

Til
Miljø- og Fødevareministeriet

Dokumenttype
Miljørapport

Dato
Juni 2018

Miljøvurdering af bekendtgørelse om støj fra vindmøller

BEKENDTGØRELSE OM STØJ FRA VINDMØLLER MILJØRAPPORT

BEKENDTGØRELSE OM STØJ FRA VINDMØLLER MILJØRAPPORT

Revision **3**
Dato **28. juni 2018**
Udarbejdet af **Allan Jensen, Rasmus Hejlskov Olsen, Karina Damgaard, Sesse Bang**
Kontrolleret af **Maja Schlenzig**
Godkendt af
Beskrivelse **Miljøvurdering af bekendtgørelse om støj fra vindmøller**

INDHOLD

1.	INDLEDNING	1
2.	IKKE-TEKNISK RESUMÉ	1
3.	BEKENDTGØRELSE OM STØJ FRA VINDMØLLER	4
3.1	Den nye bekendtgørelse	4
3.2	Den eksisterende bekendtgørelse	4
3.2.1	Beskyttelsesniveau	4
3.2.2	Grænseværdier for støj	5
3.2.3	Gener fra støj fra vindmøller	6
3.2.4	Helbredseffekter	8
3.2.5	Grænseværdier ved 6 m/s og 8 m/s	12
3.2.6	Lavfrekvent støj	14
3.2.7	Infralyd	15
3.2.8	Vibrationer	15
3.2.9	Støjfølsomme områder	16
3.2.10	Metoder til måling af støj fra vindmøller	17
3.2.11	Metoder til beregning af støj fra vindmøller	19
3.2.12	Forsøgsmøller	23
3.2.13	Anmeldelse mv. samt tilsyn og påbud om støjmålinger	23
3.2.14	Ikrafttrædelse m.v.	24
4.	MILJØVURDERINGENS AFGRÆNSNING OG INDHOLD	25
4.1	Miljøvurderingens omfang	25
4.2	Afgrænsning	25
4.3	Grundlag for miljøvurderingen	25
4.4	Metodebeskrivelse	25
5.	FORHOLDET TIL ANDEN LOVGIVNING OG PLANLÆGNING	27
6.	ALTERNATIVER OG MILJØMÅL	30
6.1	Miljømål	30
7.	MILJØVURDERING	31
7.1	Befolkning og menneskers sundhed	31
7.1.1	Eksisterende forhold	32
7.1.2	Miljøvurdering af ændringer	32
7.2	Biologisk mangfoldighed	34
7.2.1	Eksisterende forhold	35
7.2.2	Miljøvurdering af ændringer	35
7.3	Materielle goder	36
7.3.1	Eksisterende forhold	36
7.3.2	Miljøvurdering af ændringer	38
7.4	Øvrige miljøforhold	40
8.	AFVÆRGEFORANSTALTNINGER OG OVERVÅGNING	41
9.	REFERENCER	42
10.	BILAG 1: STØJBeregninger	46

10.1	Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse fra havvindmøller	46
10.2	Ændrede lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder	49
10.2.1	Støj fra havvindmøller	49
10.2.2	Støjbidrag fra eksisterende vindmøller	50
11.	APPENDIX 2: SUMMARY OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE DANISH STATUTORY ORDER ON NOISE FROM WIND TURBINES	52
11.1	Level of protection	53
11.2	The five changes of the Statutory Order	53
11.3	Possible transboundary environmental, including health, effects	55

1. INDLEDNING

I denne miljørapport bliver bekendtgørelse om støj fra vindmøller miljøvurderet. Det indebærer, at der gennemføres en vurdering af de indvirkninger, bekendtgørelsen må forventes at have på miljøet.

Miljøvurderingen gennemføres efter reglerne i lov om miljøvurdering af planer og programmer og konkrete projekter (VVM) /2/.

I rapporten miljøvurderes den gældende bekendtgørelse om støj fra vindmøller /1/ fra 2015 samt forslag til revideret bekendtgørelse med samme navn. Den reviderede bekendtgørelse omfatter fem ændringer, som er omfattet af denne miljøvurdering.

Som appendix 2 er indsat et resumé på engelsk. Resumeet er i alt væsentligt indholdet af det følgende ikke-tekniske resumé samt en kort vurdering i forhold til grænseoverskridende miljøpåvirkninger.

2. IKKE-TEKNISK RESUMÉ

Miljøstyrelsen har anmodet Rambøll om at gennemføre miljøvurderingen af den gældende bekendtgørelse om støj fra vindmølle samt fem ændringer, der vil blive indarbejdet i en ny bekendtgørelse med samme navn.

Miljøvurderingen tager afsæt i en vurdering af de miljømæssige konsekvenser af den eksisterende bekendtgørelse. Desuden vurderes de miljømæssige konsekvenser af en gennemførelse af de fem ændringer.

Ændringerne omfatter:

- Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse fra havvindmøller
- Indførsel af et gradueret tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller
- Ændret lydisolationsstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder
- Ændring af overgangsbestemmelser
- Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet.

I miljøvurderingen tages udgangspunkt i et *beskyttelsesniveau*, hvor en acceptabel miljøpåvirkning fra støj fra vindmøller indebærer, at 10 – 15 % af befolkningen kan være stærkt generet af støjen samtidig med, at befolkningen generelt beskyttes mod negative helbredseffekter.

På baggrund af miljøvurderingen konkluderer Rambøll, at den eksisterende bekendtgørelse på følgende punkter indebærer og understøtter et beskyttelsesniveau mod støj fra vindmøller, der svarer til en acceptabel miljøpåvirkning:

- Gener på grund af støj, generelt
- Helbredseffekter og menneskers sundhed
- Fastsættelse af grænseværdier ved 6 m/s og 8 m/s
- Gener fra lavfrekvent støj
- Infralyd
- Vibrationer
- Definition af støjfølsomme områder
- Metoder til måling af støjudsendelse fra vindmøller

- Metode til beregning af støjdbredelse fra landplacerede vindmøller
- Bestemmelser om forsøgsmøller
- Bestemmelser om anmeldelse mv samt tilsyn og påbud om støjmålinger for landplacerede vindmøller.

I miljøvurderingen når Rambøll desuden frem til, at den eksisterende bekendtgørelse på de fem punkter, Miljøstyrelsen vil ændre, ikke i tilstrækkelig grad understøtter et beskyttelsesniveau mod støj fra vindmøller, der svarer til en acceptabel miljøpåvirkning.

Miljøvurderingen af fem ændringer har følgende hovedresultater:

Opdatering af metode for beregning af støjdbredelse fra havvindmøller

Ændringen indebærer, at de beregnede støjbidrag fra havvindmøller ved boliger i det åbne land og ved områder for støjfølsom arealanvendelse vil blive højere end hidtil, når afstanden til vindmøllerne overstiger ca. 6 kilometer, afhængig af vindmøllernes højde. Den opdaterede metode indebærer i princippet en øget beskyttelse af boliger og støjfølsomme områder, fordi en uændret støjdsendelse fra en vindmøllepark giver anledning til højere beregnede støjniveauer end hidtil. I situationer, hvor støjen fra planlagte vindmøller, beregnet efter den hidtidige metode, netop overholder grænseværdierne, kan den opdaterede metode således betyde, at grænseværdierne overskrides. Det kan betyde, at vindmøllerne skal placeres længere væk fra berørte boliger eller støjfølsomme områder. Resultatet vil være mindre støj ved boliger og støjfølsomme områder. Den opdaterede metode indebærer derfor en øget sikkerhed for, at beregnet støj fra havvindmøller er i overensstemmelse med den faktiske støj. Samlet set er det Rambølls vurdering, at ændringen vil have lille, positiv betydning for befolkning og menneskers sundhed, marginal eller ingen betydning for biodiversitet og marginal betydning for materielle goder.

Indførelse af et graderet tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller

Hvis støj fra vindmøller giver anledning til tydeligt hørbare toner, tillægges støjen 5 dB før sammenligning med grænseværdier. Indførelse af et graderet tonetillæg ved vurdering af hørbare toner i støjen fra vindmøller indebærer, at der ikke kun gives et tillæg, når tonerne er tydeligt hørbare; der gives også et tillæg, når eventuelle toner i støjen er mindre end tydeligt hørbare. Ændringen vil alt andet lige medføre en øget beskyttelse af naboer til vindmøller og øget sikkerhed for opnåelse af et beskyttelsesniveau svarende til en acceptabel miljøpåvirkning. Det er Rambølls vurdering, at ændringen vil have mindre betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed. Ændringen kan dog have mærkbar positiv betydning for enkelte naboer, der udsættes for gener fra hørbare toner i støj fra vindmøller. Ændringen har marginal eller ingen betydning for biodiversitet og marginal betydning for materielle goder.

Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder

Ændringen indebærer, at ny viden om lette sommerhuses lavere lydisolation overfor lavfrekvent støj end almindelige huse skal indgå ved beregning af lavfrekvent støj fra nye eller ændrede vindmøller. Ændringen vil indebære en øget beskyttelse af sommerhusområder og dermed den samlede beskyttelse af danske boliger mod indendørs lavfrekvent støj fra vindmøller. Ændringen vil have lokal betydning i situationer, hvor vindmøller planlægges så tæt på sommerhusområder, at lavfrekvent støj kan være kritisk. I disse situationer kan materielle goder blive påvirket, fordi det potentielle område til ny vindmølleudbygning begrænses. Der kan også være en påvirkning i situationer, hvor der findes eksisterende vindmøller nær et område for ny vindmølleudbygning, som delvist udnytter den tilladelige ramme for lavfrekvent støj. Med de ændrede lydisolationstal reduceres denne ramme, og det kan derfor blokere for et yderligere støjbidrag fra nye vindmøller. Det er dog Rambølls vurdering, at disse situationer kun vil forekomme i begrænset omfang. Samlet er det derfor Rambølls vurdering, at de ændrede lydisolationstal vil udgøre en mindre, positiv betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed, marginal eller ingen betydning for biodiversitet og marginal betydning for materielle goder.

Ændrede overgangsbestemmelser

Ændringen indebærer, at hvis der foretages en ændring af en vindmølle, som betyder, at den udsender mere støj, skal vindmøllen anmeldes efter den seneste bekendtgørelse. Det medfører en øget beskyttelse af de berørte vindmøllenaboer i situationer, hvor den nye bekendtgørelse indebærer skærpede krav i forhold til de krav, der var gældende, da vindmøllen blev stillet op. Det er dog Rambølls vurdering, at der er tale om et principielt forhold, som i praksis har haft meget begrænset betydning. Det er således vores indtryk, at det juridisk ikke har været helt klart, hvilke regler, der skal opfyldes, hvis en vindmølle ændres med øget støj til følge. Derfor har det af myndigheder og andre formentlig været antaget, at det er kravene i den gældende bekendtgørelse, der skal opfyldes i disse situationer.

Det er Rambølls vurdering, at ændringen kan have betydning i enkelte konkrete tilfælde ved ændring af eksisterende vindmøller. Generelt vil ændringen udgøre en lille, positiv betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed, marginal eller ingen betydning for biodiversitet og ingen eller marginal betydning for materielle goder.

Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet

Ændringen medfører, at Miljøstyrelsen fremover kan stille krav om måling og beregning af støj fra vindmøller på havet. Denne hjemmel har ikke tidligere være en del af vindmøllebekendtgørelsen. Det er Rambølls vurdering, at ændringen kan have betydning i enkelte konkrete tilfælde, hvor der opstår tvivl om støjudsendelsen fra vindmøller på havet. Generelt vil ændringen udgøre en lille, positiv betydning for den brede befolkning, marginal eller ingen betydning for biodiversitet og ingen eller marginal betydning for materielle goder.

Samlet konkluderer Rambøll, at de fem ændringer for alle naboer til vindmøller medfører en generelt øget sikkerhed for opnåelse af det beskyttelsesniveau mod støj fra vindmøller, der svarer til en acceptabel miljøpåvirkning. Tre af de fem ændringer kan desuden medføre et mærkbart øget beskyttelsesniveau for *enkelte* boliger eller områder for støjfølsom arealanvendelse, mens ændringerne kun vil have en lille samlet miljømæssig betydning for det store flertal af boliger og støjfølsomme områder i områder med vindmøller. Ændrede værdier for lydisolation ved beregning af indendørs lavfrekvent støj fra vindmøller ved sommerhusområder er dog en generel forbedring af beskyttelsesniveauet for denne områdetype.

Rambøll peger i miljøvurderingen på, at der bør være en særlig opmærksomhed på ny viden indenfor følgende områder:

- Sammenhængen mellem oplevede gener og støj fra vindmøller
- Helbredseffekter ved udsættelse for støj fra vindmøller
- Hørbare toner i støjen ved vindhastigheder under 6 m/s.

Miljøstyrelsen har ikke overvejet alternativer til de fem ændringer, som gennemføres i bekendtgørelsen. Derfor har miljøvurderingen ikke omfattet alternativer.

3. BEKENDTGØRELSE OM STØJ FRA VINDMØLLER

3.1 Den nye bekendtgørelse

Miljøstyrelsen planlægger at udstede en ny bekendtgørelse om støj fra vindmøller med udgangspunkt i den eksisterende bekendtgørelse fra december 2015 /1/ med følgende ændringer:

- Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse af havvindmøller
- Indførsel af et gradueret tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller
- Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder
- Ændring af overgangsbestemmelser
- Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet.

Baggrunden for ændringerne fremgår af de følgende afsnit. Ændringerne er miljøvurderet i afsnit 7.

3.2 Den eksisterende bekendtgørelse

3.2.1 Beskyttelsesniveau

Vindmøllebekendtgørelsen er meddelt med hjemmel i Miljøbeskyttelsesloven /6/ og Havmiljøloven /7/. Miljøbeskyttelsesloven har jævnfør lovens § 1, bl.a. til formål at forebygge og bekæmpe vibrations- og støjulemper. Tilsvarende har Havmiljøloven, jævnfør § 1, bl.a. til formål at forebygge og begrænse forurening og anden påvirkning af natur og miljø, herunder særligt havmiljøet, fra aktiviteter, der kan bringe menneskets sundhed i fare eller forringe rekreative værdier eller aktiviteter.

I henhold til Miljøbeskyttelseslovens § 7 kan Miljø- og fødevareministeren fastsætte regler om forurening fra virksomheder mv., ligesom Miljø- og fødevareministeren i henhold til havmiljølovens § 33 kan fastsætte regler til forebyggelse og begrænsning af forurening fra aktiviteter på havet.

Miljøstyrelsen har med dette udgangspunkt fastsat grænseværdier for støj fra en række støjklilder, bl.a. virksomheder, støjende fritidsanlæg, fly, vejtrafik og jernbanetrafik. Disse grænseværdier er fastsat i vejledninger fra Miljøstyrelsen, og kan derfor fraviges i konkrete afgørelser. Grænseværdier for støj fra vindmøller kan ikke fraviges, fordi de er fastsat i en bekendtgørelse, der ikke giver mulighed for at dispensere fra støjgrænserne.

De vejledende støjgrænser for forskellige støjklilder, og de bindende grænseværdier for støj fra vindmøller, er et udtryk for en støjbelastning, som Miljøstyrelsen vurderer, er miljømæssigt og sundhedsmæssig acceptabel. Der er tale om en afvejning mellem de virkninger støjen har på mennesker, og samfundsøkonomiske hensyn. Det betyder, at de vejledende grænseværdier svarer til et støjniveau, hvor det kan forventes, at 10 - 15 % af befolkningen vil angive at være stærkt generet af støjen. Ved lavere støjniveauer vil denne andel være mindre, og ved højere støjniveauer vil en større andel af befolkningen føle sig stærkt generet. Grænseværdierne har samtidig til hensigt at beskytte befolkningen mod negative helbredseffekter /12/. For en række grænseværdier indgår desuden, at der er fastsat forskellige grænseværdier for forskellige områdetyper og arealanvendelser. Her lægges det til grund, at følsomheden over for støj er forskellig, og det samfundsøkonomiske hensyn afvejes mod miljøhensynet.

Miljølovgivningen, herunder grænseværdierne for støj, sikrer således ikke alle mod støjgener, og de kan heller ikke give sikkerhed for, at støjen ikke kan høres. Selvom grænseværdierne er overholdt, er det altså meget sandsynligt, at nogle mennesker vil opleve støjen som generende, evt. stærkt generende. På den anden side betyder grænseværdierne også, at de fleste mennesker oplever støjen som mindre generende eller ikke generende.

I denne miljøvurdering har Rambøll lagt til grund, at en acceptabel miljøpåvirkning fra støj fra vindmøller indebærer, at 10 – 15 % af befolkningen kan være stærkt generet af støjen. Vi har endvidere lagt til grund, at en acceptabel miljøpåvirkning indebærer, at befolkningen beskyttes mod negative helbredseffekter.

3.2.2 Grænseværdier for støj

Bekendtgørelsen fastsætter grænseværdier for støj fra vindmøller ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde over terræn ved den enkelte vindmølle. Grænseværdierne fremgår af Tabel 1.

Tabel 1. Grænseværdier for støjbelastningen fra alle vindmøller i omgivelserne. Støjbelastningen, L_r , er det A-vægtede støjniveau, $L_{Aeq,tot,r}$ i dB plus et evt. tillæg på 5 dB for tydeligt hørbare toner i støjen.

Arealanvendelse	Den samlede støjbelastning L_r i dB, 20 – 10.000 Hz Udendørs		Den lavfrekvente støj $L_{pALF, tot,r}$ 10 – 160 Hz Indendørs	
	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Beboelse i det åbne land	42 dB	44 dB	20 dB	20 dB
Områder til støjfølsom arealanvendelse	37 dB	39 dB	20 dB	20 dB

Den samlede støj og den lavfrekvente støj fra alle vindmøller i omgivelserne omkring en beboelse i det åbne land eller et område til støjfølsom arealanvendelse må ikke overstige grænseværdierne.

Støjfølsom arealanvendelse defineres i bekendtgørelsen som områder, der anvendes til eller i lokalplan eller byplanvedtægt er udlagt til bolig-, institutions-, sommerhus-, camping- eller kolonihaveformål, eller områder som er udlagt i lokalplan eller byplanvedtægt til støjfølsom rekreativ aktivitet.

Grænseværdierne for den samlede støjbelastning gælder udendørs. Ved beboelse i det åbne land skal grænseværdierne være overholdt i det mest støjbelastede punkt ved udendørs opholdsarealer højst 15 meter fra beboelse. I områder til støjfølsom arealanvendelse skal grænseværdierne være overholdt overalt i områderne.

Grænseværdierne for den lavfrekvente del af støjen (frekvensområdet 10 – 160 Hz) gælder indendørs.

Hvis der forekommer tydeligt hørbare toner i vindmøllestøjen ved den mest støjbelastede bolig, skal støjen tillægges 5 dB før sammenligning med grænseværdierne. Denne korrektion anvendes på samme måde i forbindelse med støj fra virksomheder /30/.

Grænseværdierne er fastsat i bekendtgørelsen uden mulighed for, at de kan fraviges. Kommunalbestyrelsen kan dog, med det formål at sikre overholdelse af støjgrænserne, stille mere vidtgående krav til støjbidraget fra den enkelte vindmølle, når den opstilles i et område, der er reserveret til opstilling af flere vindmøller i en fortløbende proces (§ 9 stk. 4).

Sammenlignet med de vejledende grænseværdier for støj fra virksomheder, er det et særligt krav for vindmøller, at grænseværdierne omfatter støj fra alle vindmøller i et område. For virksomheder gælder grænseværdierne for den enkelte virksomhed.

Grænseværdierne forudsætter endvidere, at der er medvind fra alle vindmøller i området til den enkelte bolig. Det er et worst case princip, som ikke tager højde for, at støjen vil være lavere i situationer, hvor vinden er i andre retninger. Det tager heller ikke hensyn til, at flere vindmøller

kan stå i forskellige retninger i forhold til en bolig, selvom der i disse tilfælde aldrig kan være medvind fra alle vindmøllerne i retning mod den samme bolig. Det skal endvidere bemærkes, at den metode, der i Danmark skal anvendes til beregning af støj fra vindmøller, ikke giver mulighed for at drive vindmøllerne på en måde, der indebærer, at de støjer mere, når vinden er i en støjfølsomt fordelagtig retning (dvs. væk fra boliger og støjfølsom arealanvendelse). Grænseværdierne regulerer således støjforholdene i en worst case situation vel vidende, at støjen i andre situationer vil være lavere.

De vejledende grænseværdier for trafikstøj gælder for den samlede trafikstøj, fx støjen fra alle veje i et område. Det ligner princippet for vindmøller, men for trafikstøj skal der tages hensyn til de gennemsnitlige vejforhold, herunder vindretningerne, over et år. Disse grænseværdier er derfor ikke baseret på en worst case situation.

3.2.3 Gener fra støj fra vindmøller

Grænseværdier for støj fra vindmøller blev første gang fastsat i vindmøllebekendtgørelsen i 1991 /5/. Ud fra den daværende praksis hos myndighederne, blev der i bekendtgørelsen fastsat en grænseværdi på 45 dB i det åbne land og 40 dB i områder for støjfølsom arealanvendelse ved 8 m/s /40/. I de efterfølgende bekendtgørelser fra 2006 /4/ og 2012 /3/ blev der ikke ændret på støjgrænserne, bortset fra en mindre teknisk korrektion af grænseværdierne på 1 dB som følge af en ny beregningsmetode i 2006. Herudover blev der også i 2006 indført grænseværdier for vindmøllestøj ved vindhastigheder på 6 m/s, hvor de tidligere kun var ved 8 m/s. 2006-bekendtgørelsen indebar også en ændring af beregningsmetoden, som reelt indebar en skærpelse af reguleringen af støj fra vindmøller¹. Grænseværdierne er derfor en følge af myndighedernes administrationspraksis i 1980'erne, og der findes ikke forskningsmæssige resultater, som ligger til grund for selve fastsættelsen af grænseværdierne /40/.

Endvidere blev der i 2012 indført en grænseværdi for lavfrekvent støj.

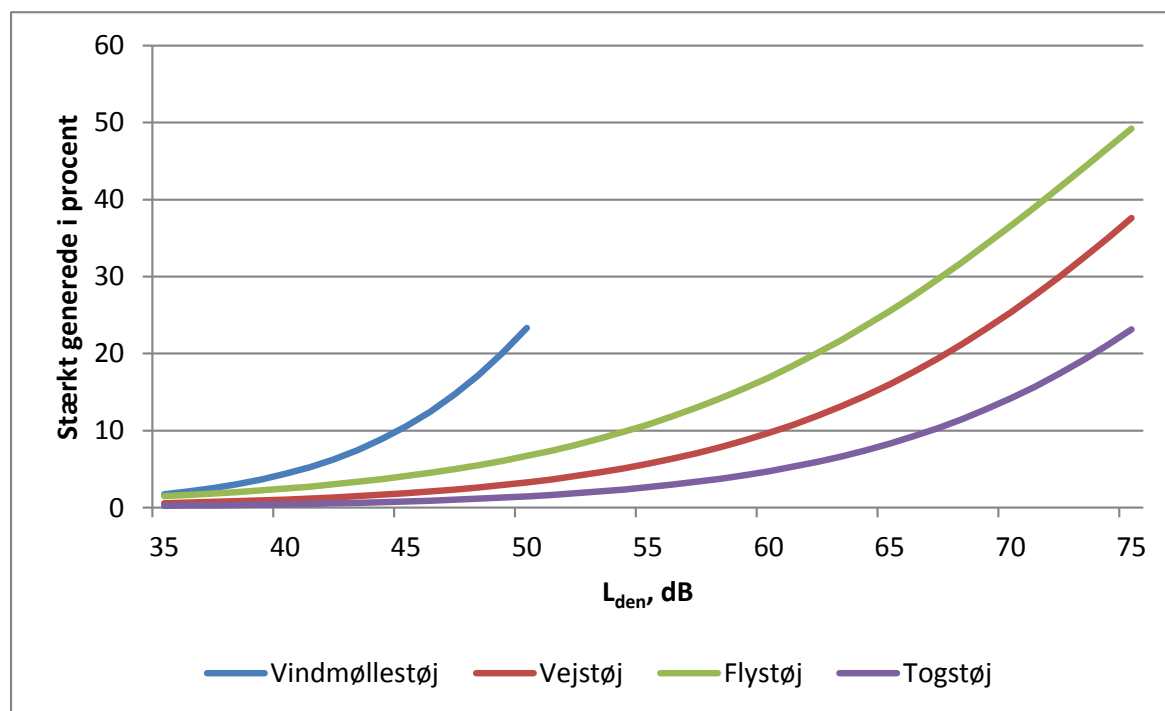
Med udgangspunkt i den foreliggende viden om støj fra vindmøller, har Rambøll vurderet om bekendtgørelsens grænseværdier for den samlede støjbelastning ved 6 m/s og 8 m/s opfylder ønsket om at sikre det ønskede beskyttelsesniveau mod gener og helbredseffekter. Spørgsmålet om lavfrekvent støj er vurderet i afsnit 3.2.6.

