

ODAL VINDKRAFTVERK



21.12
2021

Skyggekastrapport

Innhold

1	INNLEDNING	3
2	RESULTATET AV BEREGNINGENE	4
2.1	Forslag til avbøtende tiltak	8

Vedlegg:

- Fullstendige rapporter med skyggecastberegning for Odal vindkraftverk
- Lista over nærliggende bygg som ikke er inkludert i analysen

1 INNLEDNING

Rådgivningsselskapet Meventus AS har utført oppdaterte skyggekastberegninger for Odal vindkraftverk (tidligere Songkjølen/Engerfjellet vindkraftverk). Denne skyggekastrapport presenterer resultatet av de oppdaterte skyggekastberegningene. Rapporten gjør også kort rede for gjeldende regelverk hjemlet i norsk lovverk, forskrifter, veiledninger og standarder, samt beskriver grenseverdier, aktuelle begreper og prinsipper.

Skyggekast oppstår når en vindturbin i drift blir stående mellom solen og et mottakerpunkt, og det dannes roterende skygger fra rotorbladenes bevegelser. Hvor og når skyggekast inntreffer avhenger blant annet av lokal topografi, tidspunkt på dagen, sesong og mottakerpunktets lokalisering i forhold til vindturbinen. Skyggekast kan defineres inn i tre hovedgrupper (1) teoretisk skyggekast, (2) sannsynlig skyggekast og (3) faktisk skyggekast. Forskjellen på disse er:

- 1) Teoretisk skyggekast (worst case) 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

- 2) 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

- 3) 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. NVE anbefaler at bygninger med skyggekastfølsomt bruk ikke utsettes for faktisk skyggekast i mer enn 8 timer per år eller 30 minutter per dag.

Skyggekastberegningen for Odal vindkraftverk er gjennomført i henhold til NVE sin veileder; «Veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis, nr 2. 2014». Beregningene er utført av Meventus med beregningsmodulen SHADOW i programpakken WindPro ver. 3.3.294. Resultatet av disse beregningene viser hvor mange timers skyggekast per år som forventes for hvert punkt i et område rundt vindkraftverket. Skyggekastmottakerne er lokalisert ut ifra bestilte kartdata fra kartverket over lokaliserte bygg rundt Odal vindkraftverk. Skyggekastmottakere er lokalisert på alle bygg, eller grupperinger av bygg som ligger inntil minst 1500 m fra hver turbin innenfor de to planområdene Songkjølen & Engerfjellet.

For alle bygg som ligger innenfor planområdene til Odal vindkraftverk er det inngått en minnelig avtale med eier som kompenserer for ulempene som prosjektet medfører for eier av bygget. For noen eiendommer gjelder avtalen som er inngått med eier også bygg som er lokalisert noe utenfor

planområdet. Byggene der det har blitt inngått minnelig avtale med eier er fritidsboliger av varierende stand. De fleste av byggene kan karakteriseres som enkle fritidsboliger, skogskoier eller gammer.

Bygg der Tiltakshaver har inngått minnelig avtale med eier er ikke inkludert i beregningene som blir presentert nedenfor. Noen få bygninger rundt prosjektområdene har også blitt ekskludert som skyggekastmottakere da disse er registrert som koier/gammer og eller landbruksbygninger. I de tilfeller hvor bygg som ligger nært prosjektet der det ikke er inngått minnelige avtale med eier, har blitt fjernet fra beregningene, har stand og bruk også blitt avklart i dialog med eier og/eller lokalkjente grunneiere i området. Hvilke bygg som har blitt ekskludert fra beregningene fremgår av vedlagt Excel-liste til denne rapport.

