



Direktoratet for
naturforvaltning

Visualisering av planlagte vindkraftverk

Hoveddokument

5
2007



V
E
I
L
E
D
E
R

Visualisering av planlagte vindkraftverk

Veileder

Veileder nr. 5/2007

Visualisering av planlagte vindkraftverk

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Ina Rognerud (Norges vassdrags- og energidirektorat)
Forfatter: Landskapsarkitekt MNLA Trond Simensen (SWECO Grøner)

Trykk: NVEs hustrykkeri
Forsidefoto: Smøla vindkraftverk. Foto: Bertram Brochmann
ISSN: 1501-0678

Sammendrag: Ved behandling av søknader om å få bygge og drive vindkraftverk er de visuelle virkningene av den planlagte utbyggingen viktige. En mest mulig realistisk framstilling av de visuelle virkningene er derfor en viktig del av beslutningsgrunnlaget ved vurdering av om konsesjon skal meddeles, og som grunnlag for vedtak om reguleringsplan. Denne veilederen beskriver forhold som er viktige ved vurderingen av de visuelle virkningene av et vindkraftverk, og gir råd om egnede verktøy og metoder som kan benyttes for å visualisere dette.

Emneord: Vindkraft, vindkraftverk, visuelle virkninger, visualiseringer, landskap, synlighetskart.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Oktober 2007

Innhold

Forord	6
1 Innledning	7
2 Visuelle virkninger av vindkraftverk	7
3 Teoretiske synlighetskart	8
4 Fotorealistiske visualiseringer	9
5 Andre teknikker for dokumentasjon av visuelle virkninger	11
Vedlegg I Utfyllende bakgrunnsstoff	
Vedlegg II Teknisk bakgrunnsinformasjon	

Forord

Denne veilederen gir råd om egnede verktøy og metoder som bør benyttes ved visualisering av planlagte vindkraftverk, og beskriver forhold som er viktige ved vurderingen av de visuelle virkningene. Målgruppen for veilederen er hovedsakelig tiltakshavere og konsulenter, men den vil også være nyttig for kommunen som planmyndighet og for høringsinstanser. Innholdet i veilederen vil inngå i grunnlaget for NVEs fastsetting av utredningsprogrammer og vurdering av visualiseringsmateriale i konsekvensutredninger og konsesjonssøknader for vindkraftverk.

Det ble høsten 2006 tatt initiativ til å utarbeide et forslag til en ny veileder om visualiseringer av planlagte vindkraftverk. Bakgrunnen for dette var et behov for økt kvalitet på visualiseringer som utarbeides i forbindelse med konsekvensutredninger, og et ønske om felles retningslinjer for hvordan visualiseringer bør utføres for å få en mest mulig realistisk fremstilling av de visuelle virkningene. Det ble nedsatt en arbeidsgruppe der mandatet var å utarbeide et forslag til ny veiledning gjeldende visualiseringer.

Veilederen er utarbeidet som et samarbeidsprosjekt med følgende deltagere: Norsk Hydro ASA v/Svein Solhjell, Statkraft Development AS v/Harald Kristoffersen, SWECO Grøner v/Trond Simensen, Direktoratet for naturforvaltning v/Kristin Bodsberg, Riksantikvaren v/Kristi Vindedal og Norges vassdrags- og energidirektorat v/Arne Olsen og Ina Rognerud. Trond Simensen har skrevet veilederen på vegne av arbeidsgruppen.

I forbindelse med arbeidet med veilederen har arbeidsgruppen i perioden februar – august 2007 hatt flere møter, og det ble arrangert et høringsmøte med konsulenter i juni 2007 der flere aktuelle problemstillinger ble belyst. Arbeidsgruppen har videre gjennomført en befaringsreise til Hitra og Smøla.

Veilederen erstatter den delen av NVE-rapport 19:1998 som omhandler visualisering av vindkraftverk.

