

Forslag til rutiner for varsling ved fare for ising ved Gismarvik Vindkraftverk

01.07.2021



1. Formål

I godkjenning av MTA planen satte NVE krav om at konsesjonæren skal utarbeide forslag for rutiner for varsling av iskast i perioder med fare for dette. Slike rutiner må være godkjent av NVE før idriftsettelse av vindkraftverket. Rutinene skal utarbeides med utgangspunkt i NVEs veileder «Iskast fra vindturbiner». Dette dokumentet med forslag til rutiner for varsling er utarbeidet av Solvind Prosjekt på vegne av Gismarvik Vindkraft AS.

2. Generelt om ising og iskast

I alle norske vindkraftverk kan det i perioder dannes is på vindturbinene. Denne isen kan falle ned (isfall) eller kastes av roterende turbinblader (iskast). Uten hensiktsmessig varsling-, og tiltak mot isfall og iskast, kan dette medføre fare for person- eller materielle skader i nærheten av turbinene. Sannsynligheten for at en person treffes av iskast er veldig liten, men om det skjer kan skadeomfanget bli alvorlig. Det er så langt ingen kjente eksempler på personskader som følge av iskast fra vindturbiner¹.

Vindturbiner er utstyrt med sikkerhetssystemer som slår turbinen av hvis forholdene tilsier at det kan danne seg is på rotorbladene, rotoren blir dermed stående i ro i slike perioder. Is som måtte danne seg og falle av, vil derfor hovedsakelig treffe bakken rett under turbinen, eller i vindretning nær turbinen. Dersom det blåser mye, kan imidlertid isbiter transporteres lenger vekk fra vindturbinen før de treffer bakken. Mengden isbiter som treffer bakken avtar med økende avstand til en vindturbin.

Is på rotorbladene kan oppstå på flere måter:

- **Rimfrost** skyldes at fuktighet i luften legger seg på en overflate (rotoren) som har lavere temperatur enn omgivelsene. Rimfrost er lett snø lignende rim som lett ramler av som små snø korn.
- **Blåis** oppstår ved at underkjølt regn treffer rotorbladene. Dette skjer oftest når vindstyrken er moderat, og det underkjølte regnet kommer da i form av yr. Underkjølt regn fester seg godt til overflaten.
- **Tåkerim** ligner på blåis. Dette oppstår på vindsiden av konstruksjoner og kommer fra underkjølte dråper i tåken/skyene. Is legger seg på overflater som er-, eller blir nedkjølt til under 0 °C.
- **Våt snø** legger seg normalt ikke på rotorbladene, men kan gjøre det dersom det blir minusgrader like etterpå.

På oppdrag fra NVE har Kjeller Vindteknikk gjennomført en landsomfattende kartlegging av vindressursene over fastlands-Norge og havområdene utenfor. Kartene har en horisontal oppløsning på 1x1 km og gir også en god indikasjon for sannsynlighet for ising.

¹ IEA Wind 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=04b5c3d8-9a6f-7d9a-c1d6-aa848027ca1d> (15.04.2020)

Maksimal kastelengde av is fra en vindturbin er ifølge NVE sin veileder «Iskast fra vindturbiner» rotordiameter + navhøyde. Området som må hensyntas når man vurderer iskast er dermed en sirkel rundt turbinen med radius rotordiameter + navhøyde. Realiteten kan avvike fra denne tommelfingerregelen hvis terrenget er komplekst.

3. Ising i Gismarvik Vindkraftverk

3.1. Beskrivelse av anlegget

Planområdet for Gismarvik Vindkraftverk befinner seg i Haugaland Næringspark (HNP), Tysvær kommune, Rogaland. Per dags dato er næringsparken bare delvis utbygd, og turbinene vil plasseres som de første tiltak i sine områder av næringsparken.

