

Norges vassdrags- og energidirektorat

Visuelle virkninger av vindkraft

Momenter til vurdering av vindkraftverks visuelle påvirkning på naboskap



Oppdragsnr.: 5176376 Dokumentnr.: 02 Versjon: J02
2017-11-27

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat
Oppdragsgivers kontaktperson: Bushra Butt
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Einar Berg
Fagansvarlig: Einar Berg
Andre nøkkelpersoner: Elise Førde

J02	2017-11-27	For bruk	Einar Berg	Elise Førde	Einar Berg
B01	2017-11-27	Internt utkast	Einar Berg	Elise Førde	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) fikk i februar 2017 i oppdrag fra Olje- og energidepartementet (OED) å lede et arbeid med å utarbeide forslag til nasjonal ramme for landbasert vindkraft [2]. Det skal utpekes større områder som kan legges til rette for utbygging, med utgangspunkt i vindressurser og eksisterende og planlagt nettkapasitet. Dette skal så avstemmes mot viktige miljø- og samfunnshensyn. Formålet er å bidra til at de beste vindkraftlokalitetene blir valgt når det søkes om konsesjon.

Et deltema som vurderes nærmere er visuelle virkninger for berørte (naboer etc.). Denne rapporten omhandler derfor faktorer som påvirker naboskap, og ikke for eksempel verdier i landskapet.

Det har vært skrevet mye om visuelle virkninger av vindkraftverk både internasjonalt og for norske forhold, både forsøksvis systematisk og analytisk, men også anekdotisk og spekulativt. Vurderinger av visuelle virkninger har ofte vært farget av standpunkt og interesser, og tidvis både vært overdrevne og bagatelliserende. Å trekke noe generelt og systematisk ut fra hele dette tilfanget er en krevende øvelse. Med en begrenset tids- og budsjettamme har det ikke vært mulig å basere vurderingene på systematiske litteratursøk. Vurderingene av visuelle virkninger er derfor basert på et fåtall kjente referanser, og ellers på egne erfaringer fra utredning, konsesjonsbehandling og bygging av norske landbaserte og nearshore vindkraftprosjekter gjennom de siste 20 årene.

De visuelle virkningene på berørte påvirkes av tre faktorer:

- Faktorer knyttet til betrakter
- Faktorer knyttet til vindkraftverkets plassering og utforming
- Faktorer knyttet til landskapet

Erfaringer viser at negative holdninger til vindkraftprosjekter som oftest avtar etter at anleggene er ferdigstilte. Kognitive psykologiske mekanismer gjør at man ofte frykter det verste ved det som er ukjent og uavklart, men at ting sjelden blir så ille som man kan ha forestillinger om. Etablerte vindkraftverk vil i de fleste tilfelle gli gradvis over i bakgrunn og hverdagslandskap – man kan snakke om en visuell patinaeffekt. Disse mekanismene kan gjøre at det kanskje kan være lettere å få aksept for opprusting og nybygging av vindkraftverk i områder der det allerede er anlegg fra før, så lenge man holder seg innenfor rimelige grenser.

De to faktorene knyttet til vindkraftverkets plassering og utforming som betyr mest, er antall synlige turbiner og avstanden til dem. Store visuelle kontraster oppstår der man opplever en massevirkning av et stort antall synlige turbiner, eller der det er kort avstand mellom turbinene og betrakteren. Norsk topografi er med noen unntak temmelig kupert, noe som gir skjermingseffekter mot innsyn, både fra terreng og vegetasjon. Der det er mulig, bør man nyttiggjøre seg stedlige skjermingseffekter ved utpeking av egnede vindkraftområder.

Sikten varierer, men det er mange steder i Norge der man ofte har sikt over store avstander. Det er regnet at det menneskelige øyet kan oppfatte vindkraftverk på avstander helt opptil 40 – 50 km, og at et vindkraftverk kan ha en signifikant visuell påvirkning på avstander opptil 15-20 km. Imidlertid er det viktig å ikke overdrive fjernvirkningseffektene på bekostning av de mye viktigere nære effektene.

En turbin av aktuelle størrelsesklasser i dag kan representere en stor visuell dominans på avstander opptil rundt 1 km fra betrakter når det ikke er hindre som skjærmer mot innsyn.

Andre faktorer som også har betydning for visuell virkning er plassering i forhold til viktige utsynsretninger, lysforhold (motlys/medlys), farge på turbinene og om man ser hele rotorbevegelser eller avkortede vingesveip. Som indikatorer for utpeking av egnede vindkraftområder på nasjonalt nivå har slike forhold liten verdi, men de kan ha betydning ved konsesjonsbehandling av enkeltprosjekter.

Den store spennvidden i norske landskapstyper byr på ulike utfordringer og hensyn som bør tas ved planlegging av vindkraftverk. Både nærvirkninger og fjernvirkninger kan gi svært ulike utslag avhengig av landskapet som vindkraftverket er planlagt i.

Hvis visuelle virkninger for berørte skal tillegges vekt ved utformingen av en nasjonal ramme for vindkraft, er det naturlig å prioritere større områder med liten eller ingen bebyggelse og bosetting. Finnmarkskysten og Finnmarksvidda har i så måte de største sammenhengende arealressursene der bare et fåtall blir berørte.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn og formål	6
1.2	Innhold og avgrensning	6
2	Faktorer som bestemmer grad av visuell virkning	8
2.1	Faktorer knyttet til betrakter	8
2.1.1	Naboskap – avgrensning av hvilke betraktergrupper som omhandles	8
2.1.2	Naboskapstype: helårsbebyggelse og fritidsbebyggelse	8
2.1.3	Bakteppe og holdninger	9
2.2	Faktorer knyttet til vindkraftverkets plassering og utforming	10
2.2.1	Vindkraftverkets utforming, dimensjoner og størrelse	10
2.2.2	Synlighet og avstand	11
2.2.3	Andre faktorer	14
2.2.4	Veier, plasser og nettilknytning	18
2.3	Faktorer knyttet til landskapet	18
2.3.1	Vindkraftanlegg i ulike typer landskap	18
2.3.2	Visuell påvirkning på nattlandskapet	20
3	Drøfting og oppsummering	21
4	Referanser	22

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) fikk i februar 2017 i oppdrag fra Olje- og energi-departementet (OED) å lede et arbeid med å utarbeide forslag til nasjonal ramme for landbasert vindkraft [2]. Det skal utpekes større områder som kan legges til rette for utbygging, med utgangspunkt i vindressurser og eksisterende og planlagt nettkapasitet. Dette skal så avstemmes mot viktige miljø- og samfunnshensyn. Formålet er å bidra til at de beste vindkraftlokalitetene blir valgt når det søkes om konsesjon.

