

Vind- og tåkeforhold i Rødkleiva og Vikersund

Knut Harstveit



Title Vind- og tåkeforhold i Rødkleiva og Vikersund	Date 03.03.2005
Section Klima	Report no. No. 8/05
Author(s) Knut Harstveit	Classification <input checked="" type="checkbox"/> Free <input type="checkbox"/> Restricted
	ISSN 1503-8025
	e-ISSN 1503-8025
Client(s) SINTEF for Norges Skiforbund	Client's reference Amund Bruland
Abstract <p>Vind og tåkeforholdene i planlagte og eksisterende skiflyvningsanlegg (Rødkleiva og Vikersund) er analysert. Rapporten er basert på tilgjengelig informasjon fra nærliggende målestasjoner. Det er sett på frekvens av sterk vind, turbulensforhold og døgnlig variasjon av vindretning i februar/mars samt august. Vindresultatene er mest usikre for Vikersund fordi det der ikke foreligger tilgjengelige målinger fra selve bakken.</p> <p>Det kan se ut som om at det er litt oftere sterk vind i Vikersund og litt oftere tåke i Rødkleiva, men forskjellene er ikke store. Det er relativt stor forskjell mellom middelvind og vindkast i bakkene, men farlig turbulens er knyttet til sterk vind og er relativt sjelden.</p> <p>Ved ombygging av Vikersundbakken kan det se ut som om det oppnås en del vindskjerming, og frekvensen av sterk vind nærmer seg det som forventes i Rødkleiva. Muligheten for at dette også kan øke turbulensen bør imidlertid undersøkes i en CFD – analyse.</p>	
Keywords Skiflyvning, vind, turbulens, tåke	

Disiplinary signature	Responsible signature
<hr/> Knut Harstveit	<hr/> Eirik J. Førland

Postal address
P.O.Box 43, Blindern
NO-0313 OSLO
Norway

Office
Niels Henrik Abelsvei 40

Telephone
+47 22 96 30 00

Telefax
+47 22 96 30 50

e-mail: met@met.no
Internet: met.no

Bank account
7694 05 00628

Swift code
DNBANOKK

Innhold

Sammendrag.....	6
1. Innledning.....	8
2. Vindforhold.....	9
2.1 Rødkeiva.....	9
2.1.1. Målestasjoner og representativitet.....	9
2.1.2. Frekvensstatistikk fra Rødkeiva.....	11
2.1.3. Kobling til langtidsstatistikk.....	14
2.1.4. Turbulens.....	18
2.1.5. Døgnlig gang.....	20
2.2 Vikersund.....	23
2.2.1. Målestasjoner og representativitet.....	23
2.2.2. Frekvensstatistikk.....	25
2.2.3. Turbulens og døgnlig gang i Vikersundbakken.....	28
3. Tåkeforhold.....	29
3.1 Rødkeiva.....	29
3.2 Vikersund.....	30
3.3 Samlet konklusjon.....	31
4. Klimaendringer.....	31
Kommentar.....	32
Referanser.....	32

Sammendrag

Basert på representative målinger i Rødkeiva og målinger på Blindern er vi kommet fram til følgende:

I februar – mars er det 6 % sannsynlighet for middelvind over 4.0 m/s. I dagens Vikersundbakke er tilsvarende tall estimert til 9 %, mens dette forventes redusert til 7% ved planlagt ombygging. Tallene for Rødkeiva bygger på målinger på et representativt sted nær svevkurven på kula i den planlagte bakken. Anslagene fra Rødkeiva er derfor sikrere enn tilsvarende Vikersundtall der tallene er omregnede fra Buskerud landbruksskole. I denne omregningen er det benyttet skjønsmessige eksponeringskoeffisienter da det ikke er tilgjengelige målinger fra bakkeanlegget. For begge beregningene er det omregnet til en langtidsperiode (1957-2004).

I Rødkleiva er den relativt turbulensintensiteten høy. Kastfaktoren er i gjennomsnitt 2.17, dvs. at det kan forventes noe mer enn dobbelt så sterke vindkast som middelvinden innenfor et 10 minutters vindu. Forekomst av høy absolutt turbulensintensitet (standardavvik), et mål som er mer relevant for hoppsikkerheten, er lavere. Denne er størst ved sterk vest og nordvestlig vind, men relativt høye standardavvik kan tidvis observeres ved relativt lav middelvind også ved nordnordvest og sørvestlig vind.

