



Aflandshage/ Nordre Flint Vindmølle- parker

Baggrundsrapport for
radaranlæg og radiokæder

WAHA01-GEN-PRO-05-000006 HOFOR VIND A/S

11. OKTOBER 2021

Projekt ID: 10404847
Ændret: 11-10-2021 15:36
Revision 2

Udarbejdet af BRIG/HKD
Kontrolleret af BSOM
Godkendt af LIE

Indhold

1	Indledning	3
1.1	Formål	3
2	Projektbeskrivelse	5
2.1	Aflandshage Vindmøllepark	5
1.1	Nordre Flint Vindmøllepark	8
3	Radar, luftfartsanlæg og radiokæder	11
3.1	Baggrund	11
3.1.1	Metode	11
3.1.2	Datagrundlagets validitet	12
3.2	Lovkrav og regler	12
3.3	Eksisterende forhold	12
3.3.1	Radaranlæg	12
3.3.1.1	Meteorologiske radarer	13
3.3.1.2	Civile overvågningsradarer for luftfart	13
3.3.1.3	Forsvarets overvågningsradarer	14
3.3.1.4	Skibsradarsystemer	16
3.3.2	Radiokæder	17
3.4	Vurdering af påvirkningerne i anlægsfasen	18
3.5	Vurdering af påvirkningerne i driftsfasen	18
3.5.1	Meteorologiske radarer	19
3.5.2	Forsvarets radaranlæg	19
3.5.3	Skibsradarer	21
3.5.4	Radiokæder	21
3.6	Vurdering af påvirkningerne i afviklingsfasen	21
3.7	Kumulative virkninger	21
3.8	Afværgeforanstaltninger	21
3.9	Eventuelle mangler	22
3.10	Konklusion (af samlet påvirkning)	22
4	Overvågning	22
5	Referencer	22

1 Indledning

Denne baggrundsrapport er udarbejdet i relation til både Aflandshage Vindmøllepark og Nordre Flint Vindmøllepark. HOFOR har arbejdet parallelt med udviklingen af og forundersøgelserne for de to vindmølleparker igennem en årrække. HOFOR modtog således forundersøgelsestilladelser for begge vindmølleparker den 6. marts 2019 og har afleveret forundersøgelser for begge vindmølleparker den 21. december 2020.

Baggrundsrapporten belyser altså forholdene i relation til begge vindmølleparker og indgår i dokumentationen for begge. Det fremgår af rapporten hvor der beskrives eller vurderes forhold i relation til begge vindmølleparker, alene i relation til Aflandshage Vindmøllepark eller alene i relation til Nordre Flint Vindmøllepark.

1.1 Formål

Københavns Kommune har et mål om at være CO₂-neutral senest i 2025. Et væsentligt virkemiddel til opfyldelse af målet, er opførelse af vindmøller. Borgerrepræsentationen har i 2010 besluttet, at kommunens arbejde med at realisere vindmøller hovedsagelig skal ske i samarbejde med HOFOR.

HOFOR har med en opdateret ansøgning fra november 2017 fået tildelt forundersøgelsestilladelser, dateret 6. marts 2019, med hjemmel i lov om fremme af vedvarende energi § 22, til at igangsætte forundersøgelserne for anlæg af to vindmølleparker i Øresund: Aflandshage Vindmøllepark og Nordre Flint Vindmøllepark.

Denne tekniske baggrundsrapport, omhandler eksisterende radar og radiokæder, og udgør bilag til miljøkonsekvensrapporterne for henholdsvis Aflandshage Vindmøllepark og Nordre Flint Vindmøllepark.

Rapporten præsenterer detaljerne i vurderingen af påvirkning på eksisterende radar og radiokæder i og omkring forundersøgelserområdet for de to vindmølleparker, undtagen alle anlæg der er tilknyttet Københavns Lufthavn og øvrige lufthavnsanlæg. For vurdering af alle anlæg tilknyttet Københavns Lufthavn og luftfartsanlæg i øvrigt henvises til baggrundsrapport for flytrafik (NIRAS, 2020).

De potentielle påvirkninger og graden af påvirkning på eksisterende radar og radiokæder, er delt op i påvirkninger relateret til anlægs-, drifts- og afviklingsfasen, og eventuelle behov for afværgeforanstaltninger beskrives.

Både Aflandshage Vindmøllepark og Nordre Flint Vindmøllepark er beliggende i et område, som støder op til EEZ1 grænsen mellem Danmark og Sverige. Den korteste afstand fra forundersøgelserområdet for Aflandshage til den svenske kyst ved Falsterbo er ca. 12 km. Den korteste afstand fra forundersøgelserområdet for Nordre Flint til den svenske kyst ved Malmø er ca. 4 km. Radar- og radiokædeanlæg i såvel Danmark som Sverige kan derfor være udsat for påvirkninger fra de planlagte vindmølleparker og er omfattet af denne rapport.

Vindmøllerne vil blive placeret som fastlagt i de tre alternativer indenfor hver deres afgrænsede område for henholdsvis Aflandshage Vindmøllepark og Nordre Flint Vindmøllepark (NIRAS, 2021), (NIRAS, 2020). Området indenfor forundersøgelserområdet på havet, hvor vindmøllerne opstilles, betegnes "vindmølleområdet" og området, hvor ilandføringskablet er planlagt, betegnes "kabelkorridoren" eller "forundersøgelserområde for ilandføringskablet". Den overordnede betegnelse af for-

undersøgelsesområdet, dækker dermed både området, hvor vindmøllerne planlægges at blive anlagt samt området for ilandføringskabler. I forhold til mulige betydende virkninger på radar og radiokæder vil det være projekternes permanente anlæg af vindmøller og evt. tilhørende offshore transformerstation, der vil være relevante. Derfor omhandler denne rapport kun "vindmølleområdet".

2 Projektbeskrivelse

2.1 Aflandshage Vindmøllepark

Aflandshage Vindmøllepark består af følgende projektelementer:

- Vindmølleparken (vindmøller, fundamenter og inter array kabler mellem de enkelte vindmøller) i Øresund
- Ilandførselskabler, der leder strømmen fra vindmølleparken til kysten ved Avedøreværket
- Landkabler i Hvidovre Kommune, der anlægges fra kysten og frem til transformerstation
- Transformerstation og nettilslutning ved Avedøre Holme
- Alternativt offshore transmissionsfaciliteter placeret på separat fundament.

I forhold til mulige betydende virkninger på eksisterende radar og radiokæder vil det være projektets permanente anlæg af vindmøller og evt. tilhørende offshore transformerstation, der vil være relevante.

Projektet omfatter anlæg af vindmøller med en installeret effekt på op til 300 MW. Der indgår tre alternative løsninger, hvor der i den ene løsning anlægges en lille vindmølle med en effekt pr. vindmølle på 5,5 - 6,5 MW, mellem vindmølle med en effekt pr. vindmølle på 7,5 - 8,5 MW eller en stor vindmølle med en effekt pr. vindmølle på 9,5 - 11 MW. Det betyder, at der ved anlæg af små vindmøller maksimalt anlægges op til 45 vindmøller, ved mellem vindmøller anlægges op til 31 vindmøller og ved anlæg af store vindmøller op til 26 vindmøller i området. Vindmøllerne vil have en maksimal højde til top vingspids på 210 - 220 meter (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Estimerede dimensioner på de tre vindmøllestørrelser. Worst-case dimensioner og interval angivet i parentes. Intervallerne for totalhøjde kan ikke overskride 220 m og frihøjden over HAT (højeste astronomiske tidevand) skal være mindst 20 m.

