

Skogvatnet vindkraftanlegg Fagrappport skyggecast

Ambio Miljørådgivning AS



AUGUST 2011



Kunde: Ambio Miljørådgivning AS		
Dato: 09. august 2011	Rapport nr.: 11-326-1	Prosjekt nr.: 11-326
Prosjektnavn: Skogvatnet vindkraftanlegg. Fagrapport skyggecast		
Emneord: Skyggecast, isoskyggekart, real case, worst case, skyggemottaker, grenseverdier		
Sammendrag: Ask Rådgivning AS har på oppdrag fra Ambio Miljørådgivning utarbeidet skyggecastberegninger i forbindelse med Statskog SFs planer om bygging av Skogvatnet vindkraftanlegg i Tysfjord kommune, Nordland fylke. Det er ikke noen boliger eller fritidsboliger som mottar skyggecast fra Skogvatnet vindkraftanlegg. Utbygging av Skogvatnet vindkraftanlegg med 33 stykker Enercon 2,3 MW turbiner vurderes ikke å ha noen konsekvens.		
	Rev.	Dato
Utarbeidet av: Åse Hytteborn		09. august 2011
Kontrollert av: Einar Berg	Ansvarlig: Ask Rådgivning	
Prosjektleder: Einar Berg	E-post: askrad@askradgivning.no	

ASK RÅDGIVNING AS, Arbins gate 4, 0253 Oslo

INNHOOLD

Sammendrag.....	6
1. Kort om refleksblink	8
2. Hva er skyggecast?.....	9
3. Metode og datagrunnlag	10
3.1 Isoskyggekart	10
3.2 Beregninger for utvalgte skyggemottakere	10
3.3 Konsekvensvurderinger	12
4. Avbøtende tiltak	14
5. Referanser	15
Vedlegg 1	17
Vedlegg 2	19

Oversikt over figurer

Figur 1. Isoskyggekartet viser skyggecastbelastning (t/år) ved Skogvatnet vindkraftanlegg (worst case). Utvalgte skyggemottakere merket med tekstbokser. Turbintypen er Enercon 2,3 MW. For høyoppløselig kart, se vedlegg.	13
--	----

SAMMENDRAG

Ask Rådgivning AS har på oppdrag fra Ambio Miljørådgivning utarbeidet skyggekastberegninger i forbindelse med Statskog SFs planer om bygging av Skogvatnet vindkraftanlegg i Tysfjord kommune, Nordland fylke.

Det er videre gjort en tolkning av beregningene og vurdering av konsekvensene knyttet til skyggekastproblematikken rundt Skogvatnet vindkraftanlegg. Det finnes per i dag ikke en omforent metode for konsekvensvurdering av skyggekast.

Skyggekastberegningene og vurderingene er basert på en eksempelløsning. Den layout som er lagt til grunn i beregningene er 33 stykker Enercon 2,3 MW turbiner.

Refleksblink

Vindturbinblader produseres med glatt overflate for å produsere optimalt og for å unngå at skitt fester seg. Helt refleksfri blader finnes ikke. Men sjenanse fra refleksblink opptrer likevel forholdsvis sjeldent.

I vindturbinenes første driftsår vil det normalt skje en halvering av refleksvirkningen. Bladoverflaten kan "antirefleksbehandles" ved en prosedyre som gir et lavt glanstall.

Beregning av skyggekast

En vindturbin skiller seg ut fra andre høye byggverk og installasjoner med sine roterende turbinvinger. 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 betraktningsstedet. Da vil turbinvingene sveipe foran solskiven og kaste en bevegelig skygge som vil projiseres mot betraktningsstedet i et repeterende mønster. Dels vil man oppleve dette som en sveipende skygge over en flate. Dels vil man merke en hurtig skifting mellom direkte lys og korte "glimt" med skygge. Dette kan være sjenerende mens fenomenet pågår. Vi kaller et slikt betraktningssted som er utsatt for skyggekast for en **skyggemottaker**. En skyggemottaker er altså eksponert for en roterende skygge i løpet av mer eller mindre avgrensede tidsrom ettersom solen beveger seg i sin solbane.

En skyggemottaker 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 kunne observeres godt selv om den er noe mer utvisket i konturene.

