

KJELLER
VINDTEKNIKK AS

Postadresse
Besøksadresse
Telefon

Boks 122, 2027 Kjeller
Gunnar Randers vei 12
480 50 480

Notat nummer:

KVT/EAA/2010/N01

Dato

06.01.2010

Notattittel:

Rieppi Lavkadalen, Storfjorden kommune, Troms

Tilråding for lokalisering av vindpark

Kunde:

Troms Kraft

Kundens referanse:

Ronald Hardersen

Sammendrag:

Dette notatet presenterer ei jamføring av vindtilhøva i Rieppi og Lavkadalen med tanke på vindkraftutbygging. I tråd med tidlegare arbeid utført av Kjeller Vindteknikk i 2008 tilrår vi ikkje utbygging av vindkraft i Lavkadalen. Dette heng saman med at det i dette området er ei dominant vindretning frå sørleg hald. For Lavkadalen vil dette føre til at ein mykje av vinden vil kome over fjella i sør. Det bratte terrenget i bakkant av desse fjella vil erfaringsvis medføre at det vert sterke kast i vinden og mykje turbulens samtidig som middelvinden vert redusert. Sterke kast i vinden og turbulens fører til redusert levetid og driftsproblem for turbinane. Turbulens og kast gjer seg i mindre grad gjeldande i Rieppidalen, der dalføret er orientert frå søraust til nordvest.

Då målingane som er utført i området berre dekker området rundt Rieppivatnet er det ikkje mogleg å drage fullstendige konklusjonar om vindtilhøva i Lavkadalen. Derfor vert konklusjonane i dette arbeidet dragne basert på resultat frå ein meteorologisk modell. Frå desse resultatane kan ein ikkje forvente å nøyaktig bestemme middelvinden i Lavkadalen då ein ikkje vil få med seg kast og turbulens, men ein kan få eit bra inntrykk av kva retning vinden kjem frå. Det vert frå modellresultata stadfesta at vinden vil kome inn i Lavkadalen frå fjella i sør og dermed gi turbulente tilhøve som skaper problem for vindturbinar.

Forbehold:

Selv om det i arbeidet i dette notatet, så langt vi kjenner til, er benyttet oppdaterte analysemetoder, og vi i vårt arbeid forsøker å gi et så godt resultat som mulig, kan Kjeller vindteknikk AS ikke holdes ansvarlig for resultatene i notatet eller for framtidig bruk av det, og heller ikke for eventuelle direkte eller indirekte tap som skyldes eventuelle feil i notatet. Et notat er en forenklet rapport. Notatet har ikke vært igjennom en intern review prosess på samme måte som en rapport

Revisjonshistorie

Utgave	Dato	Kommentar	Distribusjon
1	06.01.10		

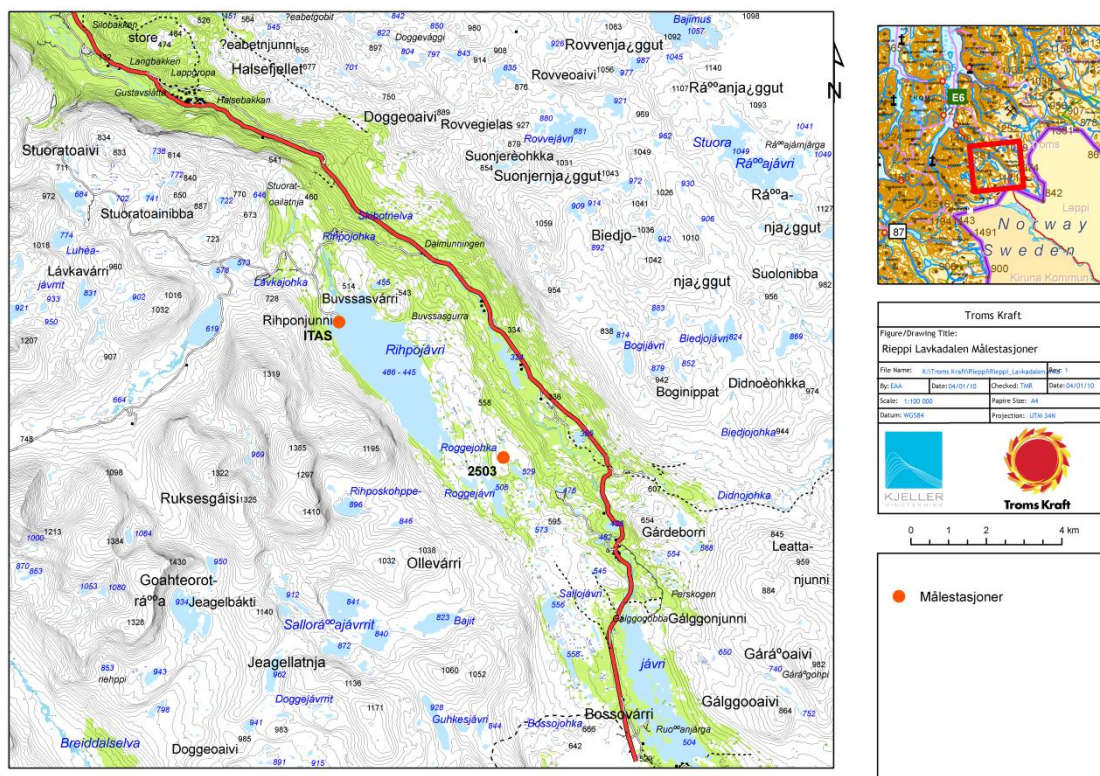
Navn	Dato	Signatur
Utarbeidet av Espen Åkervik	06.01.10	

