

Skyggekastrapport MTA/Detaljplan Songkjølen/Engerfjellet vindkraftverk

1. Innledning

Rådgivningsselskapet Meventus har utført oppdaterte skyggekastberegninger i forbindelse med detaljplan for 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 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:

- Solskinnsannsynlighet 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.

Skyggekastberegningen for Songkjølen/Engerfjellet 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. 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 Songkjølen/Engerfjellet vindkraftverk. Skyggekastmottakere er lokalisert på alle bygg, eller grupperinger av bygg som ligger inntil 1500 m fra planområdet til Songkjølen/Engerfjellet vindkraftverk.

For alle bygg som ligger innenfor planområdet til Songkjølen/Engerfjellet 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 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.

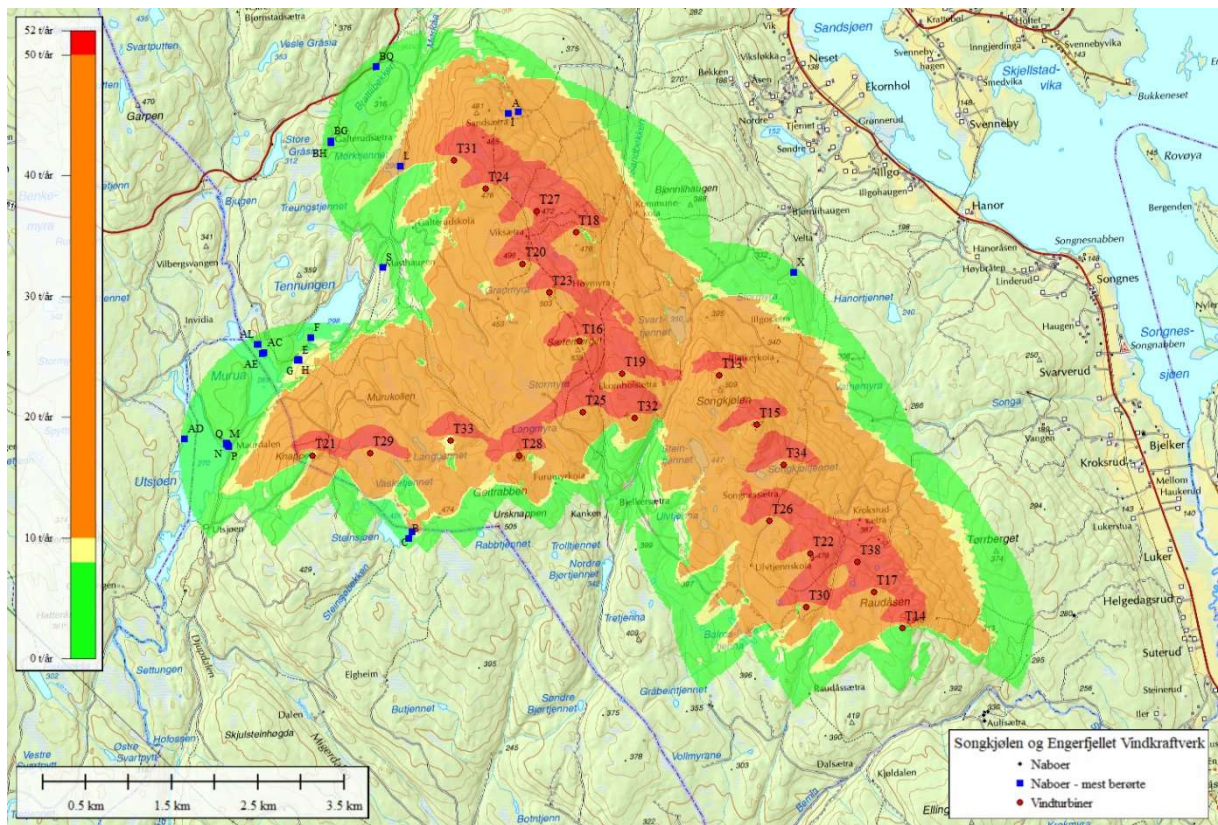
I henhold til NVEs seneste veileder for skyggekastberegninger har mottakerne en størrelse på 2×2 meter, hevet 2 meter over bakken. I tråd med veilederen er det gjort beregninger for sannsynlig skyggekast. For beregningene med sannsynlig skyggekast er det brukt en konstant sannsynlighet på 50 %, i henhold til veilederen. Det er videre brukt en retningsfordeling for vind over 12 sektorer basert på gjennomførte vindmålinger i Songkjølen og Engerfjellet, samt en årlig driftstid på 7000 timer. I likhet med støyberegningene er alle turbiner av typen SiemensGamesa 145 m 5,0 MW (turbinen kjøres på maksimalt 4,8 MW). Alle turbiner har en navhøyde på 144 m. 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 Songkjølen/Engerfjellet 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.

