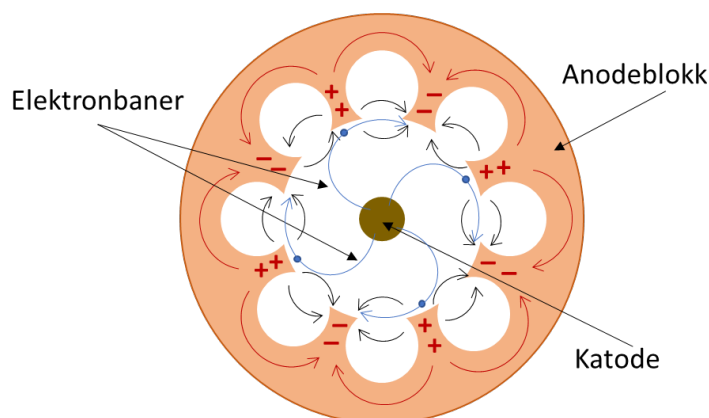
Evnen til å detektere objekter avhenger både av signalpulsens effekt og mottakerens følsomhet, og forholdet mellom objektets størrelse og signalets bølgelengde. Dersom et objekt er vesentlig mindre enn signalets bølgelengde, vil signalet i liten grad reflekteres. Et radarsignal med høy frekvens/kort bølgelengde (f.eks. en X-bånd-radar / «3 cm-radar») vil kunne oppdage et mindre objekt enn et signal med lavere frekvens, men dette betyr også at mindre partikler (som regn, snø, vanndråper) i større grad vil resultere i at signalet svekkes (attenueres).

5.1.2 Radarteknologier

Det er i dag hovedsakelig to maritime radarteknologier som er i bruk, magnetron-radar og solid state-radar. En magnetron-radar er en eldre teknologi som benytter vakuumrør for å generere signalpulsene som sendes ut. Selve magnetronen er en sylindrisk struktur med en katode som er plassert i sentrum av en anodeblokk, som igjen er omsluttet av en magnet. I anodeblokken er det en rekke hulrom som er plassert symmetrisk rundt katoden og som alle er av samme størrelse. Hulrommene er ikke helt omsluttet, men har en åpning inn mot sentrum av anodeblokken. Ved å

¹ Distansen, d , til horisonten sett fra en gitt høyde, h , er beregnet ut fra jordens radius, R , der $d = \text{SQRT}(2 \times R \times h + h^2)$.

sette på et spenningsfelt vil elektroner bevege seg fra katoden til anoden. Samtidig vil magnetfeltet påvirke elektronene slik at de får en rotasjonsbevegelse og dermed passerer tangentielt forbi anodeblokkens hulrom. Dette fører til at elektronene i anodeblokken beveger seg rundt hulrommene, da åpningene i senter av blokken vil fungere som kapasitans og metallet utenfor hulrommet vil fungere som en induktor, se Figur 5-1. Dette fører til at elektromagnetisk oscillering oppstår inni anodeblokkens hulrom (tilsvarende lydbølger som oscillerer i en fløyte). Resonansfrekvensen som skapes i anodens hulrom, og som bestemmer radarfrekvensen, avhenger av størrelsen på hulrommene.



Figur 5-1 Skjematisk utsnitt av en magnetron sett ovenfra. I tillegg til katode og anodeblokk er det en magnet over / under som påfører et magnetisk felt parallelt med sylinderaksen som igjen fører til at banene til elektronene som vil gå fra katoden til anoden bøyes. Elektronene som roterer i rommet mellom katoden og anoden påvirker elektronene i anodeblokken slik at de beveger seg fram og tilbake rundt anodeblokkens hulrom, og dermed skaper oscillerende elektriske felt.

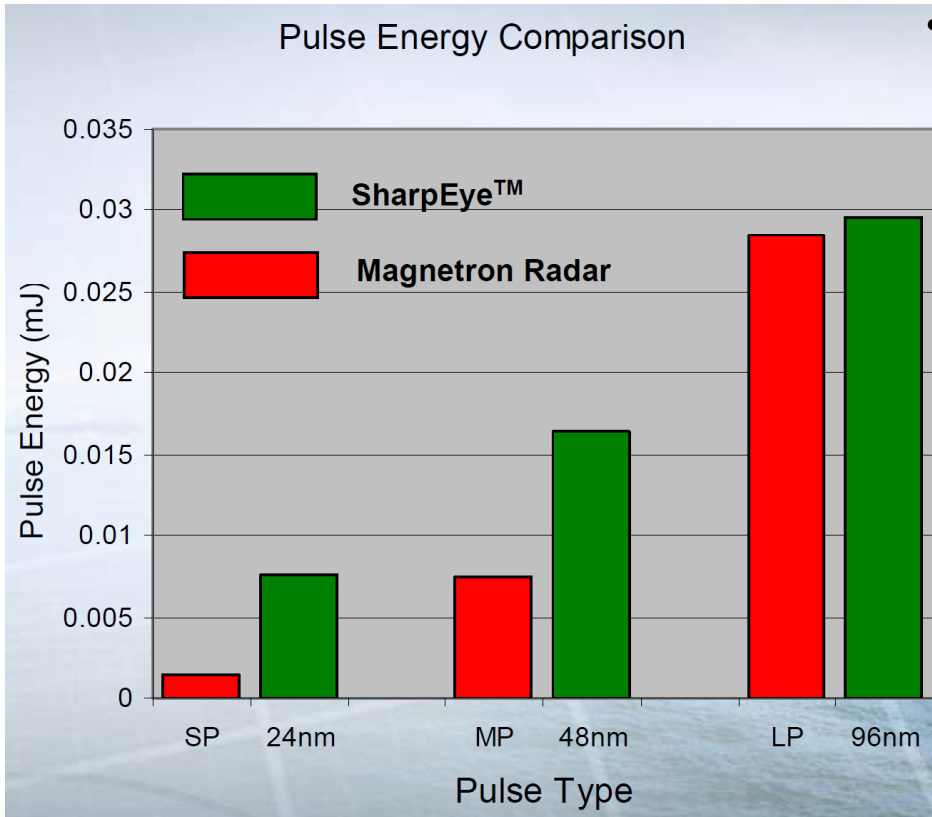
En solid state-radar er en mer moderne teknologi der det benyttes halvlederteknologi og transistorer for å generere radiosignal. Dette gjør at solid state-radaren krever betydelig lavere energi for å generere en signalpuls sammenlignet med en magnetron-radar. I motsetning til magnetronen kan man med en solid state-radar også generere et frekvensmodulert signal. Ved at man sender ut et kjent frekvensmodulert signal kan man i tillegg til å måle radarpulsens gangtid også detektere endringer i det reflekterte signalets frekvens. Dersom det mottatte signalets frekvens er høyere enn utsendt frekvens, som tilsvarer at bølgelengdene er redusert, så vil det indikere at objektet beveger seg mot radaren (Doppler effekt).

Tabell 5-1 Sammenligning av egenskaper ved Magnetron- og Solid state-radar

Egenskaper	Magnetron-radar	Solid state-radar
Signal	Puls	Frekvensmodulert i kombinasjon med puls
Energi	Høy effekt over kort tid	Lavere effekt over lengre tid
Peak Power (typisk)	10 – 30 kW*	200 W*
Signalvarighet	Kort, < 1 % av tiden	Lang, ~ 10 % av tiden
Hastighetsmåling	Gangtidsendring mellom refleksjoner	Doppler-effekt
Oppvarmingstid	~ minutter	~ sekunder
Vedlikeholdsbehov	Høyt og dyrt	Lavt
Levetid	Typisk 10 000 timer (magnetron)*	MTBF > 150 000 timer*

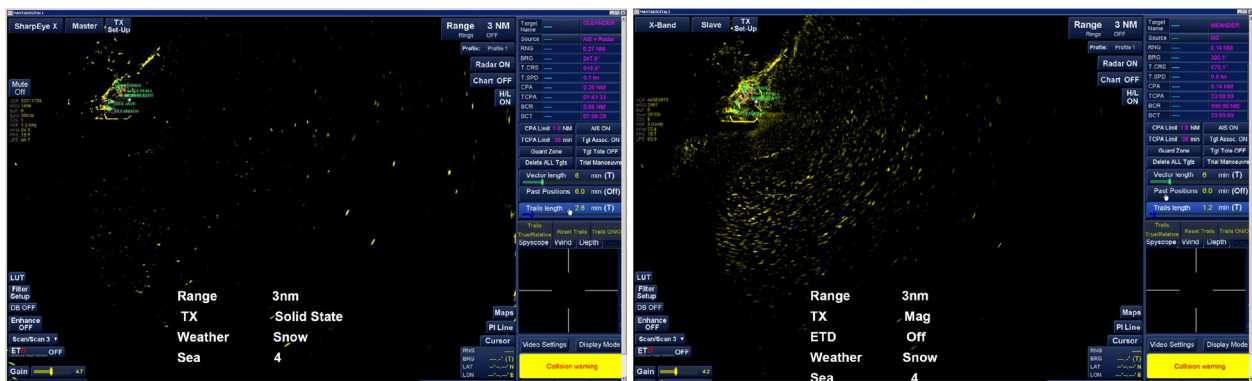
* Basert på informasjon fra Kelvin Hughes Ltd., ref. /15/.

Pulsenergien er avgjørende for rekkevidden til en radar. Denne er produktet av effekt og tid. For en magnetron-radar må pulslengden være kort, særlig for deteksjon på korte avstander. Selv med en spisseffekt (peak power) som er i størrelsesorden 100 ganger høyere, vil utsendt energi for en solid state-radar kunne være høyere som illustrert i figuren under. SharpEye™ er varemerke for solid state-radarteknologi fra Kelvin Hughes.

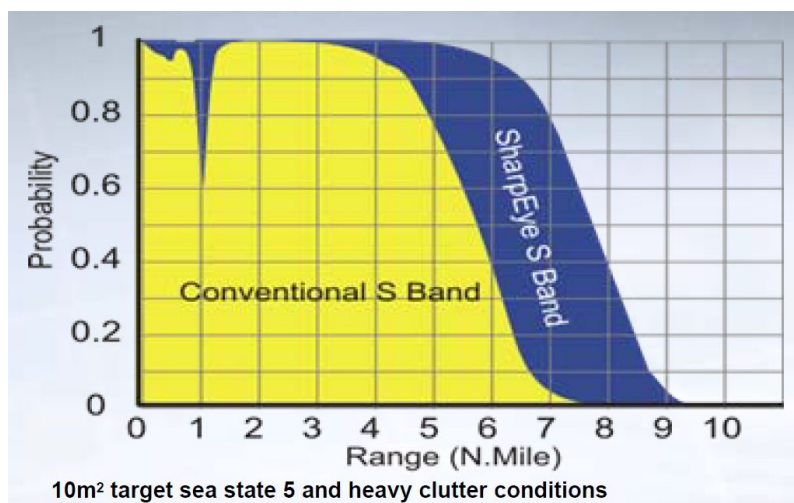


Figur 5-2 Pulsenergi for en SharpEye™ og en typisk magnetron-radar. Faksimile fra ref. /17/

For en utrent radaroperatør vil solid state-radarer generelt gi et klarere radarbilde med mindre støy. Ifølge Kelvin Hughes, ref. /17/, er sannsynligheten for å detektere relativt små mål (radartverrsnitt $\leq 10 \text{ m}^2$) høyere ved bruk av deres SharpEye™ radar enn ved bruk av konvensjonell magnetron-radar. Dette er illustrert i faksimilene fra ref. /17/ vist i figurene nedenfor. Ytelsen i form av deteksjonsevne ser ut til å være bedre for en solid state-radar enn for en magnetron-radar under nesten alle forhold. Dette behøver likevel ikke nødvendigvis å bety at en erfaren radaroperatør ikke vil være like godt tjent med en god konvensjonell radar når oppgaven er å detektere relativt store fartøyer på mulig kollisjonskurs med en offshoreinnretning.



Figur 5-3 Radarbilder fra en SharpEye™ og en typisk magnetron-radar. Faksimiler fra ref. /17/



Figur 5-4 Forventet deteksjonsevne for et mål med 10 m² radartverrsnitt for en SharpEye™ og en typisk magnetron-radar. Faksimile fra ref. /17/

Investeringskostnadene har vært noe høyere for solid state-radarsystemer enn for systemer basert på magnetron. Vedlikeholdskostnadene er derimot vesentlig lavere, først og fremst på grunn av den begrensede levetiden og behovet for regelmessig utskifting av magnetroner. For de enkleste systemene har det blitt indikert at levetidskostnadene er sammenliknbare, dog i favør av solid state-teknologien. For avanserte og komplekse systemer har de økte investeringskostnadene typisk blitt spart inn i løpet av to til tre år. (Basert på informasjon vurdert som sensitiv. Ytterligere detaljer kan derfor ikke deles.)

5.1.3 Fordeler med radar som overvåkingsverktøy

Den viktigste fordelen med radar som overvåkingsystem er at radaren selv genererer radiopulsen som transmitteres, og at det er refleksjonen av denne radiopulsen som igjen registreres. Radaren vil derfor kunne detektere et fartøy uten at dette selv aktivt må oppgi egen posisjon. Dette betyr at en radar også kan oppdage andre gjenstander som for eksempel isfjell og andre drivende gjenstander som kan utgjøre en kollisjonsfare for en petroleumsinnretning.

Radare er en velutprøvd teknologi som ble utviklet allerede før andre verdenskrig (magnetron-radar) og som har blitt videreutviklet og forbedret gjennom mange ti-år. Radaren vil kunne detektere flere objekter samtidig, så lenge et objekt ikke ligger i skyggen av et annet. Radaren fungerer i alle lysforhold og selv om rekkevidden kan påvirkes vil radaren også fungere i snø, regn og tåke. Radaren vil kunne angi posisjonen til objekter ved at den registrerer avstand og retning ut fra radaren. Ved å benytte registreringer over tid vil radaren kunne bestemme objektene kurs og hastighet. Det vil også si at den kan skille mellom stasjonære og bevegelige objekter.

Radarens styrker, oppsummert:

- Radar er en meget velutprøvd teknologi
- Uavhengig deteksjon basert på ett fysisk signal – behøver ingen form for samarbeid av det som detekteres
- Kan angi nøyaktig avstand til fartøy eller objekter innenfor dekningsområdet
- Kan detektere et objekts kurs og hastighet, og dermed også skille mellom stasjonære og bevegelige objekter
- Kan detektere mange fartøy eller objekter samtidig
- Uavhengig av lysforhold (fungerer like godt i lys og i mørke)

5.1.4 Ulemper med radar som overvåkingsverktøy

En radar vil først og fremst kunne detektere et objekt, men den vil normalt sett ikke kunne brukes til å identifisere objektet. For å avverge en kollisjon vil det være viktig å kunne kontakte fartøy som er på kollisjonskurs og anmode dette om å endre kurs. I denne sammenhengen vil det være nødvendig å raskt kunne identifisere fartøyet.

Rent fysisk er radardeteksjon avhengig av fri siktelinje mot objektet som detekteres. Dersom et objekt for eksempel beveger seg bak en øy og radaren ikke lenger har fri siktelinje mot objektet så vil ikke dette kunne detekteres. Maksimal rekkevidde på åpent hav er begrenset til de objektene som rager over horisonten, og derfor også begrenset av hvor høyt man kan plassere radaren. Radaren vil også kunne begrenses av andre strukturer på innretningen som kan gi radarskygge i enkelte retninger (dette er også en grunn til at radaren bør plasseres så høyt som mulig). For broforbunnede innretninger, eller dersom det er andre nærliggende innretninger, kan det være en utfordring å finne en plassering av radaren der andre innretninger ikke vil påvirke radarens frie siktlinje i alle retninger.

En annen begrensende faktor for radarens rekkevidde er svekkelsen i signalstyrken over distansen. Det er flere kilder til bakgrunnsstøy både fra omgivelsene og internt i radarapparatene, og evnen til deteksjon er begrenset til at styrken i det reflekterte signalet fremdeles er kraftigere enn bakgrunnsstøyen.

Radaren vil også kunne detektere uønskede refleksjoner. For en maritim skipsradar som benytter bølgelengder på henholdsvis 10 cm, 5 cm og 3 cm vil uønskede refleksjoner oftest skyldes persepsjon (regn, sludd og snø). Til sammenligning har AIS signaler som benytter VHF båndet bølgelengder på ca. 2 m og vil derfor være mindre påvirket av persepsjon. Radarsignalet vil også kunne reflekteres på fugler, men disse vil trolig ha et bevegelsesmønster som gjør at de ikke utgjør en stor begrensning for systemet.

Magnetroner har en begrenset levetid før signalstyrken vil ha avtatt relativt mye, og magnetronen bør byttes ut. En leverandør anslår typisk 10 000 driftstimer (Kelvin Huges, ref. /15). Samtidig anslår de MTBF (Mean Time Between Failures) for en solid state-radar til > 150 000 timer. Dette gir allikevel ikke noen garanti for at deteksjonsevnen for et system basert på en solid state-radar ikke kan degraderes over tid. Inspeksjon/monitorering og vedlikehold er viktig for å dokumentere funksjonsdyktighet, og i særlig grad for magnetronradarer, der et regime for regelmessig utskifting av magnetron også er nødvendig.

