



Iskast fra vindturbiner

VEILEDER FOR HÅNDTERING AV RISIKO FOR SKADEVED ISKAST I NORSKEVINDKRAFTVERK

Bushra Butt, Even Vegard Dalen og Marte Lundsbakken



Veileder nr 5-2018

Iskast fra vindturbiner

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Arne Olsen
Forfatter: Bushra Butt, Even Vegard Dalen og Marte Lundsbakken

Trykk: NVEs hustrykkeri
Forsidefoto: Hitra vindkraftverk. Foto: NVE/Inger Helene W. Riddervold
ISBN: 978-82-410-1757-5
ISSN: 1501-0678

Sammendrag: Veilederen gir en kort innføring i hva iskast fra vindturbiner er og hvordan risikoen for skader ved iskast kan håndteres.

Emneord: Iskast, isnedfall, vindkraft, risiko, risikovurdering

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

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

Oktober 2018

Innhold

Forord	2
Sammendrag	3
1 Innledning	4
1.1 Bakgrunn og formål.....	4
1.2 Vilkår om iskast.....	5
1.3 Veilederens struktur	5
2 Iskast fra vindturbiner	6
2.1 Isdannelse	6
2.2 Kastelengde.....	6
2.3 Skader	7
2.4 Anti- og avisingsystemer	8
3 Risikovurdering	9
3.1 Risiko som begrep	9
3.2 Gjennomføring av risikovurdering	9
4 Aktuelle tiltak	11
4.1 Formålet med tiltakene	11
4.2 Detaljplanlegging av vindkraftverket.....	11
4.3 Skilt og varslingsrutiner.....	11
4.4 Systemer til vindturbinene.....	13
4.5 Etablere forståelse for risikoen.....	13
4.6 Fysiske sikringstiltak og stans av vindturbiner.....	14
5 Juridisk ansvar ved skadehendelser	14
5.1 Innledning	14
5.2 NVEs tilsyn og reaksjoner.....	14
5.3 Erstatningsansvar	14
Referanser	18
Vedlegg 1 – Skiltmal	19

Forord

De siste årene er det bygget mange nye vindkraftverk i Norge, og antall vindturbiner vil fortsette å stige fram mot 2020. I alle norske vindkraftverk kan det forekomme iskast. Iskast fra vindturbiner kan medføre skader på folk som befinner seg i nærheten.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utarbeidet denne veilederen for å øke fokuset på hvordan risikoen for skader ved iskast bør håndteres.

Denne veilederen skal bidra til at vindkraftkonsesjonærer og andre i vindkraftbransjen iverksetter nødvendige tiltak for å unngå at folk som ferdes i nærheten av vindturbiner blir skadet som følge av iskast.

Vi takker Rolv Erlend Bredesen (Kjeller Vindteknikk AS), Roger Flage (Universitetet i Stavanger), Matthew Homola (Nordkraft AS) og Jens Naas-Bibow (Advokatfirmaet Thommessen AS) for faglige bidrag til veilederen.

Oslo, oktober 2018



Rune Flatby
direktør

Sammendrag

I alle norske vindkraftverk kan det i perioder dannes is på vindturbinene. Denne isen kan falle ned eller kastes fra vindturbinen. Iskast kan medføre skader på folk, dyr, biler, bygninger og veier m.m. som befinner seg i nærheten.

Tidligere har en del aktører i vindkraftbransjen vist til at anti- og avising av vindturbiner er tilstrekkelig for å unngå iskast. Systemer for anti- og avising på vindturbiner kan redusere omfanget av ising, men vil ikke utelukke at iskast kan forekomme.

Sannsynligheten for at en person skal bli truffet av iskast er veldig liten, men om det skjer kan skadeomfanget bli alvorlig. Det er derfor viktig at vindkraftkonsesjonærer har fokus på faren for iskast og iverksetter nødvendige tiltak for å håndtere risikoen for skade.

Før et vindkraftverk blir satt i drift må konsesjonæren vurdere risikoen for skader ved iskast. Risikovurderingen bør inneholde en vurdering av omfanget av ising i anlegget, en kartlegging av bruken av området, en gjennomgang av hvilke skader iskast fra vindturbinene kan medføre og fastsettelse av anbefalte sikkerhetssoner.

I tråd med gjeldende vilkår om iskast i vindkraftkonsesjoner, må konsesjonær sette opp fareskilt som varsler om at iskast kan inntreffe innenfor en definert sikkerhetssone rundt vindturbinene. Om det er behov for øvrige tiltak for å unngå ferdsel og opphold innenfor sikkerhetssonen i perioder med fare for iskast, må vurderes av vindkraftkonsesjonæren.

Dersom iskast fra en vindturbin forårsaker skader, kan dette medføre både privatrettslige og offentligrettslige konsekvenser for vindkraftkonsesjonæren.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

I alle norske vindkraftverk kan det i perioder bli dannet is på vindturbinene. Denne isen kan falle ned eller kastes fra turbinen. I denne veilederen blir is som faller ned og kastes fra en vindturbin omtalt som iskast.

Iskast kan medføre skade på folk, dyr, biler, bygninger og veier m.m. som befinner seg i nærheten av vindturbinen. Sannsynligheten for at en person skal bli truffet av iskast er veldig liten, men om det skjer kan skadeomfanget bli alvorlig. Det er derfor viktig at vindkraftkonsesjonærer har fokus på faren for iskast og iverksetter nødvendige tiltak for å håndtere risikoen for skade.

