



Skyggekast fra vindkraftverk

Veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis

2
2014

V E I L E D E R



Skyggekast fra vindkraftverk

Veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis

Veileder nr 2/2014

Skyggekast - Veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Erlend Bjerkestrand

Forfatter: Erlend Bjerkestrand, Hilde Aass, Jørgen Kocbach Bølling

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: Web

Forsidefoto: Vindturbin i Høg-Jæren vindkraftverk. Foto: Thomas Flinskau

ISSN: 1501-0678

Sammendrag: Veilederen gir informasjon om hvordan skyggekast fra vindturbiner skal beregnes og om NVEs praksis ved konsesjonsbehandling av vindkraftverk der skyggekast kan være et tema. Dokumentet bygger på en rapport fra Norconsult AS.

Emneord: Vindkraft, skyggekast, konsesjonsbehandling og veileder

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

Februar 2014

Innhold

Forord	4
Innledning om skyggekast.....	5
Definisjoner.....	5
Skyggekastmottakere	6
Anbefalte grenseverdier	7
Beregningsmetodikk	7
Anleggseiers ansvar	7
Referanser	7

Forord

Det finnes i dag ikke norske retningslinjer for skyggekastutredninger eller grenseverdier for omfang av skyggekast for skyggekastmottakere. Til nå har NVE forholdt seg til svenske grenseverdier i behandlingen av skyggekast fra vindkraftverk.

Norconsult AS fikk våren 2012 i oppdrag av NVE å utarbeide en rapport med forslag til NVEs forvaltningspraksis. På grunnlag av Norconsults rapport og NVEs egne vurderinger har NVE laget denne veilederen, som presenterer NVEs forvaltningspraksis og krav til beregninger.

Oslo, februar 2014

Rune Flatby
avdelingsdirektør

Arne Olsen
seksjonssjef

Innledning om skyggekast

En vindturbin skiller seg ut fra andre høye byggverk og installasjoner med sine roterende blader. Normalt vil man bare observere den direkte bevegelsen når man betrakter turbinene. Men under spesielle omstendigheter vil turbinen stå i en posisjon mellom solen og betrakningsstedet. Da vil rotorbladene sveipe foran solskiven og kaste en bevegelig skygge som vil projiseres mot betrakningsstedet i et repeterende mønster. Dels vil man oppleve dette som en sveipende skygge over en flate, dels vil man merke en hurtig veksling mellom direkte lys og korte "glimt" med skygge. Dette kan være sjenerende mens fenomenet pågår. Vi kaller et slikt betrakningssted som er utsatt for skyggekast for en skyggekastmottaker. En skyggekastmottaker er altså eksponert for en roterende skygge i løpet av mer eller mindre avgrensede tidsrom ettersom solen beveger seg i sin solbane.

En skyggekastmottaker kan for eksempel være en vertikal flate som et vindu eller en vegg, eller en horisontal flate som en terrasse eller en markflate. Problemet er størst der flaten er ensartet (slik som en vegg eller et terrassegulv), men også på for eksempel lyngmark og rabber vil den sveipende skyggen være godt observerbar selv om den er noe mer utvasket i konturene.

Skyggekastomfanget avhenger først og fremst av:

- Hvilken retning og posisjon vindturbinen står i sett fra skyggekastmottakeren
- Avstanden og relativ terrengplassering mellom vindturbin og skyggekastmottaker
- Størrelsen på vindturbinens rotor, og til en viss grad turbinens navhøyde

Fordi skyggen kastes lengst når solbanen er lav, er det typisk om morgen og kveld skyggekast inntreffer, og ofte også mer i vintermånedene enn om sommeren. Imidlertid er det nødvendig med eksakte beregninger for å få en klar forståelse av skyggekastproblematikken.

Ettersom høyden på solbanen over horisonten varierer gjennom året, vil solen passere bak en skyggekastende turbin i en mer eller mindre avgrenset periode. Hvor lang denne perioden er, og når den opptrer, kan beregnes. Det er ved klarvær og solskinn at fenomenet opptrer, da det i overskyet vær ikke vil være en kontrast mellom sol og skygge som er tilstrekkelig merkbar til at den normalt vil bli karakterisert som et problem.