Skyggekastomfanget avhenger først og fremst av:

- hvilken retning og posisjon vindturbinen står i sett fra skyggemottakeren
- avstanden og relativ terrengplassering mellom vindturbin og skyggemottaker
- størrelsen på vindturbinens rotor, og til en viss grad turbinens navhøyde

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. I overskyet vær vil det ikke være en kontrast mellom sol og skygge som er tilstrekkelig merkbar til at den normalt vil bli karakterisert som et problem. På denne bakgrunn er det foretatt en **"worst case"** beregning der man beregner den teoretiske maksimalbelastningen på en skyggemottaker (solen skinner alltid, turbinen går hele tiden, og den står vendt direkte mot skyggemottakeren), som kan sammenholdes med en **"real case"** beregning. I en "real case" beregning tar man utgangspunkt i gjennomsnittsverdier for faktiske soltimer for årets 12 måneder, turbinens antatte driftstid (ved vindhastigheter på over 3 m/sek.), og

fordeling på ulike vindretninger (12 sektorer) som gjør at turbinen står mer eller mindre bortvendt fra skyggemottaker.

Det finnes ingen fastsatte regler i Norge for hva som er akseptabel skyggecastbelastning, men **i Danmark brukes 10 timer samlet per år som en makismalgrense**. Det er i hovedsak denne grenseverdien vi vurderer beregnede verdier mot. Tyskland har de mest omfattende retningslinjene for hva som anses som akseptabelt skyggecastomfang. Dette er beskrevet i dokumentet "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen". Her er grenseverdiene angitt til en teoretisk årlig skyggecastbelastning på maksimalt 30 timer per år, en beregnet faktisk skyggecastbelastning på maksimalt 8 timer per år og en maksimal daglig skyggecastbelastning på 30 minutter per dag. Disse retningslinjene benyttes også i Sverige.

Det er for Skogvatnet vindkraftanlegg utarbeidet **isoskyggekart** som viser soner rundt vindkraftanlegget med antall timer med skyggecast per år (worst case).

Konsekvensbeskrivelse

Det er ikke noen boliger eller fritidsboliger som mottar skyggecast fra Skogvatnet vindkraftanlegg. Skyggemottakeren Fritidsbolig 4 ligger nær grensen til å motta skyggecast fra vindkraftanlegget, men er altså ikke berørt.

Utbygging av Skogvatnet vindkraftanlegg med 33 stykker Enercon 2,3 MW vindturbiner vurderes ikke å ha noen konsekvens.

Avbøtende tiltak

Det er ikke aktuelt med avbøtende tiltak for Skogvatnet vindkraftanlegg, ettersom det ikke er noen boliger eller fritidsboliger som mottar skyggecast.

1. KORT OM REFLEKSBLINK

Vindturbinblader produseres med glatt overflate for å produsere optimalt og for å unngå at skitt fester seg. Turbinbladenes refleksjonsverdier skal normalt være oppgitt i turbinenes typegodkjennelse der slik foreligger. Danmark har en slik typegodkjenningsordning. Helt refleksfrie blader finnes ikke. Men sjenanse fra refleksblink opptrer likevel forholdsvis sjeldent.

I vindturbinenes første driftsår vil det normalt skje en halvering av refleksvirkningen. Bladoverflaten kan "antirefleksbehandles" ved en prosedyre som gir et lavt glanstall (Danmarks Vindturbinforening 2002). Det er ganske vanlig i Danmark at det fra lokale myndigheter fremmes krav om antirefleksbehandling som del av planleggingen av vindkraftanlegg. Det foreligger i dag intet krav fra norske myndigheter om at turbinene skal antirefleksbehandles.

2. HVA ER SKYGGEKAST?

En vindturbin skiller seg ut fra andre høye byggverk og installasjoner med sine roterende turbinvinger. 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 betraktningsstedet. Da vil turbinvingene sveipe foran solskiven og kaste en bevegelig skygge som vil projiseres mot betraktningsstedet i et repeterende mønster. Dels vil man oppleve dette som en sveipende skygge over en flate. Dels vil man merke en hurtig skifting mellom direkte lys og korte "glimt" med skygge. Dette kan være sjenerende mens fenomenet pågår. Vi kaller et slikt betraktningssted som er utsatt for skyggecast for en **skyggemottaker**. En skyggemottaker er altså eksponert for en roterende skygge i løpet av mer eller mindre avgrensede tidsrom ettersom solen beveger seg i sin solbane.

