



Meteorologisk
institutt

METreport

No. 4/2025
ISSN 2387-4201
Radar

Strategisk konsekvensutredning for havvind, Fagutredning for virkninger på radar

Delrapport 2.3
– vurdering av Nordvest A, Nordvest B og Nordvest C

Laila Fodnes Sidselrud og Werner Eriksen
Classification: open



Title Strategisk konsekvensutredning for havvind, Fagutredning for virkninger på radar, Delrapport 2.3 – vurdering av Nordvest A, Nordvest B og Nordvest C	Date 17.03.2025
Section Avdeling for observasjonskvalitet og databehandling	Report no. No. 4/2025
Author(s) Laila Fodnes Sidselrud og Werner Eriksen	Classification ☒ Free ☐ Restricted
Client(s) NVE	Client's reference
Abstract Energidepartementet har gitt NVE i oppdrag å gjennomføre strategisk konsekvensutredning for 20 foreslåtte områder for havvind. Disse er delt inn i to utredningsprogrammer. Del 1 er levert og omfatter utredningsprogram for områdene Sørvest F, Vestavind B og Vestavind F, samt kunnskapsgrunnlag og beskrivelse av hvordan havvindutbygging påvirker lokalklima og værvarsling. Del 2.1 og 2.2 er levert, og disse omfatter resten av Vestavind, Sønnavind og Sørvest områder. Dette er del 2.3 som omfatter Nordvest A, Nordvest B og Nordvest C. MET har ansvar for å utføre vurderinger rundt konsekvensene av Havvind for værradar og havstrømradar (HF-radar)	
Keywords Havvind, værradar, havstrømradar	

Table of contents

Kort informasjon om metodegrunnlag og verdier for værradar	5
Vurdering av Nordvest A	5
Sammendrag	6
Værradar	7
Identifiserte verdier	7
Verdi og påvirkning	7
Konsekvenser	9
Kunnskapsmangler for Nordvest A	10
Havstrømradar	11
Identifiserte verdier	11
Verdi og påvirkning	12
Konsekvenser	12
Kunnskapsmangler for Nordvest A	13
Vurdering av Nordvest B	14
Sammendrag	14
Værradar	14
Identifiserte verdier	14
Verdi og påvirkning	15
Konsekvenser	15
Kunnskapsmangler for Nordvest B	16
Havstrømradar	17
Identifiserte verdier	17
Verdi og påvirkning	18
Konsekvenser	18
Kunnskapsmangler for Nordvest B	19
Vurdering av Nordvest C	20
Sammendrag	20
Værradar	20

Identifiserte verdier	20
Verdi og påvirkning	21
Konsekvenser	21
Kunnskapsmangler for Nordvest C	22
Havstrømradar	23
Identifiserte verdier	23
Verdi og påvirkning	24
Konsekvenser	24
Kunnskapsmangler for Nordvest C	25
Havvindutbygging og påvirkning av lokalklima, sirkulasjon og værvarsling	26
Sammendrag	26
Atmosfærisk sirkulasjon og lokalklima	26
Lynaktivitet i et område med havvind	26
Værvarsling i områder med storstilt havvindutbygging	27

Kort informasjon om metodegrunnlag og verdier for værradar

Oversikt

Metodegrunnlaget for rapporten er beskrevet i delrapport 1 under kunnskapsgrunnlag og metode. Vi oppgir verdier for de ulike utbyggingsområdene fra +5 svært store positive konsekvenser til -5 svært store negative konsekvenser. Vi har overveiende brukt verdiene på følgende måte:

- -5 : Områder der hovedradarsignalet blokkeres av en standard turbin. Dette skaper svekkelser i signalene også lenger fra radaren enn selve turbinene.
- -4: Områder der en åpningsvinkel på 2° vil la signaler treffe turbinene. Her vil radaren konstant oppleve forstyrrelser
- -3: Områder som ligger innenfor radiohorisont. Det er her fri sikt mellom radar og turbin. Radarproduktene vil oppleve forstyrrelser store deler av tiden.
- -1: Områder innenfor radarens dekningsområde. Radarprodukter kan i noen tilfeller oppleve forstyrrelser.
- 0: områder utenfor radarens dekningsområde. En utbygging vil trolig ikke ha konsekvenser for radarproduktene.

Vi viser varslingshorisont for områder der en utbygging vil påvirke nåværende automatiserte radarprodukter på land. Det er mulig vi i framtiden kan få automatiserte radarprodukter også i havområdene, og disse vil da kunne påvirkes.

Vurdering av Nordvest A

Sammendrag

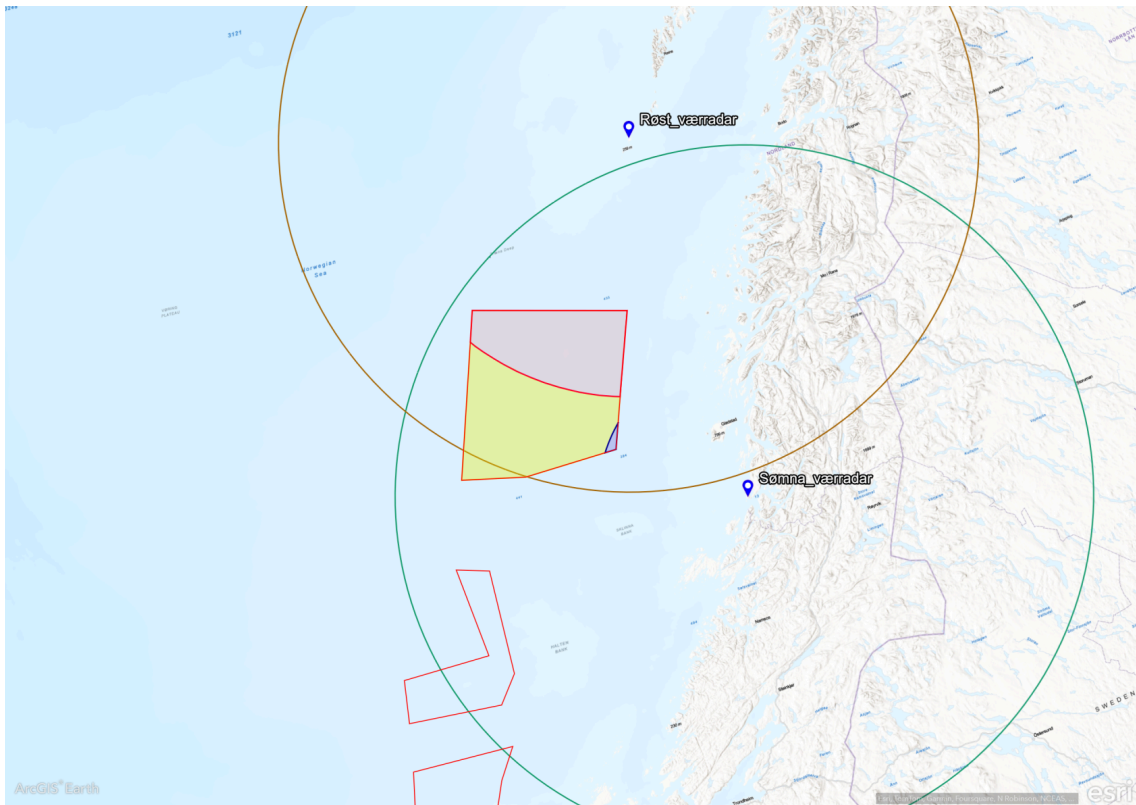
Nordvest A ligger innenfor dekningsområdet til værradarene på Røst og i Sømna. Utbyggingsområdet er delt inn i tre verdikategorier. Vi har et område i nord hvor vi vet det vil bli konstante forstyrrelser. Her er verdien satt til -4. Det er et område i sørøst hvor det trolig blir forstyrrelser det meste av tiden. Her er verdien satt til -3. I resten av området er verdien satt til -1. En utbygging vil gi forstyrrelser i radardata, men ingen blokkeringer. Ved en utbygging av hele området vil Vega, Dønna og deler av Sandnessjøen ikke lenger få 90 minutters radarbasert nedbørvarsel.

