

Nasjonal ramme for vindkraft

Temarapport om Forsvarets interesser

Erlend Bjerkestrand, NVE

Steinar Nilsen, Forsvarsbygg



Rapport, bokmål nr 5-2019

Nasjonal ramme for vindkraft

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Erlend Bjerkestrand

Forfatter: Erlend Bjerkestrand, NVE
Steinar Nilsen, Forsvarsbygg

Trykk: NVEs hustrykkeri

Forsidefoto: Artillerilokaliseringsradar på Setermoen skytefelt. Foto: Torgeir Haugaard, Forsvaret

ISBN: 978-82-410-1813-8

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 Forsvarets interesser, med fokus på blant annet radarer og lavtflyging.

Emneord: Nasjonal ramme, vindkraft, Forsvaret, Forsvarets interesser, Forsvarsbygg, radar, lavtflyging, radiolinjer

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 Forsvarets involvering i vindkraftsaker	4
3.1 Roller i Forsvaret	4
3.2 Tematiske konfliktvurderinger	5
3.3 Erfaringer fra konsesjonssaker og eksisterende vindkraftverk.....	6
4 Virkninger for elektromagnetiske systemer	6
4.1 Radar.....	6
4.1.1 Studier utført av Forsvarets forskningsinstitutt.....	7
4.1.2 Faste radarer – Forsvarets erfaringer, anbefalinger og krav..	7
4.1.3 Nye radarer	8
4.1.4 Mobile våpensystemer med egne radarer	8
4.2 Radiolinjer.....	9
4.3 Avbøtende tiltak for elektromagnetiske systemer	9
4.3.1 Avbøtende tiltak i vindkraftverk	10
4.3.2 Avbøtende tiltak i radar	10
5 Luftmilitær virksomhet	11
5.1 Vindkraftverk som luftfartshinder	11
5.2 Lavtflyging	11
5.3 Flyplasser	13
5.3.1 Forsvarets anbefalinger og krav	14
6 Skyte- og øvingsfelt	14
6.1 Sikkerhetssoner rundt skytefelt	15
7 NVEs vurdering av Forsvarets anbefalinger og krav	15
7.1 Radarer.....	16
7.2 Radiolinjer.....	16
7.3 Hindermerking	16
7.4 Flyplasser	17
7.5 Lavtflyging	17
7.6 Skyte- og øvingsfelt	17
8 Kunnskapsbehov og videre arbeid	17
9 Utpeking av de mest egnede områdene for vindkraft	18
10 Litteratur	19

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 Forsvarets interesser. 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 2018



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 Forsvarets interesser. Rapporten inkluderer føringer for konsesjonsbehandlingen av vindkraftverk og anbefalinger om videre arbeid med temaet.

Vindkraftverk kan påvirke Forsvarets elektroniske infrastruktur. Det gjelder faste primærradarer som kontroll- og varslingsradarer og kystradarer, mobile våpensystemer med egne radarer, passive sensorer og radiolinjer. Vindkraftverk utgjør også luftfartshinder. Dette innebærer utfordringer ved flyplasser med militær lufttrafikk, militære skytefelt for fly og helikopter og for Forsvarets lavtflyging.

Forsvaret har krevd restriksjonssoner rundt radarer, militære flyplasser og flyskyttefelt. NVE mener at de foreslåtte restriksjonssonene bør fungere som et signal til vindkraftutbyggere om at det skal tas hensyn til Forsvarets interesser innenfor sonene. Noen steder, for eksempel nær radarer, bør det ikke være aktuelt å søke om vindkraftverk. Samtidig mener NVE at det også innenfor de foreslåtte sonene bør finnes løsninger som gjør at det flere steder blir mulig med sameksistens. Dette må imidlertid avklares i konkrete saker, og det kan være en fordel med tidlige avklaringer.

Forsvaret er en viktig samfunnsaktør, og virkninger som påvirker Norges forsvarsevne må unngås. De foreslåtte restriksjonssonene dekker imidlertid store arealer. NVE mener at det bør arbeides mer med temaet for å klargjøre omfanget av virkninger og mulighetsrommet for avbøtende tiltak.

1 Innledning

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

I kapittel 3 gis det en introduksjon til hvordan Forsvaret forholder seg til vindkraftsaker. Kapittel 4 er en oversikt over kunnskap om virkninger for Forsvarets elektromagnetiske systemer, mens kapittel 5 handler om virkninger for luftmilitær virksomhet og kapittel 6 om skyte- og øvingsfelt. I kapittel 7 vurderer NVE Forsvarets anbefalinger og krav, før det pekes på kunnskapsbehov i kapittel 8. Avslutningsvis vurderes det hvordan Forsvarets interesser kan vektlegges i utpekingen av de mest egnede områdene i den nasjonale rammen for vindkraft.

2 Metode

Forsvarsbygg har gjort en gjennomgang av relevant litteratur og egne erfaringer, og basert på dette er det gitt et innspill (Nilsen, 2018) til NVE. Mye av teksten i rapporten er hentet direkte fra dette innspillet. NVE har i tillegg gått gjennom erfaringer fra konsesjonsbehandlingen av vindkraftverk, og bestilt et notat fra SINTEF (2017) om virkninger for radarer. Forsvarsbygg har gått gjennom utkastet til rapport.

Verken nasjonalt eller internasjonalt har det vært publisert mye litteratur om temaet. Det hadde derfor vært ønskelig å hente inn internasjonale erfaringer på andre måter enn gjennom litteratursøk. På grunn av begrensede ressurser har vi dessverre ikke fått gjort dette.