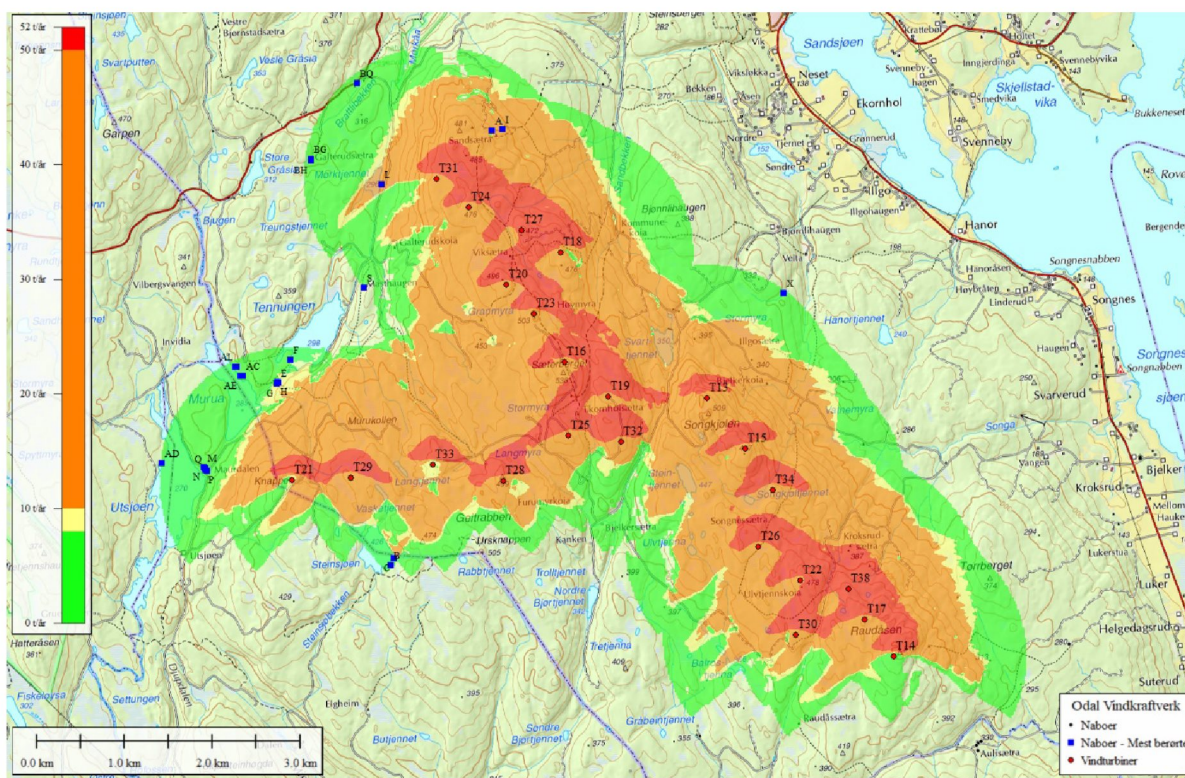
I henhold til NVEs seneste veileder for skyggekastberegninger har mottakerne en størrelse på 2×2 meter, hevet 2 meter over bakken. I tråd med veilederen er det gjort beregninger for sannsynlig skyggekast. For beregningene med sannsynlig skyggekast er det brukt en konstant sannsynlighet på 50 %, i henhold til veilederen. Det er videre brukt en retningsfordeling for vind over 12 sektorer basert på gjennomførte vindmålinger i respektive planområde, samt en årlig driftstid på 7000 timer. I likhet med støyberegningene er alle turbiner av typen SiemensGamesa 145 m 5,0 MW. Alle turbiner har en navhøyde på 144 m og en rotordiameter på 145 m. Beregningene bruker de endelige koordinatene for turbinene som er basert på målt data for fundamentene til turbinene. Det er tatt hensyn til terrengets høydeprofil, høyde for skyggekastmottaker og skjermingseffekt av mellomliggende terreng. Det er benyttet en terrengmodell med 5 meters ekvidistanse.

Beregningene inkluderer skyggekastvirkninger innen en radius av minst 1500 meter fra de planlagte turbinene i Odal vindkraftverk. Det er til sammen ca. 330 mottakere som er brukt i beregningen. I noen tilfeller der det på kart ser ut til å være grupperinger av bygg som hører til samme eiendom er det bygg som ligger nærmest vindparken brukt for å definere grupperingen. I andre tilfeller kommer det frem av bygningskodene i matrikkelen hvilket av byggene i slike grupperinger som skal regnes som skyggekastfølsomt.