Oslo, oktober 2007

Bjørn Wold
(sign.)
avdelingsdirektør
NVE

Marit Huuse
(sign.)
avdelingsdirektør
RA

Berit Lein
(sign.)
avdelingsdirektør
DN

1 Innledning

Ved behandling av søknader om å få tillatelse til å bygge og drive vindkraftverk er de visuelle virkningene av den planlagte utbyggingen viktige. Dokumentasjonen av visuelle virkninger som så langt har ligget til grunn for behandlingen av søknader om å bygge og drive vindkraftverk har vært av varierende kvalitet. En mest mulig realistisk framstilling av de visuelle virkningene er en viktig del av beslutningsgrunnlaget ved vurdering av om konsesjon skal meddeles eller ikke, og som grunnlag for vedtak om reguleringsplan. Denne veilederen beskriver forhold som er viktige ved vurderingen av de visuelle virkningene av et vindkraftverk, og gir råd om egnede verktøy og metoder som kan benyttes. Verdier i landskapet og betydningen av disse behandles ikke i denne veilederen. Det er heller ikke vurdert hvordan de visuelle virkningene påvirker landskapets karakter. Generell veiledning om planprosessen for utbygging av vindkraft er heller ikke tatt med i dette dokumentet.

Anbefalingene i veilederen bygger på erfaringer med over 10 års arbeid med vindkraft i Norge, observasjoner av visuelle virkninger av norske vindkraftverk og gjennomgang av et utvalg av norsk og internasjonal litteratur om emnet.

Det er ønskelig med felles retningslinjer for utarbeiding av visualiseringer, slik at ulike prosjekter kan vurderes på et likt grunnlag. Veilederen skal bidra til en mest mulig realistisk framstilling av de visuelle virkningene av et vindkraftverk og bidra til å sikre et best mulig beslutningsgrunnlag for involverte myndigheter, samt gi et bedre grunnlag for lokal medvirkning. Målgruppen for veilederen er hovedsakelig tiltakshavere og konsulenter. Veiledningen vil også være nyttig for kommunen som planmyndighet og høringsinstanser.

Det finnes flere aktuelle verktøy og metoder for å gi et realistisk inntrykk av de visuelle virkningene av et vindkraftverk. De mest aktuelle verktøyene per i dag er:

- Teoretiske synlighetskart (kapittel 3)
- Fotorealistiske visualiseringer (kapittel 4)
- Dataperspektiv/trådmodeller (kapittel 5)
- Todimensjonale animasjoner (kapittel 5)
- Tredimensjonale terrengmodeller (kapittel 5)

2 Visuelle virkninger av vindkraftverk

Forhold som er viktige for opplevelsen av vindturbiner er:

- Avstand til turbinene
- Vindkraftverkets utstrekning
- Landskapet
- Vær-, lys-, og siktforhold
- Eventuelle virkninger av skyggekast

Alle disse faktorene må tas med i betraktningen når de visuelle virkningene skal illustreres, beskrives og vurderes. Hvilke faktorer som vil være viktige for det enkelte vindkraftverk vil variere avhengig av stedsspesifikke forhold. Dette er nærmere omtalt i vedlegg I, kapittel 2.

3 Teoretiske synlighetskart

Teoretiske synlighetskart er kart som viser områder hvor et planlagt vindkraftverk teoretisk kan være synlig. Ordet ”teoretisk” brukes fordi de fleste synlighetsberegninger ikke tar hensyn til vegetasjon, bygninger og andre naturlige sikhindre – det er bare terrengformen som ligger til grunn for beregningene. Det finnes i dag en rekke programvarepakker som utarbeider teoretiske synlighetskart basert på digitale terrengmodeller.

Teoretisk synlighetskart er godt egnet til å få fram en oversikt over områder hvor vindkraftverket kan være synlig, og områder hvor det ikke vil være synlig. Teoretiske synlighetskart er derfor nyttige for å identifisere egnede fotostandpunkt for visualisering, og som et arbeidsverktøy i planleggingsprosessen for et vindkraftverk. Forhold som er viktige ved utarbeiding av teoretiske synlighetskart er oppsummert i tabellen nedenfor:

Tabell 3.1: Utarbeiding av teoretiske synlighetskart.