Denne veilederen gir anbefalinger til vindkraftkonsesjonærer om hvordan risikoen for skader ved iskast fra vindturbiner bør håndteres. Hensikten er å unngå at det oppstår personskader som følge av iskast. Veilederen er rettet mot håndtering av risikoen for skader på tredjeparter. Helse-, miljø- og sikkerhet (HMS) og håndtering av risiko for skader på ansatte i vindkraftverket inngår ikke i veilederen.



Figur 1: Isklump som ble funnet 25 meter fra en vindturbin i Kjøllefjord vindkraftverk. Foto: Statkraft.

1.2 Vilkår om iskast

For å kunne bygge vindkraftverk med installert effekt over 1 MW, eller som består av mer enn fem vindturbiner, kreves det konsesjon fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Dersom NVEs vedtak blir påklaget, behandles saken av Olje- og energidepartementet (OED). I søknader om å bygge vindkraftverk i Norge, skal det inngå en vurdering av omfanget av ising og risiko for iskast.

Vindkraftkonsesjoner meddeles med hjemmel i energiloven § 3-1. Energiloven skal sikre at *"produksjon (...) av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte"*, jf. § 1-2. Det framgår av energilovforskriften § 3-5 bokstav b) at *"Konsesjonær plikter ved planlegging, utførelse og drift av anlegget å sørge for at allmennheten påføres minst mulig miljø- og landskapsmessige ulemper"*.

I alle vindkraftkonsesjoner er det en rekke vilkår som konsesjonæren må oppfylle. NVE har siden 2007 satt vilkår knyttet til iskast i alle vindkraftkonsesjoner. De fleste konsesjoner fra før 2007 har også fått inn vilkår om iskast i forbindelse med behandling av ulike konsesjonspliktige endringer.

Ordlyden i vilkåret har blitt endret flere ganger siden 2007. På nåværende tidspunkt er ordlyden i NVEs standardvilkår knyttet til iskast som følger:

Konsesjonæren skal vurdere omfanget av ising og risikoen for skade ved iskast/isnedfall i anlegget. Det skal settes opp fareskilt ved atkomstveier og eventuelle viktige skiløyper og turstier. Konsesjonæren skal vurdere behovet for ytterligere tiltak.

NVE kan kreve dokumentasjon på at konsesjonæren har gjennomført en risikovurdering. I særlige tilfeller kan NVE stille krav om ytterligere vurderinger og tiltak enn det konsesjonæren har iverksatt.

Figur 2: NVEs standardvilkår om iskast i anleggskonsesjoner til vindkraftverk.

I tillegg til vilkår om iskast, kan det være andre vilkår i konsesjonen hvor håndtering av risiko for skade ved iskast skal inngå. Dersom det eksempelvis er satt vilkår om omlegging av eksisterende skiløyper i anlegget, må kunnskap om faren for iskast benyttes i arbeidet med omleggingen.

1.3 Veilederens struktur

Kapittel to gir en kort oversikt over hva iskast fra vindturbiner er, hvordan det oppstår og hvilke skader det kan medføre. I kapittel tre beskrives det hvordan vurderinger av risiko for skader kan gjennomføres. Deretter presenterer kapittel fire aktuelle tiltak som kan iverksettes for å håndtere den identifiserte risikoen for skader. Til slutt gir kapittel fem en kort oversikt over rettsvirkninger ved eventuelle skadehendelser knyttet til iskast fra vindturbiner.

2 Iskast fra vindturbiner

2.1 Isdannelse

Ved bestemte sammensetninger av temperatur, vanndråper i lufta og vind kan det dannes is på alle typer konstruksjoner. Dette kalles atmosfærisk ising. I perioder med slike klimatiske forhold kan det oppstå is på vindturbinens tårn, maskinhus (nacelle) og rotorblader. Isdannelsen skjer ved at fuktig luft fra skyer eller nedbør i form av regn eller snø fryser fast til vindturbinen.

Mengden og typen is som dannes på vindturbinen avhenger av forholdene som gir ising. På grunn av høydeforskjellen mellom vindturbinen og bakken, kan det dannes is på vindturbinen selv om det er snø- og isfritt på bakken. De klimatiske forholdene kan variere mye innenfor et lite geografisk område. Dette gjør at det kan være store forskjeller i omfanget av ising mellom de ulike vindturbinene i et vindkraftverk.

Vindkraftverkets geografiske plassering er en viktig faktor for isdannelse på vindturbinene. NVEs isingskart¹ gir en indikasjon på hvor mye isdannelse som kan forventes på vindturbiner på ulike steder i Norge. Det er viktig å understreke at antall isingsperioder som inntreffer på et bestemt sted varierer mye fra år til år.

Det kan være utfordrende å avdekke om det har dannet seg is på vindturbinen eller ikke i løpet av en isingsperiode. Isdannelse på vindturbiner kan for eksempel avdekkes ved at produksjonen fra turbinen reduseres, ved hjelp av ulike deteksjonssystemer eller observeres visuelt. Det vil ofte være noe usikkert både om og hvor mye is som blir dannet i isingsperioder.

2.2 Kastelengde

Is på en vindturbin kan løsne eller forsvinne som følge av vibrasjoner, gravitasjon, vind, nedbør, erosjon, sublimasjon² eller ved smelting. Is kan også fjernes ved hjelp av ulike avisingsystemer. Hvor lenge is blir værende på vindturbinene etter at perioden med isdannelse er over, vil variere. I perioder med mye sol, mildvær eller mye vind kan isen forsvinne relativt raskt, mens is kan bli værende lenge dersom det er lite sol, kaldt og lite vind. I slike perioder vil det potensielt kunne bli mye is på turbinen, fordi det kan komme nye perioder med isdannelse før all isen fra forrige periode er borte.