En sentral del av arbeidet er å gi en samlet framstilling av kunnskapsgrunnlaget om virkninger av vindkraft. Kunnskapsgrunnlaget skal sammenfattes i en rapport og vil være basert på gjennomgang av litteratur og erfaringer knyttet til ulike relevante virkningstema. Rapporten skal inneholde vurderinger av hvilke virkninger som bør vektlegges i konsesjonsbehandlingen. Den skal også kunne benyttes til å peke ut «egne områder» i den nasjonale rammen for vindkraft.

Ett deltema som vurderes nærmere er visuelle virkninger for berørte (naboer etc.). Påvirkningsfaktorer overfor disse vil typisk være direkte visuelle faktorer som nærhet til vindparken og dennes størrelse og beliggenhet, lysforurensning, skyggekast og refleksblink. Indirekte kan virkningene være påvirkning på sosiale forhold, indirekte endringer i omgivelsene som følge av vindkraftverket (turisme, nærfriluftsinnteresser, arbeidsplasser etc.) og påvirkning på for eksempel eiendomspriser. Sistnevnte tema er omhandlet i egen rapport. Deler av temaene foran er også utredet i andre rapporter (for eksempel friluftsliv, skyggekast og refleksblink).

Det har vært skrevet mye om visuelle virkninger av vindkraftverk både internasjonalt og for norske forhold, både forsøksvis systematisk og analytisk, men også anekdotisk og spekulativt. Vurderinger av visuelle virkninger har ofte vært farget av standpunkt og interesser, og tidvis både vært overdrevne og bagatelliserende. Å trekke noe generelt og systematisk ut fra hele dette tilfanget er en krevende øvelse. Norconsult fikk i oktober 2017 i oppdrag fra NVE å forsøke å redegjøre for faktorene som bestemmer visuelle virkninger på naboskap til vindkraftverk. NVE ønsker også å vurdere om resultatene fra denne analysen kan gi nyttige innspill til fastsettelse av anbefalt minsteavstand fra vindturbiner til bebyggelse.

1.2 Innhold og avgrensning

Denne rapporten omhandler faktorer som påvirker naboskap. Begrepet naboskap omfatter her fast bosetting og hyttebebyggelse. Verdier i landskapet omfattes ikke av denne utredningen. Disse forholdene er gjort i en egen utredning i regi av Miljødirektoratet. I noen sammenhenger er det ikke et glassklart skille mellom nabovirkninger og landskapsvirkninger, og egenskaper ved landskap og omgivelser vil gjerne influere på vindkraftverkets visuelle virkninger slik de oppfattes av naboer. Stedvis vil derfor dette temaet også touche tema landskapsvirkninger, men det vil da være for å synliggjøre forhold knyttet til naboskapsopplevelsen av vindkraftverket, og ikke primært til opplevelsen av verdier i landskapet.

For dette temaet forelå det som grunnlag for oppdraget intet systematisk litteratursøk. Med den begrensede tids- og budsjettammen for oppdraget har det ikke vært mulig å basere vurderingene på nye litteratursøk. Vurderingene av visuelle virkninger er derfor basert på et fåtall kjente referanser, og ellers på forfatterens omfattende erfaringer fra utredning, konsesjonsbehandling og bygging av norske landbaserte og nearshore vindkraftprosjekter gjennom de siste 20 årene.

Mye av tilfanget internasjonalt om visuelle virkninger av vindkraftverk er skrevet under forhold som har få likhetstrekk med norske: større befolkningkonsentrasjoner, flatere landskap, frodigere natur og vegetasjon. Denne rapporten har forsøkt å vektlegge hva visuelle virkninger vil ha å si under det som angår norske forhold, selv om det selvfølgelig også er en enorm spennvidde fra et vindkraftverk i sørnorske skjærgårdslandskap via skogstrakter i Øst-Norge til det karrige blokkhavet ut mot Norskehavet lengst nord i Finnmark.

2 Faktorer som bestemmer grad av visuell virkning

Når visuelle virkninger av vindkraftverk skal analyseres, er det to separate sett faktorer som det må settes søkelys på:

- Faktorer knyttet til betrakteren av vindkraftverket
- Faktorer knyttet til attributter ved vindkraftverket i seg selv
- Faktorer knyttet til landskapet

Det er i interaksjonen mellom disse faktorene den samlede visuelle virkningen vil oppstå, men for å forstå samspillet er det nødvendig å forsøke å se på faktorene hver for seg, selv om det også er en dynamisk relasjon mellom disse hvor det ikke er åpenbart hva som tilhører hva.

2.1 Faktorer knyttet til betrakter

2.1.1 Naboskap – avgrensning av hvilke betraktergrupper som omhandles

Naboskap er her avgrenset til bosetting og bebyggelse. Innenfor dette er det tatt utgangspunkt i helårsbosatte (boligbebyggelse) og hyttebrukere, da materien ellers vil bli for kompleks. Rapporten vurderer derfor ikke visuelle virkninger for eksempelvis skoler og barnehager, offentlige kontorer og anlegg, og for næringsvirksomhet (herunder turisme). Det vurderes heller ikke opp mot sporadisk bruk og ferdsel gjennom influensområdet (veitrafikk, båttrafikk og turstier mv.). Dermed ikke sagt at en god del av de faktorene som bestemmer visuelle virkninger for naboskap ikke også kan ha betydning og relevans for de andre nevnte forholdene. Men som grunnlag for å vurdere grensedragning for utpeking av egnede områder for vindkraft er vurderingene i denne rapporten avgrenset til naboskapet som nevnt over.

Hvis man skal vurdere naboskapshensyn som en faktor som skal tillegges vekt ved utforming av en nasjonal ramme for vindkraft, må man også gjøre noen vurderinger av hvor utsatte, store eller viktige de aktuelle naboskapene er. I et så overordnet rammeverk som dette bør det være en viss størrelse på berørt bebyggelseskonsentrasjon eller hyttefelt. Spredte boliger, fraflyttede hus og enkle hytter, jaktbuer og naust bør ikke hensyntas i en slik utsilingsprosess. Eventuelle konflikter rundt slike objekter bør avklares i en konsesjonsbehandling.

Vindkraftens påvirkning på eiendomspriser er behandlet i egen rapport.