Hele det foreslåtte området Nordvest A ligger utenfor dekningsområdet til HF-radarene som MET har i drift i dag, men området ligger innenfor fremtidige HF-radarer på kysten av Nordland. Interferens fra vindturbiner i Nordvest A-området vil kunne forstyrre fremtidige havstrømradarer på kysten av Nordland på en slik måte at en stor del av radialdataene blir ødelagt. Vi vurderer at konsekvensen av full utbygging av Nordvest A for havstrømradarene er alvorlig, kode -4.

Værradar

Identifiserte verdier

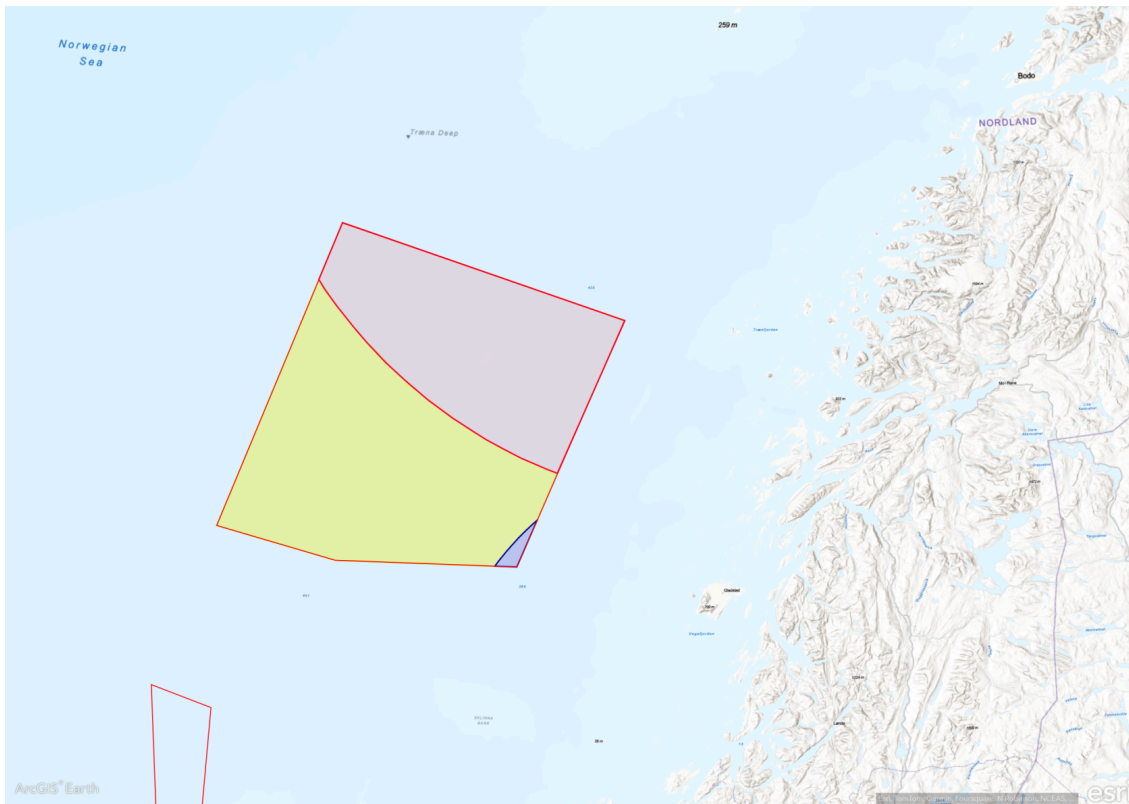
Utbyggingsområdet Nordvest A dekkes av værradarene på i Sømna og på Røst som vist i figur 1.



Figur 1. Viser Nordvest A som markert område med markert radardekkning fra Røst værradar og sømna værradar. Værradarene har den dekkningsradius på 240km.

Verdi og påvirkning

Nordvest A er et stort område, og vi forventer ulik påvirkning av værradardataene i ulike deler av området. Figur 2 viser disse ulike delene definert med farger, og jeg vil i fortsettelsen vise til disse fargene.



Figur 2. Verdi av ulike deler av Nordvest A. Rosa område har verdi -4, fiolett område har verdi -3 og gult område har verdi -1. Størrelsen av de ulike områdene er beregnet ut fra en standard turbin.

