

Store vindmøller i det åbne land

- en vurdering af de landskabelige konsekvenser



Titel

*Store vindmøller i det åbne land
– en vurdering af de landskabelige konsekvenser*

Udarbejdet af

*BIRK NIELSEN – Landskabsarkitekter, planlæggere
ved*

Frode Birk Nielsen, Landskabsarkitekt m.a.a.

Jens Pouplier, Landskabsarkitekt m.d.l.

Christian Achermann, Civilingeniør Urban Design

Christian Dalmer, Civilingeniør Urban Design.

For

Miljøministeriets udvalg om placering af vindmøller på land

Udgivet af

Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Landsplanområdet

Kort

Copyright: Kort- og Matrikelstyrelsen

Rapporten kan læses på www.skovognatur.dk

ISBN 978-87-72-79-750-2

Januar 2007

Forord

Det visuelle samspil mellem vindmøller og landskab har betydning for planlægningen af mølleopstillinger.

Opstilling af store vindmøller og de landskabelige konsekvenser heraf blev første gang diskuteret og beskrevet i rapporten *Vindmøller i kommuneplanlægningen (1994)*. De møller der dengang blev vurderet, havde en effekt på 500 kW og en totalhøjde på op til 65 meter. Efterfølgende kom rapporten *Opstilling af store vindmøller i det åbne land – en undersøgelse af de visuelle forhold (1996)*, hvor vindmøllerne var vokset til 1,5 MW med en totalhøjde på op til 90 meter. Disse undersøgelser var med til at skabe grundlaget for vindmøllecirkulæret fra 1999, som angiver en række bestemmelser og krav til planlægningen for opstilling af vindmøller i det åbne land.

Der er nu, på baggrund af udviklingen af større vindmøller opstået et behov for en revision af de hidtidige retningslinier for vindmølleplanlægning. Denne rapport er en del af det samlede arbejde under regeringens Udvalg om planlægning af vindmøller på land og har til formål at undersøge de problemstillinger, der har betydning for de landskabelige konsekvenser og anbefalinger. Undersøgelserne tager således afsæt i de tidligere undersøgelser på området, men reviderer konklusioner og anbefalinger i forhold til større vindmøller på op til 150 meter.

Indhold

3	Forord	7	Landskabets egnethed	60	Landskabets sårbarhed
4	Indhold	8	Kystlandskaber	61	Landskabeligt samspil
5	Baggrund	8	De åbne kyster	62	Landskabselementer
5	Udviklingen i vindenergi Større vindmøllemodeller		Fjord-, bælt- og sundkysterne	63	Kulturhistoriske elementer
			Øhavskysterne	64	Geologiske landskabs- elementer
6	Læsevejledning og metode	9	Overgaard Gods	65	Beskyttede naturtyper
6	Forudsætninger for undersøgelserne Metode	13	Slettelandskaber	66	Regionale landskabs- udpegninger
		14	Lønborg Hede	67	Nationalparker
		18	Nordøst for No	68	Synlighedsanalyse
		22	Morænelandskaber	70	Harmoniforhold
		23	Gisselbæk	72	Opstillingsmønstre for store vindmøller
		27	Ny Bjergby	73	Indbyrdes afstand
		31	Overgangslandskaber	74	Opstillingsmønstre
		32	Hollandsbjerg	76	Navnhøjder
		36	Tagmark	78	Antal møller i en opstilling
		40	Tekniske landskaber	79	Forhold mellem vindmølle- områder
		42	Herning-værket	80	Afstand mellem møllegrupper
		45	Esbjerg Havn	82	Forskellige typer mølleopstillinger
		49	Højspændingsledninger	84	Sammenfatning
51	Konsekvenszoner	52	Definition af nærzone	86	Kilder
		53	Definition af mellemzone		
		54	Definition af fjernzone		
		57	Maksimal synlighed Sigtbarhed		
		59	Vingernes rotation Belysning		

Baggrund

Udviklingen i vindenergi

Vedvarende energi har ud fra miljømæssige betragtninger store fordele i forhold til konventionel energiproduktion baseret på kul, olie eller gas.

En satsning på vedvarende energikilder har sikret disse en stadig stigende andel af den samlede danske energiproduktion. I dag er ca. 20% af elproduktionen baseret på vindenergi. (www.energistyrelsen.dk).



*Kul og vind, to forskellige metoder til energiproduktion
(Foto: Energistyrelsen)*

Større vindmøllemodeller

En effektiv elproduktion med en høj udnyttelse af vindressourcerne kræver store produktionsenheder. Generelt gælder det, at jo større møller, des mere energiproduktion. En moderne vindmølle producerer i dag omtrent 100 gange mere elektricitet end en vindmølle fra 1980 (Energistyrelsen, 2006,).

Møllerne er også fysisk blevet meget større. Hvor tidlige møllemodeller med eksempelvis gittermastkonstruktioner ikke var meget højere end 20 m, er de nyeste modeller på markedet i dag væsentligt højere.

Indtil 2005 har sikkerhedskravene til belysning af vindmøller over 100 meter i stort omfang hindret opstilling af så store vindmøller. For omkring et år siden blev disse krav imidlertid ændret. De mølletyper, der nu oftest bliver ansøgt om opstillingstilladelse til, har en totalhøjde på op til 150 meter. Til sammenligning er storebæltsbroens pyloner 254 m høje, og herudover overgås møller af en sådan størrelse kun af høje skorstene og sendemaster. De store vindmøller vil være synlige på lange afstande og derfor have en væsentlig visuel indflydelse på landskabet omkring dem.

Omvendt kan store vindmøller også opfattes som mere arealøkonomiske. Et større vingefang giver en forholdsvis større forøgelse af effekten, og derfor kan der typisk opstilles en samlet set større effekt inden for et givent vindmølleområde ved at bruge store vindmøller (Danmarks Vindmølleforening). Møllernes højde har også betydning da vindhastigheden øges, jo højere man kommer op. Med en navhøjde på op mod 100 m kommer møllevingerne op i luftlag, hvor vindressourcerne er øget betragteligt. Vindmøllerne kan herved producere mere el og bliver samtidig mindre afhængige af at være placeret i et kystnært område.

Læsevejledning og metode

Forudsætninger for undersøgelserne

Denne undersøgelse beskriver de problemstillinger, der knytter sig til visuelle påvirkninger fra store vindmøller på land. Analyserne der ligger til grund for anbefalingerne, omhandler derfor kun problemstillinger der knytter sig til det visuelt-æstetiske omkring store vindmøllers udtryk, opstillingsmønstre mv, set i et landskabsarkitektonisk perspektiv. Andre forhold som for eksempel vindforhold, naturforhold og naboafstande har naturligvis også betydning for opstillingen, men de indgår ikke som en del af dette arbejde.

Undersøgelsesarbejdet bygger videre på tidligere lignende undersøgelser udarbejdet af Miljøministeriet, særligt Opstilling af store vindmøller i det åbne land – en undersøgelse af de visuelle forhold fra 1996 og Store vindmøller - en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af store vindmøller ved større industri-anlæg fra 1996.

Herudover er der gjort brug af erfaringer og fotomateriale fra en lang række VVM-redegørelser for vindmølleprojekter på land, alle de udarbejdede visualiseringer baserer sig på dette materiale, ligesom der er gjort brug af relevante erfaringer fra projekter for havvindmøller.

Metode

De viste eksempler for de forskellige landskabstyper stammer alle fra tidligere VVM-redegørelser for opsætning af vindmøller, hvoraf de fleste

efterfølgende er blevet myndighedsgodkendt og opført. Der er dermed taget udgangspunkt i områder der i den regionale planlægning i forvejen er udpeget til opstilling af store vindmøller. Til brug for denne undersøgelse er der visualiseret større vindmøller på op til 150 meter, på baggrund af det oprindelige fotomateriale fra de pågældende lokaliteter. Den vindmøllemodel, der er benyttet for de visuelle undersøgelser i denne rapport er hentet fra vindmøllekataloget i Windpro. I alle opstalter og visualiseringer er benyttet samme vindmølletype: Siemens SWT-3.6-107 3600. Der kan være forskel på vindmølletypernes fremtræden i landskabet, men der er her lagt vægt på at kunne sammenligne møllernes størrelse fremfor at undersøge forskellige mølletypers visuelle udtryk.

Der er taget udgangspunkt i, at vindmøllerne males med en anti-lysreflekterende standard grå. På større afstande er møllerne dog typisk visualiseret med en lysere farve for at sikre, at de fremstår så tydeligt som muligt.

Visualiseringerne søger at vise en række forskellige vindmølleopstillinger, som nogenlunde dækker det spektrum, der belyses i afsnittet om opstillingsmønstre. Med undtagelse af visualiseringer fra Overgaard Gods har alle opstillinger samme indbyrdes afstand mellem møllerne: 3 x rotordiameteren svarende til 321 m.

Alle visualiseringer er udarbejdet i Windpro. Dette program kan ved hjælp af bestemmel-

seskoordinater opstille vindmøller på præcise placeringer og herudfra generere visualiseringer på baggrund af fotos optaget i de pågældende områder.

Visualiseringerne i denne rapport er udarbejdet på baggrund af koordinater, som sammenholdt med KMS kort er brugt til placering af vindmøller på eksakte positioner og til kalibrering af fotos i forhold til standpunkt, brændvidde, sigteretning og kamerahældning. Teknikken giver visualiseringerne realisme i forhold til at bedømme, hvordan møllernes størrelse og afstand fremtræder i landskabet.

Der er så vidt som muligt angivet standardindstillinger for møllernes farve, skydække og belysning, men i visse tilfælde, særligt fra foto-standpunkter på længere afstande, er møllerne bevidst fremhævet med en lysere farve, for at gøre dem tydeligere på visualiseringen.

Visualiseringerne skal betragtes som en efterligning af virkeligheden, som ikke forklarer alle forhold, der har indflydelse på vindmøllernes fremtræden på et givent sted. Typisk vil møllerne opleves lidt tydeligere, når man befinder sig på stedet, end når man betragter dem på et foto. Især på længere afstande kan møllerne 'forsvinde' på visualiseringerne, selv om de reelt er synlige i virkeligheden. Der forsøges kompenseret for dette ved en vis overdrivelse af møllernes fremtræden på visualiseringerne, typisk ved at tone dem lysere end den grå standard farve.

Landskabets egnethed

Ved opstilling af vindmøller tilføres landskabet et moderne, teknisk landskabselement, der ved sin fremtræden og i relation til sine omgivelser, ændrer oplevelsen af landskabet. Denne oplevelse kan være neutral, positiv eller negativ i forhold til landskabets egnethed og betragterens værdier herfor. Oplevelsen er genstand for en stadig vurdering og diskussion. Det er dog vigtigt at konstatere, at vindmøller ikke kun betragtes som et problem det gælder om i videst muligt omfang at skjule, men at de bidrager til løsningen af det moderne samfunds behov for energi, og at de i bedste fald kan tilføre landskabet en ny dimension og dynamik samt give positive landskabelige oplevelser.

Det danske landskab er meget varieret i form og indhold og kan inddeles i mange forskellige typer eller kategorier. Store vindmøllers påvirkning af landskabet indeholder derfor mange aspekter, men for denne vurdering er der taget udgangspunkt i fire overordnede landskabstyper (*Hasløv og Kjærsgaard, (1996) b*).

Der er foretaget en vurdering af følgende landskabstypers egnethed til opstilling af vindmøller på 100-150 m totalhøjde: Kystlandskaber, slettelandskaber, morænelandskaber og overgangslandskaber. Hertil kommer det særlige samspil mellem landskab og større tekniske anlæg, som behandles under tekniske landskaber (*Hasløv og Kjærsgaard, (1996) a*); (*Energi- og Miljødata, 2000*)



Kystlandskab



Morænelandskab

I det følgende vil disse blive nærmere beskrevet med hensyn til karakteristika, egnethed og sårbarhed. Eksemplerne er illustreret med et forslag fra den oprindelige VVM-redegørelse, sammenlignet med visualiseringerne af de større vindmøller opstillet indenfor samme udpegningsområde.

Overordnet vurderes det, at der findes egnede landskaber til opstilling af store vindmøller i alle de ovennævnte landskabstyper. Kyst- og moræ-



Slettelandskab



Overgangslandskab

(Fotos: Birk Nielsen)

nelandskaber er dog ofte mere komplekse og sårbare end slette- og overgangslandskaber. Næsten alle landskabssituationer indeholder landskabs- eller kulturhistoriske elementer, som er potentielt sårbare overfor opstilling af store vindmøller og som derfor kræver særlig vurdering.

Endelig har landskabets skala stor betydning for dets egnethed som område for opstilling af store møller.

Kystlandskaberne kan underinddeles efter to modeller:

- En morfologisk, hvor der skelnes mellem kyster med en flad og jævn overgang, og klintkyster med markante overgange mellem selve kysten og baglandet.
- En landskabstopografisk, hvor der skelnes mellem øhavet, fjordkysterne og de åbne kyster med fri horisont.



Kystlandskab (Løgstør, Foto Birk Nielsen)

De åbne kyster

Ved de åbne kyster er den primære landskabelige oplevelse knyttet til terrænets overgang til vandet. De åbne kyster omfatter således en lang række landskabstyper, som i relation til store vindmøller opleves meget forskelligt. Disse kan opdeles i to primære grupper:

Kystområder som er karakteriseret ved en flad og jævn overgang er typisk områder med hævede havbundsarealer, udligningskyster og inddæmmede områder, men kan også blot være morænekyster med et svagt kuperet bagland. Selve kystzonen kan derfor variere i flere kilometers bredde, men det kan også blot være en smal sandstrimmel. De brede, flade kystområder kan være velegnede til opstilling af store vindmøller, idet de ofte har en skala, som kan matche møllerne.

Klint- og klitkysterne er markante, ofte dramatiske overgange mellem land og vand. Her kan store vindmøller, hvadenten de er placeret oven- eller nedenfor klinten, risikere at reducere eller udviske kystens markante karakter.

Fjord-, bælt- og sundkysterne

Ved fjord-, bælt- og sundkysterne indrammes udsigten henover vandet af modstående kyster, hvadenten fjorden åbner sig ud mod havet, eller man står længere inde i fjorden. Disse landskaber rummer ofte en særlig kvalitet, som risikerer at blive forstyrret ved opstilling af store vindmøller.

Som for de åbne kyster har opdelingen mellem de flade, jævne kyster i forhold til klintkysterne væsentlig betydning ved fjordkysterne.

Øhavskysterne

Ved opstilling af store vindmøller ved øhavskysterne tilføres øhavet et markant vertikalt landskabselement, som bryder det overvejende horisontale landskab. Store vindmøller vil således blive markant synlige, og vil især på mindre øer kunne virke uheldige, da de kan forvrænge skalaopfattelsen af stedet. Den høje himmel og de lave kyster med lange kig henover vandet mellem de enkelte øer er vigtige landskabelige træk ved øhavet, som vil kunne forstyrres af store vindmøller.

Kystlandskab

Overgaard Gods

(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
34 stk. 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Vindmølleparken ved Overgaard Gods ligger i et op til 7 km bredt kystlandskab, hvor det flade terræn består af hævet havbund, samt et mindre inddæmmet areal nordøst for anlægsområdet. Der findes en del både større og mindre plantage- samt skovområder i udkanten af anlægsområdet. Vindmølleparken ligger således i et stort landskabsrum med åbne udsigter, hvilket giver området karakter af storskallalandskab. I en afstand af ca. 3,5 km fra de vestligste møller rejser den gamle stenalderkystskrænt sig til en højde af ca. 30 meter, og bag denne skifter landskabet til et kuperet landskab præget af moræneplateauer gennemskåret af ådale.

Landskabelig konsekvens

Parken ændrer hele landskabsrummets karakter til et teknisk landskab, hvilket også påvirker naboarealerne markant. Landskabet har dog en så stor skala, at parken trods sin udstrækning godt kan rummes. Fra større afstande fremtræder parken fortsat tydeligt som et samlet landskabsэлемент, der pga. sin udstrækning forstærker den samlede landskabelige påvirkning. Det er dog således i højere grad antallet af møller end deres højde, som påvirker landskabet, og den større højde øger ikke den samlede synlighed og dominans i landskabet væsentligt i forhold til det oprindelige forslag.



Standpunkter: 1 = 2,3 km (fra Overgaard Gods)
1:200.000 2 = 6,2 km (Dalbyneder)
3 = 12,2 km (ved Enslev)



Overgaard Gods, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 2,6 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (20 stk 2 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 35 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 143,5 m



Overgaard Gods, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 6,2 km



*Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (20 stk 2 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 35 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 143,5 m*



Overgaard Gods, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 10,4 km



Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (20 stk 2 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 35 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 143,5 m

Slettelandskaberne er karakteriseret ved et langstrakt og fladt eller jævnt faldende terræn, store arealenheder og landskabsrum, og en meget ensartet topografi. Der er således oftest tale om storskalalandskaber, der er velegnede til opstilling af store vindmøller, idet de kan give vindmøllerne et skalamæssigt modspil. Dog bør overvejelser vedrørende værdifulde landskaber inddrages i planlægningen.