Det er vanskelig å uttale seg om turbulensforholdene i Vikersundbakken fordi målinger mangler. Ombygningen kan føre til økt turbulens som kan gi en sikkerhetsrisiko. Dette bør studeres nærmere i en CFD – analyse.

Om sommeren er det forventet at forekomst av sterk vind er vesentlig mindre enn i februar – mars begge steder.

Det er ikke påvist noen trend i langtidsperioden, men forholdene varierer mye fra år til år. Innenfor en periode på 50 år kan det bare forventes mindre endringer av vindhastigheten (ca. 0.5 – 1%).

I Rødkleiva observeres det vind med komponent oppover bakken i ca. 50% av tiden kl. 9-15 norsk normaltid. Dette faller til ca. 30% kl. 17. I samme tidsrom øker vind med baktrekk-komponent fra 20 til 50%. Om sommeren er tilsvarende tall 50% oppover om dagen som faller til 15% om kvelden, mens 20% baktrekk om dagen stiger til 70 % om kvelden. Omslagspunktet kommer 1 til 2 timer senere.

Det er vanskelig å finne noen fornuftig sammenheng mellom vindforhold og grad av skydekke, men en må likevel anta at det i klarværsituasjoner er større tendens til døgnlig variasjon i vindretningen enn ved skyet vær.

Vi kan ikke gi sikre tall for døgnlig gang i Vikersund, men bakken er orientert omtrent som Rødkleiva og tallene kan derfor gi en pekepinn på forholdene der.

Det kan forventes ca. 7% tåke i Rødkleiva, fra hoppet og oppover noe høyere tall. I Vikersund kan det forventes 5% tåke som er tettest i nedre del. Tallene gjelder feb-mars. I august er det 1% eller mindre i begge bakkene om ettermiddagen, men det er en del tåke nederst i Vikersundbakken om morgenen (6%).

1. Innledning

Denne rapporten er ment som et svar på en henvendelse fra Sintef:

Telefonmøtet utsettes. I første omgang har vi diskutert oss fram til en spørsmålsliste. Vi trenger i hovedsak informasjon som kan brukes sammen med resultatene fra vindsimulering som utføres av CFD. De kjører en vindsimulering der de går gjennom hele kompassrosen og et par vindstyrker for å finne om det er noen retninger som gir fare for vindproblem på hoppet eller i svevet.

1. Sammen med dette vil det være gunstig å vite typisk vindretning(er) og styrke for en klar dag og en overskyet dag (hvis det er forskjell på disse) i februar-mars og i august, som er tidsvinduene for arrangement. Om mulig også vindforløp over dagen. Med vind mener vi vel også lokal oppdrift pga. soloppvarming, for eksempel.
2. Hva kan du si om tåke/lavt skydekke i de samme tidsvinduene?
3. Hva er sannsynligheten for dager med tåke, overskyet, klart?
4. Kan dine svar belegges med enkel/visuell statistikk i form av tabeller eller diagram er dette sterkt ønskelig for presentasjonen i rapporten til Skiforbundet.
5. Kan du ha en begrunnet mening om utviklingen framover, perspektiv 20 – 30 år (tror en at det blir mer vind og urolig vær?)

For alle punktene er det viktig å få fram sammenlikning mellom bakkene. Dersom du trenger kart/tegningsgrunnlag, kan du kontakte oss.