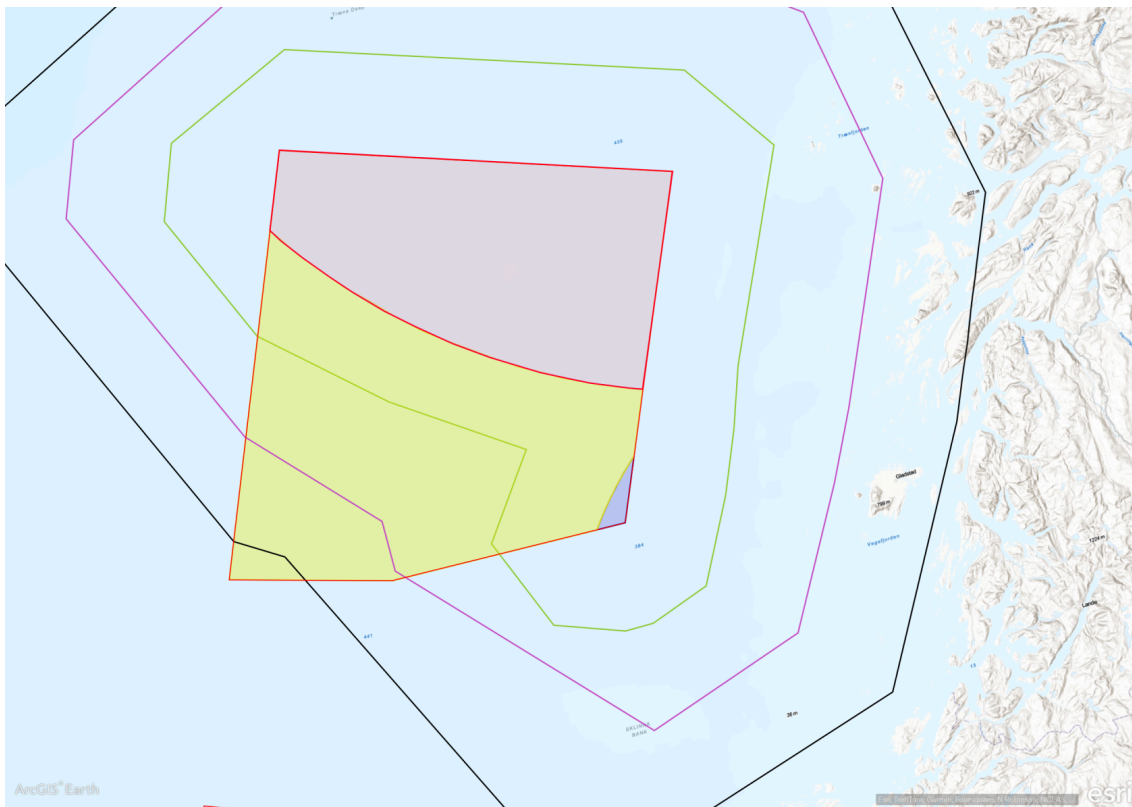
Det rosa området i nord har verdi -4. Dette er fordi vi er sikre på at vi innenfor dette området vil ha konstante forstyrrelser i værradardata. Forstyrrelsene kommer i værradardata fra Røst værradar. Denne radaren står lavt, og vil derfor ha radarsignaler i lavere høyde enn radaren i Sømna. I radardataene fra Røst værradar er det to terrengblokkeringer sørover. Disse stammer fra Nonstuva på Vedøya 205m og Storfjellet på øya Storfjellet 259m. Disse toppene er imidlertid lavere enn total turbinhøyde på 308 meter. Dermed vil vindturbiner forstyrre høyere elevasjoner av radardata, også der det er terrengblokkeringer av de laveste radarelevasjonene. Avgrensningen av området med verdi -4 er gitt med en antenneåpningsvinkel på 2°.

I det sørøstlige hjørnet av Nordvest A finner vi et lite område markert med fiolett. Dette området har verdi -3 siden det er innenfor radarhorisonten til Sømna værradar. Vi forventer derfor forstyrrelser i dette området store deler av tiden.

Resten av Nordvest A er markert i gult og har verdi -1. Området ligger innenfor dekningsområdene til Røst og/eller Sømna værradar og kan derfor få forstyrrelser, men vi tror ikke forstyrrelsene kommer i stort omfang.

Konsekvenser

Forstyrrelser i radardataene kan føre til forvirring hos brukerne av radardata siden en vindpark kan se ut som et nedbørområde. Forstyrrelsene vil også påvirke produksjonen av automatiske radarprognoser. Vi sender ut et nåvarsel på nedbør 90 minutter fram i tid, og dette produktet baserer seg på radarobservasjoner. Figur 3 viser varslingshorisonten for de områdene hvor vi forventer omfattende forstyrrelser i radardata.



Figur 3. Varslingshorisont for områder i Nordvest A hvor vi forventer at det automatiske nedbørvarslet påvirkes av en vindkraftutbygging med standardturbin på 308 m. Grønn linje indikerer 30 minutters varslingshorisont, fiolett linje indikerer 60 min varslingshorisont og sort linje indikerer 90 min varslingshorisont

Ved en utbygging av rosa og fiolett markerte områder i Nordvest A, vil steder som Vega, Dønna og deler av Sandnessjøen ikke lenger få 90 minutters nedbørvarsel.

