

# Vindmøllers afstande til overordnede veje og jernbaner

ISBN, netversion:

# Indhold

1. INDLEDNING .....	4
1.1.1. Baggrund.....	4
1.1.2. Opgave og proces.....	5
2. EKSISTERENDE REGLER FOR PLACERING AF VINDMØLLER VED VEJE OG BANER .....	6
2.1. Eksisterende regler for placering af vindmøller ved veje .....	6
2.2. Eksisterende regler for placering af vindmøller ved jernbaner .....	8
3. NEDBLÆSNING AF IS .....	10
4. MØLLEHAVARI .....	13
5. DISTRAKTION FRA VINDMØLLER .....	15
5.1. Distraction af trafikanter på statens veje.....	15
5.2. Distraction fra vindmøller på statens jernbaner .....	16
6. REGULERING AF AFSTANDSKRAV I NABOLANDE.....	17
7. SAMLET VURDERING .....	20
8. Bilagsliste.....	22

# 1. Indledning

Regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti og Socialistisk Folkeparti indgik d. 28. maj 2010 en aftale om etablering af et nationalt testcenter for store vindmøller i Østerild Klitplantage i Thy. I den forbindelse blev der stillet spørgsmål til den nærmere begrundelse for de udmeldte afstandskrav i forhold til vindmøllers placering ved overordnede veje. Der blev i den anledning spurgt til mulighederne for at mindske afstandskravene yderligere.

Allerede i februar 2010 havde Vejdirektoratet fundet grundlag for at ændre de gældende krav til en generel mindsteafstand fra 4 x møllehøjden til 1,7 x møllehøjden, dog minimum 250 m. Det politiske ønske var, at nedsætte denne afstand yderligere. På den baggrund blev der i efteråret 2010 nedsat en arbejdsgruppe bestående af Miljøministeriet ved By-og Landskabsstyrelsen, Klima-og Energiministeriet ved Energistyrelsen og DTU-Risø og Transportministeriet ved Vejdirektoratet, Banedanmark og departementet.

Arbejdsgruppens formål og opgave var at beskrive eksisterende krav og udmeldinger i forhold til afstandskrav for vindmøller i forbindelse med placering ved overordnede veje og jernbaner og at fremkomme med anbefaling om de fremtidige regler.

Arbejdsgruppen måtte konstatere, at man manglede et opdateret vidensgrundlag baseret på moderne mølleteknik, hvis man skulle levere et sagligt og dokumenteret forslag til nye generelle mindsteafstande. Konklusionen på arbejdsgruppens rapport, "Rapport om Afstandskrav mellem vindmøller og veje og jernbaner" af 20. december 2010, var en anbefaling af, 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. Det fremgår endvidere af anbefalingen, at der skal tilvejebringes et opdateret og dokumenteret vidensgrundlag, der kan belyse spørgsmålet om sandsynligheder, risici og konsekvenser i forhold til områderne nedblæsning af is, møllehavari og distraktion af trafikanter.

I rapporten anbefaledes også, at Vejdirektoratet præciserer overfor kommunerne, at der for den nuværende afstand ikke er tale om et forbud mod planlægning for vindmøller, men om en planlægningszone, hvori møller muligvis kan placeres på grundlag af konkrete vurderinger. Og endeligt anbefaledes det, at der senest juni 2011 udarbejdes et sæt nye retningslinjer for afstande til jernbaner på baggrund af Banedanmarks udmeldinger i arbejdsgruppen.

Af det udarbejdede kommissorium for den nye arbejdsgruppe fremgår det:

## Baggrund

*I løbet af efteråret 2010 pågik der et arbejde i By-og Landskabsstyrelsen (Naturstyrelsen) vedrørende afstandskrav for vindmøller i forhold til overordnede veje og jernbaner. Transportministeriet deltog i dette arbejde og leverede bidrag til brug for By-og Landskabsstyrelsens sammenfattende rapport. Rapporten blev efterfølgende forelagt forligskredsen bag Østerildaftalen.*

*Konklusionen på rapporten var en anbefaling af, at der skulle nedsættes en arbejdsgruppe med henblik på at fremskaffe et fagligt fundament for en eventuel revision af de nuværende afstandskrav for møllers placering ved overordnede veje og jernbaner.*

*Det fremgår deslige af rapporten, at arbejdsgruppen skal bestå af Transportministeriet, Klima og Energiministeriet og Miljøministeriet. Formanden for arbejdsgruppen er Transportministeriet.*

#### *Opgave og proces*

*Det er arbejdsgruppens opgave at fremskaffe et opdateret og dokumenteret vidensgrundlag og på den baggrund vurdere, om der er et fagligt og sikkerhedsmæssigt grundlag for at ændre de gældende afstandskrav. Arbejdsgruppen vil endvidere inddrage relevante erfaringer fra andre lande.*

*Arbejdsgruppen skal undersøge følgende områder:*

- Risici og konsekvenser i forbindelse med nedblæsning af is*
- Risici og konsekvenser i forbindelse med møllehavari*
- Distraktionsfaktor i forhold til møllers placering, herunder forskellen på placering i forhold til vej og bane*

*Arbejdsgruppen skal endvidere belyse hvilke hensyn, der gør sig gældende på henholdsvis vej- og baneområdet, herunder vurdere om afstandskravet kan differentieres mellem de to områder.*

*Arbejdsgruppen vil konkludere senest d. 1. juni 2011.*

## 2. Eksisterende regler for placering af vindmøller ved veje og baner

Det fremgår af Miljøministeriets cirkulære om planlægning for og landzonetilladelse til opstilling af vindmøller af 22. maj 2009, at kommunerne ved planlægningen af vindmøller skal vurdere vindmøllers forhold til andre tekniske anlæg i det åbne land, herunder overordnede veje og jernbaner.

Af vejledningen til cirkulæret fremgår også, at der skal undgås unødige gener og risici for trafikanter. Det fremgår endvidere af vindmøllecirkulæret, at der ikke må planlægges for opstilling af vindmøller nærmere nabobeboelse end 4 gange møllens totalhøjde.

