
Innhold

1	Innledning og oppsummering	2
2	Metodikk.....	3
2.1	Beregning av "worst case"	3
2.2	Estimat av reell skyggekast	3
2.3	Kartopplysninger	4
2.4	Valg av skyggemottakere	4
3	Resultater fra skyggekastberegninger.....	6

1 Innledning og oppsummering

NVE har på grunnlag av konsesjonssøknaden fra Hydro Olje og Energi, konsekvensutredningen og innkomne høringsuttalelser, bedt Hydro Olje og Energi om å legge fram følgende tilleggsopplysning om skyggekast for Haugshornet vindpark:

- Avbøtende tiltak for å redusere skyggekast for beboere på nordsiden av planområdet som er mest eksponert for dette

StatoilHydro, Teknologi og Ny energi, Vindenergi, har på bakgrunn av dette kravet, gjennomført nye beregninger av skyggekast for Haugshornet vindpark.

Nye beregninger er gjennomført for følgende case:

- 26 stk 3 MW vindturbiner (samme som i konsekvensutredningen)
- 31 stk 2,3 MW vindturbiner
- 18 stk 3,6 MW vindturbiner

Beregningene er gjennomført ved å bruke en nyere versjon av WindPro. I denne versjonen er visuell influens vurdering inkludert i beregningene. Det vil si at de turbinene som ikke vil være synlig for skyggemottakeren, blir ikke inkludert i beregningene. Dette var ikke mulig i WindPro 2.4 som var brukt i konsekvensutredningen.

Resultatet fra de nye beregningene viser at den anbefalte grenseverdien på 10 timer skyggekast per år, vil ikke overstiges for noen av bygningene som kan utsettes for skyggekast for alle de tre case som er vurdert.

2 Metodikk

I denne utredningen er skyggebelastningen fra vindturbinene beregnet ved hjelp av programvaren WindPro versjon 2.5. Programvaren er benyttet til å beregne omfanget av skyggekast i form av varighet med en "worst case" versjon og en versjon med forventet reelt omfang.

2.1 Beregning av "worst case"

I "worst case" scenariet er turbinene alltid i drift og orientert mot solen slik at skyggeprojeksjonen blir størst mulig. Videre forutsettes det at himmelen alltid er klar.

2.2 Estimat av reell skyggekast

I estimatet for reell skyggekast innføres modererende faktorer som andel faktiske soltimer og statistikk for vindhastighet og -retning.

Tabell 1 viser sannsynligheten for klarvær per måned, dvs. sannsynligheten for at mindre enn halvparten av himmelen er dekket med skyer, som er brukt i skyggekastberegningene. Sannsynligheten for klarvær, er beregnet basert på skydekkeobservasjoner fra Svinøy i perioden 1994-2004. Tidsserien som viser hvor stor andel av himmelen som er dekket med skyer, med en oppløsning på 6 timer, er generert via tjenesten eKlima fra Meteorologisk Institutt.

Tabell 1: Sannsynlighet for klarvær i planområdet basert på observasjoner fra Svinøy i perioden 1994-2004

Måned	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Total
Sannsynlighet for klarvær	20%	20%	18%	26%	33%	17%	16%	21%	24%	17%	23%	22%	21%

Basert på vindstatistikken presentert i Tabell 6.1 i konsekvensutredningen for Haugshornet vindpark, er det estimert antall driftstimer som funksjon av vindretning ut ifra at vindturbinene vil kun være i drift ved vindhastigheter mellom 4 og 25 m/s, se Tabell 2.

Tabell 2: Estimert antall driftstimer for forskjellige vindretninger basert på vindmålinger på Haugshornet i perioden 2000-2004

Vindretning	N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Total
Antall driftstimer per år	797	572	202	142	290	723	1523	1065	707	234	216	319	6790

2.3 Kartopplysninger

Digitale kartopplysninger fra Statens Kartverk (N50 og N20) or rasterkart 1:50.000.

Programmet konstruerer en terrengmodell ut fra de data som legges inn i programmet. I disse beregningene er det lagt inn høydedata og ruhetsdata. Topografien blir dermed også tatt hensyn til ved skyggekastberegningene.

