

Rapport om

# **Afstandskrav mellem vindmøller og veje og jernbaner**

**20. december**

By- og Landskabsstyrelsen  
20. december 2010



## **Indhold**

### **Indledning**

### **Baggrunden for arbejdet**

### **Gældende bestemmelser og praksis**

Isnedfald og havari

Visuelle forstyrrelser

### **Risikovurderinger**

### **Planlægning for vindmøller**

### **Samlet vurdering**

### **Anbefalinger**

### **Bilag**

## Indledning

Den 28. maj 2010 blev der indgået en aftale mellem Regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti og Socialistisk Folkeparti om etableringen af et nationalt testcenter for store vindmøller i Østerild Klitplantage i Thy. Aftalen rummer udover etableringen af et testcenter en række konkrete tiltag, hvoraf denne rapport er udmøntningen af arbejdet i den tværministerielle arbejdsgruppe om afstandskrav mellem vindmøller og veje og jernbaner.

Arbejdsgruppens formål og opgave er beskrevet i et kommissorium, der har været forelagt forligskredsen.

Ifølge kommissoriet for gruppens arbejde er formålet

1. at beskrive det eksisterende krav og grundlag for udmeldingen
2. at beskrive erfaringer fra andre lande for placering af vindmøller langs overordnede veje og jernbaner, er der regler og retningslinjer eller ikke, og hvis hvordan er de udmøntet
3. at inddrage den nyeste ekspertviden inden for området
4. at fremkomme med anbefaling om de fremtidige regler og retningslinjer med henblik på mulighederne for at reducere afstandskravet yderligere både for så vidt angår afstandskravet på 1,7 gange møllernes totalhøjde og reglen om minimum 250 meter fra overordnede veje, herunder forslag til hvordan dette krav udmeldes til kommunerne

Kommissoriet er vedlagt denne rapport som bilag.

I arbejdsgruppen er følgende ministerier repræsenteret: Transportministeriets departement, Vejdirektoratet og Banedanmark, Klima- og Energiministeriet ved Energistyrelsen og Godkendelsessekretariatet ved Risø DTU og Miljøministeriet ved By- og Landskabstyrelsen (Formand).

Der har været afholdt 4 møder i arbejdsgruppen. Derudover har der været afholdt et møde med eksterne parter fra KL, DN, Vindmølleindustrien, Danmarks Vindmølleforening og Risø DTU

På baggrund af bidrag fra arbejdsgruppens deltagere og de eksterne interessenter har By- og Landskabsstyrelsen sammenfattet gruppens arbejde i denne rapport.

## Baggrund for arbejdet

Gennem en årrække har Vejdirektoratet for statens overordnede veje henholdt sig til mindsteafstanden på 4 x møllehøjden svarende til planmyndighedernes anbefalinger i forhold til boliger. Møller kunne placeres nærmere, hvis det var nødvendigt iht. kommunens vindmølleplanlægning og skete efter konkrete vurderinger. Mindsteafstanden indgår i de statslige udmeldinger til amternes og senere kommunernes planlægning. Senest den statslige udmelding til kommuneplanlægningen 2009.

Siden sommeren 2009 har Banedanmark anvendt samme afstandskrav som Vejdirektoratet, da man umiddelbart vurderede, at Vejdirektoratets overvejelser om sikkerhedshensyn ved overordnede veje var relevante for jernbanen. Tidligere administrerede Banedanmark ud fra et afstandskrav på møllens totalhøjde plus ti meters ekstra buffer.

På baggrund af energiforliget 2008 kontaktede Miljøministeriet Transportministeriet, som i februar 2010 fremsendte et forslag til ny formulering af kravet om en generel mindsteafstand mellem vindmøller og veje og jernbaner.

Efter at have forhørt sig hos udenlandske vejbestyrelser og i Danmark kunne Vejdirektoratet finde belæg for en generel reduceret mindsteafstand til veje på 1,7 gange møllens totalhøjde af hensyn til nedblæsning af isstykker. Denne mindsteafstand blev medtaget i den statslige udmelding til kommuneplanlægningen for 2009. For at undgå distraktion af trafikanterne er der desuden etableret et mindste afstandskrav på 250 meter. Derved søges det undgået, at der generelt planlægges risiko for nedblæsning af isstykker og med roterende vindmøllevinger placeret langs vejene med risiko for, at de optræder som distraherende bevægelig baggrund for forankørende trafik, skilte og signaler.

Vejdirektoratet administrerer i dag efter disse mindsteafstande, der for så vidt angår afstanden på 1,7 gange møllehøjden er baseret på en tysk udredning.

I tilknytning til drøftelserne om Østerild-projektet blev der stillt spørgsmål til begrundelsen for disse afstande, og der blev efterlyst en vurdering af mulighederne for at mindske dem yderligere.

## **Gældende bestemmelser og praksis**

Det fremgår af Vindmøllelovens § 5 stk. 1, at kommunerne ved planlægning af vindmøller skal vurdere møllernes forhold til andre tekniske anlæg i det åbne land, dvs. også i forhold til overordnede veje og jernbaner. Af lovens vejledning fremgår, at unødige gener og risici for trafikanterne skal undgås. Reglerne er således udtryk for en afvejning af hensynet til trafikanternes sikkerhed ved placering af vindmøller og behovet for opstilling af vindmøller.

Vejdirektoratet administrerer vejforhold ud fra Vindmøllelovens regler således i forhold til kommunernes planlægning, at møller der placeres længere væk end 250 meter og 1,7 gange møllens totalhøjde generelt ikke vil kræve en særskilt nærmere planlægningsmæssig vurdering af konkrete vejhensyn på den specifikke vejstrækning, mens møller som søges placeret inden for de nævnte afstande eller i vejens sigtelinje, som udgangspunkt vil kræve konkret planlægningsmæssig vurdering af, placeringen, herunder konkrete vurderinger, der godtgør, at der ikke vil være problemer for trafiksikkerheden.

Forslaget om at udmelde en generel mindsteafstand til kommuneplanlægningen ved planlægning af nye store vindmøller begrundes dels i hensynet til, at isstykker fra vingerne ikke skal kunne ramme kørende biler og i øvrigt genere trafikken, og dels ønsket om at minimere risikoen for distraktion af trafikanterne pga. visuelle effekter som følge af at møller placeres i vejens sigtelinje og nær vejen kan optræde som bevægelig baggrund for skilte, vejvisning og kørende trafik.

Disse to risikofaktorer: visuelle forstyrrelser og isnedfald/havari er afgørende for arbejdsgruppens samlede vurdering af, hvorvidt de gældende mindsteafstande kan tænkes reduceret yderligere.

Det skal her understreges, at arbejdsgruppen i overensstemmelse med kommissoriet kun har forholdt sig til jernbaner og overordnede vejanlæg, som forslaget til en reduceret generel udmelding vedrører.

### **Isnedfald og havari**

Is, der dannes på vingerne, vil under særlige vindforhold nogle få dage om året kunne blæse af større vindmøller, og falde ned på nærliggende veje med risiko for at ramme trafikanterne. Et

generelt afstandskriterium er derfor fastsat af Vejdirektoratet af hensyn til trafikanternes sikkerhed og trafikafviklingen.

Vejdirektoratet har ved fastsættelse heraf taget udgangspunkt i den tilgængelige viden på området, som har bestået i udenlandske undersøgelser, herunder en tysk redegørelse, som dog bygger på data fra ældre møller med overvejelser om sikkerhedsafstande ved isnedfald og eventuelle afværgeforanstaltninger på møller. (jf. vedhæftede bilag), hvor afstandskriterierne er fundet til 1,3 og 1,9 gange møllens totalhøjde for hhv. en stående og en kørende vindmølle ved 20 m/s.

Vejdirektoratet har vurderet, at isstykker fra møllevinger på standsede møller i stormstød (f.eks. 25 ms.) ikke kan udelukkes at kunne blæse ud i en afstand på 1,7 gange møllens totalhøjde, og denne vurdering er grundlaget for den nuværende gældende mindste afstand. For møller med totalhøjde på f.eks. 150 og 135 meter svarer dette til afstande på henholdsvis 255 og 230 meter.

Ved det fastlagte afstandskrav har Vejdirektoratet i øvrigt forudsat, at risikobidraget for isnedfald fra en vindmølle i drift er af mindre betydning, som følge af muligheder for stop af møllen i tilfælde af ubalance pga. overisning. Endvidere er forudsat, at risikoen for nedfald på veje af dele fra vindmøller i forbindelse med havari af møller placeret længere væk end ovennævnte afstande er af mindre betydning end risikoen for nedfald af isstykker.

Energistyrelsens vindmøllegodkendelsessekretariat Risø DTU har oplyst, at nye vindmøller forudsættes konstrueret således, at det ved opstilling af møller i nærhed af f.eks. veje og boligbebyggelser ikke er sikkerheden af vindmøllekonstruktionen, der er afgørende for fastsættelse af afstandskrav. Energistyrelsen har i øvrigt peget på, at der bør opstilles konkrete risikoacceptkriterier ud fra vurdering af konsekvenserne af de enkelte hændelser i forhold til det samlede risikobillede.

Det fremgår af den tyske redegørelse, at de beregnede eksempler er baseret på en beregningsmodel udviklet af Seifert mfl., der har foreslået følgende simplificerede model til bestemmelse af en "risikocirke" for isnedfald fra vindmøllevinger for en vindmølle i drift:

$$d = (D + H) \times 1.5$$

hvor  $D$  er rotordiameter og  $H$  er navhøjde. For en mølle med 150 meter totalhøjde og  $D = H = 100$  meter, vil sikkerhedsafstanden  $d$  (radius i "risikocirklen") blive 300 meter. For en tilsvarende 100 meter høj mølle er afstanden ca. 200 meter.

For en stillestående vindmølle foreslås formlen  $d = V (D/2 + H) / 15$ , til bestemmelse af maksimal afstand for isnedfald, hvor  $V$  er vindhastighed i navhøjde i m/s, hvor  $D$  og  $H$  indsættes i meter.

De anførte formler bør dog kun bruges som et første bud i forbindelse med planlægning tæt på veje og lignende, hvor der kan være risiko for isnedfald, og det anbefales, at der udføres mere detaljerede beregninger.

Det skal endvidere bemærkes, at disse simple modeller ikke indeholder risikoanalyser, hvor der tages hensyn til bl.a. sandsynlighed for overisning, usikkerhed på længde og retning af isnedfald, størrelse af isfragmenter og fordeling af vindhastigheder. For Danmark kan der normalt forventes 2-7 overisninger pr. år, i forhold til sydtyske områder med 15-30 og over 30 i bjergene.

Det er derfor nødvendigt at kombinere de ovenfor nævnte beregninger for hvor langt is kan kastes med risikovurderinger, hvor relevante sandsynligheder indregnes.

## Visuelle forstyrrelser

Førere af køretøjer hviler ifølge Vejdirektoratet sædvanligvis synet på vejforløbet et godt stykke foran køretøjet. Jo større hastighed jo længere fremme hviler øjet og i et indsnævret synsfelt. Ved eksempelvis 100 km/t tilpasser trafikantens øje sig et synsfelt omkring vejens forløb på en ca. 40 graders vinkel, og øjet søger hvile på vejforløbet omkring 600 meter foran køretøjet. Det betyder, at større synlige elementer i landskabet i vejens nærmeste omgivelser indenfor de nærmeste 200-250 meter til hver side af vejen, som ses 600 meter fremme vil ligge indenfor førerens synsfelt.

