



Skorveheia Vindkraftverk

Rapport skyggekast



Til	John Amund Lund, Norsk Vind Skorveheia AS
Fra	Meventus AS
Dato	12.08.2019
Rapportens tittel	Skorveia Vindkraftverk – Rapport skyggecast
Rapportnr.	2019-007
Skrevet av	Anne Haaland Simonsen

	Navn	Dato	Signatur
Utført av	Anne Haaland Simonsen	12.08.2019	
Godkjent av	Kyle Brennan	12.08.2019	

De presenterte resultatene er basert på informasjon som refereres til i dette dokumentet ved hjelp av kjente analysemetoder og industristandarder og betyr ikke at ikke noe informasjon kan endres. Alle estimater eller beregninger innebærer usikkerhet, og ingenting i dette dokumentet garanterer noen bestemt vindhastighet eller vindforhold. Meventus skal ikke være ansvarlig for fremtidig bruk av resultater i dette dokumentet, eller for direkte eller indirekte tap som kan skyldes mulige feil i dokumentet.

Sammendrag

Omfang av skyggekast fra en utbyggingsløsning bestående av 8 vindturbiner på Skorveheia er beregnet for nærliggende nabobebyggelse. Beregningene er utført for en aktuell turbintype med rotordiameter 154 ± 4 m og en totalhøyde på 200 m. Dette gir et konservativt estimat på skyggekastbelastningen, da bruken av en mindre rotor vil redusere virkningene (gitt av totalhøyden er den samme).

Skyggekast fra Skorveheia vindkraftverk er tidligere vurdert i forbindelse med en konsekvensanalyse fra 2008. Hovedalternativet til utbyggingsløsning bestod da av 12 turbiner med en totalhøyde på 135 m.

Beregnet omfang av skyggekast er i denne rapporten også sammenlignet med tidligere beregninger for å belyse de nabovirkningene som forventes som følge av endringene i utbyggingsløsning.

Skyggekastberegningene er gjennomført i henhold til gjeldende retningslinje (Skyggekast fra vindkraftverk (NVE 2014_02)).

I henhold til retningslinjen er omfang av skyggekast beregnet for samtlige bygg med skyggekastfølsomt bruk innenfor 1500 meter fra turbinene, dette omfatter 29 bygg. Av disse vil 10 bygg få skyggekastbelastning over anbefalt grenseverdi.

Grunnet økt størrelse på turbinene, er omfang av skyggekast større for aktuell utbyggingsløsning sammenliknet med tidligere utredet løsning. For 7 av de 10 byggene er overskridelsen minimal og omfanget kan reduseres under grenseverdien ved å stanse turbinene i korte perioder.

For å overholde gjeldende krav til skyggekast må avbøtende tiltak gjennomføres. Ved implementering av et kontrollsystem som stenger ned turbiner i de tilfeller faktisk skyggekast overskrider grenseverdien, vil kravene kunne overholdes.

Alle beregningene er gjennomført uten å hensynta vegetasjon. Samtlige av de mest utsatte byggene ligger i områder hvor omkringliggende vegetasjon vil medføre en reduksjon i skyggekastbelastning. Beregningene må derfor anses som konservative.

Innhold

Sammendrag	3
1 Innledning	5
2 Beregningsmetodikk	7
2.1 Retningslinje for skyggecast	7
2.2 Metode og parametervalg	7
2.3 Turbindata	8
3 Resultater	8
3.1 Beregnet omfang av skyggecast	8
3.2 Sammenligning med tidligere resultater	11
3.3 Forslag til avbøtende tiltak	13
3.4 Skogens skjermingseffekt	15
3.5 Konklusjon	16
4 Referanser	17

VEDLEGG

Vedlegg 1.1: Turbinposisjoner

Vedlegg 2.1: Beregningsrapport Skyggecast

Vedlegg 2.2: Beregningsrapport Skyggecast (med curtailment-strategi)

Vedlegg 3.1: Skyggecastkart for sannsynlig skyggecast

Vedlegg 3.2: Skyggecastkart for teoretisk maksimalt skyggecast

1 Innledning

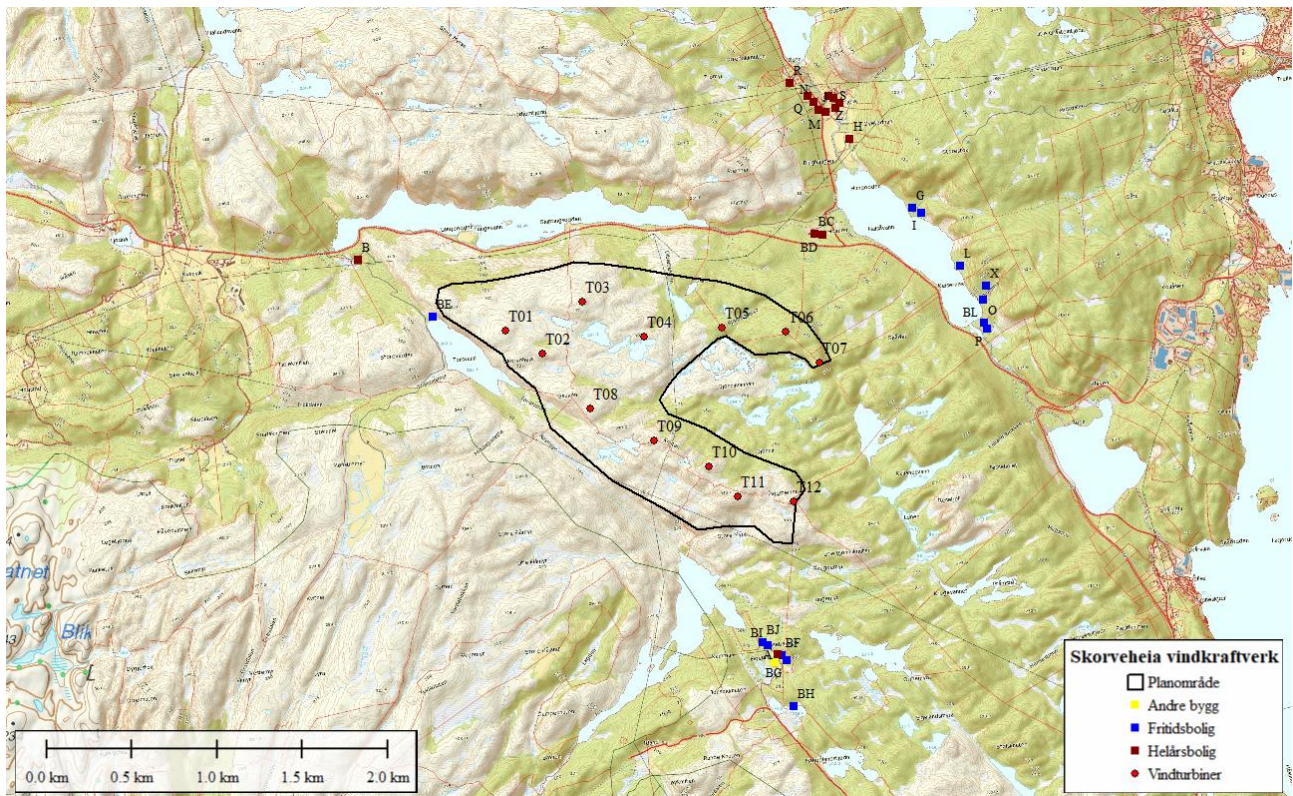
NVE ga 20.12.2013 Norsk Vind Skørveheia AS anleggskonsesjon til å bygge og drive Skørveheia vindkraftverk med nettilknytning i Flekkefjord kommune i Vest–Agder. Konsesjonen ble stadfestet av Olje- og energidepartementet 30.04.2015. Blant konsesjonsvilkårene er det oppgitt at det i anleggets detaljplan skal fremlegges oppdaterte skyggekastberegninger for tiltaket. Det skal her redegjøres for antall boliger og fritidsboliger med skyggekastomfang over NVEs anbefalte grenseverdier og for eventuelle avbøtende tiltak.

Meventus AS har fått i oppdrag fra tiltakshaver å beregne omfang av skyggekast fra de planlagte vindturbinene.

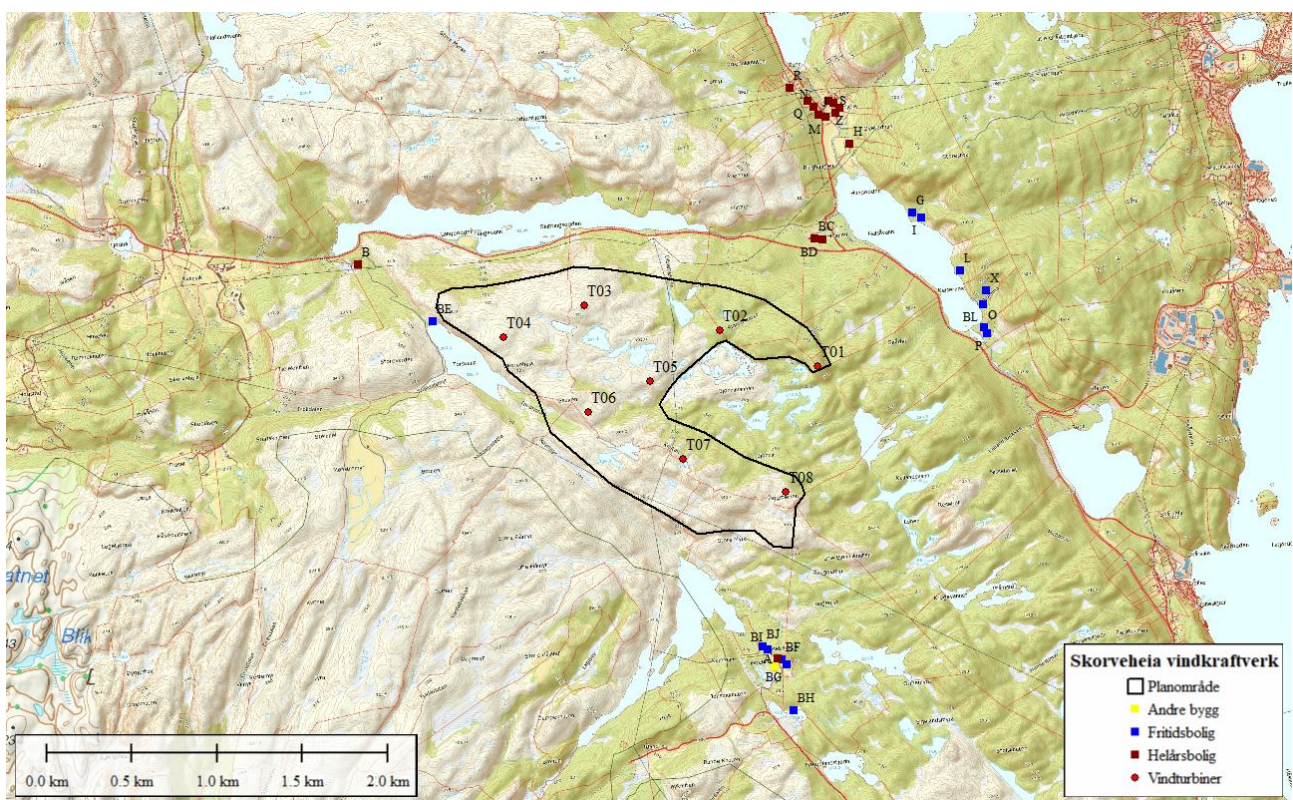
Omfang og konsekvenser av skyggekast fra vindturbiner i Skørveheia vindkraftverk er tidligere vurdert i en fagrapport [2] i forbindelse med konsekvensutredningen for prosjektet i 2008. På bakgrunn av teknologiutviklingen som har vært de senere årene består dagens aktuelle utbyggingsløsning av færre, men større turbiner enn det som var aktuelt tidligere. Mens hovedalternativet fra 2008 bestod av 12 3.0MW-turbiner med 90 m rotordiameter og en totalhøyde på 135 m, består gjeldende utbyggingsløsning i dag av 8 turbiner med rotordiameter i størrelsesorden 154 ± 4 m og totalhøyde på 200 m.