Hvor isklumper som løsner fra en vindturbin treffer bakken, avhenger blant annet av turbinens og isklumpens fysiske egenskaper, klimatiske forhold og omkringliggende terreng. Isklumper som faller ned fra vindturbinens tårn eller fra en stanset vindturbin, vil hovedsakelig treffe bakken rett under vindturbinen. Dersom det blåser mye, kan imidlertid isklumpene transporteres lenger vekk fra vindturbinen før de treffer bakken. Isklumper som kastes fra turbinblader i bevegelse, kan også treffe bakken lenger unna turbinen. Mengden isklumper som treffer bakken avtar med økende avstand til turbinen (Energimyndigheten 2017, IEA Wind 2017).

¹ Tilgjengelig på NVEs nettsider www.nve.no.

² Sublimasjon innebærer overgang fra fast form til gassform uten å være flytende i mellomtiden.

På slutten av 1990-tallet ble det samlet inn empiriske data fra flere europeiske vindkraftverk (Tammelin et. al. 1996-1998). Basert på dette arbeidet ble Seiferts formel for maksimal teoretisk kastelengde for iskast fra vindturbiner utarbeidet (Figur 3). I dag vurderes Seiferts formel å medføre større sikkerhetssone rundt vindturbinene enn det som er nødvendig. Observerte kastelengder i nyere empiriske studier av iskast fra vindturbiner er vesentlig kortere enn det som beregnes med Seiferts formel (Cattin 2012, Energimyndigheten 2017). I følge IEA Wind (2017) tilsier erfaringer og studier at maksimal kastelengde for iskast fra vindturbiner tilsvarer summen av turbinens tårnhøyde og rotordiameter (Figur 4). Dersom det er stor høydeforskjell mellom turbinene og omkringliggende terreng, bør høydeforskjellen legges til turbinens tårnhøyde (H) i formelen i Figur 4 (Bredesen og Refsum 2015).

$$\text{Maksimal kastelengde} = 1,5 \times (H+D)$$

der H = turbinens tårnhøyde og D = rotordiameter

Figur 3: Seiferts formel for beregning av maksimal teoretisk lengde for iskast.

$$\text{Maksimal kastelengde} = 1,0 \times (H+D)$$

der H = turbinens tårnhøyde og D = rotordiameter

Figur 4: Formel for maksimal observert kastelengde.

Det er viktig å påpeke at det fortsatt pågår empirisk forskning på iskast fra vindturbiner. Gjennomføring av empiriske studier er utfordrende, blant annet fordi det er sikkerhetsutfordringer knyttet til å få samlet inn data på grunn av faren for skader, og fordi innsamling av isklumper er vanskelig på grunn av snøforholdene på bakken. Det er også mulig at noen isklumper knuses i mindre biter både i lufta og når de treffer bakken, noe som gjør det vanskeligere å finne dem igjen. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til faktisk maksimal kastelengde for iskast, men de studiene som er gjort tyder på at isklumper ikke kastes så langt som den teoretiske kastelengden som beregnes med Seiferts formel.

2.3 Skader

Farene ved iskast fra vindturbiner er hovedsakelig knyttet til skade på personer som oppholder seg i vindkraftverket. Risikoen er størst for skader på ansatte i vindkraftverket. Grunneiere, reindriftsutøvere og andre som oppholder seg nær vindturbinene kan også bli skadet. Iskast kan også medføre risiko for materielle skader på biler, bygninger, veier m.m., samt skader på rein og andre dyr som oppholder seg i området. Det er ikke rapportert om alvorlige personskader som følge av iskast fra vindturbiner (IEA Wind 2017). Både i Norge og Sverige har imidlertid iskast fra vindturbiner ført til materielle skader.



Figur 5: Isklump fra en vindturbin som har truffet en bil. Foto: Statkraft.

2.4 Anti- og avisingssystemer

Det finnes i dag systemer for både antiising og avising av vindturbiner. Antiising vil si å forhindre at det dannes is på turbinbladene, mens avising innebærer å fjerne is. Et eksempel på antiising kan være at turbinbladene varmes opp, slik at nedbør eller skyising ikke medfører is på turbinbladet. Avising kan skje ved at is som har blitt dannet fjernes når turbinen er stoppet, ved hjelp av eksempelvis varm luft eller andre varmesystemer i turbinbladet.

Tidligere har en del aktører i vindkraftbransjen vist til at anti- og avising av vindturbiner er tilstrekkelig for å unngå iskast. Systemer for anti- og avising på vindturbiner kan redusere omfanget av ising, men vil ikke utelukke at iskast kan forekomme. Eksempelvis viser erfaringer fra Sverige at isklumper har falt ned fra vindturbiner med antiisingssystem og forårsaket materielle skader (Energimyndigheten 2017). Turbiner som har vært stanset for avising kan i tillegg medføre fare for iskast idet de startes opp igjen, fordi det er vanskelig å vite om all isen er fjernet.

3 Risikovurdering

3.1 Risiko som begrep

Risiko har tradisjonelt blitt definert som produktet av sannsynligheten for at en hendelse skal inntreffe og konsekvensen dersom hendelsen inntreffer. Med en slik tilnærming kvantifiseres risikoen som er forbundet med en aktivitet eller en hendelse ved hjelp av sannsynlighetsberegninger.

