

# SIRAGRUNNEN VINDPARK

Sokndal og Flekkefjord kommuner



Konsekvensutredning for  
navigasjonsforhold og skipstrafikk

# **Vurdering og simulering av navigasjonsforhold og skipstrafikk ved vindmølleparken på Siragrunnen**

**Av**

***Norvald Kjerstad  
Professor, Nautical Science***

Versjon: 1.2  
Dato : 19.01.2009

# Innhold

Side:

## Introduksjon

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Navigasjon og navigasjonsforhold .....                                      | 3  |
| 1.1 Skipstrafikk i farledene .....                                            | 4  |
| 1.1.1 Trafikk til havnene innenfor Siragrunnen .....                          | 5  |
| 1.2 Trafikk knyttet til fiskeri, rekreasjon og høsting .....                  | 5  |
| 1.3 Ankring i eller ved vindmølleparken .....                                 | 6  |
| 2 Navigasjonssystemer og infrastruktur .....                                  | 9  |
| 2.1 Nautisk kartgrunnlag og losbeskrivelse .....                              | 9  |
| 2.2 Maritime radionavigasjonssystemer .....                                   | 10 |
| 2.2.1 Satellitnavigasjonssystemer (GNSS) .....                                | 10 |
| 2.2.2 Andre radionavigasjonssystemer .....                                    | 11 |
| 2.3 Radar .....                                                               | 11 |
| 2.4 Automatisk Identifikasjonssystem (AIS) .....                              | 12 |
| 2.5 Fyrlykter og andre visuelle seilingsmerker .....                          | 14 |
| 2.5.1 Mulige konflikter med visuelle navigasjonsmerker .....                  | 15 |
| 2.6 Maritime kommunikasjonssystemer .....                                     | 16 |
| 3 Søk og redning .....                                                        | 17 |
| 3.1 Tilgjengelige resurser og responstider .....                              | 17 |
| 3.2 Søk og redning med helikopter .....                                       | 18 |
| 3.3 Søk og redning med skip .....                                             | 19 |
| 4 Simulering og visualisering av navigasjon .....                             | 19 |
| 4.1 Simuleringsfasilitet og databaser ved Høgskolen i Ålesund .....           | 20 |
| 4.2 Simulerte scenarier .....                                                 | 21 |
| 4.3 Metodikk for videre arbeid .....                                          | 24 |
| 5 Konklusjon .....                                                            | 25 |
| Forkortelser .....                                                            | 26 |
| Referanseliste .....                                                          | 26 |
| Vedlegg: CD med videofiler fra opptak under simuleringer ( i lomme på omslag) |    |

## Introduksjon

I forbindelse med konsesjonssøknad til etablering av vindmølleparker på Siragrunnen utenfor kommunene Sokndal og Flekkefjord, fikk Høgskolen i Ålesund i oppdrag å utrede konsekvensene en slik etablering vil ha for skipsfarten og navigasjon i området. Utredningen er basert på tilgjengelig informasjon om foreløpige plasseringer av møller (Siragrunnen, 2007) og opplysninger om kabling gitt av Jøsok Prosjekt. Eventuelle mangler og svakheter i tilgjengelig informasjon vil være beskrevet i kapitlene hvor dette er relevant. Under utarbeidelsen av rapporten er det tatt kontakt med flere lokale interessegrupper for å kunne gjøre en fullstendig kartlegging av aktiviteten i de forskjellige felt. Dette var personer som representerte fiskeri, sjøfart og kartlegging. I tillegg har flere personer fra Kystverket bidratt med viktig informasjon. For å kunne evaluere vindmøllenes betydning for navigasjon under forskjellige forhold har skipsmanøversimulatoren ved Høgskolen i Ålesund (HiÅ) vært viktig, ikke minst som arena for idédugnader omkring introduksjon av vindmøller i nærheten av skipsleden. I den forbindelse rettes det stor takk til Kareen Brøker og Terje Slinning ved HiÅ som har bygget både 3D geografiske databaser, radardatabase og modell av vindmøller for real-time simulering.

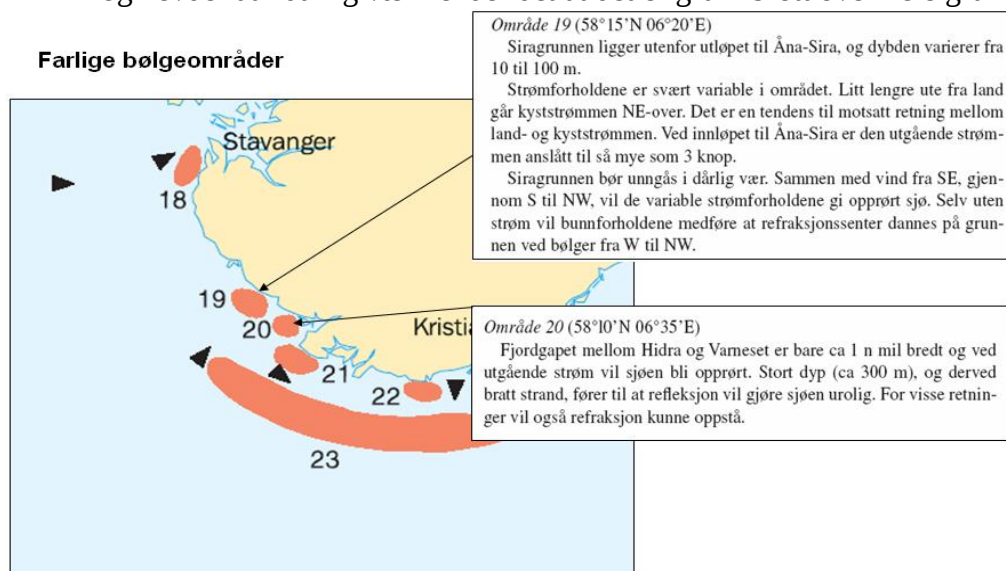
## 1 Navigasjon og navigasjonsforhold

Nøyaktige risikovurderinger og trafikkanalyser krever gode og omfattende data av all skipstrafikk (Kristiansen 2001, BMT 2005). Langs Norskekysten er det imidlertid fortsatt noe mangelfullt med denne type data, med unntak av noen få steder hvor det har vært etablerte trafikksentraler (VTS). Områdene som beskrives i denne rapporten er derfor intet unntak. Det er imidlertid en del data som sammen med kjentmannsbetraktninger kan sammenstilles til et ganske godt bilde av trafikken. Siden Kystverket i 2005 satte i drift sitt overvåkningssystem av skip med AIS (Automatic Identification System) har man hvor dette har dekning et godt bilde av hvor disse skipene seiler. Det er imidlertid kun såkalte "SOLAS-skip" og fiskefartøy over 45m som er pålagt å ha dette utstyret. Skip under 300 GT, mindre fiskefartøy, marinefartøy og lystfartøy er ikke pålagt å ha AIS. Det foreligger også forslag om at også mindre fartøy skal utstyres med noe enklere AIS utrustning, men dette er ikke endelig avklart. Den såkalte "Olex-databasen" er også ved en del sammenhenger blitt benyttet til visualisering av trafikkdata. Olex-databasen gir egentlig kun et bilde av hvor fartøy med Olex-kartplotter har seilt med ekkoloddet på. Systemet blir benyttet av en god del middels og større fiskefartøy, og kan derfor bidra med tilleggsinformasjon om hvor denne flåtegruppen seiler. Posisjoneringsnøyaktigheten på både Olex og AIS data vil være betinget av GPS nøyaktighet og brukerkompetanse. Trafikkvurderingene som er benyttet i rapporten vil være basert på "kvalifiserte antagelser" ut fra alle disse data, samt innspill fra kjentmenn. Loser, lokale navigatører, lokale fiskere er også intervjuet for å bygge opp et mest mulig komplett bilde av aktiviteten og begrensningene i området.

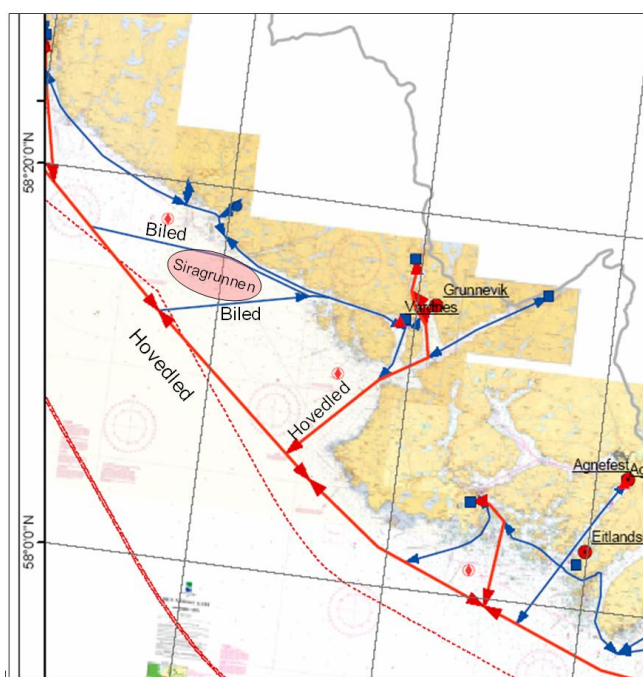
Farvannet hvor møllene er tenkt plassert er i sin helhet innenfor grunnlinjen og er betraktet som et godt område for fiske. Dybdene gjør at hele område er navigerbart for mindre båter. Plassering av møllene slik de fremgår i meldingen vil derfor måtte plasseres i områder hvor seilas med mindre fartøy kan finne sted uten fare for grunnstøting. På grunn av spesielt vanskelige strøm og bølgeforhold (fig. 1.1) foretrekker imidlertid de fleste å unngå Siragrunnen i dårlig vær (Statens Kartverk 2004 og 2005). Dette inkluderer også mindre fartøy og lystbåter. I Den Norske Los, bind 2b, som er den autoriserte seilingsbeskrivelsen for

området heter det: ”Strekningen mellom Hydra og Eigerøy er spesielt utsatt område pga mye strømsjø. Ved utløpet av Hydrasundet i W, vil det ofte være mye større bølger enn vindforholdene skulle tilsi. Ved utgående strøm og vind i mot samt overgangen fra dypt til grunt farvann, vil sjøene toppe seg og bli veldig urolig. Utenfor kysten, mellom Brufjellet og Knappane, strekker Siragrunnen seg ut fra landet til en avstand av ca 3 nautiske mil. Grunnen, som har størst utstrekning i WNW-ESE, ca 6 nautiske mil, må unngås i svært hav. Siragrunnen vil, med sitt grunne område, skape svært opprørt sjø når vind og strøm møtes. Se også i kapittel 1 om ”Beskrivelser av farlige områder. Ved seilas i området, vil det ofte være en fordel å seile lengre ute og på større dyp, for å unngå den værste strømsjøen. Man går S om hele Siragrunnen med Listaskaret lukket, og er fri W om grunnen med Ørslandsknuten over Vedåsen (lykten på Little Prestskjeret i rettviseende 024°) ”.... sitat slutt.

Skipstrafikken slik den er beskrevet i kap. 1.1. vil naturlig nok være preget av farvannskunnskapen slik den fremkommer i den Norske Los og i beskrivelsen av påbudte leder fra Kystverket (fig. 1.2). Lokale fiskere bekrefter det som er beskrevet i losbeskrivelsen og hevder at i dårlig vær hender det at det er grunnbrott over hele grunnen.



