



Sjonfjellet vindkraftverk

Nesna og Rana kommune, Nordland

Fagutredning skyggecast



A/S Salten Kartdata

Mars 2013

INNHold

1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	3
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	3
3.1 Lokalisering	3
3.2 Området	4
4. TILTAKET	5
5. BEREKNINGER SKYGGEKAST - METODE	6
6. BEREKNINGER SKYGGEKAST SJONFJELLET	7
6.1 Skyggekastberegninger, teoretisk antall soltimer	7
6.2 Skyggekastberegninger, reelt antall soltimer	7
6.3 Fremherskende vindretninger	8
7. EFFEKTER, OMFANG OG KONSEKVENSER	9
7.1 Skyggekastmottakere - plassering	9
7.2 Beregningsresultat for utvalgte skyggekastmottakere	10
7.3 Vurdering av konsekvensene av skyggekast	14
8. MULIGE AVBØTENDE TILTAK FOR Å REDUSERE VIRKNINGER AV SKYGGEKAST	16

Rapporten ”Fagutredning skyggekast” for Sjonfjellet er utarbeidet av A/S Salten Kartdata på oppdrag for Nord-Norsk Vindkraft AS.

Fauske, 20.03.2013

Svein Arnt Uhre

1. SAMMENDRAG

Nord-Norsk Vindkraft planlegger å bygge vindkraftverk på Sjonfjellet som ligger i kommunene Nesna og Rana i Nordland. Til sammen 86 vindmøller beregnes plassert på Sjonfjellet i høyde ca 500 – 830 moh med stor avstand fra bebyggelsen. Påvirkningen på omgivelsene i form av beregnet reelt antall timer skyggekast pr år er lavere enn 10 timer.

Ut fra dette er konsekvenser av skyggekast for det planlagte vindkraftverket vurdert som små negative.

2. INNLEDNING

Området som Nord-Norsk Vindkraft planlegger å bygge ut, er på til sammen ca 32 km². Alle vindmøllene er beregnet plassert på selve Sjonfjellet med høyde over havet på fra 500 – 830m. Som aktuelle vindmøller er Siemens SWT-3.0 med navhøyde (tårnhøyde) på 80 m og rotordiameter på 101 m valgt som eksempel.

I denne rapporten omhandles tema skyggekast fra vindmøllene. Det er utført beregninger som viser teoretisk omfang av skygge på ulike steder fra anlegget.

3. OMRÅDEBESKRIVELSE

3.1 Lokalisering



Sjonfjellet vindpark ligger på en fjellrygg som stikker ut som ei halvøy og ligger mellom Ranfjorden i sør og Sjona i nord. Fra avkjørselen til vindparken på fv. 17 er det 20 km til Nesna og 47 km til Mo i Rana.



3.2 Området

Det planlagte utbyggingsområdet har en beliggenhet på mellom 500 og 830 meter over havet. I dette området er det ingen bolighus eller hytter. Området er nakent fjellandskap uten vei eller andre inngrep. 39 av vindmøllene er i Nesna kommune og de øvrige 47 i Rana kommune.

4. TILTAKET

Totalt 86 vindmøller er beregnet plassert i området. Som eksempel for beregningene er følgende type produsert av Siemens valgt:

Tekniske data	Siemens – 3.0 MW - 101
Antall	86 stk
Merkeytelse	3.0 MW
Rotordiameter	101 m
Navhøyde	80 m
Vindhastighet start	3 - 5 m/s
Vindhastighet stopp	25 m/s

Vindmøllene er i drift ved vindhastigheter fra ca 3-5 til 25 m/sek. Rotorbladene har en lengde på 49 m.

5. BEREGNINGER SKYGGEKAST - METODE

Det er mulig å beregne maksimalt antall timer med skygge fra en vindmøllepark for et gitt sted. For Sjonfjellet vindkraftverk er det som grunnlag for beregningene laget en 3-D modell av landskapet basert på kart med høydedata og ekvidistanse 20m (Statens Kartverk N50) der alle vindmøllene er lagt inn. Ut fra breddegrad for stedet kan da teoretisk antall soltimer bestemmes. For å kunne utføre beregningene gjøres det en del forutsetninger:

- Skygge beregnes hele tiden fra soloppgang til solnedgang
- Turbinene er alltid vendt mot solen slik at skyggene av rotorbladene blir maksimale
- Det antas tilstrekkelig vind til at rotorbladene er i bevegelse hele tiden

Dette gir også ”verste tilfelle” for skygge. For beregning av skyggekast gjennom et år gjøres det videre en del forenklinger. I beregningene som er utført med WindPro versjon 2.8 er det benyttet følgende parametre:

- Tidsskritt: 10 min
- Skygge beregnes hver 14 dg
- Skrittstørrelse: 20 m
- Skyggekast er begrenset til 2 km fra vindmøllene
- Skygge er ikke beregnet ved lavere solhøyde enn 3 grader over horisonten

Totalt antall skyggetimer pr år er beregnet og visualisert ved hjelp av kart. For hver rute i kartet på 20 x 20 m (skrittstørrelse) er det beregnet skygge fra samtlige møller som kan gi skygge. Totalt antall skyggetimer akkumuleres for beregning hver 14. dag med trinn på 10 min (tidsskritt). Det er normalt å sette en grense for skyggekast ved 2km. Ved avstand på over 2km fra ei vindmølle er skyggen så diffus at den regnes som lite merkbar.