2. Vindforhold

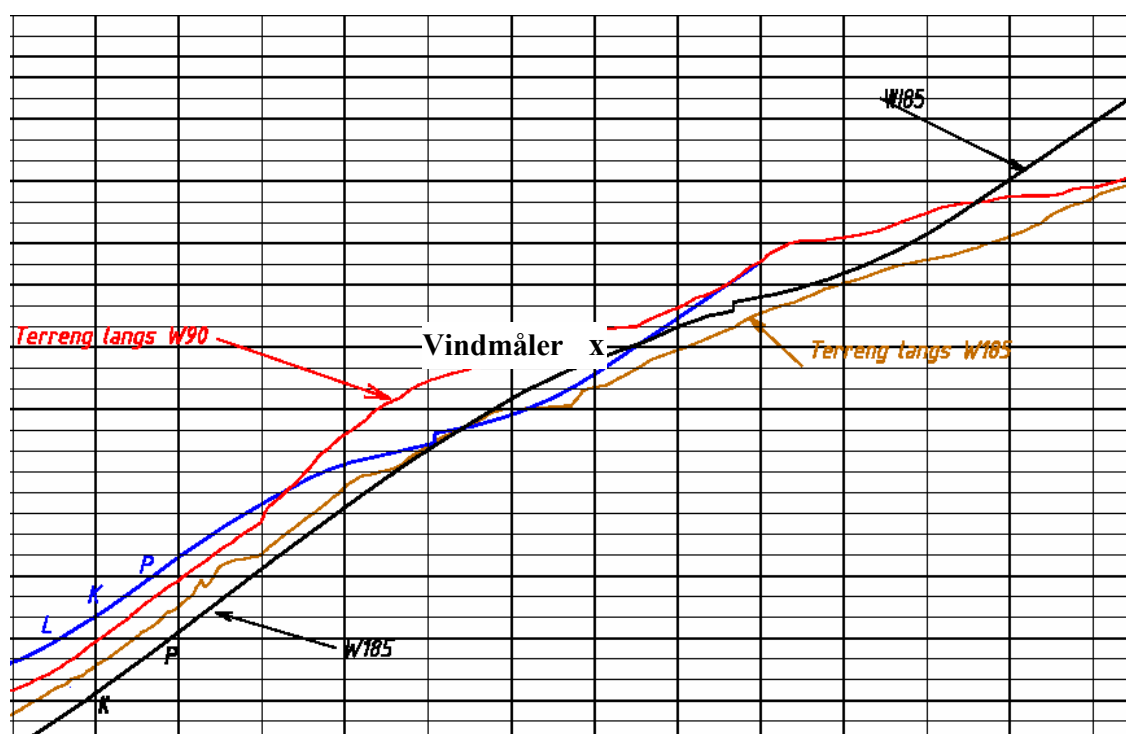
2.1 Rødkleiva

2.1.1. Målestasjoner og representativitet

Målinger i bakken

I perioden 2.2. - 21.10.1999 var det i drift en målestasjon i Rødkleiva. Måleren var montert på en 10 m målemast på området der kulen planlegges i skiflygningsbakken. Dette området ligger litt nedsenket i forhold til terrenget sør for bakken, men dette søkket er planlagt fylt ut i det ferdige bakkeanlegget. Da vil måleren ligge ca. 3 m over kulen, hvilket kan antas å være nær svevkurven.

Bakken var i 1999 bevest med lavt lauvkratt, 0 – 5 m. Begge sidene av unnarennet var bevest med skog, ca. 20 m høyde. Vindmåleren rager således 5 m over krattet, mot 3 m over ferdig planert bakke, mens skogen rundt bakken forventes holdt uendret. Da kan man anta at målingene er brukbart representative for svevkurven over kulen.