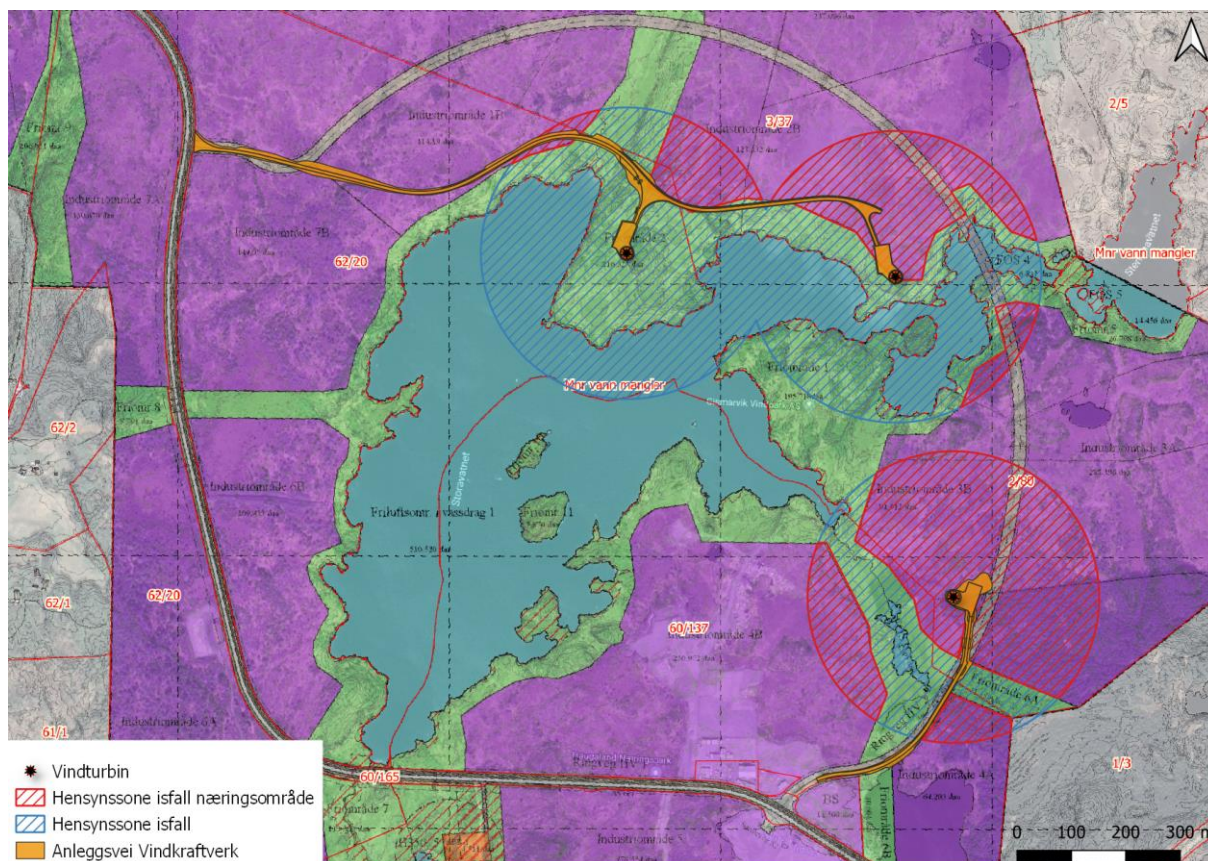
Gismarvik Vindkraftverk består av tre turbiner med 131 m navhøyde og 138 m rotordiameter. Dermed blir teoretisk maksimal iskast-lengde $131\text{ m} + 138\text{ m} = 269\text{ m}$. Dette betyr en **teoretisk** hensynssone på $0,67\text{ km}^2$. Derav er $0,26\text{ km}^2$ (38,8%) næringsareal og $0,41\text{ km}^2$ (61,2%) friluftsområde eller vann (Kart 1).