For enkeltpunkter (skyggekastmottakere) er det beregnet maksimalt antall skyggetimer pr dag. Beregningen er utført med steg på 1 min hver dag over ett år. Mottakere plasseres gjerne der det er bebyggelse for å gi mer detaljert informasjon om tidspunkt for skygge og hvilke møller som gir skygge.

I et reelt tilfelle er det imidlertid flere forhold som reduserer antall skyggetimer pr år og antall skyggetimer pr dag.

6. BEREGNINGER SKYGGEKAST SJONFJELLET

6.1 Skyggekastberegninger, teoretisk antall soltimer

Fra WindPro er teoretisk antall soltimer beregnet ut fra breddegrad for Sjonfjellet (skyggekastmottaker A):

Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
139	226	362	461	601	706	662	525	396	297	175	91

6.2 Skyggekastberegninger, reelt antall soltimer

Fra observasjoner (Meteorologisk institutt) er det beregnet normaler for antall soltimer for perioden 1961 – 1990 for Bodø:

Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
9	43	114	159	219	221	172	167	98	54	16	0

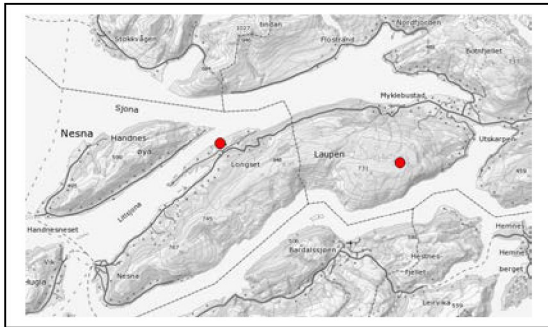
Ut fra normalverdiene og teoretisk antall soltimer fås følgende sannsynlighet for sol eller skygge beregnet i %:

Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
6,5	19,0	31,5	34,5	36,4	31,3	26,0	31,8	24,7	18,2	9,1	0

Tabellen viser at reelt antall timer med sol/skygge vil i perioden **mars til september** kunne reduseres til mellom 1/3 og 1/4 av de teoretisk beregnede maksimalverdiene.

