

# Notat

Fra: Miljødirektoratet

Til: NVE

Dato: 11.4.2018

## Nasjonal ramme for vindkraft 2017–2018 Faggrunnlag fugl



Grus grus/Trane. Fotograf Bård Bredesen, Naturarkivet.no

## Sammendrag

Kunstige lufthindringer vil alltid representere en potensiell risiko for fugl. Ved etablering av vindkraftanlegg er fugl utsatt for kollisjoner, fortrenning og forstyrrelser. Konfliktpotensialet vil avhenge av de ulike artenes livssyklus, atferd og bruk av området. Det generelle konfliktbildet fra konsesjonsgitte prosjekter her til lands viser store forskjeller mellom lokalitetene, men med gjennomgående høyt konfliktnivå for fugl. Det viktigste avbøtende tiltaket anses dermed å være lokalitetsvalg. Mange konflikter kan unngås og/eller reduseres vesentlig med god lokalisering - både ved utvelgelse av større områder, som i den nasjonale rammen, ved godkjenning av konkrete prosjekter og ved turbinplassering i de enkelte prosjektene.

Miljødirektoratets utgangspunkt er at vindkraftutbygging ikke bør tillates når utbygging i artens leveområder vil ha avgjørende betydning for artens bestandsutvikling, for viktige økologiske funksjonsområder eller sentrale knutepunkt for fugletrekk. Knyttet til nasjonal ramme oppfattes områder identifisert som internasjonalt viktige fugleområder som et relevant og viktig grunnlagsmateriale, komplettert med artsobservasjoner og kunnskap om viktige abiotiske faktorer av vesentlig betydning for konfliktpotensialet (eksempelvis topografi, vindforhold og soloppvarming).

Effektene ved vindkraftutbygging er i stor grad arts- og stedsspesifikke og det er derfor viktig å identifisere generelle konfliktmekanismer knyttet til særlig beslutningsrelevante arter og egnet skala for nasjonal ramme. Her har vi vurdert generelle kjennetegn ved utsatte artsgrupper og identifisering av særlig relevante enkeltarter og deres sårbarhet. Sentralt i vurderingen av om en art bør tas spesielt hensyn til i en nasjonal skala, er også hvor sårbar arten er for ytterligere påvirkning og hvordan utpeking av lokaliteter vil påvirke den samlede belastningen for arten. I den skala som er relevant i nasjonal ramme for vindkraft vil vi forsøke å identifisere "hot spot" områder og viktige økologiske funksjonsområder for truede arter, større artsrike fugleområder og sentrale knutepunkt for fugletrekk. Direktoratets utgangspunkt for vurdering av konfliktnivå for fugl er at vindkraftutbygging innenfor aktuelle områder ikke må føre til at den samlede belastningen for relevante arter blir så stor at artene blir ytterligere truet og får redusert mulighet til å nå sine forvaltningsmål.

## Innhold

1	Kort om "Nasjonal ramme for vindkraft" 2017-2018 .....	4
2	Internasjonale forpliktelser .....	5
3	Litteraturgjennomgang .....	6
4	Sårbarhet og konfliktmekanismer .....	9
4.1	Artenes sårbarhet .....	9
4.1.1	Sjøfugl .....	10
4.1.2	Rovfugl og ugler .....	11
4.1.3	Hønefugl .....	12
4.1.4	Vadere og spurvefugl .....	12
4.2	Påvirkning og effekter fra vindkraftutbygging .....	12
4.2.1	Generelle konfliktmekanismer for fugl .....	13
4.2.2	Trekkende arter .....	13
4.2.3	Stasjonære arter .....	14
4.2.4	Sjøfugl .....	14
4.2.5	Rovfugl .....	15
4.2.6	Hønefugl .....	18
4.2.7	Vadere og spurvefugl .....	19
4.3	Samlet belastning .....	20
4.4	Muligheter for avbøtende og kompenserende tiltak .....	21
4.4.1	Lokalisering .....	22
4.4.2	Vindkraftverkets utforming .....	22
4.4.3	Avbøtende tiltak og miljøoppfølging i driftsfasen .....	23
4.4.4	Kompenserende tiltak .....	23
4.4.5	Fornyelse av eksisterende anlegg .....	23
5	Samfunnsverdien av fugl: økosystemtjenester .....	24
6	Datagrunnlaget .....	25
6.1	Tilgjengelige data .....	25
6.2	Egnede data til bruk i GIS-analyser .....	26
6.3	Mangler i datagrunnlaget og prioriterte forskningsbehov .....	26
7	Utvelgelse av konfliktområder i en nasjonal ramme .....	27
7.1	Viktige områder for fugl i Norge .....	27
7.2	Vurdering av konfliktnivå i arealanalyser .....	27
8	Referanser .....	29

## 1 Kort om "Nasjonal ramme for vindkraft" 2017-2018

Etter Stortingets behandling av den siste energimeldingen i 2016 <sup>(1)</sup> har Olje- og energidepartementet (OED) bedt Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) lede et arbeid med å utarbeide et forslag til "nasjonal ramme for vindkraft på land".

Innen utgangen av 2018 skal NVE peke ut større områder der det kan ligge til rette for utbygging av vindkraft. Det skal tas utgangspunkt i vindressurser og eksisterende og planlagt nettkapasitet. Dette "skal så avstemmes mot andre viktige miljø- og samfunnshensyn". Formålet er å bidra til at de beste vindkraftlokalitetene blir valgt når det søkes om konsesjon. Arbeidet skal gjennomføres i samarbeid med berørte etater, og har et nasjonalt perspektiv.

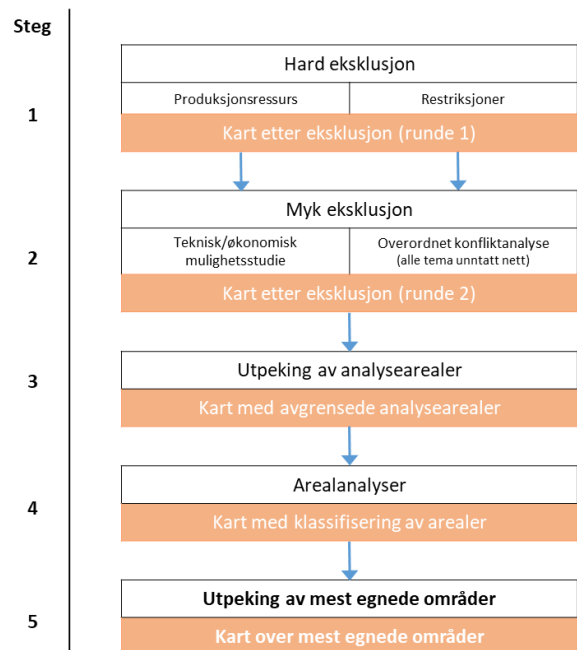
Parallelt med NVE-oppdraget har Klima- og miljødepartementet (KLD) bedt Miljødirektoratet og Riksantikvaren bidra vesentlig for å utvikle prosjektet. Direktoratenes primære rolle skal være å ivareta miljø gjennom å definere områder som av hensyn til miljø ikke bør inngå i den nasjonale rammen. KLDs innsigelsesveileder <sup>(2)</sup> skal legges til grunn for hva som anses som miljøverdier av nasjonal eller vesentlig regional interesse.

I samarbeid med NVE har Miljødirektoratet og Riksantikvaren pekt ut ni miljøtema som er særlig relevante for arbeidet med nasjonal ramme: Naturtyper, fugl, pattedyr, flaggermus, villrein, friluftsliv, sammenhengende naturområder, landskap og kulturminner/kulturmiljøer. Til de sju første temaene leveres faggrunnlag fra Miljødirektoratet alene, landskap er utarbeidet av Miljødirektoratet i samarbeid med Riksantikvaren, og kulturminner/kulturmiljøer av Riksantikvaren alene. Rapporten du sitter med nå, er én av disse.

Arbeidet med utpeking av egnede områder vil skje i fem steg (jfr. figur 1). Det starter med eksklusjon av områder som kan kategoriseres som "lite egnet" uten at det gjøres en konkret avveining av det enkelte arealet (steg 1+2). Dette gjelder områder der vindforholdene er dårligere enn det som er interessant for utbygging, områder som er vernet mot den aktuelle typen inngrep gjennom formelle vedtak, områder nær bolig- og fritidsbebyggelse eller områder som er beslaglagt av forsvarsanlegg, radarsystemer etc.

De resterende arealene vil bli inndelt i arealer med noenlunde ensartede egenskaper (steg 3). Disse vil bli gjennomgått i steg 4 ved at verdien av utbygging veies mot miljøulemper, andre konflikttema og tekniske forutsetninger (særlig nettkapasitet). Miljøvurderingene vil ta utgangspunkt i generelle kriteriesett for hvert tema, koblet til et så omfattende faggrunnlag som praktisk mulig. Kriteriesettene diskuteres ikke konkret i dette fagnotatet, og vil bli publisert samlet på et senere tidspunkt.

De utpekte områdene i steg 5 vil være utsnitt fra de analyserte arealene, der områdene med dårligst forhold mellom produksjonspotensial, tekniske restriksjoner og miljøkonflikter er holdt unna. Det er ikke bestemt noe øvre eller nedre omfang for det arealet som skal pekes ut.



Figur 1: Metode for utpeking av områder

## 2 Internasjonale forpliktelser

Norge er juridisk forpliktet til å sikre en bærekraftig bruk av naturressurser gjennom Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD) som trådte i kraft i 1993. Under konvensjonen er det vedtatt 20 globale mål, Aichi-målene, for bevaring av naturmangfold og økosystemer fram mot 2020. Målene ble vedtatt i 2010 og gjelder for alle sektorer som påvirker naturen.

I tillegg er vi forpliktet gjennom Konvensjonen om vern av ville europeiske planter og dyr og deres naturlige leveområder (Bernkonvensjonen), hvor Norge har forpliktet seg til å fremme en nasjonal naturvernpolitikk i samsvar med bestemmelsene i konvensjonen. Dyre- og plantearter som i første rekke skal sikres et vern er samlet i tre lister, etter grad av beskyttelse. Konvensjonen bidrar også til å beskytte viktige habitater gjennom å identifisere områder som bør gis særlig beskyttelse som økologiske nettverk.

Trekkende arter er særlig beskyttet gjennom Bonnkonvensjonen om bevaring av trekkende ville dyr. Gjennom et internasjonalt samarbeid skal artene sikres bærekraftig forvaltning. Konvensjonen lister arter ut i fra form for forpliktelse, hvorav liste I omfatter arter hvor hele arten eller delbestander, står i fare for utryddelse, og der medlemslandene er forpliktet til å sørge for beskyttelse av både arter og deres levesteder gjennom strenge vernetiltak, og liste II omfatter trekkende arter som ikke er truet av utryddelse, men som trenger internasjonalt samarbeid for å sikre et tilstrekkelig vern. For artene på liste II skal medlemslandene søke å inngå regionale avtaler som kan fremme dette formålet. Et eksempel på dette er avtalen om vannfugl i Europa (AEWA), som blant annet står bak egne retningslinjer for bærekraftig utbygging av fornybar energi for ivaretagelse av hensyn til migrerende arter <sup>(3)</sup>.

Arter som Norge har et særlig ansvar for å ta vare på får gjerne status som "ansvarsarter". Ansvarsart er en art som en viss region eller nasjon har et spesielt ansvar for å verne i henhold til Bonn- og Bern-konvensjonene. Begrepet blir brukt for å angi at en art har en vesentlig andel av sin naturlige utbredelse i Norge, og innebærer at forringelse av viktige leveområder eller tiltak som vil kunne påvirke bestandsutviklingen vil kunne gi konsekvenser for internasjonalt viktige miljøverdier.

For de aller viktigste våtmarksområdene i verden er det enighet mellom landene at det skal gis en spesiell beskyttelse og status. Disse kalles Ramsarområder og er vernet i henhold til Ramsar-konvensjonen. Områdene som er valgt ut regnes som særlig viktige for fugler regionalt, nasjonalt og internasjonalt, og har derfor fått internasjonal beskyttelse. Våtmarksområder har stor betydning som habitat for flere ulike arter migrerende fugler gjennom ulike deler av året: som rasteplass under trekket vår og høst, som hekkeområde i sommersesongen, som mytingsområde en kort periode på sommeren, eller som overvintringsområde. Ramsar-områdene i Norge er som hovedregel gitt et nasjonalt vern som naturreservat, landskapsvernområde eller biotopvern (oftest fuglefredningsområde).

Vindkraftutbygging kan påvirke mange ulike fuglearter, både trekkende og stasjonære. Temaet er derfor relevant innenfor flere av våre hovedøkosystem, og innenfor et spekter av artsgrupper. Særlig har vindkraftutbygging vist seg å kunne påvirke rovfugl, sjøfugl, hønsefugl, vadere og spurvefugl. Mange viktige leveområder for disse artene er allerede under sterkt press fra flere påvirkningsfaktorer og én av tre norske fuglearter er oppført på Norsk rødliste for arter fra 2015. Det er særlig observert vesentlig bestandsnedgang for arter knyttet til jordbrukslandskapet <sup>(4)</sup>, arter som lever i nordiske fjellområder <sup>(5)</sup>, sjøfugl og vadere <sup>(6)</sup>. Økosystembasert og adaptiv forvaltning og internasjonalt samarbeid er viktige virkemidler for å sikre en god bestandsutvikling for disse artene, i tråd med våre nasjonale miljømål.

### 3 Litteraturgjennomgang

Fugl og vindkraft er et tema som det har blitt forsket mye på internasjonalt<sup>i</sup>. Selv om det gjerne er snakk om andre arter enn vi har her i Norge, har dette gitt viktig kunnskap om mer generelle konfliktmekanismer knyttet til denne typen påvirkning og sårbarhet hos artsgrupper. De fleste studier av fugl og vindkraft har fokusert på forringelse av leveområder og kollisjonsrisiko<sup>(7)</sup>. USA var tidlig ute med storskala vindkraftutbygging og mye av kunnskapen om vindkraft og fugl bygger på studier fra vindkraftanlegg i Altamont Pass i California<sup>(8)</sup>, hvor et betydelig antall rovfugl har blitt drept som følge av kollisjoner. Studier av hvordan vindkraft påvirker stasjonære arter har senere blitt fulgt av en rekke andre land, deriblant Tyskland<sup>(9)</sup>, Danmark, England<sup>(10)</sup>, Sveits, Irland, Skottland, Nederland og Spania. Av relevans for Norge er det også verdifulle erfaringer å bygge på fra Sverige og kunnskapsprogrammet Vindval som har fått frem en rekke forskningsprosjekter om vindkraftens miljøpåvirkning<sup>(11)</sup>.