2.4 Valg av skyggemottakere

De områdene som potensielt er mest utsatt for skyggekast ble identifisert ved hjelp av et "worst case" skyggebelastningskart. De mest eksponerte boliger i disse områdene ble valgt som skyggekastmottaker for en mer detaljert analyse. Skyggekastmottakere er blitt plassert i fasaden som vender mot nærmeste vindturbin. Det er ikke tatt hensyn til om denne fasaden inneholder de mest viktige vinduene (les stue, kontor og andre) eller ikke. Dette vil føre til en systematisk overestimering av skyggevirkingen.

Skyggemottakerne har blitt definert som vinduer på 1,5 x 1,5 m (dvs. 2,25 m²) lysareal og montert 2 meter opp på veggen. På kartene i Figur 1 og 2 er hvert vindu og bolig representert som gule halvmåner (skyggekastmottakere). Retningen/fasaden som vinduet er plassert i, er vinkelen som halvmånen har. Det vil si at fasaden til boligene som er vist i Figur 1 og 2, vender rett mot sør.

**Vedlegg 3 Skyggekast -
Tilleggsopplysninger til
konsesjonssøknad for Haugshornet
vindkraftanlegg**

Dok. nr.
Trer i kraft
2007-12-07

AU-TNE NE-00001
Rev. nr.
01



Figur 1: Oversikt over alle utvalgte skyggekastmottagere identifisert ved hjelp av "worst case" skyggebelastningskart. Mottagere er nummerert fra 1 til 13.



Figur 2: Utsnitt som viser noen av de utvalgte skyggekastmottakere, vist som gule halvmåner på fasader som peker mot sør.

3 Resultater fra skyggekastberegninger

Nye beregninger er gjennomført for følgende case:

- 26 stk 3 MW vindturbiner (samme som i konsekvensutredningen)
- 31 stk 2,3 MW vindturbiner
- 18 stk 3,6 MW vindturbiner

I den versjonen av WindPro som var brukt i konsekvensutredningen for Haugshornet vindpark, var visuell influens ikke inkludert i beregningene. Det vil si at kun høyden mellom mottaker og turbinen ble inkludert, men ikke landskapet mellom. Dersom det er høydedrag som vil sperre utsikten til turbinen, vil en naturligvis ikke kunne oppleve skyggeeffekter. Dette er tatt hensyn til i WindPro 2.5 og i de beregningene som er dokumentert i dette notatet.

Resultatet viser at ingen bygninger vil oppleve skyggekast utenfor grenseverdien på 10 timer per år. Dette gjelder for alle alternativene, se Tabell 3, 4 og 5 samt Figur 3, 4 og 5.

Vedlegg 3 Skyggekast - Tilleggsopplysninger til konsesjonssøknad for Haugshornet vindkraftanlegg

Dok. nr.