3 Forsvarets involvering i vindkraftsaker

3.1 Roller i Forsvaret

Forsvarsbygg koordinerer og ivaretar Forsvarets arealbruksinteresser i saker som behandles etter energiloven og plan- og bygningsloven. Forsvarsbygg forvalter ca. 13 000 bygg og anlegg i Norge. Dette inkluderer blant annet militærleire, flystasjoner, lagre, skytefelt, radarer og radiolinjestasjoner samt kulturhistoriske festningsverk. Anleggene er spredt over hele Norge.

Forsvarsbygg har utarbeidet veilederen «Forsvarets arealbruksinteresser i arealplanlegging». Veilederen kan lastes ned fra Forsvarsbyggs nettsider: <https://www.forsvarsbygg.no/no/publikasjoner/arealplanlegging/>

Forsvarsmateriell ved IKT-kapasiteter (tidligere FLO/IKT) utfører beregninger for å avdekke om og i hvilken grad Forsvarets faste elektromagnetiske systemer blir påvirket av vindturbiner i den enkelte konsesjonssak.

Luftoperativt inspektorat (LOI) ivaretar militær luftfartsmyndighet og er delegert fagansvar for luftmilitær virksomhet i Forsvaret. Dette for å ivareta Luftforsvarets evne til

å trene, øve og operere innenfor sikre flyoperative rammer. LOI vurderer luftoperative konsekvenser i vindkraftsaker.

Saksbehandlingen av vindkraftprosjekter ble fra ca. år 2000 til 2011 ivaretatt av Forsvarsbygg med hjelp fra en vindkraftgruppe bestående av representanter fra Forsvarets logistikkorganisasjon/FLO/IKT og E-tjenesten. Fra ca. 2012 har også Luftoperativ Inspektorat (LOI) vært høringsinstans for FB angående vindkraftsaker.

3.2 Tematiske konfliktvurderinger

I 2005 ble tematiske konfliktvurderinger innført som del av konsesjonsbehandlingen for vindkraftverk. Slike konfliktvurderinger ble gjort for flere temaer, deriblant Forsvarets interesser. Alle vindkraftprosjekter skulle kategoriseres etter en karakterskala fra A til E. Forsvarsbygg har benyttet disse konfliktkategoriene:

- A** Realisering av vindkraftprosjektet reduserer på ingen måte funksjonen til Forsvarets infrastruktur. Ingen konflikt.
- B** Realisering av vindkraftprosjektet påvirker Forsvarets infrastruktur, men en justering av planene ved endret omfang av utbyggingen eller flytting av en eller flere vindturbiner, vil fjerne denne påvirkningen. (Tiltak hos utbygger).
- C** Realisering av vindkraftprosjektet vil påvirke Forsvarets infrastruktur slik at funksjonen ikke beholdes. Imidlertid kan avbøtende tiltak innenfor deler av denne infrastrukturen gjøres slik at nødvendig funksjon likevel opprettholdes. Kostnadene for disse tiltakene legges til utbyggers investeringskostnader, og vil være inntil 20 mill. kr som et estimat. (Tiltak hos Forsvaret).
- D** Realisering av vindkraftprosjektet vil påvirke Forsvarets infrastruktur i vesentlig grad. For å oppnå samme, eller tilsvarende operativt tilfredsstillende funksjon, må det gjøres omfattende omlegginger i infrastrukturen med tilhørende tillegg i utbyggers investeringskostnader, der en skisse til løsning gjør disse større enn 20 mill.kr
- E** Realisering av vindkraftprosjektet umuliggjør fortsatt operativ funksjon for Forsvarets infrastruktur, noe som heller ikke er mulig ved omlegginger, nyinvesteringer eller på annen måte. I dette tilfelle er politisk avklaring og prioritering nødvendig før en realisering av vindkraftverket finner sted, der sikkerhetsmessige, operative og økonomiske konsekvenser også for Forsvaret er klarlagt på forhånd.

Ordningen med tematiske konfliktvurderinger ble varslet avvirket i Energimeldingen fra 2016 (St.meld. 25 (2015-16) 'Kraft til endring'. Regjeringen legger til grunn at slike vurderinger på et overordnet nivå kan inkluderes i arbeidet med nasjonal ramme for vindkraft, og at behovet for tematiske konfliktvurderinger knyttet til enkeltprosjekter bortfaller. Konfliktkategoriseringen har vært et nyttig verktøy for vurderinger av virkninger for Forsvarets radarer i kapittel 4.

3.3 Erfaringer fra konsesjonssaker og eksisterende vindkraftverk

Virkninger for Forsvarets interesser har vært tungt vektlagt i mange konsesjonssaker. Det gjelder blant annet vindkraftverk som har vært planlagt nær radarer i Sør-Rogaland og Øst-Finnmark. I flere av sakene har virkningene vært en selvstendig avslagsgrunn, og en del prosjekter har blitt lagt på is allerede før det har blitt utarbeidet søknader. I andre saker har NVE satt vilkår om at det gjennomføres relevante avbøtende tiltak. Dette gjelder for eksempel mange av vindkraftverkene som har fått konsesjon i Rogaland. De fleste slike tiltak avklares mellom tiltakshaver og Forsvaret. Enkelte virkninger har blitt unngått gjennom detaljplanleggingen av vindkraftverket. Dette gjelder blant annet radiolinjer (jf. kapittel 4.2).