Introduksjon

I dette notatet vert det gjort ei samanlikning av vindtilhøva i Rieppi og Lavkadalen i Storfjorden kommune (sjå Figur 1). Tidlegare har Kjeller Vindteknikk kome med ei tilråding på plassering av turbinar i Rieppi (Risberg og Harstveit 2008). I det arbeidet vart vurderinga av vindtilhøva gjort basert på ei 10m målemast frå ITAS i nordenden av Rieppivatnet og ei 50m målemast sør for dette vatnet handtert av Kjeller Vindteknikk. Plasseringa til desse mastene er markert i Figur 1. Begge mastene viser at dei dominerande vindretningane er frå sør-søraust og søraust. I (Risberg og Harstveit 2008) vart det også gjort ei vurdering av vindtilhøva i Lavkadalen, og konklusjonen der var at ein forventar svært turbulent og ujamn vind når den kjem frå søraust.

Då desse målemastene berre dekker eit område rundt Rieppivatnet, vert det i dette arbeidet nytta modelldata frå mesoskala meteorologiske simuleringar til å vurdere middelvinden og vindretning på ulike lokalitetar i dette området.

Desse samanlikningane støttar konklusjonane i (Risberg og Harstveit 2008) om at Lavkadalen ikkje er særskilt godt egna til vindkraftutbygging.



Figur 1: Oversikt over Rieppi og Lavkadalen med dei to eksisterande målestasjonane (10m masten ITAS og 50m masten 2503).

Skildring av vindstatistikk og vindkraft

Når ein skal bygge ut vindkraft er det essensielt å undersøke dei lokale vindtilhøva i den tenkte vindparken. Desse vindtilhøva er resultat av eit komplisert samspel mellom storskala, mesoskala og mikroskala meteorologiske fenomen. I hovudsak er vindnivået over eit stort område bestemt av dei innkomande verfrontane. Lokalt kan det derimot vere store variasjonar i vindklimaet som følge av topografi og vegetasjon (meso- og mikroskala). I det aktuelle området i Storfjorden kommune vil vindtilhøva ha store lokale variasjonar på grunn av at det er mykje fjell og dalar. Denne kompliserte topografien gjer at vindretninga kan variere mykje berre innanfor nokre hundre meter. I tillegg vil vinden som går over fjell bli avløyst i bakkant av fjellet og skape såkalla separasjonsbobler. Desse separasjonsboblene fluktuerar og skaper i seg sjølv turbulente virvlar som effektivt tar energi frå middelvinden. Dette gjer at ein ikkje får ei klar definert middelvindretning, samtidig som ein får sterke kast i vinden. Turbulensen som blir skapt av separasjonsbobla vil i tillegg gjere at det vert auka laster på turbinane. Dette viser tydeleg at det ikkje berre er middelvinden ein skal ta omsyn til når ein planlegger vindparker.