Utarbeiding av teoretiske synlighetskart	
Grunnlagsdata	<ul style="list-style-type: none">• Digital terrengmodell basert på kartgrunnlag med 20 meters koter eller bedre.• For eventuelle detaljerte beregninger i vindkraftverkets nærområde bør 5 meters koter benyttes som beregningsgrunnlag.
Beregningsparametre	<ul style="list-style-type: none">• Synlighet beregnes for ruter på maksimalt 50x50 m, fra en betrakterhøyde 1,8 m over bakkenivå.• For vindkraftverkets nærområder bør beregningene utføres for turbinenes totale høyde (fra fundament til vingespiss). Kart i målestokk 1:50 000 er egnet for å presentere resultatene av disse beregningene.• For et større influensområde kan beregningene gjerne utføres for turbinenes navhøyde, da feltundersøkelser har vist at vingesveip fra turbinenes rotorblader sjelden kan registreres på lengre avstander. For et større influensområde bør synlighetsanalysen presenteres på kart i en mindre målestokk (for eksempel 1:200 000). Synlighetsberegningene bør avsluttes 20 kilometer fra vindkraftverkets ytre avgrensning.• Dersom det er behov for detaljerte synlighetsberegninger kan det brukes et beregningsgrunnlag med mer detaljert høydeinformasjon (ekvidistanse fra en til fem meter). Da vil det også være fornuftig å beregne synligheten for mindre ruter (for eksempel 25x25 m, 10x10 m).
Presentasjon av teoretisk synlighet på kart	<ul style="list-style-type: none">• Teoretisk synlighet bør vises med transparente farger på et grunnlagskart i gråtoner, evt. med en svak fargesjattering. Fargenes intensitet bør ikke tones ned med økende avstand.• Det er ønskelig at synlighetskartet har en kategoriinndeling som viser antallet helt eller delvis synlige turbiner.• Avstandssoner fra vindkraftverkets ytre avgrensning og målestokk bør vises på kartet, slik at avstander kommer klart fram.

4 Fotorealistiske visualiseringer

Forhold som er viktige ved utarbeiding av fotorealistiske visualiseringer er oppsummert i tabellen nedenfor:

Tabell 4.1: Utarbeiding og presentasjon av fotorealistiske visualiseringer.

Utarbeiding og presentasjon av fotorealistiske visualiseringer	
Valg av fotostandpunkt for visualisering	<ul style="list-style-type: none">▪ Det bør utarbeides fotorealistiske visualiseringer av et planlagt vindkraftverk fra tilstrekkelig mange fotostandpunkt til å gi et realistisk og representativt bilde av vindkraftverket og av karakteristiske trekk ved landskapet. Antall visualiseringer bør normalt være 5-10. Det vil sjelden være behov for mer enn 10 visualiseringer.▪ Fotostandpunkt kan velges på bakgrunn av en teoretisk synlighetsanalyse. Valg av fotostandpunkt bør foregå i samråd med vertskommune(r) og lokale interessenter, og basere seg på dialog med regionale myndigheter, høringsuttalelser og innspill fra fagkonsulenter for naturmiljø, friluftsliv, kulturminner og kulturmiljø og reiseliv. I meldingsfasen er det viktig at lokale og regionale myndigheter, interessegrupper og befolkningen for øvrig gir innspill til hvilke områder som er aktuelle for en nærmere vurdering og dokumentasjon av de visuelle virkningene.▪ Visualiseringene bør vise prosjektet både fra relativt nær avstand (opp til ca 2-3 km) og midlere avstand (fra ca 2-3 og opp til ca 10-12 km). På lengre avstander (over ca 10-12 km) bør andre visualiseringsteknikker enn fotorealistiske visualiseringer velges.▪ Minst ett av fotostandpunktene bør velges ut med tanke på å gi en samlet oversikt over vindkraftverket der alle eller det maksimale antall vindturbiner er synlig. Det er også ønskelig at et av fotostandpunktene velges med sikte på å vise infrastruktur i form av veier, nettilknytning osv.▪ Fotostandpunktene bør representere ulike områdetyper og ulike typer utsikt. Det vil være særlig viktig å utarbeide visualiseringer fra områder og lokaliteter med nasjonal og regional verdi for relevante tema. Valg av fotostandpunkter bør begrunnes.▪ Fotostandpunktene med fotoretning og vinkel (utsnitt) bør vises på et kart i målestokk 1:50 000 eller 1:100 000, gjerne på det teoretiske synlighetskartet.▪ Det bør lages en kortfattet beskrivelse av de visuelle virkningene for de fleste lokaliteter hvor det er kommet fram ønske om visualisering av vindkraftverket. Dette gjelder både for de punktene det er utarbeidet visualisering, og der dette ikke er gjort.▪ Det bør vurderes hvorvidt det i tillegg er relevant å illustrere samlede virkninger av flere vindkraftverk. I så fall bør valg av fotostandpunkt ta høyde for dette. Dette vil normalt være relevant der flere vindkraftverk planlegges innenfor en radius på ca 30 kilometer.