Slettelandskab (Foto Birk Nielsen)

Slettelandskab Lønborg Hede

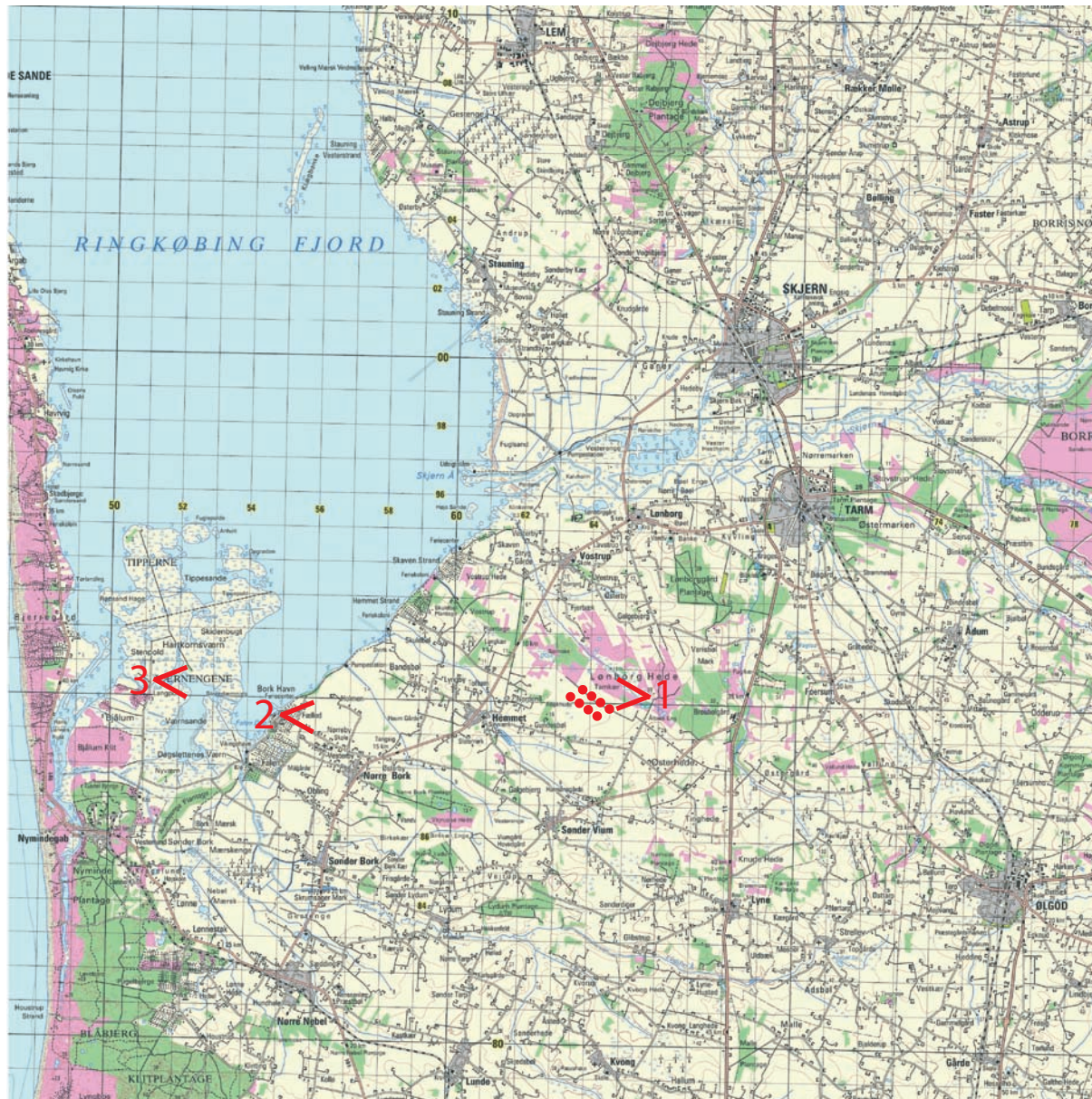
(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
8 stk 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Vindmølleparken ved Lønborg Hede ligger i et fladt til jævnt kuperet slettelandskab, gennemskåret af vandløb med en overvejende sydøstlig mod nordvestlig retning mod Ringkøbing Fjord. Området er præget af læhegn samt større og mindre plantager og hedeområder. Parken ligger i et homogent storskallandskab præget af store, åbne landskabsrum uden dramatiske eller markante landskabsændringer.

Landskabelig konsekvens

Parken ændrer det omkringliggende landskabskarakter til et teknisk landskab, hvilket også påvirker naboarealerne markant. Parkens udstrækning er dog ikke betydelig i forhold til landskabets skala, og landskabet kan derfor fint rumme vindmøllerne. Fra større afstande fremtræder parken fortsat tydeligt som et samlet landskabselement, og den større højde øger ikke den samlede synlighed og dominans i landskabet væsentligt i forhold til det oprindelige forslag.



Standpunkter: 1 = 1,5 km (Lønborg Hede)
1:200.000 2 = 7,5 km (Bork Havn)
3 = 11,8 km (Værnengene)



Lønborg Hede, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 1,5 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (10 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 8 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 143,5 m



Lønborg Hede, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 7,5 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (10 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 8 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 143,5 m



Lønborg Hede, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 11,8 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (10 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 8 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 143,5 m

Slettelandskab Nordøst for No

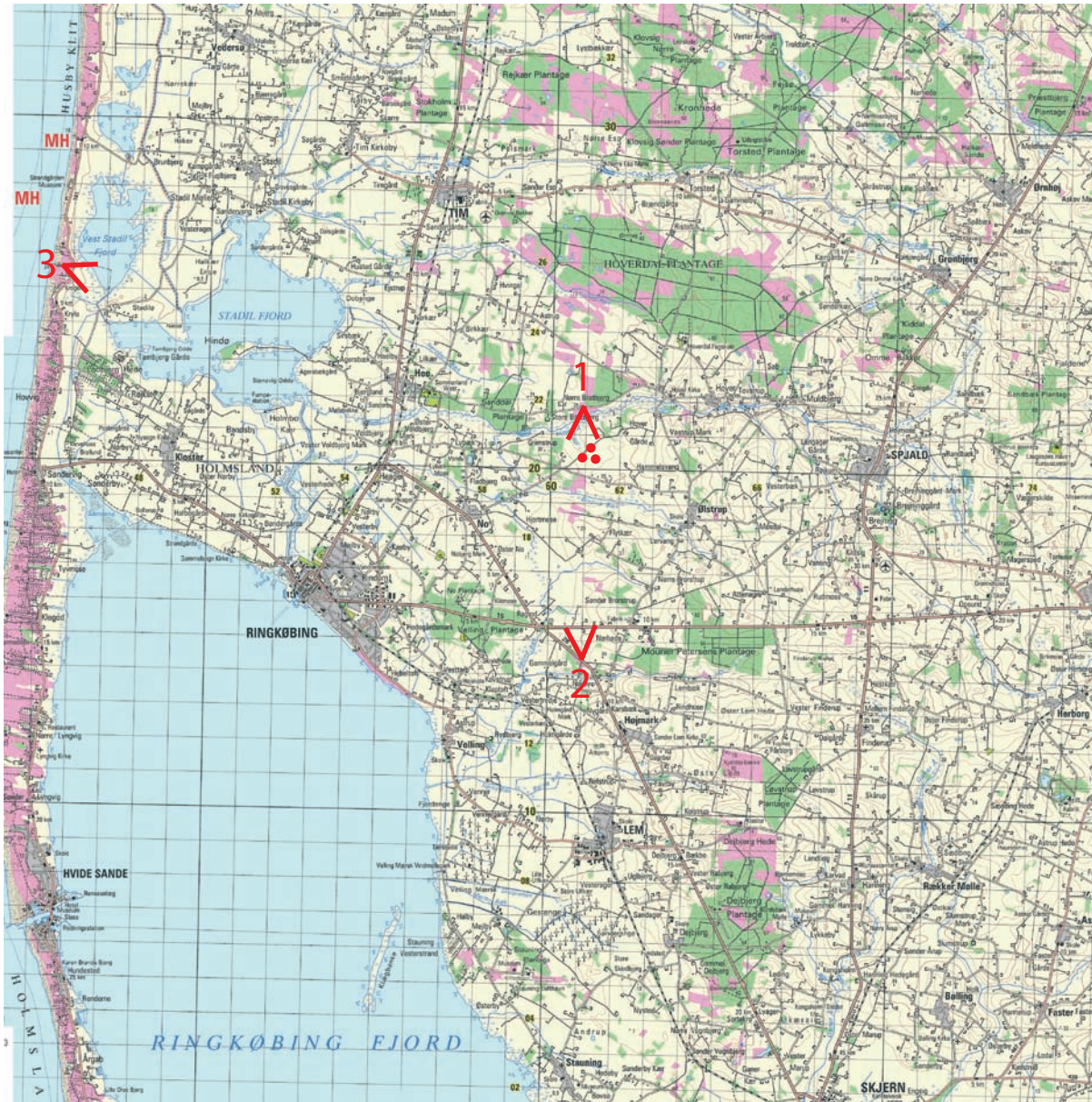
(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
3 stk 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Anlægsområdet ligger ca. i kote 20 på hedesletten vest for Skovbjerg Bakkeø. Terrænet er svagt til jævnt kuperet, og stiger svagt mod det højereliggende terræn på bakkeøen mod øst. Landskabet gennemskæres af vandløb i øst-vestlig retning. Længere mod vest og sydvest flader terrænet endeligt ud mod hhv. Ringkøbing og Stadil Fjorde, før klitlandskabet rejser sig langs havet længst mod vest. Selve anlægsområdet ligger i et relativt åbent landskabsrum, omgivet af tætliggende nord-syd vendte læhegn og større plantageområder. Vindmøllerne ligger i et homogent storskalalandskab uden dramatiske eller markante landskabsændringer.

Landskabelig konsekvens

Vindmøllerne fremstår fra alle vinkler og afstande som en samlet gruppe i en enkel geometri, som det dog kan være svært at opfatte klart. Landskabs skala kan fint rumme vindmøllerne, og den ændrede højde på møllerne øger ikke den samlede synlighed og dominans i landskabet væsentligt i forhold til det oprindelige forslag.



Standpunkter: 1 = 0,7 km (Skulbøl v. Lyngsmose)
1:200.000 2 = 5,9 km (Vasehøj v. Nørby)
3 = 16,3 km (Vesterhavskysten vest for Stadil Fjord)



Nordøst for No, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 1,3 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (3 stk 2 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Nordøst for No, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 5,9 km

*Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (3 stk 2 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*



Nordøst for No, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 16,3 km

*Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (3 stk 2 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*

Morænelandskaber anvendes i denne sammenhæng nærmest som en samlebetegnelse for en række vidt forskellige landskabssituationer, hvor landskabets egnethed for opstilling af store vindmøller kan variere betydeligt. Det er derfor nødvendigt yderligere at underinddele morænelandskaberne.

Småskalalandskaber, der generelt vurderes som mindre egnede til opstilling af store vindmøller, findes oftest i småbakkede til jævnt kuperede landskaber og kendes typisk fra dødislandskaber. Storskalalandskaber, der generelt vurderes som egnede eller velegnede til opstilling af store vindmøller, findes både i mere storbakkede landskaber og på jævnt kuperede til flade landskaber som for eksempel bundmorænelandskaber.

Dertil kommer, at der i morænelandskabet ofte kan optræde isolerede, geologiske landskabselementer såsom hatbakker eller åse, hvor den landskabelige sammenhæng og fremtræden kan være sårbar overfor samspillet med store vindmøller.



Morænelandskab (Foto Birk Nielsen)

Morænelandskab

Gisselbæk

(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
3 stk 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Anlægsområdet ligger i et svagt til jævnt kuperet morænelandskab i kote 10-20. Terrænet afgrænses mod øst af Dragstrup Vig i Limfjorden, og mod vest af klitrækkerne ud mod Vesterhavet. Der findes en moderat mængde læhegn, samt en større sammenhængende skovplantning mod syd. Mod vest afgrænses landskabet af klitplantagerne ud mod vesterhavskysten. Landskabet har karakter af storskallandskab med vide udsigter over morænefladen, som af de mange læhegn er opdelt i større landskabsrum. Morænelandskabet afsluttes af Vesterhavets klitrækker mod vest i en afstand af ca. 6 km. Indenfor klitrækkerne har sandflugt og landhævning afsnøret en række tidligere vige og fjordarme, der nu fremtræder som søer, herunder Ove Sø et par kilometer vest for vindmøllerne.

Landskabelig konsekvens

Vindmøllerne fremstår fra alle vinkler og afstande som en samlet gruppe i en enkel geometri, som opfattes klart. Den ændrede højde øger i nogen grad møllernes synlighed, men landskabets skala kan dog fortsat fint rumme vindmøllerne.



Standpunkter: 1 = 1,6 km (Hørdum)
1:200.000 2 = 9,4 km (Heltborg v. Hurup)
3 = 15,3 km (Træhøj v. Galtrup på Mors)



Gisselbæk, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 1,6 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (3 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 93 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Gisselbæk, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 9,4 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (3 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 93 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Gisselbæk, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 15,3 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (3 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 93 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m

Morænelandskab Ny Bjergby

(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
2 stk 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Anlægsområdet ligger i et morænelandskab med et jævnt kuperet terræn overstrøet med et mindre antal hatbækker. Beplantningen på de flade arealer består af spredte læhegn, mens hatbakterne ofte dækkes af mindre skovbeplantninger eller bevoksninger som i nogen grad slører disse i landskabet. Den overordnede karakter af storskalalandskab ændres således ikke væsentligt af hatbakterne, idet terrænet på trods af disse opleves som overvejende fladt.

Landskabelig konsekvens

De to vindmøller fremstår fra alle vinkler og afstande som et samlet anlæg. De skovdækkede hatbækker øger opdelingen af landskabet, men den overordnede karakter af storskalalandskab er dog tilstrækkelig til fortsat at kunne rumme møllerne. Den ændrede højde øger således ikke den samlede synlighed og dominans i landskabet væsentligt i forhold til det oprindelige forslag.



Standpunkter: 1 = 3,4 km (Øst for Svinninge)
1:200.000 2 = 7,8 km (Tuse)
 3 = 12 km (Kvanløse)



Ny Bjergby, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 3,4 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (2 stk 3 MW møller med en totalhøjde på 125 m)
Nederst: 2 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Ny Bjergby, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 7,8 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (2 stk 3 MW møller med en totalhøjde på 125 m)
Nederst: 2 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Ny Bjergby, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 12 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (2 stk 3 MW møller med en totalhøjde på 125 m)
Nederst: 2 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m

Overgangslandskaber er landskaber på grænsen mellem to forskellige landskabstyper. Det er således ofte karakteristisk at landskabet i nærzonen af et overgangslandskab adskiller sig fra landskabet i mellemzonen, ligesom der kan optræde flere landskabstyper i både nær- og mellemzonen. Det kan være uheldigt, hvis der i nærzonen optræder mere end én landskabstype, mens et skift i landskabstypen fra nærzone til mellemzone ikke nødvendigvis frembyder et problem.



*Overgangslandskab, slette til højre og moræne til venstre
(Foto Birk Nielsen)*

Overgangslandskab Hollandsbjerg Enge

(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
10 stk 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Anlægsområdet ligger i et landskabeligt scenskift på et marint forlandsareal ud mod Randers og Grund Fjord, omgivet af moræneplateauer. Det hævede havbundsareal indgår sammen med fjordarmene i et system af oprindelige smeltvandsdale som i lidt større skala opdeler morænelandskabet i en række plateauer. Moræneplateauerne, som veksler mellem storbakket og mere jævnt bølgende terræn, grænser op til de lavereliggende fjordarme med markante skrænter. De flade kystarealer ud mod fjordarmene er sparsomt beplantede, mens de stejle skrænter ved overgangen til moræneplateauerne ofte er yderligere markeret af skræntskove. De markante skrænter indrammer og definerer de flade, sparsomt beplantede fjordarme som et sammenhængende, homogent storskalalandskab.

Landskabelig konsekvens

Parken ændrer det omkringliggende landskabs karakter til et teknisk landskab, hvilket også påvirker naboarealerne markant. Landskabet har dog en så stor skala at parken trods sin udstrækning godt kan rummes. Fra større afstande fremtræder parken fortsat tydeligt som et samlet landskabselement, og den ændrede højde øger ikke den samlede synlighed og dominans i landskabet væsentligt i forhold til det oprindelige forslag, set fra fjordarmenes velafgrænsede landskab. Fra moræneplateauerne betyder den ændrede højde dog at parken på større afstande og fra flere vinkler vil kunne ses bag de storbakkede terrænformer.



Standpunkter: 1 = 2,8 km (Voer)
1:200.000 2 = 8 km (Tjærby)
3 = 10,1 km (Hald)



Hollandsbjerg Enge, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 2,8 km

*Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (11 stk 1,5 MW møller med en totalhøjde på 92 m)
Nederst: 10 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*



Hollandsbjerg Enge, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 8 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (11 stk 1,5 MW møller med en totalhøjde på 92 m)
Nederst: 10 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Hollandsbjerg Enge, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 10,1 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (11 stk 1,5 MW møller med en totalhøjde på 92 m)
Nederst: 10 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m

Overgangslandskab

Tagmark

(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
6 stk 3,6 MW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabsbeskrivelse

Anlægsområdet ligger i et overgangslandskab mellem jævnt kuperede moræneflader på et aflangt, marint forlandsareal. Området er således hævet havbund, og udgjorde et sund i det oprindelige øhav i stenalderen. Overgangen mellem disse to landskaber markeres af stejle, oprindelige kystskrænter. Sydvest for området hæver morænefladerne sig til højder på ca. 30 meter og tilsvarende nordøst for området til højder på ca. 20 meter. Afstanden mellem de to moræneflader er ca. 2 km. I den nordvestlige ende af det tidligere sund hæver Hanstholmknuden og klitlandskabet sig med flere højdepunkter på over 40 meter i en afstand på ca. 6 km fra anlægsområdet. Mod sydøst har det tidligere sund sin afslutning ud mod Limfjorden ved Lønnerup Fjord, hvor den afgrænses af dæmningsanlæg. Området er præget af spredte læhegn og skovplantninger, dog er der kun sparsom beplantning på det jævnt kuperede moræneplateau mod sydvest. Det oprindelige sund har karakter af storskalalandskab med vide udsigter og et roligt, ensartet landskabsbillede. Landskabet er dog præget af det markante skift til moræneplateauerne, som tydeligt markeres af de tidligere kystskrænter.

Landskabelig konsekvens

Vindmøllerne fremstår samlet som et klart defineret landskabselement på grund af den enkle geometri. Landskabets skala kan fint rumme vindmøllerne, og den ændrede højde på møllerne øger ikke den samlede synlighed og dominans i landskabet væsentligt i forhold til det oprindelige forslag. Fra moræneplateauerne betyder den ændrede højde dog, at parken på større afstande og fra flere vinkler vil være synlige.