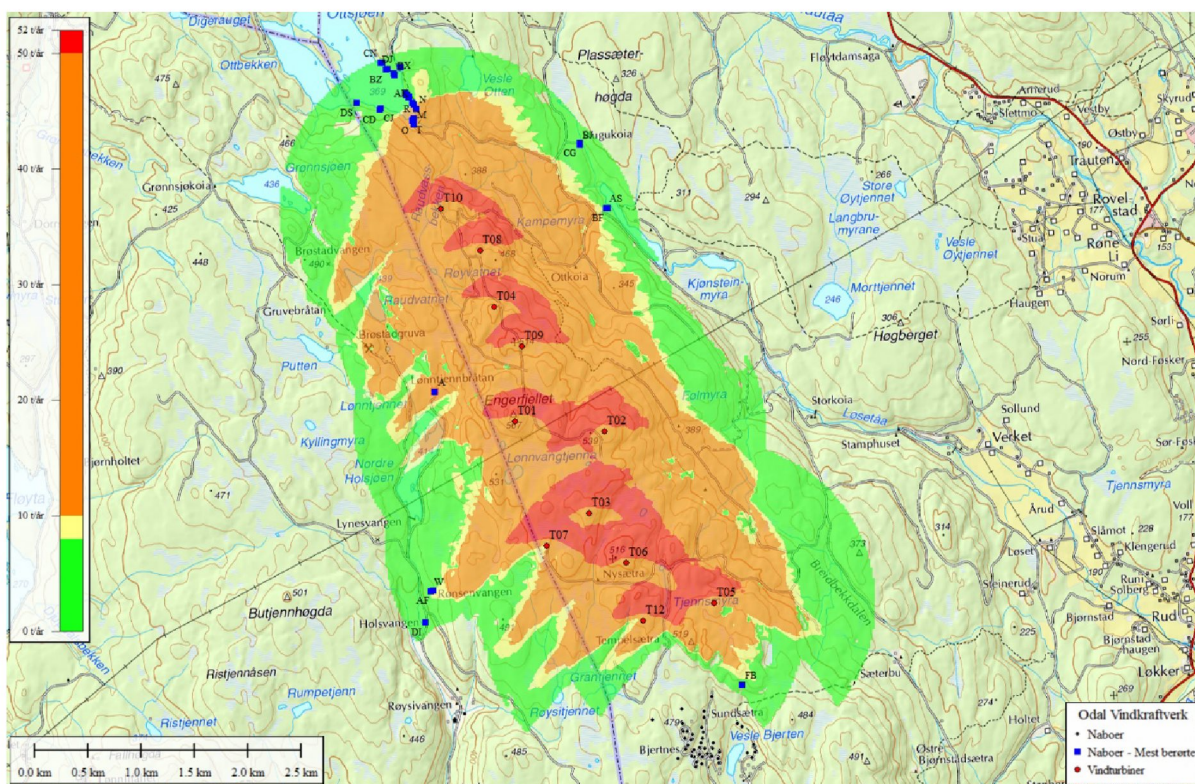
2 RESULTATET AV BEREGNINGENE

NVE anbefaler i sin veileder at bygninger med skyggekastfølsomt bruk ikke skal 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.

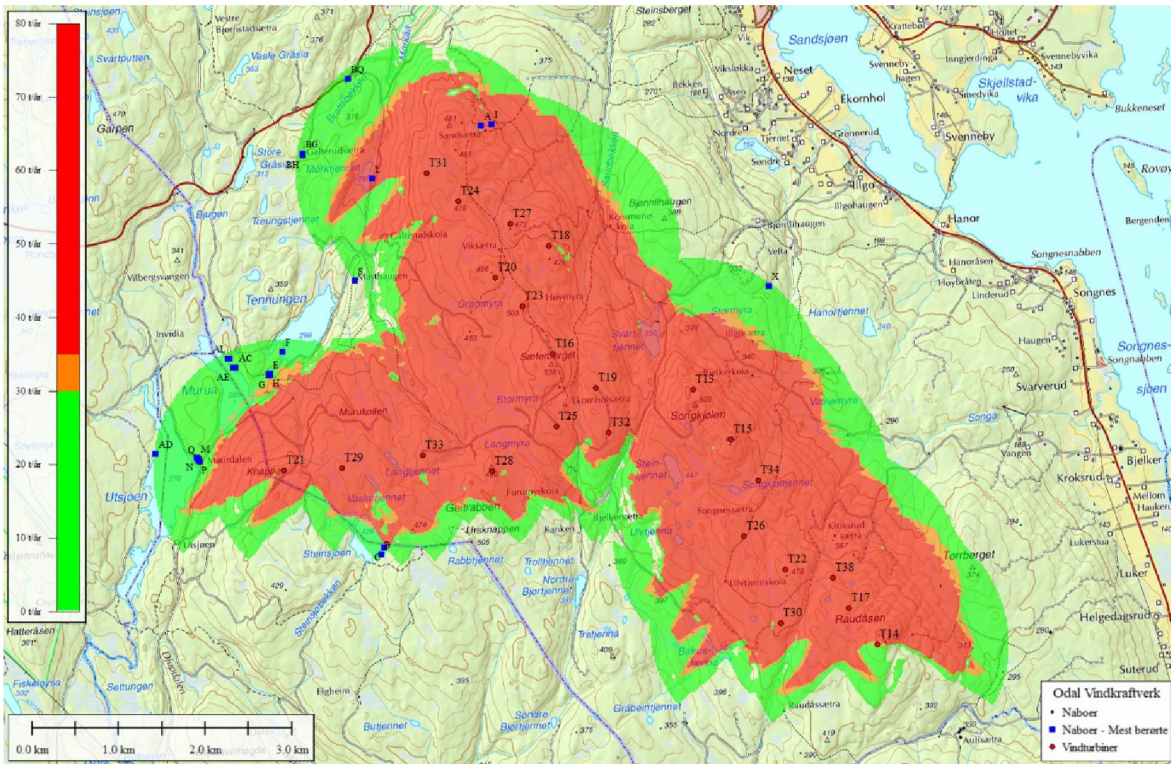
Nedenfor vises resultatet av skyggekastberegningene som skyggekastkart for sannsynlig skyggekast og for teoretisk maksimalt skyggekast uten avbøtende tiltak. Beregnet omfang av teoretisk skyggekast for samtlige nabobygg som vil være utsatt for skyggekast fra turbinene er inkludert i Figur 1 og Figur 2 og beregnet omfang av sannsynlig skyggekast er inkludert i Figur 3 og Figur 4. Verdiene er også vist i Tabell 1 og Tabell 2. Tabeller har ekskludert bygg som ikke er følsom for skyggekast og bygg som er beregnet at ikke utsettes for noe skyggekast fra turbinene. Fullstendig beregningsrapporter er også lagt ved som vedlegg til dette dokumentet.



