



Nasjonal ramme for vindkraft

Temarapport om værradarer

Hilde Aass



Rapport, bokmål nr 6-2019

Nasjonal ramme for vindkraft

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Erlend Bjerkestrand
Forfatter: Hilde Aass

Trykk: NVEs hustrykkeri
Forsidefoto: Værradaren på Stadlandet. Foto: Meteorologisk Institutt
ISBN: 978-82-410-1814-5
ISSN: 1501-2832

Sammendrag: Denne temarapporten er en del av NVEs forslag til en nasjonal ramme for vindkraft. Rapporten inneholder en gjennomgang av hvordan vindkraftverk kan påvirke værradarene til Meteorologisk Institutt.

Emneord: Nasjonal ramme, vindkraft, værradarer, Meteorologisk Institutt

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Epost: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

23.1.2019

Innhold

Forord	2
Sammendrag	3
1 Innledning	4
2 Metode	4
3 Om værradarer	4
4 Virkninger for værradarer	6
4.1 Vindkraft og værradarer	6
4.2 Hvordan fungerer en værradar	6
4.3 Hvordan påvirkes en værradar av vindturbiner	7
4.4 Avbøtende tiltak	8
5 Ny kunnskap	9
6 Konklusjon	9
7 Utpeking av de mest egnede områdene for vindkraft	10
Kilder	11

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har fått i oppdrag av Olje- og energidepartementet (OED) å lage et forslag til en nasjonal ramme for vindkraft på land.

Den nasjonale rammen skal bestå av:

- Et oppdatert kunnskapsgrunnlag om virkninger for miljø og samfunn
- Kart over de mest egnede områdene for vindkraft

Det er utarbeidet tematiske rapporter for alle interesser som kan bli vesentlig påvirket av vindkraftutbygging. I denne temarapporten presenteres en gjennomgang av kunnskap om virkninger for værradarene til Meteorologisk institutt. En oversikt over alle temarapportene og annen informasjon om den nasjonale rammen finnes på www.nve.no.

Vi vil takke alle som har bidratt til gjennomføringen av prosjektet.

Oslo, januar 2019



Rune Flatby
direktør



Erlend Bjerkestrand
prosjektleder

Sammendrag

Vindkraftverk kan påvirke en rekke ulike miljø- og samfunnsinteresser. Noen aktiviteter og næringer kan sameksistere og ha positive synergieffekter med vindkraftverk, mens andre interesser kan bli påvirket negativt. Denne rapporten er en gjennomgang av hvordan vindkraftverk kan påvirke værradarer. Rapporten inkluderer føringer for konsesjonsbehandlingen av vindkraftverk og anbefalinger om videre arbeid med temaet.

Vindkraftverk vil medføre virkninger for værradarer dersom vindturbinene lokaliseres slik at de forstyrrer radarsignalet. Signalforstyrrelser vil i ulik grad forringe kvaliteten på værobservasjonene og værtjenestene, og konsekvensene av dette vil variere med hensyn til formålet og mottaker av værtjenesten.

Signalforstyrrelser vil forekomme dersom vindturbinene lokaliseres slik at turbinbladene enten kommer i radarens siktlinje eller når opp i radarens hovedsignal. Ved lang nok avstand vil radarsignalet passere over høyeste punkt på vindturbinene.

Det er avstanden mellom værradar og vindturbin, samt plassering av vindturbinene, som er av betydning når det gjelder virkninger for værradarer. Ved planlegging av vindkraftverk bør det gjøres en tidlig avklaring med MET for å kartlegge i hvilken grad vindturbinene vil medføre virkninger for værradarene, og hvorvidt eventuelle avbøtende tiltak kan redusere virkningene i tilstrekkelig grad. Det bør tas ny kontakt med MET i forbindelse med detaljprosjekteringen. Hvis det blir vanskelig å komme frem til en løsning, må det vurderes om signalforstyrrelsene kan aksepteres. Dette vil best gjøres i dialog mellom partene og NVE.

1 Innledning

Vindkraftverk kan påvirke en rekke ulike miljø- og samfunnsinteresser. Denne rapporten gjennomgår hvordan vindkraftverk kan påvirke værradarer.

Vindkraft er en arealkrevende næring, og i områder som kan være aktuelle for vindkraftverk vil det som oftest alltid være flere konkurrerende arealbruksinteresser. I tillegg er vindturbinene høye konstruksjoner. De kan ha en høyde på opptil 220 meter, og legger derfor beslag på deler av luftrommet. Dette vil medføre virkninger for andre som benytter seg av det samme luftrommet, blant annet værradarer.