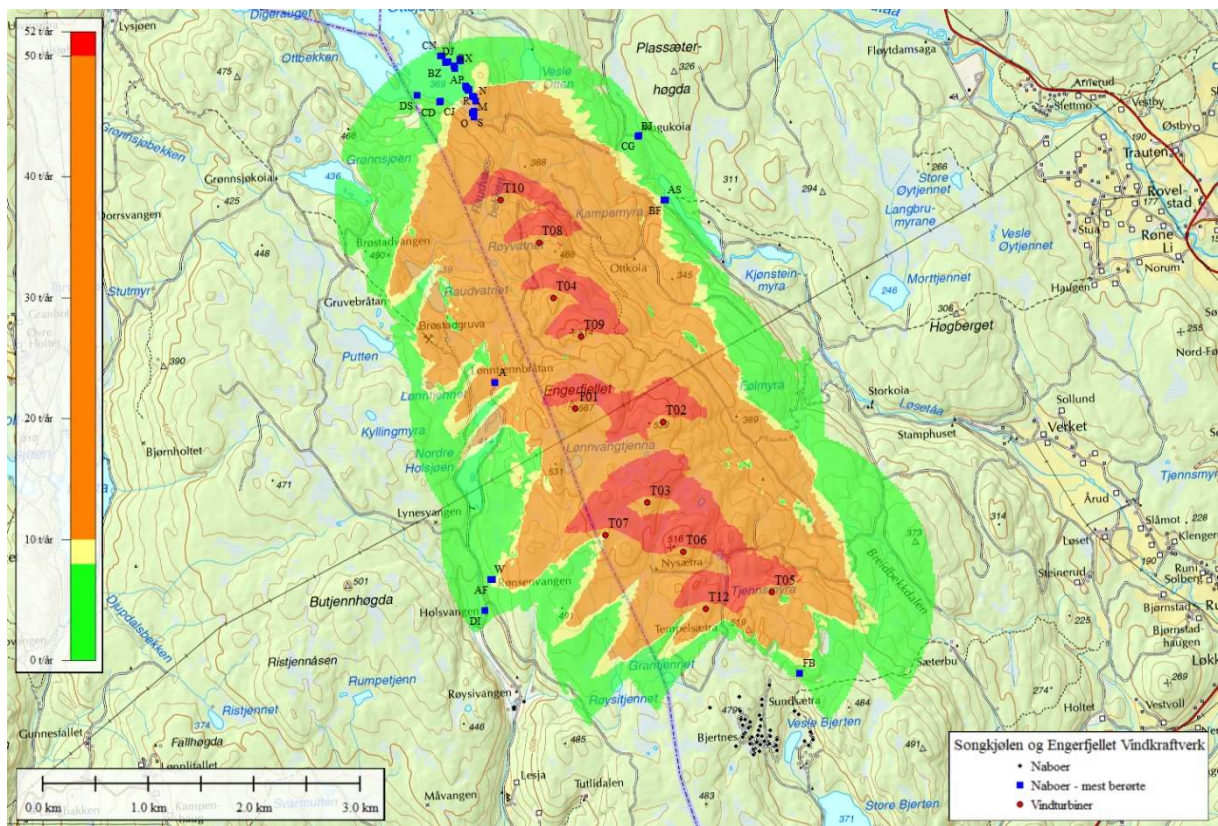
2. Resultatet av beregningene

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.

