

Nedisning av vindkraftverk. Rev 5

Enligt Elforsk rapport 08:46 är storleksordningen 70 procent av Sveriges yta som riskerar omfattande isbildning på vindkraftverk.

Man skiljer mellan avisningssystem ("de-icing systems") och anti-is system ("anti-icing systems"). Det finns flera tillverkare av vindkraftverk som idag erbjuder vindkraftverk med avisningssystem och/eller anti-is system.

Använda metoder för avisningssystem är alstring av värme från elektriska motståndselement eller applicering av kolfiberelement (electro-thermal heating elements) som fästs nära ytorna på rotorbladen och värmer dessa med hjälp av el i bladytorna eller från en värmefläkt som cirkulerar varmluft i kanaler inuti rotorbladen (warm-air circulation), detta system innebär att rotorn med rotorbladen måste stannas när avisningen sker. Avisningssystem är till för att ta bort is från turbinblad och fokuserar främst på framkanten av rotorbladen där det finns stor sannolikhet för primär isbildning men då isen där smält kan en sekundär isbildning uppstå, åter-frysning, på uppvärmda delar av rotorbladen. De nämnda systemen ökar el-genereringen vilket innebär att reglersystemet kan styra hur stor el-mängd skall tas från el-produktionen för att avisa bladen. Det kan till exempel vara meningslöst, det vill säga bortkastad el-energi, att försöka avisa med alltför låg effekt under pågående nedisning. Bättre kan då vara att vänta tills nedisningen upphört.

Anti-is system har som funktion att antingen försöka förebygga isbeläggning eller försöka senarelägga istillväxt på turbinbladen men det finns bara några genomförda fältförsök med förebyggande hydrofoba ytbeläggningar på rotorblad.

Samtliga avisningssystem och anti-is system är endast utvecklade för att minska produktionsförluster. Syftet med dessa system är inte att reducera säkerhetsrisker för iskast och det finns heller inga garantier för att riskerna för iskast reduceras. Notera också, att iskast, som är en farlig säkerhetsrisk, förekommer i stort sätt alltid under och efter varje avisningscykel. Oberoende av system så kommer man att under alla förhållanden med svår istillväxt troligen att vara tvungen att stoppa vindkraftverk för att avisa rotorbladen eller vänta tills det töar. Under de tider som vindkraftverk står stilla finns alltid risk för fallande is från vindkraftverk och när de startas upp igen finns alltid risk för iskast. Sammanfattande kan sägas, att på den kommersiella marknaden finns inte avisningssystem eller anti-is system som kan aktiveras innan isen fastnar på rotorbladen eller rotorblad med egenskaper där is inte kan fastna. Notera även, att tekniska system för "de-icing" och "anti-icing" inte kan och kommer inte heller att kunna uppfylla krav på säkerhetssystem, utan de är endast avsedda som produktionshöjande tekniska system. Årliga produktionsförlusterna på 20 procent har rapporterats.

Utdrag ur Svensk Vindkrafts artikel "Göran Ronsten* - Girighet skapar problem i kalla klimat".

Publicerad 2015-01-28

"Vad driver vindturbintillverkare att sälja standardverk till platser som är långt ifrån standard? Och exploitörer att låta uppföra och sälja standardverk på dessa platser. Vi vet nog alla svaret. Pengar. Girighet är dock sällan så lukrativt som handelshögskoleskämten "Greed is good!" antyder. Inte ens för tillverkare och exploitörer."

"Varför kunde då inte tillverkare och exploitörer vänta på att tillverkarna skulle erbjuda avisning?"

Två skäl är värda att nämna: Tillverkarna tjänade före finanskrisen i augusti 2008 mest på att sälja standardverk till standardplatser. Efter finans- och lånekriserna har det sedan tagit tillverkarna flera år att utveckla avisningssystem. Det är sannolikt fortfarande flera år kvar till dess att tillverkarna kan erbjuda tillräcklig avisningseffekt och funktionsgarantier."

"Andra utmaningar som nedisning på vindkraftverk i kalla klimat skapar gäller personsäkerhet, ljudalstring, högre elbalanskostnad och laster."

