

Til
Energinet.dk

Dokumenttype
Baggrundsrapport

Dato
November 2014

SMÅLANDSFARVANDET HAVMØLLEPARK

RADAR OG RADIOKÆDER

SMÅLANDSFARVANDET HAVMØLLEPARK RADAR OG RADIOKÆDER

Revision **3**
Dato **2014-11-17**
Udarbejdet af **HEH**
Kontrolleret af **JCXS**
Godkendt af **JCXS**
Beskrivelse **Baggrundsrapport til kommentering**

Ref. ROGC-S-RA-000086

INDHOLD

1.	Sammenfatning	1
2.	Introduktion	2
2.1	Baggrund	2
2.2	Myndighedsforhold	2
3.	Projektbeskrivelse	3
3.1	Projektet generelt	3
3.2	Installationer på havet	4
3.3	Anlæg på land	5
4.	Eksisterende forhold	6
4.1	Metode	6
4.2	Radarer	6
4.2.1	Meteorologiske radarer	6
4.2.2	Civile overvågningsradarer for luftfart	7
4.2.3	Forsvarets overvågningsradarer og VTS radarer	8
4.2.4	Skibsradarsystemer	10
4.3	Radiokæder	10
5.	Potentielle påvirkninger	10
5.1	Metode for vurdering af virkninger	10
5.2	Potentielle påvirkninger	11
5.2.1	Radarer	11
5.2.1.1	Meteorologiske radarer	12
5.2.1.2	Civile overvågningsradarer for luftfart	12
5.2.1.3	Forsvarets overvågningsradarer og VTS radarer	12
5.2.2	Skibsradarsystemer	13
5.2.3	Radiokæder	13
5.3	Anlægsfase	13
5.3.1	Radar	13
5.3.2	Radiokæder	14
5.4	Driftsfase	15
5.4.1	Radarer	15
5.4.2	Radiokæder	16
5.5	Afviklingsfase	16
5.5.1	Radarer	16
5.5.2	Radiokæder	16
6.	Potentielle kumulative effekter	17
7.	Afværgeforanstaltninger	17
8.	Overvågning	18
9.	Tekniske mangler og/eller manglende viden	18
10.	Konklusion	18
10.1	Radar	18
10.2	Radiokæder	19
11.	Referencer	20

1. SAMMENFATNING

Radarer

De nærmeste radarer i forhold til projektområdet for Smålandsfarvandet er VTS radarne (Vessel Traffic Service) i Hou og på Sprogø. Radarerne benyttes til overvågning af sejlads gennem Storebælt og ligger henholdsvis ca. 15 km og ca. 30 km fra projektområdet. Tillige ligger Forsvarets overflade- og luftvarslingsradar på Keldsnor ca. 50 km fra projektområdet.

Etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark vil influere på Hou og Sprogø radarnes mulighed for at detektere og følge skibe i Storebælt og omkring Havmølleparken. Det er vurderet, at virkninger på disse radarer som følge af etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark er moderat. Der kan muligvis også ske påvirkning af Keldsnor radaren. Endelig vil skibsradarsystemer (mobile systemer) blive påvirket ved sejlads i nærheden af mølleparken.

Med de rette afværgeforanstaltninger vurderes det, at påvirkningerne kan reduceres. Afværgeforanstaltninger kan bl.a. bestå af:

- Udformning af havmølleparkens layout, således at radarbilledet forstyrres mindst muligt. Fx vil antal og dimensioner af møller have betydning for, hvordan radarsystemer påvirkes.
- Mulig etablering af 'gap fill' radarer, kan potentielt dække de områder, der påvirkes på Hou, Sprogø og Keldsnor radarerne.
- Mulig opgradering/ombygning af radarsystemerne, som vil gøre overvågning tæt på og over vindmøller bedre. Forsvaret har dog oplyst, at overvågning af særligt lavtgående fly kan være vanskelig på trods af opgradering/ombygning af fx. Scanter 4000 (Keldsnor).

Omfanget af påvirkninger, samt behovet og typen af afværgeforanstaltninger kan ikke beskrives på det foreliggende grundlag, da havmølleparkens layout ikke er kendt. Når det endelige layout af Smålandsfarvandet Havmøllepark er fastlagt, foreslås udarbejdet en konkret vurdering af havmølleparkens indvirkning på radarne, samt tiltag til sikring af farvandsovervågningen.

DMI har opstillet 5 vejrradarer i Danmark til registrering af nedbør. De nærmeste vejrradarer i forhold til projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark er radarene ved på Stevns og ved Verring, som ligger henholdsvis 90 km øst fra projektområdet og 130 km nordvest for området. DMI's vejrradarer vil ikke blive påvirket af Smålandsfarvandet Havmøllepark i de givne afstande fra projektområdet.

Radiokæder

Der er ikke identificeret nogen radiokæder i projektområdet for Smålandsfarvandet og etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark har således ingen påvirkning på radiokæder.

2. INTRODUKTION

2.1 Baggrund

Den 22. marts 2012 vedtog et bredt politisk flertal i Folketinget en energipolitisk aftale for perioden 2012 - 2020. Som et led i opfyldelsen af energiaftalen og omstillingen til en grøn energiforsyning skal der inden 2020 opstilles 450 MW kystnære havmølleparker i Danmark.

Den 28. november 2012 udpegede regeringen og forligskredsen seks områder for de kystnære havmølleparker, hvor der skal gennemføres undersøgelser og udbud for produktionsmøller samt planlægning for ilandføringsanlæg. De seks områder er Vesterhav Syd, Vesterhav Nord, Sæby, Sejerø Bugt, Smålandsfarvandet og Bornholm. Energistyrelsen står for udbuddet.

Med pålæg fra Energistyrelsen den 29. januar 2013 skal Energinet.dk varetage og kontrahere udarbejdelse af baggrundsrapporter, konsekvensvurderinger, VVM-redegørelser, tilhørende plan-dokumenter samt udkast til miljørapport for seks udpegede områder.

Havmøllerne vil blive opsat i de områder, hvor der indkommer de mest fordelagtige bud fra tilbudsgiverne. Det er derfor ikke på forhånd givet, om alle, eller hvilke havmølleparker, der skal realiseres. En overordnet tidslinje for projektforsløbet fremgår af Figur 2-1.



Figur 2-1 Tidslinje for det forventede projektforsløb

Som en del af VVM-processen forberedes en række baggrundsrapporter som beskriver og vurderer projektets mulige påvirkninger på en række parametre.

Denne baggrundsrapport beskriver og vurderer de mulige påvirkninger på radar og radiokæder og omfatter således en kortlægning af radarinstallationer og radiokæder i nærheden af Smålandsfarvandet Havmøllepark, samt en vurdering af mulige påvirkninger på radarsignaler og radiokæder som følge af havmøllerne i henholdsvis anlægs-, drifts- og afviklingsfasen. For de forhold, hvor der er vurderet at forekomme påvirkninger, er der tillige beskrevet mulige afværgeforanstaltninger.

2.2 Myndighedsforhold

Energistyrelsen er godkendende myndighed for planlægning og opstilling af elproduktionsanlæg på havet og koordinerer myndighedsbehandlingen af dette projekt. Energistyrelsen er dermed ansvarlig for på baggrund af bl.a. VVM-redegørelsen at give tilladelse til etableringen af selve havmølleparken, herunder det interne kabelnet samt ilandføringskablerne frem til ilandføringspunktet ved kysten.

Naturstyrelsen er VVM-myndighed og skal give VVM-tilladelse samt udstede kommuneplantillæg med tilhørende miljøvurderinger for de anlæg på land, som skal etableres for at bringe strømmen fra havmøllerne ind i det danske kollektive elforsyningsnet. Endelig er de berørte kommuner ansvarlige for at udarbejde nødvendige lokalplaner (med evt. tilhørende miljøvurderinger) for de dele af landanlæggene, som er lokalplanpligtige.