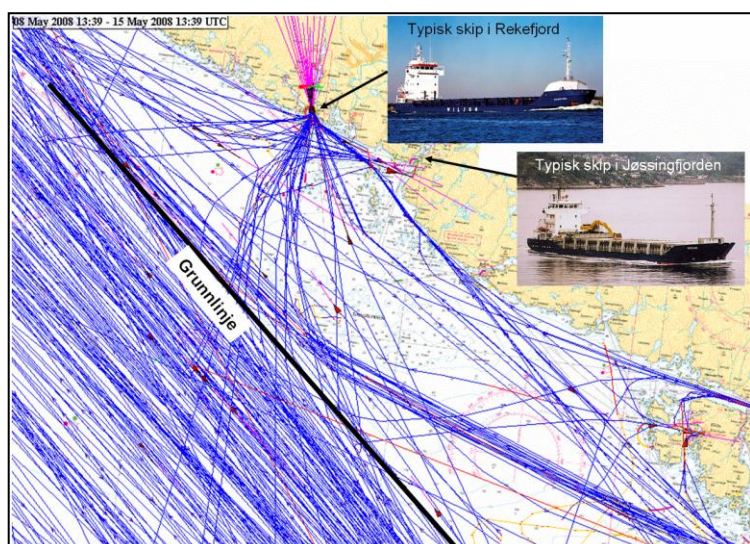
**Figur 1.1**  
**Områder som betraktes som farlige på grunn av vanskelige bølgeforhold og beskrivelsen av disse slik de fremstilles i Den Norske Los, bind nr. 1. (Statens Kartverk, 2004).**



**Figur 1.2**  
**Hovedleder og bileder ved Siragrunnen slik de er beskrevet av Kystverket.**

### 1.1 Skipstrafikk i farledene

På figur 1.2 er de definerte skipsledene omkring Siragrunnen vist. Fra figur 1.3 fremgår det at dette stort sett er i overensstemmelse med den faktiske skipstrafikken i området. Det er ingen rutegående trafikk i nærheten av området. Som det fremgår av figuren er det flere leder som benyttes av mindre fartøy som seiler ut/inn eller langs kysten. Den mest karakteristiske trafikken nært den foreslåtte vindmølleparken er trafikken av mindre bulkskip som trafikkerer Jøssingfjorden og ilmenittverket ved Titania a/s. Kaiene her er dimensjonert for å ta fartøy opptil 16,000dwt (fig. 1.3).



**Figur 1.3**  
**Observerte AIS-spor av skipstrafikk over en 2-ukes periode i mai 2008 viser typisk skipstrafikk ved Siragrunnen. Størstedelen av trafikken følger kysten utenfor grunnlinjen.**

På strekninger av ledene som grenser direkte opp mot den foreslåtte vindparken er det ikke registrert kollisjoner mellom skip. Det har imidlertid skjedd en del grunnstøtinger. For det meste er dette

bulkskip ved innseilingen til Rekefjord og Jøssingfjorden, samt mindre lystfartøy som har feilnavigert.

### 1.1.1 Trafikk til havnene innenfor Siragrunnen

Det er tre havner innefor Siragrunn. Dette er Rekefjord, Jøssingfjorden og Åna-Sira. Trafikken til Jøssingfjorden og Rekefjord er preget av bulktrafikken til bedriftene Rekefjord Stone og Titania, mens man til Åna-Sira kun er trafikk av noen mindre fiskebåter og lystbåter. De aller fleste av bulkbåtene er registrert i utlandet men opereres fra Norge. Eksakt statistikk og fordeling av trafikken er vanskelig å frembringe da AIS-systemet har mangelfull dekning nært land. Basert på intervju er det imidlertid mulig å dokumentere trafikken på en tilfredsstillende måte. For året 2008 var trafikken som følger:

#### Rekefjord

For året 2008 var det anløp av 300 bulkbåter ved Rekefjord Stone a/s. Lengden på disse ligger mellom 50 og 100m, og maksimal tonnasje er på ca. 4000GT. Et typisk slikt fartøy er vist på figur 1.3. I tillegg til bulkbåtene er det en viss trafikk av mindre fiskebåter og lystbåter, samt at en losbåt er stasjonert der.

#### Jøssingfjorden

For året 2008 var det anløp av 200 bulkbåter ved Titania a/s. Lengden på disse ligger typisk mellom 50 og 100m. Noen få er litt større og maksimal tonnasje er på ca. 19000GT. I 2008 ble det skipet ut ca. 950,000 tonn, hvilket gir en gjennomsnittstørrelse på ca. 4500 tonn. Et typisk slikt fartøy er vist på figur 1. I tillegg til bulkbåtene er det en viss trafikk av mindre fiskebåter og lystbåter.

#### Åna-Sira

Stedet anløpes ikke av større båter. Kun noen få mindre fiskefartøy og lystbåter anløper stedet.

## 1.2 Trafikk knyttet til fiskeri, rekreasjon og høsting

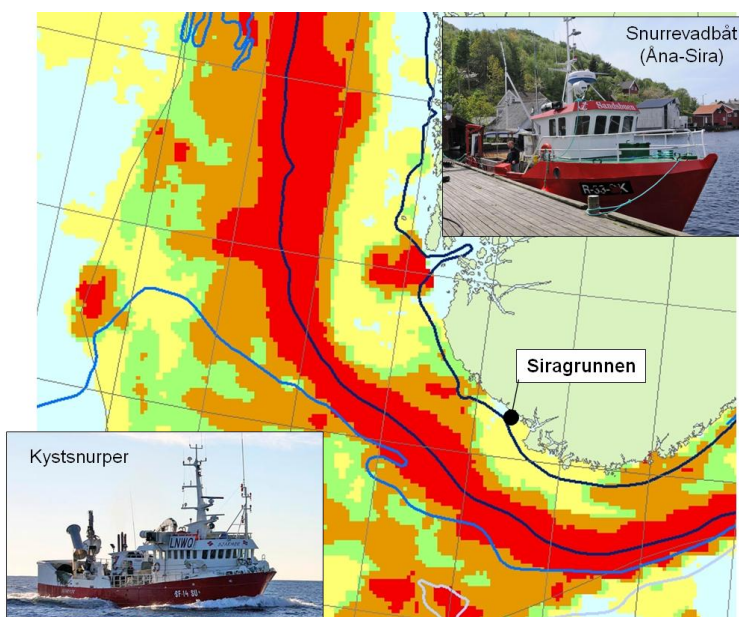
Deler av året er det en del fiskeri som avstedkommer en del trafikk av mindre båter (typisk 15 – 40 fot). Dette består i hovedsak av noen snurrevad- (fig. 1.5) og garnbåter som leverer fisken enten på Hidra eller i Egersund. Det er ellers en god del turistfiskeri (fig. 1.4) om sommeren og hummerfiske i deler av året når dette er lovlig. Ellers er den kommersielle fiskeriaktiviteten med havfiskeflåten i hovedsak lengre ute og på dypere vann (fig. 1.5). Det har imidlertid de siste årene blitt registrert sild som har vandret etter sitt gamle mønster helt syd til Siragrunnen. Dette har følgelig også trukket mindre kystsnurpere til området (fig. 1.5). Vindmøllene i seg selv vil ikke bety særlige begrensninger for navigering og manøvrering av mindre fiskebåter i sitt virke, forutsatt at aktiviteten tillates hvor det ligger kabler på bunnen og at mindre båter tillates ferdsel i nærheten av møllefundamentene. Det forutsettes da at møllene ikke er plassert på dypere vann en 30m. Om sommeren er det en del lystbåtrafikk i nærområdet til Siragrunnen, samt at det er en del som er på vei mellom Lista og Egersund. Mye av denne trafikken er organisert i konvoier mellom Hidra og Egersund og vil normalt følge leder utenfor eller innenfor selve Siragrunnen. Dette er for øvrig i tråd med tidligere beskrevne anbefalinger fra Den Norske Los. Mesteparten av denne aktiviteten vil finne sted i



dagslys og møllene antas ikke å ha noen negativ betydning på navigasjonssikkerheten til båtene. Området er ellers normalt for eksponert og værhardt for at ren lysttrafikk finner vegen ut i områdene hvor vindmølleparkene planlegges, med unntak av dager med svært godt vær (fig. 1.4).

**Figur 1.4**

*I sommersesongen domineres fiskeriene av fritidsfiskere. Her en båt med sportsfiskere midt på Siragrunnen (mai 2008).*

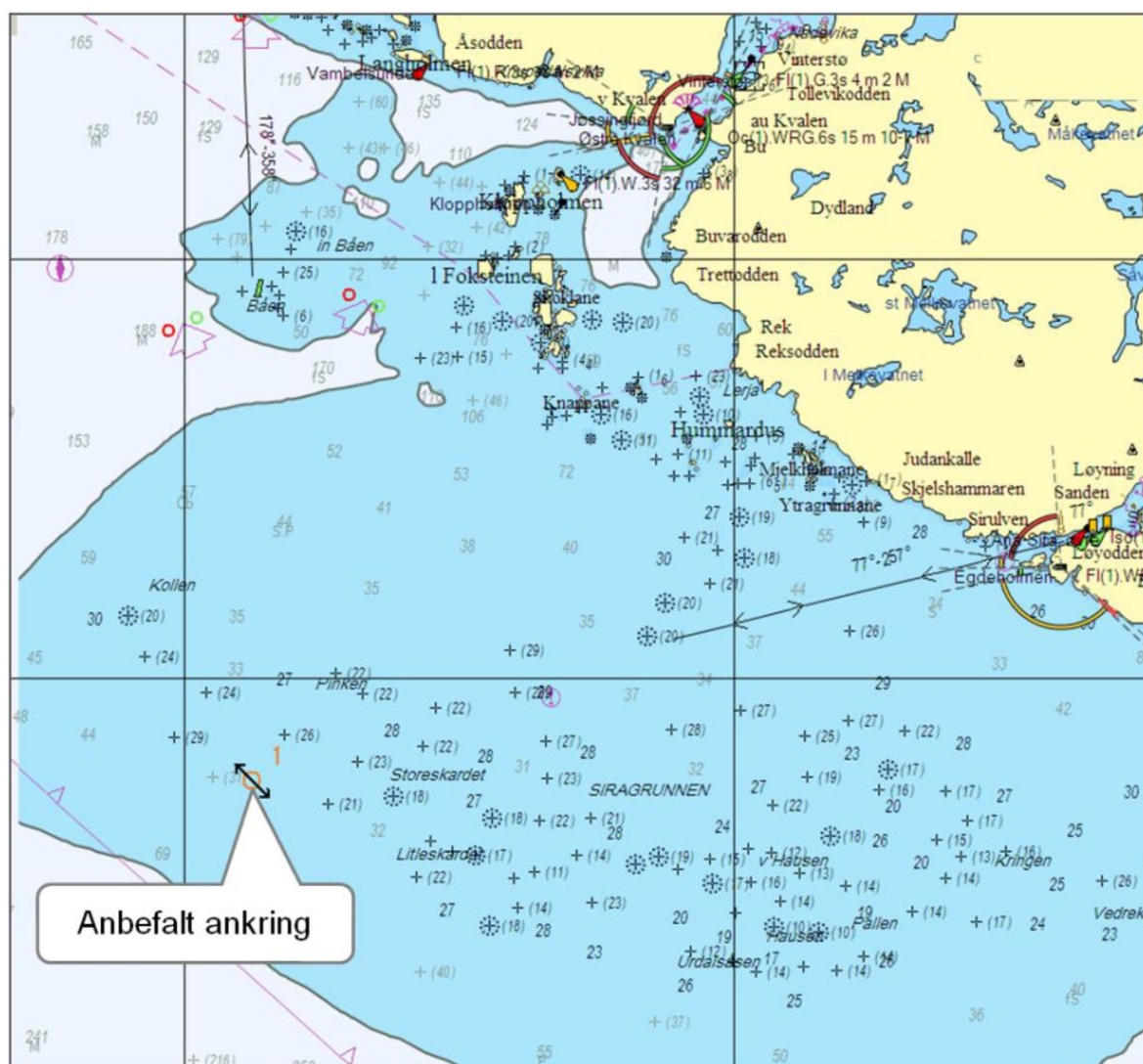


**Figur 1.5**

*Kartet viser fiskeriaktivitet utenfor Siragrunnen. Rødt indikerer høy aktivitet, lys blå og lys gul liten eller ingen aktivitet av større fartøy som er pålagt sporing. (Kilde: Fiskeridirektoratet).*