Definisjoner

NVE bruker følgende definisjoner av skyggekast:

Teoretisk skyggekast (worst case):

Teoretisk skyggekast beregnes under følgende forutsetninger:

- Solen skinner konstant i alle timer med dagslys
- Turbinene står aldri stille; de er i konstant bevegelse
- Vindretningen er slik at turbinene alltid står vendt mot skyggekastmottaker

Sannsynlig skyggekast (real case):

Som grunnlag for beregningen av sannsynlig skyggekastomfang er følgende meteorologiske/driftstekniske data tatt inn som del av forutsetningene:

- Solskinns sannsynlighet fordelt over årets måneder
- Årlig samlet driftstid for turbinene
- Fordeling av driftstimer på ulike vindretninger

Faktisk skyggekast:

Dette defineres som reelt omfang av skyggekast fra et vindkraftverk i drift. Faktisk skyggekast skiller seg fra sannsynlig skyggekast ved at sistnevnte bare er en prognose for omfang og mønster for reelt skyggekast.

Skyggekastmottakere

De anbefalte grenseverdiene gjelder bygninger med bruk som er følsomt for skyggekast. Dette gjelder:

- Helårsboliger
- Fritidsboliger i aktiv bruk
- Skoler og barnehager
- Sykehus
- Alders- og sykehjem
- Hoteller og andre overnattingsbygg
- Kontor- og næringslokaler med regelmessige dagaktiviteter og med eksponerte vindusflater
- Kafeer, restauranter og veikroer

Ut fra en skjønnsvurdering hos NVE kan de anbefalte grenseverdiene også være aktuelle for mottakere som:

- Veldefinerte kulturminner/kulturmiljøer med stor opplevelsesverdi/pedagogisk verdi
- Kirker og kirkegårder
- Parker, idrettsanlegg og lekeplasser
- Definerte turmål, utsiktspunkter og lignende
- Havneanlegg, marinaer

Anbefalte grenseverdier

NVE anbefaler at bygninger med skyggekastfølsomt bruk ikke utsettes for faktisk skyggekast i mer enn 8 timer per år eller for teoretisk skyggekast i mer enn 30 timer per år eller 30 minutter per dag. I unntakstilfeller, for eksempel knyttet til tidspunkt for skyggekast, kan grenseverdiene fravikes.

Grenseverdien for teoretisk skyggekast kan fravikes dersom faktisk skyggekast begrenses til under 8 timer per år og 30 minutter per dag gjennom avbøtende tiltak.

Beregningsmetodikk

NVE har følgende krav og anbefalinger til beregning av skyggekast fra vindturbiner:

- Det skal beregnes teoretisk skyggekast for bygg med skyggekastfølsomt bruk. Ved spredt bebyggelse skal skyggekast beregnes for alle bygg. I tettbebyggelse kan det velges ut et representativt bygg blant de forventet mest eksponerte i bebyggelsen. Antall bygg i slike tettbebyggelser skal tallfestes. Det skal beregnes når på året/døgnet skyggekast kan inntreffe, herunder varighet.
- Det skal utarbeides isoskyggekart over teoretisk og sannsynlig skyggekast fra vindturbinene. I kartene som viser sannsynlig skyggekast skal det benyttes en standard faktor for solskinnssannsynlighet på $0,5^1$, en retningsfordeling for vind fordelt på minst 8 sektorer og en årlig driftstid på 7000 timer.
- Beregningene av teoretisk skyggekast skal baseres på drivhustilstand, det vil si at bygningene ikke har én bestemt retning mot vindturbinene og at mottakeren har vinduer i alle retninger. Mottakeren skal være en standard vertikal flate på 2 x 2 meter hevet 2 meter over bakken med mindre spesielle forhold tilsier noe annet.
- Beregningene skal ta hensyn til terrengets høydeprofil, høyde for skyggekastmottaker og skjermingseffekt av mellomliggende terreng. Det skal legges til grunn høydedata med minimum detaljeringsgrad på 20 meter ekvidistanse.
- Det er ikke nødvendig med beregninger av skyggekast for mottakere som er mer enn 1500 meter unna nærmeste vindturbin.
- Det skal forutsettes at skyggekast ikke forekommer når solen står lavere enn 3 grader over horisonten.

Anleggseiers ansvar

Det er anleggseiers ansvar at grenseverdiene overholdes. Dersom faktisk skyggekast viser seg å overstige de anbefalte grenseverdiene kan NVE kreve avbøtende tiltak.

Referanser

Berg, Hytteborn og Smith (2012). *Forslag til forvaltningspraksis for skyggekast*. Oppdragsrapport for Norges vassdrags- og energidirektorat.

¹ Dette er en innstramming av praksis for beregning av skyggekast, og medfører at kartene over sannsynlig skyggekast vil utgjøre et konservativt estimat over faktisk skyggekast.

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

Utgitt i Veilederserien i 2014

Nr. 1 Veileder til dam sikkerhetsforskriften. Melding om ulykke eller uønsket hendelse

Nr. 2 Skyggekast fra vindkraftverk. Veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