Radarens svakheter, oppsummert:

- Kan ikke identifisere detektert objekt/fartøy
- Avhengig av fri siktelinje mot objektet som detekteres («line of sight») Nærliggende innretninger kan hindre fri siktlinje og gi radarskygger.
- Maksimal rekkevidde på åpent hav begrenset til objekter som rager over horisonten, og derfor også avhengig av hvor høyt man kan plassere radaren
- Signalstyrken svekkes over distanse, og bakgrunnsstøy (både fra omgivelsene og internt i radarapparatene) vil begrense rekkevidden
- Radaren vil også kunne detektere uønskede refleksjoner, skyldes oftest persepsjon (regn, sludd og snø)
- Utsendt signalstyrke svekkes over tid (magnetronradar), derfor er vedlikehold, monitorering og utskifting viktig

5.1.5 Bruk av radarteologi

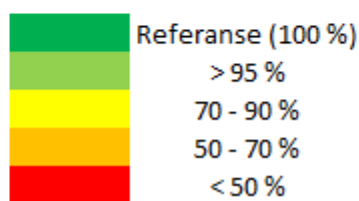
Blant aktørene som er intervjuet er det ulike antall og typer radar som brukes. For operatørene av petroleums-innretninger er radaren det primære systemet som brukes for overvåking av objekter som utgjør en trussel mot innretningens strukturelle integritet gitt kollisjon. Den viktigste styrken til radar som har blitt pekt på av flere aktører, er passiv deteksjon av skip. For aktører som ikke har et tilsvarende strengt krav til sanntidsinformasjon som man har for å

detektere fartøy som er på kollisjonskurs med petroleumsinnretninger, så kan det være andre teknologier som benyttes i større grad enn radar.

Fra intervjuene gikk det frem at enkelte operatører nesten utelukkende bruker magnetron-radarer, mens andre helt eller delvis har gått eller er i ferd med å gå over til å benytte solid state-radarer. Aktører som benytter solid state-radar peker på at vedlikeholdskostnadene for disse er lave og at de er mindre påvirket av været sammenlignet med magnetron-radarene som aktøren tidligere benyttet. En aktør påpeker at solid state-radar har bedre ytelse og krever mindre vedlikehold, men også at det er en kostbar teknologi.

En av operatørene som ble intervjuet vurderer å gå over til solid state-radarer der dette er formålstjenlig. Dette begrunnes i at solid state-radarer gir bedre rekkevidde og fungerer bedre i høyere sjø. En aktør viste til utførte tester og simuleringer der effekten av forskjellige radartvernsnitt² og vær- og sjøtilstander, inkludert sea state 8 og 5 mm/t nedbør ble evaluert. Solid state-radar med phase array har bedre deteksjon i dårlig vær, og ser nesten like bra i dårlig som i godt vær. Testen viste en særlig utfordring med magnetronradar for mindre fartøy (radartvernsnitt 100 m²), hvor høy sjø fikk meget stor påvirkning på ytelsen. Det er også typisk i dårlig vær at skip driver. Detaljerte resultater fra testene kan av sikkerhetsmessige årsaker ikke offentliggjøres, men Figur 5-5 nedenfor indikerer relativ deteksjonsrekkevidde for en rekke radarinstallasjoner. Rekkevidden for en gitt installasjon for deteksjon av et mål med radartvernsnitt på 1000 m² i klart vær med lett bris er brukt som referanse. Alle de testede radarene hadde deteksjonsrekkevidde på over 95 % for et mål med radartvernsnitt på 1000 m² både i grov sjø (Sea state 8) og i nedbør (5 mm/t). Med ett unntak, den ene magnetron-radaren, var deteksjonsrekkevidden for et mål med radartvernsnitt på 100 m² både i pent vær (klart, lett bris) og i nedbør (5 mm/t) mer enn 70 % av referanseverdien. I klart vær, men med grov sjø, hadde alle solid state-radarene en rekkevidde på mer enn 70 %, mens den for magnetronradarene var mindre enn 50 %.

	Radartvernsnitt 100 m ²			Radartvernsnitt 1000 m ²		
	Klart, lett bris	Klart, SS 8	Nedbør, 5 mm/t	Klart, lett bris	Klart, SS 8	Nedbør, 5 mm/t
Solid State, alle	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Magnetron 1&2	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Green
Magnetron 3	Orange	Red	Orange	Green	Green	Green



Figur 5-5 Testresultater - relativ rekkevidde for radarer under ulike forhold

En annen aktør viser til at funksjonaliteten i solid state-radarer sørger for at radaren hele tiden justerer seg automatisk, og subjektivt sett opplever de at de ikke mister noe.

For operatørene er det en fordel å kunne benytte en eller få leverandører av radarteknologi og en leverandør av overvåkingstjenester for sine innretninger. Dette gjør at man i stor grad kan standardisere utstyr for å minimere kostnader. Generelt er det et fokus å prøve å effektivisere vedlikehold etter kritikalitet. For å være tro mot konseptet med ubemannede innretninger, er det ønskelig med utstyr som krever minst mulig vedlikehold. Dette gjelder særlig for innretninger uten helikopterdekk. Radarene må gå 24/7 i flere år, og man ønsker derfor å begrense behovet for bevegelige deler og eventuelt eliminere behovet for bytte av magnetron. Solid state-radarer vurderes derfor for ubemannede innretninger også av operatører som ellers har standardisert på magnetron-radarer. Ved overgang til ny

² NORSOK T-101, 23.3 gir krav til deteksjon av større fartøy/objekter med et radartvernsnitt på 1000 m² i en avstand på minimum 20 nautiske mil og 12 nautiske mil for mindre/mellomstore fartøy/objekter, men uten å definere radartvernsnittet for sistnevnte.

teknologi for deler av et overvåkingsystem er det imidlertid alltid viktig at nye komponenter er kompatible med systemet for øvrig.

Det jobbes kontinuerlig med raffinering og videreutvikling av de teknologiene og systemene man har i dag.

Leverandørene viser til at de leverer den teknologien som møter de kravene som etterspørres.

I kombinasjon med informasjon fra AIS vises det til at radar er den primære teknologien for deteksjon. Man benytter seg av en samtidig deteksjon av et fartøy med flere sensorer og dersom det er samsvar mellom AIS og radar så vektas informasjon fra AIS noe tyngre enn radar. Hvis det derimot ikke er samsvar mellom AIS og radar så blir AIS forkastet.

Radar brukes også av enkelte aktører for deteksjon av isfjell, oljeutslipp, vindbyger, og sandstormer.

5.1.6 Erfarte utfordringer

Det er erfart at radarer og sektorblending ikke har vært satt opp og konfigurert riktig. Dette har igjen ført til at man har opplevd et såkalt «ghost vessel» der et fartøy som detekteres av radaren på et sted speiles til et helt annet sted. For radaroperatøren kan dette se ut som et fartøy på kollisjonskurs, men i virkeligheten er det ikke noe fartøy der. Et eksempel på dette er vist i Figur 5-6. Dette fenomenet kan for eksempel oppstå dersom deler av radarstråen «skyter» rett inn i en struktur, noe som igjen skyldes dårlig sektorblending (sector blanking). Det er derfor viktig at det er tett dialog mellom radaroperatør og de som setter opp radaren. Dette kan være særlig utfordrende når en relativt stor mobil innretning, f.eks. en oppjekkbar, plasseres tett inntil en fast innretning med radar og forårsaker store blindsoner. Ved uheldig oppsett kan man oppleve falske ekko, og dette understreker viktigheten av riktig installasjon og at man må være nøye med endringer. En aktør viser til at dersom det er blindsoner på grunn av plasseringen av radar kompenseres dette ved å ha to radarer om bord.



Figur 5-6 Eksempel på «ghost vessel». Hvit rute fra nedre høyre hjørne for faktisk fartøy. Oransje rute representerer ikke noe fartøy, skyldes kun speiling av radarekkoet.

Det påpekes av flere aktører at det er viktig at operatører på operasjonssenteret selv kan styre radarinnstillingene for å få et best mulig radarbilde. En aktør påpekte at den største utfordringen med radar er at den degraderes jevnt og sakte, og det derfor kan være vanskelig å legge merke til. Det er derfor viktig at det jevnlig utføres monitorering av deteksjonsevnen (se også anbefaling T1 i kapittel 8.1). Degraderingen av magnetronen skyldes at katoden får redusert emisjonsevne (emissivity), noe som gir redusert utgående effekt, og magnetronens levetid er typisk i størrelsesorden 10 000 timer (ref. /15/). Et program for regelmessig utskifting av magnetron er derfor helt nødvendig.

Solid state-radarer har ikke noen tilsvarende utfordring med degraderende radiobølgegenerator. Halvledere kan riktignok også degraderes, men det vil være i en helt annen målestokk. Likevel er en solid state-radar også et komplekst system der alle komponenter må virke for at systemet skal yte som forutsatt. Det er derfor viktig å gjøre jevnlig tester av radarsystemene for å avdekke eventuelle svekkelser i reell ytelse. Se også anbefaling T1 i kapittel 8.1.

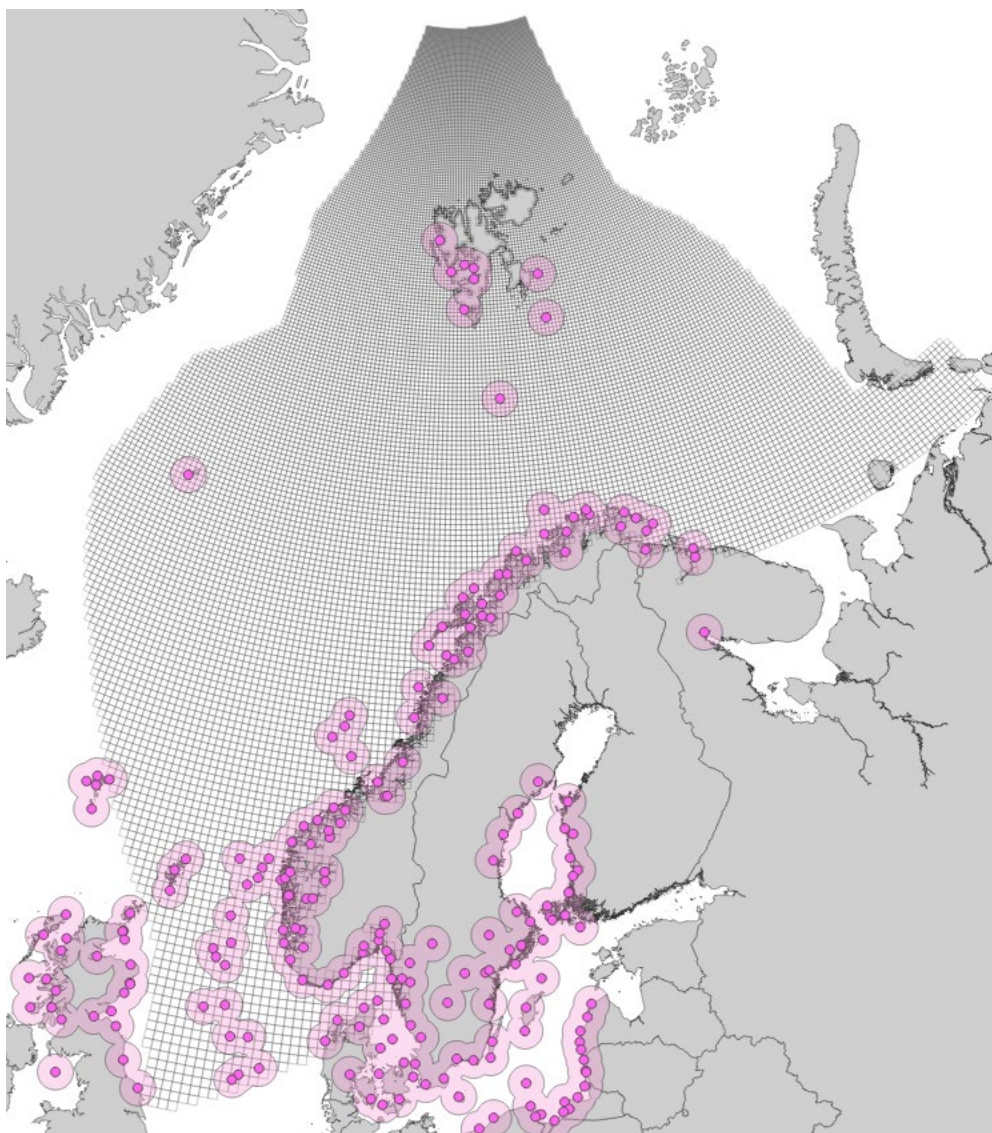
Stråling fra radar er en reell fare man tar hensyn til, men det varierer hvordan man løser dette fra installasjon til installasjon. Eksempelvis kan radarene settes på toppen av antennemasten hvor personell ikke kan få tilgang, eller plasseres på egne plattinger hvor det er beskyttet mot stråling i området hvor personell oppholder seg. Det blir gjort målinger for å forsikre seg om at eksponering ikke skal utgjøre en risiko for personell.

En utfordring som nevnes er at radaren er en del av nødkommunikasjonssystemet og skal derfor helst være i drift så lenge som mulig. En aktør viser til at radarer som kommer på nye innretninger settes i overtrykksdome som skal gi alarm dersom trykket faller bort, samt at det vurderes gassdeteksjon på utstyret. Det påpekes også at man alltid skal kunne skru av radar fra kontrollrom. En radar uten overtrykksdome som ikke er kritisk skal alltid skrues av ved deteksjon av «single gas» uansett hvor på innretningen gass detekteres, men hvis den regnes som kritisk kan den stenges ned først ved egen gassdeteksjon på utstyret.

Når den totale radardekningen håndteres av en sentralisert overvåkingstjeneste ser man et større bilde og har dermed en bedre oversikt enn det enkelte innretninger klarer på egenhånd. Samtidig pekes det på at radardekningen på Ekofisk/Sørfeltet og det som dekkes av Equinor (Sandsli) ikke er på samme system, og at det ville være en forbedring, spesielt i grensesjiktet mellom disse tjenestenes dekningsområder, dersom disse tjenestene kunne visualiseres sammen. Det pekes også på at det kan være en styrke å dele data eller integrere datastrømmer mellom radarer og andre sensorer som brukes i petroleumsindustrien og andre næringer. Aktørene jobber kontinuerlig med måten datastrømmer fra ulike radarer håndteres slik at man kan forbedre måten informasjonen som samles inn fra radarer kan visualiseres og brukes.

5.2 AIS

Automatisk identifikasjonssystem (AIS) ble innført av IMO (International Maritime Organization) som et kollisjonsunngåelsessystem, og et supplement til marin radar. Fartøy sender ut AIS-meldinger med jevne mellomrom som kan hentes av basestasjoner, satellitter eller mottakere plassert på andre fartøy. Bærekraftene for AIS (klasse A) er noe varierende, men gjelder i prinsippet alle skip over 300 bruttotonn, skip med mer enn 12 passasjerer eller alle Europeiske fiskefartøy over 15 meter. Kystverket etablerte i 2005 et nettverk av basestasjoner som fanger opp AIS-meldinger. Nettverket ble fornyet i 2015, og består nå av omtrent 75 basestasjoner. Figur 5-7 viser punktlokasjoner for AIS-basestasjonene i Norge, Storbritannia, Skandinavia og Baltikum. Lokasjonene ble hentet fra Kystverkets interne databaser, samt fra nettsiden MarineTraffic.com. Dekningsområdet til en basestasjon varierer ut fra basestasjonens lokasjon, styrke og andre lokale forhold. Et sirkulært dekningsområde med en radius på 30 nautiske mil ble lagt til grunn.



Figur 5-7 Dekningsområde for AIS-basestasjoner

Fra kartet kan vi se at AIS-basestasjonene ikke dekker alle områder og resterende områder dekkes i dag normalt av satellitter.³ Det er flere private tilbydere av AIS-data fra satellitter og i tillegg har Kystverket i dag har fem egne satellitter.

AIS-meldinger som er plukket opp av ulike typer mottagere og satt sammen refereres til som AIS-data. Det er flere ulike meldingstyper som blir sent fra AIS-transpondere som i hovedsak kan skilles i dynamiske meldinger og statiske meldinger. De dynamiske meldingene inneholder informasjon som posisjon, fart og kurs, mens statiske meldinger inneholder informasjon om fartøyet. Alle meldinger kobles sammen med et MMSI-nummer (Maritime Mobile Service Identity), som er ett unikt nummer for hvert enkelt fartøy/AIS-sender, og det er derfor viktig at dette nummeret er riktig.

5.2.1 Fordeler med AIS som et overvåkingsverktøy

AIS har etter hvert blitt en utbredt kilde for informasjon for havovervåking, og brukes av alle aktører intervjuet i dette prosjektet. Det er flere grunner til at AIS er et godt verktøy for overvåking, Først og fremst er det tilgjengelig og utbredt på fartøy som gjør at teknologien dekker mesteparten av dagens havgående flåte. AIS-transponder av klasse A er

³ Enkelte private selskaper tilbyr i dag AIS-data som er plukket opp fra mottagere plassert om bord på skip. Denne type AIS-data er gjerne referert til som dynamisk AIS-data (D-AIS).

påkrevd for alle skip over 300 bruttotonn i internasjonal transport og for skip over 500 bruttotonn i innenrikstransport⁴. Dette betyr i praksis hele den profesjonelle havgående flåten.