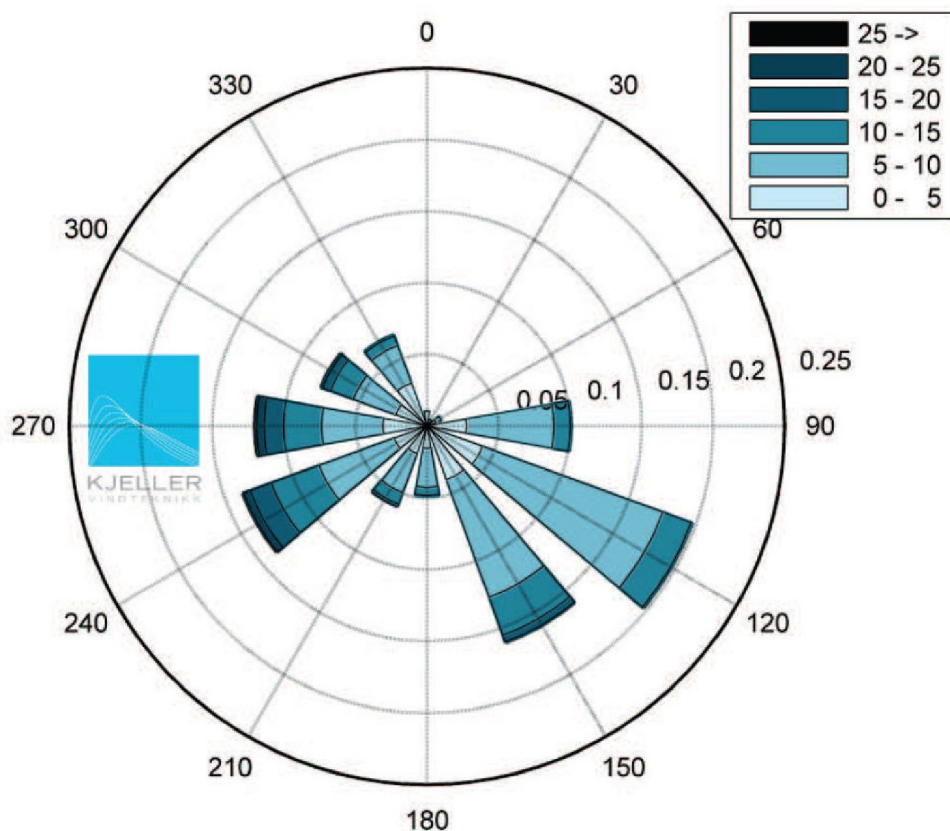
6.3 Fremherskende vindretninger

Basert på målinger av vindforhold på Laupen, ca 700 moh, i perioden 2000 til 2012 har Kjeller vindteknikk analysert data og utarbeidet dokumentasjon med vindrose som illustrerer fremherskende vindretninger. Denne viser at rotorbladene vil være orientert mot sør-øst ca 37% av tiden. Med denne vindretningen vil rotorbladene gi maksimal skygge på formiddagen mellom ca kl 07 og kl 11. Rotorbladene vil være orientert mot vest-sørvest i 26% av tiden. Med denne vindretningen vil rotorbladene gi maksimal skygge på ettermiddagen mellom ca kl 15 og kl 19. Sammenfall mellom solen på det høyeste og vind fra sør utgjør bare 5%.



Kartet viser punktene for registrering av vindforhold. Laupen ligger lengst øst.

Wind rose Synthetic Long term 3102 Site during 2000/01/01 - 2012/04/01

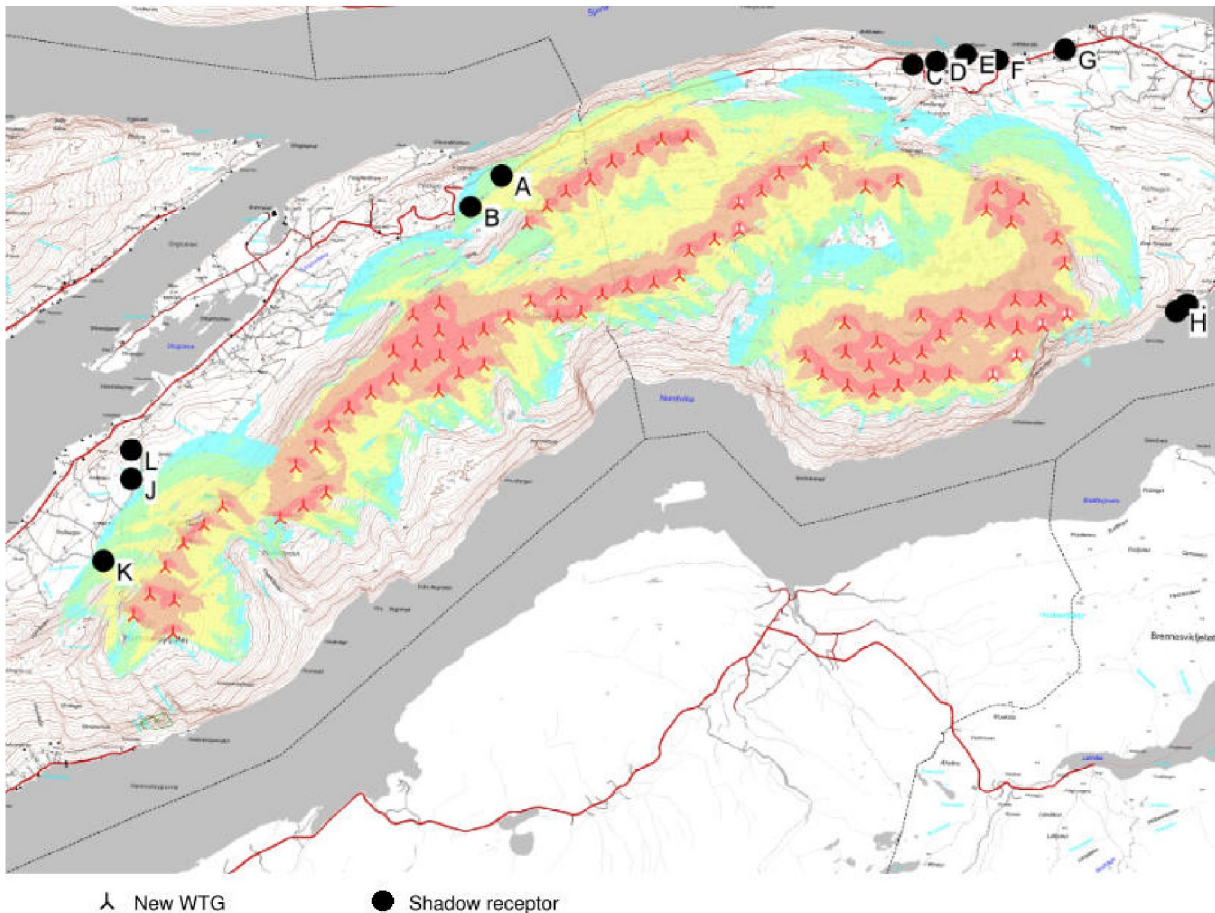


Langtidskorrigert vindrose for 3102 Laupen.

