

Troms Kraft Produksjon AS



Rieppi vindkraftverk

Fagutredning skyggekast og refleksblink



TROMS KRAFT

RAPPORT

Rapport nr.: 505406-1	Oppdrag nr.: 505406	Dato: 16.02.2010	
Oppdragsnavn: Rieppi vindkraftverk – skyggekast og refleksblink			
Kunde: Troms Kraft Produksjon AS			
Rieppi vindkraftverk i Storfjord kommune, Troms Fagutredning skyggekast og refleksblink			
Emneord: Vindkraftverk, skyggekast, refleksblink, konsekvenser			
Sammendrag: Drift av Rieppi vindkraftverk vurderes å ha lite konfliktpotensial i forhold til skyggekast og refleksblink. Med 26 møller plassert i henhold til de foreløpige planene vil skyggekastning kunne berøre bebyggelse i vindparkens nærområder. Varigheten vil imidlertid være så kort og intensiteten så moderat at konsekvensene forventes å bli ubetydelige. Refleksblink vil innebære at turbinene under gitte lys- og vindforhold kan legges merke til på større avstand enn ellers, men effekten vil avta etter hvert som vingenes overflater falmer, og har erfaringsmessig i liten grad vært grunnlag for konflikt.			
	Rev.:	Dato:	Sign.:
Utarbeidet av: Harald Storås		16.02.2010	
Kontrollert av: Yngve Johansen		16.02.2010	
Oppdragsansvarlig:	Oppdragsleder / avd.:		
Avdelingsleder Tor Næss Rødum	Harald Storås/Regionkontor Tromsø		

INNHold

1	INNLEDNING.....	- 3 -
2	OMRÅDEBESKRIVELSE.....	- 3 -
2.1	LOKALISERING.....	- 3 -
2.2	OMRÅDET	- 3 -
3	TILTAKET.....	- 3 -
3.1	NØKKELTALL FOR UTBYGGINGEN	- 3 -
3.2	VINDMØLLENE	- 4 -
4	DATA- OG KUNNSKAPSGRUNNLAGET	- 5 -
4.1	SKYGGEKASTING FRA VINDMØLLER.....	- 5 -
4.1.1	<i>Retningslinjer.....</i>	- 5 -
4.1.2	<i>Hvor og når oppstår skyggekastning fra vindturbiner?</i>	- 5 -
4.2	REFLEKSBLINK FRA VINDMØLLER	- 6 -
4.2.1	<i>Retningslinjer.....</i>	- 6 -
4.2.2	<i>Hvor og når oppstår refleksblink fra vindturbiner?</i>	- 6 -
5	BEREGNING AV SKYGGEKAST	- 7 -
5.1	FEILKILDER	- 7 -
5.2	RESULTATER.....	- 7 -
6	EFFEKTER, OMFANG OG KONSEKVENSER.....	- 10 -
6.1	SKYGGEKAST	- 10 -
6.2	REFLEKSBLINK	- 10 -
7	FORSLAG TIL AVBØTENDE TILTAK.....	- 11 -
7.1	SKYGGEKAST	- 11 -
7.2	REFLEKSBLINK	- 11 -

1 INNLEDNING

Troms Kraft Produksjon AS (TKP) planlegger å bygge en vindkraftpark ved Rieppi nær Skibotn i Storfjord kommune.

Denne rapporten har til hensikt å dekke utredningskravene for temaene skyggecast og refleksblink stilt i NVEs KU-program datert 13.01.04. Det gjøres en vurdering av om eventuelle skyggecast og refleksblink kan påvirke bebyggelse og friluftsliv, og der nærliggende bebyggelse blir berørt vurderes omfanget kort i forhold til variasjon gjennom året og døgnet.

Området planlegges utbygd med vindmøller med installert effekt på 3 MW. Planområdet er på nær 10 km². I denne utredningen er det lagt til grunn en parklayout med 26 vindmøller med rotordiameter på 90 meter og tårnhøyde på 80 meter.

2 OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Lokalisering

Rihpojavri ligger i Skibotndalen i Storfjord kommune i indre Troms. Det planlagte utbyggingsområdet ligger i ca 500 meters høyde, på en lite kupert fjellrygg på østsiden av vatnet Rihpojavri, midt i den 4-5 km brede Skibotndalen. Rihpojavri benyttes som vannmagasin for Skibotn kraftverk og reguleres mellom kote 486 og 445.