Sundhedsstyrelsen fik i 2011 udført en undersøgelse af aktuel viden om sammenhængen mellem vindmøllestøj, gener og helbredseffekter /13/. På basis af hollandske og svenske undersøgelser pegede rapporten på, at naboer til vindmøller rapporterer gener fra støj ved relativt lave støjniveauer sammenlignet med de støjniveauer fra bl.a. trafikstøj, som udløser rapporteringer om gener fra støj. Det illustreres af Figur 3-1, der er baseret på undersøgelsen fra 2011 og på en større undersøgelse af gener fra forskellige støjkloder i miljøet /33/. Det skal bemærkes, at støjniveauerne er angivet som L_{den} , der er en parameter, som i Danmark anvendes alene for trafikstøj. L_{den} betyder, at støj om natten tillægges 10 dB og støj om aftenen 5 dB før beregning af et samlet gennemsnit for hele døgnet. Det indebærer, at støjen fra en støjkilde, der er i drift hele døgnet, har en højere talværdi opgjort som L_{den} , end hvis den opgøres som L_{Aeq} uden de nævnte korrektioner. Samtidig er L_{den} for trafikstøj et udtryk for den gennemsnitlige støj over et år, hvor det også indgår, at støjen varierer med vejforholdene, herunder forskellige vindretninger.

De danske grænseværdier for støj fra vindmøller er fastsat for en worst case situation, hvor støj udbredes i medvind med 6 og 8 m/s. Støjen fra en vindmølle er imidlertid ikke konstant, men

¹ Før 2006 blev støjen beregnet med udgangspunkt i den samlede støj uden hensyn til vindmøllernes individuelle forskelle i støjens frekvensfordeling. Det indebar imidlertid, at støjen på større afstande mellem vindmøller og beregningspunkter kunne blive undervurderet, fordi den såkaldte luftabsorption (der dæmper støjen) blev overvurderet. Det blev derfor indført, at støjberegningerne skal tage hensyn til støjens frekvensfordeling. Konsekvensen var, at den beregnede støj fra vindmøller på især større afstand efterfølgende fik højere niveauer. Da der ikke blev kompenseret for dette ved en justering af grænseværdierne, var der i praksis tale om en skærpet regulering af støjen fra vindmøller.

varierer med vindhastigheden, og i øvrigt er der ingen støj i situationer med svag eller ingen vind. Det betyder, at en sammenligning mellem vindmøllestøj opgjort som L_{den} og som L_{Aeq} skal ske med forsigtighed. Det er dog Rambølls skøn, at L_{Aeq} støjniveauet for vindmøller kan være 4 – 6 dB lavere end L_{den} støjniveauet. Dette skøn støttes af /18/ og /13/. Det betyder, at ca. 10 % af befolkningen vil være stærkt generet af støj fra vindmøller ved et støjniveau på L_{Aeq} 39 dB, som svarer til grænseværdien for støjfølsom arealanvendelse ved 8 m/s, jævnfør Tabel 1.



Figur 3-1. Andelen af personer, der føler sig stærkt generede af støj fra forskellige støjkloder. Det skal bemærkes, at støjniveauet på den vandrette akse er angivet som L_{den} (se forklaring i teksten) ved vindhastigheden 8 m/s. Efter /13/ og /33/.

En canadisk interviewundersøgelse udført i 2013 /25/, konstaterer, at naboer til vindmøller kan opleve gener fra vindmøllestøj ved støjniveauer over L_{Aeq} 35 dB, og de oplevede gener stiger med øget vindmøllestøj. Andelen af stærkt generede var 10 % ved støjniveauer på L_{Aeq} 35 – 40 dB og 13,7 % ved støjniveauer mellem L_{Aeq} 40 og 46 dB. Undersøgelsen omfattede interviews af 1.238 personer udsat for vindmøllestøj fra under 25 dB til 46 dB. Støjniveauerne blev fastlagt ved beregning af vindmøllestøjen ved deltagernes boliger for en situation med vindhastigheden 8 m/s. Med de usikkerheder, der er forbundet med undersøgelser af denne type, er der efter Rambølls vurdering god overensstemmelse mellem disse resultater og resultaterne fra 2011 /13/.

Rapporten fra 2011 /13/ peger sammen med den canadiske undersøgelse og andre undersøgelser på, at der ikke er en simpel sammenhæng mellem oplevede støjgener og det faktiske støjniveau /14/ /15/. Den oplevede gene er således ikke kun knyttet til det faktiske støjniveau, men også i høj grad til den sammenhæng (kontekst), hvor støjen opleves. Det kan være forhold som lokalområdets karakter, støjklodens hørbarhed i forhold til andre støjkloder, om støjen opleves indendørs eller udendørs, tidspunktet på dagen, ugen eller året, støjklodens visuelle påvirkning, boligens egenskaber m.fl. Tilsvarende har forhold som personens følsomhed over for støj, tilknytning til støjkloden (fx ejerskab og fravær af økonomisk udbytte af vindmøller), holdning til støjkloden samt begrundet eller ubegrundet frygt for sundhedsrisici betydning for oplevelsen af støj. Det bekræftes også af en nyere norsk undersøgelse (2016) af gener fra støj fra Lista vindmøllepark i den sydlige del af Norge /21/. De 90 deltagere i denne undersøgelse er i højere grad stærkt generet af støj fra vindmølleparken end påvist i andre undersøgelser, men undersøgelsen viser også, at de oplevede gener er kraftigt påvirket af andre faktorer end støj. Disse faktorer er

identificeret som visuelle og æstetiske forhold sammen med personlige holdninger til vindmølleparker og vedvarende energi.

Disse forskelle i kontekst og personers individuelle reaktioner på støjen er formentlig forklaringen på, at støj fra vindmøller opleves som mere generende end støj fra trafik. De er formentlig også, som for andre støjklender, forklaringen på, at forskellige personer har forskellige oplevelser af støjen; når fx 15 % af befolkningen i gennemsnit er stærkt generet, så er 85 % generet, lidt generet eller ikke generet.

Det skal bemærkes, at de danske grænseværdier skelner mellem forskellige områdetyper og forskellige vindhastigheder, hvor de foreliggende undersøgelser af sammenhængen mellem gener og støj ikke har en tilsvarende opdeling. Hvis det antages, at mennesker i gennemsnit har samme følsomhed over for støj, uanset boligens placering, indebærer de danske grænseværdier for støj fra vindmøller, at man må forvente en større andel af stærkt generede blandt de mennesker, der bor i det åbne land, end mennesker, der bor i områder for støjfølsom arealanvendelse, fx en landsby eller et parcelhusområde.

På baggrund af de geneundersøgelser, der er gennemgået ovenfor, er det Rambølls vurdering, at andelen af stærkt generede, uanset boligens beliggenhed, vil være i intervallet 10 – 15 %, når vindmøllebekendtgørelsens grænseværdier er overholdt. Det er derfor Rambølls samlede vurdering, at de nuværende grænseværdier indebærer et beskyttelsesniveau, der svarer til en acceptabel miljøpåvirkning.

Det er Rambølls vurderinger, at den danske model med differentierede områdetyper med lavere grænseværdier for støjfølsom arealanvendelse og for flere vindhastigheder samlet set indebærer en øget beskyttelse af befolkningen mod gener fra støj fra vindmøller sammenlignet med en situation, der er baseret på boliger alene, den samme grænseværdi for alle boliger og på en enkelt vindhastighed.

3.2.4 Helbredseffekter

Der er i de senere årtier gennemført en række undersøgelser med det formål at afklare, om støj fra vindmøller kan medføre negative helbredseffekter for mennesker.

Den tidligere omtalte rapport om sammenhængen mellem vindmøllestøj og helbredseffekter, som Sundhedsstyrelsen fik udarbejdet af Delta i 2011 /13/, havde efter en gennemgang af den daværende litteratur om emnet følgende hovedkonklusioner om mulige helbredseffekter:

"Søvnforstyrrelser kan forekomme. Der er en brat stigning i procentdelen af søvnforstyrrelser lige over støjgrænserne.

Der er ikke fundet en direkte sammenhæng mellem stress og støjniveau. Derimod er der fundet signifikante sammenhænge mellem stresssymptomer og støjgene. I eksisterende undersøgelser er der ikke fundet signifikante sammenhænge mellem kroniske lidelser, diabetes, højt blodtryk og hjerte-karsygdomme.

Der er i litteraturen rapporteret om fænomener, som kaldes vibro-akustiske sygdomme og vindmøllesyndromet, uden at der dog er vist en kausal dosis-respons sammenhæng eller udført undersøgelser, hvor der er sammenlignet med kontrolgrupper. Disse fænomener anses ikke for reelle for møller.

På det foreliggende grundlag er der ikke vist direkte helbredseffekter pga. vindmøllestøj, dog er der konstateret sammenhæng imellem støjgener og stresssymptomer."

Det er Rambølls vurdering, at rapporten er en fyldestgørende gennemgang af den viden om mulige helbredseffekter, der forelå i 2011. Det kan supplerende bemærkes, at den omtalte forekomst af søvnforstyrrelser er baseret på undersøgelser af forekomsten af selvrapporterede søvnforstyrrelser, og de omtalte grænseværdier, er de danske grænseværdier for støj fra vindmøller. Rapporten omtaler, at en årsagssammenhæng kan være, at vindmøller kan give anledning til mere støj om natten end om dagen. Miljøstyrelsen har efterfølgende fået undersøgt, om det kan være tilfældet /39/. Resultatet af denne undersøgelse fra 2012 viser, at den faktiske støjudsendelse (støjemission) fra vindmøller ikke kan forventes at være større om natten end om dagen. Det konkluderes også, at *"variationen af de meteorologiske forskelle fra dag til nat er uden reel betydning for lydudbredelsen ($\pm 0,3$ dB) under medvindsforhold i afstande fra minimumsafstanden for opstilling af vindmøller og ud til mindst 2000 m."* Endelig peger rapporten på, at det i situationer med særlige meteorologiske forhold om natten kan forekomme, at baggrundsstøjen er relativt lav på grund af lille vindhastighed i lav højde hos naboer til vindmøller samtidig med, at vindmøllerne udsender støj ved 8 m/s. Det kan betyde, at vindmøllerne høres tydeligere i de situationer end under normale forhold. Rapporten vurderer, at sandsynligheden for disse særlige forhold på en række undersøgte lokaliteter er mellem 2 og 8 %.

På dette grundlag er det Rambølls vurdering, at selvrapporterede søvnforstyrrelser på grund af støj fra vindmøller ikke skyldes, at vindmøller støjer mere om natten end om dagen.

Siden 2011 er der publiceret resultater af en række nyere undersøgelser af mulige helbredseffekter på grund af støj fra vindmøller. I det følgende gennemgås kort hovedresultaterne fra tre væsentlige undersøgelser (reviews) publiceret i perioden 2011 til 2014.

Australsk undersøgelse

University of Adelaide for National Health and Medical Research Council (NHMRC) publicerede i 2013 /14/ resultater af et litteraturstudie, der omfattede søgning på artikler publiceret i perioden 1981 til oktober 2012 om mulige sammenhænge mellem afstand til vindmøller eller støj fra vindmøller og negative helbredseffekter. Der blev fundet 11 artikler baseret på syv relevante undersøgelser gennemført i Sverige, Holland, Australien, New Zealand, Canada og USA. Det er undersøgelsens hovedresultat, at der ikke er fundet bevis for, at der er en sammenhæng mellem støj fra vindmøller og selvrapporterede helbredseffekter (hverken knyttet til beregnet støjniveau ved boligen eller afstanden mellem boligen og vindmøller). Der blev fundet en sammenhæng mellem vindmøllestøj og støjgener og i nogen grad en sammenhæng mellem vindmøllestøj og søvnforstyrrelser, nedsat søvnkvalitet og reduceret livskvalitet, men rapporten angiver, at det er uklart om disse sammenhænge skyldes støj eller har andre årsager. Der peges i den forbindelse på, at studier, der har undersøgt støjgener, har fundet stærkere sammenhænge mellem synlighed af vindmøller eller fravær af økonomisk fordel af vindmøllerne med søvnforstyrrelser, nedsat søvnkvalitet og reduceret livskvalitet.

Amerikansk undersøgelse

I november 2014 publicerede Massachusetts Institute of Technology en artikel med resultater fra et litteraturstudie, der i nogen grad omfatter de samme undersøgelser, som indgår i den australske undersøgelse omtalt ovenfor, men desuden inddrager to senere undersøgelser udført i Storbritannien og i Polen /15/. Det konkluderes i artiklen, at der ikke er fundet nogen klar sammenhæng mellem støj fra vindmøller og selvrapporterede sygdomme eller andre indikatorer på skade på menneskers helbred. Undersøgelsen har fundet en sammenhæng mellem selvrapporterede søvnforstyrrelser og støj fra vindmøller med niveauer over L_{Aeq} 40 – 45 dB, men ikke med andre helbredseffekter eller trivsel. Den peger også på, at studier af vindmøllers påvirkning af livskvalitet har modstridende resultater. En mindre undersøgelse (38 personer, der bor op til 2 km fra vindmøller) konstaterede, at mennesker, der bor tæt på vindmøller rapporterer lavere livskvalitet end mennesker, der bor længere væk. Et større studie (853 deltager, der bor op til 1,5 km fra den nærmeste vindmølle) havde det modsatte resultat; mennesker med bopæl tæt på vindmøllerne rapporterede højere livskvalitet end mennesker med bopæl længere væk. Artiklens forfattere

har endvidere fundet, at det generelt er en lille andel af deltagere i de gennemgåede undersøgelser, der rapporterer gener fra støj fra vindmøller, og der er ingen eller dårlig sammenhæng mellem oplevede støjgener og målt eller beregnet støj fra vindmøller. Særlige egenskaber ved vindmøllestøjen (så som periodiske og rytmiske variationer) kan øge rapporteret hørbarhed af støjen og oplevet gene. Endelig peger forfatterne på, at rapporterede gener fra vindmøllestøj er påvirket af den kontekst, hvor støjen opleves, dvs. forhold som boligens beliggenhed i åbent landskab eller bymæssig bebyggelse, landskabets karakter og i hvilken grad vindmøller er synlige fra boligen. Andre faktorer som holdning til vindmøller, holdning til vindmøllernes visuelle påvirkning af landskabet, personlige egenskaber, fravær af personligt økonomisk udbytte af vindmøllerne og hvor længe lokale vindmøller har været i drift er tydeligt knyttede til selvrapporterede gener fra vindmøllestøj. Artiklens forfattere konkluderer således, at støj fra vindmøller har mindre betydning end andre faktorer, når mennesker rapporterer gener fra vindmøller.

Dansk undersøgelse 2014

To danske specialister i øre-, næse, og halssygdomme har i december 2014 publiceret et litteraturstudie /18/, der i alt væsentlighed er baseret på de samme undersøgelser, som ligger til grund for den amerikanske undersøgelse omtalt ovenfor. Der indgår dog en række yderligere referencer til publicerede artikler mv. samt en polsk artikel fra 2014. Forfatterernes hovedresultater er, at det med rimelighed kan konkluderes, at der er en sammenhæng mellem støj fra vindmøller og oplevede støjgener. De peger på, at gener fra vindmøllestøj tilsyneladende kan optræde ved støjni-veauer over L_{Aeq} 35 dB. De har også fundet indikationer på en sammenhæng mellem oplevet støjgene og søvnforstyrrelser, som potentielt kan føre til helbredseffekter, men peger på, at det er en konklusion, der kan være påvirket af systematiske fejlkilder i de foreliggende undersøgelser. Andre rapporter om negative helbredseffekter er baseret på individuelle beretninger (cases-series).

Det er karakteristisk, at undersøgelserne ikke lægger vægt på individuelle beretninger (såkaldte case reports eller case series), fordi disse eksempler kan være stærkt påvirkede af individuelle, personlige forhold. Det er også karakteristisk, at alle de undersøgelser, der ligger til grund for de tre litteraturstudier, er såkaldte tværsnitsundersøgelser. Det betyder, at der sker en registrering af menneskers aktuelle helbredstilstand og aktuelle udsættelse for vindmøllestøj samtidig. Der er således ingen viden om, hvorvidt en helbredstilstand er opstået før eller under udsættelse for støj fra vindmøller. Man kan derfor ikke med sikkerhed vide om en helbredseffekt skyldes vindmøllestøjen eller udsættelse for andre påvirkninger.

Sundhedsstyrelsens bemærkninger

Sundhedsstyrelsen konkluderede på baggrund af de tre ovennævnte undersøgelser i januar 2015 i et svar til Folketinget Sundheds- og Forebyggelsesudvalg om helbredseffekter af vindmøllestøj følgende:

"Det er Sundhedsstyrelsens vurdering, at der med disse tre reviews ikke er tilvejebragt ny viden på området. Der er ikke fundet belæg for en sammenhæng mellem støj fra vindmøller og selvrapporterede helbredseffekter. En mindre andel af de undersøgte rapporterer støjgene i forbindelse med vindmøller, men undersøgelser peger også på, at oplevet gene i forbindelse med at bo nær vindmøller er relateret til personlige faktorer. Selvrapporteret søvnforstyrrelse er vist i nogle, men ikke alle undersøgelser. De få undersøgelser, der foreligger af livskvalitet, har vist modstridende resultater.

Der kan naturligvis senere vise sig at være helbredseffekter af vindmøllestøj. Sundhedsstyrelsen følger løbende området, og såfremt der måtte opstå afgørende ny viden, vil styrelsen tage sin vurdering op til fornyet overvejelse."

Efter januar 2015 er der bl.a. publiceret resultater af en større japansk undersøgelse af sammenhængen mellem vindmøllestøj og selvrapporterede symptomer på søvn- og helbredsproblemer

/16/. Undersøgelsen omfattede 1.079 personer i 34 områder med vindmøller og 332 personer i 16 kontrolområder. Det er hovedkonklusionen, at hyppigheden af søvnforstyrrelser baseret på selvrapporterede symptomer viste sig signifikant højere, når det udendørs støjniveau fra vindmøller var i intervallet L_{Aeq} 41 - 46 dB (eller højere) end ved lavere støjniveauer. Der blev ikke fundet beviser på negative effekter på psykisk eller fysisk helbred. Undersøgelsen viste også, at søvnforstyrrelser tilsyneladende er påvirket af personlige forhold som støjfølsomhed og visuel påvirkning fra vindmøller.

Canadisk undersøgelse

The Wind Turbine Noise & Health Study blev gennemført af den canadiske regering (Health Canada) i 2013. Den omfattede 18 vindmølleområder i to canadiske provinser (Ontario og Prince Edward Island) og i alt lidt over 1.200 personer, som bor i boliger udsat for udendørs vindmøllestøj med niveauer fra under L_{Aeq} 25 dB til over L_{Aeq} 40. Seks boliger blev udsat for støj over L_{Aeq} 45 dB. Denne undersøgelse er også en tværsnitsundersøgelse. Et resumé af undersøgelsens resultater kan findes i /22/. De centrale resultater er resumeret i det følgende.

Der blev ikke fundet sammenhæng mellem niveauet for støj fra vindmøller ved boligen eller boligens afstand til vindmøller og selvrapporterede søvnforstyrrelser, helbredseffekter eller stress og påvirkning af livskvalitet.

Objektive målinger af søvnkvalitet fandt heller ikke en sammenhæng mellem søvnforstyrrelser og niveauet for støj fra vindmøller ved boligen /23/. Det samme var tilfældet for objektive målinger af indikatorer for stress (blodtryk, kortisolindhold i hår og hjerterytme) /24/.

Der blev fundet en statistisk sammenhæng mellem niveauet for støj fra vindmøller ved boligen og oplevede gener fra vindmøller. Disse sammenhænge blev tydeligere, når de blev kombineret med andre parametre som skyggekast, advarselslys, vibrationer, visuel påvirkning, selvrapporterede søvnforstyrrelser, følsomhed over for støj og personlige fordele ved at have vindmøller i området /25/ /26/.

Der blev også fundet en sammenhæng mellem oplevede gener fra vindmøllestøj og en række selvrapporterede helbredseffekter, bl.a. blodtryk, migræne, tinnitus, svimmelhed, søvnkvalitet og stress samt en række objektive målbare indikatorer på stress (blodtryk og kortisolindhold i hår). Der var ingen sammenhæng mellem disse helbredseffekter og vindmøllestøjens niveau eller afstand til vindmøller /24/. De blev i mange tilfælde også knyttet til gener fra vejtrafikstøj.

Igangværende dansk undersøgelse

Kræftens Bekæmpelse gennemfører med finansiering fra Miljø- og Fødevareministeriet, Ministeriet for Sundhed og Forebyggelse og Klima-, Energi- og Bygningsministeriet en helbredsundersøgelse, der ud fra registeroplysninger kan belyse, om støj fra vindmøller kan forårsage hjerte-kar-lidelser, depression, højt blodtryk, søvnforstyrrelser, diabetes og påvirkning af fødselsvægt. Kræftens Bekæmpelse har forskningsmæssig erfaring med sammenhænge mellem støj og helbredseffekter fra en række undersøgelser af trafikstøj.

I modsætning til de hidtidige undersøgelser, som er tværsnitsstudier, næsten udelukkende baseret på selvrapporterede helbredseffekter og omfatter relativt få deltagere (små populationer), er der her tale om en undersøgelse, der følger en stor gruppe mennesker over lang tid, forventes at omfatte 10.000 – 15.000 mennesker og er baseret på objektive data, fordi den er registerbaseret.

Kræftens Bekæmpelse offentliggjorde i februar 2018 den første artikel med resultater fra undersøgelsen /27/. Denne delundersøgelse har sammenholdt registerdata om forekomst af slagtilfælde og blodprop i hjertet med udsættelse for beregnet udendørs og indendørs støj fra vindmøller om natten i de sidste fire dage inden blodproppen eller slagtilfældet opstod. Den omfattede alle

boliger i Danmark, der i perioden 1982 til 2013 har været placeret indenfor en afstand på 6 km eller mindre fra en vindmølle. Det gennemsnitlige udendørs og indendørs støjniveau fra vindmøller 1 - 4 dage før et sygdomstilfælde opstod, blev anvendt som mål for udsættelse for vindmøllestøj. Der blev medtaget sygdomstilfælde opstået hos voksne personer med bopæl i boliger, der i mindst en time på to forskellige dage 1 - 4 dage før sygdomstilfældet var udsat for udendørs støj fra vindmøller med niveauer over 30 dB(A). I alt har undersøgelsen omfattet lidt under 35.000 sygdomstilfælde. Det er hovedkonklusionen, at der ikke er fundet afgørende bevis for en sammenhæng mellem udsættelse for vindmøllestøj og udløsning af blodprop i hjertet eller slagtilfælde. Der blev fundet tegn på, at indendørs lavfrekvent vindmøllestøj i natperioden muligvis kan være en udløsende faktor for hjerte-kar-sygdom, mens der stort set ikke synes at være en sammenhæng med natlig udendørs vindmøllestøj. Disse tegn er imidlertid baseret på ganske få sygdomstilfælde og kan derfor skyldes tilfældigheder. Forskerne fra Kræftens Bekæmpelse peger derfor på, at der er behov for yderligere undersøgelser, før der kan drages konklusioner om en mulig sammenhæng mellem akut udsættelse for vindmøllestøj og blodprop i hjertet og slagtilfælde.

I marts 2018 offentliggjorde Kræftens Bekæmpelse den anden artikel, som redegør for en undersøgelse af sammenhængen mellem langtidsudsættelse for vindmøllestøj om natten og risiko for udvikling af diabetes /28/. I denne undersøgelse er registerdata om forekomst af diabetes sammenholdt med langtidsudsættelse for støj fra vindmøller.

Alle boliger i Danmark, der har været placeret i nærheden af en vindmølle, defineret som op til 20 gange vindmøllens højde, blev identificeret sammen med 25% af alle boliger, der har været placeret i en afstand på 20 - 40 gange vindmøllens højde. For alle boliger blev der udført beregning af den samlede vindmøllestøj i natperioden, udendørs og lavfrekvent støj indendørs, som 5-års middelværdier. De beregnede støjniveauer for natperioden blev sammenholdt med lidt over 25.000 diabetesstilfælde opstået hos personer med bopæl i de identificerede boliger udsat for vindmøllestøj. Undersøgelsen fandt ingen sammenhæng mellem langtidsudsættelse for vindmøllestøj i natperioden, hverken udendørs støj eller indendørs lavfrekvent støj, og forekomst af diabetes. Der blev ikke fundet tegn på, at forhold som personers køn, afstand til større veje, støjberegningernes pålidelighed eller vindmøllernes højde har betydning. Forskerne konkluderer således, at undersøgelsen ikke har fundet en sammenhæng mellem diabetes og vindmøllestøj i natperioden, men peger dog på, at antallet af sygdomstilfælde hos personer med bopæl i boliger udsat for høje støjniveauer er lille. For denne gruppe er derfor behov for yderligere undersøgelser.