7. EFFEKTER, OMFANG OG KONSEKVENSER

7.1 Skyggekastmottakere - plassering

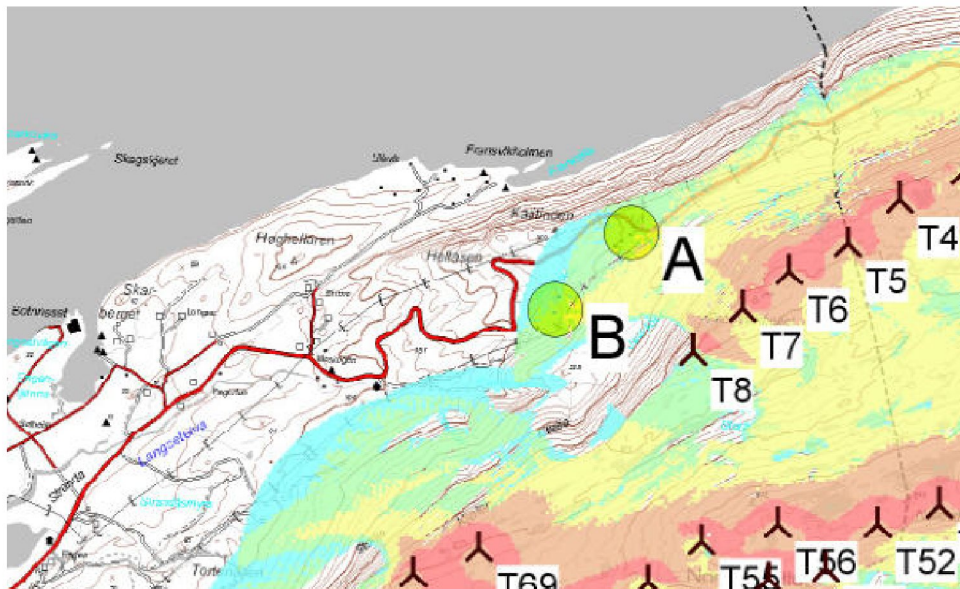
Det er skygge fra roterende vindmøller som gir størst negativ påvirkning på miljøet.



Kartet illustrerer hvor det er lagt inn mottakere (shadow receptor). Mottakerne plasseres der det er boliger eller hytter. For disse punktene beregnes antall dager og timer i løpet av et år det vil oppstå skygge. Som det fremgår er det ingen bygninger eller mottakere direkte innenfor området på Sjonfjellet.

7.2 Beregningsresultat for utvalgte skyggekastmottakere

Posisjon A: Hytte



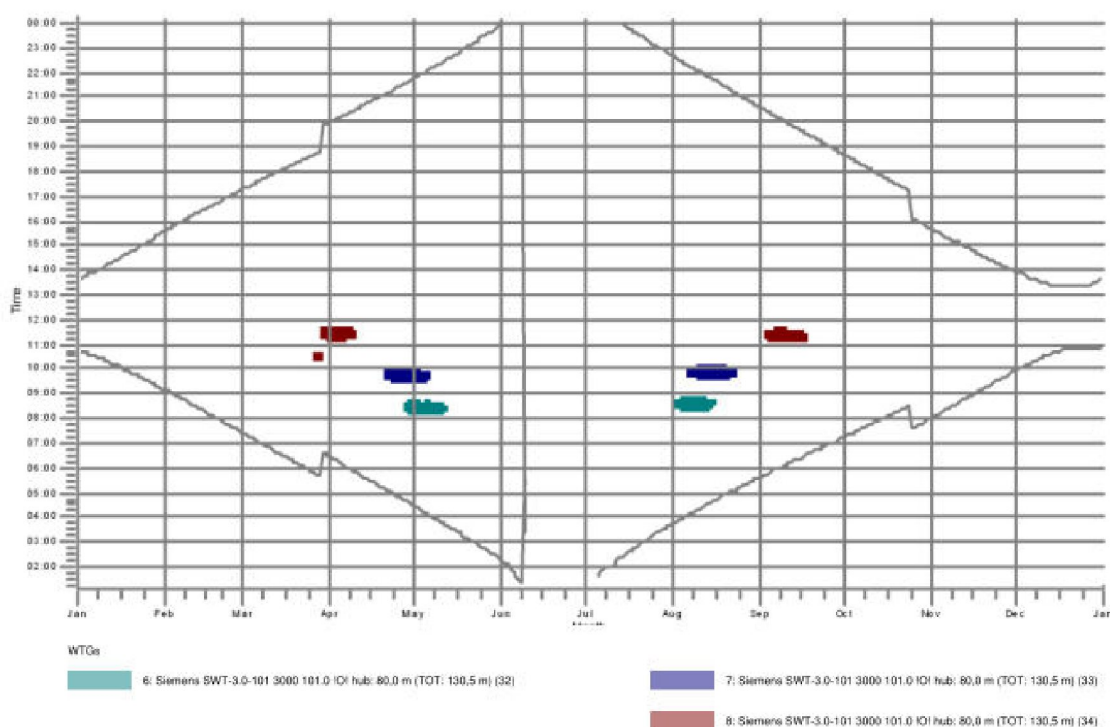
Denne posisjonen representerer flere hytter som ligger så nær hverandre (ca 100 – 150 m) at skygge vil bli til samme tid på året og døgnet bare forskjøvet med noen minutter.