"Is som lossnar från blad, maskinhus och torn utgör en fara för såväl de servicetekniker som den allmänhet som befinner sig inom riskområdet. Vindkraftverk skiljer sig dock i detta hänseende inte från master, torn och andra höga byggnader varifrån is inom riskavståndet kan falla ned och uppnå gränshastighet; den hastighet ett föremål faller med då luftmotstånds- och gravitationskraften är lika stora."

”På senare tid har kravet på riskanalys ökat från en enkel, konservativ formel för riskavstånd; $1,5(D + H)$, där H är navhöjd och D turbindiameter, till mera avancerade beräkningar som tar hänsyn till topografi samt vindhastighet- och vindriktningsfördelningar.”

”Flera studier, baserade på såväl fältmätningar som modellberäkningar, har visat att ljudnivån från ett vindkraftverk vars blad nedisas kan öka med upp till 10 dB(A). Vintertid kan inversioner, och då speciellt i dalgångar under molnfri himmel, göra att ljudet inte dämpas lika väl som i normalatmosfären.”

”Frågan om nedisade vindkraftverk, vilka under övriga året uppfyller i tillstånd ställda ljudnivåkrav, skall få vara i drift dyker nu upp allt oftare. Vi lär lyckligtvis framöver, efterhand som allt fler tillverkare erbjuder avisning, sannolikt få uppleva att farhågorna kring iskast och höga ljudnivåer minskar. De kommer dock aldrig att helt kunna elimineras.”

”Produktionsersättningen för el från de två nordliga prisområdena är inte endast lägre på grund av begränsningar i överföringskapacitet till mera tätbefolkade områden, utan reduceras dessutom av den högre elbalanskostnad som nedisning skapar.”

”Långvariga laster på nedisade vindkraftverk hanteras idag inte av den standard, IEC 61400-1, som styr tillverkarnas dimensionering av vindkraftverk.”

”Mindre tillverkare kommer sannolikt att försöka förhindra att dimensioneringskraven ökar. Jag hoppas att de inte lyckas eftersom vindkraftverk som uppförs i Sverige rimligtvis bör vara dimensionerade för våra förhållanden.”

<http://svensk-vindkraft.org/goran-ronsten-girighet-skapar-problem-i-kalla-klimat/>

*Göran Ronsten, programkoordinator för Winterwind 2008-2015, på uppdrag av svensk Vindkraftförening.

Med högre vindkraftverk ökar risken för isbildning och isbeläggning

De områden där nedisning kan bli ett problem för vindkraften är nu större än vad branschen tidigare trott då nedisning kan förekomma även vid varmare klimat, då vindkraftverken blir allt högre. Det gör att fler turbiner kommer att tillbringa allt längre tid bland molnen, med mer isbildning som följd. Idag finns det svenska vindkraftverk i drift med närmare 200 meters totalhöjd, och verk på 240 meter projekteras. Risken för isbildning på turbinbladen är alltså ett problem som man måste räkna med på flertalet framtida, allt större, vindkraftverk. Även för de som står på platser där risken tidigare har bedömts som mycket liten.

Isbildning och isbeläggning på bl.a. vindkraftverkens rotor och rotorblad kan förutom att utsätta person och i förekommande fall egendom och husdjur för mycket farliga säkerhetsrisker också orsaka stora vibrationsproblem på grund av olika is påbyggnader på rotorbladen. Lokal isbildning, vibrationer och låg temperatur kan leda till rotorbladsbrott, förkortad livslängd på grund av materialutmattning och allvarliga skador på vindkraftverk, samtidigt som säkerhetsriskerna för personer, egendom och husdjur ökar om inte hela riskområdet runt vindkraftverket är inhägnat.

Det skall påpekas, att utmattningsbrott utgör ca 80 procent av alla strukturella haverier, dels beroende på att dagens beräkningsmodeller för konstruktion och livslängd baseras på statistisk data eller empiriska data genom definition av säkerhetsfaktorer och inte på förståelse av grundläggande brottmekanismer och de klimatiska förhållandenas påverkan framför allt i kallt klimat. Notera även, att sikten kan vara mycket dålig under den aktiva isbildningstiden och direkt dålig under snöstorms förhållanden.