Vindmølle kapacitet (MW)	Rotor diameter (m)	Total højde DVR90 (m)	HUB højde DVR90 (m)	Højde over HAT (m)
6,5 (5,5-6,5)	176 (160±10%)	210 (191±10%)	122 (111±12%)	34 (20-52)
8,5 (7,5-8,5)	184 (167±10%)	212 (193±10%)	120 (109,5±12%)	28 (20-32)
11,0 (9,5-11,0)	200 (187±10%)	220 (210,5±10%)	120 (118,75±12%)	20 (20-46)

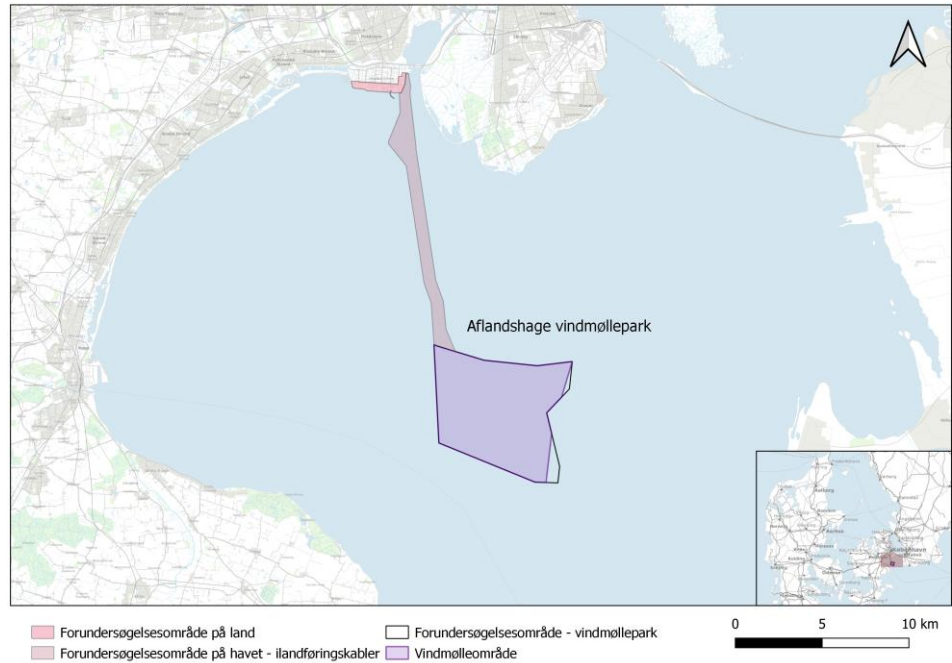
En eventuel offshore transformerstation¹ vil blive placeret inden for vindmølleområdet som er vist i Figur 2.1 herunder som "Undersøgelingsområde for vindmøller".

Aflandshage Vindmøllepark ønskes placeret i Øresund i området mellem Stevns og Amagers sydspids. Afstanden fra kysten og til området, hvor de nærmeste vindmøller kan blive placeret, vil være mere end 8 kilometer. Vindmøllerne og tilhørende søkabler til land vil blive anlagt indenfor et forundersøgelingsområde på 56,5 km², der fremgår af Figur 2.1. Vindmølleområdet udgør ca. 42 km². Vindmøllerne

¹ Mest sandsynligt at transformerstationen placeres i nærheden af Avedøreværket indenfor forundersøgelingsområdet på land (se Figur 2.1, signatur "kabelkorridor på land")

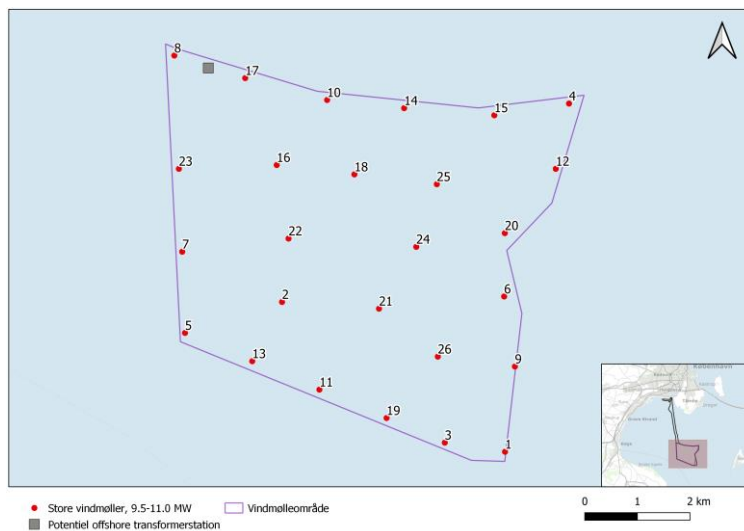
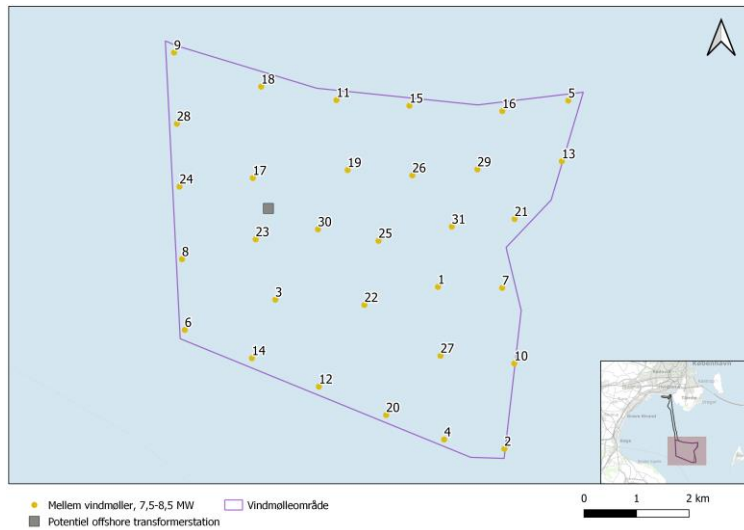
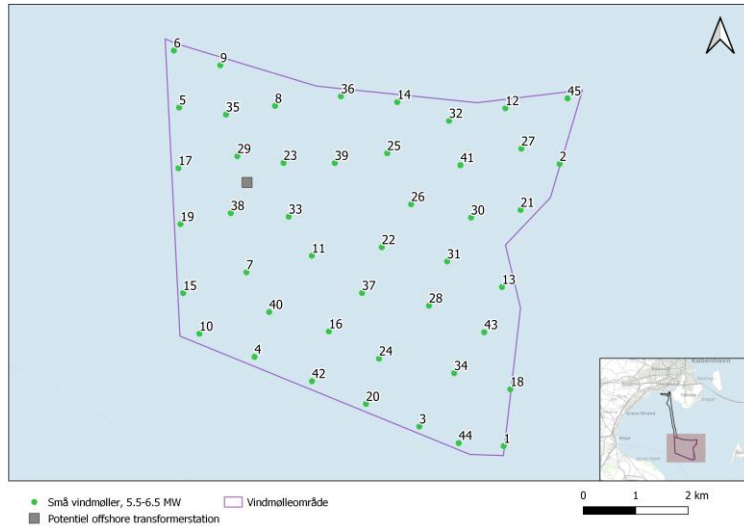
forventes som nævnt at få en samlet installeret effekt på op til 300 MW. Dette svarer til strømforbruget for 300.000 husstande.