2.1.2 Naboskapstype: helårsbebyggelse og fritidsbebyggelse

Effektene på naboskap vil være ulike for helårsbebyggelse og fritidsbebyggelse. For helårsbebyggelsen vil naboskapet til vindparken i prinsippet utgjøre et kontinuerlig nærvær over hele året, og slik sett representere en vedvarende og daglig visuell påvirkning. Fritidsbebyggelse vil ha en mer kortvarig og sporadisk bruk, men har en utgangspunktet et mer eller mindre rendyrket rekreasjonsformål, ofte slik at man som utgangspunkt skal kunne nyte en natur som er lite påvirket av tekniske inngrep. Slik sett kan fritidsbrukerne ha større følsomhet overfor visuell forstyrrelse fra en nærliggende vindpark enn helårsbosatte som bruker sine omgivelser til et bredere spekter av aktiviteter og opplevelser.

Det har til nå vært få vindkraftprosjekter i Norge som har blitt planlagt og bygget nær større konsentrasjoner av fritidsbebyggelse, slik at man har et spinkelt referansegrunnlag å høste erfaringer fra når det gjelder slike naboskapskonflikter. Det mest kjente eksempelet på ulikhet i konflikt hva angår

helårsbosatte og fritidsbrukere er antakelig Smøla vindpark, der det hos den fastboende lokalbefolkningen gjennomgående var en positiv holdning til prosjektet, mens det var betydelig motstand fra grupper som hadde eiendommer i området som ble brukt til fritid og rekreasjon.

2.1.3 Bakteppe og holdninger

De visuelle virkningene av vindkraftverk slik de oppleves av naboer vil blant annet være påvirket av om anlegget eksempelvis er på planleggingsstadiet eller om det står ferdig bygget, og av betrakterens holdninger både til vindkraftverket og sine øvrige omgivelser.

Holdninger til vindkraft generelt, og et planlagt eller bygget vindkraftverk i nabolaget spesifikt, har stor betydning for hvordan betrakteren både forventer og opplever de visuelle virkningene.

De som har et positivt grunnsyn på vindkraft som en ren, fornybar energikilde vil være mer villig til å akseptere bygging av et nytt vindkraftverk enn de som har et negativt eller likegyldig forhold til vindkraft. Noen mener på prinsipielt grunnlag at landbaserte vindkraftanlegg, uavhengig av plassering, er rasering av norsk natur. Andre mener at Norge med sine vindkraftressurser må være en viktig bidragsyter til å fremskaffe fornybar energi, og kan være villige til å akseptere det meste. Så finnes det alle slags mellomposisjoner mellom disse ytterlighetene. Som grunnlag for å peke ut egnede områder for vindkraft har dette liten betydning ut over å bestemme hvor store samlede landskapsressurser som skal inngå i en nasjonal ramme for vindkraft. Men det kan være greit å være seg bevisst underliggende holdninger hos aktørene som til syvende og sist skal ta beslutningene om hvor store arealressurser som skal avsettes for formålet.

NIMBY-effekter er velkjent fra konsesjonsbehandling av vindkraftsaker: Utbygging av vindkraft er OK, men «Not In My Back Yard». I tillegg kan det ha stor betydning hva slags holdning lokale opinionsdannere har til vindkraftprosjekter. I de mange små kommunene vi har i Norge, med gjennomslittige sosiale relasjoner, kan det være tøft å gå mot strømmen, både den ene og den andre veien. En ytterligere kompliserende faktor kan være underliggende naboskapskonflikter som kommer til overflaten når et vindkraftprosjekt introduseres for lokalsamfunnet.

Økonomiske interesser har gjerne også stor betydning for lokal holdning til vindkraftprosjekter. Grunneiere som kan tjene penger på å stille arealer til rådighet, og kommunepolitikere som ser potensielle arbeidsplasser og skatteinntekter, vil gjerne ha en positiv holdning til vindkraften, særlig hvis det ikke finnes alternative inntektsmuligheter hvor de aktuelle arealene og ressursene kan utnyttes, det være seg til utmarksnæring, jaktutleie og turisme.

En gjennomgående erfaring er at negative holdninger til vindkraft i nærområdene avtar etter at vindkraftanlegget er bygget. Dette har sammenheng med generelle effekter som er studert innenfor kognitiv psykologi: litt forenklet sagt dreier det seg om frykten for det ukjente. Man tenderer mot å tro at ting blir verre enn de faktisk blir (affective forecasting), man overdriver hvor mye tid, krefter og følelser man kommer til å ofre på det som kommer til å skje (impact bias), man legger uforholdsmessig stor vekt på hva denne ene tingen vil bety i den fremtidige hverdagen (focalism), og vi har større problemer med å takle usikkerhet enn å takle kjente forhold, selv om disse sistnevnte oppfattes som negative (immune neglect).

Jeg har sammenfattet disse kognitive mekanismene anvendt på forståelse av holdningsendringer over tid når det gjelder planlegging og gjennomføring av store landskapsinngrep, og kalt effekten **visuell patina** (Berg, 2012). Over tid glir selv store inngrep som vindparker inn i det som oppfattes som de lokale omgivelsene, og man tenker mindre og mindre på anleggets tilstedeværelse. Dette er en på mange måter nødvendig psykologisk mekanisme, da det i lengden blir for utmattende å opprettholde hat og bitterhet mot noe som til syvende og sist ble et uavvendelig faktum. Det dukker gjerne opp nye ting som dreier fokus vekk fra vindparken og inngrepene knyttet til den.

En del erfaringer tyder også på at det sjelden er stor motstand mot utvidelse og fornyelse/repowering av eksisterende vindparker. Man synes å ha slått seg til ro med at vindparken har blitt en del av ens daglige omgivelser.

Det er likevel viktig å rette en advarende pekefinger mot de som måtte tenke at det da ikke spiller noen rolle hva slags naboskapsbelastninger man påfører lokalsamfunnet. Den samme forskningen innenfor kognitiv psykologi viser også at det går grenser for hva som aksepteres, og hvis man trækker over denne kan negative holdninger til inngrepene faktisk øke over tid.

Oppfattelsen av det nære landskapet kan være en slik faktor som kan danne en akseptgrense. Hvis et vindkraftverk plasseres i eller visuelt nær inn mot et landskap som allment oppfattes som spesielt uberørt, vakkert eller unikt, kan dette antakelig utløse en vedvarende negativ holdning også over tid. I den motsatte enden kan det også tippe over hvis allerede belastede omgivelser blir ytterligere brutalisert fordi man tenker at nye inngrep på slike steder ikke kan spille så stor rolle, siden stedet allerede er så sterkt preget av det som er der fra før. I slike tilfeller kan man risikere forslummingeffekter, fraflytting osv.