Tidligere hovedalternativ for utbyggingsløsning presentert i Figur 1, mens dagens aktuelle utbyggingsløsning er presentert i Figur 2. Plangrense og nabobebyggelse innenfor 1500 meter fra nærmeste turbin (både permanente boliger og hytter) er også markert på kartet.

Omfanget av skyggekast beregnet for dagens aktuelle utbyggingsløsning er presentert i seksjon 3.1, mens disse beregningene er sammenlignet med beregnet skyggekast for tidligere utbyggingsløsning i seksjon 3.2.



Figur 1 – Tidligere hovedalternativ til utbyggingsløsning med 12 x 3.0MW-turbiner med totalhøyde på 135 m.



Figur 2 – Dagens aktuelle utbyggingsløsning med 8 x 5.0–6.0MW-turbiner med totalhøyde på 200 m.

2 Beregningsmetodikk

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.

2.1 Retningslinje for skyggekast

Skyggekastberegningene er gjennomført i henhold til gjeldende retningslinje («Skyggekast fra Vindkraftverk, NVE 2/2014»).

Den aktuelle retningslinjen inkluderer grenser for maksimalt teoretisk («worst case») og sannsynlig («real case») scenario. I henhold til retningslinjen skal det ved beregning av sannsynlig skyggekast legges til grunn en konstant solsinssannsynlighet på 0.5 og forventet sektorvis antall driftstimer for turbinene skal benyttes. Maksimalt teoretisk skyggekast er derimot kun basert på solens posisjon relativ til vindturbinen, hvor det antas at solen alltid skinner, turbinene er i drift hele tiden og vindretningen er slik at turbinene alltid står vendt mot skyggekastmottaker. I tråd med retningslinjen beregnes skyggekastbelastningen kun for naboer som ligger mindre enn 1500 m fra nærmeste turbin, da skyggekastvirkningene blir neglisjerbare på lengre avstand.

NVE legger i sin veileder [1] til grunn en anbefalt grenseverdi for faktisk skyggekast («real case») inntil 8 timer per år eller for maksimalt teoretisk skyggekast («worst case») inntil 30 timer per år eller inntil 30 minutter per dag. Grenseverdien for maksimalt teoretisk skyggekast kan fravikes dersom faktisk skyggekast begrenses til under 8 timer per år og 30 minutter per dag gjennom avbøtende tiltak.

2.2 Metode og parametervalg

Beregningene er utført i beregningsmodulen SHADOW i programvaren WindPRO versjon 3.2.743. Følgende antagelser er lagt til grunn i beregningene:

- Standard faktor for solsinssannsynlighet på 0.5.
- 12 sektors vindretningsfordeling.
- Årlig driftstid på 7000 timer.
- Skyggekast inntreffer ikke når solen står lavere enn 3 grader over horisonten.
- Beregninger av teoretisk skyggekast er basert på drivhustilstand, det vil si at bygningene ikke har én bestemt retning mot turbinene og at mottakeren har vinduer i alle retninger. Mottakeren er angitt som en vertikal flate på 2x2 m hevet 2 meter over bakken.
- Skjermingseffekt av mellomliggende terreng er hensyntatt (basert på DTM data med 10 m oppløsning).

Terrengets høydeprofil, høyde for skyggekastmottaker og skjermingseffekten av mellomliggende terreng er hensyntatt i beregningene. Det er benyttet en terrengmodell med 10 m oppløsning (DTM data fra Statens kartverk). Det tas i beregningene ikke direkte hensyn til innflytelsen av skog og trær. Enkelte skyggekastmottakere vil dermed i realiteten være skjult bak skog, mens beregningene feilaktig viser at bygget vil bli påvirket av skyggekast.

Skyggekastmottakerne er lokalisert basert på N50 kartdata fra Statens Kartverk, men justert i henhold til flyfoto og befaring av området. Samtlige boliger og fritidsboliger ligger inntil 1500 m fra nærmeste vindturbiner er inkludert i beregningene, dette omfatter 29 bygninger.

2.3 Turbindata

Skyggekastberegningene er utført for et aktuelt utbyggingsalternativ med 8 vindturbiner med rotordiameter 158 meter og en navhøyde på 121 meter. Dette gir et konservativt estimat på skyggekastbelastningen, da bruken av en mindre rotor vil redusere virkningene (gitt at totalhøyden er den samme).

I henhold til gjeldende retningslinje er det lagt til grunn en årlig driftstid på 7000 timer i beregningene. Retningsfordeling av driftstimene er basert på 2 år med lokale vindmålinger fra en 50 m høy målemast i området (mast 0545), ekstrapolert til en 19-års tidsperiode med referansedata fra datasettet EMDConWX. Fordeling av driftstimer basert på de langtidskorrigerte vinddataene er vist i Tabell 1. Kun vinddata innenfor turbinens operasjonelle rekkevidde er inkludert.

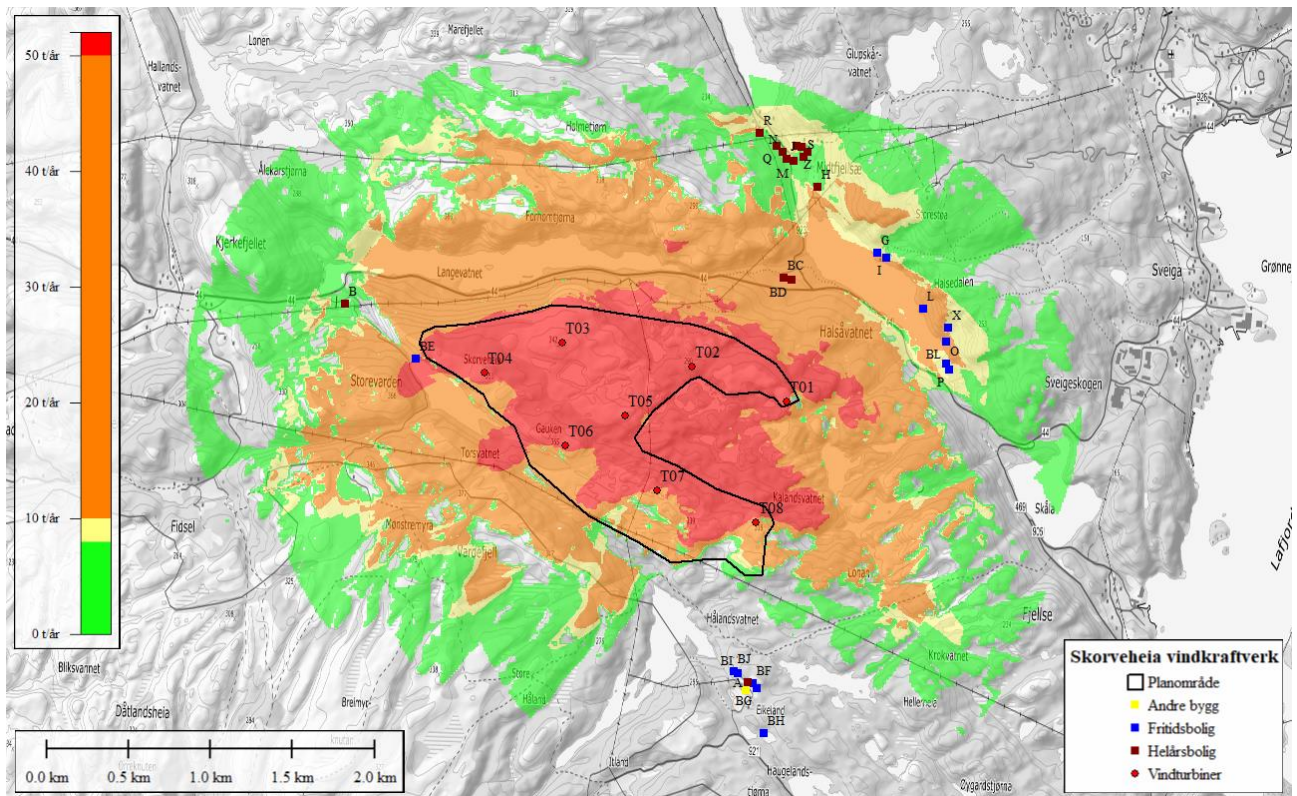
Tabell 1 – Retningsfordeling av driftstimer for turbinene

	N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
Driftstimer	572	117	109	383	764	1101	1063	562	430	466	490	943	7000