Kræftens Bekæmpelse forventer at udgive yderligere fire videnskabelige artikler, som ikke forelå ved afslutningen af denne miljøvurdering.

Konklusion om vindmøllestøj og helbredseffekter

Det er Rambølls vurdering, at den canadiske undersøgelse og de seneste danske undersøgelser udført af Kræftens Bekæmpelse bekræfter resultater fra tidligere undersøgelser. Samlet er det vores vurdering, at der ikke siden januar 2015 er fremkommet ny viden om sammenhængen mellem støj fra vindmøller og helbredseffekter, som giver anledning til at ændre de nuværende grænseværdier eller reguleringen af støj fra vindmøller i øvrigt. Det er dog vores anbefaling, at udviklingen på området følges, da det naturligvis ikke kan afvises, at der kan fremkomme ny viden som dokumenterer helbredseffekter, der skyldes støj fra vindmøller.

3.2.5 Grænseværdier ved 6 m/s og 8 m/s

Grænseværdierne for støj fra vindmøller er fastsat ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Hensigten er, at grænseværdierne skal overholdes ved de vindhastigheder, hvor vindmøllestøjen er mest hørbar. Hørbarheden er en kombination af vindmøllestøjens styrke og baggrundsstøjen fra vinden, som kan maskere vindmøllestøjen.

Miljøstyrelsen fik i 2014 og 2016 gennemført en analyse af i alt 143 målinger af støj fra vindmøller udført siden 2010 /1/ /29/. Målingerne omfattede 102 forskellige vindmøller af de typer, der hyppigst er blevet opsat i Danmark over de seneste år. Formålet var at afklare sammenhængen mellem vindhastigheden og støjen fra store, nyere vindmøller. Der er tale om målinger af vindmøllers kildestyrke (lydeffekt), som er udført i en afstand fra de enkelte vindmøller svarende til møllens totalhøjde.

Det er analysens hovedkonklusion, at støjen fra standardvindmøller følger omtrent det samme mønster: Støjen stiger med stigende vindhastighed op til ca. 7 m/s, hvorefter støjniveauet ved stigende vindhastighed enten er det samme eller lavere.

For vindmøller, der har særlige støjreducerede indstillinger under drift, er der to tendenser: Den ene er, at støjen stiger med stigende vindhastighed op til ca. 7 m/s, hvorefter støjen enten er konstant eller faldende for højere vindhastigheder. Den anden er, at støjen stiger med stigende vindhastighed op til grænsen for de data, der har været til rådighed for analysen. Datagrundlaget er mere usikkert ved vindhastigheder over 9 m/s.

For den lavfrekvente støj viser hovedparten af datamaterialet en tilsvarende tendens for standard vindmøller; støjen er stigende med stigende vindhastighed til ca. 7 m/s, hvorefter støjen er tilnærmelsesvis konstant ved stigende vindhastighed. For vindmøller i en støjreduceret indstilling er tendensen den samme; støjen er stigende med vindhastigheden til ca. 7 m/s, hvorefter den er konstant. Nogle møller har dog også en tendens til, at støjen også ved vindhastigheder over 7 m/s er stigende med stigende vindhastighed. Der er dog også data, som viser en uklar sammenhæng mellem lavfrekvent støj og vindhastigheden.

Samlet viser analysen generelt, at både den samlede støj og den lavfrekvente støj alene er stigende med stigende vindhastighed op til ca. 7 m/s, hvorefter støjen ændrer sig meget lidt med vindhastigheden. Dette billede gælder for vindmøller i såvel standardindstilling som i en støjreduceret indstilling. Støjen fra de støjreducerede vindmøller varierer mere end støjen fra standard vindmøller. Det forklares med det forhold, at de støjreducerede vindmøller opererer i forskellige indstillinger. Det er dog en generel tendens til, at de støjreducerede vindmøller støjer ca. 2 dB mindre end standardvindmøller. Ved høje vindhastigheder over 10 m/s er der en svag tendens til, at denne forskel reduceres.

De støjmålinger, der indgår i analysen, omfatter også måling af baggrundsstøjen fra vind uden vindmøllerne i drift. Det fremgår, at baggrundsstøjen stiger jævnt med stigende vindhastighed til i hvert fald 9 m/s.

Analysen konstaterer endvidere en tendens til, at forskellen mellem baggrundsstøjen alene og den samlede støj fra vindmøller plus baggrundsstøj (totalstøjen) er størst i vindhastighedsområdet 6 – 9 m/s. Det anføres i rapporten /29/, at under den antagelse, at baggrundsstøjen fra vegetation hos naboer til vindmøller varierer på samme måde med vindhastigheden som tæt på vindmøllerne, betyder det, at vindmøllerne i gennemsnit er mest hørbare ved vindhastigheder i intervallet 6 – 9 m/s. Der blev ikke fundet eksempler på måleresultater, hvor der optræder betydende lavere værdier (minima) i støjen fra vindmøller omkring de to vindhastigheder 6 m/s og 8 m/s.

Det er på dette grundlag Rambølls konklusion, at støjen fra de vindmøller, der opstilles i Danmark, generelt er kraftigst ved vindhastigheder omkring 7 m/s, med samme niveauer eller lidt højere niveauer ved 8 m/s og lavere niveauer ved 6 m/s. Det er derfor hensigtsmæssigt med en grænseværdi ved 8 m/s, hvor vindmøllestøjen er tydeligst. Grænseværdien ved 6 m/s sikrer, at vindmøllestøjen i den lave del af det mest hørbare område med lavere baggrundsstøj også er lavere, og derfor ikke bliver mere hørbar end ved 8 m/s.

Det er også Rambølls konklusion, at modellen med grænseværdier ved de to vindhastigheder afspejler, hvordan støjen fra moderne vindmøller er knyttet til vindhastigheden og støjens hørbarehed. Der er således ikke behov for en grænseværdi ved højere vindhastigheder, hvor baggrundsstøjen stiger, mens vindmøllestøjen er tilnærmelsesvis konstant.

Det skal dog bemærkes, at der i november 2017 er udsendt en rapport fra Miljøstyrelsen /32/ med resultater af støjmålinger udført ved tre boliger i nærheden af en vindmøllepark med tre vindmøller opstillet i 2012. Rapporten konkluderer bl.a., at eventuelle toner i støjen fra vindmøllerne ikke nødvendigvis er mest tydelige i medvindsretningen fra vindmølle til nabo. Ligeledes er tonerne ikke nødvendigvis mest tydelige ved vindhastighederne 6 m/s og/eller 8 m/s. Ofte er tonerne tydeligst ved vindhastigheder under 6 m/s.

Det er Rambølls vurdering, at disse resultater bør føre til yderligere undersøgelser af dette fænomen. Aktuelt foreligger kun resultater fra denne ene lokalitet, men kan tilsvarende målinger på andre lokaliteter bekræfte, at eventuelle toner i støjen fra vindmøller generelt kan være mere tydelige ved lavere vindhastigheder end 6 m/s, kan det føre til et behov for en yderligere grænseværdi ved en lavere vindhastighed for yderligere at sikre det beskyttelsesniveau, der indebærer en acceptabel miljøpåvirkning. Det er imidlertid vores vurdering, at de foreliggende resultater ikke alene kan begrunde en sådan udvidelse af bekendtgørelsens grænseværdier.

Samlet er det således Rambølls vurdering, at fastsættelse af grænseværdier ved 6 m/s og 8 m/s med den nuværende viden understøtter opnåelse af det beskyttelsesniveau, der indebærer en acceptabel miljøpåvirkning fra støj fra vindmøller ved boliger i det åbne land og ved støjfølsom arealanvendelse.

3.2.6 Lavfrekvent støj

Lavfrekvent støj defineres som den del af den samlede støj, der optræder i frekvensområdet 10 – 160 Hz. Mange velkendte støjklender giver anledning til støj i dette frekvensområde. Det gælder fx trafik på veje og jernbaner og fra virksomheder. Støj fra vind i beplantning giver også anledning til lavfrekvent støj og vil altid i større eller mindre grad være til stede som en baggrundsstøjkilde, når der optræder støj fra vindmøller (i modsætning til andre klender, der optræder uanset om der er vind eller ej). Ligesom anden støj, kan lavfrekvent støj give anledning til gener. Det er dog karakteristisk, at de oplevede gener bliver mærkbare ved niveauer lige over høretærsklen, og generne stiger hurtigere med et øget støjniveau end for støj ved højere frekvenser /34/ /35/. Støjen fra lavfrekvent støj vurderes indendørs, hvor der er den bedste sammenhæng mellem oplevet gene og målt eller beregnet støjniveau /34/.

Hovedparten af den lavfrekvente støj fra vindmøller indendørs ligger i frekvensområdet over 50 Hz /37/. Selvom de generelle grænseværdier for den samlede støj således også omfatter den del af støjen, der er lavfrekvent, kan det ikke afvises, at vindmøller vil kunne give anledning til et lavfrekvent støjbidrag, der kan give anledning til en uacceptabel gene, selvom de generelle grænseværdier er overholdt. Vindmøllebekendtgørelsen fastsætter en grænseværdi for lavfrekvent støj, som gælder indendørs i beboelse i det åbne land og indendørs i et område til støjfølsom arealanvendelse. Grænseværdien er 20 dB ved både 6 m/s og 8 m/s og svarer til Miljøstyrelsens anbefalede grænseværdi for lavfrekvent støj fra virksomheder i boliger i aften- og natperioden fra 1997 /34/. En undersøgelse af regler og metoder for støj fra vindmøller udført i 2016 konstaterede, at Danmark er det første land, der har indført en særlig grænseværdi for lavfrekvent støj fra vindmøller /36/.

Grænseværdien for lavfrekvent støj på 20 dB blev indført i den bekendtgørelse om støj fra vindmøller, som trådte i kraft i januar 2012. I 2002 fik Miljøstyrelsen udarbejdet en arbejdsrapport /38/, der belyser forskellige metoder til vurdering af gener fra lavfrekvent støj. Rapporten konkluderede, at den danske vurderingsmetode med et A-vægtet støjniveau er bedre i overensstemmelse med de oplevede gener end andre afprøvede metoder. Rapporten konkluderede også,

at et lavfrekvent støjniveau på 20 dB svarer til en lille oplevet gene, hvilket efter Rambølls vurdering svarer til det beskyttelsesniveau, der indebærer en acceptabel miljøpåvirkning.

Den daværende miljøminister oplyste i et svar til Folketingets Miljøudvalg i januar 2015 /40/, at udgangspunktet for grænseværdien bl.a. er Miljøstyrelsens laveste anbefalede grænseværdi fra 1997 for lavfrekvent støj fra virksomheder /34/. Miljøstyrelsen oplyste i den forbindelse endvidere, at det ikke er forskningsmæssige resultater, som ligger til grund for selve fastsættelsen af grænseværdien. Endelig oplyste Miljøstyrelsen at skulle danske eller internationale undersøgelser give ny viden som viser, at de nuværende grænseværdier ikke giver et acceptabelt beskyttelsesniveau, vil der blive taget stilling til, om der er behov for at revidere de nuværende regler.

Miljøstyrelsen har i oktober 2017 udgivet en rapport med ny viden om lavfrekvent lydisolation af boliger i områder med vindmøller /37/. Det er en del af rapportens konklusioner, at støj fra vindmøller med et samlet udendørs niveau (altså ikke kun den lavfrekvente del af støjen) ved boliger på 44 dB, svarende til den højeste grænseværdi for støj fra vindmøller, vurderes som tydeligt hørbar indendørs i boliger med de vurderede bygningskonstruktioner. Det anføres endvidere, at indendørs vindmøllestøj i den konkrete undersøgte bygning overholder den indendørs støjgrænse for lavfrekvent støj på L_{DALF} 20 dB med en margin på 7 dB. I tagrum (udnyttet tag-etage) med lette bygningsfacader er det lavfrekvente støjniveau i de undersøgte bygninger 0,2 dB højere end grænseværdien.

Det skal bemærkes, at undersøgelsens vurderinger forudsætter, at der ikke optræder anden støj (baggrundsstøj), som kan maskere vindmøllestøjen indendørs. Der ses altså bort fra den vindgenerede støj i vegetation og bygninger, der normalt vil opstå ved de 8 m/s, hvor vindmøllestøj med niveauer op til 44 dB kan forekomme. Denne støj vil også være hørbar indendørs og kan derfor maskere vindmøllestøjen. Rapportens betragtninger repræsenterer således en worst case situation med 8 m/s ved vindmøller i omgivelserne og medvind mod boligen en stille nat uden maskerende støj fra andre kilder, herunder støj fra vinden. Det skal i den forbindelse bemærkes, at beskyttelsesniveauet mod støj fra vindmøller ikke giver sikkerhed for, at støjen ikke kan høres såvel udendørs som indendørs. Rapporten giver således ny viden om bygningers lydisolation mod støj generelt, herunder i særdeleshed lavfrekvent støj, men giver ikke ny viden om gener fra lavfrekvent støj indendørs i boliger.

Det er således Rambølls samlede vurdering, at den nuværende grænseværdi for indendørs lavfrekvent støj fra vindmøller svarer til det beskyttelsesniveau, der indebærer en acceptabel miljøpåvirkning. Der er ikke os bekendt tilvejebragt ny forskningsbaseret viden, som peger på, at grænseværdien bør ændres.

3.2.7 Infralyd

Infralyd er lyd, der optræder i frekvensområdet 0 – 20 Hz. Infralyd kan opfattes af mennesker, hvis der er tale om meget høje niveauer. Der er ingen videnskabelige beviser for, at infralyd med niveauer under høretærsklen kan medføre helbredseffekter. Vindmøller udsender infralyd i lighed med mange andre støjklender, men den er svag. Støjen kan måles med teknisk måleudstyr, men generelt er de målte niveauer betydeligt under høretærsklen. Der er generel enighed blandt forskere om, at moderne vindmøller med vingerne placeret foran mølletårnet i forhold til vindretningen ikke giver anledning til hørbar infralyd i omgivelserne /13/. En amerikansk undersøgelse fra 2014 har også konkluderet, at infralyd fra vindmøller i normale afstande til boliger er væsentligt under høretærsklen /15/. Vindmøllebekendtgørelsen fastsætter ikke grænseværdier for infralyd fra vindmøller. Det er Rambølls vurdering, at der ikke er behov for sådanne grænseværdier.

3.2.8 Vibrationer

Vibrationer kan udbredes gennem jorden, men de dæmpes med øget afstand fra vibrationskilden. Der findes ingen videnskabelige beviser for, at moderne vindmøller kan give anledning til vibrationer i boliger, som kan føles af mennesker. Det bekræftes i Deltas undersøgelse for Sundheds-

styrelsen i 2011 /13/ og understøttes af den, i denne sammenhæng, betydelige afstand mellem en vindmølles fundament og nærmeste bolig (mindst fire gange vindmøllens totalhøjde), som bekendtgørelse om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller /8/ udstikker. Vindmøllebekendtgørelsen fastsætter ikke grænseværdier for vibrationer fra vindmøller. Det er Rambølls vurdering, at der ikke er behov for sådanne grænseværdier.

3.2.9 Støjfølsomme områder

Vindmøllebekendtgørelsen fastsætter grænseværdier for følgende områdetyper:

- Beboelse i det åbne land, hvor grænseværdien skal overholdes i det mest støjbelastede punkt ved udendørs opholdsarealer højst 15 meter fra beboelse
- Støjfølsom arealanvendelse, hvor grænseværdien skal overholdes i det mest støjbelastede punkt i området.

Støjfølsom arealanvendelse defineres som områder, der anvendes til eller i lokalplan eller byplanvedtægt er udlagt til bolig-, institutions-, sommerhus-, camping- eller kolonihaveformål, eller områder som er udlagt i lokalplan eller byplanvedtægt til støjfølsom rekreativ aktivitet.

Endvidere fastsætter bekendtgørelsen grænseværdier for lavfrekvent støj indendørs i beboelse i det åbne land og indendørs i områder til støjfølsom arealanvendelse.

Grænseværdierne gælder ikke for vindmøllejeherens beboelse. De gælder heller ikke for midlertidige opholdssteder for flygtninge, hvis en kommunalbestyrelse har meddelt dispensation eller tilladelse efter planlovens § 5u /9/ til etablering af et opholdssted på et støjbelastet areal. Der kan således planlægges for etablering af midlertidige opholdssteder for flygtninge på støjbelastede arealer.

Bekendtgørelsen fastsætter ikke grænseværdier for mindre støjfølsom arealanvendelse som fx kontorer og andet erhverv. Disse anvendelser kan dog indirekte være omfattet af støjbeskyttelsen, hvis der er tale om erhverv i tilknytning til boliger eller de er placeret i områder med støjfølsom arealanvendelse.

Fastsættelse af forskellige grænseværdier for boliger i det åbne land og for støjfølsom arealanvendelse er i overensstemmelse med Miljøstyrelsens vejledning om støj fra virksomheder, hvor der også anvendes differentierede grænseværdier for forskellige områdetyper. Det er således også her almindelig praksis, at grænseværdier for enkeltliggende boliger i det åbne land i konkrete situationer fastsættes 5 – 10 dB højere end i sammenhængende boligområder og andre områder, der anvendes eller er udlagt til særligt støjfølsomme formål. Princippet om, at et område ikke nødvendigvis i lokalplan eller byplanvedtægt skal være udlagt til den støjfølsomme anvendelse, men blot i praksis anvendes til de nævnte støjfølsomme formål, udløser et særligt støjhensyn, anvendes også ved fastsættelse af grænseværdier for støj fra virksomheder. Den afgørende forskel mellem reguleringen af støj fra virksomheder og støj fra vindmøller er således, at grænseværdierne for vindmøllestøj er bindende og ufravigelige, mens grænseværdierne for virksomhedsstøj er vejledende og fastsættes af en miljømyndighed i konkrete afgørelser, hvor de vejledende grænseværdier kan fraviges, hvis det kan begrundes miljømæssigt.

Vindmøllebekendtgørelsens grænseværdier omfatter arealanvendelser, der anvendes til boligformål og andre formål med overnatning - bortset fra en vindmøllejeherens egen bolig og efter omstændighederne midlertidige opholdssteder for flygtninge. Der skelnes ikke mellem områder, som anvendes til permanent beboelse og områder, hvor ophold og overnatning normalt ikke har permanent karakter for det enkelte menneske (campingpladser, kolonihaver). For kolonihaver skelnes heller ikke mellem områder med overnatning og områder med forbud mod overnatning. Det kan dog være en konkret vurdering om et kolonihaveområde har karakter af nyttehaver uden overnatning og derfor kan betragtes som mindre støjfølsomt. Det bemærkes også, at hoteller

ikke er nævnt i bekendtgørelsen. De er derfor ikke umiddelbart omfattet af grænseværdierne. Hospitaller, plejehjem, børnehaver, skoler og andre uddannelsesinstitutioner må betragtes som omfattet af bekendtgørelsens grænseværdier, uanset om de anvendes til overnatning eller ej. Det samme gælder områder, der er udlagt til støjfølsom rekreativ aktivitet. Her er det dog en forudsætning, at områderne rent faktisk er udlagt i lokalplan eller byplanvedtægt. Det er således ikke tilstrækkeligt, at et område anvendes til rekreative aktiviteter, fx et skovområde eller et kystområde. Dette princip anvendes også for andre støjklender, herunder virksomheder, støjende fritidsanlæg og trafikplanlæg.

I tvivlstilfælde er det kommunalbestyrelsen, der ved planlægning af vindmølleprojekter tager stilling til støjfølsomheden af konkrete områder. Tvivl kan også opstå, når det skal vurderes om en gruppe boliger i det åbne land har karakter af et boligområde, som udløser de lave grænseværdier for vindmøllestøj. I de situationer er det også kommunalbestyrelsen, der beslutter, hvilket sæt grænseværdier, der i en konkret situation skal anvendes. Disse afgørelser må dog ikke være i modstrid med vindmøllebekendtgørelsen. Kommunalbestyrelsen kan således ikke stille krav om generelt skærpede eller lempede grænseværdier for vindmøllestøj. Den kan dog stille mere vidtgående krav til støjbidraget fra den enkelte vindmølle, når den opstilles i et område der er reserveret til opstilling af flere vindmøller i en fortløbende proces.

Det er Rambølls samlede vurdering, at de områdetyper, der er omfattet af vindmøllebekendtgørelsen, understøtter opnåelse af det beskyttelsesniveau, der indebærer en acceptabel miljøpåvirkning mod vindmøllestøj ved støjfølsom arealanvendelse og boliger i det åbne land. Bekendtgørelsens definition af de arealanvendelser, der er omfattet af bekendtgørelsens grænseværdier er på linje med de principper, som anvendes for andre støjklender i miljøet, bortset fra erhverv, der ikke er omfattet. Beskyttelsen af boliger og anden støjfølsom arealanvendelse er dog mere restriktiv, fordi vindmøllebekendtgørelsens grænseværdier ikke kan lempes i modsætning til de vejledende grænseværdier for andre støjklender.

3.2.10 Metoder til måling af støj fra vindmøller

Bekendtgørelsen om støj fra vindmøller angiver de metoder, der skal anvendes ved måling af støj fra vindmøller. Princippet er, at støjen skal måles som en bestemmelse af vindmøllers støjudsendelse (kildestyrke), der anvendes ved beregning af vindmøllers støjbelastning i omgivelserne. Målingerne udføres tæt på den enkelte vindmølle, hvor vindmøllestøjen er højere end baggrundsstøjen. Det er derfor muligt at opnå præcise målinger af støjen fra vindmøllen uden påvirkning af støj fra andre klender.

Der udføres således ikke støjmålinger ved støjfølsomme naboer i omgivelserne ved kontrol af vindmøllers overholdelse af bekendtgørelsens grænseværdier. Baggrunden er, at sådanne målinger er teknisk vanskelige at gennemføre på grund af kraftig og ofte dominerende baggrundsstøj fra andre klender, især vind og beplantning. Konsekvensen er, at måleresultaterne i bedste fald er behæftede med betydelig usikkerhed. Det fremgår bl.a. af resultater fra et omfattende dansk måleprogram udført 2016 og 2017, hvor der blev udført støjmålinger hos naboer til vindmøller /32/. Resultaterne illustrerer betydelige måletekniske problemer, hvor baggrundsstøj fra andre klender (trafik, vegetation, vind) gør det vanskeligt at fastlægge, hvor stor en del af støjen, der skyldes vindmøllerne. Målingerne blev udført dels over korttid (enkeltdage) og over længere tid (flere dage). Kun i korte, udvalgte sekvenser har det været muligt at isolere vindmøllestøjen. Disse resultater viser dog, at de målte støjbidrag fra vindmøllerne, svarer til de bidrag, der er beregnet i henhold til vindmøllebekendtgørelsens beregningsmetode.

Rambøll er bekendt med, at andre lande i nogen grad anvender støjmålinger hos naboer ved kontrol af støj fra vindmøller /36/. Det er imidlertid karakteristisk, at der er tale om komplicerede måleprogrammer, der stækker sig over adskillige uger. De er derfor uovervågede (ingen teknikere på stedet) og det er nødvendigt i et efterfølgende analysearbejde at udpege kortere sekvenser, hvor vejforhold, vindmølle drift og baggrundsstøj opfylder målemetodens betingelser. Det medfø-

rer øget usikkerhed på resultaterne, og undertiden kan det være nødvendigt at gentage målinger tættere på vindmøllerne med en efterfølgende beregning af støjen ved naboerne.

Hvis støjen fra vindmøller indeholder hørbare toner, stiller bekendtgørelsen dog krav om, at det kontrolleres ved måling hos den mest støjbelastede nabo om tonerne er så hørbare, at de udløser et tillæg (se vedr. hørbare toner nedenfor). Disse målinger omfatter den samlede støj, vindmøllestøj og anden støj (baggrundsstøj). De har derfor ikke de samme tekniske vanskeligheder.

Måling af støjudsendelse – generelle regler

Bekendtgørelsen angiver en metode til måling af vindmøllers kildestyrke (lydeffekt), som skal anvendes ved en eventuel kontrol af støj fra opstillede vindmøller. Metoden er i overensstemmelse med den internationale standard for måling af vindmøllers støjkildestyrke, IEC 61 400 – 11 /41/. Der er dog den undtagelse, at IEC-standarden kræver dokumentation af støjen ved flere vindhastigheder end ved 6 m/s og 8 m/s, som kræves i bekendtgørelsen.