Den 8. marts 2011 fremsendte Naturstyrelsen til bl.a. kommuner og regioner en ”Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen- 2013”. Oversigten skal gøre det lettere for kommunerne at få overblik over gældende nationale mål og krav.

Af oversigten (s. 10) fremgår det, at

*”Der har været stort fokus på kravet om, at vindmøller tidligere ikke måtte placeres nærmere overordnede veje end fire gange møllens totalhøjde bl.a. af hensyn til trafiksikkerhed. Transportministeriet har i foråret 2010 foretaget en ny vurdering og meddelt, 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.*

*...Det præciseres over for kommunerne, at den nugældende afstand for vindmøller til overordnede veje (1,7 gange møllehøjden, dog min. 250 meter) ikke er en forbudszone, men en planlægningszone hvori møller kan opstilles, hvis en række trafikale og planlægningsmæssige forhold tages i betragtning”.*

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. Såfremt vindmølleplanlægningen eller andre forhold i den fysiske planlægning tilsiger, at kommunerne planlægger møller opstillet nærmere overordnede veje end den foreslåede udmelding på 1,7 gange møllehøjden og minimum 250 meter, vurderer Banedanmark eller Vejdirektoratet kommunens konkrete mølleplaner og det enkelte mølleprojekt. I den forbindelse indgår vurdering af faktiske vejforløb, hastigheder, skilteplaceringer, fysiske afstande, visuelle sigtelinjer mv. Planforslaget forhandles med Banedanmark eller Vejdirektoratet, såfremt der er gjort indsigelser i henhold til planlovens bestemmelser.

### 2.1. Eksisterende regler for placering af vindmøller ved veje

Det er kommunernes ansvar at planlægge for vindmøller med en totalhøjde på op til 150 m. Ifølge planloven skal et kommuneplantillæg, der omfatter møller med en totalhøjde over 80 m eller grupper med mere end tre møller, ledsages af en VVM-redegørelse (Vurdering af Virkninger på Miljøet).

Indtil den 2. februar 2010 henholdt Vejdirektoratet sig i sin vurdering af møller nær de statslige veje til samme afstandskrav for placering af vindmøller nær de statslige veje som

dem, der gælder for placering af vindmøller ved boliger, hvilket vil sige fire gange møllens højde. Vejdirektoratet undersøgte efter aftale med Miljøministeriet, om der kunne findes belæg for at udmelde en generel mindre mindsteafstand til overordnede veje. Vejdirektoratet forhørte sig på den baggrund hos udenlandske vejbestyrelser. Resultatet fremgår af Vejdirektoratets vedlagte forslag til udmelding af en generel mindre mølleafstand:

*”.... vindmøller omfattet af VVM-reglerne, og møller opstillet i grupper, som udgangspunkt ikke placeres nærmere vejen end 1,7 gange møllens totalhøjde (på grund af faren for nedblæsning af is fra stillestående møller), dog mindst 250 meter fra vejen, og – enkeltstående vindmøller under 80 meter placeres med en afstand til vej på mindst 1,7 gange møllens totalhøjde”.*

Forslaget til udmeldingen på vejområdet betyder, at Vejdirektoratet generelt ikke kan forventes at have bemærkninger til kommuners forslag til planer om opstilling af vindmøller, der placeres længere væk end 250 meter og 1,7 gange møllens totalhøjde fra vejen.

Figur 1.1 Illustration af udmelding ift. vej og vejarealer – gældende bestemmelser.



Hvis vindmøllerne planlægges placeret i en ”planlægningszone” nærmere end 250 meter eller 1,7 gange møllens totalhøjde fra vejen, skal der ske en konkret vurdering af placeringen henset til de konkrete forhold på den konkrete vejstrækning for at undgå unødige og utilsigtede gene og risiko for trafikken, jf. kravet om kommunernes vurdering i Vindmøllelovens § 5, stk. 1. På baggrund af en konkret vurdering er det således under de eksisterende regler muligt at opstille vindmøller nærmere veje end 1,7 gange møllens totalhøjde.

Planlægningszonen er således den zone, hvor det er muligt for kommunerne at planlægge opstilling af vindmøller, når vindmøllerne er vurderet konkret i forhold til den nærliggende vej, og vejbestyrelsen er blevet hørt og ikke har haft anledning til at modsætte sig. På den Østjyske Motorvej E 45 ved Randers S er der opstillet en mølle hos vindmølleproducenten Vestas i en afstand af 1 gange møllehøjden fra motorvejen.

I planlægningszonen vil en kommune, efter høring af vejmyndighederne i henhold til planlovens bestemmelser, i givet fald også kunne vedtage forslag til kommuneplanretningslinje for arealer til vindmøllepark.

Ifølge Lov om offentlige veje § 34 kan vejbestyrelsen træffe beslutning om pålæg af byggelinjer langs eksisterende veje. Byggelinjer er pålagt af hensyn til færdslen og mulighed for udvidelse til en større bredde og færdselens tarv, f.eks. således at bebyggelse og aktiviteter omkring denne holdes i en passende afstand fra vejen. I medfør af vejlovens § 35 kan

vejbestyrelsen endvidere træffe beslutning om pålæg af byggelinjer til sikring af planer om nye veje og forlægninger af bestående veje.

Langs motorveje gennem åbent land strækker byggelinjen sig typisk 50 til 60 meter ud til hver side fra vejens midterlinje. Langs overordnede landeveje typisk op til 25 meter ud til hver side. Foran en byggelinje må der ikke opføres bebyggelse og andre anlæg og indretninger af blivende art. Herunder hører eksempelvis vindmøller.

Inden for rammerne af foreliggende forslag til udmelding, som der administreres efter på vejområdet, er der mulighed for efter konkret vurdering i givet fald at kunne opstille møller bag en vejs byggelinje, hvis det konkret vurderes, at der ikke er gene eller risiko for trafikken. Kommunerne kan således i deres arealplanlægning udlægge arealer til vindmølleparker, der grænser op til det statslige vejnet, hvis de konkrete mølleplaceringer ikke er nærmere end 1,7 gange møllens højde eller 250 meter fra vejen, eller konkret vurdering har godtgjort, at der er taget fornødent hensyn til vejen.