2.2 Området

Planområdet utgjør nær 10 km² og berører én eiendom, eiet av Statskog. Det er ingen bebyggelse i selve planområdet, og ingen verneplaner eller fredningsvedtak berører området. Nærmeste bebyggelse er ved Helligskogvatnet øst for planområdet, nær E8.

Langs E8 er det et mindre antall hytter samt Helligskogen militærleir som i dag fungerer som kurssenter. Sør for Helligskogvatnet ligger Helligskogen Fjellstue, et vandrerhjem som tilbyr overnatting i 10 soverom, og har ca 60 campingvogner stående.

3 TILTAKET

3.1 Nøkkeltall for utbyggingen

Utbyggingen vil få følgende nøkkeltall:

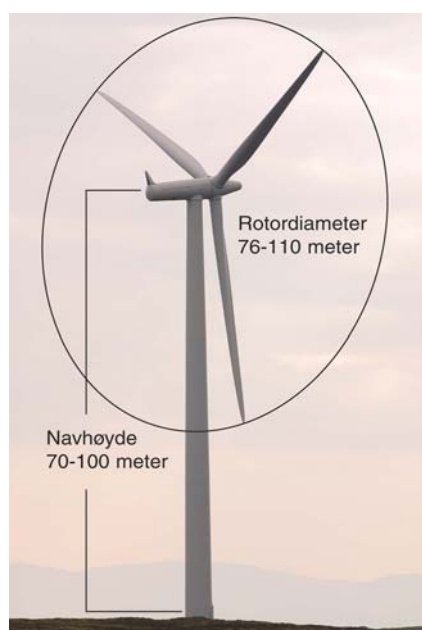
Tabell 1: Nøkkeltall for vindparken

Egenskaper	Størrelse
Antall vindmøller	26 stk
Effekt pr. vindmølle	3 MW
Samlet installasjon	78 MW
Båndlagt område: Totalt	10 km ²

3.2 Vindmøllene

Vindmøllene produserer elektrisitet ved å utnytte bevegelsesenergien i vinden. Rotoren, som består av 3 vinger montert på et nav, omdanner vindenergien til rotasjonsenergi som gjennom en hovedaksling og eventuelt via et gir, driver en generator. Denne omdanner i sin tur rotasjonsenergien til elektrisk energi. Maskinhuset dreier seg med vindretningen slik at rotorplanet til enhver tid står på tvers av vindretningen. Ettersom vindhastigheten, og dermed energiinnholdet i vinden, øker med høyden over bakken, er det viktig at tårnet har stor høyde.

De fleste vindmøller produserer elektrisk energi ved vindhastigheter mellom ca. 4 m/s og 25 m/s. Energiproduksjonen øker fra null ved 4 m/s til full produksjon ved om lag 14 m/s. Ved vindhastigheter mellom 14 m/s og 25 m/s er energiproduksjonen tilnærmet konstant tilsvarende installert effekt. Ved vindhastighet over 25-27 m/s stopper de fleste typer vindmøller for å unngå for sterke mekaniske påkjenninger på konstruksjonen. Vindhastigheter over dette nivået er sjeldne.



Figur 1: Typiske dimensjoner for aktuelle vindmøller på 3 MW.

Vindmøller med en installert effekt på 2-3 MW representerer dagens teknologi og vurderes samtidig som teknisk og økonomisk optimale for prosjekter som realiseres i dag. Eksempler på nøkkeldata for Vestas 3 MW vindmøller er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Hoveddata for aktuell vindmølletype.

Komponent/parameter	Dimensjon/data
Merke	Vestas V90
Nominell effekt	3 MW
Navhøyde	65 - 105 m
Rotordiameter	90 m
Rotorhastighet	16 omdr/min

4 DATA- OG KUNNSKAPSGRUNNLAGET

4.1 Skyggekastning fra vindmøller

Den roterende skyggen bak vingene til en vindturbin kan skape grunnlag for konflikter. Slike skygger kan spesielt være problematiske når de faller på lysåpninger som vinduer. Sett innenfra vil den roterende skyggen kutte sollyset og skape en blinkende effekt, gjerne kalt stroboskopeffekten, med en frekvens lik tre ganger vindturbinens rotasjonsfrekvens.