Informasjonen som tilgjengeliggjøres er svært nyttig for maritim overvåking. Dette inkluderer informasjon blant annet identifikasjon, posisjon, hastighet og kurs. Dersom AIS fungerer som det skal, gjør dette det mulig å beregne CPA (closest point of approach) og TCPA (time to closest point of approach).

AIS gjør det mulig med overvåking i praktisk talt sanntid dersom kilden til AIS-data er basestasjoner. For eksempel vil en basestasjon plassert på en innretning med fiberoptisk kabel tilbake til land kunne overføre AIS-data i så nær sanntid det er mulig å komme, da eneste forsinkelse vil være dataoverføringen. Dette vil være noe forskjellig fra andre metoder man samler inn AIS-data på, for eksempel via satellitter, og videre beskrevet under ulemper med AIS som et overvåkingsverktøy.

Med AIS-data kan man relativt enkelt og kostnadseffektivt overvåke store områder. I dag er AIS-basestasjonsnettverket godt utbygd i norske farvann. Videre har man også data som kommer fra satellitter i lavjordbane, hvilket gjør at de samler inn data fra områdene som ikke er dekket av basestasjoner. I tillegg har det de senere årene kommet mange private selskaper som tilbyr AIS-data, i tillegg det som selv samles inn av operatører på sokkelen og Kystverket.

AIS har etter hvert blitt en velutprøvd og etablert teknologi, både for transpondere og mottagere. I tillegg er AIS-data også blitt godt kjent hos både operatører og analytikere. I tillegg er AIS i stor grad væruavhengig og fungerer i alle lysforhold.

Styrker oppsummert som en liste:

- Tilgjengelighet og utbredelse på fartøy gjør at teknologien dekker mesteparten av dagens havgående flåte
- Informasjonen som gjøres tilgjengelig er nyttig og direkte anvendbar, slik som identifikasjon, posisjon, hastighet, kurs m.m.
- Mulighet for sanntidsovervåking
- Overvåking av store områder og å dekke mange skip på én gang
- Velutprøvd og etablert teknologi, for både sendere, mottakere og analytikere
- Væruavhengig, fungerer tilnærmet like godt i all slags vær eller lysforhold

5.2.2 Ulemper med AIS som et overvåkingsverktøy

Den viktigste ulempen med AIS er at det er et selvrapporteringssystem, dermed er man avhengig av at fartøyene man er interessert i å overvåke selv sender ut de riktige signalene, noe som gjør systemet sårbart for relativt mange feilkilder. Det første er at AIS-transponderen om bord må virke som den skal, det vil si at den må være installert riktig og være oppdatert med riktig informasjon. Videre er det også ganske enkelt for mannskapet om bord på fartøyet å skru av transponderen, noe som derfor kan gjøres bevisst eller feilaktig.

Det er mulig å endre MMSI nummeret som sendes ut sammen med melding, altså identifikasjonsnummeret. Dette kalles spoofing, og betyr at man utgir seg for å være et annet skip. Dette kan ses på som at istedenfor å skru av senderen sin forsøker man heller å gjemme seg i mengden av posisjoner. For eksempel, dersom man er et marinefartøy og blir detektert av radar kan AIS-signalet gjøre at fartøyet blir identifisert feil. AIS vil fremdeles kunne bidra til å detektere om et fartøy som potensielt er på kollisjonskurs, men spoofing gjør det vanskelig å varsle fartøyet og anmode det om å endre kurs. I et slikt tilfelle kan man likevel forberede innretningen på en potensiell kollisjonshendelse slik at nødvendige prosedyrer for evakuering kan iverksettes.

⁴ <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/AIS.aspx>

Analyse av sporingsdata fra AIS viser at fartøysplasseringer er simulert for en rekke skip, inkludert militære fartøy. Dette betyr at det ikke er noe fartøy der i virkeligheten, men fra AIS ser det slik ut. Denne falske informasjonen kan kompromittere fartøys sikkerhet, redusere tilliten til AIS som et avgjørende verktøy for å unngå kollisjoner og potensielt utløse internasjonal konflikt (ref. /3/). Et eksempel på dette er Stoikiy, en 104 meter lang korvett i Russlands baltiske flåte, som torsdag 4. november 2021 tilsynelatende seilte inn til den danske havnebyen Skagen (ref. /4/). Danske myndigheter avviste imidlertid dette, og det lå ikke noe skip på den angitte posisjonen. I slike tilfeller vil radaren avsløre at det ikke er noe fartøy der, og fra alle aktører som benytter radar, stoler man alltid mer på deteksjonene fra radar enn fra AIS.

To svakheter med AIS kan forekomme når man samler inn data med satellitter. Det første er såkalt ventetid (latency) fra når satellitten plukker opp en melding til at den er tilgjengelig for andre fartøy og overvåkingstjenester. Dette forekommer siden en satellitt i lavjordbane først må passere over området hvor skipet sender ut meldinger og plukke opp meldingene, for senere å passere over en nedlastningsstasjon hvor meldingene kan lastes ned. Dette gjør at det blir en forsinkelse fra meldingen sendes ut til den er klar for en operatør.

Videre er det slik at dersom det er mange skip i et område som sender ut meldinger, kan det forekomme et fenomen som heter meldingsmetning. Dette betyr enkelt sagt at antallet meldinger som skal mottas av mottageren om bord på satellitten blir for høyt til at den klarer å plukke opp alle meldingene som sendes ut og dermed er det skip som ikke blir identifisert. For offshore petroleumsinnretninger med AIS-basestasjon vil dette normalt ikke være et aktuelt problem, men kan representere et problem dersom det er behov for å identifisere og spore skip utenfor basestasjonsdekning. Problemet kan reduseres med nye transpondere og meldingstype 27, en meldingstype som sendes ut på en frekvens som er ment å bli plukket opp av satellitter. Det kan også løses med flere satellitter eller bedre mottagere på satellitt.

Posisjonering til AIS-signalet baserer seg på globale satellittnavigasjonssystemer (GNSS). Dermed kan man få unøyaktigheter eller feil ved dårlig GNSS-dekning for de rapporterte posisjonene. Dette kan være alt fra noen meter til flere hundre kilometer, dog store hopp i posisjon vil også oppleves ved spoofing eller simulerte data.

Svakheter oppsummert som en liste;

- AIS er et selvrapporteringssystem:
 - fartøyene kan skru av transponderen
 - det kan være funksjonsfeil pga utstyrsfeil, feil installasjon, manglende kompetanse eller vedlikehold
- Det er mulig å endre MMSI-nummer som å vises som et annet fartøy, såkalt spoofing
- Ventetid (latency) fra satellitter som mottar en melding til den er tilgjengelig
- Meldingsmetning kan forekomme i høytrafikkssoner (HTZ) for satellittmottakere
- Ved dårlig GNSS-dekning vil AIS-signalets posisjonsangivelse kunne være unøyaktig eller til og med helt feil

5.3 AIS ATON

Både flytende og faste navigasjonshjelpemidler (ATON – Aids to Navigation), for eksempel en bøye, fyrtårn eller lys kan utstyres med AIS-sendere. AIS-meldingen vil da gi posisjonen og formålet med hjelpemiddelet, selv før det er fysisk nær nok til å være synlig fra broen på et skip. Det kan også gi en radarretur, hvis den er utstyrt med en radarreflektor. Dette kan hjelpe sjøfolk med å bekrefte skipets posisjon eller forberede nødvendige manøvrering ved en bestemt posisjon (ved et bestemt navigasjonshjelpemiddel)⁵.

⁵ <https://nauticalcharts.noaa.gov/publications/portrayal-of-ais-aids-to-navigation.html>

Det finnes tre forskjellige typer AIS ATON. I tillegg til reelle AIS ATON, som beskrevet over der navigasjonshjelpemiddelet er utstyrt med AIS-sender, finnes det også syntetiske og virtuelle. AIS-meldinger for syntetiske og virtuelle AIS ATON sendes fra en annen AIS-sender, normalt en basestasjon, men fremstår i kartene som om det er en AIS-sender på den aktuelle posisjonen. De forskjellige typene av AIS ATON er nærmere beskrevet i Appendix A. Bruken av AIS ATON er regulert av Kystverket, det vil si at Kystverket har myndighet til å gi ut MMSI-nummere som enehetene trenger. Videre brukes AIS ATONS av noen petroleumsoperatører i dag, for eksempel på Gjøa plattformen da det er relativt mye trafikk i området rundt.

AIS-ATON er primært ikke for overvåking, men et nyttig verktøy for kollisjonsunngåelse ved å øke situasjonsforståelse til fartøy som seiler i områder med petroleumsvirksomhet. For eksempel kan foreløpig utildekkede/ubeskyttede rørledninger under konstruksjon markeres slik at man informerer trålere om faren ved å tråle over disse. Meldingene vil sendes automatisk til fartøy i området, noe som sikrer at man ikke er avhengig av en operatør eller vaktbåt. AIS ATON kan brukes til å sende og lagre informasjon fra AIS-meldinger som blir sent i områdene som AIS ATON dekker.

Dersom AIS ATON brukes mye kan det oppleves mer som støy ved at mannskap får for mye informasjon, og aktører som har vært intervjuet mener man bør være restriktive i bruken av disse. Videre, da man samler inn AIS-data, vil i stor grad de samme svakhetene som gjelder for AIS også gjelde for data samlet inn ved hjelp av AIS ATON.

5.4 Alternative teknologier for overvåking

Det oppleves for majoriteten av aktørene i dag at robustheten i systemene er god med AIS og radar som de primære kildene til informasjon om skipsbevegelser. Det varierer om aktørene er interessert i alternative overvåkingsteknologier, jobber med det eller allerede har implementert alternative teknologier. Det har tradisjonelt vært myndigheter som først utvikler og tar i bruk alternative teknologier, men flere kommersielle aktører tilbyr i dag satellittbaserte alternativer.^{6 7}

Flere aktører påpeker at dersom man skal kunne nyttiggjøre seg informasjon fra alternative teknologier for overvåking for å unngå kollisjoner så kreves det at informasjonen er i så nær sanntid som mulig. Dersom informasjonen ikke kan leveres i sanntid, vil den likevel kunne brukes til etterforskning, for eksempel deteksjon av oljesøl eller andre aktiviteter. Det er forskjell på hvilken grad av forsinkelse man kan akseptere for detektering av ulike typer trusler. For eksempel når det gjelder isfjell som driver sakte mot en innretning så vil selv en deteksjon som ikke er i sanntid kunne være verdifullt da isfjellet driver relativt sakte.

Under er ulike alternativer teknologier beskrevet, om aktører bruker de i dag, og eventuelt i hvilken grad disse teknologien er kommersielt tilgjengelig.

Navigasjonsradardetektor (NRD) på mikrosatellitt er utviklet av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) for å styrke ikke-kooperativ overvåking i norske interesseområder. NRD detekterer radarsignalet som sendes ut fra en skipsradar og kan muliggjøre verifikasjon av skipenes AIS-meldinger og selvstendig lokalisering ogfølging av skip. NRD vil kunne detektere navigasjonsradarer på fartøy større enn 300 bruttotonn med en effekt på 10-50 kW radar, men vil mest sannsynlig ikke kunne fange opp mindre radarer, CW-radarer (continuous-wave-radar) eller solid state-radarer. Lokaliseringsnøyaktigheten er avhengig av hvilken vei sensoren peker, men i hovedsak vil den være mellom 1-10 km avhengig av avstand. NRD bruker flere ulike radarsignaturer til å skille mellom radarene. Gitt at man har AIS-identifikasjon i et signaturbibliotek, vil det være mer enn 90 prosent sikker deteksjon. NRD har også et landbasert tilsvarende system (LINE) som vil kunne plukke opp unike radarsignaturer på lik linje med NRD. Oppløsningen vil kunne sammenlignes med deteksjoner fra basestasjoner. Den første satellitten med NRD ble skutt opp i april 2021.⁸

Optiske satellitter er satellitter med elektrooptisk avbildning som vil være påvirket av lys- og værforhold. Oppløsning vil variere med sensor, men vil kunne ta bilder med oppløsning ned til 0.5 meter (/6/), hvilket gjør at man kan identifisere

⁶ <https://unseenlabs.space/technology/>

⁷ <https://www.iceye.com/persistent-monitoring/the-technology>

⁸ <https://www.romsenter.no/no/Aktuelt/Siste-nytt/Ny-norsk-satellitt-fanger-opp-radarsignaler>

fartøy og operasjoner. Denne teknologien har som regel lang prosesseringstid og kan ikke dekke store områder. Dersom man skulle få bilder av en hendelse vil det være bra for etterforskning, men til aktiv overvåking er optiske sensorer på satellitter mindre egnet. Optiske sensorer som er landbaserte kan likevel gi svært verdifull informasjon for aktiv overvåking, for eksempel brukes kameraer i enkelte områder for sjøtrafikksentraler hvor man trenger flere kilder til informasjon.

Optisk sensorpakke plassert på innretninger vil kunne gi elektrooptisk avbildning med ulike teknologier. Det er trolig at en slik sensorpakke vil være sammensatt slik at man minimerer påvirkningen av lys og andre værforhold. Dette vil for eksempel kunne være standard elektro-optisk avbildning med telelinse, infrarøde sensorer og termiske sensorer. Kamera vil også kunne brukes for overvåking innenfor sikkerhetssonen for å forhindre kollisjoner med supply-skip som jobber innenfor sonen. Det jobbes med kameraløsninger som blant annet kan se fartøy i tåke for å sjekke siktkrav. Kameraløsninger/CCTV kan være supplerende for det radar ikke kan detektere, og kan på litt lengre sikt få sin plass i forbindelse med havovervåking.

Radiofrekvensdeteksjon er et konsept hvor man plukker opp de unike radiofrekvensene som skip kommuniserer på ved hjelp av satellitter, lignende hvordan NRD fungerer. Når man benytter RF-deteksjon samtidig som man benytter seg av andre sensorer som SAR og optiske bilder vil man kunne lokalisere og identifisere skip som ikke rapporterer på AIS. RF deteksjoner vil kunne gjøres i nær sanntid, slik som for AIS og NRD, og kan dermed være egnet for deteksjon og identifisering gitt at man har nok satellitter for god oppløsning og oppdateringsfrekvens. Denne teknologien er også kommersielt tilgjengelig⁷.

Light Detection and Ranging (LIDAR) er i likhet med en radar et system for å detektere og måle avstand og retning til andre objekter. I en LIDAR er det et lyssignal, infrarødt (IR), synlig eller ultrafiolett (UV) lys, som benyttes ved at en laserpuls blir sent fra en lyskilde og lyspartiklene (fotoner) blir reflektert og sent tilbake til mottageren. Oppløsningen man kan oppnå med en LIDAR er betydelig bedre enn det man kan oppnå med en radar, og man kan få et betydelig mer presist bilde av objekter, noe som skyldes at bølgelengden er mye kortere (nanometer). Ulempen med LIDAR er at lysstrålene er mer følsomme for regn og tåke. Lidar og andre elektro optiske sensorer er nevnt som en lovende teknologier for bruk på autonome skip. Dette kan komplementere radar og AIS systemene der man behøver bedre presisjon i posisjonering og avgrensning av objektene som detekteres. Det er også blitt nevnt at aktører ser på muligheten for å bruke IR og optiske sensorer for å overvåke uønsket aktivitet nær innretningen som i utgangpunktet ikke er rettet mot å avverge kollisjoner.

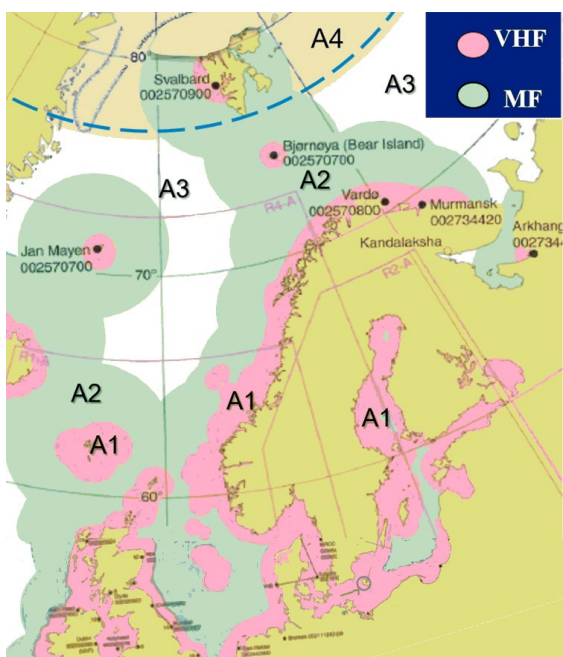
Syntetisk apertur-radar, SAR, eller mikro-SAR for mikrosatellitter, bruker radar-avbildning for deteksjon og mulig klassifisering av fartøy. SAR fungerer uavhengig av skydekke og lysforhold, og oppløsningen på bilder som genereres ved hjelp av radaren er under fire meter (avhengig av bevegelsen til objektet). Det antas at det er mulig å detektere fartøy som er lenger enn 15 meter /6/. Sensoren fungerer helt uavhengig av skipenes AIS transponder eller radar, men har ikke mulighet for fartøysidentifikasjon. Dersom SAR-data er satt sammen med AIS kan man detektere fartøy som ikke rapporterer på AIS, men altså ikke identifisere det. Det tar relativ lang tid å ta og prosessere bilder fra SAR, deretter kommer selve tiden for å analysere bildene. Dermed egner SAR seg foreløpig ikke for sanntidsovervåking. Et eksempel på et SAR-bilde fra kommersielle leverandører er gitt av Figur 5-8.