4 Virkninger for elektromagnetiske systemer.

Vindturbiner kan påvirke system som benytter radiobølger. Dette kommer av at vindturbinene er store, laget av radarreflekterende materialer og i tillegg har bevegelige deler. Virkningsmekanismene er detaljert beskrevet i temarapporten om elektronisk kommunikasjon.

Forsvarets elektromagnetiske systemer omfatter blant annet radar, radiolinje og passive system. For Forsvarets kontroll- og varslingsystemer er det av stor betydning at aktuelle områder kan overvåkes. Bygging av vindkraftanlegg i nærheten av elektroniske infrastrukturelementer vil forstyrre disse og kan gi hull i dekkningen. I konsesjonssaker stiller Forsvarsbygg krav om at ytelsen i Forsvarets elektromagnetiske systemer skal opprettholdes.

4.1 Radar

Vindturbiner som er plassert i siktlinjen til en radar fører til at radaren vil motta et reflektert signal fra vindturbintårnet og et svakere reflektert signal med varierende frekvens (doppler) fra vindturbinbladene. Reflekterte signaler fra vindturbiner er uønskede refleksjoner, og omtales som clutter. Clutter som ikke blir fjernet i prosesseringen kan generere falske plot på radarskjermen. 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.

Det er vanskelig å filtrere bort uønskede signaler 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 i samme lokasjon som vindturbinene eller i en viss utstrekning bak vindturbinene.



Figur 1. Globus radar utenfor Vardø. Foto: Forsvarsbygg

4.1.1 Studier utført av Forsvarets forskningsinstitutt

FFI utførte i 2003 en innledende og teoretisk studie (FFI/Rapport-2003/02784) for å studere virkninger for Forsvarets radarinstallasjoner ved vindkraftutbygging. Denne studien ble fulgt opp av Prosjekt 1013 – «Vindkraftutbyggingens påvirkning på Forsvarets elektromagnetiske systemer».

Dette prosjektet resulterte i en rekke delrapporter, samt en sluttrapport (FFI-rapport 2007/01344) som oppsummerte delrapportene. I prosjektet inngikk utviklingen av støtteverktøyet «Wind turbines and Electromagnetic Systems» (WTES) til bruk for Forsvarets tekniske saksbehandling i forbindelse med vindkraftutbygging. WTES kan utføre beregninger for fem ulike typer elektromagnetiske systemer: Radar, Sekundærradar (SSR, Passive sensorer, Radiolinje og HF. Rapportene kan lastes ned fra Forsvarets Forskningsinstitutts internettsider (www.ffi.no), se også hyperkoblinger i litteraturliste.



Figur 2. Sindre II radar. Foto: Terje Barthol森, Forsvarsbygg

radarposisjon. Forsvarsbygg mener at rapporten kan gi grunnlag for å benytte en mer restriktiv vurdering av de avstander som er omtalt i studiene fra 2007.

Ved vurdering av nye vindkraftverk må det hensyntas at studien og feltforsøkene bruker vindturbiner med navhøyde på ca 90 meter, mens vindturbiner som er under bygging i dag har en navhøyde på opp mot 150 meter og en totalhøyde på inntil 220 meter. Slike vindturbiner danner dermed større radarmål, og kan følgelig bli et større problem for sensorene over lengre avstander.

4.1.2 Faste radarer – Forsvarets erfaringer, anbefalinger og krav

Vindkraftverk som ligger utenfor 30 km avstand fra en radar har i de fleste saker blitt gitt kategori A - ingen konflikt – i de tematiske konfliktvurderingene. Forsvarsbygg mener

For å evaluere og måle de faktiske virkningene for faste og mobile radarer og de avstander som er brukt mellom vindkraftverk og Forsvarets faste radarer, ble det utført feltforsøk i tiden august 2014 til desember 2016 med bruk av kampfly, luftvern, helikopter, faste radarer og kalibreringsfly samt fire forskjellige vindkraftverk. Resultatene av disse feltforsøkene er beskrevet i en rapport gradert Konfidensielt etter Sikkerhetsloven (FFI-rapport-2017/01558).

FFI-rapporten dokumenterer at radarer vil motta refleksjoner fra vindturbiner uavhengig av avstand så lenge den er innenfor synsfeltet til radaren (fri siktlinje). Nivået vil avta med avstand. Mulig påvirkning må veies opp mot sannsynlighet og konsekvens i forhold til et konkret vindkraftverk og

imidlertid at feltforsøkene som er beskrevet i kapittel 4.1.1 gir grunnlag for å vurdere mulig konflikt mellom vindkraftutbygging og radar også utenfor 30 km avstand.

Innenfor avstanden på 30 km gjøres det alltid en beregning med WTES av mulig påvirkning. WTES-verktøyet utfører en synlighetsanalyse, og tar også med i beregningen parametre som antall vindturbiner, høydeforskjell mellom radar og vindkraftverk, radarens hovedsynretninger m.m.

Det er som regel gitt kategori C (krav om avbøtende kostnadskrevenne tiltak) for vindkraftverk som ligger mellom 10 og 30 km fra radar. På avstander under 10 km er virkningene i de fleste sakene vurdert til å bli så store at det er gitt kategori E (svært stor konflikt), slik at det anbefales avslag. Det vil også kunne være situasjoner der et stort vindkraftverk som ligger midt i radarens hovedsynretninger kan få kategori E (svært stor konflikt), selv på lengre avstand enn 10 km.