Figur 2.1: Kort over forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Kortet viser vindmølleområdet samt området for anlæg af ilandføringskabler.



Vindmøllerne i Aflandshage Vindmøllepark vil anlægges i et opstillingsmønster, som tilgodeser en række hensyn, som bl.a. bedst mulig tilgang af vind, bundforhold til fundering, sejladssikkerhedsmæssige forhold og vindmølleparkens visuelle udtryk. Disse opstillingsmønstre inklusive lokalisering af eventuel offshore transformerstation fremgår af Figur 2.2.

Figur 2.2: Opstillingsmønstre for hhv. lille vindmølle (45 stk. 5,5 – 6,5 MW), mellem vindmølle (31 stk. 7,5 – 8,5 MW) og stor vindmølle (26 stk. 9,5 – 11,0 MW) i Aflandshage vindmøllepark. Placering af mulig offshore transformerstation vist.



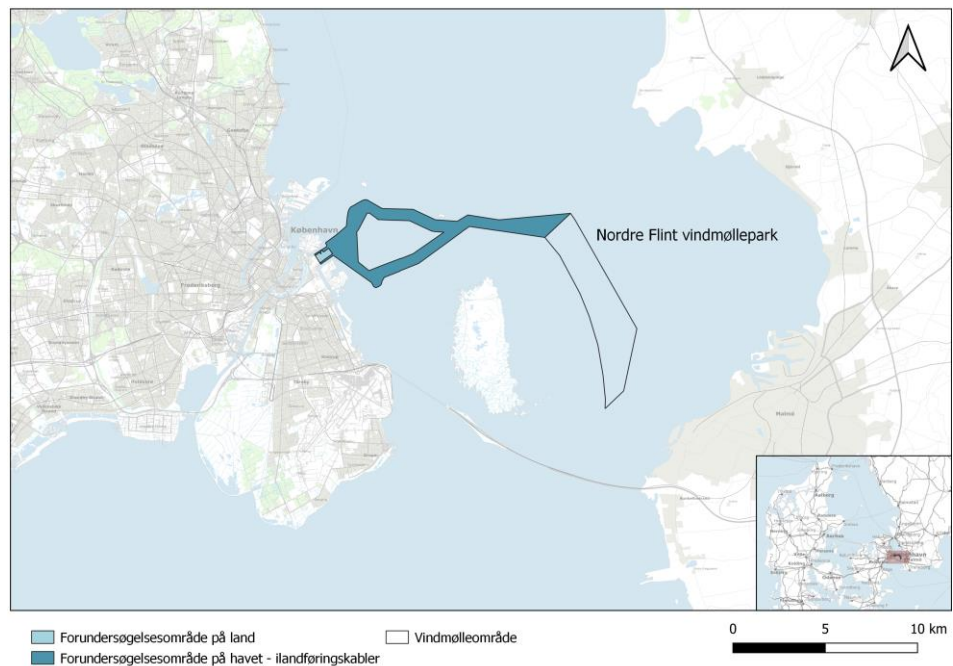
1.1 Nordre Flint Vindmøllepark

Nordre Flint Vindmøllepark planlægges anlagt i et område i Øresund omkring 4-5 km øst for Saltholm. Afstanden fra København til området, hvor vindmøllerne kan anlægges, vil være mere end 11 kilometer. Afstanden til den svenske kyst ved Malmø er ca. 4 km. Vindmøllerne og tilhørende søkabler til land vil blive anlagt inden for et forundersøgelsesområde på 33 km², hvoraf vindmølleområdet udgør 17 km². Områderne fremgår af Figur 2.3.

Nordre Flint Vindmøllepark består af følgende projektelementer:

- Vindmølleparken (vindmøller, fundamenter og inter array kabler mellem de enkelte vindmøller) i Øresund
- Ilandføringskabler på søterritoriet fra vindmølleparken til kysten ved Amager
- Landkabler i Københavns Kommune fra kysten og frem til transformerstation
- Transformerstation og nettilslutning ved Amagerværket

Figur 2.3: Kort over forundersøgelsesområdet for Nordre Flint Vindmøllepark. Kortet viser vindmølleområdet samt området for ilandføringskabler.

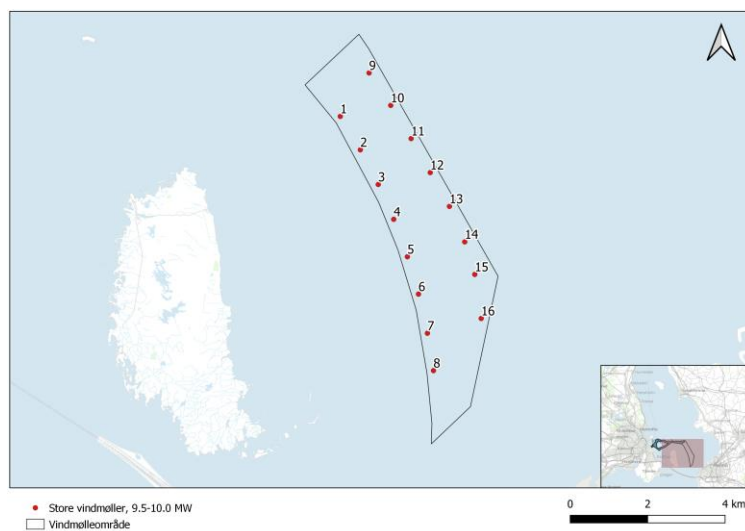
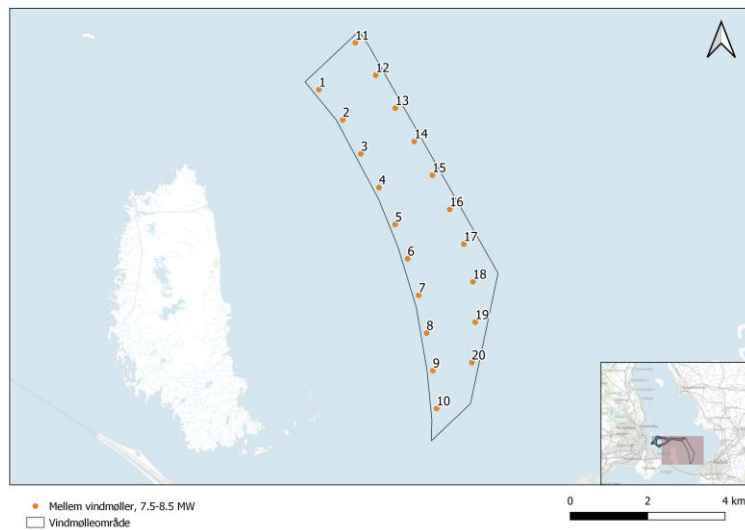
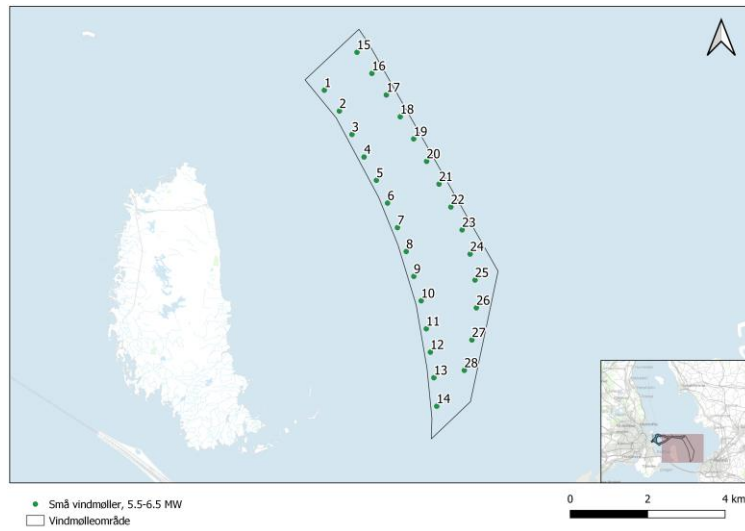