For å dele erfaringer mellom land om hvordan konsekvensene av vindkraftutbygging kan reduseres, ble "Good Practice Wind" (GP Wind) opprettet i 2010. Prosjektet ble sponset av Intelligent Energy Europe Programme og koordinert av den skotske regjeringen. Prosjektet involverte industri, regionale og lokale myndigheter, miljømyndigheter, interesseorganisasjoner, og forskningsmiljøer fra åtte europeiske land<sup>ii</sup>. Formålet med GP Wind var å undersøke hindringer for etablering av landbasert vindkraft ved å innhente og dele god praksis for hvordan behovet for økt fornybar energiproduksjon kan forenes med fastsatte miljømål og aktivt involvering av lokalsamfunn. Arbeidet resulterte blant annet i veiledningsmaterieell (både generelle og mer spesifikke anbefalinger) og etablering av et nettbasert verktøy som skal bidra til mer effektiv og bærekraftig utbygging av vindkraft. Verktøyet gir tilgang til et bibliotek med over 300 dokumenter som illustrerer god praksis, muligheten til å sammenligne 10 europeiske land i hvordan de håndterer miljøtema, styringsform og lokal involvering, og 16 tematiske case-studier som danner grunnlag for en veileder om god praksis.

Studier av hvordan vindkraft påvirker trekkende arter har også blitt gjennomført i en rekke land, primært med fokus på anlegg til havs, men hvor kunnskap om påvirkning og effekter også kan overføres til landbasert vindkraft lokalisert innenfor hovedtrekkruiter. Særlig et større forskningsprosjekt<sup>(12)</sup> i Spania, med fokus på effekter av vindkraftutbygging i Gibraltarstredet, har vært sentralt for å øke kunnskapen om trekkende arter.

Flere steder i verden etableres det vindkraftverk i områder som utgjør viktige korridorer for migrerende fugl (se figur 2). De fleste trekkene begynner med at fuglene flyr i bred front. Ofte vil denne fronten bli smalere etter hvert i én eller flere foretrukne trekkruiter. Disse rutene følger vanligvis fjellkjeder og kystlinjer, noen ganger dalfører og elver, slik at de kan utnytte oppdrift og andre vindmønstre, eller unngå geografiske barrierer som krever høyt energiforbruk. Trekkintensiteten øker langs med kysten ettersom de fleste fugler bruker kystlinjen som fluktkorridorer<sup>(13)</sup>. Lokalisering av vindkraftverk i kystnære områder eller til havs nær land vil derfor kunne innebære betydelig kollisjonsfare for mange arter. Spesielt for migrerende sjøfugl poengterer vi at selv små reduksjoner i overlevelse hos voksne er vist å kunne ha negativ effekt for arters bestandsutvikling<sup>(14)</sup>.

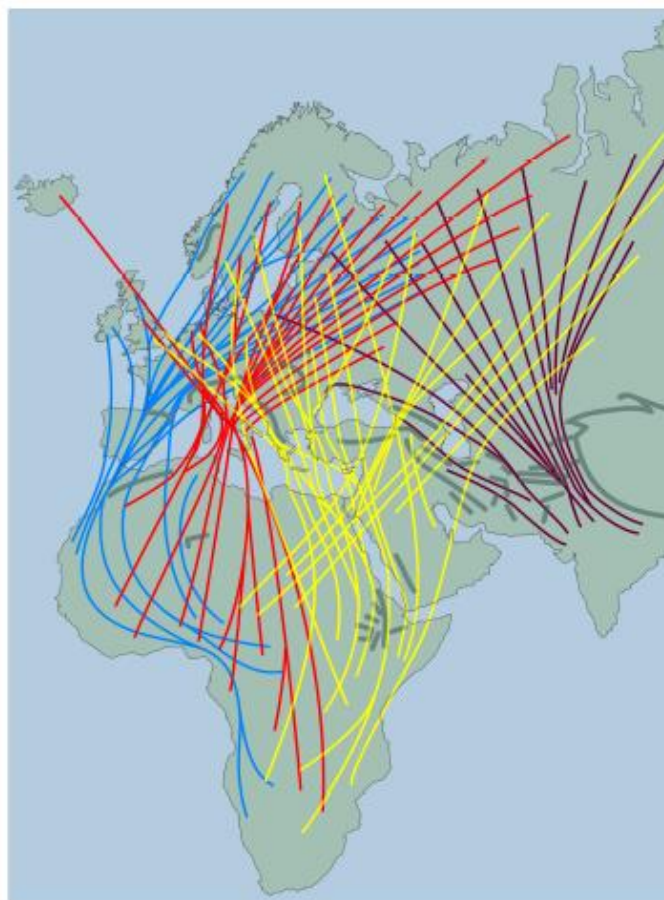
For migrerende arter er det utarbeidet egne retningslinjer for hvordan utbygging av fornybar energi kan skje på en bærekraftig måte, og kunnskapssammenstillingen som følger dette

---

<sup>i</sup> For ytterligere informasjon om hvordan vindkraft påvirker dyreliv se sammenstilling av relevante publikasjoner i den amerikanske databasen: <https://wild.nrel.gov/>

<sup>ii</sup> Belgia, Spania, Irland, Italia, Malta, Norge, Skottland og Hellas

arbeidet bidrar med nyttig oversikt over kunnskapsstatus, observerte påvirkninger og effekter og vurderinger rundt konfliktnivå <sup>(15)</sup>.



Figur 2: Trekkfugler og viktige passasjer i Europa, basert på gjenfunn av ringmerking. Hentet fra European Bird Migration Network (SEEN). Fargene representerer, vestlig, sentral, østlig og vest-asiatisk rute/hovedpassasje.

Resultater og konklusjoner fra ulike forskningsprosjekter rundt om i verden spriker, noe som gjør det utfordrende å trekke generelle konklusjoner. Mange faktorer kan påvirke forskningsresultater, slik som blant annet ikke-standardisert metodikk <sup>(16)</sup>, manglende statistisk sammenlignbarhet, og annen pågående endringer i arealbruk innenfor studieområdene. De fleste studier som er gjennomført er kort-tids studier (1-3 år), selv om det gjerne kreves langtidsstudier for å avdekke effekter <sup>(17)</sup>.

Etablering av internasjonale konferanser<sup>iii</sup> om vindkraft og dyreliv har lagt til rette for tettere forskingssamarbeid på tvers av landene, noe som har økt den generelle kunnskapen om konfliktmekanismer og sårbare artsgrupper. I litteraturen er det generelt stor enighet om at fugler kan påvirkes av vindkraftverk gjennom <sup>(10)</sup>:

1. Kollisjon med vindturbinene
2. Tap eller vesentlig endring av habitat
3. At vindkraftverket oppfattes som en barriere for fugletrekk eller for flukt mellom funksjonsområder

<sup>iii</sup> Conference on Wind energy and Wildlife impacts (CWW)

Litteraturgjennomgangen viser at det er svært stor variasjon mellom områder i hvor mange fugl som blir drept av vindkraftverk. Anleggenes plassering har vist seg å ha en avgjørende betydning for hvor stor dødelighet som registreres. De aller høyeste kollisjonstillene er funnet i tilknytning til våtmarker og andre vanntilknyttede miljøer<sup>(18)</sup>. Topografi, vindforhold og soloppvarming har stor betydning for potensiell kollisjonsfare i ulike områder. Generelt viser flere studier at turbiner vil kunne utgjøre potensielt stor kollisjonsfare hvis de legges til skrenter med oppdriftsvinder, naturlige trekkruiter, hekkeplasser og rike habitater med god næringstilgang.

### **Erfaringer fra norske vindkraftverk**

Forskningssenteret for miljødesign av fornybar energiproduksjon, CEDREN, har gitt økt kunnskap om effekter på fugl her i Norge gjennom prosjektet BirdWind<sup>(19)</sup>. Hovedaktivitetene i BirdWind ble knyttet til Smøla vindkraftverk, der det i en tidlig driftsfase ble registrert et betydelig antall drepte fugl, hvorav særlig havørn og liryte. Omfanget av dødelighet hos fugl i tilknytning til vindkraftverket på Smøla ble dokumentert ved å lete etter døde fugler. Funnene dannet grunnlag for å beregne kollisjonsomfang hos ulike arter. Kollisjonsrisiko ble modellert for havørn med utgangspunkt i data innsamlet gjennom bruk av radar og satellitt-telemetri, mens terrengmodellering ble brukt for å forutsi områder med høy kollisjonsrisiko. Prosjektet utviklet en populasjonsmodell for havørn basert på bestandsovervåking, reproduksjonsstudier og data fra genetiske analyser basert på innsamlede fjærprøver. Som del av prosjektet ble havørn fra Smøla merket med satellittsendere, noe som har gitt tilgang på store mengder data om hvordan de beveger seg i tid og rom, og gjort det mulig å lage statistiske fordelinger av ungfuglenes bruk av store deler av kysten fra Stad til Nordkapp. BirdWind ble avsluttet i 2011 og resultatene er omtalt under artsgruppene i kap.4.2.

FoU-prosjektet INTACT<sup>iv</sup> var en videreføring av BirdWind, hvor hovedformålet var å utvikle tiltak og prosedyrer for å redusere risikoen for at fugler skal kollidere med turbiner. Forebyggende tiltak som har vært testet i dette prosjektet er kontrastmaling av rotorblader for å redusere bevegelsesblindhet, kontrastmaling av nedre del av turbin, GIS-verktøy for kartlegging av orografisk og termisk oppdrift, operativ avbøtende modell for midlertidig nedstenging av enkeltturbiner og UV-lys for økt synlighet. Prosjektet har blant annet gitt følgende resultater:

- Testing av effekten av avbøtende tiltak i form av svartmaling av en av tre rotorblader på utvalgte turbiner viste en signifikant reduksjon av observerte havørn nær de malte turbinene. Særlig gjaldt dette om våren, da kollisjonsrisikoen har vist seg å være størst. Maling av nederste del av turbiner viste reduksjon av antall observerte ryer i planområdet.
- Utvikling av et GIS verktøy for fin skala-optimalisering av lokalisering av vindkraftverk basert på modellering av geomorfometriske og ortografiske variabler sammen med variabler som predikerer termisk oppdrift. Verktøyet har en oppløsning på 10 x 10 meter og vil derfor kunne være relevant ved detaljplanlegging av vindkraftanlegg.

Ut over det omfattende forskningsprosjektet rundt Smøla vindkraftverk har det vært gjennomført få for- og etterundersøkelsene på fugl i norske vindkraftanlegg. Utredningene har vært preget av uttesting av metodikk<sup>(20)</sup> uten at det har vært etablert et opplegg for effektevaluering. Det er derfor lite erfaringsbasert kunnskap å bygge på når det gjelder vurderinger rundt de faktiske konsekvensene av utbyggingen. For- og etterundersøkelsene har

---

<sup>iv</sup> Innovative Mitigation Tools for Avian Conflicts with wind Turbines



primært bidratt til å gi et mer detaljert bilde av tilstedeværelse av aktuelle arter og habitatbruk <sup>(21)</sup> <sup>(22)</sup> <sup>(23)</sup>, framfor økt kunnskap om konkrete virkninger av de studerte anleggene. Resultatene så langt gir likevel noen lærdommer det er verdt å ta med videre. Blant annet er det ikke observert betydelig endring i generelt trekkemønster <sup>(24)</sup> for rovfugl som trekker i områder med vindkraftanlegg. Hovedårsaken antas å være at de fleste trekkene som er observert gjennom oppfølgende undersøkelser har skjedd på høyder som ligger over vindturbinene. Både stasjonære og trekkende rovfugl viser liten evne til å manøvrere unna turbiner når de flyr i kritisk høyde, men kollisjonsrisikoen varierer stort med lokalisering av turbiner og avstand mellom vindkraftverk. Det er observert tydelige barriereeffekter ved at rovfugl på trekk velger å fly utenom områder med vindkraftutbygging<sup>v</sup>.

Fra Miljødirektoratets synspunkt har det i forhenværende periode med vindkraftutbygging vært urimelig stor variasjon i både kvalitet på konsekvensutredninger og generell forståelse av aktuelle konfliktmekanisme, noe som i mange tilfeller gitt stor usikkerhet knyttet til forekomst av enkeltarter og hekkelokaliteter. Bruk av buffere og annen type tilpasning i detaljplanleggingen har vært basert på samme mangelfulle kunnskap, og har etter vår oppfatning ikke gitt troverdige løsninger. Utover situasjonen på Smøla, med både stadige kollisjoner for flere arter og fortrengning av havørn fra tradisjonelle hekkeplasser, er det så langt ikke gjort en eneste systematisk innsamling av data fra utbygde vindkraftverk. Det er utfra dette ikke grunnlag for å konkludere rundt eventuelle bestandseffekter for berørte fuglearter i Norge. Vår vurdering må derfor primært basere seg på erfaringer fra sammenlignbare land og artenes forventede sårbarhet basert på rødlistestatus og generelle egenskaper.

## 4 Sårbarhet og konfliktmekanismer

### 4.1 Artenes sårbarhet

Både stasjonære og trekkende arter kan potensielt bli påvirket av vindkraftutbygging og et stort antall arter vil dermed kunne være beslutningsrelevante. Fugler er, i et evolusjonært perspektiv, tilpasningsdyktige og hekker i alle typer habitat, men de har som andre arter sine spesifikke krav til leveområder. Enkelte arter er mer spesialiserte enn andre og det er da også gjerne disse som er mest utsatte for menneskelige påvirkninger.

Mange fugler hekker i Norge om sommeren og overvintrer i Nord-Atlanteren, sør i Europa eller i tropiske områder om vinteren. Disse artene påvirkes dermed også av miljøforholdene under trekket og i overvintringsområdene. For mange arter kan påvirkninger under trekk og i vinterområdene være vel så viktig for bestandsutviklingen som forholdene på hekkeplassene <sup>(25)</sup>. Det er viktig at det finnes mange gode rasteplasser underveis og at det ikke er for langt mellom dem, da selv små endringer i energiforbruk kan få effekter for artenes bestandsutvikling. For vadefugler er et nettverk av gode våtmarksområder, store nok til å få besøk av tusenvis av vadefugler og andefugler på trekk, svært viktig for rask tilgang til mat og hvile. For trekkende arter av relevans ved vindkraftutbygging har vi tatt utgangspunkt i følgende artsgrupper: rovfugl, terner og måker, da disse gruppene inneholder en rekke arter med egenskaper som gir økt sårbarhet for denne typen arealinngrep og som potensielt oftere vil kunne oppholde seg i risikohøyde for kollisjoner med vindturbiner.

---

<sup>v</sup> Observert effekt for spurvehauk, musvåk og tårnfalk gjennom etterundersøkelser av rovfugltrekk ved Lista vindkraftverk

Generelt er det insektspisende arter som migrerer tidligst om høsten og kommer tilbake senest om våren, og mange av disse overvintre i Afrika. Mange arter som er tilknyttet ferskvann og våtområder, slik som mange vadefugler og ender, må forlate sine hekkeområder når vannet fryser. Arter som lever av frø eller korn kan overvintre i Norge, men mange migrerer sørover i Europa likevel. Da migrerer ofte bare deler av populasjonen mens de resterende blir igjen for å overvintre i hekkeområdene.