Standpunkter: 1 = 1,5 km (Hillerslev)
1:200.000 2 = 5,3 km (Lønnerup Fjord)
3 = 14,8 km (Skjoldborg)



Tagmark, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 1,5 km

Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (6 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 6 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Tagmark, standpunkt 2. Afstand til nærmeste mølle omkring 5,3 km



Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (6 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 6 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m



Tagmark, standpunkt 3. Afstand til nærmeste mølle omkring 14,8 km

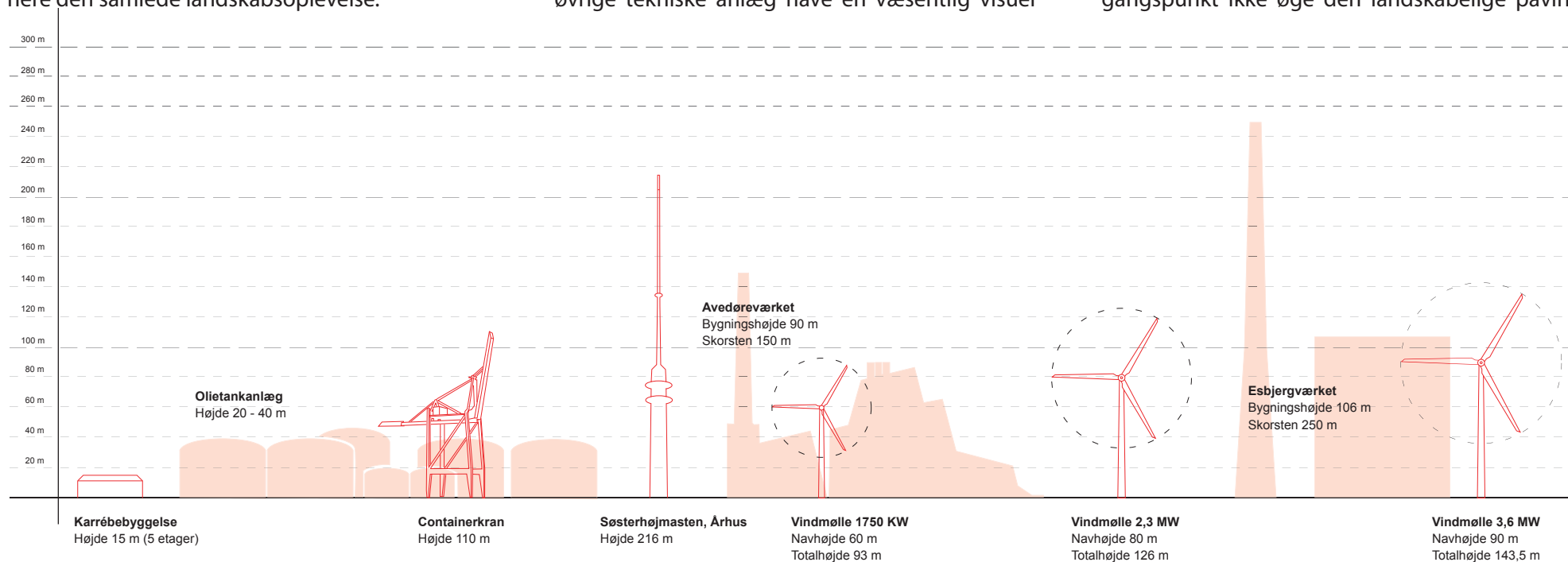
Øverst: Oprindeligt VVM-forslag (6 stk 1,75 MW møller med en totalhøjde på 100 m)
Nederst: 6 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m

Større tekniske anlæg skaber en særlig landskabsæstetik. Når landskabet bliver domineret af større tekniske anlæg, nedtones landskabets oprindelige karakter ligesom karakteren af de tekniske anlæg vil præge landskabsoplevelsen. Eksempler herpå kan være en industrihavn, et kraftværk eller et landskab præget af højspændingsanlæg, især 400 kV ledninger. Udstrækningen af det område, der opfattes som det tekniske landskab varierer dog betydeligt. På større afstande opfattes tekniske anlæg oftest som isolerede landskabselementer, mens de set på tæt afstand kommer til at dominere den samlede landskabsoplevelse.

Store vindmøller kan med fordel indgå som en del af det tekniske landskab. Dels kan møllerne visuelt supplere allerede eksisterende anlæg, og dels kan man herved friholde andre, mere udsatte landskabstyper for vindmøller. Generelt forekommer det vigtigt at de tekniske anlæg har en størrelse, der skalamæssigt kan matche store vindmøller. Samtidig kan en placering af møller uden tilstrækkelige landskabsæstetiske overvejelser risikere at efterlade et tilfældigt landskabeligt udtryk. Selv om der er tale om et teknisk landskab, vil samspillet mellem store møller og øvrige tekniske anlæg have en væsentlig visuel

indflydelse. De bør derfor ikke betragtes som områder, hvor almindelige æstetiske regler er sat ud af spil, men som et landskab med særlige landskabsarkitektoniske udfordringer. Dertil kommer at hensyntagen til andre faktorer som sikkerhedsafstand og støjniveau har en væsentlig indflydelse på mulighederne for at placere vindmøller.

Der findes en række tekniske anlæg, der i lighed med store vindmøller på op til 150 meter, indeholder høje elementer med en stor fjernvirkning. En placering ved sådanne anlæg vil derfor som udgangspunkt ikke øge den landskabelige påvirk-



ning væsentligt. Der er få anlæg, der visuelt kan matche vindmøller på op mod 150 meter, men særligt placeringer ved store kraft- og fjernvarmeværker, forbrændingsanlæg og industrihavne bør overvejes. Ved opstilling af vindmøller ved høje tekniske anlæg vil samspillet mellem disse skulle vurderes for både nær-, mellem- og fjernzonen.

Andre tekniske anlæg fremstår med en stor arealmæssig udbredelse, uden større synlighed i mellem- og fjernzonen, fordi de ikke indeholder store vertikale elementer. Eksempler på placeringer ved tekniske anlæg med stor arealmæssig udbredelse kan være langs motorveje og jernbaner, ved mo-

torvejssammenfletninger, transportcentre eller råstofområder. Store fabriksanlæg og egentlige industriområder kan også overvejes som placering mulighed. Det skal dog nævnes, at transport- og energiministeriet generelt fraråder opstilling af vindmøller langs motorveje af trafikikkerhedsmæssige hensyn.

Ved opstilling af høje vindmøller ved forholdsvis lave tekniske anlæg vil samspillet mellem disse primært skulle vurderes fra nærzonen, mens det på større afstand alene er vindmøllerne som vil kunne ses.

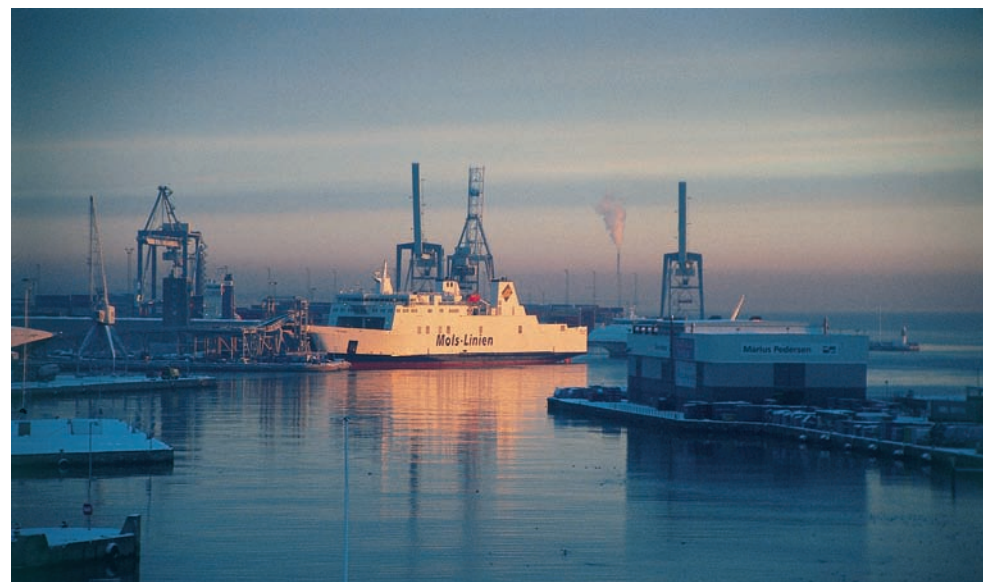


Vindmøller ved lave tekniske anlæg



*Vindmøller ved høje tekniske anlæg
(Illustrationer: Birk Nielsen)*

*Vindmøller kan opstilles ved
store industrihavne
(Foto: Århus Havn)*



Teknisk anlæg Herning-værket

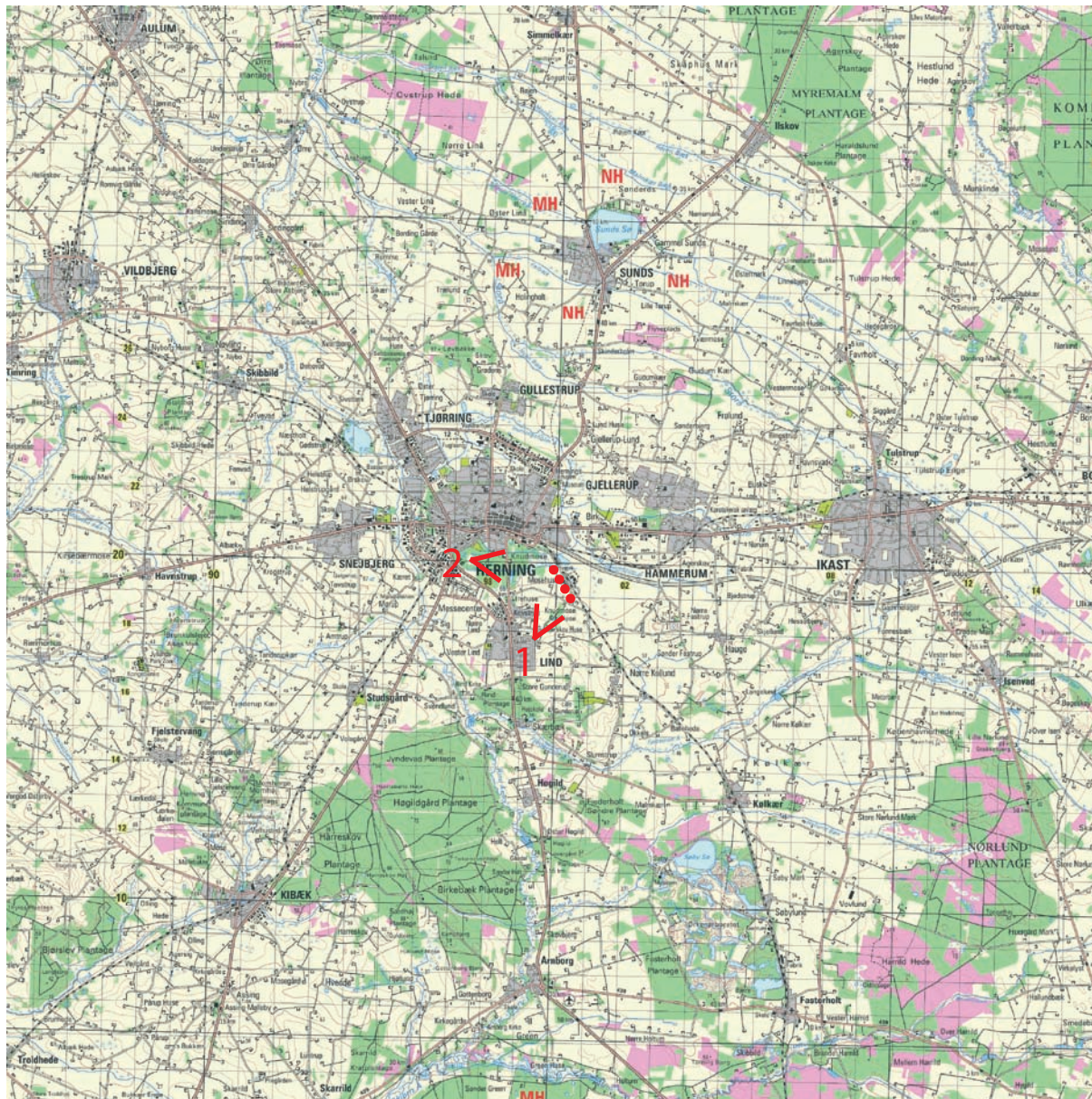
(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
3 stk 660 KW møller (Totalhøjde 64 m)

Landskabs- og anlægskarakter

Herning-værket er placeret ca. 1,5 km sydøst for Herning by i et fladt og lavtliggende terræn med mose- og engarealer. Området ligger som en landskabsblomme ind mod Herning med villa- og parcelhuskvartererne Hammerum mod nordøst og Lind mod sydvest. Kraftværket fremstår samlet som en gruppe af massive bygningskroppe og skorstenene. Skorstenene har en totalhøjde på op mod 100 meter. Værket er placeret langs jernbanen og i umiddelbar nærhed til motorvejen, men relationen til disse anlæg opfattes dog kun fra bestemte vinkler inden for få kilometers afstand til værket. Derimod ses værket som et markant landskabs-element og orienteringspunkt fra motorvejen i retning mod Herning.

Landskabelig konsekvens

Som vertikale elementer opfattes vindmøllerne primært i samspil med kraftværkets slanke og høje skorstenene. Med en tårnhøjde på 90 meter for de høje møller forstærkes denne relation, idet mølletårne og skorstenene nu opleves som lige høje. Vindmøllernes rotor løftes herved op over og fri af bygningskroppene, hvilket får det samlede anlæg til fremstå mere harmonisk. Det kan diskuteres, om man ved placeringen af møllerne i højere grad burde have taget udgangspunkt i samspillet med skorstenene og ladet disse indgå i den overordnede geometri for opstillingen. Praktiske forhold forhindrer dog ofte sådanne hensyn i relation til eksisterende tekniske anlæg.



Standpunkter: 1 = 1,5 km (Hillerslev)
1:200.000 2 = 5,3 km (Lønnerup Fjord)
 3 = 14,8 km (Skjoldborg)



Herning-værket, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 1,8 km

*Øverst: Oprindeligt forslag (4 stk 0,66 MW møller med en totalhøjde på 64 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*



Herning-værket, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 2,5 km

*Øverst: Oprindeligt forslag (4 stk 0,66 MW møller med en totalhøjde på 64 m)
Nederst: 3 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*

Teknisk anlæg Esbjerg Havn

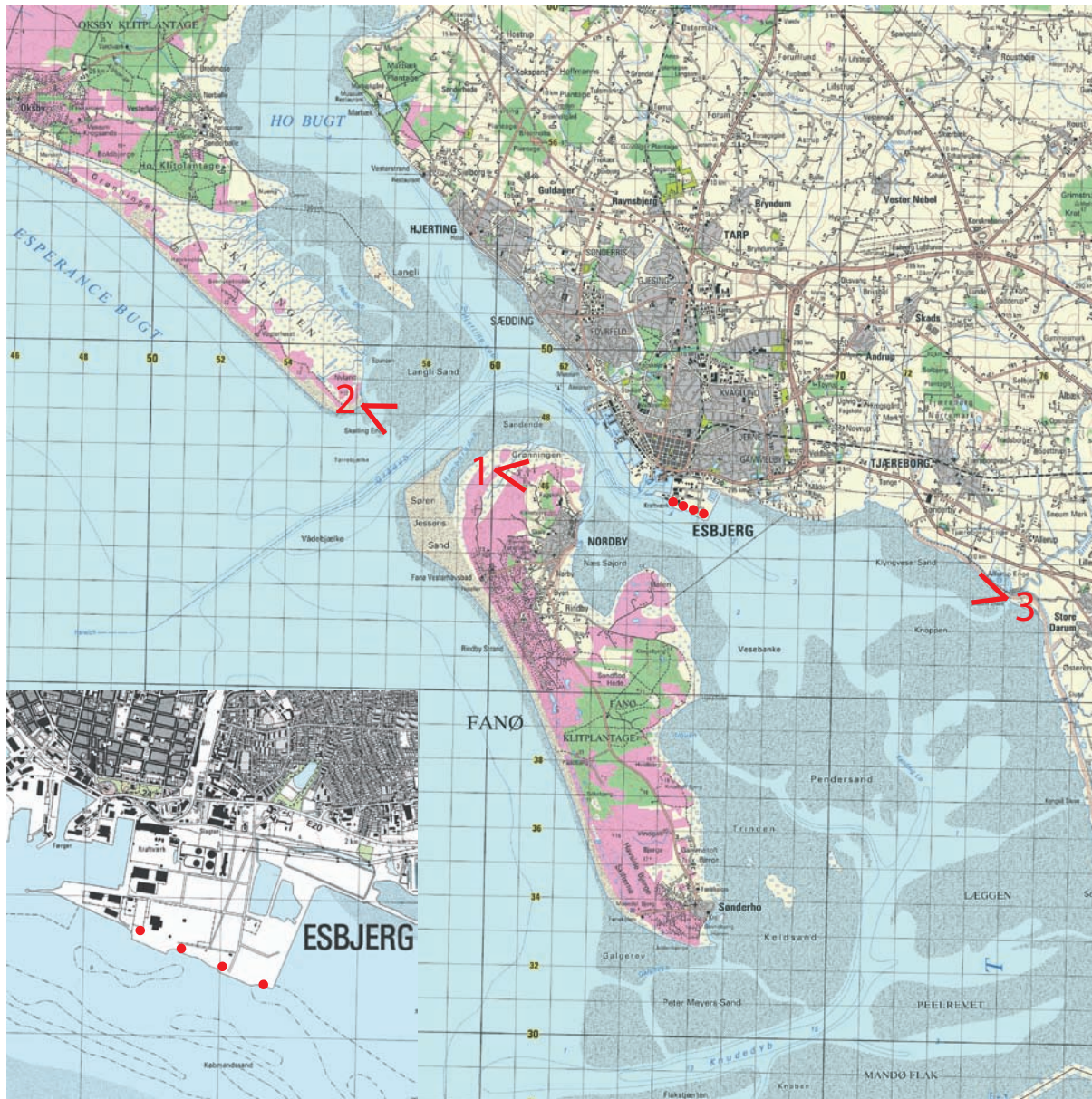
(Alle visualiseringer: Birk Nielsen)
4 stk 3600 KW møller (Totalhøjde 143,5 m)

Landskabs- og anlægskarakter

Esbjerg Havn har en markant og dominerende silhuet i landskabet med sine mange havne- og industrialæg. Det største anlæg, som dominerer i kraft af sin højde og volumen er Esbjerg-værket, med en bygningshøjde på 108 meter og en skorsten med en højde på 250 meter. Andre anlæg såsom boreplatforme på 150 meters højde og kæmpe siloer er dog ligeledes anlæg, som bidrager markant til havnens profil. Havnen ses således på stor afstand i det ellers flade landskab.

Landskabelig konsekvens

Vindmøller på op til 150 meters højde virker nærmest små i forhold til så store og markante anlæg som Esbjerg-værket og flere af de øvrige anlæg i havnen. Den samlede profil og karakter af industrihavnen er meget sammensat, men den indbyrdes afstand får dog de største anlæg til at fremstå selvstændigt og punktvis i forhold til den samlede profil. Vindmøllerne bør derfor placeres med en vis afstand til det nærmeste større anlæg, således at de ved deres opstilling ligeledes fremstår som et selvstændigt, samlet anlæg.