Projektet omfatter anlæg af vindmøller med en installeret effekt på op til 160 MW. Der indgår tre alternative løsninger, hvor der i den ene løsning opstilles små vindmøller med en effekt pr. vindmølle på 5,5 - 6,5 MW, mellem vindmøller med en effekt pr. vindmølle på 7,5 - 8,5 MW eller store vindmøller med en effekt pr. vindmølle på 9,5 - 10,0 MW.

Det betyder, at der ved anlæg af små vindmøller maksimalt anlægges 28 vindmøller, ved mellem vindmøller maksimalt anlægges 20 vindmøller og ved anlæg af store vindmøller maksimalt anlægges 16 vindmøller i området. Vindmøllerne vil have en maksimal højde til top vingspids på 210- 220 meter (Tabel 2.1 i afsnit 2.1).

Vindmøllerne i Nordre Flint Vindmøllepark anlægges i et opstillingsmønster som tilgodeser en række hensyn som bl.a. bedst mulig tilgang af vind, bundforhold til fundering, sejladssikkerhedsmæssige forhold og vindmølleparkens visuelle udtryk. Disse opstillingsmønstre for hhv. lille vindmølle (5,5 – 6,5 MW), mellem vindmølle (7,5 – 8,5 MW) og stor vindmølle (9,5 – 10,0 MW) fremgår af Figur 2.4.

Figur 2.4: Opstillingsmønstre for hhv. lille vindmølle (28 stk. 5,5 – 6,5 MW), mellem vindmølle (20 stk. 7,5 – 8,5 MW) og stor vindmølle (16 stk. 9,5 – 10,0 MW) i Nordre Flint vindmøllepark.



3 Radar, luftfartsanlæg og radiokæder

3.1 Baggrund

Erfaringer fra andre vindmølleparker viser, at radarer, luftfartsanlæg og radiokæder kan blive påvirket af skyggeeffekter og refleksioner fra vindmøller. Vindmøller kan påvirke skibs- og landbaserede radarsystemer samt radarer benyttet til overvågning af luftfartstrafikken. Årsagen til interferensen er vindmøllernes strukturer, store højde og rotorbevægelser, som kan reflektere radarsignalerne. Desuden kan signalerne for telekommunikation og datatransmission forringes, hvis vindmøllerne placeres i sigtelinjer for radiokæder eller indenfor luftfartsanlægs respektområder.

3.1.1 Metode

Der er gennemført en kortlægning af skibs- og landbaserede radarsystemer og flyradarer samt luftfartsanlæg og radiokæder anvendt til telekommunikation og datatransmission i områderne omkring Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker. For vurdering af alle anlæg tilknyttet Københavns Lufthavn og luftfartsanlæg i øvrigt henvises til baggrundsrapport for flytrafik (NIRAS, 2020).

Beskrivelsen af de eksisterende forhold er gennemført ved opdatering af den tidligere kortlægning fra forundersøgelserne for Sejerø Havmøllepark (Rambøll, 2014) og Krigers Flak Havvindmøllepark (NIRAS, 2015), hvor der blev indsamlet data vedr. radar og radiokæder fra Erhvervsstyrelsens frekvensregister, Forsvaret, Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) og Erhvervsstyrelsen: kort.plandata.dk.

Der er anvendt svar fra berørte myndigheder fra den 1. offentlighedsfase i miljøvurderingen af disse vindmølleprojekter. Forsvarsministeriet, Ejendomsstyrelsen har i breve af den 15. november og den 18. november 2019 afgivet svar.

Der er indkommet høringssvar fra Svenske. Sjöfartsverket Sverige har i ESPOO høring gjort opmærksom på mulige virkninger på radar og radiokæder - særligt TSS ved Falsterbo (i forhold til Aflandshage) og Flintrennen (I forhold til Nordre Flint) og negativ virkning på VTS Øresunds radaranlæg.

Trafikverket, Sverige støtter Sjöfartsverkets høringssvar.

Der er afholdt et møde med Forsvaret den 8. oktober 2020 og indhentet høringssvar fra Forsvaret vedr. vindmølleparkernes eventuelle påvirkninger på Forsvarets radaranlæg og radiokæder.

Der er ligeledes indhentet høringssvar fra Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) vedr. eventuelle påvirkninger anlæg af vindmølleparkerne måtte have på DMI's vejrradarsystemer.

De indhentede oplysninger er benyttet til at beskrive mulige påvirkninger af radarsystemer og radiokæder, som følge af tilstedeværelsen af vindmøller samt mulige afværgetiltag.

Forsvaret har den 4. november og den 20. november 2020 afgivet høringssvar vedr. mulig påvirkning af radar og radiokæder.

3.1.2 Datagrundlagets validitet

Data der ligger til grund for denne rapport, omfatter en opdatering af de tidligere kortlægninger foretaget i forbindelse med forundersøgelserne for Sæby Havmøllepark (Rambøll, 2015) og Krigers Flak Havvindmøllepark (NIRAS, 2015), samt indsamling af nye oplysninger i forbindelse med denne baggrundsrapport, herunder høring af Forsvaret samt DMI. Kombinationen af disse data vurderes at være tilstrækkelige til at vurdere projektets påvirkninger på radarer og radiokæder i området omkring vindmølleparkerne på et tilstrækkeligt robust grundlag, og at der således ikke er behov for indsamling af yderligere data. Det skal dog bemærkes, at de endelige afværgeforanstaltninger ikke kan fastlægges, før der er foretaget en nærmere teknisk undersøgelse, der vil beskrive hvilke konkrete afværgeforanstaltninger, der er blive nødvendige. Dette ligger uden for rammerne af miljøkonsekvensvurderingen.

3.2 Lovkrav og regler

Lov om etablering af udbygget radarovervågning af Danmarks farvandsområder fra 2005 (Forsvarsministeriet, 2005) sikrer Forsvaret grundlaget for en udbygning og forbedring af Forsvarets kystradarsystemer. Aftaler omkring en potentiel påvirkning og mulige afværgeforanstaltninger i forhold til radarer er et anliggende mellem koncessionshaver og ejeren af radaren.