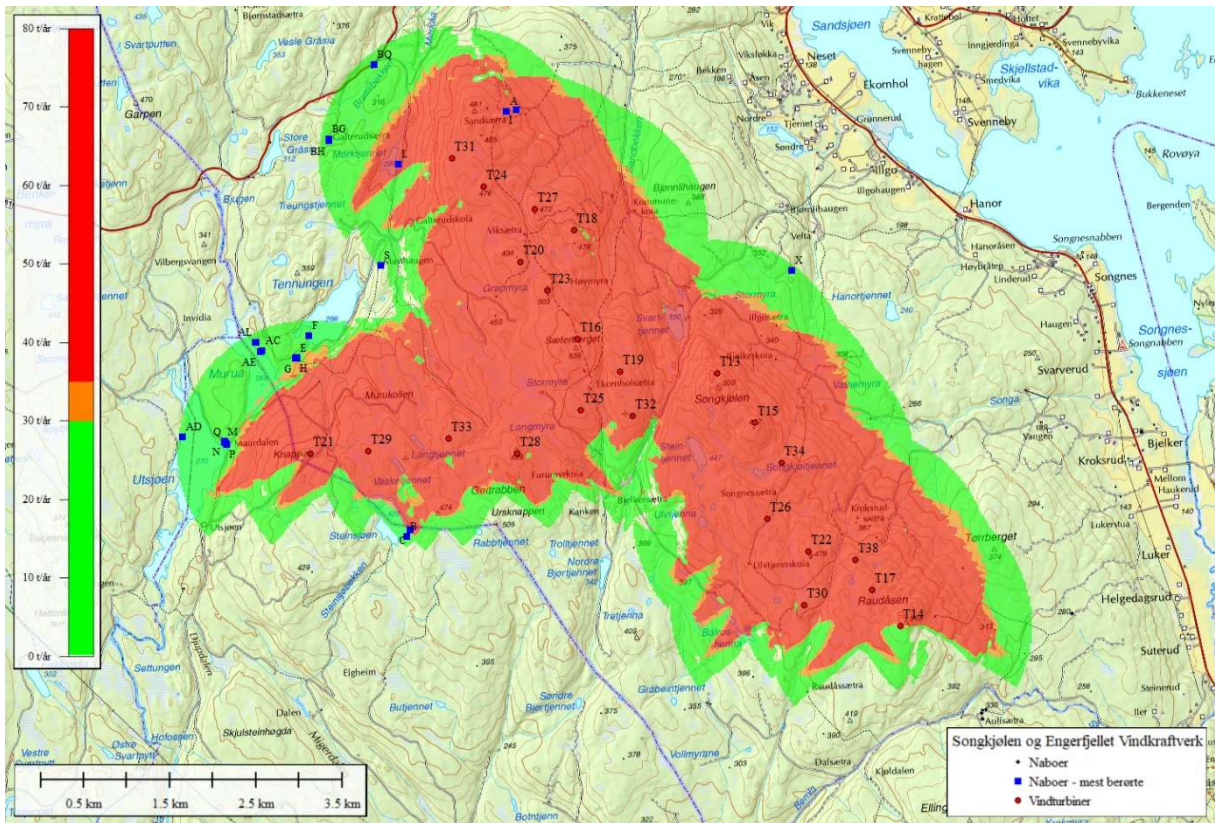
Nedenfor vises resultatet av skyggekastberegningene som skyggekastkart for sannsynlig skyggekast og for teoretisk maksimalt skyggekast. Beregnet omfang av teoretisk skyggekast for samtlige nabobygg som vil være utsatt for skyggekast fra turbinene er inkludert i Figur 1 og Figur 2 og beregnet omfang av sannsynlig skyggekast er inkludert i Figur 3 og Figur 4. Fullstendig beregningsrapporter er også lagt ved som vedlegg til dette dokumentet.