En vindmølle med en rotordiameter på 90 meter placeret ca. 250 meter fra vejen vil ligge på grænsen til at optræde i førerens synsfelt. Ved større hastigheder indsnævres synsfeltet, således at dets grænse ligger nærmere de 200 meter ude til siden. Ved en lavere hastighed på 80 Km/t hviler førerens syn ikke så langt fremme på vejen, og elementer i landskabet i vejomgivelserne ud til omkring 300 meter vil opleves i førerens synsfelt i vejens forløb.

Generelt vil såvel vejtype, kørehastighed som den aktuelle mølletype få betydning for konkret sikkerhedsvurdering af de visuelle forhold på en given vejstrækning. Afhængigt af vejens aktuelle forløb, og om vejens nærmeste omgivelser visuelt dækker for møllen, vil vindmøller placeret langs vejen kunne opleves som baggrund for trafikken og vejforløbet.

Dette kan ifølge Vejdirektoratet være særligt opmærksomhedskrævende i trafiksituationer på strækninger, hvor førerens opmærksomhed bør være fuldt rettet mod f.eks. hastighedsskift, indfletning, krydsningsområder, færdselstavler og signaler placeret over vejen eller i dennes rabatereal. Ved linjeføringen af vejanlæg tages der i vid udstrækning højde for de visuelle forhold for at skabe så sikre veje som muligt.

Ud fra generelle betragtninger om trafikantens nærmeste visuelle omgivelser vurderer Vejdirektoratet det derfor relevant allerede i planlægningsfasen at udmelde, at møller ikke søges placeret nærmere overordnede veje end 250 meter, såfremt ikke særlige forhold i vindmølleplanlægningen taler for det. De 250 meter er baseret på Vejdirektoratets vurderinger og erfaringer med disse forhold og er i øvrigt uafhængige af møllestørrelse.

På baneområdet er situationen uafklaret. Af forsigtighedshensyn har Banedanmark valgt at følge Vejdirektoratets udmelding for så vidt angår vindmøllers afstande til veje. De foreløbige undersøgelser tyder dog ikke på, at de samme forhold gør sig gældende på baneområdet som på vejområdet.

## **Risikovurderinger**

I sidste ende vil det være en politisk vurdering, hvilke uheldsrisici man vil acceptere for et teknisk anlæg herunder for vindmøller. Der er i den forbindelse behov for, at der opstilles konkrete risikoacceptkriterier ud fra en vurdering af konsekvenserne af de enkelte hændelser i forhold til det samlede risikobillede.

### **Danske vurderinger**

I Danmark er i 2008 og 2009 foretaget risikovurderinger i forbindelse med udskiftning af eksisterende vindmøller med nye vindmøller i samme område. Både risici fra isnedfald og fra vindmølledele i forbindelse med havari er medtaget.

Den anvendte metode bestemmer dels maksimale kasteafstande og dels sandsynligheden for, at en person, som opholder sig indenfor nedfaldsområdet, rammes af en vinge/vingedel i en given afstand fra vindmøllen. Sandsynlighederne beregnes for både afkast af en hel vinge og for afkast af den yderste tredjedel af vingen. De maksimale kasteafstande og sandsynligheder for at dele af

møllevingerne ved evt. havari rammer en person, der befinder sig indenfor nedfaldsområdet, estimeres ved 3 forskellige hastigheder af vingetippen (vingespidsen).

Imidlertid er vurderingerne baseret på gamle informationer om svigtrater af vindmøller og ekstrapolationer af kastelængder af vindmølledele baseret på beregninger på gamle vindmøller (fra 1983). De beregnede kasteafstande på 300-400 meter svarer til, at sandsynligheden for, at dele af vindmøllerne ved evt. havari rammer en person, som befinder sig indenfor nedfaldsområdet, er større end  $10^{-6}$  per år. Et sikkerhedsniveau på  $10^{-6}$  per år benyttes også i andre sammenhænge, men er ikke et 'officielt' acceptkriterium. Det skal yderligere bemærkes, at nye moderne vindmøller generelt kan antages at have et højere sikkerhedsniveau end gamle vindmøller bl.a. pga. bedre sikkerhedssystemer.

I vurderingen af vindmøllers afstande til veje mv. er det ikke alene nedfald på et enkelt punkt, som skal vurderes, men nedfald på et helt areal. I tilfælde af nedfald på veje mv. vil der således være tale om en situation, hvor den pågældende vejstrækning skal afspærres i en bestemt tidsperiode, samt at det nedfaldne vil befinde sig på vejarealet indtil det fjernes. Jo større del af vejen der befinder sig inden for nedfaldsområdet, jo større vil sandsynligheden være for at nedfald vil kunne medføre afspærring af vejen.

I beregningerne skal indgå den årlige sandsynlighed for hel eller delvis svigt (havari) af hele vindmøllen eller hel / delvis vingesvigt. Sådanne data er indsamlet for ældre typer af vindmøller, og sandsynlighederne for havari vurderes derfor at være konservative for nye vindmøller med et systematisk vedligeholdelsesprogram. Endvidere har alle nyere vindmøller indbygget sikkerhedssystemer, der bedre end de gamle beskytter vindmøllerne mod 'overspeed', og derfor må forventes at have en lavere sandsynlighed for havari. Der foreligger dog ingen (offentligt tilgængelige) data, der dokumenterer dette og som kan benyttes til at fastlægge svigtrater for moderne vindmøller.

Ved at kombinere ovennævnte oplysninger kan bestemmes afstande fra vindmøllerne med samme summerede årlige sandsynlighed ( $10^{-5}$  og  $10^{-6}$ ). Disse afstande er således radius i konturcirkler med samme årlige sandsynlighed. Radius i konturcirklerne er i risikovurdering ved opsætning af vindmøller på Avedøre Holme bestemt til ca. 250 meter og 375 meter for henholdsvis  $10^{-5}$  og  $10^{-6}$  konturcirkler.

En årlig sandsynlighed på  $10^{-6}$  svarer til et risikoniveau, der ofte bliver anvendt ved generelle risikovurderinger som et acceptabelt niveau. Til sammenligning kan nævnes at sikkerhedsniveauet i de danske bygningsnormer svarer til en formel sandsynlighed for svigt på  $10^{-6}$  og  $10^{-5}$  for normal sikkerhedsklasse.

I Avedøre-projektet er der også foretaget en risikovurdering for konsekvenserne af overisning af vindmøllevingerne. Den maksimale kasteafstand for evt. isnedfald for en 3-5 MW vindmølle (totalhøjde op til 150 m) er estimeret til 250 meter og 285 meter ved vindhastigheder på 13 m/s og 25 m/s. Estimerterne er dog også her behæftet med stor usikkerhed.

### **Udenlandske erfaringer med risikovurderinger**

I Holland er der udgivet en vejledning i risikovurdering af vindmøller, hvor man benytter de samme principper som i de danske beregninger, jfr. ovenfor. I risikoberegningerne anvendes kastelængder bestemt ved forskellige tiphastigheder, og disse kombineres med oplyste svigtsandsynligheder for helt eller delvist havari. Disse sandsynligheder er baseret på data fra svigt af vindmøller fra før 2000.



For Ontario, Canada er der beskrevet anbefalinger vedr. risikovurdering for konsekvenser af isnedfald og svigt af vindmølevinger. I rapporten beskrives grundlæggende samme fremgangsmetode til vurdering af risikoen i forbindelse med helt eller delvist havari, som beskrevet i den hollandske håndbog. Det understreges i de canadiske anbefalinger, at svigtraterne anført i den hollandske håndbog er alt for store for moderne vindmøller, uden at der dog angives svigtrater for moderne vindmøller.

#### **Udenlandske erfaringer med afstandsbestemmelser**

Det er begrænset, hvad der kan hentes af erfaringer om krævede generelle mindsteafstande fra andre lande. Selv for de lande, hvor der er sket en vis udbygning med vindmøller, gælder typisk nogle vejledende afstande som grundlag for konkrete vurderinger.

Vejdirektoratet, som samarbejder med udenlandske vejbestyrelser, søgte i 2009 at få belæg for, om andre lande har særskilt generelle regler eller retningslinjer om mindsteafstande for møller. Bl.a. ville man gerne vide, om sådanne afstande er udmeldt som mindsteafstande særskilt for møller, om de hænger sammen med samtidige konkrete sikkerhedskrav til møllerne i forhold til vej- og banetrafikken, og om afstandskrav afhænger af andre konkrete vurderinger, fx af trafik og vejforløb. Vejdirektoratet vurderer, at oplyste mindsteafstande ikke i sig selv tager tilstrækkelig højde for at undgå udslyngning af is og mølledele ved møllehavari eller risiko for distraktion af føreren pga. roterende møllevinger i trafikbilledet. Af tilbagemeldingerne fremgår, at vindmøller generelt betragtes på lige fod med andre bygværker, og opførelse af vindmøller reguleres som udgangspunkt udenfor vejlovgivning. I øvrigt tager man overvejende stilling fra sag til sag. Dog synes minimumsafstande, som angives i svarene, at afspejle et ønske om tilstrækkelige arbejdsarealer og sikkerhed i tilfælde af, at en mølle vælter.

Der synes således ikke at være vished for, at de forskellige udenlandske regler og afstandskrav – og fravær af samme – udelukker, at der kan være risiko for, at f.eks. is fra overisede vinger på vindmøller placeret nær overordnet vej vil kunne udblæses på kørebanen, eller at risikoen herfor vil være at betragte som negligeabel.

Vejdirektoratet har i 2009 modtaget tilbagemeldinger fra Irland, Belgien (Flandern), Finland (veje), Sverige (Vägverket, Järnvägar), Holland, Tyskland (Bundesministerium, Baden-Württemberg, Land Brandenburg, Eisenbahn-Bundesamt) og Storbritannien (Highways Agency, Energi). Der er ikke modtaget tilbagemelding fra Frankrig, Østrig, Belgien (Wallonien), Norge og Schweiz. De indhentede oplysninger fra 2009 er suppleret med oplysninger fra arbejdsgruppen og Danmarks Vindmølleforening i 2010 og bringes i en samlet oversigt nedenfor.

#### Tyskland (Vejdirektoratet)

Forbundsrepublikken: Den tyske "Hovedlandevejslov" omhandler bygninger og andre konstruktioner, hvor byggeafstande til vej er: 40 meter langs motorveje, og 40-100 meter kræver myndighedsgodkendelse. 20 m langs hovedlandeveje, og 20-40 meter kræver myndighedsgodkendelse. Der skal i øvrigt ske konkret vurdering.

Baden-Württemberg: Redegørelse om risiko for nedblæsning af isstykker og anbefaling af sikkerhedsafstand udenfor vejens byggelinje (hhv. 20, 40 og 100 meter) på op til 400 meter afhængigt af møllestørrelser og eventuelle afværgeforanstaltninger.

Brandenburg: Henviser til byggelovens generelle bestemmelser. Et dekret af 29. maj 2009 fra Ministeriet for infrastruktur og Planlægning handler om at delagtiggøre vejmyndigheden i bygge- og miljømyndighedernes godkendelsesprocedure for vindmøller. Vurderingshensyn: vildtbroer, rasteplasser, udbygningshensyn, sikkerheds- og fremkommelighedshensyn, isafkast, distraktion, og mere. Der skal ske konkret vurdering.