I leieavtalen med HNP er det fastsatt at «områdene [for vindkraftverk] skal omfatte en sone rundt hver vindmølle med en radius som grovt anslås til 200 m». Med gode systemer og rutiner for varsling av fare for ising er det etter tiltakshavers vurdering fullt mulig å etablere virksomhet nærmere vindturbinene enn 269 m, altså innenfor hensynssonen. Etablering i denne sonen vurderes ikke som risikofullt, særlig når risiko-senkende tiltak iverksettes (Forslag til tiltak er listet opp i avsnitt 3.2). Likevel er den som etablerer seg innenfor hensynssonen ansvarlig for å etablere de nødvendige avbøtende tiltak i samråd med tiltakshaver.

Iskart utarbeidet av Kjeller Vindteknikk på oppdrag fra NVE viser at ising kan forekomme i gjennomsnitt i ca. 26 timer per år på denne lokaliteten. Sannsynlighet for ising vurderes dermed å være meget lav (0,297% av året). Dette tilsvarer også observasjonene som ble gjort i løpet av perioden med vindmåling på stedet. I tillegg kan det tenkes at hyppighet med værforhold som tilsier risiko for ising avtar etter hvert på grunn av global oppvarming.

Turbinene er utstyrt med sensorer og styring som oppdager og håndterer ising fortløpende, utløser hensiktsmessig varsling, og slår av turbinene inntil isen er borte. **Dermed unngår man ukontrollert iskast** fra turbinene under slike værforhold. Likevel kan det skje at is faller ned fra rotorblader og maskinhus, men det kan sammenlignes med is som faller ned fra en kraftledning, sendemaster eller et bygg. Vind kan frakte is som faller ned fra turbinen et godt stykke, men muligheten er størst for at is faller på bakken under rotorbladene.

Ved ising skal vindturbinene parkeres i en bestemt posisjon for å redusere sannsynlighet for at en isbit treffer områder der folk oppholder seg oftest (veier).



Kart 1: Kart med hensynssoner for iskast (Målestokk 1:7 500). Det ble benyttet formel for maksimal observert kastelengde fra NVE sin veileder «iskast fra vindturbiner» (Maksimal kastelengde = $1.0 \times (\text{navhøyde} + \text{rotordiameter})$).

3.1.1. Bruk av området før nyetablering i hensynssoner

Per dags dato er området der turbinene plasseres regulert som næringsareal, men ikke utbygget. Vindturbinene blir det første tiltaket i denne del av industriparken. Dermed bygges veien for industriområdet samtidig med stikkveier fram til turbinene. Tiltakshaver er fra andre prosjekter kjent med at adkomstveier ofte brukes som tursti. Å gå på tur er mest aktuelt ved gode værforhold og ikke ved forhold som kan innebære risiko for ising, likevel kan det ikke utelukkes at folk ferdes i området når ising er mulig. I tillegg er adkomstveiene blindveier og tiltakshaver vurderer derfor at bruksfrekvens for disse vil være lav.