Tidspunkt for trekket både vår og høst påvirkes av flere faktorer, som eksempelvis temperatur- endringer, værforhold og mattilgang. Flere studier viser at tidspunkt for migrasjon nå er forskjøvet som følge av klimaendringer <sup>(26)</sup>, som rent generelt påvirker en rekke økologiske sammenhenger og interaksjoner mellom arter. Trekkende arter med høyt energiforbruk, vil kunne være spesielt sårbare for såkalt "fenologisk mismatch" (dårlig synkronisering), som f.eks. kan oppstå hvis endring i trekkruter ikke sammenfaller med tilgangen til føde uten at det samtidig skjer en tilsvarende endring i fenologien til de planter og invertebrater som utgjør dietten <sup>(27)</sup>. Flere studier har vist at særlig arter som migrerer over lange distanser har hatt en negativ bestandsutvikling <sup>(28)</sup>. Sårbarheten for andre påvirkningsfaktorer blir i slike tilfeller svært stor og tiltak som bidrar til å øke energiforbruket og/eller redusere tilgangen til viktige funksjonsområder kan medføre betydelige konsekvenser. Tap av habitat er en økende trussel for mange arter dersom nye arealinngrep ikke kompensere for tapet av arealer, og dersom tilgang til egnede områder er under press også fra andre påvirkningsfaktorer.

#### **4.1.1 Sjøfugl**

I denne gruppen inngår dykkerne, lommer, alkefugl, joer, måker, terner, gjess og ender. For sjøfugl finnes det flest studier fra vindkraftverk til havs, hvor selv små reduksjoner i voksenoverlevelse hos migrerende arter har vist seg å kunne få effekt for enkelte arters bestandsutvikling <sup>(29)</sup>.

For mange sjøfuglarter er det registrert en negativ bestandsutvikling. Dette gjelder spesielt de pelagisk dykkende artene (f.eks. lomvi), men også noen måkearter (f.eks. krykkje) og bentisk dykkende arter (som f.eks. sjøorre og ærfugl) opplever en negativ utvikling av bestandene <sup>(30)</sup>.

Måkene har alltid vært sett på som tallrike, men nå har flere arter plutselig havnet på rødlista. Tilsvarende nedgang i måkebestander ser man også i andre nordiske land. Årsaken til dette er i stor grad dårligere næringstilgang, ved at de ikke lenger finner tilstrekkelig med mat i havet. Derfor trekker mange måker mer og mer inn i kulturlandskapet. Mange sjøfuglreservater som tidligere hadde et yrende liv står i dag mer eller mindre tomme. En annen vesentlig påvirkningsfaktor er et økende innhold av giftstoffer i maten måkene spiser.

Hettemåke og dvergmåke er i dag regnet som sårbare, og fiskemåke har fått status som "nær truet". Mest truet er krykkja, som har kommet inn igjen på rødlista som "sterkt truet". Data fra Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl viser at populasjonene på Runde, Sklinna, Røst, Hjelsmøya og Hornøya samlet sett er redusert med rundt 80 prosent i perioden 1984-2013. Klimaendringer og dårlig mattilgang er antagelig hovedårsaken til dette.

Tilsvarende bekymring er det for terneartene. Særlig er situasjonen alvorlig for makrellterne som har status som "sterkt truet", antagelig primært på grunn av tobisfiskeriene og medfølgende sammenbrudd i tobisbestanden.

Av de seks alkefuglartene (lunde, lomvi, polarlomvi, alke, teist og alkekonge) er det bare bestanden av alkekonge som regnes som livskraftig. De andre artene er mer eller mindre truet. Teist og ansvarsarten lunde står oppført som "sårbare", polarlomvi og alke er "sterkt truet" og lomvi er "kritisk truet". En vesentlig påvirkningsfaktor for disse artene er at de setter seg fast i

fiskegarn og et betydelig antall dør gjennom bifangst. Artene er også svært utsatt ved oljeutslipp og utslipp ved noen av de norske koloniene vil kunne få katastrofale følger for disse artene.

De fleste sjøfuglarter skifter fjærdrakt (myter) én gang i året, og dette skjer gjerne i bestemte områder, ofte i grunne fjordområder. I denne perioden mister sjøfuglene ofte flygeevnen. Dette, i tillegg til at de er konsentrert i et lite område, øker sårbarheten betraktelig.

Sjøfuglene lever i et ustabil miljø, der næringen ofte er en begrensende faktor for et vellykket hekkeresultat. Dette reflekteres i deres reproduktive (hekke-) strategi. Gjennomgående karakteriseres de typiske sjøfuglartene ved sen kjønnsmodning, høy levealder og lav reproduktiv kapasitet. Flere sjøfugler blir først kjønnsmodne i 5-10-årsalderen, og legger kun ett egg i året. Dette er en god tilpasning i et miljø som er så variabelt at vellykket reproduksjonen ikke kan forventes hvert år. Det forutsetter imidlertid at de voksne har vilkår for å overleve tilstrekkelig lenge.

#### **4.1.2 Rovfugl og ugler**

I denne rapporten omtaler vi rovfugler som haukefugler, falker og ugler. Mange av disse er typiske termikkflygere som benytter vind både i horisontalt og vertikalt plan for å spare energi og under jakt. Flere av ugleene er nattaktive.

Av haukefugler i Norge omfattes artene kongeørn, havørn, fiskeørn, hønsehauk, spurvehauk, myrhauk, sivhauk, fjellvåk, musvåk og vepsevåk. Tidligere har etterstrebelse vært en betydelig påvirkningsfaktor for rovfugler, og reduserte ørnebestandene såpass mye at fiskeørn ble fredet i Norge i 1962 og havørn og kongeørn ble fredet i 1968. Siden har bestandene av kongeørn og havørn økt og de regnes nå igjen som livskraftige. Nye påvirkningsfaktorer har imidlertid kommet til, i form av arealinngrep og menneskelig forstyrrelser og begge artene er svært sårbare for menneskelig forstyrrelser i hekketiden. Fiskeørnbestanden er i dag fortsatt truet, ikke lenger på grunn av jakt men på grunn av forurensning og forsuring. Også haukeartene har vært betydelig redusert gjennom etterstrebelse. I tillegg utgjør endret arealbruk, eksempelvis gjennom moderne skogsdrift, i dag en vesentlig påvirkningsfaktor. Av hauker lever hønsehauk og spurvehauk i skogsområder, mens myrhauk hekker fåtallig i fjellområdene og sivhauk bare forekommer ved noen få sivsjøer på Jæren og rundt Oslofjorden. Spurvehauk regnes som livskraftig, hønsehauk som "nær truet", myrhauken er oppført som "sterk truet" og sivhauken er regnet som "sårbar". Av våkeartene har fjellvåk og musvåk livskraftige bestander i Norge, mens vepsevåk har status som "nær truet" på rødlista. Fjellvåken foretrekker fjellet og høyereliggende skogstrakter og er en art som raskt kan bli truet på grunn av klimaendringer. Musvåken og vepsevåken hekker i lavereliggende områder.

Av falker hekker fem arter årlig i Norge; jaktfalk, vandrefalk, dvergfalk, tårnfalk og lerkfalk. Fire av artene trekker som regel ut av landet om vinteren, utenom jaktfalken som blir igjen. Forfølgelse, forstyrrelser og miljøgifter har vært de viktigste påvirkningsfaktorene for falkeartene de siste tiårene. Bestandene er nå på vei oppover igjen og vandrefalk, tårnfalk og dvergfalk har nå livskraftige bestander. Lerkfalk og ansvarsarten jaktfalk står oppført som "nær truet" på rødlista.

Det finnes ti uglearter i Norge; kattugle, perleugle, haukugle, spurveugle, hornugle, hubro, snøugle, jordugle, lappugle og slagugle. Av disse er snøugle og hubro "sterkt truet" og lappugle og slagugle regnet som "sårbare" på norsk rødliste for arter. Tidligere har etterstrebelse og jakt redusert disse bestandene til et minimum og artene er i dag gitt ekstra beskyttelse gjennom at stedfestet informasjon om artenes hekkeområde, yngleområde eller voksested er skjermet for

allment innsyn. De øvrige seks ugleartene har livskraftige bestander i Norge, selv om antallet svinger fra år til år, avhengig av smågnagertilgangen.

Selv om rovfugler generelt lever lenge, produserer de få unger per år, noe som gjør at forhøyet dødelighet blant voksenfugl vil påvirke bestandene i langt større grad enn hos f.eks. spurvefugl, som årlig har en høy ungeproduksjon.

#### **4.1.3 Hønsefugl**

Av hønsefugl i Norge inngår familiene skogshøns (med lirype, fjellrype, orrfugl og storfugl) og fasanfamilien (med rapphøne, vaktel og fasan). Storfuglen, tiur og røy trives best i gammel barskog, men ettersom stadig mer av barskogene er omgjort til kulturskoger trives ikke disse artene like bra og, selv om disse skogshønsbestandene i dag er livskraftige, har de i lang tid vært i tilbakegang. Fjellrype og lirype er nå oppført som "nær truet" på den norske rødlista for arter, i tillegg til at de har status som ansvarsarter. Fjellrype trives best i de øvre delene av vierregionene, mens lirype holder seg mest i fjellbjørkeskogene. For alle skogshønsene er også jakt en vesentlig påvirkningsfaktor som holder bestandene nede. I tillegg til utfordringer som følger med klimaendringene påvirker også endret arealbruk som hyttebygging og annen menneskelig aktivitet disse artene <sup>(31)</sup>.

#### **4.1.4 Vadere og spurvefugl**

De fleste av alle våre småvadere (myrsnipe, dvergsnipe, temmincksnipe, fjellmyrløper og fjæreplytten) forekommer i dag i livskraftige bestander i Norge. Brushane har derimot gått dramatisk tilbake og har nå status som "sterkt truet". Den er nesten helt borte i Sør-Norge, men er fortsatt å finne i Troms og Finnmark. Det er uklart hva som er årsaken til nedgangen, men det kan være tørke, oppdyrking, jakt og klimaendringer i overvintringsområdene i varmere strøk. Også artene av storvadere (rødstilk, grønnstilk, skogsnipe og gluttsnipe) forekommer i dag i livskraftige bestander.

Spovene er våre største vadefugler. Småspovebestanden er livskraftig og det samme gjelder bestanden av lappspove. Storspoven står oppført som "sårbar" på rødlista og hekkefugltakseringer har vist en bestandsnedgang på 45 prosent den siste 15-års perioden. En vesentlig påvirkningsfaktor for innenlands bestandene er arealinngrep, særlig grøfting av myrer. Svarthalespove derimot er "sterkt truet". Den hekker gjerne på dyrket mark i tilknytning til våtmarker og lynchheier. Under vadefugler hører også rugde og bekkasiner med, hvor ansvarsarten dobbeltbekkasin er den eneste av dem som er oppført som "nær truet" mens øvrige bestander har holdt seg relativt stabile.

Av spurvefugler som lever i norske fjellområder vil eksempelvis de to ansvarsartene blåstrupe (nær truet) og lappspurv (sårbar) kunne være sårbare for denne typen utbygging. I lavlandet vil eksempelvis ansvarsartene bergirisk og skjærpiplerk kunne være sårbare. I tillegg vil trostefugler kunne være utsatte ved vindkraftutbygging da disse forekommer i store trekk til dels i turbinhøyde.

## **4.2 Påvirkning og effekter fra vindkraftutbygging**

Miljødirektoratet opplever konfliktnivået med berørte interesser som gjennomgående høyt når det gjelder fugl i omsøkte og konsesjonsgitte prosjekter så langt her til lands, men med relativt store forskjeller i funn av artsforekomster mellom lokalitetene.

Både for enkeltlokaliteter og trekkende arter er det stor usikkerhet rundt hvorvidt effektene fra vindkraftutbygging er av et omfang som gir betydning for artenes bestandsutvikling. Noen arter er imidlertid, som utgangspunkt, betydelig mer utsatt enn andre arter og

vindkraftutbygging er særlig vurdert å kunne påvirke sjøfugl, rovfugl, hønsefugl, vadere og spurvefugl.

#### **4.2.1 Generelle konfliktmekanismer for fugl**

Den dominerende andelen av alle fugl som dør som følge av kollisjoner med vindkraftverk er små arter<sup>(32)</sup>. Antall kollisjoner hos de mindre artene, sett i forhold til totalt antall kryssende individer, gir imidlertid en prosentvis andel som normalt ikke vil gi populasjonseffekter<sup>(33)</sup>. Selv om antall kryssende individer ofte bare utgjør brøkdeler i forhold til spurve- og vadefugler, blir situasjonen en annen når traner, storker, rovfugl og hønsefugl kolliderer ettersom totalbestandene er vesentlig mindre. Noen forskere mener at det, for de aller fleste arter, vil være lite sannsynlig med populasjonseffekter som følge av vindkraftutbygging<sup>(34)</sup>, ettersom innsamling av kollisjonsdrepte fugl i mange tilfeller har vist en overvekt av funn av flertallige arter med store populasjoner.

I tillegg til kollisjoner med vindturbiner, har denne typen høye strukturer vist seg å kunne forårsake tap av habitat og unnvikelse<sup>(35)</sup>. Hvordan fugl responderer på vindkraftverk varierer fra art til art, men de fleste artene responderer både med makro- og mikrounnvikelse<sup>vi</sup>. De aller flest fuglearter viser unnvikelse til vindturbiner i større eller mindre grad. Selv om fugl viser stor unnvikelse for vindturbiner (selv der unnvikelsen er tilnærmet 100%) - og det gjelder stort sett alle arter med noen unntak, blir likevel et betydelig antall drept på grunn av kollisjoner med vindturbiner.

Det er svært komplisert å identifisere hvilke faktorer som påvirker bestandsutviklingen hos en art. Ikke minst kreves det kunnskap om en rekke faktorer det normalt ikke vil være rimelig å forvente i tilknytning til forundersøkelser eller konsekvensutredninger - verken utfra kostnad eller krav i naturmangfoldloven. Dette gjelder bl.a. bestandens størrelse, reproduksjon, dødelighet, innvandring og utvandring. Risiko for kollisjon med en vindturbin avhenger av variasjoner i morfologi, fysiologi, aerodynamiske ferdigheter og generell adferd. For en del fuglearter antas for eksempel at de normalt flyr utenom eller under sveipearealet på vindturbinene, mens andre er spesielt utsatt fordi de bruker nettopp det luftrommet som utgjør høyest kollisjonsrisiko. Noen fugler tiltrekkes av egenskaper ved anleggene (som lys) eller landskap (som heier, åpne landskap, eller åskammer som skaper termikk) hvor det også blåser mye og derfor er gunstige lokaliteter for vindkraftanlegg. Det kan også være tider på året, landskapsstrukturer, eller manøvreringsevne som gjør arter særlig sårbare.

#### **4.2.2 Trekkende arter**

Kollisjonsfare er sterkt koblet til flygehøyde gjennom trekket, som varierer mellom arter, værforhold, årstid og tid på døgnet. Det kan forventes at fugl vil velge å fly i høyder hvor energiforbruket er minst mulig. Her tyder mye forskning på at majoriteten av trekkene skjer på høyder som ligger over rotorens sveipeområde, og at de fleste arter kun passere rotorhøyden ved ankomst og avgang til eksempelvis rasteområder. Det er imidlertid observert en lavere flygehøyde gjennom vårtrekkene, og at mange arter da kommer innenfor rotorsveipearealet<sup>vii</sup>. Flerårige radarstudier indikerer at trekkende arter stort sett holder seg i en flygehøyde som er lavere enn 200 meter gjennom hele året<sup>(36)</sup>, som dermed innebærer potensiell kollisjonsfare. Mange arter flyr også regelmessig ved lavere høyder når de foretar lokale matsøk eller i forbindelse med stopp på hekkeområder eller overvintringsområder<sup>(37)</sup>.