Kunnskapsmangler for Nordvest A

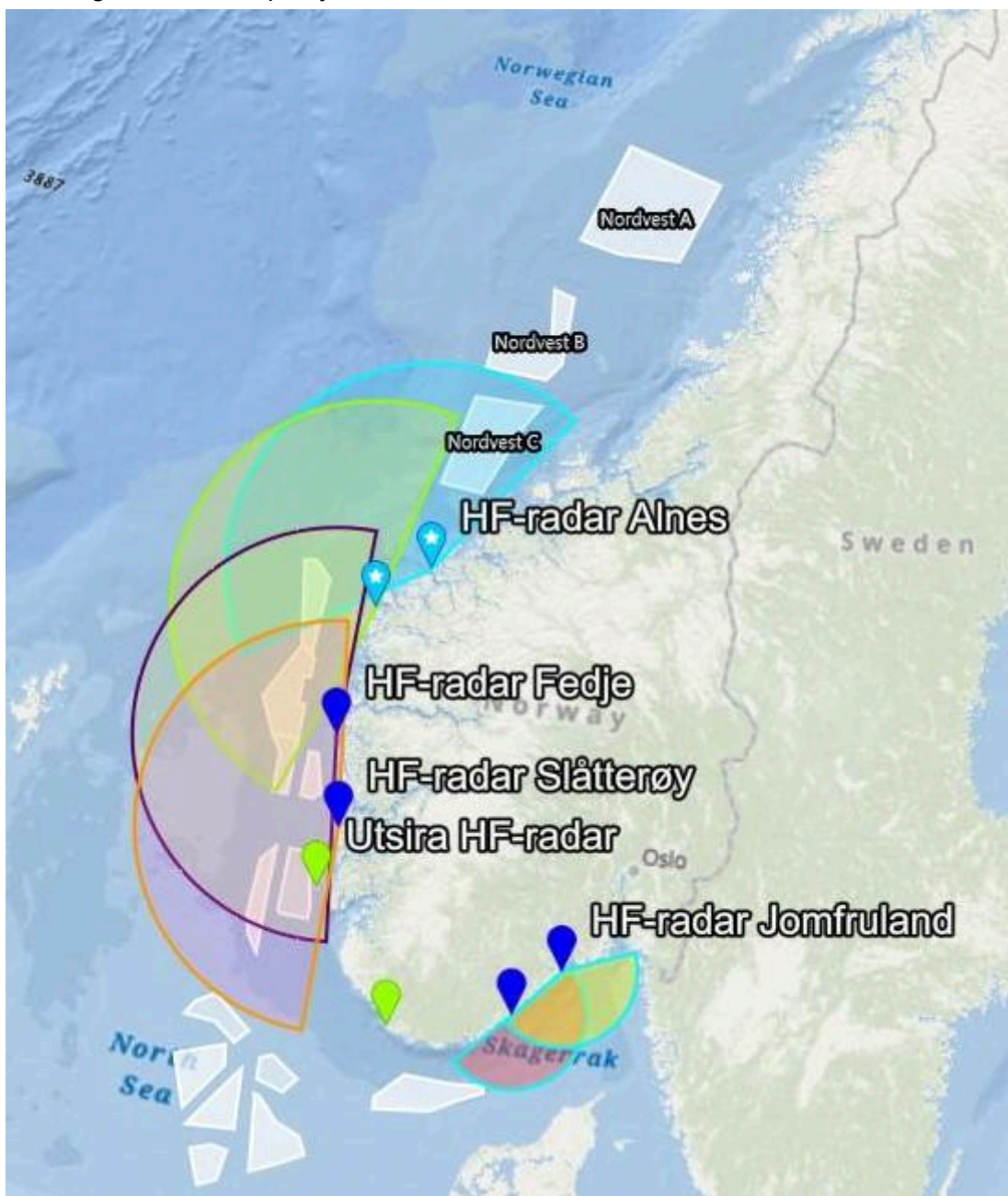
Turbinstørrelse og vindparkstørrelse

Det finnes i dag ingen meteorologisk erfaring med utbygging av vindparker av dette omfanget og størrelse og turbiner av denne størrelsen. Det finnes anbefalinger om at vindparker ikke skal være større enn 10 km², med en avstand på 10 km mellom vindparkene. Vi har i Norge ingen erfaring med anlegg på størrelse med Nordvest A, og vi har heller ikke algoritmer klare for å bruke observasjoner fra andre instrumenter som en erstatning for radardataene. Nylige forsøk med maskinlæring viser lovende resultater i å fjerne forstyrrelser fra mindre vindparker, men vi kan ikke se en tilsvarende forbedring for større vindparker. Det er heller ingen erfaring med hvordan maskinlæring vil påvirke radarbaserte prognoser.

Havstrømradar

Identifiserte verdier

Hele det foreslåtte området Nordvest A ligger utenfor dekningsområdet til HF-radarene som MET har i drift i dag. Se figur 4 for oversikt. Men området ligger innenfor fremtidige HF-radarer på kysten av Nordland.



Figur 4: Plassering av Nordvest A i HF-radarenes dekningsområde

Verdi og påvirkning

Interferens fra vindturbiner i Nordvest A-området vil kunne forstyrre fremtidige havstrømradarer på kysten av Nordland på en slik måte at en stor del av radialdataene blir ødelagt.

Konsekvenser

Konsekvensene av forstyrrelser på havvindradarer fra vindturbiner i området Nordvest A er at det blir betydelig mindre radielle hastighetsmålinger tilgjengelig. Arealet som går tapt fra hver HF-radar tilsvarer halvsirkler med bredde som størrelsen på Nordvest A og radius fra Nordvest A til de respektive radarene. Dette arealet er vesentlig større enn området Nordvest A.

Radielle havstrømhastigheter assimileres i dag inn i de numeriske havmodellene, og mindre data gir dårligere kvalitet på varslene. Vi vurderer at konsekvensen av full utbygging av Nordvest A for havstrømradarene er alvorlig, kode -4.

Kompenserende tiltak for å redusere konsekvensene av Nordvest A på havstrømradarene er:

- å øke sweep rate på radaren. Dette øker den spektrale båndbredden for radaren, og kan gjøre at forstyrrelsen fra en vindturbin bare havner i en avstandscelle (range bin) fra radaren i motsetning til 3-5 avstandsceller. Ulempen med dette er at HF-radar har et begrenset frekvensspektrum hvor de har tillatelse til å sende. Når flere HF-radarer skal opereres i samme geografiske område blir det utfordrende å sette opp tidsstyringen mellom radarene.
- Flagging av forstyrrelsene fra vindturbiner er et annet tiltak. Hvis rotasjonshastigheten til vindturbinene er kjent, kan man beregne hvor i spektrumet forstyrrelsene vil komme, og fjerne data i dette området. Dette krever utvikling av ny programvare for HF-radarene, og at rotasjonshastigheten til vindturbinene er tilgjengelig i sanntid. Dette kan brukes til å fjerne data med feil, men det blir et havområde uten data. MET må få kompensert kostnadene for ny programvare til HF-radarene.
- Strømningsmålere plassert og driftet av operatørene i havvindparkene er også et avbøtende tiltak. Disse kan måle havstrømmer i punkter i parken og overføre dataene i sanntid. Vi foreslår 6 strømningsmålere plassert i Nordvest A for å

avhjelpe tap av strømningsdata i vindparken. Ettersom parken har direkte innvirkning på sirkulasjonen foreslår vi plasseringer i senter, på fire kanter, samt nedstrøms av dominerende vindretning et stykke utenfor parken. Slike målinger vil også ha stor nytteverdi for utvikling av metodikk for å fjerne feil i HF-radarmålingene grunnet vindturbinene.

Kunnskapsmangler for Nordvest A

Forstyrrelser på HF-radar pga vindturbiner til havs er en forholdsvis ny problemstilling, og det foregår internasjonal forskning på hvordan man skal løse dette. Det er fortsatt mye uavklart, og det er lite erfaringsdata, spesielt fra vindparker i den størrelsen og plassering offshore som vi vurderer nå.

Det er foreslått flere tiltak som kan redusere påvirkningen fra vindturbiner på HF-radar, men det er viktig å merke at der det er interferens mellom en HF-radar og en vindturbin er radardataene tapt. Ett enkelt tiltak vil sannsynligvis ikke være tilstrekkelig.

Flere av de foreslåtte tiltakene krever utvikling og testing av ny programvare for HF-radarene, og det er i dag ukjent hva kostnadene for dette blir for MET og når slik programvare vil være tilgjengelig.

Vurdering av Nordvest B

Sammendrag

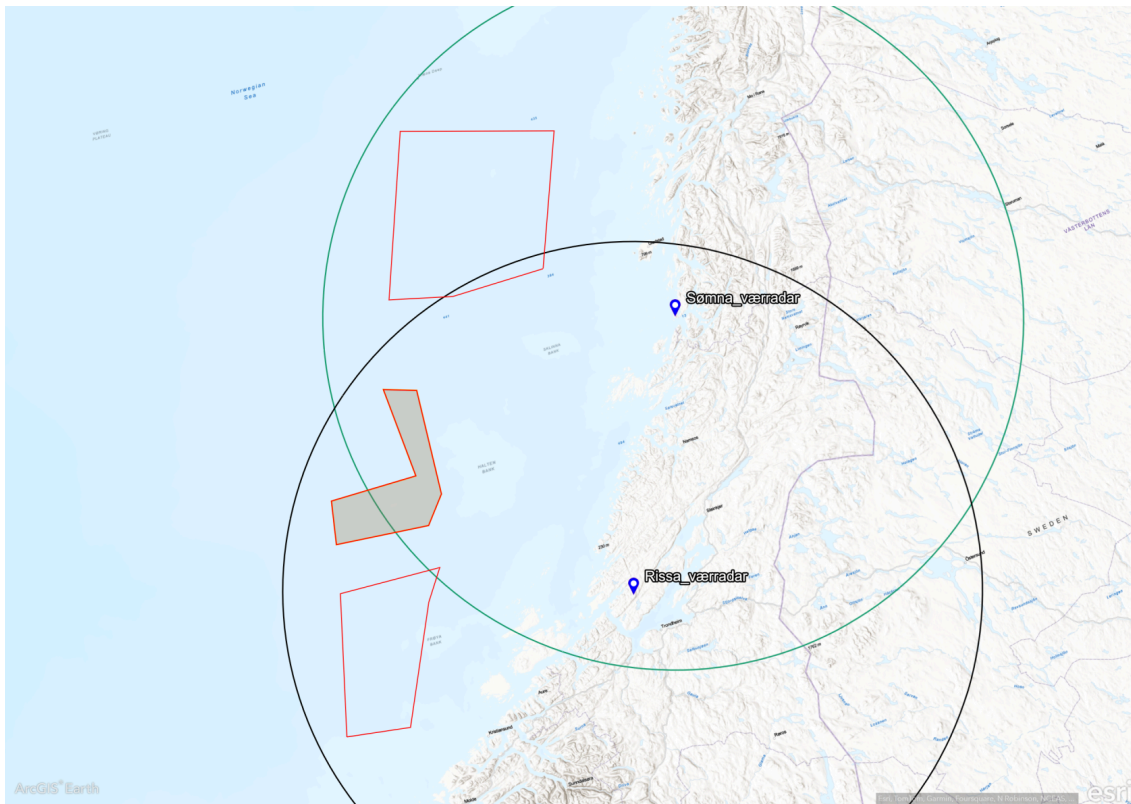
Nordvest B ligger innenfor dekningsområdet til værradarene i Rissa og Sømna, men ut fra avstand og radarhøyde tror vi ikke vi vil oppleve konstante forstyrrelser i værradar data ved en utbygging med standard turbin. Forstyrrelser vil imidlertid fra tid til annen forekomme. Vi er usikre på hvor ofte. Verdien settes til -1.