### 1.3 Ankring i eller ved vindmølleparken

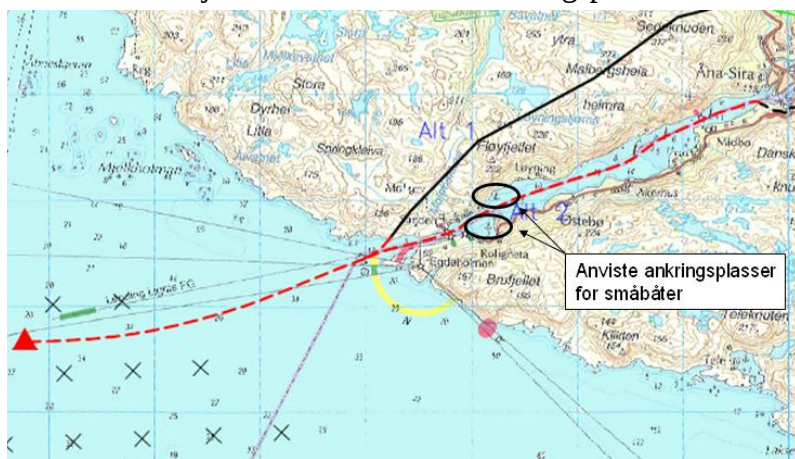
Undervannskabler vil i praksis beslaglegge areal hvor ankring ikke vil være mulig. Siden det stadig legges kabler og vannledninger i leder med skipstrafikk har det derfor i mange områder blitt et press på områder for rutinemessig ankring så vel som nødankring. Skal det legges nye kabler bør man derfor i størst mulig grad forsøke å samle disse i traseer sammen med andre kabler, samt unngå områder hvor det historisk har vært vanlig å ankre. Det hender at bulkbåtene som trafikkerer Jøssingfjorden og Rekefjord ankrer i vestkanten av Siragrunn i påvente av kaiplass og losing. Ankringen finner sted kun når det er godt vær. Det foreligger ingen statistikk over antall, men lokale losere antyder at tallet er under 10 pr. år. Ankringen som anbefales finner normalt sted i vestlige delen av Siragrunn i posisjon N58°15.5' – Ø006°15.6' på ca. 30m dyp (ref. fig. 1.6). Ankrede fartøy vil normalt kunne svaie noen få hundre meter omkring denne posisjonen, avhengig av dropp-punkt og strøm- / vindforhold. Med en vindmøllepark på grunnen vil denne aktiviteten måtte tilpasses plassering av møller og kabling da ankring av denne type fartøy ikke kan finne sted i nærheten av installasjoner. Det er ellers få andre områder i nærheten som egner seg til denne type ankring.



**Figur 1.6**

**Kartet viser posisjon i vestkanten av Siragrunn hvor ankring fra tid til annen finner sted i godt vær.**

For Siragrunnen planlegges kablene å legges i to alternative traseer inn mot Åna-Sira (fig. 1.7). I alternativ 2 vurderes sjøkabel helt frem til Åna-Sira hvor dybder og bunn vil kunne benyttes til ankring (fig. 1.7). Da det er begrenset mengde trafikk med større skip i områdene hvor traseen er tenkt vil konflikten i forhold til ankring ikke være stor. Det er likevel verd å merke at det i sjøkartene er anvist to ankringsplasser for mindre båter (fig. 1.7). Disse



anvisningene må vurderes fjernet hvis kabelen skal legges etter alternativ 2. I den autoriserte losbeskrivelsen for området heter det: ” Det kan ankres hvor som helst fra Sanden innover til Løyning, sandbunn. Mindre fartøyer ligger best i bukta ved Roligheta, S for Storneset, dybde 8 m, sandbunn; fortøyningsbøye.

**Figur 1.7**

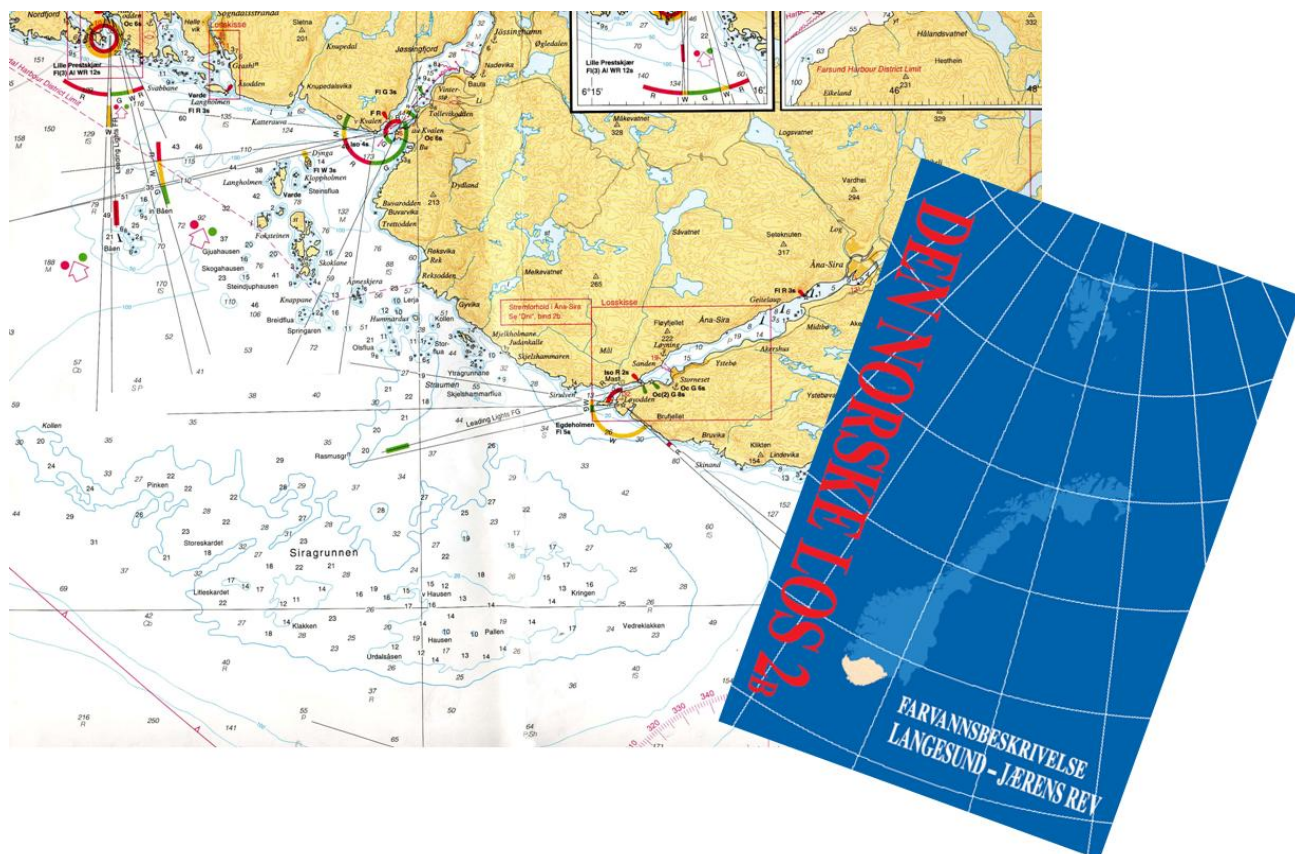
**Foreslått kabeltrase og anviste ankerplasser i Sjøkartet og losbeskrivelsene.**

## 2 Navigasjonssystemer og infrastruktur

Det er generelt sett godt utbygget infrastruktur med lys og flytende merker for å sikre skipstrafikken i området. Området er også kartlagt av Norges Sjøkartverk i nyere tid, og kartmaterialet vurderes som godt. I dette kapitlet vil navigasjonshjelpemidlene bli beskrevet hver for seg, og hvordan vindmølleparken vil kunne påvirke ytelse og egenskap.

### 2.1 Nautisk kartgrunnlag og losbeskrivelse

Siragrunnen dekkes av sjøkart nr. 12 (fig. 2.1), samt elektroniske sjøkart (ENC) som er autorisert av Norges Sjøkartverk. Norges Sjøkartverk startet nye måling i området i 1960 og nytt kart ble utgitt i 1974. Det er senere gjort en rekke oppdateringer inkludert nytt gradnett. På dagens versjon (utgitt 2007) av kart nr.12 er det tatt med målinger helt frem til 1990. Disse målingene er basert på linjelodding med enkeltstråle ekkolodd. Posisjoneringen har vært en kombinasjon av optiske og elektroniske metoder. På grunt vann er avstanden mellom linjene maks 25m, og med mellomlinjer for eksakt oppmåling av grunner. Oppmålingen er uttegnet på den hydrografiske originalen i M=1:20,000 som finnes i Sjøkartverkets arkiv, og som danner grunnlaget for editering av det ferdige sjøkartet i M=1:50,000. Det er det samme oppmålingsgrunnlag som er lagt til grunn for eksisterende elektroniske sjøkart.



**Figur 2.1**

**Autoriserte nautiske publikasjoner. Den Norske Los, bind 2b og utsnitt av sjøkart nr. 12 i området ved Siragrunnen (Statens Kartverk).**

Statens Kartverk ved Sjøkartverket utgir også seilingsbeskrivelsen *Den Norske Los*, hvis bind nr. 2b dekker dette området (fig. 2.1). Skip er pålagt å ha denne type informasjon oppdatert og tilgjengelig om bord. Ved en fremtidig utplassering av vindmøller er det ekstremt viktig at disse sammen med alle undervannskabler blir godt synlige i sjøkartet. Spesielle forhold omkring navigasjon bør også beskrives i kartet og i *Den Norske Los*. Under utbygging må oppdatert informasjon formidles via Etterretning for Sjøfarende som publiseres av Norges Sjøkartverk hver 14. dag.

## 2.2 Maritime radionavigasjonssystemer

### 2.2.1 Satellitnavigasjonssystemer (GNSS)

Satellitnavigasjonssystem er i dag et av de viktigste elektroniske hjelpemidler for navigasjon, enten som selvstendig system sammen med konvensjonelle kart, eller som informasjonsgiver til elektroniske kartsystem, AIS eller radarsystemer. Avanserte satellittsystemer har også fått stor utbredelse innen presisjonsposisjonering og oppmåling. Nye teknikker gjør også at satellittsystemene i økende grad også kan benyttes som kompass. Det er i dag det amerikanske GPS systemet som er mest utbredt, men det russiske GLONASS er også tilgjengelig, og ventes fullt utbygget som GPS omkring 2009. I tillegg er det europeiske Galileo systemet og det kinesiske Compass under utbygging og ventes operativt omkring 2012/13. Alle disse fire systemene har tilnærmet samme oppbygning og virker i hovedtrekk på samme måte. De går under fellesbetegnelsen Global Navigation Satellite Systems (GNSS). Videre finnes geostasjonære satellitter som sender støttesignaler til brukerne. Disse går under betegnelsen Satellite Based Augmentation System (SBAS), og vil på kysten av Rogaland og Vest Agder stå i omkring sydlig retning med en elevasjon på 12 – 24°.