Figur 5-8 Iceeye SAR datainnsamlings- og analyseprosess Kilde: Iceeye

Long Range Identification and Tracking (LRIT) er ett av to overvåkingsteknologier som kun er tilgjengelig for myndigheter. LRIT er et system, gitt av IMO, som er obligatorisk for passasjerskip, lasteskip og flyttbare oljerigger som opererer i internasjonale farvann. Militære fartøy, fiskefartøy og fartøy som opererer innenfor sjøområdet A1 er unntatt. Fartøy i sjøområde A1 referer til mindre fartøy i kysttrafikken, og i tillegg inkluderer A1 også faste innretninger som er tilkoblet Telenor Kystradio. Radiodekningsområdene på norsk sokkel og i områdene omkring er illustrert i Figur 5-9 basert på informasjon gitt i ref. /13/ og /14/.

Rapporteringsfrekvensen for LRIT er hver sjettede time, men dette gir allikevel relativt god oversikt over vanlige kommersielle fartøy i åpne havområder som har forutsigbare operasjonsmønstre. For overvåking nær offshore-innretninger er dette imidlertid ikke tilstrekkelig.



Figur 5-9 Radiodekningsområder basert på ref. /13/ og /14/

Vessel Monitoring System (VMS) er også kun er tilgjengelig for myndigheter. VMS er et satellitt-overvåkingssystem som primært brukes til å overvåke lokasjon og bevegelse for kommersielle fiskefartøy, hvor man rapporterer identifikasjon, UTC og posisjon. Dette rapporteres kun til myndighetene i flaggstaten hvor fartøyene er registrert. Siden ingen av disse systemene kan brukes av private operatører er de lite egnet for havovervåking for å unngå kollisjon med petroleumsinnretninger.

VHF Data Exchange System (VDES) er i dag i testfasen, men kommer mest sannsynlig til å bli viktig i fremtiden. Dette er et toveis VHF kommunikasjonssystem som tillater høyhastighet dataoverføring mellom skip, satellitter og land. I utgangspunktet kan det ses på som en utvidelse av AIS, og man regner med at infrastrukturen for AIS på skip og land vil bli oppgradert til VDES kapabilitet i løpet av de 5 til 10 neste årene.⁹ I utgangspunktet vil systemet tillate mer overføring av informasjon og i større grad gjøre dette automatisk. Dette vil derfor muliggjøre mer autonomi enn dagens overvåking.

Sea Traffic Management (STM) er en metodikk for å veilede og overvåke sjøtrafikk som ble utviklet av det svenske Sjøfartsverket i perioden 2010-2015. Dette gir mulighet for deling av ruteinformasjon og dermed informasjon hvor skip har planlagt å seile. Noe som igjen kan gjøre det lettere og raskere å detektere fartøy som avviker fra tilsiktet ruteplan. Foreløpig er Kvitsøy VTS utstyrt for å ta imot slik informasjon, mens det er relativt få fartøy som er utstyrt for å dele slik informasjon.

5.5 Sammenstilling av funn for overvåkingsteknologier

Selv om radar (både av typen magnetron og solid state) i kombinasjon med AIS er mest utbredt for havovervåking, er det som beskrevet over, flere alternative teknologier for overvåking. For bedre å kunne sammenligne teknologier for overvåking er en sammenstilling av viktige egenskaper gitt i Tabell 5-1. Egenskapene som er vurdert er først og fremst at man kan detektere fartøy, og videre om man kan posisjonere og identifisere fartøyene. For fartøy på kollisjonskurs vil korrekt identifikasjon være sentralt for å kontakte det respektive fartøyet. Videre er identifikasjon av skipstype ikke like sentralt, men vil kunne hjelpe med robustheten da for eksempel saktegående fiskefartøy ikke vil utgjøre like stor konsekvens ved en eventuell kollisjon. Flere aktører påpekte at sanntidsdata er sentralt for å kunne utføre overvåking. Til slutt kommer punktet om sensoren er avhengig av sensor på fartøyet, eksempelvis er AIS avhengig av at fartøyene selv sender ut riktig informasjon. Dette kalles også deteksjon av ikke-kooperative objekter.

I tabellen er det en antagelse at alle skip opererer i henhold til regelverk og er innenfor sensorene sine respektive kapasiteter. Det er også en antagelse om at det er skyfritt, og hvis avgjørende, at det er lyst nok for optiske sensorer. For de fem øverste linjene i tabellen, kommer AIS best ut. Men på grunnlag av at det er et egenrapporteringssystem, vil det ikke være naturlig å anbefale AIS som eneste overvåkingsverktøy for produserende petroleumsinnretninger.

Dersom sensorkapabiliteter sammenlignes med hensyn til andre egenskaper, blir bildet et annet. Samme antagelser om at det er skyfritt og lyst nok gjelder for optiske sensorer. De fem nederste linjene i tabellen gir nærmest det helt motsatte bildet av øverste del av tabellen. AIS slår dårligst ut etterfulgt av NRD og RF siden disse i likhet med AIS detekterer signaler sendt ut fra fartøy. Radar, optiske sensorer og SAR slår bra ut, da sensorene har høy oppløsning og god deteksjonsevne.

⁹ <https://spacenorway.no/vhf-data-exchange-system-vdes-page-under-development/>

Tabell 5-1 Sammenligning av teknologier for havovervåking

Sensor	AIS	Radar	NRD	Optiske satellitter	Optisk sensor-pakke	RF	SAR
Deteksjon av fartøy	Ja ¹⁰	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Posisjonering av fartøy	Ja ¹⁰	Ja	Delvis ¹¹	Ja ¹²	Delvis	Delvis ¹²	Ja
Identifikasjon av fartøy	Ja ¹⁰	Nei	Ja	Nei	Delvis ¹³	Ja	Nei
Identifikasjon av skipstype	Ja ¹⁰	Nei	Ja	Delvis ¹⁴	Ja	Ja	Delvis
Sanntidsdata	Ja ¹⁰	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei
Ikke avhengig av sensorer på fartøy	Nei	Ja	Delvis ¹⁵	Ja	Ja	Delvis ¹⁶	Ja
Detektering av ikke-kooperative objekter	Nei	Ja	Delvis	Ja	Ja	Delvis	Ja
Mulig deteksjon av isfjell og slep	Nei	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	Ja

¹⁰ Gitt at skip følger regelverk

¹¹ Estimat med feilellipse

¹² Kan georefereres ved hjelp av bilde prosessering og maskinlæring

¹³ Forutsetter bildegenkjenning via maskinlæring

¹⁴ Bildenøyaktigheten avhenger av sensortype, det er et stort spenn i oppløsning

¹⁵ Avhengig av at fartøyets radar er på, det antas svært usannsynlig at et fartøy skrur av radaren sin

¹⁶ Avhengig av radiosignaler fra fartøyet

5.6 Bruk av havovervåkingsteknologi

I hovedsak består havovervåking av systemer som baserer seg på AIS og radar. Det var enighet blant deltakerne i arbeidsmøtet 11.01.2022 at radar er verktøyet for deteksjon, og AIS for identifikasjon og at radar alltid vil være det primære (ref. kapittel 4.4 og /23/). Generelt viser denne studien at overvåking av sikkerhetssonene i petroleumsindustrien ikke på noe tidspunkt bør baseres kun på AIS. Årsaken til dette er at dette er et selvrapporteringsystem der bruker kan manipulere informasjon og fartøyets sender kan slås av. I tillegg er det utsatt for flere andre feilkilder slik som brukerinntillinger og tekniske feil.

Flere aktører man har intervjuet i prosjektet peker på at dersom de skal bruke alternativer teknologier må det gi mening i et kost/nytte perspektiv for den enkelte aktør. Da det er relativ stor forskjell i hvordan de ulike aktørene opererer, gir en kost/nytte analyse i denne rapporten mindre mening. Videre er det heller ikke hensiktsmessig å gjøre kost/nytte vurderinger for teknologier som ikke er kommersielt tilgjengelig i dag.

Alle aktører benytter flere ulike kilder for AIS-data, med basestasjon(-er) og satellitt. Bortfall av en sensor vil derfor oftest er dekket av en annen.

For å analysere dagens data benyttes flere ulike metoder av de ulike aktørene. Dette går på å prosessere rådata til mer avanserte analysemetoder. Det vil ikke bli gått i detalj på ulike metoder, men viktige fellestrekk og utvikling på området. Alle aktører benytter seg av ulike algoritmer for å vaske og prosessere data for overvåking. Eksempelvis vaskes rådatastrømmen fra AIS slik at man tar høyde for felles MMSI nummer og lignende. Videre har aktørene, dersom relevant, algoritmer for beregning av CPA og TCPA, som kan beskrives som de to mest grunnleggende funksjonene for alle overvåkingssystemer.

Flere aktører har tatt i bruk flere avanserte analysemetoder eller vurderer å ta i bruk mer avanserte metoder. Dette handler mye å om å bruke maskinlæring for deteksjon av avvik fra normale operasjonsmønstre. Mer avanserte analysemetoder gir også mulighet til å gi mer relevante alarmer og prioritere alarmene. Flere aktører har også utviklet play-back funksjoner. Dette gjør det mulig å finne ut hvilket fartøy en radardeteksjon hører til dersom man har AIS-spor fra før det skrudde av AIS. Den siste mer avanserte analyseformen handler om ikke-lineære sammenhenger, som for eksempel drivbaneberegninger for fartøy eller utslipp. Dersom et fartøy skulle miste motorkraft vil det være en stor fordel å vite hvor det mest sannsynlig vil drive. Dette kan også videreutvikles slik at man kan få potensielle drivbaner for skip som ikke har kollisjonskurs mot en innretning, men som kan få det dersom de skulle miste fremdrift/begynne å drive.

6 BESKRIVELSE OG EVALUERING AV ANDRE FUNN

6.1 Sikkerhetskritiske oppgaver

I forhold til barrieren å hindre kollisjon eller sammenstøt mellom fartøy eller andre objekter og en petroleumsinnretning er det tre hovedoppgaver direkte knyttet til havovervåking som vil være sentrale sikkerhetskritiske oppgaver. Den første vil være selve havovervåkingen, altså det å identifisere skip, fartøy eller andre objekter som kan utgjøre en trussel for en petroleumsinnretning. Dernest må skip eller fartøy varsles og kommuniseres med slik at potensiell fare avverges.

Dersom varsling og kommunikasjon med det aktuelle skipet eller fartøy ikke lykkes og har den nødvendige effekt, må havovervåkingsenheten gjøre nødvendige aksjoner slik at andre konsekvensreducerende tiltak blir iverksatt.

Sannsynligheten for menneskelige feil ved Equinors operasjonssentral for havovervåking ble analysert av DNV GL i 2016 (ref. /8/). Resultatet av denne analysen viste at den menneskelige påliteligheten for denne virksomheten, gitt gode rammevilkår, var høy. De lave feilsannsynlighetene var svært avhengige av følgende tre organisatoriske forutsetninger som det vil være viktig å opprettholde gjennom feilreduksjonsstrategier, for å holde høy pålitelighet.

1. En viktig forutsetning og betydelig prestasjonsdriver er kompetansen og erfaringen til operatørene som arbeider i senteret. De har alle mange års arbeid både innen maritim næring og i operasjonssentralen. Det er viktig å fortsette å sikre at personell velges eller trenes på en slik måte at det ikke truer kompetansenivået.
2. Det er god tilpasningsevne i organisasjonen, da oppgaver lett kan fordeles på nytt mellom operatører, ikke bare de personene som jobber med overvåking og beredskap, men også de som normalt jobber med logistikk. I stressende eller utfordrende situasjoner kan oppgaver og ressurser omfordes slik at høyt prioriterte oppgaver knyttet til havovervåking og kontakt med fartøy på kollisjonskurs prioriteres fremfor mindre viktige administrative oppgaver. Det er avgjørende at denne evnen beholdes ved å sikre krysstrening.
3. God tilpasningsevne i senteret avhenger av tilgjengeligheten av mannskap for å fylle alle stillinger 24/7. Analysen la til grunn at 3-4 personer til enhver tid var tilgjengelige for å fylle stillingene i senteret, uten tung gjenbruk av personell i friperiodene. Faktorer som sykdom og ferier kan påvirke operatørens arbeidsbelastning og nødvendig hvile mellom skift og frie perioder, og dermed påvirke de ytelsesformende faktorene (PSF; Performance Shaping Factors) negativt. Det er viktig at denne problemstillingen har fokus og at kompenserende tiltak iverksettes dersom denne antagelsen ikke opprettholdes.

Den andre store aktøren som leverer havovervåkingstjenester og er bemannet 24/7, er «Ekofisk Tårn». Selv om de har en litt annen struktur og organisering, er de vurdert å tilfredsstille de tre organisatoriske forutsetningene på samme måte som Equinors operasjonssenter.

1. De har ansvar for overvåking både i luft og på sjø. Alle er utdannet innen lufttrafikkjentesten, noe de mener bidrar til at alt personell har et veldig godt trafikkbilde. Det er ingen nautikere, men med forskjellige kurs og opplæring på tvers av disipliner har de opparbeidet seg en god kompetanse. Dette fremholdes som meget viktig siden de også har en beredskapsfunksjon.
2. Det er en som er dedikert til radarovervåking til enhver tid, men alle er opplært til alle oppgaver og man kan alltid spørre hverandre.
3. De har 15 ansatte i tårnet, fordelt på 3 skift, 3 på dagvakt og 2 på nattvakt.

Nyansatte i Ekofisk Tårn følger et opplæringsløp, inkludert OJT («On-the-job training») på plattform. Det er øvelser for alle plattformene, og generelt veldig mye god trening i å sitte aktivt på jobb. Når man har øvelser settes det opp simulerte mål på radar, noe som er god trening. Telekommunikasjon sitter i etasjen under, noe som gjør at teknisk støtte og hjelp med utstyr alltid er lett tilgjengelig.

Generelt reflekterer bemanningen av havovervåkingsentralene aktivitetsnivået. Equinor Marin bemannes med 4 personer døgkontinuerlig, mens Ekofisk Tårn har 3 personer på dag og 2 personer på natt. Også de mindre havovervåkingsleverandørene har døgkontinuerlig vakt og eventuelt bakvakt, men fysisk tilstedeværelse avhenger hos

noen av oppdragets art. Overvåkingen kan foregå autonomt og ubemannet. Får man et varsel ringes riggen/innretningen opp. Riggen/innretningen tar da automatisk over overvåkingen, samtidig som det følges med fra land.

De fleste havovervåkingssentralene har vaktgående personell med maritim utdanning og kompetanse (dekksoffiser klasse 3/4). Ekofisk Tårn har personell utdannet innen lufttrafikk-tjenesten, med tilleggskompetanse innen marin navigasjon. Ref. /1/.

6.2 Varsling og kommunikasjonssystemer

Kommunikasjonssystemer nødvendige for varsling er en viktig del av barrieren for å unngå kollisjon dersom man skulle oppdage et fartøy på kollisjonskurs. Etter at fartøyet er detektert er det nødvendig å kontakte fartøyet for å påse at det endrer kurs. Alle fartøy over 300 GT er pliktige til å følge kapittel 4 av SOLAS (Safety of Life at Sea) konvensjonen /12/ som handler om krav til kommunikasjon for GMDSS (Globale Maritime Distress and Safety System). Det er derfor til en viss grad gitt hvordan man kommuniserer med fartøy. Gjennom intervjuene har også DNV kartlagt hvordan ulike aktører får kontakt med diverse fartøy. Listen under gir funnene knyttet til kommunikasjonssystemer:

- Primært benyttes VHF (Very High Frequency) kanal 16 som er en åpen kanal som GMDSS-stasjonen vanligvis står innstilt på. Fartøy kalles enten opp ved hjelp av navn eller kallesignal. Dersom de ikke er identifisert, altså at man har detektert fartøyet på radar, men AIS ikke er tilgjengelig, kalles fartøyet opp med posisjon og kurs.
- Mange fartøy i dag har satellitttelefon, og telefonnummer er ofte offentlige tilgjengelig, eller at man har de lagret i en egen database. Det fungerer å ringe opp fartøy sine satellitttelefoner fra standard telefoner på land. Flere aktører ringer regelmessig opp fartøy.
- Dersom et fartøy detekteres på AIS, kan man sende en AIS-melding til fartøyets AIS-transponder. Dette gjøres i dag av flere aktører.
- Hvis et fartøy kun detekteres på radar og man ikke får kontakt med det, har ulike aktører brukt helikopter til å få kontakt med fartøy. Det har forekommet at fiskefartøy har hatt brovakt som har sovet, og har blitt vekket av at helikopter har flydd over. Beredskapsfartøy kan også brukes til å gå imot fartøyet med lyd og lys for å få oppmerksomheten til fartøyet.