Hele det foreslåtte området Nordvest B ligger utenfor dekningsområdet til HF-radarene som MET har i drift i dag, men området ligger innenfor fremtidige HF-radarer på kysten av Nordland. Interferens fra vindturbiner i Nordvest B-området vil kunne forstyrre fremtidige havstrømradarer på kysten av Nordland på en slik måte at en stor del av radialdataene blir ødelagt. Vi vurderer at konsekvensen av full utbygging av Nordvest B for havstrømradarene er alvorlig, kode -4.

Værradar

Identifiserte verdier

Nordvest B ligger innenfor dekningsområdet til værradarene på i Rissa og Sømna. Se figur 5.



Figur 5 viser utbyggingsområdet Nordvest B markert med fyll, sammen med dekningsområdet til værradarene i Rissa og Sømna. Dekningsområdet til radarene er 240km.

Verdi og påvirkning

Nordvest B ligger innenfor dekningsområdet til værradarene på i Rissa og Sømna, men avstanden gjør at vi mener de ikke vil gi en konstant forstyrrelse i radardataene. Vi tror det vil komme forstyrrelser fra en utbygging, men er usikker på hvor mange dager i året forstyrrelsene vil opptre. Verdien av Nordvest B settes derfor til -1.

Konsekvenser

En utbygging av Nordvest B med standardturbiner kan i perioder gi forstyrrelser i værradar data, og når forstyrrelsene er der vil dette gå ut over hvordan værradardataene kan brukes. Forstyrrelser fra vindparker vil for radaren se ut som nedbør. Dette kan gi en forvirring for brukere av værradar data, og det vil gi feil i nedbørvarsler som er produsert automatisk fra værradar data. Hvis det skulle vise seg at forstyrrelsene har et større omfang enn det vi her har antatt, så vil det bli nødvendig å fjerne ett område som er noe større enn vindparken fra værradardataene, og dette kan påvirke muligheten for å gi 90 minutters nedbørvarsel enkelte steder på kysten.

Kunnskapsmangler for Nordvest B

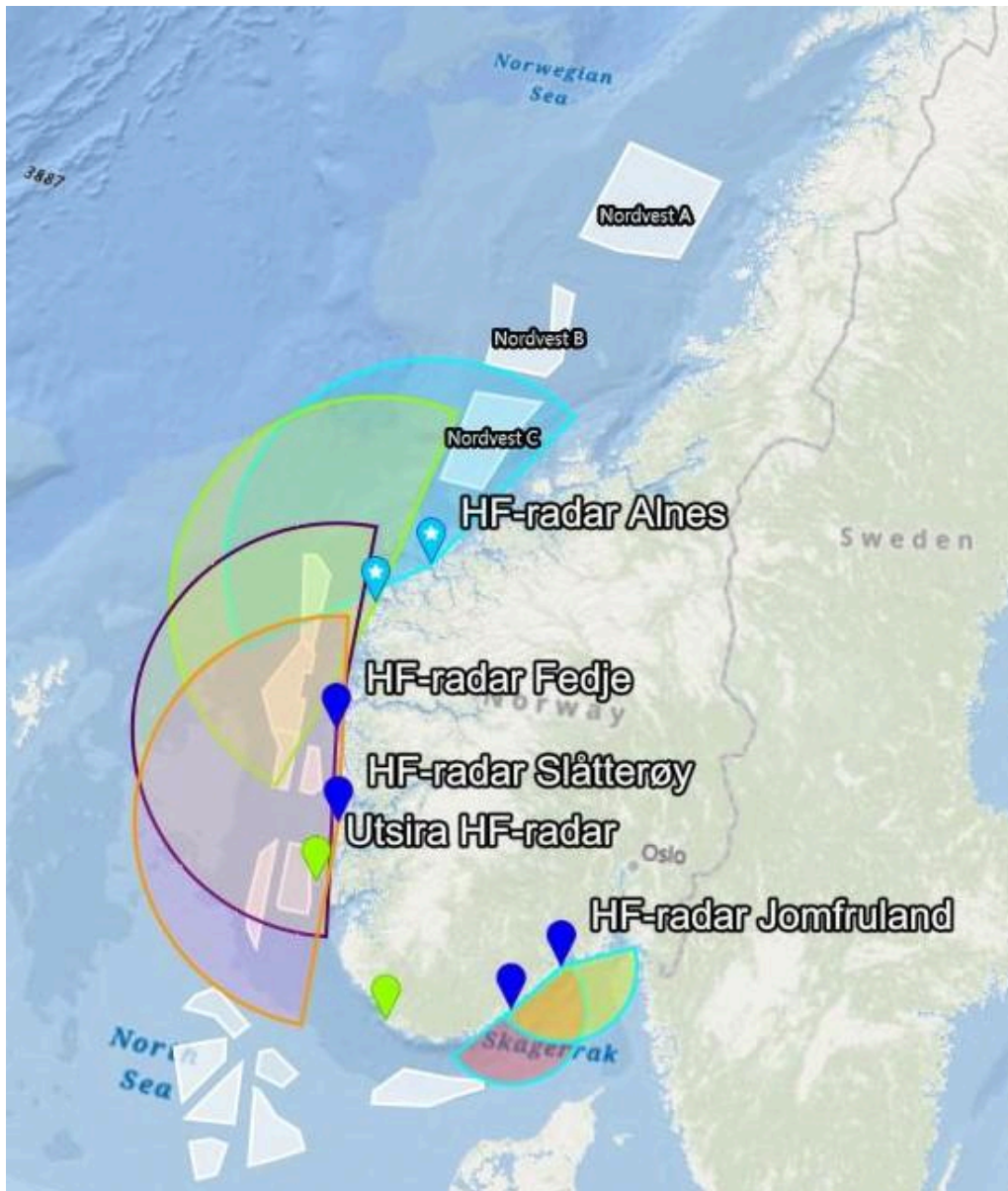
Turbinstørrelse og vindparkstørrelse

Det finnes i dag ingen meteorologisk erfaring med utbygging av vindparker av dette omfanget og størrelse og turbiner av denne størrelsen. Det finnes anbefalinger om at vindparker ikke skal være større enn 10 km², med en avstand på 10 km mellom vindparkene. Vi har i Norge ingen erfaring med anlegg på størrelse med Nordvest B, og vi har heller ikke algoritmer klare for å bruke observasjoner fra andre instrumenter som en erstatning for radardataene. Nylige forsøk med maskinlæring viser lovende resultater i å fjerne forstyrrelser fra mindre vindparker, men vi kan ikke se en tilsvarende forbedring for større vindparker. Det er heller ingen erfaring med hvordan maskinlæring vil påvirke radarbaserte prognoser.