3. PROJEKTBEKRIVELSE

3.1 Projektet generelt

Havmølleprojektet i Smålandsfarvandet omfatter en havmøllepark med tilhørende landanlæg for tilslutning til det eksisterende eltransmissionsnet. Havmølleparken skal placeres ca. 8 km fra kysten syd for Stignæs. Projektområdet fremgår af Figur 3-1 og omfatter:

- Undersøgelsesområde for havmøller
- Kabelkorridorer på land og på havet
- Korridorer for potentiel kabelstation på land

Havmølleparken skal placeres inden for et ca. 60 km² stort undersøgelsesområde. Inden for dette område vil kun et areal på op til 44 km² blive anvendt til opstilling af havmøller. Havmølleparken etableres med en installeret effekt på maksimalt 200 MW.

Den strøm, som havmøllerne producerer, føres via søkabler til land, hvor den via nedgravede landkabler og en mulig ny kystnær kabelstation tilsluttes eksisterende stationsanlæg i eltransmissionsnettet.

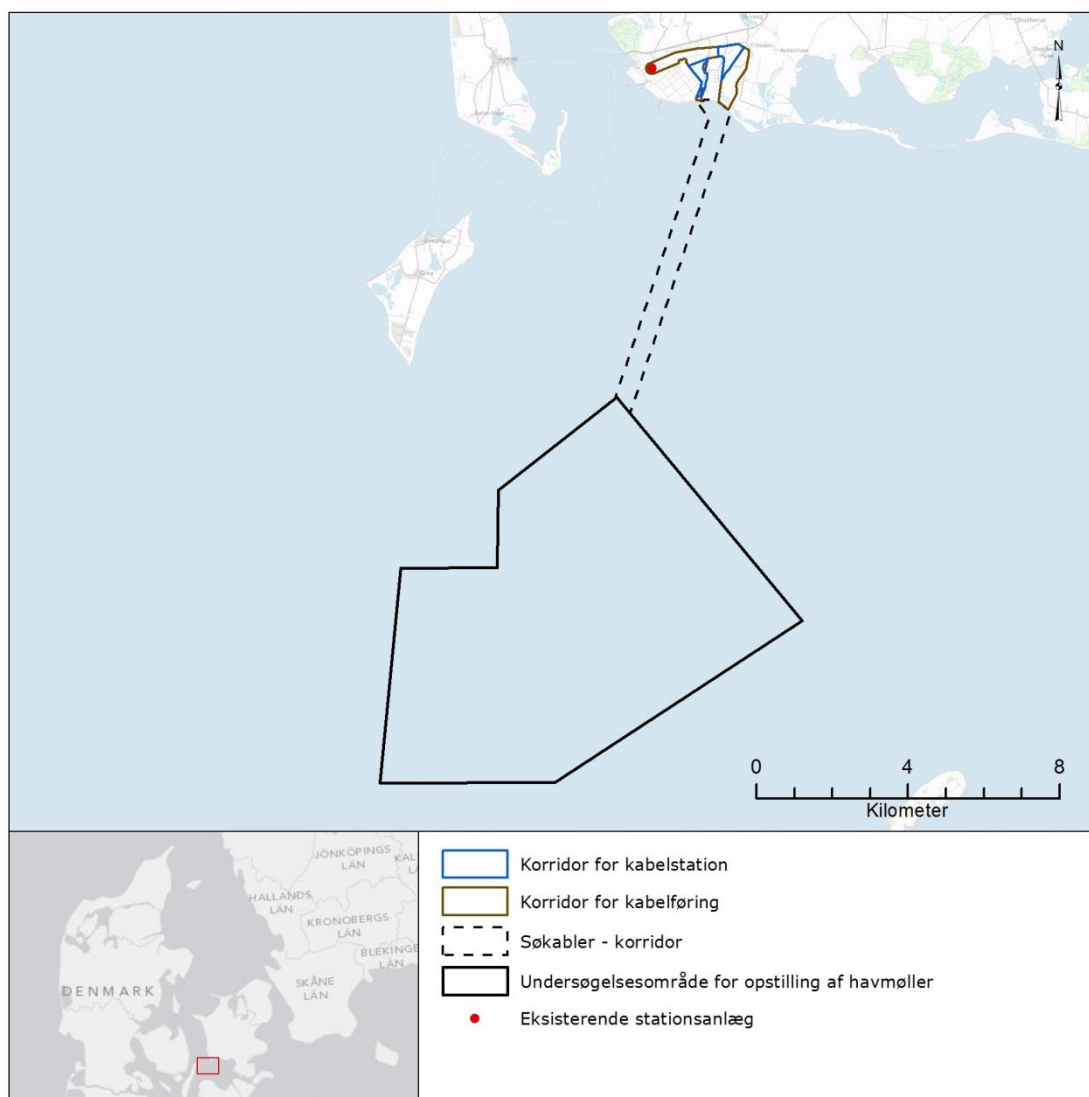
Der er planlagt to mulige ilandføringspunkter for kablerne fra havmølleparken i Smålandsfarvandet, henholdsvis et vestligt og et østligt punkt. Fra ilandføringspunkterne planlægges landkabler etableret inden for en ca. 300 m bred og ca. 10 km lang kabelkorridor. Korridorerne strækker sig fra kysten ud for Østerhoved i en bue henholdsvis igennem og øst om et erhvervsområde og videre nord om olieanlæggene på Stignæs og Tjørnehøj frem til transformerstationen ved Stignæsværket.

Endelig er der udpeget et område til mulig etablering af en ny kystnær kabelstation mellem ilandføringspunktet og stationsanlægget ved Stignæs. Arealbehovet til en ny kabelstation vil være op til 10.000 m².

Selve tilslutningen til og udbygningen af de eksisterende anlæg på land vil afhænge af størrelsen af havmølleparken. Der skal enten foretages direkte tilslutning til stationsanlægget på Stignæs eller tilslutning via en ny kystnær kabelstation.

Om havmølleparken skal realiseres vil blive afgjort i forbindelse med et udbud, der først gennemføres, når VVM-redegørelsen for havmølleparken foreligger. Først når og hvis, der indgås koncessionsaftale for havmølleparken, vil projektets udformning blive endeligt fastlagt.

Hvis Smålandsfarvandet Havmøllepark skal realiseres, forventes anlægsarbejdet udført i perioden fra 2018 til 2020. Havmølleparken skal være klar til at producere el senest i 2020, og dens forventede levetid er omkring 30 år.



Figur 3-1 Projektområde for Smålandsfarvandet Havmøllepark.

3.2 Installationer på havet

Havmølleparkens endelige placering, opstillingsmønster, mølletyper mv. indenfor undersøgelsesområdet bestemmes af den kommende koncessionshaver ud fra blandt andet hensynet til energiidnyttelsen i området og de vilkår, som stilles af de danske myndigheder. Koncessionshaver vil først blive udpeget i 2016, hvorefter projektering og etablering igangsættes.