Det er åpenbart at det i en nasjonal ramme for vindkraft vil være vanskelig å sette opp kriterier som beskriver innbyrdes ulikheter i nabolag, og som fanger opp variasjoner i holdninger og aksept hos ulike naboskap. I den grad man skal ta hensyn til slike faktorer, må det skje som del av den politiske behandlingsprosessen for nasjonal ramme.

2.2 Faktorer knyttet til vindkraftverkets plassering og utforming

Mens det vil være vanskelig å sette opp kriterier basert på betrakteregenskaper og sosiale forhold knyttet til ulike naboskap, er de fysiske forholdene knyttet til selve vindkraftverket atskillig mer konkrete.

2.2.1 Vindkraftverkets utforming, dimensjoner og størrelse

Som utgangspunkt er det lagt til grunn at man i nasjonal ramme behandler anlegg av en viss størrelse, med turbiner i cirka 2 MW-klassen eller større og med flere enn et tretalls vindturbiner. I noen saker kan også få og små turbiner ha betydelige visuelle virkninger (se Figur 1 nedenfor), men så små anlegg må forventes å være unntak i en norsk vindkraftutbygging.



Figur 1: Utsira vindpark har bare to 600 kW turbiner, men preger likevel øya betydelig

Ettersom man dimensjonerer anleggene slik at de ikke danner vindskygge for hverandre – en tommelfingerregel tilsier en minimumsavstand rundt 6 -7 ganger rotordiameteren - vil arealinngrepet ha betydelig utstrekning. For en nær betrakter kan slike anlegg fylle mesteparten eller hele vidden på synsfeltet (3 turbiner på en rekke og med rotordiameter på eksempelvis 90 meter vil dekke et synlig felt i sideretningen på over en kilometer). Mennesket har et normalt sideveis synsfelt på nesten 180 grader, men innenfor dette synsfeltet er det bare det sentrale cirka 120 grader brede binokulære synsfeltet der man har dybdesyn og evne til å oppfatte detaljer. Derimot er det perifere synsfeltet spesielt egnet til å oppfatte bevegelse, slik at en turbin med sine roterende blader tilhører også det perifere oppmerksomhetsfeltet. Det skal altså ikke mange synlige turbiner til for å skape en blikkfangeeffekt over en bred synssektor.

Generelt vil det ha større betydning for det visuelle inntrykket om man ser mange turbiner over et stort areal, enn hvor stor hver enkelt turbin er. Hvis vi snakker om et størrelsesintervall på mellom rundt 70 – 120 meter navhøyde, og 100 meter +/- 20-30 meter, som i dag er mer eller mindre «normalintervallet» for norske vindparker, vil forskjellene i visuelle dominanseffekter være relativt beskjedne. På avstander over et par kilometer har øyet dessuten vanskelig for å skjelle mellom store objekter på lang avstand, og mindre objekter som står nærmere, med mindre man har referanseelementer i omgivelsene.

Masseeffekten av å se mange turbiner på en gang forsterkes av turbinenes roterende bevegelser.

2.2.2 Synlighet og avstand

Mens synsfeltets bredde har stor betydning for grad av massevirkning sett fra betrakterstandpunkter, har synsfeltets høyde vesentlig betydning for forståelsen av faktorer som kan beskrive visuell dominans som en funksjon av turbiners størrelse og avstand til betrakter.

Det vertikale synsfeltet er mindre enn det horisontale, men likevel 60 grader oppover og 70 grader nedover. Høyden på synsfeltet har blitt brukt til å forsøke å angi en grad av visuell dominans som en funksjon av betrakteravstand og størrelse på det betraktede objektet. En har regnet grensen for visuell totaldominans som der blikket må bevege seg for å fange inn hele objektet - i vår sammenheng turbinen (Bergsjö, 1980). Avstanden regnes da ofte til 3 ganger høyden på objektet. For en «standard» vindturbin med navhøyde 80 meter og 90 meter skulle det tilsi at turbinen vil være visuelt totalt dominerende innenfor en avstand på i underkant av 400 meter, og med tilsvarende krympende avstand desto større turbinen er.

Bergsjö et al. definerte videre en ytre visuell dominanssone ut til dit turbinen ikke lenger er alene om å dominere det visuelle inntrykket, men hvor de øvrige omgivelsene også spiller inn. Denne sonen ble definert å være ut til 8 – 10 ganger høyden på objektet. Det skulle tilsi en visuell dominanssone for en turbin av dimensjoner som nevnt over på rundt 1 kilometer. Det må da tilføyes at dette må regnes som en mer teoretisk betraktning der turbinen står i et flatt og helt åpent landskap uten synshindre. Under norske forhold vil det svært sjelden være slik. Det er også litt vanskelig å empirisk belegge denne dominansgrensen, men en kilometersgrense gir likevel antakelig en rimelig indikator på visuell dominans for store vindturbiner der det er liten topografisk variasjon og få skjermende objekter. I tillegg til de momentene som er nevnt over, vil også relativ posisjon mellom turbin og betrakter kunne ha betydning for dominansgraden: en turbin som kneiser på et platå rett ovenfor eller omtrent på høyde med betrakter vil normalt bli oppfattet som mer visuelt dominerende enn en turbin som står på et lavere terrengnivå enn der turbinen betraktes fra.

I klarvær er synsavstandene betydelige. Flere studier indikerer en siktgrense på rundt 40 km, men det finnes også studier som konkluderer med synlighet opp mot 58 km (Sullivan, udat.). Egne observasjoner indikerer at avstander som dette er unntakssituasjoner. Det er særlig ved full sol og rett før solnedgang eller etter soloppgang, med svært lav solbane, at lyset reflekteres fra turbinene på en slik måte at de blir synlige over lange avstander. Når solen står høyt på himmelen er siktgrensen i praksis betydelig kortere.

Sikten varierer med værslaget, og med betydelige forskjeller under norske forhold. Det finnes begrenset tilfang av meteorologiske analyser av sikt, men noe har vært gjennomført. På store deler av norskekysten langs Vestlandet, Trøndelag og Nordland er sikten gjennomgående betydelig: det regnes at sikten er 25 km eller mer i over 50 % av årets dager. Til sammenligning har studier fra Sør-Sverige vist at sikten der er 6 km eller mindre i halvparten av dagene om vinteren, men om sommeren sikt lengder mer på linje med forholdene langs norskekysten. Disse spredte analysene indikerer likevel at det er stor variasjon i sikt lengde, både geografisk og med hensyn til årstid.

Det har vært store sprik i hva som anses for riktig grensdragning når det gjelder «praktisk» avgrensning av visuelt influensområde. NVE har i sine utredningsprogrammer brukt 20 km som utgangspunkt for kartmessige synlighetsanalyser. Nevnte studie fra Sullivan har i sin publikasjon angitt 16 km som en slik grense for visuell påvirkning.