OBSERVERA även, att det inte finns någon harmoniserad (maskinsäkerhets) standard för nedisning av maskinkonstruktioner för maskiner i kallt och isigt klimat/miljö. Den internationella standarden SS-ISO 12494 (”Nedisning av konstruktioner på grund av fukt i luften”) är inte någon harmoniserad europastandard (EN) för maskiner, utarbetat på uppdrag av Europeiska kommissionen och som har publicerat i den officiella EG-tidningen (OJ). Standarden är alltså inte relevant för vindkraftverk uppställda och i yrkesmässigt bruk i kallt och/eller isigt klimat/miljö. Utvecklingen av vindkraftverk i kallt och isigt klimat/miljö är fortfarande i ”prototypstadiet”, då nödvändig kunskap om de speciella förhållandena avseende maskinsäkerhet med ingående konstruktions och säkerhetstekniska lösningar fortfarande saknas.

Notera, att försiktighetsprincipen inte tillämpas för fastställandet av minsta riskområde/skyddsavstånd för utkastade föremål från vindkraftverk vid vindhastigheten 25 m/s och de utkastade föremålens utgångshastighet / periferihastighet då de lämnar rotorbladens spets på upp till ca. 90 m/s (324 km/h). Riskområdet/säkerhetsavståndet från ett vindkraftverk till omgivningen måste även anpassas till verkets totala höjd och dess placering. Ju högre upp i terrängen verket står, ju längre riskavstånd / större riskområde behövs.

International Energy Agency (IEA) uppger bl.a. i Task 19:s slutrapport, av 2.4.2009 – Utdrag

4.3 Key findings –4.5 Safety issues

5.2.5 Safety issues - Ice throw Safety: "No fallen ice chunks have been found further than 5 rotor diameter from the tower base of a wind turbine. The size of fallen ice chunks can be everything between few grams to several kilograms. **Thus, there is a clear need to protect the risk area**".

"Commercial de-/anti-icing systems not yet available for medium and severe icing conditions".

Elforsk report 12:13 Icing of Wind Turbines - Utdrag:

Summary

"There is a large need for more and better icing measurements, especially at wind turbine blades. Today's instruments are not reliable and accurate enough. As long as such instruments don't exist, large uncertainties remain in the understanding of icing on wind turbines in general and in the development of new wind turbine ice accretion models."

"There is a need for more detailed investigations on ice throw of wind turbines and the development of validated ballistic models which are able to determine the risk of ice throw at any planned wind farm."

4.4 De-Icing and Anti-Icing - State of the Art

"One thing which is common for this research field is that most of this work is done internally by manufacturers and therefore, only very little information about the technical specifications and the performance of these systems is available to the public."

De-icing

"Currently, it is not possible to predict icing turbine-specifically in order to start up de-icing systems before there is ice on the blades. Only after the detection of ice on the blades, the process of removing the ice can be started. **A preventive de-icing, which would then be anti-icing is not available today."**

"There are not yet any information of long term effects of heating systems on the blade structure of large wind turbines."

"As de-icing systems mostly focus on the leading edge of a rotor blade, there is a probability for secondary icing, i.e. the ice is melted but re-freezes on the unheated parts of the rotor blades."

Isbildningsförhållanden – än så länge ett mysterium. Publicerad: 2015-03-09 - Utdrag

"De metoder som finns idag räcker inte till för att ge trovärdiga siffror, menar Hans Bergström från Institutionen för geovetenskaper på Uppsala universitet."

"Det finns svårigheter i att mäta klimatologiska sammanhang då det krävs kanske tiotals år för att ens få ett sammanhang."

Det är viktigt att påtala, att risker för utkastade föremål finns oavsett årstid, bl.a. uppgavs i Statens Officiella Utredningar, SOU, 1999:75, "att det finns rapporter om att blad -/bladdelar lossnat och bultar samt isbitar har slungats iväg från vindkraftverk på mer än 300 m avstånd". Dvs. längre än 5 ggr rotordiametern eller navhöjden. Vid denna tidpunkt var navhöjden 60 m och rotordiametern 60 m, och totalhöjden var 90 m.

Trafikverkets underlag för tillämpning av 3–5 kap. miljöbalken och av plan- och bygglagen

Utgivare: Trafikverket.

Publikationsnummer: 2013:121.

ISBN: 978-91-7467-512-2.