Der stilles krav til, at visse typer og størrelser af luftfartøjer og skibe skal have radar blandt andet til navigation, identificering og anti-kollisionssystem (BEK nr 9848 af 12/04/2007), og derfor er det relevant at vurdere, om disse radarsystemer bliver påvirket.

Gældende regler for radiokæder findes i Bekendtgørelse af lov om radiofrekvenser fra 2016 (LBK nr 1100 af 10/08/2016), som bl.a. fastsætter, hvordan der ansøges om tilladelse til brug af radiofrekvenser. Der er ingen lovgivning, der direkte sikrer radiokæder mod forstyrrelser, og der vil i tilfælde af, at vindmølleparken forårsager påvirkninger, som kræver afværgeforanstaltninger, skulle indledes en dialog mellem koncessionshaver og ejer af radiokæden. Hvis parterne ikke kan blive enige om en løsning, vil det i sidste ende være en domstol som tager stilling (Energistyrelsen, 2020a).

3.3 Eksisterende forhold

3.3.1 Radaranlæg

Radar er en forkortelse for **RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging. Anvendelsen af radarer spænder bredt, bl.a. benyttes radarer til overvågning af luftrummet og skibstrafik, navigation, meteorologi og måleopgaver. Vindmølleparker kan forstyrre radaranlæg, så der opstår refleksioner og skyggevirkninger, der kan resultere i upræcise, mangelfulde eller helt udeblevne registreringer.

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

Desuden afhænger en påvirkning af faktorer såsom type af radarsystem og vindmølleparkens opstillingsmønster. Den geografiske udbredelse og opstillingsmønster samt antal og dimensioner af vindmøller er således definerende i forhold til, hvor meget en vindmøllepark vil påvirke et radaranlæg.

Overordnet vil en vindmøllepark kunne medføre dannelse af radarskygge bag vindmøllerne, der bevirker, at bagvedliggende mål enten ikke detekteres eller kun kan følges dårligt, samt en refleksion af radarstråler i vindmølleårne og vinger, hvilket kan give anledning til falske radarmål (falske ekkoer).

I det følgende beskrives de forskellige radartyper, der potentielt kan blive påvirket af Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker.

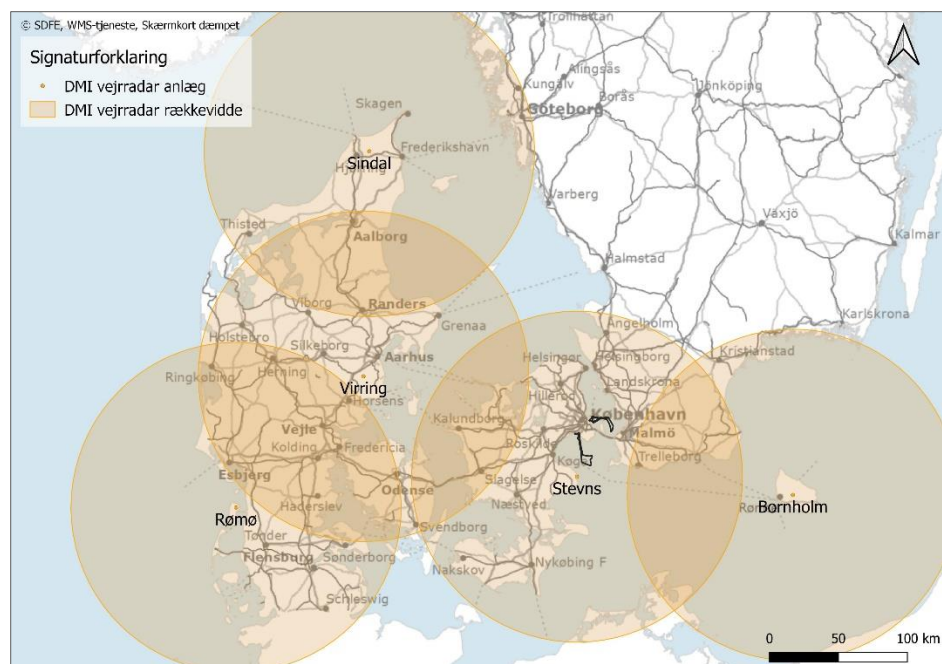
3.3.1.1 Meteorologiske radarer

Vindmølleparker, der er placeret i nærheden af meteorologiske radarer, kan give anledning til falske ekkoer, der kan fejltolkes som vejrfænomener som regn/sne eller tordenvejr.

Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) har fem radarer i Danmark. Radarerne er placeret på jordoverfladen og inden for en rækkevidde af 120 km (af hver radar) er hele Danmarks atmosfære dækket op til 1 km's højde. Radarerne er placeret på Stevns, i Sindal, i Virring, på Rømø og på Bornholm og kan ses på Figur 3.1.

Aflandshage og Nordreflint Vindmølleparker ligger begge inden for rækkevidden af vejrradaren på Stevns. Afstanden mellem vejrradaren til vindmøllerne er på ca. 15 km for Aflandshage Vindmøllepark, og på ca. 40 km for Nordre Flint Vindmøllepark.

Figur 3.1: Placeringen af DMI's fem vejrradarer med angivelse af rækkevidden på 120 km inden for hvilken atmosfæren under 1 kilometers højde kan observeres (DMI, 2020a). Placeringen af forundersøgelsesområderne for Aflandshage og Nordre Flint er indtegnet med sort linje.



3.3.1.2 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 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 (Rambøll, 2014).

Forundersøgelsesområderne for Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker ligger inden for Kastrup, Roskilde og Sturup (Sverige) lufthavnsradarers rækkevidde. Lufthavnsradarer og vurdering af påvirkninger af disse som følge af Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker er beskrevet i baggrundsrapport for flytrafik, og er derfor ikke omtalt yderligere i denne rapport (NIRAS, 2020).

3.3.1.3 Forsvarets overvågningsradarer

Danske radaranlæg

I Danmark foretager Forsvaret overvågning af det danske farvand og luftrum ved hjælp af radarer. Farvandsovervågningen ledes og koordineres af Forsvarets Operationscenter (Joint Operations Centre (JOC)) og løses i samarbejde med Søværnets forskellige centre og udkigsstationer. Overvågning af luftrummet og flyregistrering varetages af Flyvevåbnet.

Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker er begge placeret inden for radarhorisonten af Forsvarets radarer, der anvendes til farvandsovervågning og flyregistrering på dansk territorium.

Forsvaret har identificeret følgende radarer/radarpositioner, hvor de to vindmølleparker vil være beliggende inden for "Line of Sight" (LOS):

Tabel 3.1: Forsvarets radar-anlæg, der kan blive påvirket af projekterne.
NF: Nordre Flint
AH: Aflandshage

Placering	Afstand til vindmølleparken	Formål
KYRA Helsingør	NF: LOS, afstand 37,8 km AH: Ikke LOS	Militær maritim overvågning og suverænitets-hævdelse. Bidrager tillige til VTS SOUND ²
KYRA Peberholm	NF: LOS, afstand 13,5 km AH: LOS, afstand 20,1 km	Militær maritim overvågning og suverænitets-hævdelse. Bidrager tillige til VTS SOUND
KYRA Stevns	NF: LOS, afstand 54,2 km AH: LOS, afstand 24,2 km	Militær maritim overvågning og suverænitets-hævdelse. Bidrager tillige til VTS SOUND
VTS 1 (Nordre Røse)	NF: LOS, afstand 12,3 km AH: LOS, afstand 20,1 km	VTS-radar (SOUND VTS)
VTS 2 (Nordre Drogden)	NF: LOS, afstand 20,8 km AH: LOS, afstand 14,9 km	VTS-radar (SOUND VTS)
Skalstrup	NF: LOS, afstand 46,7 km AH: LOS, afstand 24,8 km	Militær luftrumsovervågning og suverænitets-hævdelse

Placeringerne af radaranlæggene er vist på Figur 3.2.