Dersom topografien hindrer fri sikt mellom radar og den enkelte vindturbin vil disse ikke påvirke radaren, og et prosjekt kan gis kategori A, selv om avstanden er liten. Det finnes også eksempler på saker der vindturbiner er visuelt synlig på kort avstand fra radar, men der radaren likevel ikke påvirkes fordi vindturbinene ligger mye lavere enn radar og utenfor radarens synsfelt.

4.1.3 Nye radarer

Forsvaret planlegger å etablere nye radarer. De nye radarene vil dels erstatte eksisterende radarer, dels etableres på nye steder. Det er foreløpig uklart om nye radarer vil være mer eller mindre følsomme for forstyrrelser. Sensitive radarer er mer følsomme for forstyrrelser, på den annen side kan nye radarer som regel leveres med løsninger som skal redusere påvirkning fra vindturbiner. Egnetheten av slik software diskuteres, da den kan svekke andre ønskede egenskaper i radaren.

4.1.4 Mobile våpensystemer med egne radarer

Forsvaret benytter mobile våpensystemer der radar utgjør en del av våpensystemet. FFI-rapport 2017/01558 beskriver resultater fra feltforsøk om vindturbiners virkninger for luftforsvarssystemer som har som hovedoppgave å beskytte flyplasser. Noen flyplasser der luftforsvarssystemer kan bli utplassert er listet opp i kapittel 5.3.

Forsvaret benytter også områdeluftvern. Hærens avdelinger benytter kampluftvern, og artilleriradar.



Figur 3. NASAMS (Norwegian Advanced Surface to Air Missile System). Foto: Ina Nyås Moe/Forsvaret.

4.2 Radiolinjer

Forsvaret benytter sambandssystemer på ulike frekvenser. FFI-rapport 2007/01344 beskriver risiko for påvirkning på ulike sambandssystemer, og FFI-rapport 2006/02701 beskriver spredningseffekter fra vindkraftverk på HF sambandssystemer. I flere vindkraftprosjekter har det vært nødvendig å tilpasse turbinplasseringen i forhold til Forsvarets radiolinjenettverk.



Figur 4. NASAMS radar og en radiolinjeantenne. Foto: Ina Nyås Moe/Forsvaret.

En radiolinje er en kjede av radiostasjoner hvor signalet sendes fra stasjon til stasjon bortover kjeden. Radiolinjestasjonene har direkte antenner som samler radiobølgene i en «stråle» som er siktet inn mot nabostasjonene i kjeden.

I vanlige radiolinjesystemer må det være fri sikt mellom stasjonene i kjeden. Avstanden mellom stasjonene er derfor bestemt av jordkrumningen og terrengforholdene. I flatt terreng må man plassere antennen i tårn eller mast. Avstanden kan variere fra noen km til noe over 100 km.

Forsvarets radiolinjenettverk dekker hele landet. Radiolinjenes lokalisering er skjermingsverdig informasjon gradert etter Sikkerhetsloven.

Studier (Eriksson 2004) viser at avbruddstiden for en radiolinje øker vesentlig ved utplassering av vindturbiner i eller i nærheten av en radiolinje. Når det står en vindturbin i eller nær en radiolinjetrasé vil dette øke tiden hvor forbindelsen er brutt. En britisk studie (Bacon 2002) viser hvordan man kan beregne eksklusjonssoner rundt en radiolinje for å unngå avbrudd og forstyrrelse av signalet ved overføringen på linjen. Utstrekningen av eksklusjonssonen (Fresnelsonen) er en funksjon av bølgelengde og avstand. Sikker avstand angis gjerne som to Fresnelsoner.

4.3 Avbøtende tiltak for elektromagnetiske systemer

De avbøtende tiltakene kan deles inn i to hovedgrupper; de som går på endringer i et vindkraftverk og de som går på endringer i radar.

4.3.1 Avbøtende tiltak i vindkraftverk

Ved å endre vindturbinenes plassering, størrelse (høyde) eller formgiving kan virkningene av vindturbinene på elektromagnetiske systemer reduseres.

Plassering

Det enkleste tiltaket vil ofte være at vindturbinene gjennom detaljplanleggingen plasseres på en slik måte at virkninger unngås. For radiolinjer vil dette som regel være et tilstrekkelig tiltak. Radiolinjekorridorer vil normalt ikke være av større utstrekning enn at flytting av turbinposisjon er en mulig løsning.

Størrelse

Reduksjon av størrelsen på en eller flere vindturbiner i et vindkraftverk kan bidra til reduksjon i effektene på Forsvarets elektromagnetiske systemer. Redusert fysisk størrelse vil også kunne føre til redusert Radar Cross Section (RCS) og en lavere vindturbin vil eventuelt kunne skjules bedre av terrenget sett fra radar.

Formgiving (Stealth)

Vindturbinenes RCS (se kapittel 7) har betydning for påvirkningen på Forsvarets elektromagnetiske systemer. En mulig løsning for å redusere RCS for turbinene kan være å kle disse med radarabsorberende materialer. Turbinblader laget av glassfiber reflekterer radiobølger i vesentlig mindre grad enn hva metallblader gjør. Det er imidlertid utviklet turbinblad med stealth-teknologi som gjør bladene mindre synlige på radar. Det vil nok likevel i de fleste tilfeller ikke være mulig å redusere RCS nok til å redusere problemene signifikant.