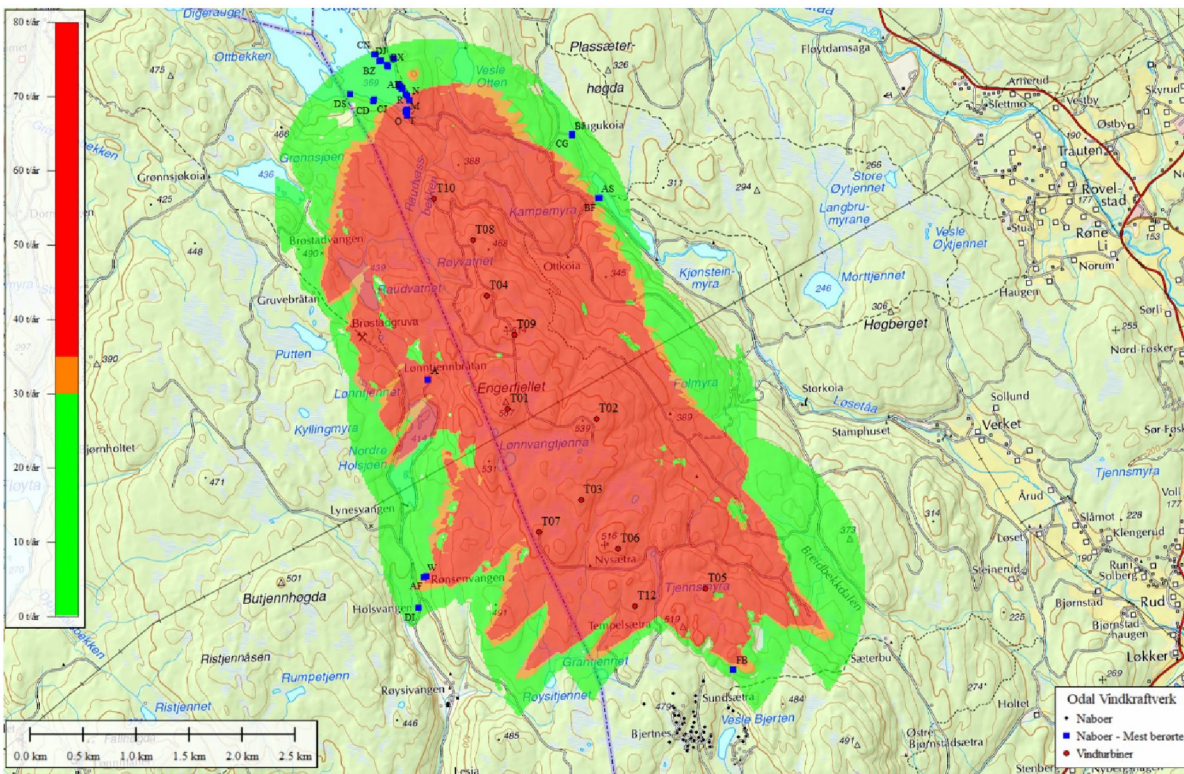
FIGUR 1 – SKYGGEKASTKART SANNSYNLIG SKYGGEKAST FOR SONGKJØLEN UTEN HENSYN TATT TIL SKJULENDE EFFEKT FRA SKOG