## **2.2. Eksisterende regler for placering af vindmøller ved jernbaner**

På jernbaneområdet knytter der sig nogle sikkerheds- og anlægsmæssige hensyn i forhold til opstilling af vindmøller langs jernbanen. Dette drejer sig primært om hensyn i forhold til køreledningsanlæg, der fører højspænding samt trafiksikkerhedsmæssige risici som følge af evt. møllehavari.

Afstandskravet har over tid ændret sig lidt, men har på baneområdet været vindmøllers totalhøjde med et mindre tillæg på mellem 3 og 10 meter. Det er primært anlægstekniske betragtninger i forhold til spor, køreledningsanlæg og jernbanesikkerhed, der har dannet baggrund for formulering af disse krav.

Da der ikke forelå tilstrækkelig dokumentation for at fastlægge et krav fra jernbanen valgte Banedanmark at lægge sig op ad Vejdirektoratets afstandskrav.

Det fremgår af Vejdirektoratets brev af 2. februar 2010 til Miljøministeriet, at

*”Forhold til jernbaner*

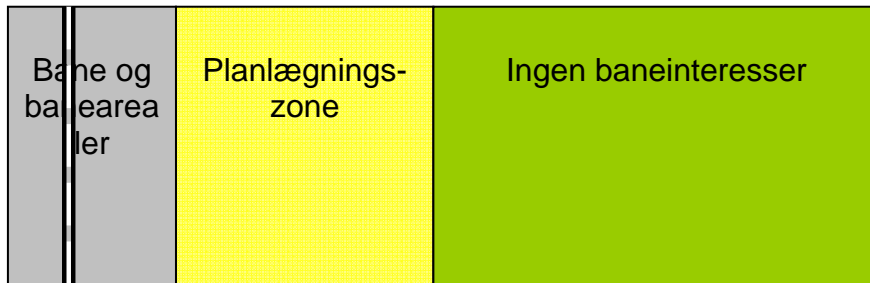
- *Ved planlægning af nye vindmøller skal tages hensyn til statslige jernbaner, således at utilsigtede gener og unødige risici for jernbanetrafikken undgås. Vindmøller placeret nær jernbanestrækninger bør vurderes konkret, således at gener fra skyggekast undgås og roterende møllevinger ikke optræder som baggrund for banesignaler. Herudover skal der tages højde for risiko for isnedfald, således at vindmøller ikke placeres nærmere jernbaneanlæg end 1,7 gange møllens totalhøjde”.*

I dag gælder på baneområdet, som på vejområdet, at vindmøller, der placeres længere væk end 250 meter og 1,7 gange møllens totalhøjde fra skellet mellem Banedanmarks arealer og omkringliggende arealer, ikke kræver nogen planlægningsmæssig vurdering fra banemyndighederne.



Banedanmark har historisk kun modtaget få henvendelser vedrørende opsætning af vindmøller. De seneste forespørgsler har vedrørt opsætning af husstandsvindmøller på 10-15 meters højde i Middelfart Kommune.

Figur 1.2 Illustration af udmelding ift. bane og banearealer – gældende bestemmelser.



Hvis vindmøllerne ønskes placeret inden for de 250 meter eller 1,7 gange møllens totalhøjde, der udgør planlægningszonen, kræves der en konkret planlægningsmæssig vurdering af placeringen henset til de konkrete forhold på den konkrete banestrækning. På baggrund af en konkret vurdering er det således under de eksisterende regler muligt at opstille vindmøller tættere på baner end 1,7 gange møllens totalhøjde. Banedanmark har i praksis ikke været i den situation at skulle behandle ønsker om opsætning af vindmøller i planlægningszonen.

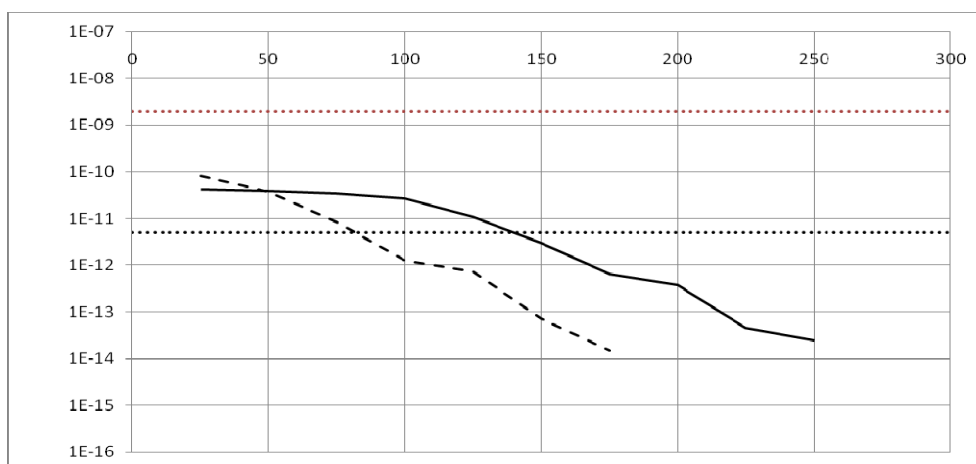
Planlægningszonen er således den zone, hvor det er muligt at opstilling af vindmøller kan ske efter en konkret vurdering af forholdene på baneområdet. Endvidere er det den zone, hvor en kommune på forhånd, efter høring af banemyndighederne, kan reservere arealer til mulige vindmølleparker.

Banedanmark har ligeledes overtaget Vejdirektoratets minimums planlægningsafstand på 250 meter, som er fastlagt med henblik på at undgå distraktion fra vindmøller af den kørende trafik på den konkrete strækning. Også i disse tilfælde kan der opstilles vindmøller tættere på infrastrukturen efter en konkret vurdering.