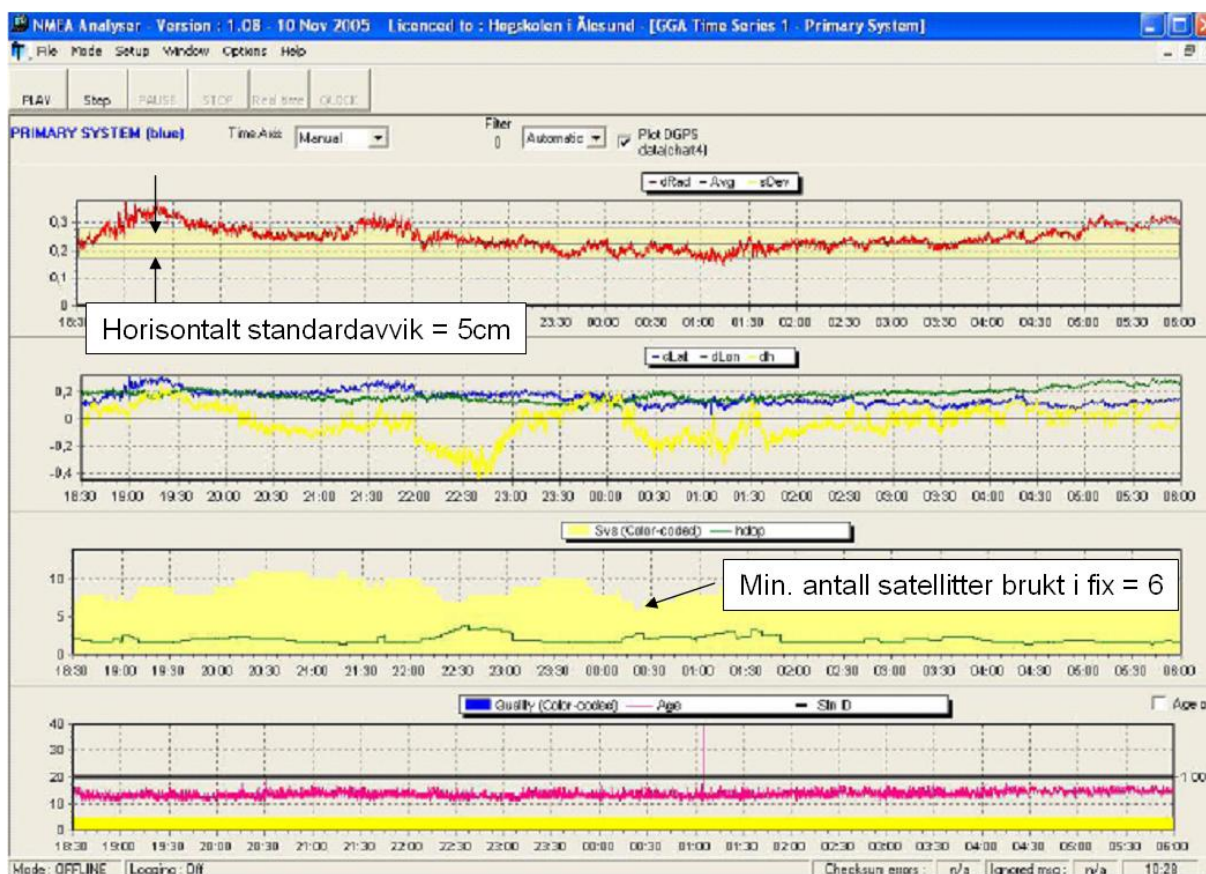
GNSS opererer etter to hovedprinsipp, kodemåling og fasemåling. Kodemålingen er prinsippet som benyttes i alle ”vanlige” mottagere for navigasjon og fartsmåling. Nøyaktigheten på denne type operasjon ligger omkring 10m (95%). Dette er en robust form for operasjon og det forventes ikke at vindmøller skal skape noen form for problem for denne type måling, så fremt antennen ikke plasseres kloss i møllefundament (Måsøval & Roaldsand, 2006) (fig. 2.2). Minsteavstand for problemfri operasjon vil avhenge av satellittkonstellasjon i øyeblikket, men kan typisk ligge på mindre enn 5m. Etter hvert som GLONASS, Galileo og Compass blir tilgjengelig vil denne grensen reduseres betydelig. Kodemåling er en mer avansert og sårbar målemetode som benyttes i vinkelmåling (for eksempel kompass) og innen posisjonering med 1-10cm nøyaktighet. Refleksjon av signaler fra nærliggende konstruksjoner kan skape problemer (multipath). For typiske skip som trafikkerer området vil man kunne forvente multipath problemer kloss i møllene. Denne avstanden vil kunne reduseres noe ved høyere antenneplassering og ved god kompetanse om systemenes begrensning. Praktiske målinger med høypresisjons GPS har imidlertid vist at man kan operere uproblematisk også med denne type utstyr helt inn til 5m fra mølletårnene (fig. 2.2).

SBAS signaler har til hensikt å forbedre kodemålingene slik at nøyaktigheten forbedres fra ca. 5 -10m (95%) til ca. 1 - 2m (95%), samt å bedre integriteten på systemene. For at man ikke skal motta signalet må møllefundamentet skygge for satellitten. Dette kan oppstå i en meget smal og ca. 200m lang sektor på nordsiden av tårnet.

Støttesignaler for å forbedre nøyaktighet og integritet til GNSS sendes også fra landbaserte stasjoner, som i Norge drives av Kystverket (Differensiell GPS / IALA-systemet). På Siragrunnen kan man forvente å ta mot disse lavfrekvente (ca. 300kHz) signaler fra stasjonene

på Lista (10nm unna) og / eller Utsira (77nm unna) uten forstyrrelse fra vindmøller eller fundament.

Mer detaljert informasjon om systemenes generelle ytelse og egenskaper kan studeres i ”Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer (Kjerstad 2008).



**Figur 2.2**

**Ytelsesdiagram og nøyaktighet på GPS målt 5m fra vindmøllefundament med Fugro HP mottager over 12timer (Måsøval & Roaldsand, 2006).**

## 2.2.2 Andre radionavigasjonssystemer

Selv om det i dag er GNSS systemene som er dominerende er det i området ved Siragrunnen dekning av det lavfrekvente (100kHz) navigasjonssystemet LORAN-C. Den lave frekvensen gjør imidlertid at man ikke kan forvente noen form for forstyrrelse fra vindmøller i nærheten.

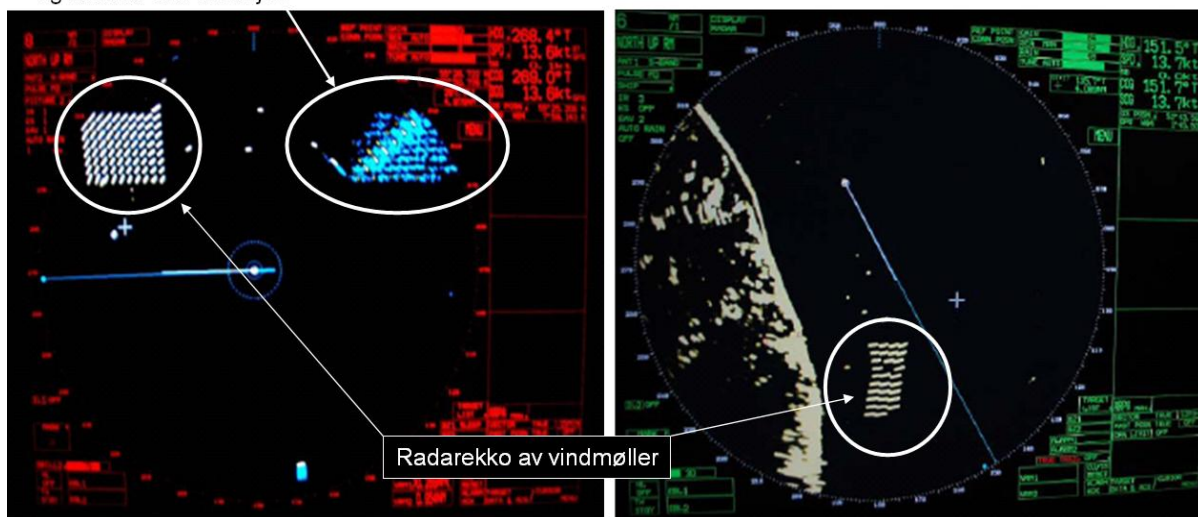
## 2.3 Radar

Ved seilas i eller i nærheten av urent farvann og langs kysten, slik tilfelle er ved Siragrunnen vil radaren være å betrakte som det viktigste navigasjonshjelpemidlet. Landkonturen på øyene innenfor Siragrunnen er til dels bratt og karakteristisk slik at stedfesting med radar er relativt enkelt. I tillegg vil radarnavigering i område være støttet av radarfyr (RACON) på Lista. Det er lite eller ingen forskjell i tidevannet som kan påvirke gjenkjenning av landkontur. Det er for øvrig i dag ingen faste mål på Siragrunnen som kan detekteres med radar.

En vindmølle vil ha et betydelig ”radartverrsnitt”, hvilket vil si at den lett kan identifiseres på en maritim radar. Dette er også ønskelig og viktig for at man både kan redusere faren for sammenstøt, samt lette radarnavigasjon og stedfesting. Bruk av ekko fra en vindmølle vil følgelig kunne bidra til en sikrere radarstedfesting enn om man skulle benytte en noe mer udefinerbar kystkontur. Eksempel på hvordan vindmølleparker kan fremstå på en maritim radar er vist på figur 2.3 og 4.4. Ved seilas svært nær et vindmølletårn kan man tenke seg at det vil kunne oppstå ”falske ekko” som følge av speileffekt fra møllene. Et slikt ”falsk ekko” vil fremtre som et svakt ekko av et reelt mål, men da presentert i feil peiling. I tillegg vil man nært møllene kunne oppleve at ekkoet blir dratt ut i en sektor på hver side av møllen. Dette har sammenheng med antennens vinkelopløsning og vil være mest fremtredende på små antenne som typisk benyttes av lystbåter.

Mer detaljert info vedrørende radartverrsnitt, refleksjonsegenskaper og strålingskarakteristikk kan studeres i Skolnik 1990, Vangen 2004, Vangen 2005 og Kjerstad 2008.

Falske ekko som følge av mye forsterkning  
og bruk av trail-funksjon



X-band radar brukt ved Horns Rev, Danmark

S-band Radar brukt ved Scroby Sands, UK

**Figur 2.3**

**Eksempel på presentasjon av vindmøller på en maritim radar.**

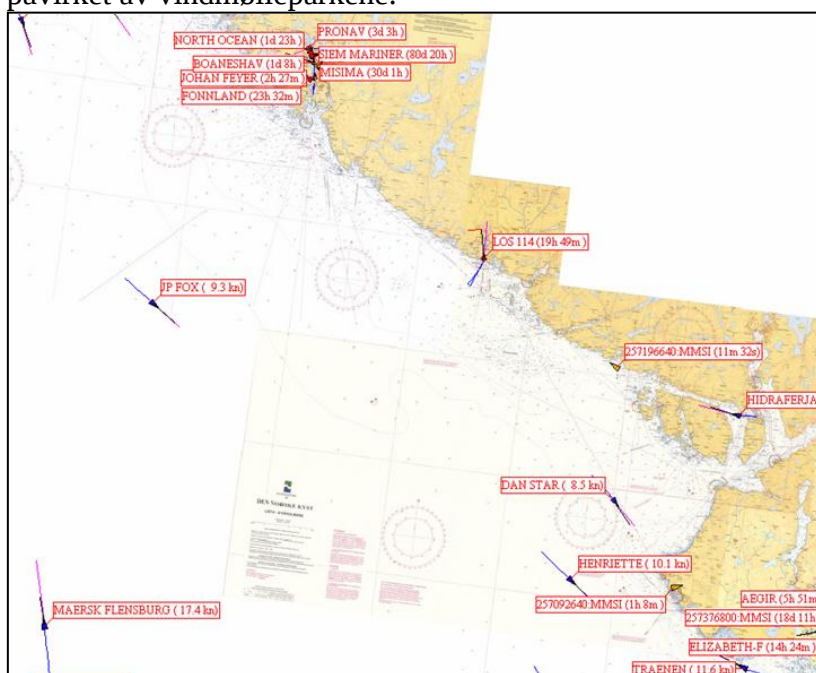
Når endelig mølleplassering er klarlagt bør det vurderes om vindmølleparken skal merkes med radartransponder (RACON) for å lette radarnavigasjon i området. Enkel tilgjengelighet med datanettverk gjør at man også burde vurdere å utplassere en fjernstyrt radar og meteorologiske sensorer som i fremtiden vil kunne bidra med nyttig informasjon til skipsfarten og kystadministrasjonen. Slik plassering av radar er bl.a. nyttet i Danmark for overvåkning og varsling.