- Utgivningsdatum: Oktober 2013

Vindkraftverkens säkerhet och riskavstånd - Utdrag

7.11 Master och vindkraftverk, sidan 128

7.11.1 Järnväg, sidan 128

• Avståndet mellan spårmitt och ett vindkraftverk bör vara minst vindkraftverkets totalhöjd (tornhöjd + halva rotorbladslängden) plus 20 meter. Avståndet bör dock alltid vara minst 50 meter.

• Hänsyn bör tas till risken för så kallade iskast, där is eller hårt packad snö slungas från rotorbladen. Elforsk rekommenderar i sin rapport 04:13 att riskavståndet kalkyleras med ekvationen $d = (D + H) \times 1,5$ där d är riskavstånd [m], D rotordiameter [m] och H navhöjd [m].

7.11.2 Väg, sidan 129, 130

• Avståndet mellan ett vindkraftverk och en allmän väg bör vara minst lika stort som vindkraftverkets totalhöjd (tornhöjd + halva rotorbladslängden), dock alltid minst 50 meter.

• Hänsyn bör tas till risken för så kallade iskast, där is eller hårt packad snö slungas från rotorbladen. Elforsk rekommenderar i sin rapport 04:13 att riskavståndet kalkyleras med ekvationen $d = (D + H) \times 1,5$ där d är riskavstånd [m], D rotordiameter [m] och H navhöjd [m].

Skrivelsen "Vindkraft - Arbetsmiljö och säkerhet" framtagen av Energimyndigheten, Arbetsmiljöverket, Boverket, Elsäkerhetsverket, Naturvårdsverket, Transportstyrelsen, Trafikverket och Försvarsmakten, daterad 2014-03-17- Utdrag

Bedöma risk för iskast

Som stöd för bedömningar av risk för iskast har Elforsk tagit fram en rekommendation om bedömning av riskavstånd vid risk för iskast i rapporten "Svenska Erfarenheter av vindkraft i kallt klimat, Elforsk rapport 04:13". Med riskavstånd menas här inom vilket avstånd från vindkraftverket det finns risk för iskast.

Riskavståndet vid risk för iskast bör enligt denna studie beräknas enligt följande formel: Riskavstånd = 1,5 x (rotordiameter + navhöjd). För exempelvis ett vindkraftverk som har en rotordiameter på 130 m och navhöjd på 150 blir skyddsavståndet 420 m.

Riskavståndet bör dock bedömas från fall till fall, utifrån den valda lokaliseringens förhållanden, bland annat utifrån de nedisningsförhållanden som kan förväntas på den aktuella platsen, hur ofta människor kan tänkas vistas vid verken och om det finns egendom som är särskilt känslig för skador.

Väg

Med tanke på säkerheten bör vindkraftverk i möjligaste mån placeras så att de anpassas till omgivande landskap och bebyggelse. Avståndet mellan ett vindkraftverk och en allmän väg bör vara minst lika stort som vindkraftverkets totalhöjd (tornhöjd + halva rotorbladslängden), dock alltid minst 50 meter. I områden där det finns risk för iskast måste även denna risk beaktas, vilket beskrivs i avsnittet "Bedöma risk för iskast" ovan.

Svenska erfarenheter av vindkraft i kallt klimat – nedisning, iskast och avisning.

Elforsk rapport 04:13. Utdrag ur sammanfattning, sidan 72:

Föreslaget riskavstånd vid risk för iskast från roterande verk enligt Seifert's ekvation:

$$d = (D + H) \times 1,5$$

Räkneexempel: $d = (130 + 150) \times 1,5 = 420$ meter.

Motsvarande riskavstånd är för stillastående aggregat (fallande is) Seifert's ekvation:

$$d = v \cdot ((D/2 + H) / 15)$$

Räkneexempel: $d = 25 \cdot ((65 + 150) / 15) = 358$ meter

Räkneexempel: $d = 30 \cdot ((65 + 150) / 15) = 430$ meter

Vindkraftverkens driftområden är vanligtvis 4 - 25 m/s.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om maskiner – AFS 2008:3 (som släppts ut på marknaden efter 29 dec. 2009). För maskiner som släppts ut på marknaden före 28 dec. 2009 gäller Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 1993:10 – Maskiner och andra tekniska anordningar.

Definitioner - Utdrag

4 § I dessa föreskrifter avses med ”maskin” de produkter som är förtecknade i 1 § a–f.