### 3. Nedblæsning af is

DTU-Risø har vurderet risikoen for isafkast fra vindmøller. DTU-Risø anfører at risikovurdering ifm. isafkast ved overisning er forbundet med stor usikkerhed, idet det er nødvendigt at foretage en række antagelser, som ikke umiddelbart kan verificeres, se nedenfor. Ved vurdering af risikoen fra isafkast skal der betragtes dels situationer, hvor vindmøllen er i drift (generelt ved vindhastigheder mellem 3m/s og 25m/s) og dels situationer, hvor vindmøllen er stoppet, hvilket primært sker når vindhastigheden er større end 25m/s eller mindre end 3m/s, men som også forekommer i tilfælde med fejlsituationer og når vindmøllens kontrolsystem opdager en fejl. Sidstnævnte kan inkludere tilfælde, hvor isdannelse på vingerne medfører masseubalancer.

Det bemærkes, at denne og andre teknikker til detektion af is på vingerne forventes at blive forbedret, og der pågår således en række forsknings- og udviklingsprojekter hermed. Behovet for anvendelsen heraf under danske klimaforhold, er dog begrænset, jf. nedenfor.



Figur 3. Sandsynlighed pr kørt km for at en person i et køretøj mister livet pga. isafkast fra en vindmølle som funktion af afstanden til en vej. Fuldt optrukken kurve: vindmølle i drift - stiptet kurve: vindmølle stoppet.

Figur 3 viser sandsynligheden pr kørt km for at en person i et køretøj mister livet pga. isafkast fra en vindmølle med en tiphøjde på 150 m som funktion af afstanden til en række vindmøller placeret langs en overordnet vej med en indbyrdes afstand på 400 m. Andre afstande mellem vindmøllerne ændrer kun ubetydeligt sandsynlighederne.

Der er benyttet 10 minutters middelhastigheder i beregningerne. Vindretningen er antaget jævnt fordelt på alle retninger. Kasteafstandene ses på figuren, som de afstande, hvor kurven knækker nedad. Første knæk svarer til kasteafstanden ved 5 m/s, andet knæk ved 10 m/s osv. Max kasteafstand ved 25m/s er afstanden, hvor kurven stopper. Da sandsynlighedskurven er bestemt ved vægtning med sandsynlighederne for de forskellige vindhastigheder fås meget lave sandsynligheder ved de længste kasteafstande.

Den øverste punktlinje viser den statistiske risiko for at miste livet i øvrigt ved færdsel på motorveje, som er på  $2 \cdot 10^{-9}$  pr kørt km (2009).

I risikovurderinger benyttes normalt sandsynligheden for, at en trafikant mister livet pr. kørt km. En væsentlig årsag hertil er, at der findes veldokumenterede data for denne risiko for veje i mange lande, bl.a. Danmark. I 2009 er denne sandsynlighed således  $2 \cdot 10^{-9}$  pr kørt km (eller i gennemsnit for alle motorveje 0,002 dræbte pr. million kørte km). Benyttes det såkaldte ALARP (As Low As Reasonably Practicable) princip antages ofte, at et yderligere / ekstra risikobidrag kan betragtes som ubetydeligt, hvis dette bidrag er mindre end denne sandsynlighed reduceret med en faktor 100, dvs.  $2 \cdot 10^{-11}$  pr kørt km. Tages hensyn til evt. fremtidig reduktion af det generelle sikkerhedsniveau på de danske motorveje kan acceptgrænsen evt. reduceres til  $5 \cdot 10^{-12}$  (sort punktlinje). Dette skøn har Cowi foretaget som værende acceptabelt for placeringer af fremtidige vindmøller langs motorveje under hensyntagen til en forventet halvering af dræbte hvert 10. år fremover.

For overisning af vinger under drift er der i beregningerne ikke medtaget effekter af evt. opvarmning af vinger ved overisning, at vindmøllens kontrolsystem stopper vingerne i tilfælde af masseubalancer, at vingerne kan have specielle belægninger, der modvirker opbygning af is og at vindmøllerne kan stoppes, hvis der varsles overisning.

I det følgende beskrives de benyttede forudsætninger og kommentarer til disse.

- Oplysninger fra DMI viser at der i Danmark i gennemsnit forekommer overisning med istykkelser større end 3 mm i Danmark 0,175 gange pr år. Disse oplysninger er knyttet til overisning af stillestående konstruktioner ved jordoverfladen. Da istykkelser vokser med størrelsen af vindhastigheden, kan der på en roterende vinge opbygges større istykkelser. Ligeledes kan der i rotorhøjde være vejsituationer, der medfører opbygning af større istykkelser end ved jordoverfladen. Dette er baggrunden for det skønsmæssige estimat for frekvensen af overisning på 0,175 gange pr. år, der kan medføre isstykker, som kan kastes over større afstande. Dette estimat er behæftet med stor usikkerhed.
- Det vurderes, at isstykker skal have en tykkelse på minimum 2 cm for at kunne kastes over større afstande uden at gå i mindre stykker, og samtidigt kunne gøre skade på et forbigående køretøj. I litteraturen benyttes ofte isstykker på 1,0 - 1,5 kg ved vurdering af risici ifm isafkast. Det har ikke været muligt at finde data for isafkast fra vindmøller i Danmark. Dette skyldes primært, at overisning ikke har været et problem for vindmøller under danske klimaforhold.
- Ved overisning af vingerne vil der kunne afkastes et antal isstykker. Det har ikke været muligt at finde data herfor. Skønsmæssigt er det antaget, at der ved en overisning kan afkastes op til 10 isstykker med en vægt over 1 kg, se ovenfor. Dette estimat er behæftet med stor usikkerhed.
- Ved overisning har vindhastigheden (og vindretning) betydning for hvor langt isstykker kan kastes. Data over en periode på 50 år fra DMI viser, at vindhastigheder ved overisninger har en gennemsnitlig værdi på 6,3m/s og en spredning på 2,9m/s. Ved beregning af sandsynlighederne i figur 1 er sandsynlighedsfordelingen fra disse data benyttet, idet vindhastighederne er omregnet til navhøjde.
- Hvis et isstykke på 1,0-1,5 kg rammer et køretøj, er det antaget, at sandsynligheden er 10 % for at i gennemsnit 1,5 personer i bilen mister livet. Dette estimat vurderes at være konservativt.
- Et køretøj antages at have et areal på  $10 \text{ m}^2$  svarende til størrelsen på en almindelig personbil.