En skyggemottaker 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 utvisket i konturene.

Skyggecastomfanget avhenger først og fremst av:

- hvilken retning og posisjon vindturbinen står i sett fra skyggemottakeren
- avstanden og relativ terrengplassering mellom vindturbin og skyggemottaker
- 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 skyggecast inntreffer, og ofte også mer i vintermånedene enn om sommeren. Men det er nødvendig med eksakte beregninger for å få et klart begrep om skyggecastproblematikken.

Ettersom høyden på solbanen over horisonten varierer gjennom året, vil solen passere bak en skyggecastende 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.

I denne rapporten er det gjort en beregning av skyggecastomfanget forårsaket av en utbygging av Skogvatnet vindkraftanlegg.

3. METODE OG DATAGRUNNLAG

Skyggekastberegningene er gjort med beregningsmodulen i programmet WindPro 2.7. Isoskyggekartet er utarbeidet i ArcMap 10. For å belyse skyggekastproblemet er det gjort to typer beregninger:

3.1 Isoskyggekart

For hvert av de to alternativene er det laget et isoskyggekart som viser soner rundt turbinene fordelt på samlet antall timer per år hvor skyggekast inntreffer.

Det finnes flere alternative beregninger for å beskrive skyggekastomfanget. Andre beregninger som kan gjøres i modellen, er:

- samlet antall dager per år med skyggekast
- maksimalt antall minutter per dag som skyggekast inntreffer

Det er stort sett anerkjent internasjonalt at samlet antall timer per år er den beste indikatoren på skyggekastomfanget.

Som et supplement som utfyller bildet av skyggekastmønsteret bedre, gjøres det også beregninger for noen utvalgte (representative) skyggemottakere.

3.2 Beregninger for utvalgte skyggemottakere

Det er etter vår vurdering ikke likegyldig når skyggekast inntreffer, og dette bør tillegges en viss vekt. På en eiendom vil det trolig være en god del mer sjenerende med skyggekast på en terrasse om ettermiddag og kveld i sommermånedene, enn med skyggekast på formiddagen en vinterdag. Om oppholdsrom vender mot skyggekastende vindturbiner vil også ha betydning. Det kan være sjenerende med skyggekast inn på frokostbordet, mens det neppe har noen stor betydning om fenomenet inntreffer i en bod.

Så detaljert kartlegging av enkelteierdommer er ikke praktisk gjennomførbart i en konsekvensutredning. Det er derfor valgt ut noen representative steder innenfor influensområdet der man kan forvente skyggekast, og der man har tatt inn som forutsetning at det er fri sikt til de synlige turbinene. Terrengmodell er integrert i beregningene slik at det er tatt hensyn til skjermingseffekter av terreng mellom betrakterstandpunkt og turbin. Det er tatt utgangspunkt i "standardvinduer" på 1 x 2 meter for bygninger med antatt helårs boligstandard.

Ut fra kartstudier (FKB - underlag og tolkning av isoskyggekart) er det valgt ut følgende seks skyggemottakere, som representerer alle de antatt eksponerte stedene med bebyggelse i området rundt Skogvatnet vindkraftanlegg. Alle skyggemottakere ligger vest for vindkraftanlegget.

Skyggemottaker A: Enebolig 1
Skyggemottaker B: Enebolig 2
Skyggemottaker C: Fritidsbolig 1
Skyggemottaker D: Fritidsbolig 2
Skyggemottaker E: Fritidsbolig 3
Skyggemottaker F: Fritidsbolig 4

For de seks skyggemottakere er beregningene definert med en "drivhustilstand", der bygningene ikke har en fremherskende retning mot vindturbinene. I alle tilfellene er det lagt

til grunn skyggekast på vertikale vindusflater. Se for øvrig "Hovedresultat" i vedlegget for detaljert stedsangivelse av skyggemottakere.

3.2.1 Influensområde for skyggekast

Skyggekastproblemet avtar med økt avstand mellom turbin og skyggemottaker. Jo lengre unna turbinen står, dess smalere blir skyggen. Effekten svekkes ytterligere ved at disen i luften visker ut kontrasten mellom solbelyst og skyggelagt flate. På en eller annen avstand må problemet kunne regnes som ubetydelig eller fraværende.