<sup>vi</sup> Ved makrounnvikelse vil individer fly utenfor hele vindkraftverket. Ved mikrounnvikelse vil individer som flyr gjennom vindkraftverket unnvike turbinsveipesonen.

<sup>vii</sup> Med en turbinhøyde på 115 meter vil rotorsveip-arealet normalt ha et spenn på ca. 55-175 m over bakken

En stor del av bestandene av mange fuglearter trekker på bred front langs hele vestkysten av Norge og vil kunne komme i kontakt med en rekke etablerte og planlagte vindkraftverk og kraftlinjer. Ved vurdering av hvordan landbasert vindkraft vil påvirke trekkende arter vil det være viktig å skille mellom området funksjon i trekk sammenheng, eksempelvis rundt rasteplasser eller jaktområder. I tillegg til den direkte kollisjonsfaren kan vindkraftverk utgjøre en barriere for hvilende og hekkende arter på trekk dersom de blokkerer jakt- og hvileområder. Daglig trekkende arter som passerer vindkraftverk ofte, slik som gjess, vadere og traner, er særlig utsatt<sup>(38)</sup>. Effekten på disse artene er foreløpig ikke godt kjent, men barriereeffekten kan potensielt medføre høyere energiforbruk eller skader som resultat av kollisjoner.

#### 4.2.3 Stasjonære arter

Generelt er det antatt en høyere kollisjonsrisiko under lokal flukt enn det er hos arter på trekk, ettersom individer generelt oppholder seg oftere innenfor rotorbladens sveipeareal ved lokal flukt (9). Selv stasjonære arter har forflytninger gjennom året. Det kan være mellom hekkeområde og næringsområder og mellom ulike rasteområder/næringsområder utenom hekkesesongen. For territoriehevdende arter av større fugl, vil området være større enn for mindre fugl og vil bli aktivt forsvart gjennom hele året. For mange rovfugl vil ungfugl når det er flyvedyktige bli presset ut av området. Eksempelvis har unge uerfarne hønsehauk vist en relativt høy dødelighet i møte med ulike tekniske installasjoner i sitt første leveår<sup>(39)</sup>. Vindkraftverk som plasseres mellom funksjonsområder for fugl, eksempelvis mellom hekkeplass og næringsområde, kan øke risikoen for kollisjoner. Spesielt når det er kort avstand mellom funksjonsområder kan fugl benytte kritisk høydenivå under flukten.

En studie<sup>(40)</sup> fra Storbritannia av fuglearter som lever i jordbrukslandskap viste at de fleste av de studerte artene sannsynligvis var lite påvirket av vindkraftutbygging i driftsfasen. De mindre artene viste i dette studiet ingen tegn på unnvikelsesadferd, men større og mindre manøvrerbare arter viste unnvikelsesadferd ved at de i mindre grad ble registrert nær turbinene.

Forskningen på stedegne hekkende arter har så langt hatt hovedfokus på rovfugl<sup>(12) (41) (42)</sup>. Selv om dødstillene rapportert for rovfugl ser ut til å være relativt lave sammenlignet med andre grupper (som eksempelvis spurvefugl) er de regnet for å være blant de mest sårbare artsgruppene i vindkraftsammenheng.

#### 4.2.4 Sjøfugl

I den strategiske konsekvensutredningen for havvind i Norge fra 2012, ble arter som krykkje, terner og ærfugl trukket frem som spesielt sårbare for vindkraftutbygging i noen av de aktuelle områdene<sup>(43)</sup>. Så langt ligger de fleste norske vindkraftverk i kystnære områder, og dermed i områder som ofte er viktig leveområder for mange sjøfuglarter. I vindkraftprosjektene som har vært til konsesjonsbehandling så langt har aktuelle sjøfugl vært arter som alke, lomvi, krykkje, hettemåke, havsule, svartand, makrellterne, fiskemåke, sjøorre og havhest, ringgås, storlom og smålom.

I vurderingene som gjøres i denne rapporten inngår kun sårbarhet i forhold til landbasert vindkraft. Særlig vil vindkraftanlegg plassert mellom næringsområder langt til havs og hekkekolonier på land være uheldig. For sjøfugl er det utarbeidet en sensitivitetsindeks som inkluderer faktorer av relevans for fuglers sårbarhet. Denne er overførbar til flere grupper fugl. Indeksen vurderer fuglers manøvringsdyktighet, flygehøyde, andel av tid i lufta, fuglers antatte sårbarhet for forstyrrelser fra fly- og helikoptertrafikk (i forbindelse med anleggsvirksomhet), fleksibilitet i habitatbruk, biogeografisk bestandsstørrelse, voksenoverlevelse og europeisk rødlistestatus<sup>(44) (43)</sup>.

Trekkende sjøfugl har generelt vist tendens til å unngå vindkraftverk både på dagen og om natten. På dagen har tydelige endringer i flygeretning blitt observert på 1-2 km avstand (i noen tilfeller 5 km) fra vindkraftverk, men om natten er det observert endring i flygeretning først på 0,5-1 km avstand. Denne typen unngivelse reduserer kollisjonsrisikoen, men kan føre til barriereeffekter og dermed til økt energiforbruk ved at flygeruten legges vekk fra vindkraftutbyggingen <sup>(18)</sup>.

#### **Smålom og storlom *Gavia arctica* og *Gavia stellata* (LC)**

Lomartene hekker spredt over det meste av landet bortsett fra Sørlandet og deler av Østlandet (smålom). Artene hekker ved innsjøer og tjern og lever i stor grad av fisk. Norsk hekkebestand for smålom er på mellom 2000 og 5000 par og for storlom halvparten av dette.

Bestandene av både smålom og storlom er ganske stabile, men begge artene er svært sårbare for kraftutbygging. Lommene som gruppe har en høy sårbarhet for etablering og drift av vindturbiner på grunn av dårlig manøvreringsevne, delvis nattlig aktivitet, ømfintlighet for forstyrrelser og liten fleksibilitet til å endre funksjonsområder. Smålom er en art som er utsatt for kollisjoner med kraftlinjer på grunn av dårlig manøvreringsevne i luften. Studier fra anlegg som er i drift har vist at vindkraft kan fortrenge lommer fra hekkeområdene. Resultatene fra BirdWind viste at smålom forsvant tidlig fra vindkraftverket, også som hekkefugl. Studier av hekkelokaliteter etter bygging av Bessakerfjellet vindkraftverk indikerer det samme <sup>(45)</sup>. Samtlige gamle hekkelokaliteter og vann med potensiale som hekkelokalitet for smålom ble undersøkt uten at det ble funnet tegn til hekkforsøk. Det ble heller ikke funnet noen "nye" par i fjellområdene rundt Bessakerfjellet. Til sammenligning ble det ikke observert noen endring hos individene i referanseområdet.

#### **4.2.5 Rovfugl**

Et stort utvalg av utenlandske studier <sup>(46)</sup> <sup>(47)</sup> <sup>(48)</sup> viser at rovfugl er særlig sårbare for vindkraftutbygging og andre tekniske installasjoner. Dette skyldes både adferd, morfologi og lav reproduksjonsrate. Gruppen består haukefugler, falker og ugler og mange er typiske termikkflygere som benytter vind både i horisontalt og vertikalt plan for å spare energi og under jakt. Flere av ugleene er nattaktive.

Rovfuglenes lave reproduksjonsrate gjør at forhøyet dødelighet blant voksenfugl vil påvirke bestandene i langt større grad enn hos f.eks. spurvefugl, som årlig har en høy ungeproduksjon. De vil dermed fort kunne få utfordringer med å veie opp for økt dødelighet <sup>(49)</sup> <sup>(50)</sup> <sup>(51)</sup> <sup>(52)</sup>, og konfliktnivået vil ofte være høyt selv i områder med få individer. Hos rovfugl er tetthetsregulerende faktorer, som høy grad av territorialitet, med på å gjøre de ekstra sårbare.

Trekk-korridorer langsmed lineære topografiske strukturer og store vindstrømmer <sup>(51)</sup>, områder som brukes til matsøk <sup>(53)</sup>, og hekkeområder <sup>(19)</sup> er identifisert som lokaliteter med potensial for høy kollisjonsrisiko for rovfugl ettersom områdene brukes av mange individer og dermed har høy aktivitet. Store rovfugl bruker luftrommet mye og oppholder seg ofte innenfor rotorbladens sveipareal <sup>(54)</sup>. Enkelte arter av rovfugl er observert å bruke luftstrømmene rundt rotorbladene til noe som kan se ut som «lek». En mulig forklaring kan være at de opplever turbulensen som en form for oppdrift. En annen hovedutfordring er knyttet til fuglers synsskarphet, og under hvilke omstendigheter det inntreffer bevegelsesblindhet. Dette skyldes at den ytre delen av rotorbladene vil ha svært høy hastighet, som ved en eller annen avstand gjør rotorbladet «usynlig».

På grunn av deres store kroppsstørrelse og tunge vinger, bruker rovfugl mer enn 95 % av sin flygetid på å sveve og slår minst mulig med vingene for å redusere energiforbruket <sup>(47)</sup>. Denne

typen adferd gjør dem imidlertid mindre manøvrerbare og mer avhengig av værforhold, og da særlig vindstrømmer og oppdrift som påvirkes av topografi og lufttemperatur i nærheten av vindturbinene <sup>(55)</sup> <sup>(51)</sup>. Dette indikerer på den ene siden, at kollisjonsrisikoen kan være høyere ved lavere temperaturer som følge av relativt svak termisk oppdrift. På den annen side, øker også risikoen for kollisjoner i områder nær skråninger og topper når rovfugl bruker orografisk oppdrift. I begge situasjoner er rovfuglene nødt til å fly i en lavere høyde og dermed nærmere de bevegelige rotorbladene <sup>(55)</sup> <sup>(51)</sup>. I tillegg mener noen forskere at på grunn av gjennomgående lavere flygehøyde vil lokale populasjoner være utsatt for større kollisjonsrisiko enn trekkende rovfugl <sup>(51)</sup>.

Fra Norge har forskningsprosjektet på Smøla vist at vindkraftverk kan forventes å gi en fortrengningseffekt for hekkende havørn innenfor planområdet gjennom en kombinasjon av direkte tap av habitat, økt forstyrrelser og økt dødelighet gjennom kollisjoner. Undersøkelser fra blant annet California, Spania <sup>(41)</sup> <sup>(56)</sup> og Skottland <sup>(57)</sup> <sup>(58)</sup> har vist at arter som kongeørn og gåsegribb også har stor kollisjonsrisiko. Aktuelle arter av rovfugl som har vært aktuelle i vindkraftprosjekter i Norge så langt har vært blant annet hubro, snøugle, havørn, kongeørn, jaktfalk, hønsehauk, vandrefalk, vepsevåk, fiskeørn, myrhauk, tårnfalk og spurvehauk.

### **Hubro *Bubo bubo* (EN)**

I Norge er hubro en art som regnes som sårbar for denne utbyggingstypen. Hubroen har generelt en flygehøyde lavere enn turbinbladene og har et annet fluktmønster enn mange andre rovfugl, uten termikkbasert stigning. Allikevel kan kollisjon være en aktuell dødelighetsfaktor avhengig av plassering av anlegget. Under jakten, flygende over landskapet i forskjellige høyder for å lokalisere byttet, eller i skog der den benytter luftrommet over tretoppene er den sårbar for rotorbladene fra vindturbiner <sup>(59)</sup>.

Ugler bruker ofte elektriske installasjoner som sitteplasser og omfattende studier i flere land har dokumentert at kollisjon med kraftlinjer og elektrokusjon er den faktoren som har bidratt mest til forhøyet dødelighet <sup>(60)</sup>. I tillegg har økte forstyrrelser, tidligere forfølgelse, gjengroing og mangel på mat hatt en stor negativ effekt på bestandsutviklingen til hubro.

Hubro er mest tallrik i kystfylkene fra Vest-Agder og nord til Troms fylke. I flere tiår har bestanden gått kraftig tilbake i områder der den før var vanligere, særlig på Østlandet. Siste kartlegging i perioden 2008-2012 gir et bestandsestimat på mellom 451-681 par i Norge, men kunnskapsgrunnlaget er forbundet med betydelig usikkerhet. Arten er vanskelig og tidskrevende å kartlegge i felt og eksisterende kartleggingsmetoder har vært forbundet med stor usikkerhet. Det finnes derfor fremdeles flere «hvite felter» på kartet hvor man vet lite om hubroens status. Dette gjelder kanskje først og fremst Sogn og Fjordane, men også flere større områder i Nord-Norge.

På grunn av hubroens spesifikke krav til hekke- og leveområdet er det utfordrende å vurdere konfliktnivåer knyttet til eventuell forringelse av enkelte hekkeplasser, ettersom også ubenyttede hekkeplasser har vist seg å kunne ha vesentlig verdi. Gjennom ett hubroprosjekt som har analysert byttedyrrester på reir i Trøndelag er det foretatt C14- datering<sup>viii</sup>. Det tas da prøver gjennom flere kulturlag på reirhylla <sup>(61)</sup>. I reiret ble det funnet beinrester av hare datert mer enn 3900 år tilbake i tid, det vil si at det som tidligere har vært kjent som "hundreårshyller" med sammenhengende aktivitet over flere hundre år også kan være svært eldre enn dette. Gjennom dette prosjektet er det funnet flere reir som overstiger flere 1000

<sup>viii</sup> C14- datering er en metode for absolutt datering av organisk materiale, basert på at alle levende organismer inneholder en liten konsentrasjon med den radioaktive karbonisotopen C14 og ved måling av radioaktivitet utfra kjent halveringstid



års mer eller mindre sammenhengende aktivitet. Dette betyr igjen at området kvalitet varierer fra år til år, men samlet sett er såpass stabilt viktig for arten at det vil ha en historisk viktig funksjon.

Leveområdet for ett par kan være opptil 10 km<sup>2</sup>, men varierer med byttedyrtilgangen og fra år til år. Hjemmeområder varierer betydelig i størrelse og avhenger i stor grad av næringstilgang, men på grunn av artens habitatpreferanser vil fjell i dagen (til alle årstider), åpen fastmark og skog (utenom hekkeperioden) være potensielle konfliktområder ved eventuell utbygging. Hubroen er sterkt territoriell og paret er vanligvis trofast mot sitt hekkeområde.

Hubro unngår som regel dyrket mark og bebyggelse/samferdselsanlegg. Ulike typer kulturmark kan ofte inngå i hubroens jaktmarker på grunn av god tilgang på byttedyr, og arten har dermed vist en viss toleranse for menneskelig aktivitet. Likevel er den svært sårbar ovenfor menneskelig aktivitet nær reiområder tidlig i hekkesesongen, og skyr lett reiret ved forstyrrelser <sup>(62)</sup> <sup>(63)</sup>. Dersom hekkeområdet blir utsatt for økt menneskelig aktivitet kan hubroen forsvinne fra området, og territoriet bli stående tom en årrekke <sup>(64)</sup>.