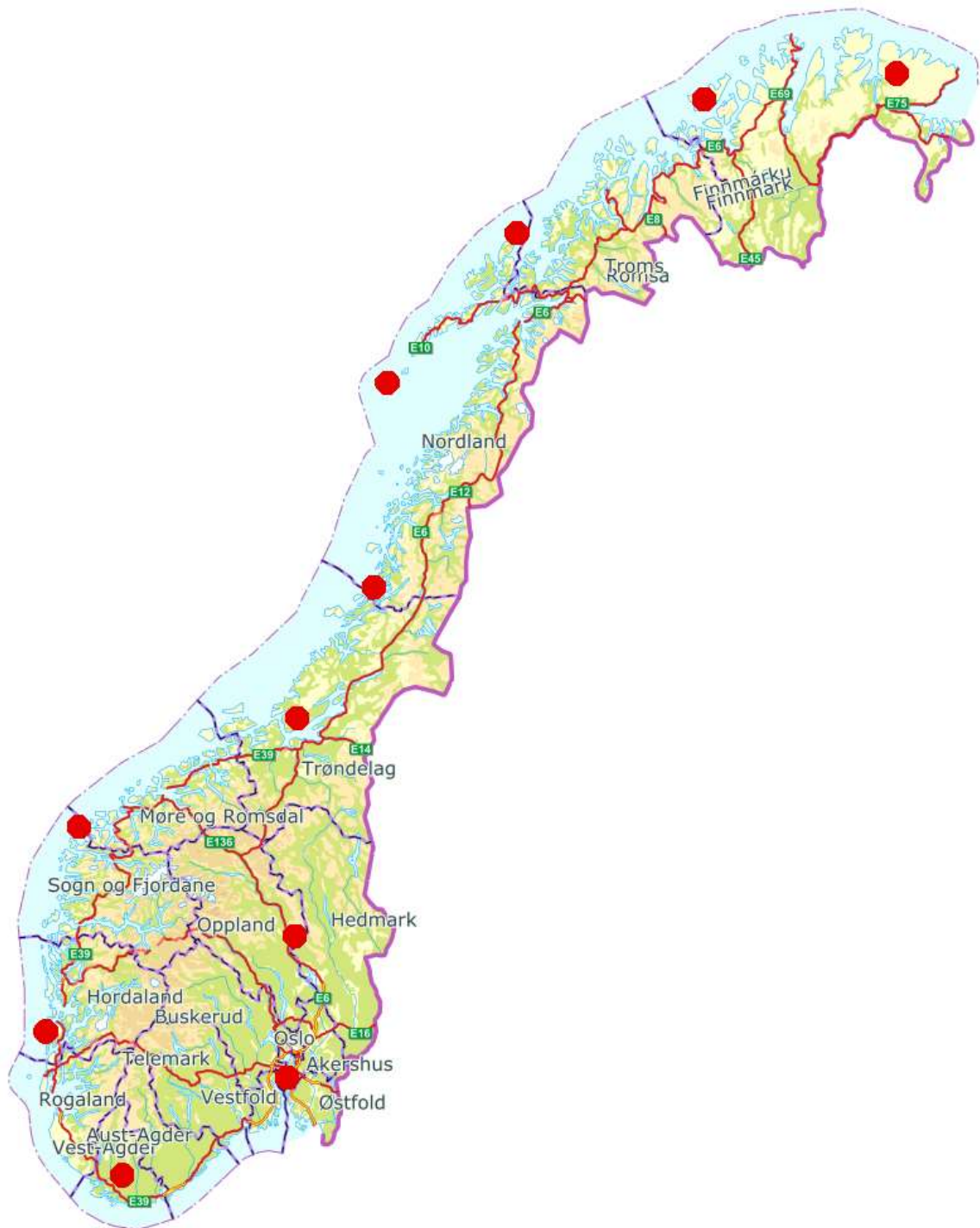
Innledningsvis vil det gis en kort introduksjon til værradarer, deretter vil det redegjøres for hvordan værradarer fungerer og hvordan vindkraftverk kan medføre virkninger for værradarene. I den sammenheng vil det gis en oversikt over eventuelle avbøtende tiltak. I tillegg vil behovet for ny kunnskap bli omtalt. Avslutningsvis vil det gis forslag til hvilke virkninger som bør vektlegges og hvordan de bør behandles i konsesjonsbehandlingen, og til slutt en beskrivelse av hvordan værradarer kan inngå i arbeidet med utpeking av de mest egnede områdene i den nasjonale rammen for vindkraft.