Hvis man ser bort fra effekten av dis, er det bredden på turbinbladene som bestemmer størrelsen på skyggeflaten. For turbiner i den størrelsesorden det er snakk om i Skogvatnet vindkraftanlegg, regnes det vanligvis med at skyggekastproblemer er merkbare på avstander opptil 1-1,5 km. Beregningene er likevel gjort ut til 2 km.

Turbinene som er lagt til grunn i beregningene er 33 stykker Enercon 2,3 MW turbiner med 85 meter navhøyde og 71 meter rotordiameter.

Når solen står lavere enn 3^0 over horisonten, er solintensiteten så lav at det vurderes slik at det ikke foreligger noen skyggekastsituasjon. Se for øvrig "Forutsetninger for skyggeberegning" i vedlagt "Hovedresultat".

3.2.2 Teoretisk skyggekastpåvirkning (worst case)

Teoretisk sett kan omfanget beregnes under følgende forutsetninger:

- solen skinner konstant i alle timer med dagslys
- turbinene står aldri stille; de er konstant i drift
- vindretningen er slik at turbinene alltid står vendt mot skyggemottaker

I praksis vil dette selvfølgelig ikke forekomme. Omfanget modifiseres blant annet av værlaget. Men som et sammenligningsgrunnlag vil det være riktig å gjøre en worst case-beregning som modifiseres med meteorologiske beregningsdata for å kalkulere en sannsynlig gjennomsnittlig reell skyggekastpåvirkning ("real case"). På denne måten er de meteorologiske forutsetningene som er lagt til grunn etterprøvbare.

3.2.3 Reell skyggekastpåvirkning (real case)

Som grunnlag for beregning av (gjennomsnittlig) reell skyggekastpåvirkning tas følgende meteorologiske/ driftstekniske data inn som del av forutsetningene:

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

Det er ikke laget en real case beregning for Skogvatnet vindkraftanlegg, ettersom worst case beregningen viste at det ikke var skyggekast på de utvalgte mottakene eller på andre boliger i området.

3.3 Konsekvensvurderinger

Det finnes i Norge ingen fastsatte grenser for hva som er akseptabelt omfang av skyggecast. Det er også noe sparsomt med referanser internasjonalt.

Miljø- og Energiministeriet i Danmark angir **10 timer skyggecast per år beregnet som reell skyggetid som akseptabelt**. Det er i hovedsak denne grenseverdien vi vurderer beregnede verdier mot. Både i Sverige og i Tyskland er det noe strengere regler. Tyskland har de mest omfattende retningslinjene for hva som anses som akseptabelt omfang av skyggecast. Dette er beskrevet i dokumentet "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen". Her er grenseverdiene angitt til en teoretisk årlig skyggecastbelastning på maksimalt 30 timer per år, en beregnet faktisk skyggecastbelastning på maksimalt 8 timer per år og en maksimal daglig skyggecastbelastning på 30 minutter per dag. Disse retningslinjene benyttes også i Sverige.