6.3 Kompetanse og opplæring av personell

Det settes krav til kontrollromsoperatører, personell som vedlikeholder sensorsystemene, og personell som er involvert i havovervåkingstjenestene. I overvåkingstjenestene settes det også krav til bemanning og de leverandørene innen havovervåkingstjenester som betjener flest innretninger har nødvendigvis også krav til høyere bemanning.

Det påpekes at det er viktig at kontrollromsoperatørene som sitter bak skjermen har riktig kompetanse når det kommer til overvåking. En del av havovervåkingstjenestene krever maritim kompetanse som bachelor grad i nautikk, fagskole eller utdanning som sjøkaptein. Noen aktører anser dette som nødvendig for å ha en god forståelse for situasjonen ombord på fartøyene. En av havovervåkingstjenestene rekrutterer kontrollromsoperatører som er utdannet innen lufttrafikk-tjenesten, men viser til at disse får kurs og opplæring på tvers av disiplinene som kreves i tjenesten. En aktør påpeker også at det er en fordel å ha personell med ulik erfaring. Basert på innspillene fra aktørene som er intervjuet er det identifisert at det er ganske forskjellig kompetansebakgrunn, dette skyldes til dels at kontrollromsoperatørene som har ansvar for havovervåking også har andre arbeidsoppgaver og dermed behøver kompetanse som også er rettet mot disse.

Personell som skal bemanne overvåkingssystemer må gjennomgå egne opplæringskurs, dette kan være selvstudier, e-læring, og/eller on-the-job training som å være på vakt samtidig med senior personell. Hos minst en aktør er det et krav

å bestå internkurs og en eksamen. Noen aktører legger til grunn at opplæring er i henhold til IALA. Det nevnes alt fra 8-timers basiskurs, opplæringskurs over 8 uker, og VTS-operatørkurs på «hundrevis» av timer.

For personell som har viktige funksjoner i overvåking og varsling av hendelser er det ansett som vesentlig at man trener regelmessig.

Equinor Marin og Ekofisk Tårn er i tillegg integrert i selskapenes beredskapsfunksjoner. Equinor Marin krever at en overvåkingstjenesteoperatør som ikke har opplevd reelle hendelser i løpet av et år må delta på en øvelse.

Kontrollromsoperatørene i Ekofisk Tårn deltar regelmessig på øvelser sammen med øvrig plattformpersonell.

Det påpekes også av en aktør at den teknologisk utvikling går svært raskt, og at det derfor har vært mer opplæring av erfarne kontrollromsoperatører på ny teknologi og nye systemer. Det øves også med personell på offshoreinnretningene som aktøren overvåker.

Når det gjelder kompetanse for vedlikehold og drift av systemene som benyttes så pekes det på at mer omfattende vedlikehold overlates til systemleverandørene. Mindre vedlikehold, som ikke er veldig krevende, håndteres gjerne internt av kvalifisert personell, for eksempel fra telekommunikasjonsavdeling.

Aktører som i større grad jobber med teknologiutviklingen er mer opptatt av å ha personell med statistisk, matematisk og programmeringskompetanse.

6.4 Regelverk

Rammeforskriften (ref. /18/) og Styringsforskriften (ref. /19/) gir overordnede krav som kan være styrende for trafikkovervåking. Rammeforskriften inneholder både overordnede krav og grunnleggende krav til helse, miljø og sikkerhet (§§9-16) som blant annet omhandler krav om forsvarlig virksomhet, prinsipper for risikoreduksjon og kompetanse og krav til beredskap. Dette inkluderer krav om at risikoen skal reduseres så langt der er mulig med beste tilgjengelige løsninger, så sant kostnadene ikke står i et vesentlig misforhold til den risikoreduksjonen som oppnås, krav om kontinuerlig forbedring. Rammeforskriften har også et kapittel om sikkerhetssoner med krav relevante for havovervåking; §57 Overvåking av sikkerhetssoner, §58 Varsling og melding i forbindelse med inntrenging i sikkerhetssoner og §59 Tiltak mot inntrengende fartøy eller gjenstander.

I Styringsforskriften er det kapitlene om risikostyring og analyser (inkludert §4 Risikoreduksjon, §5 Barrierer og § 17 om risiko- og beredskapsanalyser) som er særlig relevante for havovervåkingen. Dersom trafikkovervåking betraktes som et element i en barriere for å unngå/hindre kollisjon med drivende gjenstander og fartøy, vil generelle krav til barrierer og styring av disse være relevant også for trafikkovervåking.

Innretningsforskriften (ref. /20/) § 18, gjelder systemer for intern og ekstern kommunikasjon. Når veiledningen til denne paragrafen henviser til NORSOK T-101 (ref. /11/), forutsettes det å være for interne og eksterne kommunikasjon systemer, og ikke nødvendigvis for deler av T-101 som gjelder andre typer systemer. Innretningsforskriften § 8, Sikkerhetsfunksjoner, gir imidlertid generelle krav til utstyr for å kunne oppdage unormale tilstander og hindre disse i å utvikle seg til fare- og ulykkessituasjoner, som anses høyst relevante for trafikkovervåking. Veiledningen til denne paragrafen viser til NORSOK S-001 som en anerkjent standard. S-001 lister opp en lang rekke normative referanser, men begrenser gyldigheten av disse i forhold til S-001 til å være der det er gitt referanse i teksten. Noen slik referanse finnes ikke i kapittel 25, Avoidance of vessel collisions. Så selv om T-101 er listet blant de normative referansene, er det heller ikke via Innretningsforskriften § 8, og NORSOK S-001 klart at kravene NORSOK T-101 kapittel 23 er å betrakte som krav eller en anerkjent norm/standard.

Aktivitetsforskriften (ref. /21/) har generelle krav, blant annet for overvåking og kontroll (§31) og beredskap (§§73-79, spesielt § 77 om håndtering av fare- og ulykkessituasjoner) som kan være relevante for havovervåking.

Gjennom intervjuene er det ingen aktører som har ønsket en endring i dagens regelverk for trafikkovervåningssystemer for petroleumsindustrien. Generelt har holdningen vært at regelverket i dag gir god nok robusthet i overvåkingen, og at det er fleksibelt nok til å legge til rette for teknologiutvikling.

Enkelte aktører har gitt uttrykk for at det kunne vært fordelaktig med retningslinjer fra Ptil om hvordan man best kan gjennomføre havovervåking, og som med fordel kunne liste opp ulike feilmodi og vanlig feil man må ta hensyn til. Andre aktører er imidlertid mer usikre på om dette faktisk vil bidra positivt.

Når det gjelder AIS-regelverket, er det derimot flere som har påpekt at de ønsker seg endringer. Dette gjelder blant annet strengere bærekraft til AIS (klasse A) også på flere mindre fartøy. Dette er imidlertid under IMOs ansvarsområde, og begrenset hva som kan gjøres fra norsk side på relativt kort sikt.

Det er også noe uklarhet rundt dagens regelverk når det gjelder krav til faktisk transponder om bord på faste innretninger. Dette vil i hovedsak si om innretningene offshore selv skal ha klasse A eller klasse B transpondere. Det skal ha skjedd at operatører har fått kommentar ved tilsyn hvis de ikke hadde klasse A på innretningen. Det er også usikkerhet om eldre AIS-transpondere, som ikke er i hht de siste retningslinjene fra ITU, fortsatt er godkjent for bruk.

Det har blitt påpekt at bedre kontroll av AIS-transpondere, slik at man sørger for at skip sender ut riktig informasjon, vil kunne bidra til å begrense noen av svakhetene til AIS.

Flere har påpekt at fiskebåter er en utfordring i havovervåking. Mens andre kommersielle fartøy generelt har veldig forutsigbart bevegelsesmønster, er fiskefartøy vesentlig mer uforutsigbare. Det er generelt vanskelig å få tak i kontaktinformasjon til fiskefartøy. Et register med kontaktinformasjon for de som driver med havovervåking vil derfor kunne bidra vesentlig til å sikre kontakt med rett fartøy når det er nødvendig.

6.5 Gjeldende og anvendte ytelseskrav

Innretningsforskriften § 8, sier at «*Det skal fastsettes krav til ytelsen for sikkerhetsfunksjoner.*» Dette er relatert til teksten tidligere i samme paragraf «*Innretninger skal være utstyrt med nødvendige sikkerhetsfunksjoner som til enhver tid kan a) oppdage unormale tilstander, b) hindre at unormale tilstander utvikler seg til fare- og ulykkessituasjoner, c) begrense skadene ved ulykker.*»

Sikkerhetsfunksjonene som defineres i Innretningsforskriften § 8 utfyller *barrierene* som skal etableres i henhold til Styringsforskriften § 5; «*Det skal etableres barrierer som til enhver tid kan a) identifisere tilstander som kan føre til feil, fare- og ulykkessituasjoner, b) redusere muligheten for at feil, fare- og ulykkessituasjoner oppstår og utvikler seg, og c) begrense mulige skader og ulemper.*» Veiledningen til paragrafen definerer barriere som «*tiltak som har til hensikt enten å forhindre et konkret hendelsesforløp i å inntreffe, eller påvirke et hendelsesforløp i en tilsiktet retning ved å begrense skader og/eller tap.*»

For utforming av *Sikkerhetsfunksjoner* med tilhørende krav til funksjon og ytelse viser veiledningen til Innretningsforskriften § 8 blant annet¹⁷ til NORSOK S-001. I NORSOK S-001 (ref. /10/) sorterer havovervåking under systemer for å unngå kollisjoner med fartøy, kapittel 25 – Avoidance of vessel collisions. Dette kapittelet kan derfor betraktes som en del av veiledningen til Innretningsforskriften. Det er ingen generell referanse til NORSOK T-101 – Telekom systemer (ref. /11/), verken fra forskrifter, veiledninger eller videre fra NORSOK S-001. NORSOK S-001 gir noen spesifikke referanser til NORSOK T-101, men noen slik referanse finnes ikke i kapittel 25. NORSOK T-101 kan derfor ikke betraktes som en del av veiledningen når det gjelder «Avoidance of vessel collisions» eller havovervåking.

Havovervåkingsteknologier og systemer utgjør sikkerhetssystemer som er nødvendige for å *identifisere tilstander som kan føre til feil, fare- og ulykkessituasjoner* i form av fartøy eller andre objekter som er på kollisjonskurs med en innretning. Dette gjøres gjennom overvåking og deteksjon av fartøy eller objekter som kan utgjøre en trussel mot en innretnings

¹⁷ Veiledningen viser også til at NS-EN ISO 13702, IEC 61508 og ISO 13849 bør legges til grunn. Disse er ikke ansett som relevante for havovervåking.

strukturelle integritet¹⁸ dersom en kollisjon ikke avverges. Havovervåkingstjenesten omfatter også varsling av fartøy som er på kollisjonskurs for å *redusere muligheten for at feil, fare- og ulykkessituasjoner utvikler seg til en ulykkeshendelse*, og varsling av innretningen for å *begrense mulige skader og ulemper* ved at denne skal kunne iverksette konsekvensreducerende tiltak for å begrense skader og tap dersom ulykken likevel inntreffer.

Det er ikke funnet noen henvisning eller referanse fra regelverket til kapittel 23, Vessel traffic monitoring system (VTMS), i NORSOK T-101, som er det kapittelet i denne standarden som er relevant for trafikkovervåking til havs. Det kom imidlertid frem gjennom intervjuer og i arbeidsmøtet at aktørene betrakter dette som basis for bransjestandard og beste praksis, og slik sett forholder seg til NORSOK T-101 på samme måte som de gjør til NORSOK S-001, altså som en veiledning og en mulig måte å oppfylle regelverkets krav til fullt forsvarlig virksomhet.

Punkt 23.3 i NORSOK T-101 angir ytelseskrav for radarsystemet. Det kreves at radarsystemet skal kunne gi en 360 graders dekning rundt innretningen, detektering og sporing av større fartøy/objekter med et radartvernsnitt på 1000 m² i en avstand på minimum 20 nautiske mil og 12 nautiske mil for mindre/mellomstore fartøy/objekter. For større/mellomstore fartøy/objekter skal radarsystemet oppfylle dette kravet kontinuerlig hele året under alle forventede værforhold. For mindre fartøy/objekter skal radarsystemet oppfylle kravet hele året med unntak av under ekstreme værforhold. Områdedekning for en innretning kan være et resultat av et nettverk basert på flere radarsensorer på forskjellige steder. Antenner skal monteres så høyt som mulig og uten hindringer. Det er også gitt noen typiske funksjonskrav for direktivitet.

I tillegg er det gitt krav til opetid og strømforsyning, og operasjonelle krav til radar og AIS systemer samt overvåkingscenter, henholdsvis i standardens punkt 23.2 og 23.4. Systemet skal være operativt i kritiske situasjoner, og hovedsystemet skal ha energiforsyning fra et UPS-system mens antenner og tilhørende utstyr kan være koplet til tavle for nødstrøm. Radar- og AIS-data skal legges over et digitalt sjøkart (S57, vektor format for digitale sjøkart) på PC-baserte arbeidsstasjoner, som har funksjonalitet for å legge til brukerdefinerte objekter og lag. Sjøovervåkingscenteret skal som et minimum kunne kontrollere sentrale parametere på fjernradar, mens sektorblending (sector blanking) skal konfigureres lokalt. Den marine radaren og AIS-systemet skal kunne operere lokalt på innretningen uavhengig av LAN/WAN i tilfelle informasjonskilder andre steder er utilgjengelige.

I tillegg til ytelseskrav og operasjonelle krav gitt i NORSOK T-101, så er det gitt funksjonelle krav i NORSOK S-001 kapittel 25. Et konkret krav er at trafikkbilde for både radar og AIS-signaler skal være tilgjengelige. AIS-dekning rundt en offshoreinnretning skal være tilstrekkelig til minst å detektere AIS-signaler fra skip som befinner seg innenfor en radius på 20 nm fra innretningen. Radardekningen rundt innretningen bør være tilstrekkelig til å oppdage et ankomende fartøy tilstrekkelig tidlig til å utføre de nødvendige beredskapstiltakene. Dette blir vanligvis antatt å være 50-70 minutter før et fartøy med kurs mot innretningens sikkerhetssone beregnes å ankomme sikkerhetssonen.

Krav til overvåkingsystemet er også beskrevet i Norsk olje og gass retningslinje 064 (Anbefalte retningslinjer for etablering av områdeberedskap), kapittel 8 (ref. /9/), og enkelte aktører har benyttet denne retningslinjen som grunnlag for eget regelverk. I NOG 064 forutsettes det at «AIS skal inngå i overvåkingsystemet, og detektere AIS signaler fra skip i en avstand på minimum 20 nautiske mil i 360 graders dekning rundt innretningen.» Større fartøy kreves detektert i en avstand på 20 nautiske mil, mens mindre fartøy kreves detektert i en avstand på 12 nautiske mil. En aktør påpeker at det er generelt lite info, og at det hadde vært fordelaktig med mer informasjon til krav om deteksjon i ulike værtilstander. T101 ble revidert i 2019 med presise målstørrelser og det anbefales at NOG 064 også oppdateres med størrelsesmål.

Når det gjelder responstid er det også i NOG-064 gitt krav om at «Innretningen skal varsles om skip på mulig kollisjonskurs (dvs. med nærmeste passeringspunkt innenfor sikkerhetssonen) så tidlig som mulig, og minst 50 min. før mulig trefftidspunkt». Kravet til responstid knyttes opp mot krav om å kunne iverksette evakuering 25 minutter før mulig trefftidspunkt. Dersom en innretning behøver mer tid for evakuering, eksempelvis som følge av at flere enn 3 livbåter skal sjøsettes i samme orientering, så kan det være behov om at tid for evakuering må forlenges slik at man

¹⁸ Med påfølgende konsekvenser for sikkerhet til personell og ytre miljø.

oppnår tilstrekkelig tidsseparasjon mellom utsetting av livbåtene. I et slikt tilfelle bør det vurderes om dette også påvirker minimumstiden for varsling av fartøy på kollisjonskurs.

En aktør uttrykker bekymring for at man i industrien tror at kravene er rettet mot bemannede innretninger samtidig som at trenden i bransjen er at man er på vei mot ubemannede innretninger. Det anbefales derfor at NOG 064 oppdateres med retningslinjer for overvåking av normalt ubemannede innretninger (NUI), både i bemannet og ubemannet fase.

Aktørene viser til at nedetid av enkeltkomponenter i havovervåkingsystemet, f.eks. bortfall av radar eller AIS data, ikke er et problem da det oppleves at man har god redundans og tilgang på kompensierende tiltak ved feil. Det vises til at det er generelt sett god dekning, og man kan for eksempel tilkalle assistanse fra standby fartøy i det relevante området ved behov.

En aktør viser til tester utført i sea state 8 der effekten av de ulike typene radar ble evaluert. Testen viste en særlig utfordring med magnetronradar for mindre fartøy, og med stor påvirkning på ytelsen i dårlig vær og grov sjø. Det er også typisk i dårlig vær at skip driver. Som følge av dette er anbefalt at ytelsen til systemene og komponentene i form av dekningsgrad/deteksjonsevne i ulike vær- og sjøtilstander testes opp mot kravene gitt i NORSOK T-101.