<p>Råd om fotografering og fotokvalitet</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brennvidde og kameraformat for bilder (og dermed for visualiseringer) bør alltid noteres og oppgis når bildene brukes til visualiseringer. ▪ Det bør tilstrebes at fotografiene tas i normalt dagslys med gode sikthold. Vær- og lysforholdene ved fotografering bør være slik at vindturbiner vil tre klart fram på en visualisering. ▪ For å gi en bedre forståelse av landskapet i området og forholdet mellom nære og fjerne objekter, bør et bilde inneholde både forgrunn, mellomgrunn og bakgrunn. ▪ Ved befaring med fotografering bør det tas bilder fra så mange fotostandpunkt som mulig slik at det kan utarbeides visualiseringer i etterkant ved behov. ▪ For å kompensere for undereksponering, overeksponering, flatt lys, støv på linsen og lignende kan bildene som skal brukes i visualisering gjerne justeres i bilderedigeringsverktøy. Omfattende manipulering av bilder som skal brukes som grunnlag for visualiseringer (før vindkraftverket legges inn) bør unngås. ▪ Når enkeltbilder skal settes sammen til en panoramaserie, bør det fotograferes med lik eksponering for alle bildene i et panorama, det bør fotograferes med omtrent en tredjedels overlapp mellom hvert bilde og det bør brukes stativ med muligheter for å vatre kameraet.
<p>Utarbeiding av fotorealisticke visualiseringer</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fotorealisticke visualiseringer bør utarbeides med ved hjelp av programvare som er egnet for formålet. ▪ Dimensjonene på turbintypen som benyttes i visualiseringene bør i hovedtrekk samsvare med omsøkt utbyggingsløsning. Dersom flere turbinstørrelse og oppstillingsmønstre er aktuelle, bør den turbintypen og utformingen som vil ha den mest omfattende visuelle virkningen som hovedregel vises. En tilleggsvisualisering fra minst ett av fotostandpunktene bør da vise alternativ turbinstørrelse. ▪ Som hovedregel er det bedre å overdrive den visuelle kontrasten noe enn å dempe den. ▪ Oppstillingsplasser, veier, kraftledninger, transformatorstasjon og andre elementer i et vindkraftverk som vil være synlige skal vises på visualiseringene. ▪ Visualiseringer i panoramaformat kan ofte være nødvendige for å gi en framstilling av utbredelsen av et vindkraftverk og forholdet til landskapet omkring. Visualiseringer i panoramaformat bør utarbeides ved å ta utgangspunkt i visualiseringer av vindkraftverket som en serie enkeltbilder som deretter settes sammen til et panorama. Bildevinkelen som dekkes av et panoramabilde bør ikke overstige 120 grader da dette vil gi et lite representativt inntrykk av hvordan motivet oppleves i virkeligheten.