Stans av turbinrotasjon

Ved stans av vindturbinrotasjon vil dopplereffekten i det reflekterte signalet fra vindturbinenes roterende deler bortfalle. Virkningene for radarer vil reduseres betydelig dersom vindturbinene i influensområdet for radarsystemene stanses under gitte operative beredskapssituasjoner eller øvelser. Den statiske refleksjonen fra vindturbintårnet forblir imidlertid uendret. Refleksjonen fra stansede rotorblader vil også være avhengig av rotors stoppvinkel.

4.3.2 Avbøtende tiltak i radar

Det er også mulig å utføre avbøtende tiltak på radar. Dette kan være flytting av radar, supplering med en tilleggsradar eller oppgradering av signalprosessor i radar. Alle tiltakene vil være svært kostnadskrevenende.

Tilleggsradar

En tilleggsradar (gap filler) plasseres slik at den utfyller eksisterende radar der denne påvirkes av vindkraftverket. En tilleggsradar kan koste fra 50 millioner kr og oppover.

Signalbehandling

Et alternativ til flytting eller ny radar er oppgradering av signalprosessor i eksisterende radar. Effekten av et slikt tiltak vil kunne variere, og vil være avhengig av radarens egenskaper og oppgraderingsmuligheter, samt vindkraftanleggenes plassering i forhold til denne. Oppgradering av signalprosessor kan koste omkring 20 millioner kroner.

5 Luftmilitær virksomhet

5.1 Vindkraftverk som luftfartshinder

Vindkraftverk utgjør et betydelig vertikalt hinder for all luftfart, og utviklingen går mot stadig høyere vindturbiner i vindkraftanleggene. I Norge vil plasseringen av vindturbinene i et vindkraftanlegg tilpasses terreng og vindforhold, slik at turbinene ofte blir spredt uregelmessig utover i terrenget. Dette innebærer at det under dårlig sikt blir vanskelig å visualisere hvor de enkelte vindturbinene står i forhold til hverandre, dersom bare en turbin er i syne. Slike vindkraftverk kan derfor ikke uten videre betegnes som en vindpark ihht. Luftfartstilsynets gjeldende merkeforskrift (Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder).

Luftfartstilsynets gjeldende merkeforskrift (Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder) inneholder en mulighet for minimumsmerking som ifølge Forsvaret ikke er tilfredsstillende for militær luftfart. Den militære luftfartsmyndigheten (LOI) krever derfor en merking som går ut over den minimumsmerking som tidligere har vært praktisert i forhold til sivil luftfart. Farge og lysmarkering på et luftfartshinder tjener som en «siste skanse» for å unngå en ulykke der mange «skanser» på forhånd kan ha sviktet.

LOIs krav innebærer at alle turbintårn i et vindkraftanlegg må merkes med kontrastfarge i form av to «mavebelter» og hinderlys øverst på den nedre tredjedelen av turbintårnet i tillegg til to hinderlys øverst på nacellen. Hinderlysene som plasseres øverst på nedre tredjedel av turbintårnet, kan være et såkalt nær-infrarødt lys (dvs. lys som utstråler 700-900 nanometer bølgelengde) og som bare synes i pilotenes NVG (NVIS). Dette for å ta hensyn til allmennheten og unngå visuell lysforurensning, da publikum ikke vil kunne se disse lysene med det blotte øye. For vindturbiner som er spesielt høye, vil det måtte vurderes om enda et lysnivå mellom toppen av turbintårnet og øverst på nedre tredjedel av tårnet må innføres for å være mer lik andre vertikale luftfartshindre. Vindturbinene må også innmeldes med nøyaktig posisjon og høyde til Nasjonalt register over luftfartshinder (NRL).

5.2 Lavtflyging

Luftforsvaret og allierte flystyrker trener på lavtflyging over hele Norge, bortsett fra der det normalt ikke er tillatt, som over tettbygde strøk, over villreinsflokker og over naturvernområder med lavtflygingsrestriksjoner. Luftforsvaret benyttet tidligere definerte lavtflygingsområder, men har etter en offentlig utredning (NOU 2001:15 Forsvarets områder for lavtflyging) skiftet til et speilvendt prinsipp om at lavtflyging kan foregå i områder der det ikke foreligger restriksjoner.



Figur 5. Bell 412 i lav formasjon ved Rygge. Foto: Thorbjørn Kjosvold/ Forsvaret

Lavtflyging gjøres som en taktisk metode for å unngå å bli detektert av fiendtlig radar. («Man går under radaren»). For å kunne overraske personell på bakken og i terrorsituasjoner er ekstrem lavtflyging (nap-of-the earth) nødvendig for å opparbeide og vedlikeholde en høy og nødvendig kompetanse, og da særlig for helikopterpilotene.

Redningshelikoptrene driftes av Luftforsvaret. Lavtflyging er en nødvendig metode for å utføre søk- og rednings oppdrag og ambulanseflyginger, og for å kunne ta seg fram til steder i landet under vanskelige værforhold med lavt skydekke og der bestemmelsesstedet ikke er i nærheten av plasser med elektroniske innflygingshjelpemidler.

Lavtflyging utføres også om natten med lysforsterkningsbriller (Night vision goggles- NVG, også betegnet som Night Vision Imaging System- NVIS), som detekterer landskapets bakgrunnsstråling i det nær- infrarøde spektrum.



Figur 6. Lavtflyging med F-16. Foto: Torgeir Haugaard/ Forsvaret.