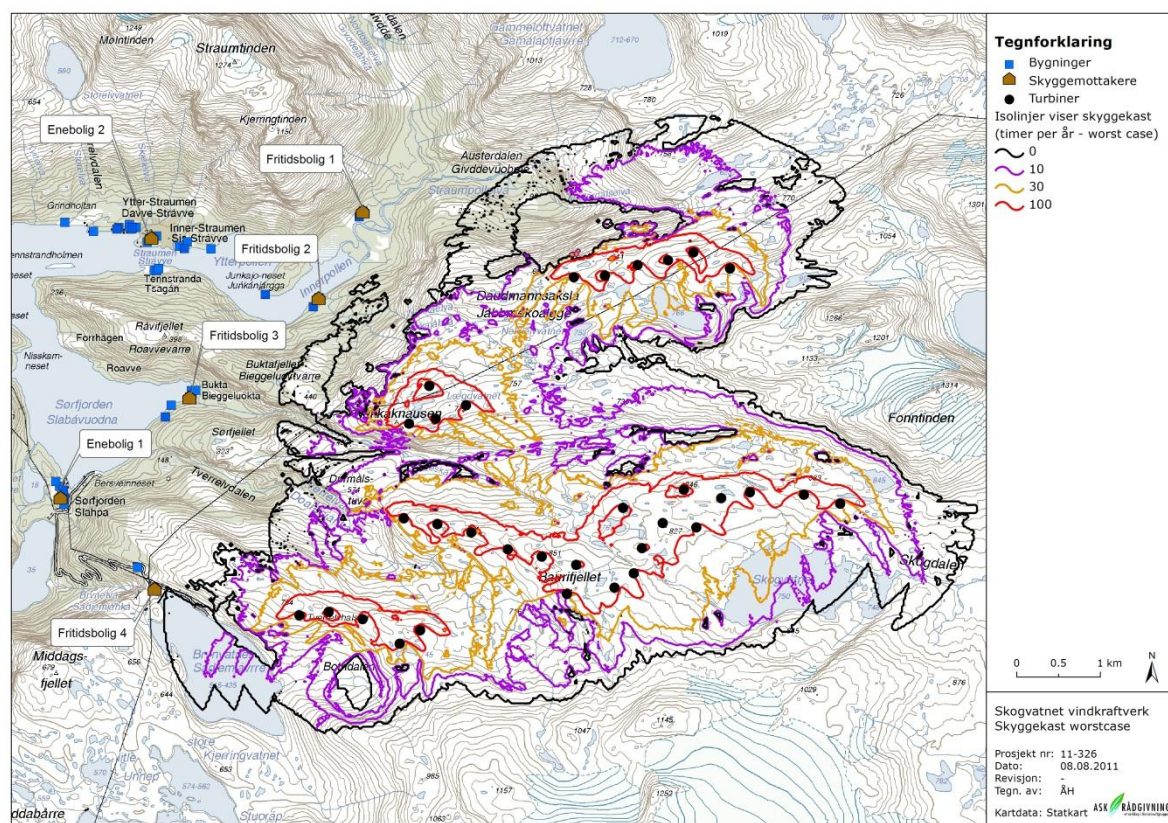
Nedenfor er det gjort en tolkning av beregningene og en vurdering av konsekvensene knyttet til problematikken rundt skyggecast ved Skogvatnet vindkraftanlegg. Det finnes per i dag ikke en omforent metode for konsekvensvurdering av skyggecast, men som for andre virkningstemaer er det angitt en konsekvensgrad basert på en skjønnsmessig vurdering av skyggecastens omfang og art. Tolkningen er gjort på bakgrunn av isoskyggekart og hovedresultatet for de seks utvalgte skyggemottakerne (vedlegg 1 og vedlegg 2).

3.3.1 Isoskyggekart Skogvatnet

På isoskyggekartet er influensområdet delt inn i soner, avhengig av samlet antall forventet skyggecastbelastning i timer per år. Se også høyoppløselig kart i vedlegg bak i rapporten. Isolinjene viser forventet omfang av skyggecast innenfor ulike soner rundt et vindkraftanlegg. Hver sone representerer et forventet antall timer skyggecast gitt som et intervall. En bygning som ligger mellom to isolinjer vil ikke motta mer eller mindre skyggecast enn intervallet angir, men noen presis beregning kan ikke leses av kartet.

3.3.2 Berørt bebyggelse

Kartet viser at det er ikke er noen boliger eller fritidsboliger som mottar skyggecast fra Skogvatnet vindkraftanlegg med 33 stykker Enercon 2,3 MW vindturbiner. Skyggemottakeren Fritidsbolig 4 ligger nær grensen til å motta skyggecast fra vindkraftanlegget, men er altså ikke berørt.



Figur 1. Isoskyggekartet viser skyggekastbelastning (t/år) ved Skogvatnet vindkraftanlegg (worst case). Utvalgte skyggemottakere merket med tekstbokser. Turbintypen er Enercon 2,3 MW. For høyoppløselig kart, se vedlegg.

4. AVBØTENDE TILTAK

Det er ikke aktuelt med avbøtende tiltak for Skogvatnet vindkraftanlegg, ettersom det ikke er noen boliger eller fritidsboliger som mottar skyggecast.

5. REFERANSER

Boverket 2009. " Vindkraftshandboken Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden".

Danmarks Vindturbinforening: Skygger og blink fra vindturbiner. Faktblad P8, april 2002. Også tilgjengelig på <http://www.dkvind.dk/fakta/pdf/P8.pdf>

Länderausschuss für Imissionsschutz (2002): "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Imissionen von Windenergieanlagen".

Miljø & Energiministeriet, 1996: Opstilling af vindturbiner i det åbne land – en undersøgelse af de visuelle forhold.