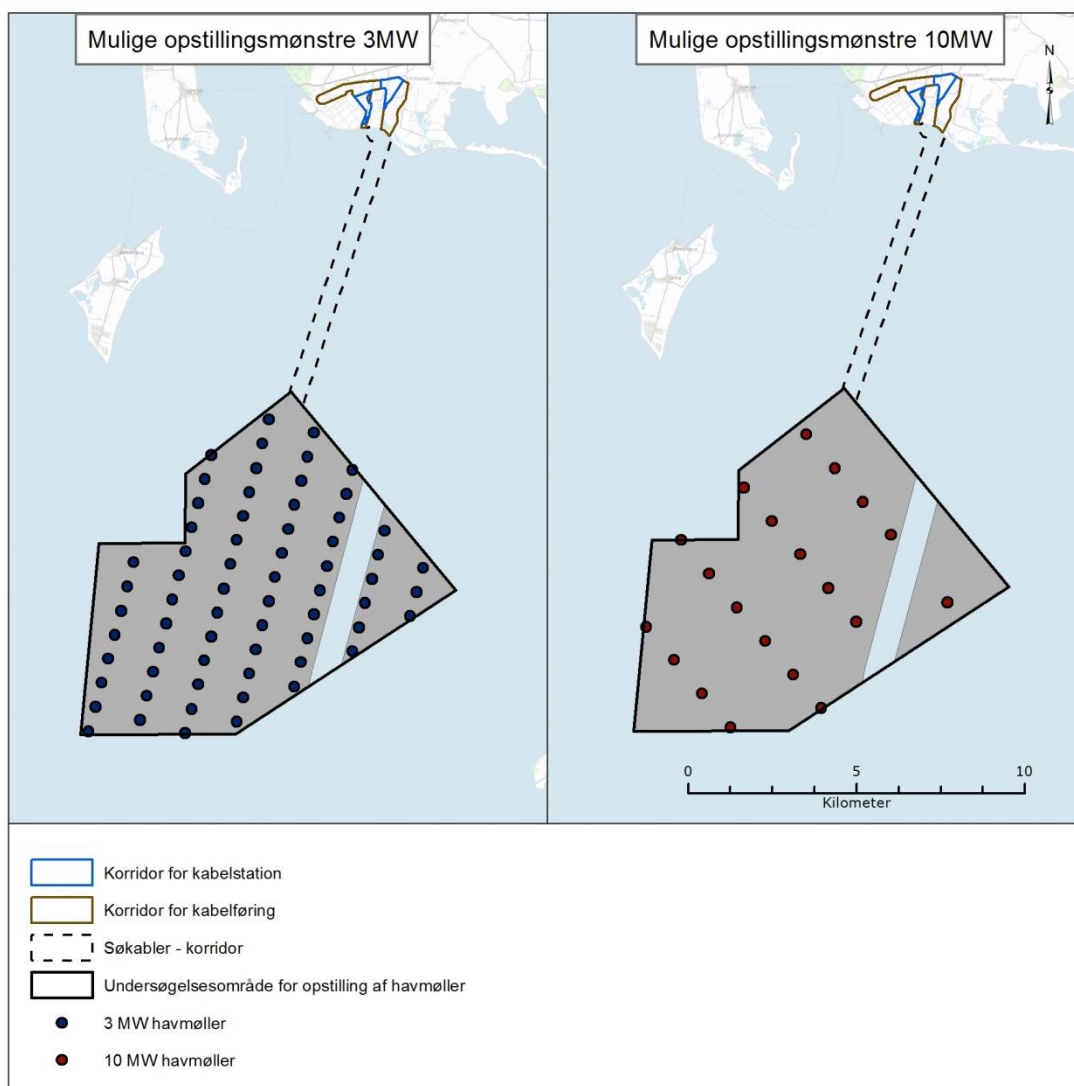
Det er derfor uvist på nuværende tidspunkt, hvilken mølletype og -størrelse, der kan blive opstillet. En mulighed er at opstille mange mindre møller (fx op til 66 stk. 3MW møller). Alternativt kan der blive tale om færre og større møller (fx 20 stk. på op til 10 MW møller). Endelig kan der blive tale om møllestørrelser derimellem.

Turbinerne forventes at have dimensioner, der spænder mellem dimensionerne for en 3 MW mølle og en 10 MW mølle. Eksempler på dimensioner er angivet i Tabel 3-1, idet det bemærkes at mindre afvigelser vil kunne forekomme, afhængig af endeligt valg af fabrikant.

Tabel 3-1 Turbinekapacitet og forventede dimensioner

Turbinekapacitet	Rotordiameter	Totalhøjde	Navhøjde
3 MW	112 m	137 m	81 m
10 MW	190 m	220 m	125 m

Mulige opstillingsmønstre indenfor undersøgelsesområdet fremgår af Figur 3-2.



Figur 3-2 Mulige opstillingsmønstre for havmøller i Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Yderligere detaljer vedrørende installationer på havet, herunder mulige opstillingsmønstre og funderingsmetoder samt møllekatalog med mellemstørrelser fremgår af en separat projekt- og anlægsbeskrivelse for anlæg på havet /1/.

3.3 Anlæg på land

De landbaserede dele af anlægget omfatter landkabler, mulige nye kabelstationer og koblinger til eksisterende stationer i eltransmissionsnettet ved Stignæs.

Landkablerne graves ned og vil ved Smålandsfarvandet omfatte 33 kV, 50 kV eller 132 kV kabler afhængig af havmølleparkens størrelse. Der vil være et servituteareal omkring kablerne, hvor der ikke må opføres bebyggelse eller etableres beplantning med dybdegående rødder.

De landbaserede dele af anlægget vil endvidere omfatte mulig etablering af en ny kystnær kabelstation (fremskudt transformer), hvorfra strømmen fra havmøllerne (op til 6 søkabler) føres videre i et enkelt eller to kabler til eksisterende stationsanlæg længere inde i landet. Det er ikke givet på nuværende tidspunkt, om der skal etableres nye kabelstationer ved Smålandsfarvandet.

Tilslutningen af havmøllerne til det eksisterende eltransmissionsnet sker i eksisterende stationsanlæg på land. Dette er tilfældet uanset, om der etableres nye kystnære kabelstationer eller ej.

Tilslutningen kræver ombygninger og udvidelser af det eksisterende stationsanlæg. Ombygningerne består bl.a. af forlængelse af eksisterende koblingsanlæg samt mulig yderligere udbygning af anlæggene afhængig af parkstørrelse og spændingsniveau. Det vil dog ikke være behov for udvidelser ud over det eksisterende areal på Stignæs.

Yderligere detaljer vedrørende anlæg på land fremgår af separat projekt- og anlægsbeskrivelse for anlæg på land /2/.

4. EKSISTERENDE FORHOLD

4.1 Metode

Til kortlægning af radarinstallationer og radiokæder i området omkring Smålandsfarvandet er der indhentet data fra følgende:

- Erhvervsstyrelsen
- Frekvensregisteret
- Retsinfo
- Forsvaret
- Danmarks Meteorologiske Institut (DMI)

Der har været afholdt møde med Søværnets Operative Kommando (SOK) /3/, hvor mulige påvirkninger af SOK's radarsystemer som følge af Smålandsfarvandet Havmøllepark blev drøftet.

SOK og Erhvervsstyrelsen har endvidere deltaget i første offentlighedsfase for Smålandsfarvandet Havmøllepark, hvor borgere, myndigheder og styrelser har haft mulighed for at komme med kommentarer til projektet. SOK og Erhvervsstyrelsens høringssvar /4//5/ er inddraget i beskrivelsen af eksisterende forhold, samt i vurderingerne af mulige påvirkninger på radarer og radiokæder.

Endelig er der foretaget telefoniske konsultationer med relevante lufthavne vedrørende mulig påvirkning af lufthavnsradarer, /7/.