2 Metode

Kunnskapen som presenteres i denne rapporten er basert på innspill fra Meteorologisk Institutt (MET), gjennomgang av relevant litteratur og studier, konsekvensutredninger fra søknader om å bygge vindkraftverk i Norge, NVEs erfaringer fra konsesjonsbehandling av vindkraftverk og erfaringer fra utbygde vindkraftverk. I tillegg har SINTEF Digital laget prosjektnotatet «Radarforstyrrelser fra vindmøller» (2017) på oppdrag for NVE.

3 Om værradarer

I Norge er det Meteorologisk institutt (MET), som står for den offentlige meteorologiske tjenesten til både det sivile og militære. MET driver meteorologiske stasjoner og utnytter observasjonene til vitenskapelige og praktiske formål. Tjenesten baserer seg blant annet på observasjoner fra værradarer, som er et sentralt verktøy for å kunne predikere været. I Norge er det per dags dato elleve værradarer, som dekker det meste av landet. Værradarene er plassert på høyder, med færrest mulig hindringer i nærheten, slik at de i størst mulig grad har fri sikt. Dette er viktig for å kunne hente inn mest og best mulig værdata.



Figur 1. Værradarer i Norge. Det er i tillegg planlagt å plassere radarer på Finnmarksvidda og Hardangervidda.

4 Virkninger for værradarer

4.1 Vindkraft og værradarer

Vindkraftverk kan medføre virkninger på værradardataene, dersom vindturbinene lokaliseres slik at de forstyrrer radarsignalet. Signalforstyrrelser vil i ulik grad forringe kvaliteten på værobservasjonene og værtjenestene. Konsekvensene av dette vil variere med hensyn til formålet for, og mottaker av værtjenesten. I enkelte tilfeller kan det få konsekvenser også innenfor sikring av liv og verdier, for eksempel for flyværtjenesten hvor pålitelig værinformasjon er essensiell.



Figur 2. Værradaren på Hurum. Foto: Meteorologisk Institutt

4.2 Hvordan fungerer en værradar

En værradar sender ut elektromagnetiske signaler. Når signalene møter en hindring som for eksempel vanndråper, master eller fjell, reflekteres signalet og returnerer tilbake mot radaren. Signalet som reflekteres fra nedbør beskriver blant annet bevegelse, i motsetning til stillestående hindringer som fjell og bygninger. Digital etterbehandling av det returnerte radarsignalet gjør at man kan skille mellom meteorologiske hindringer (nedbør) og ikke-meteorologiske hindringer. Moderne værradarer kan også måle vind. Dette gjøres ved å benytte den observerte bevegelsen av dråper i et nedbørfelt. Værradarer benytter dopplereffekten for å observere vind, og omtales derfor som en Dopplerradar.

Fra en værradar får vi med andre ord to ulike typer grunnlagsobservasjoner; reflektivtetsobservasjoner og observasjoner av Dopplerskift. Reflektivtetsobservasjoner er bestemt ved styrken på det signalet radaren mottar, og dette gir oss nedbørintensitet. Observasjoner av Dopplerskift brukes til å finne vindretning og vindstyrke i områder der det er nedbør.

De norske værradarene kan detektere nedbør i en radius på 240 km, men på grunn av jordkrumningen er radarstrålene ca. 5-6 km over bakken på denne avstanden. Et værradarsignal vil ha en kjegleform, der signalet har minst diameter nær radaren og en langt større diameter ved 240 km. Radarsignalet er sterkest i midten av kjeglen, og avtar med 3 dB ut mot kanten av kjeglen.

4.3 Hvordan påvirkes en værradar av vindturbiner

Reflekterte signaler fra vindturbiner er uønskede refleksjoner, og omtales som clutter. Clutter kan også være refleksjoner fra bakken (bakkeclutter), fjellsider, hus, kjøretøy og alt som ikke er av interesse å detektere. Clutter som ikke blir fjernet i den digitale etterbehandlingen kan generere falske plot/forstyrrelser. Vindturbinene eller andre objekter vil også kunne blokkere sikten til radaren, slik at det vil være vanskelig å detektere objekter som befinner seg bak vindturbinen.