Miljø- og energiministeriet Danmark: Vejledning om planlægning for og landzonetilladelse til opstilling af vindturbiner af 7. marts 2001.

Pohl J., F. Faul, R. Mausfeld 1999. "Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie." Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Vindturbinindustrien: <http://www.windpower.org>

VEDLEGG 2

Projekt:

Skogvatnet vindpark

Beskrivelse:

Skogvatnet vindkraftanlegg worstcase skyggekastberegning

Udskrevet/Side

09/08/2011 10:24 / 1

Brugerlicens:

Ask Rådgivning AS

Arbins gate 4

NO-0253 Oslo

+47 90 17 95 73

Lars Bendixby / lars.bendixby@askradgivning.no

Beregnet:

03/08/2011 15:47/2.7.486

SHADOW - Hovedresultat

Beregning: Skogvatnet vindkraftanlegg worstcase skyggekastberegning

Forudsætninger for skyggeberegning

Maksimal afstand for påvirkning

Medtag kun hvis mere end 20 % af solen er dækket af vingen

Se venligst mølletabellen

Minimum solhøjde over horisont med indflydelse

3 °

Dagstep for beregning

1 dage

Tidsskridt til beregning

1 minutter

De beregnede tider er "worst case" med følgende forudsætninger:

Solen skinner hele dagen, fra solopgang til solnedgang.

Rotorplanet er altid vinkelret på linien fra møllen til solen

Møllen kører altid

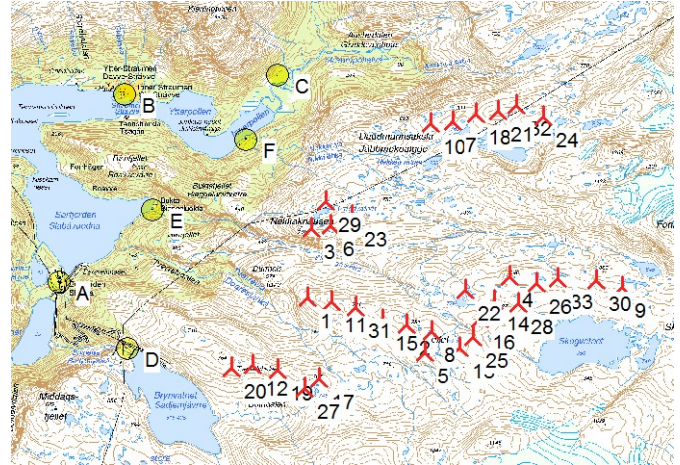
For at undgå skyggekast fra ikke synlig møller laves der en ZVI beregning før skyggekastberegningen. ZVI beregningen baseres på følgende forudsætninger

Højdelinier anvendt: Høyde

Lægivere anvendt i beregning

Betragterhøjde: 1.5 m

Netopløsning: 10 m



Ny mølle

Målestok 1:125,000

Skyggemodtager

Vindmøller

UTM WGS84 Område: 33			Mølletype		Type-generator	Effekt, nominal [kW]	Rotordiameter [m]	Navhøjde [m]	Skyggedata	
Øst	Nord	Z	Rækkedata/Beskrivelse	Aktuel Fabrikat					Beregningsafstand [m]	Omdr
UTM WGS84 Område: 33			[m]						[m]	[Omdr]
1	572,996	7,550,458	683.5 1 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
2	574,650	7,550,000	840.0 2 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
3	573,058	7,551,594	740.0 3 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
4	576,350	7,550,800	840.0 4 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
5	574,950	7,549,550	840.4 5 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
6	573,377	7,551,651	760.0 6 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
7	575,404	7,553,366	800.0 7 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
8	575,062	7,549,901	840.0 8 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
9	578,224	7,550,634	860.0 9 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
10	575,034	7,553,348	760.0 10 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
11	573,397	7,550,386	740.0 11 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
12	572,095	7,549,336	720.0 12 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
13	575,520	7,549,629	837.0 13 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
14	576,100	7,550,400	820.0 14 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
15	574,242	7,550,085	778.0 15 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
16	575,850	7,550,100	820.0 16 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
17	573,191	7,549,118	748.0 17 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
18	575,798	7,553,494	800.0 18 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
19	572,501	7,549,250	732.5 19 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
20	571,745	7,549,294	729.5 20 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
21	576,162	7,553,550	851.9 21 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
22	575,621	7,550,585	786.5 22 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
23	573,741	7,551,813	740.9 23 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
24	576,905	7,553,453	880.0 24 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
25	575,750	7,549,800	820.0 25 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
26	576,800	7,550,700	836.5 26 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
27	572,948	7,548,954	759.8 27 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
28	576,500	7,550,350	812.0 28 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
29	573,301	7,552,044	740.0 29 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
30	577,791	7,550,743	860.0 30 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
31	573,805	7,550,289	767.2 31 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
32	576,467	7,553,644	840.0 32 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0
33	577,143	7,550,768	827.0 33 New	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	85.0	1,643 20.0