Kunnskapsgrunnlaget vedrørende helsemessige effekter av skyggekast er begrenset, men i Tyskland er det gjennomført pilotstudier hvor skyggekast som konfliktpotensial primært relateres til stress som oppstår som følge av stroboskopeffekten (J. Pohl, F. Faul og R. Mausfeld, 2000). En roterende skygge vil også være uheldig når den faller på områder som benyttes til stedbundne rekreasjonsformål, som for eksempel en terrasse eller en god bade- eller fiskeplass, men konfliktnivået vil da normalt være vesentlig mer beskjedent.

4.1.1 Retningslinjer

I Norge finnes det ingen retningslinjer eller grenseverdier for akseptabelt omfang av skyggebelastning. I Tyskland er det satt grenseverdier på 8 timer reell - og 30 timer maksimal teoretisk skyggebelastning per år, samtidig som sammenhengende skyggekast ikke skal overstige 30 minutter. Der disse grenseverdiene overskrides kreves avbøtende tiltak, normalt ved at turbinen stanses i det aktuelle tidsrommet. (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2002 A og B). I Danmark er det i Miljø- og Energiministeriets "Vejledning om planlægning for og landzonetilladelse til oppstilling af vindmøller" anbefalt å ikke overskride 10 timer reelt skyggekastomfang. I praksis vil normalt grenseverdiene på 8-10 timer reell skyggekast mer enn tilfredsstilles dersom grenseverdien på 30 timer maksimal teoretisk skyggekast ikke overskrides. En svensk studie kalt "Vindkraftens Miljøpåverkan" (T. Wizelius, G. Britse og A. Widing, 2005) konkluderer med at varighet per dag, samt når på dagen skyggene opptrer, ser ut til å ha avgjørende betydning for hvorvidt skyggekast oppleves som forstyrrende, og studien anbefaler at dette innarbeides i myndighetenes retningslinjer. Sverige har imidlertid fortsatt ikke egne retningslinjer, men praksis har vært å referere til den tyske modellen (Boverket 2009).

4.1.2 Hvor og når oppstår skyggekastning fra vindturbiner?

Hvor og når skyggekast kan oppstå avhenger blant annet av geografisk plassering og lokal topografi. Med lav sol kan skyggen kastes over store avstander og kan dermed berøre store områder. Om vinteren kastes skyggene langt i nordlig retning, mens de om sommeren blir lange mot sørvest om morgenen og sørøst om kvelden. Effekten av skyggene avtar imidlertid med avstanden fra turbinen. Dette skyldes blant annet at skyggen blir mer diffus ettersom vingebladene dekker en mindre del av solskiven og at skyggefeltet bak turbinen passerer skyggemottakeren med en hastighet som vokser proporsjonalt med avstanden til turbinen.

Med utgangspunkt i informasjon om vindturbinens utforming og plassering, geografisk og i forhold til et gitt område, kan tiden hvor skyggen teoretisk kan ramme området beregnes (maksimal teoretisk skyggekast).

Reelt omfang av skyggecast vil imidlertid være vesentlig mindre enn denne maksimalverdien - primært som følge av vær- og vindforhold. Dersom turbinen står stille vil den blinkende effekten ikke forekomme, og hvis solen er dekket av skyer vil skyggen helt eller delvis elimineres. Videre er omfanget av den roterende skyggen avhengig av turbinens orientering i forhold til innfallende sol. Omfanget blir størst når vindretningen er parallell med solens innfallsvinkel. For et norsk kystklima vil reelt omfang typisk ligge på 10 – 20% av maksimalt teoretisk omfang.

Rieppi vindkraftverks beliggenhet i Nord-Norge betyr at solen går i forholdsvis lave baner gjennom hele året, og omfanget påvirkes av mørketid og midnattsol.

4.2 Refleksblink fra vindmøller

Refleksblink forekommer når solen reflekteres i blanke flater på vingene. Rotorens bevegelse gjør at refleksjonen oppfattes som blink.

Det er kjent at refleksblink kan bidra til at vindmøller tiltrekker seg oppmerksomhet på større avstand enn det som ellers ville vært naturlig. Erfaringer fra Tyskland tilsier imidlertid at refleksblink i liten grad har medført klager der det er tatt tilbørlig hensyn gjennom fargevalg og overflatebehandling. (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2002 A). Effekten vurderes derfor som lite konfliktfylt.

4.2.1 Retningslinjer

For refleksblink er det ikke hensiktsmessig å ha retningslinjer som begrenser varighet eller utbredelse av effekten, men heller fokusere på tiltak som reduserer styrken i blinkene. Det er derfor vanlig å eventuelt stille krav til vingenes overflatebehandling slik at refleksjonen begrenses.