En annen måte å definere risiko på, er en kvalitativ tilnærming til risikokonseptet. Med en slik tilnærming defineres risiko ved hjelp av usikkerhet, og kunnskapsdimensjonen vektlegges i risikobeskrivelsen. I tråd med dette kan risiko defineres som konsekvensene av en aktivitet med tilhørende usikkerhet. Risikoen beskrives med utgangspunkt i hvilke konsekvenser som kan inntreffe, sannsynligheten for at disse konsekvensene skal skje, kunnskapen som disse sannsynlighetene er basert på (data, modeller, antagelser, osv.), og en vurdering av hvor sterk denne kunnskapen er (Flage 2017). Det er denne tilnærmingen til risikobegrepet som benyttet i denne veilederen.

3.2 Gjennomføring av risikovurdering

For å kunne håndtere risikoen for skader ved iskast fra vindturbiner, er det nødvendig med kunnskap om, og forståelse for, farene ved iskast fra vindturbiner. Siden det kan bli dannet is på alle vindturbiner som bygges i Norge, må alle vindkraftkonsesjonærer gjøre en konkret vurdering av risikoen for skade ved iskast i sitt anlegg.

Nedenfor beskrives kort de ulike trinnene som NVE mener bør inngå i en risikovurdering. Det er viktig at konsesjonæren på forespørsel kan legge fram dokumentasjon på gjennomført risikovurdering. Risikovurderingen bør gjentas flere ganger i løpet av vindkraftverkets driftsfase, og oppdateres dersom det foreligger ny kunnskap.

3.2.1 Vurdere omfang av ising

Risikoen for skader ved iskast er ikke konstant. Iskast representerer en potensiell fare i de periodene hvor det befinner seg isklumper på vindturbinen. Kunnskap om hvor ofte og hvor mye is som kan bli dannet på vindturbinene i et område, er derfor viktig kunnskap ved gjennomføring av risikovurderingen.

I en tidlig fase av utviklingen av et vindkraftverk kan NVEs isingskart (se kapittel 2.1) benyttes for å gi en indikasjon på omfanget av ising i det aktuelle området. Det er viktig å merke seg at kartet ikke gir informasjon om isingsintensiteten³ i et område, kun hvor mange timer med isingsforhold som kan forventes.

I detaljplanleggingen av prosjektet kan det derfor være aktuelt å gjøre en nærmere vurdering av forventet omfang av ising, herunder hvor mange timer/dager per år de klimatiske forholdene tilsier at det kan dannes is på vindturbinene. Vurderingen bør baseres på meteorologiske data fra flere år, enten fra vindmålemaster i planområdet eller fra værdatastasjoner i nærheten.

³ Isingsintensiteten angir hvor stor masse is som avsettes på et standardlegeme per tidsenhet.

3.2.2 Kartlegge bruken av området

Hvordan og hvor mye et område blir brukt, er også av betydning for hvor stor risikoen for skader ved iskast blir. Ved utarbeidelse av risikovurderingen bør konsesjonæren derfor kartlegge hvem som bruker området, til hvilke aktiviteter og hvor disse aktivitetene foregår. Det er normal bruk av området som bør legges til grunn. Kommunen, grunneiere/rettighetshavere, lokale idretts- og turlag og andre brukere av området kan bidra med nyttig informasjon, og bør kontaktes som en del av dette arbeidet.

Erfaringer viser at den menneskelige aktiviteten i et område øker ved utbygging av vindkraftverk (Norconsult 2016). Dersom det planlegges tilrettelegging for friluftsliv og annen aktivitet i området i forbindelse med vindkraftverket, eksempelvis i form av parkeringsplass, utkikkspunkt, gapahuk m.m., bør økt bruk som følge av dette legges til grunn ved kartlegging av bruken av området.

3.2.3 Identifisere uønskede hendelser

Basert på kunnskapen om omfanget av ising i planområdet og hvordan området blir brukt, bør konsesjonæren utarbeide en oversikt over hvilke uønskede hendelser iskast kan medføre i anlegget. Dette inkluderer både personskader og materielle skader, eksempelvis på veier og bygninger.

En slik gjennomgang bør inkludere informasjon om hva slags skader iskast kan medføre og hvor sannsynlig det er at skadene vil inntreffe. Kunnskapen gjennomgangen er basert på og usikkerheten i kunnskapsgrunnet bør beskrives.

3.2.4 Definere akseptabel risiko og fastsette sikkerhetssoner

Iskast representerer et nytt faremoment ved ferdsel i nærheten av vindkraftverk, sammenlignet med situasjonen før vindkraftverket ble etablert. Som en del av risikovurderingen bør konsesjonæren ta stilling til hva som er akseptabel risiko for skade ved iskast i området. Dette innebærer å sammenligne den identifiserte risikoen med gitte akseptkriterier, og vurdere om og eventuelt hvilke tiltak som bør iverksettes.

Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB) har utarbeidet en veileder om kriterier for akseptabel risiko. I veilederen legges følgende prinsipp til grunn for fastsettelse av akseptable risiko fra ulike virksomheter: *den risiko som befolkningen utsettes for fra risikofylte virksomheter ikke skal være vesentlig sammenliknet med den generelle daglige risikoen i samfunnet (DSB 2012).*

I tråd med denne tilnærmingen anbefaler NVE at akseptkriteriet for iskast defineres som at iskast ikke bør medføre vesentlig økt risiko for skade for de som ferdes i området, sammenlignet med den daglige risikoen man utsettes for i samfunnet. Basert på dette bør konsesjonæren fastsette en sikkerhetssone rundt vindturbinene. I perioder med fare for iskast bør ferdsel og opphold innenfor sikkerhetssonen unngås.