For å fullt ut karakterisere desse aspekta i vindklimaet må ein foreta målingar i den tenkte vindparken. Dessverre er det ikkje mogleg å sette opp målemaster i heile området. Derfor er det i tillegg naudsynt å anvende såkalla mikroskalamodeller (WASP/CFD) for å rekne ut den romlege variasjonen av vindfeltet. Komplekst terreng gjer at det er stor usikkerheit knytta til slike modellresultat.

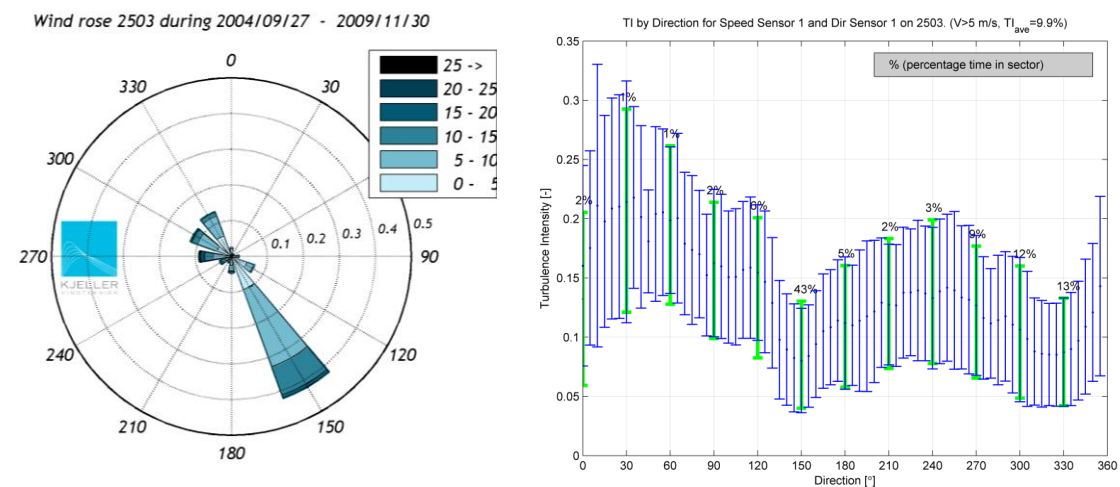
Metode for å samanlikne Rieppi og Lavkadalen

I dette notatet vert ein kombinasjon av målingane ved 2502 Rieppi, høgdekoter over området og modelldata frå mesoskalamodellen Weather Research and Forecasting (WRF) brukt til å samanlikne vindtilhøva i Rieppi og Lavkadalen. Data frå modellkøyringar med WRF er offentleg tilgjengeleg frå Norges Vassdrag og Energiverk og resultatane er presentert i Kjeller Vindteknikk rapporten (KVT/OB/2009/027). Som tidlegare skildra vil mikroskalamodeller ha problem med å korrekt fange dei lokale variasjonane i vindklima. Dette gjeld sjølvst ÷ også mesoskalamodellen WRF som har ei oppløysing på 1km i begge dei horisontale retningane. Denne grove oppløysinga gjer at ein ikkje kan skildre separasjon og turbulens, men fordelene er at hovudpåverknaden frå fjell i kombinasjon med dei store versystema vert fanga.

I hovudsak vert det i dette notatet lagt vekt på tolking av middelvindkartet i 80m høgde for denne regionen saman med ei samanlikning av retningsfordeling av vinden på fire ulike lokalitetar i form av vindroser. Retningsfordelingane er essensiell i denne studien då den viser kvar vinden kjem ifrå, noko som kan verte brukt til å evaluere om lokaliteten er utsett for vind som kjem over fjell.

Samandrag av målingar på 2503 Rieppi

For å illustrere at turbulensintensiteten aukar når vinden kjem over fjell vert målingar frå 2503 brukt. I Figur 2 kan ein sjå retningsfordelinga i form av ei vindrose og den retningsvise turbulensintensiteten ved denne stasjonen. I hovudvindretninga (150 grader) er det låg turbulensintensitet. Det same gjeld når vindretninga er 330 grader. Når vinden kjem frå 240-270 grader aukar turbulensintensiteten betrakteleg. Frå Figur 1 kan ein observere at dette tilsvarer at vinden kjem frå fjella i vest. Også når vinden kjem frå nordaust vil det vere høg turbulensintensitet. Det er verdt å merke seg at for desse retningane er turbulensintensiteten heilt på grensa eller over det som turbinprodusentane vil levere (18%). For Rieppiområdet vil dette imidlertid ikkje innebære store problem, då desse vindretningane er svært sjeldne.