Skyggemodtager-Inddata

UTM WGS84 Område: 33			Bredde	Højde	Højde over jord	Grader fra syd med uret	Vindueets hældning	Retningsmetode
Nr.	Navn	Øst Nord Z						
			[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	Enebolig 1	568,880 7,550,704	40.0	2.0	1.5	1.0	0.0	90.0 "Drivhustilstand"
B	Enebolig 2	569,968 7,553,819	19.4	2.0	1.5	1.0	0.0	90.0 "Drivhustilstand"
C	Fritidsbolig 1	572,503 7,554,136	16.3	2.0	1.5	1.0	0.0	90.0 "Drivhustilstand"
D	Fritidsbolig 4	570,007 7,549,614	500.0	2.0	1.5	1.0	0.0	90.0 "Drivhustilstand"

Fortsættes næste side...

Projekt:

Skogvatnet vindpark

Beskrivelse:

Skogvatnet vindkraftanlegg worstcase skyggecastberegning

Udskrevet/Side

09/08/2011 10:24 / 2

Brugerlicens:

Ask Rådgivning AS

Arbins gate 4

NO-0253 Oslo

+47 90 17 95 73

Lars Bendixby / lars.bendixby@askradgivning.no

Beregnet:

03/08/2011 15:47/2.7.486

SHADOW - Hovedresultat**Beregning:** Skogvatnet vindkraftanlegg worstcase skyggecastberegning

...fortsat fra sidste side

UTM WGS84 Område: 33

Nr.	Navn	Øst	Nord	Z	Bredde	Højde	Højde over jord	Grader fra syd med uret	Vinduets hældning	Retningsmetode
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
E	Fritidsbolig 3	570,423	7,551,906	10.0	2.0	1.5	1.0	0.0	90.0	"Drivhustilstand"
F	Fritidsbolig 2	571,978	7,553,074	10.9	2.0	1.5	1.0	0.0	90.0	"Drivhustilstand"

Beregningsresultater

Skyggemodtager

Skygge, worst case

Nr.	Navn	Skyggetimer pr. år	Skyggedage pr. år	Maks. skygge- timer pr dag
		[h/år]	[dage/år]	[h/dag]
A	Enebolig 1	0:00	0	0:00
B	Enebolig 2	0:00	0	0:00
C	Fritidsbolig 1	0:00	0	0:00
D	Fritidsbolig 4	0:00	0	0:00
E	Fritidsbolig 3	0:00	0	0:00
F	Fritidsbolig 2	0:00	0	0:00

Samlet skyggecast på skyggemodtagerne fra hver enkelt mølle

Nr.	Navn	Værste scenarie	Forventet
		[h/år]	[h/år]
1	1 New	0:00	
2	2 New	0:00	
3	3 New	0:00	
4	4 New	0:00	
5	5 New	0:00	
6	6 New	0:00	
7	7 New	0:00	
8	8 New	0:00	
9	9 New	0:00	
10	10 New	0:00	
11	11 New	0:00	
12	12 New	0:00	
13	13 New	0:00	
14	14 New	0:00	
15	15 New	0:00	
16	16 New	0:00	
17	17 New	0:00	
18	18 New	0:00	
19	19 New	0:00	
20	20 New	0:00	
21	21 New	0:00	
22	22 New	0:00	
23	23 New	0:00	
24	24 New	0:00	
25	25 New	0:00	
26	26 New	0:00	
27	27 New	0:00	
28	28 New	0:00	
29	29 New	0:00	
30	30 New	0:00	
31	31 New	0:00	
32	32 New	0:00	
33	33 New	0:00	



Ask Rådgivning AS
Arbins gate 4, 0253 Oslo
Telefon 970 82 742
askrad@askradgivning.no
www.askradgivning.no