Tidsperioder der skygge kan forekomme for skyggekastmottaker i posisjon A:

27.mars – 9.april	3. – 16. sept	2 – 23 min	ca kl 10:30 – 11:30	Vindmølle: T8
21.april – 11.mai	2. – 22. aug	7 – 40 min	ca kl 08:15 – 10:00	Vindmøller: T6,T7

Avstand (horisontal) til vindmøllen er henholdsvis 920 m, 920 m og 1120 m. Maks skygge pr dag er 40 minutter. Teoretisk kan det forekomme 24t 25min med skygge fordelt over 70 dager i løpet av et år.

A: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (14)



Posisjon B (Nær Mobekken): Hytte

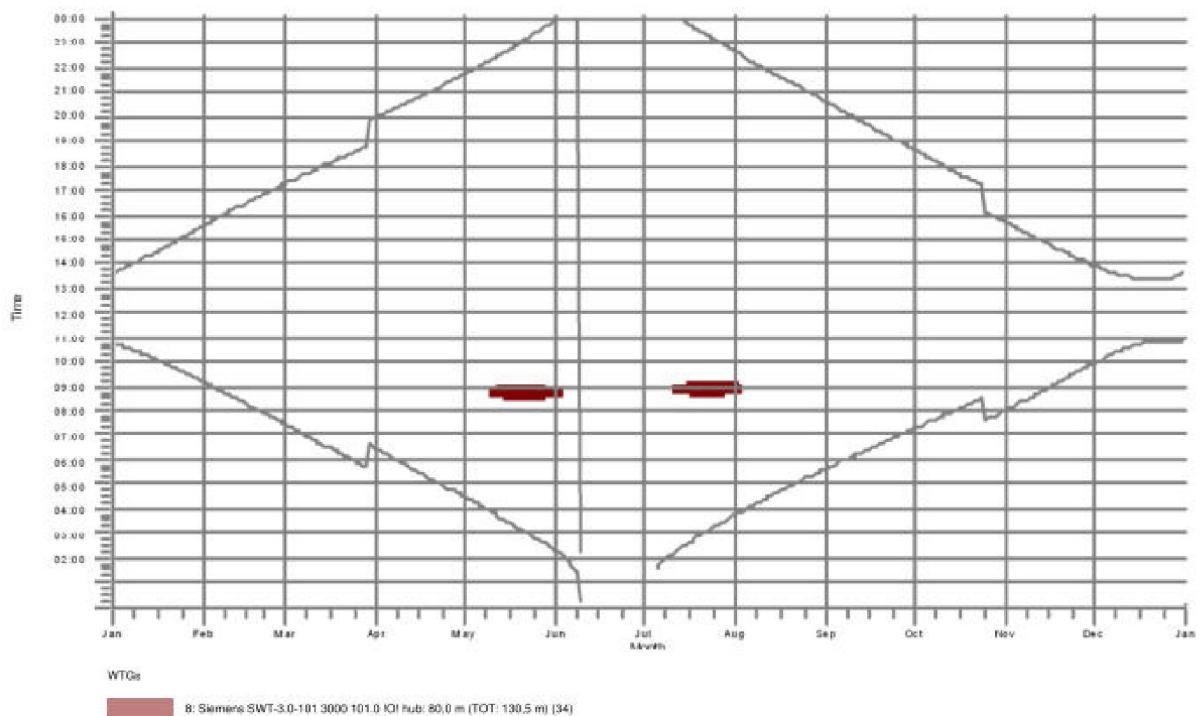
Denne posisjonen representerer flere hytter som ligger så nær hverandre (ca 100 – 150 m) at evt skygge vil bli til samme tid på året og døgnet bare forskjøvet med noen minutter.