4 Aktuelle tiltak

4.1 Formålet med tiltakene

Basert på den gjennomførte risikovurderingen, må konsesjonæren iverksette hensiktsmessige og tilstrekkelige tiltak for å håndtere risikoen for skader ved iskast. Tiltakene som gjennomføres bør stå i rimelig forhold til den identifiserte risikoen for skade. Formålet med tiltakene er å redusere risikoen for skade ved å bidra til at ingen oppholder seg innenfor sikkerhetssonen i perioder med fare for iskast.

Nedenfor gis en presentasjon av ulike tiltak som kan være aktuelle for å redusere risikoen for skade ved iskast. Hvilke forebyggende tiltak som er hensiktsmessig å gjennomføre, vil variere fra anlegg til anlegg. Konsesjonæren må derfor gjøre en konkret vurdering av behovet for tiltak i hvert enkelt tilfelle. Det kan også være behov for andre typer tiltak enn de som er nevnt nedenfor.

Konsesjonæren er selv ansvarlig for å ivareta sikkerheten i det enkelte prosjekt. I tillegg til tiltak rettet mot tredjeparter, må konsesjonæren utarbeide nødvendige rutiner og tiltak knyttet til HMS for ansatte i vindkraftverket i samsvar med gjeldende lover og regler.

4.2 Detaljplanlegging av vindkraftverket

NVEs isingskart, meteorologiske data og informasjon om bruken av området bør benyttes ved den detaljerte utformingen av vindkraftverket. Konsesjonæren bør vurdere om turbiner og veier kan plasseres på en slik måte at iskast ikke medfører risiko for skader ved ferdsel på nye og eksisterende veier, ski- og turløyper og utkikkspunkt m.m. Dette bør vurderes mot den teknisk-økonomisk optimale utformingen av vindkraftverket.

4.3 Skilt og varslingsrutiner

Et sentralt tiltak for å håndtere risikoen for personskader som følge av iskast i vindkraftverk er å informere om faren, slik at ingen oppholder seg nær en turbin i perioder med fare for iskast. Slik informasjon kan formidles på flere måter.

4.3.1 Fareskilt

Formålet med fareskilt er å varsle folk som ferdes i vindkraftverket om faren for iskast. I henhold til NVEs vilkår i konsesjonen (se figur 2), må konsesjonæren sette opp fareskilt ved atkomstveiene til vindkraftverket og ved eventuelle viktige turstier og skiløyper. NVE anbefaler at vindkraftkonsesjonærer benytter skiltmalen i vedlegg 1.

For at fareskiltene skal få den ønskede effekten og bli respektert av de som ferdes i området, bør budskapet formidles på en enkel og forståelig måte og skiltene ha en hensiktsmessig plassering og utforming. Konsesjonæren bør også vurdere å ta ned eller dekke til fareskiltene i sommermånedene og i perioder hvor det åpenbart ikke er fare for iskast. Ved hovedatkomsten til vindkraftverket kan det være aktuelt å supplere fareskiltet med en mer omfattende informasjonstavle. I noen områder kan det være hensiktsmessig med fareskilt på flere språk.

4.3.2 Lyd- og lyssignaler

Permanente fareskilt utgjør et kontinuerlig varsel om faren for iskast. Samtidig er det bare fare forbundet med å ferdes i området i perioder hvor det faktisk er is på turbinene. Noen steder vil disse periodene vare lenge av gangen, mens det andre steder vil være få og korte perioder i løpet av et år. For å gi en mer nyansert varsling til omgivelsene, kan konsesjonæren vurdere å supplere fareskiltene med lys- og/eller lydsignaler i de periodene hvor det er reell fare for iskast.

Det kan eksempelvis monteres gule lys på fareskiltene som lyser i de periodene hvor det kan være is på turbinen, og røde lys som blinker i perioder med særlig stor fare for iskast. Sistnevnte kan eksempelvis være aktuelt ved smelting eller oppstart etter avising/stans av turbiner. I perioder med særlig stor fare for iskast kan det også være et alternativ å supplere de permanente fareskiltene med mobile skilt med lys som kan settes opp ved behov.

Dersom vindturbiner blir stanset for avising eller for å håndtere risikoen for skader ved iskast, kan det også være hensiktsmessig å varsle med lydsignaler i forkant av at de startes opp igjen.

Ved bruk av systemer som lyd og lys bør konsesjonæren vurdere om eventuelle feil i systemet kan medføre en økt risiko sammenlignet med for eksempel kun bruk av fareskilt.



Figur 6: Eksempel på fareskilt som er supplert med lyssignal. Foto: Torvald Trondsen, Norkring.

4.3.3 Direkte varsling

I områder med høy menneskelig aktivitet i perioder hvor det kan være fare for iskast, kan det være hensiktsmessig med direkte varsling av brukerne. Slik varsling kan være aktuelt for grunneiere, turlag, skiforeninger, reindriftsutøvere og andre brukere som konsesjonæren har kjennskap til at benytter området. Konsesjonæren kan for eksempel benytte SMS eller en applikasjon for å gi beskjed til brukerne om når de ikke bør oppholde seg innenfor en gitt avstand til vindturbinene.

I tillegg til direkte varsling av etablerte kontakter, kan det være hensiktsmessig at konsesjonæren informerer i sanntid om perioder med særlig stor fare for iskast på sine nettsider, på kommunens nettsider, på lokale facebooksider og andre egnede steder. Kommunen, lokale idretts- og turlag, skoler og grunneiere kan være nyttige samarbeidspartnere for å videreformidle informasjon til brukere om perioder hvor opphold nær vindturbinene bør unngås.