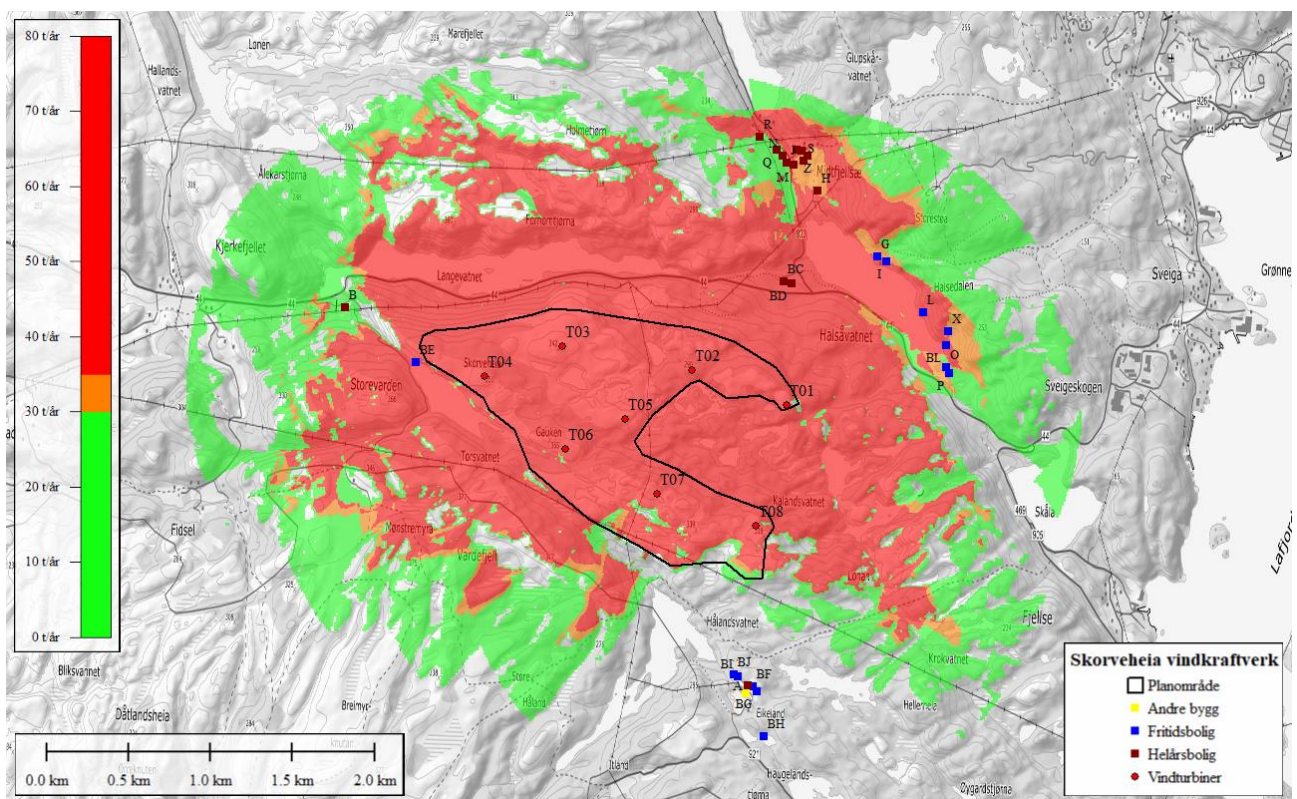
3 Resultater

3.1 Beregnet omfang av skyggekast

Resultatet av skyggekastberegningene for aktuelt utbyggingsalternativ er i presentert i form av skyggekastkart for sannsynlig skyggekast (Figur 3) og teoretisk maksimalt skyggekast (Figur 4). Områder som ventes å oppleve skyggekast er fargelagt. Grønne områder er områder som er eksponert for skyggekast, men hvor omfanget er under nåværende grenseverdi. Skyggekastomfanget i gule, oransje og røde områder er eksponert over anbefalt grenseverdi i retningslinjen fra NVE. Helårsboliger er markert med mørkerøde firkanter, fritidsboliger med blå firkanter og annen bebyggelse med skyggekastfølsomt bruk er markert med gule firkanter.



Figur 3 – Skyggekastkart for sannsynlig skyggekast fra Skorveheia Vindkraftverk



Figur 4 – Skyggekastkart for teoretisk maksimalt skyggekast fra Skorveheia vindkraftverk

Beregningene viser at 19 av de 29 skyggekastmottakerne vil være eksponert for skyggekast fra de prosjekterte turbinene. Av disse forventes 10 nabobygg å bli eksponert for faktisk skyggekast over anbefalt grenseverdi på 8 timer per år og teoretisk maksimalt skyggekast over grenseverdien på 30 timer per år. Teoretisk maksimalt skyggekast overskrider 30 minutter per dag for 15 av nabobyggene.

Beregnet omfang av skyggekast for samtlige fritidsboliger og helårsboliger innenfor 1500 m fra nærmeste vindturbine er presentert i Tabell 2 under. Verdier som overstiger gjeldende grenseverdier er markert med gult.

Fullstendig beregningsrapport for skyggekast er lagt ved denne rapporten som vedlegg 2.1.

Tabell 2 – Beregnet omfang av skyggekast for bebyggelse innenfor 1500 m fra nærmeste turbin

Bygg (som angitt i skyggekast-kartene)	Avstand fra turbiner [m]	Type bygg	Adresse	Beregnet sannsynlig skyggekast [timer/år]	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast [timer/år]	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast [minutter/dag]
A	971	Helårsbolig	Itlandsveien 106	00:00	00:00	00:00
B	949	Helårsbolig	Kvanvikveien 51	06:12	22:23	00:37
G	1058	Fritidsbolig	Kvanvikveien 30	08:40	33:06	00:34
H	1316	Helårsbolig	Midtfjellse 4	08:12	35:27	00:44
I	1061	Fritidsbolig	Kvanvikveien 28	08:27	31:49	00:34
J	1390	Helårsbolig	Midtfjellse 25	08:31	38:08	00:48
L	1003	Fritidsbolig	Kvanvikveien 20	08:38	30:06	00:48
M	1396	Helårsbolig	Midtfjellse 6	08:18	36:52	00:47
N	1419	Helårsbolig	Midtfjellse 27	00:00	00:00	00:00
O	999	Fritidsbolig	Kvanvikveien 12	06:12	20:51	00:35
P	1013	Fritidsbolig	Kvanvikveien 10	06:13	20:49	00:35
Q	1440	Helårsbolig	Midtfjellse 29	00:00	00:00	00:00
R	1479	Helårsbolig	Midtfjellse 33	00:00	00:00	00:00
S	1445	Helårsbolig	Midtfjellse 10	08:03	35:35	00:44
T	1500	Helårsbolig	Midtfjellse 31	04:50	21:45	00:26
U	1491	Helårsbolig	Midtfjellse 8	03:36	15:01	00:26
X	1080	Fritidsbolig	Kvanvikveien 18	05:11	17:44	00:33
Y	1486	Helårsbolig	Midtfjellse 24	03:45	15:46	00:26
Z	1482	Helårsbolig	Midtfjellse 12	03:31	14:29	00:26
BC	750	Helårsbolig	Midtfjellse 3	22:08	89:48	01:31
BD	742	Helårsbolig	Midtfjellse 1	21:28	86:10	01:25
BE	424	Helårsbolig	Hytte ved Torsvatnet	48:22	167:16	01:21
BF	978	Helårsbolig	Itlandsveien 104	00:00	00:00	00:00
BG	1004	Helårsbolig	Itlandsveien 102	00:00	00:00	00:00
BH	1278	Helårsbolig	Hytte ved Holetjødnan	00:00	00:00	00:00

BI	923	Helårsbolig	Itlandsveien 108	00:00	00:00	00:00
BJ	911	Helårsbolig	Itlandsveien 110	00:00	00:00	00:00
BL	1036	Helårsbolig	Kvanvikveien 16	05:35	18:56	00:34
BP	1020	Fritidsbolig	Låve ved Eikeland	00:00	00:00	00:00

3.2 Sammenligning med tidligere resultater

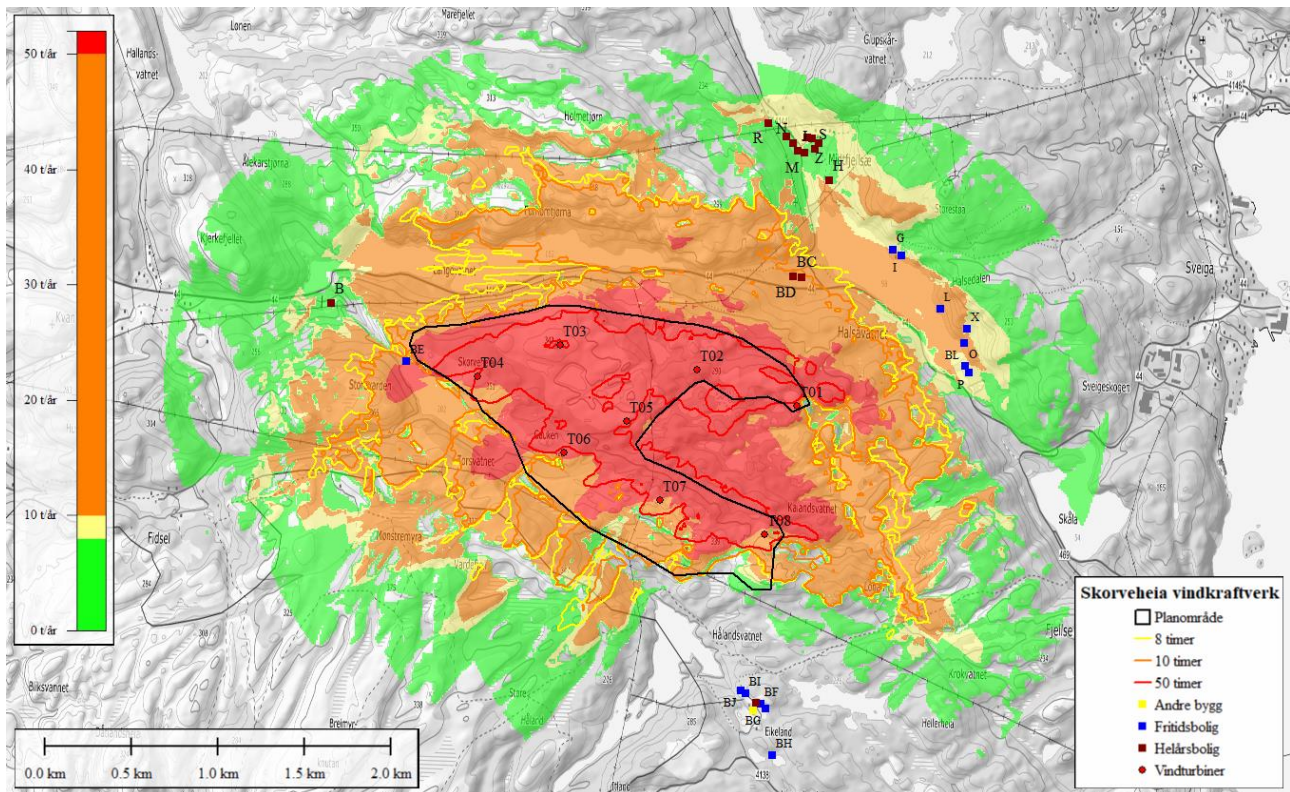
Omfang og konsekvenser av skyggekast fra turbiner i Skorveheia vindkraftverk er tidligere vurdert i en fagrapport [2] i forbindelse med konsekvensutredningen for prosjektet i 2008. På bakgrunn av teknologiutviklingen som har vært de senere årene består dagens aktuelle utbyggingsløsning av færre, men større turbiner enn det som var aktuelt tidligere.

Mens hovedalternativet fra 2008 bestod av 12 3.0MW-turbiner med 90 m rotordiameter og en totalhøyde på 135 m, består gjeldende utbyggingsløsning i dag av 8 turbiner med rotordiameter i størrelsesorden 154 ± 4 m og totalhøyde på 200 m.