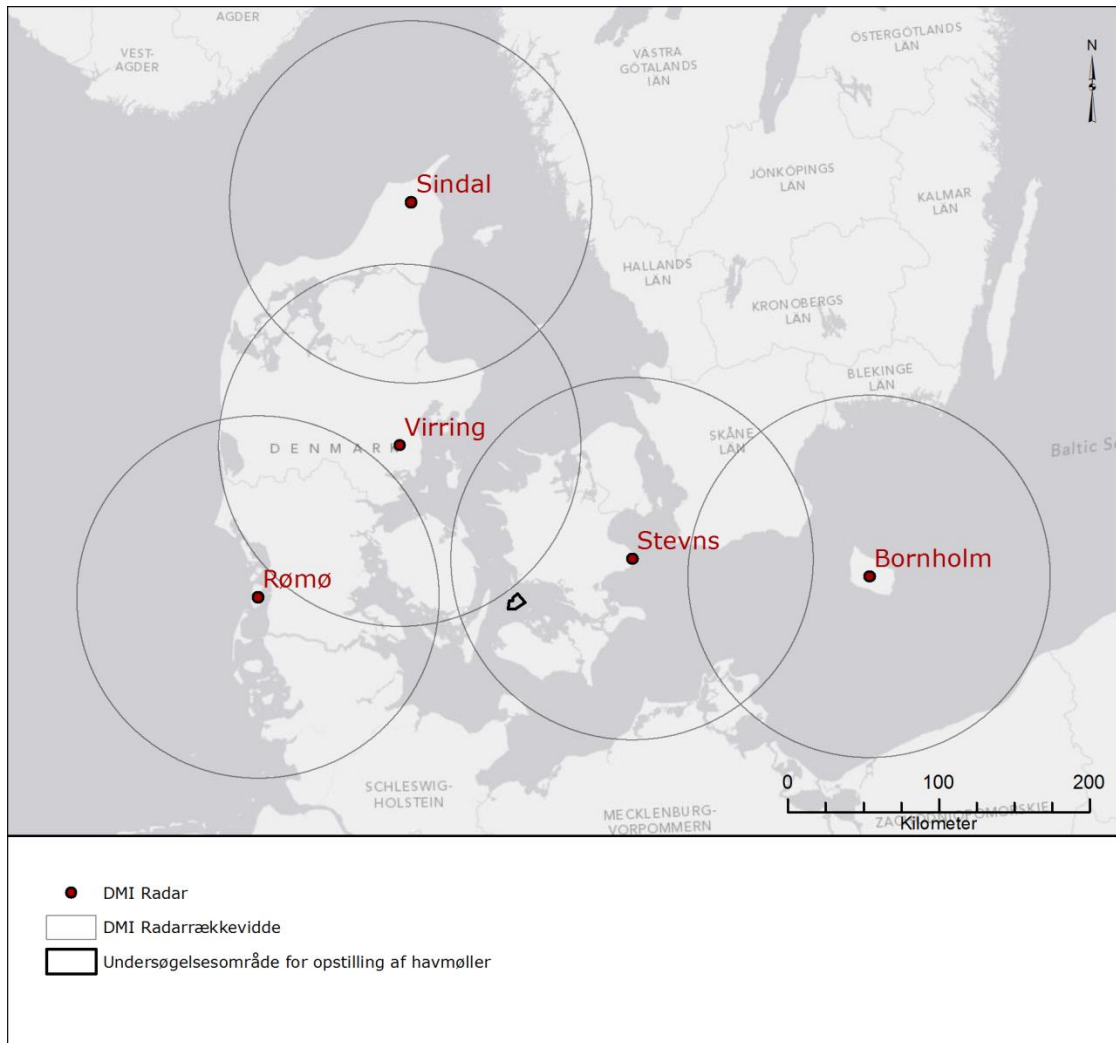
4.2 Radarer

Radar er en forkortelse for RAdio Detection And Ranging. En radar virker ved at udsende en puls af radiobølger i en given retning. Hvis bølgen rammer et objekt, vil den reflekteres som et ekko. Radarens modtager registrerer den tid det tager radiobølgen er om at komme tilbage og på denne baggrund udregnes, hvor langt det registrerede objekt befinder sig fra radaren. Ved hjælp af roterende radarer er det muligt at kigge i flere retninger.

I det følgende beskrives de radartyper, der potentielt kan blive påvirket af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

4.2.1 Meteorologiske radarer

Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) har opsat 5 radarer i Danmark til registrering af nedbør. Radarne er placeret på jordoverfladen og scanner atmosfæren med en rækkevidde på op til 240 km. Inden for en rækkevidde af 120 km (af hver radar) er hele Danmarks atmosfære dækket i op til 1 km's højde. Radarne er placeret på Stevns, i Sindal, i Vissing, på Rømø og på Bornholm og kan ses på Figur 4-1. /6/



Figur 4-1 Placeringen af DMI's vejradarer i Danmark, med angivelse af rækkevidde på 120 km.

Projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark ligger inden for rækkevidden af vejrradaren på Stevns.

4.2.2 Civile overvågningsradarer for luftfart

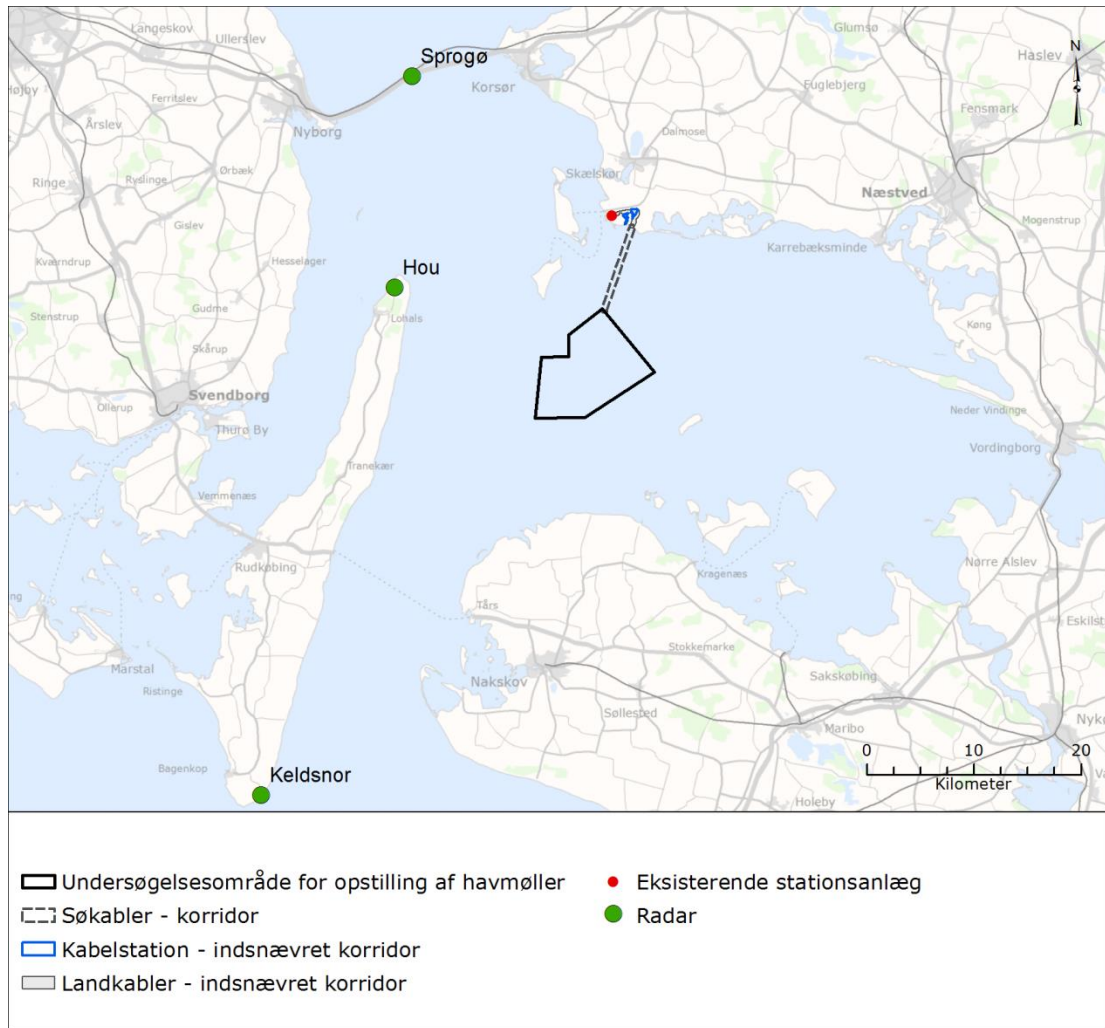
Til overvågning af flytrafikken i Danmark, bruger lufthavnene to forskellige typer radarer: en primær radar og en sekundær radar.

En primær radar er en konventionel radar, der som beskrevet indledningsvist i afsnittet udsender en puls af radiobølger. En primær radar kan ikke se, hvad der er opfanget af radaren, blot at der er et objekt.

De store danske lufthavne har primære radarer, men benytter i praksis deres sekundære radarer (se nedenfor) til overvågning af flytrafikken. Generelt har primære radarer en rækkevidde på 60 sømil, svarende til 111 km.

Den sekundære radar har en væsentligt længere rækkevidde (250 sømil) og virker ved at radaren sender et signal ud, som modtages af en transponder, som i dag er monteret på alle større fly. Transponderen sender flyposition og en kode tilbage, og ved hjælp af koden identificeres hvert enkelt fly, /7/.

Projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark ligger inden for Roskilde og Kastrup lufthavnsradarers rækkevidde. Lufthavnsradarer og vurdering af påvirkninger af disse som følge af Smålandsfarvandet Havmøllepark er beskrevet i baggrundsrapport for flytrafik, /9/.



Figur 4-3 Kortudsnit over projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark og placeringen af nærmeste radarer i Hou, Sprogø og Keldsnor.

I Hou og på Sprogø er der opstillet radarer af typen Scanter 2000 som er en overfladevarslingsradar, der kan detektere og følge skibe. Hou radaren er placeret i en højde af 54 m og ligger ca. 15 km vest for projektområdet. Radaren på Sprogø ligger ca. 30 km fra projektområdet og er vist i Figur 4-4.

I Keldsnor er der opstillet en Scanter 4000 radar, som er en kombineret overflade- og lavluftvarslingsradar, der kan detektere og følge skibe samt lavtgående fly. En Scanter 4000 radar består af to roterende antenner og tilhørende radarudstyr, som er placeret i et teknikrum i masten. Radaren i Keldsnor er placeret i en højde af 32 m og ligger ca. 50 km sydvest for projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark og er vist i Figur 4-4. /10//11/



Figur 4-4 Til venstre ses Scanter 2000 radaren der er opstillet i Hou. Til højre ses den ene af de store Scanter 4000 radarer, der er opstillet i Keldsnor./11//12/

4.2.4 Skibsradarsystemer

Skibsradarer (mobile systemer) anvendes på mange skibe, særligt kommerciel skibsfart men også på skibe til lystsejlad, til navigation og med henblik på at undgå kollisioner. Særligt under forhold med lav sigtbarhed (nat, tåge, nedbør mv.) eller i uvejrssituationer anvendes skibsradarer som vigtigt navigationsværktøj. Skibsradarerne er typisk kortbølgeradarer, henholdsvis 3 cm og 10 cm radarer.

Smålandsfarvandet Havmøllepark ligger tæt på de etablerede og trafikerede sejlruiter gennem Langelandsbæltet (Rute H) samt DW19m. Afstanden fra undersøgelsesområdets vestlige afgrænsning til Rute H (den nærmeste) er ca. 5,5 km. Herudover forekommer en del lystsejlads i området.

Der henvises i øvrigt til den separate baggrundsrapport vedrørende sejladsikkerhed for yderligere detaljer om sejlads i området /13/.

4.3 Radiokæder

En radiokæde er en dataforbindelse mellem to positioner. Forbindelsen etableres ved hjælp af radiobølger med meget høj frekvens. Der benyttes retningsbestemte antenner og en radiokæde er således et trådløst alternativ til f.eks. en kabelforbindelse.

Fra Erhvervsstyrelsens Frekvensregister er der lavet udtræk for radiokæder i projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark. Der er ikke identificeret nogen radiokæder i projektområdet. /14//15/

5. POTENTIELLE PÅVIRKNINGER

5.1 Metode for vurdering af virkninger

Identificeringen og vurdering af potentielle påvirkninger af radarer og radiokæder som følge af Smålandsfarvandet Havmøllepark foretages på baggrund af de aktiviteter, som er beskrevet i den tekniske projektbeskrivelse /1/ samt beskrivelsen/kortlægningen af eksisterende forhold, jf. afsnit 4.

Vurderingerne er foretaget på baggrund af følgende grundlag:

- En kortlægning og beskrivelse af opstillede radarer og eksisterende radiokædeforbindelser i nærheden af projektområdet.
- Afholdte møder og konsultationer med SOK og Erhvervsstyrelsen
- Telefoniske konsultationer med lufthavne vedrørende mulig påvirkning af lufthavnsradarer.
- Et skrivebordsstudie af eksisterende litteratur omkring indvirkninger på radarer og radiokæder fra havmølleparker samt mulige afværgetiltag.

Påvirkningerne på radarer og radiokæder vurderes med fokus på følgende forhold:

- Intensitet
- Udbredelse
- Varighed
- Følsomhed af receptor
- Overordnet betydning

Den overordnede betydning af en potentiel påvirkning er vurderet med udgangspunkt i kriterierne defineret i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Kriterier for overordnet betydning af miljøpåvirkninger

Overordnet betydning af en påvirkning	
<i>Neutral/uden påvirkning</i>	Ingen påvirkning i forhold til status quo.
<i>Ubetydelig negativ påvirkning:</i>	Der forekommer små påvirkninger, som er lokalt afgrænsede, ukomplicerede, kortvarige eller uden langtidseffekt og helt uden irreversible effekter.
<i>Mindre negativ påvirkning:</i>	Der forekommer påvirkninger, som kan have et vist omfang eller kompleksitet, en vis varighed udover helt kortvarige effekter, og som har en vis sandsynlighed for at indtræde, men med stor sandsynlighed ikke medfører irreversible skader.
<i>Moderat negativ påvirkning:</i>	Der forekommer påvirkninger, som enten har et relativt stort omfang eller langvarig karakter (fx i hele anlæggets levetid), sker med tilbagevendende hyppighed eller er relativt sandsynlige og måske kan give visse irreversible men helt lokale skader på eksempelvis bevaringsværdige kultur- eller naturelementer.
<i>Væsentlig negativ påvirkning:</i>	Der forekommer påvirkninger, som har et stort omfang og/eller langvarig karakter, er hyppigt forekommende eller sandsynlige, og der vil være mulighed for irreversible skader i betydeligt omfang.
<i>Positive påvirkninger:</i>	Der forekommer positive påvirkninger på en eller flere af ovennævnte punkter.

5.2 Potentielle påvirkninger

5.2.1 Radarer

Afstanden mellem en radar og en havmøllepark er bestemmende for, hvor stor påvirkningen fra havmølleparken vil være. Generelt gælder det, at når signifikante dele af en havmølle, fx rotor-skiven, er over radarhorisonten vil påvirkninger forekomme. Jo tættere en havmølle er på en radar, jo større sandsynlighed er der for påvirkning af radaren.

Om en havmøllepark vil påvirke en radar afhænger ligeledes af faktorer som; radartype og havmølleparkens layout. Den geografiske udbredelse og opstillingsmønster samt antal og dimensioner af møller er således definerende i forhold til, hvor meget en havmøllepark vil påvirke den pågældende radar.

Havmølleparkeres generelle påvirkninger på radarsystemer er angivet nedenfor:

- Dannelse af radarskygge bag vindmøller, der bevirker, at bagvedliggende mål enten ikke detekteres eller kun kan følges dårligt.

- Refleksion af radarstråler i vindmølletårne og vinger, hvilket kan give anledning til falske radarmål (falske ekkoer).

Nedenfor følger en generel beskrivelse af de potentielle påvirkninger på forskellige radartyper.

5.2.1.1 Meteorologiske radarer

Havmølleparker, der er placeret i nærheden af meteorologiske radarer, kan give anledning til falske ekkoer, der kan fejltolkes som vejrfænomener som regn/sne eller tordenvejr. Vejrradarer er udstyret med software, der udelader at registrere ting, der står helt stille, som f.eks. et bakke- drag eller høje bygninger. Ekkoer fra turbinetårnet på en vindmølle, som ikke har nogen hastighed, kan ligeledes reduceres/fjernes. Men ekkoer fra vindmøllers roterende vinger er noget sværere at håndtere på vejrradarer, idet de nemt kan forveksles med nedbør (partikler med en hastighed). Ekkoer, der kommer fra de roterende vinger i en havmøllepark, kan derfor medføre fejlfortolkning af vejrforhold.