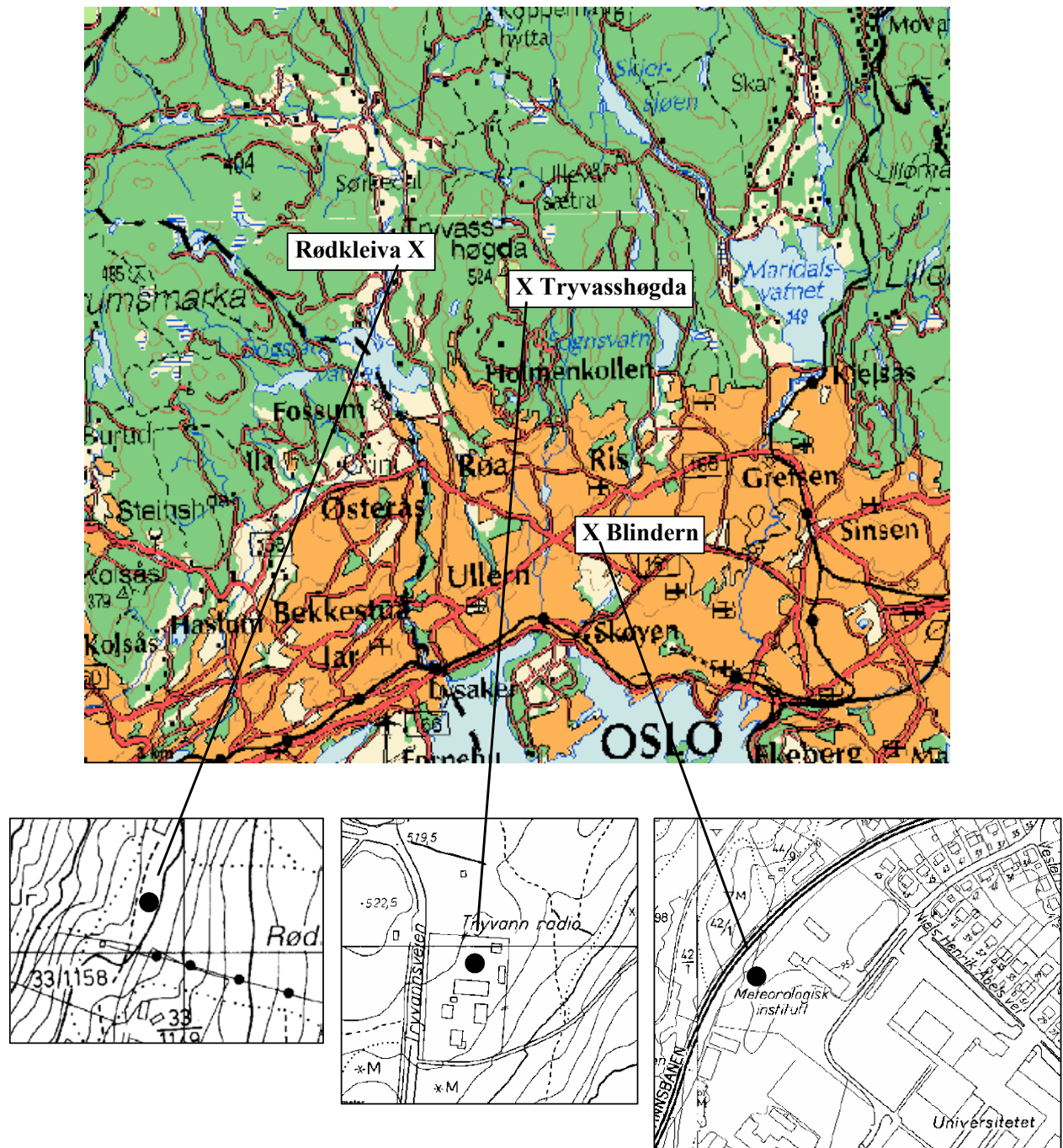


Figur 1. Skisse av de planlagte hoppbakkene i Rødkleiva. Det er 5 m mellom høydestreken. Lys brun linje viser dagens terrennglinje i skiflygningsbakken, sort linje ferdig planert bakke.

Andre målestasjoner

Det eksisterer målestasjoner på Blindern og Tryvasshøgda som kan brukes til å ekstrapolere måleserien til en langtidsserie. Måleren på Tryvasshøgda står nærmest. Dessverre er den plassert på gårdsplassen på den gamle radiostasjonen (Figur 2). Målemasten er der 10 m, mens bygningen på sørsiden er høyere enn dette og rett nord for målepunktet er det en serie grantrær på over 20 m høyde. Måleren viser derfor i snitt lavere middelvind enn på Blindern

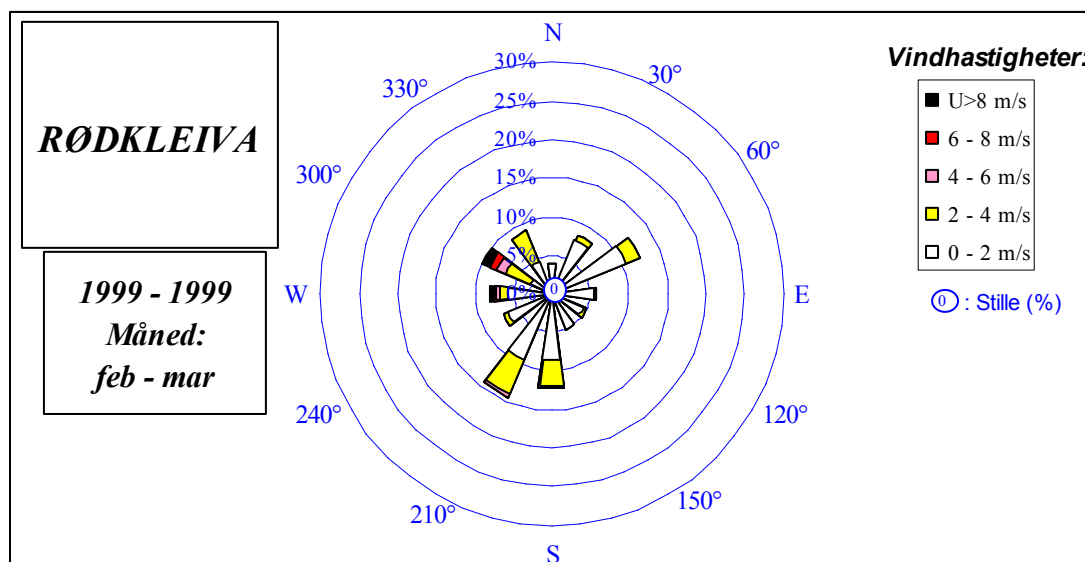
til tross for beliggenheten nær en markert topp i terrenget. Dertil kommer den meget ujevne eksponeringen. Stasjonen er derfor ikke brukbar som referansestasjon.