Målemetoden har til formål at fastlægge kildestyrken for den enkelte vindmølle, som anvendes ved beregning af en vindmølles støjbidrag ved boliger og støjfølsomme områder i omgivelserne. Den udføres derfor tæt på møllen (i en afstand svarende til vindmølles totalhøjde), hvor det er muligt at adskille vindmøllestøjen fra den samlede støj, som udover vindmøllen kan omfatte anden støj (baggrundsstøj) fra vind, beplantning og andre støjklender. Vindmøllens kildestyrke giver således ikke i sig selv information om en vindmølles støjbidrag hos en nabo.

I forbindelse med typegodkendelse af vindmøller udføres måling af støjkildestyrken i henhold til IEC 61 400 – 11. Metoden anvendes internationalt og har bred anerkendelse.

I henhold til vindmøllebekendtgørelsen skal måling af vindmøllers kildestyrke og af toneindhold i støjen (se nedenfor) udføres som "Miljømåling - ekstern støj", jf. bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger /42/. Det indebærer, at målingerne kun må udføres af en certificeret person, hvis kvalifikationer er konstateret og attesteret af et akkrediteret certificeringsorgan. Certificering af personer kan ske af et certificeringsorgan, der for støjmålinger er udpeget af Miljøstyrelsen.

Målinger i forbindelse med typegodkendelser udføres af laboratorier, der er akkrediteret til disse målinger. Et akkrediteret laboratorium er akkrediteret af Den Danske Akkrediterings- og Metrologifond (DANAK) eller af et tilsvarende akkrediteringsorgan, som er medunderskriver af EA's (European co-operation for Accreditation) multilaterale aftale om gensidig anerkendelse.

Det er Rambølls vurdering, at den målemetode, der er foreskrevet i bekendtgørelsen til måling af vindmøllers kildestyrke er velegnet og giver et retvisende grundlag for beregning af støjens udbredelse i omgivelserne. Det begrundes vi i særdeleshed med, at metoden er i overensstemmelse med den internationale anerkendte og anvendte metode, IEC 61 400 – 11.

Bekendtgørelsen indeholder også en metode til måling af støjudsendelsen fra vindmøller placeret på havet. Det er Rambølls vurdering, at den er en hensigtsmæssig tilpasning til de særlige forhold på havet og sikrer, at målinger af denne type udføres på et ensartet grundlag.

Endelig indeholder bekendtgørelsen en anvisning om måling af støjudsendelsen fra små vindmøller. Udgangspunktet er, at målinger udføres efter samme metode som skal anvendes for større vindmøller, men der tillades enkelte afvigelser. Det er Rambølls vurdering, at metoden giver et retvisende grundlag for beregning af støjens udbredelse i omgivelserne fra denne type vindmøller.

Toneindhold i støjen

Bekendtgørelsen angiver en målemetode, der skal anvendes til at vurdere om vindmøllestøj indeholder tydeligt hørbare toner. Vurderingen foretages ved den mest støjbelastede bolig ved objektiv måling efter retningslinjerne i Miljøstyrelsens vejledning om måling af ekstern støj /43/ med mindre afvigelser, der håndterer visse usikkerheder ved vejledningens metode, se også /45/. Målingen skal kun udføres, hvis støjen tæt ved vindmøllen indeholder tydeligt hørbare toner. Målemetoden, der har været anvendt i Danmark siden 1980'erne, er stort set identisk med en metode, der er beskrevet i en international standard ISO 1996-2 /44/.

Målingen skal udføres ved den mest støjbelastede bolig, fordi eventuelle toners hørbarhed afhænger af anden støj, der i større eller mindre grad kan maskere tonerne og dermed deres hørbarhed. Hvis støjen indeholder toner, der er tydeligt hørbare efter målemetodens objektive kriterier, skal den beregnede vindmøllestøj ved målepunktet tillægges 5 dB før sammenligning med grænseværdierne. Denne fremgangsmåde anvendes også ved kontrol af støj fra virksomheder og har været anvendt i Danmark siden 1970'erne. Tillægget gives, fordi tydeligt hørbare toner i støjen giver anledning til en ekstra geneffekt hos de mennesker, der udsættes for støjen.

De første, mindre vindmøller, der blev opstillet i Danmark, gav ikke sjældent anledning til problemer med tydeligt hørbare toner. I dag er det sjældent, at moderne vindmøller giver anledning til tydeligt hørbare toner i omgivelserne. Det skyldes den tekniske udvikling af vindmøllens komponenter og behovet for løsninger, der giver sikkerhed for, at en vindmølle i drift ikke udsender kraftig tonestøj, som næsten altid vil medføre væsentlige gener og overskridelser af grænseværdierne for støj.

Modellen indebærer imidlertid, at tillægget på 5 dB først udløses, når det objektive kriterium for hørbarhed er opfyldt. Det betyder, at i en situation, hvor toner er mindre tydelige, men alligevel hørbare, udløses et tillæg ikke. Den foreliggende viden om de særlige gener fra toner i støj peger imidlertid på, at generne ikke udløses i ét spring fra ingen gene til en væsentlig gene, men i en glidende overgang /33/. Samtidig indebærer metoden med et enten/eller tillæg på 5 dB, at den måletekniske usikkerhed, der altid vil være til stede, også ved analyse af støj med toneindhold, får meget stor betydning. Det har ført til diskussioner om, hvorvidt man i stedet for et 5 dB tillæg ved tydeligt hørbare toner, skulle anvende et graderet tillæg, der udløser et tillæg på 0 – 6 dB afhængig af tonernes hørbarhed. En sådan model indgår bl.a. i ISO 1996-2 /44/. Graderede tillæg for hørbare toner i vindmøllestøj anvendes bl.a. i Tyskland, hvor der gives et tillæg på enten 3 dB eller 6 dB, og i Storbritannien, hvor der anvendes tillæg i intervallet 1,5 – 5 dB /36/.

Et graderet tillæg vil alt andet lige medføre en øget beskyttelse af naboer til vindmøller, fordi et tillæg vil blive udløst også i situationer, hvor toner i støjen er hørbare og medfører en vis gene, men ikke så meget, at tillægget på 5 dB udløses. Hvis tillægget indebærer overskridelse af grænseværdierne, skal støjen nedbringes; enten ved at nedbringe den samlede støj eller ved at fjerne de hørbare toner i støjen.

Det er på dette grundlag Rambølls vurdering, at den eksisterende model er uhensigtsmæssig. Selvom moderne vindmøller sjældent giver anledning til tydeligt hørbare toner, vil hørbare toner når de forekommer, tydelige eller mindre tydelige, give anledning til en ekstra gene, som efter vores vurdering kan medføre, at et beskyttelsesniveau svarende til, at en acceptabel miljøpåvirkning ikke opnås. Denne vurdering skal i øvrigt ses i sammenhæng med vores bemærkninger i afsnit 3.2.5 om grænseværdier ved 6 m/s og 8 m/s, hvor vi omtaler en ny rapport over målere-sultater, der peger på, at eventuelle toner i støjen fra vindmøllerne ikke nødvendigvis er mest tydelige ved vindhastighederne 6 m/s og/eller 8 m/s.

3.2.11 Metoder til beregning af støj fra vindmøller

Den gældende bekendtgørelse om støj fra vindmøller /1/ angiver metoder, der skal anvendes ved beregning af støj fra vindmøller ved boliger i det åbne land og i områder for støjfølsom arealan-

vendelse. Der er angivet, hvordan metoderne skal anvendes til beregning af den samlede støj udendørs (bekendtgørelsens Bilag 1, afsnit 1.2) og til beregning af den lavfrekvente del af støjen indendørs (bekendtgørelsens Bilag 1, afsnit 1.4). I begge tilfælde skelner metoderne mellem støjudbredelse fra landplacerede vindmøller og havvindmøller, hvor der anvendes forskellige modeller for terrænkorrektion. Der indgår også korrektioner, som tager hensyn til, at terrænoverfladen har forskellig påvirkning på støjudbredelsen for den samlede støj og for den lavfrekvente støj. Endvidere tages der for havvindmøller hensyn til, at støjen udbredes forskelligt over en havoverflade og over en terrænoverflade på land.

Ved brug af bekendtgørelsens beregningsmetode kan det forudsættes, at en vindmølle opererer med en særlig støjdæmpet driftstilstand, men det tillades ikke, at støjen vurderes med en forudsætning om, at vindmøllen kun opererer i en støjdæmpet driftstilstand i de perioder, hvor der er medvind fra vindmøllen til de nærmeste naboer, og ellers i en ikke-støjdæmpet tilstand. Dels skal der regnes med medvind i alle retninger, som beskrevet i bekendtgørelsens bilag 1, og dels skal ændring af en vindmølles driftstilstand anmeldes forud for, at den sættes i værk.

Bekendtgørelsen angiver, at kontrol af støj fra vindmølleparker (en samling af tre eller flere ens vindmøller på land eller på havet) skal omfatte måling af støjudsendelsen fra mindst tre tilfældigt udvalgte vindmøller af samme type. Det forudsættes, at de øvrige vindmøller af samme type, har en støjudsendelse (kildestyrke) svarende til middelværdien af støjen fra de målte vindmøller. Denne middelværdi skal anvendes ved beregning af støjen fra disse vindmøller. Det er Rambølls vurdering, at denne bestemmelse er hensigtsmæssig, fordi det er en generel erfaring, at støjudsendelsen fra individuelle vindmøller af samme type i praksis har en lille variation.

Der er ikke krav om, at støjberegninger skal gennemføres som "Miljømåling – ekstern støj" (se omtale i afsnit 3.2.10 ovenfor om støjmålinger). Det skyldes, at beregningerne er relativt enkle at udføre /46/. Det er derfor også let at kontrollere rigtigheden. Rambøll er enig i denne betragtning.

Landplacerede vindmøller – beregning af støjudbredelse

Bekendtgørelsens beregningsmetode er en forenklet version af beregningsmetoden Nord2000, som er udviklet i et nordisk samarbejde. Der var oprindeligt et særligt fokus på beregning af støj fra veje og jernbaner, men i 2009 blev Nord2000 videreudviklet til brug for højtliggende støjkilder, herunder vindmøller. I den forbindelse blev det eftervist, at metoden er i god overensstemmelse med resultater af målinger af lydudbredelse over afstande ud til 1.500 meter i fladt terræn i Danmark og i bakket terræn i Norge /47/. Disse målinger blev bl.a. udført ved brug af højtaltalere med væsentligt kraftigere kildestyrke end vindmøller. Det var derfor muligt at gennemføre præcise målinger, der ikke forstyrres mærkbart af anden støj fra bl.a. vind og beplantning (baggrundsstøj).

Bekendtgørelsens forenkling af Nord2000 indebærer, at bekendtgørelsens metode er tilpasset beregning af støj fra netop landplacerede vindmøller, dvs. højt placerede støjklender, medvind ved bestemte vindhastigheder, relativ luftfugtighed på 80 % og en lufttemperatur på 10° C. Med disse forudsætninger er Nord2000 anvendt til at fastlægge de korrektioner for terrænets indflydelse og absorption i luften, der skal anvendes. Støjberegninger udført i henhold til bekendtgørelsens metode har således, indenfor en snæver tolerance, samme resultater som beregninger udført med den komplette Nord2000-metode for den samlede støj og for den lavfrekvente støj /48/ /49/. Et nyligt udført dansk måleprogram har også konstateret, at målte støjbidrag fra vindmøller hos naboer er i god overensstemmelse med niveauer beregnet i henhold til bekendtgørelsens metode /32/.

Det er på dette grundlag Rambølls vurdering, at bekendtgørelsens metode til beregning af lydudbredelse fra landplacerede vindmøller er velegnet og veldokumenteret og bl.a. eftervist (valideret) med måleprogrammer. I det omfang, det har været muligt at udføre konkrete målinger af

støj fra vindmøller i naboområder, er måleresultaterne også her i overensstemmelse med beregningsmetodens resultater. Vi vurderer derfor, at metoden giver et retvisende billede af landplacerede vindmøllers støjbidrag ved boliger og anden støjfølsom arealanvendelse.

De særlige forhold vedr. beregning af lavfrekvent støj indendørs er beskrevet i afsnittet *Beregning af lavfrekvent støj* under nedenstående afsnit.

Havvindmøller – beregning af støjudbredelse

Den gældende bekendtgørelse om støj fra vindmøller /1/ angiver en metode til beregning af støj fra vindmøller på havet, som forudsætter, at der er tale om en sfærisk lydudbredelse (halvkugleformet lydudbredelse). Det medfører en geometrisk dæmpning af støjen med 6 dB pr. afstandsfordobling. Bortset fra en særlig korrektion for terrænets (havoverfladens) betydning, er metoden i alt væsentligt i overensstemmelse med den metode, der anvendes til beregning af støj fra landplacerede vindmøller. En række undersøgelser peger imidlertid på, at lydudbredelse over store afstande over havet ikke nødvendigvis følger denne model, og på en vis afstand kan skifte til at være cylindrisk, som medfører en geometrisk dæmpning af støjen med 3 dB pr. afstandsfordobling i stedet for 6 dB.

Arbejdet i 2009 med udvikling af Nord2000 til brug for beregning af støj fra vindmøller (se ovenfor), omfattede ikke beregning af lydudbredelse over store afstande over vand. Problemstillingen blev vurderet i et miljøprojekt udarbejdet for Miljøstyrelsen i 2005 /50/. Der blev her peget på, at den beregningsmetode for havvindmøller, der efterfølgende blev indarbejdet i vindmøllebekendtgørelsen, giver forkerte resultater ved store afstande (mere end 2 – 5 km) på grund af såkaldte multiple refleksioner i havoverfladen. Nord2000 kan tage højde for denne effekt, men rapporten fremhæver et behov for yderligere afklaring af fænomenet.

En svensk metode til beregning af støj fra vindmøller på havet indebærer en forudsætning om sfærisk lydudbredelse for de første 1.000 meter og cylindrisk lydudbredelse for den del af beregningsafstanden, der overstiger 1.000 meter. Det betyder, at den svenske beregningsmetode når frem til højere støjniveauer på større afstande over havet end 1.000 meter sammenlignet med den metode, der er angivet i den gældende danske bekendtgørelse /1/. Forskellen kan være 10 dB på 10 kilometers afstand. Den svenske metode er baseret på støjmålinger udført i 2007 /51/. Der blev her udført måling af støj fra en kraftig støjkilde på 10 kilometers afstand over havet. Støjkilden var placeret i en højde på 30 meter og målingerne er udført ved frekvenserne 80, 200 og 400 Hz. Målingerne havde som resultat, at støjen kan være ca. 10 dB højere end forventet ved en forudsætning om en sfærisk lydudbredelse, dvs. svarende til beregningsmetoden i den gældende vindmøllebekendtgørelse.

Støjkilden på havvindmøller er imidlertid placeret betydeligt højere end 30 meter (nærmere 100 meter) og de udsender støj i et bredere frekvensområde. Det er derfor ikke givet, at en beregningsmetode, der uden videre indarbejder de svenske måleresultater, vil føre til korrekte beregningsresultater. På den anden side er, som nævnt overfor, fænomenet med multiple refleksioner ved lydudbredelse over havet et kendt fænomen.

Miljøstyrelsen har derfor i 2017 fået gennemført modelberegninger ved brug af en særlig beregningsmetode (PE - parabolic equation) med det formål at fastlægge korrektioner til vindmøllebekendtgørelsens beregningsmetode, så den tager højde for de særlige lydudbredelsesforhold over store afstande på havet. Modelberegningerne og resultaterne er nærmere omtalt i et teknisk notat udarbejdet af Delta for Miljøstyrelsen /52/. Det fremgår af notatet, at de svenske måleresultater fra 2005 har indgået i arbejdet.

Delta anbefaler på baggrund af dette arbejde, at der indgår en korrektion for multiple refleksioner ved beregning af støj fra havvindmøller og angiver en beregningsmetode. Den vil i praksis indebære, at den beregnede støj fra havvindmøller med en navhøjde på ca. 100 meter og en

placering 10 km fra kysten vil være omkring 2 dB højere end beregnet efter vindmøllebekendtgørelsens aktuelle metode. Ved afstande under ca. 6.000 meter er der ingen forskel. Rambøll vurderer, at for kystnære vindmølleparker, der typisk har vindmøller placeret 4 – 10 km fra kysten, vil der være tale om en forøgelse af den beregnede samlede støj fra en vindmøllepark med ca. 1 dB. De faktiske opstillingsmønstre og vindmøllernes individuelle afstand til støjfølsomme områder i land vil dog være afgørende for den konkrete forøgelse. Forøgelsen vil være nogenlunde ens for den samlede støj og for den lavfrekvente støj.

Det er Rambølls vurdering, at der er et veldokumenteret behov for en ændring af metoden til beregning af støj fra havvindmøller, fordi den eksisterende metode kan undervurdere støjbelastningen af boliger og støjfølsomme områder på land. En ændring af metoden tilpasset den foreliggende nye viden, vil indebære en øget beskyttelse af boliger i det åbne land og af områder til støjfølsom arealanvendelse, der kan blive udsat for støj fra havbaserede vindmøller.

Beregning af lavfrekvent støj indendørs

Bekendtgørelsen fastsætter en grænseværdi for lavfrekvent støj indendørs i boliger (se omtalen i afsnit 3.2.6). Vindmøllernes kildestyrke for den lavfrekvente støj skal måles efter de samme metoder, som anvendes for den samlede støj, og der anvendes de samme metoder til beregning af lydudbredelsen for lavfrekvent støj som for den samlede støj. Det er dog et krav, at lavfrekvent støj altid skal beregnes pr. 1/3 ovtavbånd, hvor den samlede støj kan beregnes pr. 1/1 oktavbånd.

Beregning af det indendørs lavfrekvente støjniveau kræver imidlertid, at bygningsfacaders lydisolationsindgang indgår i beregningsmetoden. Den gældende bekendtgørelse indeholder frekvensafhængige værdier, der skal anvendes ved disse beregninger. De er angivet som standardiserede niveaudifferenser for danske boliger. Værdierne er baseret på konkrete målinger af boligers lydisolations over for lavfrekvent støj. Oprindeligt har værdierne været baseret på målinger af lydisolations udført i 1996 og 2006 for 27 rum i 14 forskellige boliger. I 2016 fik Miljøstyrelsen udvidet dette grundlag med måledata fra yderligere 24 rum i 16 boliger, der også omfattede ældre/typiske boliger på landet, sommerhuse og enkelte nyere parcelhuse /53/. Undersøgelsen, der samler alle resultater fra målinger i 1996, 2006 og 2016, har to hovedresultater:

- De nye målinger viser inden for en lille tolerance den samme gennemsnitlige lydisolations over for lavfrekvent vindmøllestøj som de tidligere målinger for almindelige danske huse
- Sommerhuse opført i lette konstruktioner har en gennemsnitlig lydisolations over for lavfrekvent vindmøllestøj, der er 5 dB mindre end lydisolations i almindelige danske huse.

De lydisolationsværdier, der har været anvendt i den gældende bekendtgørelse, var ikke baseret på den gennemsnitlige lydisolations for de undersøgte huse, men værdier, som indebærer, at 67 % af måleresultaterne fra 1996 og 2006 er højere end bekendtgørelsens lydisolationsværdier. Det betyder, at de anvendte lydisolationsværdier alt andet lige medfører et højere beregnet indendørs støjniveau end ved brug af gennemsnitlige værdier. Der er dermed taget hensyn til, at huse er forskellige og, at nogle huse har ringere lydisolations over for lavfrekvent vindmøllestøj end gennemsnittet. Det kan på den ene side medføre, at de fleste boliger opnår et beskyttelsesniveau, der er bedre end den fastsatte grænseværdi. På den anden side kan fremgangsmåden også betyde, at nogle beboere må tåle et højere indendørs støjniveau, hvis boligen har en lydisolations, der er mindre end eller svarende til den tredjedel af de undersøgte bygninger, der har den laveste lydisolations. Princippet kan opfattes som en afvejning af de miljømæssige og samfundsøkonomiske hensyn på linje med den afvejning, der indgår ved fastsættelse af grænseværdier for støj. Det er denne afvejning, der betyder, at den samme støjpåvirkning af nogle mennesker opleves som stærkt generende og af andre som mindre generende (se afsnit 3.2.1 om beskyttelsesniveau).

Det er Rambølls vurdering, at de hidtidige lydisolationsværdier for almindelige huse er veldokumenterede og sikrer opretholdelse af et beskyttelsesniveau, der svarer til en acceptabel miljøpåvirkning. Der foreligger imidlertid nu dokumentation for, at lydisolationsværdierne er utilstrækkelige for en stor andel af sommerhuse, fordi de i almindelighed er opført med lette konstruktioner, der har dårligere lydisolation end de konstruktioner, der anvendes i hovedparten af almindelige boliger. Det er derfor Rambølls vurdering en risiko for, at det ønskede beskyttelsesniveau svarende til en acceptabel miljøpåvirkning, ikke opnås for indendørs lavfrekvent støj i sommerhuse opført med lette konstruktioner.

3.2.12 Forsøgsmøller

Bekendtgørelsen indeholder særlige bestemmelser om støjkonsekvensområder omkring forsøgsmøller. De særlige regler giver mulighed for, at der i et område udlagt til dette formål kan etableres og drives forsøgsmøller inden for de rammer, der blev lagt til grund ved planlægning af området, selv om den aktuelle udnyttelse måske består af andre og evt. mindre støjende vindmøller /46/. Samtidig sikrer bestemmelserne, at støj fra forsøgsmøller i det udlagte område ikke overstiger 37 dB ved 6 m/s og 39 dB ved 8 m/s uden for støjkonsekvensområdet.

Bekendtgørelsen indeholder endvidere en bestemmelse, der forebygger, at der efter opstilling af forsøgsmøller opstår nye områder, der skal betragtes som støjfølsom arealanvendelse, således at den fortsatte drift af forsøgsmøllerne forhindres på grund af en ændret vurdering af området omkring vindmøllerne.

Ved planlægning af forsøgsmøller skal støjbidrag fra andre vindmøller i området omkring forsøgsområdet medtages i støjkonsekvensområdet, ligesom støjen fra forsøgsmøllerne skal indgå ved planlægning af nye vindmøller uden for støjkonsekvensområdet.

Det er Rambølls vurdering, at de særlige regler om forsøgsmøller sikrer den samme beskyttelse af boliger og støjfølsom arealanvendelse for støj fra forsøgsmøller som for støj fra andre vindmøller. Der er dog den forskel, at støjen uden for støjkonsekvensområdet over tid kan variere, når forsøgsmøller etableres eller nedtages, men støjen må på intet tidspunkt overstige de samme grænseværdier, som gælder for andre vindmøller ved støjfølsom arealanvendelse. Det er Rambølls vurdering at denne forskel har en lille positiv miljømæssig betydning.

3.2.13 Anmeldelse mv. samt tilsyn og påbud om støjmålinger

Bekendtgørelsen indeholder bestemmelser om, at alle vindmøller på land, der etableres eller ændres på en måde, der medfører øget støjudsendelse, skal anmeldes til kommunalbestyrelsen. Anmeldelsen skal indeholde en nærmere specificeret dokumentation for, at vindmøllerne kan overholde støjgrænserne. Anmeldelse kan tidligst ske, når der foreligger det nødvendige plangrundlag, eventuel landzonetilladelse og VVM-tilladelse for vindmøllen.

I områder, der er reserveret til opstilling af flere vindmøller eller udlagt til vindmøllepark, kan kommunalbestyrelsen stille mere vidtgående krav til støjbidraget fra den enkelte vindmølle for at sikre, at det samlede støjbidrag fra alle vindmøllerne i disse områder overholder støjgrænserne.

Kommunalbestyrelsen fører tilsyn med overholdelse af vindmøllebekendtgørelsens bestemmelser. Miljøstyrelsen fører det tilsvarende tilsyn med vindmøller på havet.

Kommunalbestyrelsen kan påbyde, at ejeren af en vindmølle for egen regning udfører støjmålinger og støjberegninger, når en anmeldt vindmølle sættes i drift, i forbindelse med almindeligt tilsyn efter loven, dog højst 1 gang årligt, eller i forbindelse med behandlingen af naboklager over støj, når kommunalbestyrelsen anser dette for at være nødvendigt.

Disse bestemmelser giver kommunalbestyrelsen sikkerhed for, at de vindmøller, der opstilles, kan overholde støjgrænserne. Det gælder før opstilling, hvor grundlaget vil være støjmålinger

udført på den eller de vindmølletyper, der opstilles, samt efter opstilling, hvor der kan stilles krav om støjberegninger baseret på måling af støj fra de vindmøller, der rent faktisk er opsat. Bestemmelserne er på linje med de muligheder, miljømyndighederne har for tilsyn og kontrol med støj fra virksomheder.

Det er Rambølls vurdering, at bestemmelserne om anmeldelse, tilsyn og påbud giver miljømyndighederne de nødvendige redskaber til at sikre naboer til vindmøller på land mod udsættelse for vindmøllestøj, der overstiger grænseværdierne. Det gælder også i situationer, hvor myndigheden vurderer det nødvendigt at kræve en kontrol af støjudsendelsen fra en vindmølle i drift i forbindelse med tilsyn eller naboklager. Bestemmelserne bidrager dermed til at sikre beskyttelsesniveauet.