## 2.4 Automatisk Identifikasjonssystem (AIS)

Automatic Identification System (AIS) er et system som relativt nylig er påbudt på alle skip over 300GT (”SOLAS-skip”), samt fiskefartøy over 45m. Systemet er basert på at alle disse skipene sender ut informasjon om sin posisjon (fra GPS), identitet, kurs, etc. på en dedikert VHF kanal. Andre skip vil dermed kunne motta denne informasjon innenfor en typisk VHF rekkevidde på ca. 25nm. Om bord i skipene vil AIS informasjon kunne presenteres både på det elektroniske kartet og på radarskjermen (figur 2.3). I tillegg til dette kan systemet benyttes til å sende tekstmeldinger til et gitt fartøy eller til alle fartøy innenfor rekkevidde (broadcast).

Innføringen av AIS var i utgangspunktet tenkt å være til hjelp som et antikollisjonssystem mellom skip, men i den senere tid har systemet blitt mer og mer benyttet i forbindelse med overvåkning av skipstrafikken. Som antikollisjonssystem på skip vil AIS ikke bli påvirket under seilas i nærheten av vindmølleparker.

For å overvåke skipstrafikken langs Norskekysten har Kystverket plassert 35 stasjoner langs kysten. På figur 2.4 er det vist dekningen utenfor Rogaland, hvor man kan se at Siragrunnen er godt dekket av systemets stasjoner på Lista og Eigerøy. De landbaserte AIS systemene har funksjonalitet som gjør det mulig å sende ut informasjon (AtoN) om forskjellige objekter. For eksempel kan man tenke seg at stasjonen kan sende informasjon om vindmøller, slik at disse kan vises på det elektroniske kartsystemet ombord. Systemets ytelse antas for øvrig ikke å bli påvirket av vindmølleparkene.



**Figur 2.3**  
*Eksempel på presentasjon av sanntid AIS-data i et kartsystem. Her vist situasjon ved Siragrunnen den 17. april 2008.*



**Figur 2.4**  
*Dekning av AIS overvåkning utenfor Rogaland og Vest Agder. Den grønne fargen indikerer forventet dekning (Kilde: Kystverket).*

## 2.5 Fyrlykter og andre visuelle seilingsmerker

For skip som kun seiler hovedleden utenfor grunnlinen vil merker i nærheten av Siragrunnen ha liten eller ingen betydning for sikkerheten. For båter som benytter området ved mølleparken til inn- eller utseiling mellom Sokndal og Hydra vil flere lykter være av betydning for sikkerheten ved seilas i mørke. Disse er:

- Hydrasundet lykt ca. 5nm fra, med rekkevidde 8.2nm og hvit sektor mot parken.
- Rossøy lykt ca. 3.5nm fra, med rekkevidde 9nm og rød sektor mot parken.
- Egdeholmen lykt ca. 1nm fra, med rekkevidde 10.7nm og hvit sektor mot parken.
- Østre Kvalen lykt ca. 2nm fra, rekkevidde 6.9nm og grøn sektor mot parken.
- Vester Kvalen lykt ca. 2nm fra, rekkevidde 5nm og rød, grønn og hvit sektor mot parken.
- Alterodden lykt ca. 3.5nm fra, rekkevidde 10.5nm og rød, grønn og hvit sektor mot parken.
- Lille Prestsjæret fyr, ca. 3.5nm fra, rekkevidde 11nm og rødt / hvitt lys mot parken.
- Overett (Åna-Sira) i retning 257° går gjennom parken. Ca. 1.5nm fra parken.
- Overett (Rekefjord) i retning 178° går gjennom parken. Ca. 4nm fra.

Lista Fyr er et stort kystfyr med 17nm rekkevidde som ligger ca. 10nm fra nærmeste mølle. Funksjonalitet og avstand vurderes slik at den ikke vil bli påvirket av møllene på Siragrunnen.

Det er ellers få andre faste eller flytende visuelle navigasjonsmerker i umiddelbar nærhet som vurderes å bli influert av parken.

### Skjermingsproblematikk

Et vindmøllefundament vil i mørke kunne tenkes å skjerme for fyrlykter som er nødvendig for sikker navigasjon ved Siragrunnen, og spesielt innseilingen til Jøssingfjorden. Tenker man seg et mølletårn med 6m diameter plassert 3nm fra en punklyskilde vil man få en teoretisk blindsektor på ca. 0.06°. Tenker vi oss et tilfelle hvor et skip seiler i leden rett utenfor grunnlinjen vil for eksempel blindsektoren fra Egdeholmen lykt der representere en maksimal distanse på 7-8m. I den maksimale rekkevidden for lykten vil blindsektoren kunne tenkes å representere en bredde på ca. 10-15m. I praksis vil lyskilden ha en større utbredelse enn et punkt og følgelig vil møllene ikke kunne betraktes å ha noen signifikant skjermingseffekt for seilas med større skip. For mindre skip med lav brohøyde som også kan tenkes å seile nærmere møllefundament vil blindsektoren kunne tenkes å bli noe større. Det er imidlertid heller ikke her snakk om sektorer som kan betraktes som så dominerende at de har noen betydning for sikker navigasjon. Disse betraktningene er også utprøvd og dokumentert i de forskjellige scenariene som er simulert (ref. kap. 4). I teorien kan det tenkes at rekke av møller kan plasseres på en slik måte at rekken samlet vil blokkere en noe større sektor. Slik møllene er plassert i modellen som ble benyttet i simuleringen ble dette ikke betraktet som noe problem for navigasjonssikkerheten.

For at seilasen skal kunne gjøres sikkert i kritiske leder bør hvite sektorene og overettmerker som er vist på figur 2.5 helst ikke dekkes av vindmøller. Dette har hovedsakelig med potensiell kollisjonsfare å gjøre, snarere enn problemer med skjerming av fyrlykter. For de mindre inn-/ utseilingsledene så trafikkeres disse i hovedsak av mindre fiskefartøy med lite

dypgående og god manøvreringsegenskap. Det vurderes derfor ikke som sikkerhetskritisk om vindmøller er plassert slik at lykter i smale sektorer kan bli skjermet i disse ledene.

### 2.5.1 Mulige konflikter med visuelle navigasjonsmerker

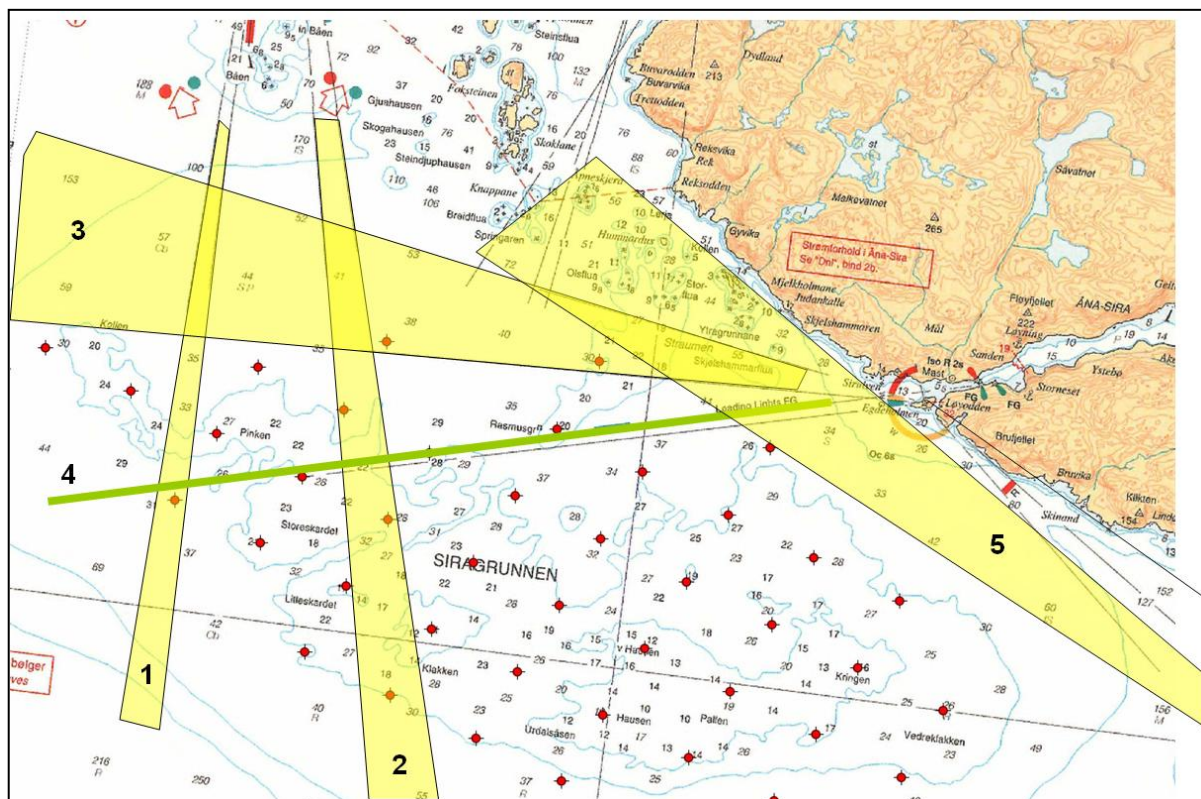
- Hidrasundet lykt. Ligger relativt langt fra parken og har til oppgave å sikre seilas inn i Hidrasundet. Parken vurderes ikke å ha betydning for funksjonaliteten.
- Rossøy lykt. Ligger relativt langt fra parken og har til oppgave å sikre seilassen forbi Hidra, samt bidra inn mot Kirkehavn. Parken vurderes ikke å ha betydning for funksjonaliteten.
- Egdeholmen lykt. Denne lykten vil ligge nært parken og funksjonaliteten i forhold til å sikre seilassen inn til Åna-Sira kan bli påvirket i negativ grad. Med en utbygging slik skissert i foreløpig mølleplassering bør lykten vurderes omskjermet for å lede båter forbi parken.
- Østre og Vestre Kvalen lykter. Lyktene ligger nært parken og har som funksjon å sikre seilassen fra syd og vest inn mot Jøssingfjorden og Rekefjorden. Her vil sektorene som skal sikre innseilingen fra syd bli negativt påvirket. Dette kan motvirkes ved at kun vestre innseiling benyttes eller at møllene plasseres slik at de ikke påvirker hvit sektor mot syd.
- Alterodden lykt. Lykten ligger ikke i parkens umiddelbare nærhet og har til funksjon å sikre seilassen inn til Rekefjord. Parken vurderes ikke å ha vesentlig betydning for funksjonaliteten, men sektorer (eller mølleplassering) bør justeres for å unngå konflikter.
- Lille Prestsjæret fyr. Fyret ligger godt synlig ved innseilingen til Rekefjord. Fyret er rundtlysende og veksler mellom hvitt og rødt lys. Funksjonen vurderes ikke å bli skadelidende av parken.
- Overett (Åna-Sira). Vil i likhet med Egdeholmen lykt bli negativt påvirket av parken. Ulempene kan reduseres ved at Egdeholmen lykt omskjerms eller ved at møllene trekkes noe lengre fra land.
- Overett (Rekefjord). Er ment å bidra til siste delen av innseilingen til Rekefjord. Parken vurderes ikke å ha noe negativ effekt på denne funksjonaliteten.