Figur 2. Aktuelle målestasjoner, Rødleiva, Tryvasshøgda og Blindern, for vurdering av vindforholdene i Rødleiva

Målestasjonen på Blindern ligger nær bygningene til Meteorologisk Institutt. Disse bygningene er opp til 20 m høye. I tillegg er det høye trær i området. Måleren er derfor plassert på en 26 m høy målemast, en målehøyde som kan antas være 10 m over en typisk "nullplansflate", dvs. en flate der det logaritmiske vindprofil "starter". Målepunktets frie beliggenhet over lokale bygninger og trær gjør at måleren er velegnet som referansestasjon.

2.1.2. Frekvensstatistikk fra Rødkleiva



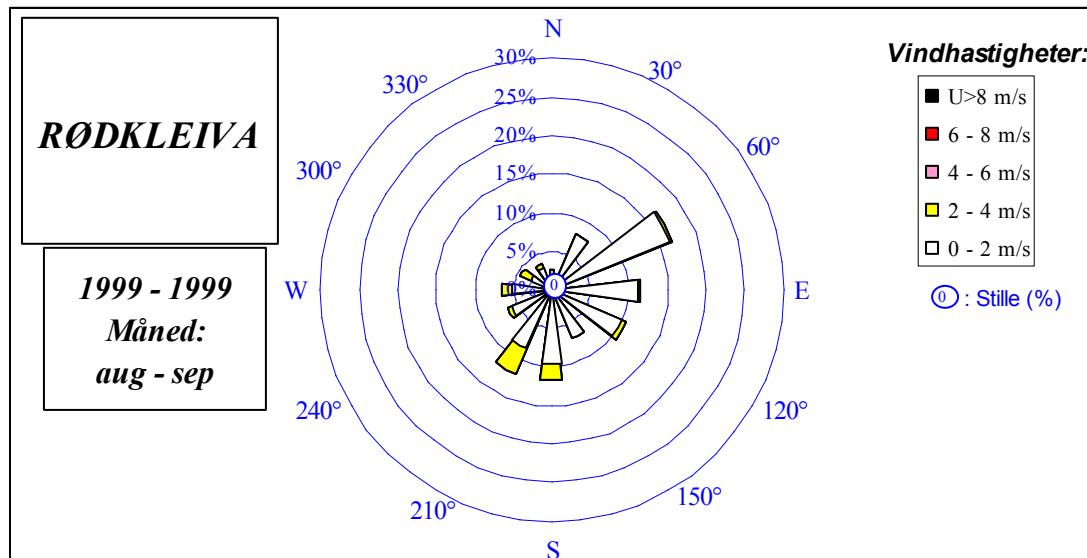
VINDSTATISTIKK FOR RØDKLEIVA

Frekvenstabell: Rødkleiva												År: 1999 til 1999		
N = 8268 144 obs/døgn												Måned: feb til mar		
Sekt. °	0-2 m/s	2-4 m/s	4-6 m/s	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s	12-14 m/s	14-16 m/s	16-18 m/s	18-20 m/s	>20 m/s	% sum	U m/s	Std m/s
360	3.8	0.2										4.0	0.97	0.55
30	7.5	0.8										8.4	1.16	0.59
60	10.5	1.6										12.1	1.28	0.59
90	5.5	0.1										5.6	1.05	0.51
120	4.5	0.3										4.8	1.02	0.61
150	4.9	0.1										5.0	0.97	0.49
180	8.7	3.2	0.3									12.2	1.66	0.96
210	9.3	4.7	0.4									14.4	1.74	1.01
240	6.1	0.6	0.0									6.7	1.17	0.64
270	5.6	1.1	0.5	0.3	0.2	0.1		0.1				8.0	2.14	2.57
300	3.2	3.2	1.4	1.0	0.6	0.3	0.1					9.9	3.66	2.97
330	4.4	4.4	0.1									8.9	2.03	0.90
Skift												0.0		
Stille	0.1											0.1		
Sum	74.1	20.4	2.7	1.4	0.8	0.4	0.1	0.1				100.0	1.69	1.57

Figur 3 Vindfordeling i Rødkleiva i februar – mars 1999.