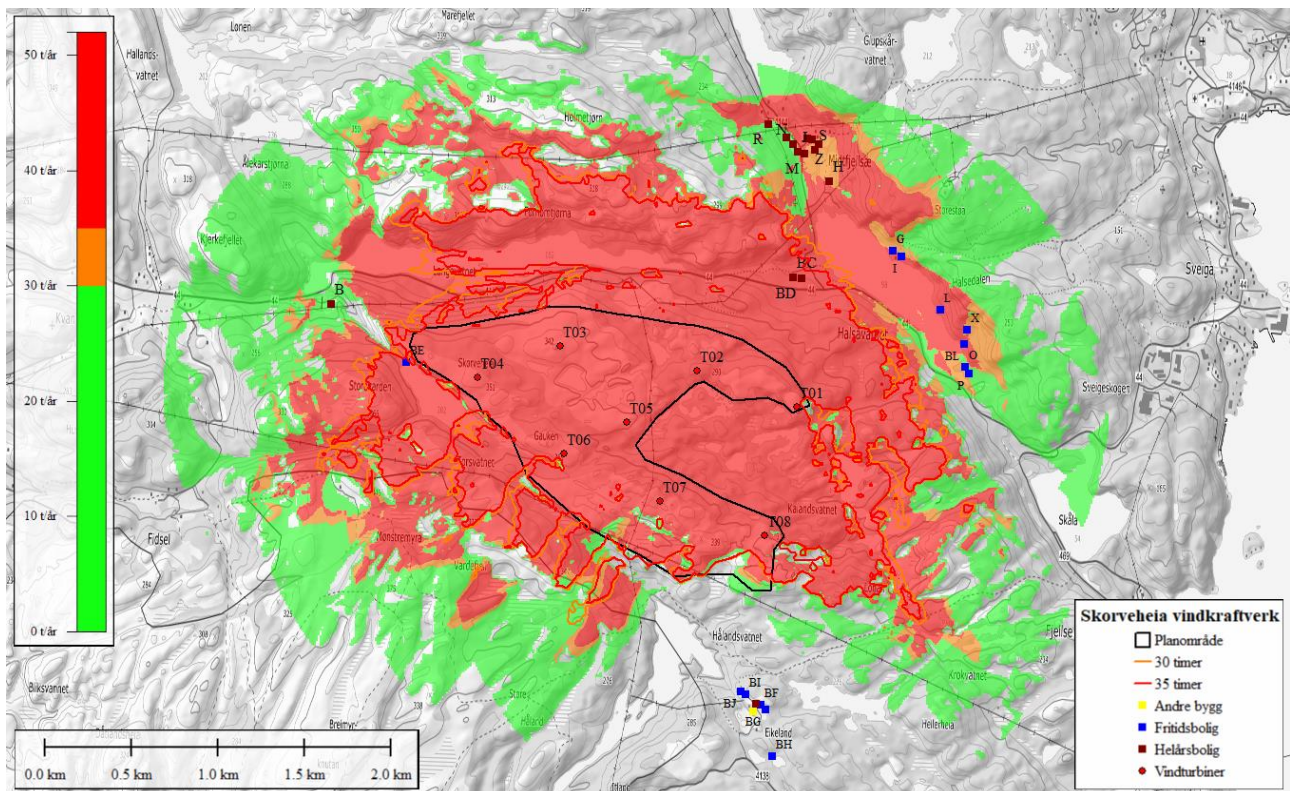
Beregnete verdier av skyggekast oppgitt i fagrapporten fra 2008 er ikke direkte sammenlignbare med de oppdaterte resultatene på grunn av forskjeller i datagrunnlaget som er benyttet, samt endret beregningsmetodikk. Eksempelvis benyttes det nå en mer konservativ sannsynlighet for solskinn på 0.5, sammenliknet med faktiske data fra nærliggende meteorologiske stasjoner som ble benyttet tidligere. Dette innebærer at resultatene som fremkommer er konservative.

For å kunne vurdere de endrede virkningene er omfang av skyggekast for utbyggingsløsningen fra 2008 beregnet i henhold til dagens retningslinje. Resultatene er presentert i form av skyggekastkart for sannsynlig skyggekast i Figur 5 og teoretisk maksimalt skyggekast i Figur 6, hvor omfang av skyggekast fra dagens utbyggingsløsning er markert med fargelagte områder, mens linjene på kartet viser omfang av skyggekast fra utbyggingsløsningen fra 2008.

Omfang av skyggekast for samtlige bygg med beregnet skyggekast over dagens grenseverdi (basert på dagens utbyggingsløsning) er også sammenlignet med beregninger basert på den tidligere utbyggingsløsningen i Tabell 3.



Figur 5 – Beregnet sannsynlig skyggekast ("Real case") for dagens utbyggingsløsning (fargelagte områder) versus tidligere utbyggingsløsning (fargede linjer)



Figur 6 – Beregnet sannsynlig skyggekast ("Worst case") for dagens utbyggingsløsning (fargelagte områder) versus tidligere utbyggingsløsning (fargede linjer)

Tabell 3 – Sammenligning av beregnet skyggekast – Tidligere vs dagens aktuelle utbyggingsløsning

Bygg (som angitt i skyggekast kartene)	Type bygg	Tidligere layout (12x3.0MW)			Aktuel layout (8x5.5MW)		
		Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast	Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast
		[timer/år]	[timer/år]	[minutter/dag]	[timer/år]	[timer/år]	[minutter/dag]
B	Helårsbolig	00:00	00:00	00:00	06:12	22:23	00:37
G	Fritidsbolig	04:43	18:07	00:34	08:40	33:06	00:34
H	Helårsbolig	04:32	19:51	00:32	08:12	35:27	00:44
I	Fritidsbolig	04:37	17:22	00:34	08:27	31:49	00:34
J	Helårsbolig	03:14	15:09	00:29	08:31	38:08	00:48
L	Fritidsbolig	04:38	16:03	00:33	08:38	30:06	00:48
M	Helårsbolig	04:31	20:25	00:37	08:18	36:52	00:47
O	Fritidsbolig	03:50	12:49	00:21	06:12	20:51	00:35
P	Fritidsbolig	03:48	12:41	00:23	06:13	20:49	00:35
S	Helårsbolig	02:46	12:12	00:31	08:03	35:35	00:44
T	Helårsbolig	02:08	10:02	00:15	04:50	21:45	00:26
U	Helårsbolig	01:31	07:01	00:16	03:36	15:01	00:26
X	Fritidsbolig	03:14	11:01	00:19	05:11	17:44	00:33
Y	Helårsbolig	01:33	07:11	00:16	03:45	15:46	00:26
Z	Helårsbolig	02:44	12:00	00:30	03:31	14:29	00:26
BC	Helårsbolig	11:35	48:36	01:15	22:08	89:48	01:31
BD	Helårsbolig	11:29	47:09	01:14	21:28	86:10	01:25
BE	Fritidsbolig	18:40	64:37	00:47	48:22	167:16	01:21
BL	Fritidsbolig	03:30	11:48	00:20	05:35	18:56	00:34

Som det fremgår av skyggekastkartene og verdiene i Tabell 3 medfører den økte rotorstørrelsen en signifikant økning i omfang av skyggekast for nærliggende bebyggelse. Særlig gjelder dette bebyggelse langs Halsåvatnet og på Midtfjellse. Det er imidlertid viktig å påpeke at omfanget av skyggekast for flertallet av de berørte byggene er moderat og at nivået med enkle tiltak vil ligge innenfor anbefalt grenseverdi.

3.3 Forslag til avbøtende tiltak

For bebyggelse hvor skyggekastbelastningen er beregnet å ligge over anbefalte grenseverdier må det gjøres tiltak for å redusere omfang av skyggekast til akseptabelt nivå.

Et eksempel på avbøtende tiltak kan være å benytte 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.

Beregningene som er utført viser at samtlige turbiner i perioder vil medføre skyggekast for nærliggende bebyggelse, med størst bidrag fra turbinene T01, T02 og T04. Det er derfor i hovedsak disse tre turbinene som vil kreve turbinstyring.

Et forslag til nedstengingsplan er satt opp og forventet omfang av skyggekast som følge av foreslått avbøtende tiltak er presentert i Tabell 4 under. En mer nøyaktig beskrivelse av antall timer vindturbinene er nedstengt vises i vedlegg 2.2.

Tabell 4 – Forventet skyggekast for eksponerte nabobygg etter forslag til avbøtende tiltak

Bygg (som angitt i skyggekast-kartene)	Avstand fra turbiner	Type bygg	Adresse	Beregnet sannsynlig skyggekast	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast	Beregnet teoretisk maksimalt skyggekast
	[m]			[timer/år]	[timer/år]	[minutter/dag]
B	949	Helårsbolig	Kvanvikveien 51	06:12	22:23	00:37
G	1058	Fritidsbolig	Kvanvikveien 30	05:09	20:45	00:34
H	1316	Helårsbolig	Midtfjellse 4	04:26	20:34	00:29
I	1061	Fritidsbolig	Kvanvikveien 28	06:23	24:39	00:34
J	1390	Helårsbolig	Midtfjellse 25	04:31	21:18	00:26
L	1003	Fritidsbolig	Kvanvikveien 20	05:35	19:49	00:35
M	1396	Helårsbolig	Midtfjellse 6	05:37	25:45	00:31
O	999	Fritidsbolig	Kvanvikveien 12	06:12	20:51	00:35
P	1013	Fritidsbolig	Kvanvikveien 10	06:13	20:49	00:35
S	1445	Helårsbolig	Midtfjellse 10	06:42	29:59	00:36
T	1500	Helårsbolig	Midtfjellse 31	04:50	21:45	00:26
U	1491	Helårsbolig	Midtfjellse 8	01:20	05:33	00:10
X	1080	Fritidsbolig	Kvanvikveien 18	05:11	17:44	00:33
Y	1486	Helårsbolig	Midtfjellse 24	00:46	03:16	00:13
Z	1482	Helårsbolig	Midtfjellse 12	02:24	09:52	00:16
BC	750	Helårsbolig	Midtfjellse 3	02:51	13:30	00:16
BD	742	Helårsbolig	Midtfjellse 1	03:42	13:38	00:17
BE	424	Fritidsbolig	Hytte ved Torsvatnet	05:29	20:11	00:35
BL	1036	Fritidsbolig	Kvanvikveien 16	05:35	18:56	00:34
B	949	Helårsbolig	Kvanvikveien 51	06:12	22:23	00:37

Foreslåtte tiltak vil påvirke produksjonen i anlegget, ettersom turbinene må stenges ned i korte perioder. Beregning basert på årsproduksjon per turbin og tilhørende omfang av turbinstans viser at foreslåtte tiltak vil kunne medføre et produksjonstap i størrelsesorden 0.2 %. Det påpekes at dette er et konservativt forslag til nedstengingsplan, og at faktiske tap sannsynligvis vil bli mindre.