Svenske radaranlæg

Det svenske forsvar har bl.a. et radaranlæg ved Falsterbo beliggende ca. 12 km øst for forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark og ca. 25 km syd for forundersøgelsesområdet for Nordre Flint Vindmøllepark, se Figur 3.2.

Herudover er der VTS radarstationer ved Falsterbo, Flinterennen, Limhamn (Malmø), Kullaberg, Glumslöv og Klagshamn.

Placeringerne af radaranlæggene er vist på Figur 3.2.

² VTS Øresund ((engelsk) Sound Vessel Traffic Service) overvåger skibstrafikken i et område kaldet SOUNDREP nord for Øresund, fra Kullen i Sverige til lidt vest for Gilleleje og fra syd i Køge Bugt og i en sydvendt kasse fra Stevns til et punkt vest for Trelleborg og er delt op i en nordlig og en sydlig sektor adskilt af Øresundsforbindelsen

Figur 3.2: Placering af radaranlæggene i området samt forundersøgelserområderne for Aflandshage og Nordre Flint vindmølleparker.



3.3.1.4 Skibsradersystemer

Skibsradarer (mobile systemer) anvendes på mange skibe 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 et vigtigt navigationsværktøj.

Forundersøgelserområdet for Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker ligger i kort afstand til trafikerede skibruter i Øresund og til Køge Havn, Avedøre, Københavns Havn og Malmø Havn. Herudover er der en del trafik med fiskefartøjer og lystsejlad i umiddelbar nærhed og igennem begge forundersøgelserområder. Der henvises i øvrigt til den separate baggrundsrapport vedrørende sejladssikkerhed for yderligere detaljer om sejlad i området.

3.3.2 Radiokæder

En radiokæde er en dataforbindelse mellem to positioner. Radiokæder benyttes til telekommunikation og datatransmission af f.eks. radio- og TV-signaler på samme måde som kabelnettet. Det er et godt alternativ til f.eks. kabler, særligt hvor kabelføring er vanskelig på grund af landskabet, bymæssig bebyggelse eller over vand. Radiokæder benyttes typisk af mobiloperatører eller af firmaer, der tilbyder bredbånd til overførsel af data.

I relation til radiokæder skelnes mellem "Punkt-til-punkt tilladelse" og "Fladetilladelse". Ved Punkt-til-punkt tilladelse gives tilladelse til en radiokæde, som sender mellem to positioner, og enhver forhindring i nærheden af den direkte linje mellem disse positioner kan give forstyrrelser af forbindelsen. Erhvervsstyrelsens generelle vejledning anfører, at i tilfælde af, at der skal opføres bygningsværker (i dette tilfælde vindmølleparken) inden for en afstand af ca. 200 m fra punkt-til-punkt sigtelinjen og bygningsværket, skal den pågældende tilladelsesindehaver kontaktes for at sikre, at der ikke vil opstå konflikt mellem radiokædeforbindelsen og vindmølleparken. I tilfælde, hvor sigtelinjen skærer ind igennem vindmølleparken, skal der ske en flytning af positionerne for punkt-til-punkt forbindelsen.

Ved en fladetilladelse gives tilladelse til at anvende en radiokædekanal inden for et veldefineret geografisk område. I tilfælde af geografisk overlap af fladetilladelsen og vindmølleparken vil en større ombygning af anlægget for fladedækning være nødvendig.

Fra Energistyrelsens Frekvensregister er der lavet et udtræk for radiokæder i forundersøgelingsområderne for Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker (Energistyrelsen, 2020b). Indenfor områderne for de to vindmølleparker placering eller i en afstand af 200 meter fra vindmølleparkerne, er der ikke identificeret udstedelse til punkt-til-punkt radiokæder eller fladedækning.

Den nærmeste identificerede radiokæde til forundersøgelingsområdet for Nordre Flint Vindmøllepark er punkt til punkt tilladelse H032919-1 TDC-Nets mellem Flakfortet og Peberholmen. Den identificerede radiokæde ligger vest for Saltholm 4-5 km for vindmølleområdet.

Forsvaret har følgende radiokædeforbindelser beliggende inden for "Line of Sight" (LOS) af de to vindmølleparker:

Tabel 3.2: Forsvarets radiokædeforbindelser
NF: Nordre Flint
AH: Aflandshage

Placering	Afstand til vindmølleparken	Formål
Holmen	NF: ca. 15 km	Intern kommunikation
Kastrup	NF: Ca. 14 km AH: Ca. 17 km	Ground-to Air kommunikation
Aflandshage	NF: Ca. 17 km AH: Ca. 14 km	Intern kommunikation
Køge	AH: Ca. 18 km	Intern kommunikation og maritim kommunikation
Stevns	AH: Ca. 17 km	Maritim kommunikation

3.4 Vurdering af påvirkningerne i anlægsfasen

Potentiel påvirkning af radaranlæg og radiokæder i anlægsfasen skyldes tilstedeværelse af høje arbejdsfartøjer såsom kraner. Efterhånden som vindmølleparken anlægges, vil påvirkningen langsomt øges, og når vindmøllerne er rejst, vil den svare til påvirkningerne i driftsfasen. Der er derfor ikke foretaget yderligere vurderinger af anlægsfasen, men der henvises i stedet til påvirkningerne i driftsfasen, se afsnit 3.5.

3.5 Vurdering af påvirkningerne i driftsfasen

Potentielle påvirkninger af radaranlæg i driftsfasen skyldes tilstedeværelsen af vindmøllerne og vindmøllevingernes rotation. Forstyrrelserne optræder oftest på radarskærmen som refleksioner, skyggevirksomhed, upræcis registrering eller mangelfuld eller helt udebleven registrering (RABC & CanWEA., 2020).

I princippet kan der på grund af vindmøller forekomme to typer af radarrefleksioner, som kan forstyrre radarbilledet ved overfladeovervågning:

1. Radarstrålen rammer et vindmølleårn, reflekteres på dette, rammer et skib og reflekteres fra skibet via tårnet tilbage til radaren. Her registreres den som et falsk "ekko" i samme retning som vindmøllen, men i større afstand svarende til den længere tid signalet har været undervejs. På radaranlægget ser det derfor ud til, at der er en ekstra genstand, som ikke findes i virkeligheden.
2. Radarstrålen rammer et skib, reflekteres på dette, rammer et vindmølleårn og reflekteres fra dette via skibet tilbage til radaren. Her registreres den som et falsk ekko i samme retning som skibet, men i større afstand. På radaranlægget ser det derved ud til, at skibet ligger et andet sted, end det faktisk gør.