- For en vindmølle under drift er det konservativt benyttet at is afkastes ved den mest ugunstige position af vingen.
- Der er ikke taget højde for indirekte konsekvenser, som f.eks. et harmonikasammenstød som følge af at trafikanter foretager en undvigemanøvre.
- Beregningerne er foretaget pr. kørt km, og der indgår ikke en vurdering af trafikintensiteten ved en konkret vejstrækning. I risikovurderinger benyttes, som nævnt ovenfor, normalt sandsynligheden for, at en trafikant mister livet pr. kørt km. En væsentlig årsag hertil er, at der findes veldokumenterede data for denne risiko for veje i mange lande, bl.a. Danmark. Herudfra kan der således opstilles acceptkriterier for risikoen.

Af figur 3 ses, at risikoen for at en person i en bil dræbes i tilfælde af isafkast ved overisning falder kraftigt når afstanden øges. Den maksimale kasteafstand svarer stort set til 1,7 gange møllehøjden.

Risikoen ifm isafkast for en vindmølle i drift ses derimod at være lidt større, end risikoen hvis vingerne er stillestående. Det bemærkes, at isstykker under drift typisk kastes vinkelret på vindretningen, medens de for en stoppet vindmølle typisk kastes i vindretningen. Som beskrevet ovenfor er der imidlertid en række væsentlige usikkerheder ved bestemmelse af niveauet for sandsynligheden pr. kørt km.

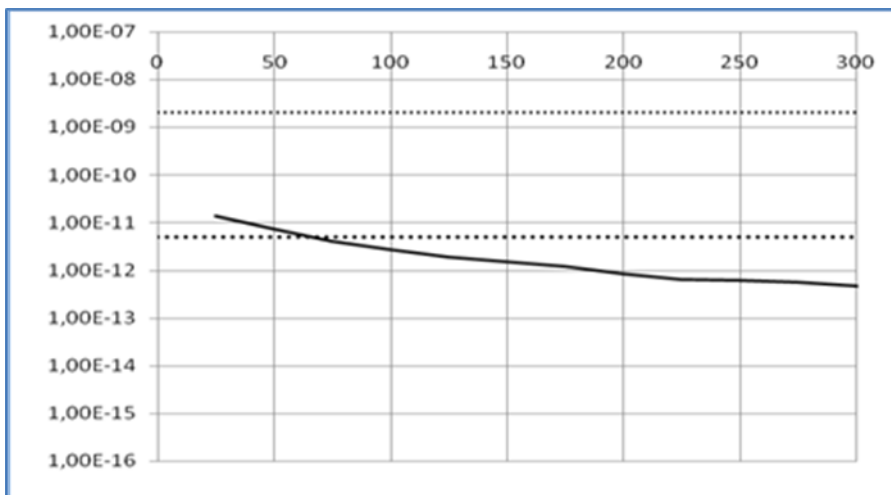
Det anbefales derfor, at der for konkrete projekter udføres en egentlig risikovurdering, som også medtager placeringen i forhold til en vej og den dominerende vindretning.

## 4. Møllehavari

DTU-Risø har vurderet risikoen for møllehavari. DTU-Risø anfører, at der er indsamlet data fra et stort antal 'moderne' vindmøller (fra Danmark og udlandet og med samme grundlæggende teknologi som nye vindmøller). Disse data indeholder oplysninger ifm hændelser, hvor dele fra vindmøllen er kastet / faldet i en afstand fra vindmøllen. Dette dækker bl.a. smådele tabt fra nacellen og dele af vindmøllevinger og nacelle. Data indeholder oplysninger om afstanden fra vindmøllen, hvor vindmølledele er landet, og størrelsen af vindmølledele.

Baseret på disse data er risikoen estimeret for at personer i køretøjer bliver dræbt pga. vindmølledele 'bortkastet' fra en vindmølle i tilfælde af helt eller delvist svigt. Risikoen udtrykkes som en sandsynlighed pr. kørt km. Der er set bort fra risikobidrag fra påkørsel af dele, der lander indenfor stoplængden ved opbremsning, og det antages, at der i gennemsnit er 1,5 person i hvert køretøj. Det antages, at der er placeret en række vindmøller med en typisk totalhøjde på 120 m (svarende til vindmøllerne i det bagvedliggende datagrundlag) og en indbyrdes afstand på 400-500 m langs vejen.

Undersøgelserne viser, at risikobidraget fra 'bortkastede' vindmølledele kan antages at være af mindre betydning (under  $5 \cdot 10^{-12}$  for møller, der står mere end 60 meter fra vejen (eller under  $10^{-11}$  uden for normal byggelinje) pr kørt km sammenlignet med den statistiske risiko for at miste livet i øvrigt ved færdsel på motorveje, som er på  $2 \cdot 10^{-9}$  pr kørt km (2009). Se figur 4. Endvidere er højden af vindmøllerne og afstanden mellem disse også af mindre betydning.



Figur 4 Sandsynlighed pr. kørt km for at en person i et køretøj mister livet pga. helt eller delvist svigt/kollaps (havari) af en vindmølle som funktion af afstanden til en vej. Stiplede kurver viser niveauerne  $5 \cdot 10^{-12}$  og  $2 \cdot 10^{-9}$ .