Eisenbahn-Bundesamt: Af hensyn til isafkast og vingebud skal holdes en afstand på 2 gange rotordiameteren. Ved risiko for turbulens op til 3 gange rotordiameteren fra køreledninger.

#### England (Vejdirektoratet)

Afstand til overordnet vej for store møller bør være 1 x møllehøjde + 50 m – af hensyn til isnedfald eller kollaps.

Visuelle distraktioner fra møller vurderes på samme måde som reklamer i åbent land og bør minimeres. Det bør sikres, at møllerne kan ses på afstand og i god tid når man kører. Spatial Planning Advice Note 12/09 er Highway Agency's (HA) guide for bedste praksis. Den gælder alene for England og kun for veje administreret af HA. Alle møller kræver plantilladelse og skal godkendes af den lokale planmyndighed. Planning Policy Statement (PPS) 22 er national (UK) politik. PPS22, Companion Guiden, giver en række praktiske anvisninger.

#### Irland (Vejdirektoratet)

Har iflg. oplysninger til Vejdirektoratet ikke lovgivning eller tilsvarende vedrørende placering af vindmøller nær veje.

#### Spanien (Energistyrelsen)

Ingen nationale krav til mindsteafstande. Afstande reguleres af de enkelte regioner. Typisk afstand er 100-200 meter, beregnet som 1,5 x møllehøjde

#### Sverige (Vejdirektoratet)

Ifølge Vägverket er der endnu ikke fastsat særskilte krav for placering af vindmøller i forhold til veje. Iht. Boverkets vindkraftshåndbog (som vedrører plan og byggeloven) skal afstanden mellem veje og vindmøller være mindst 50 meter, dog mindst 1 x møllens totalhøjde uanset vejtype. Samme gælder for jernbane. Der skal i øvrigt ske konkret vurdering.

#### Polen (Danmarks Vindmølleforening)

Der er ingen faste grænser. Det er op til de lokale myndigheder at stille krav om eventuelle grænser, der typisk er fra 100 op til max. 150 m for 1,5 -2 MW møller.

#### Belgien – Flandern (Vejdirektoratet)

Mindst 30 meter til motorvejens/motortrafikvejens færdselsareal (1 meter fra kronekant) til møllen. Undtagelsesvis ned til 10 meter efter konkret vurdering. Der administreres efter samme regler som for bygninger og andre konstruktioner. Der administreres efter Kgl. Dekret fra 1958 om motorveje og et nyere sæt retningslinjer fra The Town and Country Planning Department udarbejdet i samarbejde med The Public Roads Department iflg. det til Vejdirektoratet tidligere oplyste.

#### Belgien – Wallonien (Danmarks Vindmølleforening)

1 x møllehøjde

#### Holland (Danmarks Vindmølleforening)

Afstandskrav på 1 x rotor diameter, dog min. 30 m. ved særlige risikoanalyser afstandskrav på op til 1 x møllehøjde.

#### Frankrig (Danmarks Vindmølleforening)

Ingen specifik lovgivning. Generel anbefaling ved motorveje (og for alle typer anlæg/bygninger mv.) om afstand på 100 m. ved særlige risici.

### Holland (Vejdirektoratet)

Der skal altid ske en konkret vurdering i det enkelte tilfælde

### Finland (Vejdirektoratet)

Vindmøller nær veje behandles efter samme regler ("hovedlandevejsloven") som gælder for bygninger og andre konstruktioner. Det er placering ikke nærmere end 20 meter fra nærmeste vejbanemidte, i særlige tilfælde kan der bygges nærmere eller kræves en afstand på op til 50 meter. Vurderingshensynene er væltning af mølle, udslyngning af is, tab af møllevinge, møllehavari, færdselsens tarv iflg. det til Vejdirektoratet tidligere oplyste.

## **Planlægning for vindmøller**

Kommunernes placering af nye vindmøller skal ske i kommuneplanlægningen på baggrund af en samlet afvejning af mange forskellige interesser og faktorer, og bestemmelserne i gældende bekendtgørelser og cirkulærer skal udmøntes. Det gælder bl.a. for "Cirkulære om planlægning for og landzonetilladelse til opstilling af vindmøller" nr. 9295 af 22. maj 2009.

Ifølge Vindmøllecirkulæret planlægger kommunerne for møller på land med en totalhøjde på 150 meter eller derover, og møller skal fortrinsvis opstilles i grupper. Der skal holdes en mindsteafstand til nabobeboelse på 4 gange totalhøjden, med mindre der er tale om husstandsmøller, der kun er op til 25 m høje.

Vindmøllecirkulæret skal på samme tid skabe grundlag for en bæredygtig udbygning med vindmøller og sikre, at der i planlægning og sagsbehandling tages hensyn til nabobeboelse, natur, landskab kulturhistorie og jordbrugsmæssige interesser. Desuden skal møllers forhold til andre tekniske anlæg i det åbne land vurderes.

Af vejledningen til cirkulæret fremgår, at *"..... det bør overvejes, om der ud fra sikkerhedsmæssige hensyn også bør fastsættes mindsteafstande i forhold til overordnede veje og jernbaner, således at utilsigtede gener og unødige risici kan undgås for trafikken"*. Om skyggekast står bl.a., at *"Endvidere kan det anbefales at vurdere, hvorvidt placeringen af vindmøller vil give skyggekast på jernbaner og overordnede veje, således at gener og unødige risici undgås"*.

Til brug i planprocessen i kommunerne udarbejder Miljøministeriet hvert fjerde år en oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen, således at kommunerne gennem den fysiske planlægning kan bidrage til at afbalancere de samfundsmæssige interesser i arealanvendelsen.

I vejledningen til cirkulæret henvises til den statslige udmelding "Oversigten over statslige interesser i kommuneplanlægningen – 2009", hvor det fremgår *"at placeringen af vindmøller skal tage hensyn til trafikken og trafiksikkerheden på de overordnede og vigtige veje, således at vindmøller ikke placeres nærmere vejen end 4 gange møllens totalhøjde, og således at vindmøllerne ikke placeres i vejens sigtelinje, hvis det vurderes at kunne fjerne trafikanternes opmærksomhed fra vejen og dens forløb"*. Vejdirektoratet har i foråret 2010 reduceret denne afstand til 1,7 x møllehøjden, dog minimum 250 meter. .

Kommunerne skal i deres kommuneplanlægning udpege arealer til vindmøller, og der må i kommuneplanerne kun tilvejebringes rammer for lokalplanlægningen for vindmøller, der er udpeget dertil i kommuneplanens retningslinjer for arealanvendelsen. Lokalplanen skal således indeholde bestemmelser om møllernes placering, antal, mindste og største totalhøjde og deres udseende.

Kommunens planlægning for vindmølleområder indledes med en scoping i henhold til miljøvurderingsloven og en idefase. På dette tidspunkt er der mulighed for at pege på, at der kan være problemer for trafikikkerheden, hvis møllerne placeres op til vejen, og det må afklares, hvad der skal foretages af undersøgelser og vurderinger i det videre projekt. Det er her, man kan få nytte af en mindsteafstand til møller (på f.eks. 250 meter) som en zone for, hvor der skal foretages konkrete vurderinger.

På grundlag af scopingresultater, miljøvurderinger og indkomne bemærkninger udarbejdes kommuneplanforslag med retningslinjer, der udlægger arealer til vindmøller. Efter offentlighedsfase mv. kan forslaget vedtages af kommunalbestyrelsen, og herefter kan en bygherre, et vindmøllelaug eller andre søge om at realisere et projekt for etablering af en eller flere vindmøller i et af de udlagte områder.

På grundlag af bygherrens anmeldelse gennemføres en screening, hvor det vurderes, om projektet er VVM-pligtigt, dvs. om der skal udarbejdes en Vurdering af Virkning på Miljøet, eller om der blot kan gives en landzonetilladelse. Der skal udarbejdes VVM-redegørelse for alle projekter, der omfatter møller med en totalhøjde på mere end 80 meter eller en gruppe med mere end tre møller.

VVM-redegørelsen skal bl.a. omfatte en beskrivelse af projektets virkninger på mennesker, fauna, flora, jordbund, vand, luft, klima, landskab, materielle goder samt kulturarv. Desuden vil det være her, at man skal inddrage eventuelle sikkerhedsforhold i forbindelse med møllernes placering op til en vej. Processen startes med en idefase, hvor potentielle problemer kan påpeges.

Planforslag og VVM-redegørelse fremlægges i offentlig høring og diskuteres eventuelt på borgermøde. Ændres forslaget til lokalplan eller projektet ikke, kan kommunalbestyrelsen vedtage kommuneplantillægget og lokalplanen for vindmølleprojektet endeligt og give en VVM-tilladelse.

## **Samlet vurdering**

Den gældende danske praksis for afstand mellem vindmøller og veje på 1,7 x møllehøjden, dog minimum 250 meter, der er foreslået udmeldt af Vejdirektoratet må indtil videre betragtes som Vejdirektoratets "bedste bud" på det foreliggende grundlag. De 1,7 x møllehøjden, dog minimum 250 meter, er udregnet af Vejdirektoratet på basis af tilgængelig viden om blandt andet isnedfald fra vindmøller. Den generelle afstand på 250 meter er baseret på Vejdirektoratets erfaringer med visuelle effekter fra vindmøller o.l.

Som det fremgår af Vejdirektoratets redegørelse (se bilag), betragtes arealet indenfor mindsteafstanden, som en zone, hvori vindmøller kun kan/bør opstilles, hvis det kan godtgøres, at de ikke er i konflikt med trafikikkerheden.

Mindsteafstanden på 1,7 x møllehøjden er som nævnt i redegørelserne baseret på tyske beregninger. Risø DTU vurderer, at disse beregninger er forenklede, og at det vil være nødvendigt at gennemføre mere avancerede beregninger baseret på datamateriale fra de nyeste møller, for at få et grundlag for en ændret mindsteafstand.

Der bør endvidere gennemføres en afvejning af risikoen ved en formindsket sikkerhedsafstand før en konkret udmelding om en eventuel reduktion af vindmøllers afstand til veje kan anbefales.

I forhold til afstanden til jernbaner må det konstateres, at Banedanmark ikke finder grundlag for at opretholde de i 2009 fastsatte retningslinjer.

## **Anbefalinger**

**Det anbefales**, at Vejdirektoratet præciserer over for kommunerne, at der for den nuværende sikkerhedsafstand ikke er tale om et forbud for planlægning af vindmøller indenfor 1,7 x møllens højde dog minimum 250 meter, men at der er tale om en planlægningszone, hvori der skal foretages konkrete vurderinger.

**Det anbefales**, at der arbejdes med en styrket vejledning af kommunerne på forholdet omkring vindmøllers afstande til veje og jernbaner. Det kan konkret ske ved at VVM vejledningen til kommunerne skærpes på vindmølleområdet, så det tydeliggøres, hvilke krav der stilles til en VVM redegørelse, for møller der ønskes opsat indenfor en udmeldt sikkerhedsafstand.