Presentasjon av visualiseringer

- Som et vedlegg til konsesjonssøknad, konsekvensutredning og forslag til reguleringsplan bør visualiseringene presenteres i et format som gir et realistisk inntrykk av vindkraftverkets dimensjoner fra en normal betrakningsavstand (30-50 cm). Dette gjelder både visualiseringer basert på enkeltbilder og visualiseringer i panoramaformat.
- En anbefalt betrakningsavstand på 30-50 cm vil sammen med kameraets brennvidde og bildevinkel være styrende for valg av presentasjonsformat. Programvare for fotorealistisk visualisering kan beregne anbefalt betrakningsavstand automatisk. Eksempelvis kan en visualisering basert på et enkeltbilde tatt med 50 mm normalobjektiv (for 35 mm film) forstørres og gjengis i størrelsen 24 x 16 cm. Dette gir et tilnærmet realistisk inntrykk av størrelsesforhold og dimensjoner på en betrakningsavstand på 37 cm. Bildet får da plass på en liggende A4-side sammen med opplysninger om foto og visualisering.
- Andre presentasjonsformat kan også være aktuelle. Det vesentlige er at det sammen med visualiseringene gjengis opplysninger som gjør det mulig å se hvordan visualiseringen er utarbeidet og vurdere hvorvidt visualiseringen gir et realistisk bilde av vindkraftverket.
- For panoramabilder kreves A3 eller enda større format for å gi et tilstrekkelig inntrykk av vindkraftverket i en trykket rapport. Korrekt betrakningsavstand bør alltid oppgis sammen med panoramavisualiseringene. Alternativt kan panoramabildet presenteres "ute av målestokk" i et mindre format for å gi en forståelse av vindkraftverkets utstrekning og forholdet til landskapet omkring. Da kan et av enkeltbildene som inngår i panoramabildet presenteres i et format som gir et riktig inntrykk av vindkraftverkets dimensjoner som beskrevet i punkt over.
- Følgende opplysninger bør presenteres sammen med visualiseringen:
 - Objektivets brennvidde (tilsvarende 35 mm film) og bildevinkel
 - Dato og klokkeslett for fotografering
 - Koordinater for fotostandpunkt (måles med GPS)
 - Fotoretning (kompassretning)
 - Avstand til nærmeste vindturbin
 - Dimensjoner på turbinene som er vist i visualiseringen
 - Anbefalt betrakningsavstand til visualiseringen
 - For panoramabilder bør det opplyses om hvor mange enkeltbilder som inngår i panoramaet.

5 Andre teknikker for dokumentasjon av visuelle virkninger

Dataperspektiv (for eksempel trådmodeller) kan brukes i kombinasjon med fotografi og fotomontasje som både arbeids- og presentasjonsverktøy. På avstander over 10-12 kilometer foretrekkes slike dataperspektiv framfor fotomontasjer fordi turbinene vanskelig kan gjengis realistisk i en fotomontasje på så store avstander.

En todimensjonal animasjon er en filmsekvens basert på en visualisering hvor vindturbinene roterer med realistisk hastighet. Det anbefales at det utarbeides 2D-animasjoner til bruk i folkemøter og på internettsider.

I tredimensjonale terrengmodeller kan betrakteren ved å bevege seg i et mer eller mindre naturtro digitalt landskap og se det planlagte vindkraftverket fra flere ståsteder. 3D-animasjoner kan være nyttig for å simulere opplevelsen av et vindkraftverk sett fra en viktig båtrute, en nasjonal turistvei eller lignende, gitt at tempoet på bevegelsen er realistisk.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i veilederserien i 2007

- Nr. 1 Arne Kjølle, NTNU (red.): Veileder i kvalitetssikring av små vannturbiner
- Nr. 2 Anne Sofie Risnes, Stig J. Haugen (red.): Veileder for kraftsystemutredninger (16 s.)
- Nr. 3 Eilif Brodtkorb (NVE), Odd-Kristian Selboe (DN): Dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW). Revidert utgave (18 s.)
- Nr. 4 Jan Henning L'Abée-Lund (red.): Sikkerhet og miljø for små vassdragstiltak med konsesjon
Veileder for planlegging, bygging og drift av små vassdragstiltak med konsesjon etter vannressursloven (20 s.)