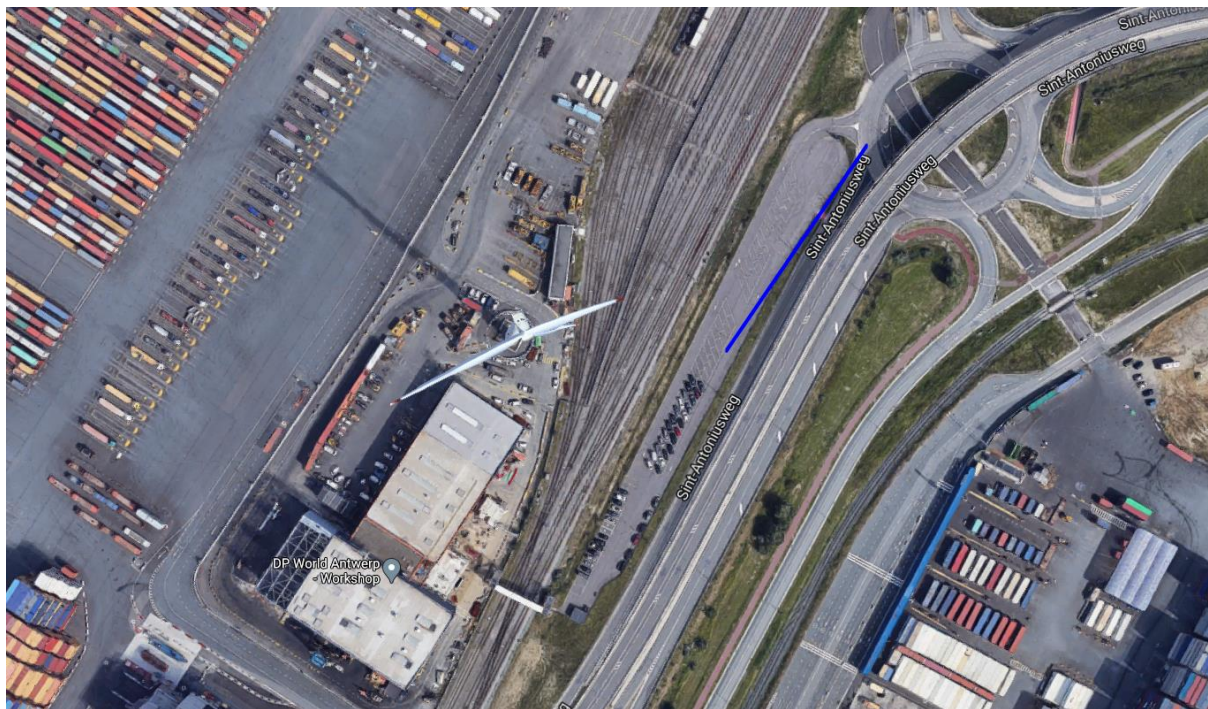
Det er avtalt med grunneier at det skal settes opp bom ved innkjørsel til vindturbinene for å hindre alminnelig motorisert ferdsel på anleggsveiene. Disse bommene senker bruksfrekvens, og dermed risiko enda mer.

Det er dermed vedlikeholds personell som vil være mest utsatt for mulig isfall. Disse er godt kjent med risiko og har innsyn i turbindata som også kan være til hjelp ved vurdering av risiko for ising og isfall før dem nærmer seg turbiner.

3.1.2. Bruk av området etter nyetablering i hensynssoner

Når det etableres nye virksomheter i hensynssoner rundt vindturbinene vil trafikk kunne øke, spesielt om morgenen og kvelden når folk drar til/fra jobb. Det forventes at de fleste som skal jobbe i HNP drar i bil til arbeidsplassen. Etablering vil også kunne føre til økt bruk av friområdene i industriparken. Likevel forventer tiltakshaver at friområdet brukes mest ved gode værforhold og dermed for det meste

uten risiko for isfall. Det er også mulig at utendørs arbeidsplasser etableres innenfor hensynssonen for ising. Ut fra dagens perspektiv er det umulig å forutsi i hvilken grad personer og/eller utstyr vil oppholde seg i hensynssonene rundt vindkraftverket i fremtiden. Etter tiltakshavers vurdering er det mulig å etablere virksomhet tett på turbinene ved bruk av nødvendige tiltak for reduksjon av risiko ved isingsforhold (se f.eks. Bilde 1).



Bilde 1: Vindturbin i Antwerpen havn tett på jernbane, vei, industribygg og lagringsareal.

Eventuelle nødvendige avbøtende tiltak skal tilpasses virksomheten som etablerer seg og i tett samarbeid med alle relevante aktører. Forslag til mulige tiltak er listet opp nedenfor.