Risikoreduksjon ved bruk av slik varsling bør vurderes mot samfunnskostnaden av å overkommunisere risikoen og skape frykt, slik at folk ikke begrenser sitt opphold i området mer enn det som er nødvendig.

4.4 Systemer til vindturbinene

Ved bruk av varslingsystemer, som for eksempel lys og lyd, må konsesjonæren ha informasjon om hvorvidt det er isdannelse på turbinene. For å vite om det blir dannet is på vindturbinene i isingsperioder, kan det være nødvendig med ulike typer systemer og installasjoner på vindturbinene.

Det finnes i dag flere typer systemer som kan registrere og måle mengden is som dannes på turbinblader og på toppen av turbintårnet. Isdannelse på turbinblader kan blant annet også identifiseres ved hjelp av systemer som analyserer endringer i bladets egenfrekvenser. Det foreligger imidlertid ingen systemer som med 100 prosent pålitelighet kan avdekke om det er is på vindturbinen eller ikke. Bruk av slike systemer kan suppleres med bruk av prognoser og registrering av meteorologiske data. Blant annet kan skyhøydemåler, siktmåler og isingsinstrumenter benyttes for å samle inn meteorologiske data. Slike instrumenter vil ikke oppdage ising på turbinen direkte, men ved hjelp av automatiske analyser av dataene kan det sendes varsel om mulig isdannelse på turbinene når det er sannsynlig at dette inntreffer.

4.5 Etablere forståelse for risikoen

For å redusere risikoen for skadehendelser som følge av iskast fra vindturbiner, er det viktig at de som ferdes i området forstår faren for iskast og respekterer den varslingen som er iverksatt. Konsesjonæren bør vurdere å supplere fareskilt og varslingsrutiner med god og relevant informasjon for å skape forståelse for den konkrete faren hos brukerne av området. Dette kan eksempelvis gjøres gjennom avisartikler i lokale medier, brosjyrer/informasjonsmateriell i lommeformat som kan distribueres, QR-koder eller linker på skilt og mer omfattende informasjonstavler ved hovedatkomsten til vindkraftverket. Informasjonen som gis bør gjentas systematisk i forkant av hver isingssesong og nå ut til ulike målgrupper. I noen områder kan det være hensiktsmessig med informasjon på flere språk.

Det er viktig at kommunikasjonen om risikoen formidles på en slik måte at mottakeren forstår budskapet, og blir motivert til å tilpasse sin adferd. Dette krever god dialog og tillit mellom konsesjonæren og brukerne. I områder som brukes mye, bør konsesjonæren tilrettelegge for involvering av brukere i vurderingen av hvilke tiltak som er hensiktsmessige for å håndtere risikoen, slik at interessenters behov kan ivaretas gjennom de tiltak som bli iverksatt.

Korrekt og effektiv informasjon om risikoen er også hensiktsmessig for å sikre at risikoen for skader ved iskast ikke overkommuniseres eller skaper frykt. Dette kan medføre at folk begrenser sitt opphold i området mer enn det som er nødvendig for å unngå skader.

4.6 Fysiske sikringstiltak og stans av vindturbiner

For å tilrettelegge for sikker ferdsel og opphold i området kan det i noen tilfeller være aktuelt med ulike fysiske sikringstiltak. Dersom det går skiløyper, snøscootertraseer, tur- og ridestier og lignende innenfor områder hvor risikoen ikke er akseptabel, bør disse legges om og merkes. Det kan også være aktuelt med midlertidige sperrebånd for å hindre ferdsel i perioder med særlig stor risiko for skader ved iskast. Andre eksempler på sikringstiltak kan være forsterkede tak på bygninger i utsatte områder og tak over parkeringsplasser og lignende for å hindre skader på utstyr og materiell.

Det kan også være aktuelt å stanse turbinene i perioder med særlig stor risiko for skader ved iskast.

5 Juridisk ansvar ved skadehendelser

5.1 Innledning

Dersom iskast fra en vindturbin forårsaker skader, kan dette medføre både privatrettslige og offentligrettslige konsekvenser for vindkraftkonsesjonæren. I dette kapitlet gis en kortfattet oversikt over hvilke konsekvenser brudd på konsesjonsvilkår kan medføre med hensyn til kontroll og reaksjoner fra NVE. Kapitlet inneholder også en oversikt over reglene om erstatningsansvar og straffansvar som kan få anvendelse etter en skadehendelse.

5.2 NVEs tilsyn og reaksjoner

NVE kan gjennomføre tilsyn i både anleggs- og driftsfasen. Dersom NVE avdekker avvik i vindkraftverket, eksempelvis at det ikke er satt opp fareskilt i tråd med konsesjonen, kan NVE reagere med ulike virkemidler.

NVE kan gi pålegg om retting eller ilegge konsesjonæren overtredelsesgebyr. I særlig alvorlige og spesielle tilfeller kan NVE trekke konsesjonen tilbake. NVE kan håndheve slike offentligrettslige krav selv om ingen er påført noen skade.

5.3 Erstatningsansvar

5.3.1 Innledning

Vilkår og krav om tiltak for å håndtere risikoen for skader ved iskast har som formål å hindre at det skjer alvorlige ulykker. Selv om konsesjonæren har gjort det som kan forventes og oppfyller alle offentligrettslige krav, kan ulykker likevel skje. Skadelidte kan da fremme krav om erstatning for sitt økonomiske tap mot vindkraftkonsesjonæren.