4.2.2 Hvor og når oppstår refleksblink fra vindturbiner?

Refleksblink påvirkes - i likhet med skyggecast - av solens innfallsvinkel, men hvor refleksblinkene rammer vil dessuten styres av vindturbinens orientering samt vingenes utforming og pitch (vridning). Refleksblink blir dermed vesentlig mer komplekst å beregne eller forutsi enn skyggecast. Blinkene kan berøre store arealer. Områdene som rammes vil normalt flytte seg raskt, og blink fra en spesifikk turbin vil derfor typisk bare forekomme noen få minutter per dag ved en gitt lokalitet. I likhet med skyggecast begrenses omfanget av refleksblink også av skyet vær eller ved at turbinen står stille.

Styrken i refleksblinkene kan reduseres gjennom fargevalg (graden av hvitt), og ved å velge matte overflater. Helt matt kan imidlertid være lite hensiktsmessig ut fra hensyn som aerodynamikk og avvisning av smuss- og ispartikler. Blanke overflater vil likevel falmes over tid, og etter ett års drift vil normalt refleksjonen være vesentlig redusert, (Selfors, A. og Sannem, S, 1998).

5 BEREgNING AV SKYGGEKAST

I denne utredningen er skyggebelastningen fra vindmøllene beregnet ved hjelp av programvaren WindPro versjon 2.6. Programvaren er benyttet til å beregne omfanget av skyggekast i form av varighet med en "worst case" versjon.

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

Datagrunnlaget for beregningene omfatter parametere som turbinhøyde, rotor-diameter og lokalisering. Høyde over havet for møller og omkringliggende terreng er estimert ut fra en terrengmodell basert på digitale kart med ekvidistanse på 20 meter. Skyggekastingen er beregnet over ett år med en oppløsning på 1 minutt. For skyggekartet beregnes skyggen i ruter på 20 ganger 20 meter. Solbanen gjennom året beregnes automatisk av programmet basert på vindparkens geografiske beliggenhet.

Beregningene er begrenset til skygger inntil 2 kilometer fra hver mølle.

Der bygninger berøres er det satt opp "virtuelle skyggemottakere" dvs punkt der skyggeomfanget beregnes for en vertikal flate på 1x1 meter, 1 meter over bakkenivå.

5.1 Feilkilder

I skyggekastberegningene er det ikke tatt hensyn til barrierer som bebyggelse og skog eller andre fysiske konstruksjoner. Nøyaktigheten i høydedata er også en faktor som påvirker usikkerheten ved at områder eksempelvis kan være skjermet av topografi som ikke fremkommer i terrengmodellen. Arealer som ligger i småkupert terreng eller bak bygninger kan dermed bli mindre belastet enn beregningen tilsier.

Beregnete verdier i skyggekartet gjelder skygge fra alle himmelretninger. Det er ikke gitt at en bygning som rammes har vinduer som gjør den eksponert for all skyggen. Omfanget av stroboskopeffekten kan dermed bli overestimert om den baseres på kartet alene.

I hovedsak kan det forventes at verdiene for maks teoretisk skyggekast er overestimert. Det bør derfor gjennomføres grundigere bygningsspesifikke analyser før eksempelvis kostnader ved avbøtende tiltak vurderes. Dette er imidlertid ikke hensiktsmessig før plasseringen av turbinene skal endelig fastlegges.

Bebyggelse i området er identifisert på kart, og det tas forbehold om at enkelte bygg kan være uregistrerte eller er av så ny dato at de ikke er kommet med på kartgrunnlaget.