I risikovurderinger benyttes normalt sandsynligheden for, at en trafikant mister livet pr. kørt km. En væsentlig årsag hertil er, at der findes veldokumenterede data for denne risiko for veje i mange lande, bl.a. Danmark. I 2009 er denne sandsynlighed således  $2 \cdot 10^{-9}$  pr. kørt km (eller i gennemsnit for alle motorveje 0,002 dræbte pr. million kørte km). Benyttes det såkaldte

ALARP (As Low As Reasonably Practicable) princip antages ofte, at et yderligere / ekstra risikobidrag kan betragtes som ubetydeligt, hvis dette bidrag er mindre end denne sandsynlighed reduceret med en faktor 100, dvs.  $2 \cdot 10^{-11}$  pr. kørt km. Tages hensyn til evt. fremtidig reduktion af det generelle sikkerhedsniveau på de danske motorveje kan acceptgrænsen evt. reduceres til  $5 \cdot 10^{-12}$  (sort punktlinje). Dette skøn har Cowi foretaget som værende acceptabelt for placeringer af fremtidige vindmøller langs motorveje under hensyntagen til en forventet halvering af dræbte hvert 10. år fremover.

Der er ikke taget højde for indirekte konsekvenser, som f.eks. et harmonikasammenstød som følge af at trafikanter foretager en undvigemanøvre.

Beregningerne er foretaget pr. kørt km, og der indgår ikke en vurdering af trafikintensiteten ved en konkret vejstrækning. I risikovurderinger benyttes, som nævnt ovenfor, normalt sandsynligheden for, at en trafikant mister livet pr. kørt km. En væsentlig årsag hertil er, at der findes veldokumenterede data for denne risiko for veje i mange lande, bl.a. Danmark. Herudfra kan der således opstilles acceptkriterier for risikoen.

## 5. Distraction fra vindmøller

### 5.1. Distraction af trafikanter på statens veje

Den eksisterende praksis i Vejdirektoratet for administration af kommunernes forslag til planer for placering af vindmøller nær det statslige vejnet omfatter en generel visuel mindsteafstand på 250 meter for vindmøller, der er højere end 80 meter. Anvendelsen af 250 meter som en generel mindsteafstand i planlægningen af nye store vindmøller langs overordnede veje bygger på det forhold at bilister, der kører på moderne anlagte veje gennem landskabet, typisk vil se den forankørende trafik, skilte og vejens forløb på baggrund af vejens nærmeste omgivelser.

Ved motorvejshastighed vil bilistens synsfelt frem ad vejen nå ca. 20 grader ud til siderne. (Kilde: ”Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen, Lorentz”). Det betyder, at større synlige elementer i vejens nærmeste omgivelser 200-250 meter ud til hver side af vejen set ca. 600 meter fremme ad vejen alt andet lige optræde i bilistens synsfelt. Ved en lavere landevejshastighed hviler bilistens syn ikke så langt fremme på vejen, og bilistens synsfelt når derfor 300 meter ud til hver side af vejen.

En vindmølle med en rotordiameter på 90 meter placeret ca. 250 meter fra vejen vil således ligge på grænsen til at optræde i førerens synsfelt. Alt andet lige vil roterende vinger på store møller, der er placeret inden for dette område kunne risikere at optræde som distraherende baggrund for trafikanternes opfattelse af vejforløb, skilte og forankørende trafik. Dog vil vejtype, kørehastighed og den aktuelle mølletype få betydning for konkret vurdering af de visuelle forhold på en given strækning.

Der foreligger relativt lidt viden om roterende vindmøllevingers egnethed til at optræde som distraktionsfaktor og påvirkning af trafikanters opmærksomhed. Det er dog almindeligt kendt fysiologisk, at øjets opmærksomhed fanges af bevægelse. Dette benyttes i reklame øjemed gennem opstillinger med blinkende, rullende, skiftende og drejende skilte og objekter. Vejdirektoratet har på baggrund af eksempelvis reklamers brug af bevægelseffekter for at indfange tilskuernes opmærksomhed anlagt en forsigtighedsbetragtning ved fastsættelsen af mindsteafstanden på 250 m.

Som det er tilfældet for afstandskravet, der er begrundet i nedblæsning af is, kan også her opstilles vindmøller nærmere end 250 meter fra vejens midterlinje og dermed inden for trafikanternes synsfelt, såfremt dette sker efter konkret vurdering og i givet fald under hensyn til de konkrete vej-og trafikforhold.

Generelt vil såvel vejtype, kørehastighed og den aktuelle mølletype få betydning for konkret vurdering af de visuelle forhold på en given strækning. 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 hastighedsskift, indfletninger, krydsningsområder, færdselstavler, vejvisning og signaler placeret over vejen eller i dennes rabatareal.

Der er ikke under arbejdet med denne rapport fremkommet nye oplysninger vedrørende vindmøllers bidrag til distraktion af trafikanter, som underbygger generelle udmeldinger om afstandskrav vedrørende distraktion.

## ***5.2. Distraktion fra vindmøller på statens jernbaner***

De gældende regler på baneområdet er overtaget fra vejområdet. Banedanmark har benyttet lejligheden til at foretage en konkret vurdering af, om problemstillingen vedrørende distraktion fra vindmøller har samme betydning på banen som på vejen.

I den forbindelse har Banedanmark anmodet Signalkommissionen om at vurdere spørgsmålet. Signalkommissionen er det udvalg under Banedanmark, der har til formål og opgave at sikre, at der er den synlighed der skal være for signaler af hensyn til trafiksikkerhed og lokoførernes mulighed for at se signaler og signalgivning. Kommissionen består af repræsentanter fra Banedanmark, Dansk Jernbaneforbund, operatørerne (DSB, DSB First, Arriva, Hector Rail, -DB Schenker har valgt ikke at deltage aktivt). Signalkommissionen dækkes på fjernbanen af fire geografiske repræsentanter og på S-banen af to repræsentanter. Repræsentanterne koordinerer, når nødvendigt, kommissionens tværgående opgaver.

Signalkommissionen har vurderet muligheden for visuelle gener fra vindmøller, der fungerer som bevægelig baggrund for signaler eller forårsager slagskygger, der kan forveksles med ting eller personer på banelegemet. Signalkommissionen og arbejdsgruppen for "Færdsel i Spor" har oplyst, at de nævnte forhold ikke kan opleves som et problem i tilfælde af, at der skulle blive opstillet et større antal vindmøller langs banelegemet.