En havmøllepark, der er placeret tæt på en vejrradar, kan også have den indvirkning, at en del af vejrradarens måleområde bliver blokeret, så vejrfænomener bag havmølleparken ikke registreres korrekt. /16/

Vejrradarer er orienteret mod himlen, for at kunne observere vejrforhold. Det betyder, at kun nærliggende vindmøller (eller andre høje installationer) giver anledning til forstyrrelser. Ifølge guidelines fra det engelske meteorologiske institut anbefales det, at ingen vindmøller placeres tættere end 5 km fra vejrradarer og for vindmøller placeret nærmere end 20 km anbefales det at gennemføre et studie af påvirkninger. Vindmøller placeret længere væk end 20 km kan have indvirkning men vil, hvis forekommende, være væsentlig mindre. /17/

5.2.1.2 Civile overvågningsradarer for luftfart

Havmølleparker, der er placeret inden for radarhorisonten af en lufthavns primære radar kan medføre refleksion af radarstråler i havmølletårne og i de roterende vinger, som kan give anledning til fejlfortolkning af ekkoer (falske ekkoer). Fejlfortolkningen kan medføre, at bestemmelsen af afstanden eller retningen til et fly bliver forkert.

Herudover kan havmølleparker give anledning til, at der dannes radarskygger bag havmøllerne således, at bagved flyvende fly enten ikke detekteres eller kun kan følges dårligt på lufthavnens primære radar.

For lufthavnens sekundære radarer, som i praksis er dem der benyttes til flytrafikovervågning, vil den mulige påvirkning generelt være mindre. Hvis en havmøllepark imidlertid er placeret tæt på en sekundær radar, vil der som for primærradaren kunne opstå refleksioner og blokering af signal, som kan bevirke at flyovervågning forringes. /7/

5.2.1.3 Forsvarets overvågningsradarer og VTS radarer

Havmølleparker, der er placeret inden for radarhorisonten af Forsvarets radarer, der anvendes til farvandsovervågning og flyregistrering på dansk territorium, kan ligeledes give anledning til såvel dannelse af radarskygge bag vindmøllerne og refleksioner med falske ekkoer til følge.

Forsvarets radarer kan således – tilsvarende civile overvågningsradarer - fejlfortolke ekkoer så afstanden eller retningen til skibe eller fly fejlbedømmes og/eller opleve forringet dækning bag havmølleparken således, at fly eller skibe enten ikke detekteres eller kun kan følges dårligt.

Som tidligere beskrevet vil radarskygge og falske ekkoer kunne forekomme så længe signifikante dele af havmøllen er over radarhorisonten. Med en radarantenne placeret i fx 30 meters højde vil radarhorisonten for en 3 MW mølle være ca. 45 km og for en 10 MW mølle ca. 55 km.

Radartypen Scanter 4000 (ved Keldsnor) benyttes til overvågning af luftrum og overflade, mens radartypen Scanter 2001 (ved Hou og Sprogø) primært benyttes til overvågning af overflade. Begge radartyper (dog primært ved Hou og Sprogø) vil potentielt blive påvirket af havmølleparken i Smålandsfarvandet på grund af den relativt korte afstand mellem radarerne og mølleparken.

Terma, der er producenten af Scanter kystradarerne, har udført forskellige tests for at undersøge om opgradering/udskiftning af radarsystemer kan optimere på detektion af fly i vindmølleområder. Testene blev udført på Horns Rev I og II med Scanter 4002 radarsystemet. Et lille testfly (Grumman GA-7) foretog flyvninger ind over de to havmølleparker fra forskellige retninger, i forskellige højder, med varierende hastighed og ved forskellige vejrforhold. Testene viste at med Scanter 4002 radarsystemet kunne flyet registreres og følges ved flyvninger over de to havmølleparker /18//19/.

Undersøgelsen med Scanter 4002 samt andre tilsvarende undersøgelser indikerer, at påvirkningen af skibs- og flyovervågning fra havmølleparker kan reduceres ved etablering af de rette afværgeforanstaltninger /18//19//20//21/.

Erfaringer fra Sprogø havmøllepark, som blev idriftsat i 2009, har vist at havmøllerne har en indvirkning på VTS radarne i Storebælt i form af reflektioner (falske ekkoer). For at afhjælpe disse indvirkninger er der opsat en ekstra radar på en af pylonerne på Storebæltbroen.

Anholt Havmøllepark, som blev idriftsat i 2013, har vist sig at påvirke Forsvarets Scanter 4000 radar på Anholt. Radaren overvåger både luftrum og overflade, men påvirkningen har primært vist sig på luftrumsovervågningen. Havmøllernes roterende vinger giver anledning til falske ekkoer på radarsystemet, som vanskeliggør overvågningen af luftrummet over havmølleparken. /8/

5.2.2 Skibsradarsystemer

De mobile radarsystemer (skibsradarer), der primært anvendes til navigation, påvirkes tilsvarende som de stationære systemer, dvs. ved potentielle radarskygger og falske ekkoer, og kan således forstyrre sejladsen i området.

Undersøgelsesområdet for havmøller i Smålandsfarvandet ligger tæt på sejlroute H. Herudover forekommer en del lystsejlad. Der er udarbejdet en separat sejladssikkerhedsrapport, herunder risikovurderinger i forhold til fx skibskollisioner, som led i VVM-processen for Smålandsfarvandet Havmøllepark /13/. Her nævnes layoutet af mølleparken (placering af møller), markering på søkort samt udsendelse af informationsmateriale som relevante risikoreducerende tiltag ift. skibstrafikken i området. Der henvises i øvrigt til sejladssikkerhedsrapporten for yderligere detaljer vedrørende vurderinger i relation til sejladssikkerheden i området.

5.2.3 Radiokæder

Potentielle indvirkninger på radiokæder består af:

- Blokering af radiosignal fra havmøllerne
- Refleksion af radiosignal i havmølleårne og vinger, som kan interferere med hovedsignal.

For at en radiokædeforbindelse kan fungere optimalt kræver det, at der er direkte sigt mellem to antenner. Der skal minimum være 200 m fra en vindmølle eller andre forhindringer til en sigtelinje for en radiokædeforbindelse, for at undgå indvirkning på radiokædeforbindelsen. Idet der ikke er identificeret nogle radiokæder ved projektområdet for Smålandsfarvandet er vurdering af indvirkninger på radiokæder udeladt.

5.3 Anlægsfase

5.3.1 Radar

Meteorologiske radarer

De nærmeste af DMI's vejrradarer i forhold til projektområdet for Smålandsfarvandet er radarerne på Stevns og i Virring (se Figur 4-1) som ligger henholdsvis 90 km øst for projektområdet og 130 km nordvest for området. I de givne afstande fra projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark vil DMI's vejrradarer ikke blive påvirket i anlægsfasen, og det vurderes at påvirkning af meteorologiske radarer som følge af Smålandsfarvandet Havmøllepark vil være ubetydelig, se Tabel 5-2.

Civile overvågningsradarer for luftfart

Påvirkning af lufthavnsradarerne i Roskilde og Kastrup lufthavn, i form af refleksioner og dannelse af radarskygge bag vindmøller, vurderes at være ubetydelige i anlægsfasen. Lufthavnene benytter sig primært af sekundære radarer, hvor refleksioner og skygger i de givne afstande fra havmølleparken ikke vil have indvirkning. Vurdering af indvirkninger på lufthavnsradarer er yderligere beskrevet i baggrundsrapport for Flytrafik /9/.

Forsvarets overvågningsradarer og VTS radarer

I anlægsfasen vil påvirkning af radarerne i Hou, Sprogø og potentielt Keldsnor bestå af blokering/refleksion af signal samt skyggedannelse fra kraner, installationsfartøjer og vindmøller. Påvirkning, især refleksioner, vil påvirke overvågning af skibstrafikken i Storebælt og området omkring Smålandsfarvandet Havmøllepark. Påvirkningen af radarerne i anlægsfasen vil gradvist gå fra at være ikke eksisterende, når anlægsarbejdet påbegyndes, til at være på niveau med påvirkningerne i driftsfasen, efterhånden som anlægsarbejdet skrider frem og flere og flere havmøller rejses. På grund af den relativt korte varighed er det dog vurderet, at påvirkningen af forsvarers radarer i anlægsfasen er mindre.