FIGUR 2 – SKYGGEKASTKART SANNSYNLIG SKYGGEKAST FOR ENGERFJELLET UTEN HENSYN TATT TIL SKJULENDE EFFEKT FRA SKOG



FIGUR 3 – SKYGGEKASTKART TEORETISK MAKSIMAL SKYGGEKAST FOR SONGKJØLEN UTEN HENSYN TATT TIL SKJULENDE EFFEKT FRA SKOG



FIGUR 4 – SKYGGEKASTKART TEORETISK MAKSIMAL SKYGGEKAST FOR ENGERFJELLET UTEN HENSYN TATT TIL SKJULENDE EFFEKT FRA SKOG

TABELL 1 - BEREGNET OMFANG AV SKYGGEKAST FOR BERØRT NABOBEBYGGELSE I SONGKJØLEN UTEN SKJULENDE EFFEKT FRA SKOG OG UTEN CURTAILMENT.

Bygg (som navngitt i skyggekast-kartene)	Avstand til nærmeste turbin	Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast
	[m]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/dag]
B	1090	02:31	11:14	00:22
C	1037	04:28	20:21	00:25
E	1117	08:40	30:16	00:47
F	1370	04:56	15:38	00:26
I	940	23:33	79:32	00:53
T	976	03:49	20:26	00:34
X	1475	02:38	08:50	00:22
AD	1495	01:32	08:21	00:23
AE	1320	03:41	13:15	00:26
AO	1441	03:16	11:49	00:24
BH	1445	01:37	08:50	00:23

TABELL 2 - BEREGNET OMFANG AV SKYGGEKAST FOR BERØRT NABOBEBYGGELSE I ENGERFJELLET UTEN SKJULENDE EFFEKT FRA SKOG OG UTEN CURTAILMENT

Bygg (som navngitt i skyggekast-kartene)	Avstand til nærmeste turbin	Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast
	[m]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/dag]
N	961	12:35	44:00	00:59
R	881	12:42	44:38	01:02
W	1161	07:28	32:58	00:30
AF	1143	07:59	35:10	00:31
AK	1020	07:34	26:26	00:34
AP	1084	07:02	24:33	00:32
BF	1255	04:46	20:19	00:26
BJ	1363	04:42	18:53	00:24
BR	1112	06:47	23:44	00:32
BX	1318	05:30	19:15	00:27
BZ	1401	04:57	17:24	00:25
CJ	1093	05:30	20:01	00:32
CU	1129	06:41	23:22	00:31
DI	1339	03:51	15:40	00:25
DS	1264	03:52	14:44	00:28
DW	1370	05:56	20:43	00:26
DX	1472	04:50	17:03	00:24

2.1 Avbøtende tiltak

For å sikre at ikke noe bygg blir utsatt for skyggekast over anbefalt retningslinje på 8 timer faktisk skyggekast per år vil noen turbiner bli stengt ned i perioder der det finnes risiko for at det vil oppstå skyggekast. Noen turbiner på Songkjølen og Engerfjellet vil bli utstyrt med lyssensorer for å kontrollere hvis det er sol ved nærliggende turbiner ved periodene når det kan være skyggekast ved byggene. Disse sensorer har blitt plassert for å sikre at særlig de turbinene som resulterer i mest skyggekast har mest nøyaktig data for å stenges ned ved riktig tidspunkt.

Forventet omfang av skyggekast etter dette avbøtende tiltak er presentert i Tabell 3 og Tabell 4. Som tidligere så har tabellene ekskludert bygg som ikke er følsom for skyggekast og bygg som er beregnet at ikke utsettes for noe skyggekast fra turbinene. Fullstendig beregningsrapporter er også lagt ved som vedlegg til dette dokument.