## 6. Regulering af afstandskrav i nabolande

I forbindelse med udarbejdelsen af denne rapport er der blevet indhentet oplysninger om reguleringen af vindmøllers nærhed til veje og baner i vores nabolande. Reguleringen i nabolandene er sammenfattet i tabel 1.

Hvis man kigger nærmere på reglerne i Sverige, Tyskland, Storbritannien, Belgien og Holland ses det, at der arbejdes med forskellige afstandskriterier og former for regulering af møllers nærhed til veje.

Tabel 1: Oversigt over afstandskrav i vore nabolande

Lande	Afstandskrav vej	Afstandskrav bane
Storbritannien	1 x møllehøjden + 50 m. Konkret vurdering set i forhold til trafikken.	Der eksisterer ingen national lovgivning, der fastlægger afstandskrav ift. jernbaner.
Holland	Mindst 30 m fra vejkant til vindmølle.	Totalhøjden på vindmøllen + 11 meter til spormidte.
Belgien (Flandern)	Generelt min. 30 m til vejens færdselsareal.	
Sverige	Konkret vurdering i det enkelte tilfælde - 1 x møllens højde, min. 50 m uanset vejtype.	Afstanden fra nærmeste spormidte skal være møllens totalhøjde udvidet med en afstand på 20 m. Afstanden skal dog altid være mindst 50 m.
Slesvig-Holsten  Mecklenburg-Vorpommern	I Slesvig – Holsten er udmeldingen op til 1 gange møllens højde. Såfremt der ikke findes afværgeforanstaltning mod isafkast er mindsteafstanden 400 m medmindre en ekspertvurdering af risikoen for isafkast kan reducere denne afstand. <sup>1</sup> I Mecklenburg-Vorpommern er hovedreglen 100 m i forbindelse med udpegning af egnede vindmøllearealer.	I Slesvig-Holsten gælder det samme på bane som på vej. Det samme gælder på bane som på vej.

Hvis man f.eks kigger specifikt på de svenske regler på området er udmeldingen, at der foretages en konkret vurdering af alle tilfælde. Afstanden til veje er som udgangspunkt mindst totalhøjden på vindmøllen, dog mindst 50 meter. Hvis en vej har lav trafikintensitet, vil

<sup>1</sup> Ifølge Risø DTU: Beregninger af kasteafstande med aerodynamiske modeller viser, at der med 180-200 m høje vindmøller højst fås kasteafstande på ca. 300 m når vindhastigheden er ekstrem høj (25m/s) med meget lille sandsynlighed.

vindmøller kunne placeres tættere på. I hvert enkelt tilfælde er der således tale om en vurdering af de konkrete forhold på den pågældende vejstrækning.

I Storbritannien vil en konkret vurdering omfatte risiko for visuel distraktion særligt på vanskelige vejstrækninger med kraftig trafik eller mange uheld.

Hvis man kigger på de hollandske udmeldinger ses det, at der opereres med et afstandskrav på mindst 30 m fra vejkanten til vindmøllen. I de tilfælde hvor diameteren er på 60 meter eller derover, skal afstanden til vejkanten dog mindst være halvdelen heraf. På baneområdet arbejdes der i Holland med totalhøjde + 11 meter til spormidte.

I Belgien (Flandern) anvendes en lignende afstand som i Holland på mindst 30 meter fra vejkanten.

For Slesvig-Holsten fremgår det af ”*Grundsätze zur Planung von Windkraftanlagen*” at der opereres med et afstandskrav på 1 gange møllens højde. Dog opererer man også her med en mindsteafstand på helt op til 400 meter i forbindelse med områder med risiko for isafkast med mindre en ekspertvurdering af risikoen for isafkast kan reducere denne afstand.

Risø DTU’s beregninger af kasteafstande med aerodynamiske modeller viser, at der med 180-200 m høje vindmøller højst fås kasteafstande på ca. 300 m når vindhastigheden er ekstrem høj (25 m/s) med meget lille sandsynlighed.

For så vidt angår Mecklenburg – Vorpommern fremgår det af ”*Richtlinie zum Zwecke der Neuaufstellung, Änderung oder Ergänzung Regionaler Raumentwicklungsprogramme in Mecklenburg-Vorpommern (RL-RREP) 4. Änderung*”, at der opereres med en minimumsafstand på 100 meter i forhold til motorveje/jernbaner og vindmølleparker. I forhold til mindre veje og vindmølleparker er der dog ingen minimumsafstand.

Fra Sverige har tilbagemeldingen været, at af hensyn til trafiksikkerheden skal vindmøller placeres med en afstand fra vejen og jernbanen. Afstanden til almindelige veje bør efter myndighedernes vurdering være mindst totalhøjden på vindmøllen, dog mindst 50 meter, uanset vejtype. Har en vej lav trafikintensitet kan vindmøllen eventuelt placeres tættere på. Der er dog tale om en generel anbefaling. Der vil således i de konkrete tilfælde skulle foretages en vurdering af de forhold, som gør sig gældende på den konkrete vejstrækning. På baneområdet arbejder man i Sverige med møllens totalhøjde + 20 meter til spormidte. Afstanden skal dog altid være mindst 50 m.

I Storbritannien er scenariet at der opereres med et afstandskrav på maks. totalhøjden på vindmøllen plus 50 meter. Dog kan dette reduceres ud fra en konkret vurdering, ligesom der er særlig opmærksomhed på at trafikerede vejstrækninger, der er særligt uheldsbelastede, ikke visuelt belastes af nærstående møller.

Som det fremgår af ovenstående foreligger der ikke konkrete nye oplysninger i forhold til spørgsmålet om afstand i forhold til distraktion. Der kan således ikke peges på en entydig tendens i de udenlandske erfaringer, men snarere skelnes mellem Belgien, Holland, Nordtyskland, Storbritannien og Sverige.