Skibsradarer

De mobile radarsystemer påvirkes tilsvarende de stationære systemer (Forsvarets radarer). Påvirkningen er dog primært relevant for skibe, der befinder sig lokalt i området omkring Smålandsfarvandet. På grund af den relativt korte varighed og lokale udbredelse er det dog vurderet, at påvirkningen er mindre. Betydningen for sejladsikkerheden, som følge af anlægsfasen af havmølleparken er beskrevet i baggrundsrapport for sejladsikkerhed /13/.

Tabel 5-2 sammenfatter den overordnede virkning på radarer fra Smålandsfarvandet havmøllepark i anlægsfasen.

Tabel 5-2 Sammenfatning af påvirkningerne på radarer i anlægsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Påvirkning	Intensitet	Udbredelse	Varighed	Overordnet betydning
Dannelse af falske ekkoer og blokering af signal på DMI's vejradarer	Lille	Lokal	Kort	Ubetydelig
Dannelse af radarskygge og refleksioner bag installationskraner/vindmøller på Forsvaret kystradarer	Lille/mellem	Lokal/regional	Kort	Mindre
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på skibsradarer	Lille	Lokal	Kort	Mindre

5.3.2 Radiokæder

Der er identificeret ikke identificeret radiokæder i projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark. Tabel 5-3 sammenfatter den overordnede virkning på radiokæder fra Smålandsfarvandet Havmøllepark i anlægsfasen.

Tabel 5-3 Sammenfatning af påvirkningerne på radiokæder i anlægsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Påvirkning	Intensitet	Udbredelse	Varighed	Overordnet betydning
Blokering/refleksion af radiosignal fra kraner/installationsfartøjer	Ubetydelig	-	-	Ubetydelig

5.4 Driftsfase

5.4.1 Radarer

Meteorologiske radarer

Det vurderes, at påvirkningerne på DMI's vejrradarer i driftsfasen svarer til påvirkningerne i anlægsfasen. Påvirkningerne i driftsfasen fortsætter i hele havmølleparkens levetid, som er ca. 30 år.

Civile overvågningsradarer for luftfart

Det vurderes, at påvirkninger på lufthavnsradarerne er ubetydelige i driftsfasen. Vurdering af indvirkninger på lufthavnsradarer er yderligere beskrevet i baggrundsrapport for Flytrafik /9/.

Forsvarets overvågningsradarer og VTS radarer

Etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark vil pga. den korte afstand påvirke VTS radarer i Hou og på Sprogø. Havmølleparken vurderes at ville påvirke begge radarers mulighed for at detektere og følge skibe i og omkring havmølleparken og Storebælt. Radaren ved Keldsnor kan muligvis også blive påvirket af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

På baggrund af de tekniske rammer for Smålandsfarvandet Havmøllepark vurderes det, at der vil være moderat påvirkning på radarer i driftsfasen.

Skibsradarer

De mobile radarsystemer påvirkes tilsvarende de stationære systemer (Forsvarets radarer). Påvirkningen er dog primært relevant for skibe, der befinder sig lokalt i området omkring Smålandsfarvandet. På grund af den lokale udbredelse er det vurderet, at påvirkningen er mindre. Betydningen for sejladsikkerheden, som følge af driften af havmølleparken er beskrevet i baggrundsrapport for sejladsikkerhed /13/.

Tabel 5-4 sammenfatter den overordnede virkning på radarer i og omkring projektområdet i driftsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Tabel 5-4 Sammenfatning af påvirkningerne på radarer i driftsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Påvirkning	Intensitet	Udbredelse	Varighed	Overordnet betydning
Dannelse af falske ekkoer og blokering af signal på DMI's vejrradarer	Lille	Lokal	Lang	Ubetydelig
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på Forsvaret kyststraderer	Mellem	Regional	Lang	Moderat
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på skibsradarer	Lille/mellem	Lokal	Lang	Mindre

5.4.2 Radiokæder

Der er identificeret ikke identificeret radiokæder i projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark. Tabel 5-5 sammenfatter den overordnede virkning på radiokæder i og omkring projektområdet i driftsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Tabel 5-5 Sammenfatning af påvirkningerne på radiokæder i driftsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Påvirkning	Intensitet	Udbredelse	Varighed	Overordnet betydning
Blokering refleksion af radiosignal fra havmøller	Ubetydelig	-	-	Ubetydelig

5.5 Afviklingsfase

5.5.1 Radarer

Meteorologiske radarer

Det er vurderet, at typen og intensiteten af påvirkningerne på meteorologiske radarer i afviklingsfasen svarer til påvirkningerne i anlægsfasen.

Overvågningsradarer for luftfart

Det er vurderet, at typen og intensiteten af påvirkningerne på lufthavnsradarer i afviklingsfasen svarer til påvirkningerne i anlægs- og driftsfasen. Vurdering af indvirkninger på lufthavnsradarer er yderligere beskrevet i baggrundsrapport for Flytrafik /9/.

Forsvarets overvågningsradarer og VTS radarer

Det er vurderet, at typen og intensiteten af påvirkningerne på radarer i afviklingsfasen svarer til påvirkningerne i anlægsfasen.

Skibsradarer

Det er vurderet, at typen og intensiteten af påvirkningerne på mobile radarer i afviklingsfasen svarer til påvirkningerne i anlægsfasen.

Tabel 5-6 sammenfatter den overordnede virkning på radarer i og omkring projektområdet i afviklingsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Tabel 5-6 Sammenfatning af påvirkningerne på radarer i afviklingsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Påvirkning	Intensitet	Udbredelse	Varighed	Overordnet betydning
Dannelse af falske ekkoer og blokering af signal på DMI's vejradarer	Lille	Lokal	Kort	Ubetydelig
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på Forsvaret kystradarer	Lille	Lokal/regional	Kort	Mindre
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på skibsradarer	Lille	Lokal	Kort	Mindre

5.5.2 Radiokæder

Der er identificeret ikke identificeret radiokæder i projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark. Tabel 5-7 sammenfatter den overordnede virkning på radiokæder i og omkring projektområdet i afviklingsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Tabel 5-7 Sammenfatning af påvirkningerne på radiokæder i afviklingsfasen af Smålandsfarvandet Havmøllepark.

Påvirkning	Intensitet	Udbredelse	Varighed	Overordnet betydning
Blokering refleksion af radiosignal fra havmøller	Ubetydelig	-	-	Ubetydelig

6. POTENTIELLE KUMULATIVE EFFEKTER

I områder med havmøller kræves en forøget signalbehandling i radarer for at modvirke forstyrrelser fra møllerne. Dette vil overordnet påvirke de enkelte radarers kapacitet til at afsøge hele radarens dækningsområde og ikke kun i området med havmøller.

I takt med at Danmark opstiller stadig flere vindmøller, vil den samlede radarovervågning af både søterritoriet og lufrummet over dansk territorium potentielt forringes og på et tidspunkt nå et niveau, hvor det kan blive kritisk for Forsvaret. Det stigende antal områder med forringet dækning for Forsvarets radarer, vil således have en kumulativ effekt på det samlede radarbillede i Danmark, forstået på den måde, at der kommer flere og flere skyggeområder ("blinde pletter") eller falske radarmål ("støj").

7. AFVÆRGEFORANSTALTNINGER

Etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark vil påvirke VTS radarne ved Hou og på Sprogø og potentielt kystradaren ved Keldsnor. Det kan derfor blive nødvendigt, at gennemfører afværgeforanstaltninger med henblik på at reducere påvirkningerne mest muligt. Omfanget og typen af afværgeforanstaltninger kan først beskrives nærmere, når der er truffet beslutning omkring etablering af en havmøllepark i Smålandsfarvandet, og når designet ligger fast.

Afværgeforanstaltninger for VTS radarne i Hou og på Sprogø og potentielt kystradaren ved Keldsnor kan bl.a. omfatte:

- Udformningen af havmølleparkens layout, således at radarbilledet forstyrres mindst muligt. Fx vil antal og dimensioner af møller have betydning for hvordan radarsystemer påvirkes.
- Mulig etablering af 'gap fill' radarer, kan potentielt dække de områder, der påvirkes Hou, Sprogø og Keldsnor radarerne.
- Mulig opgradering/ombygning af radarsystemerne, som vil gøre overvågning tæt på og over vindmøller bedre.