I betraktningen som er vist på figur 2.5 er det tatt utgangspunkt i foreløpig konfigurasjon med 40 møllere, samt at eventuell lysmerking av møllene ikke er bestemt. Som det fremgår av figuren er det i hovedsak fem potensielle konflikter:

- 1) Hvit sektor fra Alterodden lykt. Sektoren som fungerer som innseiling til Rekefjord, Sokndalsstranda og Jøssingfjorden vil treffe en av de vestligste møllene. Dette betraktes som uheldig. Løsningen kan enten være å fjerne møllen fra sektoren eller flytte sektoren slik at den faller vestenfor hele parken.
- 2) Hvit sektor fra Alterodden. I likhet med 1) vil denne sektoren treffe flere møller i den vestlige delen av parken. Dette vil ikke være en akseptabel løsning. Ved en utbygging bør denne sektoren fjernes ved at rød og grønn sektor utvides, snarere enn å forsøke å flytte møllene som skaper konflikt.
- 3) Hvit sektor på Egdeholmen lykt fungerer som innseiling til Åna-Sira, samt seilas langs land forbi Åna-Sira. Som det fremgår av figuren vil det bli konflikt med de to nordligste møllene. Ved den ene møllene er sektoren kun ca. 0.3nm. Dette betyr at møllene helst bør flyttes noe syd, snarere enn å lage sektoren smalere.
- 4) Overett merke/lys for innseiling til Åna-Sira. Her er det foreslåtte mølleplassering svært nær leden, men da lysene er å betrakte som et hjelpemiddel på siste delen av innseilingen

anses dette ikke som særlig kritisk, selv om det kunne være en fordel å plassere den nærmeste møllen en tanke lengre bort fra overett-leden.

5) Hvit sektor fra Rossøy lykt på Hidra er tenkt benyttet av fartøy som seiler langs landet utenfor Åna-Sira og innenfor Siragrunnen, samt til deler av innseilingen til Kirkehamn. Fra figur 2.5 ser vi at sektoren kommer kloss i en av de nordligste møllene utenfor Åna-Sira. Dette vurderes som noe ugunstig og det anbefales at møllen flyttes en tanke mot syd, snarere enn å redusere bredden på sektoren.



**Figur 2.5**

**Sektorer hvor møller på Siragrunnen kan komme i konflikt med viktige navigasjonsmerker (forutsatt dagens sektorer og karakteristik på lyktene).**

Det er imidlertid gode muligheter for å merke møllene med lys for å hjelpe skipsfarten i de aktuelle ledene. Når plasseringen av møllene er endelig bestemt vil man i samarbeid med Kystverket kunne legge opp til et merkeregime som vil kunne gjøre seilasen like trygg som hva tilfelle er i dag. I enkelte situasjoner kan det også med et slikt nytt regime tenkes at seilasen også kan bli enklere enn hva tilfelle er i dag. I så måte kan man tenke seg at lysene på enkelte møller helt kan erstatte enkelte eksisterende lykter eller merker. Dette vil være en omfattende og viktig jobb som ligger utenfor denne rapportens omfang.

## 2.6 Maritime kommunikasjonssystemer

Hele området hvor vindmølleparken er planlagt er innenfor GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) område A1, hvilket betyr at kommunikasjon er basert på minimum maritim VHF og tilhørende DSC utstyr. Det forventes ikke at vindmøllene skal påvirke ytelsen på dette systemet ved navigasjon i eller nærheten av vindmølleparken. Utstyr som går utover denne standarden, så som område A2, A3 og A4, forventes heller ikke å bli påvirket. Unntaket vil kunne være satellittkommunikasjonsutstyr som opereres kloss i

mølletårn, som i enkelte tilfelle kan tenkes å skygge for satellitten. Begrensningen vil være helt marginal og ha samme karakter som skissert for SBAS i kap. 2.2.1.

Selv om mobiltelefon ikke inngår i skipenes pålagte sikkerhetsutrustning vil mange skip i dag benytte dette til vanlig kommunikasjon med land i dag. Det er i dag full dekning for mobiltelefon i det aktuelle området, men ytelsen ansees som upåvirket av vindmøllene med mindre operasjon pågår kloss inntil et vindmølletårn som skygger for basestasjonen for telefonnettverket.

### 3 Søk og redning

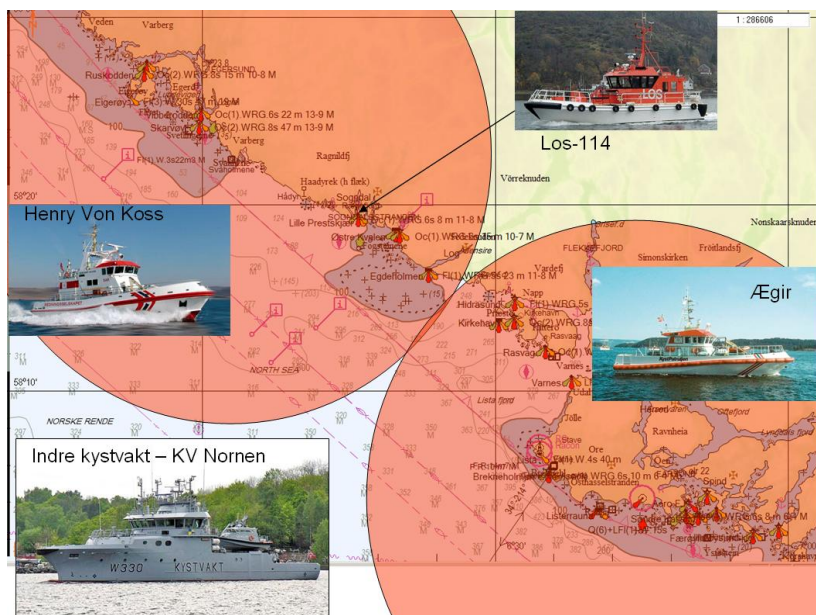
Redningstjenesten er organisert gjennom Hovedredningssentralen i Sør-Norge (HRS) på Sola. Under disse ligger de lokale redningssentralene (LRS). For Siragrunnen vil LRS i Rogaland (Stavanger) ha ansvaret for eventuelle redningsaksjoner i samarbeid med HRS på Sola. Siden Siragrunnen ligger helt inntil grensen av Vest-Agder vil også LRS for Agder (Kristiansand) kunne få en viktig rolle. Redningssentralene vil kunne benytte en rekke offentlige og private ressurser under redningsaksjoner. Under vil de viktigste av disse ressursene og responstidene beskrives.

#### 3.1 Tilgjengelige ressurser og responstider

For tauing og assistanse av skip vil man normalt ha tre forskjellige ressurser tilgjengelig: Redningsskøyter fra Redningsselskapet (fig. 3.1), kystvaktskip fra indre og ytre kystvakt og taubåter fra private rederier.

Redningsskøytene som er stasjonert i Egersund og Farsund vil dekke området ved Siragrunnen relativt godt. Skipene har kort responstid men vil for å hjelpe de største skipene ha visse begrensninger i dårlig vær. Losbåten som vanligvis er stasjonert i Sokndal vil også ha

en viktig beredskapsfunksjon på grunn av den korte distansen til vindmølleparken. I Egersund er RS Peter Henry von Koss stasjonert. Båten har en taukraft på 26 t, og en marsjfart på 23 knop. I Farsund er RS Ægir stasjonert. Båten har en taukraft på 6 t, og en marsjfart på 24 knop (ref. <http://www.redningsselskapet.no/nssr/>). Responstiden for båtene vil variere noe med værforhold, og hvor i mølleparken assistansen er påkrevd, men typiske verdier vil være som følger: Fra Egersund ca. 50 min og fra Farsund ca. 70 min.



**Figur 3.1**

**Kartet viser beredskapen til Redningsselskapets båter ved Siragrunnen. Sirklene viser ca. en times reaksjonsradius. Redningsskøytene Peter Henry von Koss og Ægir (innfelt), er stasjonert i Egersund og Farsund. Skipene har en taukraft på h.h.v. 26 og 6 tonn.**

I tillegg til Redningsselskapet har Indre Kystvakt også beredskap i området ut til 24nm, men vanligvis vil responstiden forventes å være noe lengre på grunn av skipene ikke har en fast lokalitet. Siragrunnen ligger på grensen til ansvarsområde til skipene KV Nornen (fig. 3.1) og KV Tor. Dette er nye fartøy som har tauekraft på 35t og en servicehastighet på 16knop. Kraftigere slepeberedskap må besørges av større kystvaktskip i Ytre Kystvakt eller av private rederier som har ressurser i området. Videre vil losbåten som er stasjonert i Sokndal (Los 114) også på grunn av sin nærhet ha en viktig rolle i redningsoperasjoner. Responstiden til losbåten vil være under 30minutter.

Ytre Kystvakt i Sør-Norge har base ved Håkonsvern i Bergen, og har fire skip til disposisjon. Skipene patruljerer kontinuerlig i sitt arbeidsområde som er hele den økonomiske sonen nord til 65° nord. På grunn av stor geografisk spredning må det forventes en responstid på minimum 4 – 8 timer. Tauekraften på disse skipene ligger i størrelsesorden 50 tonn.

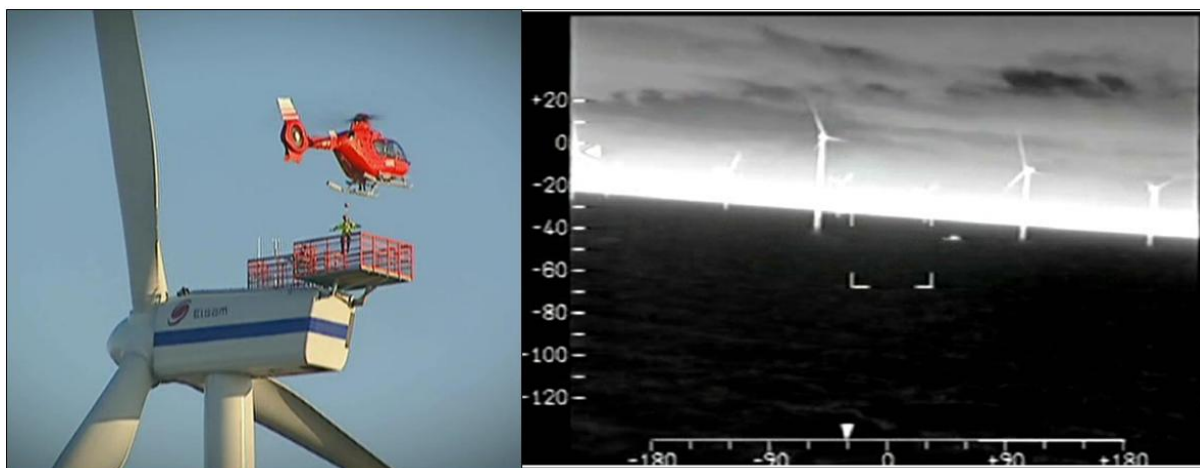
Private rederier er i mange sammenhenger en viktig ressurs for assistanse og tauing. På kysten ved Siragrunnen vil denne typen ressurser mest sannsynlig måtte hentes fra Stavanger området. (Dette gjelder både redningslektere, kranfartøy og slepebåter). Responstidene vil normalt være noe lengre enn det som er beskrevet for Redningsselskapet og kystvakten. De kraftigste slepebåtene som er tilgjengelig på Norskekysten vil være offshorefartøy. Slike fartøy er ikke en del av den organiserte beredskapen på den aktuelle kyststripen, men det vil normalt være et eller flere fartøy ved kai i Stavangerområdet, eller på vei til offshorefeltene i sydlige delen av Nordsjøen. Dette er kraftige skip med tauekraft opptil 300t og som vil kunne rekvireres i en krisesituasjon. Responstiden må forventes å være i samme størrelsesområde som for kystvakten.