Tidsperioder der skygge kan forekomme for skyggekastmottaker i posisjon B:

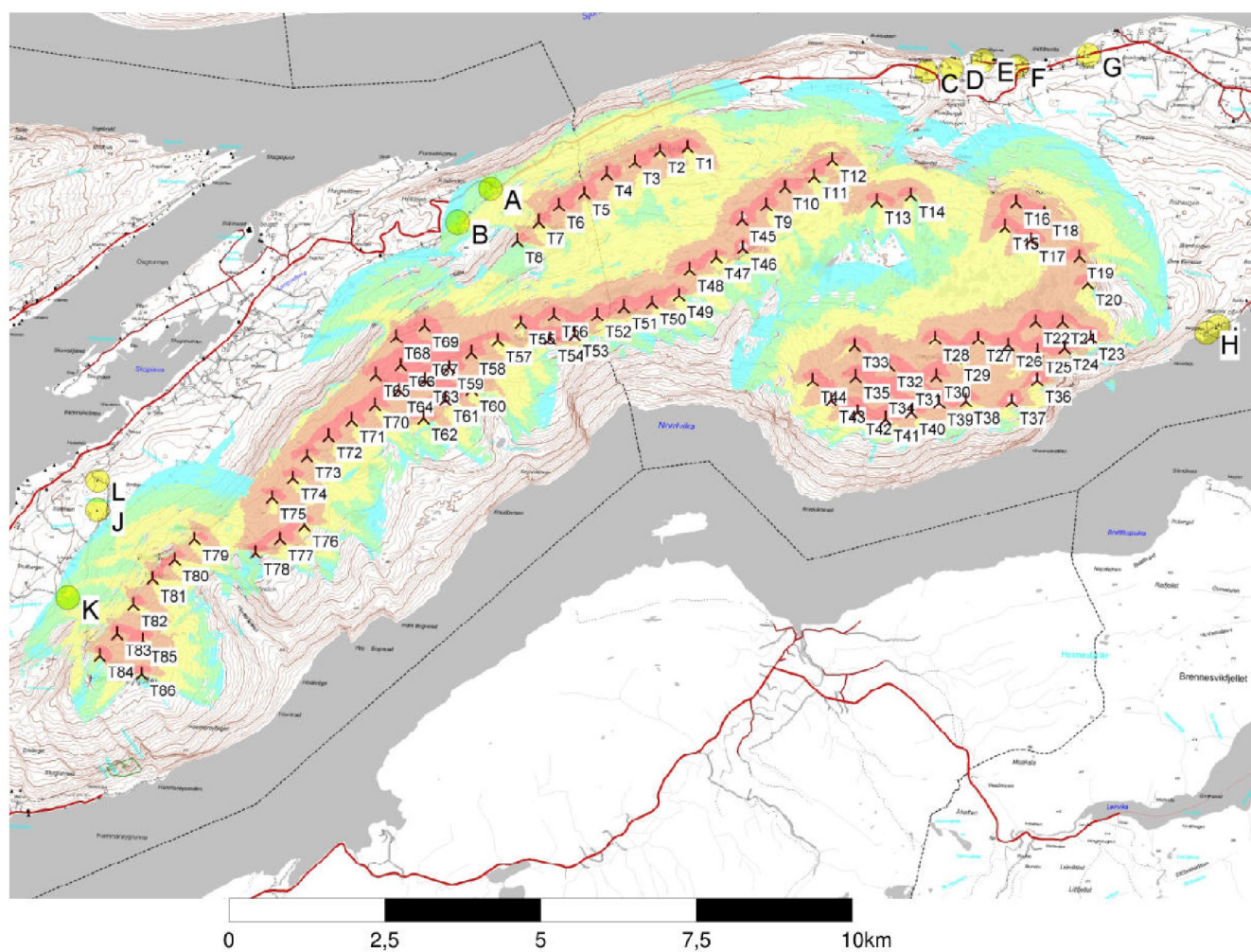
10.mai – 2.juni 11. juli – 2.aug 2 – 22 min ca kl 08:30 – 09:00 Vindmølle: T8

Avstand (horisontal) til vindmøllen er 1010 m. Maks skygge pr dag er 22 minutter. Teoretisk kan det forekomme 12t 55min med skygge fordelt over 47 dager i løpet av et år.