Signalet som reflekteres fra nedbør inneholder bevegelse. Når radarsignalet treffer et vindturbinblad i drift, vil det returnerte signalet også inneholde bevegelse. Vindturbinbladene roterer og flytter seg med vindretningen og det returnerte signalet vil derfor også variere i styrke. Nedbørfeltet og signalet fra roterende turbinblader observeres begge med bevegelse i radardataene, og det er vanskelig å skille disse. Dermed kan ikke signaler fra vindturbinblader fjernes fra radardata på samme måte som man gjør for stillestående clutter. Vindturbiner som er plassert i radarens siktlinje vil derfor påvirke radaren, ved at radaren vil motta et reflektert signal fra vindturbintårnet og et svakere reflektert signal med varierende frekvens (Doppler) fra vindturbinbladene.

Det er viktig å merke seg at radarsignalet som sendes ut har såkalte sidelover, og radaren vil også kunne fange opp reflekterte signaler fra sidelobene hvis radaren og vindturbinene er plassert nær hverandre. Derfor vil radarsignalet også kunne vise forstyrrelser som stammer fra vindturbiner i retninger der det ikke er noen vindturbiner.

I hvilken grad det lar seg gjøre å filtrere bort uønskede signaler er noe av hovedutfordringen ved interferens fra vindturbiner, fordi turbinbladene roterer med varierende hastigheter og derfor genererer mye dopplerstøy. Variasjonen i vindhastighet og vinkelvariasjon mellom vindturbiner og et bevegelig objekt som ønskes detektert gjør det vanskelig å fjerne signalene fra vindturbiner uten å fjerne signaler fra andre objekter i samme posisjon som vindturbinene. Det betyr at radaren vil ha problemer med å detektere andre objekter ved vindturbinene eller i en viss utstrekning bak vindturbinene.

Konflikten mellom vindturbiner og værradar består av følgende tre typer forstyrrelser: 1) blokkeringer av radarsignalet 2) forstyrrelser i nedbørdata og 3) forstyrrelser i vinddata. Blokkering er ansett for å være klart alvorligst.

1) Blokkering

Hvis rotorbladene kommer innenfor radarsignalet vil dette medføre en delvis blokkering, og dermed en svekkelse av radarsignalet bak de aktuelle vindturbinene. Resultatene av dette er generelt svakere returnerte signaler fra nedbør, og dermed en indikasjon om svakere nedbør enn hva som reelt sett er tilstede. I enkelte tilfeller vil de returnerte signalene være så svake at det ikke vurderes til å være nedbør. Blokkering/demping av radarsignalet gjør at radarsignalet svekkes, og i alvorlige tilfeller blokkeres.

2) Forstyrrelser i nedbørsdata

Den andre typen forstyrrelser skapt av vindturbiner er urealistisk radarreflektivitet for området der turbinene befinner seg. Denne typen forstyrrelser kan visuelt korrigeres slik at signaler for områder med vindturbiner blankes ut og erstattes med verdier fra radarpiksler i nærområdet, eventuelt med verdier hentet fra en naboradar. Hvis det er få vindturbiner innenfor en radars dekningsområde, vil dette i de fleste tilfeller være uproblematisk. Det kan imidlertid inntreffe ekstrem nedbør/vind innenfor et

vindkraftanlegg, som på denne måten ikke vil oppdages. Hvis det er mange vindturbiner innenfor radarens dekningsområde, og det i tillegg er liten høydeforskjell mellom høyden av radarsignalet og den totale turbinhøyden, får vi raskt en situasjon der store deler av radardatasettet må markeres som lite egnet for bruk inn i meteorologiske værvarslingsmodeller.

3) Forstyrrelser i vinddata

Den tredje typen forstyrrelser er forstyrrelser i vinddata. Vinddata er spesielt utsatt for forstyrrelser fra vindturbiner. Bevegelsen av vindturbinene vil gi feilaktige vindobservasjoner i området der vindparken ligger, både når det gjelder retning og hastighet.

Forstyrrelse fra vindturbiner skjer bare dersom alle disse kriteriene er oppfylt:

- 1) Vindturbinene må stå innenfor radarens operative virkeområde (240km).
- 2) Radarene må ha til hensikt å detektere objekter som beveger seg innenfor radarskyggene som vindturbinene lager.
- 3) Det må være fri sikt mellom værradar og vindturbin.

4.4 Avbøtende tiltak

Det ideelle for å unngå signalforstyrrelser er etablering av fri sikt for radaren, ved å plassere vindturbiner og værradarer ute av syne for hverandre. Dette kan oppnås ved detaljplassering av vindturbinene eller ved å flytte værradaren. Et annet alternativ kan være å supplere værradaren med en tilleggsradar (Gap-filler), som blir lokalisert slik at den kan kompensere for tapt/forringet signal. Et tredje alternativ kan være å benytte nye og bedre algoritmer i forbindelse med prosessering av radarsignalet, som kan redusere støy. Sistnevnte har vist seg å være utfordrende.