Standpunkter: 1 = 1,5 km (Hillerslev)
1:200.000 2 = 5,3 km (Lønnerup Fjord)
3 = 14,8 km (Skjoldborg)



Esbjerg Havn, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 5,1 km

*Øverst: eksisterende forhold
Nederst: 4 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*



Esbjerg Havn, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 9,2 km

*Øverst: eksisterende forhold
Nederst: 4 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*



Esbjerg Havn, standpunkt 1. Afstand til nærmeste mølle omkring 9,4 km

*Øverst: eksisterende forhold
Nederst: 4 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m*

Højspændingsledninger

En særlig problematik i forbindelse med tekniske anlæg er opstilling af vindmøller i nærheden af højspændingsledninger. Et typisk eksempel på et uheldigt samspil opleves, når vindmøllens vinger tilsyneladende roterer bag højspændings-ledningerne. For at undgå dette, skal vindmøller enten opleves som betydeligt større eller betydeligt mindre end ledningsanlægget. Det er svært at opstille retningslinier i forhold til dette, da samspillet konstant skifter afhængig af afstand mellem mølle og ledning, afstand til betragteren, synsretning i forhold til ledningsføring og terrænforhold. Hertil kommer, at vindmøller i visse situationer opleves som om de befinder sig oven i eller i umiddelbar nærhed af ledningsmaster. Dette skaber et særligt uheldigt samspil, som kun mindskes når møllerne opleves tilstrækkelig små, altså befinder sig i fjernzonen set i forhold til betragteren.

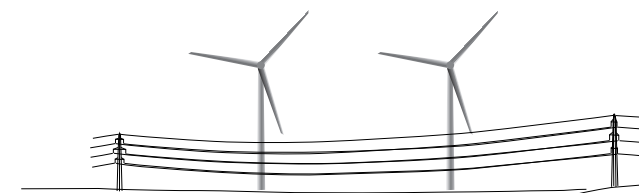


Uheldigt samspil mellem vindmøller og højspændingsledninger
(Visualisering: Birk Nielsen)

Det visuelle samspil mellem vindmøller og højspændingsledninger må vurderes i det konkrete tilfælde, men uheldige landskabelige samspil er svære at undgå. Generelt vil en indbyrdes afstand mellem højspændingsledninger og vindmøller minimum svarende til nærzonegrænsen betyde, at samspillet får lille visuel indflydelse. Såfremt møller placeres tættere end 4,5 km på højspændingsledninger, kan det i stedet overvejes at placere dem så tæt som muligt. En indbyrdes afstand på op mod 1 km vil som hovedregel give store vindmøller på op mod 150 meter en klar visuel dominans i forhold til højspændingsledninger og master, der typisk er 30-45 m høje.

Samspillet mellem vindmøller og højspændingsledninger kan udfra en landskabelig betragtning være problematisk. I afvejningen mellem fordele og ulemper bør ulemperne ved opstilling i nærheden af højspændingsledninger dog vurderes i forhold til hensynet til andre mere sårbare landskabs-elementer. Det er således en prioritering om man foretrækker at øge oplevelsen af et teknisk landskab lokalt ved at koncentrere disse. Alternativet vil være at øge det landskabsareal som påvirkes af tekniske anlæg ved opstilling af vindmøller.

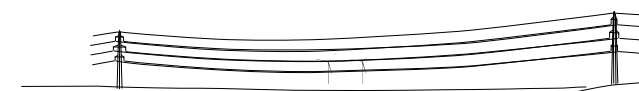
Tekniske landskaber



Vindmøllernes rotor er fri af de tværgående ledninger, og møllerne opleves som klart dominerende.



Vindmøllernes rotor befinder sig i samme højde som ledningerne, og det skaber et visuelt generende samspil uden hieraki.



Vindmøllerne er så små, at de stort set befinder sig under ledningerne, og elmastene opleves som klart dominerende.
(Alle illustrationer. Birk Nielsen)



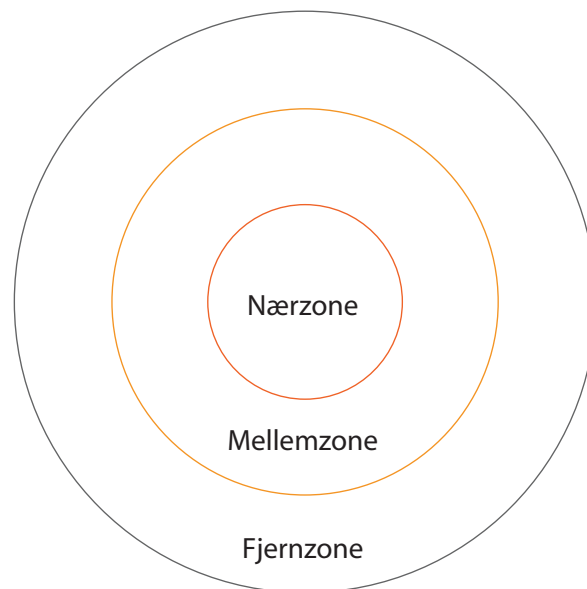
Øverst: Møllevinger og højspændingsledninger, som visuelt befinder sig på samme linie, giver et forstyrrende udtryk og har en uheldig påvirkning på den samlede landskabsoplevelse (Visualisering: Birk Nielsen).

Nederst: Et klart hieraki minimerer det uheldige samspil mellem vindmøller og højspændingsledninger, og tilstedeværelsen af de tekniske elementer opleves som mere ordnet i forhold til det omgivende landskab. (Visualisering: Birk Nielsen)

Konsekvenszoner

Store vindmøller har stor visuel indflydelse på deres omgivelser og kan ses på stor afstand. Vindmøllernes påvirkning af landskabet aftager dog gradvist i forhold til afstanden. Zonegrænser er derfor et nyttigt redskab til at vurdere de landskabelige konsekvenser ved opstilling af store vindmøller. Der arbejdes med følgende konsekvenszoner:

Nærzone
Mellemzone
Fjernzone



Vindmøllernes indvirkning på landskabet vurderes i forhold til tre overordnede afstandszoner. Nærzonen, hvor vindmøllerne er klart dominerende. Mellemzonen, hvor vindmøllerne optræder på lige fod med andre landskabselementer. Fjernzonen, hvor vindmøllerne ikke i væsentlig grad påvirker oplevelsen af landskabet. (Illustration: Birk Nielsen)

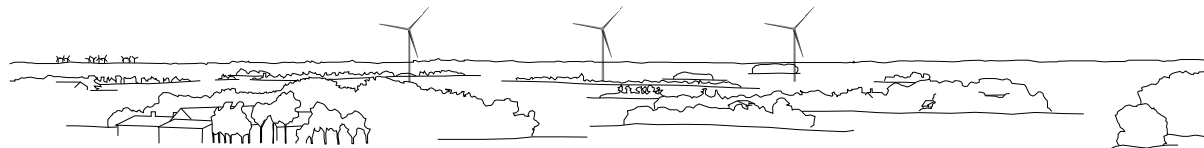


Vindmøller i nærzone (Visualisering: Birk Nielsen)

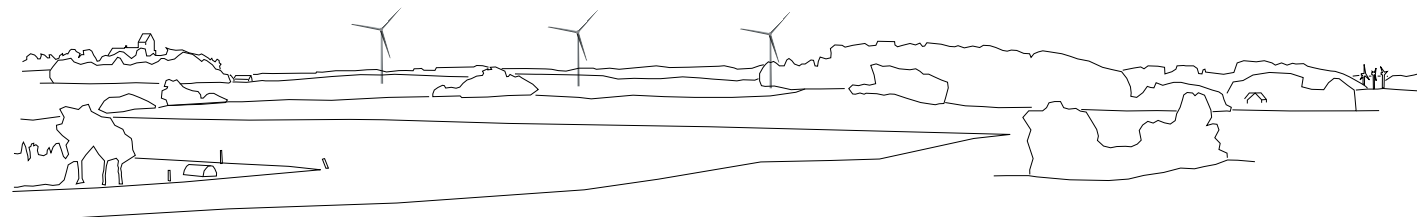
Nærzonen er defineret som det område, hvor vindmøllerne er det dominerende element i landskabsbilledet og deres proportioner tydeligt overgår andre landskabselementer. Rotationen vil medvirke til at øge vindmøllernes synlighed.



*Eksempel på nærzonesituation. Afstand til nærmeste mølle omkring 0,7 km.
(Visualisering: Birk Nielsen)*



Slettelandskab, afstand 3 km

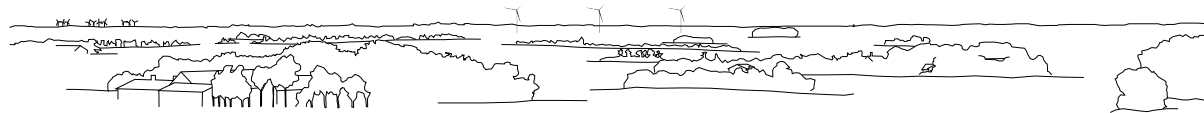


*Morænelandskab, afstand 3 km
(Illustrationer: Birk Nielsen)*

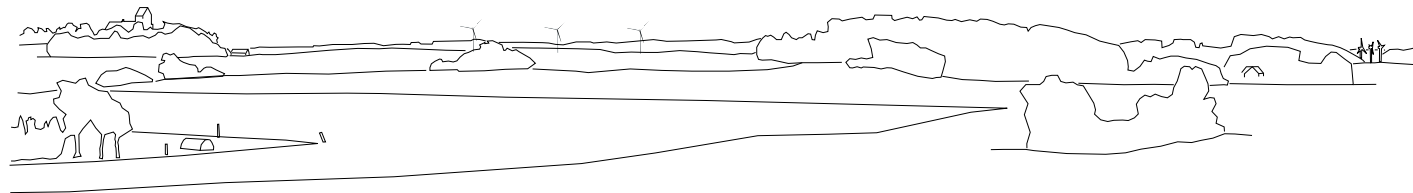
Mellemzonen er defineret som det område, hvor vindmøllerne er fremtrædende elementer i landskabet, men der er en skalamæssig balance med de øvrige landskabselementer. Møllernes tilstedeværelse transformerer omgivelserne til et møllelandskab, da møllernes størrelse fortsat tydeligt fornemmes, og rotationen af vingerne fortsat fanger opmærksomheden.



Eksempel på mellemzonestituation. Afstand til nærmeste mølle omkring 5,3 km.
(Visualisering: Birk Nielsen)



Slettelandskab, afstand 7 km

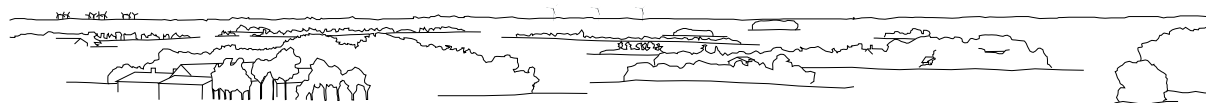


Morænelandskab, afstand 7 km
(Illustrationer: Birk Nielsen)

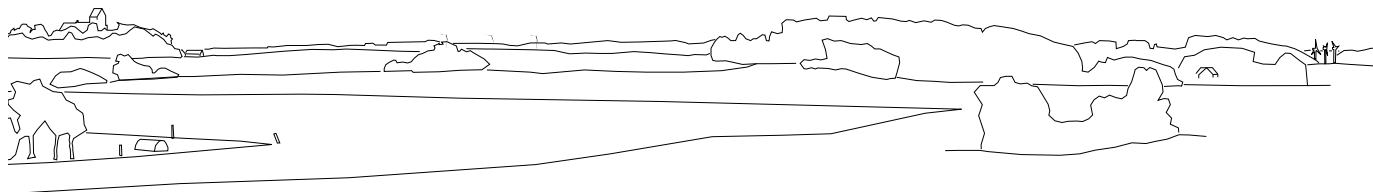
Fjernzonen er defineret som det område, hvor vindmøllerne fortsat er synlige i landskabet, men de er underlagt andre, mere dominerende landskabselementer og påvirker ikke landskabsoplevelsen i væsentlig grad.

Både mindre og større klynger af vindmøller fremstår som samlede enheder på denne afstand. I områder med mange vindmøller er de med til at sætte deres præg på det overordnede landskab, men uden at tage opmærksomheden fra andre mere fremtrædende landskabselementer. På denne afstand har rotationen ikke længere nogen påvirkning af møllernes synlighed.

*Eksempel på fjernzonesituation.
Afstand til nærmeste mølle
omkring 10,1 km.
(Visualisering: Birk Nielsen)*



Slettelandskab, afstand 13 km

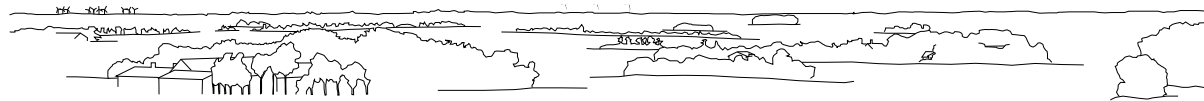


*Morænelandskab, afstand 13 km
(Illustrationer: Birk Nielsen)*

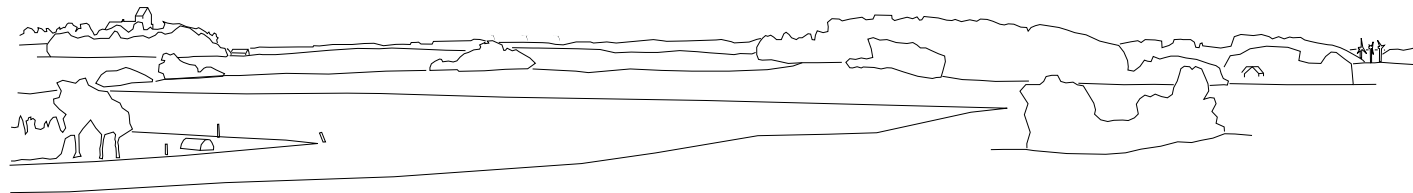
Synligheden mindskes yderligere væsentligt udover fjernzonen, hvor møllerne ikke længere kan adskilles fra andre landskabselementer, og indgår som en udefinerbar del af baggrunden. Fjernzonens yderste grænse er den afstand, hvor vindmøllerne selv under optimale forhold ikke længere påvirker landskabsoplevelsen.



Eksempel på ydre fjernzonesituation. Afstand til nærmeste mølle omkring 16,3 km. (Visualisering: Birk Nielsen)



Slettelandskab, afstand 18 km



Morænelandskab, afstand 18 km
(Illustrationer: Birk Nielsen)

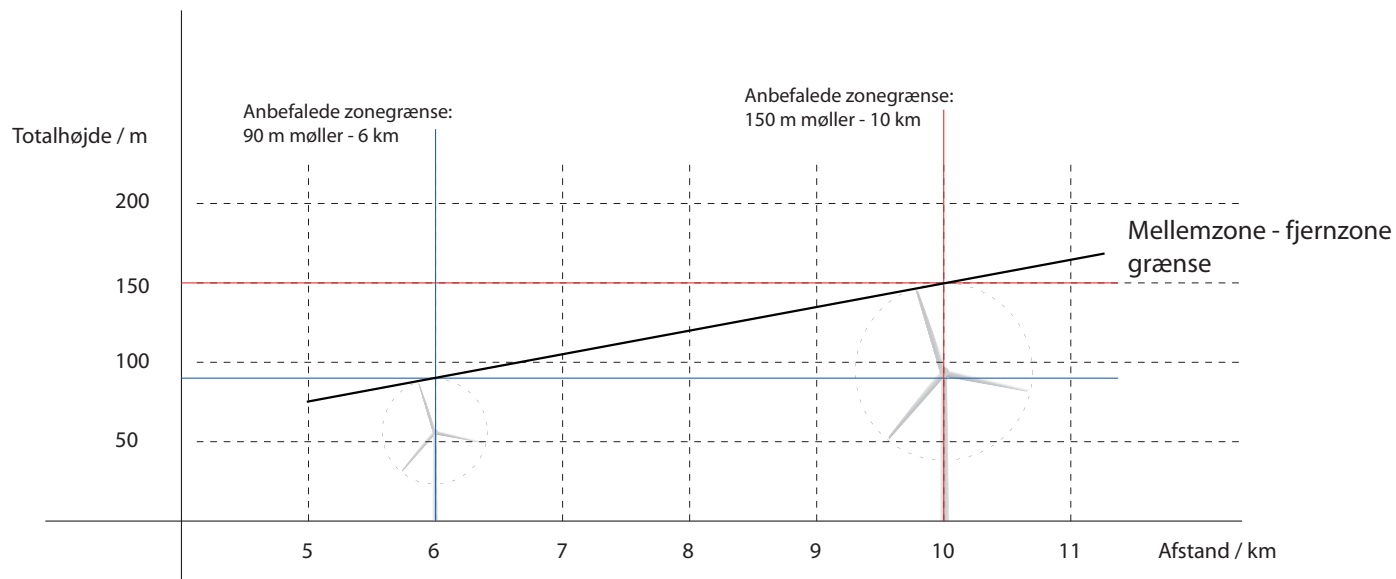
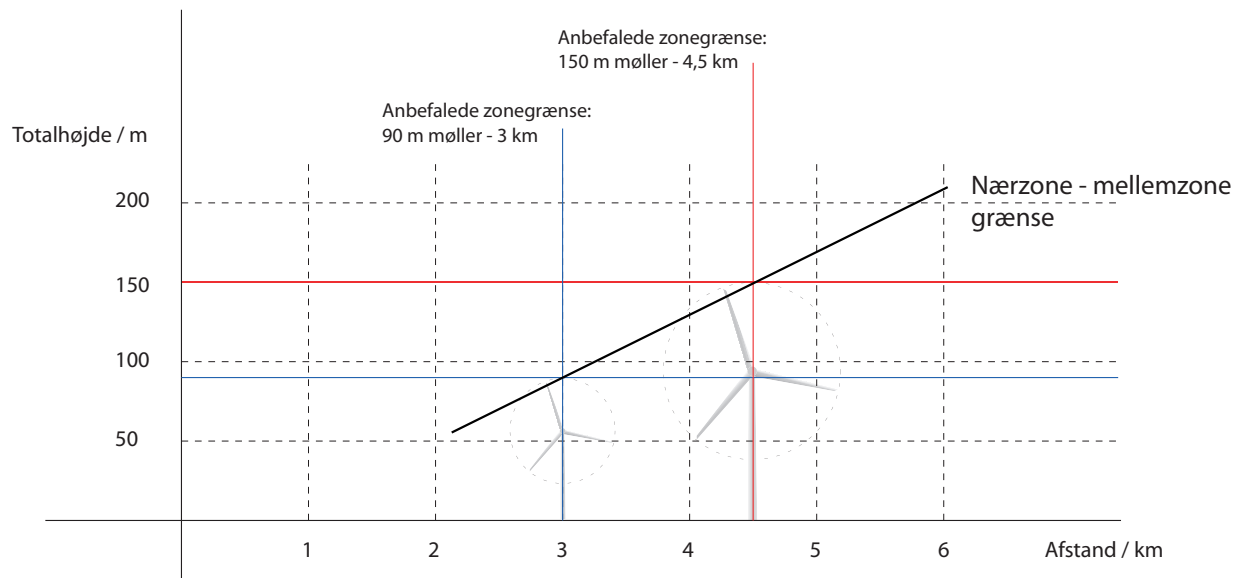
Zonegrænserne er fastlagt uafhængigt af den enkelte landskabstype, idet zonerne afspejler vindmøllernes skalamæssige relation til andre landskabselementer på forskellig afstand. Hvor sammensætningen og tætheden af disse landskabselementer således veksler meget i de forskellige landskabstyper, ændrer det skalamæssige samspil med vindmøllerne sig ikke væsentligt.