**Det anbefales**, at der senest juni 2011 udarbejdes et sæt nye retningslinjer for afstande til jernbaner på baggrund af Banedanmarks udmeldinger i arbejdsgruppen. Disse retningslinjer vil indgå i den ovenfor nævnte afrapportering til forligskredsen.

**Det anbefales**, at der nedsættes en arbejdsgruppe bestående af Transportministeriet (formand), Klima og Energiministeriet og Miljøministeriet, med henblik på en eventuel revision af de nuværende afstandskrav for møllers placering ved overordnede veje, som tilvejebringer et opdateret og dokumenteret vidensgrundlag, der kan belyse spørgsmålet om sandsynligheder, risici og konsekvenser nærmere. Det gælder især områderne nedblæsning af is, møllehavari og møllers distraktion af trafikanter. Undersøgelsen med indstilling om nye afstandskrav skal afrapporteres til forligskredsen senest 1. juni 2011.

## Bilag

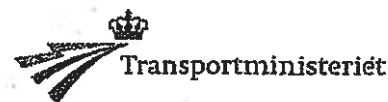
### Redegørelser

- **Notat om regler og vejdirektoratets praksis med hensyn til vurdering af isnedblæsning og visuelle forhold for vejinfrastruktur i forbindelse med kommunernes vindmølleplanlægning.** Bilag: tysk notat (oversættelse)  
- Vejdirektoratet/Transportministeriet, november 2010
- **Vindmøller langs veje – notat om udenlandske erfaringer**  
- Energistyrelsen, november 2010
- **Risikovurdering i forbindelse med vindmøller og veje**  
- Risø DTU, november 2010
- **Planlægning for vindmøller-** By- og Landskabsstyrelsen, november 2010

### Relevante bilag der henvises til og indgår i rapporten

- Arbejdsgruppens kommissorium
- Vindmøllecirkulæret

## NOTAT



Transportministeriet

VEJDIREKTORATET

Dato  
Dok.id  
J. nr. 2010-346

Bidrag til arbejdsgruppe om vindmøller og veje

### **Notat om regler og Vejdirektoratets praksis med hensyn til vurdering af isnedblæsning og visuelle forhold for vejinfrastruktur i forbindelse med kommunernes vindmølleplanlægning**

Gældende regler for placering af vindmøller nær overordnede veje findes i Vindmøllecirkulærets § 5 stk. 1 og i cirkulærets vejledning. Det fremgår af cirkulæret, at kommunerne ved planlægning af vindmøller skal vurdere møllers forhold til andre tekniske anlæg i det åbne land, dvs. i forhold til overordnede veje (og jernbaner), og af vejledningen, at undgå unødige gener og risici for trafikanterne. Reglerne er således udtryk for en afvejning af hensynet til trafikanternes sikkerhed ved placering af vindmøller i omgivelserne.

Reglerne betyder i praksis for kommunernes vindmølleplanlægning, at møller der placeres længere væk end 250 m og 1,7 gange møllens totalhøjde generelt ikke vil kræve en særskilt nærmere planlægningsmæssig vurdering af konkrete vejensyn på den specifikke vejstrækning. Tilfælde, hvor vindmøller søges placeret inden for 250 m eller 1,7 gange møllens totalhøjde, eller i vejens sigtelinje, vil som udgangspunkt kræve konkret planlægningsmæssig vurdering af hensigtsmæssigheden henset til de konkrete forhold på den specifikke vejstrækning.

Vindmøllecirkulæret knytter sig til planloven. Heraf fremgår, at sektormyndigheder skal høres om deres interesser, når kommunen giver tilladelser eller udsender forslag til kommune- og lokalplaner. På denne baggrund er det relevant i Miljøministeriets udmelding af statslige interesser i kommuneplanlægningen at medtage en generel udmelding om de hensyn, der er ved placering af vindmøller nær overordnet vej (jernbane).

Vejdirektoratet har efter aftale med Miljøministeriet af hensyn til energiplanlægningen og kommunernes mulighed for at planlægge nye store vindmøller også på arealer nær overordnede veje (og jernbaner) undersøgt, om der kunne findes belæg for at udmelde en generel mindre mindsteafstand til overordnede veje end den tidligere udmeldte på 4 gange møllehøjden, som gælder til boliger.

Efter at have forhørt sig hos udenlandske vejbestyrelser og i Danmark kunne Vejdirektoratet finde belæg for, at der i den statslige udmelding til kommuneplanlægningen kunne medtages en generel reduceret mindsteafstand til veje på 1,7 gange møllens totalhøjde af hensyn til nedblæsning af isstykker. For at und-



gå distraktion af trafikanterne er der etableret et mindste afstandskrav på 250 meter for at undgå, at der generelt planlægges med roterende vindmølevinger placeret langs vejene med risiko for, at de optræder som distraherende bevægelig baggrund for forankørende trafik, skilte og signaler.

I praksis betyder det, at såfremt vindmølleplanlægningen eller andre forhold i den fysiske planlægning tilsiger, at møller planlægges nærmere overordnet vej end den foreslåede generelle reducerede mindsteafstand på 250 m eller 1,7 gange møllehøjden, vil det fortsat være sådan, at de relevante ressortmyndigheder vurderer kommunens konkrete mølleplaner og det enkelte mølleprojekt under hensyn til faktisk vejforløb, hastigheder, skilteplaceringer, afstande, visuelle sigtelinjer, mølleplaceringer og -højder, visualisering, møllens konkrete risikovurdering, afværgeforanstaltninger mv.

Vejdirektoratet tager i sin konkrete behandling af enkeltsager om forslag til placeringer af vindmøller nær hovedlandevejene afsæt i de ovennævnte generelle forhold. Der søges i den enkelte sag en konkret afklaring ud fra en nærmere vurdering af det konkrete vejforløb og mølleprojektets konkrete forudsætninger og vilkår. Eventuelt forhandles der de respektive ressortmyndigheder imellem iht. planlovens bestemmelser. Til afklaring gensidige sektorhensyn er det derfor hensigtsmæssigt at der sker en generel udmelding allerede i planlægningen, dvs. inden konkrete planforslag udarbejdes og inden der skal ske enkeltsagsbehandling sent i et konkret projekforløb.

En generel udmelding af mindsteafstande begrundes med to forhold. Hensynet til at isstykker ikke skal kunne generere trafikken, og ønsket om ikke unødigt at øge risikoren for distraktion af trafikanterne pga. udvedkommende forhold i vejens nærmeste omgivelser.

#### Nedblæsning af is:

Isstykker, der blæser af større vindmøller, eller har risiko for at blæse af, må ikke kunne falde ned på vejen, eller risikere at ramme trafikanterne. Afstandskriteriet er fastsat af hensyn til trafikanternes sikkerhed og trafikafviklingen.

Vejdirektoratet har vurderet, at isstykker fra mølevinger i stormstød ikke kan udelukkes at kunne blæse ud i en afstand på 1,7 gange møllens totalhøjde, når møllen står stille. Vejdirektoratet har taget udgangspunkt i en tysk redegørelse, hvor afstandskriterierne er fundet til 1,3 og 1,9 gange møllens totalhøjde for hhv. en stående og en kørende vindmølle.

#### Visuelle forhold-distraktionsfaktor:

Førere af køretøjer hviler sædvanligvis synet på vejforløbet et godt stykke foran køretøjet. Jo større hastighed jo længere fremme hviler øjet og i et indsnævret synsfelt (ved vedvarende meget høj fart fås såkaldt tunnelsyn). Ved eksempelvis 100 km/t tilpasser trafikantens øje sig et synsfelt omkring vejens forløb på ca. 40° og øjet søger hvile på vejforløbet omkring 600 meter foran køretøjet. Det





betyder, at større synlige elementer i landskabet i vejens nærmeste omgivelser indenfor de nærmeste 200-250 meter til hver side af vejen set 600 meter fremme alt andet lige vil ligge indenfor førernes synsfelt.

En vindmølle med en rotordiameter på 90 meter placeret ca. 250 meter fra vejen vil ligge på grænsen til at optræde i førerens synsfelt. Ved større hastigheder indsnævres synsfeltet, således at dets grænse ligger nærmere de 200 meter ude til siden. Ved en lavere hastighed på 80 km/t hviler førerens syn ikke så langt fremme på vejen, og elementer i landskabet i vejomgivelserne ud til omkring 300 meter vil opleves i førernes synsfelt i vejens forløb.

Generelt vil såvel vejtype, kørehastighed og den aktuelle mølletype få betydning for konkret vurdering af de visuelle forhold på en given vejstrækning. Afhængigt af vejens aktuelle forløb og om vejens nærmeste omgivelser visuelt dækker for møllen vil vindmøller placeret langs vejen kunne opleves som baggrund for trafikken og vejforløbet. Dette kan være særligt opmærksomhedskrævende i trafiksituationer på strækninger, hvor førerens opmærksomhed bør være fuldt rettet mod fx hastighedsskift, indfletning, krydsningsområder, færdselstavler, vejvisning og signaler placeret over vejen eller i dennes rabatareal. På landeveje kan det fx dreje sig om møller som baggrund for retlinjede vejforløb hen over en bakketop med sidevejtstilslutning. Ud fra generelle betragtninger om trafikantens nærmeste visuelle omgivelser vurderes det derfor relevant allerede i planlægningsfasen, dvs. inden der sagsbehandles konkrete mølleplaceringer, generelt at udmelde at møller ikke søges placeret nærmere overordnede veje end en mindsteafstand på omkring 250 meter, såfremt ikke særlige forhold i vindmølleplanlægning taler for det.

#### Udenlandske erfaringer:

Vejdirektoratet fandt ikke i svar fra bl.a. udenlandske vejbestyrelser, som Vejdirektoratet samarbejder med, at andre lande særskilt har generelle regler/retningslinjer om mindsteafstande, som Vejdirektoratet vurderer i sig selv tager tilstrækkelig højde for at undgå udslyngning af is og mølledele ved møllehavarer, samt risikoen for distraktion af føreren/ signalsynlighed mv. Vejdirektoratet har kun fået kendskab til enkelte udenlandske undersøgelser og konkrete erfaringer at støtte sig til ved vurdering af en evt. ændret generel mindsteafstand. Fx gives i et svar fra Tyskland (Baden-Württemberg) konkrete vurderinger af nødvendige generelle sikkerhedsforhold ved is-udslyngning/udblæsning fra stillestående og fra kørende møller, fra Eisenbhan-Bundesamt nævnes hensyn til køreledninger pga. evt. turbulens, og fra England oplyses, at der vurderes risiko for distraktion (svarende til reklamer mod trafikvej i åbent land) ud fra konkrete mølleplaceringer og trafik- og vejsituationen. Flere af de adspurgte udenlandske vejbestyrelser viser stor interesse for at blive orienteret om dansk love og regler på dette område.



#### Udslyngning og tab af mølledele ved havari:

Konkret om møllesikkerhed (havari) har Vejdirektoratet taget udgangspunkt i, at nye vindmøller er oplyst at være sikrere end tidligere opstillede møller, og er konstrueret således, at en havarisituation med væltning af mølle eller med nedfald af mølledele, ikke har været dimensionsgivende for en eventuel reduceret mindsteafstand til vejene på 1,7 gange møllens totalhøjde. Samtidig er serviceprocedurer er i dag fastlagt som konsekvens af tidligere møllehavarier, således at Vejdirektoratet som vejmyndighed forudsætter, at der er taget højde for foregående års havarier med udslyngning af mølledele indtil 400-500 meter iht. skete afspærringer på stedet i havarisituationen. Ligeledes har Vejdirektoratet lagt til grund, at nye møller er typegodkendte med rystefølere, som standser møllen ved ubalance fx pga. isdannelse, så isstykker ikke udslynges fra kørende møller, men kun blæses af fra stående møller.