Figuren viser frekvensfordeling av vindfordelingen i februar – mars 1999. Vi ser her at det er svak vind i bakken, bare 1.7 m/s i gjennomsnitt. Videre ser vi at den vanligste vinden kommer fra sør til sørsørvest (180 – 210°) og at det også er en dominerende sektor fra nordøst

(40 – 60°). Begge disse retningene får imidlertid mest svak vind, typisk 0-4 m/s fra sørsørvest og 0-2m/s fra nordøst. Det kommer også en del vind fra nordvest (270 – 330°). Til forskjell fra de vanligste retningene kan vest og nordvestvinden bli sterk og det er registrert 15 m/s som maksimum 10 min middelvind i februar 1999. Søroestlig vind, samt rent nordlig vind er sjelden.

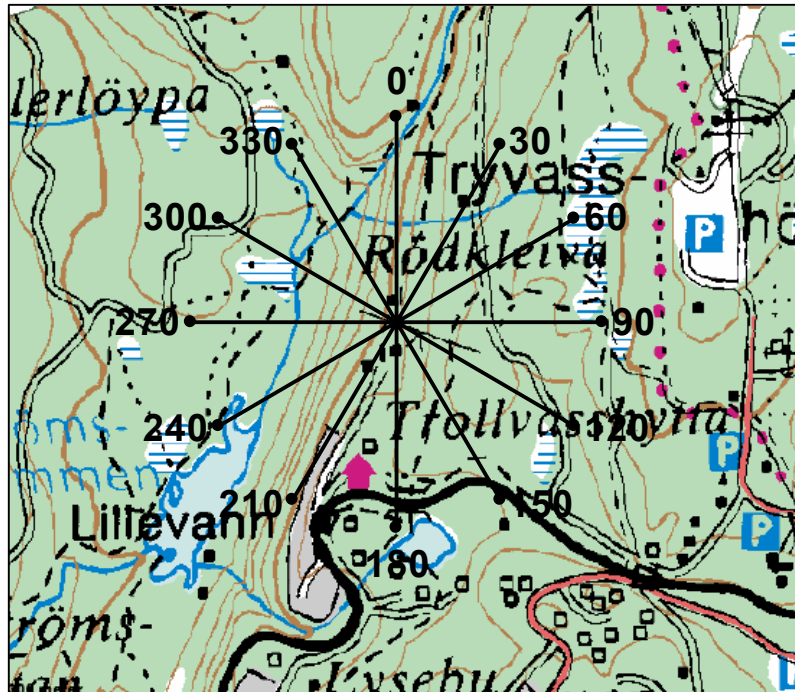


VINDSTATISTIKK FOR RØDKLEIVA

Frekvenstabell: Rødkleiva												År: 1999 til 1999		
N = 8784 144 obs/døgn												Måned: aug til Sep		
Sekt. °	0-2 m/s	2-4 m/s	4-6 m/s	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s	12-14 m/s	14-16 m/s	16-18 m/s	18-20 m/s	>20 m/s	% sum	U m/s	Std m/s
360	2.7											2.7	0.70	0.31
30	7.8											7.8	0.91	0.33
60	16.5	0.4										16.8	1.16	0.44
90	11.2	0.2										11.4	1.00	0.43
120	9.9	0.3										10.3	1.05	0.47
150	6.6	0.0										6.6	0.83	0.37
180	9.6	1.9										11.5	1.31	0.69
210	8.2	3.8	0.0									12.0	1.66	0.77
240	5.8	0.5										6.3	1.21	0.54
270	5.2	1.2	0.0									6.4	1.32	0.81
300	2.9	1.4	0.1									4.4	1.60	1.05
330	3.2	0.4										3.6	1.14	0.66
Skift												0.0		
Stille	0.3											0.3		
Sum	89.7	10.1	0.1									100.0	1.18	0.64

Figur 4 Vindfordeling i Rødkleiva i august 1999.

I august 1999 var det også mye vind fra nordøst, men også en del fra øst og sørøst. Det var fortsatt mye vind fra sør og sørsørvest, men det var mindre vind fra vest og nordvest enn i februar – mars. Det var meget svake vinder, ingen registreringer over 6 m/s i august 1999.