For vindmøller på havet er Miljøstyrelsen tilsynsmyndighed og fører derfor tilsyn med, at disse vindmøller overholder vindmøllebekendtgørelsens bestemmelser. Bekendtgørelsen giver imidlertid ikke mulighed for, at Miljøstyrelsen kan meddele påbud om udførelse af måling og -beregning af støj fra vindmøller på havet. Det er ikke hensigtsmæssigt, at Miljøstyrelsens som tilsynsmyndighed mangler de redskaber, som kan være nødvendige for at sikre beboere på land mod støj fra vindmøller på havet, der overstiger grænseværdierne. Det bemærkes, at Miljø- og fødevarerministeren i henhold til Havmiljølovens § 33, stk. 4 /7/ kan fastsætte regler om pligt for ejeren af et vindmølleanlæg til for egen regning at gennemføre egenkontrol af støj fra vindmølleanlægget eller for egen regning at lade egenkontrollen gennemføre af sagkyndige, herunder autoriserede, akkrediterede eller lignende sagkyndige og tilsvarende laboratorier.

3.2.14 Ikrafttrædelse m.v.

Den eksisterende bekendtgørelse indeholder bestemmelser om ikrafttrædelse, som indebærer, at vindmøller, der er anmeldt eller sat i drift i henhold til bestemmelser i tidligere bekendtgørelser om støj fra vindmøller, reguleres efter disse i øvrigt ophævede bekendtgørelser. Det betyder, at ændres én af disse vindmøller på en måde, der medfører øget støj, reguleres vindmøllens støj efter den bekendtgørelse, der var gældende, da vindmøllen oprindeligt blev anmeldt eller sat i drift. Det kan fx have den konsekvens, at en vindmølle anmeldt eller sat i drift før 1. januar 2012, ikke skal overholde grænseværdien for lavfrekvent støj – heller ikke, hvis den ændres på en måde, der kan medføre øget støj.

Bestemmelserne indebærer, at regulering af støj fra vindmøller ikke er på linje med reguleringen af bl.a. virksomheders miljøforhold, hvor ændringer, der går ud over rammerne i en miljøgodkendelse eller et påbud, reguleres efter de aktuelle grænseværdier for støj, luftforurening etc. Det kan i særlige tilfælde medføre et reduceret beskyttelsesniveau.

Det er dog Rambølls vurdering, at der er tale om et principielt forhold, som i praksis har haft begrænset betydning. Det er således vores indtryk, at det juridisk ikke har været helt klart, hvilke regler, der skal opfyldes, hvis en vindmølle ændres med øget støj til følge. Derfor har det af myndigheder og andre formentlig været antaget, at det er kravene i den gældende bekendtgørelse, der skal opfyldes i disse situationer. Alligevel er det ikke hensigtsmæssigt, at bekendtgørelsen er uklar på dette punkt.

4. MILJØVURDERINGENS AFGRÆNSNING OG INDHOLD

4.1 Miljøvurderingens omfang

Udgangspunktet for miljøvurderingen er et meget bredt og omfattende miljøbegreb, der rummer miljøemnerne biologisk mangfoldighed, befolkning, menneskers sundhed, fauna, flora, jordbund, vand, luft, klimatiske faktorer, materielle goder, kulturarv, herunder kirker og deres omgivelser, samt arkitektonisk og arkæologisk arv, landskab og deres indbyrdes forhold.

Der er foretaget en nærmere afgrænsning af, hvilke af ovennævnte miljømæssige forhold der især forventes påvirket, og hvilke faktorer der bør undersøges nærmere, enten for at udelukke en påvirkning eller for at fastslå påvirkningens omfang og karakter. Resultatet fastlægger miljøvurderingens nærmere indhold.

4.2 Afgrænsning

Miljøstyrelsen har afgrænset de miljøemner, der vurderes at kunne blive væsentligt påvirket som følge af den eksisterende bekendtgørelse og vedtagelsen af den nye bekendtgørelse, jf. § 11 i /2/. De afgrænsede miljøemner omfatter:

- Befolkning og menneskers sundhed
- Biologisk mangfoldighed, flora og fauna (bilag IV-arter (primært pattedyr) samt pattedyr og fugle (grupper), der indgår i udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder)
- Materielle goder

4.3 Grundlag for miljøvurderingen

Det er valgt at gennemføre miljøvurderingen med udgangspunkt i konsekvenserne af den eksisterende bekendtgørelse om støj fra vindmøller frem for at gå tilbage til bekendtgørelsen fra 1991 /5/ fra før loven om miljøvurdering trådte i kraft i 2004 /68/.

Konsekvenserne af den eksisterende bekendtgørelse for de udvalgte miljøemner beskrives og vurderes i forhold til de eksisterende forhold. På baggrund heraf vurderes den mulige miljøpåvirkning af de af Miljøstyrelsen fem foreslåede ændringer af den eksisterende bekendtgørelse, så miljøpåvirkningen af den nye bekendtgørelse afdækkes.

Der er foretaget en samlet miljøvurdering af forslaget til ny bekendtgørelse med ændringer, herunder den eksisterende bekendtgørelse for 2015 /1/, der ikke tidligere er miljøvurderet.

4.4 Metodebeskrivelse

Miljørapporten indeholder en beskrivelse og vurdering af bekendtgørelsens og de fem ændringers sandsynlige, væsentlige indvirkning på miljøet, hvis bekendtgørelsen træder i kraft.

Bekendtgørelsens miljøpåvirkninger er vurderet ud fra den aktuelle viden og det detaljeringsniveau, der følger af bekendtgørelsens overordnede og principielle karakter. Det er i den forbindelse væsentligt, at bekendtgørelsen sætter rammerne for udarbejdelsen af efterfølgende underordnede lokalplaner og afledte tilladelser, og indgår som en generel regulering i forbindelse med anmeldelse, tilsyn og påbud.

Vurderingen af de afgrænsede miljøemner omfatter samlet set de sekundære, kumulative, synergistiske, kort-, mellem- og langsigtede, vedvarende og midlertidige virkninger, positive som negative, jf. lovens bilag 4, der stiller krav til denne miljørapports indhold /2/. Miljøvurderingen

genererer ikke i sig selv ny viden, men miljøpåvirkningerne vurderes ud fra den relevante tilgængelige viden, nationalt og internationalt.

Spørgsmålet om miljøpåvirkningernes udbredelse og intensitet vurderes som følge af bekendtgørelsens generelle karakter og fraværet af en geografisk afgrænsning, udelukkende principielt for samtlige miljøpåvirkninger. En vurdering af en konkret arealmæssig påvirkning, kan først ske i forbindelse med miljøvurdering af de efterfølgende trin i form af underordnede planlægnings- og tilladelsesniveauer, kommuneplanlægning og lokalplanlægning.

5. FORHOLDET TIL ANDEN LOVGIVNING OG PLANLÆGNING

Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM)

Bekendtgørelse af lov nr. 448 af 10. maj 2017 om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM) /2/ har til formål at sikre et højt miljøbeskyttelsesniveau og at bidrage til integrationen af miljøhensyn under udarbejdelsen og vedtagelsen af planer og programmer og projekter med henblik på at fremme en bæredygtig udvikling, ved at der gennemføres en miljøvurdering af planer, programmer og projekter og projekter, som kan få væsentlig indvirkning på miljøet.

Vindmøllebekendtgørelsen betragtes som en *plan*, som denne miljørapport er udarbejdet for.

Vindmøller er opført på miljøvurderingslovens bilag 2, som omfatter projekter, som ikke må påbegyndes før myndigheden skriftligt har meddelt bygherren, at projektet ikke antages at kunne få væsentlig indvirkning på miljøet, jf. § 21. Det vil sige, at der skal gennemføres en screening for at afgøre, om etablering af projektet kræver udarbejdelse af en miljøkonsekvensrapport.

Vindmøller er omfattet af bilag 2, punkt 3 Energiindustrien, j) Anlæg til udnyttelse af vindkraft til energiproduktion (vindmøller), bortset fra enkeltstående vindmøller i landzone med en totalhøjde på op til 25 m (husstandsmøller).

I forbindelse med udarbejdelse af miljøkonsekvensrapporter for konkrete anlæg bliver miljøpåvirkninger af disse projekter på de konkrete lokaliteter vurderet.

Planloven

Bekendtgørelse af lov om planlægning nr. 1529 af 23. november 2015 /9/ skal sikre, at den sammenfattende planlægning forener de samfundsmæssige interesser i arealanvendelsen og medvirker til at værne om landets natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet (§ 1).

Lovens kapitel 4 vedrører kommuneplanlægning, mens lovens kapitel 5 omhandler lokalplanlægning.

Bekendtgørelse om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller

Bekendtgørelse nr. 1590 af 10. december 2014 om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller "*regulerer planlægningen for opstilling af vindmøller med henblik på at fremme en bæredygtig udbygning med vindmøller, hvor der tages omfattende hensyn til ikke alene muligheden for at udnytte vindressourcen, men også til nabobeboelse, natur, landskab, kulturhistoriske værdier samt til de jordbrugsmæssige interesser*" /8/.

Bekendtgørelsen bestemmer, at der kun må opstilles vindmøller inden for områder, der er udpeget hertil i kommuneplaners retningslinjer (§ 2, stk. 1). Der må kun fastsættes retningslinjer i kommuneplaner for områder til opstilling af vindmøller med en totalhøjde på 150 m eller derover, hvis vindmøller er til forsøgsformål, hvilket vil sige Serie 0-møller, vindmøller, der er prototype-certificeret, vindmøller, der er opbygget til brug for forsøg i henhold til bekendtgørelse om teknisk certificeringsordning af vindmøller i Danmark (§ 2, stk. 2).

Bekendtgørelsen fastlægger endvidere, at der ikke må gives tilladelse efter planloven /9/ til vindmøller nærmere nabobeboelse end fire gange vindmøllens totalhøjde (§ 2, stk. 3) samt, at vindmøller opstillet i grupper skal opstilles i et let opfatteligt geometrisk mønster i landskabet (§ 2, stk. 5).

Kommuner må ikke fastsætte retningslinjer med generelle bestemmelser i kommuneplanen, der øger afstandskravet til nabobeboelse (fire gange totalhøjden) (§ 2, Stk. 4), og vindmøller opstillet i grupper skal opstilles i et let opfatteligt geometrisk mønster i landskabet (§ 2, stk. 5) (kan dog fraviges i særlige tilfælde ved forsøgsmøller § 2, stk. 6).

Ved planlægning for vindmøller nærmere end 28 gange totalhøjden fra eksisterende eller planlagte vindmøller, skal lokalplanens redegørelse, jf. planlovens § 11 e, belyse anlæggenes påvirkning af landskabet, herunder oplyse, hvorfor påvirkningen anses for ubetænkelig (§2, stk. 7).

Når kommunalbestyrelsen fastsætter retningslinjer i kommuneplanen for beliggenheden af ét eller flere områder til opstilling af vindmøller, skal områdets eller områdernes størrelse være tilpasset den påtænkte vindmøllegruppe eller enkeltstående vindmølle (§3 stk. 1). Desuden skal kommuneplanens rammer for lokalplanlægning for vindmølleområder indeholde bestemmelser om vindmøllernes forventede maksimale antal og totalhøjde (§ 3, stk. 2).

Endelig fastlægger bekendtgørelsen, at en lokalplan for et vindmølleområde skal indeholde bestemmelser om vindmøllernes præcise placering, antal, mindste og største totalhøjde samt udformning (§4).

Miljøbeskyttelsesloven

Lovbekendtgørelse nr. 966 af 23. juni 2017 af lov om miljøbeskyttelse /10/ har til formål at medvirke til at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet.

Med loven tilsigtes det særligt:

1. at forebygge og bekæmpe forurening af luft, vand, jord og undergrund samt vibrations- og støjulempen,
2. at tilvejebringe hygiejnisk begrundede regler af betydning for miljøet og for mennesker,
3. at begrænse anvendelse og spild af råstoffer og andre ressourcer,
4. at fremme anvendelse af renere teknologi og
5. at fremme genanvendelse og begrænse problemer i forbindelse med affaldshåndtering.

Såfremt en støjmåling eller støjberegning gennemført med hjemmel i § 12 i vindmøllebekendtgørelsen /1/ viser, at grænseværdierne for støj overskrides, er der tale om et ulovligt forhold, og kommunen skal som tilsynsmyndighed sørge for, at forholdet lovliggøres inden for en fastsat frist, med mindre det har underordnet betydning, jf. miljøbeskyttelsesloven § 68 /6/. Det kan i henhold til Miljøstyrelsens vejledning om støj fra vindmøller /46/ lægges til grund, at en overskridelse af støjgrænserne med mindre end den anførte ubestemthed (2 dB), er af underordnet betydning. Dette svarer til den hidtidige praksis for tilsyn med støj både fra vindmøller og fra virksomheder, hvor der gribes ind ved konstatering af, at støjgrænserne er overskredet med en størrelse, som mindst modsvarer ubestemtheden.

Havmiljøloven

Lovbekendtgørelse nr. 1033 af 9. september 2017 af lov om beskyttelse af havmiljøet /7/ har til formål at medvirke til at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet. Med loven tilsigtes det at forebygge og begrænse forurening og anden påvirkning af natur og miljø, herunder særligt havmiljøet, fra aktiviteter, der kan

1. bringe menneskets sundhed i fare,
2. skade natur- og kulturverdier på og i havet, herunder havbunden,
3. være til gene for den retmæssige udnyttelse af havet eller
4. forringe rekreative værdier eller aktiviteter.

I henhold til lovens § 33, stk. 4 kan Miljø- og fødevareministeren fastsætte regler om pligt for ejeren af et vindmølle anlæg til for egen regning at gennemføre egenkontrol af støj fra vindmølle anlægget eller for egen regning at lade egenkontrollen gennemføre af sagkyndige, herunder autoriserede, akkrediterede eller lignende sagkyndige og tilsvarende laboratorier.

6. ALTERNATIVER OG MILJØMÅL

Miljøstyrelsen har i forbindelse med revisionen af vindmøllebekendtgørelsen ikke overvejet alternativer til de ændringer, som er fremsat med det nye forslag til bekendtgørelse.

Miljøvurderingen er gennemført ved en granskning af kendt aktuel og relevant viden om støj fra vindmøller, herunder tekniske forhold om målemetoder og beregningsmetoder, støjens genmæssige og helbredsmæssige betydning for mennesker og støjens betydning for biologisk mangfoldighed. Der foreligger ingen konkrete undersøgelser af konsekvenserne for materielle goder, når støj fra vindmøller reguleres. Denne del af miljøvurderingen er derfor primært baseret på Rambølls vurderinger.

6.1 Miljømål

Vindmøllebekendtgørelsen er udstedt med hjemmel i miljøbeskyttelsesloven /6/ og havmiljøloven /7/. I miljøbeskyttelseslovens formålsparagraf er bl.a. anført, at loven tilsigter at forebygge og bekæmpe vibrations- og støjulemper. Miljøstyrelsen har med dette udgangspunkt fastsat grænseværdier for støj fra en række støjklender, der er udtryk for en støjbelastning, som Miljøstyrelsen vurderer, er miljømæssigt og sundhedsmæssig acceptabel. Dette er nærmere omtalt i 3.2.1.

7. MILJØVURDERING

I det følgende har Rambøll, jævnfør afsnit 4.2 om miljøvurderingens afgrænsning, gennemført en vurdering af bekendtgørelsens miljøpåvirkning af

- Befolkning af menneskers sundhed
- Biologisk mangfoldighed
- Materielle goder

Miljøvurderingen omfatter den eksisterende bekendtgørelse og de ændringer, Miljøstyrelsen planlægger at indarbejde i den nye bekendtgørelse. De planlagte ændringer omfatter:

Opdatering af metode for beregning af støjuddbredelse af havvindmøller

Ny viden om lydudbredelse over store afstand over havet har ført til udvikling af en justeret beregningsmetode.

Indførelse af et graderet tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller

Hvis støj fra vindmøller indeholder toner i støjen ved boliger i omgivelserne, skal støjen tildeles et tillæg til det beregnede støjniveau før den sammenlignes med grænseværdierne. Hidtil blev et tillæg på 5 dB tildelt, når toner i støjen var tydeligt hørbare. Med ændringen anvendes et graderet tillæg, der afhænger af tonestøjens hørbarehed. Der gives således også et tillæg, når eventuelle toner i støjen er mindre end tydeligt hørbare.

Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder

Sommerhuse er normalt opført med lettere facadestrukturer end almindelige huse. Det betyder, at de har en lavere lydisolation over for lavfrekvent støj. Ændringen indebærer, at der skal anvendes særlige lydisolationstal ved beregning af lavfrekvent støj fra vindmøller indendørs i sommerhusområder.

Ændring af overgangsbestemmelser

I henhold til den eksisterende bekendtgørelse skal en vindmølle anmeldes til miljømyndigheden, hvis den ændres på en måde, der medfører øget støj. Støjen skal i den forbindelse vurderes efter den bekendtgørelse, der var gældende, da vindmøllen blev anmeldt første gang. Ændringen indebærer, at støjen fra vindmøllen skal vurderes efter den seneste bekendtgørelse.

Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet.

Den eksisterende bekendtgørelse giver ikke mulighed for, at Miljøstyrelsen som tilsynsmyndighed for vindmøller på havet, kan stille krav om støjmålinger og -beregninger. Ændringen indebærer, at Miljøstyrelsen får denne mulighed.

7.1 Befolkning og menneskers sundhed

Vindmøller giver anledning til støj, der kan indebære en påvirkning af befolkningen og menneskers sundhed.

De mulige påvirkninger er gener fra støjen i sig selv, men i den samlede geneoplevelse indgår også menneskers individuelle følsomhed over for støj, individuelle holdninger til støjkilden og den sammenhæng, hvor støjen opleves. Generelt kan støj endvidere medføre negative helbredseffekter, hvor forskningen peger på en sammenhæng med stresssymptomer, der kan være udløst af oplevede gener.

I denne miljøvurdering har Rambøll lagt til grund, at en acceptabel miljøpåvirkning fra støj fra vindmøller indebærer, at 10 – 15 % af befolkningen kan være stærkt generet af støjen. Vi har

endvidere lagt til grund, at en acceptabel miljøpåvirkning indebærer, at befolkningen beskyttes mod negative helbredseffekter, jf. 3.2.1.

7.1.1 Eksisterende forhold

På baggrund af redegørelsen i afsnit 3.2 vurderer Rambøll, at den eksisterende bekendtgørelse opnår et beskyttelsesniveau svarende til acceptabel miljøpåvirkning på følgende punkter:

- Gener på grund af støj, generelt
- Helbredseffekter og menneskers sundhed
- Fastsættelse af grænseværdier ved 6 m/s og 8 m/s
- Gener fra lavfrekvent støj
- Infrazyd
- Vibrationer
- Definition af støjfølsomme områder
- Metoder til måling af støjudsendelse fra vindmøller
- Metode til beregning af støjudbredelse fra landplacerede vindmøller
- Bestemmelser om forsøgsmøller
- Bestemmelser om anmeldelse mv samt tilsyn og påbud om støjmålinger

På baggrund af redegørelsen i afsnit 3.2 vurderer Rambøll, at et beskyttelsesniveau svarende til acceptabel miljøpåvirkning ikke opnås på fem følgende punkter, med mindre bekendtgørelsen ændres. Punkterne er omfattet af de fem ændringer, Miljøstyrelsen planlægger at gennemføre i bekendtgørelsen, Miljøvurderingen af ændringerne fremgår nedenfor:

- Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse fra havvindmøller
- Indførsel af et graderet tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller
- Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder
- Ændring af overgangsbestemmelser
- Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet.

7.1.2 Miljøvurdering af ændringer

Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse fra havvindmøller

Ændringen indebærer, at de beregnede støjbidrag fra havvindmøller ved boliger i det åbne land og ved områder for støjfølsom arealanvendelse vil blive højere end hidtil, når afstanden til vindmøllerne overstiger ca. 6 kilometer, jævnfør bilag 1. Det vurderes, at beregnede støjbidrag fra kystnære havvindmøller, der står 10 km fra kysten, typisk kan blive op til ca. 2 dB højere end med den eksisterende beregningsmetode. Støjen fra vindmøller, der står 20 km fra kysten kan blive ca. 7 dB højere. Den samlede ændring af de beregnede støjniveauer vil dog afhænge af afstandene mellem de enkelte vindmøller i en havvindmøllepark og de støjfølsomme områder på land.

Den opdaterede metode indebærer i princippet en øget beskyttelse af boliger og støjfølsomme områder, fordi en uændret støjudsendelse fra en vindmøllepark giver anledning til højere beregnede støjniveauer end hidtil. I situationer, hvor støjen fra planlagte vindmøller, beregnet efter den hidtidige metode, netop overholder grænseværdierne, kan den opdaterede metode således betyde, at grænseværdierne overskrides. Det kan betyde, at vindmøllerne skal placeres længere væk fra berørte boliger eller støjudsendelsen fra vindmøllerne skal reduceres. Resultatet vil være mindre oplevet støj ved boliger og støjfølsomme områder. En forskel på ca. 2 dB er imidlertid lille og næppe hørbar i praksis og generelt er støj fra undersøgte kystnære havvindmølleparker, beregnet efter den hidtidige metode, mere end 2 dB lavere end grænseværdien. Ikke desto mindre medfører den opdaterede metode en øget sikkerhed for, at beregnet støj fra havvindmøller er i overensstemmelse med den faktiske støj. Samlet set er det Rambølls vurdering, at ændringen vil have en lille, positiv betydning for befolkning og menneskers sundhed.

Indførelse af et gradueret tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller

Indførelse af et gradueret tonetillæg ved vurdering af hørbare toner i støjen fra vindmøller indebærer, at der ikke kun gives et tillæg, når tonerne er tydeligt hørbare, men at et tillæg også gives, når eventuelle toner i støjen er mindre end tydeligt hørbare. Ændringen vil alt andet lige medføre en øget beskyttelse af naboer til vindmøller og øget sikkerhed for opnåelse af et beskyttelsesniveau svarende til en acceptabel miljøpåvirkning. Fordi moderne vindmøller sjældent giver anledning til tydeligt hørbare toner, er det Rambølls vurdering, at ændringen vil have mindre betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed. Ændringen kan dog have mærkbar betydning for enkelte naboer, der udsættes for gener fra hørbare toner i støj fra vindmøller.

Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder

Ændringen indebærer, at ny viden om lette sommerhuses lavere lydisolation over for lavfrekvent støj end almindelige huse skal indgå ved beregning af lavfrekvent støj fra nye eller ændrede vindmøller. Der vil i lighed med princippet for almindelige bygninger blive anvendt lydisolutionsværdier som indebærer, at 67 % af måleresultaterne fra konkrete sommerhuse opført med lette konstruktioner viser højere lydisolation end bekendtgørelsens værdier. Ændringen har som konsekvens, at nye vindmølleprojekter i praksis skal sikre overholdelse af ca. 4,5 dB lavere niveauer for lavfrekvent støj ved sommerhusområder (jævnfør bilag 1). Det vil indebære en øget beskyttelse af denne type bygninger og dermed den samlede beskyttelse af danske boliger mod indendørs lavfrekvent støj fra vindmøller. Ændringen vil have lokal betydning i situationer, hvor vindmøller planlægges så tæt på sommerhusområder, at lavfrekvent støj kan være kritisk. Generelt vil den udgøre en mindre, positiv betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed.

Ændring af overgangsbestemmelser

I henhold til den eksisterende bekendtgørelse skal en vindmølle anmeldes til miljømyndigheden, hvis den ændres på en måde, der medfører øget støj. Støjen skal i den forbindelse vurderes efter den bekendtgørelse, der var gældende, da vindmøllen blev anmeldt første gang. Ændringen indebærer, at hvis der foretages en ændring af en vindmølle, som forøger støjen, skal den vurderes efter den seneste bekendtgørelse. Den medfører en øget beskyttelse af de berørte vindmølle-naboer i situationer, hvor den nye bekendtgørelse indebærer skærpede krav end de, der var gældende, da vindmøllen blev stillet op. Det kan fx være i forbindelse med hørbare toner i støjen eller i situationer, hvor vindmøller giver anledning til lavfrekvent støj indendørs i sommerhuse.

Det er dog Rambølls vurdering, at der er tale om et principielt forhold, som i praksis har haft begrænset betydning. Det er vores vurdering, at myndigheder og andre formentlig har antaget, at det er kravene i den gældende bekendtgørelse, der skal opfyldes i disse situationer.

Det er Rambølls vurdering, at ændringen kan have betydning i enkelte konkrete tilfælde ved ændring af eksisterende vindmøller. Generelt vil ændringen udgøre en lille, positiv betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed.

Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet

Miljøstyrelsen er tilsynsmyndighed for vindmøller på havet og får med ændringen mulighed for at stille krav om støjmålinger og -beregninger, når vindmøller på havet sættes i drift, i forbindelse med almindeligt tilsyn og i forbindelse med naboklager over støj. Dermed får Miljøstyrelsen de samme redskaber til at sikre beboere på land mod udsættelse for støj fra vindmøller på havet, der overstiger grænseværdierne, som allerede findes for vindmøller på land.

Det er Rambølls vurdering, at ændringen kan have betydning i enkelte konkrete tilfælde, hvor der opstår tvivl om støjudsendelsen fra vindmøller på havet. Generelt vil ændringen udgøre en lille, positiv betydning for den brede befolkning og menneskers sundhed.

7.2 Biologisk mangfoldighed

I dette afsnit vurderes alene støjpåvirkningen på bilag IV-arter (primært flagermus) samt pattedyr, eksempelvis større pattedyr som hjorte og fugle (fx gæs og vadefugle), der indgår i Natura 2000-områder. Der vil blive taget udgangspunkt i de pågældende artsgruppers følsomhed og afledt virkning heraf.

Biologisk mangfoldighed dækker meget bredt, men i denne forbindelse vil der primært blive set på fugle, flagermus og større landlevende pattedyr, idet flere arter fra disse grupper er dækket af forskellig beskyttelse. Således indgår fugle i udpegningsgrundlag for EF-fuglebeskyttelsesområder, alle arter af flagermus i Danmark er bilag IV-arter jf. EF-habitatdirektivet og enkelte arter kan også indgå som udpegningsgrundlag for EF-Habitatområder. Derudover behandles navnlig fugle og flagermus ofte i miljø- eller naturkonsekvensvurderinger i forbindelse med VVM for vindmøller.

Viden om de støjmæssige konsekvenser af vindmøller i forhold til fauna, herunder fugle og flagermus, er generelt ikke særligt undersøgt og derfor ikke veldokumenteret. Der har primært været fokus på vindmøllers mulige barriereeffekt for fugle og flagermus og tab af levesteder samt kollisioner i forbindelse med miljø- og naturvurderinger af vindmølleprojekter /55/.

Undersøgelser af støj i forhold til fauna er et relativt nyere undersøgelsesområde med stadig flere forskningsbaserede undersøgelser og resultater, hvilket kan ses af antallet af peer-reviewed publikationer over perioden 1990 – 2013; hvor der til årtusindeskiftet maksimalt blev publiceret et par stykker årligt, så er der i perioden 2011 - 2013 publiceret 35 – 40 artikler årligt /54/. Undersøgelserne er fordelt på vidt forskellige taxonomiske grupper som fugle, pattedyr (vand/land), fisk, krybdyr, padder, invertebrater og indgår i vidt forskellige sammenhænge, hvilket udgør en begrænsning i forhold til reelt at uddrage klare linjer om omfang og effekt/virkning.

Ikke desto mindre tyder det på, at støj fra infrastrukturanlæg som veje, jernbaner, vindmøller mm. kan påvirke fauna, herunder fugle og flagermus med forskellige virkninger til følge, hvilket præsenteres overordnet i det følgende.

Fugle

Generelt er der undersøgelser, der viser en tendens til, at støj fra infrastrukturanlæg kan medføre reduktion i eller forskydning i artssammensætning og også individantal i en zone omkring det pågældende støjende anlæg ved støjniveauer over 42 – 49 dB. Navnlig vadefugle var udsatte og forsvandt fra områder ved støjniveauer > 42 dB, hvorimod dette ikke sås for andre arter /59/.

Derudover er der undersøgelser, der viser adfærdsændringer eller tilpasning fx i form af ændringer i sang/frekvens for visse fugle (musvit) som mulig reaktion på forhøjet baggrundsstøj, der maskerer kommunikationen, og som gør det muligt at kommunikere med artsfæller /62/.

En undersøgelse viser, at støj kan begrænse ugler (mosehornugle og skovhornugle) mulighed for at lokalisere føde /64/.

I forbindelse med vindmøller kan støjen fra turbiner i drift medvirke til at forstyrre kommunikation eller forringe dyrenes evne til at høre rovdyr eller fjender, som nærmer sig, ligesom konkurrerende hanner, hvilket er undersøgt for en art som rødhals /57/.

Flagermus

Nyere undersøgelser viser, at støj kan influere på fødesøgningsadfærd hos flagermus, idet arten vandflagermus (*Myotis daubentonii*), som også findes udbredt i Danmark, påvirkes af støj, som ikke overlapper på en måde, der begrænser fødesøgningsaktiviteten. Det skønnes, at også andre flagermusarter og andre organismer vil kunne være berørt af dette /63/.

Andre undersøgelser viser, at flagermus (dværgflagermus (*Pipistrellus pygmaeus*) og brunflagermus (*Nyctalus noctula*) forekommer udbredt i Danmark), kan anvende vindmølletårne eller rotorhus på vindmøller op til 10 km fra land som rastelokalitet under træk, hvilket indikerer, at støjen her ikke udgør et problem /60/. Samtidigt var der samlinger af insekter omkring vindmøllerne, som det blev formodet også var på træk og kunne udgøre fourageringsmulighed for flagermusene.

Andre pattedyr

I Californien er jordegern nær en vindmølle mere årvågne og mere tilbøjelige til at vende tilbage til deres huler efter advarselslyde sammenlignet med egern i et referenceområde uden vindmøller. Et forhold, der også potentielt er sandsynligt for andre arter, der kommunikerer ved hjælp af advarselslyde såsom hjorte /61/.

Fra England er der undersøgelser, der indikerer et højere stressniveau hos grævling som følge af støj fra vindmøller, idet blodprøver viser forhøjede niveauer af stresshormonet kortisol hos grævlinger i flere forskellige grave uanset afstand inden for 1 km fra en vindmøllepark og i modsætning til kontrolgruppens grævlinger i grave mere end 10 km fra en vindmøllepark /65/.

Studier af forskellige husdyr tyder på, at høje støjniveauer kan medføre stress. Støjniveau på 60-75 dB(A) kan føre til øget respiration og hjerterefrekvens, øget årvågenhed og mindre tid til græsning (får og heste) /61/.

7.2.1 Eksisterende forhold

Fokus med den eksisterende bekendtgørelse er alene at regulere støj i forhold til mennesker. Ikke desto mindre viser de overordnede beskrivelser af støj i forhold til biodiversitet, at der kan være en påvirkning af faunaen (i bred forstand) som følge af støj, herunder også fra støj, som overholder grænseværdier for mennesker eksempelvis for visse vadefugle.

7.2.2 Miljøvurdering af ændringer

Den nye bekendtgørelse vil fortsat regulere støj i forhold til mennesker, og der er kun tale om meget begrænsede ændringer af vurderings- og beregningsmetoder af støj fra vindmøller og ingen reelle ændringer af grænseværdier. Derfor må forskellen i forhold til den gældende bekendtgørelse vurderes som af marginal eller ingen betydning for biodiversitet.

Støjpåvirkningen fra vindmøller i forhold til biodiversitet skal håndteres i forbindelse med vurderinger efter anden lovgivning. Det vurderes på baggrund af de overordnede betragtninger omkring støj og biodiversitet for nærværende bekendtgørelse, at dette tyder på at være et område, som fremover vil kræve øget opmærksomhed eksempelvis i forbindelse med VVM-undersøgelser, Natura 2000 vurderinger og vurderinger af mulige påvirkninger af bilag IV-arter. Dette anbefales også af EU's Science for Environment Policy, der anfører, at menneskeskabt støj kan tages i betragtning ved vurderingen af miljøpåvirkninger i forbindelse af konkrete projekter og den politiske planlægning af, hvordan naturbeskyttelseshensyn skal håndteres og forvaltes, selv for arter som i øjeblikket ikke skønnes at være påvirket af støj /66/.

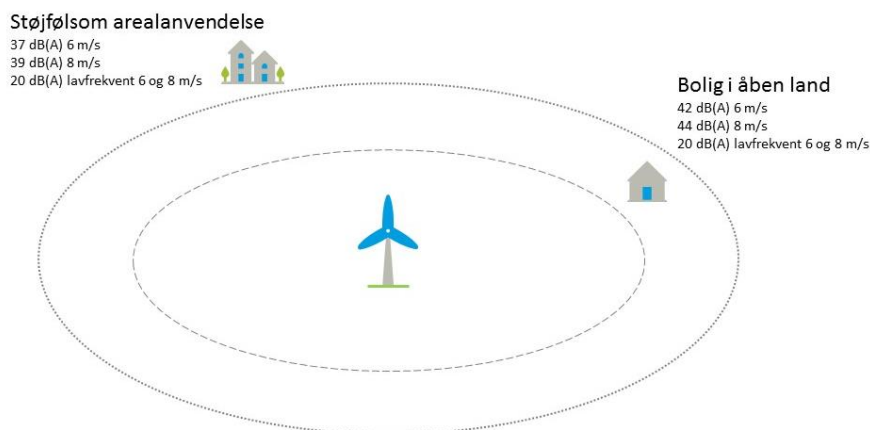
Det skal fremhæves, at miljøvurderingen af vindmøllebekendtgørelsens betydning for biologisk mangfoldighed på ingen måde kan tilsidesætte en individuel og konkret miljøkonsekvensvurdering og/eller naturkonsekvensvurdering af vindmølleprojekter, hvor der i altid skal foretages en konkret vurdering af støjpåvirkningen af arter jf. anden gældende lovgivning. Bekendtgørelsens grænseværdier og støjniveauer omtalt ovenfor i dette afsnit kan således ikke danne grundlag for en vurdering af konkrete vindmølleprojekters betydning for biologisk mangfoldighed mm.

7.3 Materielle goder

Det er i det følgende vurderet, om der kan være en miljøpåvirkning på materielle goder som følge af vindmøllebekendtgørelsen og de planlagte ændringer i denne. Påvirkningen på materielle goder er afgrænset til at rumme en vurdering af påvirkningen på erhverv som følge af grænseværdier samt beregnings- og vurderingsmetoder for støj fra vindmøller, jævnfør afsnit 3.2.2.

7.3.1 Eksisterende forhold

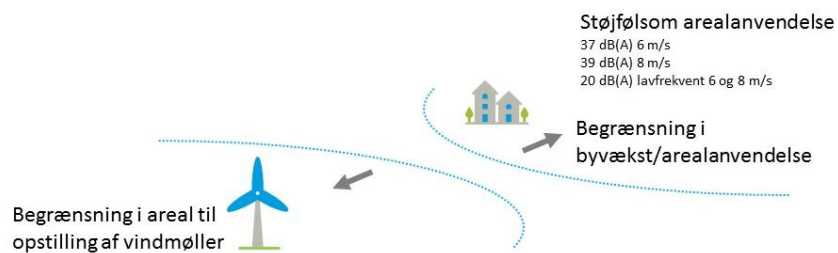
Grænseværdierne i den eksisterende bekendtgørelse medfører, at der i praksis er områder mellem vindmøller og nærmeste boliger, hvor der ikke må være eksisterende boliger eller etableres nye boliger, ligesom der ikke må være eller kan planlægges områder til støjfølsom arealanvendelse. Bekendtgørelse om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller /8/ stiller krav om at der ikke må ligge boliger inden for en afstand svarende til fire gange vindmøllers totalhøjde. Hvis grænseværdierne for støj er overholdt inden for dette område, vil det være kravet om mindst fire gange totalhøjden, der er bestemmende for, hvor nye boliger kan etableres i vindmøllers nærområde. Derfor medfører støjgrænserne ikke umiddelbart principielle arealmæssige bindinger i disse tilfælde. Det bemærkes dog, at kravet om fire gange totalhøjden kun gælder boliger, og således ikke støjfølsom arealanvendelse uden boliger, bl.a. områder til støjfølsom rekreativ aktivitet. Hvis overholdelse af grænseværdierne for støj kræver større afstand end fire gange vindmøllernes totalhøjde, vil det være bekendtgørelse om støj fra vindmøller, som fastlægger afstanden til nærmeste bolig i det konkrete tilfælde, og dermed definerer størrelse af de områder, der ikke kan anvendes til boliger. Afstanden mellem vindmølle og nærmeste bolig som følge af vindmøllebekendtgørelsen er illustreret på nedenstående Figur 7-1.



Figur 7-1 Principiel fremstilling af sammenhængen mellem støjkravene til boliger i det åbne land og støjfølsom arealanvendelse

Rambøll vurderer, at vindmøllebekendtgørelsens påvirkning af materielle goder kan ske i forhold til den mulige arealanvendelse, som i medfør af bekendtgørelsens grænseværdier underlægges restriktioner, enten i form af begrænsninger i muligheder for etablering af nye boliger, ud over en vindmøllejeers egen bolig og midlertidige opholdssteder for flygtninge, eller i form af begrænsninger i mulighederne for at udlægge områder til støjfølsom arealanvendelse. Restriktionerne følger af bekendtgørelsen, men også af planlovens /9/ forbud mod at udlægge områder til støjfølsom arealanvendelse, hvis de er støjbelastede.

Påvirkning af materielle goder kan også relatere sig til eksisterende vindmøller i nærheden af et muligt nyt område for vindmølleudbygning. Etableringen af nye vindmøller kan indebære, at disse eksisterende møller opkøbes eller nedlægges, hvis deres støjbidrag begrænser eller forhindrer et nyt projekt.

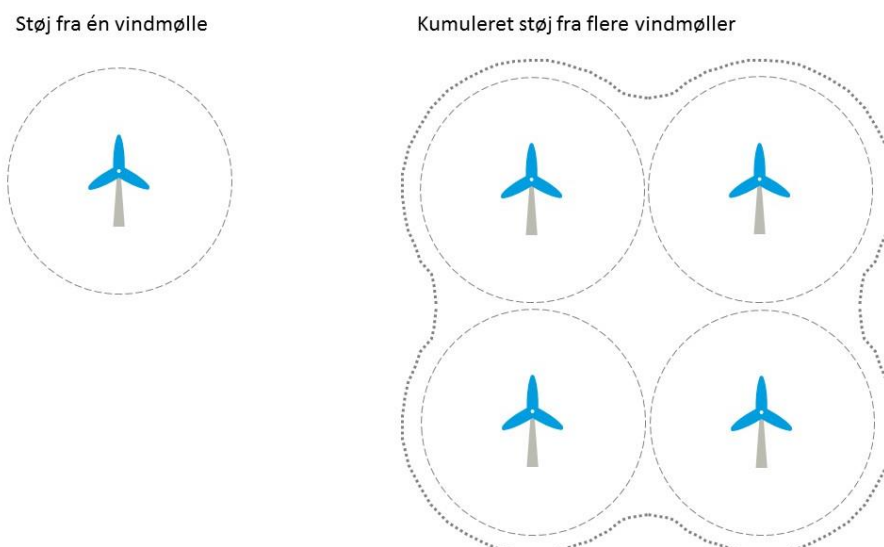


Figur 7-2 Principielle konsekvenser af støjgrænserne i forhold til arealudnyttelse

De afstandskrav, der skal overholdes som følge af de fastsatte grænseværdier, vil resultere i både en begrænsning af arealanvendelsen inden for de områder, der følger af grænseværdierne når vindmøller er sat op og i en begrænsning i forhold til opstilling af vindmøller, som følge af afstanden til boliger og støjfølsom arealanvendelse. Ovenstående Figur 7-2 illustrerer de modsatrettede konsekvenser i arealanvendelsen som følge af støjgrænserne for vindmøller for henholdsvis støjfølsom arealanvendelse og for boliger i åbent land. Støjgrænserne har i forhold til arealanvendelse den konsekvens, at der ikke kan ske udlæg af støjfølsom arealanvendelse inden for støjkonsekvensområdet, ligesom støjgrænsen er med til at definere og dermed sætte en begrænsning i det areal der er til rådighed til opstilling af vindmøller.

Miljøpåvirkningen på materielle goder for så vidt angår den eksisterende vindmøllebekendtgørelse vurderes dog at være af rent principiel karakter og uden en kvantificerbar påvirkning.

Støjgrænserne i medfør af bekendtgørelsen gælder for den samlede støj fra alle vindmøller i et område. Dette bevirker også, at det kan være nærtstående enkelte vindmøller eller vindmøllegrupper, som bidrager til den samlede arealmæssige afgrænsning, der følger af grænseværdierne for støj. Herunder er det illustreret til højre i Figur 7-3, hvordan støjbidraget fra flere vindmøller regnes sammen og dermed kan resultere i en større arealmæssig afgrænsning af støjkonsekvensområdet, end hvis de enkelte vindmøller blev beregnet individuelt. Dette forhold vil også være gældende for flere grupper af vindmøller. Denne problemstilling kan føre til en påvirkning af materielle goder gennem opkøb og nedlæggelse af eksisterende vindmøller for at skabe et støj-mæssigt råderum for ny udbygning af vindmøller.



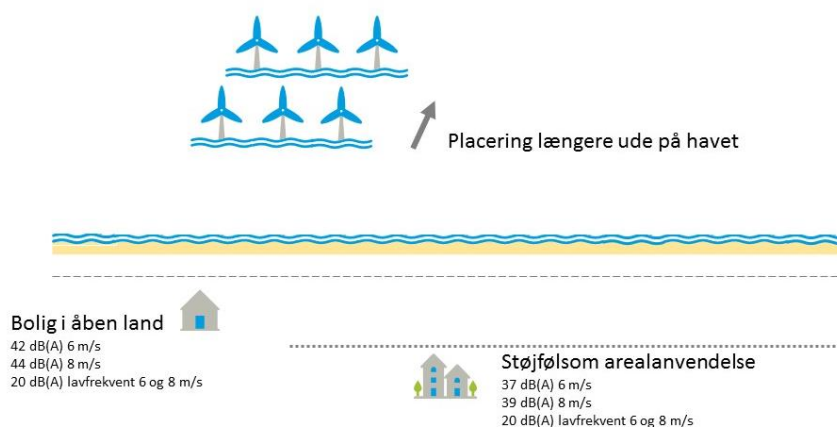
Figur 7-3 Illustration af den principielle arealmæssige konsekvens af kumulering af støj fra vindmøller

Miljøpåvirkningen på materielle goder i form af begrænsninger i muligheden for opstilling af vindmøller, vurderes ikke at være eksplicit kvantificerbar hverken positivt eller negativt. Den er dermed alene af principiel karakter, uden en egentlig reel påvirkning, idet de vurderede begrænsninger udgør en lille del af de samlede hensyn, der skal tages ved opstilling af vindmøller. Miljøpåvirkningen, der følger af grænseværdiernes arealrestriktioner og kravet om, at støj fra alle vindmøller skal indgå, vurderes samlet set at være ubetydelig.

7.3.2 Miljøvurdering af ændringer

Metode til beregning af støjdbredelse fra havvindmøller

Ændring af beregningsmetoden for støjdbredelsen fra havvindmøller kan indebære, at vindmøller skal placeres længere ude på havet, projekterne reduceres i omfang eller vindmøllerne støj-dæmpes for at overholde bekendtgørelsens grænseværdier for støj. Dette er illustreret på nedenstående Figur 7-4.



Figur 7-4 Illustration af konsekvensen ved en ændret beregning af støjdbredelsen fra havvindmøller

Miljøpåvirkningen af ændringen vurderes at være marginal, idet en tilpasning af et projekt fx ved at ændre på vindmøllernes opstillingsmønster, mindske projektet eller eventuelt flytte projektet lidt længere ud på havet vil være mindre og kun teoretisk reducere andelen af søterritoriet, der er til rådighed for opstilling af havvindmøller. Denne vurdering baseres bl.a. på det forhold, at havvindmølleparker i almindelighed giver anledning til støjniveauer på land, der er noget lavere end grænseværdierne. Det er derfor et vist støj-mæssigt råderum, som yderligere begrænser behovet for at tilpasse konkrete vindmølleprojekter.

Indførelse af et graderet tillæg for tydeligt hørbare toner i støj fra vindmøller

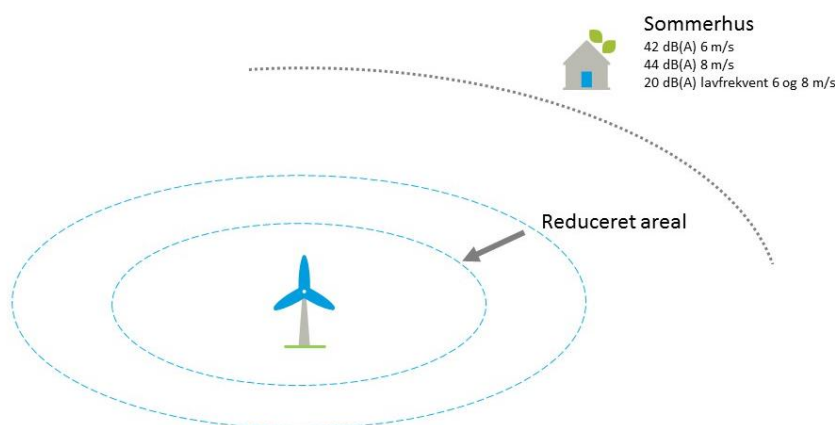
Ændringerne i bekendtgørelsen om et graderet tonetillæg og ændring af overgangsbestemmelser, kan have følgende principielle betydning for materielle goder:

- Der sker en begrænsning i muligheden for at ændre en eksisterende vindmølle med henblik på øget produktion, hvis vindmøllen ikke kan overholde støjgrænserne i den seneste bekendtgørelse, men godt kan overholde grænseværdierne i den bekendtgørelse, der var gældende, da vindmøllen blev anmeldt eller sat i drift.
- Hvis der er vindmølle typer på markedet, som udsender hørbare toner, men ikke så kraftige, at det udløser et tillæg efter den eksisterende bekendtgørelse, kan der blive udløst et mindre tillæg efter de ændrede regler. Det vil indebære, at de potentielle arealer, der er til rådighed for opstilling af disse vindmølle typer, kan blive reduceret. Alternativt, at de pågældende vindmølle typer skal ombygges.

Det er Rambølls vurdering, at de nævnte konsekvenser er principielle og næppe vil forekomme i et mærkbart omfang. Vi vurderer derfor, at de to ændringer i bekendtgørelsen samlet set har en marginal miljøpåvirkning for så vidt angår materielle goder.

Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder

Indførelse af ændrede lydisolationstal for beregning af indendørs lavfrekvent støj i sommerhusområder kan medføre, at vindmøller principielt skal placeres længere væk fra sommerhuse, for at overholde bekendtgørelsens grænseværdier for støj. Det indebærer i princippet, at det mulige areal for opstilling af vindmøller reduceres. Dette er illustreret på Figur 7-5.



Figur 7-5 Illustration af konsekvensen ved ændring af værdier for sommerhuses lydisolation

Miljøpåvirkningen vil være gældende, hvor støjgrænsen til et eller flere sommerhusområder er den dimensionerende faktor for afgrænsningen af støjkonsekvensområdet og dermed det areal, der er til rådighed til opstilling af vindmøller. Der kan også være en påvirkning i situationer, hvor der findes eksisterende vindmøller nær et område for ny vindmølleudbygning. Selvom disse vindmøller med de hidtidige lydisolationstal overholder grænseværdien på 20 dB for lavfrekvent støj med god margin, så kan de ændrede lydisolationstal indebære, at deres lavfrekvente støjbidrag vil ligge så tæt på grænseværdien, at der ikke er plads til et yderligere støjbidrag fra nye vindmøller. Jævnfør bilag 1 er det dog Rambølls vurdering, at disse situationer kun vil forekomme i begrænset omfang.

Rambøll vurderer således samlet, at ændringens miljøpåvirkning vil være marginal for så vidt angår materielle goder, fordi en reduktion af arealet til opstilling af vindmøller som følge af ændringen vil være begrænset og kun omfatte mulige områder til vindmølleudbygning, der ligger nær sommerhusområder.

Ændring af overgangsbestemmelser

Det er Rambølls vurdering, at de ændrede overgangsbestemmelser vil have ingen eller marginal miljøpåvirkning for så vidt angår materielle goder.

Ændring af bestemmelser om tilsyn og påbud om støjmålinger for vindmøller på havet

Det er Rambølls vurdering, at de ændrede overgangsbestemmelser vil have ingen eller marginal miljøpåvirkning for så vidt angår materielle goder.

7.4 Øvrige miljøforhold

Bekendtgørelse om støj fra vindmøller indeholder generelle regler om støj, som skal overholdes ved opstilling af vindmøller. Miljøvurderingen af bekendtgørelsen er ikke knyttet til konkrete lokaliteter. I forbindelse med kommuneplan- og lokalplanlægning for konkrete vindmøller og vindmølleparker vil projekternes påvirkning af en række miljøforhold blive vurderet med udgangspunkt i konkrete lokaliteter. Det drejer sig om miljøvurdering af jordbund, vand, luft, klimatiske faktorer, kulturarv, herunder kirker og deres omgivelser, samt arkitektonisk og arkæologisk arv samt landskab. Disse forhold indgår ikke i vindmøllebekendtgørelsen og indgår derfor ikke i denne miljøvurdering.