Figur 2: Venstre figur viser retningsfordeling på 2503 i perioda september 2004 til november 2009, med ei dominant vindretning frå sør-søraust (150 grader). Turbulensintensiteten som funksjon av vindretning er vist i den høgre figuren. Den dominerande vindretninga har tydeleg lav turbulensintensitet.

Normalårskorrigert middelvindkart

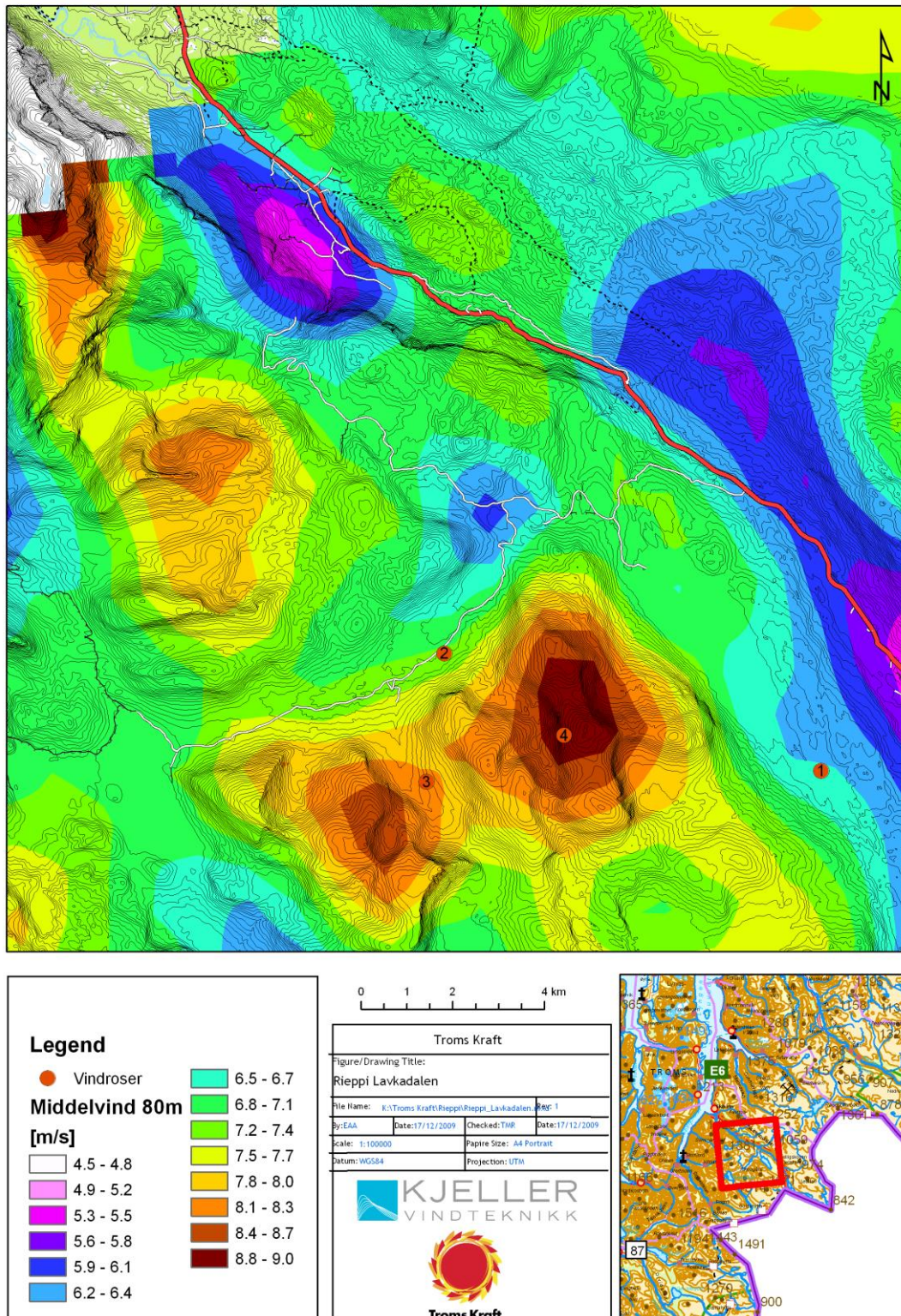
Figur 3 viser høgdekoter og normalårskorrigert middelvind i 80m over bakken for dei aktuelle områda. Ein kan frå figuren sjå punktet der Troms Kraft si målemast 2503 Rieppi ligg markert som punkt 1. Den tenkte vindparken ligg lenger nord på austsida av Rieppivatnet i ei høgd på omtrent 550m over havet. I dette området er middelvinden i området 6.5m/s til 7.5m/s i følgje vindkartet. Merk at i det punktet der WRF vart samanlikna med 2503, er middelvinden for 2005 på 6.5m/s. Dette er 6% under middelvinden gitt i (Risberg og Harstveit 2008) for dette året, altså ei god overinstemming¹. På vestsida av Rieppivatnet ligg det to fjell som er omtrent 1300m høge. I dette området er det markert to punkt som seinare i notatet vert brukt for samanlikning av vindretning. På toppen av Rieppifjellet er middelvinden i