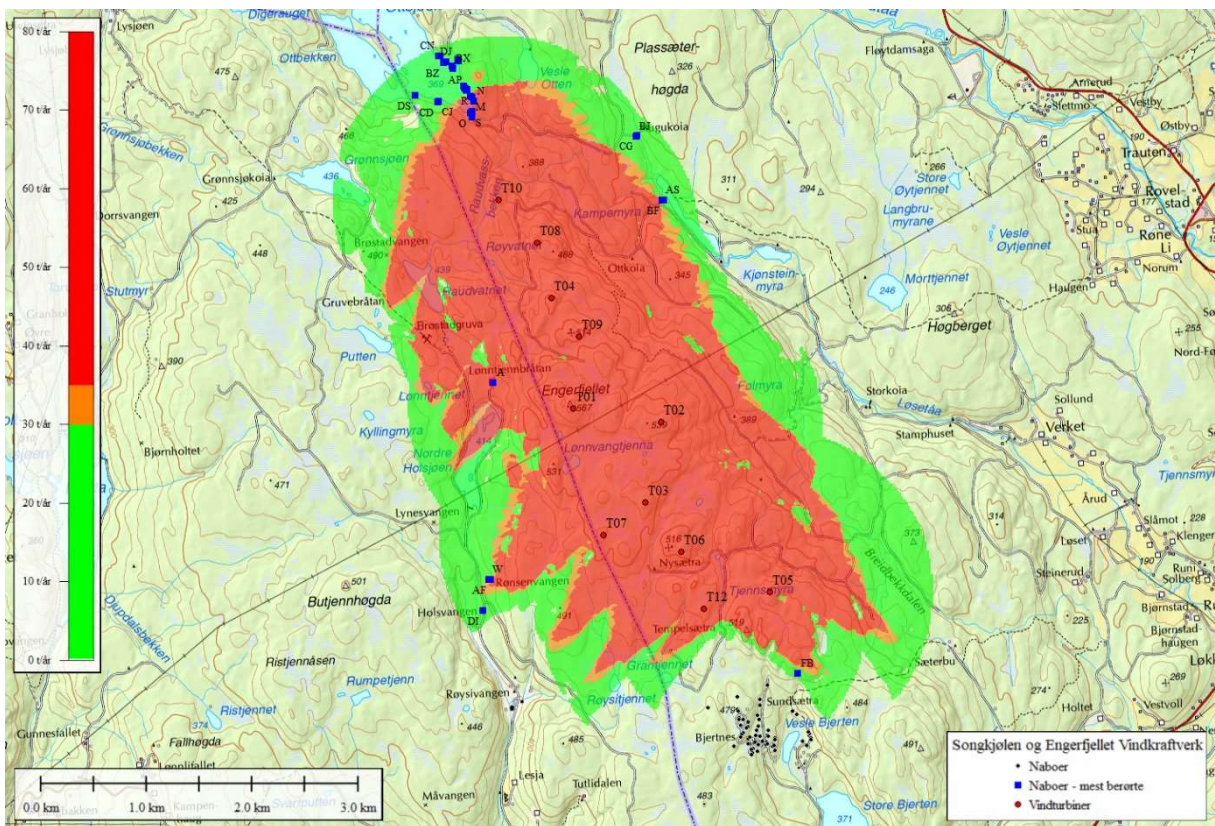
FIGUR 1 – SKYGGEKASTKART SANNSYNLIG SKYGGEKAST FOR SONGKJØLEN



FIGUR 2 – SKYGGEKASTKART SANNSYNLIG SKYGGEKAST FOR ENGERFJELLET



FIGUR 3 – SKYGGEKASTKART TEORETISK MAKSIMAL SKYGGEKAST FOR SONGKJØLEN



FIGUR 4 – SKYGGEKASTKART TEORETISK MAKSIMAL SKYGGEKAST FOR ENGERFJELLET

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

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]	
A	840	27:41	93:49	01:02	
B	1090	02:31	11:14	00:22	
C	1037	10:33	43:41	00:49	
E	1117	08:40	30:16	00:47	
F	1370	07:53	26:21	00:45	
G	1112	08:35	30:07	00:47	
H	1126	08:33	29:53	00:46	
I	940	28:10	95:57	01:11	
L	624	23:02	77:35	00:51	
M	1004	16:24	85:07	00:52	
N	1014	03:27	18:43	00:33	
P	988	03:21	18:16	00:33	
Q	996	03:39	19:36	00:33	
S	1485	03:32	19:10	00:33	
T	976	00:17	01:05	00:07	
X	1475	03:49	20:26	00:34	
AC	1312	02:40	08:57	00:23	
AD	1495	03:46	13:29	00:26	
AE	1320	01:32	08:21	00:23	
AL	1433	03:41	13:15	00:26	
AO	1441	03:21	12:03	00:24	
BG	1443	03:16	11:49	00:24	
BH	1445	01:35	08:44	00:23	
BQ	1419	01:37	08:50	00:23	

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

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]	
A	796	15:02	67:09	00:41	
M	826	13:44	48:20	01:05	
N	961	12:35	44:00	00:59	

O	865	12:56	45:33	01:02	
R	881	12:41	44:35	01:02	
S	871	12:54	45:22	01:02	
T	869	12:55	45:28	01:02	
W	1161	07:28	32:58	00:30	