Figur 5 Rødkeiva sett i forhold til kompassretninger

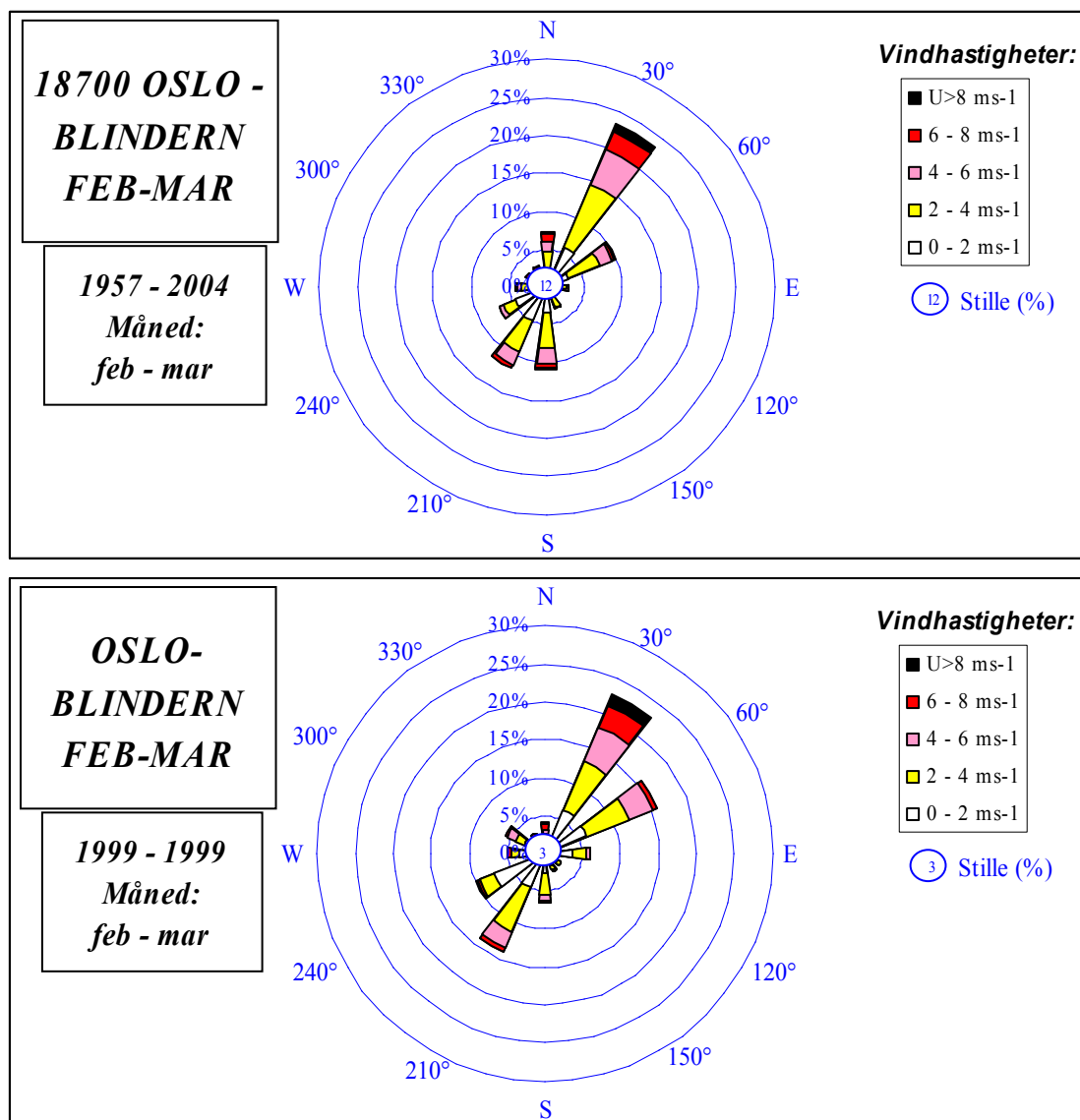
Av figur 5 ser vi at den dominerende retningen fra sør og sørsørvest stryker langs terrenget og kommer inn i bakken som en sidevind. Vinden har passert over skog og har derved blitt bremsset. Merk at skoghøyden er vesentlig høyere enn måleren og at det ikke er langt til skogkanten. En må derfor anta at vinden er mye friskere i nivå med tretoppene og at skogen fungerer som en vindskjerming for bakken.