Endelig tidsperiode med nedstenging av turbiner vil være avhengig av de faktiske solskinnsforholdene i området. For å sikre at grenseverdiene i retningslinjen er overholdt vil det

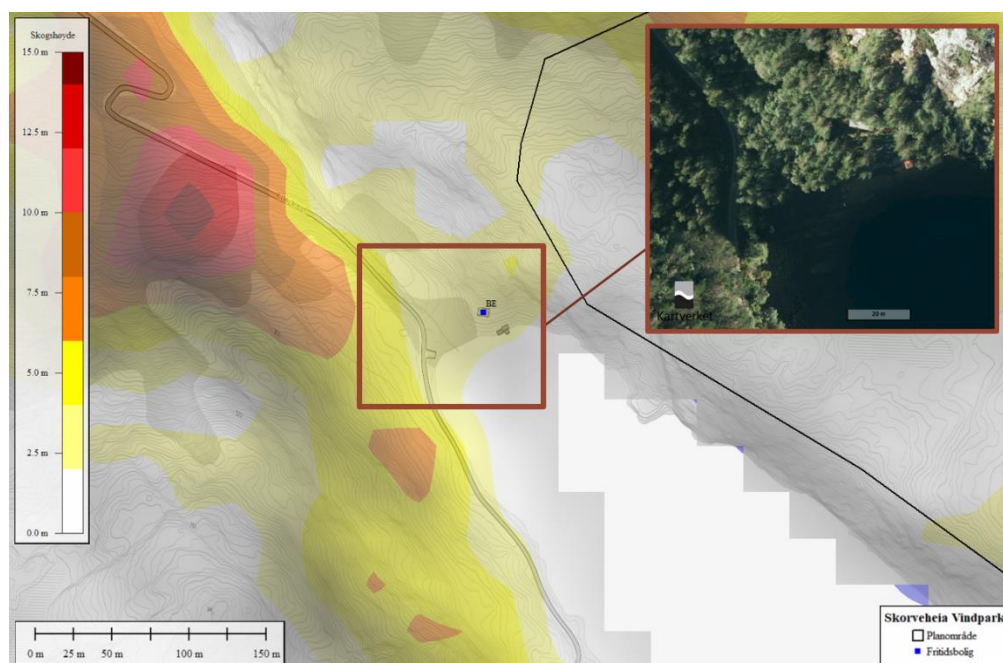
benyttes et overvåkingssystem for skyggekast i anlegget. Dette systemet vil stilles inn slik at faktisk skyggekast holdes innenfor 8 timer per år og 30 minutter per dag for samtlige nabobygg med skyggekastsensitivt bruk, med unntak hvor det er inngått eventuelle minnelige avtale med eier.

3.4 Skogens skjermingseffekt

Skog er i utgangspunktet ikke hensyntatt i skyggekastberegningene i WindPRO. For å undersøke skjermingseffekten av skog for nabobygg rundt Skorveheia vindkraftverk er overflatedata fra Statens kartverk med 30 m oppløsning benyttet. Basert på høydeforskjell mellom overflatedataene (DOM) og terrengdata (DTM) for samme område ble områder med skog og tilhørende skogshøyde kartlagt. Dette datasettet ble videre benyttet som hindringer (ZVI-objekter) i skyggekastberegningene.

Beregningene viser at flere av skyggekastmottakerne som i utgangspunktet er beregnet å være utsatt for skyggekast i realiteten ikke vil bli påvirket på grunn av skogsskjerming. En mottaker som ligger i skyggen vil ikke påvirkes av skyggekast. Det påpekes imidlertid at oppløsningen på skogen er forholdsvis grov. Avhengig av type skog kan det også være at skyggekast kan forekomme gjennom skogen, mens skogen inngår som blokkerende hindringer i beregningene. Grunnet usikkerheten i datagrunnlaget bør ikke resultatene benyttes direkte, men de kan gi en indikasjon på bygg hvor skyggekast i realiteten ikke vil forekomme. For enkelte av byggene kan det være aktuelt å gjøre lokale målinger av skyggekast etter at parken er satt i drift for å verifisere skogens innvirkning på skyggekastbelastningen.

Dette gjelder særlig for hytten ved Torsvann hvor det tydelig fremgår på flyfoto at det er skog i området som vil gi skjerming mot turbinene (se Figur 7 under).



Figur 7 – Kartlagt skogsområde ved hytten ved Torsvann (flyfoto fra www.norgeskart.no innfelt).

3.5 Konklusjon

Forventet omfang av skyggekast fra vindturbinene på Skorveheia er beregnet til å overstige gjeldende grenseverdi for faktisk skyggekast (8 timer per år) for 10 nabobygg. Dette er en relativt stor økning sammenliknet med den tidligere konsekvensutredede utbyggingsløsningen fra 2008. For flertallet av nabobygg er imidlertid overskridelsen av grenseverdien liten og skyggekastbelastningen kan med enkle tiltak reduseres slik at denne er i tråd med gjeldende retningslinje.

Ved nedstenging av turbiner i korte perioder vil omfanget av skyggekast reduseres slik at retningslinjen overholdes. Dette kan gjøres ved installasjon av et overvåkingssystem som stenger ned vindturbiner i tilfeller hvor skyggekast inntreffer.

Med foreslåtte avbøtende tiltak anses omfanget av skyggekast fra vindturbinene i Skorveheia vindkraftverk å være innenfor gjeldende grenseverdier.

4 Referanser

- [1] Skyggekast fra vindkraftverk. Veilder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis, NVE, 2014
- [2] Fagrapport - Støy og skyggekast - Skorveheia Vindpark, Flekkefjord kommune, Vest-Agder, Norsk Vind Energi AS
- [3] WindPRO Manual. SHADOW-Module, EMD International A/S
<http://www.emd.dk/windpro/windpro-modules/environment-modules/shadow/>

Vedlegg 1.1 – Turbinposisjoner

Tabell 5 – Turbinposisjoner – utbyggingsløsning med 8 turbiner

Turbinnr.	Koordinater (UTM sone 32, WGS 84)		Høyde [m.o.h.]
	X	Y	Z
T01	359651	6462387	290
T02	359078	6462595	282
T03	358285	6462741	334
T04	357812	6462559	348
T05	358671	6462303	312
T06	358308	6462121	347
T07	358864	6461847	342
T08	359467	6461650	295

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

SHADOW - Main Result**Calculation:** 201906_8x158_5.6MW_120.9mHH**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence	1,500 m
Minimum sun height over horizon for influence	3 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
288	254	618	1,149	488	294	307	396	576	923	900	807	7,000

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Elevation Grid Data Object: Skorveheia_EMDGrid_2.wpg (72)

Obstacles used in calculation

Eye height for map: 1.5 m

Grid resolution: 1.0 m

All coordinates are in
UTM WGS84 Zone: 32

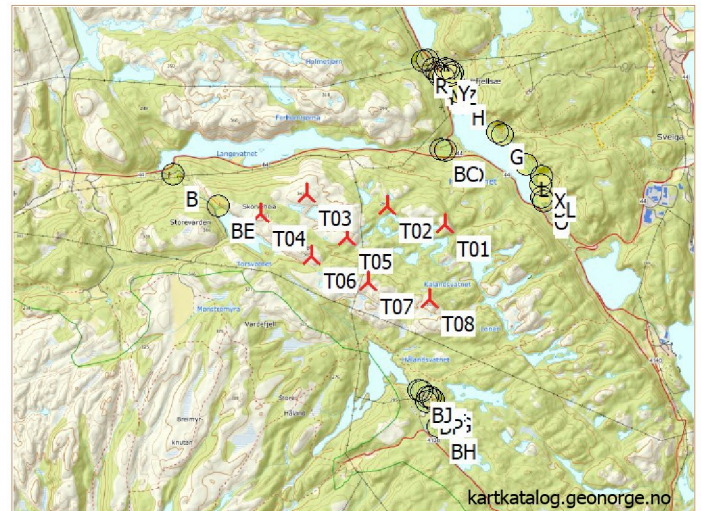
WTGs

	X(East)	Y(North)	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	RPM [RPM]
					Valid	Manufact.					
			[m]								
T01	359,651	6,462,387	293.6	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	117.3 0.0
T02	359,078	6,462,595	286.6	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	116.3 0.0
T03	358,285	6,462,741	337.9	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	117.0 0.0
T04	357,812	6,462,559	350.6	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	118.3 0.0
T05	358,671	6,462,303	314.8	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	118.1 0.0
T06	358,308	6,462,121	348.7	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	119.2 0.0
T07	358,864	6,461,847	343.9	GENERIC TURBINE 158	5600 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	119.0 0.0
T08	359,467	6,461,650	296.5	GENERIC TURBINE 158	5660 1...	Yes	GENRIC	5.6-158 Thrust 700-5,600	5,600	158.0	119.4 0.0

Shadow receptor-Input

No.	X(East)	Y(North)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	359,418	6,460,680	251.4	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
B	356,963	6,462,982	180.4	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
G	360,208	6,463,287	102.7	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
H	359,839	6,463,690	103.3	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
I	360,259	6,463,257	103.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
J	359,656	6,463,859	107.5	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
L	360,483	6,462,948	101.0	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
M	359,696	6,463,847	104.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
N	359,631	6,463,902	112.9	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
O	360,623	6,462,618	104.0	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
P	360,645	6,462,581	109.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
Q	359,592	6,463,940	119.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
R	359,488	6,464,016	136.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
S	359,757	6,463,870	103.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
T	359,533	6,464,024	129.7	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
U	359,743	6,463,930	107.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
X	360,635	6,462,833	131.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
Y	359,714	6,463,938	111.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
Z	359,780	6,463,900	103.8	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BC	359,633	6,463,137	113.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BD	359,681	6,463,128	112.5	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BE	357,397	6,462,648	287.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BF	359,444	6,460,672	252.9	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BG	359,472	6,460,646	248.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0

To be continued on next page...