3.2. Vurdering av risiko og avbøtende tiltak

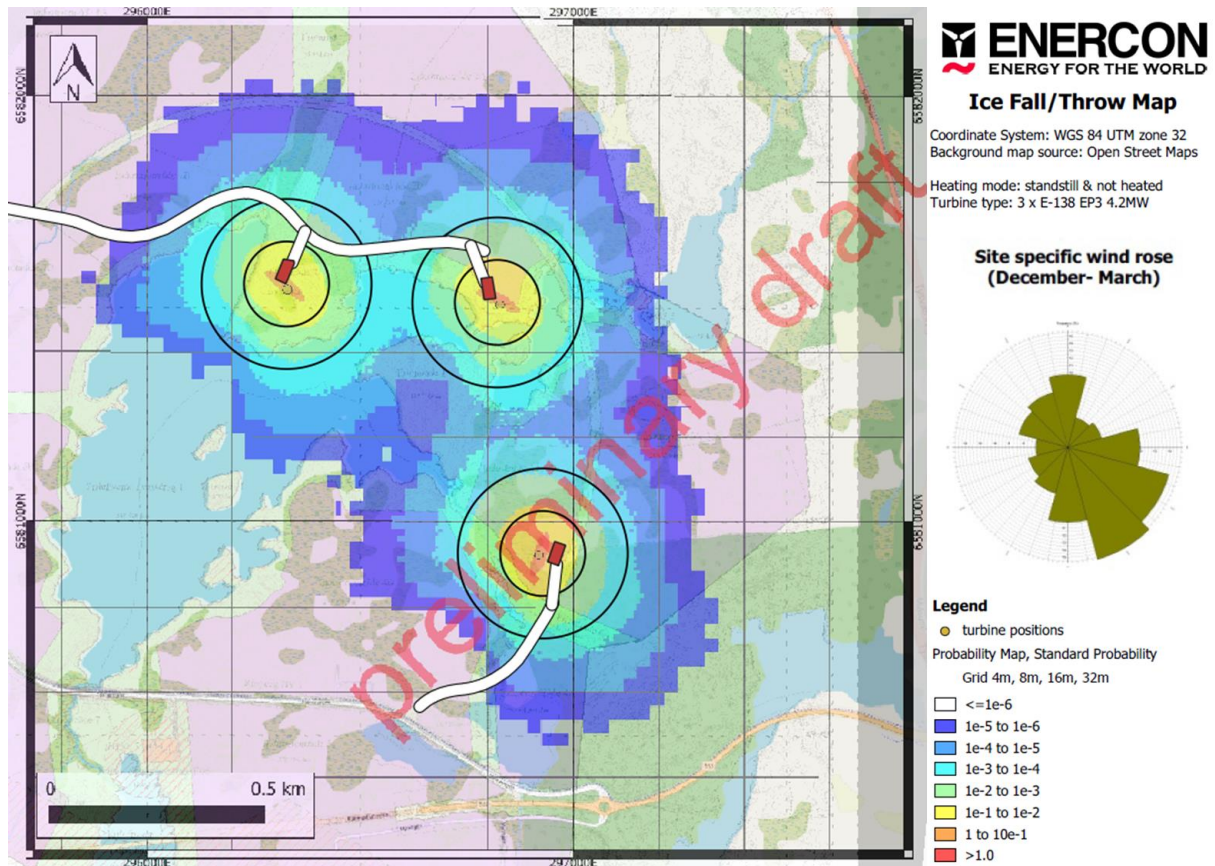
3.2.1. Vurdering av risiko

For å kvantifisere sannsynligheten for at en skadelig isbit treffer bakken ble en analyse utført av turbinleverandøren Enercon (Kart 2). Det pekes på at det **ikke er en risikoanalyse siden brukerfrekvens er ukjent**, men at risikoen er forventet å være svært lav siden det forventes en svært lav brukerfrekvens.