For en 150 m høj vindmølle anbefales det at arbejde med følgende konsekvenszoner:

Nærzone: 0-4½ km
 Mellemzone: 4½-10 km
 Fjernzone: 10 - 16 km

Grænsen for hvornår de 150 meter høje møller begynder at blive svære at skelne og optræder som en udefinerbar del af baggrunden vurderes til at være omkring 16 km. Dette begrundes primært i øjets evne til at skelne og identificere genstande indenfor små synsvinkler, samt i vindmøllernes slanke proportioner i forhold til deres højde.

Zonegrænserne hænger tæt sammen med størrelsen på vindmøllerne. Højere møller er synlige længere væk, og konsekvenszonerne for eksempelvis 100-125 meter høje møller vil således være mindre end for 150 meter høje vindmøller. Det er relevant at have retningslinier for zonegrænser for forskellige møllehøjder. Der er tidligere lavet lignende undersøgelser af zonegrænser for 90 m (Hasløv og Kjærsgaard, (1996) b). Ved at sammenligne tidligere vurderinger for 90 m høje møller med vurderinger for 150 m høje møller, kan man opstille en vejledende graf, hvor en anbefaling af zonegrænser afhængigt af møllehøjde kan aflæses.



Når vindmøllens størrelse ændrer sig, ændrer konsekvenszonerne sig også. Afhængigt af møllens totalhøjde kan den anbefalede grænse for henholdsvis nærzone-mellemzone (øverst) og mellemzone-fjernzone (nederst) aflæses af kurverne.

Maksimal synlighed

Den maksimale synlighed af høje vindmøller er ikke kun betinget af jordens krumning, men også af terrænforhold og landskabselementer, betragtningspunktets og vindmøllens indbyrdes højde i terræn, af sigtbarheden, vindmøllens farve, proportioner og udseende, samt af den maksimale synsevne under optimale betingelser.

Afstanden i forhold til vindmøllens proportioner
Der findes varierende bud på øjets evne til at skelne små genstande, og der savnes mere præcise antagelser og definitioner for genstande set på store afstande. Som udgangspunkt findes der tre forskellige tærskelværdier for synsevnen:

Den mindste synsvinkel som gør det muligt at skelne et punkt.

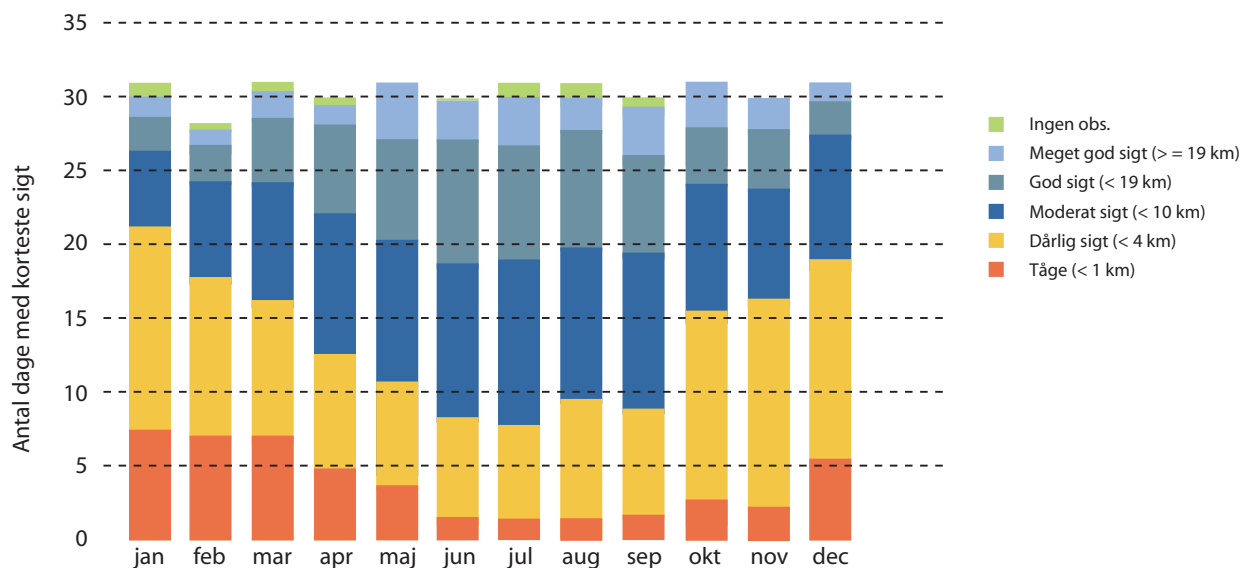
Den mindste synsvinkel som gør det muligt at skelne imellem to linier eller punkter (uden at de smelter sammen).

Den mindste synsvinkel som gør det muligt at genkende og identificere en genstand.

Der viser sig et sammenfald mellem konsekvenszonerne og øjets evne til at skelne og identificere genstande på stor afstand. Vindmøllernes proportioner med forholdsvis slanke tårne og vinger betyder således, at de i fjernzonen begynder at blive for små til at kunne ses tydeligt, men i stedet fremtræder som mere ubestemmelige punkter og streger.

Sigtbarhed

Densiteten af partikler i luften bevirker, selv under optimale forhold, en nedsat synlighed på store afstande. Den maksimale synlighed over hav under optimale betingelser angives til at være 55



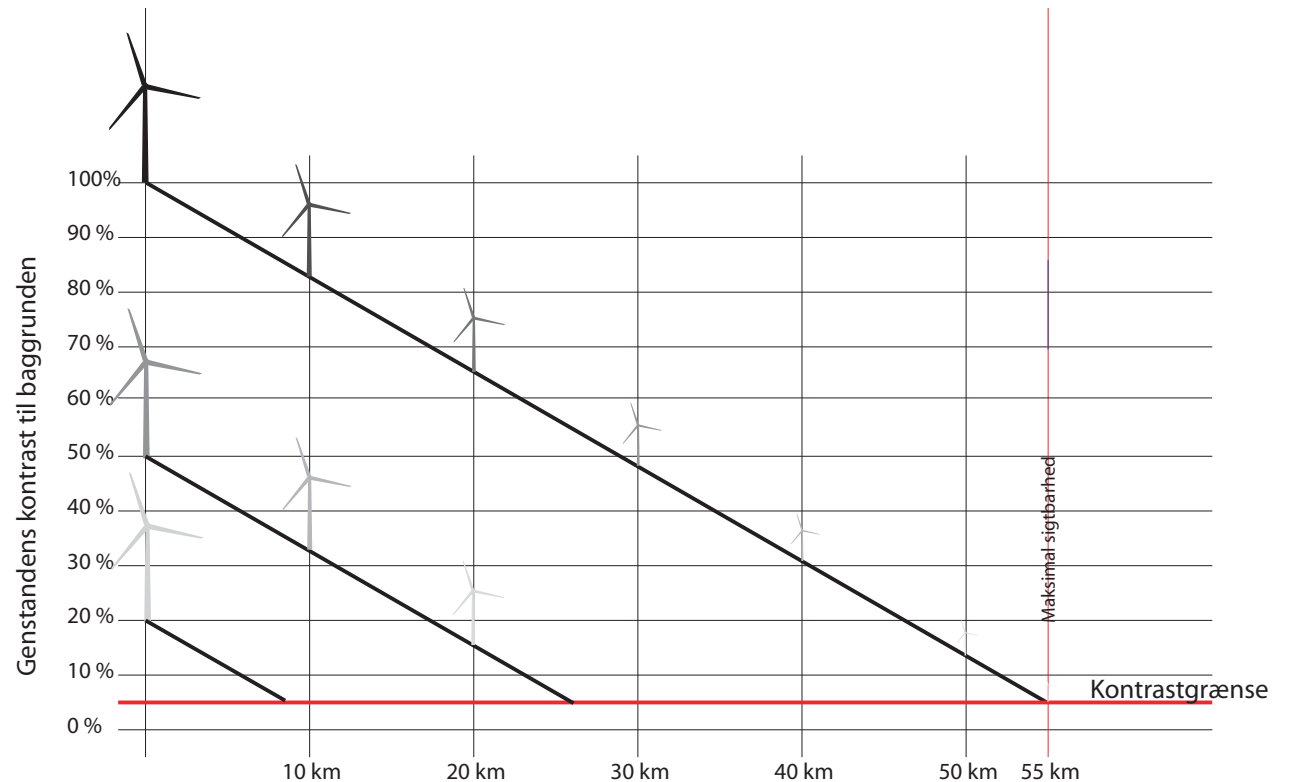
Eksempel på sigtbarhedsstatistik, her for Østersøen. Det ses, at sigtbarheden er nedsat eller væsentlig nedsat de fleste dage af året. De angivne afstande er kun vejledende; der tages forbehold for, at sigtbarheden kan variere fra område til område, og at sigtbarheden over land generelt er lavere end over vand. (Kilde: DMI, 2007)

km (Hasløv og Kjærsgaard, (1996) b). De skiftende vejrforhold betyder imidlertid, at der de fleste dage om året vil være delvis eller væsentlig ned-sat sigtbarhed. Ifølge sigtbarhedsstatistikker for Vesterhavet, Kattegat og Østersøen (DMI, 2007) kan en sigtbarhed på over 19 km kun opleves få dage om året. Sigtheden over land er desuden ofte dårligere end over havet.

Ifølge definitionen af sigtbarhed vil synligheden af en genstand ved en given sigtbarhed desuden være afhængig af kontrastvirkningen mod baggrunden (himlen), og dermed afhængig af lysforholdene samt genstandens farve.

På større afstande end den angivne sigtbarhed vil kontrasten af genstanden i forhold til baggrunden være reduceret så meget (mindre end 5%), at øjet ikke længere kan skelne imellem genstanden og baggrunden. Dette forhold tager udgangspunkt i en situation, hvor genstanden på nært hold har en 100% kontrast til baggrunden (IALA, 1970).

I praksis vil denne situation kun forekomme i direkte modlys, hvor genstanden danner silhuet mod baggrunden, eller i direkte medlys mod en mørk himmel. Under andre lysforhold vil genstanden som udgangspunkt have en lavere kontrast i forhold til baggrunden og derved have reduceret synlighed. Vindmøller, der er malet i grå nuancer med lave glanstal, fremtræder derfor væsentligt reduceret på stor afstand under normale lysforhold, selvom sigtbarheden er stor.



Graf over atmosfæriske partiklers påvirkning af synlighed over afstand. Med en kontrast mellem genstand og baggrund på mindre end 5 % (rød linie) kan øjet ikke længere opfatte genstanden. (Illustration: Birk Nielsen)

Møllevingernes rotation

Når møllevingerne bevæger sig ændres den visuelle påvirkning.

Generelt er elementer i bevægelse mere synlige end elementer der står stille, da bevægelsen 'fanger øjet'. Synligheden er dog afhængig af bevægelsens karakter; hurtige bevægelser er mere distraherende for synsopfattelsen end langsomme. Det er en væsentlig faktor for store vindmøller, som på grund af den store rotordiameter har en langsommere omdrejningshastighed end mindre vindmøller. En 3,6 MW mølle med en totalhøjde på op mod 150 m har en nominel omdrejningshastighed på omkring 15 runder per minut, hvilket for beskueren opleves som en langsom bevægelse (EMD). Vingernes bevægelse har derfor kun en begrænset indflydelse på møllernes synlighed.

Elementer i det omgivende miljø kan også have betydning i denne sammenhæng. Andre bevægelser i forgrund og mellemgrund, især fra trafikalelementer, tiltrækker også beskuerens opmærksomhed. Træer, flag og lignende der blafrer i vinden,

og luftens flimren fra opstigende varme, kan ligeledes være med til at nedsætte den synsmæssige påvirkning fra møllevingernes rotation.

Det er ikke teknisk muligt at lave præcise visualiseringer, der både kan vise møllevinger og andre landskabselementer i bevægelse på samme tid. Visualiseringer af møllevinger i rotation med fast baggrund kan dog give et tilnærmet bud på den visuelle påvirkning af landskabsoplevelsen.

Der er udarbejdet 2D-animationer til brug for konsekvenszone vurderingerne, og disse peger på, at den langsomme rotation fra store vindmøller ikke har væsentlig indflydelse på synligheden af møllerne. Særligt på kortere afstande ses rotationen tydeligt, men da bevægelsen er langsom, er det fortrinsvis møllens tilstedeværelse i sig selv der virker dominerende. På længere afstande bliver rotationen sværere at opfatte og bliver efterhånden til en svagt flimrende bevægelse i horisonten, som ikke har betydning for vindmøllernes synlighed.

Belysning

Af hensyn til fysikkerheden skal vindmøller på 100 – 150 meters højde afmærkes med fast, lavintensivt rødt lys med en lysstyrke på minimum 10 candela. I særlige tilfælde skal vindmøller herudover afmærkes med blinkende, middel intensivt hvidt lys med en lysstyrke på minimum 2000 candela (Statens Luftfartsvæsen, 2005).

I forhold til det faste røde lys bliver der i praksis monteret en lyskilde på 30 candela for at sikre, at lyskilden altid kan opfylde minimumskravet. Lysafmærkningen bliver placeret med en vandret afskærmning, så lyspåvirkningen under navhøjden bliver reduceret. En lyskilde på 10 – 30 candela vil opleves som en klar rød lampe, svarende til baglygterne på en bil, på afstande op til 1½ km, mens den på afstande over 1½ km vil opleves som svag og vil ikke have nogen væsentlig synlighed. På afstande over 3 km vil det være

Landskabets sårbarhed

De forskellige beskyttelsesinteresser kan overvejende opdeles i tre grupper: Beskyttelse af arter og naturtyper, beskyttelse af kulturhistoriske spor i landskabet og beskyttelse af særlige, oftest geologiske landskabstræk. Hvor beskyttelsen af de enkelte landskabselementer som regel kan placeres entydigt indenfor én af ovennævnte kategorier, vil udpegningen af større landskabelige sammenhænge typisk repræsentere en kombination af disse beskyttelsesinteresser. Sårbarheden overfor placeringen af vindmøller varierer således også ud fra en snæver betragtning af de forskellige beskyttelsesinteresser og udpegningskriterier som ligger til grund for den enkelte udpegning. Et isoleret ønske om at beskytte arter eller naturtyper godtgør ikke i sig selv at et område er særligt sårbart overfor placering af vindmøller, men det kan en betragtning om den forventede naturoplevelse derimod gøre.

Generelt er det dog ikke operationelt eller ønskeligt at opstille beskyttelseszoner eller et absolut forbud mod opstilling af vindmøller i relation til de beskyttede områder og landskabselementer. I stedet anbefales det at der foretages en konkret vurdering i hver enkelt situation.

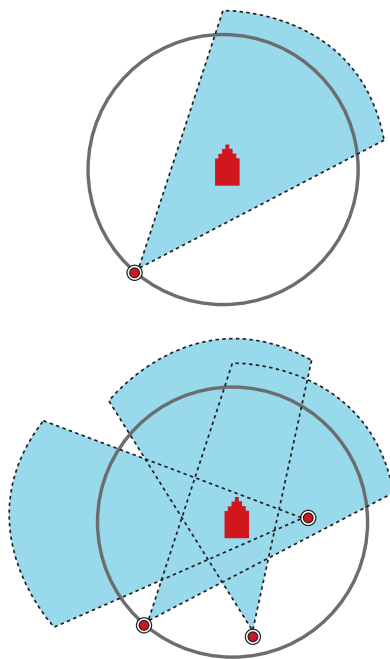
Landskabeligt samspil

Landskabets sårbarhed ved opstilling af vindmøller må vurderes ud fra samspillet med vindmøllen i den landskabelige kontekst. Ved en landskabelig analyse afdækkes de prioriterede betragtningsskæbninger, hvorfra vindmøllen vurderes at kunne have et uheldigt landskabeligt samspil med de beskyttede interesser. Disse prioriterede betragtningsskæbninger omfatter strategiske punkter i landskabet såsom steder hvor mange mennesker normalt færdes, fra samlede bebyggelser og særlige udflugtsmål.

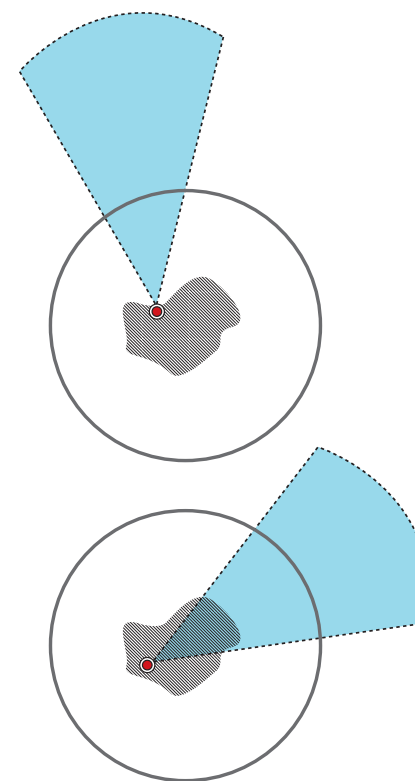
Et beskyttet landskabskæbning kan i sig selv også optræde som særligt udflugtsmål, men set herfra vil det være vindmøllen oplevet i relation til det omkringliggende landskabs sårbarhed, som der må vurderes på.

Relationen mellem landskabet eller landskabskæbning og vindmøllen må således vurderes i hvert enkelt tilfælde ud fra prioriterede betragtningsskæbninger, samt beskrives og prioriteres i forhold til de enkelte beskyttelsesinteresser og udpegningskriterier. Denne vurdering må herefter indgå i beskrivelsen af den landskabelige påvirkning, samt i den samlede afvejning af projektets fordele og ulemper.