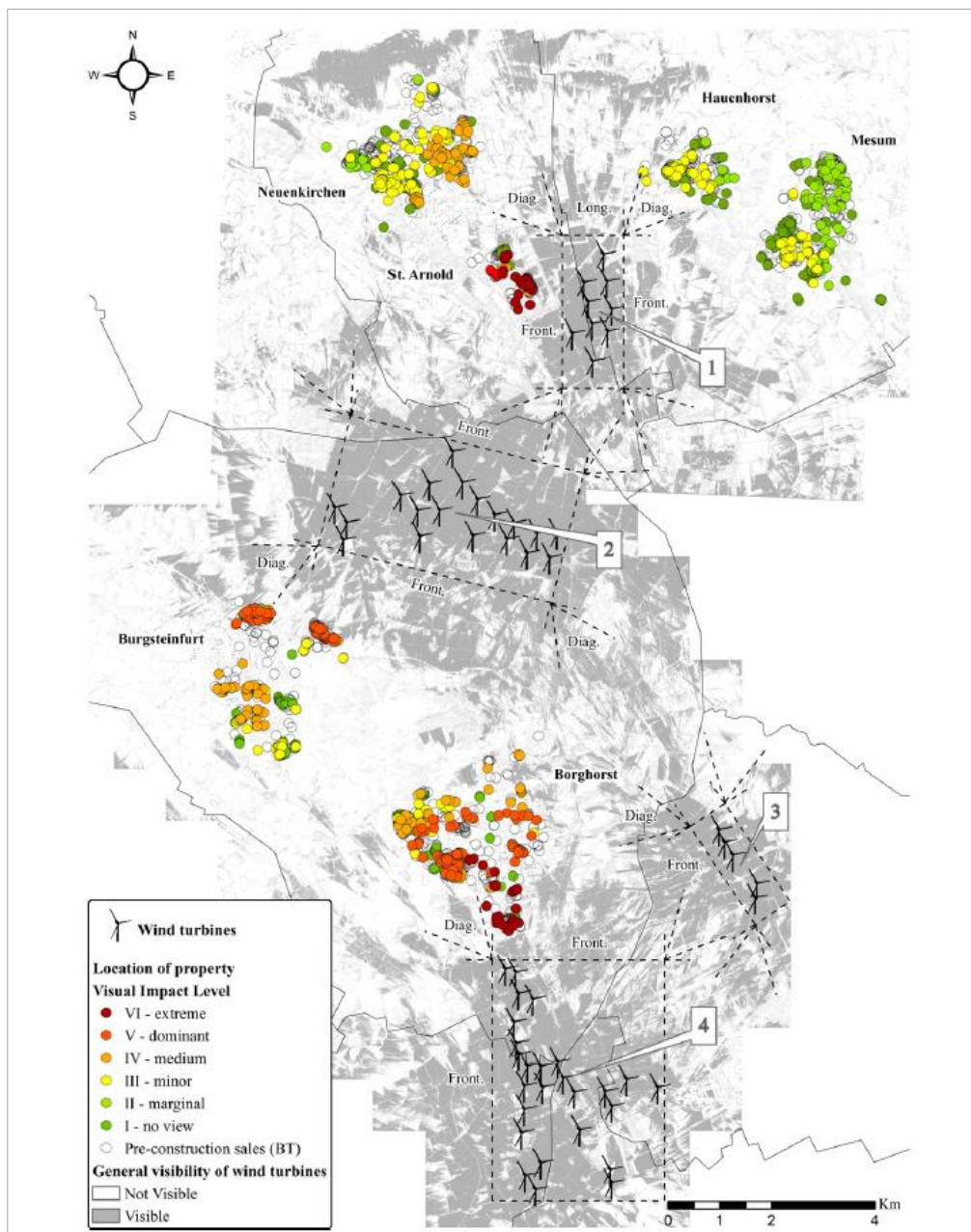
Figur 2: Hitra vindpark sett på 20 km avstand, og fotoopptak med normalbrennvidde. Turbinene er bare fjerne elementer i bakgrunnen, og ikke lette å se selv med klarvær og god sikt.

Det er en stor fare ved å bruke for vide grensesett for visuell påvirkning, og det er at man risikerer å overbetone relativt beskjedne fjernvirkninger på bekostning av de mye viktigere nærvirkningene. Dette er fallgruver som har særlig betydning for vurdering av visuelle virkninger på naboskap. På et synlighetskart kan fjernvirkningene virke dramatiske når man bruker en felles fargesignatur for hele influensområdet, ettersom påvirket areal på kartet øker som en direkte funksjon av økt avstand fra vindkraftverket.

Svakheten ved metodikken for å definere visuell dominans slik den er omhandlet tidligere i kapittelet, er at den dreier seg om visuelle virkninger av enkeltturbiner, og ikke effekter av større turbingrupper eller hele vindparker. I forbindelse med en difference-for-difference-studie av effekter for eiendomspriser utført ved Universitetet i Aachen (Sunak & Madlener, 2016) ble det utviklet en indeks kalt VIL (Visual Impact Level) som graderer belastningen ved synligheten for nærliggende boligområder som tar hensyn både til antall synlige vindturbiner fra et gitt område, avstanden til turbinene, og fra hvilken vinkel de sees. Ut fra dette angis for hvert betrakterstandpunkt en koeffisientverdi innenfor en skala fra I til VI som gir et mål på hvilken visuell belastning vindparken samlet utgjør. Gruppe VI angir her en ekstrem belastning som følge av utsyn til mange og nærliggende vindturbiner. De andre gruppene angir dominant, middels, liten, marginal og ingen belastning. Data for å påvise synlighet framskaffes gjennom en digital terrengmodell (Digital Spatial Model) med svært høy oppløsning som viser høydeforskjeller i terrenget, vegetasjon, større bygninger mv. Figur 3 viser VIL-indeksen brukt på et boligområde i Nordrhein-Westfalen i Tyskland.

Denne typen digital analyse vurderes som et fruktbart verktøy som bør kunne utvikles og tilpasses for norske forhold ved kriteriesetting for visuelle virkninger innenfor nasjonal ramme for vindkraft, men da antakelig med noen forenklede forutsetninger. Om en slik analyse kan brukes allerede ved utpeking av vindkraftområder, eller om det først og fremst kan og bør brukes til å snevre inn eller utvide grensene ved allerede utpekte områder, er noe som bør vurderes i det videre arbeidet. For norske

forhold vil betydningen av topografi som skjermende element være av stor nytte å få innbakt i modelleringen.