Ifølge TÜV Süd² er relevant treffområde til en gående person 0,04 m². Kart 2 viser treffssannsynlighet per kvadratmeter. Siden relevant treffområde bare er en tjuefemtedel av det, må sannsynligheten på kartet divideres med 25 for å få risiko for at en person som står i området i et år blir truffet av en skadelig isbit.

²https://www.energieland.hessen.de/infomaterial/windenergietechnik/Berechnungsmodell_Eiswurfgutachten-und-Risikobewertung-von-Eisfall.pdf

Sikkerhetsmatrisen i Tabell 1 ble benyttet for å vurdere om det kreves avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak er basert på NVEs veileder «Iskast fra vindturbiner» (5-2018), NVEs temarapport om iskast (57-2018), og en rapport fra TÜV Süd for en vindpark i Sør-Tyskland³.



Kart 2: Sannsynlighetskartet viser sannsynligheten for treff av is per år og kvadratmeter, for alle modellerte isstykker (isstykker med en vekt på mer enn 50 g). Sirklene rundt turbinene viser 100 m respektive 200 m radius rundt turbinen. Det skal påpekes at kartet ikke tar hensyn til oppholdssannsynligheten i området. (Målestokk: 1:15.000).

³https://www.uvp-verbund.de/documents/ingrid-group_ige-iplug-bw/BF6864C3-9E23-472C-BE43-F2CC356C516E/Analyse_Eisfall_Risiko_Langenbrander_Hoehe.pdf (15.04.2020)

Tabell 1: Sikkerhetsmatrise tilpasset etter pålitelighet.no⁴. Rødt krever alltid tiltak da forhold med høy risiko ikke kan aksepteres. Gule felt er en slags gråsoner hvor man i det minste må sikre seg at risikoen er redusert så mye som praktisk mulig og grønn krever ingen tiltak.

Konsekvens	
Ubetydelig personskaade	Skade med enkel førstehjelp og uten fravær
Mindre alvorlig personskaade	Skade som krever enkel behandling og fravær < 3 dager
Betydelig personskaade	Alvorlig skade som krever omfattende behandling og med fravær > 3 dager
Alvorlig personskaade	Død eller varige mén
Kritisk skade	Flere døde

Sannsynlighetsklasse		
Lite sannsynlig	Lite trolig at hendelse kan skje	< E1,00E-02
Mindre sannsynlig	10 -100 år mellom hver hendelse	1,00E-01 til 1,00E-02
Sannsynlig	5 -10 år mellom hver hendelse	2,00E-01 til 1,00E-01
Meget sannsynlig	1 - 5 år mellom hver hendelse	1,00E+00 til 2,00E-01
Svært sannsynlig	Mer enn 1 gang årlig	> 1,00E+00

Sikkerhet					
Sannsynlighetsklasse/ Konsekvens	Lite sannsynlig	Mindre sannsynlig	Sannsynlig	Meget sannsynlig	Svært sannsynlig
Kritisk skade					
Alvorlig personskaade					
Betydelig personskaade					
Mindre alvorlig personskaade					
Ubetydelig personskaade					

Hvis en isbit med >50 g treffer en person så fører det etter definisjonen i Tabell 1 til en alvorlig eller betydelig personskaade. Det betyr at man er i andre og tredje rad i Tabell 1. I følgende betraktning skal det antas at en isbit > 50 g fører til en alvorlig personskaade. Sannsynligheten bør betraktes i flere soner rundt hver vindturbin siden den avtar betydelig med økende avstand.

Sone 1 er direkte under turbinen med en sannsynlighet fra 1,00E+00 til 1,00E-01 isbiter/m² (oransje i Kart 2). For å ta høyde på at relevant treffområde til en person er en tjuufemtedel av en kvadratmeter deles denne sannsynligheten med 25. Sannsynligheten for at en person som står hele året innenfor sone 1 blir skadet er dermed 4,00E-02 til 4,00E-03 (Lite sannsynlig).