Hubroen er nattaktiv og dens spesialiserte nattsyn, kan være en årsak til at den er sårbar for kollisjoner med menneskeskapte konstruksjoner, slik som kabler, ledninger, vindturbiner. Artens sårbarhet for vindkraftutbygging støttes av dokumenterte funn av drepte hubro fra vindkraftverk i Spania som viser at vindkraft kan være en trusselfaktor. Også i Tyskland, Bulgaria og Frankrike er det funnet døde hubro i vindkraftverk, men her i mye mindre antall <sup>(65)</sup>. Stedsavhengige faktorer kan derfor være avgjørende for artens kollisjonsrisiko. Andre studier viser at hubro vanligvis flyr lavere enn 50 meter og derfor som regel vil være lite kollisjonsutsatt <sup>(66)</sup>. For hubro er det de samlede tekniske inngrepene, habitatødeleggelsene og forstyrrelsene som sannsynligvis vil medføre størst negativ påvirkning ved en vindkraftutbygging. Et område med vindkraftutbygging vil potensielt bli mindre attraktiv for både hubro og dens byttedyr etter en utbygging. Forstyrrelser og nedgang i tilgang til byttedyr vil også kunne medføre en nedgang i hekkesuksessen, og dermed kunne påvirke populasjonen negativt. Kraftledninger i tilknytning til en vindkraftutbygging vil også være en vesentlig påvirkningsfaktor for hubro, og dødelighet som følge av elektrokusjon vil kunne påvirke arten på bestandsnivå <sup>(67)</sup>. Det vil derfor være viktig å finne gode avbøtende tiltak.

Også i Norge har hubro vært en aktuell art i mange omsøkte og konsesjonsgitte vindkraftprosjekter og for å øke kunnskapen om effekter av vindkraftutbygging er det i utvalgte prosjekter gjennomført oppfølgende undersøkelser. Resultatene fra disse undersøkelsene har vært preget av uttesting av metodikk og innhenting av erfaringer framfor konkrete virkninger ved de enkelte anlegg. Det har likevel bidratt til å gi økt kunnskap om hubroens habitatpreferanser og indikasjoner på egnede bufferavstander.

### **Snøugle *Bubo scandiacus* (EN)**

Snøugle er en sjelden hekkefugl, hovedsakelig knyttet til arktisk tundra. Snøugla har stort sett vært sjeldent forekommende i Norge de siste tiårene. Både på grunn av uregelmessige og relativt få hekkede snøugler i Norge de siste årene og sett i lys av store endringer i fjell- og tundraøkosystemene som skjer som en effekt av klimaendringer, er det god grunn til en viss bekymring for størrelsen på bestanden.

I perioden 1968-2005 er det registret 105 kjente hekkefunn, i hovedsak fra Nord-Norge. Troms og Finnmark utgjør i dag kjerneområdene for snøugle. Kjent historisk utbredelse strekker seg fra ett sørlig hovedområde på Hardangervidda, via Dovrefjell over til Sylan og langs svenskegrensen opp til Troms. I typiske i år med god tilgang på lemen kan snøuglebestanden

hekke regelmessig og med flere titalls par i Norge. Arten er imidlertid svært sårbar for forstyrrelser i hekkeområdet og endringer i fjelløkosystemene, særlig lemensyklusene.

Snøuglene trenger å skjermes for unødige og ukontrollerte forstyrrelser for å kunne gjennomføre vellykket hekking. Snøugle er derfor gitt betegnelsen "sensitiv art" som innebærer at stedfestet informasjon om artenes hekkeområde, yngleområde eller voksested er skjermet for allment innsyn. Bakgrunnen for en slik skjerming av utvalgte arter er fordi tilgang til denne typen informasjon kan føre til at arten eller stedet der den forekommer, utsettes for uheldige negative påvirkninger (eksempelvis forstyrrelse, etterstrebelse, eller ødeleggelse). Dette er en særlig utfordring når det gjelder andre interesser i området den benytter, men både erfaringer fra Sverige og Norge med forsøk på ulovlig plyndring av reir fra personer i nettverk av faunakriminelle tilsier at denne informasjonen må unntas offentligheten.

Det er grunn til å anta at arten er lite tolerant for vindkraftanlegg innenfor sitt leveområde, men på grunn av denne skjermingen for allmennheten kan hensynet til arten være utfordrende å kommunisere utad i forbindelse med enkeltsaksbehandling. Snøuglene kan bevege seg over store deler av utbredelsesområdet på jakt etter områder med stor bestand av smånagere for å kunne hekke. Dette bidrar til at det er utfordrende å iverksette avbøtende tiltak i form av eksempelvis buffersoner. Pågående forskningsprosjekter i forbindelse med handlingsplan for arten omfatter blant annet merking med satellittsendere på enkeltindivider, som vil kunne gi verdifull kunnskap om snøuglenes vandring og økologi i årene som kommer.

#### **Havørn *Haliaeetus albicilla* (ansvarsart)**

Havørn er ikke en truet art i Norge, men har status som ansvarsart som innebærer at vi har et internasjonalt ansvar for å sikre en levedyktig bestand i Norge. Resultatene fra BirdWind viste at etablering av vindkraft i et viktig leveområde for havørn medførte nedsatt hekkesuksess hos havørn innenfor vindkraftverket. Enkelte havørnpar forlot området og etablerte seg på utsiden, og det ble observert en avtagende tetthet i planområdet. Et betydelig antall drepte havørn viste at kollisjonsfaren var stor. Det ble ikke observert forskjell i fluktaktivitet hos havørn mellom vindkraftverk og kontrollområde, noe som tydet på at individene ikke viste unntakende adferd.

For havørn viste studiene at havørnpopulasjonen på Smøla ble påvirket både av forstyrrelser og dødelighet som følge av vindkraftverket. Størst effekt fikk dette for fugler med reir nær kraftverket. Effekter av økt voksendødelighet ble funnet i territorier inntil 5 km fra vindkraftverket, og redusert reproduksjonssuksess ble observert i territorier inntil 1 km fra vindturbinene.

#### **4.2.6 Hønsfugl**

Hønsfugl er også utsatt for å kolliderer med menneskeskapte lufthindringer, hovedsakelig på grunn av dårlig syn og relativt langsom manøvrering i lufta som følge av tung kropp og korte vinger. Aktuelle arter av hønsfugl i vindkraftsaker så langt har vært lirype, orrfugl og storfugl.

Graden av påvirkning på hønsfugl ved landbasert vindkraft er i stor grad basert på hvilken plassering tiltaket får. Storfugl og orrfugl er nært knyttet opp mot spesifikke habitater i skog, bl.a. leikplasser med sine dagleier utenfor og fuktdrag i skogslandskapet som gir både næring og skjul for artene i store deler av året. Fragmentering av skogen ved utbygging, kan splitte opp slike lokaliteter.

I Norge viser flere studier at alle de norske hønsfuglartene er utsatt for å bli drept av lufthindringer som kraftledninger og gjerder, og bygging av kraftlinjer i tilknytning til vindkraftanlegg vil kunne gi til dels betydelige tap i bestanden som følge av elektroklusjon <sup>(68)</sup>.

Fugler som er avhengige av spesielle spillplasser om våren (for eksempel storfugl og orrfugl) er sårbare for å kollidere hvis kraftledninger og gjerder er lokalisert i nærheten, siden de ofte foretar korte forflytninger i lav høyde. Undersøkelsene har vist at rype, storfugl og orrfugl er særlig utsatt for kollisjoner både høst, vinter og vår <sup>(69)</sup>. Også fra studiene gjennom prosjektet BirdWind på Smøla ble det registrert et betydelig antall drepte individer. Smølalirype var den arten av alle som det totalt sett ble gjort flest funn av. For hønsefugl, som i likhet med andre mindre arter, har normal flyhøyde under rotorbladenes sveipeområde, vil turbintårnene kunne utgjøre en kollisjonsfare. Dette gjelder typisk for rype som antas å ha problemer med å se turbintårnene og som flyr inn i dem når sikten er dårlig (skumring, tåke, snø e.l.) <sup>(67)</sup>. Dette er observert i Sverige <sup>(70)</sup>. Fra undersøkelsene på Smøla ble det ikke observert noen unnvikelseseffekt og individene så ut til å bruke området som før utbygging. Til tross for høy dødelighet hos lirype ble det ikke funnet noen tydelig bestandseffekt.

Hønsefugler er generelt utsatt for kollisjon med menneskeskapte lufthindringer på grunn av forholdsvis dårlig syn og dårlig manøvrerbarhet. Fra vindkraftverket på Smøla var lirype den arten med flest kollisjoner, men det viste ingen tydelig effekt på bestanden. INTACT-prosjektet testet maling av nedre del av tårnet som avbøtende tiltak. Resultatene viste en betydelig mindre fare for kollisjon etter at de ble malt.

#### **4.2.7 Vadere og spurvefugl**

Undersøkelsene fra Smøla indikerer også at noen små spurvefuglarter og vadere unngår områder nær vindturbinene, men kun vanlige arter ble undersøkt og det ble derfor vurdert å være liten betydning for bestandsutviklingen for disse. Dersom resultatene er representative for disse vanlige artene og samtidig har overføringsverdi også for sjeldne arter (som det er vanskeligere å studere i tilstrekkelig omfang), vil imidlertid vindkraftutbygging kunne ha negative virkninger også på bestandsnivå for enkelte sjeldne arter. Her er imidlertid kunnskapen om konfliktmekanismene sterkt begrenset inntil en får flere studier rettet mot mer sjeldne spurvefugler og vadere <sup>(71)</sup>.

Det finnes også flere utenlandske studier <sup>(72) (73)</sup> som har observert unnvikelsesadferd hos spurvefugl. Resultatet har vært til dels betydelig redusert hekketetthet i vindkraftområdene, og høyere hekketetthet 100-800 m vekk fra turbinene (avhengig av art). Andre studier igjen kan ikke påvise noen klar effekt på de observerte artene <sup>(74) (75)</sup> og resultatene spriker derfor på dette området.

I USA har flere studier <sup>(72) (73)</sup> av spurvefugl på gressletter og beiteområder vist høyere tetthet av enkelte arter (eksempelvis heilo, enkeltbekkasin og steinskvett) i områder lokalisert vekk fra turbiner og adkomstveier. Avhengig av art varierte unnvikelsen fra 100 til 800 meter, og medførte en redusert hekketetthet på opptil 50 prosent. Et annet studie støttet ikke disse konklusjonene og kunne ikke påvise noen signifikant unnvikelse av turbinene for heilo innenfor det samme studieområdet <sup>(74)</sup>. Også i andre studier er det gitt liten støtte til den påviste effekten, da de ikke kunne verifisere populasjonsstørrelsen hos artene eller de negative effektene på hekkesuksess <sup>(76)</sup>. Det er derfor noe uenighet i den vitenskapelige litteraturen rundt effektene på disse artene.

En annen observert effekt fra vindkraftutbygging som er funnet er redusert hvile- og stelledferd hos snipe i nær avstand til turbiner <sup>(77)</sup>. Dette kan indikere at enten vindkraftverket i seg selv eller økt aktivitet i området oppfattes som forstyrrende og endrer artens bruk av området.

Når det gjelder fugletrekk er det sannsynlig at både vadere og spurvefugl vil være sårbare for vindkraftutbygging på grunn av relativt lav flygehøyde og at de trekker i flokker med mange individer <sup>(78)</sup>. De store ansamlingene av vade- og spurvefugl gjennom fugletrekket gjør det teknisk mulig å overvåke effekter av vindkraftutbygging, men det er ofte komplisert å måle dette kvantitativt. Aktuelle arter av vade- og sjøfugl som har vist seg å kunne bli påvirket av vindkraftutbygging er blant annet vipe, brushane, joer og terner (primært på trekk).

### 4.3 Samlet belastning

Spørsmålet om samlet belastning er sterkt knyttet til den aktuelle skalaen for vurderingene - som utfra oppdraget *ikke* skal være prosjektspesifikt. Dette innebærer at de analyserte arealene vil være merkbart større enn for enkeltprosjekter. Samtidig vil utbyggingsvolumet i et avgrenset område være uklart og kunnskapsgrunnlaget vesentlig tynnere enn i en konsesjonsbehandling etter en konsekvensutredning.

Konsekvensene for naturmangfold kan være større når man ser hvilken samlet belastning ulike påvirkningsfaktorer har på naturverdier, enn når man vurderer effekten fra bare et tiltak alene. Som for annen overordnet arealplanlegging blir det relevant å vurdere tålegrenser for det naturmangfoldet som typisk berøres av en type tiltak, som et supplement til vurdering hvert enkelt tiltak for seg. Målet må være å unytte det potensialet som følger av at arbeidet med en "nasjonal ramme" gir et bredere perspektiv enn konsesjonsbehandling.

Uten et bestemt totalvolum for hvor mye vindkraftutbygging det skal legges til rette for innenfor "rammen", vil det være små muligheter for vurdering av total samlet belastning på nasjonalt nivå. Vi kan likevel gjøre vurderinger av konfliktnivå på et overordnet nivå, basert på generelle sårbarhetstrender hos relevante arter og kunnskap om viktige påvirkningsfaktorer for disse. I vår vurdering av konfliktnivå for det berørte naturmangfoldet vil "beslutningens influensområde" gjennomgående være på et mer overordnet nivå enn normalt ved konsesjonsbehandling av enkelte anlegg. Avgrensningen av vurderingen vil dermed håndteres noe mer fleksibelt enn det som beskrives konkret i eksemplene omtalt i KLDs veileder for naturmangfoldlovens kapittel II <sup>(79)</sup>.

Den samlede belastningen vil for noen tema håndteres mest hensiktsmessig på regionalt nivå (konkret i arealanalysene), mens det nasjonale nivået være mer egnet for tema som utelukkende vurderes i innledende eksklusjonsrunder. Følgende type vurderinger av samlet belastning vil være relevant:

- Virkninger på et relativt upresist definert geografisk område, utfra et potensielt utbyggingsomfang for vindkraft kombinert med annen belastning (eksisterende og/eller planlagt) på det samme området
- Virkninger på tilstanden for en art, naturtype, landskap, friluftlivsressurs etc. i lys av rødlistestatus og forvaltningsmål, knyttet til påvirkning fra vindkraftutbygging i flere potensielle utbyggingsområder. Den regionale dimensjonen vil være særlig relevant, selv om ressursinnsatsen og arbeidsopplegget i "nasjonal ramme"-prosjektet vil begrense den regionale medvirkningen.

Her følger en overordnet vurdering av robustheten for særlig relevante arter, inkludert en kort beskrivelse av hvilke trender som er observert når det gjelder sårbarhet hos fugl innenfor ulike hovedøkosystemer, de viktigste påvirkningsfaktorene og hvilken funksjon fuglearter kan ha (overordnet sett) i økosystemene de er en del av. For ytterligere beskrivelse av sårbarhet og forventet påvirkning fra vindkraftutbygging se kap. 4.1 og 4.2.

Fugler utgjør en tallrik gruppe arter med mange ulike økologiske tilpasninger og representerer dermed viktige deler av arts mangfoldet, både direkte som gruppe og som mer generell indikator for tilstanden i aktuelle økosystemer <sup>(80)</sup> <sup>(81)</sup>. Fuglearters tilbakegang kan dermed virke som et varslingsystem på om naturen fungerer tilfredsstillende.