”b) riskområde: ”varje område inom eller omkring en maskin där en persons hälsa eller säkerhet kan utsättas för risk”.

Bilaga 1 till AFS 2008:3 – Maskiner

Grundläggande hälso- och säkerhetsprinciper på konstruktion och tillverkning av maskiner. - Utdrag:

“3. De grundläggande hälso- och säkerhetskrav som fastställs i denna bilaga är tvingande.”

“1.1.2 Principer för integration av säkerheten”

“b) Vid valet av lämpligaste metoder ska tillverkaren eller dennes representant tillämpa följande principer i nedan angiven ordning:”

“– Risker ska så långt möjligt undanröjas eller minskas (säkerheten integreras redan på konstruktions- och tillverkningsstadierna).”

“– Nödvändiga skyddsåtgärder ska vidtas för sådana risker som inte kan undanröjas.”

Ex. på risker som inte kan konstrueras bort på vindkraftverk är rotor och rotorblad, som inte kan byggas in eller kapslas in.

Kommentar: Arbetsmiljöverkets föreskrift “Skyltar och signaler” AFS 2008:13 anger bl.a. att risker undanröjs bäst genom tekniska eller organisatoriska skyddsåtgärder t.ex. inkapsling eller inhägnad_samt att det inte heller är meningen att skyltar ska prioriteras framför andra skyddsåtgärder.

“– Information ska ges om kvarvarande risker som beror på otillräcklighet i de skyddsåtgärder som vidtagits samt om särskild utbildning krävs och om personlig skyddsutrustning behöver tillhandahållas.”

1.4 KRAV PÅ EGENSKAPER HOS SKYDD OCH SKYDDSANORDNINGAR

1.4.1 Allmänna krav - Skydd och skyddsanordningar skall

– ”vara robust tillverkade”,

– ”sitta stadigt på plats”,

– ”inte ge upphov till någon ytterligare riskkälla”,

– ”inte lätt kunna kringgås eller sättas ur funktion”,

– ”placeras på tillräckligt avstånd från riskområdet”,

– ”i minsta möjliga mån begränsa överblicken över produktionsprocessen”, och

– ”möjliggöra att nödvändiga arbeten för installation och/eller utbyte av verktyg samt för underhåll kan utföras, genom att begränsa tillträde till det område där arbetet skall utföras, om möjligt utan att skyddet måste avlägsnas eller skyddsanordningen sättas ur funktion”.

”Dessutom skall skydd om möjligt skydda mot att material eller föremål kastas ut eller faller samt mot utsläpp som alstras av maskinen”.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av arbetsutrustning AFS 2006:4 - Utdrag

”Definitioner 2 § - I dessa föreskrifter avses med Riskområde”:

”Område inom arbetsutrustningen eller i dess omgivning, där utrustningen kan medföra risk för ohälsa eller olycksfall för någon som helt eller delvis uppehåller sig där.”

Användning av arbetsutrustning, AFS 2006:04 : Bilaga A - Tekniska krav

A 2.13 Skydd och skyddsanordningar - Utdrag

”En arbetsutrustning skall ha skydd eller skyddsanordningar om det finns någon olycksrisk vid kontakt med rörliga eller på annat sätt farliga delar. De skall hindra tillträde till riskområdena eller stoppa farliga funktioner innan någon når riskområdena.”

Olika typer av lagar och rättsakternas hierarki:

EU:s lagstiftning är indelad i primärrätt och sekundärrätt. Primärrätten (fördragen) ligger till grund för all EU-verksamhet. Sekundärrätten (förordningar, direktiv och beslut) bygger på fördragets mål och principer.

- EU-förordningar har allmän giltighet. En EU-förordning som har trätt i kraft gäller direkt och likadant i alla medlemsländer som en del av den nationella lagstiftningen. Det brukar kallas för att en förordning är direkt tillämplig

- EG:s/EU:s nya metodens produktdirektiv som maskindirektivet nu införd, med exakt den kravnivå som finns i direktiven från EG/EU, i Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2008:3 - Maskiner och som vid konflikt gäller före EG:s/EU:s minimidirektiv som bl.a. införlivats i Miljöbalken (MB) och i Plan- och Bygglagen (PBL) med stöd av MB.
- EG:s/EU:s minimidirektiv
- Nationell lagstiftning och/eller nationell rättspraxis

En av de principer som EU-domstolen har lagt fast i sin praxis och som efter inträdet i EU binder svenska regelgivare innebär, att nationella regler inte får strida mot EU-rätt.