X	1005	11:51	41:28	00:57	
AF	1143	07:59	35:10	00:31	
AK	1020	11:23	39:55	00:56	
AP	1084	07:02	24:34	00:33	
AS	1243	07:14	28:59	00:26	
BF	1255	04:45	20:15	00:26	
BJ	1363	04:41	18:52	00:24	
BO	1084	07:11	25:05	00:33	
BR	1112	06:47	23:43	00:32	
BT	1104	06:56	24:13	00:32	
BX	1318	05:30	19:15	00:27	
BZ	1401	04:57	17:25	00:26	
CD	1089	05:30	20:04	00:32	
CG	1374	04:39	18:42	00:24	
CJ	1093	05:31	20:05	00:32	
CN	1478	04:45	16:45	00:24	
CU	1129	06:42	23:26	00:31	
CX	1339	05:29	19:13	00:27	
DI	1339	03:51	15:40	00:25	
DJ	1401	05:04	17:47	00:26	
DS	1264	03:52	14:44	00:28	
DW	1370	05:56	20:42	00:26	
DX	1472	04:51	17:04	00:24	
EE	1384	05:51	20:25	00:26	
FB	811	03:30	14:49	00:27	Grensepunkt for eventuell fremtidig utvidelse av Bjerten hyttefelt.

2.2 FORSLAG TIL AVBØTENDE TILTAK

Som et eksempel på avbøtende tiltak er det vurdert styring av spesifikke turbiner der turbinene blir stengt ned i perioder der det finnes risiko for at det vil oppstå skyggekast på bygningene der det er forventet overskridelse. Gjennom å analysere beregningene som er utført er det funnet at det er turbinene nummerert 18, 21, 24, 27, 29 og 31 i Songkjølen og 7, 8, 9 og 10 i Engerfjellet i som er tydelige bidragsyttere til sannsynlig skyggekast over anbefalt retningslinje. I programmet er det brukt en innstilling der turbiner kan stenges ned i de perioder der det er risiko for skyggekast.