Aktørene savner klarere definisjoner av «unormale tilstander» relatert til fartøy på kollisjonskurs, «små» og «store» fartøy samt sjø- og værtilstander. Se også anbefalinger i kapittel 8.3 nedenfor.

7 IDENTIFISERTE SÅRBARHETER

Dette kapittelet oppsummerer de sårbarhetene som er vurdert å være mest kritiske. Disse er basert på funnene beskrevet i kapittel 5 og 6. Tiltak for å mitigere risiko relatert til disse sårbarhetene er identifisert og listet opp i kapittel 8.

Manglende redundans i deteksjon og identifikasjon

De primære teknologiene som brukes for havovervåking er radar og AIS. Dette er i stor grad komplementære teknologier, men de er ikke fullt ut redundante. Ved bortfall av radar vil man med bruk av AIS alene ikke være sikker på at alle fartøy som potensielt kan være på kollisjonskurs vil bli detektert. AIS systemet er avhengig av at fartøyene selv sender ut informasjon som kan benyttes til å identifisere fartøyet og informasjon om fartøyets posisjon, kurs og hastighet.

Ved bortfall av AIS vil man med bruk av radar alene kunne detektere fartøy som er av en tilstrekkelig størrelse og innenfor radarens dekningsområde. Radaren vil likevel ikke kunne identifisere fartøyene som detekteres. For å få kontakt med et fartøy som man observerer at er på kollisjonskurs med innretningen må man derfor bruke en åpen radiokanal og man er avhengig av at fartøyet lytter på kanalen og gjør seg til kjenne. Alternativt kan man benytte tilgjengelige beredskapsressurser, standby båt eller helikopter, for å tiltrekke seg fartøyets oppmerksomhet.

I områder der det er flere innretninger som benytter samme havovervåkingssentral så vil man få datastrømmer fra flere radarer, i tillegg til AIS data. Ved bortfall av en radar kan man i noen tilfeller ha tilstrekkelig god dekning basert på datastrøm fra nærliggende radarer, og bortfall av en radar er da ikke kritisk.

Som beskrevet i kapittel 5.4 er det en rekke teknologier som kan benyttes til deteksjon og identifisering av fartøy som er på kollisjonskurs. Disse teknologiene kan utfylle radar og AIS og i noen tilfeller også gi redundans i deteksjon og identifisering av fartøy. Noen av teknologiene vil derimot ikke kunne bidra med sanntidsdata og dermed ikke kunne gjøres nytte av innenfor tidsvinduet som kreves for å avverge kollisjon med et fartøy.

Manglende oppdatering av kontaktregister

Fartøy kan bytte navn for identifikasjon, for eksempel i forbindelse med eierskifte. Dette kan gjøre det utfordrende å identifisere og varsle fartøy. Organisering av informasjon er ikke satt opp slik at kontaklinformasjon for fartøy oppdateres fortløpende.

Bortfall av havovervåkingssentral

For de fleste innretningene på norsk sokkel benyttes det en sentral havovervåkingssentral. Aktørene som ble intervjuet har ikke rapportert om at slike sentraler har hatt signifikant nedetid. Likevel er det flagget at bortfall av internett potensielt vil være kritisk for å kunne opprettholde en slik tjeneste. Fall-back i en slik situasjon er at hver enkelt innretning må kunne benytte egne systemer. I en slik situasjon må hver enkelt innretning sørge for å ha tilstrekkelige ressurser for å utføre havovervåking.

Ved bortfall av en sentral havovervåkingssentral er det også vesentlig at innretningene som støttes av denne sentralen raskt vil bli gjort oppmerksomme på at denne støtten er blitt utilgjengelig, slik at nødvendige ressurser på innretningen raskt kan bli mobilisert.

Denne sårbarheten viser at IKT-sikkerhet må være høyt prioritert hos de som opererer havovervåkingssentralene. Planer for varsling av innretningene som støttes av sentralen bør være på plass, og det er også anbefalt at man øver på å håndtere slike situasjoner.

Svekkelse av radarens deteksjonsevne

Det er erfart at radarsystemer kan svekkes over tid. Graden av svekkelse over et gitt tidsrom er forventet å variere mellom ulike systemer. Magnetroner har en forventet levetid på typisk 10 000 timer (ref. /15/), altså bare litt over et år ved kontinuerlig drift. Degraderingen begynner ganske snart når magnetronen tas i bruk, men skjer jevnt og kan derfor være utfordrende å avdekke. Degraderingen av magnetronen skyldes at katoden får redusert emisjonsevne (emissivity), noe som gir redusert utgående effekt.

Solid state-radarer har ikke noen tilsvarende utfordring med degraderende radiobølgegenerator. Halvledere kan også degraderes, men det vil være i en helt annen målestokk. Likevel er en solid state-radar også et komplekst system der alle komponenter må virke for at systemet skal yte som forutsatt. Det er derfor viktig å gjøre jevnlig tester av radarsystemene for å avdekke reell ytelse. Det er viktig at systemene testes under forhold der eventuelle svakheter vil kunne avsløres, det kan for eksempel være seg høye sjøtilstander og med nedbør i luften. I denne sammenhengen er det viktig å påpeke at hendelser der fartøy får blackout eller slep sliter seg og driver, og dermed utgjør en fare for kollisjon med offshore innretninger, ofte sammenfaller med høye sjøtilstander. Se også anbefaling T1 i kapittel 8.1.

Uklare ytelseskrav

Krav til ytelse for sikkerhetsfunksjoner er nedfelt i Innretningsforskriften § 8. Her viser veiledningen blant annet¹⁹ til NORSOK S-001 der havovervåking dekkes av systemer for å unngå kollisjoner med fartøy, kapittel 25 – Avoidance of vessel collisions.. I NORSOK S-001 er det listet opp en lang rekke normative referanser inkludert NORSOK T-101 – Telekom systemer (ref. /11/), men begrenser gyldigheten av disse i forhold til S-001 til å være der det er gitt referanse i teksten. Noen slik referanse finnes ikke i kapittel 25. Det skal sies at det oppleves at kravene som listes opp i NORSOK T-101 kapittel 23 - Vessel traffic monitoring system (VTMS), blir benyttet selv om disse ikke er eksplisitt referert til fra S-001.

Norsk olje og gass retningslinje 064 blir benyttet som grunnlag for interne regelverk blant operatører. Retningslinjen inneholder generelt lite informasjon, og det hadde vært fordelaktig med mer utfyllende informasjon angående krav om deteksjon i ulike værtilstander. T101 ble revidert i 2019 med presise målstørrelser, NOG 064 er foreløpig ikke oppdateres med tilsvarende størrelsesmål.

¹⁹ Veiledningen viser også til at NS-EN ISO 13702, IEC 61508 og ISO 13849 bør legges til grunn. Disse er ikke ansett som relevante for havovervåking.

8 ANBEFALINGER

8.1 Anbefalinger knyttet til tekniske løsninger

T1 – Utvikle et verktøy for å overvåke degradering av ytelse basert på faktisk trafikk

For aktører som benytter seg av radarer er det viktig å følge opp degradering i ytelsen til radaren. Tradisjonelt utføres deknings tester (testing av deteksjonsevne) ved at man seiler i en radius på 20 nautiske mil rundt en plattform. Dette er en betydelig distanse å seile og vil være svært tidskrevende og kostbart dersom man har mange radarer som skal testes. Videre vil ikke dette nødvendigvis ta hensyn til dekning i dårlig vær.

Det foreslås derfor at det utvikles et verktøy som benytter seg av reelle data og maskinlæringsalgoritmer for å kontinuerlig overvåke ytelsen til radarene. Ved å koble deteksjon ved bruk av radar mot AIS data vil man over tid kunne registrere om det er en trend relatert til radarens deteksjonsevne. Her forutsettes det at deteksjonsevnen gitt av AIS data ikke vil endres nevneverdig over tid.

Man må her være oppmerksomme på at AIS data også kan være feil. Ett slikt verktøy må derfor kunne skille mellom åpenbare/tilfeldige avvik mellom AIS og radar, og at graden av sammenfall mellom radar og AIS data reduseres over tid.

Ved å benytte reelle data kan man også over tid registrere hvordan ulike værtilstander påvirker deteksjonsevnen. Igjen må man legge til grunn at AIS systemet fungerer tilnærmet like godt i alle værtilstander. Det vil si at værtilstandene ikke har signifikant påvirkning på AIS signalene, og at avvike mellom radar og AIS signalene dermed i vesentlig grad skyldes at værtilstandene gir en svekkelse av radarsignalet.

Ved bruk av ett slikt verktøy kan ytelsen for radarsignalet beregnes i sanntid. Det er viktig at man her gjør ende-til-ende-måling av datastrømmer for å sikre ytelsen til individuelle komponenter. Lignende verktøy kan også utvikles for AIS-basestasjoner på plattformene for å oppdage degradering for disse.

Et slikt verktøy for å overvåke eventuell degradering vil gi mulighet for å tilfredsstille regelverkskravet om at svekkelser i barrierer skal være kjent for personellet.

T2 – Redundans i identifikasjon av fartøy

I dag framstår AIS som den beste og mest brukte teknologien for å identifisere fartøy. En betydelig svakhet med AIS er at teknologien er avhengig at fartøyene selv har AIS påskrudd og satt opp korrekt. Alternativ metode for å identifisere fartøy som detekteres på radar er å kalle opp fartøyet på kanal 16 med posisjon og kurs til fartøyet man ønsker å oppnå kontakt med.

For å øke robustheten i automatisk identifisering anbefales det at industrien følger med på andre teknologier for identifikasjon av fartøy, eksempelvis NRD eller RF, og ser på muligheter for å ta dette i bruk for å komplementere AIS systemet. Dette er komplisert teknologi og vanskelig å utvikle alene for et enkelt selskap, og bransjeinitiativer kan være foretrukket for å se på alternative teknologier.

T3 – Inkludere drivbaneberegninger og potensial for eksponering av drivende fartøy

Det anbefales at havovervåkingssystemene kobles opp til værdata i nåtid, for å kunne angi en eksponerings sone for drivende fartøy (eller andre gjenstander). Gitt at et fartøy mister framdrift mens det er i denne sonen så vil det kunne eksponere innretningen. Å visualisere en slik sone vil kunne gjøre det mulig å ha et økt fokus på fartøy som vil kunne utgjøre en trussel for innretningen ved bortfall av framdrift. Det er i dag mangel på gode strømndata, og dermed blir slike

beregninger mer usikre. Det anbefales likevel at man vurderer et slikt verktøy da vindretningen ofte gir et godt estimat på drivbanen.

T4 – Aktiv uavhengig varsling om bortfall av ekstern overvåkingstjeneste

Det anbefales et uavhengig varslingsystem for bortfall av ekstern overvåking for aktører som ikke har dette i dag. For eksempel en automatisk alarm hos innretningen ved bortfall av kontakt med operasjonssenteret.

Innretninger skal ved bortfall av ekstern overvåkingstjeneste selv kunne ivareta denne sikkerhetsfunksjonen. For innretninger som benytter ekstern overvåkingstjeneste legges det til grunn at man under normal operasjon ikke har dedikerte ressurser allokert til overvåking av fartøy på kollisjonskurs. Ved bortfall av ekstern overvåkingstjeneste, er det derfor vesentlig at innretningen blir gjort oppmerksom på dette slik at ressurser kan allokere on-site for å ivareta denne funksjonen. Personell som normalt ikke har ansvar for havovervåking, men som må utføre dette ved bortfall av ekstern overvåkingstjeneste, kan ha et særlig behov for riktig kompetanse, og det kan det vurderes om IALAs retningslinjer for sjøtrafikksentraloperatører kan benyttes.

T5 – Inkludere ruteplanlegging for å raskere detektere avvik fra tilsiktet ruteplan

Det er anbefalt å se på muligheten for å integrere sea traffic management (STM) teknologi med havovervåkings-systemene, slik at man raskere kan detektere fartøy som avviker fra tilsiktet ruteplan. Desto mer informasjon overvåkingstjenesten har om fartøyenes intensjon, dess raskere kan overvåkingstjenesten bidra til å korrigere deres operasjon dersom avvik detekteres. Alternativt er det også mulig å benytte maskinlæring for å analysere hvilke fartøy som oppholder seg i ulike områder og hvordan disse fartøyene opererer.

8.2 Anbefalinger knyttet til organisatoriske og operasjonelle aspekter

O1 – Kontaktliste for fiskefartøy

Det anbefales at et kontaktregister for fiskefartøy som opererer i norske farvann gjøres tilgjengelig for petroleumsinnetninger og aktører som driver med havovervåking. Det oppleves at andre kommersielle fartøy opererer forutsigbart, mens fiskefartøy er vanskeligere å forutsi. Det er også vanskelig å finne kontaktinformasjon for fiskefartøy. Det er usikkert om det finnes et oppdatert kontaktregister i dag, og i tillegg er det uklart om det er noe god måte å holde et register oppdatert uten at det er en manuell jobb.

O2 – Kontroll av AIS informasjon

AIS-data er svært viktig for identifikasjon av fartøy for alle aktører, og eneste kilde til posisjonsdata for enkelte aktører. Derfor hadde det vært fordelaktig med flere kontroller av AIS-transpondere for å sørge for at informasjonen som sendes ut er riktig. Eksempelvis endres MMSI-nummer ved hvert eierskifte og følgelig må også AIS-transponder oppdateres. Det oppleves i dag få feil med AIS-transpondere i Nordsjøen og radar er det viktigste verktøyet.

Det kan være fordelaktig å beregne kurs og hastighet selv for verifikasjon av informasjonen som kommer fra en AIS-transponder.

O3 – AIS bærekraft

Endringer i bærekraft for AIS har blitt foreslått av flere aktører som et tiltak for bedre oversikt da det menes at dagens bærekraft til klasse A-transpondere ikke er strengt nok. Det kommer et forslag på høring fra sjøfartsdirektoratet om at bærekraftet skal bli utvidet til skip større en 12 meter.

O4 – Bærekraft for AIS-transponder for petroleumsinnretninger

Det er i dag noe uklarhet rundt regelverket eller anbefalinger om hvilket bærekraft innretninger, både faste og flyttbare som ikke er «under seilas», har for egen AIS-transponder. Det samme gjelder også merking av lys. Det anbefales at det i samsvar med Kystverket og andre relevante offentlige i etater utarbeides tydeligere retningslinjer eller regler på dette området. Kystverket anbefaler i dag alle faste innretninger å ha AIS-transponder, men det er usikkert om dette skal være en klasse A eller B transponder eller eventuelt en AIS-ATON. Det er også usikkerhet om hvilket navn som skal sendes og hvilke meldingstyper man skal sende. Det kan også vurderes om et bærekraft kan inkluderes i NORSOK T-003, Telecom systems for mobile offshore units.

O5 – Formalisering av kompetansekrav

Det anbefales at industrien enes om et minste felles multiplum for kompetansekrav for havovervåkingstjenesten som også inkluderer utstyret man opererer. Andre kompetansekrav kan være vanskelig å enes om da utstyret man sitter med er veldig forskjellig. Det burde også vurderes om man skal skille på kontrollromsoperatører og personell på innretningene som kun utfører havovervåking ved bortfall av den sentraliserte tjenesten. Et mulig utgangspunkt kan være IALA-veiledning for VTS operatører.

O6 – IKT sikkerhet, prosedyrer og øvelser

Det anbefales å følge gode rutiner for IKT sikkerhet. IKT systemene er kritiske for å kunne nyttiggjøre seg de eksterne havovervåkingstjenestene. Det anbefales å identifisere sårbarheter i bruken av IKT-systemene, etablere prosedyrer for hvordan hendelser som setter systemer for overvåking og varsling ut av spill kan håndteres, og gjennomføre regelmessige øvelser i håndteringen av slike hendelser. I det øyeblikket informasjon kritisk for å utøve en tjeneste går mellom forskjellig aktører gjør dette det mer krevende å ha gode bakenforliggende systemer.

O7 – Regelmessig trening på hendelser

Det anbefales at personell som jobber med overvåking og varsling, men som ikke med tilstrekkelig hyppighet opplever virkelige hendelser, regelmessig øver på å håndtere simulerte hendelser. Slike øvelser bør inkludere interaksjon med andre aktører som for eksempel beredskapsfartøy og HRS. Det bør også vurderes om dette skal inkludere personell som har ansvar for havovervåking på innretningene.

8.3 Forslag til regelverk

Flere aktører påpekte at de ikke ønsker seg endringer i regelverket når det kommer til valg av teknologi. Enkelte aktører påpekte at det hadde vært fordelaktig med retningslinjer til hvordan havovervåking kan gjennomføres. Dette støttes riktignok ikke av alle aktører, som mener slike retningslinjer kan være begrensende for teknologiutvikling. Det er også et relativt stort spenn i hvordan havovervåking gjennomføres av ulike aktører, men robustheten oppleves som gjennomgående god i intervjuene.