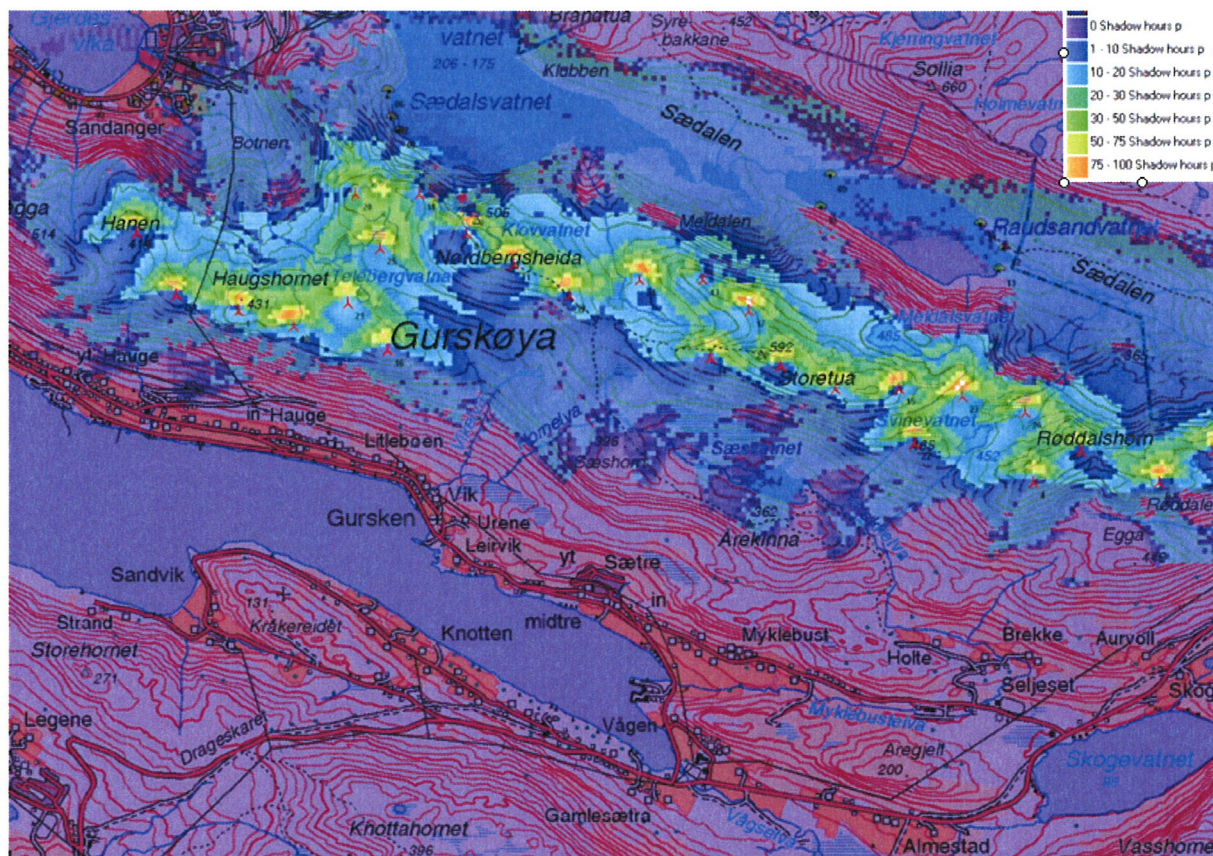
AU-TNE NE-00001

Trer i kraft
2007-12-07

Rev. nr.
01

Tabell 3: Skyggevirkninger for utvalgte skyggemottakere for "worst case" og reell skyggekast for 26 x 3 MW turbiner med 90 m rotordiameter og 80 m navhøyde. Reell skyggekast er estimert basert på to forskjellige antakelser: 1. Rotorbladene må dekkes minst 20% av sola, og 2. Avstand mellom vindturbin og mottaker inntil 2 000m.

Skyggemottaker	Worst case skyggekast (20% dekning)			Estimert reell skyggekast	
	Timer/år	Dager/år	Maks timer/døgn	Timer/år (20% dekning)	Timer/år (2000 m avtand)
1	00:00	0	00:00	00:00	00:09
2	00:00	0	00:00	00:00	00:12
3	00:00	0	00:00	00:00	00:40
4	00:00	0	00:00	00:00	01:27
5	04:23	21	00:16	00:27	01:24
6	34:52	47	01:13	03:44	03:45
7	45:02	56	01:16	05:40	05:40
8	56:59	77	01:12	07:37	07:38
9	19:28	64	00:34	01:54	03:04
10	07:42	28	00:22	00:49	01:55
11	16:16	53	00:34	01:48	03:04
12	11:41	47	00:20	01:14	02:51
13	12:14	32	00:36	01:20	02:39



Figur 3: Kart som viser estimert reell skyggekast som tar hensyn til antall soltimer og antall driftstimer per år for 26 x 3 MW turbiner med 90 m rotordiameter og 80 m navhøyde.