Sone 2 er gul i Kart 2 radius ca. 100 m rundt turbinen Sannsynligheten for at en isbit >50 g faller på bakken er angitt fra 4,00E-03 til 4,00E-04, dvs. «lite sannsynlig» ifølge Tabell 1. Sone 2 ligger derfor i det grønne arealet i Tabell 1.

Sone 3 omfatter arealet fra 100 til 200 m fra turbinen. Sannsynligheten for at en isbit >50 g faller på bakken er 4,00E-04 til 4,00E-05 (grønt) respektive 4,00E-05 til 4,00E-06 (turkis) i kart 2. Sone 3 ligger derfor i det grønne arealet i Tabell 1 og det kreves ingen tiltak. Denne sonen er omfattet av grunneieravtalen med HNP.

Sone 4 er arealet som ligger utenfor 269 m radius, og som ikke er omfattet av grunneieravtalen. Her er isfall teoretisk mulig, men svært usannsynlig (< 4,00E-07). Denne sonen faller også inn under det grønne arealet i Tabell 1, og det kreves ingen tiltak her.

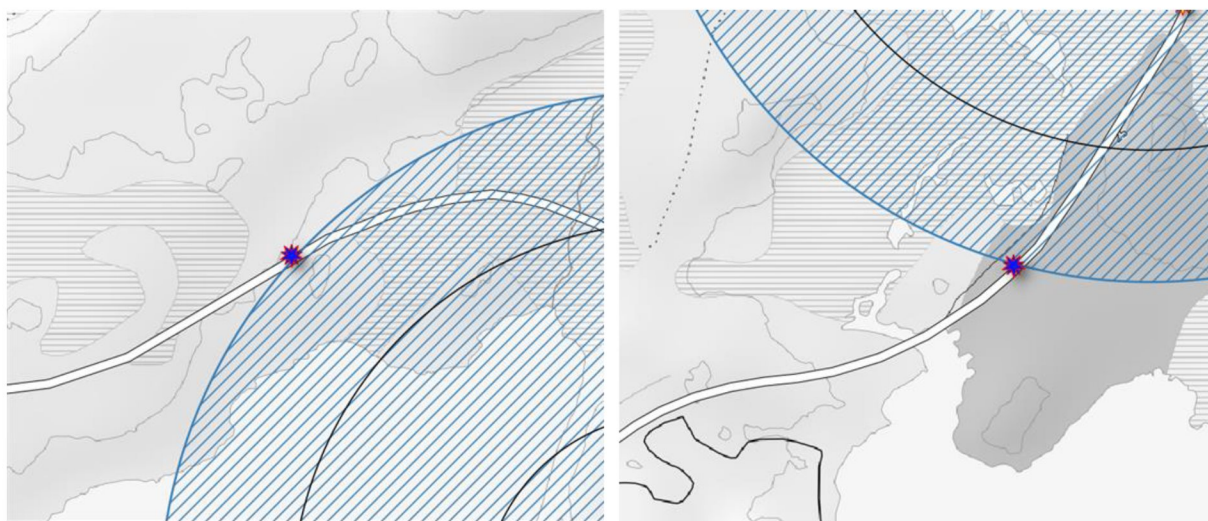
⁴ <http://pålitelighet.no/risiko> (15.04.2020)

3.2.2. Tiltak for å minimere Risiko

NVE anbefaler i dokumentene nevnt ovenfor å sette opp skilt som tiltak for å redusere risikoen for ulykker. Dette er også en anbefaling som står i TÜV rapporten. Dette gjelder spesielt gående og syklende. Det vil også være mulig å iverksette flere tiltak etter behov, et utvalg av disse er foreslått under punkt 3.2.4 under, til bruk som spesielle tiltak for situasjonen etter etablering av annen virksomhet innenfor hensynssonene.