Omfanget af påvirkninger og behovet for samt typen af afværgeforanstaltninger kan dog ikke beskrives på det foreliggende grundlag, da havmølleparkens layout ikke er kendt. Afværgeforanstaltninger i relation til radarerne i Hou, Sprogø og Keldsnor skal defineres, når det endelige projekt er kendt, det vil sige under projekteringen af selve havmølleparken. Det er således nødvendigt at have fastlagt mølleplaceringer, højde, antal og indbyrdes afstand før en konkret vurdering af den mulige indvirkning kan foretages og tiltag til afværgeforanstaltninger kan besluttes. Det er nødvendigt at inddrage VTS Storebælt og SOK's Materieltjeneste i overvejelserne omkring afværgetiltag. Forsvaret har oplyst, at de ikke har planer om en opdatering/udskiftning af deres eksisterende radarsystemer.

8. OVERVÅGNING

Overvågning er ikke relevant i forhold til radar og radiokæder.

9. TEKNISKE MANGLER OG/ELLER MANGLENDE VIDEN

Det vil være nødvendigt at gennemføre et studie af potentielle påvirkninger samt mulige afværgeforanstaltninger i relation til radarer, i en senere fase af projektet, når endeligt design og layout for Smålandsfarvandet Havmøllepark er fastlagt, idet den fulde udstrækning af påvirkningen på radarerne i Hou, Sprogø og Keldsnor samt behov for og typen af afværgeforanstaltninger ikke kan vurderes på nuværende grundlag.

10. KONKLUSION

10.1 Radar

De nærmeste radarer i forhold til projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark er VTS radarne (Vessel Traffic Service) i Hou og på Sprogø. Radarerne benyttes til overvågning af sejlads gennem Storebælt og ligger henholdsvis 15 km og 30 km fra projektområdet. Tillige ligger Forsvarets overflade- og luftvarslingsradar på Keldsnor 50 km fra projektområdet.

DMI har opstillet 5 vejrradarer i Danmark til registrering af nedbør. De nærmeste vejrradarer i forhold til projektområdet for Smålandsfarvandet er radarene på Stevns og ved Verring, som ligger hhv. 90 km øst fra projektområdet og 130 km nordvest for området. DMI's vejrradarer vil ikke blive påvirket af Smålandsfarvandet Bugt Havmøllepark i de givne afstande fra projektområdet.

Etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark vil påvirke Hou og Sprogø radarnes mulighed for at detektere og følge skibe i Storebælt og omkring Havmølleparken. Det er vurderet, at virkninger på disse radarer som følge af etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark er moderat. Der kan muligvis også ske påvirkning af Keldsnor radaren.

Mobile radarsystemer på skibe i området omkring Smålandsfarvandet vil blive påvirket af en havmøllepark tilsvarende overvågningsradarerne på land. Påvirkningen vurderes at være mindre. Sejladssikkerheden i området som følge af en mulig havmøllepark er beskrevet i baggrundsrapporten om Sejladssikkerhed.

Den overordnede vurdering af virkningerne på radarer i henholdsvis anlægs-, -drifts-, -og afviklingsfasen samt kvaliteten af de data, der er anvendt, er opsummeret i Tabel 10-1

Tabel 10-1 Overordnet vurdering af virkninger på radarer.

Sandsynlig virkning	Samlet betydning	Grundlag for vurdering
PÅVIRKNING PÅ RADARER		
Anlægsfasen		
Dannelse af falske ekkoer og blokering af signal på DMI's vejradarer	Ubetydelig	God
Dannelse af radarskygge og refleksioner bag installationskraner/vindmøller på Forsvaret kystradarer	Mindre	God
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på skibsradarer	Mindre	God
Driftsfasen		
Dannelse af falske ekkoer og blokering af signal på DMI's vejradarer	Ubetydelig	God
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på Forsvaret kystradarer	Moderat	God
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på skibsradarer	Mindre	God
Afviklingsfasen		
Dannelse af falske ekkoer og blokering af signal på DMI's vejradarer	Ubetydelig	God
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på Forsvaret kystradarer	Mindre	God
Dannelse af radarskygge og refleksion af radarstråler i vindmøller på skibsradarer	Mindre	God
Grundlag for vurdering: Begrænset: Spredte data og noget viden Tilstrækkelig: Spredte data, feltforsøg og dokumenteret viden God: Tidsserier, feltundersøgelser og veldokumenteret viden		

Når det endelige layout af Smålandsfarvandet Havmøllepark er fastlagt skal der udarbejdes en konkret vurdering af havmølleparkens indvirkning på radarne samt tiltag til sikring af farvands- og flyovervågningen.

10.2 Radiokæder

Der er lavet udtræk fra Erhvervsstyrelsens Frekvensregister for identifikation af eventuelle radiokæder i projektområdet for Smålandsfarvandet Havmøllepark. Der er ikke identificeret nogen radiokæder i og omkring projektområdet og etablering af Smålandsfarvandet Havmøllepark har således ingen påvirkning på radiokæder.

11. REFERENCER

- /1/ Sæby, Sejerø Bugt og Smålandsfarvandet offshore windfarms, Project Description Off-shore, 5.21.2014 draft
- /2/ Kystnære Havmølleparker, Sæby, Sejerø Bugt og Smålandsfarvandet, Projekts- og anlægsbeskrivelse for anlæg på land. 15.5.2014 udkast.
- /3/ SOK, Møde med Søværnets Operative Kommando, Aarhus 12.6.2014
- /4/ Høringssvar fra Søværnets Operative Kommando: Smålandsfarvandet Havmøllepark - indkaldelse af ideér og forslag, 30.1.2014
- /5/ Høringssvar fra Erhvervsstyrelsen vedr. VVM for Smålandsfarvandet Havmøllepark j.nr. NST-131-00172, 5.2.2014
- /6/ DMI, Lone Seir Carstensen, "Radarens styrker og svagheder", 31.7.2014
- /7/ Telefonisk samtale med Naviair. 5.5.2014
- /8/ Telefonisk samtale med VTS Storebælt, 1.8.2014
- /9/ Smålandsfarvandet Havmøllepark, Flytrafik, ROGC-S-RA-000087. Juni 2014
- /10/ Forslag til lov om etablering af udbygget radarovervågning af Danmarks farvandsområder. LSF 57. 24. februar 2005.
- /11/ http://www.navalhistory.dk/danish/SoevaernsNyt/2009/0219_kyraforsinket.htm
- /12/ <https://www.flickr.com/photos/14716771@N05/5022933648/in/photostream/>
- /13/ Energinet.dk, Smålandsfarvandet Offshore Wind Farm, Ship Traffic, Background Report, 2014-09-15
- /14/ Erhvervsstyrelsen, udtræk fra Frekvensregisteret, marts 2014
- /15/ Erhvervsstyrelsen, e-mail korrespondance med Hugo Engelstoft Hansen vedr. radiokæder, 10.-12.3.2014
- /16/ De la Vega, D. et al., "Mitigation Techniques to Reduce the Impact of Wind Turbines on Radar Services" Energies, 14.6.2013
- /17/ Met Office, "Met Office guidelines for wind farm developers: Meteorological radar and other technical sites used for meteorology". April 2012.
http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/9/b/Safeguarding_our_Observations_Met_Office_guidelines_for_wind_farm_developers_April_2012_v1.pdf
- /18/ Thomsen, A. et al., "Air Coverage Test with Scanter 4002 at Horns Rev Wind Farm I and II", 2013
- /19/ Hansen, K. et al. "Detection and Tracking of Aircraft over Windfarms using SCANTER 4002 with Embedded Tracker 2" 2012
- /20/ Thomsen, A. et al. "Air Traffic Control at Wind Farms with TERMA SCANTER 4000/5000, 2011
- /21/ Brenner, M. et al. "Wind farms and radar" 2008