8. AFVÆRGEFORANSTALTNINGER OG OVERVÅGNING

Befolkning og sundhed

Vindmøllebekendtgørelsen indebærer i sig selv en begrænsning af støjpåvirkningen af befolkningen. Rambøll har ikke identificeret negative miljøpåvirkninger som følge af de fem ændringer, der kan medføre overvejelser om afværgeforanstaltninger.

Det er Rambølls anbefaling, at der er en særlig opmærksomhed på ny viden inden for områderne:

- Sammenhængen mellem oplevede gener og støj fra vindmøller
- Helbredseffekter ved udsættelse for støj fra vindmøller
- Hørbare toner i støjen ved vindhastigheder under 6 m/s.

Biodiversitet

Da bekendtgørelsens virkeområde er støj i forhold til mennesker, vil der ikke være afværgeforanstaltninger og overvågning i forhold til biodiversitet i denne forbindelse.

Det er Rambølls anbefaling, at der i forbindelse med andre regelsæt eksempelvis i forbindelse med VVM-undersøgelser, rettes et øget fokus på støj i forhold til biodiversitet i bred forstand, herunder i forhold til forskellige beskyttelsesforhold for arter, eksempelvis omfattet af EU habitatdirektiv og EU fuglebeskyttelsesdirektiv, for derigennem at sikre, at emnet håndteres i takt og overensstemmelse med den faglige udvikling af viden herom.

Materielle goder

Det er Rambølls vurdering, at ændringerne i vindmøllebekendtgørelsen har så begrænsede konsekvenser for materielle goder, at der ikke er behov for afværgeforanstaltninger eller overvågning.

9. REFERENCER

- /1/ Bekendtgørelse om støj fra vindmøller 2015. BEK nr. 1736 af 21-12-2015. Gældende. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /2/ Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). LBK nr. 448 af 10-05-2017. Gældende. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /3/ Bekendtgørelse om støj fra vindmøller 2011. BEK nr. 1284 af 15-12-2011. Historisk. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /4/ Bekendtgørelse om støj fra vindmøller 2006. BEK nr. 1518 af 14-12-2006. Historisk. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /5/ Bekendtgørelse om støj fra vindmøller 1991. BEK nr. 304 af 14-05-1991. Historisk. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /6/ Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse. LBK nr. 966 af 23/06/2017. Gældende. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /7/ Bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet. LBK nr. 1033 af 04/09/2017. Gældende. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /8/ Bekendtgørelse om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller. BEK nr. 1590 af 10/12/2014. Gældende. Erhvervs- og Vækstministeriet.
- /9/ Bekendtgørelse af lov om planlægning, LBK nr. 1529 af 23. november 2015.
- /10/ Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 966 af 23. juni 2017.
- /11/ Bekendtgørelse om kortlægning af ekstern støj og udarbejdelse af støjhandlingsplaner. BEK nr. 1065 af 12/09/2017. Gældende. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /12/ Miljøstyrelsens hjemmeside, afsnittet "Hvad betyder de vejledende grænseværdier?", <http://mst.dk/luft-stoej/stoej/stoejgraenser/hvad-betyder-de-vejledende-graensevaerdier/>. 2017-11-13
- /13/ Sammenhængen mellem vindmøllestøj og helbredseffekter. Udført for Sundhedsstyrelsen, AV 1017/11, Delta 7. marts 2011.
- /14/ Systematic review of the human health effects of wind farms. Merlin, T, Newton, S, Ellery, B, Milverton, J & Farah, C 2013, National Health and Medical Research Council, Canberra, 2013.
- /15/ Wind Turbines and Health. A Critical Review of the Scientific Literature, Robert J. McCunney, MD, MPH, Kenneth A. Mundt, PhD, W. David Colby, MD, Robert Dobie, MD, Kenneth Kaliski, BE, PE, and Mark Blais, PsyD . JOEM 2014: 56(11): e108-e130. November 2014.
- /16/ Exposure-response relationship of wind turbine noise with self-reported symptoms of sleep and health problems: A nationwide socioacoustic survey in Japan. Kageyama T, Yano T, Kuwano S, Sueoka S, Tachibana H. Noise Health. 2016 Mar-Apr;18(81):53-61. doi: 10.4103/1463-1741.178478.
- /17/ Støj fra vindmøller ved andre vindhastigheder end 6 m/s og 8 m/s. Udført for Miljøstyrelsen. Delta TC-100531, 3. april 2014.
- /18/ Health Effects Related to Wind Turbine Noise Exposure: A Systematic Review. Schmidt JH, Klokke M (2014). PLoS ONE 2014 9(12): e114183.
- /19/ Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects. David S. Michaud, Katya Feder, Stephen E. Keith, and Sonia A. Voicescu Leonora Marro, John Than, and Mireille Guay Allison Denning D'Arcy McGuire and Tara Bower Eric Lavigne Brian J. Murray Shelly K. Weiss Frits van den Berg SF. J. Acoust. Soc. Am. 139, 1443 (2016); doi: 10.1121/1.4942391.
- /20/ Gennemgang af 3 reviews vedr. helbredseffekter af vindmøllestøj. Svar til Folketingets Sundheds- og Forebyggelsesudvalg, spørgsmål 361, Sundhedsstyrelsen 27-01-2015.
- /21/ Windmill Noise Annoyance, Visual Aesthetics, and Attitudes towards Renewable Energy Sources. Klæboe R, Sundfør HB. Int J Environ Res Public Health. 2016 Jul 23;13(8). pii: E746. doi: 10.3390/ijerph13080746.
- /22/ Wind Turbine Noise and Health Study: Summary of Results. Government of Canada. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace->

[health/noise/wind-turbine-noise/wind-turbine-noise-health-study-summary-results.html](https://www.miljostyrelsen.dk/health/noise/wind-turbine-noise/wind-turbine-noise-health-study-summary-results.html).
Opdateret 2014-10-20.

- /23/ Effects of Wind Turbine Noise on Self-Reported and Objective Measures of Sleep. Michaud et al. (2016, January). SLEEP, 39(1): 97-109.
- /24/ Self-reported and measured stress responses associated with exposure to wind turbine noise. Michaud et al. (2016, March). Journal of the Acoustical Society of America, 139(3): 1467-1479.
- /25/ Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects. Michaud et al. (2016, March). Journal of the Acoustical Society of America, 139(3): 1443-1454.
- /26/ Personal and situational variables associated with wind turbine noise annoyance. Michaud et al. (2016, March). Journal of the Acoustical Society of America, 139(3): 1455-1466.
- /27/ Short-term nighttime wind turbine noise and cardiovascular events: A nationwide case-crossover study from Denmark. Aslak Harbo Poulsen et al. Environment International 114 (2018) 160-166.
- /28/ Long-term exposure to wind turbine noise at night and risk for diabetes: A nationwide cohort study. Aslak Harbo Poulsen et al. Environmental Research 165 (2018) 40-45
- /29/ Støj fra store, nyere danske vindmøller som funktion af vindhastigheden, Miljøprojekt nr. 1852, Miljøstyrelsen, 2016.
- /30/ Vejledning fra Miljøstyrelsen 5/1984, Ekstern støj fra virksomheder. Miljøstyrelsen 1984.
- /31/ Støj fra vindmøller og vindstøjens maskerende virkning. Lydteknisk Institut, rapport nr. 141. Lydteknisk Institut 1089.
- /32/ Støjmålinger hos naboer til vindmøller i Nollund, miljøprojekt nr. 1966, Miljøstyrelsen 2017.
- /33/ The "Genlyd" Noise Annoyance Model. Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions, Ministry of Science, Technology and Innovation, AV 1102/07, Delta 20. marts 2007.
- /34/ Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997. Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø. Miljøstyrelsen 1997.
- /35/ EFP-06 project. Low Frequency Noise from Large Wind Turbines, Summary and Conclusions on Measurements and Methods. Danish Energy Authority. Delta AV 140/08, 30. april 2008.
- /36/ Regler og metoder for støj fra vindmøller i andre lande. Miljøprojekt nr. 1894, Miljøstyrelsen, november 2016.
- /37/ Ny viden om lavfrekvent lydisolation af boliger i områder med vindmøller. Miljøprojekt nr. 1960, Miljøstyrelsen, oktober 2017
- /38/ Laboratory Evaluation of Annoyance of Low Frequency Noise. Working Report No. 1 2002. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 2002.
- /39/ Støj fra vindmøller om natten. Miljøprojekt nr. 1415, Miljøstyrelsen 2012.
- /40/ Svar til Folketingets Miljøudvalg om lavfrekvent støj. Miljøministeriet, Departementet, 2015-01-22.
- /41/ IEC 61 400-11:2012 standard: "Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques", edition 3.0, International Electrotechnical Commission
- /42/ Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger. BEK nr. 1146 af 24/10/2017 (Gældende). Miljø- og Fødevareministeriet.
- /43/ Vejledning fra Miljøstyrelsen 6/1984, Måling af ekstern støj fra virksomheder. Miljøstyrelsen 1984.
- /44/ ISO 1996-2 standard: "Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels", Annex C: Objective method for assessing the audibility of tones in noise - Reference method", 2007
- /45/ Forslag til revideret objektiv metode til bestemmelse af tydeligheden af toner i støj. Orientering fra Miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger nr. 31, februar 2001.
- /46/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1/2012. Støj fra vindmøller. Miljøstyrelsen 2012.
- /47/ Validation of the Nord2000 propagation model for use on wind turbine noise. PSO07 F&U project no 7389, Noise and energy optimization of wind farms. Energinet.dk, Delta AV 1236/09, 9. oktober 2009.

- /48/ Udbredelse af støj fra vindmøller. Miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger. Teknisk Notat RL 45/05, 2005.
- /49/ Beregningsmetode for lavfrekvent støj fra vindmøller. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 2 2011. Miljøstyrelsen 2011
- /50/ Noise from offshore wind turbines. Environmental Project No. 1016, Miljøstyrelsen 2005.
- /51/ M. Boué: "LONG-RANGE SOUND PROPAGATION OVER THE SEA WITH APPLICATION TO WIND TURBINE NOISE", Final report for the Swedish Energy Agency project 21597-3, KTH 2007
- /52/ PE beregninger af cylindrisk lydudbredelse. Udført for Miljøstyrelsen. Teknisk notat, Delta, 15. september 2017 (UDKAST)
- /53/ Ny viden om lavfrekvent lydisolering af boliger i områder med vindmøller. Miljøprojekt nr. 1960, Miljøstyrelsen, oktober 2017
- /54/ Graeme Shannon, Megan F. McKenna, Lisa M. Angeloni, Kevin R. Crooks, Kurt M. Fristrup, Emma Brown, Katy A. Warner, Misty D. Nelson, Cecilia White, Jessica Briggs, Scott McFarland, George Wittemyer (2016): A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews* 2016 Vol: 91 (4) :982-1005. doi: 10.1111/brv.12207
- /55/ Søgaard, B. & Ejrnæs, R. (2014) Vindmøller på § 3-beskyttede naturarealer. Potentielle konsekvenser for biodiversitet, fugle og flagermus. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 192 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 115 <http://dce2.au.dk/pub/SR115.pdf>
- /56/ Arnett, E. B., D. B. Inkley, D. H. Johnson, R. P. Larkin, S. Manes, A. M. Manville, J. R. Mason, M. L. Morrison, M. D. Strickland, and R. Thresher (2007) Impacts of wind energy facilities on wildlife and wildlife habitat. Wildlife Society Technical Review 07-2. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA.
- /57/ Zwart MC, Dunn JC, McGowan PJK, Whittingham MJ, (2015): Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. *Behavioral Ecology* (2016), 27(1), 101–108. doi:10.1093/beheco/arv128.
- /58/ McMullen, H, Schmidt, R & Kunc, HP (2014), 'Anthropogenic noise affects vocal interactions' *Behavioural Processes*, vol 103, pp. 125-128. DOI: 10.1016/j.beproc.2013.12.001.
- /59/ E. Waterman, Ingrid Tulp, Rien Reijnen, Karen Krijgsveld, Cajo ter Braak (2004) Noise disturbance of meadow birds by railway noise. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings pp. 1318-1321.
- /60/ Jens Rydell, Henri Engström, Anders Hedenström, Jesper Kyed Larsen, Jan Pettersson & Martin Green (2012) The effect of wind power on birds and bats. A synthesis. Report 6511. August 2012.
- /61/ Helldin, Jan, Jens Jung, Wieke Neumann, Mattias Olsson, Anna Skarin, Frederik Widemo (2012) The impacts of wind power on terrestrial mammals. A synthesis. Report 6510, August 2012.
- /62/ Slabbekoorn, H., & Peet, M. (2003). Ecology: Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature*, 424 (6946), 267-267 DOI: [10.1038/424267a](https://doi.org/10.1038/424267a)
- /63/ Luo, J., Siemers, B. M. and Koselj, K. (2015), How anthropogenic noise affects foraging. *Glob Change Biol*, 21: 3278–3289. doi:10.1111/gcb.12997
- /64/ Senzaki, M. *et al.* Traffic noise reduces foraging efficiency in wild owls. *Sci. Rep.* **6**,30602; doi: 10.1038/srep30602 (2016).
- /65/ Rosanna CN Agnew, Valerie J Smith, Robert C Fowkes. Wind Turbines Cause Chronic Stress in Badgers (*Meles meles*) in Great Britain. *Journal of Wildlife Diseases*, 52(3), 2016. DOI: 10.7589/2015-09-231.
- /66/ "Science for Environment Policy": European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol.
- /67/ Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2002/49/EF af 25. juni 2002 om vurdering og styring af ekstern støj.
- /68/ Lov om miljøvurdering. LBK nr. 316 af 05/05 2004. Historisk. Miljø- og Fødevareministeriet.

10. BILAG 1: STØJBEREGNINGER

Denne miljøvurdering er baseret på eksisterende og tilgængelig viden og undersøgelser om støj fra vindmøller. Ved vurdering af to forhold har det dog være nødvendigt at supplere de foreliggende kilder med selvstændige analyser:

- Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse fra havvindmøller
- Ændret lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder.

10.1 Opdatering af metode for beregning af støjudbredelse fra havvindmøller

Som grundlag for at kunne vurdere den betydning, som en ændring af beregningsmetoden vil have for materielle goder, har Rambøll gennemført beregning af støj fra havvindmøller ved brug af metoden angivet i den gældende bekendtgørelse og ved brug af udkast til en opdateret metode.

Beregningerne udført med udkastet til en opdateret metode er gennemført ved, at beregningsresultater udført med metoden i den gældende bekendtgørelse /1/ er korrigeret for multiple refleksioner som beskrevet i "PE beregninger af cylindrisk lydudbredelse. Udført for Miljøstyrelsen. Teknisk notat, Delta" /52/. Ved beregning af lavfrekvent støj er anvendt de lydisolationsværdier, der fremgår af den gældende bekendtgørelse. Beregningerne er udført manuelt uden brug af særlig beregningssoftware.

Som støjkilde er forudsat den samme vindmølletype, der er anvendt ved miljøvurdering af en række mulige kystnære vindmølleparker. Der blev her forudsat en fiktiv 10 MW vindmølletype med en forudsat kildestyrke (lydeffekt), som blev ekstrapoleret fra kendte data for vindmøller med en effekt på op til 3,6 MW. I de nævnte VVM-undersøgelser blev der yderligere tillagt en sikkerhedsmargin på yderligere 2 dB. Denne samlede kildestyrke for vindmølletypen blev derfor:

6 m/s: $L_{WA} = 113,1$ dB

8 m/s: $L_{WA} = 115,0$ dB.

Vindmøllestøjens frekvensfordeling, inklusiv lavfrekvent støj, blev fastlagt ved brug af de frekvensspektre, der er angivet for 2 MW vindmøller eller større i Miljøstyrelsens vejledning om støj fra vindmøller /46/. Konkret blev vejledningens frekvensspektrum parallelforskudt til de kildestyrker for totalstøjen, der er nævnt ovenfor.

Vindmøllens kildestyrke (Lydeffekt, L_{WA} i dB) i 1/3 oktav frekvensbånd ved 6 m/s og 8 m/s fremgår af Figur 10-1.

Disse forudsætninger er anvendt ved de beregninger, der er beskrevet i det følgende. Det er endvidere forudsat, at vindmøllen har en navhøjde på 100 meter over havet, hvilket er konservativt; i VVM-undersøgelserne af kystnære vindmølleparker blev forudsat en navhøjde på 125 meter, som vil medføre en mindre betydning af multiple refleksioner. Støjen er beregnet for lydudbredelse over forskellige distancer over havet frem til et beregningspunkter, der kan være placeret på eller tæt ved kysten, 1,5 meter over terræn. Der indgår ikke terrænkorrektion for lydudbredelse over land.

1/3 oktav, Hz	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50
L_{WA} , 6 m/s	59,1	62,8	66,9	70,6	74,5	78,0	82,3	85,9
L_{WA} , 8 m/s	58,5	62,7	67,3	71,5	76,0	79,8	84,4	89,0

1/3 oktav, Hz	63	80	100	125	160	200	250	315
L_{WA} , 6 m/s	88,8	90,8	92,7	96,8	95,8	96,8	99,6	101,3
L_{WA} , 8 m/s	91,9	94,1	95,9	98,5	97,8	98,2	101,0	102,5

1/3 oktav, Hz	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
L_{WA} , 6 m/s	100,5	102,8	103,1	103,1	104,8	101,6	101,1	100,3
L_{WA} , 8 m/s	102,3	104,0	104,4	104,3	105,5	103,9	103,8	103,7

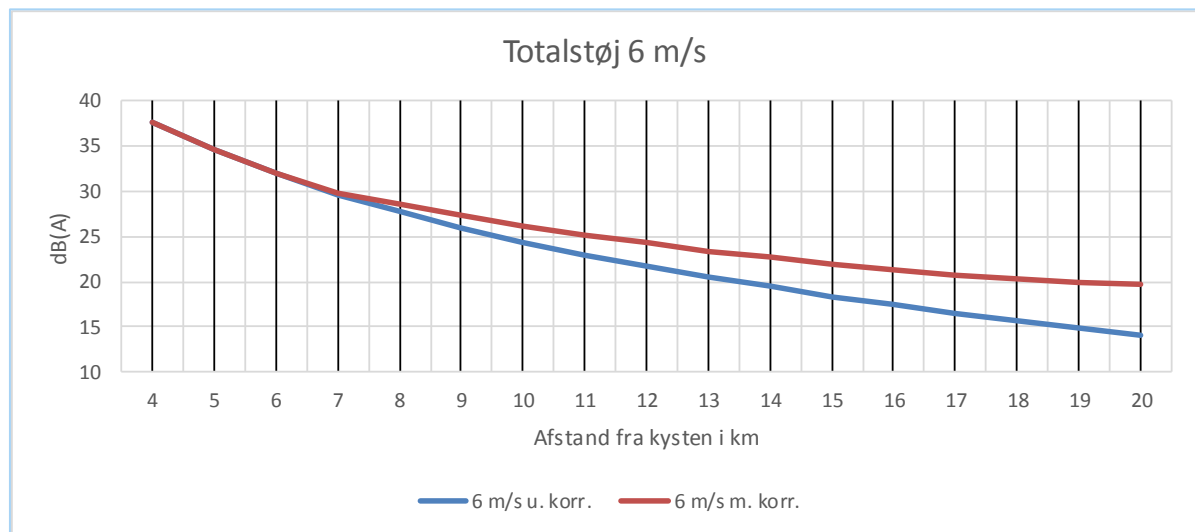
1/3 oktav, Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
L_{WA} , 6 m/s	99,1	98,0	96,6	93,8	89,8	85,1	77,9
L_{WA} , 8 m/s	103,1	101,7	99,4	97,0	92,5	86,5	81,2

Figur 10-1 Frekvensspektrum for fiktiv 10 MW vindmølle. De anførte niveauer er A-vægtede lydeffektniveauer, L_{WA} i dB ved 1/3 oktav frekvensbånd 10 – 10.000 Hz

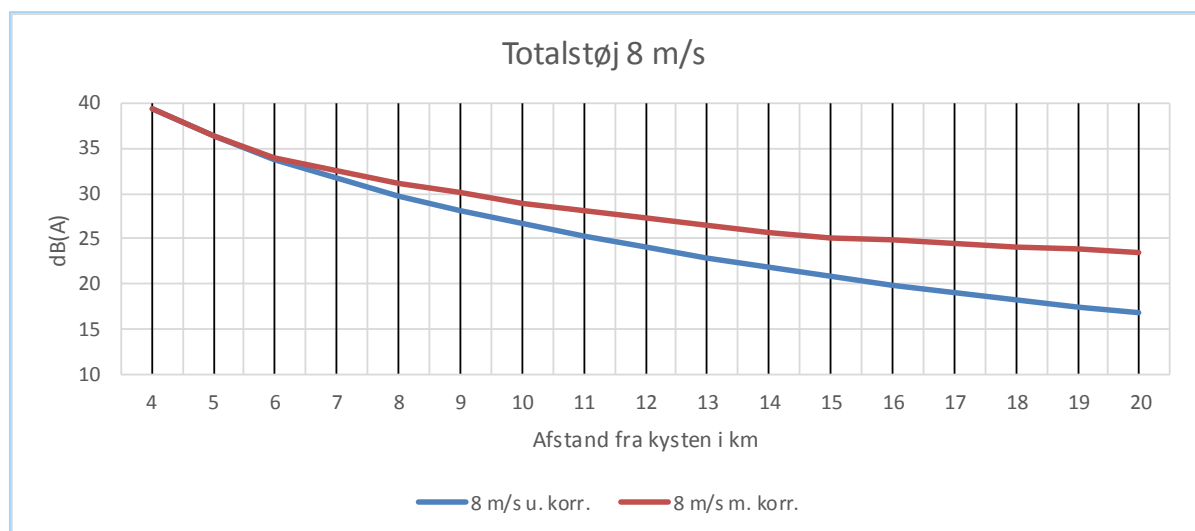
Som en teoretisk worst case betragtning er der her forudsat en situation, hvor der er placeret 20 ens vindmøller i samme afstande fra et beregningspunkt. I praksis vil en sådan situation ikke forekomme, fordi vindmøllerne i en havvindmøllepark er spredt over et stort område, hvor de enkelte vindmøller står i forskellige afstande fra et beregningspunkt i land. Eksemplet tjener derfor kun til at illustrere betydningen af multiple refleksioner for en situation med et større antal vindmøller. Støjen er derefter beregnet, hvis denne fælles afstand for de 20 vindmøller er mellem 4 km og 20 km fra et punkt på kysten.

Beregningerne har ikke omfattet indregning af medvindskomponenter for vindmølleparker på havet. Når denne korrektion ikke anvendes, indgår multiple refleksioner med fuld virkning for alle vindmøller i en vindmøllepark. Det kan i situationer, hvor støjen fra alle vindmøller i en vindmøllepark ikke samtidig kan udbredes i medvind i retning mod et fælles beregningspunkt i land, indebære et urealistisk højt beregnet støjniveau. Vindmøllebekendtgørelsen åbner derfor mulighed for at indregne medvindskomponenter, som reducerer multiple refleksioners indflydelse på de beregnede støjniveauer ved at tage hensyn til, at støjen fra alle vindmøller ikke på samme tid kan udbredes i medvind mod et beregningspunkt i land.

Beregningsresultaterne for den samlede støj (totalstøj) ved henholdsvis 6 m/s og 8 m/s fremgår af Figur 10-2 og Figur 10-3. Det fremgår, at ved afstande på indtil 6 – 7 km er de beregnede støjniveauer ikke påvirket af multiple refleksioner, hvorefter støjniveauet med indregning af multiple refleksioner gradvist øges. Den afstand, hvor multiple refleksioner begynder at påvirke de beregnede støjniveauer, kaldes tærskelafstanden. Tærskelafstanden afhænger af vindhastigheden og vindmøllens navhøjde. På 10 km afstand betyder multiple refleksioner i beregningsseksemplet, at forskellen mellem de to beregningsmetoder er ca. 2 dB. På 20 km afstand er forskellen ca. 5 - 7 dB. Dette billede vil være det samme uanset antallet af vindmøller, men det samlede støjniveau vil variere, afhængigt af antallet af vindmøller, der indgår i beregningen. Det skal desuden bemærkes, at støjniveauet i land reduceres, når afstanden øges, selvom multiple refleksioner indebærer, at dæmpning af støjen på grund af afstand er mindre end i en situation uden multiple refleksioner.