Figur 3: Nivåangivelse for visuelle virkninger (fra Sunak & Madeler)

2.2.3 Andre faktorer

Antall og andel faktisk synlige turbiner

Under norske forhold vil topografien ofte være av større betydning for de visuelle virkningene enn totalstørrelsen av vindparken og arealstørrelsen på planområdet. Kupert landformer vil ofte bidra til å redusere synlighet og massevirkning av store vindparker fra der folk bor. Et kroneksempel er Øyfjellet vindpark i Vefsn; en av de største vindparkene som har vært planlagt i Norge, men der lite eller ingenting av vindparken blir synlig fra byen og befolkningstetthetspunktet Mosjøen, til tross for at

avstanden fra byen til de nærmeste turbinene mange steder er mindre enn 2 kilometer. Vindparken er planlagt på et løftet fjellplatå høyt over bebyggelsen, og de fremste turbinene er trukket tilbake fra platåkanten. Se Figur 4 og Figur 5.



Figur 4: Øyfjellet vindpark sett fra Vefsn Bygdetun (fotomontasje). En turbin og et par små vingesveip er synlige.



Figur 5: Deler av Øyfjellet vindpark sett fra fjellplatået (fotomontasje). Det er en skog av turbiner her, men ikke mye av dette er synlig fra bebyggelse.

Utsynsretning

Hvis vindkraftverket fyller synsfeltet eller utgjør et dominerende blikkfang i den synsretningen som oppfattes som hovedutsynsretning fra betrakterstandpunktet, er konfliktpotensialet for visuelle

virksomheter større enn der vindparken så å si ligger i «baklandet». Typisk gjelder dette i et strandflatelandskap, der det naturlige utsynet er mot fjordarmer, skjærgård og åpen sjø, mens «baksiden» gjerne er en bakvegg av åser og fjell. Et eksempel fra konsesjonsbehandling av to norske vindkraftverk som lå like ved siden av hverandre kan illustrere dette: Mens Fræna vindpark var planlagt på landarealene bak den ytre kyststripen, men likevel tett på de steder der folk bor, var Havsul III offshore vindkraftverk plassert på de landnære grunnene ute i sjøen. Begge søknadene ble avslått, men det var i media og den lokale opinionen likevel betydelig mer støy rundt Havgul III enn Fræna. Den store forskjellen mellom de to prosjektene var at Havgul III fylte store deler av horisonten med turbiner utover det nære havområdet som var og er lokalbefolkningens hovedutsynsretning, mens turbinene i Fræna-prosjektet var plassert i større eller mindre grad i landet bak bebyggelsen, og dessuten dro nytte av at landformer og vegetasjon skjermet større og mindre deler av anlegget slik at det visuelt sett ikke ble så massivt.



Figur 6: Fotomontasje av Fræna vindpark. Lokal topografi og vegetasjon bidrar til å skjerme innsyn mot mange turbiner på en gang, og turbinene er trukket tilbake fra strandsone-landskapet.

Turbinenes form og farge

Vi kjenner ikke til et eneste prosjekt i Norge med store vindturbiner som ikke består av massive tårn i stål eller betong, eller med annet enn tre rotorblader. Det legges til grunn at dette også vil være normen i overskuelig fremtid. I Danmark er det, eller har i hvert fall vært, krav fra Miljøstyrelsen om at turbinene skal ha tre blader. Det finnes derimot eksempler på at det har vært bygget anlegg med tobladede turbiner i både Sverige og Tyskland.

Trebladede turbiner har en harmonisk form fordi de tre bladene visuelt sett balanserer hverandre. Spesielt i situasjoner der turbinene står stille, vil en tobladet turbin kunne oppfattes som at rotorbladene «står på skjeve».

Gittertårn vil lettere enn massive tårn danne visuelle kontraster fordi det oppstår interne skyggeeffekter i gitterverket.

Det er knesatt som prinsipp at turbiner i norske vindparker skal være hvite eller lys grå. Sett mot en lys himmelbakgrunn gir det minst kontrast. Turbinene bør riktignok ikke være kritthvite, men alle eller de fleste turbinleverandører leverer turbiner med en standard lys grå farge. Noen turbinmodeller har grønne og jordfargede segmenter på de nederste seksjonene av tårnet for å dempe kontrast mot en terrengbakgrunn. Så vidt vites har det ikke blitt oppført noen slike turbiner i Norge, og vår vurdering er at dette ikke har mye for seg de fleste steder i Norge, både på grunn av fargene i karrig norsk landskap, og fordi det bare unntaksvis er slik at turbinene vil bli betraktet mot for eksempel et jordbrukslandskap.

I de senere år har det dukket opp problemstillinger rundt merking av turbinblader for å gjøre dem mer synlige for fugl. Noen av turbinene på Smøla har fått svarte «sørgebånd». De er litt visuelt forstyrrende på nært hold, men så lenge de merkede segmentene er smale, er ikke effekten på avstand veldig plagsom. Men med utgangspunkt i menneskelig synsoppfatning er slike tiltak likevel «rusk i øyet».

Lysforhold og silhuettvirkning

De fleste turbiner i et vindkraftverk vil på grunn av sine dimensjoner og sin vindeksponerte plassering normalt betraktes mot en lys himmelbakgrunn. Da blir graden av kontrast mellom turbin og himmel en faktor som har stor betydning for visuell virkning, dog i første rekke på solskinnsdager. I motlys står turbinene med skyggeflate mot betrakter, og danner en mer eller mindre skarp kontrast og silhuettvirkning mot himmelen bak, og turbinene kan sees på ganske lange avstander. I medlys tenderer turbinene på den annen side mot å gli inn i himmelbakgrunnen, og kan selv på moderate avstander være vanskelige å se. I sidelys kommer kontrastgraden i en mellomstilling.

Det betyr at det er gunstigere å plassere vindkraftanlegg i en sektor nordvest - nord- nordøst for bosettings- og hytteområder, enn å plassere dem i sydlig sektor, og at de i førstnevnte tilfelle kan plasseres nærmere befolkningen hvis man vil ta hensyn til visuelle virkninger.

Vindretning

Hvilken vindretning som er fremherskende kan ha betydning for om turbinene oftest sees vendt rett mot/rett fra betrakter, eller sett sideveis fra. Bevegelsene blir mer markante når rotasjonen ses mer eller mindre rett imot enn fra siden, men samtidig blir turbinens «logikk» når det gjelder virkemåte tydeligere. Vindretning vurderes ikke som noe viktig kriterium for å skille mellom ulike visuelle virkninger.