Det kan være store kostnader knyttet til eventuell flytting av radarer. MET har estimert kostnaden for nye radarer (inkludert infrastruktur) til å være ca. 25 millioner kroner. Dette kan imidlertid være et mulig tiltak hvis et vindkraftprosjekt ellers har gode økonomiske forutsetninger. Samtidig kan det være utfordrende å finne gode plasseringer til nye værradarer. Dersom det etableres en Gap-filler radar vil det være nødvendig å ta høyde for kostnader knyttet til både ny radar og drift av denne radaren. Når det gjelder detaljplassering av vindturbiner, er det et viktig poeng at et vindkraftverk med suboptimal plassering av vindturbinene vil gi en dårligere utnyttelse av området.

5 Ny kunnskap

Behovet for ny kunnskap er i stor grad knyttet til usikkerheter om betydningen av påvirkning fra vindturbiner for radarer, og det er til dels mangel på konsensus i fagmiljøet. Flere studier har blitt gjennomført for temaet, som har ført til en bedre forståelse hvordan virkningene kan bli redusert. Det vil kreve ekstra studier å redusere disse usikkerhetene.



Figur 3. Værradaren på Hafjell. Foto: Meteorologisk Institutt

6 Konklusjon

Vindkraftverk vil medføre virkninger for værradarer dersom vindturbinene lokaliseres slik at de forstyrrer radarsignalet. Signalforstyrrelser vil i ulik grad forringe kvaliteten på værobservasjonene og værtjenestene, og konsekvensene av dette vil variere med hensyn til formålet og mottaker av værtjenesten.

Signalforstyrrelser vil forekomme dersom vindturbinene lokaliseres slik at turbinbladene enten kommer i radarens siktlinje eller når opp i radarens hovedsignal. Hvis vindturbiner plasseres svært nær værradarene, vil dette også føre til at sidelober kan gi forstyrrelser. Dette er næreffekter som også kommer selv om turbinen er plassert lavere enn radarens hovedsignal. Etersom jorden krummer vil problemet avta med avstand til værradaren. Hellende terreng kan bidra til å øke eller redusere blokkeringene generert av vindturbinene. Ved lang nok avstand vil radarsignalet passere over høyeste punkt på vindturbinene. Desto lenger unna, desto mindre sannsynlig er det at vindturbinene+ vil komme i konflikt med radarsignalet.

Det er avstanden mellom værradar og vindturbin, samt plassering av vindturbinene, som er av betydning når det gjelder virkninger for værradarer. Ved planlegging av vindkraftverk bør det gjøres en tidlig avklaring med MET for å kartlegge i hvilken grad vindturbinene vil medføre virkninger for værradarene, og hvorvidt eventuelle avbøtende tiltak kan redusere virkningene i tilstrekkelig grad. Det bør tas ny kontakt med MET i forbindelse med detaljprosjekteringen. Hvis det blir vanskelig å komme frem til en løsning, må det vurderes om signalforstyrrelsene kan aksepteres. Dette vil best gjøres i dialog mellom partene og NVE.

7 Utpeking av de mest egnede områdene for vindkraft

I tillegg til å gi en oppdatert oversikt over kunnskap om virkninger av vindkraft, innebærer arbeidet med den nasjonale rammen å peke ut områdene i Norge som er mest egnet for vindkraftutbygging.

Enkelte arealer fjernes tidlig fra analysene gjennom såkalte eksklusjoner. Områdene rundt METs værradarer har på denne måten blitt fjernet fra analysen av aktuelle områder. I samråd med MET har NVE brukt en buffersone på fem kilometer fra værradarene. En avstand på mer enn fem kilometer tilsier at radarsignalet ikke blokkeres, og det vil da heller ikke være problemer med næreffekter grunnet vindturbinplasseringer nær værradaren. Dette er forutsatt at ingen del av vindturbinene går inn i radarsignalet. Vindturbinene utenfor disse arealene vil allikevel være kunne medføre forstyrrelser i nedbørs- og vinddata.

Kilder

<https://www.met.no/> (2018)

Notat nr.2017/645 «Sak: Innspill til metodikk for nasjonal ramme for landbasert vindkraft.», MET, 09.06.2017

Prosjektnotat «Radarforstyrrelser fra vindmøller». Sintef Digital v/Karsten Husby (2017)



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no