Tilbakegang hos en gruppe fuglearter kan også gi informasjon om *hva* som er galt. I de kystnære havområdene møter sjøfugl påvirkninger i form av temperaturendringer, miljøgifter, plastforsøpling og arealinngrep i strandsonen. I kulturlandskapet og skogen er det først og fremst gjengroing, arealinngrep og endret bruk av områdene som slår ut. Flere fugler som lever i fjellet har også fått forverret status på rødlisten. Tilbakegangen for fjellartene i Norge er en del av en omfattende bestandsreduksjon som ser ut til å pågå for flere fuglearter knyttet til fjell- og fjellnære områder i Norden <sup>(5)</sup>. Det er antatt at klimaendringer kan forklare en god del av tilbakegangen for fjellartene. Endret vintertype med større temperaturvariasjoner og tilhørende økt isdekke, gjør livet vanskeligere for smågnagere og dette påvirker næringstilgangen for mange fuglearter. For arter med fjærdrakt tilpasset å gi kamuflasje under snødekke, forsterkes utfordringene ytterligere når snøen uteblir i perioder om vinteren. For våtmarksfugler har også levetilstandene blitt mer utfordrende og mange av artene som lever tilknyttet våtmark har fått forverret bestandsstatus de siste årene. Våtmarker er i dag blant verdens mest truede økosystemer, og i Norge er hovedårsakene til dette arealinngrep i form av veier, boliger og industri, i tillegg til jordbruk. Våtmarkene ødelegges raskere enn andre økosystemer, samtidig som de utgjør nøkkelområder for en rekke arter.

For trekkende arter er påvirkningsbildet svært komplekst og vanskelig å få god oversikt over for de enkelte landene de oppholder seg i. I forvaltningen av trekkende arter blir det derfor viktig med internasjonalt samarbeid og at landene følger felles styringsverktøy der dette er utarbeidet. Relevant i denne sammenheng er de internasjonale retningslinjene for bærekraftig utbygging av fornybar energi for ivaretagelse av hensyn til migrerende arter <sup>(82)</sup>, utarbeidet gjennom avtalen om vannfugl i Europa (AEWA).

Fugler har et bredt spekter av funksjoner i økosystemene de er en del av, og representerer forskjellige nivåer i næringskjeden; de kan være primærkonsumenter (som eksempelvis orrfugl og meiser), sekundærkonsumenter (eksempelvis hakkespetter, sangere, trost) eller tertiærkonsumenter (eksempelvis rovfugl). Forskjellen i bruk av habitat og hvor og på hvilken måte de skaffer seg næring, gjør at de ulike artene har ulik sårbarhet i forhold til påvirkningsfaktorer.

Gjennom endring, reduksjon og fragmentering av fuglers leveområder samt en rekke andre faktorer som bl.a. forstyrrelser, fremmede arter og klimaeffekter, blir de norske fuglebestandene mindre robuste til å være mottakelig for ytterligere belastning. Det er gjerne de truede artene man blir oppmerksom på først, men også hos arter som er naturlig tallrike er det observert alvorlig tilbakegang i bestandene de siste årene. Derfor vil ivaretagelse av viktige økologiske funksjonsområder kunne virke som en buffer for den samlede påvirkningen de utsettes for. Særlig aktuelle områder her er kystnær våtmark (bl.a. som rasteplasser langs trekkerten), korridorer i landskapet (som benyttes under trekket), viktige hekkelokaliteter og prioriterte naturtyper.

#### 4.4 Muligheter for avbøtende og kompenserende tiltak

For å minimere konsekvensene for fugl må det først gjøres en vurdering av hvordan utbyggingen kan unngå å berøre viktige funksjonsområder. Deretter må mulige avbøtende tiltak vurderes for de ulike utbyggingsfasene og til slutt muligheten for kompensasjon. Eksempelvis kan det være

tider på året, landskapsstrukturer, eller manøvreringsevne som gjør arten særlig sårbar og hvor det vil være mulig å tilpasse prosjektutformingen på en måte som reduserer konsekvensene til et akseptabelt nivå. Vurderinger av avbøtende og kompenserende tiltak må gjøres i NVEs konsesjonsbehandling og inngår ikke som en del av arbeidet med nasjonal ramme.

For migrerende arter er det utarbeidet egne internasjonale retningslinjer for hvordan utbygging av fornybar energi kan skje på en bærekraftig måte <sup>(15)</sup>. Dette forutsetter imidlertid en viss grad av grunnleggende kunnskap om hvor viktige trekkruiter går og her er datagrunnlaget foreløpig svært tynt i Norge. Vi forutsetter derfor at retningslinjene følges opp i konsesjonsbehandlingen av enkeltprosjekter der dette er aktuelt, når mer detaljert kunnskap foreligger gjennom blant annet tilhørende konsekvensutredninger. Ut over dette bør kunnskapen om trekkende arter styrkes betydelig på et mer generelt grunnlag (se kap.6).

#### **4.4.1 Lokalisering**

Det viktigste avbøtende tiltaket for fugl anses å være lokalitetsvalg. Dermed kan mange konflikter unngås dersom vi lykkes med god lokalisering - både innenfor utvelgelsen av større områder i den nasjonale rammen og ved konkret turbinplassering i de enkelte prosjektene. Generelt bør det tilstrebes å legge egnede lokaliteter utenom lokaliteter med høy solinnstråling og ved skrenter med "hangvind", da dette er topografiske strukturer som vil kunne representere feller for fugler. I en overordnet arealramme kan det være at denne typen strukturer vil være vanskelig å identifisere, men det bør da inngå et krav om å unngå slike lokaliteter ved senere valg av planområder innenfor rammen.

#### **4.4.2 Vindkraftverkets utforming<sup>ix</sup>**

Turbintype (høyde- og bredde på tårnet og rotorstørrelse) og utforming av vindkraftverket påvirker fuglenes inntrykk av et område.

Et vindkraftanlegg kan i prinsippet utformes på mange måter, eksempelvis med turbiner plassert på tydelige rekker, eller i grupper med større avstand enn det som uansett kreves mellom hver turbin av produksjonstekniske årsaker<sup>x</sup>. I ett studie <sup>(83)</sup> ble det observert en redusert påvirkning når turbinene ble plassert lineært eller som små klynger. Den realistiske muligheten for optimalisering utfra disse virkningene er imidlertid begrenset av topografien så lenge turbinene i praksis "må" plasseres langs høydedrag i terrenget. Det er så langt ikke påvist noen sterk sammenheng mellom atferdsendringer og turbintyper, høyde eller antall turbiner. Den nevnte studien <sup>(83)</sup> indikerer for øvrig enda sterkere gevinster av plassering langs eksisterende infrastruktur eller veier, enn fra forskjellen mellom ulike geometriske mønstre.

De aller fleste miljøtiltak bestemmes i detaljplan og gjennom løsningene beskrevet i Miljø-, transport- og anleggsplan (MTA). Av aktuelle avbøtende tiltak i utformingen av enkeltprosjekter er turbinplasseringen (micrositing) og valget av veilinjer de viktigste beslutningene. "Veilinjer" inkluderer opplegget for massebalansering under bygging av veier og oppstillingsplasser. Ettersom turbinplasseringen ofte vil være sterkt bundet av topografiske forhold vil fleksibiliteten for disse være begrenset, men i en del tilfeller kritisk viktig for fugl. For veilinjene og massebalanseringen er det oftest noe større handlingsrom. Vi minner i den sammenheng om avbøtingspotensialet knyttet til veilinjer og oppstillingsplasser og muligheten for tilbakeføring av terrenget ved nedleggelse.

<sup>ix</sup> se også egen veileder for anleggsfasen fra GP Wind-prosjektet: <http://www.snh.gov.uk/docs/A1168678.pdf>

<sup>x</sup> I praksis plasseres turbinen med en avstand på minimum 5-6 ganger rotordiameter i fremtredende vindretning og 3-4 ganger på tvers av vinden.

#### **4.4.3 Avbøtende tiltak og miljøoppfølging i driftsfasen**

Konkrete konflikter i forhold til hekkelokaliteter eller trekkruiter vil i noen tilfeller kunne løses med driftsmessige tilpasninger eller fysiske tilpasninger som øker fuglenes evne til å unngå vindturbinene. Effektive tiltak kan for eksempel innebære visuell og akustisk merking av turbiner. Fra BirdWind og INTACT vet vi at også maling av nedre del av tårnet eller enkelte turbinblader kan fungere som effektive avbøtende tiltak for å redusere kollisjonsfaren. Fra utenlandske studier er det vist betydelig forskjell i antall kollisjoner med turbinfarge, hvor samtlige kollisjonsdrepte fugl ble funnet på anlegg med hvite eller grå turbintårn og ingen kollisjonsfunn ble gjort ved tårn som var farget i grønn-nyanser nederst og som gradvis gikk over til hvitt eller grått<sup>(84)</sup>. Antagelig skyldes dette en økt synlighet for lavtflygende arter gjennom å gi en kontrast mot himmelen.

I særskilte tilfeller bør det vurderes om nedstenging av turbiner i kortere eller lengre perioder er nødvendig for å oppnå et akseptabelt konfliktnivå.

Avbøtende tiltak i kraftledningene tilknyttet anleggene vil også kunne være et viktig virkemiddel for å redusere konsekvensene for fugl. Eksempler på slike tiltak kan være jordkabling eller modifiserte traverser med forhøyet sittepinne for hubro<sup>(68)</sup>.

#### **4.4.4 Kompenserende tiltak**

Fysisk kompensasjon for tap av naturverdier, også kalt økologisk kompensasjon, har blitt et mer aktuelt tema de siste årene, nå også i Norge. I de omfattende teoretiske betraktningene rundt fordeler og ulemper ved kompensasjon legges det stor vekt på at dette kan sikre miljøverdiene bare hvis det brukes unntaksvis og som en siste utvei. Begreper som "no net loss" og "net gain"<sup>xi</sup> er gjengangere i kompensasjonsdiskusjonene, og rimeligvis relevante også for vindkraft.

Kompensasjon er noe som bør vurderes ved vindkraftutbygging, som for andre utbyggingstyper. For vindkraft er det riktignok lite aktuelt å kompensere selve terrenginngrepene ettersom unngåelse av aktuelle funksjonsområder kan og bør være det normale. Det er imidlertid gjort noen forsøk på habitatkompenserende tiltak som har vist positive resultater, gjennom å skape nye potensielle næringsøksområder. Eksempler på dette er restaurering av våtmark og etablering av bio-dammer<sup>(21)</sup> for vadere og spurvefugl.

Der vindkraftanlegg godkjennes tross betydelig konflikt med kjente fuglelokaliteter eller trekkruiter, kan også mer indirekte kompensasjon være en mulighet i noen situasjoner. En må likevel erkjenne at det bare unntaksvis er mulig å etablere eller gjenopprette tilsvarende områder eller situasjoner. Dermed vil slik kompensasjon bli nyttig først dersom en åpner for relativt sofistikerte kompensasjonsordninger som ikke er begrenset av krav om samtidighet, geografisk nærhet eller kobling mellom type ulempe og tiltak. Det innebærer også at det foreligger tilstrekkelig kunnskap til å gjøre denne typen vurderinger.

#### **4.4.5 Fornyelse av eksisterende anlegg**

Gjenbruk av utbygde vindkraftverk vil ofte kunne være hensiktsmessig framfor å bygge ut ytterligere lokaliteter. Hva som skjer når turbinene forventes å bli vesentlig høyere og dekke et større sveipeareal, er imidlertid usikkert for en rekke arter. Noen studier viser at høyden på turbinene ser ut til å ha negativ påvirkning på hvorvidt individene klarer å tilpasse seg endringene<sup>(17)</sup>. Andre resultater viser at gjenbruk av lokaliteter, hvor det oppgraderes til

---

<sup>xi</sup> Forholdstallet mellom tapt areal og kompensasjonsareal er sentralt. Internasjonal erfaring tilsier at kompensasjonsarealet bør være større enn tapt areal, ofte vesentlig større, for å oppnå reell erstatning. Samtidig er tilgang på arealer for kompensasjon en betydelig utfordring for alle typer utbyggingstiltak.

høyere turbiner, trolig har liten tilleggseffekt på de berørte artene, men det er behov for flere studier for å trekke konklusjoner rundt dette.

I noen tilfeller har hekkende fugl blitt mindre påvirket av høyere turbintårn, mens rastende arter har vist økt avstand til turbinene med økende turbinhøyde <sup>(9)</sup>. Med høyere turbiner vil arealet som sveipes av rotorbladene kunne overlappe med høyder som brukes av natttrekkende arter som trekker i store antall <sup>(84)</sup>. Større og høyere turbiner med bredere og lengre blad vil også kunne øke turbulensen som små fugler er sårbare for.

## 5 Samfunnsverdien av fugl: økosystemtjenester

I samfunnsøkonomisk forstand er fugler kilde til en strøm av økosystemtjenester som (på ulikt vis) kan være av betydning for velferden til innbyggerne i samfunnet. Fugler har et bredt spekter av funksjoner i økosystemene de er en del av, og dersom utbredelsen av fugler reduseres eller arter forsvinner vil økosystemfunksjonene kunne endres. Fordi naturen er sammensatt og kompleks er det mye vi fortsatt ikke vet om fuglenes funksjon i økosystemene. De fulle samfunnsmessige virkningene av at arter/bestander går tilbake eller forsvinner som følge av menneskelig påvirkninger er derfor vanskelig å overskue. På generelt grunnlag kan vi likevel identifisere noen koblinger mellom fugler, god tilstand i økosystem, økosystemtjenester og innbyggernes velferd. Gjennomgangen her er ikke uttømmende, men gir informasjon om noen økosystemtjenester.

Fugler har viktige økologiske funksjoner (**støttende** økosystemtjenester), og de representerer forskjellige nivåer i næringsnett. De kan være primærkonsumenter (eksempelvis meiser), sekundærkonsumenter (eksempelvis trost) eller tertiærkonsumenter (eksempelvis rovfugl). Forringelse av habitat/leveområder kan føre til redusert naturmangfold og forandringer i denne næringsnettdynamikken. Gjennom næringsnett blir næringsstoff bl.a. overført til ressurser som kan brukes mer direkte av samfunnet. Stabile forekomster av rovfugl kan eksempelvis bidra til å regulere lokale bestander av trostefugler og kråkefugler, da disse inngår som en viktig del av dietten i ungeperioden hos territorielle par. Dermed kan typiske eggpredatorer som kråke holdes på ett jevnere nivå.

Generelt er artsmangfoldet en viktig faktor for økosystemenes produktivitet, stabilitet, motstandskraft mot invaderende arter og næringsomsetning<sup>xii</sup>. God økologisk tilstand i økosystemer er blant annet avhengig av funksjonelt viktige arter<sup>xiii</sup>.