¹ Dei oppgir 6.85m/s i 50m høgd. I diskusjon med forfatarane har det vist seg at dei har justert opp resultatane frå den isfrie sensorar med 1.5% i staden for å justere den ned. Dei korrekte resultatane skal altså vere 6.64m/s i 50m høgd. Med eit antatt vinkskjær på 0.08 vert då middelvinden i 80m høgd 6.9m/s.

80m høyde over bakken heile 9m/s. Denne auken i vindstyrke er skapt av den såkalla speed-up effekten, der samantrykte straumlinjer gjer at vinden må auke i styrke. I dalen mellom dei to fjella, der punkt 3 er satt ut, minskar vindstyrken noko.

Nord for desse fjella ligg Lavkadalen på ei omtrentleg høyde av 600m over havet. Altså er det i ein avstand av 2km ein høgdeforskjell på 500m eller meir. I denne dalen, der punkt 2 er satt ut, er middelvinden mellom 6.8m/s og 7.5m/s, altså samanliknbar med den tenkte vindparken i Rieppi.

Frå middelvindkartet kan ein altså ikkje drage nokon konklusjon på kva for eit av desse områda som egner seg best til vindkraft. Derfor må ein ty til eit utval av punkt og samanlikne meir detaljert vindstatistikk.



Figur 3: Kart over Rieppi og Lavkadalen. Punkt 1 er det WRF punktet som er nærast 2502 Rieppi. Punkt 2 ligg i Lavkadalen, medan punkt 3 og 4 er punkt i Ruksesdalen og Rieppifjellet. Ein ser frå figuren at middelvinden i det tenkte vindparkområdet er samanliknbar med Lavkadalen.

Vindroser og diskusjon av vindfordeling

I denne seksjonen vert det sett nærare på ein meir detaljert statistikk av vindtilhøva i området ved hjelp av tidsseriar frå fire lokalitetar. Frå desse tidsseriane kan ein skape histogram over retningsfordeling (altså hyppigheita av ei retning) og hastigheitsfordeling (hyppigheita av ei hastigheit). Ei effektiv grafisk framstilling av denne statistikken er å finne i ei såkalla vindrose. I Figur 4 vert vindrosene for Rieppi og Lavkadalen presentert. Tidlegare har Kjeller Vindteknikk samanlikna modellresultat frå WRF med 2503 og funne eit godt samsvar i både middelvind (KVT/OB/2009/027) og retningsfordeling (sjå også Figur 2). På grunn av den komplekse topografien har det derimot vore vanskeleg å få bra samsvar på timesbasis mellom tidsseriane (timeskorrelasjon), noko som viser at usikkerheita knytta til modelleringa av vindklimaet aukar til meir komplekst terrenget er.