Etter at alle turbinene er montert vil Tiltakshaveren besøke de skyggekastfølsomme bygningene for å klargjøre hvilke boliger/bygg som faktisk har en direkte siktelinje til turbinene og hvilke som er skjermet på grunn av skog. Tiltakshaveres intensjon er å redusere nedstengning av turbiner i tilfeller hvor trærne skjermer, dvs. når ingen faktisk skyggekast finner sted ved boligen. Tiltakshaver vil imidlertid sørge for at alle relevante turbiner har muligheten for å bli stengt ned hvis skjulende skog blir hugget ned i driftsfasen. Tiltakshaver vil også årlig bekrefte hvis noe skjulende skog har blitt hugget ned og vil i slike tilfeller justere innstillingene slik at retningslinjen er overholdt. En mer nøyaktig beskrivelse av hvilken tidsperiode som byggene teoretisk sett kan bli utsatt for skyggekast vises i eget vedlegg til dette dokument.

TABELL 3 – BEREGNET OMFANG AV SKYGGEKAST FOR BERØRTE NABOBYGG ETTER FORSLAG TIL AVBØTENDE TILTAK I SONGKJØLEN

Bygg (som navngitt i skyggekast-kartene)	Avstand til nærmeste turbin	Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast	Merknad
	[m]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/dag]	
B	1090	02:31	11:14	00:22	
C	1037	04:28	20:21	00:25	
E	1117	05:51	19:03	00:31	*
F	1370	04:56	15:38	00:26	
I	940	05:38	21:22	00:36	*
T	976	03:49	20:26	00:34	*
X	1475	02:38	08:50	00:22	
AD	1495	01:32	08:21	00:23	
AE	1320	03:41	13:15	00:26	
AO	1441	03:16	11:49	00:24	
BH	1445	01:37	08:50	00:23	

* –Beregningen for sannsynlig skyggekast viser under 8 timer og teoretisk maksimalt skyggekast under 30 timer per år, det er derfor antatt at ytterligere avbøtende tiltak ikke vil være nødvendig for dette bygg selv om beregningen for teoretisk maksimalt skyggekast ligger over anbefalt grenseverdi på 30 minutter per dag.

TABELL 4 – BEREGNET OMFANG AV SKYGGEKAST FOR BERØRTE NABOBYGG ETTER FORSLAG TIL AVBØTENDE TILTAK I ENGERFJELLET

Bygg (som navngitt i skyggekartene)	Avstand til nærmeste turbin	Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast	Beregnet maksimalt skyggekast	Merknad
	[m]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/år]	[timer:minutter/dag]	
N	961	02:29	08:47	00:19	
R	881	04:18	15:03	00:33	*
W	1161	07:28	32:58	00:30	*
AF	1143	07:59	35:10	00:31	*
AK	1020	00:59	03:29	00:05	
AP	1084	02:12	07:43	00:13	
BF	1255	04:46	20:19	00:26	
BJ	1363	04:42	18:53	00:24	
BR	1112	02:56	10:17	00:15	
BX	1318	04:38	16:13	00:24	
BZ	1401	04:57	17:24	00:25	
CJ	1093	05:30	20:01	00:32	*
CU	1129	03:06	10:51	00:17	
DI	1339	03:51	15:40	00:25	
DS	1264	03:52	14:44	00:28	
DW	1370	03:10	11:05	00:23	
DX	1472	04:50	17:03	00:24	

* –Beregningen for sannsynlig skyggekast viser under 8 timer per år og det er derfor antatt at ytterligere avbøtende tiltak ikke vil være nødvendig for dette bygg selv om beregningen for teoretisk maksimalt skyggekast ligger over anbefalt grenseverdi på 30 minutter per dag og/eller teoretisk maksimalt skyggekast på 30 timer per år.

Tabell 3 og Tabell 4 viser at det etter foreslåtte avbøtende tiltak er forventet faktisk skyggekast for alle skyggekastfølsomme bygg under 8 timer per år. For byggene benevnt med merknad * i tabellene er det fortsatt forventet et maksimalt teoretisk skyggekast noe over anbefalt retningslinje. Tiltakshaver mener siden forventet omfang av faktisk skyggekast for disse byggene ligger under 8 timer sannsynlig skyggekast og da turbinene uansett vil styres for å sikre at faktisk skyggekast ikke overstiger 8 timer per år bør ytterligere avbøtende tiltak for disse bygg ikke være nødvendig. Tiltakshaver mener at de oppdaterte skyggekastberegningene etter gjennomførte avbøtende tiltak viser at retningslinjen for skyggekast ikke vil bli overskredet og at konsesjonsvilkår nr. 15 bør kunne anses som oppfylt.