Den største utfordring ved lavtflyging er å unngå kollisjon med terreng og luftfartshindre. Merking av luftfartshindre er derfor viktig, som omtalt i kapittel 5.1.

Luftforsvaret har definert følgende 3 områder som viktige trenings- og transittområder for fly og helikopter, der vindkraftutbygging må vurderes opp mot ulempene som følger av nye luftfartshinder:

- Indre Troms¹
- Ørlandsområdet med hele Fosen
- Området mellom Glommadalen syd for Øyeren og Rygge flystasjon.

5.3 Flyplasser

Rundt alle flyplasser utarbeides det en hinderrestriksjonsplan, jf. Luftfartsloven § 7-12. Avinor beregner og utarbeider slike planer for de fleste flyplasser, og disse planene medfører et byggeforbud for høye objekter (luftfartshinder) i inn- og utflygningssonen, men også i andre sektorer rundt flyplassen. Krav til inn- og utflygningsprosedyrer og påvirkning på navigasjonssystemer vil være forhold som er relevante å ta hensyn til. Militær flyging kan ha behov for større manøvreringsrom rundt flyplasser enn den sivile luftfarten. Dette kan omfatte et område ut til ca. 15 km rundt hver rullebaneende for både sivile og militære flyplasser. Forsvaret vil vektlegge om vindkraftutbygging kan svekke evnen til å forsvare flyplasser mot fly- og missilangrep. Systemer som brukes til luftforsvar av flyplasser kan bestå av missiler og mobile radarer. Disse kan utplasseres ved alle flyplasser med behov for luftforsvar.

¹ Området Ofotfjorden (6822N/01555E) – Tjeldsundet (6834N/01615E) – Grytøya (6854N/01635E) - Østre Senja (6915N/01740E) – Malangen (6927N/01830E) - Indre Troms (6906N/02055E) – langs riksgrensen mot Sverige – Gatterjarvi (øst for Narvik 6823N/01806E) – Ofotfjorden (6822N/01555E).



Figur 7. F-35 på Ørland kampflybase. Foto: Line Remme/ Forsvaret.

5.3.1 Forsvarets anbefalinger og krav

For følgende flyplasser vil det ifølge Forsvaret være nødvendig med en restriksjonssone på 50 kilometer rundt flyplassens perimeter:

Ørland, Evenes og Rygge

Ifølge Forsvaret vil øvrige flyplasser med rullebanelengde over 1140 meter også kunne spille en rolle i en nasjonal og alliert luftoperativ sammenheng. De mener derfor det er hensiktsmessig med en vurderingssone på 25 kilometer rundt slike flyplasser.

Forsvaret mener at Avinors restriksjonsområder (BRA) er en tilstrekkelig restriksjonssone for flyplasser med rullebanelengde kortere enn 1140 meter.

6 Skyte- og øvingsfelt

Skytefelt inneholder faresoner ved bruk av våpensystemer som ikke er forenlige med annen form for utbygging, ei heller vindkraftutbygging. I skytefelt benyttes kommunikasjonsutstyr (radioer m.m) som kan påvirkes av vindturbiner. I enkelte skyte- og øvingsfelt brukes også radarsystemer (artilleriradar) i forbindelse med øvelse med tunge våpen.



Figur 8. Bombenedslag fra en mark 82 laserstyrt bombe sluppet fra en norsk f-16 på Halkavarre skytefelt. Foto: Torgeir Haugaard/ Forsvaret.

6.1 Sikkerhetssoner rundt skytefelt

Norske skytefelt som benyttes for å øve med fly og helikopter brukes også av allierte styrker med mindre lokal kunnskap om områdene.

Det er ifølge Forsvaret behov for en manøvrerings- og sikkerhetssone utenfor skytefeltgrensen slik at skytefeltets kapasitet ikke begrenses ved bygging av lufthinder i nærområdet. De anbefaler disse sikkerhetssonene:

24 kilometer: Skyte- og øvingsfeltene Regionfelt Østlandet i Åmot, Tarva ved Ørland, Setermoen i Bardu og Halkavarre i Porsanger.

10 kilometer: Hengsvann skytefelt for helikopter ved Kongsberg og Reinmoen droppsone ved Harstad



Figur 9. Skyte- og øvingsfelt. Helikopter inn for landing. Leopard stridsvogn i forgrunnen. Foto: Forsvarsbygg

7 NVEs vurdering av Forsvarets anbefalinger og krav

NVE mener det er viktig at vindkraftverk ikke skal påvirke den norske forsvarsevnen. Det betyr at det kan være grunn til å være restriktive i vindkraftsaker som angår Forsvarets

anlegg. Vi mener likevel at det flere steder bør være mulig å bygge vindkraftverk innenfor restriksjonssonene som er anbefalt av Forsvaret.

7.1 Radarer

Minsteavstand på 10 kilometer

Forsvaret har hatt en avstandsgrense på omtrent 10 kilometer som utgangspunkt for krav om avslag på konsesjonsøknader. Ut fra studiene som er gjennomført de siste årene uttaler Forsvaret at de ikke vil bli mindre restriktive så lenge dagens radarteologi brukes. Radarene er viktige og svært kostbare, og det er derfor ikke aktuelt med flytting av radarer som avbøtende tiltak. Siden vindkraftverk stort sett bygges på høytliggende steder der mange vindturbiner har fri sikt mot radaren, er detaljplassering av vindturbiner ofte heller ikke et særlig aktuelt avbøtende tiltak. Med dagens kunnskap og teknologi vil det derfor være lite sannsynlig å få konsesjon til bygging av et vindkraftverk med en avstand på under 10 kilometer til Forsvarets radarer.