Scale 1:75,000
 ▲ New WTG ● Shadow receptor

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

SHADOW - Main Result

Calculation: 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH

...continued from previous page

No.	X(East)	Y(North)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
BH	359,511	6,460,373	241.4	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BI	359,357	6,460,734	249.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BJ	359,331	6,460,749	247.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BL	360,621	6,462,750	106.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BP	359,402	6,460,632	243.9	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
A	0:00	0	0:00	0:00
B	22:23	47	0:37	6:12
G	33:06	75	0:34	8:40
H	35:27	81	0:44	8:12
I	31:49	73	0:34	8:27
J	38:08	86	0:48	8:31
L	30:06	60	0:48	8:38
M	36:52	83	0:47	8:18
N	0:00	0	0:00	0:00
O	20:51	45	0:35	6:12
P	20:49	46	0:35	6:13
Q	0:00	0	0:00	0:00
R	0:00	0	0:00	0:00
S	35:35	85	0:44	8:03
T	21:45	70	0:26	4:50
U	15:01	46	0:26	3:36
X	17:44	42	0:33	5:11
Y	15:46	48	0:26	3:45
Z	14:29	44	0:26	3:31
BC	89:48	113	1:31	22:08
BD	86:10	111	1:25	21:28
BE	167:16	201	1:21	48:22
BF	0:00	0	0:00	0:00
BG	0:00	0	0:00	0:00
BH	0:00	0	0:00	0:00
BI	0:00	0	0:00	0:00
BJ	0:00	0	0:00	0:00
BL	18:56	43	0:34	5:35
BP	0:00	0	0:00	0:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
T01	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)	209:08	51:41
T02	GENERIC 5.5-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 116.3 m (TOT: 195.3 m) (693)	133:26	34:10
T03	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 117.0 m (TOT: 196.0 m) (694)	12:12	3:36
T04	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 118.3 m (TOT: 197.3 m) (695)	169:28	49:05
T05	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 118.1 m (TOT: 197.1 m) (696)	17:03	4:36
T06	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 119.2 m (TOT: 198.2 m) (697)	20:11	5:29
T07	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 198.0 m) (698)	0:00	0:00
T08	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 158.0 !O! hub: 119.4 m (TOT: 198.4 m) (699)	0:00	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

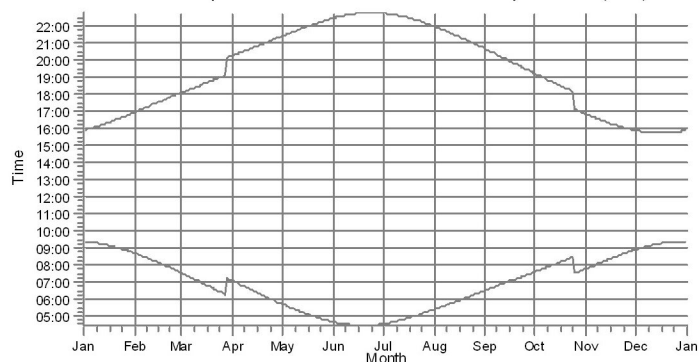
Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

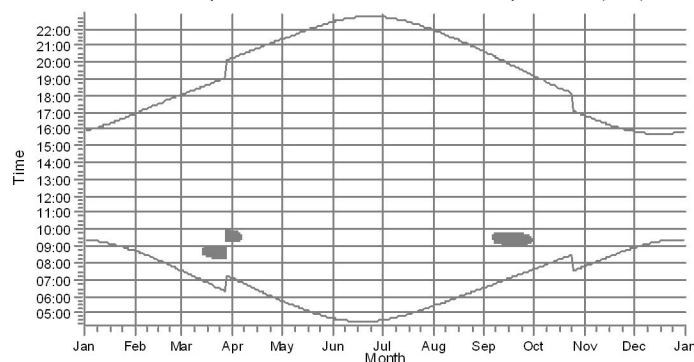
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH

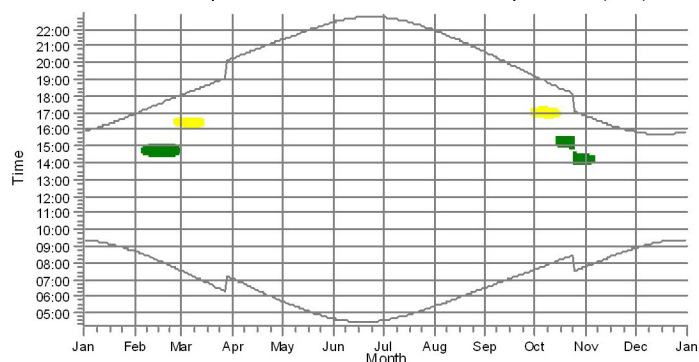
A: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (197)



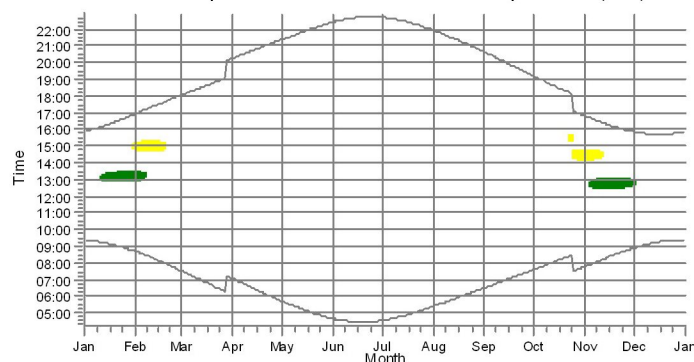
B: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (198)



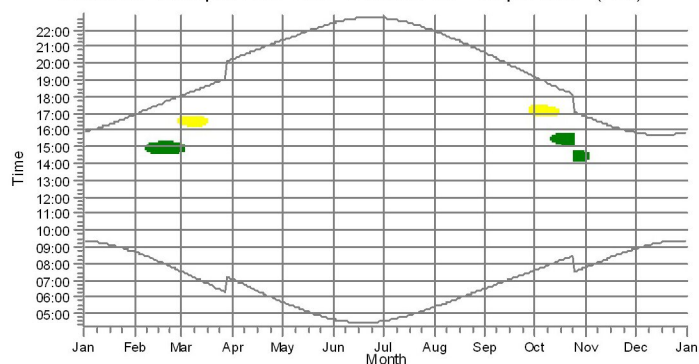
G: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (199)



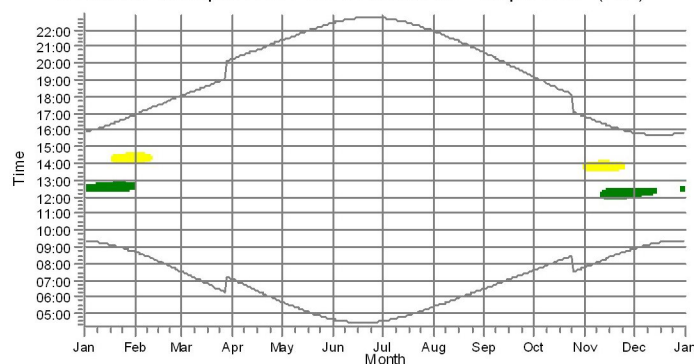
H: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (200)



I: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (201)



J: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (202)



WTGs

	T01: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)
	T02: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 116.3 m (TOT: 195.3 m) (693)
	T04: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 118.3 m (TOT: 197.3 m) (695)

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

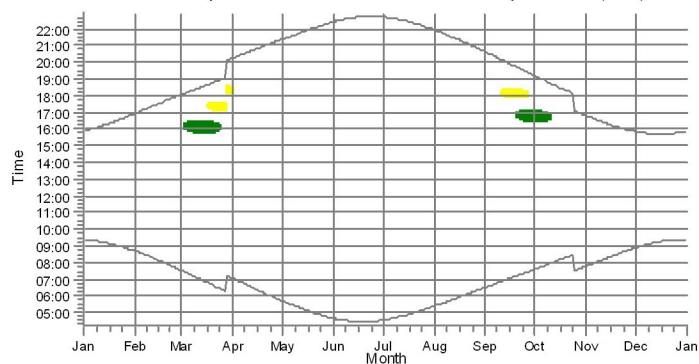
Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

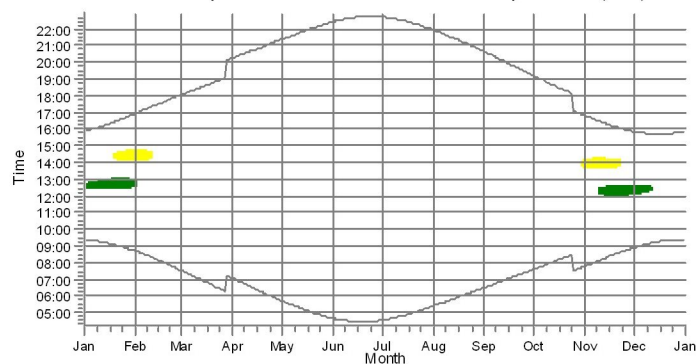
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH

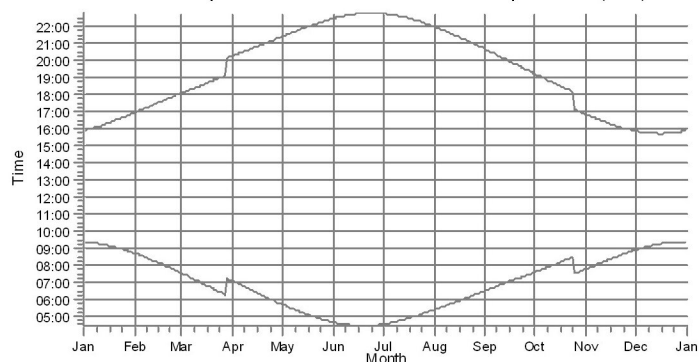
L: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (203)



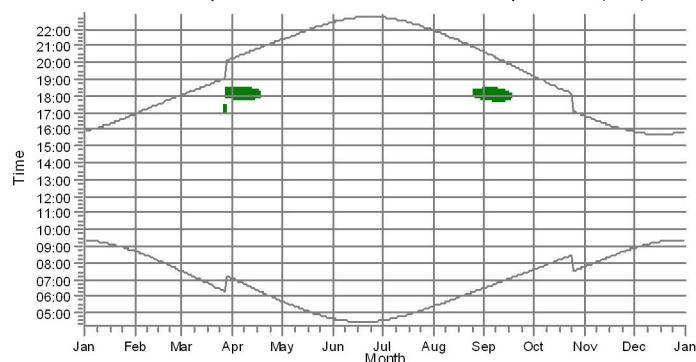
M: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (204)



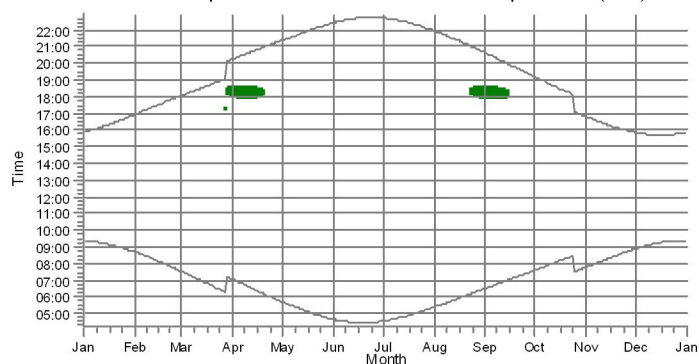
N: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (205)



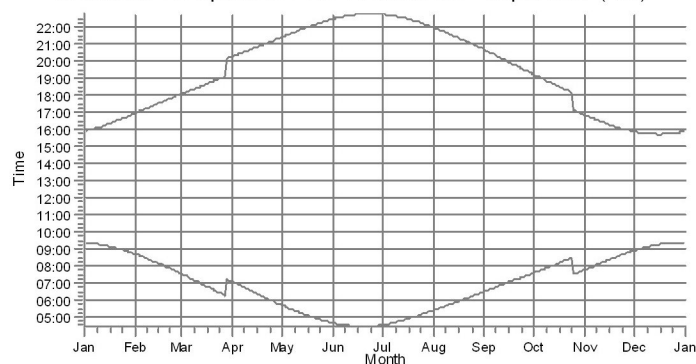
O: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (206)



P: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (207)



Q: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (208)



WTGs

	T01: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)
	T02: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 116.3 m (TOT: 195.3 m) (693)