Figur 4 viser vindrosene for punkt 1 og 2, som ligg ved Rieppivatnet og Lavkadalen. I Rieppiområdet viser vindrosa ei ekstrem retningsfordeling med over 35% av vinden frå sektor 6, altså frå 150 grader eller sør-søraust, og nesten 25% av vinden frå motsatt retning. Vinden vert altså kanalisert gjennom dalen av dei omliggande fjella. I Lavkadalen er situasjonen ein heilt annan. Denne dalen har ei orientering som ligg omtrent vinkelrett på Rieppiområdet. Vindretningsfordelinga i dette punktet er meir spredt, med ei hovudvindretning i sektor 7, altså rett frå sør, men også med ein sterk komponent frå sektor 9. Dei ulike fargane i vindrosene markerar hyppigheita av ulike vindhastigheiter. Ein kan sjå at modellen gir meir høg vind i Lavkadalen enn i Rieppi. Det er viktig å merke seg at denne modellen ikkje klarer å rekne på dei turbulente separasjonsboblene som oppstår, så den auka hyppigheita av sterk vind i Lavkadalen er ikkje knytta til dette. Dette kan skyldast formasjonen av lebølger bak fjella, men dette har vi ikkje studert i detalj i denne samanhengen. For å vise den store variasjonen i retningsfordeling i dette området har vindroser også blitt laga for punkta 3 og 4, som ligg oppe på Rieppifjellet og Ruksesdalen. Desse er vist i Figur 5. I den venstre delen av figuren kan ein sjå at på Rieppifjellet har hovudvindretninga dreia til rett frå vest. I Ruksesdalen kan ein meir tydeleg sjå kanaliseringseffektene, der vinden vert pressa gjennom dalen.

Tilråding

Ein skal vere forsiktig med å drage for sterke konklusjonar frå modellresultata vist her, då det komplekse terrenget aukar usikkerheita i modelleringa. Gitt den store usikkerheita knytta til modellering av vindtilhøva her er det berre gjennom ein målekampanje ein med sikkerheit kan fastslå vindtilhøva i Lavkdalen.

Dersom ein målekampanje i Lavkadalen vert aktuell, bør ein sette opp målemaster på fleire stader. Det er viktig at ein set opp minst 50m høge master og ikkje 10m. Dette fordi ein med 10m master ikkje kan evaluere vindskjeret, altså den vertikale variasjonen av vinden, men også fordi ein med ei 10m mast ikkje kan samanlikne målingane direkte med 2503 Rieppi.

Det som derimot verkar klart frå modellresultata er at det i Lavkadalen vil vere stor hyppigheit av vind frå sør. Dette medfører at vinden går over fjella sør for denne dalen. Resultatet er at det kan verte skapt turbulente separasjonsbobler i bakkant av fjella. Som tidlegare nemnt vil dette gi fluktuerande vindtilhøve, med mindre stabil vindretning og auka turbulens. I tillegg vil desse turbulente virvlane

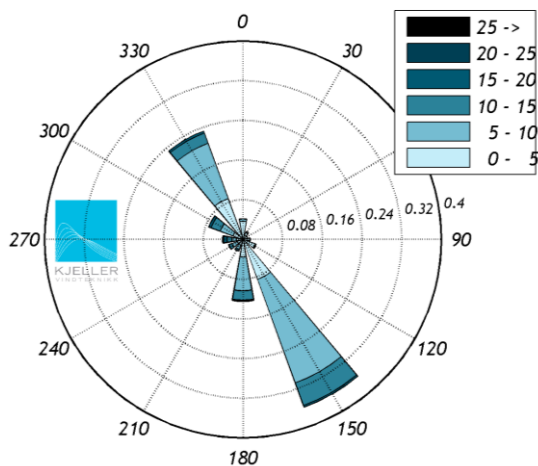
ta energi frå middelvinden, noko som ikkje er fanga i vindkartet gitt i Figur 3. I seksjonen Samandrag av målingar på 2503 Rieppi vert samanhengen mellom vindretning og turbulensintensitet diskutert. Her vert det tydeleg vist at dersom vinden kjem over fjella vil turbulensintensiteten auke betrakteleg. Der det for området rundt Rieppivatnet ikkje medfører nemneverdige problem, sidan hovudvindretninga har lav turbulensintensitet, vil det for Lavkadalen vere ein stor del av vinden som har stor turbulensintensitet.