For berging og søk etter personer i sjøen vil helikopter være en viktig ressurs. Nærmeste redningshelikopter være stasjonert på Sola flystasjon. Marsjhastigheten til dette er ca. 100knop og responstide vil følgelig kunne være mindre enn 1 time.

### 3.2 Søk og redning med helikopter

Søk etter savnede personer og gjenstander i sjøen foregår vanligvis i en høyde på ca. 60 - 300m (ICAO 1999, USCG 1991), avhengig av søkstype og sikt. Observasjonsmetoden som benyttes i søk er IR-kamera, radar, foruten visuell observasjon. I vindmølleparken vil ca. 200m være minimum søkshøyde for uhindret operasjon. Dette vil kunne føre til noe dårligere deteksjonssannsynlighet, spesielt i mørke og dårlig vær. Det vil imidlertid ikke være noe problem å søke mellom mølletårnene med søksmønster som går i samme retning som radene av møller (Ostnes 2005). I mørke vil mølletårnene lett kunne vises på IR-kamera (fig. 3.2) og lysforsterkende hjelpemidler.

Redning med helikopter fra selve møllene kan gjøres enten ved å låre line til plattformen på møllens maskinhus, eller ved å sette redningsmann med line i sjøen like ved tårnfundamentet. Redningsmann som settes i sjøen vil imidlertid kun i svært gode værforhold ha mulighet å kunne ta seg opp på møllefundamentet fra sjøsiden. Øvelser med 330 skvadronen på Smøla Vindmøllepark, sommeren 2005, viste at det ikke er noe problem å få redningslinen ned på maskinhuset. Dette bekreftes også fra Danmark hvor man rutinemessig setter vedlikeholdspersonell ned på offshore møller med helikopter (figur 3.2). Under alle helikopteroperasjoner forutsettes det at nærliggende møller kan svinges i vindretningen og rotoren stoppes.



**Figur 3.2**

**Helikopter benyttes rutinemessig på danske vindmølleparker for frakting av vedlikeholdspersonell. T.h. vises IR-bilde av en vindmøllepark tatt fra helikopter (Kilde: Vestas og MCA).**

### 3.3 Søk og redning med skip

Man kan tenke seg forskjellige former for hendelser hvor assistanse fra skip kan bli aktuelt.

Buksering og tauing av skip i nærheten av vindmøller vil kunne skape visse begrensninger for operasjonen. I realiteten vil likevel møllene være plassert på små dybder, og i urent farvann, hvor operasjon med større taubåter kan være problematisk i grov sjø og storm.

Problemstillingen vurderes derfor ikke som særlig relevant i forhold til vindmøllene. Mindre fartøy kan tenkes å operere inne i vindmølleparken. Redningsbåter vil i slike tilfelle være mindre, og slepeline kortere. En vindpark av størrelse og konfigurasjon slik beskrevet i denne rapporten vurderes ikke som noen særlig begrensende faktor under slike operasjoner. En park hvor møllene er flere og står tettere vil imidlertid kunne skape noe større konflikt for redningsoperasjoner ved eller på Siragrunnen.

Redning av personell som oppholder seg på møllefundamentet vil kun i gode værforhold kunne gjennomføres på en forsvarlig måte med båt (ref. kap. 1).

## 4 Simulering og visualisering av navigasjon

For kunne prøve ut skipsledene etter en utbygging er det meget nyttig å kunne gjøre dette på fullskala skipsmanøversimulator ved Høgskolen i Ålesund. På denne måten kan man i realistiske og trygge omgivelser prøve ut seilaser med forskjellige typer skip og under alle tenkelige forhold. Tidligere erfaringer med lignende prosjekt har også vist at simulatoren er en ypperlig arena for idédugnader for å finne optimale løsninger for nye navigasjonsmerker, etc. Ved en senere konkretisering av Siragrunnen vindmøllepark og endelig mølleplassering vil det derfor være svært nyttig å benytte skipsmanøversimulatoren for å teste ut spesielle lys og merker som vil måtte etableres i forbindelse med noen av møllene.

#### 4.1 Simuleringsfasilitet og databaser ved Høgskolen i Ålesund

Skipsmanøversimulatoren ved Høgskolen i Ålesund består av 5 fullskala skipsbroer med visuell presentasjon og noe forskjellig layout (figurene 4.1). To er typiske offshore skip, to er typiske ”standard” skip og en er en kopi av en hurtigbåt. Sistnevnte er dessuten bygget på en bevegelig plattform for simulering av bølgebevegelse.



**Figur 4.1**

*Illustrasjon fra en av de 5 skipsbruene. Bildet viser kapteinstudenter ved Høgskolen i Ålesund som prøver seilas i nærheten av en vindmøllepark og hvor møllene blir presentert visuelt og på radar likt det som vil være tilfelle på en virkelig skipsbro.*

Alle skipsbruene kan konfigureres med mer enn 30 forskjellige matematiske modeller av skip som spenner fra hurtiggående katamaraner til lastede VLCC (supertanker). Videre kan miljøparametre som: strøm, vind, sikt, nedbør, bølger, tidevann, lysforhold, etc., varieres slik at de påvirker manøveregenskap, elektroniske navigasjonssystem og visuelt inntrykk på en realistisk måte. Videre kan det bygges opp et trafikkbilde med en mengde forskjellige skip og objekter som instruktøren vil kunne styre etter ønske. Simuleringen finner sted i en 3D geografisk database for det aktuelle området, og som inkludere topografi både over og under vann. Den visuelle presentasjon er basert på sammenføring av 3 – 12 videoprojektører som er geometrikorrigert for å kunne belyse krumme flater. I den største simulatoren blir bildet projisert på en 27x9m sylindrisk flate. Til hver prosjektør er det koblet en kraftig grafikkcomputer som behandler alle data fra simulator og database i sann tid. For simuleringen av Siragrunnen er det bygget opp egne modeller for vindmøller og 3D-databaser hvor disse kan plasseres i eller utenfor en komplett og realistisk trafikksituasjon (figur 4.2). Modellen som er benyttet er basert en konfigurasjon med 40stk 5MW møller.



**Figur 4.2**

*Den geografiske databasen kan presenteres fra forskjellige skip eller fra et vilkårlig punkt. Her eksempel på utsikt mot sydvest fra fjelltoppene sydøst av Åna-Sira. Scenariet kan vises for større grupper på sylindrisk lerret på 27 x 9m.*

## 4.2 Simulerte scenarier

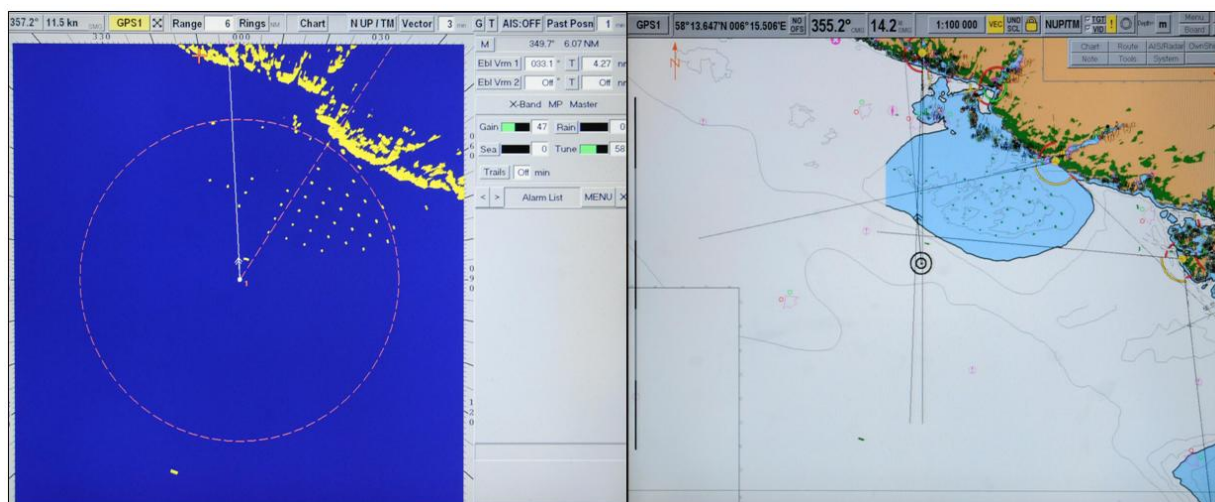
a)

Seilas like utenfor grunnlinjen med et typisk kysttankskip (figur 4.3): På avstand kan vindmøllene virke forstyrrende og det er vanskelig å bedømme avstandsforskjeller mellom møllene, med mindre man er i en posisjon hvor møllene fremstår som en linje. Fyrlyktene på kysten innenfor parken er relativt små og med liten rekkevidde, hvilket gjør at de har liten betydning for denne seilasen. Lista Fyr som vil benyttes syd og sydøst om vindmølleparken betraktes imidlertid som viktig for visuell / radar radarnavigasjon. Stedfesting og navigasjon for øvrig skiller seg imidlertid ikke ut i forhold til slik navigasjon utføres i dag, uten møller. Møllene vil kunne bidra til fokus på det ureine farvannet innenfor grunnlinjen, og også gi karakteristiske radarekko for bedre stedfesting ved hjelp av radar (fig. 4.4).



**Figur 4.3**

*Presentasjon av vindmølleparken sett fra broen på en kysttanker som seiler nordvestover langs grunnlinjen i dagslys og god sikt fra en posisjon ca. 2nm vest om Lista.*

**Figur 4.4**

**T.v. radardeteksjon av vindmøllene på Siragrunnen i det skipet stevner inn mot Rekefjord.  
T.h. radarvideo overlignet det elektroniske sjøkartet fra samme posisjon.**

b)