R1 – Referanse til ytelseskrav fra forskrift

Det anbefales en tydeligere referanse i regelverket til ytelseskrav for havovervåkingstjenesten. Veiledningen til § 8 i Innretningsforskriften peker til NORSOK S-001, der havovervåking dekkes av systemer for å unngå kollisjoner med fartøy, kapittel 25 – Avoidance of vessel collisions. Det er imidlertid ingen direkte referanser til NORSOK T-101 kapittel 23 - Vessel traffic monitoring system (VTMS), verken fra regelverket eller fra NORSOK S-001. Det anbefales å innføre en eksplisitt referanse hit fra S-001, alternativt fra veiledningen til Innretningsforskriften.

Utover de overordnede kravene i regelverket, anbefales det at NORSOK S-001 gir funksjonskrav og organisatoriske krav, mens NORSOK T-101 beskriver tekniske løsninger og ytelseskrav. Regelverk og standarder må ta høyde for å tilpasse krav for normalt ubemannede innretninger av forskjellige typer.

R2 – Presisering av ytelseskrav

Det anbefales at mer detaljerte ytelseskrav for havovervåkingssystemer inkluderes i veiledning til forskriftene eller i NORSOK-standard, gjerne i T-101 kapittel 23. Disse presiseringene bør inneholde beskrivelse eller definisjon av «unormale tilstander» relatert til skip på kollisjonskurs. Det er også ønske om en klarere definisjon av hva et «lite fartøy» er og hva et «stort fartøy» er, gjerne basert på IALA-anbefaling V-128 (ref. /22/).

Det er også etterlyst klarere definerte sjø- og værtilstander og hva “24/7 all year in all expected weather conditions” og “24/7 all year with exception for extreme weather conditions” angitt i NORSOK T-101 23.3 innebærer,

En klarere beskrivelse av hva et overvåkingssystem må inneholde og hva som kreves ved et nettverksbrudd (dvs. når en innretning må ta seg av overvåkingen «på egenhånd») vil være fordelaktig.

R3 –Ytelseskrav i NOG 064

Det anbefales at man oppdaterer NOG 064 Anbefalte retningslinjer for etablering av områdeberedskap, med mer presise ytelseskrav harmonisert med NORSOK. NOG 064 brukes som basis for enkelte aktørers egne regelverk. Det oppleves at det generelt sett er lite presis informasjon relatert til ytelseskravene for deteksjon, og at det hadde vært fordelaktig med mer informasjon til krav om deteksjon i ulike værtilstander, samt mer presise størrelsesmål tilsvarende 2019 revisjon av NORSOK T-101. Mer presis informasjon, vil kunne gi bedre harmonisering i bransjen.

Fortsatt åpning for det i regelverk og standarder, kunne retningslinjer for etablering av relevante ytelseskrav for havovervåking for normalt ubemannede innretninger (NUI) med fordel inngå i NOG 064. Her bør det skilles mellom NUI i bemannet fase og NUI i ubemannet fase.

9 REFERANSER

- /1/ Safetec rapport ST-13755-3 for Petroleumstilsynet, 2020: Evaluering av samarbeid om beredskap (Områdeberedskap) – Fase 2,
- /2/ Petroleumstilsynet, 2020: Risikonivå i petroleumsvirksomheten Hovedrapport, utviklingstrekk 2020, norsk sokkel
- /3/ Global Fishing Watch / Data and technology, News & Views, Research and analysis / By Bjorn Bergman / July 29, 2021: Systematic Data Analysis Reveals False Vessel Tracks, <https://globalfishingwatch.org/data/analysis-reveals-false-vessel-tracks/>
- /4/ Aftenposten, 10. nov. 2021, <https://www.aftenposten.no/verden/i/ML9RpB/et-russisk-krigsskip-seilte-inn-til-danmark-men-seilasen-var-en-bloeff>
- /5/ Maritime Information Portal, e-portal, <https://www.marinfo.gc.ca/e-nav/docs/ais-aton-works-eng.php>
- /6/ DNV GL (2019): NYTTEVIRKNING AV ROMBASERT OVERVÅKNING AV SKIPSTRAFIKK BASERT PÅ SENSORER I TILLEGG TIL AIS (rapport 1)
- /7/ DNV GL (2020): NYTTEVIRKNING AV ROMBASERT OVERVÅKNING AV SKIPSTRAFIKK BASERT PÅ SENSORER I TILLEGG TIL AIS (rapport 2)
- /8/ DNV GL (2016): DNV GL report 2016-1092: Rev0, Human Reliability Analysis for Statoil's Operations Center.
- /9/ Norsk Olje og Gass Retningslinje 064 - Anbefalte retningslinjer for etablering av områdeberedskap, revisjon 3, utgitt 2015-08-12
- /10/ NORSOK Standard S-001:2020+AC:2021 – Technical safety, utgitt 2021-05-31
- /11/ NORSOK Standard T-101:2019 – Telecom systems, utgitt 2019-10-24
- /12/ IMO (1974). The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974.
- /13/ Terje Hammer, Telenor Kystradio, Sjøseminaret ved HRS-NN, 13.11.2019: «Nødkommunikasjon i Arktis»
- /14/ H. Chr. Dragø, Jørgen Fink Petersen; Lærebog i GMDSS; ISBN: 87-90749-16-2, https://www.duelighed.dk/src_selvstudium/downloads/GMDSS_laerebog.pdf
- /15/ Kelvin Hughes Ltd., 2014; Navigation Radar MantaDigital™ Radar Systems, <https://pdf.nauticexpo.com/pdf/kelvin-hughes/navigation-radar/23198-85753.html>
- /16/ DNV GL (2018): DNV GL report 2014-1271, Rev E, 2018.02.13: Prognoser for skipstrafikken mot 2040, for Kystverket.
- /17/ Kelvin Hughes Ltd.; Solid State Navigation and Situation Awareness Radar https://www.jana.or.jp/denko/data/21_4_1.pdf
- /18/ Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Rammeforskriften), FOR-2010-02-12-158
- /19/ Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften), FOR-2010-04-29-611



- /20/ Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten (Innretningsforskriften), FOR-2010-04-29-634
- /21/ Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften), FOR-2010-04-29-613
- /22/ IALA Recommendation V-128 on Operational and Technical requirements for VTS Equipment, Edition 2.0 – Dec. 2005
- /23/ Møtereferat; Robusthet i trafikkovervåking og bruk av ny teknologi, Arbeidsmøte/Workshop 11.01.2022, 10311365-MOM-101 (COR 005no_10311365-MOM-101.pdf)

APPENDIX A

AIS ATON (Aids to Navigation)

Både flytende og faste navigasjonshjelpemidler (ATON – Aids to Navigation), for eksempel en bøye, fyrtårn eller lys kan utstyres med AIS-sendere. AIS-meldingen vil da gi posisjonen og formålet med hjelpemiddelet, for eksempel for en havn eller en styrbord sidebøye, selv før den er fysisk nær nok til å være synlig fra broen til et skip.

Det kan også gi en radarretur, hvis den er utstyrt med en radarreflektor. Dette kan hjelpe sjøfolk med å bekrefte skipets posisjon eller forberede seg på å gjøre en sving som er basert på å passere et bestemt hjelpemiddel ²⁰.

Det finnes tre forskjellige typer AIS ATON. I tillegg til reelle AIS ATON, som beskrevet over der navigasjonshjelpemiddelet er utstyrt med AIS-sender, finnes det også syntetiske og virtuelle. AIS-meldinger for syntetiske og virtuelle AIS ATON sendes fra en annen AIS-sender, normalt en basestasjon, men fremstår i kartene som om det er en AIS-sender på den aktuelle posisjonen. De forskjellige typene av AIS ATON er nærmere beskrevet nedenfor. Bruken av AIS ATON er regulert av Kystverket, det vil si at Kystverket har myndighet til å gi ut MMSI-nummere som enhetene trenger. Videre brukes AIS ATONS av noen petroleumsoperatører i dag, for eksempel på Gjøa plattformen da det er relativt mye trafikk i området rundt.

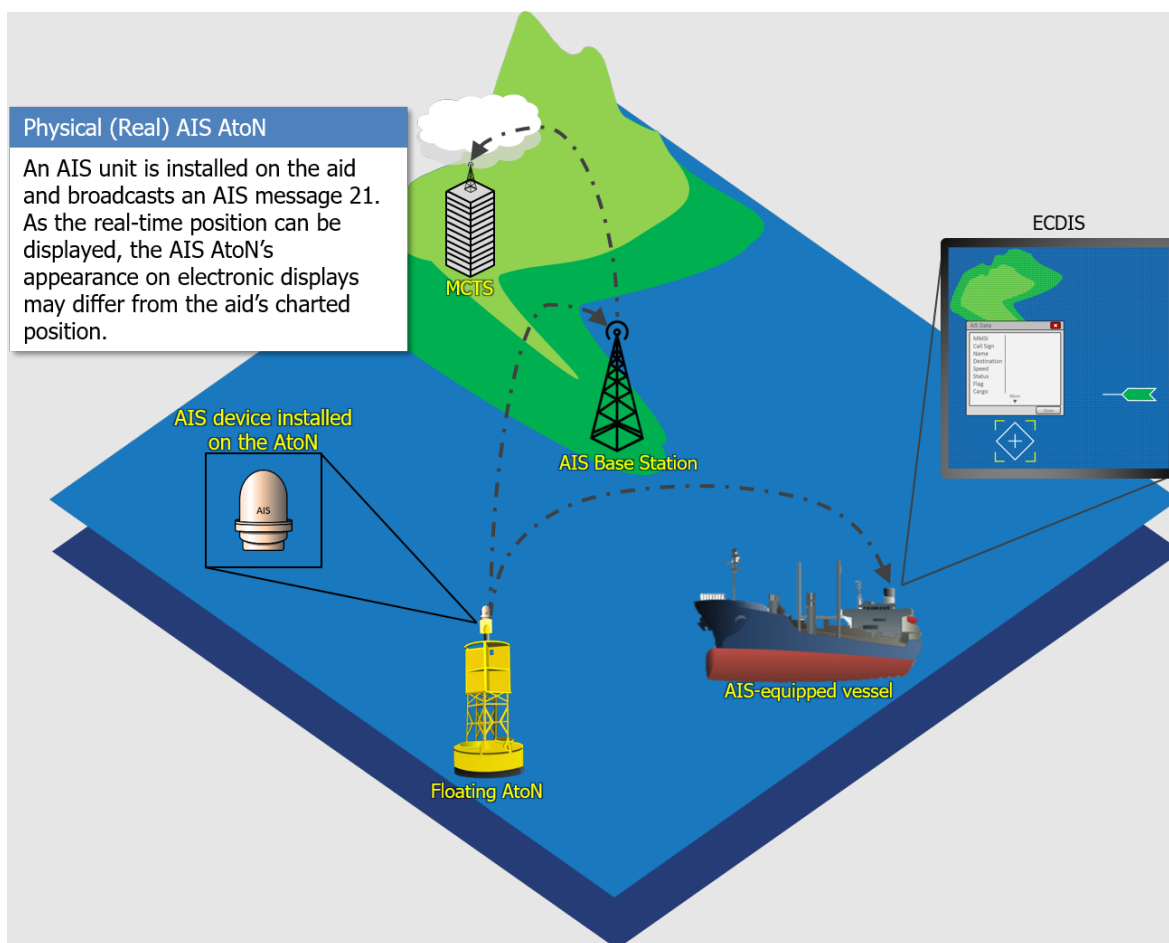
Reell (fysisk) AIS ATON er en navigasjonsstruktur for fysisk hjelp som en AIS-sender er utstyrt med, og som AIS-meldingstype 21²¹ kringkastes fra. En visualisering av konseptet med en reell AIS ATON er gitt av Figur A-1.

Det er flere fordeler med en reell AIS ATON. Den forbedrer situasjonsforståelsen under forhold med lav synlighet eller lav radardeteksjonssannsynlighet. Den kan hjelpe til med sikker navigering i soner med høy trafikk og utfyller andre markører i sensitive områder. Videre tillater en reell AIS ATON levering av service utenfor et AIS-basennettverk og gjør det i tillegg mulig for sjøfolkene å kryssjekke ulike informasjonskilder (visuell deteksjon, radardeteksjon og AIS-signaler).

Det er imidlertid også noen begrensninger med en ekte AIS ATON. Ved å være et fysisk objekt, er det noen pålitelighetsproblemer som må forventes, for eksempel strømforbruk, utstyrssvikt og signalforstyrrelser. Videre øker det kostnadene ved vedlikehold.

²⁰ <https://nauticalcharts.noaa.gov/publications/portrayal-of-ais-aids-to-navigation.html>

²¹ AIS message 21 is transmitted by AIS ATONs and include position and status report for aids-to-navigation

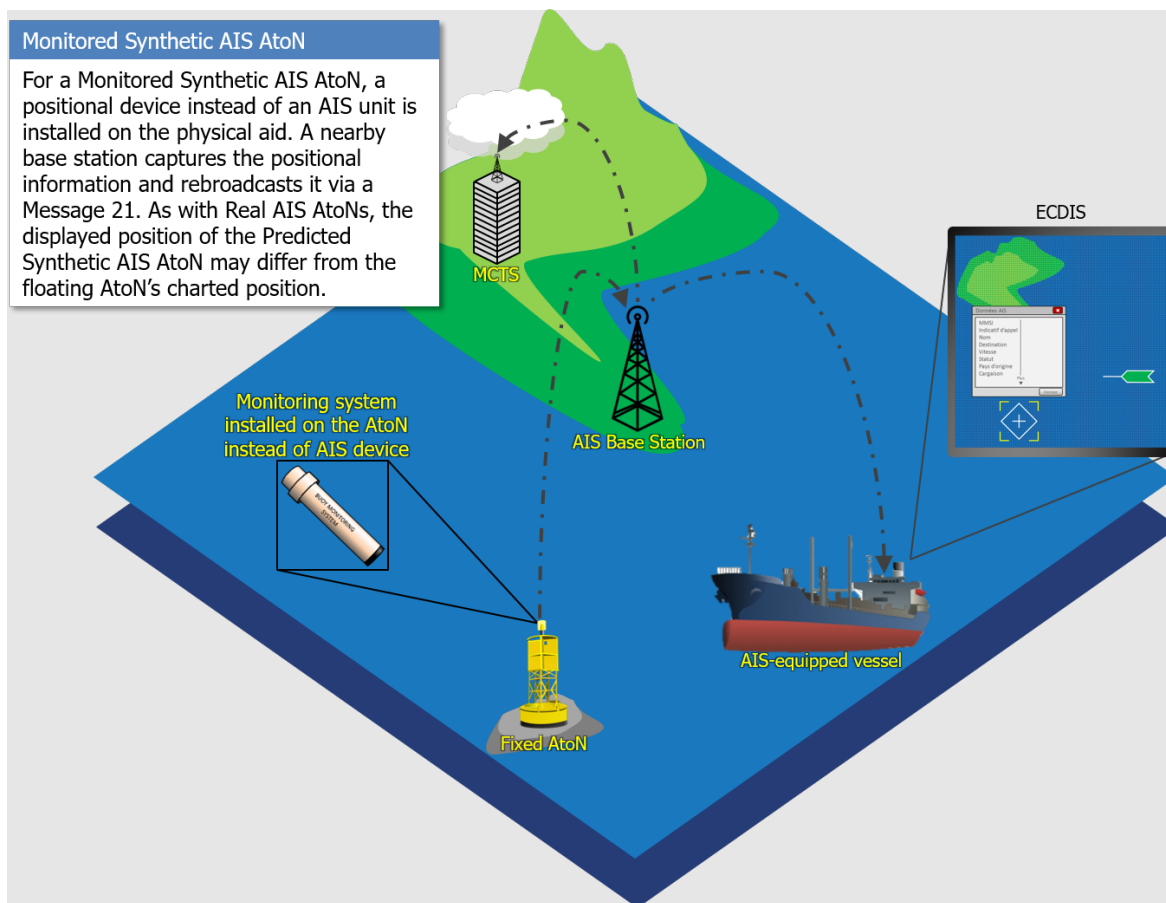


Figur A-1 Reell AIS ATON /5/

Syntetisk AIS ATON er et fysisk hjelpemiddel for et objekt til navigasjon, uten AIS-sender, der AIS-meldingstype 21 kringkastes fra et annet (vanligvis landbasert) sted. Det er med andre ord en fysisk struktur der en posisjonsenhet installeres i stedet for en AIS-enhet. Det finnes to typer syntetiske AIS ATONer: *overvåket* og *anslåtte* syntetisk AIS ATON. Et konsept av syntetisk AIS ATON er gitt av Figur A-2.

Den overvåkede AIS ATON ligner på å installere en AIS-transponder på et objekt, for eksempel en bøye eller en fast stang. En posisjonsenhet (GNSS) kobles til et kommunikasjonssystem som overfører informasjonen til en AIS-basestasjon hvor AIS meldingstype 21 sendes fra. Gitt at objektets posisjon er kjent i sanntid, kan en overvåket syntetisk AIS ATON brukes på både flytende og faste innretninger.