Kjeller Vindteknikk tilrår derfor i tråd med (Risberg og Harstveit 2008) at Lavkadalen ikkje er særskilt godt eigna for vindkraftutbygging.

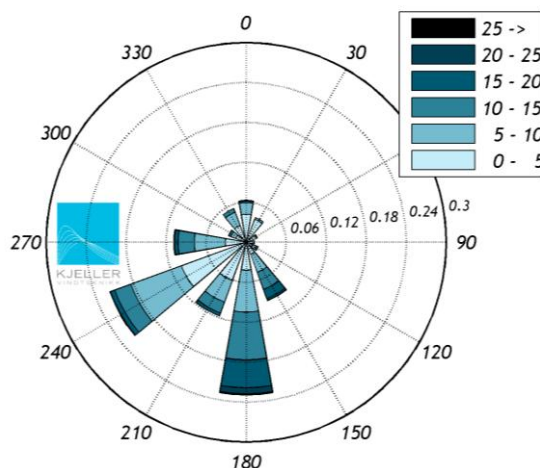
Bibliografi

KVT/OB/2009/027. *Vindkart for Norge*. Kjeller, Norge: KVT Report, Byrkjedal, Ø; Åkervik, E.; Berge, E., 2009.
Risberg, T., og K. Harstveit. *Plassering av vindturbiner*. Kjeller, Norge: KVT notat, 2008.

Wind rose Rieppi during 2005/01/01 - 2006/01/01

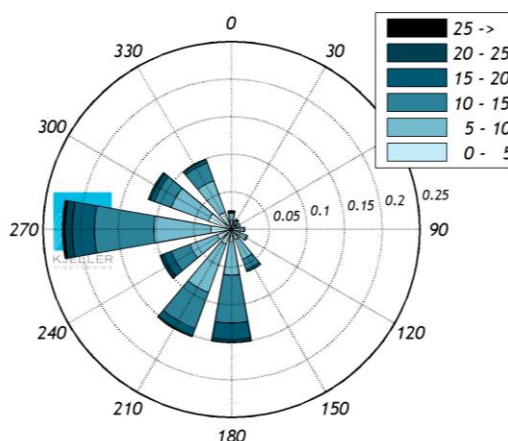


Wind rose Lavkavaggi during 2005/01/01 - 2006/01/01

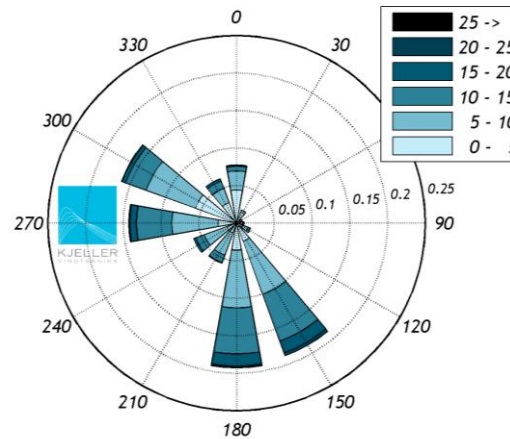


Figur 4: Venstre figur viser vindrose frå WRF for det punktet som er nærast 2503 Rieppi, merka som punkt 1 i Figur 3. Ein kan sjå at den dominerande vindretninga er SSØ (med 40% av alle data i denne sektoren). I den høgre figuren er vindrosa for punkt 2 i Figur 3 sentralt plassert i Lavkadalen vist. I denne figuren kan ein sjå at hovudvindretninga har dreia til S, med ein sterk komponent også frå VSV.

Wind rose Rihpogaisi during 2005/01/01 - 2006/01/01



Wind rose Ruksesvaggi during 2005/01/01 - 2006/01/01



Figur 5: Venstre figur viser vindrosa frå punkt 3 i Figur 3, eit punkt som ligg oppe på det høge fjellet Rihpogaisi rett sør for Lavkadalen. Høgre figur viser punkt 4 som ligg nede i dalen vest for punkt 3. Ein ser tydeleg at vinden vert kanalisert gjennom dalen. Vindrosa i punkt 2 er ein hybrid av desse to.