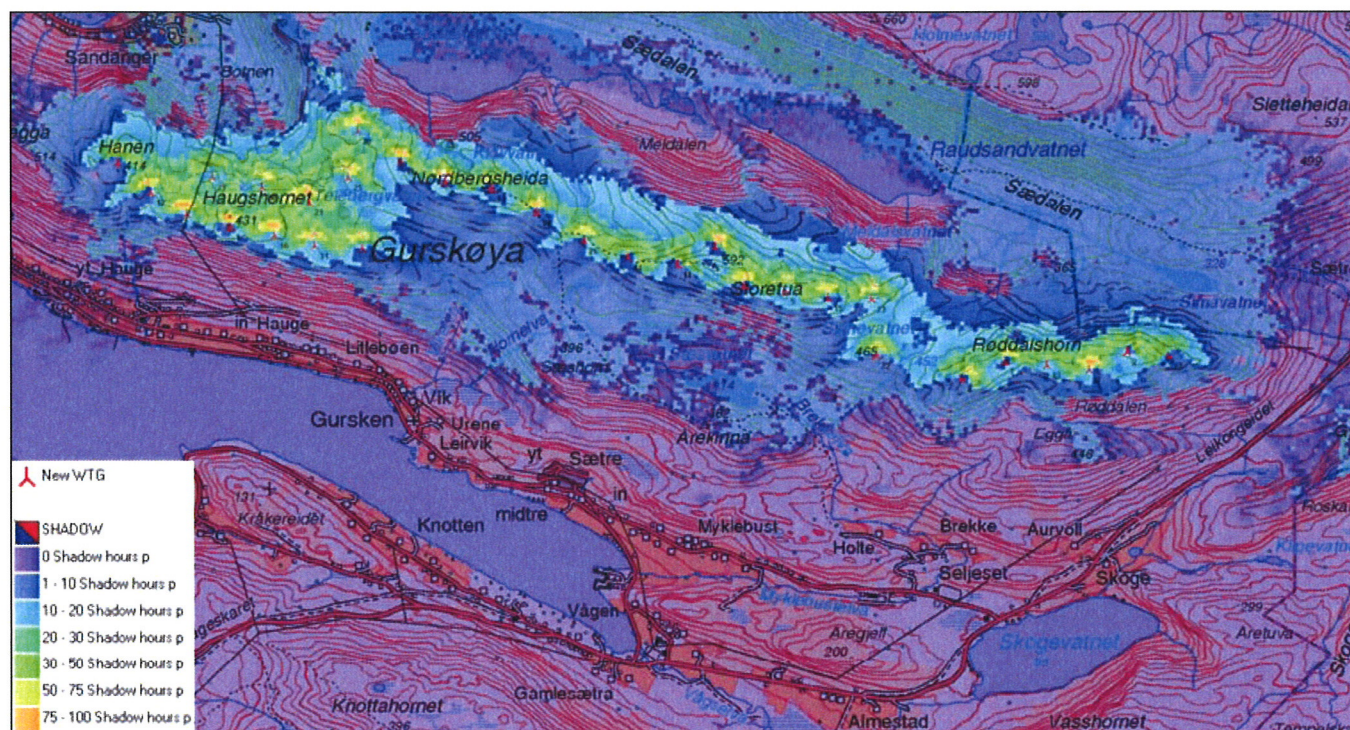
Vedlegg 3 Skyggekast - Tilleggsopplysninger til konsesjonssøknad for Haugshornet vindkraftanlegg

Dok. nr.
Trer i kraft
2007-12-07

AU-TNE NE-00001
Rev. nr.
01

Tabell 4: Skyggevirkninger for utvalgte skyggemottakere for "worst case" og reell skyggekast for 31 x 2.3 MW turbiner med 71 m rotordiameter og 64 m navhøyde. Reell skyggekast er estimert basert på to forskjellige antakelser: 1. Rotorbladene må dekkes minst 20% av sola, og 2. Avstand mellom vindturbin og mottaker inntil 2 000m.

Worst case skyggekast (20% dekning)				Estimert reell skyggekast	
Skyggemottaker	Timer/år	Dager/år	Maks timer/døgn	Timer/år (20% dekning)	Timer/år (2000 m avtand)
1	00:00	0	00:00	00:00	00:00
2	00:00	0	00:00	00:00	00:05
3	05:17	18	00:25	00:31	00:48
4	06:50	29	00:25	00:41	01:16
5	12:51	47	00:38	01:19	01:19
6	17:50	35	00:52	01:57	01:57
7	10:56	32	00:27	01:16	01:16
8	00:00	0	00:00	00:00	00:00
9	06:04	33	00:14	00:39	00:39
10	00:00	0	00:00	00:00	00:00
11	10:39	50	00:23	01:05	01:45
12	09:38	49	00:22	01:01	01:18
13	04:53	18	00:24	00:30	00:53



Figur 4: Kart som viser estimert reell skyggekast som tar hensyn til antall soltimer og antall driftstimer per år for 31 x 2,3 MW turbiner med 71 m rotordiameter og 64 m navhøyde.

Vedlegg 3 Skyggekast - Tilleggsopplysninger til konsesjonssøknad for Haugshornet vindkraftanlegg

Dok. nr.