Samspil med landskabskæbning.
Afstandsbetingede bufferzoner omkring landskabelige elementer eller særlige naturområder tager ikke hensyn til, at den landskabelige kontekst set fra et prioriteret betragtningsskæbning (rød prik), ikke nødvendigvis medfører et uheldigt landskabeligt samspil. Det er i mange tilfælde muligt at placere vindmøller i nærheden af et særligt landskabskæbning. Det gælder både for ét væsentligt standpunkt (øverst) og ved flere væsentlige standpunkter (nederst).
(Illustrationer: Birk Nielsen)



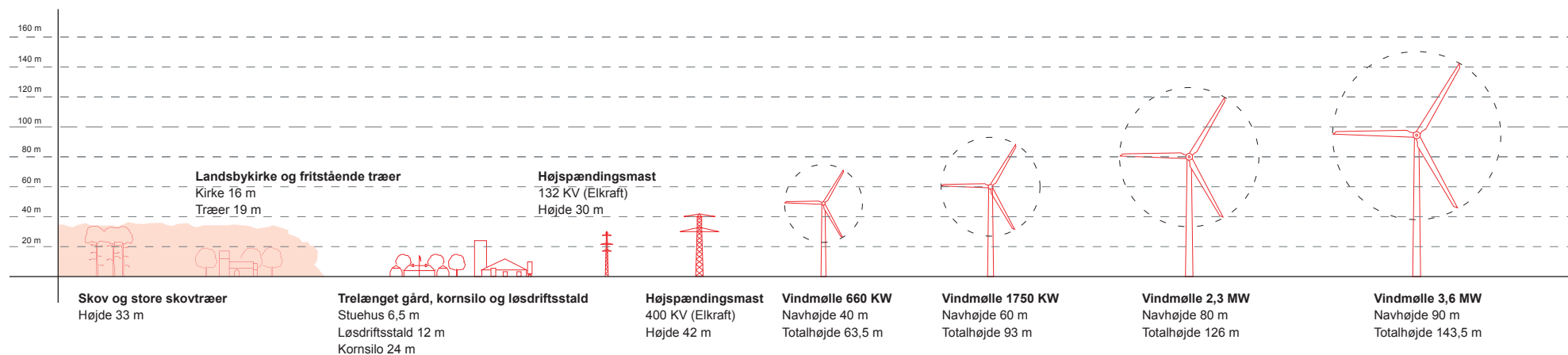
Samspil med landskabsområde.
Øverst: Fra standpunkter i udkanten af et landskabeligt værdifuldt område er det ikke muligt at opfatte samspillet mellem selve området og det omgivende landskab.
Nederst: Fra prioriterede standpunkter i selve området kan placering af vindmøller tæt på områdets afgrænsning risikere at medføre et uheldigt landskabeligt samspil, men kun hvis de befinder sig indenfor synsfeltet. Et større område med flere standpunkter øger dog sandsynligheden for landskabelige konflikter med vindmøller.
(Illustrationer: Birk Nielsen)



Landskabelementer

Vindmøllernes enorme skala er dominerende i forhold til kulturhistoriske og geologiske elementer, hvis de befinder sig i nærheden af vindmøllen.

Mange af disse elementer fungerer som fremtrædende punkter i landskabet, både 'naturlige' orienteringspunkter som bakketoppe, eller større kulturhistoriske elementer som eksempelvis kirker. Store vindmøller ændrer på de øvrige elementers samspil med landskabet, fordi møllerne i sig selv bliver de dominerende orienteringspunkter. Det er derfor vigtigt at være opmærksom samspillet mellem store møller og eksisterende kulturhistoriske og geologiske elementer i landskabet.



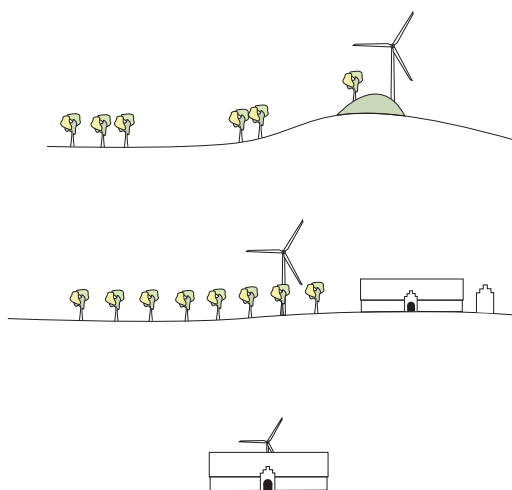
Snit, 1:2000 (Illustration: Birk Nielsen)

Kulturhistoriske elementer

Typiske kulturhistoriske elementer er gravhøje, kirker, herregårde og slotte, landsbyer, diger og volde, fyrtårne samt gamle vindmøller.

Eksempler på elementer som er meget synlige i landskabet, er højtliggende kirker og gravhøje, der fungerer som orienteringspunkter i landskabet. Der findes eksempler på mindre heldige placeringer af vindmøller, hvor vindmøllerne tager fokus fra de sårbare elementer. Herregårds- og slotsbygninger er ligeledes ofte markante med de langstrakte alléer og store bygningsfri arealer i landskabet. Her skal man være opmærksom på, om vindmøllens rotor kan ses over bygningstagene fra blandt andet parker og gårdsplads/borggård, da dette kan forstyrre indtrykket af de enkelte bygninger. Landsbyens særlige karakter i landskabet er den overskuelige og afgrænsede bebyggelse i det åbne land. Bebyggelsen er lav, og kirken er som regel det højeste element. Landsbyens afgrænsede og lave karakter bør ikke forstyrres af vindmøller, som skalamæssigt vil tage fokus fra landsbyen. En placering af møller i kort afstand til bygrænsen kan ligeledes være uhensigtsmæssig, da møllerne betragtes som en del af bebyggelsen. Vindmølleparker bør opfattes som en selvstændig enhed uden relation til landsbyen, og placeret med god afstand til denne.

Diger og voldanlæg er mindre markante i landskabet på grund af deres beskedne højde.



Eksempler på uheldig samspil mellem vindmøller og historiske elementer.

Øverst: Vindmølle bag gravhøj.

Midt: Vindmølle, som forstyrrer samspil mellem allé og slot/herregård.

Nederst: Vindmølle bag historisk bygning

(Illustrationer: Birk Nielsen)



Unikt og sårbart herregårdslandskab med forskellige elementer som hovedbygning, allé, kirke, avlsgård og arbejderhuse (Engelsholm Slot, Foto: Birk Nielsen)



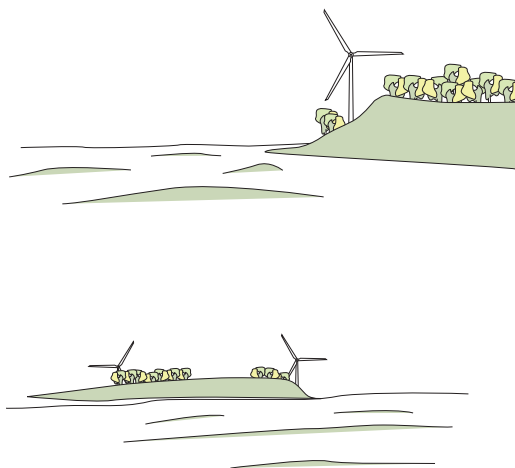
Det særlige miljø omkring fyrtårne er sårbart overfor vindmølleplaceringer

Geologiske landskabselementer

Typiske geologiske landskabselementer er eksempelvis hatbakker, fladbakker, åse, randmoræner og oprindelige kystskrænter.

Særligt åse, fladbakker eller hatbakker, der står åbent placeret i landskabet, har en markant synlighed i et fladt terræn. Dette har stor betydning for den måde, hvorpå landskabet opleves. Disse landskabselementer er i mange tilfælde ikke omfattet af en fredning, men kan have lokal og undertiden også national betydning i landskabet, f.eks. hatbakkerne på Sydlangeland eller Skuldelev Ås.

I en større landskabelige sammenhæng er kulturhistoriske og geologiske elementer små enheder, som først og fremmest har lokal betydning. Samspillet med store vindmøller er derfor mindre relevant i mellem- og fjernzone, hvor det typisk kun er møllerne, som er synlige. Det er derfor primært i nærzonen, at det er vigtigt at belyse det potentielle samspil mellem landskabselementer og vindmøller. Der kan dog altid være særlige tilfælde hvor det er ønskeligt, at eksempelvis kirker og herregårde/slotte kan opfattes uforstyrret i landskabet fra relevante betragtningspunkter.



Eksempler på uheldig samspil mellem vindmøller og geologiske elementer.

Øverst: Vindmølle bag kystskrænt / historisk kystskrænt.

Nederst: Vindmøller bag hatbakke

(Illustration: Birk Nielsen)



Oprindelig kystskrænt



Hatbakke med kirke



Fladbakke

Fotos: Birk Nielsen

Beskyttede naturtyper

I henhold til §3 i naturbeskyttelsesloven er der udpeget en række naturtyper, som skal beskyttes. Det omhandler søer, vandløb, heder, moser, strandenge, strandsumpe, ferske enge og overdrev (Skov- og Naturstyrelsen, 1993).

De beskyttede naturområder bør fremstå homogent og uforstyrrede fra prioriterede betragtningsspunkter. De steder, hvorfra landskabet eller den beskyttede naturtype kan opleves i samspil med vindmøllerne, såvel i indsyn til, som i udsyn fra området, skal analyseres og beskrives, primært ved visualiseringer eller besigtigelser. Beskrivelsen og vurderingen af vindmøllens samspil med det udpegede landskab eller beskyttede naturtype bør ske med udgangspunkt i beskyttelseskriterier og udpegningskriterier for det pågældende område.

§3-områderne findes mange steder i landskabet med både større og mindre arealmæssig udbredelse og i mange landskabssituationer. Det er primært i nærzonen, at det er vigtigt at belyse det potentielle samspil mellem §3-områder og vindmøller. De beskyttede naturtyper kan dog også optræde i større landskabelige sammenhænge, for eksempel som en del af udpegningen af værdifulde landskaber.



Overdrev

Regionale landskabsudpegninger

Regionplanerne udpeger landskabelige interesseområder, heriblandt potentielle områder til naturgenopretning såsom lavbundsområder, samt værdifulde og bevaringsværdige landskaber. Dette sker ud fra stillingtagen til deres landskabelige værdier, hvori også kan indgå uforstyrrelighed.

Udpegningen giver en række anbefalinger for, hvilke landskabelige indgreb der anses for acceptable eller uacceptable, med udgangspunkt i at de værdifulde landskaber bør fremstå homogent og uforstyrrede fra prioriterede betragtningssteder. Fra disse prioriterede punkter bør samspillet mellem vindmøller og landskab derfor belyses.

De værdifulde landskaber er typisk større, sammenhængende områder, og det er relevant at være opmærksom på betydningen af samspillet mellem møller og landskab i både nær- mellemzonen. I særlige situationer kan det være relevant at analysere for prioriterede betragtningspunkter ud over grænsen til fjerzonen.

Et landskabs karakter af uforstyrrelighed have særlig betydning i forhold til en opstilling af store vindmøller. Det vurderes, at store vindmøller på op til 150 meter har en visuel påvirkning af landskabet på afstande op til 16 km. Der findes ikke en opdateret kortlægning af værdifulde landskaber, og man må derfor i dag forholde sig til regionplanernes analyser og udpegninger.

En fremtidig analyse af landskabet efter landskabskaraktermetoden, som er beskrevet i en kommende vejledning fra Skov- og Naturstyrelsen, vil give et mere dækkende billede af landets værdifulde landskaber.



*Regionplanerne indeholder udpegningerne af blandet værdifulde landskaber og kulturmiljøer.
(Kilde: Nordjyllands Amt, 2005)*

Nationalparker

Der forventes vedtaget en lov om nationalparker til foråret 2007, hvorefter miljøministeren i første omgang vil udvælge 1-3 områder som mulige nationalparker. Udvælgelsen vil ske blandt de pilot- og undersøgelsesprojekter, hvor man lokalt har diskuteret et forslag til nationalpark. Den eller de første danske nationalparker forventes endelig oprettet i løbet af 2008.

Det er forudsat i lovforslaget, at en nationalpark vil omfatte større sammenhængende områder og landskaber af national og international betydning. En nationalpark kan indeholde landarealer, ferske vande og områder på havet.

Det er endvidere forudsat, at oprettelsen af en nationalpark skal medvirke til afgørende at styrke og udvikle naturværdierne, herunder at sikre og skabe større sammenhængende naturområder og landskaber. Der kan samtidig ske en styrkelse af en række andre formål, herunder at fremme befolkningens muligheder for friluftsliv samt natur- og landskabsoplevelser.

Placeringen af vindmøller i nationalparker vil skulle ske under hensyntagen til formålet og udpegningsgrundlaget for den enkelte nationalpark. Dette formål vil være forskelligt, afhængigt af områdets karakter. Det vil generelt blive en opgave for den enkelte nationalpark at etablere større sammenhængende områder, der vil være unikke for den enkelte nationalpark, og hvor formålet er at bevare og styrke de naturmæssige og landskabelige værdier. Den enkelte nationalpark kan desuden have 'kerneområder', hvor der skal tages særlige hensyn ved placering af vindmøller. Lovforslaget giver ministeren mulighed for i forbindelse med oprettelsen af den enkelte nationalpark at fastsætte regler om begrænsning af kompetencen til planlægning efter planloven for at sikre, at der for eksempel ikke etableres anlæg såsom vindmøller, hvis det er i strid med formålet med nationalparken (Skov- og Naturstyrelsen).



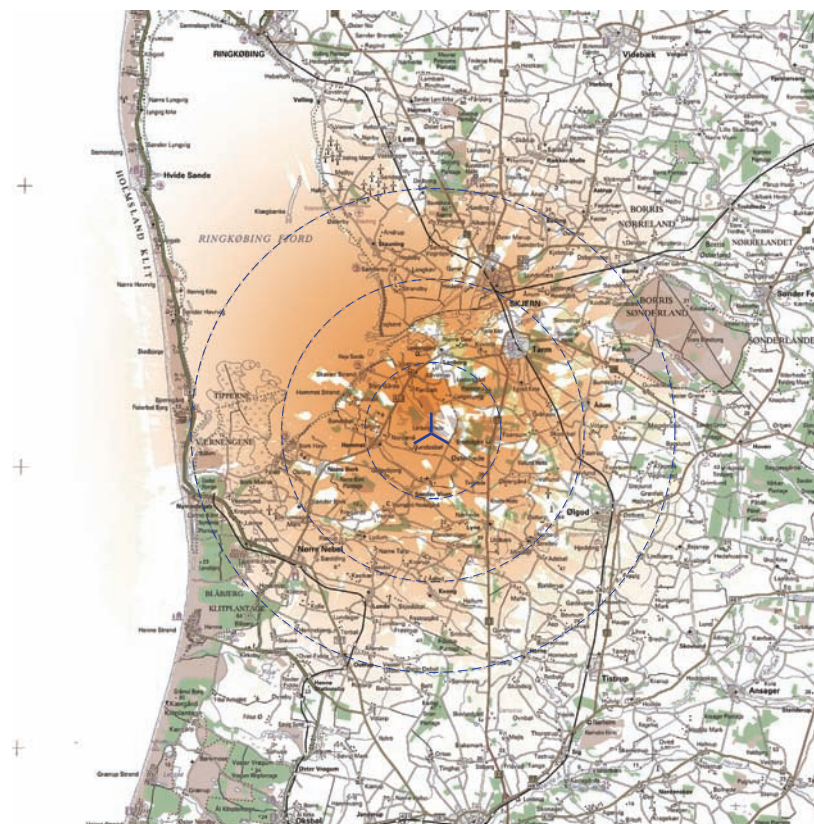
De 7 oprindelige forslag til danske nationalparker.
(Den Nationale Følgegruppe, 2006)

Synlighedsanalyse

En synlighedsanalyse kan bruges til at vise udstrækningen af en eller flere vindmøllers synlighed i et givent landskab. Den er et redskab til at forstå og vurdere hvilke dele af landskabet, som vindmøllen potentielt vil påvirke. Synlighedsanalysen baserer sig på en binær værdianalyse, hvor vindmøllerne ud fra computerberegninger klassificeres som enten synlige eller ikke synlige. Synlighedsanalysen er i princippet en simpel geometrisk, vektor-baseret beregning af sigteliniernes skæringspunkter med terræn og synsmæssigt blokerende elementer, set i forhold til en given øjenhøjde over terræn.

Synlighedsanalyser er baseret på en digital terrænmodel, som indregner vindmøllens og betragtningens placering i forhold til terræn, ligesom synlighedens afhængighed af jordens krumning er en del af beregningen. Landskabselementer har væsentlig betydning for synligheden. Den her viste analyse bruger tilgængelige GIS-data over skovområder og bygningsmasse som en del af beregningsgrundlaget. Disse data giver ikke mulighed for at differentiere og tage hensyn til varierende højder og gennemsigtighed indenfor zonerne. Der beregnes derfor på en 'worst case' situation, da det vurderes, at skov og by sjældent er lavere end de anslåede værdier, men derimod sagtens kan være højere. Skovområder behandles som homogene, ugenomsigtige zoner, og fastsættes til en højde på 15 m. Bygningsmasserne fastsættes til en højde på 6 m.


Resultatet af synlighedsanalysen kræver som udgangspunkt et vist abstraktionsniveau. Den tager



Eksempel på synlighedsanalyse, 1:500.000
(Udført i Windpro af Birk Nielsen)

Lønborg Hede:
8 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150m

 Mølleområde

 Zonegrænser:
4,5 km
10 km
16 km

 Mølleårn og vinger synlige

 Kun vinger synlige

for eksempel ikke hensyn til den væsentlige påvirkning af synligheden fra mindre landskabselementer som for eksempel læhegn og klynger af beplantning, der dog har en reduceret betydning efter løvfald, ligesom bymæssige områder generelt er meget ugenomsigtige zoner med meget beplantning og andre byelementer.

Den rå, ubearbejdede synlighedsanalyse med en ensfarvet kortsignatur, der udelukkende skelner mellem om vindmøllen er synlig eller ej, giver desuden et overdrevet indtryk af vindmøllernes visuelle påvirkning. Det er således ikke ligegyldigt om man kan se hele vindmøllen eller kun den øverste vingetip, ligesom der er væsentlig forskel på om

vindmøllen opleves tæt på eller langt fra, jf. konsekvenszonedefinitionerne. Kortsignaturen for de områder hvorfra vindmøllerne kan ses bør derfor differentieres i forhold til afstanden til vindmøllerne, samt hvor meget af vindmøllen der er synlig.