Konsesjonæren kan bli holdt erstatningsansvarlig for skader forårsaket av iskast i henhold til alminnelige erstatningsrettslige regler. Konsesjonæren kan bli holdt

erstatningsansvarlig av skadelidte for ulykker selv om alle offentligrettslige krav er overholdt.

Skadelidte kan fremme krav overfor den han mener er ansvarlig. Styremedlemmer, daglig leder eller aksjeeier kan også bli holdt erstatningsansvarlige, jf. aksjeloven § 17-1 første ledd. Dersom partene ikke kommer til enighet, kan saken bringes inn for domstolene til avgjørelse.

Det er tre vilkår som må være oppfylt for at det skal oppstå erstatningsansvar. Disse omtales kort nedenfor.

5.3.2 Ansvarsgrunnlag

For å bli erstatningsansvarlig for skader, må en part som hovedregel ha opptrådt uaktsomt. Det alminnelige ansvarsgrunnlaget i erstatningsretten er subjektiv skyld. Både aktive handlinger og unnlaterelser kan være uaktsomme og medføre et erstatningsansvar. Handlingen eller unnlaterelsen blir vurdert opp mot en norm for hva omgivelsene kan forvente av en alminnelig aktsom person på det aktuelle området.

I rettspraksis er det oppstilt noen momenter som benyttes for å vurdere om en part har opptrådt uaktsomt:

- Det tas hensyn til risikoen for skade. Desto større risikoen er, jo større krav stilles det til aktsomheten. Dersom et vindkraftverk eksempelvis ligger i et område som benyttes mye til friluftsliv eller det er kort avstand til tettbebygde strøk, vil det stilles strengere krav til aktsomheten enn for vindkraftverk i områder med liten menneskelig aktivitet.
- Det tas også hensyn til om skadeevnen har vært kjent for konsesjonæren. Hvor nærliggende var det for anleggseieren at det kunne skje en ulykke?
- Hvilke handlingsalternativer konsesjonæren hadde er også et viktig moment. Det legges vekt på om konsesjonæren kunne ha unngått skaden ved å iverksette tiltak.
- Hvorvidt konsesjonæren har oppfylt offentligrettslige regler, er også et moment i aktsomhetsvurderingen. Selv om konsesjonæren har oppfylt alle offentligrettslige krav, kan konsesjonæren likevel bli erstatningsansvarlig (Rt. 2002 s. 1283).

I tillegg til det subjektive ansvaret nevnt ovenfor kan eieren av et vindkraftanlegg etter omstendighetene bli holdt ansvarlig på såkalt objektivt grunnlag. Det vil si uten hensyn til egne feil eller forsømmelser. Gjennom rettspraksis er det etablert tre grunnleggende vilkår som må oppfylles: 1) det må foreligge en ekstraordinær risiko som vesentlig overstiger dagliglivets risiko, 2) det må dreie seg om uhell som er typisk for den aktuelle virksomheten og 3) risikoen for skade må være vedvarende. Det er for eksempel slått fast i rettspraksis at gårdeiere kan bli erstatningsansvarlig på objektivt grunnlag for skade forårsaket av nedfall av deler av bygningskroppen (Rt. 1939 s. 766, Rt. 1972 s. 965).

5.3.3 Økonomisk tap

For at det skal foreligge erstatningsplikt må skadelidte ha blitt påført en skade som har medført et økonomisk tap. Vilkåret om økonomisk tap vil i de fleste tilfeller være oppfylt ved skade på kropp, helse eller eiendeler.

5.3.4 Årsakssammenheng

Det må være årsakssammenheng mellom skaden og den skadevoldende handlingen eller unnlatsen for at hendelsen skal utløse ansvar. I noen tilfeller kan det være flere samvirkende årsaker og flere skadevoldere. Et eksempel kan være der en turoperatør tilrettelegger for ferdsel i planområdet uten å ta hensyn til faren for iskast, samtidig som konsesjonæren skulle ha varslet bedre.

5.4 Straffeansvar

5.4.1 Innledning

Etter energiloven § 10-5 er overtredelser av energiloven og bestemmelser eller pålegg gitt i medhold av loven straffebelagt. Det er politiet som etterforsker og påtaler straffbare forhold. NVE kan politianmelde brudd på kravene i våre vedtak etter en ulykke i et vindkraftverk som følge av iskast.

Politiet forfølger også brudd på straffelovens bestemmelser. Eiere og ansatte hos konsesjonæren kan bli strafferettslig ansvarlig selv om alle krav i NVEs tillatelser er overholdt, dersom det foreligger et straffbart forhold etter straffeloven. Straffbare forhold kan gi grunnlag for straffesak mot foretaket, styreleder, styremedlemmer, driftsselskap og ansatte/ansvarlige i driftsselskapet. Høyesterettsavgjørelsen i Rt. 2013 s. 312

(Takrassdommen) er et eksempel på straffeforfølgelse mot både foretak og enkeltpersoner med grunnlag i straffeloven etter at en isklump på omtrent 10 kilo falt ned fra taket på en bygård og rammet en person. Straffeloven § 280 har en strafferamme på fengsel inntil 3 år for den som «uaktsomt volder betydelig skade på annens kropp eller helse.»

Strafferammen for uaktsom forvoldelse av død er fengsel inntil 6 år, jf. straffeloven § 281.