Havstrømradar

Identifiserte verdier

Hele det foreslåtte området Nordvest B ligger utenfor dekningsområdet til HF-radarene som MET har i drift i dag. Se figur 6 for oversikt. Men store deler av området ligger innenfor fremtidige HF-radarer på kysten av Nordland..



Figur 6: Plassering av Nordvest B i HF-radarenes dekningsområde

Verdi og påvirkning

Interferens fra vindturbiner i Nordvest B området vil kunne forstyrre fremtidige havstrømradarer på kysten av Nordland på en slik måte at en stor del av radialdataene blir ødelagt..

Konsekvenser

Konsekvensene av forstyrrelser på havvindradarer fra vindturbiner i området Nordvest B er at det blir betydelig mindre radielle hastighetsmålinger tilgjengelig. Arealet som går tapt fra hver HF-radar tilsvarer halvsirkler med bredde som størrelsen på Nordvest B og radius fra Nordvest B til de respektive radarene. Dette arealet er vesentlig større enn området Nordvest B.

Radielle havstrømhastigheter assimileres i dag inn i de numeriske havmodellene, og mindre data gir dårligere kvalitet på varslene. Vi vurderer at konsekvensen av full utbygging av Nordvest B for havstrømradarene er alvorlig, kode -4.

Kompenserende tiltak for å redusere konsekvensene av Sørvest B på havstrømradarene er:

- å øke sweep rate på radaren. Dette øker den spektrale båndbredden for radaren, og kan gjøre at forstyrrelsen fra en vindturbin bare havner i en avstandscelle (range bin) fra radaren i motsetning til 3-5 avstandsceller. Ulempen med dette er at HF-radar har et begrenset frekvensspektrum hvor de har tillatelse til å sende. Når flere HF-radarer skal opereres i samme geografiske område blir det utfordrende å sette opp tidsstyringen mellom radarene.
- Flagging av forstyrrelsene fra vindturbiner er et annet tiltak. Hvis rotasjonshastigheten til vindturbinene er kjent, kan man beregne hvor i spektrumet forstyrrelsene vil komme, og fjerne data i dette området. Dette krever utvikling av ny programvare for HF-radarene, og at rotasjonshastigheten til vindturbinene er tilgjengelig i sanntid. Dette kan brukes til å fjerne data med feil, men det blir et havområde uten data. MET må få kompensert kostnadene for ny programvare til HF-radarene.
- Strømningsmålere plassert og driftet av operatørene i havvindparkene er også et avbøtende tiltak. Disse kan måle havstrømmer i punkter i parken og overføre

18

dataene i sanntid. Vi foreslår 6 strømningsmålere plassert i Nordvest B for å avhjelpe tap av strømningsdata i vindparken. Ettersom parken har direkte innvirkning på sirkulasjonen foreslår vi plasseringer i senter, på fire kanter, samt nedstrøms av dominerende vindretning et stykke utenfor parken. Slike målinger vil også ha stor nytteverdi for utvikling av metodikk for å fjerne feil i HF-radarmålingene grunnet vindturbinene.

Kunnskapsmangler for Nordvest B

Forstyrrelser på HF-radar pga vindturbiner til havs er en forholdsvis ny problemstilling, og det foregår internasjonal forskning på hvordan man skal løse dette. Det er fortsatt mye uavklart, og det er lite erfaringsdata, spesielt fra vindparker i den størrelsen og plassering offshore som vi vurderer nå.

Det er foreslått flere tiltak som kan redusere påvirkningen fra vindturbiner på HF-radar, men det er viktig å merke at der det er interferens mellom en HF-radar og en vindturbin er radardataene tapt. Ett enkelt tiltak vil sannsynligvis ikke være tilstrekkelig.

Flere av de foreslåtte tiltakene krever utvikling og testing av ny programvare for HF-radarene, og det er i dag ukjent hva kostnadene for dette blir for MET og når slik programvare vil være tilgjengelig.

Vurdering av Nordvest C

Sammendrag

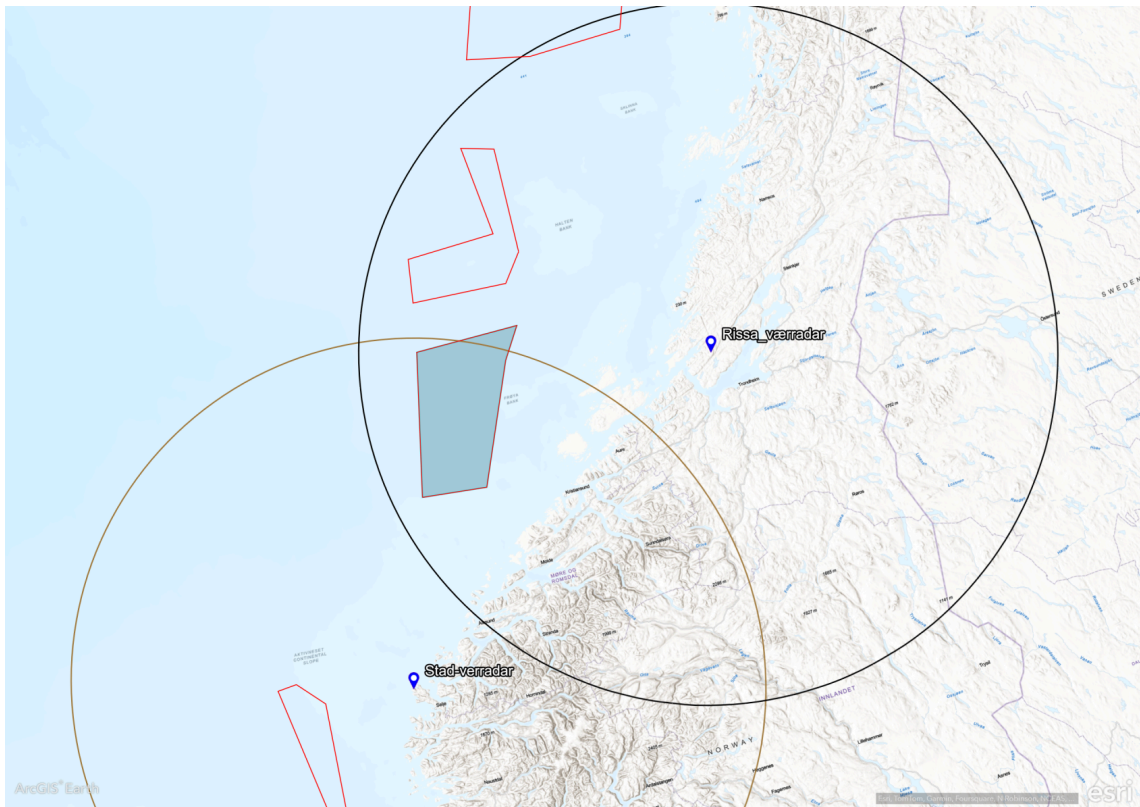
Nordvest C ligger innenfor dekningsområdet til værradarene på Stad og i Rissa, men ut fra avstand og radarhøyde tror vi ikke vi vil oppleve konstante forstyrrelser i værradar data ved en utbygging med standard turbin. Forstyrrelser vil imidlertid fra tid til annen forekomme. Vi er usikre på hvor ofte. Verdien settes til -1