Restriksjonssone på 10-30 kilometer

Med økende avstand til radaren avtar virkningene, og når avstanden er over 10 kilometer bør det etter NVEs vurdering ofte være mulig å finne løsninger. Enkelte steder kan topografi og avstand gjøre at radaren ikke påvirkes, og andre steder kan det gjøres tiltak i radaren. Ved vindkraftutbygging i Sør-Rogaland (blant annet i Bjerkreim) og Fosen i Trøndelag er det tegnet avtale mellom Forsvarsmateriell og utbyggerne som regulerer oppfyllelsen av konsesjonskravet om å gjennomføre nødvendige tiltak som opprettholder dagens ytelse i Forsvarets radar.

Hvis det planlegges vindkraftverk på et sted der avstanden til en radar er under 30 kilometer, bør tiltakshaveren være oppmerksom på at Forsvaret sannsynligvis vil komme med krav i konsesjonsprosessen. Forsvaret vil i slike saker uttale seg om mulige virkninger og krav i en høringsuttalelse til meldingen om vindkraftverket. Radarposisjon angitt med koordinater er konfidensiell informasjon.

Forsvaret har tidligere uttalt at radarer sannsynligvis ikke påvirkes når avstanden er over 30 kilometer, men som beskrevet i kapittel 4 viser studier at radarene også kan påvirkes på større avstander.

7.2 Radiolinjer

Etter NVEs vurdering er virkninger for radiolinjer et begrenset problem. I de fleste tilfeller kan dette bli tilstrekkelig hensyntatt i detaljplanleggingen av vindkraftverket.

7.3 Hindermerking

Forsvaret har strengere krav til hindermerking enn Luftfartstilsynet, men har ingen hjemmel til å kreve merking. Dette temaet behandles derfor av NVE i konsesjonssaker eller gjennom dialog mellom Forsvaret og tiltakshaver for vindkraftverket.

Luftfartstilsynet har uttalt at Forsvaret selv kan bli enig med utbygger uten at Luftfartstilsynet vil forhindre dette.

Forsvaret har bedt NVE om å sette konsesjonsvilkår om at det installeres ulike former for hindermerking som går ut over kravene fra Luftfartstilsynet, men NVE har så langt ikke

satt slike vilkår. Dette skyldes blant annet at det har vært usikkerhet om graden av nødvendighet og en avveining mot økte kostnader og virkninger for naboer til vindkraftverket. OED har imidlertid pålagt strengere merking i klagebehandlingen av vedtaket om konsesjon til Vardafjell vindkraftverk i Sandnes. Forsvaret har også bedt NVE om å fjerne konsesjonsvilkår som kan hindre strengere hindermerking. NVE mener at behovet for hindermerking bør avklares mellom NVE, Forsvaret og Luftfartstilsynet.

7.4 Flyplasser

Som beskrevet i kapittel 5.3 har Forsvaret strenge krav til restriksjonssoner rundt norske flyplasser, særlig Ørland, Evenes og Rygge. Selv om det kan være viktig å være restriktiv med tanke på forsvarsevnen, mener NVE at det bør være mulig å bygge vindkraftverk flere steder innenfor disse sonene. Vindkraftutbyggere bør imidlertid være forberedt på at Forsvaret kan komme med krav dersom et vindkraftverk planlegges innenfor sonene som er angitt. Forsvaret vil komme med vurderinger og krav i en høringsuttalelse til meldingen om vindkraftverket. En slik tidlig kontakt vil være viktig for å avklare om det finnes gode løsninger. For enkelte vindkraftverk som planlegges nær flyplasser kan det for eksempel være relevant å vurdere turbinstans i krigs-, beredskap- og øvingssituasjoner.

7.5 Lavtflyging

Luftforsvaret har lavtflyging over store deler av landet, og har i flere vindkraftsaker uttalt at dette bør tillegges betydelig vekt i konsesjonsavveiningen. Områdene som presenteres i kapittel 5.2 innebærer imidlertid en innsnevring av områdene som tidligere er vektlagt. Dette kan tale for at disse områdene er så viktige at lavtflyging bør vektlegges i eventuelle konsesjonssaker. Samtidig mener NVE at det bør diskuteres videre hva som er de reelle virkningene for lavtflyging. NVE kjenner ikke til at dette er et tema som det legges mye vekt på i andre land med forsvarsaktivitet og mye vindkraftutbygging. Forsvaret peker på at bedre hindermerking vil øke sikkerheten ved lavtflyging, slik at de lettere vil kunne godta vindkraftutbygginger. Dette bør vurderes som en del av en dialog mellom NVE, Forsvaret og Luftfartstilsynet, jf. kapittel 7.3.

7.6 Skyte- og øvingsfelt

Etter NVEs vurdering bør det være mulig å bygge vindkraftverk flere steder innenfor Forsvarets foreslåtte restriksjonsområder. Vindkraftutbyggere bør imidlertid være forberedt på at Forsvaret kan komme med krav dersom et vindkraftverk planlegges innenfor sonene som er angitt i kapittel 6. Forsvaret vil komme med vurderinger og krav i en høringsuttalelse til meldingen om vindkraftverket.