Energistyrelsens vindmølle godkendelsessekretariat har senest oplyst, at nye vindmøller forudsættes konstrueret således, at det ved opstilling af møller i nærhed af fx veje og boligbebyggelser ikke er sikkerheden af vindmøllekonstruktionen, der er afgørende for fastsættelse af afstandskrav. Energistyrelsen har peget på, at der bør opstilles konkrete risikoacceptkriterier ud fra vurdering af konsekvenserne af de enkelte hændelser i forhold til det samlede risikobillede.

#### Konklusion:

De eksisterende generelle afstandskrav på henholdsvis 250 m og 1,7 gange møllens totalhøjde er fastlagt på baggrund af den viden, der er tilgængelig for Vejdirektoratet og Banedanmark i dag. En revision af afstandskriterierne bør ske på baggrund af dokumenterede og konkrete oplysninger, der kan belyse spørgsmålet om sandsynligheder, risici og konsekvenser nærmere. Det gælder især områderne nedblæsning af is, møllehavari og møllers distraktion af trafikanter. Det bemærkes i den forbindelse, at spørgsmålet om afstandskriterier ikke tidligere har gennemgået en omfattende analyse i forhold til danske forhold.

På den baggrund foreslås det, at der hurtigst muligt nedsættes en ekspertgruppe med deltagelse af Energistyrelsen, Risø, Banedanmark og Vejdirektoratet, som kan foretage de nødvendige analyser med henblik på at fremskaffe et fagligt fundament for en eventuel revision af afstandskravene for møllers placering ved overordnede veje og jernbaner.

**Isnedfald ved vindmøller  
Beregning af nedfaldsområdet**

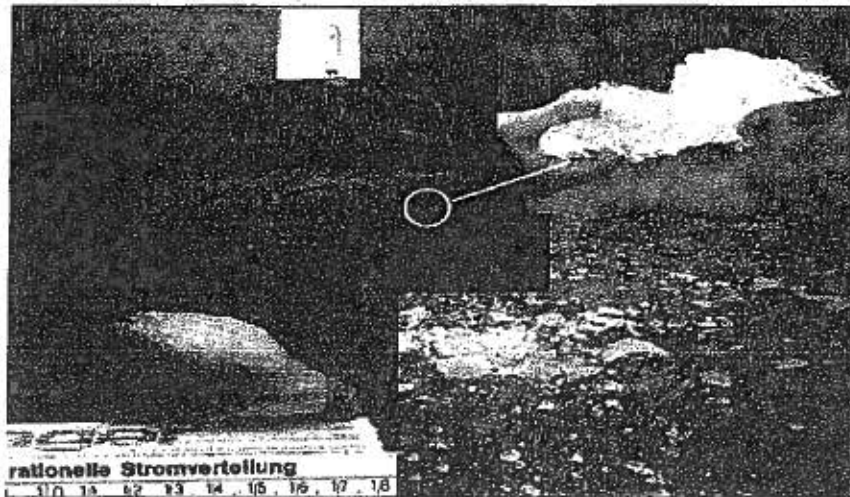
**Notat**

I aktuel anledning på grund af fare for liv og lemmer som følge af isnedfald fra en vindmølle i Baden-Württemberg i et område med relativt mange isdage blev der foretaget grundige undersøgelser, og de videnskabelige erkendelser blev analyseret. Vindmøller må i den henseende skulle bedømmes ligesom træer i vejkanterne, som kun må stå så tæt på vejen, at ingen trafikant kan komme i fare på grund af isnedfald fra disse. I tvivlstilfælde skal træerne fjernes.

**1. Isnedfald ud fra en videnskabelig synsvinkel**

Både ud fra en driftsmæssig synsvinkel og ud fra sikkerhedsaspekter er isnedfaldet ved vindmøller også p.t. genstand for en intensiv videnskabelig forskning.

*Ved valget af opstillingssteder for vindmøller foretrækkes i stigende grad klimatisk hårdere og mere tyndt befolkede regioner, fordi elenergiudbyttet dér er større og generne for mennesker mindre. Disse opstillingssteder befinder sig ofte i bjergenes højder og på de nordlige breddegrader. Da den gennemsnitlige årstemperatur på disse steder er særdeles lav, regner man med forholdsvis mange sne- og isdage. Isdannelsen på rotorbladene er i denne forbindelse meget problematisk. En særlig risiko foreligger, når isen begynder at smelte på grund af stigende temperaturer og kan blive slynget nogle hundrede meter væk på grund af centripetalkraften. Der er kendskab til situationer, hvor denne is er slået ned på en tilstødende motorvej eller har slået græssende dyr ihjel. (fra forskningsrapport 2005 fra Fachhochschule Jena, emnet: „Eissensor für Windkraftanlagen“ (Issensor for vindmøller), side 36).*



På fagkonferencen „Eis & Fels 07“ i Andermatt (Schweiz) den 21. og 22. juni 2007 har hr. prof. Seifert fra forsknings- og koordineringsafdelingen for vindenergi ved Hochschule Bremerhafen fremført følgende om emnet: „**Risikovurdering af isnedfald fra vindmøller**“:

Som **maksimalt nedfaldsområde** i meter fås ved en **vindmølle i drift** en forenklet vurdering:

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

d = maksimalt nedfaldsområde i m, D = rotorens diameter i m, H = navhøjde i m

Således får man for Vestas V90 i Simmersfeld en overslagsværdi på:

$$d = (90 + 125) \times 1,5 = 322,5 \text{ m}$$

dvs. et isstykke kunne maksimalt slynges **323 meter** væk fra vindmøllens fod.

Ved en **vindmølle, som ikke er i drift**, fås ifølge hr. prof. Seifert som **maksimalt nedfaldsområde** i meter en forenklet vurdering:

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

d = maksimal nedslagsafstand i m (nedfaldsområde), v = vindhastighed i navhøjde i m/s, D = rotorens diameter i m, H = navhøjde i m

Således får man for Vestas V90 i Simmersfeld en overslagsværdi på:

$$d = 20 \times ((90/2 + 125) / 15) = 226,7 \text{ m}$$

dvs. et isstykke kunne slå ned på jorden i en afstand på maksimalt **227 meter** fra vindmøllens fod.

#### **Resultatet af risikoanalysen ud fra en videnskabelig synsvinkel**

I sit foredrag sammenfattede hr. prof. Seifert resultatet af risikoanalysen ved hjælp af et eksempel:

- *Hvis **15.000 personer** passerer en vindmøllens nærrområde om året, kan der forekomme en ulykke i løbet af **300 år**.*

Overfører man dette resultat på den **gennemsnitlige daglige trafikbelastning** i 2005 i Baden-Württemberg på forbundsmotorvejene, forbunds-, delstats- og de amtskommunale veje ( $GDT_{FMV, 2005} = 57.273$ ,  $GDT_{F, 2005} = 13.417$ ,  $GDT_{D, 2005} = 4.762$  og  $GDT_{A, 2005} = 2.414$  motorkøretøjer/24h), får man på en

- **motorvej 4,6** farlige trafiksituationer pr. år,
- **forbundsvej 1,1** farlige trafiksituationer pr. år,
- **delstatsvej 0,4** farlige trafiksituationer pr. år,
- **amtskommunal vej 0,2** farlige trafiksituationer pr. år.

I fremtiden bliver der eventuelt også bygget **5-MW-vindmøller** på fastlandet. Disse vindmøller har en **rotordiameter D på 120 meter** og en **navhøjde H på 115 - 130 meter**, således at man ifølge beregningerne må regne med nedfaldsområder på maksimalt 375 meter.

## 2. Vindmøllers minimumsafstande til vejen

Allerede ved angivelsen af prioritetsområder i regionalplanerne skal der i tilstrækkeligt omfang tages hensyn til trafiksikkerhedsmæssige interesser ved opførelse og fornyelse af vindmøller for at udelukke farlige trafiksituationer for den flydende trafik på det klassificerede vejnet. Det samme gælder ved ansøgninger om Immissionsbeskyttelsesretlige tilladelser i det enkelte tilfælde.

Ifølge de videnskabelige undersøgelser ligger nedfaldsområdet for isnedfald ved en **vindmølle, som ikke er i drift**, og med en vindhastighed på 80 km/h på mellem 225 og 280 m, alt efter navhøjden på de op til 5 MW store vindmøller. Ved en vindhastighed på 100 km/h (stormstød) forhøjes dette nedfaldsområde for isnedfald til 317 - 354 m.

Hvis der sker et **isnedfald ved en vindmølle, som er i drift**, f.eks. ved at hhv. detektions- og styringsudstyret svigter, er de teoretiske nedfaldsområder endnu større.

Under afvejning af risiciene for isnedfald ved hhv. vindmøller, som ikke er i drift, og vindmøller, som er i drift, anses det generelt for absolut nødvendigt at have en **minimumsafstand for disse bygningsmæssige anlæg til veje**, som rækker ud over dyrkningsforbudszonerne i henhold til vejlovgivningen. Denne minimumsafstand bør også lægges til grund for vindmøller, som skal fornyes.

Defineringen af minimumsafstanden volder problemer i den forstand, at det i det enkelte tilfælde skal undersøges, om det i yderområdet privilegerede projekt "vindmølle" på an-

den vis (rotoropvarmning, tekniske sikringer, kontrolpligter vedrørende de tekniske sikringer) kan bringes i samklang med trafiksikkerhed og en flydende trafikafvikling med hensyn til forholdsmæssighed. Enten vil vindmølleoperatøren også ved vindmøller, som ikke er i drift, blive nødt til at sikre sig mod isdannelsen og/eller isnedfaldet via opvarmning, eller han vil afhængig af vindmøllens størrelse blive nødt til at overholde minimumsafstande på ca. 400 meter til veje eller på effektiv vis forbyde adgang for personer i farlige områder. Går klassificerede veje gennem disse områder, skal disse konsekvent spærres for trafikanters brug, hvilket som regel vil være udelukket.

Klaus Arnold  
(Leder af kontor 62, IM)

## Vindmøller langs veje

### England

I 2009 udgav det engelske "Highways Agency" retningslinjer for planlægning af vindmøller langs veje.

#### Generelt:

Alle vindmølleansøgere, der ønsker at opføre møller langs veje rådes til, så tidligt som muligt, at konsultere "Highways Agency".

Der findes ingen regler om, at man ikke må opstille møller langs større veje, men sikkerheden for bilisterne må ikke kompromitteres.

En sikkerhedsafstand svarende til minimum møllens højde tilrådes derfor i tilfælde af, at møllen kollapser eller hvis der er fare for isnedfald.

For små møller bør minimumsafstanden være møllehøjden + 10 %, og for større møller møllehøjden + 50 meter.

#### Visuelle distraktioner:

Potentielle visuelle distraktioner bør minimeres, ikke ved at skærme for møllerne, men ved at sikre den synlige fremkomst af møllerne over så lang en afstand som muligt. Dette vil mindske fristelsen for at vende sig om efter møllerne betydeligt.