Hele det foreslåtte området Nordvest C ligger innenfor dekningsområdet til HF-radar på Alnes. Interferens fra vindturbiner i Nordvest C området vil kunne forstyrre Havstrømrادaren på Alnes på en slik måte at en stor del av radialdataene blir ødelagt. Vi vurderer at konsekvensen av full utbygging av Nordvest C for havstrømrادarene er alvorlig, kode -4.

Værradar

Identifiserte verdier

Nordvest C ligger innenfor dekningsområdet til værradarene på Stad og Rissa. Se figur 7.



Figur 7 viser utbyggingsområdet Nordvest C i blått, sammen med dekningsområdet til værradarene på Stadt og Rissa. Dekningsområdet til radarene er 240km.

Verdi og påvirkning

Nordvest C ligger innenfor dekningsområdet til værradarene på Stadt og i Rissa, men avstanden gjør at vi mener de ikke vil gi en konstant forstyrrelse i radardataene. Vi tror det vil komme forstyrrelser fra en utbygging, men er usikker på hvor mange dager i året forstyrrelsene vil opptre. Verdien av Nordvest C settes derfor til -1.

Konsekvenser

En utbygging av Nordvest C med standardturbiner kan i perioder gi forstyrrelser i værradar data, og når forstyrrelsene er der vil dette gå ut over hvordan værradardataene kan brukes. Forstyrrelser fra vindparker vil for radaren se ut som nedbør. Dette kan gi en forvirring for brukere av værradar data, og det vil gi feil i nedbørvarsler som er produsert automatisk fra værradar data. Hvis det skulle vise seg at forstyrrelsene har et større omfang enn det vi her har antatt, så vil det bli nødvendig å fjerne ett område som er noe større enn vindparken fra værradardataene, og dette kan påvirke muligheten for å gi 90 minutters nedbørvarsel enkelte steder på kysten.

Kunnskapsmangler for Nordvest C

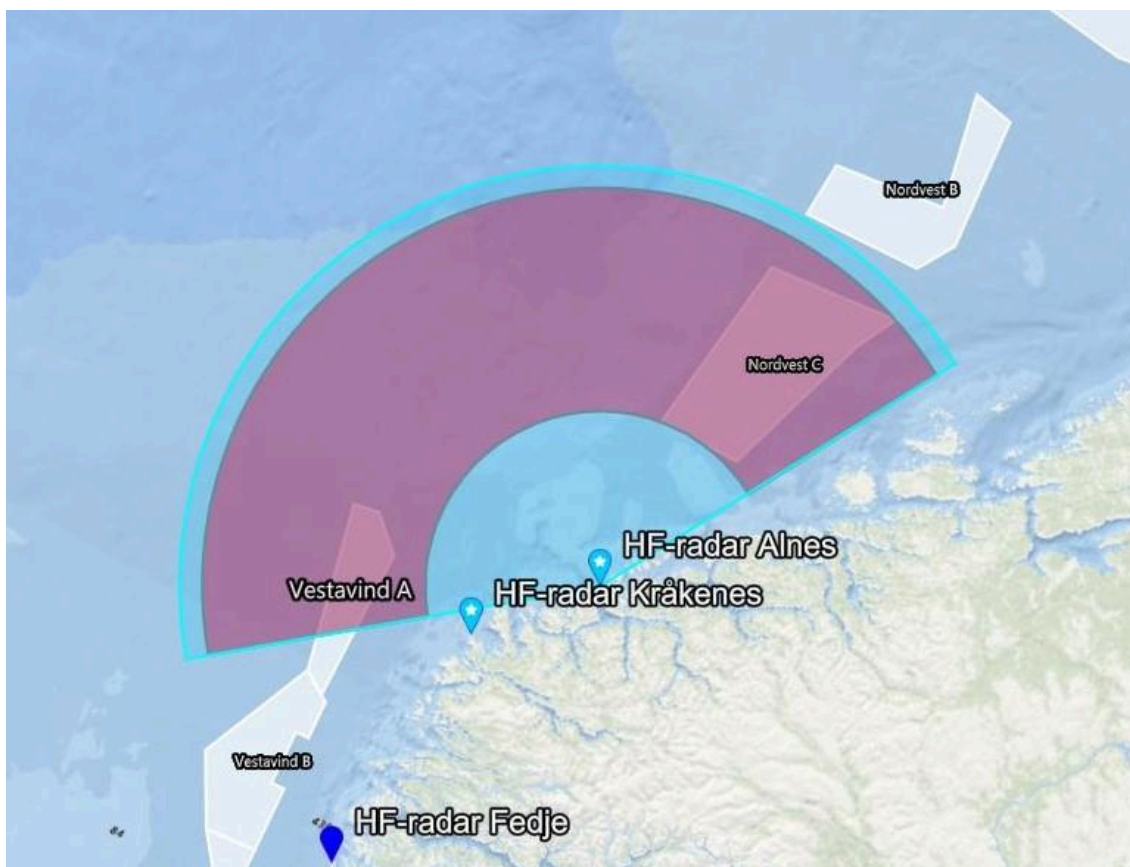
Turbinstørrelse og vindparkstørrelse

Det finnes i dag ingen meteorologisk erfaring med utbygging av vindparker av dette omfanget og størrelse og turbiner av denne størrelsen. Det finnes anbefalinger om at vindparker ikke skal være større enn 10 km², med en avstand på 10 km mellom vindparkene. Vi har i Norge ingen erfaring med anlegg på størrelse med Nordvest C, og vi har heller ikke algoritmer klare for å bruke observasjoner fra andre instrumenter som en erstatning for radardataene. Nylige forsøk med maskinlæring viser lovende resultater i å fjerne forstyrrelser fra mindre vindparker, men vi kan ikke se en tilsvarende forbedring for større vindparker. Det er heller ingen erfaring med hvordan maskinlæring vil påvirke radarbaserte prognoser.

Havstrømradar

Identifiserte verdier

Hele det foreslåtte området Norvest C ligger innenfor dekningsområdet til HF-radar på Alnes. Se figur 8 for oversikt.



Figur 8: Rød halvsirkel viser arealet hvor påvirkning fra vindturbiner i Nordvest C vil kunne ødelegge radielle HF-radar data.