8 Kunnskapsbehov og videre arbeid

Selv om Forsvaret har gjennomført egne studier de siste årene, er det fortsatt en del uklarheter når det gjelder virkninger for Forsvarets interesser. Dette gjelder blant annet lavtflyging, muligheten for tiltak i radarer og krav til hindermerking. Etter det NVE kjenner til varierer konfliktgraden i forskjellige land med vindkraftutbygging, og det vil

være interessant å avklare hva dette skyldes. Finnes det forskjellige oppfatninger om den reelle påvirkningen, eller er det snakk om ulik vektlegging av interesser? En annen mulighet er at utstyr og terreng varierer mye, og at virkningene derfor er større enkelte steder. NVE anbefaler at det innhentes erfaringer fra andre land, slik at virkningsomfanget tydeliggjøres og det eventuelt kan komme forslag til tiltak som gjør at virkningene blir mindre i Norge.

NVE ser i tillegg et behov for å ha et godt samarbeid med Forsvaret om vindkraftsaker. Mange områder som kan være teknisk-økonomisk godt egnet for vindkraftverk, er samtidig viktige for Forsvaret, og det kan være viktig med jevnlig dialog om for eksempel avstandskrav og mulige tiltak.

Som beskrevet i kapittel 7.3 bør NVE i samarbeid med Forsvaret og Luftfartstilsynet vurdere hva slags hindermerking som er hensiktsmessig. I dette arbeidet bør både Forsvarets behov, kostnader og virkninger for tredjepart vurderes.

9 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. Forsvarets skytefelt har på denne måten blitt fjernet fra analysen av aktuelle områder. Etter eksklusjonsrunden gjennomgås områdene som ikke er fjernet, og Forsvaret har fått ansvar for å vurdere virkninger for sine interesser i områdene som analyseres. Dette gjelder blant annet virkninger for radarer, flyplasser, lavtflyging og skytefelt. Forsvarets tematiske analyser vil bli lagt til grunn sammen med vurderinger av andre temaer når NVE peker ut de mest egnede områdene.

10 Litteratur

Bacon, D F (2002), Fixed-link wind turbine exclusion zone method, version 1.1, released 28.10.2002

https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0031/68827/windfarmdavidbacon.pdf

Eriksson (2004): Rapport avseende huvudstudie radiolänk i vindkraftsprojektet, Försvarets materielverk, 17 april 2004

EUROCONTROL (2009), Guidelines on how to assess the potential impact of wind turbines on surveillance sensors, Doc.ID. EUROCONTROL-GUID-130, Edition 1.1, 30.06.2009 http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/single-sky/guidelines/20100609-impact-wind-turbines-sur-sensors-guid-v1_1.pdf

FFI-rapport 2006/00086 *Otnes, Roald (2007)*: Modelling of Electromagnetic Influence from Wind Farms at Frequencies below 30 MHz - Interference and scattering, <https://www.ffi.no/no/Rapporter/07-00086.pdf>

FFI-rapport 2006/02701, *Roald Otnes & Jens Hjelmstad*, Observability at HF direction finding sites of scattering from wind farms, Forsvarets forskningsinstitutt, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2006/02701.pdf>

FFI-rapport 2007/00793 *Steffen Tollisen, Aanund Storhaug (2007)*: Wind farm impact assessment on radars in the North-Cape area, FFI/NOTAT-2007/00793, Confidential

FFI-rapport 2007/00832 *Bente Jensløyken Meland, Hans Øhra (2007)*: Windfarm Impact on Electromagnetic Systems (WIMP) – Software Documentation, <https://www.ffi.no/no/Rapporter/07-00832.pdf>

FFI-rapport 2007/00833 *Meland B J, Nilssen E B, Høye G, Mjanger M, Kristoffersen S (2007)*: Wind Turbines and Electromagnetic Systems (WTES) - Software documentation, , Unclassified <https://www.ffi.no/no/Rapporter/07-00833.pdf>

FFI-rapport 2007/00842 *Gudrun Høye (2007)*: Electromagnetic shadow effects behind wind turbines. <https://www.ffi.no/no/Rapporter/07-00842.pdf>

FFI-rapport 2007/00896 *Morten Søderblom (2007)*: RCS simulation of wind turbines.

FFI-rapport 2007/01344 *Meland et.al*, Prosjekt 1013 Vindkraftutbyggingens påvirkning på Forsvarets elektromagnetiske systemer (VINDKRAFT) – sluttrapport, Forsvarets forskningsinstitutt, 22.05.2007 <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2007/01344.pdf>

FFI-rapport 2017/01558 *Johnsen Terje, Sanden Helge, Finden Erlend, Brustad Hilde Kjelgaard, Akhtar Jabran*: Sluttrapport for oppdrag FFIs støtte til Vindkraftgruppens arbeid. Konfidesiell.

NOU 2001:15 Forsvarets områder for lavtflyging. Norges offentlige utredninger [NOU 2001:15 Forsvarets områder for lavtflyging](https://www.regjeringen.no/no/vedtatte-vedtak/NOU-2001-15-Forsvarets-omrader-for-lavtflyging)

<https://www.regjeringen.no/contentassets/79ddbf2c4340477baac7df5e441004b7/no/pdfa/nou200120010015000dddpdfa.pdf>

United States, Department of Defense (2006). The Effect of Windmill Farms on Military Readiness, <https://archive.defense.gov/pubs/pdfs/WindFarmReport.pdf>



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 509 I MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no