De fleste **regulerende** økosystemtjenestene som kommer gjennom fuglers tilstedeværelse oppstår gjennom deres økologiske funksjoner. Avhengig av art vil dette kunne være tjenester som frøspredning, nedbryting/avfallsbehandling, nitrogen gjødsling og biologisk kontroll av skadedyr. Gjennom predasjon bidrar eksempelvis fugler til å regulere insektbestander, og kan redusere smittebærende insekter og spise insekter som er skadegjørende på eksempelvis avlinger. (Det er eksempelvis studier som viser at en viss forekomst av hekkende, insektspisende fugler i tettbygd strøk kan redusere forekomsten av mygg, fluer og bladlus kraftig, og dermed bidra til redusert spredning av sykdommer <sup>(85)</sup>). Videre er det eksempler på at fugler kan erstatte bruk av sprøytemidler for å redusere insektplage på planter, trær og busker <sup>(86)</sup>. Dette er eksempler på indirekte bruksverdier.

Flere høstbare fuglearter gir viktige **forsynende** tjenester gjennom jakt/fangst for mange jegere i Norge, men kan også representere en form for kulturell tjeneste. Studier viser

<sup>xii</sup> Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand 2017 side 29

<sup>xiii</sup> Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand 2017 side 51



eksempelvis at kostnader jegere har i forbindelsen med rypejakt i mange tilfeller langt overstiger den rene kjøttverdien. Dette indikerer at det er andre aspekter ved jakt som har en verdi for jegerne, som rekreasjon, naturopplevelser og samvær med jaktkamerater<sup>(87)</sup>.

Et rikt mangfold av fuglearter bidrar med ulike **opplevelses- og kunnskapstjenester**. Naturens stillhet og fravær av støy er viktig for helsen og livskvaliteten til mange mennesker, og mange opplever fuglesang og andre lyder fra naturen som en nødvendig berikelse<sup>(87)</sup>. Et rikt fugleliv kan bidra til rekreasjonsverdi og estetiske opplevelser da mange verdsetter det å kunne se/oppleve dem. Fuglekikking er for mange en dedikert fritidsbeskjeftigelse, som også kan danne grunnlag for et naturbasert reiseliv. Dette er eksempler på direkte bruksverdier.

Utover direkte og indirekte bruksverdier er det grunn til å tro at mange mennesker verdsetter at fugler og deres leveområder bevares for framtiden (eksistens, naturarv). For eksempel kan mange mennesker være opptatt av å ta vare på truede/rødlistede fuglearter, uavhengig av om disse artene kommer direkte til nytte på noen måte i dag eller i fremtiden.

I samfunnsøkonomisk forstand gir de ulike økosystemtjenestene som fugler representerer opphav til nytteverdi (positiv eller negativ) i form av konsument- eller produsentoverskudd. Tiltak som påvirker fuglearter vil kunne gi endringer i bruks- og ikke-bruksverdi og dermed medføre kostnader eller gevinster for samfunnet.

Miljøkostnadene som påløper når fugler påvirkes er oftest eksterne for private aktører (f.eks. utbyggere av vindkraft). Dette innebærer at samfunnskostnaden knyttet til påvirkning på fugl ikke inngår i vindkraftutbyggernes vurdering av lønnsomhet. En viktig oppgave for miljøforvaltningen er å bidra til at verdien av fugler synliggjøres og integreres i grunnlaget for konsesjonsbehandling. Omfanget av endringer i bruksverdi og ikke-bruksverdi må vurderes nærmere basert på hvilke virkninger konkrete forslag til utbygging ventes å ha for fugler og samfunnet.

## 6 Datagrunnlaget

### 6.1 Tilgjengelige data

Dagens kunnskap om storskala trekkruiter er basert på gjenfunn av ringmerkede fugler, noe som gir for mangelfull informasjon til å kunne gi gode råd i forbindelse med etablering av vindkraftverk.

I EU er endringer av hekkebestander av fugl en viktig indikator for bærekraftig utvikling, og det er etablert et system for en samlet europeisk rapportering av dette. Norge har hatt begrenset med slik informasjon, men ved etableringen av TOV-E (Terrestrisk overvåking - ekstensiv overvåking av fugl) får vi nå informasjon om endringer i hekkebestander for et helt spekter av våre mer tallrike landlevende fuglearter. Bestandsendringene hos våre vanlig forekommende landlevende fuglearter kan bistå med å fortelle oss hvilke endringer som pågår i vår natur. I en nylig publisert NOF-rapport presenteres bestandsindekser for 55 slike fuglearter for perioden 1996-2013 og for ytterligere 21 arter for perioden 2008-2013. Resultater fra fugleovervåkingen inngår blant annet i «Naturindeks for Norge» og brukes der til å måle hvorvidt vi har en bærekraftig utvikling. Gjennom den terrestriske overvåkingen, med sine ca. 500 telleruter fordelt over hele Norge<sup>(81)</sup>, får vi nå informasjon om endringer i hekkebestander for et helt spekter av våre mer tallrike landlevende fuglearter.

TOV-E prosjektet ble startet i 2005 for å styrke landsdekkende og arealrepresentativ informasjon om pågående endringer hos våre fuglearter. Sammen med data fra NOF-prosjektet

‘Norsk hekkefugltaksering’ (HFT) og data fra ‘Program for terrestrisk naturovervåkning’ (TOV), som koordineres av Norsk institutt for naturforskning (NINA), er det gitt en sammenstilling av bestandsendringer fra 1996 til 2013 for mange av våre mer vanlig forekommende terrestriske hekkefugler. Mesteparten av dataene for perioden fram til 2010 er samlet inn i Sør-Norge.

## 6.2 Egnede data til bruk i GIS-analyser

I kap. 4 har vi vurdert generelle kjennetegn ved artsgruppene og konfliktmekanismer knyttet til vindkraftutbygging for særlig beslutningsrelevante artsgrupper. Mesteparten av tilgjengelig datagrunnlag i dag er på artsnivå og i form av enkeltregistreringer. Registreringer som viser utbredelse, i Artskart og Artsobservasjoner, er i utgangspunktet mindre egnet for en GIS-analyse, men kan brukes som grunnlagsmateriale for å tegne nye kart.

Av tilgjengelig data til bruk i egnet skala for vurderinger i en nasjonal ramme er primært kunnskapsgrunnlaget som ligger bak NOF/BirdLife sin identifisering av nasjonalt viktige fugleområder, (IBA'er<sup>(88)</sup>) og Ramsarområder. Mange av disse områdene overlapper med verneområder og vil derfor ekskluderes fra den videre analysen. Det er imidlertid flere IBA-områder som kommer i tillegg og som indikerer områder som kan ha viktige funksjoner for relevante fuglearter.

Sentralt i vurderingen av om en art bør tas spesielt hensyn til i en nasjonal skala er også hvor sårbar arten er for ytterligere påvirkning og hvordan utpeking av lokaliteter vil påvirke den samlede belastningen for arten. Dette blir i stor grad skjønnsmessige vurderinger som må utføres med bistand fra fagpersoner innen temaet.

## 6.3 Mangler i datagrunnlaget og prioriterte forskningsbehov

Til tross for at flere av dagens konsesjonsgitte vindkraftprosjekter har hatt vilkår om miljøoppfølgingsprogram for å innhente erfaringer og gi et bedre kunnskapsgrunnlag om påvirkning og effekt, er bruksverdien av denne informasjonen i en nasjonal ramme dessverre svært begrenset. Dette skyldes at undersøkelsene hovedsakelig har vært relativt kortvarige utredninger med utgangspunkt i begrenset grunnleggende kunnskap (i konsekvensutredninger). Det er brukt ulike metodikk og studiene er ikke designet for å kontrollere for stedsspesifikk avhengighet. Utredningene har derfor kun unntaksvis gitt grunnlag for å trekke generelle konklusjoner.

På prosjektnivå, med hovedfokus på å dekke kunnskapshull om påvirkning og effekt for utvalgte arter og deres økologiske funksjonsområder, vil direkte samordning gjennom nye eller pågående FoU-prosjekter definitivt være aktuelt. I dette ligger også en åpning for at vilkårene for noen prosjekter kan innfris ved å finansiere felles studier som ikke nødvendigvis dekker alle de aktuelle utbyggingsområdene. Vi mener dette særlig er aktuelt for enkelte rovfuglearter som blant annet hubro og jaktfalk. Her bør det være fokus på å utvikle effektive kartleggingsmekanismer som kan redusere usikkerheten i felt, eksempelvis gjennom bruk av digitale hjelpemidler som lydopptaksutstyr der dette har vist seg å være hensiktsmessig.

Det er svært svakt grunnleggende kunnskap om de store trekk-korridorene over Norge og konflikter knyttet til vindkraft for disse. Særlig er dette relevant for vurdering av bestandeffekter fra barrierevirkninger og vurdering av samlet belastning. Da dette er viktig for mange arter, som allerede er utsatt for høyt press, mener vi kunnskapsinnhenting om fugletrekk er et forskningsbehov som bør gis svært høy prioritet fremover.

Vi mangler også kunnskap om hvordan sårbare men naturlig tallrike arter påvirkes ved denne typen arealinngrep. Dette er særlig aktuelt for migrerende arter, hvor mange bestander viser betydelig redusert antall de senere årene. Selv om artene ikke i dag er gitt rødlistestatus kan de være sentrale for å sikre robusthet i økosystemene.

Vi anbefaler at følgende prioriteres i videre forskningsarbeid:

- Forskning på hvordan store fugletrekk påvirkes av ulike utbyggingsscenarioer for det totale nettverket av vindkraftverk, både her til lands og på tvers av landegrenser
- Større loggerstudier som gir kunnskap om flygeretning og høyde på arts-/artsgruppe nivå
- Større kunnskap om viktige trekkruiter og områder som benyttes under trekket
- Økt kunnskap om særlig utsatte enkeltarters respons på vindturbiner og hvilke effekter vindkraftverkene, med alle arealbeslag og fragmentering, har i en større skala. Dette forutsetter bruk av standardisert kartleggingsmetodikk med fokus på overførbarhet og identifisering av generelle konfliktmekanismer.
- Uttesting av ny kartleggingsmetodikk, eksempelvis gjennom bruk av lydopptaksutstyr for hubro, som vil kunne redusere usikkerheten for arter som er krevende å oppdage i felt.

## 7 Utvelgelse av konfliktområder i en nasjonal ramme

### 7.1 Viktige områder for fugl i Norge

BirdLife International har siden 1981 identifisert og kartlagt et nettverk av viktige fugleområder over hele verden, og Norsk Ornitologisk Forening (NOF) har hatt ansvaret for dette arbeidet i Norge. Områdene identifiseres som «Important Bird Areas» (IBA), og skal bidra til den langsiktige overlevelsen av naturlig forekommende fuglebestander. Bak utvelgelsen av IBA-områdene er det utarbeidet et mangfoldig sett med kriterier for å identifisere internasjonalt viktige fugleområder i ulike land. I Norge er nå 80 slike områder på det norske fastlandet identifisert og angitt på kart. Kriteriene har bakgrunn i en liste over globalt truede fuglearter i Europa, generell bestandsstørrelse og bestandstrend for hver enkelt art. Mange av de norske IBAene dreier seg om sjøfuglkolonier, særlig i Nord-Norge. Vi har også en rekke områder som er viktige som overvintringsområder og/eller rasteplasser for vann- og vadefugler. Intensjonen med BirdLifes IBA-program er å gi et tungtveiende referanseverk for beslutningstakere innen arealforvaltning på flere nivåer; både regionalt, nasjonalt og internasjonalt.

For de aller viktigste våtmarksområdene i verden er det enighet mellom landene at det skal gis en spesiell beskyttelse og status. Disse kalles Ramsarområder og er vernet i henhold til Ramsarkonvensjonen. Områdene som er valgt ut regnes som særlig viktige for fugler regionalt, nasjonalt og internasjonalt, og har derfor fått internasjonal beskyttelse. Våtmarksområder har stor betydning som habitat for flere ulike arter migrerende fugler gjennom ulike deler av året: som rasteplass under trekket vår og høst, som hekkeområde i sommersesongen, som mytingsområde en kort periode på sommeren, eller som overvintringsområde. Ramsar-områdene i Norge er som hovedregel først gitt et nasjonalt vern som naturreservat, landskapsvernområde eller biotopvern (oftest fuglefredningsområde).

### 7.2 Vurdering av konfliktnivå i arealanalyser

Konfliktpotensialet i vindkraftsaker vil avhenge av de ulike artenes livssyklus, atferd og bruk av området til hekking, næringsøk, trekk og rasting. Hvordan vindkraftverk påvirker fugl har vist seg å være sterkt arts-, steds- og årstidsspesifikt og det er mange aktuelle arter som vil kunne påvirkes. Usikkerheten knyttet til kunnskapsgrunnlaget er derfor betydelig, både når det

gjelder selve datagrunnlaget og kunnskapen om effekter, og må oppdateres fortløpende ettersom nye erfaringer og resultater legges frem. Likevel er det, i en overordnet vurdering, mulig å ta utgangspunkt i kunnskap om generelle risikofaktorer for beslutningsrelevante artsgrupper, som gir oss indikasjoner på hvordan en art forventes å kunne påvirkes, og gjøre tilpasninger og vurderinger basert på dette.

Sentrale prinsipper for vurdering av konfliktnivå i arealinngrepsaker er gitt gjennom rundskriv T-2/16, som gir kriterier for bruk av innsigelse dersom tiltaket er forventet å berøre nasjonale eller vesentlige regionale miljøverdier. I overordnet planlegging, som nasjonal ramme for vindkraft, vil det imidlertid også kunne være aktuelt å utvide kriteriesettet noe med utgangspunkt i nasjonale forpliktelser og kunnskap om konfliktmekanismer. Status som ansvarsart, eller hvorvidt en art er listet under Bern- og/eller Bonnkonvensjonen, er aktuelle tilleggskriterier her.

KLD har i sitt oppdragsbrev til Miljødirektoratet presisert at innsigelsesrundskrivet (T-2/16) er målestokken for det nivået som bør utløse bekymring for miljøverdiene. Utvelgelsen av de mest konfliktfylte områdene vil derfor baseres på lokalisering av større områder som utpeker seg som særlig viktige for fugl. Ramsarområder, områder definert som viktige fugleområder (IBA'er), og naturområder med viktig funksjon som forflytning- og spredningskorridorer vil være eksempler på aktuelle områder i en slik vurdering.

Når det gjelder skala skal hovedvekten legges på konflikter som ikke kan unngås gjennom normal tilpasning av prosjektene (gjennom konsesjonsbehandling og i detaljplanlegging). Her skal vår vurdering være på et arealnivå som er over enkeltforekomster av truede arter, da ivaretagelse av utsatte enkeltarter i utgangspunktet er et tema som er mer relevant i konsesjonsbehandlingen enn i den nasjonale rammen. Unntakene er dersom en vindkraftutbygging innenfor analyseområdet vil kunne medføre betydelig fare for bestandsreduksjon som følge av stor samlet belastning for den berørte arten, tiltakstypen vurderes å kunne gi vesentlig konsekvenser, og kjente avbøtende- eller kompenserende tiltak ikke vil kunne redusere konflikten tilstrekkelig. Mange av våre truede fuglearter er allerede presset av flere andre typer inngrep som hytte- og boligutbygging og veibygging med medførende menneskelig aktivitet og forstyrrelser. Det må derfor, innenfor de aktuelle analyseområdene, gjøres en vurdering av aktuelle forekomsters verdi og sårbarhet for ytterligere påvirkning i lys av andre viktige lokaliteter for arten.