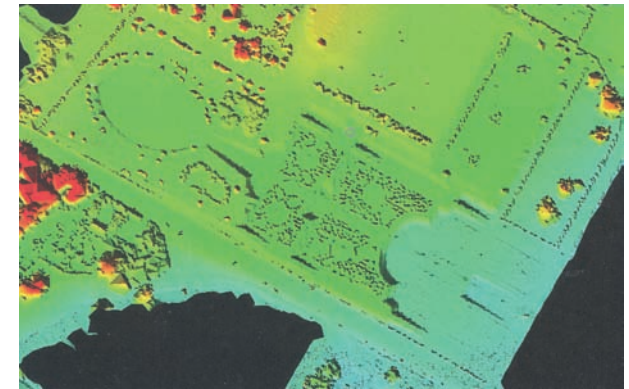
En metode til en synlighedsanalyse bør opfylde følgende kriterier:

- Den bør illustrere aftagende visuel påvirkning i forhold til afstanden mellem betragtningspunktet og vindmøllen.
- Ved valg af højder på skærmende landskabselementer som skov og by bør den anvende minimumshøjder for at illustrere en 'worst case' situation (for det her anvendte datagrundlag).
- Den bør være forholdsvis enkel at udføre med tilgængelig software, data og IT-kapacitet.

Synlighedsanalysen giver planlæggere, myndigheder og borgere et redskab til at forstå og vurdere hvilke dele af landskabet, som potentielt vil påvirkes af en vindmølleopstilling. Den kan derfor være et nyttigt redskab til udvælgelse af fotostandpunkter, og dermed kan den med fordel bruges under forundersøgelser og udarbejdelse af VVM-redegørelser. Synlighedsanalysen kan også bruges som et supplement til andre synlighedsredskaber,

særligt visualiseringer. Visualiseringer er udvalgte nedslag, og de tegner derfor ikke et samlet billede af den landskabelige påvirkning. Ved en sammenligning med resultaterne af en synlighedsanalyse, kan man få en lidt mere nuanceret vurdering af den landskabelige påvirkning, som for eksempel kan bruges til at illustrere påvirkningen i fjernzonen. Man skal huske på, at synlighedsanalysen som udgangspunkt viser en 'worst case' situation, og bør derfor være forsigtig med at bruge den som argument i en offentligheds- og debatfase.

Synlighedsanalysens anvendelsesmuligheder er meget afhængig af præcisionen i de data, der danner grundlag for beregningen. I takt med den teknologiske udvikling vil synlighedsanalysernes præcision øges. Man kan således forvente et mere detaljeret datagrundlag i fremtiden, der dog tilsvarende kræver større datakapacitet. Der findes f.eks. såkaldte digitale overflademodeller, som er en laserscanning af både terræn, bevoksning og bygninger på et detaljeret niveau. En anvendelse af et sådant datagrundlag vil give synlighedsanalyser en præcision, der i højere grad afspejler en reel synlighed end en worst case situation. Håndtering af sådanne data kræver dog væsentlig større datakapacitet end den ovenfor skitserede metode, og er både tidskrævende og kostbar.



Nye datatyper kan være med til at forbedre præcisionen af synlighedsanalysen. Her et eksempel på en digital overflademodel. (Illustration: Scankort)

Harmoniforhold

Det størrelsesmæssige forhold mellem vindmøllens tårn og vinger har betydning for dens egenæstetik.

Når vindmøllerne vokser i størrelse, virker forholdet mellem tårn og rotor mest harmonisk, når rotorens diameter øges yderligere i forhold til tårnet.

Det hænger sammen med, at nye, store mølletyper har en mere slank karakter end ældre modeller og derfor bedre kan bære lange 'arme'.

Vurderingen for 150 m høje møller peger mod, at forholdet tårn/ rotordiameter har det mest har-

moniske udtryk omkring 1:1,1 eller 1:1,2, altså at rotordiameteren er 10-20% større end tårnets højde. Et forhold under 1:1 forekommer uharmonisk, fordi vingerne synes for små, mens forhold større end 1:1,3 kan få vingerne til at virke overdimensioneret.



1:0,9



1:1,2



1:1,5

For en vindmølle med en navhøjde på 90 meter betyder det, at den med en rotordiameter på mellem 99 og 108 meter virker harmonisk, mens en rotordiameter på under 90 meter eller større end 117 meter vil virke mindre harmonisk.

Et harmonisk udtryk mellem mølletårn og møllevinger kommer reelt kun til udtryk, når vindmøllen ses frit i landskabet. I praksis vil dele af mølletårnet dog ofte være skjult af landskabselementer i forgrunden. Det forkorter den synlige del af tårnet i forhold til rotordiameteren og påvirker dermed harmoniforholdet. Ud fra denne betragtning kan forholdet mellem tårn og rotor derfor afpasses herefter, da denne effekt typisk forstærkes i en landskabelig kontekst.

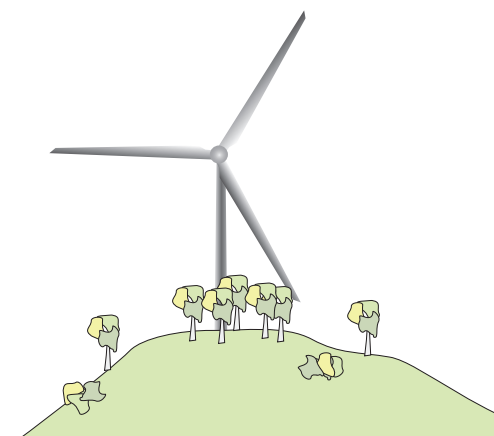
Når en væsentlig del af tårnet er skjult bag landskabselementer, forandres harmoniforholdet mellem tårn og vinger. Beskueren vil være bevidst om, at en stor del af møllen er skjult bag det konkrete landskabselement og vil selv danne sig et billede af et harmonisk forhold mellem tårn og vinger. Oplevelsen af vindmøllenvil i dette tilfælde kompenseres ved personens evne til at se hele møllen for sig.



Landskabssituation med fritstående vindmølle



Landskabssituation med mindre del af mølletårnet skjult



*Landskabssituation med væsentlige dele af mølletårnet skjult
(Illustrationer: Birk Nielsen)*

Opstillingsmønstre for store vindmøller

Oplevelsen af orden er en grundlæggende æstetisk forudsætning. Ved placering af møllegrupper indikerer dette væsentligheden af, at møllerne opleves som en klar sammenhængende enhed, det vil sige i geometriske, oftest lineære formationer, som danner kontrast til landskabet.

En letopfattelig orden kræver som udgangspunkt, at alle møller i en opstilling er ens i forhold til model, størrelse og udseende.

Udover princippet om at vindmøller som udgangspunkt bør opstilles i geometriske, let opfattede formationer og være af ens karakter, har man tidligere også anbefalet, at mølleopstillingen så vidt som muligt bør tilpasses landskabets træk, for eksempel ved at lade en række vindmøller følge ryggen af en bakke eller læhegnenes hovedretning. Vindmøller på op til 150 meter må nødvendigvis stå med så stor indbyrdes afstand, at opstillinger med flere møller kun vanskeligt lader sig tilpasse landskabets træk. Derfor vil principperne om den geometrisk let opfattede opstilling ofte stå alene.



Lønborg Hede (Visualisering: Birk Nielsen)

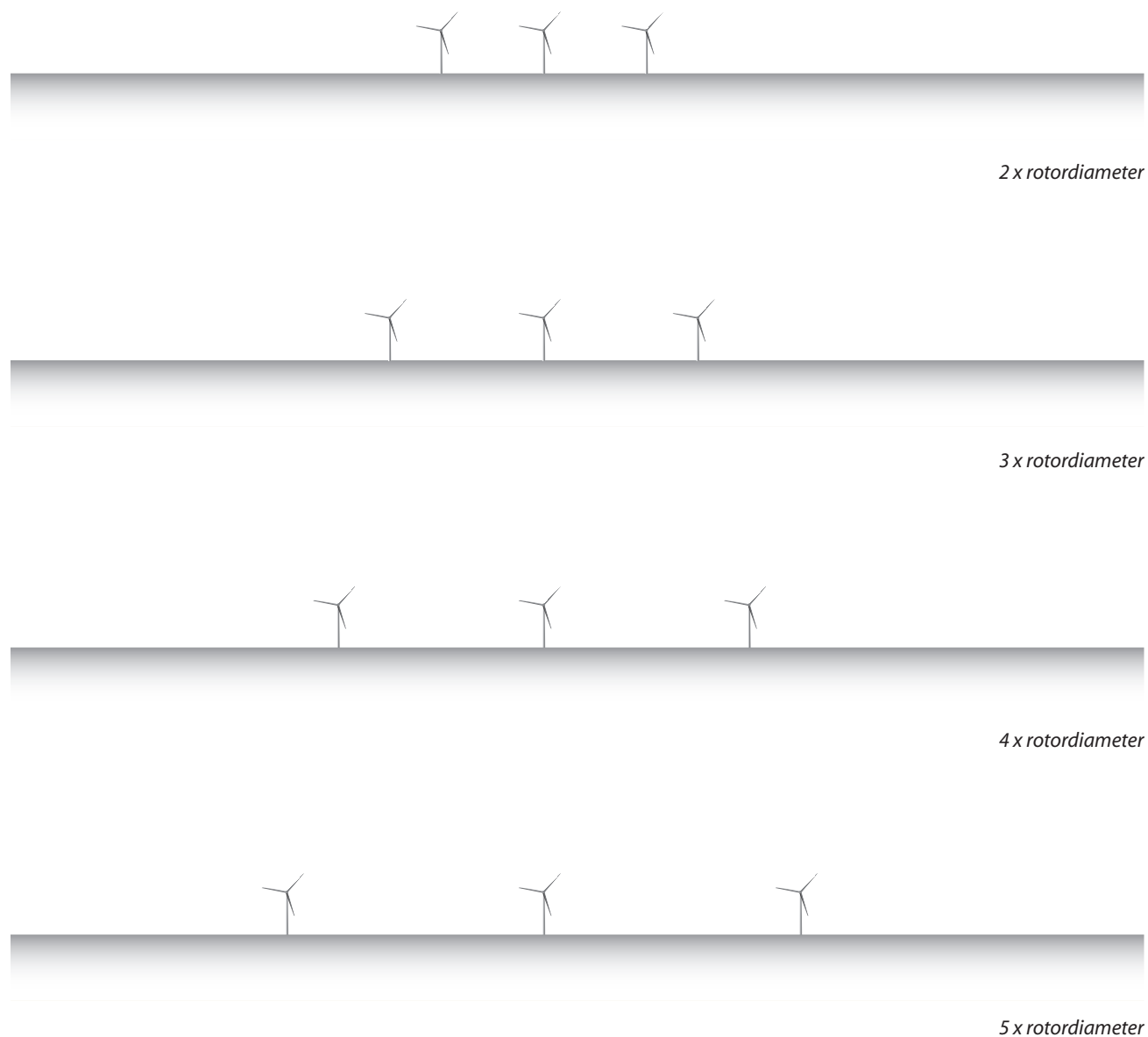
Indbyrdes afstand

Ved opstilling af flere vindmøller i gruppe opstår forskellige krav til den indbyrdes placering og afstand mellem de enkelte vindmøller.

Af hensyn til den optimale udnyttelse af vindenergien placeres møller med en vis indbyrdes afstand, så de ikke skaber læ for hinanden. På tværs af den fremherskende vindretning anbefales afstanden som minimum 3 x rotordiameteren, mens den langs vindretningen anbefales som minimum 5 x rotordiameteren, da de forreste møller her i højere grad vil skabe vindskygge (Siemens Wind Power). I praksis betyder afstandskrav til naboer og lods ejerforhold dog oftest, at man kan acceptere mindre indbyrdes afstande, ligesom lokaliteter med særlige vindforhold og/eller opstillingsretninger ligeledes kan være et argument for kortere indbyrdes afstand.

Derudover risikerer møller med en tæt indbyrdes afstand at skabe turbulens for hinanden, som kan være en sikkerhedsmæssig belastning for konstruktionen. For afstande under 3 x rotordiameter må man tage særlige forbehold for dette (Siemens Wind Power).

De gennemførte undersøgelser af egenæstetikken viser, at en indbyrdes afstand mellem vindmøllerne på 3 - 4 x rotordiameteren virker mest harmonisk, og dette forhold gælder, hvad enten der er tale om få eller mange vindmøller på række. Ved en afstand på over 5 x rotordiameteren fremstår møllerne ikke længere som en klart sammenhængende enhed, da den indbyrdes afstand i forhold til møllernes størrelse virker stor.



Illustrationer: Birk Nielsen

Opstillingsmønstre

Den mest simple opstilling er den enlige vindmølle. Opstilling af enkelte møller bør ikke betragtes som problematisk, med mindre det forhindrer den potentielle opstilling af flere vindmøller på en anden lokalitet, ud fra et hensyn om klart at kunne adskille oplevelsen af de to mølleområder i landskabet. Ud fra et arealøkonomisk synspunkt giver det således mening at give forrang for arealer med plads til flere vindmøller frem for mindre arealer med plads til få.

En opstilling med to møller er ligesom en enkeltstående mølle en simpel og let opfattelig model. Denne opstilling kan strengt taget ikke betragtes som en række men fungerer derimod som en lille klynge eller et par. Der knytter sig ikke særlige problematikker til opstillinger med 2 møller.

Ved opstilling af tre til fire møller anbefales det at stille vindmøllerne på lige rækker. Opstilling i trekantformation eller i kvadrat er svært at opfatte som geometrisk formation, undtagen set fra meget høje standpunkter eller fra luften.

Med fem eller flere møller udvides de geometriske opstillingsmuligheder. Her kan møllerne både stilles op på lige eller i buede rækker. Oplevelsen af en buet række kan ikke opnås med færre end fem møller, idet man i stedet vil opfatte opstillingen som knækkede rækker. Opstilling i en buet række kan dog fra visse standpunkter være svær at opfatte.

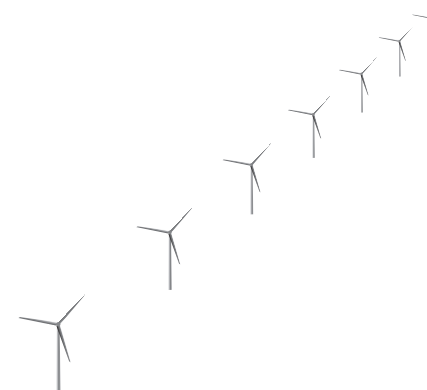
○
Opstilling med enlig mølle



○ ○ ○
Opstilling i kort række



○ ○ ○ ○ ○ ○
Opstilling i lang række



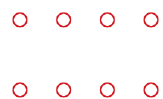
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Opstilling i bue



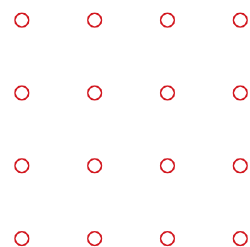
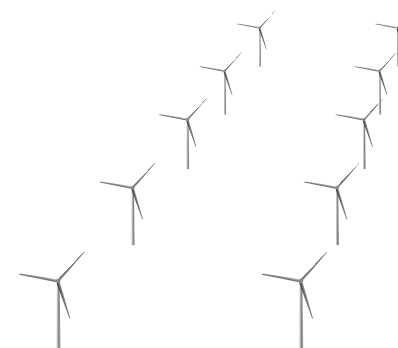
Illustrationer: Birk Nielsen

Opstilling i dobbelte, parallelle rækker, hvad enten de er parvis forskudt eller kvadratisk opstillet, vil fra visse standpunkter opleves uden en entydig geometri, mens geometrien fra standpunkter i forlængelse af rækkerne vil opleves tydeligt. Oplevelsen afhænger dog i nogen grad af, hvorvidt opstillingen opleves i en bevægelse rundt om opstillingen, som fra for eksempel en bil, eller mere statisk fra et enkelt, fast punkt i landskabet.

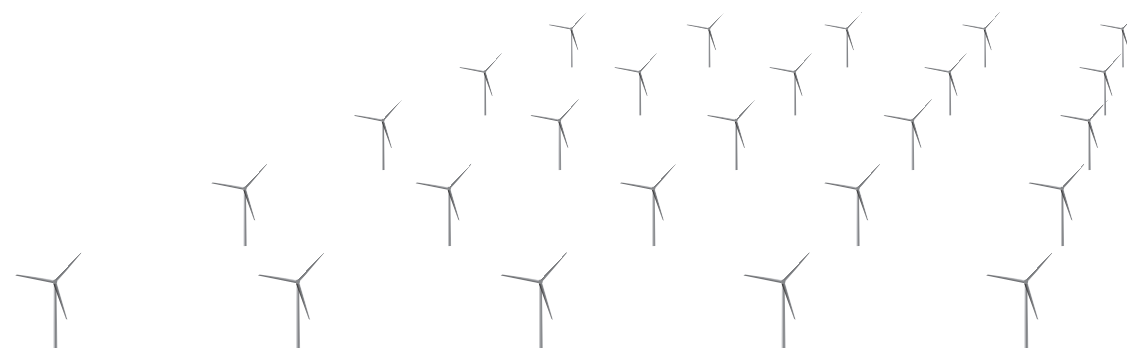
Opstilling i større grid-mønstre ændrer landskabets overordnede karakter til et teknisk landskab, da de indbyrdes afstandskrav mellem så store vindmøller kræver betydelige arealer til sådanne opstillinger. Geometrien i et grid-mønster vil fra alle standpunkter give oplevelser af både orden og kaos gennem de enkelte dele af mølleparken.



Opstilling i dobbeltrække



Opstilling i grid-mønster



Navhøjder

Ved opstilling af vindmøller i geometriske formationer vil terrænets bevægelse som udgangspunkt afspejles i de indbyrdes navhøjder. Det har i denne sammenhæng været diskuteret, hvorvidt man bør foretrække, at navhøjderne står på lige linie i såvel det vertikale som det horisontale plan, eller om de bør følge terrænets bevægelser. Et tredje forslag har været at navhøjderne bør tegne en jævn bue henover terrænet. For at opfatte en række navhøjder som en jævn bue gælder samme antagelse som for buede rækker at det kræver mindst 5 møller på række, ellers vil den indbyrdes relation mellem møllerne i stedet blive opfattet som knæk i linien.

I praksis er det vanskeligt at afspejle terrænets bevægelser for store vindmøller. I langt de fleste landskabssituationer er terrænforskellene beskedne i forhold til møllehøjder på op mod 150 m. Samtidig betyder den store indbyrdes afstand mellem store møller, at det i praksis er yderst vanskeligt at afspejle mindre landskabelige variationer i terrænets bevægelser, som overlejres af vindmøllernes store arealmæssige udbredelse.

Det er ligeledes vanskeligt at tilpasse navhøjderne til lige linier eller jævne buer. Standard tårnhøjden varierer typisk med 10 m forskel, og det kan kræve store justeringer af møllefundamenternes højde, hvilket ikke altid er muligt, og ej heller ønskværdigt.