Figur 10-2 Støj fra 20 vindmøller (10 MW) ved 6 m/s. Støjen fra de 20 vindmøller er beregnet med den forudsætning, at de står med samme afstand fra kysten. Støjen er beregnet, hvis denne fælles afstand er fra 4 km til 20 km. Beregningen er udført med (rød) og uden (blå) korrektion for multiple refleksioner. Det fremgår, at det beregnede støjniveau er ens ud til en afstand på ca. 7 km (tærskelafstanden), hvorefter støjniveauet med indregning af multiple refleksioner gradvist øges. På 20 km afstand er forskellen ca. 5 dB



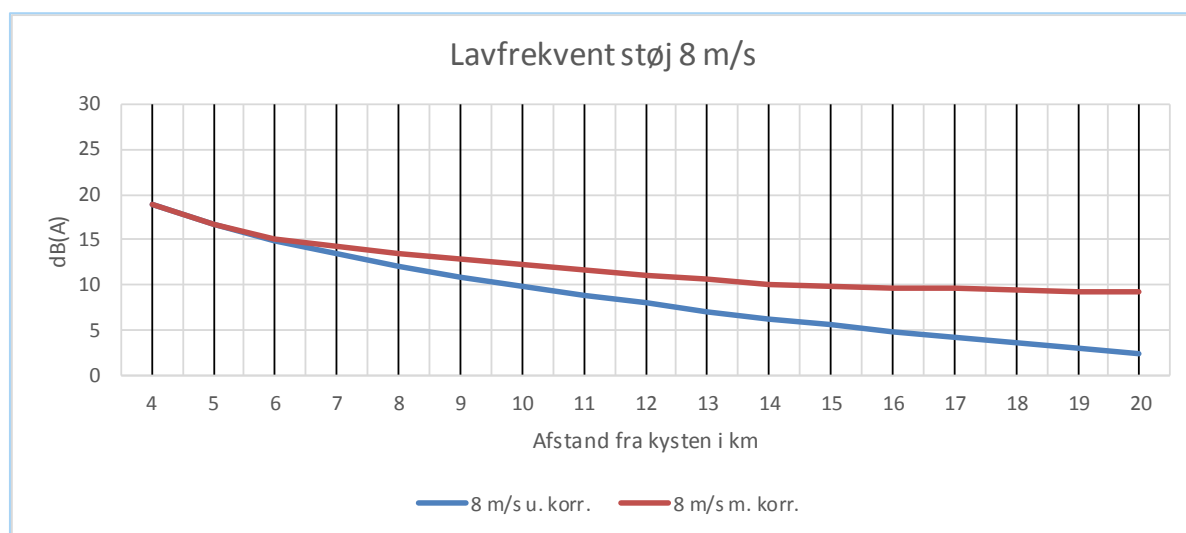
Figur 10-3 Støj fra 20 vindmøller (10 MW) ved 8 m/s. Støjen fra de 20 vindmøller er beregnet med den forudsætning, at de står med samme afstand fra kysten. Støjen er beregnet, hvis denne fælles afstand er fra 4 km til 20 km. Beregningen er udført med (rød) og uden (blå) korrektion for multiple refleksioner. Det fremgår, at det beregnede støjniveau er ens ud til en afstand på ca. 6 km (tærskelafstanden), hvorefter støjniveauet med indregning af multiple refleksioner gradvist øges. På 20 km afstand er forskellen ca. 7 dB

I praksis er det usandsynligt, at et konkret opstillingsmønster indebærer, at 20 vindmøller vil have samme afstand til et støjfølsomt område på land. På store afstande fra kysten er sandsynligheden større, men her vil afstanden indebære, at støjen er lavere. Fx vil det være muligt at placere ca. 50 vindmøller af den forudsatte type med den samme afstand på 6 km til et støjfølsomt område uden overskridelse af grænseværdierne.

Der er desuden gennemført en tilsvarende beregning af lavfrekvent støj fra de 20 vindmøller med brug af de lydisolationsværdier, der fremgår af den gældende bekendtgørelse. Denne beregning er kun udført for vindhastigheden 8 m/s, der er mest kritisk i forhold til grænseværdien for lavfrekvent støj. Beregningsresultaterne fremgår af Figur 10-4. Det fremgår, at ved afstande på indtil ca. 6 km er de beregnede støjniveauer ikke påvirket af multiple refleksioner, hvorefter støjniveauet med indregning af multiple refleksioner gradvist øges. På 10 km afstand er forskellen

ca. 2 dB. På 20 km afstand er forskellen ca. 7 dB. Dette billede vil være det samme uanset antallet af vindmøller, men det samlede støjniveau vil variere, afhængigt af antallet af vindmøller, der indgår i beregningen. Det skal desuden bemærkes, at støjniveauet i land reduceres, når afstanden øges, selvom multiple refleksioner indebærer, at støjen på store afstande (i dette tilfælde over ca. 14 km) medfører, at dæmpning af støjen på grund af øget afstand er tæt ved 0.

I situationer med meget store afstande mellem vindmøller og kysten, dvs. afstande på mere end 5 gange tærskelafstanden (i dette tilfælde mere end 30 – 35 km), kan indregning af multiple refleksioner efter anbefalingerne i /52/ medføre, at støjen fra vindmøllerne ved lave frekvenser reduceres urealistisk lidt med øget afstand. Beregningsmetoden i bekendtgørelsen indeholder derfor en korrektion, som indebærer, at virkningen af multiple refleksioner øges mindre på afstande over 5 gange tærskelafstanden. Uden denne korrektion vil indregning af multiple refleksioner medføre en overvurdering af støjniveauet i land i situationer med vindmøller placeret meget langt fra kysten.



Figur 10-4 Lavfrekvent støj fra 20 vindmøller (10 MW) ved 8 m/s. Der er anvendt lydisolationsværdier i henhold til den gældende bekendtgørelse. Støjen fra de 20 vindmøller er beregnet med den forudsætning, at de står med samme afstand fra kysten. Støjen er beregnet, hvis denne fælles afstand er fra 4 km til 20 km. Beregningen er udført med (rød) og uden (blå) korrektion for multiple refleksioner. Det fremgår, at det beregnede støjniveau er ens ud til en afstand på ca. 6 km tærskelafstanden), hvorefter støjniveauet med indregning af multiple refleksioner gradvist øges. På 20 km afstand er forskellen ca. 7 dB. På afstande større end 5 gange tærskelafstanden (indgår ikke i denne beregning) øges effekten af multiple refleksioner mindre end på afstande mellem ca. 2½ og 5 gange tærskelafstanden.

10.2 Ændrede lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj indendørs i sommerhusområder

De ændrede lydisolationstal har betydning ved beregning af støj fra såvel havvindmøller som landplacerede vindmøller. Ved beregning af støj fra havvindmøller skal de ændrede lydisolationstal ses i sammenhæng med en opdatering af beregningsmetoden.

10.2.1 Støj fra havvindmøller

De beregninger, der er beskrevet ovenfor, er derfor også gennemført for lavfrekvent støj ved brug af ændrede lydisolationstal for sommerhusområder. De anvendte lydisolationsværdier er anført i Figur 10-5.

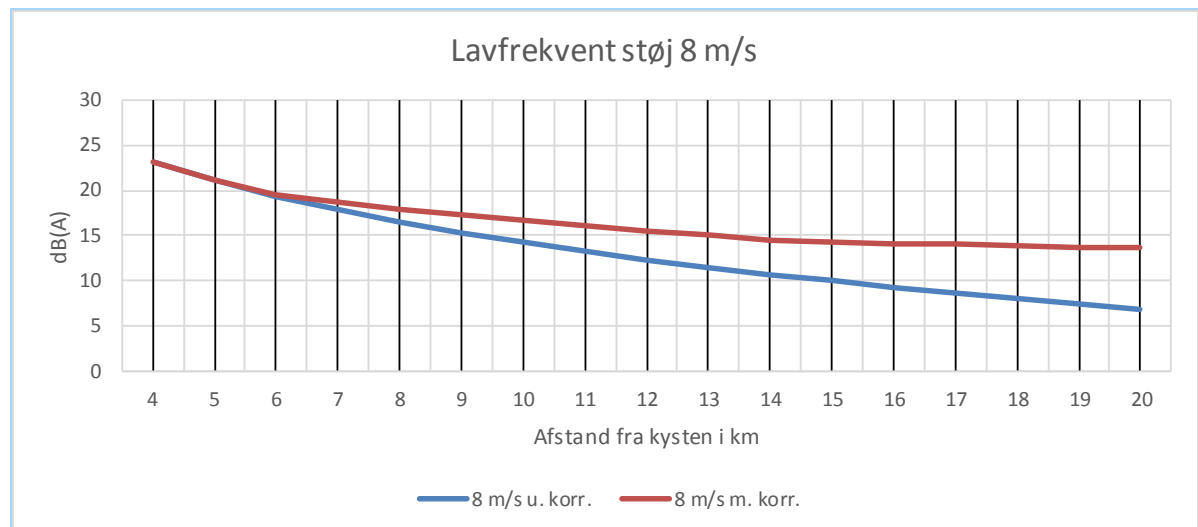
1/3 oktav, Hz	10	12,5	16	20	25	31,5	40
Lydisolation, dB	6,8	3,9	0,4	-0,2	4,8	6,2	8,4

1/3 oktav, Hz	50	63	80	100	125	160
Lydisolation, dB	10,5	11,9	11,9	16	17,5	17,9

Figur 10-5 Ændrede lydisolationstal (niveaudifferens) for sommerhusområder

Beregningsresultaterne fremgår af Figur 10-6. Ved sammenligning med Figur 10-4 fremgår det, at de beregnede niveauer for indendørs lavfrekvent støj i sommerhusområder er ca. 4,5 dB højere på alle afstande. I en konkret situation vil forskellen afhænge af vindmøllestøjens præcise frekvensmæssige sammensætning. Det fremgår også, at beregningseksemplet viser et beregnet støjniveau, der overstiger grænseværdien på 20 dB, hvis de 20 vindmøller står tættere på land end ca. 6 km. Hvis antallet af vindmøller i beregningseksemplet reduceres til ca. 10, kan grænseværdien overholdes på afstande ned til ca. 4 km.

I praksis er det usandsynligt, at et konkret opstillingsmønster indebærer, at 20 vindmøller vil have samme afstand til et støjfølsomt område på land. På store afstande fra kysten er sandsynligheden større, men her vil afstanden indebære, at støjen er lavere. Fx vil det være muligt at placere ca. 50 vindmøller med den samme afstand på 12 km til et støjfølsomt område uden overskridelse af grænseværdien. De ændrede lydisolationstal, kombineret med den opdaterede beregningsmetode, kan dog indebære, at der i større grad end tidligere er behov for at anvende en kombination af opstillingsmønster og afstand til kysten, som sikrer overholdelse af grænseværdien for lavfrekvent støj, hvis de støjfølsomme områder er sommerhusområder.



Figur 10-6 Lavfrekvent støj fra 20 vindmøller (10 MW) ved 8 m/s. Der er anvendt ændrede lydisolationstal for sommerhusområder. Støjen fra de 20 vindmøller er beregnet med den forudsætning, at de står med samme afstand fra kysten. Støjen er beregnet, hvis denne fælles afstand er fra 4 km til 20 km. Beregningen er udført med (rød) og uden (blå) korrektion for multiple refleksioner. Det fremgår, at det beregnede støjniveau er ens ud til en afstand på ca. 6 km (tærskelafstanden), hvorefter støjniveauet med indregning af multiple refleksioner gradvist øges. På 20 km afstand er forskellen ca. 7 dB

10.2.2 Støjbidrag fra eksisterende vindmøller

De ændrede lydisolationstal for beregning af lavfrekvent støj i sommerhusområder vil alt andet lige medføre, at lavfrekvent støj i højere grad kan blive en begrænsende faktor ved placering af nye vindmøller i nærheden af sommerhusområder, end ved placering i nærheden af andre støjfølsomme områder.

Dette forhold kan blive forstærket, hvis der nær et muligt område for nye vindmøller, findes eksisterende vindmøller. Selvom disse vindmøller med de hidtidige lydisolationstal overholder grænseværdien på 20 dB for lavfrekvent støj med god margin, så kan de ændrede lydisolationstal indebære, at deres lavfrekvent støjbidrag vil ligge så tæt på grænseværdien, at der ikke er plads til et yderligere støjbidrag fra nye vindmøller.

Til belysning af denne problemstilling har Rambøll udvalgt 750 kW vindmøller, der blev etableret i et forholdsvis stort antal i slutningen af 90'erne og begyndelsen af 00'erne. Denne vindmøllestørrelse giver i forhold til den producerede effekt anledning til forholdsvis mere lavfrekvent støj end andre vindmøllestørrelser. Der findes i dag 697 vindmøller af denne størrelse i Danmark. Syv af disse vindmøller er placeret indenfor 500 – 1.000 meter fra udlagte sommerhusområder (to nær et sommerhusområde ved Hundested og fem nær et sommerhusområde ved Klitgård ca. 10 km vest for Aalborg). Disse oplysninger er hentet i Energistyrelsens stamdataregister for vindmøller.

I Miljøstyrelsens vejledning om støj fra vindmøller /46/ er angivet generelle støjdata for en række vindmølle typer, herunder 750 kW vindmøller, der kan benyttes ved beregning af støj fra eksisterende vindmøller, når der ikke foreligger konkrete data. De generelle data er udvalgt for hvert frekvensbånd, så den angivne værdi er højere end 90 % af de konkret målte værdier, der er grundlaget. Der er således tale om konservative data.

Rambøll har beregnet den lavfrekvente støj fra en 750 kW landplaceret vindmølle med navhøjde 45 meter ved brug af disse generelle data. Beregningen er udført i henhold til den gældende bekendtgørelse /1/ for landplacerede vindmøller ved brug af henholdsvis de gældende lydisolationstal og de ændrede lydisolationstal for sommerhusområder. Støjen er beregnet for 8 m/s, der er den mest kritiske vindhastighed i forhold til grænseværdien på 20 dB. Resultaterne fremgår af Figur 10-7.

Hvis der er to vindmøller med samme afstand til et sommerhusområde, er det samlede støjbidrag fra de to vindmøller 3 dB højere end værdierne i tabellen.

Forskellen mellem de beregnede niveauer for lavfrekvent støj med gældende lydisolationstal og ændrede lydisolationstal er ca. 4,5 dB for en vindmølle type med det forudsatte frekvensspektrum.

Det er på baggrund af disse beregninger Rambølls vurdering, at 750 kW vindmøller og tilsvarende typer i praksis kun kan være i øget konflikt med nye vindmølleprojekter, som følge af de ændrede lydisolationstal, i de særlige tilfælde, hvor de eksisterende vindmøller står tættere på sommerhusområder end 500 - 750 meter. Er afstanden større, vil der fortsat være plads til et støjbidrag fra nye vindmøller uden overskridelse af grænseværdien.

Afstand til sommerhusområde	Beregnet lavfrekvent støj ved 8 m/s		
	Gældende lydisolationstal jævnfør /1/	Ændrede lydisolationstal for sommerhusområder jævnfør Figur 10-5	Forskel
500 meter	11,7 dB	16,0 dB	4,3 dB
750 meter	8,1 dB	12,5 dB	4,4 dB
1.000 meter	5,6 dB	9,9 dB	4,3 dB
1.500 meter	2,0 dB	6,3 dB	4,3 dB

Figur 10-7 Beregnet lavfrekvent støj fra en 750 kW vindmølle i to afstand ved brug af generelle data i Miljøstyrelsens vejledning om støj fra vindmøller /1/

11. APPENDIX 2: SUMMARY OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE DANISH STATUTORY ORDER ON NOISE FROM WIND TURBINES

The Ministry of Environment and Food of Denmark and the Environmental Protection Agency have asked Ramboll to carry out an environmental assessment of the current Statutory Order on wind turbine noise /1/ and five changes that will be incorporated into a new Statutory Order with the same name.

In Denmark noise from wind turbines has been regulated with fixed noise limits through a Statutory Order since 1991.

The environmental assessment is carried out in accordance with the provisions of the Act on Environmental Assessment of Plans and Programs and Specific Projects (EIA) /2/ and Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment.

The environmental assessment is based on an assessment of the environmental impact of the existing Statutory Order. In addition, the environmental impact of an implementation of the five changes is assessed.

The changes include:

- Updated method for calculation of noise propagation from offshore wind turbines
- Introduction of a graduated penalty for clearly audible tones in noise from wind turbines
- Updated sound insulation values for calculation of low-frequency noise indoors in summer cottage areas
- Change of transitional provisions
- Change of regulations on supervision and ordering of noise measurements for offshore wind turbines.

The environmental assessment is based on a level of protection in which an acceptable environmental impact from noise from wind turbines implies that 10-15 % of the population can be strongly affected by noise and that the general population is protected against adverse health effects.

Based on the environmental assessment, Ramboll concludes that the existing Statutory Order on the following points implies and supports a level of protection against noise from wind turbines that correspond to an acceptable environmental impact:

- Annoyance due to noise, in general
- Adverse health effects and human well-being
- Setting of noise limit values at 6 m/s and 8 m/s
- Annoyance from low frequency noise
- Infrasound
- Vibrations
- Definition of noise sensitive areas
- Methods for measuring noise emissions from wind turbines
- Method of calculating noise propagation from onshore wind turbines
- Provisions for test wind turbines
- Provisions on notification etc. as well as supervision and ordering of noise measurements for onshore wind turbines.

In the environmental assessment, Ramboll furthermore concludes that the existing Statutory Order on the five issues that the Danish EPA will change does not adequately support a level of protection against noise from wind turbines that correspond to an acceptable environmental impact.

11.1 Level of protection

The Danish Environmental Protection Agency has set recommended noise limit values for various sources of environmental noise, including industries, noisy recreational facilities, air fields, road traffic and rail traffic. These limits are set out in guidelines issued by the Danish Environmental Protection Agency and may, as they are guidelines, be departed from in specific decisions made by environmental authorities. As the limits values for noise from wind turbines are laid down in a Statutory Order it is not possible for environmental authorities to allow derogations or provide dispensations from the noise limits.

The recommended noise limits for various sources of noise, and the binding limit values for noise from wind turbines, express the noise burden that the Danish Environmental Protection Agency consider as acceptable with respect to environment and human health. It is a balance between the effects of the noise on people and the socioeconomic considerations. This means that the recommended limit values correspond to a noise level where 10-15 % of the population can be expected to be highly annoyed by the noise. For some noise sources different limits values have been set for various types of land use. Here it is assumed that the sensitivity to noise is different and the socio-economic considerations are weighed against environmental considerations.

In this environmental assessment, Ramboll has assumed that an acceptable environmental impact from noise from wind turbines implies that 10-15% of the population can be highly annoyed by the noise. We have also assumed that an acceptable environmental impact implies that the population is protected from adverse health effects.

It is Ramboll's evaluation that the Danish limits for noise from wind turbines and the level of protection in general are in line with regulations in other countries. This includes required methods for noise measurements and calculation of noise impacts. As an addition the Danish Statutory Order includes a noise limit for low-frequency noise indoor in dwellings and other building used for similar purposes.

11.2 The five changes of the Statutory Order

The environmental assessment of the five changes has the following main results:

Update method for calculating noise propagation from offshore wind turbines

The change implies that the calculated noise contribution from offshore wind turbines at residential areas and areas for noise-sensitive land use will be higher than previously when the distance to the turbines exceeds approx. 6 kilometers, depending on the height of the turbines. In principle the updated method implies increased protection of dwellings and noise-sensitive areas, because unchanged noise emissions from a wind farm give rise to higher calculated noise levels than previously. In situations where noise from planned wind turbines, calculated according to the previous method, precisely complies with the limit values, the updated method can lead to noise levels exceeding the noise limit values. This may imply that the wind turbines must be located further away from affected dwellings or the noise emission from the turbines must be reduced. The result will be less noise at dwellings and noise-sensitive areas. The updated method therefore implies increased assurance that calculated noise from offshore wind turbines is consistent with the actual noise. Overall, it is Ramboll's evaluation that the change will have little

positive impact for the general population and human health, marginal or no significance for biodiversity and marginal significance for material assets.

Introduction of a graduated addition for clearly audible tones in noise from wind turbines

If noise from wind turbines includes clearly audible tones, the noise levels are added a 5 dB penalty before comparing with noise limit values. The introduction of a graduated penalty in assessing audible tones in noise from wind turbines implies that a penalty is not only given when the tones are clearly audible; there is also a penalty when any tones in the noise are less than clearly audible. The change will result in increased protection of neighbors to wind turbines and increased certainty that a level of protection equivalent to an acceptable environmental impact is achieved. It is Ramboll's evaluation that the change will have little significance for the general population and human health. However, the change may have a significant positive impact for individual neighbors exposed to annoyance from audible tones in noise from wind turbines. The change has marginal or no significance for biodiversity and marginal significance for material assets.

Updated sound insulation values for calculation of low-frequency noise indoors in summer cottage areas

This change implies that new knowledge on the lower sound insulation values of summer cottages against low-frequency noise than ordinary houses should be included in the calculation of low-frequency noise from new or modified wind turbines. The change will entail increased protection of summer cottage areas and thus increase the total protection of Danish homes against indoor low-frequency noise from wind turbines. The change will have local significance in situations where wind turbines are planned so close to summer cottage areas that low-frequency noise can be critical. In these situations, material assets can be affected because the potential area for new wind turbine expansion will be reduced. There may also be an impact in situations where existing wind turbines are located near a new wind turbine site that partly utilize the permissible low-frequency noise impact. With the change of sound insulation values, this frame is reduced, and therefore it may block for additional noise contributions from new wind turbines. However, it is Ramboll's assessment that these situations will occur only to a limited extent. Overall it is Ramboll's assessment that the changed sound insulation values will represent a minor positive impact for the general population and human health, marginal or no significance for biodiversity and marginal significance for material assets.

Change of transitional provisions

The change implies that if a wind turbine is modified in a way that leads to an increased noise emission, the wind turbine owner must submit a notification to the municipality according to the latest Statutory Order. This change will result in an increased protection of the affected neighbors to modified wind turbines in situations where the newest Statutory Order imposes more stringent requirements compared to the requirements at the time of initial installation of the wind turbine. However, it is Ramboll's assessment that this issue in practice has been of very limited importance. It is our impression that it is legally not clear which requirements must be met if a wind turbine is modified in a way that leads to increased noise. Therefore, it has probably been assumed by authorities and others that it is the requirements of the current Statutory Order that should be met in these situations.

It is Ramboll's assessment that the change may be of importance in some specific cases if existing wind turbines are modified. Generally, the change will represent a small positive impact for the general population and human health, marginal or no significance for biodiversity and no or marginal significance for material assets.

Change of regulations on supervision and ordering of noise measurements for offshore wind turbines.

The change implies that the Danish Environmental Protection Agency will be able to require measurement and calculation of noise from wind turbines at sea. This legal basis has not previously been part of the Statutory Order on wind turbine noise. It is Ramboll's assessment that the change may be of significance in some specific cases where there is doubt about noise emissions from wind turbines at sea. Generally, the change will have a small positive impact for the general population, marginal or no significance for biodiversity and no or marginal significance for material assets.

Overall, Ramboll concludes that the five changes for all neighbors to wind turbines result in a generally increased level of certainty that the level of protection against noise from wind turbines that correspond to an acceptable environmental impact is achieved. Three of the five changes can also lead to a significantly increased level of protection for individual homes or areas for noise sensitive land use, while the changes will only have a small overall environmental impact for the vast majority of dwellings and noise-sensitive areas in wind turbine areas. Changed values for sound insulation when calculating indoor low-frequency noise from wind turbines in summer cottage areas, however, is a general improvement of the level of protection of this type of land use.

Ramboll points out in the environmental assessment that special attention should be given to new knowledge in the following areas:

- The correlation between experienced annoyance and noise impact from wind turbines
- Adverse health effects when exposed to noise from wind turbines
- Audible tones in the noise at wind speeds below 6 m / s.

The Danish Environmental Protection Agency has not considered alternatives to the five changes that are implemented in the notice. Therefore, the environmental assessment has not included alternatives.

11.3 Possible transboundary environmental, including health, effects

The Danish Statutory Order on noise from wind turbines regulates the noise impact from possible wind turbines projects and sets out noise limits that must be respected at all times. It does not entail development of any specific wind turbine projects.

The Statutory Order can only be enforced for wind turbines erected in Denmark, and it does not include specific procedures to ensure protection of dwellings and noise sensitive areas in other states. This implies that the Statutory Order itself does not ensure that the noise impact from wind turbines in Denmark on dwellings in other states will not exceed the noise limits laid down in the Statutory Order.

When a specific wind turbine project is planned on Danish territory it is a requirement that an environmental impact assessment is conducted according to the Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment. If it is likely that the project will have significant effects on the environment in another state or another state is likely to be significantly affected, information on the project and the possible transboundary impact will be provided to the affected states according to

- Article 10 of the Protocol on Strategic Environmental Assessment to the Convention of Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context
- Article 7 of the Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment

The procedure also includes that the states concerned shall enter into consultations regarding, inter alia, the potential transboundary effects of the project and the measures envisaged to reduce or eliminate such effects.