5.2 Resultater

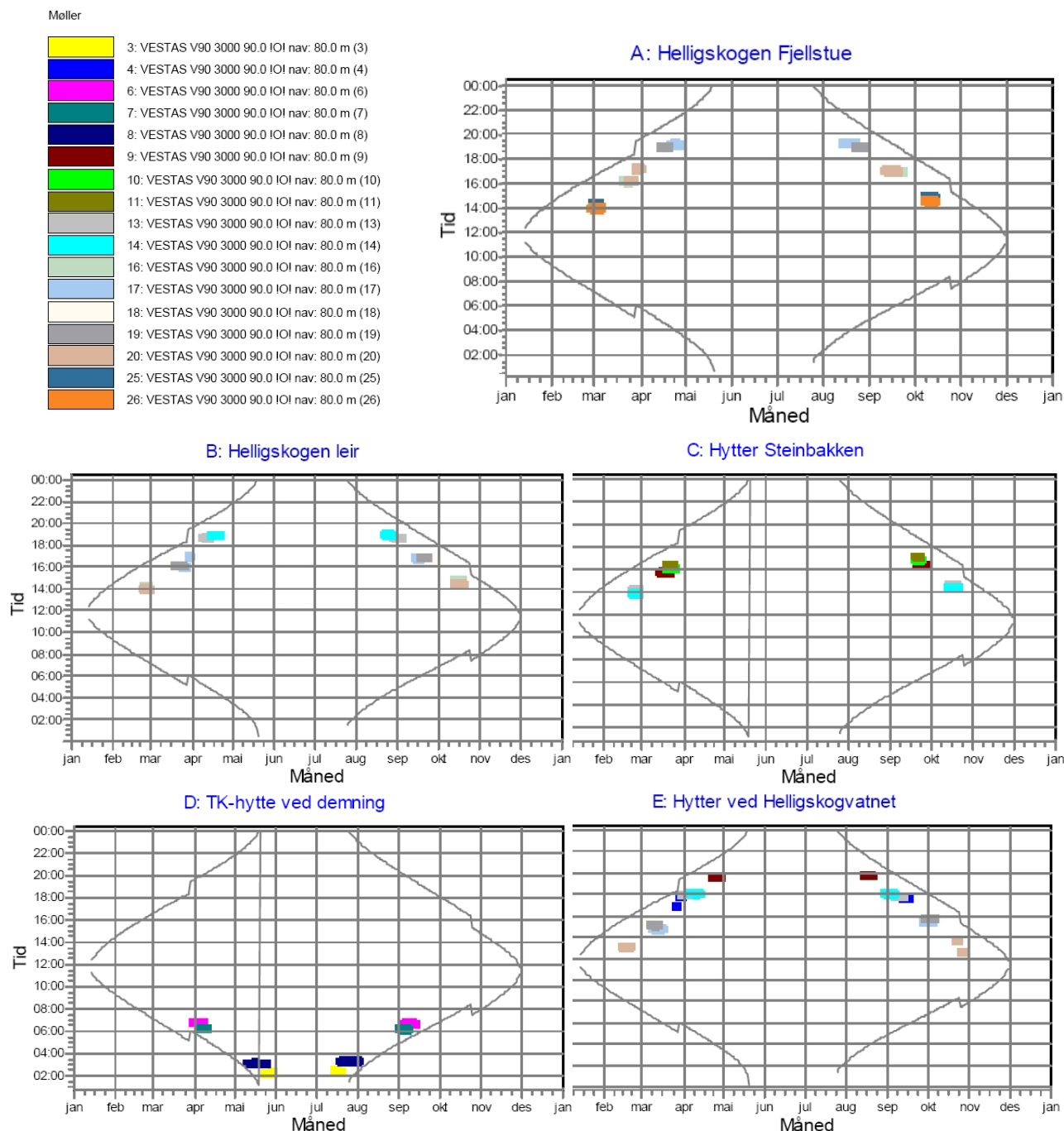
Det er gjennomført beregninger for maksimalt teoretisk skyggekastomfang for følgende områder med potensielt berørte bygninger:

- Hytteområde ved Steinbakken (fire hytter)
- Hytteområde ved Helligskogvatnet (fire hytter)
- Helligskogen militærleir ved Helligskogvatnet
- Helligskogen Fjellstue/Vadrerhjem
- TKs hytte ved Rihpojávri

Beregningene viser at med de turbinplasseringene som er valgt får vi følgende resultater for maksimalt teoretisk omfang ved bebyggelse:

Tabell 3: Maksimalt teoretisk skyggeomfang ved utvalgt skyggemottakere.

Skyggemottaker	Maks teoretisk årlig omfang (tt:mm/år)	Maks teoretisk daglig omfang (tt:mm/dag)
Helligskogen fjellstue	15:28	0:26
Helligskogen leir	15:54	0:23
Hytter ved Steinbakken	13:39	0:36
Hytter ved Helligskogvatnet	20:45	0:32
TK-hytte ved deming	16:13	0:24



Figur 3: Grafiske skyggekalendere vertikal og horisontal akse viser henholdsvis på døgnet og året skygge kan forekomme ved angitte skyggemottakere. Fargekoden angir hvilken mølle som kaster skygge, og grå linjer angir soloppgang og solnedgang.