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

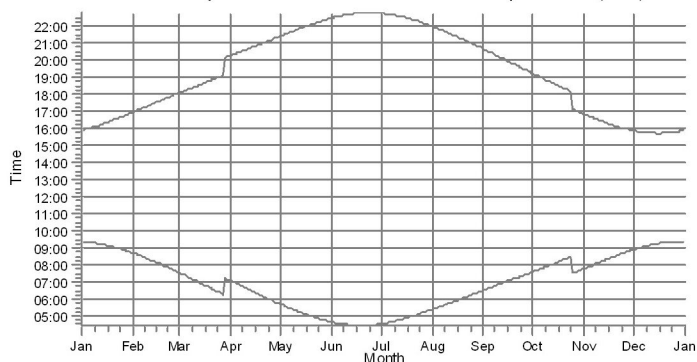
Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

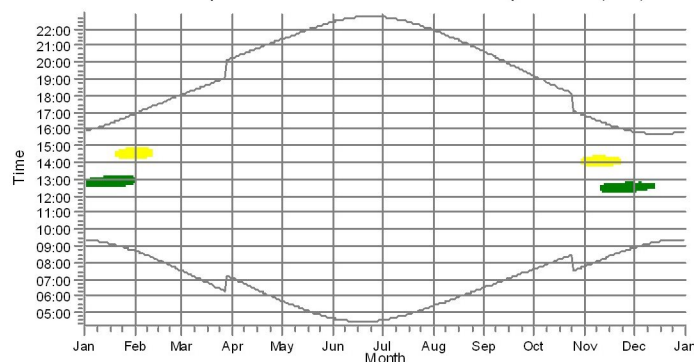
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH

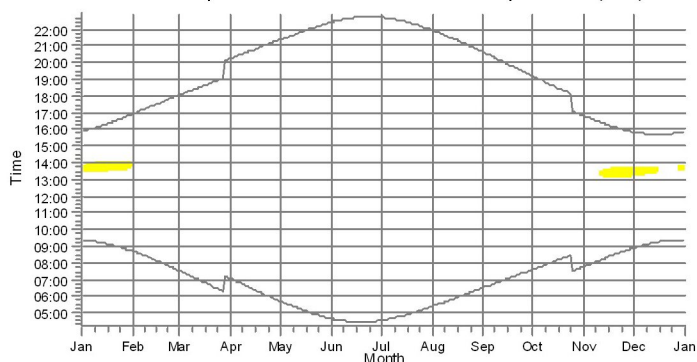
R: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (209)



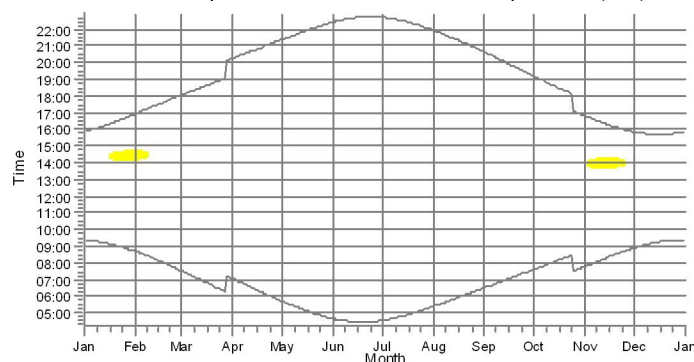
S: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (210)



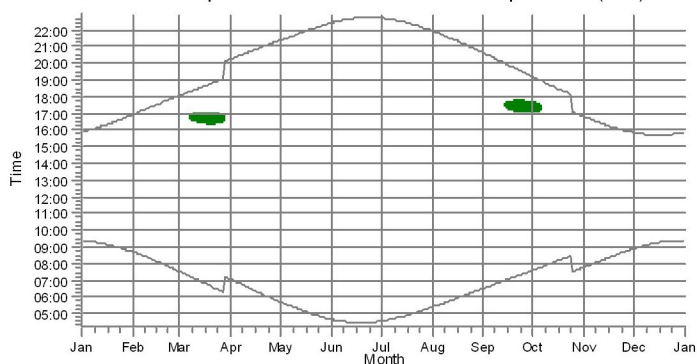
T: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (211)



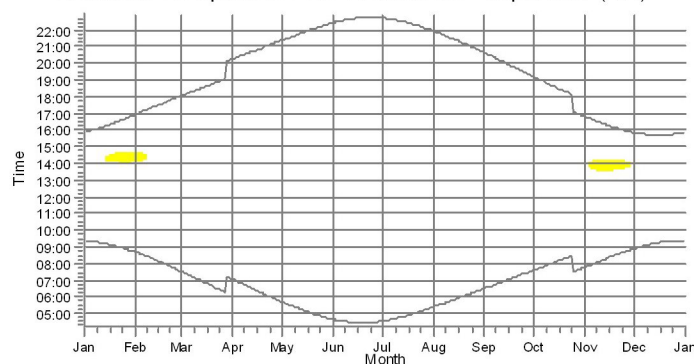
U: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (212)



X: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (213)



Y: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (214)



WTGs

- T01: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)
- T02: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 116.3 m (TOT: 195.3 m) (693)

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

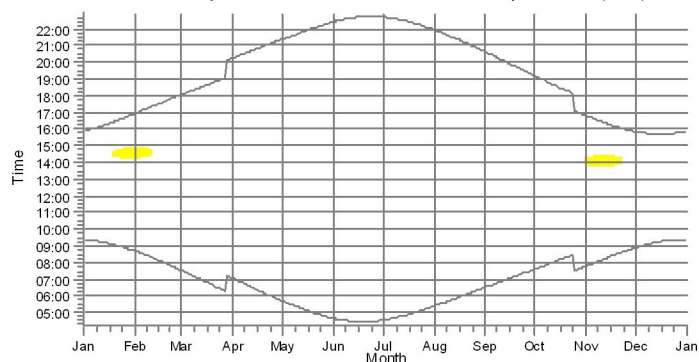
Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

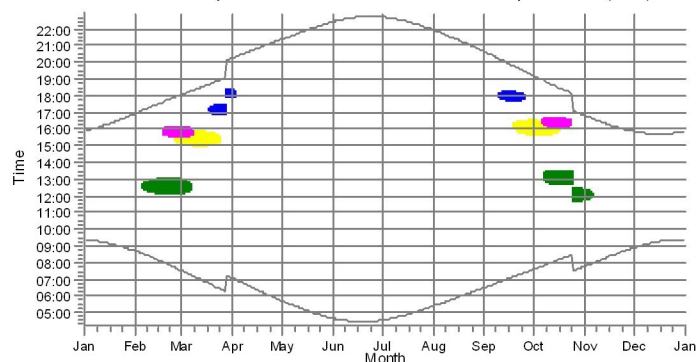
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH

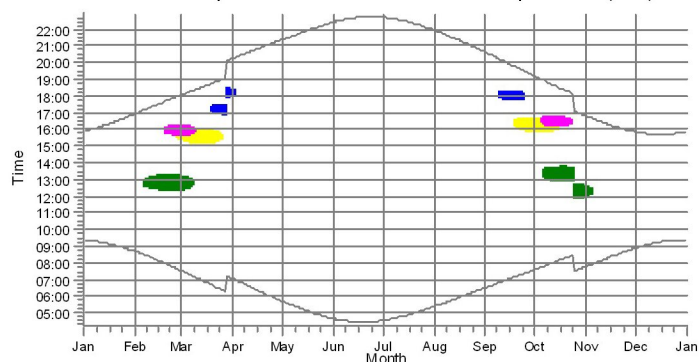
Z: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (215)



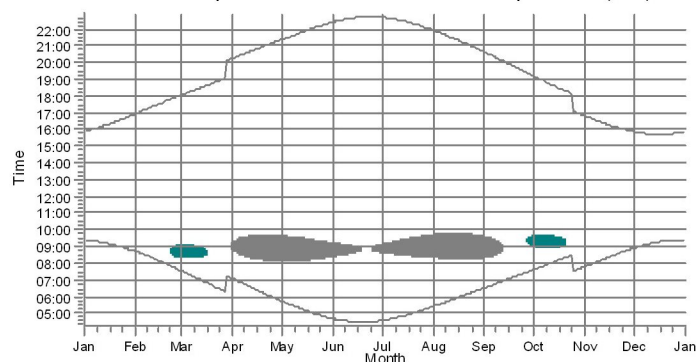
BC: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (216)



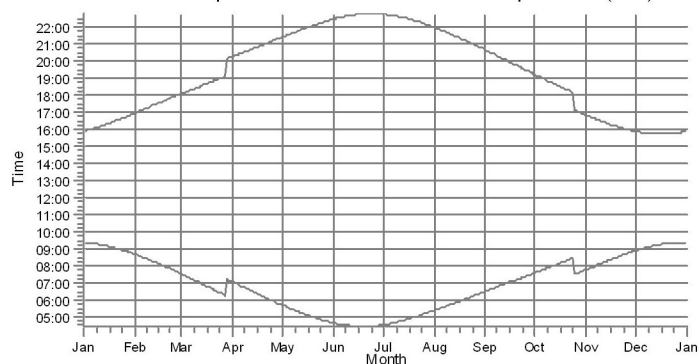
BD: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (217)



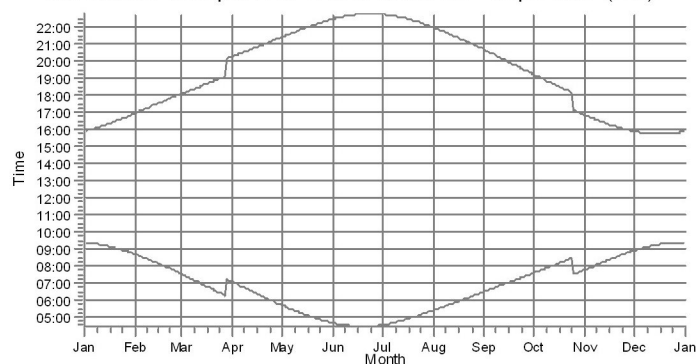
BE: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (218)



BF: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (219)



BG: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (220)



WTGs

	T01: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)
	T02: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 116.3 m (TOT: 195.3 m) (693)
	T03: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 117.0 m (TOT: 196.0 m) (694)
	T04: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 118.3 m (TOT: 197.3 m) (695)
	T05: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 118.1 m (TOT: 197.1 m) (696)
	T06: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 119.2 m (TOT: 198.2 m) (697)

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

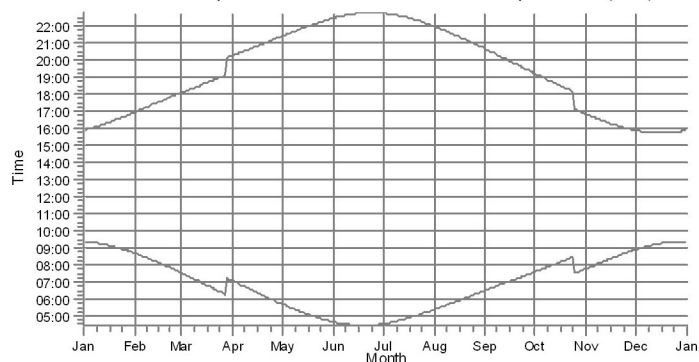
Calculated:

04.07.2019 15:47/3.2.743

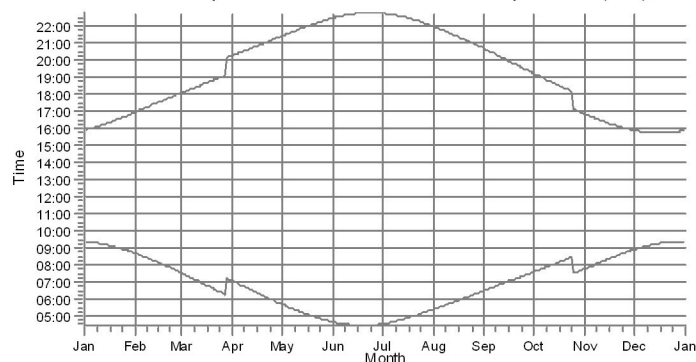
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH

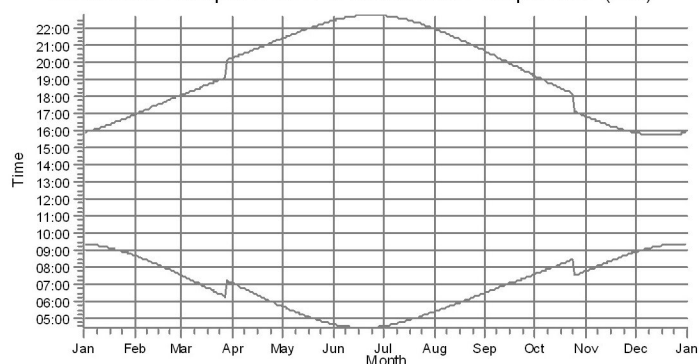
BH: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (221)



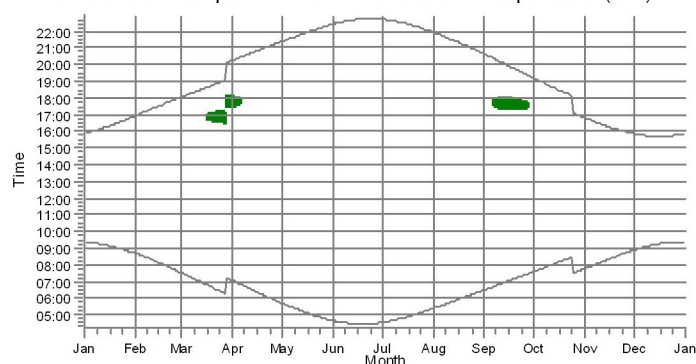
BI: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (222)



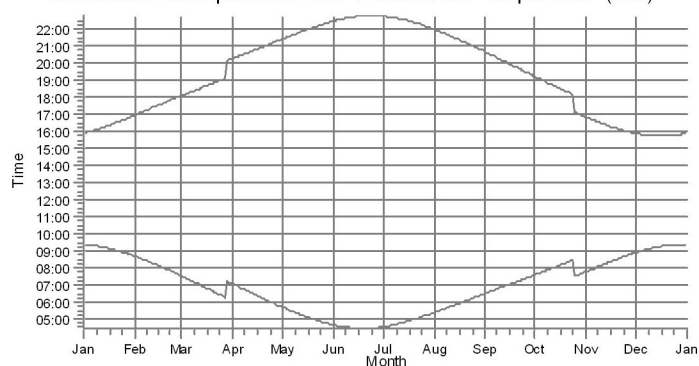
BJ: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (223)



BL: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (224)



BP: Shadow Receptor: 2.0 × 2.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (225)



WTGs

T01: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

Calculated:

05.07.2019 09:13/3.2.743

SHADOW - Main Result**Calculation:** 201906_8x158_5.6MW_120.9mHH_Curt**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence	1,500 m
Minimum sun height over horizon for influence	3 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
288	254	618	1,149	488	294	307	396	576	923	900	807	7,000

Flicker curtailment by stopping specific turbines

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Elevation Grid Data Object: Skorveheia_EMDGrid_2.wpg (72)

Obstacles used in calculation

Eye height for map: 1.5 m

Grid resolution: 1.0 m

All coordinates are in

UTM WGS84 Zone: 32

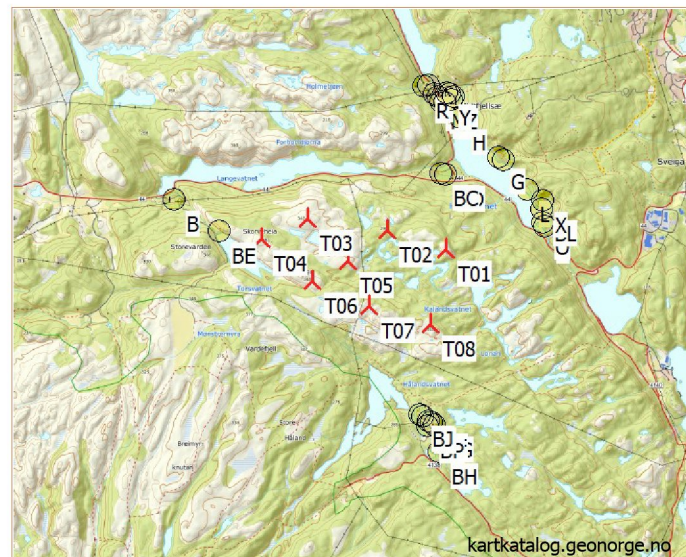
WTGs

	X(East)	Y(North)	Z	Row data/Description	Valid	WTG type	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	RPM
			[m]			Manufact.					[RPM]
T01	359,651	6,462,387	293.6	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	117.3	0.0
T02	359,078	6,462,595	286.6	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	116.3	0.0
T03	358,285	6,462,741	337.9	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	117.0	0.0
T04	357,812	6,462,559	350.6	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	118.3	0.0
T05	358,671	6,462,303	314.8	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	118.1	0.0
T06	358,308	6,462,121	348.7	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	119.2	0.0
T07	358,864	6,461,847	343.9	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	119.0	0.0
T08	359,467	6,461,650	296.5	GENERIC 5.6-158 Thrust 700 5600 1...	Yes	GENERIC	5.6-158 Thrust 700-5,5600	5,600	158.0	119.4	0.0

Shadow receptor-Input

No.	X(East)	Y(North)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	359,418	6,460,680	251.4	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
B	356,963	6,462,982	180.4	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
G	360,208	6,463,287	102.7	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
H	359,839	6,463,690	103.3	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
I	360,259	6,463,257	103.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
J	359,656	6,463,859	107.5	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
L	360,483	6,462,948	101.0	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
M	359,696	6,463,847	104.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
N	359,631	6,463,902	112.9	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
O	360,623	6,462,618	104.0	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
P	360,645	6,462,581	109.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
Q	359,592	6,463,940	119.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
R	359,488	6,464,016	136.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
S	359,757	6,463,870	103.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
T	359,533	6,464,024	129.7	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
U	359,743	6,463,930	107.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
X	360,635	6,462,833	131.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
Y	359,714	6,463,938	111.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
Z	359,780	6,463,900	103.8	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BC	359,633	6,463,137	113.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BD	359,681	6,463,128	112.5	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BE	357,397	6,462,648	287.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0

To be continued on next page...



New WTG

Scale 1:75,000
Shadow receptor

Project:

Skorveheia

Licensed user:

Meventus AS

Kongsgård Allé 59

NO-4632 Kristiansand

+47 3860 7115

Data / data@meventus.com

Calculated:

05.07.2019 09:13/3.2.743

SHADOW - Main Result**Calculation:** 201906_8xGE158_5.5MW_120.9mHH_Curt

...continued from previous page

No.	X(East)	Y(North)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
BF	359,444	6,460,672	252.9	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BG	359,472	6,460,646	248.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BH	359,511	6,460,373	241.4	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BI	359,357	6,460,734	249.1	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BJ	359,331	6,460,749	247.6	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BL	360,621	6,462,750	106.2	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0
BP	359,402	6,460,632	243.9	2.0	2.0	2.0	90.0	"Green house mode"	4.0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values			
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Avoided hours per year [h/year]	Avoided days per year [days/year]	Shadow hours per year [h/year]	Avoided hours per year [h/year]
A	0:00	0	0:00			0:00	
B	22:23	47	0:37			6:12	
BC*	13:30	60	0:16	76:18	53	2:51	19:16
BD*	13:38	85	0:17	72:32	26	3:42	17:46
BE*	20:11	45	0:35	147:05	156	5:29	42:52
BF	0:00	0	0:00			0:00	
BG	0:00	0	0:00			0:00	
BH	0:00	0	0:00			0:00	
BI	0:00	0	0:00			0:00	
BJ	0:00	0	0:00			0:00	
BL	18:56	43	0:34			5:35	
BP	0:00	0	0:00			0:00	
G*	20:45	46	0:34	12:21	29	5:09	3:31
H*	20:34	56	0:29	14:53	25	4:26	3:45
I*	24:39	73	0:34	7:10		6:23	2:03
J*	21:18	66	0:26	16:50	20	4:31	3:59
L*	19:49	43	0:35	10:17	17	5:35	3:03
M*	25:45	83	0:31	11:07		5:37	2:40
N	0:00	0	0:00			0:00	
O	20:51	45	0:35			6:12	
P	20:49	46	0:35			6:13	
Q	0:00	0	0:00			0:00	
R	0:00	0	0:00			0:00	
S*	29:59	85	0:36	5:36		6:42	1:21
T	21:45	70	0:26			4:50	
U*	5:33	46	0:10	9:28		1:20	2:16
X	17:44	42	0:33			5:11	
Y*	3:16	42	0:13	12:30	6	0:46	2:58
Z*	9:52	44	0:16	4:37		2:24	1:07

* Receptors where shadow flicker is reduced by curtailment

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name					Worst case [h/year]	Stopped due to flicker curtailment [h/year]	Expected [h/year]
T01	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 117.3 m (TOT: 196.3 m) (692)			172:22	36:46	43:50
T02	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 116.3 m (TOT: 195.3 m) (693)			47:34	85:52	11:31
T03	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 117.0 m (TOT: 196.0 m) (694)			1:34	10:38	0:27
T04	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 118.3 m (TOT: 197.3 m) (695)			22:23	147:05	6:12
T05	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 118.1 m (TOT: 197.1 m) (696)			3:39	13:24	0:59
T06	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 119.2 m (TOT: 198.2 m) (697)			20:11		5:29
T07	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 119.0 m (TOT: 198.0 m) (698)			0:00		0:00
T08	GENERIC	5.6-158 Thrust 700 5600 158.0	!O! hub: 119.4 m (TOT: 198.4 m) (699)			0:00		0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Vedlegg 3.1 Skyggekastkart for sannsynlig skyggekast