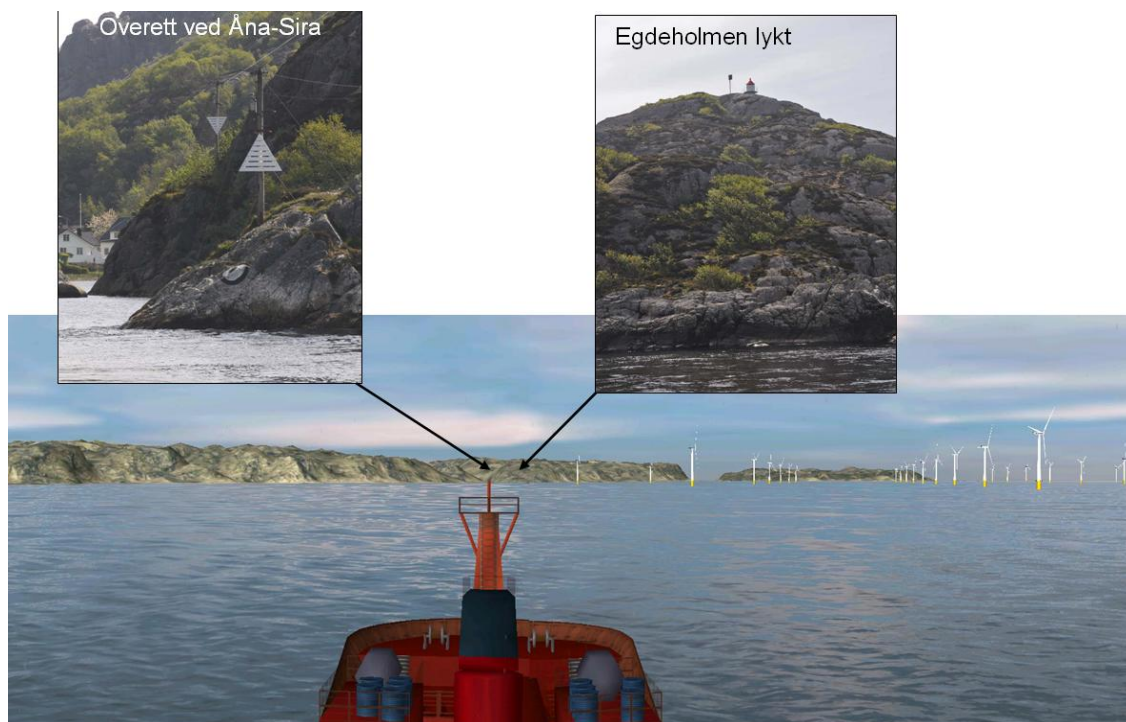
Inn-/ utseiling mot / fra Rekefjord og Jøssingfjorden med mindre kysttanker (fig. 4.5 og vedlagt video): Ledene som ble benyttet er vist som område 1 og 2 på figur 2.5. Møllene var naturligvis godt synlig, og dominerte synsfeltet langs deler av leden. Slik møllene er plassert i det foreløpige utkastet er de med på å begrense leden slik den er merket med dagens oppmerking. Simuleringen viste i likhet med beskrivelsen i kap. 2.5 at møllene bør fjernes fra de hvite sektorene, med mindre lyktene skjermes om. En omskjerming og eller flytting av lykten på Alterodden vil være mulig for å merke leden på vestsiden av parken, alternativt etablering av egnet belysning på de vestligste møllene. En slik flytting av leden vil ha liten eller ingen betydning for trafikkeffektiviteten og være en fordel for trygg seilas i mørke og dårlig sikt. Seilas inne i parken basert kun på elektroniske hjelpemidler (radar, Ecdis, GNSS, etc) vil ikke være tilrådelig (fig. 4.4). Ved seilas i mørke ble det imidlertid ikke observert skjerming av lykter av en slik karakter at det har signifikans for sikker visuell stedfesting.

**Figur 4.5**

**Illustrasjon av utseiling med liten kysttanker fra Rekefjord / Jøssingfjorden (kurs er 170°).**

c)

Seilas inn / ut fra Åna-Sira. Ledene som ble benyttet er vist som sektor 3 på figur 2.5. Møllene var naturligvis også her godt synlig, og dominerte synsfeltet langs deler av leden. Slik møllene er plassert i det foreløpige utkastet er to møller med på å begrense leden i den sydlige kanten av sektoren. Siden denne leden i hovedsak benyttes av mindre fartøy vurderes innsnevringen å ha liten betydning for navigasjonssikkerheten – dette ble også stedfestet ved simulering både i dagslys og mørke. Selv om lyktene ikke ble skjermet på en slik måte at det hadde vesentlig betydning for seilasen bør lykten på Egdeholmen skjermes på en slik måte at møllene ikke ligger i den hvite sektoren. Bruken av overrettmerke ved Åna-Sira vurderes som upåvirket da dette er etablert for hovedsakelig bruk innenfor parken.



**Figur 4.6**

**Stevning 092° i hvit sektor mot Egdeholmen lykt ved Åna-Sira.**

d)

Seilas inn / ut Hidrasundet. Her er det også lagt opp for visuell seilas i hvit sektor fra Hidrasundet lykt. Vindmølleparken ligger imidlertid relativt langt unna (ca. 4 – 8nm) og simuleringene både i mørke og dagslys (fig. 4.7 og video i vedlegg) viste at møllene ikke hadde negativ innvirkning på sikkerheten for navigasjon i området forutsatt at møllene merkes på en god måte.

e)

Rednings- / tauingsoperasjoner (ref. fig. 4.8 og video i vedlegg). Det ble kjørt forskjellige scenarier med tauing og redning av skip under forskjellige forhold. For berging av lystbåter og mindre skip vil møllene ikke representere særlige problemer i dagslys og god sikt. Det vurderes imidlertid som viktig at møllene blir merket med lys for å lette kritisk navigering inne i parken. For boksering av større skip vil møllene være svært begrensende. Relevansen i scenario med store skip kan imidlertid diskuteres siden Siragrunnen i seg selv vil være en stor fare som følge av dybdebegrensninger. Det er følgelig kun møllene som står dypere enn ca. 20m som vil representere en reell beslaglegging av areal for potensielle redningsoperasjoner av store skip.



**Figur 4.7**  
**Stevning ut Hidrasundet – 270°. Hidrasundet lykt hvit sektor, rett akterut.**



**Figur 4.8**  
**Illustrasjon fra scenario hvor et stort bulkskip blir assistert av et offshorefartøy, en losbåt og et redningshelikopter i dårlig vær. Perspektivet er tatt fra et punkt like ved toppen av nærmeste vindmølle.**

Problemstillingene som er skissert i kap. 2.5.1 er bl.a. basert på denne simleringen. Alle simulerte scenariene viste at møllene ikke hadde negativ signifikans for navigasjonssikkerheten. Med god merking av møllene kan man under enkelte forhold forenkle navigasjon i forhold til dagens situasjon. Dette vil imidlertid kreve grundige vurderinger og simuleringer hvor bl.a. Kystverket må trekkes med. På vedlagte CD finnes videoopptak fra deler av scenariene beskrevet over.

### 4.3 Metodikk for videre arbeid

Som vist i denne rapporten er fullskala sanntidssimulering av skipstrafikk et svært godt hjelpemiddel for å evaluere forskjellige nautiske forhold omkring vindmølleparkene. Det har vært utenfor denne rapporten sin rekkevidde å gjøre konkrete vurderinger på navigasjonshjelpemidler og retningslinjer for skipstrafikk som nødvendigvis måtte etableres i forbindelse med en utbygging. I god tid før en eventuell utbygging, og når man kjenner de endelige plasseringene av møllene, må det etableres et prosjekt for optimal merking av anleggene. Dette vil gjelde visuell merking av møllene i form av direkte og indirekte lys, refleks og andre typer merker, samt hvordan man kan formidle informasjon i form av losbeskrivelser, sjøkart, og lignende. I dette ligger også vurdering av internasjonalt anbefalt merking (IALA 2004). I det arbeidet vil det være særdeles nyttig å kunne prøve ut den foreslåtte oppmerkingen i simulator og gjøre prøveseiling av de forskjellige ledene under

forskjellige forhold og med forskjellige typer skip. Man bør også da legge inn en fullskala simulering av forskjellige scenarier, som for eksempel rednings- og tauingsoperasjoner.

## 5 Konklusjon

På mange av de planlagte mølleparkene er det valgt grunnområder med dybder mindre enn 30m, og i de fleste tilfelle vil farvannet i praksis være svært ureint og farlig for skipsfarten. Dette i seg selv gjør at denne typen parker har få negative effekter for skipsfarten, i motsetning til det vi kan se for parker som tenkes å bli ankret opp på dypere vann. På Siragrunnen er det ingen grunner med mindre dybde enn 10m og store områder som er mellom 20 og 30m. Et relativt stort område er dermed seilbart for mange typer skip, selv om seilingsbeskrivelsene advarer mot dette.

Studien som er beskrevet i denne rapporten har vist at vindmølleparkene har liten eller ingen negativ effekt for kommersiell skipsfart ved Siragrunnen. Dette forutsetter rett nok små justeringer av noen mølleplasseringer og en velfundert oppmerking som vil innebære nye lys på møllene og omkonfigurering av noen eksisterende lykter. Etter nytt merker regime kan man faktisk under enkelte omstendigheter betrakte møllene som en mulig forbedring av navigasjonssikkerheten i dette farvannet. Møllene vil ved navigasjon i nærheten kunne forårsake visse forstyrrelser på radar, som for eksempel falske ekko og ”utdragninger” (sidelobe-effekt), men problemene betraktes som marginale under forutsetning av at radaren opereres av kvalifisert personell. Slik møllene er anbefalt plassert vil noen lykter og fyr kunne komme i smale skyggesektorer bak møllene, men ved seilas i de beskrevne ledene vil sektorer av betydning være godt synlige.

Kabling fra trafo og turbiner anbefales å ilandføres etter trase 1 (fig. 1.6) for å redusere konflikter med ankring i Åna-Sira. Ellers vil ankring ikke lenger være mulig innenfor områdene hvor møllene er tenkt plassert. Dette har først og fremst negative konsekvenser for mindre fiskefartøy og lystbåter, men også mindre bulkbåter har tidvis benyttet grunnen til ankring under gode værforhold. Utover restriksjoner knyttet til ankring nær installasjoner og undervannskabler er det ikke planlagt andre former for ferdselsrestriksjoner.

I det videre arbeidet og i god tid før en eventuell utbygging bør det etableres et prosjekt sammen med Kystverket for optimal merking av anleggene (IALA, 2004). I dette bør ligge både vurderinger av nye visuelle og elektroniske navigasjonssystemer, samt omkonfigurering av eksisterende systemer.

## Forkortelser

AIS = Automatic Identification System  
AtoN = Aids to Navigation  
DSC = Digital Selectiv Calling  
GMDSS = Global Maritime Distress and Safety System  
GNSS = Global Navigation Satellite System (GPS, GLONASS, Galileo og Compass).  
GPS = Global Positioning System (amerikansk satellittnavigasjonssystem)  
LORAN-C = Long Range Navigation  
MCA = Maritime and Coastguard Agency (UK).  
RACON = Radar Beacon  
SBAS = Satellite Based Augmentation System  
VHF = Very High Frequency

## Referanseliste

- BMT, 2005. Safety at Sea, Demonstration project D, Report No:D6\_8.01 Revision 1. BMT Renewable Limited, Arlington.
- ICAO, 1999. IAMSAR (International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual, Vol I – III. International Civil Aviation Organization, Montreal.
- IALA, 2004. The Marking of Offshore Wind Farms, Edition 2, December 2004. International Association of Lighthouse Authorities, France.
- Kjerstad, N., 2003. Trafikktelling i skipsledene nord for Ålesund, HiÅ rapport.
- Kjerstad, N., 2008. Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer. 3. utgave. Lærebok, HiÅ.
- Måsøval, K., Roaldsand, J. 2006. Navigasjon og oppmerking av offshore vindmølleparker. Hovedoppgave i Nautikk ved Høgskolen i Ålesund.
- Kristiansen, S. 2001. Risk Analysis and Safety Management of Maritime Transport. Dep. Of Marine Systems Design, NTNU, Trondheim.
- Ostnes, R., 2005. Tidl. redningsleder 330 skvadron, personlige meddelelser.
- USCG, 1991. Search and Rescue Manual. US Coast guard, Washington, D.C.
- Vangen, R., 2004. Aviation Radar interference from windmillfarms. Prosjektoppgave ved Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU, Trondheim.
- Vangen, R., 2005. Undersøkelser av forskjellige parametres innflytelse på radarreflekser fra vindmøller. Masteroppgave, Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU, Trondheim.
- Siragrunnen, 2007. Vindkraftanlegget Siragrunnen, Melding til NVE, Siragrunnen AS.
- Skolnik, M., 1990. Radar Handbook, McGraw-Hill.
- Statens Kartverk, 2004. Den Norske Los, bind 1. Statens Kartverk Sjøkartverket, Stavanger.
- Statens Kartverk, 2005. Den Norske Los, bind 2b. Statens Kartverk Sjøkartverket, Stavanger.

## Vedlegg:

CD med tekstfiler av rapporten og fire videofiler på wmv-format tappet fra en av grafikk-kanalene på simulatoren:

- 1) Lista-rekefjord 150moh.wmv
- 2) Mot Rekefjord.wmv

3) Nødslep.wmv

4) Ut Hidrasundet.wmv



Ansvarlig for utarbeidelse av fagrapporten:

**HØGSKOLEN I ÅLESUND**

Serviceboks 17  
6025 Ålesund

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