6 EFFEKTER, OMFANG OG KONSEKVENSER

6.1 Skyggekast

Skyggekast som rammer vinduer har som viktigste konsekvens at berørte kan oppleve det som en stressfaktor.

Ingen av de undersøkte områdene har et årlig nivå som tilsier et betydelig konfliktpotensial. Maksimal varighet per dag gir et noe annet bilde, der to av målepunktene faktisk ligger over 30 minutter, og dermed tilsier at avbøtende tiltak bør vurderes (jf. tyske retningslinjer beskrevet i avsnitt 4.1.1). Lengste varighet for en enkelt mølle er likevel bare 15 minutter, men skyggekast fra forskjellige møller kommer i en sekvens der de avløser hverandre slik at samlet varighet blir forholdsvis lang. Avstanden til møllene som ligger fra ca 1,4 km og oppover, tilsier imidlertid at skyggene vil være svake og diffuse ettersom vingene bare vil dekke en liten del solskiven.

Generelt vil skyggekast ved bebyggelsen langs E8 typisk forekomme om ettermiddagen et par timer før solnedgang, og begrenses i det alt vesentligste til vår og høst, jf figur 3.

Helligskogen Fjellstue med tilhørende overnattingstilbud og tilbud for campingvogner vurderes som et spesielt følsomt område. Her kan skyggekast forekomme i periodene fra slutten av februar til slutten av april og fra midten av august og frem til midten av oktober. Fravær av skygge i perioden mai til midten av august, samt begrenset varighet og betydelig avstand til møllene tilsier at konfliktpotensialet likevel vurderes som lite.

Skyggekast i som konfliktpotensial i forhold til friluftsliv vurderes også som lite selv om området antas å ha en betydelig gjennomfart. Bakgrunnen for denne vurderingen er at området allerede er sterkt påvirket av inngrep i form av demninger og regulert vannstand i Rihpojávri, og at stedbundne rekreasjonsaktiviteter i de mest berørte områdene dermed allerede er lite attraktivt. Skygger som oppleves mens man går gjennom området vurderes i seg selv som uproblematisk i og med at varigheten blir svært begrenset, og nærheten til vindparken gjør at andre visuelle inntrykk vil dominere.

6.2 Refleksblink

Antall turbiner tilsier at omfanget av refleksblink i områdene rundt Rieppi kan få et visst omfang.

Effekten av blinkene vurderes imidlertid som moderat dersom normalt hensyn blir tatt ved valg av overflatebehandling, og den vil avta betydelig over tid.

Omfanget av refleksblink kan bli stort i utstrekning og moderat i varighet for parken som helhet, men effekten forventes å bli liten til ubetydelig. Konfliktpotensialet vurderes derfor som lite det første driftsåret, og deretter ubetydelig etter hvert som vingene falmer.

7 FORSLAG TIL AVBØTENDE TILTAK

7.1 Skyggekast

Det anbefales at skyggekast tas med som en parameter når endelig parklayout bestemmes, og at det ved endringer i layout gjennomføres nye beregninger.

7.2 Refleksblink

Det må tas normalt hensyn til refleksjonsegenskapene når valg av fargenyanser og overflatebehandling på vingene velges.

LITTERATUR/KILDER

Boverket 2009: Vindkraftshandboken, Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden

T. Wizelius, G. Britse og A. Widing, 2005: Vindkraftens Miljøpåverkan, utvärdering av regelverk och bedömningsmetoder, ISBN 91-973653-3-5, ISSN 1404-0573 Report - Gotland University.

A. Widing, G. Britse og T. Wizelius 2005: Vindkraftens Miljøpåverkan, Fallstudie av vindkraftverk i boendemiljø, ISBN 91-973653-4-3, ISSN 1404-0573 Report - Gotland University.

Troms Kraft Produksjon AS, 2004: Melding om planlegging av Rieppi vindkraftpark, Skibotn og tilhørende nettilknytning i Storfjord kommune.

W. Fronz, D. Piorr og R. Kindel, 2002: Windenergieanlagen und Immissionsschutz Materialien Nr 63, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen.

J. Pohl, F. Faul og R. Mausfeld, 2000: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen – Laborpilotstudie, Staatliches Umweltamt Schleswig

J. Pohl, F. Faul og R. Mausfeld, 1999: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen - Feldstudie Staatliches Umweltamt Schleswig.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2002 A: Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen, Essen.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2002 B: Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Essen

Selfors, A. og Sannem, S., 1998, Vindkraft – en generell innføring, rapport nr 19 1998, NVE