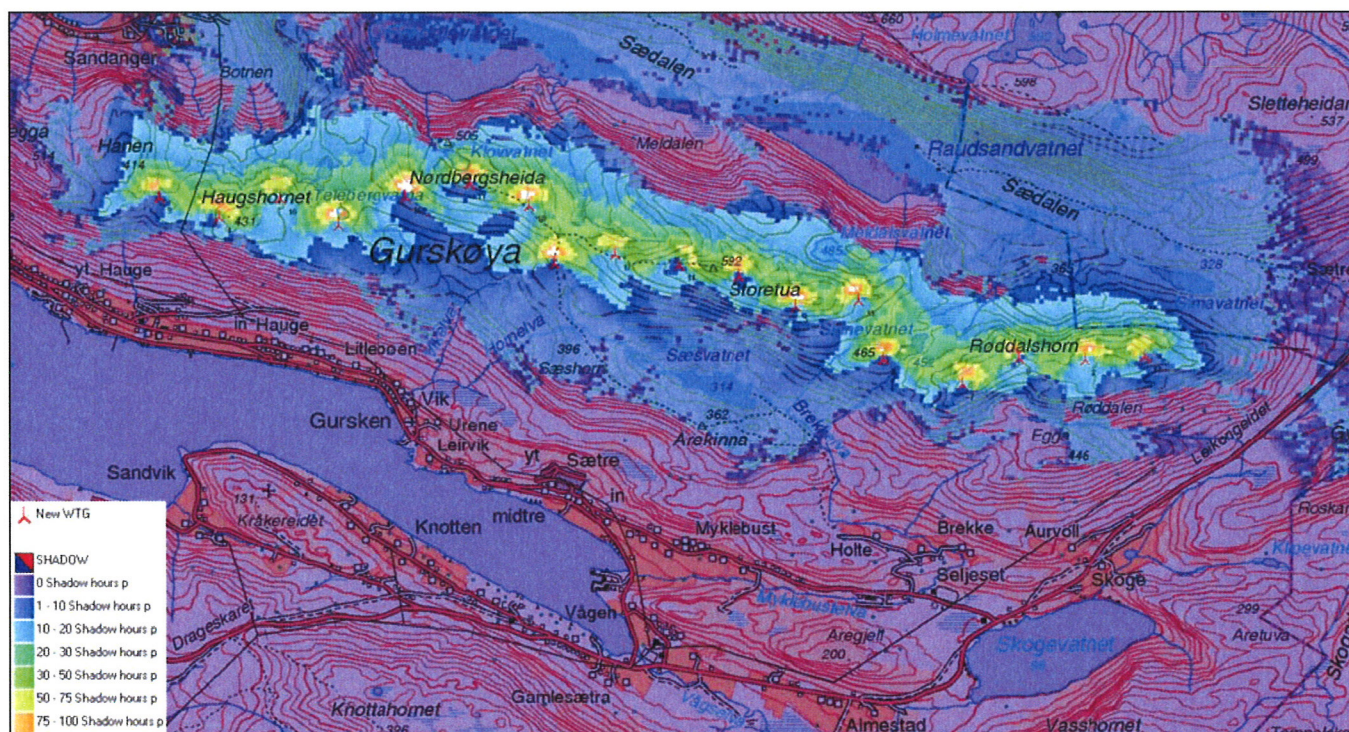
AU-TNE NE-00001

Trer i kraft
2007-12-07

Rev. nr.
01

Tabell 5: Skyggevirkninger for utvalgte skyggemottakere for "worst case" og reell skyggekast for 18 x 3.6 MW turbiner med 107 m rotordiameter og 80 m navhøyde. Reell skyggekast er estimert basert på to forskjellige antakelser: 1. Rotorbladene må dekkes minst 20% av sola, og 2. Avstand mellom vindturbin og mottaker inntil 2 000m.

Worst case skyggekast (20% dekning)				Estimert reell skyggekast	
Skyggemottaker	Timer/år	Dager/år	Maks timer/døgn	Timer/år (20% dekning)	Timer/år (2000 m avtand)
1	00:00	0	00:00	00:00	00:00
2	00:00	0	00:00	00:00	00:00
3	03:58	19	00:16	00:22	00:22
4	08:18	32	00:26	00:50	01:04
5	10:41	35	00:30	01:06	01:06
6	05:36	23	00:19	00:33	00:33
7	06:53	26	00:21	00:39	00:39
8	00:00	0	00:00	00:00	00:00
9	11:54	24	00:38	01:15	01:29
10	00:00	0	00:00	00:00	00:00
11	20:46	62	00:34	02:11	02:29
12	21:52	64	00:32	02:16	02:30
13	09:45	30	00:32	00:57	01:11



Figur 5: Kart som viser estimert reell skyggekast som tar hensyn til antall soltimer og antall driftstimer per år for 18 x 3,6 MW turbiner med 107 m rotordiameter og 80 m navhøyde.