Områder hvor omgivelserne kan skjule møllerne indtil sidste øjeblik bør undgås, da chaufførerne risikerer pludselig distraktion, hvorved fokus fra vejene fjernes.

Møllerne bør ikke placeres steder, hvor der er behov for, at bilisterne har ekstra fokus på vejene, fx ved skarpe hjørner, sammenfletninger og fodgængerovergange.

Eksisterende ulykkesstatistik for området bør analyseres, og man bør især være forsigtig med områder, hvor der er mange ulykker, der involverer hurtig opbremsning.

#### Is:

Selvom det er et sjældent fænomen, skal der tages højde for risikoen for, at is kan samles på og kastes fra møllevingerne i en betydelig afstand. Isen vil endda i højere grad sætte sig på roterende vinger. Isen kan således blive slynget ud på vejene og ramme køretøjer.

Mange nye møller har imidlertid vibrations- og/eller klimafølsom teknologi, som lukker møllen ned, hvis der er risiko for, at dette fænomen indtræffer. I disse tilfælde er der ingen grund til at tage højde for dette. Bevis for denne teknologi skal fremlægges.

Kilde: Highways Agency: Network Services, Spatial Planning Advice Note: SP 12/09, Planning Applications for wind turbines sited near to trunk roads.



## **Spanien**

I Spanien er der ingen nationale retningslinjer for/krav til, hvor lang afstand der skal være mellem veje og vindmøller. I stedet reguleres dette fra region til region (comunidad autonoma), som også kan stille højere krav end dem, den spanske Miljøstyrelse opstiller i udbuddet.

Afstanden er typisk 100-120 meter.

Den almindelige afstand svarer til 1,5 gange møllehøjden. Årsagen er, at vindmøllen ikke rammer vejen i tilfælde af kollaps.

**Kilde: Mailkorrespondance med Suzlon (mail @suzlon.es)**

## **Sverige**

I Sverige skal afstanden mellem motorveje og vindmøller mindst være lig møllens totalhøjde, jf. "Vägverkets" regler.

**Kilde: Varberg Energi, Håkan Svensson**

I Sverige indgår placeringen af vindmøller ved veje i planlægningen i forbindelse med konkrete projekter, og afhængig af, de konkrete forhold kan der forekomme afvigelser fra ovenstående regel.

**Kilde: Workshop: Nordisk vindkraft, 3. november 2010**

# **Risikovurdering i forbindelse med vindmøller og veje**

**Udarbejdet af: John Dalsgaard Sørensen, RISØ-DTU**

**Dato: November 2010**

## Sammenfatning

I dette notat beskrives metoder til vurdering af afstandskrav fra vindmøller hovedsageligt baseret på risikovurderinger af konsekvensen af helt eller delvist svigt/kollaps (havari) af en vindmølle og af isafkast ved overisning:

- Et simpel model til fastlæggelse af afstandskrav ved risiko for isafkast er foreslået af Seifert [11] baseret på observationer og simplificerede beregningsmodeller. For en vindmølle i drift er afstandskravet  $d = (D + H) \times 1.5$  hvor  $D$  er rotor diameter og  $H$  er navhøjde. For en stillestående vindmølle foreslås følgende formel til bestemmelse af maksimal afstand for isnedslag  $d = V(D/2 + H) / 15$  hvor  $V$  er vindhastighed i navhøjde i m/s.  $D$  og  $H$  indsættes i m. Det bemærkes, at disse modeller ikke er baseret på risikoanalyser, hvor der tages hensyn til bl.a. sandsynlighed for overisning, usikkerhed på længde og retning af isafkast, størrelse af isfragmenter og fordeling af vindhastigheder.
- Observationer fra områder med kolde klimaer og resultater med beregningsmodeller viser, at for vindmøller i drift kastes små isfragmenter længere væk end store isfragmenter, medens det omvendte er tilfældet for vindmøller, der står stille. Endvidere er risikoområdet generelt større for vindmøller i drift end for stoppede vindmøller. Ved det af Vejdirektoratet fastlagte afstandskrav på 1,7 gange totalhøjden [12] - udregnet på basis af ovennævnte formler - er således forudsat, at risikobidraget for isafkast fra en vindmølle i drift er af mindre betydning, som følge af mulighed for opvarmning af vinger og/eller stop af møllen i tilfælde af ubalance pga. overisning.
- I Danmark er i 2008 og 2009 foretaget risikovurderinger i forbindelse med udskiftning af eksisterende vindmøller med nye vindmøller i samme område. Formålet med risikovurderingerne har primært været at se på den relative ændring i risikoniveau og der er benyttet samme metode som beskrevet i en 'håndbog' fra Holland. Både risici fra isafkast og fra vindmølledele i forbindelse med havari er medtaget. Imidlertid er vurderingerne baseret på gamle informationer om svigrater af vindmøller og ekstrapolationer af kastelængder af vindmølledele baseret på beregninger på gamle vindmøller (fra 1983). De beregnede kasteafstande på 300-400m svarer til, at sandsynligheden for at dele af vindmøllerne ved evt. havari rammer en person, som befinder sig indenfor nedfaldsområdet, er større end  $10^{-6}$  per år. Dette sikkerhedsniveau på  $10^{-6}$  per år benyttes også i andre sammenhænge, men er ikke et 'officielt' acceptkriterium. Der er i disse risikovurderinger ikke specielt vurderet risiko ifm. veje.
- Det skal yderligere bemærkes, at nye moderne vindmøller generelt kan antages at have et højere sikkerhedsniveau end gamle vindmøller bl.a. pga. bedre sikkerhedssystemer. Dette bekræftes af udviklingen i svigrater i eksisterende databaser (fra før 2000). Dog er sikkerhedsniveauet, som sikkerhedsfaktorerne i IEC 61400 standarderne implicit er kalibreret til, lavere end det sikkerhedsniveau, der benyttes i konstruktionsnormerne for bygningskonstruktioner og en del lavere end det sikkerhedsniveau, der benyttes for vejbroer.
- Der er ikke i litteraturen beskrevet risikobaserede vurderinger af afstandskravene for moderne vindmøller til veje og lignede. En sådan undersøgelse vil kræve, at en række oplysninger tilvejebringes:
  - Data for svigrater for moderne vindmøller, specielt for vindmøllevinger
  - Opdaterede modeller til bestemmelse af kastelængder for dele af vindmøllen i tilfælde af havari og for isstykker i tilfælde af overisning
  - Betydning for isafkast fra vindmøllevinger, der har en 'glat' overflade
  - Betydning for isafkast at overvågningssystemer stopper vindmøllen i tilfælde af overisning, herunder pålideligheden af overvågningssystemerne
- Endvidere er der behov for bedre informationer om:
  - Data for hyppigheder af isafkast i Danmark – og konsekvens af en 'strategi', hvor vindmøller stoppes i tilfælde af varsel om overisning

- Vurderinger af konsekvens for køretøjer / personer, hvis de rammes af en vindmølledele eller et isstykke
- Fastsættelse af et acceptabelt risikoniveau for veje, f.eks. i form af max sandsynlighed pr. kørt km pr. år for at et køretøj bliver ramt af et isstykke eller en vindmølledele

# 1 Indledning

Risikovurderinger ifm opstilling af vindmøller er foretaget både i Danmark og udlandet. I det følgende beskrives den grundlæggende fremgangsmåde, eksempler på risikovurderinger, og de forudsætninger / begrænsninger, som de baseres på. Risikovurderingerne er foretaget dels for nedfaldende dele fra vindmøllen i tilfælde af hel eller delvist havari og dels for isafkast i tilfælde af overisning.

Generelt benyttes en metode, hvor den maksimale kastelængde for en hel vinge, en del af denne, eller for isstykker bestemmes, hvorved et nedfaldsområde kan defineres. Herefter udregnes sandsynligheden for at en person, der befinder sig i nedfaldsområdet, rammes. Kombineres denne sandsynlighed med sandsynligheden for isafkast eller at et helt eller delvist havari indtræffer, kan et mål for risikoen bestemmes som funktion af afstanden fra vindmøllen. På basis heraf kan der tegnes der konturcirkler svarende til eksempelvis sandsynligheder på  $10^{-6}$  pr. år. Endelig sammenlignes med acceptable risikoniveauer. Ofte anvendes  $10^{-6}$  pr. år som acceptkriterium. De beregnede konturcirkler kan anvendes til at vurdere placeringer af nye vindmøller.

## 2 Risikovurderinger

### 2.1 Risikovurderinger i Holland

I Holland er der udgivet en vejledning i risikovurdering af vindmøller, se [1] og [2], hvor ovennævnte principper benyttes. Der anvendes i risikoberegningerne kastelængder bestemt ved forskellige tiphastigheder, se tabel 1. Disse kombineres med svigtsandsynlighederne i tabel 1 for helt eller delvist havari. Disse sandsynligheder er baseret på data fra svigt af vindmøller fra før 2000.

Scenario	Expected value	Recommended value [1/yr]
Loss of entire blade	$6.3 \cdot 10^{-4}$	$8.4 \cdot 10^{-4}$
<i>Loss at rated speed</i>		$4.2 \cdot 10^{-4}$
<i>Loss at 1.25*rated speed</i>		$4.2 \cdot 10^{-4}$
<i>Loss at 2*rated speed</i>		$5.0 \cdot 10^{-6}$
Loss of blade tip	$1.2 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$
Collapse of entire turbine at tower foot	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$3.2 \cdot 10^{-4}$
Collapse of rotor and/or nacelle	$5.8 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-4}$
Falling down of small parts from nacelle and hub	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$1.7 \cdot 10^{-3}$

Tabel 1. Frequencies of occurrence of scenarios relevant for risk analysis. The recommended values correspond to the 95% upper limits, from [1].

I [1] er der som et eksempel bestemt, hvor meget risikoniveauet øges for en tankvogn, der passerer en vindmøllefarm med 1.5 MW vindmøller. Afstanden mellem vej og vindmøller er  $\frac{1}{2}$  rotordiameter. Konklusionen i eksemplet er, at risikoniveauet øges med mindre end 1% og at placering af vindmøller nær motorveje ikke har væsentlig betydning for sikkerheden af tankvogne, der passerer på vejen.

## 2.2 Risikovurderinger i Danmark

I Danmark er der udført risikovurderinger ifm. vindmølleprojekter ved Avedøre og Kappel, se [3] og [4]. Disse risikovurderinger bygger på samme principper, som de hollandske.

I [5] og [6] er beskrevet en metode til bestemmelse af dels maksimale kasteafstande og dels sandsynligheden for at en person, som opholder sig indenfor nedfaldsområdet, rammes af en vinge/vingedel i en given afstand fra vindmøllen. Sandsynlighederne beregnes for både afkast af en hel vinge og for afkast af den yderste tredje del af vingen. Metoden er bl.a. baseret på at vingen eller vingestykket brækker af ved et rent snit.

De maksimale kasteafstande og sandsynligheder for at dele af møllevingerne ved evt. havari rammer en person, der befinder sig indenfor nedfaldsområdet, estimeres ved 3 forskellige hastigheder af vingetippen (vingespidsen): tiphastighed ved normal drift, 1.25 x tiphastighed ved 25% 'overspeed' og 3 x tiphastighed ved 200% 'overspeed'. Resultater fra [3], der er baseret på ekstrapolationer fra resultaterne i [5] og [6] (fra 1983), for 'generiske' nye 5-8 MW vindmøller viser maksimale kasteafstande på ca. 800m.