Tages der udgangspunkt i vores nærmeste naboer, Nordtyskland og Sverige, kan der peges på, at der er en vis forskel på de afstande der anvendes i landene. De fleste har lempeligere regler end her. Fra såvel Sverige som Storbritannien kan der peges på, at en konkret vurdering spiller en afgørende rolle. Og i Slesvig-Holsten er udmeldingen op til 1 gange møllens højde. Såfremt der ikke findes afværgeforanstaltning mod isafkast er mindsteafstanden 400 m medmindre en ekspertvurdering af risikoen for isafkast kan reducere denne afstand.

## 7. Samlet vurdering

Afstandskrav vedrørende placering af vindmøller i forhold til veje og jernbaner udgør en afvejning af hensynet til trafiksikkerheden og hensyn til muligheden for opstilling af vindmøller. En reduktion af afstandskravene vil således give mulighed for opstilling af vindmøller på flere arealer. Men som DTU Risøs analyse viser, vil en reduktion af de nuværende afstandskrav alt andet lige forøge risikoen for dræbte i vejtrafikken.

Arbejdsgruppen har undersøgt risici forbundet med nedblæsning af is, vindmøllesvigt (herunder havari) og vindmøllers distraktion af trafikanter.

For så vidt angår vindmøllesvigt viser DTU Risøs analyser, at vindmøllesvigt inklusiv havari udgør en lille risiko for trafikanterne. Risikoen aftager svagt med afstanden og falder ved 1 gange møllehøjde sammen med risikoen for nedblæsning af is, hvilket vurderes at være acceptabelt.

For så vidt angår isafkast oplyser DTU Risø, at det ikke har været muligt at finde data for isafkast fra vindmøller i Danmark. Det skyldes ifølge DTU Risø primært, at overisning ikke har været et problem for vindmøller under danske klimaforhold. DTU Risøs beregninger viser, at der ved 1 gange møllehøjden opnås en acceptabel risiko. Der er ikke fremkommet oplysninger, som peger på, at nedblæsning af is udgør et problem på større afstande end 1,7 gange vindmøllens totalhøjde.

For så vidt angår distraktion er der ikke fremkommet nye oplysninger vedrørende distraktion på veje. Det indebærer, at der heller ikke er fremkommet oplysninger, der kan understøtte den nuværende minimumsafstand på 250 meter begrundet med distraktion, som er udmeldt i henhold til et forsigtighedsprincip. På baneområdet har Banedanmarks Signalkommission vurderet, at distraktion fra vindmøller ikke udgør nogen risiko.

Arbejdsgruppen konstaterer, at området er meget forskelligt reguleret i vores nabolande. I forhold til DTU Risøs konklusion vurderer arbejdsgruppen at særligt reguleringen i Sverige og Storbritannien er interessant, da konkrete vurderinger af den enkelte vindmølles placering spiller en betydelig rolle i begge lande. I Sverige foretages en konkret vurdering i det enkelte tilfælde. Den generelle udmelding er et afstandskrav på mindst 1 gange vindmøllens højde, dog mindst 50 m.

I Slesvig-Holsten er udmeldingen op til 1 gange møllens højde. Såfremt der ikke findes afværgeforanstaltning mod isafkast er mindsteafstanden 400 m medmindre en ekspertvurdering af risikoen for isafkast kan reducere denne afstand.

På baggrund af ovenstående vurderer arbejdsgruppen, at der samlet set vurderes at være belæg for at revidere de gældende afstandskrav i nedadgående retning.

Arbejdsgruppen vurderer, at den nuværende viden giver mulighed for at reducere afstandskravet til 1 gange vindmøllens totalhøjde. Ved denne afstand konvergerer risikoen for vindmøllesvigt og nedblæsning af is på et acceptabelt niveau, ligesom afstandskravet kendes fra nabolande. På baneområdet kan der peges på, at der i en række af vore nabolande stilles krav om afstand på 1 gange møllehøjden plus et mindre tillæg. Også i Danmark må der

forventes en lignende minimumsafstand af hensyn til kørestrømsanlæggene, der fører højspænding. For veje, der er pålagt byggelinjer, fastsættes afstanden fra disse. Arbejdsgruppen vurderer ikke, at der er belæg for at regulere vindmøllers placering fra vej og bane længere væk end 1,7 gange møllens højde.

I en zone mellem 1 og 1,7 gange møllens højde kan der optræde sikkerhedsmæssige spørgsmål i forbindelse med opstilling af vindmøller. Sådanne spørgsmål vil aftage med afstanden til vej og bane. Arbejdsgruppen anbefaler, at der ligeledes i denne zone kan opstilles vindmøller medmindre Vejdirektoratet eller Banedanmark i helt konkrete tilfælde kan fremkomme med specifik begrundelse for at placere vindmøllen længere væk end 1 gange vindmøllens højde. Udgangspunktet er således, at vindmøller kan placeres ved 1 gange vindmøllens højde fra infrastrukturen.

Arbejdsgruppen anbefaler videre, at Vejdirektoratet og Banedanmark foretager en klar og letforståelig udmelding af de reviderede krav. Både via Naturstyrelsen og de to styrelses egne informationsplatforme.

Vindmølleteknologien og vidensgrundlaget herom undergår en løbende udvikling. Arbejdsgruppen anbefaler derfor, at der inden udgangen af 2012 foretages en evaluering af den nye udmelding med henblik på en vurdering af indvundne erfaringer. Der skal i evalueringen ses på hvordan ressortmyndighederne har behandlet de konkrete sager. Endvidere skal nye forskningsresultater på området vurderes og andre landes regelsæt på området skal deslige undersøges.

Fastsættelse af regler og udmeldinger herom er under Transportministeriets ressort.

## 8. Bilagsliste

- 1) Rapport af 20. december 2010
- 2) DTU-Risø's bidrag vedrørende isafkast og møllehavari af 26. maj 2011
- 3) Andre landes regler
  - Slesvig-Holsten
  - Mecklenburg-Vorpommern
  - Sverige
  - Holland
  - Belgien (Flandern)
  - UK
  - EWEA – the european wind energy association, sep. 2009.