3.2.3. Spesielle tiltak for situasjonen før etablering av virksomhet i hensynssonene

Det skal settes opp skilt ved sonegrensen til sone 4 (i ca. 269 m avstand til vindturbinen) for å varsle om at en beveger seg inn i teoretisk hensynssone for isfall (**Feil! Fant ikke referansekilden.**).



Kart 3: Kartutsnitt som viser tenkt plassering av skilt uten varsellys (blå stjerne). Skilt er plassert i mer enn 269 m avstand til turbinene (blå skravert område). Det skal plasseres 1 skilt ved de to turbinene nord for Storavannet siden hensynssonen til T1 og T2 overlapper (se Kart 1). Rekkefølge: Nord, Sør. Målestokk: 1:2.500.

For å sikre at mulighet for isfall på veiene er minst mulig skal turbinene parkeres i en bestemt posisjon hvis isfall er mulig. Parkposisjonene velges slik at de er parallelle med hovedveien.

Som nevnt ovenfor skal det settes opp bom ved begge avkjørsler fra eksisterende vei til vindturbinveiene så lenge det ikke er etablert annen virksomhet som skal nytte veiene. Dette hindrer folk i å ferdes med bil i området, men likevel er det fortsatt mulig for syklende og gående å komme seg inn i området. Basert på gjeldende standard i bransjen og risikovurderingen, er det ikke nødvendig med spesielle tiltak før det kommer nyetableringer innenfor hensynssonene. Det forventes svært lite turgåere og syklende i området i situasjoner der ising kan oppstå, men skilt vil informere om fare.

3.2.4. Spesielle tiltak for situasjonen etter etablering av virksomhet i hensynssonene

I de delene av næringsparken der det etableres vindturbiner finnes det foreløpig ikke noen annen næringsvirksomhet, men det jobbes for å etablere virksomhet i alle deler av næringsparken. Dermed vil det være sannsynlig at virksomhet etableres i områdene nær vindturbinene i løpet av vindkraftverkets konsesjonstid. Slik etablering kan gjøre det nødvendig å iverksette tiltak for å redusere risikoen forbundet med ising. Tiltak må da avstemmes med, og tilpasses behovet til næringsvirksomheten som etableres.

I tillegg til tiltak beskrevet under 3.2.3 kan en eller flere av følgende spesielle tiltak iverksettes:

- **Sette opp skilt med varsellys** som aktiveres når det er fare for isfall.
- **Konservativ programmering** for stans av turbiner pga. isingsfare:
 - Turbinstyring kan justeres så turbinen slås av ved lavere is-risiko enn med standard innstillinger.
- **Restart av turbin** etter is-stans skal bare kunne gjøres etter visuell vurdering (personlig eller med kamerasystem), eller **automatisk oppstart** er bare mulig med **konservativ innstilling**.
 - Vanligvis starter en turbin opp automatisk igjen etter at lufttemperaturen har vært over en satt grenseverdi over en definert tidsperiode. Det er mulig å utvide den tidsperioden, sette opp grenseverdien, eller deaktivere automatisk oppstart.
- **Parkeringsposisjon** (dreieretning) ved turbinstans grunnet isingsfare som er tilpasset omgivelsene (slik at isen ikke faller ned på veier etc.)
 - Risiko for isfall er størst rett under maskinhus og rotorblader
 - Turbinen stanser og dreier til en definert posisjon når fare for ising oppstår. Posisjonen velges slik at sannsynligheten for isfall på kritiske arealer er minst mulig.
- **Bygging av takkonstruksjoner** i risikosoner der menneskelig ferdsel 24/7 er strengt nødvendig.
- **Sende automatisk varsel** til utvalgte e-post adresser eller telefonnummer.
- **Sende informasjonsbrev** til bedrifter i næringsparken før hver vinter for å minne om sikkerhetsvarsling og nødvendige restriksjoner ved is-varsel.
- **Informasjonsmøter** jevnlig, og etter behov, med berørte aktører, bedrifter og interesserte.