Det er allerede gitt konsesjon til mange vindkraftverk innenfor viktige områder for fugl. I den skala som er relevant i nasjonal ramme for vindkraft vil vi forsøke å identifisere "hot spot" områder og viktige økologiske funksjonsområder for truede arter, større artsrike fugleområder og sentrale knutepunkt for fugletrekk. Direktoratets utgangspunkt for vurdering av konfliktnivå for fugl er at vindkraftutbygging innenfor aktuelle områder ikke må føre til at den samlede belastningen for relevante arter blir så stor at artene blir ytterligere truet og får redusert mulighet til å nå sine forvaltningsmål.

## 8 Referanser

1. Meld. St. 25 (2015-2016) Kraft til endring - energipolitikken mot 2030.
2. Rundskriv T-2/16. Nasjonale og vesentlige regionale interesser på miljøområdet - klargjøring av miljøforvaltningens innsigelsespraksis.
3. Van der Winden, J., et al. *Review of the konflikt between renewable energy technologies deployment and migratory species*. s.l. : International Renewable Energy Agency, 2015.
4. Donald, P.F., Green, R.E. og Heath, M.F. Agricultural intensification and the collapse of Europe`s farmland bird populations. *The Royal Society*. 2001.
5. Lehtikoinen, A., et al. Common montane birds are declining in northern Europe. *Journal of avian biology*. 2013, Volume 45, Issue 1.
6. Fraixedas, S., et al. Substantial decline of Northern European peatland bird populations: Consequences of drainage. . *Biological conservation*. 2017, Vol 21.
7. Schuster, E., Bulling, L. og Köppel, J. Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects. *Environ Manage*. 2015, 56 (2):300-31.
8. Orloff, S. & Flannery, A. *Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County wind resource areas, 1989-1991*. s.l. : Consultant Report., 1992.
9. Hötcker, H., Thomsen, K. og Köster, H. *Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats—facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation*. Berghusen : Michael-Otto-Institut im NABU, 2006.
10. Drewitt, AL. & Langston, RHW. *Assessing the impacts of wind farms on birds*. . 2006. IBIS 148:29-42.
11. <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/forskning/vindval/VINDVALforskingsprosjekt2005-20180515.pdf>. [Internett]
12. Barrios, L. & Rodríguez, A. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *J Appl Ecol*. 2004, 41(1):72-81.
13. O, Hüppop., et al. Bird migration studies and potential collision risk with offshore windturbines. 2006, IBIS 148:90-109.
14. Stienen, EWM., et al. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore wind farms on seabirds. [bokforf.] M. de Lucas, GFE. Janss og M. (eds) Ferrer. *Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. 1st ed.* . Madrid: Quercus : s.n., 2007.
15. van der Winden, J., et al. *Renewable Energy Technology Deployment and Migratory Species: an Overview*. s.l. : International Renewable Energy Agency. Commissioned by International Renewable Energy Agency, , 2014.
16. Pearce-Higgins, JW., et al. Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *J Appl Ecol*. 2012, 49(2):386-394.
17. Madsen, J. & Boertmann, D. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landsc Ecol*. 2008, 23(9):1007-1011.
18. Rydell, J., Ottvall, R. og Petterson, S. & Green, M. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss, uppdaterad syntesrapport 2017, Vindval*. s.l. : Naturvårdsverket, 2017. Rapport 6740.
19. Bevanger, K., et al. *Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (Bird-Wind). Report on findings 2007-2010*. Trondheim, Norway : Norwegian Institute for Nature Research (NINA), 2010.

20. Tysse, T. *Hubrolytting ved planlagte Gilja vindkraftverk våren 2015*. s.l. : Ecofact, 2015.
21. Breiehagen, T. *Høg-Jæren energipark: registrering av rødlista fuglearter, Notat til Jæren Energi, 15.1.2014*. 2014.
22. Bjørn, T.H. *Kvitfjellet vindkraftverk i Tromsø kommune: Kartlegging av fugl før anleggstart*. s.l. : Bio-Bjørn, 2015.
23. Oddane, B., Undheim, O., Undheim, O., Steen, R. og. *Hubro Bubo bubo på Høg-Jæren/Dalane: Bestand, arealbruk og habitatvalg*. s.l. : Ecofact, 2012. Rapport 153.
24. Flydal, K. & Rannestad, O.T. *Undersøkelser av rovfugltrekk ved Lista Vindpark - sluttrapport etter tredje*. 2014.
25. Sæther, B-E., Sutherland, WJ. og Engen, S. Climate influences on avian population dynamics. *Advances in Ecological Research*. 2004, 35: 185-209.
26. Knudsen, E., et al. Challenging claims in the study of migratory birds and climate change. *Biological Reviews*. 2011, 86: 928-946.
27. Both, C., et al. Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*. 2010, 277: 1259-1266.
28. Laaksonen, T., & Lehikoinen, A. Population trends in boreal birds: Continuing declines in agricultural, northern, and long-distance migrant species. *Biological Conservation*. 2013, 168, 99-107.
29. Stienen, EWM., et al. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore wind farms on seabirds. [bokforf.] s M. de Luca, GFE. Janss og M. (eds) Ferrer. *Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. 1st ed.* s.l. : Madrid: Quercus, 2007.
30. Kålås, J.A., Viken, Å. og Bakken, T. *Norsk Rødliste 2006*. s.l. : Artsdatabanken, 2006.
31. Hermansen, P. & Schandy, T. *Norske fugler: levevis, forskning, trusler og folketro*. s.l. : Forlaget Tom & Tom 2017, 2017. ISBN 978-82-92916-23-0.
32. Kunz, T. H., et al. Ecological impacts of wind energy development on bats: Questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2007, 5(6):315-24.
33. Rydell, J., et al. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss - Syntesrapport*. s.l. : Naturvårdsverket, 2011. Rapport 6467.
34. Zimmerling, JR., et al. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. *Avian Conserv Ecol*. 2013.
35. Walters, K., Kosciuch, K. og Jones, J. *A Critical Review of the Effects of Tall Structures on Birds. In: Book of Abstracts. Conference on Wind Power and Environmental Impacts (CWE2013) Stockholm 5-7 February*. Stockholm, Sweden : Naturvårdsverket, 2013. Report 6546..
36. Hill R, Hill K, Aumüller R, Schulz A, Dittmann T, Kulemeyer C, Coppack T. Of birds, blades and barriers: Detecting and analyzing mass migration events at alpha ventus. [bokforf.] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (eds.) Federal Maritime and Hydrographic Agency. *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*,. Wiesbaden : Springer Fachmedien , 2014.
37. Langston, Drewitt &. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Ann N Y Acad Sci*. 2008, 1134:233-66.
38. Hötter, H., Thomsen, K og Köster, H. *Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse*. Bonn, Germany : Edited by Bundesamt für Naturschutz. Naturschutzbund (NABU)., 2005.

39. Grønlien, H. *Hønehauken i Norge. Bestandens status og utvikling siste 150 år*. s.l. : NOF Rapportserie 5-2004, 2004.
40. Devereux, CL. og Denny, MJH., Whittingham, MJ. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *J Appl Ecol*. 2008, 45(6):1689-16942664.2008.01560.x.
41. de Lucas, M., et al. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Appl Ecol*. 2008, 45(6):1695-1703.
42. Smallwood, KS., Rugge, LM. og Morrison, ML. Influence of behavior on bird mortality in wind energy developments. *J Wildl Manag*. 2009, 73(7):1082-1098.
43. Lorentsen, S.-H. (red.), et al. *Fagrapport til strategisk konsekvensutredning av fornybar energiproduksjon til havs - Sjøfugl*. s.l. : NINA, 2012. Rapport 825.
44. Garthe, S. & Hüppop, O. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *J Appl Ecol*. 2004, 41(4):724-734.
45. Torp, E. *Rapport for smålomprosjektet i 2010*. 2010.
46. Baisner, AJ., et al. Minimizing collision risk between migrating raptors and marine wind farms: development of a spatial planning tool. *Environ Manag*. 2010, 46(5):801-808.
47. Dahl, EL., et al. White-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) at the Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. *Wildl Soc Bull*. 2013, 37(1):66-74.
48. Madders, M. & Whitfield, DP. Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *IBIS*. 2006, 148:43-56.
49. Bellebaum, J., et al. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *J Nat Conserv*. 2013, 21(6):394-400.
50. Dahl, EL., et al. Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biol Conserv*. 2012, 145(1):79-85.
51. Katzner, TE., et al. Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. *J Appl Ecol*. 2012, 49(5):1178-1186.
52. Ledec, G., Rapp, KW. og Aiello, R. *Greening the Wind. Environmental and social considerations for wind power development*. Washington D.C, USA : World Bank (ed.) , 2011.
53. Martinez-Abraín, A., et al. Effects of wind farms and food scarcity on a large scavenging bird species following an epidemic of bovine spongiform encephalopathy. *J Appl Ecol*. 2012, 49(1):109-117.
54. Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. *Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Pier final project report*. s.l. : Edited by BioResource Consultants, 2004.
55. Camiã, A. *The effects of wind farms on vultures in Northern Spain—Fatalities behavior and correction measures*. In: *Proceedings. Conference on Wind energy and Wildlife impacts*. Trondheimj : NINA, 2011. Report 693.
56. Smallwood, KS, & Thelander, CG. Bird mortality in the altamont pass wind resource area, California. *J.Wildl Manag*. 2008, 72(1):215-223.
57. Fielding, A.H., Whitfield, D.P. og McLeod, D.R.A. Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland. *Biological Conservation*. 2006, 131, 359-369. .
58. Watson, J. & Whitfield, P. A conservation framework for the golden eagle *aquila Chrycaetos* in Scotland. *Journal of Raptor Research*. 2002, 36: 41-49.
59. Jacobsen, K-O. & Røv, N. *Hubro på Sleneset og vindkraft*. s.l. : NINA, 2007. Rapport 264..

60. Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schenider, R., Haas, W. & Schürenberg, B. *Protecting birds from powerlines: a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimize any such adverse effects*. s.l. : NABU and BirdLife International. , 2003.
61. G., Bangjord. *Internt notat Miljødirektoratet*. 2015.
62. Mikkola, H. *Owls of Europe*. s.l. : Poyser, 1983).
63. Olsson, V. *Studies on a population of Eagle Owls, Bubo bubo (L.), in Southeast Sweden*. s.l. : Viltrevy, 1979. 11:1-99..
64. —. Breeding success, dispersal, and long-term changes in a population of Eagle Owls. *Bubo bubo* in southeastern Sweden 1952-1996. *Ornis Svecica* . 1997, 7:49-60.
65. Langgemach, T. & Dürr, T. *Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel*. Nennhausen, Germany. : Edited by Staatliche Vogelschutzwarte Brandenburg., 2013.
66. Misoga, O., et al. *Besendertes Uhu-Höhenflugmonitoring im Tiefland*, . s.l. : Natur in NRW , 2015. 3/15..
67. Bevanger, K., May, R. & Stokke, B. *Dyreliv og kraftledninger. Miljø- og forsyningsmessige utfordringer*. s.l. : NINA, 2016. Temahefte 67..
68. Bevanger, K., Bartzke, G., Brøseth, H., Dahl, E.L., Gjershaug, J.O., Hanssen, F., Jacobsen, K.-O., Kleven, O., Kvaløy, P., May, R., Meås, R., Nygård, T., Refsnæs, S., Stokke, S. & Thomassen, J. *Optimal design and routing of power lines; ecological, technical and economic perspectives (OPTIPOL). Final Report; findings 2009 - 2014*. 2014. NINA Report 1014.
69. Bevanger, K. & Brøseth, H. Reindeer fences as a mortality factor for ptarmigan. *Wildlife Biology*. 2000, 6:121-127.
70. Falkdalen, U., Lindahl, L.F. & Nygård, T. *Fågelundersökning vid Storruns vindkraftanläggning Jämtland. Vindval*. s.l. : Naturvårdsverket, 2013. Rapport 6574..
71. Bevanger, K., May, R. og Stokke, B. *Landbasert vindkraft. Utfordringer for fugl, flaggermus og rein*. s.l. : NINA, 2016. Temahefte 66. .
72. Leddy, KL., Higgins, KF. og Naugle, DE. Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. . *Wilson Bull*. 1999, 111(1):100-104.
73. Pearce-Higgins, J.W., Stephen, L. og Langston, R. H. W. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* . 2009, 46: 1323-1331.
74. Douglas, DJT., Bellamy, PE. og Pearce-Higgins, JW. Changes in the abundance and distribution of upland breeding birds at an operational wind farm. *Bird Study* . 2011, 58(1):37-43.
75. de Lucas, M., Janss, GFE. og Ferrer, M. A Bird and Small Mammal BACI and IG Design Studies in a Wind Farm in Malpica (Spain). *Biodivers Conserv*. 2005, 14(13):3289-3303.
76. Reichenbach, M. & Steinborn, H. *Windkraft, Vögel, Lebensräume Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel*. s.l. : Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen, 2006. 32:243-259.
77. Steinborn, H., Reichenbach, M. og Timmermann, H. *Windkraft-Vögel-Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel*. . Norderstedt, Germany : ARSU GmbH (ed.) , 2011.
78. Aumüller, R., et al. *Beschreibung eines Vogelschlagereignisses und seiner Ursachen an einer Forschungsplattform in der Deutschen Bucht*. . s.l. : Vogelwarte, 2011. 49:9-16.
79. *Klima- og miljødepartementets veileder til naturmangfoldloven kapittel II: Alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk*.



80. Gregory, R. D. & van Strien, A. Wild bird indicators: Using composite population trends for birds as measures of environmental health. *Ornithological Science* . 2010, 9: 3-22.
81. Kålås, J.A. & Husby, M. Det nye nasjonale nettverket for overvåking av terrestriske hekkefugler er nå etablert. *Vår Fuglefauna* . 2011, 34: 14-17.
82. van der Winden, J., et al. *Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for sustainable deployment*. s.l. : Bureau Waardenburg bv / CMS, AEW, UNDP/GEF/Birdlife MSB Project., 2015.
83. Larsen, JK. og Madsen, J. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): a landscape perspective. *Landsc Ecol*. 2000, 15(8):755-764. .
84. Dürr, T. Dunkler Anstrich könnte Kollisionen verhindern: vogelunfälle an Windradmasten. . *Falke*. 2011, 58(12):499-501.
85. Johnson, P.T.J., et al. Biodiversity decreases disease through predictable changes in host community competence. *Nature*. 2013, 494: 230 - 234.
86. [Internett] <https://www.nrk.no/trondelag/smafugl-erstatter-sproytemidler-1.10980747>.
87. *NOU 2013: 10. Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester*. s.l. : Utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 28. oktober 2011. Avgitt til Miljøverndepartementet 29. august 2013.
88. IBA`er i Norge. [Internett] [www.birdlife.no/prosjekter/nyheter/?id=1848](http://www.birdlife.no/prosjekter/nyheter/?id=1848) http / [www.birdlife.no/prosjekter/nyheter/?id=1513](http://www.birdlife.no/prosjekter/nyheter/?id=1513).
89. Øien, I.J., et al. *Status for hubro i Norge*. s.l. : Norsk Ornitologisk forening, 2014. Rapport 2014-8.