Verdi og påvirkning

Interferens fra vindturbiner i Nordvest C området vil kunne forstyrre Havstrømrادaren på Alnes på en slik måte at en stor del av radialdataene blir ødelagt. Se figur 8 som viser hvilke havområder Nordvest C vil kunne ødelegge radielle HF-radardata for.

Konsekvenser

Konsekvensene av forstyrrelser på havvindradarer fra vindturbiner i området Nordvest C er at det blir betydelig mindre radielle hastighetsmålinger tilgjengelig. Arealet som går tapt fra hver HF-radar er vesentlig større enn området Nordvest C, det blir halvsirkler med bredde som størrelsen på Nordvest C og radius fra Nordvest C til de respektive radarene.

Radielle havstrømhastigheter assimileres i dag inn i de numeriske havmodellene, og mindre data gir dårligere kvalitet på varslene.

Vi vurderer at konsekvensen av full utbygging av Nordvest C for havstrømrادarene er alvorlig, kode -4.

Kompenserende tiltak for å redusere konsekvensene av Nordvest C på havstrømrادarene er:

- å øke sweep rate på radaren. Dette øker den spektrale båndbredden for radaren, og kan gjøre at forstyrrelsen fra en vindturbin bare havner i en avstandscelle (range bin) fra radaren i motsetning til 3-5 avstandsceller. Ulempen med dette er at HF-radar har et begrenset frekvensspektrum hvor de har tillatelse til å sende. Når flere HF-radarer skal opereres i samme geografiske område blir det utfordrende å sette opp tidsstyringen mellom radarene.
- Flagging av forstyrrelsene fra vindturbiner er et annet tiltak. Hvis rotasjonshastigheten til vindturbinene er kjent, kan man beregne hvor i spektrumet forstyrrelsene vil komme, og fjerne data i dette området. Dette krever utvikling av ny programvare for HF-radarene, og at rotasjonshastigheten til vindturbinene er tilgjengelig i sanntid. Dette kan brukes til å fjerne data med feil, men det blir et havområde uten data. MET må få kompensert kostnadene for ny programvare til HF-radarene
- Siden forstyrrelser fra vindturbiner er avhengig av avstanden mellom HF-radar og vindturbinene så kan det å installere en ny HF-radar rett øst av turbinene i Nordvest C være ett tiltak. Denne vil kunne kompensere for bortfall av radardata

øst og vest for Nordvest C- området. MET må kompenseres for kostnadene for installasjon og drift av en slik radar.

- Strømningsmålere plassert og driftet av operatørene i havvind-parkene er også et avbøtende tiltak. Disse kan måle havstrømmer i punkter i parken og overføre dataene i sanntid. Vi foreslår 6 strømningsmålere plassert i Nordvest C for å avhjelpe tap av strømningsdata i vindparken. Ettersom parken har direkte innvirkning på sirkulasjonen foreslår vi plasseringer senter, på fire kanter, samt nedstrøms av dominerende vindretning et stykke utenfor parken. Slike målinger vil også ha stor nytteverdi for utvikling av metodikk for å fjerne feil i HF-radarmålingene grunnet vindturbinene.

Kunnskapsmangler for Nordvest C

Forstyrrelser på HF-radar pga vindturbiner til havs er en forholdsvis ny problemstilling, og det foregår internasjonal forskning på hvordan man skal løse dette. Det er fortsatt mye uavklart, og det er lite erfaringsdata, spesielt fra vindparker i den størrelsen og plassering offshore som vi vurderer nå.

Det er foreslått flere tiltak som kan redusere påvirkningen fra vindturbiner på HF-radar, men det er viktig å merke at der det er interferens mellom en HF-radar og en vindturbin er radardataene tapt. Ett enkelt tiltak vil sannsynligvis ikke være tilstrekkelig.

Flere av de foreslåtte tiltakene krever utvikling og testing av ny programvare for HF-radarene, og det er i dag ukjent hva kostnadene for dette blir for MET og når slik programvare vil være tilgjengelig.

Havvindutbygging og påvirkning av lokalklima, sirkulasjon og værvarsling

Sammendrag

Vi vil i dette kapittelet komme inn på noen usikkerheter som knytter seg til en storstilt havvindutbygging. Dette vil dreie seg om aspekter som ikke knytter seg til sameksistens mellom radar og vindturbiner, men som likevel kan være viktige å nevne siden det fører med seg en usikkerhet. Vi har i dag stort sett usikkerheter vi vil nevne.

Atmosfærisk sirkulasjon og lokalklima

Det er knyttet noen overordnede kunnskapsmangler til en havvindutbygging av den størrelsen vi her snakker om. Det er godt dokumentert at vindfeltet blir påvirket av vindparker lokalt, mens det er knyttet usikkerhet til effekten lengre nedstrøms. Kvantifiseringen av påvirkningene er usikre da de blant annet er avhengig av beliggenheten og karakteristikkene til de aktuelle vindparkene. Hvordan andre parametere blir påvirket av vindparker er mindre studert. Dette er et eksempel på en artikkel som beskriver hvordan vind kan dempes mange kilometer nedstrøms for en vindpark.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X2300430X?via%3Dihub>)

Det finnes artikler som viser en økning i lavt skydekke over en havvindpark. (<https://www.nature.com/articles/s41598-022-22868-9>). Omfanget i endring av skyklima og tåkeklima i de aktuelle områdene bør kartlegges før vindparkene blir utbygd.

Lynaktivitet i et område med havvind

Vi vet at vindparker på land kan øke forekomsten av lyn. (<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2013JD020225> samt at vi ser indikasjoner på dette fra klimatologier av lynobservasjoner ved Meteorologisk Institutt) Vi kan ikke være sikre, men vil anta at det samme skjer over hav. Siden de elektrisk aktive delene av skyene generelt er lavere om vinteren, vil problemstillingen øke vinterstid.

Værvarsling i områder med storstilt havvindutbygging

Flere deler av værvarselproduksjonen er automatisert, og det må gjøres et arbeid for å tilpasse denne varselproduksjonen en situasjon med store havvindparker. Det er her viktig at det er åpenhet om statiske parametre som turbinhøyde, rotorstørrelse og plassering, men også produksjonsparametre som rotasjonshastighet slik at dette kan inkluderes i værvarslingsmodeller. Vi kan også se for oss scenarier der en økt mengde gode observasjoner fra vindturbinparker vil forbedre værvarslene. Hvis store arealer bygges ut med vindkraft, vil det være behov for å beskrive effekten av vindparkene i de numeriske værvarslingsmodellene. Dette er kostnader det bør tas høyde for.

For manuell værvarsling kreves en periode for å lære seg hvordan vindparkene påvirker værsystemene. Som nevnt tidligere, finnes det litteratur om vindparks påvirkning av vind lokalt og i noe avstand fra vindparken. Hvis alle aktuelle områder bygges ut vil det imidlertid dreie seg om langt større arealer enn hva artiklene har tatt høyde for. Det er også en usikkerhet knyttet til hvordan havvindparkene vil påvirke siktparametre og høyden av laveste skynivå.