Den årlige sandsynlighed for hel eller delvis svigt (havari) af hele vindmøllen eller hel / delvis vingesvigt vurderes på basis af oplysninger i tabel 1. Som bemærket ovenfor er disse data indsamlet for ældre typer af vindmøller, og sandsynlighederne for havari vurderes derfor at være konservative for nye vindmøller med et systematisk vedligeholdelsesprogram. Endvidere har alle nyere vindmøller indbygget sikkerhedssystemer, der bedre end de gamle beskytter vindmøllerne mod 'overspeed', og derfor må forventes at have en lavere sandsynlighed for havari. Der foreligger dog ingen (offentligt tilgængelige) data, der dokumenterer dette og som kan benyttes til at fastlægge svigtrater for moderne vindmøller.

Ved at kombinere ovennævnte oplysninger kan bestemmes afstande fra vindmøllerne med samme summerede årlige sandsynlighed ( $10^{-5}$  og  $10^{-6}$ ) – disse afstande er således radius i konturcirkler med samme årlige sandsynlighed. Radius i konturcirklerne er i [3] bestemt til ca. 250m og 375m for henholdsvis  $10^{-5}$  og  $10^{-6}$  konturcirkler.

En årlig sandsynlighed på  $10^{-6}$  svarer til et risikoniveau, som ofte bliver anvendt ved generelle risikovurderinger som et acceptabelt risikoniveau. Det samme acceptkriterium er også benyttet i den hollandske 'håndbog' for vurdering af vindmøllerisiko, se [1] og [2]. Til sammenligning kan nævnes at sikkerhedsniveauet i de danske bygningsnormer svarer til en formel sandsynlighed for svigt på  $10^{-6}$  –  $10^{-5}$  for normal sikkerhedsklasse. Det bemærkes, at for vejbroer er der ved kalibrering af partialkoefficienter i de danske nationale annekser til Eurocodes benyttet en formel maksimal årlig sandsynlighed for svigt på  $10^{-7}$  for høj sikkerhedsklasse, dvs. der for vejbroer kræves et højere sikkerhedsniveau end for bygninger.

I [3] er der ligeledes foretaget en risikovurdering for konsekvenserne af overisning af vindmøllevingerne. Baseret på en model for isafkast i [7] kan maksimale afstande for evt. isafkast fra vindmøller estimeres. Den maksimale kasteafstand for evt. isafkast for en 3-5 MW vindmølle er estimeret til 250m og 285m ved vindhastigheder på 13 m/s og 25 m/s (NB: estimererne er behæftet med stor usikkerhed). Hyppigheden for overisning vurderes konservativt til 5 gange pr. år i Danmark, se [8], hvor der for Danmark indikeres 2-7 overisninger pr år. Konturcirkler med samme summerede årlig sandsynlighed ( $10^{-5}$  og  $10^{-6}$ ) for at dele af vindmøllerne ved evt. havari eller isafkast ved overisning rammer en person, som befinder sig indenfor nedfaldsområdet kan bestemmes således, at både risikoen for vindmøllehavari og overisning medtages. Sammenlignes med konturcirklerne bestemt uden

isafkast findes at  $10^{-5}$  konturcirklerne øges 30-40m, medens  $10^{-6}$  konturcirklerne kun er øges 5-10m.

Risikovurderingerne i [3] (og [4]) viser, at sandsynligheden for at dele af vindmøllerne ved evt. havari eller isafkast ved overisning rammer en person, som befinder sig indenfor nedfaldsområdet, generelt er lav for nye vindmøller. Det bemærkes, at undersøgelserne i [3] og [4] primært har til formål at vurdere ændringen i risikoniveau når eksisterende vindmøller nedtages og erstattes med nye større vindmøller.

## 2.3 Risikovurderinger i Canada

For Ontario, Canada er der i [9] (2007) beskrevet anbefalinger vedr. risikovurdering for konsekvenser af isafkast og svigt af vindmøllevinger.

I rapporten beskrives grundlæggende samme fremgangsmetode til vurdering af risikoen ifm helt eller delvist havari, som beskrevet i den hollandske håndbog, [1] og [2]. Det understreges, at svigraterne anført i tabel 1 er alt for store for moderne vindmøller, uden at der dog angives svigrater for moderne vindmøller. Det påpeges, at design efter IEC 61400 standarderne og efterfølgende certificering medfører væsentligt lavere svigrater end i tabel 1. Dette er dog ikke verificeret.

For isafkast anbefales at en risikobaseret metode anvendes, se [9]. Illustrative resultater bestemt for en 2 MW generisk vindmølle (navhøjde 80 m, rotordiameter 80m og nominal tiphastighed på 63 m/s) placeret i et område med 5 overisninger per år viser, at ved en afstand fra vindmøllen på 220m falder risikoen for nedslag af isstykker væsentligt. Observationer af nedslag af isstykker typisk sker indenfor en afstand på 100m fra vindmøllen, se [9]. Forskellige scenarier undersøges i [9], bl.a. et hvor en vindmølle placeres 200m fra en vej. I [9] anføres endvidere, at observationer og resultater med beregningsmodeller viser, at for vindmøller i drift kastes små isfragmenter længere væk end store isfragmenter medens det omvendte er tilfældet for vindmøller, der står stille. Endvidere er risikoområdet generelt større for vindmøller i drift end for stoppede vindmøller.

## 2.4 Øvrige anbefalinger vedr. placering af vindmøller i nærheden af veje

I England har Highways Agency publiceret et notat vedr. placering af vindmøller nær vigtige veje, se [10]. Heri anføres bl.a. 'Consideration of the risks associated with structural failure and 'icing' identifies the clear need to incorporate a safety margin in the offset between the trunk road boundary and the siting of a wind turbine. Therefore, it is appropriate to achieve a setback from the nearest highway boundary equal in distance to their height + 10% for micro and small turbines. Commercial turbines should be set back a distance equal to their height + 50 metres'. Der er imidlertid ikke anført beregninger eller risikovurderinger, der begrundet de valgte afstande.

Seifert [11] har baseret på observationer af isafkast og simplificerede beregningsmodeller foreslået følgende empiriske model til bestemmelse af en 'risiko cirkel' for isafkast fra vindmøllevinger for en vindmølle i drift, se [11]:

$$d = (D + H) \times 1.5$$

hvor  $D$  er rotor diameter og  $H$  er navhøjde. Denne model er baseret på samme basis / forskningsprojekt som risikovurderingerne i [9].

For en stillestående vindmølle angives i [11] følgende simplificerede, empiriske formel til bestemmelse af maksimal afstand for isnedslag:

$$d = v \frac{D/2 + H}{15}$$

hvor  $V$  er vindhastighed i navhøjde i m/s.  $D$  og  $H$  angives i m.

Det bemærkes, at der i ovenstående kun tages hensyn til isafkast og at modellerne ikke er baseret på en egentlig risikoanalyse, f.eks. ville det være relevant at medtage sandsynligheden for forskellige vindhastigheder i vurdering af afstandskravet for en stillestående vindmølle.

I [12] benyttes ovenstående modeller som baggrund for at foreslå et afstandskrav fra nye vindmøller i grupper til overordnede veje, hvor der benyttes en afstand på 1,7 gange vindmøllens totalhøjde dog mindst 250m.

Det bemærkes, at en risikovurdering vedr. 'Opstilling af vindmøller på Prøvestenen og Kalvebod Syd' er under udarbejdelse (Københavns Energi).

Ved vurdering af risikoniveauet for veje er det endvidere vigtigt at undersøge konsekvensen af, at et køretøj på en vej rammes af en vindmølledele eller et isstykke.

### 3 Referencer

- [1] Braam, H. & L.W.M.M. Rademakers: Guidelines on the Environmental Risk of Wind Turbines in the Netherlands. Report ECN-RX--04-013, ECN, 2004.
- [2] Braam, H., G.J. van Mulekom & R.W. Smit: Handboek Risicozonering Windturbines. (Handbook Risk Assessment of Wind Turbines), Novem, 2005. (på hollandsk).
- [3] Sørensen, J.D., J.N. Sørensen & P. Friis-Hansen: Risikovurdering ifm. opsætning af nye vindmøller ved Avedøre Holme, RISØ-DTU, April 2008.
- [4] Sørensen, J.D. & J.N. Sørensen: Risikovurdering ifm. opsætning af nye vindmøller ved Kappel, RISØ-DTU, Maj 2009.
- [5] Sørensen, Jens N.: Beregning af risiko for personskade ved vindmøllehavari, hvor en vinge løsriveres. Rapport AFM 83-07, Afdelingen for fluid mekanik, Den Polytekniske Lærestalt, Lyngby, 1983.
- [6] Sørensen, J.N. 'On the calculation of trajectories for blades detached from horizontal axis wind turbines', Wind Engineering, vol. 8, no. 3, 1984.
- [7] Morgan, C. & E. Bossanyi: Wind turbine icing and public safety - A quantifiable risk? Wind Energy Production in Cold Climates, 1996.
- [8] Laakso et al.: State-of-the-art of wind energy in cold climates. IEA R&D Wind, 2009.
- [9] Garrad Hassan: Recommendations for risk assessment of ice throw and blade failure in Ontario. 2007.
- [10] Highways Agency: Spatial planning advice note: SP 12/09. Planning applications for wind turbines sited near trunk roads. 2009.
- [11] Seifert, H., A. Westerhellweg & J. Kröning: Risk analysis of ice throw from wind turbines. DEWI, 2003.
- [12] Vejdirektoratet: Notat om reduceret mindste-afstande for nye vindmøller nær overordnede veje og jernbaner. Notat 20. april 2010.



## Planlægning for vindmøller

Som led i målsætningen om, at vedvarende energi skal udgøre en andel af bruttoenergiforbruget på 20 % i 2011, indgik regeringen i 2008 bl.a. en aftale med Kommunernes Landsforening om, at kommunerne gennem planlægning skal reservere arealer, der kan rumme landvindmøller med en samlet effekt på i alt 150 MW fordelt på 75 MW i hvert af årene 2010 og 2011. En ny undersøgelse foretaget af Miljøministeriet ved By- og Landskabsstyrelsen og KL, Vindmølleindustrien og Danmarks Vindmølleforening viser, at der er i kommuneplanerne 2009 og temaplaner om vindmøller nu er skabt mulighed for opsætning af ca. 1000 MW nye vindmøller. Kommunerne har derved opfyldt den aftale KL indgik i 2008 med regeringen.

### Processen for udpegning af vindmølleområder

Bortset fra husstandsmøller, der har en totalhøjde på under 25 m, må der kun opstilles vindmøller i områder, der ved udpegning og retningslinjer i kommuneplanen er reserveret dertil. Fastlæggelse af områder, hvori der kan placeres vindmøller med en totalhøjde op til 150 m på land sker således i kommuneplanlægningen. Anmeldelse om opstilling af forsøgsmøller større end 150 m behandles af By- og Landskabsstyrelsen jfr. § 6 i lov om planlægning og VVM-bekendtgørelsens § 11.