Funktionen MTI (Moving Target Indicator) fjerner ubevægelige ting, så radarbilledet bliver mere overskueligt at læse. Det er blandt andet vindmølleårne, der sorteres fra på radarskærmen, men ved lavluftsovervågning er det især vindmøllevingernes rotation, som giver udfordringer i forhold til radartolkningerne. De roterende vinger er svære at sortere fra, da radarstrålerne rammer forskelligt, alt efter hvor vingerne er i bevægelsen. Idet de er svære at sortere fra, vil de dominere området indenfor vindmølleparken i en grad, som gør, at fartøjer i området ikke kan ses på radarskærmen (RABC & CanWEA., 2020). Erfaringer fra Anholt Havmøllepark viser, at Forsvarets radaranlæg ikke kan se skibe eller andre objekter inden for parkens areal (Energinet.dk, 2015).

Det er primært vindmølleparkens areal og antal vindmøller, der er afgørende for, hvor stor en påvirkning vindmøllerne har på radaranlæggene. Dog afhænger påvirkningen af radarsignalerne også af afstanden mellem vindmøllerne, således at jo tættere vindmøllerne står, jo større interferens og flere skygger skaber vindmøllerne, og dermed er det vanskeligere at detektere fartøjer mellem vindmøllerne vha. radarer, (Energinet.dk, 2015).

3.5.1 Meteorologiske radarer

DMI har fået udarbejdet en rapport over de mulige påvirkninger af vejrradarer på Stevns. (DMI, 2020b).

DMI vurderer at påvirkningen fra Nordre Flint Vindmøllepark er mindre og kræver ikke yderligere undersøgelser eller afværgeforanstaltninger.

DMI vurderer derimod, at Aflandshage Vindmøllepark vil få alvorlige konsekvenser for den data som DMI's radar på Stevns leverer. DMI anfører i deres høringssvar:

Radaren vil med vindmølleparkens planlagte placering opleve kraftige falske ekkoer fra vindmøllerne, som er næsten umulige at filtrere fra i databehandlingen. Det vil betyde, at DMI vil få forringede data fra den lokation, hvor vindmølleparken placeres og i en ca. 45 graders sektor bag vindmølleparken, som bl.a. indbefatter Københavns Lufthavn.

Aflandshage Vindmølleparks placering vil blokere og forstyrre radarsignalerne med blandt andet følgende konsekvenser:

- *forringet mulighed for at observere nedbør over Amager, Københavns Lufthavn og dele af København.*
- *forringede Doppler-hastigheder til vurdering af vindgradient over Københavns Lufthavn*
- *forringede kvantitative nedbørestimater over Amager og København*
- *forringet radarfremskrivning af nedbør observeret i Køge Bugt og over Amager.*

Da der ikke er stor forskel på højden af lille vindmølle, mellem vindmølle og stor vindmølle, vil et opstillingsmønster med få vindmøller give den mindste påvirkning.

3.5.2 Forsvarets radaranlæg

Forsvarsministeriet, Ejendomsstyrelsen har i brev af den 15. november og den 18. november 2019 i forbindelse med 1. offentlighedsfase afgivet svar, heri står der bl.a.:

Vindmøller kan afhængig af deres placering, størrelse og antal påvirke Forsvarets radiokommunikation samt radardækning, hvorfor der kan være behov for at foretage nærmere analyser heraf.

Aflandshage Vindmølleparks østlige grænse er under en sømil fra Falsterbo trafikseparations nordlige grænse, hvor skibstrafikken henholdsvis indsnævres og spredes. Der bør derfor udarbejdes en vurdering af vindmøllernes potentielle negative indvirkning i form af falske ekkoer på skibsfartens navigationsradarer.

Vindmølleparker påvirker i varierende grad Forsvarets løsning af en række myndighedsopgaver, hvilket for eksempelvis omfatter følgende opgaver:

- *Overvågning og suverænitetsåndhævelse på søterritoriet.*
- *Overvågning og suverænitetsåndhævelse i dansk og tilstødende luftrum.*
- *Eftersøgnings- og redningstjeneste (SAR).*
- *VTS-opgaver (Vessel Traffic Service).*
- *Havmiljøovervågning og forureningsbekæmpelse til søs.*

Der er afholdt møde med Forsvaret den 8. oktober 2020 og Forsvaret har i brev af den 4. november og den 25. november 2020 afgivet høringsvar.

Forsvaret har identificeret følgende radarer/radarpositioner, hvor de to vindmølleparker vil være beliggende inden for "Line of Sight" (LOS) og beskrevet den forventede påvirkning:

Tabel 3.3: Forsvarets radaranlæg, der kan blive påvirket af projekterne.
NF: Nordre Flint
AH: Aflandshage

Placering	Afstand til vindmølleparken	Formål	Forventet påvirkning
KYRA Helsingør	NF: LOS, afstand 37,8 km AH: Ikke LOS	Militær maritim overvågning og suverænitetshævdelse Bidrager tillige til VTS SOUND	JA, analyse ("assessment") vurderes nødvendig
KYRA Peberholm	NF: LOS, afstand 13,5 km AH: LOS, afstand 20,1 km	Militær maritim overvågning og suverænitetshævdelse. Bidrager tillige til VTS SOUND	JA, analyse ("assessment") vurderes nødvendig
KYRA Stevns	NF: LOS, afstand 54,2 km AH: LOS, afstand 24,2 km	Militær maritim overvågning og suverænitetshævdelse. Bidrager tillige til VTS SOUND	JA, analyse ("assessment") vurderes nødvendig
VTS 1 (Nordre Røse)	NF: LOS, afstand 12,3 km AH: LOS, afstand 20,1 km	VTS-radar (SOUND VTS)	JA, analyse ("assessment") vurderes nødvendig
VTS 2 (Nordre Drogden)	NF: LOS, afstand 20,8 km AH: LOS, afstand 14,9 km	VTS-radar (SOUND VTS)	JA, analyse ("assessment") vurderes nødvendig
Skalstrup	NF: LOS, afstand 46,7 km AH: LOS, afstand 24,8 km	Militær luftrumsovervågning og suverænitetshævdelse	JA, analyse ("assessment") vurderes nødvendig

Placeringerne af radaranlæggene er vist på Figur 3.2.

Det vurderes, at de ovennævnte VTS radarstationer samt kystradarstationerne ved Helsingør, Peberholm og Stevns (alle anført i Figur 3.2) vil blive påvirket af vindmølleparkerne og således have en begrænsende indvirkning på Forsvarsministeriets operative opgaveløsning.

I relation til VTS radarstationerne og SOUND VTS drives via et bilateralt samarbejde mellem Danmark og Sverige. Søværnskommandoen er VTS myndighed i Danmark og har således alene forholdt sig til eventuelle påvirkninger af radarstationer på dansk territorium. Det vurderes, at vindmølleparkerne ligeledes vil have en indvirkning på svenske radarstationer i Øresund, og det anbefales, at den svenske VTS myndighed ved Sjöfartsverket inddrages i det videre forløb for endelig afklaring af behovet for afværgeforanstaltninger.

Sammenfattende er det Forsvarsministeriets vurdering, at alle ovennævnte radar-systemer må forventes påvirket af de to vindmølleparker.