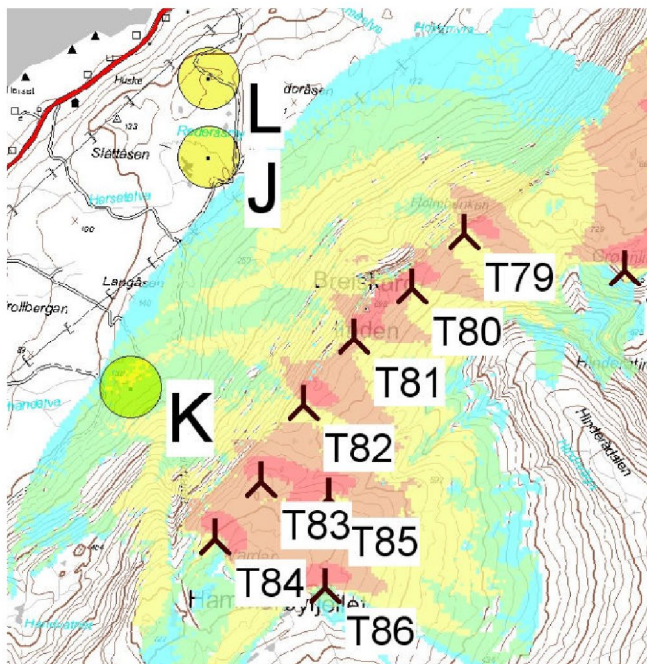
B: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (15)



Utsnitt av skyggekart for hele området. (Kartet finnes som eget vedlegg.)



Posisjon K: Hytte



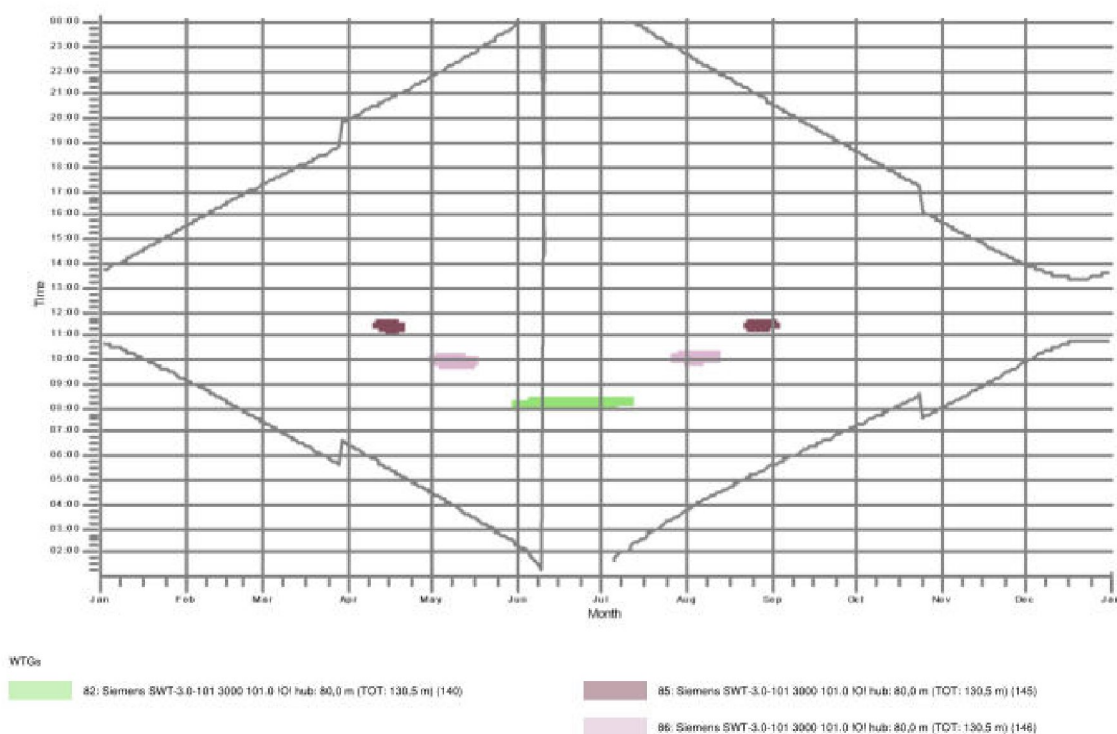
Kartet viser et utsnitt rundt møllene på Hammarøyfjellet og Breiskardtinden.

Tidsperioder der skygge kan forekomme for skyggekastmottaker i posisjon K:

10.april – 20.april	22. aug – 2.sep	3 – 19 min ca kl 11:00 – 11:30	Vindmølle: T85
1.mai – 16.mai	27. juli – 12.aug	2 – 21 min ca kl 09:45 – 10:15	Vindmølle: T86
31.mai – 12.juli		3 – 20 min ca kl 08:00 – 08:30	Vindmølle: T82

Avstand til vindmøllene er henholdsvis 1130 m, 1460 m og 1770 m. Maks skygge pr dag er 21 minutter. Teoretisk kan det forekomme 25t 11min med skygge fordelt over 99 dager i løpet av et år.