5.4.2 Foretaksstraff

Straff kan ilegges foretaket i form av bot selv om ingen i foretaket har utvist skyld.⁴ Straffen mot foretaket kan komme i stedet for eller i tillegg til straff av enkeltpersoner i foretaket. I takrassaken nevnt ovenfor ble foretaket først dømt til å betale en bot på 2 millioner kroner i tingretten. Dette ble justert ned til 1,5 millioner kroner i lagmannsretten og i Høyesterett ble foretaket frifunnet under dissens.⁵ I en sak fra 2009 ble både gårdsselskapet og eieren av selskapet først dømt for uaktsomt drap, men senere frifunnet etter at deler av en gesims falt ned og forårsaket en tilfeldig forbi passerendes død (LB-2009-55987, LE-2015-182374).

5.4.3 Styreansvar

Styremedlemmene i selskapet som eier vindkraftverket kan bli strafferettslig ansvarlig for uaktsom forvoldelse av skade på kropp eller helse, jf. straffeloven § 280. Det er styrets plikter etter aksjeloven som er utgangspunktet for vurderingen. Styret må sørge for en

⁴ Foretaket kan straffes for anonyme og kumulative feil. Det vil si at man kan se på den totale uaktsomheten uten hensyn til hvem i selskapet som har vært uaktsom. I hvilken grad noen har utvist skyld er likevel et sentralt moment i vurderingen av om et foretak skal straffes, jf. straffeloven § 28.

⁵ To av fem dommere ville idømme foretaksstraff.

forsvarlig organisering av selskapet og at det utarbeides retningslinjer for arbeidet, jf. aksjeloven §§ 6-12 og 6-13.⁶

5.4.4 Driftsansvarlig

I de tilfeller der årsaken til skaden er uaktsomme unnlater eller handlinger fra driftsselskapet, eller ansatte i driftsselskapet, kan disse bli strafferettslig ansvarlige. I vurderingen av om det foreligger et avvik fra den forsvarlige handlemåte som medfører straffansvar ser domstolene blant annet på om offentligrettslige krav er overholdt og om handlingene er i tråd med bransjepraksis, jf. Rt. 2013 s. 312.

⁶ Se også Høyesteretts vurdering av styreansvar i Rt. 2013 s. 312 premiss 27 flg.

Referanser

Litteratur og presentasjoner:

Bredesen, R. E. og Refsum, H. A. (2015). *Methods for evaluating risk caused by ice throw and ice fall from wind turbines and other tall structures*.
http://www.vindteknikk.no/extension/media/271/orig/38_13_03_Paper_Bredesen_Methods_for_evaluating_risk_caused_by_ice_throw_.pdf (Lastet ned 16.10.2018).

Cattin, R. (2012). *Ice throw studies. Glütsch and St. Brais*. Foredrag på WinterWind-konferansen. <https://www.slideshare.net/WinterwindConference/ice-throw-reloaded-studies-at-guetsch-and-st-brais> (Lastet ned 16.10.2018).

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2012). *Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer. Kriterier for akseptabel risiko*. Tema 13.
https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/sikkerheten_rundt_anlegg_som_handterer_brannfarlige_reaksjonsfarlige_trykksatte_eksplosjonsfarlige_stoffer.pdf (Lastet ned 16.10.2018).

Energimyndigheten. (2017). *ICETHROWER – Kartläggning och verktyg för riskanalys*. Slutrapport. <http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?projectid=18386> (Lastet ned 16.10.2018).

Flage, R. (2017). *Risiko knyttet til iskast og isfall fra vindturbiner*. Notat til Norges vassdrags- og energidirektorat. Rapport – 2018/036.
<http://www.iris.no/publications/414551636/2018-036> (Lastet ned 16.10.2018).

IEA Wind. (2017). *Expert Group Study on Recommended Practices. 13. Wind Energy Projects in Cold Climates. 2. Edition 2017*.
<https://community.ieawind.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=8c9d6075-cf94-ffac-ff9d-6ca9b6601881&forceDialog=0> (Lastet ned 16.10.2018).

Norconsult AS. (2016). *Samfunnsmessige virkninger av vindkraftverk. En etterprøving av fire vindkraftverk*. Oppdragsnr.: 5153960.
<https://www.norconsult.no/contentassets/ebf62d613b214d1cb9b4c82d342952d1/samfunnsmessige-virkninger-av-vindkraft--en-etterproving-av-fire-vindkraftverk.pdf> (Lastet ned 16.10.2018).

Tammelin, B., Cavaliere, M., Holttinen, H., Morgan, C., Seifert, H. og Sääntti, K. (1996-1998). *WIND ENERGY PRODUCTION IN COLD CLIMATE (WECO)*. Finnish Meteorological Institute. JOR3-CT95-0014.
<https://pdfs.semanticscholar.org/203e/01c012a2d8366a76a20809326f78ccb7a674.pdf> (Lastet ned 16.10.2018).

Rettspraksis:

Rt. 1939 s. 766 (Gesimsdommen).

Rt. 1972 s. 965 (Mønepannedommen).

Rt. 2002 s. 1283 (Gårdsdamdommen).

Rt. 2013 s. 312. (Takrasdommen)

LB-2009-55987

LE-2015-1823

Vedlegg 1 – Skiltmal

NVE anbefaler at vindkraftkonsesjonærer benytter skiltmalen nedenfor for å varsle om faren for iskast. Utformingen av skiltet må tilpasses det enkelte anlegg.

Vi anbefaler at skilt ved hovedatkomstveier til vindkraftverk har bredde 120 cm.





NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

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

www.nve.no