Forventet omfang av skyggekast etter dette avbøtende tiltak er presentert i Tabell 3 og Tabell 4. Behov for tidsperiode med nedstengning av turbiner vil være avhengig av eksakt plassering og vil

bli avklart endelig før anlegget settes i drift. Når turbinene er montert vil Tiltakshaveren besøke de skyggekastfølsomme bygningene for å klargjøre hvilke boliger/bygg som faktisk har en direkte siktlinje 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 noen 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]	
A	840	07:29	27:33	00:40	*
B	1090	01:25	06:20	00:12	
C	1037	06:04	23:20	00:24	
E	1117	05:51	19:03	00:31	*
F	1370	04:56	15:38	00:26	
G	1112	06:16	20:50	00:31	*
H	1126	05:50	19:05	00:31	*
I	940	05:38	21:22	00:36	*
L	624	06:42	24:42	00:35	*
M	1004	02:55	16:50	00:32	*
N	1014	03:27	18:43	00:33	*
P	988	03:21	18:16	00:33	*
Q	996	03:39	19:36	00:33	*
S	1485	03:32	19:10	00:33	*
T	976	00:17	01:05	00:07	
X	1475	03:49	20:26	00:34	*
AC	1312	02:40	08:57	00:23	
AD	1495	03:46	13:29	00:26	
AE	1320	01:32	08:21	00:23	
AL	1433	03:41	13:15	00:26	
AO	1441	03:21	12:03	00:24	
BG	1443	03:16	11:49	00:24	
BH	1445	01:35	08:44	00:23	
BQ	1419	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 [m]	Beregnet sannsynlig skyggekast [timer: minutter/år]	Beregnet maksimalt skyggekast [timer: minutter/år]	Beregnet maksimalt skyggekast [timer: minutter/dag]	Merknad
A	796	05:32	27:21	00:41	*
M	826	05:38	19:42	00:38	*
N	961	02:47	09:54	00:20	
O	865	05:14	18:19	00:35	*
R	881	04:39	16:19	00:33	*
S	871	04:49	16:53	00:34	*
T	869	05:01	17:36	00:34	*
W	1161	00:00	00:00	00:00	
X	1005	03:09	11:10	00:22	
AF	1143	00:35	02:38	00:05	
AK	1020	03:23	11:56	00:23	
AP	1084	02:13	07:45	00:13	
AS	1243	07:14	28:59	00:26	
BF	1255	04:45	20:15	00:26	
BJ	1363	04:41	18:52	00:24	
BO	1084	01:51	06:29	00:13	
BR	1112	02:56	10:17	00:15	
BT	1104	02:37	09:08	00:14	
BX	1318	04:38	16:14	00:24	
BZ	1401	04:57	17:25	00:26	
CD	1089	05:30	20:04	00:32	*
CG	1374	04:39	18:42	00:24	
CJ	1093	05:31	20:05	00:32	*
CN	1478	04:45	16:45	00:24	
CU	1129	03:07	10:54	00:17	
CX	1339	04:43	16:33	00:25	
DI	1339	03:51	15:40	00:25	
DJ	1401	05:04	17:47	00:26	
DS	1264	03:52	14:44	00:28	
DW	1370	03:10	11:03	00:23	
DX	1472	04:51	17:04	00:24	
EE	1384	03:14	11:18	00:22	
FB	811	03:30	14:49	00:27	Grensepunkt for eventuell fremtidig utvidelse av Bjerten hyttefelt.

* –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 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 anbefalte retningslinjer. Tiltakshaver mener siden forventet omfang av faktisk skyggekast for disse byggene ligger under 8 timer sannsynlig skyggekast 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 overskrides og at konsesjonsvilkår nr. 15 bør kunne anses som oppfylt.

Vedlegg:

- Fullstendig beregningsrapport skyggekast fra Songkjølen og Engerfjellet vindkraftverk
- Lista over nærliggende bygg som ikke er inkludert i analysen