K: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (24)



7.3 Vurdering av konsekvensene av skyggekast

Ved vurdering av skyggekast refereres ofte til anbefalte grenseverdier i Danmark. Der settes antall timer reel skyggekast i løpet av et år til 10 timer. Resultatene fra beregningsprogrammet gir verste tilfelle. Reelt antall timer fremkommer etter korreksjon for sannsynlighet for sol/skygge, at vindmøllen ikke er i drift hele tiden og at vindretningen påvirker hvor stor skygge rotorbladene lager.

For posisjon **K** som er mest utsatt er maks skygge pr år **25t 11 min**. Korrigert ut fra observasjon av soldager (jfr avsnitt 5.2) som ligger på mellom 36,4 % - 6,5 % av teoretisk antall soltimer gir dette i gjennomsnitt **8t** med skygge pr år som gir gjennomsnitt på 32 %. For beregning av reel tid med skygge bør også følgende faktorer tas med:

I perioder med vind på under 3 - 5 m/sek eller over 25 m/sek er vindmøllene ikke i drift. Ut fra vindmålinger utgjør dette opptil 10 – 20% av tiden.

Vindmøllene er orientert mot hovedvindretningene ØSØ og VSV. Skyggekast fra rotorbladene blir redusert når vindretningen avviker fra skyggekast-retningen. For posisjon K vil vind fra ØSØ vise en stor del av arealet som rotorbladene beskriver mens vind fra VSV bare viser en liten del da rotorbladene vil være orientert ca 90 grader på siktelinjen.

Eksemplet for skyggemottaker i posisjon K viser at tallene fra verste tilfelle kan reduseres med følgende faktorer:

Reelt ant soldager Jan - Nov	Korreksjon driftstid	Korreksjon tilgjengelighet
0,065 – 0,364 Gjsn (0,32)	0,8-0,93	0,95

Samlet gir dette: $0,32 \cdot 0,93 \cdot 0,95 = 0,28$ (maks)

Teoretisk beregnet skygge (verste tilfelle): 25t 11 min

Reelt beregnet skygge med korreksjonsfaktorer : $25,18 \cdot 0,28 = 7,05$ dvs **7t 3min**

I tillegg kommer korreksjon på grunn av redusert synlig areal ved hovedvindretning fra VSV.

For skyggemottaker i posisjon K vil reelt antall timer med skygge bli redusert til et gjennomsnitt som ligger under 10 timer pr år. Dette er lavere enn anbefalingsverdiene i Danmark.

Samlet oversikt for skyggemottakerne i de ulike posisjonene korrigert for soldager pr år fremgår av tabellen:

Posisjon	Verste tilfelle timer/år	Timer/år	
		Korr. soldager	Korr. driftstid (0,9) Tilgjengelighet (0,95)
A	24,4	7,9	6,8
B	12,9	4,0	3,4
K	25,2	8,0	6,8

For samtlige posisjoner er reelt antall skyggetimer under 10 timer pr år uten at en tar hensyn til redusert skyggekast på grunn av hovedvindretningen. Sett fra alle de aktuelle skyggekastmottakerne blir vindmøllene mest synlig ved vind fra SØ/ØSØ mens vind fra VSV gjør de mindre synlig.

Konsekvenser av skyggekast er på bakgrunn av beregningene vurdert som små negative.

8. MULIGE AVBØTENDE TILTAK FOR Å REDUSERE VIRKNINGER AV SKYGGEKAST

Slik beregningen viser er reel tid med skygge for samtlige posisjoner under 10 timer pr år som er satt som øvre grense i danske anbefalinger. Det er mulig å se nærmere på lokale forhold som for eksempel beplantning som kan redusere sikt mot vindmøllene, og på i hvor stor grad vinduer på ulike bygninger er direkte utsatt for skyggekast.

Vedlegg:

- WindPro Hovedresultat (Beregnet 24.02.2013 20:02/2.8.552)
- WindPro Kalender (Beregnet 24.02.2013 20:03/2.8.552)
- WindPro Kalender grafisk (Beregnet 24.02.2013 20:04/2.8.552)
- WindPro Kart møller og skyggemottakere Sjonfjellet (Beregnet 24.02.2013 13:03/2.8.552)

Referanser

- Visualisering av planlagte vindkraftverk (NVE Veileder 5 – 2007)
- Vejledning om planlægning for og landzonetillatelse til oppstilling af vindmøller (VEJ nr 9296 av 22/05/2009 Miljøministeriet Danmark)
- KVT/DEW/2012/N021 Langset, Nordland Analyse driftstimer 2005 (Kjeller Vindteknikk)
- KVT/DEW/2012/N047 Laupen, Nordland Analyse driftstimer 2000-2012 (Kjeller Vindteknikk)