OBSERVERA, att den ansvariga kontroll, tillsyns och marknadskontrollerande myndigheten för produkten/maskinen vindkraftverk som tagits i drift, Arbetsmiljöverket (AV), ännu inte genom ett relevant skriftligt brev svar, besvarat undertecknads grundläggande och kompletterande fråga enligt nedan i ärendet 2014/111495, angående skrivelserna ”Kompletterande fråga till Arbetsmiljöverket av 2015-01-18 och ”Arbetsmiljöverkets MEDDELANDE av 2015-08-28”

Undertecknad kräver härmed, och ännu en gång, att få nedanstående fråga omgående klart och entydigt besvarat genom skriftligt brev svar av Arbetsmiljöverket, med anledning av att myndigheten bevisligen ännu inte besvarat (underlåtit att besvara) följande kompletterande fråga: **”Uppfyller endast varningsskyltning framför inhägnad, dvs. användning av industristängsel och grindar, säkerhetskrav för att få CE - märka och ta i drift / i bruk vindkraftverk i enlighet med MD:s Bilaga 1, punkt 1.3.1 (”Risk för förlust av stabilitet”), 1.3.2 (”Risker för brott under drift”), 1.3.3 (”Risker orsakade av fallande eller utkastade föremål”) och punkt 1.1.2 (”Principer för integration av säkerheten”) då det finns kvarvarande risker för riskområdet som beror på otillräcklighet i de skyddsåtgärder som tillverkaren inte kunnat undanröja pga., att vindkraftverkets rotor och rotorblad inte kan byggas in eller kapslas in?”**

P.S.:

Med beaktande av ovanstående, utgå inte ifrån, att CE-märkta vindkraftverk på uppställnings- och driftplatser uppfyller de relevanta och presumtiva grundläggande (väsentliga) kraven för CE-märkning!

Kontrollera att, andra anläggningar än byggnader, som respektive vindkraftverk, inte påverkar omgivningen med fara för hälsa och säkerhet eller innebärande betydande olägenheter på annat sätt (2 kap 9 § PBL) och att respektive vindkraftverk också uppfyller miljöbalkens (MB:s) portalparagraf, 1 kap 1 §, punkt 1, dvs. kravet att människor hälsa skall skyddas mot skador och andra olägenheter med beaktande av MB:s hänsynsregel/hjälpregel 2 kap. 3 § som anger, att bästa möjliga teknik skall användas vid yrkesmässig verksamhetsutövning. Bästa möjliga teknik har inte används för vindkraftverkens riskområden då endast varningsskylt (ar) för iskast har satts upp i stället för användning av billiga industristängsel och grindar. Risk för utkastade föremål från roterande vindkraftverk finns alltid, oavsett årstid.

Låt med beaktande av ovanstående verksamhetsutövaren eller den som ansvarar för vindkraftverkets (ens) drift bevisa, att vindkraftverken uppfyller samhällskraven dvs, att vindkraftverkens konstruktioner bl.a. är stabil (a) och har nödvändig (a) samt varaktig (a) hållfasthet (er) och säkerhetsfunktioner.

Arbetsgivarens/verksamhetsutövarens ansvar: En arbetsgivare/verksamhetsutövare får endast ta i bruk och använda maskinen, vindkraftverk, om den bl.a. minst uppfyller grundläggande (väsentliga) hälso och säkerhetskrav i enlighet med relevanta EU – produktdirektiv med stöd av de lägsta krav, ”The State of the Art”, som föreskrivs i tillämpliga harmoniserade standarder samt Arbetsmiljöverkets föreskrift, AFS 2006:04 – ”Användning av arbetsutrustning”.

Arbetsgivaren/verksamhetsutövaren har också det slutliga ansvaret för maskinens säkerhet enligt Arbetsmiljölagens 3 kap. 8 §, oavsett om vindkraftverk är CE-märkta eller ej.

2016-03-24

Claes-Erik Simonsbacka

Säkerhetssakkunnig ingenjör