Vingesveip

Det kan virke mer urolig å bare se sveip av vinger (altså visuelt avkortede segmenter av rotorbladene) enn hele rotasjonsbevegelsen, som typisk oppstår når terrengformasjoner bare delvis skjerner mot innsynet til turbinene.

Det har imidlertid også betydning hvor store del av rotorbladene som er synlige. Bladene blir tynnere mot spissen, og hvis man bare ser en vingetipp, og ikke en stor del av rotorbladet, blir den visuelle virkningen av bevegelsen mindre. Grovt sett ville vi si at vingesveip på mindre enn 1/4 av bladlengden er relativt lite forstyrrende.

Også for vingesveip glir antakelig det visuelle inntrykket mer inn i hverdagsbakgrunnen over tid, slik at betraktereffekten ikke blir oppfattet som så plagsom. Men er det snakk om svært mange vingesveip og relativt nær plassering, kan man kanskje forvente at effektene ikke vil avta, jfr. det som har vært skrevet tidligere om visuell patina.

Oppstillingsmønster

I flate og homogene landskap slik man finner i for eksempel Danmark, Nord-Tyskland og Nederland, har det i mange tilfelle vært krav om at man stiller opp turbinene i et regulært oppstillingsmønster med lik avstand mellom turbinene, og stilt opp i rette rekker.

Slike prinsipper fungerer stort sett dårlig under norske forhold, med som oftest svært variert topografi og kuperingsgrad, og der det er viktig med micrositing for å plassere turbinene optimalt. Siden det bare unntaksvis er slik at turbinene vil stå på samme kotehøyde, kan oppstilling i regulære mønstre i horisontalplanet komme til å bare virke visuelt forstyrrende.

En visuelt uheldig effekt kan likevel oppstå der mange turbiner står **nesten** på rekke, og man betrakter vindparken i denne aksens lengderetning. Da vil man kunne få et veldig urolig inntryksbilde der de roterende bladene mer eller mindre visuelt «sakser» i hverandre.

2.2.4 Veier, plasser og nettilknytning

Det finnes noen eksempler på at bratte atkomstveier til vindparker danner godt synlige og skjemmende inngrepssår i landskapet, men hovederfaringen er at veiene stort sett gir små fjernvirkninger, og at de visuelle virkningene av veier og plasser for det meste begrenser seg til internt i vindparken. Flertallet av norske vindparker bygges i et så kupert terreng at man bare ser små avsnitt av landskapet om gangen, og derved heller ikke lengre sammenhengende veistrekninger, og gjennom vektleggingen av miljø- og landskapshensyn i planer, samt miljøoppfølging i anleggsfasen, blir det, med noen unntak, foretatt en god innpassing av veiene i landskapet. Kranoppstillingsplasser og fundamenter utgjør stort sett så arealmessig avgrensede inngrep at de ikke i særlig grad preger anleggene. De visuelle virkningene på naboskapet til vindparkene av veier og plasser er derfor gjennomgående små.

For utmatingen av vindkraften på nettet er det oftest snakk om begrensede strekninger med nye kraftledninger frem til nærmeste tilkoblingspunkt på regionalnettet, og derved visuelle virkninger på naboskap av begrenset omfang. Men hvis resultatet av nasjonal ramme for vindkraft blir større clustere som utløser behov for oppgradering og nybygg i sentralnettet som ellers ikke ville bli bygget, kan sekundæreffekten av vindkraftanlegget skape betydelige visuelle virkninger for naboskap både nær vindparken, og langsetter kraftledningstraseene.

2.3 Faktorer knyttet til landskapet

2.3.1 Vindkraftanlegg i ulike typer landskap

Som det ble nevnt i innledningen er det under norske forhold svært stor spennvidde i de ulike typer landskap der det kan være aktuelt å bygge vindkraftanlegg.

Verdiaspektene ved ulike landskap og landskapstyper blir beskrevet i en annen rapport, men her gjøres en kortfattet vurdering av hvordan egenskaper ved landskapet kan påvirke de visuelle virkningene for berørte naboer.

Vi har noen få, flate landskap i Norge som er aktuelle for utbygging av vindkraft, der landskapskarakteren er nokså homogen og der man kan ha utsyn over lange avstander; først og fremst Jæren, men også soner langs kysten (for eksempel Smøla og deler av Fosen) og på Finnmarksvidda. Her er det lite skjermingseffekt å hente fra terreng og vegetasjon, og de aller fleste turbiner vil kunne være synlige i klarvær. Samtidig er det få referanseelementer i omgivelsene, noe som over visse avstander altså gjør at det kan være vanskelig å bedømme størrelse og avstand. I disse landskapene er det viktigste å unngå massevirkningen av et stort antall turbiner. Landskapstypen egner seg altså best for anlegg med et begrenset antall turbiner, men de kan til

gjengjeld ha store dimensjoner uten at de dermed øker graden av visuell dominans utover den nærmeste sonen av betrakterstandpunkter.

Også i de småkuperte skjærgårdslandskapene langs vestkysten av Norge vil terrengformer og vegetasjon sjelden gi tilstrekkelig skjermingsvirkning til at man ikke vil se store deler av vindparken. I tillegg gjør den mer oppbrutte topografien at turbinene normalt vil stå i mer irregulære mønstre enn i flatlandskapene. Noen skjærgårdslandskaper har imidlertid markante relieffer som dels vil fungere som synshindre, dels som fjellområder som peker seg ut for plassering av vindkraftanlegget (eksempler på slike landskap er Stord, Hitra og Hundhammerfjellet). Disse større fjellrelieffene gir på den ene siden turbinene på kantene ut mot bebyggelse mer dominante plasseringer, men gjør også at antall synlige turbiner er begrensede i nærsone. Sett på avstand kan man likevel ofte se alle eller mange av turbinene, og fjernvirkningene kan dermed bli markante.

Noen landskap er så kuperte at man i nære områder knapt kan se turbiner. Det behøver ikke en gang være snakk om store høydeforskjeller så lenge de nære områdene gir innsynsskjerming. Tellenes vindpark på sørvestlandet er et eksempel på en vindpark hvor terrengformene gir en ekstrem grad av visuelle skjerming, men også på Ytre Vikna bidrar topografien for en stor del til at dette vindkraftverket gir beskjedne visuelle effekter på naboskapet.



Figur 7: Tellenes vindpark under bygging. Den kuperte topografien gjør at man bare ser over korte avstander.

Spesielt lengst nord i landet, langs Finnmarkskysten og på vidda, er bosettingen de fleste steder så spredt at det vil være svært begrenset med nabovirkninger selv der vindparkene er synlige over store avstander. Men også andre områder har en så beskjeden bosetting at naboskapsvirkningene i praksis blir små (eksempelvis deler av Indre Agder og i en del skog- og fjellbygder på Østlandet). Hvis ikke andre forhold taler mot det, bør slike spredt bosatte områder ligge til rette for vindkraftutbygging.