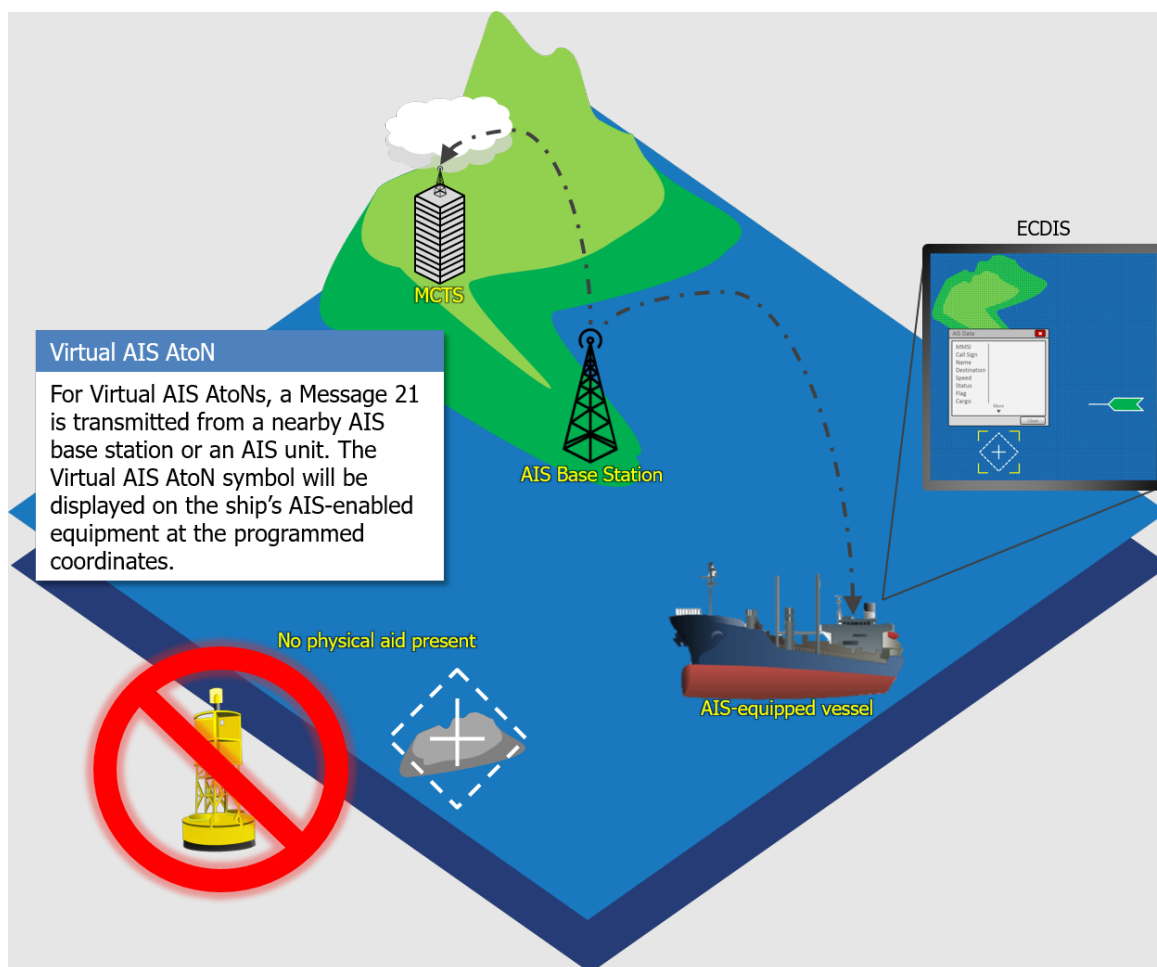
Den anslåtte AIS ATON fungerer på samme måte, den eneste forskjellen er at verken posisjonen eller statusen til ATON overvåkes, derfor foretrekkes det på en installasjon som et fyrårn. Den syntetiske AIS ATON har en fordel sammenlignet med en ekte AIS ATON-enhet, da den bruker mindre strøm, gir bedre rekkevidde, er lettere å kontrollere og er rimeligere.



Figur A-2 Syntetisk AIS ATON /5/

Virtuell AIS ATON er et hjelpemiddel til navigasjon uten fysisk struktur av seg selv, sett av Figur A-3. Den eksisterer bare gjennom AIS-meldinger som kringkastes fra en annen lokasjon. Eksempler på bruk av virtuelle ATONer inkluderer tilfeller der bøyer flyttes sesongmessig, for eksempel i sjøis, eller hvor en markør må plasseres raskt, for eksempel for å markere en nylig identifisert isolert fare eller et skipsvrak. Overføringssignalet for en virtuell AIS ATON kan enten være fra en AIS-basestasjon eller en ekte AIS ATON-enhet. Hvis feltet er utenfor basestasjonsdekningen, må man installere minst én ekte AIS ATON.

Virtuelle ATONer er et ganske nytt konsept, men har blitt brukt i USA til å kringkaste vær- og sjøstatsinformasjon, samt informasjon om hvalmigrasjon. En annen anvendelse er å bruke virtuelle AIS ATONer for å varsle fartøy som senker farten eller holder på å forankre i rørledningsområder. Et AIS-basert virtuelt ATON-nettverk kan opprette virtuelle rørledningsmarkører for å signalisere fartøy som nærmer seg. AIS-adresserte meldinger kan sendes direkte fra basestasjonen til fartøyenes broer, og advare dem om ikke å slippe anker, og sendes til fartøyets eier.



Figur A-3 Virtuell AIS ATON /5/

AIS-ATON som overvåkingsverktøy

AIS-ATON er primært ikke for overvåking, men et nyttig verktøy for kollisjonsunngåelse ved å øke situasjonsforståelse til fartøy som seiler i områder med petroleumsvirksomhet. For eksempel kan foreløpig utildekkede/ubeskyttede rørledninger under konstruksjon markeres slik at man informerer trålere om faren ved å tråle over disse. Meldingene vil sendes automatisk til fartøy i området, noe som sikrer at man ikke er avhengig av en operatør eller vaktbåt. AIS ATON kan brukes til å sende og lagre informasjon fra AIS-meldinger som blir sent i områdene som AIS ATON dekker.

Dersom AIS ATON brukes mye kan det oppleves mer som støy ved at mannskap får for mye informasjon, og aktører som har vært intervjuet mener man bør være restriktive i bruken av disse. Videre, da man samler inn AIS-data, vil i stor grad de samme svakhetene som gjelder for AIS også gjelde for data samlet inn ved hjelp av AIS ATON.

APPENDIX B

Intervjuguide

Intervju med AKTØR

DATO gjennomførte DNV et intervju **STED** med **AKTØR**.

1 BAKGRUNN OG KORT OM PROSJEKTET

Prosjektets formål er å øke kompetansen i næringen om risikoforhold og tilstand knyttet til havovervåking, samt å øke robustheten og dermed redusere sannsynligheten for feil-, fare- og ulykkessituasjoner knyttet til havovervåking.

DNV vil, blant annet gjennom intervjuer med relevante aktører, samordne og presentere data og dokumentasjon om risikoforhold og tilstandsbeskrivelse knyttet til havovervåking, belyse relevante risikoforhold relatert til radar- og AIS-installasjoner brukt i forbindelse med havovervåking rundt petroleumsinnretninger, identifisere eventuelle forbedringer som kan bidra til å øke robustheten knyttet til havovervåking, bruk av ny teknologi og vurdere hvorvidt dagens regelverk er godt nok og eventuelt gi forslag til endringer i regelverket.

2 DELTAGERE

2.1 Deltagere AKTØR

Navn	Stiling	Selskap/Enhet	Epost

2.2 Deltagere prosjektteamet

Navn	Stiling	Selskap	Epost
		DNV	
		DNV	
		DNV	
		DNV	

3 KONFEDENSIALITET KONFIDENSIALITET

Konfidensialitetsprinsippene nedenfor gjelder for alle aktører som bidrar med informasjon og data til prosjektet.

- DNV-rapporten som leveres fra prosjektet vil bli gradert som åpen. Derfor kan rapporten (fulltekst) publiseres eller distribueres uten begrensninger.
- Rapporten vil inneholde generelle resultater uten å avsløre de spesifikke selskapene eller personene som gir informasjonen. All informasjon, enten gitt gjennom rapporter eller intervjuer, vil bli behandlet konfidensielt og anonymisert i rapporten.
- Under utarbeidelsen av utkastet til rapport, vil selskapene og deltagerne som bidrar med informasjon få mulighet til å forhåndslese og godkjenne deler av rapporten som benytter informasjon gitt av det aktuelle selskapet.
- Konfidensielle dokumenter mottatt fra selskapene som deltar i studien, for eksempel relatert til funksjon av teknologi, ulykkesstatistikk og granskingsrapporter vil bli lagret i en låst prosjektmappe der bare prosjektmedlemmene får tilgang. Informasjonen vil ikke bli gjort tilgjengelig eller utlevert til uautoriserte personer.
- Konfidensielle dokumenter vil bli slettet ett år etter prosjektets slutt.
- Dersom noen av dokumentene som deles med DNV skal behandles konfidensielt og dermed bare være tilgjengelig for DNV-prosjektteammedlemmene bør DNV varsles om dette når dokumentene oversendes/overleveres.
- Hvis det mottas papirkopier av dokumenter som ikke er åpent tilgjengelige, lagres disse i et låst skap som bare prosjektmedlemmene har tilgang til. Papirkopiene vil bli makulert ett år etter prosjektets slutt.
- Konfidensielle dokumenter mottatt på e-post vil bli lagret i den låste prosjektmappen og slettet fra e-posten.
- Konfidensielle dokumenter som mottas, skal ikke lagres på bærbare lagringsmedier.
- All informasjon gitt i intervjuene vil bli behandlet konfidensielt, og det vil ikke være mulig å spore informasjon gitt tilbake til bestemte personer eller selskap.
- Sitater fra intervjuer kan brukes til å fremheve eksempler, men uten henvisning til opprinnelseskilden.
- Alle teammedlemmer vil få informasjon om konfidensialitetsprinsippene som er skissert for prosjektet (dette dokumentet).

I tillegg gjelder naturligvis også DNV sine retningslinjer for behandling av konfidensiell informasjon og IT-sikkerhet.

4 DEFINISJONER OG FORKORTELSER

AIS – Automatisk identifikasjonssystem

AIS-data: Data som kommer fra AIS og er sammenstilt og behandlet for visualiseringer og analyse

Radar – Magnetron og Solid State

CPA – Closest Point of Approach

TCPA – Time to Closest Point of Approach

YK – Ytelseskrav

SART – Search and Rescue Radar Transponder

PLB – Personlig nødpeilesender (PLB - Personal Locator Beacon)

5 INTERVJUGUIDE

1. Generelle spørsmål om havovervåking og robusthet i overvåkingssystemene		
1.1	Hva er AKTØRENS rolle eller interesser innenfor overvåking av: <ul style="list-style-type: none"> - Skip - Andre objekter som slep, isfjell og lignende 	
1.2	Hvilke teknologier utvikles eller brukes for havovervåking hos dere i dag?	
1.3	Hvilke styrker og svakheter ser AKTØREN ved dagens løsninger for havovervåking?	
1.4	Hvordan har utviklingen av havovervåking og robustheten vært de siste årene?	
1.5	På et generelt grunnlag, er nedetid ved vedlikehold av de ulike overvåkingssystemene utfordrende? <ul style="list-style-type: none"> i) Ved preventivt/planlagt vedlikehold? ii) Ved korrektivt/ikke planlagt vedlikehold? iii) Annen nedetid? 	
1.6	Hvilke teknologiske utviklinger (generelt) for havovervåking ser AKTØREN for seg: <ul style="list-style-type: none"> i) I dag? ii) På kort sikt (1-3 år)? iii) På mellomlang sikt (3-10 år) iv) På lang sikt (10-30 år) 	

1.7	<p>Regelverk:</p> <p>Er dagens regelverk er godt nok sett i lys av de systemer og tjenester som er tilgjengelige for overvåking?</p> <p>Hvilke forsag til endringer vil dere gjerne se?</p> <p>Opplevs kravene i regelverket å bidra til å ta i bruk bedre og mer robuste teknologier. F.eks. er det spesifikke krav som favoriserer styrkene (og «overser» svakhetene) i eksisterende teknologier og dermed er til hinder for å ta i bruk forbedrede systemer?</p>	
1.8	<p>Kompetanse, opplæring og trening:</p> <p>Hvilken kompetanse har personellet som har ansvar for havovervåkingssystemet?</p> <p>Hvilke krav stilles til personell som har ansvar for vedlikehold av systemene som brukes for overvåking?</p> <p>Hvordan foregår opplæring av personell som skal benytte overvåkingssystemene? For eksempel gjennom kurs eller øvelser?</p> <p>Har dere noen operasjonelle og organisatoriske ytelseskrav til overvåkingssystemene i dag? Hvis ja, blir disse verifisert?</p>	
1.9	<p>Hvilke farer er knyttet til IKT-sikkerhet i forbindelse med havovervåkingssystemet og bortfallet av varslingen?</p>	
1.10	<p>Hvilke farer påvirkes av overvåkingssystemet, kan det f.eks. være en tennkilde?</p>	

1.11	Har dere noen tekniske ytelseskrav til overvåkingssystemene i dag? Hvis ja, blir disse verifisert?	
------	--	--

2. Radarteknologi (Hvis relevant)

2.1	Benytter dere radar i dag? Hvis ja, hva slags: - Magnetron? - Solid state? Hvis nei, hvorfor ikke? Hvilke vurderinger/ begrunnelse ligger bak valgt teknologi?	
2.2	Hvordan benyttes radaren(e) i dag?	
2.3	Til vanlig, er oppløsningen/dekningen på radaren god nok til å utføre deres oppgaver?	
2.4	Har dere utfordringer med skilleevne i: - Avstand - Peiling - CPA - TCPA	
2.5	Benyttes automatiske anticlutter funksjoner for sjø og nedbør? Hvis ja, opplever dere å miste viktig informasjon?	
2.6	Hvordan er dekningen ved: - Forskjellige sjøtilstander? - Nedbør? - Atmosfæriske forstyrrelser	
2.7	Hva er kritisk nedetid for radarsystemer?	
2.8	Hva er reparasjonstiden ved magnetronbytte:	

	<p>1. Planlagt</p> <p>2. Forefallende</p>	
2.9	<p>Har dere utfordringer med plassering av radarantennene pga utsendt energi fra radar?</p> <p>Er det blindsoner i deres trafikkovervåking?</p> <p>Utfordringer med "speiling"?</p>	
2.10	Får dere AIS symboler på radardisplayet?	
2.11	Er det krav til AIS sender- og mottaker på AKTØRENS innretninger? (Klasse A eller B?)	

3. AIS (Hvis relevant)

3.1	<p>Benytter dere AIS-data i dag? Hvis ja, hva slags:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kyst- eller innretningsbaserte basestasjoner? - Satellitter? <p>Hvis nei, hvorfor ikke?</p>	
3.2	Hvordan benyttes AIS-data i dag?	
3.3	Til vanlig, er oppløsningen/dekningen på AIS god nok til å utføre deres oppgaver?	
3.4	Hvordan er dagens lovverk utformet med tanke på havovervåking med AIS?	
3.5	Hvor ofte opplever dere feil med AIS-data? Typiske feil kan være kan meldingsmetning, spoofing, defekte eller avslåtte transpondere eller unøyaktigheter i rapportert posisjon	
	Hvilke analysemetoder brukes med AIS-data?	

3.6	Hva er kritisk tid uten tilgang til AIS-data?	
3.7	Er det krav og/eller vurderinger knyttet til bruk av SART/AIS/PLB for personell som arbeider over sjø eller MOB-mannskap, personell på forsynings- og beredskapsfartøy m.m.?	

4. Andre overvåkingsteknologier

4.1	Jobber dere for tiden med eller ser dere på implementering av andre overvåkingsteknologier?	
4.2	Hvilke roller ser dere at alternative overvåkingsteknologier kan fylle?	
4.3	Hvordan ser dere for dere at alternative overvåkingsteknologier kan benyttes sammen?	
4.4	Har dere sett på følgende overvåkingsteknologier, og hvis ja, hvorfor vurderes disse? <ul style="list-style-type: none"> - Syntetisk apertur radar (SAR) - Navigasjonsradardetektor (NRD) - VHF Data Exchange System (VDES) - Light Detection and Ranging (LIDAR) - Optiske satellitter 	
4.5	Finnes det andre overvåkingsteknologier dere har vurdert å bruke eller bruker?	

5. Andre spørsmål (dersom tid)		
5.1	Sannsynlighetsreducerende effekter, hvordan kan bedre robusthet i havovervåkingen bidra til å unngå ulykker og skader?	
5.2	Konsekvensreducerende effekter, hvordan kan bedre robusthet i havovervåkingen bidra til å begrense tap og skader?	
5.3	I hvilken grad oppleves de øvrige ledd i kjeden frem til avverging av kollisjon å være i stand til suksessfullt å utføre sine oppdrag, og hva oppleves som svakeste ledd i kjeden?	
5.4	<p>Har AKTØR anledning til å dele relevante studier eller dokumenter? Dette kan for eksempel være:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dekningsstudier • Studier om bruk av ny teknologi • Vedlikeholdsstatistikk, nedetid, forhold knyttet til trafikkovervåking registrert i avviks- og/eller hendelsesoppfølgingssystemet <p>All dokumentasjon vil behandles med konfidensialitetsprinsippene gitt tidligere i dokumentet.</p>	





Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.