Deraf følger, at der med stor sandsynlighed vil være behov for etablering af afværgeforanstaltninger for at afbøde de gener, som vindmølleparkerne vil afstedkomme for de bestående radarsystemer.

Der vurderes ikke at være væsentlig forskel ift. hvilken vindmøllestørrelse, der opstilles.

3.5.3 Skibsradarer

De mobile radarsystemer påvirkes tilsvarende de stationære systemer. Påvirkningen er dog primært relevant for skibe, der befinder sig lokalt i området omkring Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker.

Skibsradarsystemer vil også kunne påvirkes, da sejlrouterne i Øresund og sejlrouter til Køge Havn, Avedøre, Københavns Havn og Malmø Havn forløber i forholdsvis kort afstand til vindmølleområderne.

Betydningen for sejladsikkerheden, af vindmølleparkerne er beskrevet i baggrundsrapport for sejladsikkerhed (DNV-GL, 2021).

3.5.4 Radiokæder

Vindmøllerne i både Aflandshage Vindmøllepark og Nordre Flint Vindmøllepark placeres i en afstand på mere end 200 meter fra nærmeste udstedt tilladelse til punkt-til-punkt radiokæder eller fladedækning.

Forsvaret har i deres hørings svar vurderet at de to vindmølleparker ikke vil have indflydelse på Forsvarets radiokommunikation.

Der vurderes med afsæt i ovenstående heller ikke at være risiko for, at der kan ske påvirkning af radiokæder placeret i Sverige.

Det vurderes på baggrund heraf, at ingen af de to vindmølleparker vil påvirke radiokæder i området.

3.6 Vurdering af påvirkningerne i afviklingsfasen

Potentielle påvirkninger af radaranlæg i afviklingsfasen skyldes tilstedeværelsen af vindmøllerne.

Da der i driftsfasen er gennemført afværgeforanstaltninger, så vil påvirkningerne i driftsfasen være ubetydelige.

3.7 Kumulative virkninger

Da de to parker ligger forholdsvis tæt på hinanden, vil der kunne opstå kumulative virkninger, specielt for de radaranlæg, der ligger imellem de to parker.

3.8 Afværgeforanstaltninger

Som beskrevet ovenfor vurderer Forsvaret og DMI, at der vil være behov for afværgeforanstaltninger for en række af Forsvarets radaranlæg, VTS overvågningen i Øresund, svenske radarsystemer ved Falsterbo, Flinterennen samt VTS overvågningen i Øresund samt DMI's radar ved Stevns.

Derfor vurderes det, at der kan være behov for, at der skal foretages ombygninger eller opgraderinger af de nuværende danske kystradaranlæg. Der kan også være

behov for at der opstilles nye radaranlæg (såkaldte 'gap-fillere'), eller at eksisterende anlæg opgraderes for at reducere påvirkningerne til et acceptabelt niveau. Denne fremgangsmåde er anvendt ved andre vindmølleparker.

Det kræver dog en nøjere analyse at få fastlagt det præcise behov for afværgeforanstaltninger. I denne analyse skal påvirkningerne af både danske svenske anlæg inddrages. Efterfølgende skal der så indledes en dialog og forhandling mellem ejerne af radaranlæggene og HOFOR Vind A/S for at fastlægge de endelige afværgeforanstaltninger, der skal være implementeret inden vindmøllerne rejses.

3.9 Eventuelle mangler

Vurderingerne i denne rapport er baseret på erfaringer fra tilsvarende vindmølleparker samt dialog med Forsvaret og DMI. Der foreligger således et godt grundlag for det videre arbejde med at få fastlagt de endelige afværgeforanstaltninger. Dette kræver dog som nævnt en nærmere teknisk analyse, og forhandling mellem ejerne af radaranlæggene og HOFOR Vind A/S for at fastlægge de endelige afværgeforanstaltninger.

3.10 Konklusion (af samlet påvirkning)

Vindmølleparkerne vil kunne forstyrre signaler på radarer, der anvendes til forskellige formål.

Danske og svenske og radaranlæg er undersøgt i forhold til påvirkning fra Vindmøllerne.

Vindmølleparkerne kan medføre, at kystradarernes evne til at opfange skibe forringes. Det vurderes, at der er behov for, at der foretages ombygninger eller opgraderinger af de nuværende danske kystradaranlæg, at der f.eks. opstilles nye radaranlæg (såkaldte 'gap-fillere'), eller at eksisterende anlæg udskiftes/opgraderes for at reducere påvirkningerne til et acceptabelt niveau. Påvirkningerne af kystradaranlæg kan dog først vurderes konkret, når der er foretaget valg af vindmøllernes størrelse og type.

Det vurderes, at alle de beskrevne påvirkninger kan afbødes uden, at det nuværende niveau for overvågning og sikkerhed bliver nedsat.

4 Overvågning

Der vurderes ikke at være behov for overvågning.

5 Referencer

BEK nr 9848 af 12/04/2007. (u.d.). Meddelelser fra Søfartsstyrelsen B, skibes bygning og udstyr m.v., kapitel B V, sejladsens betryggelse, 1. maj 2007.

DMI. (2020a). Mail korrespondance med DMI ansat Martin Sørensen, 27-05 og 09-06 2020.

DMI. (2020b). *Impact of the proposed windmill park in Øresund on DMI' weather radar at Stevns.*

DNV-GL. (2021). Navigational Risk Assessment of Aflandshage and Nordre Flint offshore wind farms.

- Energinet.dk. (2015). Vesterhav Nord Havmøllepark. VVM -redegørelse-baggrundsrapport. Radar og radiokæder.
- Energistyrelsen. (2020a). FAQ om radiokæder og vindmøller på <https://ens.dk/ansvarsomraader/frekvenser/stoej-og-forstyrrelser/vindmoeller-kan-forstyrre-radiokaeder>.
- Energistyrelsen. (2020b). <https://frekvensregister.ens.dk/Search/Search.aspx>, besøgt 6. maj 2020.
- Forsvarsministeriet. (2005). Lov om etablering af udbygget radarovervågning af Danmarks farvandsområder. LOV nr 533 af 24/06/2005.
- LBK nr 1100 af 10/08/2016. (2016). Bekendtgørelse af lov om radiofrekvenser.
- NIRAS. (2015). Kriegers Flak Havmøllepark. Radaranlæg og radiokæder. VVM-redegørelse. Teknisk baggrundsrapport Januar 2015. Udarbejdet af NIRAS for Energinet.dk.
- NIRAS. (2020). Endelig risikovurdering, vindmøller i Øresund. Aflandshage og Nordre Flint Vindmølleparker.
- NIRAS. (2020). Offshore Technical Project Description. Norde Flint Offshore Wind Farm. HOFOR Vind A/S.
- NIRAS. (2021). Offshore and Onshore Technical Project Description. Aflandshage Offshore Wind Farm. HOFOR Vind A/S. HOFOR Vind A/S.
- RABC & CanWEA. (2020). Technical Information and Coordination Process Between Wind Turbines and radiocommunication and Radar Systems.
- Rambøll. (2014). Sejerø Bugt Havmøllepark. Radar og radiokæder. Baggrundsrapport.
- Rambøll. (2015). Sæby Havmøllepark - Radar og radiokæder. Udarbejdet af Rambøll for Energinet.dk.