De gennemførte undersøgelser peger på, at det visuelt kan være svært at opfatte den indbyrdes relation mellem navhøjderne, hvis de ikke har en vis højdeforskel, og derfor har navhøjden ikke væsentlig betydning for opfattelsen af den geometri, som vindmøllerne er opstillet efter.

Mølleopstilling med fast tårnhøjde (90 m) i kuperet terræn:



Navhøjde over havets overflade:

120 m 130 m 125 m 140 m 128 m



Øverst og midt: Betragtes møllerækken vinkelret eller let skråt for, kan det være vanskeligt at fornemme forskelle i navhøjderne selv i meget kuperet terræn.

Nederst: Fra synsvinkler mere lige på rækken, fremstår højdeforskellene tydeligere og kan virke forstyrrende i forhold til opstillingsmønsteret.



Illustrationer: Birk Nielsen

Som udgangspunkt har navhøjdernes indbyrdes forhold ikke væsentlig betydning, hverken for opfattelsen af terræn eller for opfattelsen af det enkelte opstillingsmønster. Kun i helt særlige landskabssituationer med store terrænspring bør den visuelle konsekvens af navhøjdernes samspil vurderes.

Generelt vil de indbyrdes forskelle i navhøjderne blot blive opfattet som variationer i terrænet, uden at virke forstyrrende for den overordnede opfattelse af opstillingens geometri. Eksemplerne viser, at det først ved en indbyrdes forskel i navhøjden på mere end 5 meter begynder at genere opfattelsen af opstillingen. Denne forskel kan udlignes ved at variere tårnhøjderne (med brug af standardtårne), fremfor at ændre fundamenternes højde. Ved indbyrdes forskelle på mindre end 5 meter i navhøjden (mellem nabomøller) er den ingen æstetiske argumenter for at lave særlige tilpasninger af navhøjderne.

Vindmøller med fast tårnhøjde på 90 m

Navhøjde over havets overflade:

- 120 m (tårnhøjde 90 m)
- 130 m (tårnhøjde 90 m)
- 125 m (tårnhøjde 90 m)
- 140 m (tårnhøjde 90 m)
- 128 m (tårnhøjde 90 m)



Mølleopstilling i område med store terrænspring

Vindmøller med tårnhøjde på 80, 90 el 100 m
til udligning af højdeforskelle

Navhøjde over havets overflade:

- 130 m (tårnhøjde 100 m)
- 130 m (tårnhøjde 90 m)
- 135 m (tårnhøjde 100 m)
- 130 m (tårnhøjde 80 m)
- 128 m (tårnhøjde 90 m)



Mølleopstilling i område med store terrænspring,
hvor tårnhøjden er korrigeret for højdeudligning

Illustrationer: Birk Nielsen

Antal møller i en opstilling

I mange forslag til vindmølleprojekter vil man stå med et valg mellem flere, mindre vindmøller eller få, store vindmøller.

Mens højdeforskellen mellem en 2,3 MW vindmølle og en 3,6 MW vindmølle 'kun' er omtrent 20-25 meter, vil opstillingens horisontale udstrækning øges væsentligt med flere, mindre møller. Det betyder typisk, at flere mindre møller er mere dominerende i nærzonen end færre, store vindmøller, idet den samlede opstilling fylder mere i synsfeltet.

Dominansen afhænger dog af synsvinklen i forhold til opstillingsmønstret. Fra standpunkter vinkelret på rækken vil den horisontale visuelle dominans i synsfeltet være størst, mens den fra standpunkter i forlængelse af rækken ikke vil øge dominansen væsentligt. Fra denne vinkel vil højere møller i stedet ofte komme til at virke mest dominerende. Fra mellem- og fjernzonen vil forskellen mellem de to opstillinger oftest ikke være væsentlig, dog vil eksempelvis en rækkeopstilling kunne opfattes som en geometrisk mere klar opstilling, når der er flere møller i rækken.

Der er således argumenter for både at arbejde med flere og med færre møller, og der kan ikke opstilles generelle anbefalinger for dette, udover at begge muligheder bør undersøges og sammenlignes i den konkrete landskabelige sammenhæng.

*I nærzonen vil opstillinger med flere mindre møller typisk fylde mere i synsfeltet, men opstillingsmønstret har også betydning i forhold til det enkelte standpunkt; her står de to største møller tættest på og fylder derfor forholdsvis mere i synsfeltet.
(Visualiseringer: Birk Nielsen)*



2 stk 3,6 MW møller med en totalhøjde på 150 m, afstand omkring 1 km



3 stk 2,3 MW møller med en totalhøjde på 125 m, afstand 1-1,3 km

Forhold mellem vindmølleområder

Møllegrupper forstås som opstillinger af møller, der planlægges som en selvstændig sammenhængende enhed. Antallet af møllegrupper og enkeltmøller i et givent landskab kan variere meget, og dermed varierer antallet af møller, der kan opleves indenfor den samme synsvinkel, også. Samspillet mellem de enkelte møllegrupper har væsentlig betydning for deres påvirkning af landskabet, ikke mindst for områder med mange møllegrupper. Samtidig har vindmøller på op mod 150 m højde en større fjernvirkning, og derfor vil de selv på lang afstand stå i visuel forbindelse med andre møllegrupper.

Man er derfor nødt til at tage møllernes størrelse i betragtning, hvis man vil sikre en velfungerende æstetisk sammenhæng mellem møllegrupper og landskab.



Lønborg Hede (Visualisering: Birk Nielsen)

I områder med flere møllegrupper får forholdet mellem de enkelte grupper betydning for den landskabelige påvirkning

Afstand mellem møllegrupper

Hvis møllegrupper står for tæt på hinanden, udvises deres selvstændige udtryk. Det gør det svært at opfatte opstillingens æstetiske logik, som visuelt blandes sammen med nabogruppen, og herved efterlader møllegruppernes samspil et uklart landskabeligt udtryk.

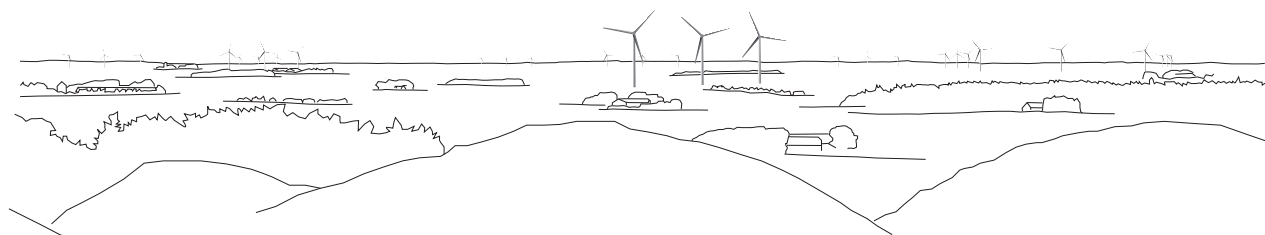
Når møllegrupper med møller på op mod 150 meter i højden placeres i landskabet, vil det indbyrdes samspil mellem disse grupper foregå mere eller mindre uafhængigt af det underliggende landskab. I langt de fleste landskabssituationer tårner de store vindmøller op over øvrige landskabselementer. Man kan derfor anskue samspillet mellem møllegrupper isoleret, med nogenlunde faste æstetiske principper.

Der er derfor relevant at overveje retningslinier for, hvor langt møllegrupper bør placeres fra hinanden, for at de kan opfattes som selvstændige opstillinger.

Den æstetiske vurdering lægger vægt på samspillet mellem møllegrupper både på tværs og i dybden af synsvinklen. På tværs af et landskab er det i reglen let at opfatte møllegrupperne som selvstændige enheder, også selv om de står forholdsvist tæt. I dybden er det derimod sværere, og dybdevirkningen har stor betydning for, om man visuelt kan opfatte møllegrupper uafhængigt af hinanden. Generelt er dybdevirkningen stor i nærzonen, hvorimod den allerede i mellemzonen begynder at aftage.



10 klynger, 3 x 3,6 MW. Afstand mellem klynger 3,5 km



10 klynger, 3 x 3,6 MW. Afstand mellem klynger 4 km



10 klynger, 3 x 3,6 MW. Afstand mellem klynger 4,5 km
(Illustrationer: Birk Nielsen)



Gisselbæk (Visualisering: Birk Nielsen)

Øverst: Eksisterende forhold med oprindeligt forslag på 3 stk 1750 KW møller (totalhøjde 93 m)
Nederst: 10 klynger med 3 stk 3,6 MW møller (totalhøjde 150 m). **Afstand mellem klynger 4 km**

De gennemførte undersøgelser for 150 m høje vindmøller peger på, at møllegrupper med en indbyrdes afstand på 4 km fremstår som klart adskilte i nær- og mellemzone. I fjernzonen begynder samspillet at blive mere uklart, men det er først omkring den ydre fjernzone, at det er svært at adskille de enkelte møllegrupper fra hinanden. For afstande mindre end 4 km begynder opstillinger at optræde i uheldigt samspil allerede i mellemzonen. Da der samtidig er plads til flere møllegrupper indenfor synsfeltet, risikerer landskaber med mange vindmøller at fremstå med en kompleks baggrund, der fortaber sig i ubestemmelige møllegrupperinger. Afstanden på de fire kilometer tager ikke højde for samspillet mellem møllegrupper af forskellige mølle-størrelser. Møllernes indbyrdes størrelsesforhold har væsentlig indflydelse på dybdevirkningen, og det viser sig at for flere møllegrupper af varierende størrelse, er der et fast forhold mellem møllernes totalhøjde og møllegruppernes nødvendige indbyrdes afstand. Det anbefales derfor, at selvstændige mølleopstillinger placeres med en afstand på minimum 28 x totalhøjden, hvor dette forhold tager udgangspunkt i gruppen med de højeste vindmøller.

Forskellige typer mølleopstillinger

Det visuelle samspil mellem forskellige møllegrupper optræder mest logisk og sammenhængende, hvis alle grupper følger de samme opstillingsprincipper i forhold til størrelse, retning og antal.

I praksis er det dog stort set umuligt at forestille en landskabelig situation, hvor det kan lade sig gøre. Møllegruppernes æstetiske sammenhæng er underlagt de muligheder, de allerede udpegede vindmølleområder tilbyder, og derfor bør samspillet af forskellige typer møllegrupper belyses.

Den anbefalede minimumsafstand på 4 km tager allerede højde for forskelle i størrelse og retning, men antallet af møller i den enkelte gruppe har også betydning.

Fra en landskabelig betragtning udgør møllegrupper, som varierer i antal samt opstilling og optræder i det samme område, dog ikke nogen særlig visuel belastning. Samspillet karakter defineres i lige så høj grad af mølleopstillingernes retning som af antallet.



Gisselbæk (Visualisering: Birk Nielsen)

Øverst: 10 klynger med **3 stk** 3,6 MW møller (totalhøjde 150 m). Afstand mellem klynger 4 km
Nederst: 10 klynger med **1-5 stk** 3,6 MW møller (totalhøjde 150 m). Afstand mellem klynger 4 km

Sammenfatning

Landskabets egnethed

- Landskabets skala er den vigtigste faktor, idet storskallalandskaber generelt vurderes som bedst egnede til opstilling af vindmøller.
- Slettelandskaber vurderes som mindre komplekse og sårbare end kyst- og morænelandskaber
- Alle landskabstyper indeholder værdifulde landskaber og/eller landskabselementer som er sårbare overfor opstilling af store vindmøller, og som derfor kræver særlig stillingtagen
- Store vindmøller kan ofte med fordel placeres i nærheden af større tekniske anlæg, som skalamæssigt kan matche vindmøllerne under hensyntagen til det æstetiske samspil, samt vurdering af det samlede indtryk fra alle konsekvenszonerne.
- Det må være genstand for en konkret vurdering om génerne ved opstilling af vindmøller i samspil med højspændingsledninger vil være større, end génerne ved at placere vindmøllerne i et hidtil uberørt landskab.

Konsekvenszoner

- Følgende konsekvenszoner anbefales for op til 150 meter høje vindmøller:
 - Nærzone: 0-4½ km
 - Mellemzone: 4½-10 km
 - Fjernzone: 10-16 kmDog anbefales det desuden at operere med varierende konsekvenszoner for de forskellige størrelser vindmøller, jævnfør grafer.

Sårbare landskaber

- Der bør tages udgangspunkt i de konkrete landskabsæstetiske beskyttelsesinteresser og udpegningskriterier i vurderingen af vindmølleområdets influens på landskabet, idet der kan være stor forskel på den landskabsæstetiske sårbarhed i for eksempel et Natura 2000 areal og et kulturhistorisk interesseområde.
- Det foreslås at foretage denne vurdering fra prioriterede standpunkter, hvorfra vindmøllen kan opleves i samspil med de landskabsæstetiske interesser, som man ønsker at beskytte.
- Det anbefales at stille krav om en sådan vurdering i forbindelse med den konkrete VVM-redegørelse, med udgangspunkt i de gældende udpegningsgrænser, fremfor at udvide disse grænser med en bufferzone for vindmøller.
- Den landskabsæstetiske sårbarhed bør beskrives på lige fod med andre forhold i en given VVM-redegørelse og derefter indgå i den samlede, politisk prioriterede afvejning af projektets fordele og ulemper.
- I relation til ovennævnte udpegningskriterier er der behov for at foretage en afvejning i det konkrete tilfælde af de forskellige kulturhistoriske interessers sårbarhed.

Synlighedsanalyse

- Der bør tilvejebringes synlighedsanalyser for et givent vindmølleprojekt som anskueliggørelse af projektets visuelle influensområde for både planlæggere, myndigheder og borgere.
- Synlighedsanalysen kan udføres som en kortanalyse med angivelse af de områder, hvor vindmøllen ses, og hvor forhold som terræn, indbyrdes højder og skærmende landskabselementer som skov og by indbygges ud fra en 'worst-case' betragtning.
- Signaturen bør afspejle den reducerede visuelle influens som den er beskrevet i definitionen af konsekvenszonerne.
- Det anbefales at tilstræbe en så stor nøjagtighed i analysen som teknisk muligt.

Opstillingsmønstre

- Det anbefales at benytte geometrisk letopfattelige opstillinger såsom enkeltrækker.
- Det vurderes, at en indbyrdes afstand på 3-4 x rotordiameteren er den æstetisk bedste.
- Det vurderes, at en indbyrdes afstand på over 5 x rotordiameteren ikke er generelt tilrådelig ud fra en æstetisk betragtning, da det bliver svært at opfatte møllerne som en samlet opstilling.
- Det vurderes, at opstilling af enkeltmøller kun må anses som problematisk i det omfang, at det hindrer en bedre arealudnyttelse ved opstilling af flere vindmøller på naboarealerne.
- Det vurderes, at varierende navhøjder for store vindmøller i terræn ikke giver væsentlige æstetiske problemer. Kun ved indbyrdes forskelle i navhøjden på mere end 5 meter (for nabomøller) bør man tilpasse tårnhøjden.
- Det vurderes, at både få, store vindmøller i sammenligning med flere, små vindmøller kan have fordele og ulemper og kan benyttes som alternative forslag uden et på forhånd givet resultat.

Harmoniforhold

- Det anbefales, at vindmøller på mellem 100 og 150 meters totalhøjde har et harmoniforhold mellem navhøjden og rotordiameteren på 1:1,1 – 1:1,2, med en nedre og øvre grænse på henholdsvis 1:1 og 1:1,3.

Forholdet mellem vindmølleområder

- Det anbefales, at vindmølleområder placeres med en afstand på 28 x totalhøjden af de højeste møller i en nabogruppe, medmindre det kan godtgøres, at vindmølleområderne vil kunne opfattes som selvstændige grupper uden et uheldigt samspil på trods af en mindre afstand.
- Det vurderes, at det ikke er problematisk at opstille møllegrupper med varierende antal møller i landskabeligt samspil, hvis ovennævnte afstandskrav overholdes.

Kilder

Litteratur

Birk Niensens Tegnastue (1995): *Vindmøller og landskab - arkitektur og æstetik.*

Birk Niensens Tegnastue og Energistyrelsen

Den Nationale Følgegruppe (2006): *Rapport fra den Nationale Følgegruppe vedr. nationalparker.*
Miljøministeriet

Energi- og Miljødata (2000): *Vindmøller ved tekniske anlæg.* Energi- og Miljødata

Energistyrelsen (2006): *Havmølleparker og miljøet - Erfaringer fra Horns Rev og Nysted.*
Energistyrelsen

Hasløv og Kjærsgaard (1994): *Vindmøller i danske farvande - en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af vindmøller på havet.*
Miljø- og Energiministeriet

Hasløv og Kjærsgaard (1996), a: *Store vindmøller - en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af store vindmøller ved større industrianlæg.*
Miljø- og Energiministeriet - Energistyrelsen

Hasløv og Kjærsgaard (1996), b: *Opstilling af store vindmøller i det åbne land - en undersøgelse af de visuelle forhold.* Miljø- og Energiministeriet

IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) (1970): *International Dictionary of Aids to Marine Navigation*

Kort- og Matrikelstyrelsen (1996): *Den danske lods,* 15. udgave. Kort- og Matrikelstyrelsen

Miljøministeriet (1994): *Vindmøller i kommuneplanlægningen - en eksempelsamling.*
Miljøministeriet - Landsplanafdelingen

Nordjyllands Amt (2005): *Regionplan 2005.*
Nordjyllands Amt

Skov- og Naturstyrelsen (1993): *Vejledning om registrering af beskyttede naturtyper.*
Skov- og Naturstyrelsen

Statens Luftfartsvæsen (2005): *Retningslinier for afmærkning af vindmøller.*
Transport- og Energiministeriet

Øvrige

EMD (Energi- og Miljødata)

Danmarks Vindmølleforening

DMI (Danmarks Meteorologiske Institut)

Forskningscenter Risø

Scankort

Skov- og Naturstyrelsen

Siemens Wind Power

Århus Havn

VVM-redegørelser:

(Alle visualiseringer og landskabsvurderinger gennemført af BirkNielsen)

Vindmøllepark øst for Overgaard Gods
Århus Amt, 1999

Opstilling af vindmøller ved Lønborg Hede
Ringkjøbing Amt, 2001

Vindmøller i Tagmark i Thisted Kommune
Viborg Amt, 2002

Nye vindmøller i Hollandsbjerg Enge
Århus Amt, 2002

Vindmøller ved Gisselbæk i Sydthy Kommune
Viborg Amt, 2002

Vindmøller ved Ny Bjergby, Tornved Kommune
Vestsjællands Amt, 2005

Vindmøller nordøst for No, Ringkjøbing Kommune
Ringkjøbing Amt, 2005

Udvidelse af vindmølleparken øst for Overgaard Gods
Århus Amt, 2006