Planlægningen skal sikre, at områderne er vindmæssigt egnede, og at der tages hensyn til nabo-beboelse, natur, landskab, kulturhistoriske værdier og jordbrugs-interesser. Planlægningen skal bl.a. forholde sig til mulige placeringer af vindmøller langs veje og jernbaner og et eventuelt generelt krav om mindste afstand mellem vindmøller og veje eller jernbaner vil naturligt indgå heri.

Til brug i planprocessen i kommunerne udarbejder By- og Landskabsstyrelsen på regeringens vegne hvert fjerde år en oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen, således at kommunerne gennem den fysiske planlægning kan bidrage til at afbalancere de samfundsmæssige interesser i arealanvendelsen. I planprocessen for vindmøller kan kommunerne få bistand af rejseholdet hos "Vindmøllesekretariatet" under By- og Landskabsstyrelsen.

Kommunens arbejde med kommuneplan eller kommuneplantillæg indledes med en scoping i henhold til miljøvurderingsloven og idefase, hvor der indsamles ideer og forslag, og hvor berørte myndigheder høres. Der kan eventuelt afholdes borgermøde om sagen, og perioden afsluttes med behandling af de indkomne bemærkninger og høringsvar.

I scoping- og idefasen er det muligt at pege på, om der kan forventes problemer, hvis møllerne placeres op til en overordnet vej, og hvad der evt. skal foretages af undersøgelser i det videre arbejde.

På grundlag af de indkomne bemærkninger, miljøvurderinger mv. udarbejdes et kommuneplanforslag. Forslaget udlægger bl.a. arealer til vindmøller, og det omfatter forslag til retningslinjer og rammer for arealernes anvendelse. Det gælder f.eks. møllernes antal, højde og indbyrdes afstand.

Desuden redegøres der for planens forudsætninger og begrundelsen for planforslaget. Forslaget omfatter eventuelle fravalgte eller mulige alternativer og de gennemførte miljøvurderinger, som er beskrevet i en miljørapport.

Det udarbejdede forslag til kommuneplan eller tillæg til kommuneplan med miljørapport fremlægges i en offentlighedsfase med en høringsfrist på mindst 8 uger. Eventuelt præsenteres og drøftes det på et borgermøde. Efter offentlighedsfasen behandles de indkomne indsigelser og bemærkninger. Hvis planforslaget ændres, kan der være behov for en supplerende partshøring eller ligefrem en supplerende miljøvurdering og ny offentlighedsfase.

Herefter kan planen vedtages endeligt af kommunalbestyrelsen. Planen og den sammenfattende redegørelse offentliggøres. Vedtagelsen kan påklages til naturklagenævnet for så vidt angår retlige forhold.

### **Planlægning for konkret vindmølleprojekt**

En bygherre, et vindmøllelag eller andre kan søge om at realisere et projekt for etablering af en eller flere vindmøller i et af de vindmølleområder, der er udlagt i kommuneplanen.

På grundlag af byherrens anmeldelse gennemføres en screening, hvor det vurderes, om projektet er VVM-pligtigt, dvs. om der skal udarbejdes en Vurdering af Virkning på Miljøet, eller om der blot kan gives en landzonetilladelse. Der skal udarbejdes VVM-redegørelse for alle projekter, der omfatter møller med en totalhøjde på mere end 80 m eller en gruppe med mere end tre møller.

VVM-processen starter med en idefase, hvor kommunen med et debatoplæg indkalder forslag til, hvad VVM-redegørelsen skal omfatte og hører berørte myndigheder. VVM-redegørelsen skal bl.a. omfatte en beskrivelse af projektets virkninger på mennesker, fauna, flora, jordbund, vand, luft, klima, landskab, materielle goder samt kulturarv.

I idefasen vil der kunne peges på behovet for at inddrage problemer med sikkerhed for veje og jernbaner i den videre planlægning og miljøkonsekvensvurdering i forhold til det konkrete vindmølleprojekt.

Efter idefasen og behandling af indkomne bemærkninger fra høringen kan kommunalbestyrelsen beslutte, om der skal udarbejdes forslag til lokalplan for projektet. Hvis det er tilfældet, udarbejdes denne parallelt med eventuelt forslag til kommuneplantillæg med VVM-redegørelse. Forslaget til lokalplan skal indeholde bestemmelser om møllernes eksakte placering, antal, udseende og mindste/største totalhøjde.

Planforsalgene inkl. VVM-redegørelse fremlægges i offentlig høring, og diskuteres eventuelt på borgermøde. Ændres lokalplanforslaget, skal der foretages partshøring eller ligefrem en ny offentlig høring. Ændres det lokalplanpligtige projekt, kan det ske, at der skal udarbejdes nyt forslag til lokalplan, eventuelt et nyt forslag til kommuneplantillæg, ligesom den gennemførte miljøundersøgelse (VVM) i givet fald skal tilpasses.

Ændres forslaget til lokalplan eller projektet ikke, kan kommunalbestyrelsen vedtage kommuneplantillægget og lokalplanen for vindmølleprojektet endeligt og give en VVM-tilladelse. Forslagene til kommuneplantillæg og lokalplan og til endelig vedtaget kommuneplantillæg og lokalplan kan indbringes for Naturklagenævnet. VVM-tilladelsen kan ankes til Naturklagenævnet.

## Plangrundlaget - Vindmøllecirkulæret

Kommunernes placering af nye vindmøller skal ske på baggrund af en samlet afvejning af mange forskellige interesser og faktorer, og bestemmelserne i gældende bekendtgørelser og cirkulærer skal udmøntes. Det gælder bl.a. for "Cirkulære om planlægning for og landzonetilladelse til opstilling af vindmøller" – også kaldet "Vindmøllecirkulæret" – CIR 1H nr. 9295 af 22. maj 2009.

Ifølge cirkulæret må der ikke planlægges for møller på land med en totalhøjde på 150 m eller derover, og møller skal fortrinsvis opstilles i grupper. Der skal holdes en mindsteafstand til boliger på 4 gange totalhøjden, med mindre der er tale om husstandsmøller, der er op til 25 m høje.

Kommunerne skal i deres kommuneplanlægning udpege arealer til vindmøller, og der må i kommuneplanerne kun tilvejebringes rammer for lokalplanlægningen for vindmøller, der er udpeget dertil i kommuneplanens retningslinjer for arealanvendelsen. Lokalplanen skal således indeholde bestemmelser om møllernes placering, antal, mindste og største totalhøjde og deres udseende, jfr. § 4 stk. 1 og .2

Cirkulæret skal på samme tid skabe grundlag for en bæredygtig udbygning med vindmøller og sikre, at der i planlægning og sagsbehandling tages hensyn til nabobeboelse, natur, landskab kulturhistorie og jordbrugsmæssige interesser. Desuden skal møllers forhold til andre tekniske anlæg i det åbne land vurderes, jfr. cirkulærets § 5 stk. 1.

Af vejledningen til cirkulæret fremgår, at *"..... det bør overvejes, om der ud fra sikkerhedsmæssige hensyn også bør fastsættes mindsteafstande i forhold til overordnede veje og jernbaner, således at utilsigtede gener og unødige risici kan undgås for trafikken"*. Om skyggekast står bl.a., at *"Endvidere kan det anbefales at vurdere, hvorvidt placeringen af vindmøller vil give skyggekast på jernbaner og overordnede veje, således at gener og unødige risici undgås"*.

I vejledningen til cirkulæret henvises i øvrigt til den statslige udmelding "Oversigten over statslige interesser i kommuneplanlægningen – 2009", hvor det fremgår *"at placeringen af vindmøller skal tage hensyn til trafikken og trafiksikkerheden på de overordnede og vigtige veje, således at vindmøller ikke placeres nærmere vejen end 4 gange møllens totalhøjde, og således at vindmøllerne ikke placeres i vejens sigtelinje, hvis det vurderes at kunne fjerne trafikanternes opmærksomhed fra vejen og dens forløb"*.

Forligskredsen bag energiaftalen bad i foråret 2009 om at en reduktion af mindsteafstanden til overordnede veje blev overvejet. Efterfølgende blev forligskredsen i februar 2010 orienteret om, at Vejdirektoratet havde vurderet, at afstandskravene kunne mindskes i forhold til tidligere udmeldinger om 4 gange møllehøjden. I overensstemmelse hermed har man anvendt en mindsteafstand på 1,7 gange møllehøjden (dog mindst 250 m) i vindmølleplanlægningen. Den bygger bl.a. på en tysk redegørelse om risiko og afstande ved nedblæsning af is fra vindmøller.

I udkastet til den kommende statslige udmelding til kommuneplanrevision 2013 indgår de ovenfor nævnte mindsteafstande som grundlag for kommunernes planlægning for vindmøller. Men det bemærkes også, at en arbejdsgruppe søger at finde grundlag for en yderligere nedsættelse af mindsteafstandene.

## **Kommissorium for arbejdsgruppe for arbejde med vindmøllers afstand til veje og jernbaner**

### Baggrund

Forligspartierne bag energiforliget fra februar 2008 satte i 2009 fokus på en række emner vedrørende planlægning for vindmøller. Et af emnerne var det gældende krav om, at vindmøller ikke placeres nærmere overordnede veje end fire gange møllens totalhøjde bl.a. af hensyn til trafikssikkerhed. Kravet om afstanden til veje har igennem flere år indgået i oversigten over statslige interesser i regionplanen og nu sidst i forbindelse med udmelding til kommuneplan 2009.

På baggrund af forligspartiernes anmodning kontaktede Miljøministeriet Transportministeriet, som ved Vejdirektoratet, Trafikstyrelsen og Banedanmark den 2. februar 2010 fremsendte et forslag til ny formulering af kravet om afstand mellem vindmøller og veje/jernbaner.

Af det materiale Transportministeriet havde udarbejdet er der bl.a. foretaget en vurdering

- af vindmøllernes mulige negative indvirkning på de overordnede veje og jernbaner,
- af hensynet til trafik og trafikssikkerhed, herunder nedblæsning af is,
- af hvilke regler der f.eks. gælder i Tyskland på området,

På den baggrund foreslog Transportministeriet, at vindmøller som udgangspunkt ikke må placeres nærmere veje og baner end 1,7 gange møllens totale højde, dog mindst 250 meter fra overordnede veje. Miljøministeren orienterede forligskredsen om udmeldingen den 23. marts 2010.

Transportministeriet har oplyst, at Vejdirektoratet i dag administrerer kommunernes vindmølleplaner efter denne nye udmelding. Trafikstyrelsen og Banedanmark vil ligeledes sagsbehandle ud for denne nye udmelding.

### Aftale om Østerild af 28. maj 2010

I aftalen om et nationalt testcenter for store vindmøller i Østerild som en del af en helhedsløsning for placering af testmøller frem mod 2020 fremgår det, at forligspartierne bag aftalen ønsker, at der ses på muligheden for en yderligere reduktion af afstandskravet for vindmøller til overordnede veje og jernbaner.

"Regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti og Socialistisk Folkeparti har derfor aftalt, at Transportministeriet, Klima- og Energiministeriet og Miljøministeriet nedsætter en arbejdsgruppe, der ser på muligheden for at reducere afstandskravet yderligere både for så vidt angår afstandskravet på 1,7 gange møllernes totalhøjde og reglen om minimum 250 meter fra offentlig vej, idet der som en del af arbejdet vil indgå undersøgelse af forholdene i udvalgte andre lande og den seneste ekspertviden på området."