I de senere årene har det blitt planlagt og igangsatt bygging av vindparker i skoglandskap, hovedsakelig på det indre Østlandet. I slike områder vil skogens nærvær gi svært god skjermingseffekt for de som befinner seg nær vindparken, mens det på den annen side kan oppstå betydelige fjernvirkningseffekter for de som ser vindkraftanlegget rase over tresjiktet i skogen.

Forutsetningen for at slike fjernvirkninger skal oppstå er at berørt bosetting og bebyggelse ligger inntil åpne arealer på omtrent samme eller høyere nivå som vindparken, eller at bosetting og hyttebebyggelse ligger høyt i landskapet med åpne utsyn over det aktuelle skoglandskapet.

2.3.2 Visuell påvirkning på nattlandskapet

Dagtidseffektene av refleksblink og skyggekast behandles i andre rapporter. Lysmerking er også et tema som er behandlet annetsteds, men det kan likevel være grunn til å ofre noen ord på det spesielle ved nattlandskapet.

Om natten viskes omgivelsenes konturer og kontraster ut av mørket. Betrakterhorisonten snevres inn, og man skjelner i liten grad mellom detaljer. I et slikt landskap er det de lysende flatene og elementene som stikker seg ut: snøkappene på fjellene som fremstår som markante trekk ved omgivelsene, i hvert fall i klare og mer eller mindre månelyse netter, men også de menneskeskapte lysobjektene som gatelys, lysløyper, fyrlykter og lysene fra vinduene der folk bor. Derved tiltrekker de seg også ekstra oppmerksomhet om natten. Blinkende, sterkt lysende markører på vindturbiner kan være et veldig forstyrrende element i et landskap som ellers er fattig på nattlige blikkfang. Slike lys kan også gjøre vindparken synlig og visuelt forstyrrende over betraktelig større avstander enn om dagen. Det vil derfor kunne være av stor betydning dersom man evner å begrense en vedvarende kraftig lyseemisjon, enten ved å gå ned på emisjonskravene, eller ved å ha reguleringsmekanismer som gjør at turbinene bare sender ut lyssignaler når det er luftfartøyer innenfor en avgrenset radius rundt anlegget.

3 Drøfting og oppsummering

Holdning til vindkraft har mye å si for hvordan de visuelle virkningene oppfattes av anleggets naboskap, men erfaringer viser at negative holdninger oftest avtar når vindkraftanlegget først står der. Mennesket har kognitivt psykologiske mekanismer som gjør at man tilpasser seg endrede situasjoner, og selv store anlegg som vindparker vil i større og mindre grad gli inn i hverdagslandskapet, en effekt som kan karakteriseres som visuell patina.

Holdninger vil variere fra naboskap til naboskap, og er påvirket av dynamiske forhold som naboskapsforhold og opinionsdannere. Det er ikke mulig å legge slike forhold til grunn for kriteriesetting ved utpeking av nye vindkraftområder i en nasjonal ramme for vindkraft. Det man derimot kan ta med seg er at det ofte vil være større aksept for videre utbygging eller repowering av vindkraft i allerede utbygde områder. Det tilsier at man ved utpeking av vindkraftområder også bør se på både eksisterende utbygde vindkraftområder, og på tilgrensende områder til denne. På den annen side må man balansere dette på en slik måte at det ikke oppstår forslummingseffekter og ekstrem visuell påvirkning (høy VIL-indeks), da dette kan sementere eller forsterke negative holdninger til vindkraften.

De viktigste faktorene som kan forårsake sterkt negative visuelle virkninger for naboskap er på den ene siden arealutbredelse og antall synlige turbiner, og på den andre siden hvor nær betrakteren befinner seg i forhold til den eller de nærmeste turbinene. I åpne landskap med lang synsvidde skal man være forsiktig med å bygge så mange turbiner at det oppstår dominerende massevirkninger, som kan oppleves både som nærvirkning og fjernvirkning. Generelt bør man sikre rimelige minimumsavstander fra bebyggelse til nærmeste turbin for å unngå for kraftig visuell dominans.

En turbin av aktuelle størrelsesklasser i dag kan representere en stor visuell dominans på avstander opptil rundt 1 km fra betrakter når det ikke er hindre som skjermer mot innsyn. Hvis topografien gir tilstrekkelig skjermingseffekt har imidlertid avstandsfaktoren ingen eller liten betydning.

Andre faktorer som har betydning, men som antakelig blir mer sekundære i å utforme en nasjonal ramme for vindkraft, er sikt og værlag, lysinnfallsretning (motlys/medlys) og analyse av viktige utsynsretninger. Slike forhold bør imidlertid belyses i en eventuell konsesjonsprosess.

Øvrige faktorer knyttet til utforming av vindparken, slik som oppstillingsmønster, farge, vingesveip osv. kan ikke bidra til utforming av noe kriteriesett for nasjonal ramme.

Det anbefales å se på muligheten for å utvikle VIL-analyser som del av kriteriesettingen ved naboskapsvirkninger, men det tas ikke stilling til her om dette skal være en del av sliingsprosessen, eller om det er et verktøy som skal brukes i grensedragning når de aktuelle vindkraftområdene er grovsorterte.

Med utgangspunkt i vindkraftens visuelle virkninger på naboskap vil en anbefaling være å prioritere større områder med liten eller ingen bosetting, som eksempelvis Finnmarkskysten og vidda. En slik prioritering kan selvfølgelig være i konflikt med andre hensyn som for eksempel reindrift, miljø og manglende nettilknytning, men kan likevel være riktig å synliggjøre som del av prosessen.

Det bør i større grad også fokuseres på nattlandskapet, og arbeides videre for at lysmerking av turbiner og systemer for drift av dette gjøres på en slik måte at det ikke påfører naboskapet unødvendig grad av sjenanse.

4 Referanser

- Berg, E. (2012). Patina - the fading of visual impact. *IAIA - International Association for Impact Assessment*, (s. 2). Oporto, Portugal.
- Bergsjö, A. e. (1980). *Vindkraften i landskapet. Del 2. Visuelle frågor i samband med storskalig vindkraftutbyggnad*. Alnarp, Sverige: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Sullivan, R. G. (udat.). *WindTurbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances in Western Landscapes*. Illinois, USA: Argonne National Laboratory.
- Sunak, Y., & Madlener, R. (2016). The impact of wind farm visibility on property values: A spatial difference – in – difference analysis. *Energy Economics*, ss. 79-91.