Vi ser videre at vind fra 40° til 60° kommer litt på skrå nedover. Den er svak og er nok i stor grad et sig av kald luft. Om sommeren er det også en del sig ned fra øst og sørøst.

Figuren viser også tydelig at vest og nordvestvind kommer fritt inn i bakken.

2.1.3. Kobling til langtidsstatistikk

Vintermånedene er de mest kritiske for hyppighet av sterk vind i bakken, derfor er det sett litt på hvorledes perioden i 1999 henger sammen med en lengre rekke.



Figur 6 Vindfordeling på Blindern i februar – mars

Vi ser at perioden februar - mars 1999 var ikke svært forskjellig fra langtidsmiddelet. Noe mer av den svake vinden var helt stille i langtidsmiddelet, dette har antagelig med målerutstyret å gjøre. Videre var det litt mindre sørlig vind og litt mer sørvestlig i 1999 enn i det lange løp.

Blindern

Referensestasjon

Kortidsfordeling**Langtidsfordeling**

Observert		Blindern U	Blindern dd	Blindern U	Blindern dd
360	1	3.21	4.0 %	3.36	7.3 %
30	2	3.87	22.8 %	3.50	23.3 %
60	3	2.78	15.7 %	2.73	9.7 %
90	4	1.94	5.9 %	2.03	2.8 %
120	5	1.50	2.4 %	1.85	1.7 %
150	6	1.85	2.5 %	2.13	3.2 %
180	7	2.51	6.4 %	2.84	10.8 %
210	8	2.87	14.1 %	2.52	11.7 %
240	9	1.73	9.7 %	1.96	6.8 %
270	10	2.21	5.0 %	2.28	4.2 %
300	11	2.35	5.6 %	3.18	3.2 %
330	12	3.24	2.9 %	3.32	3.0 %
Stille	0	0.00	2.9 %	0	12.4 %
Snitt		2.71	100.0 %	2.51	100.0 %

Rødkeiva

Prosjektstasjon

Kortidsfordeling**Estimert****langtidsfordeling**

Estimert		U	dd	Rødkeiva U	Rødkeiva dd
360	1	0.94	4.4 %	0.94	4.2 %
30	2	1.12	8.3 %	1.04	8.5 %
60	3	1.33	12.6 %	1.24	11.0 %
90	4	1.06	5.5 %	1.04	3.9 %
120	5	1.01	5.3 %	1.02	5.3 %
150	6	0.98	4.8 %	0.98	5.7 %
180	7	1.66	11.8 %	1.68	14.6 %
210	8	1.68	13.5 %	1.61	14.0 %
240	9	1.03	5.5 %	1.09	6.7 %
270	10	2.11	8.9 %	2.27	8.0 %
300	11	3.67	9.7 %	4.27	8.1 %
330	12	2.11	9.4 %	2.22	10.1 %
Stille	0	0.00	0.1 %	0	0.1 %
Snitt		1.68	100.0 %	1.71	100.0 %

Tabell 1.

Estimert vindfordeling på Rødkeiva i februar – mars ved Blinderndata.

Målingene ved Blindern kort (2.2-21.10.99) og lang (1957-2004) periode er benyttet som referanse. Måleperioden i Rødkeiva er utvidet til lang periode ved hjelp av referansestasjonen etter anerkjente metoder benyttet ved målekampanjer vedrørende vindenergiundersøkelser (Harstveit, K: "Estimating long-term wind distribution from short-term data set using a reference station." European Wind Energy Conference, EWEC, London, 22-25. november 2004). Vi ser her at det var litt høyere middelvind i nordvestlig sektor i det lange løp, men også samtidig litt mindre forekomst i sektoren totalt, slik at det ikke er stor forskjell på forekomst av sterk vind.

Siden det er relativt liten forskjell på lang og kort måleperiode, kan vi gjøre en sammenligningsanalyse mellom Blindern og Rødkeiva i den tro at analysen også er gyldig i det lange løp.

DBli	DRød													Totalt
	Stille	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	
Stille		5	9	7	2	13	9	13	12	13	9	5	10	107
360		30	32	39	12	9	10	9	2	5	5	24	97	274
30	30	102	244	504	177	94	69	56	26	11	16	38	92	1459
60	5	63	138	265	145	71	33	24	12	14	20	34	43	867
90	3	10	12	55	74	59	16	15	10	14	12	9	20	309
120		12	6	10	17	38	14	10	12	10	10	9	11	159
150		4	3	4	7	22	29	38	30	16	13	10	11	187
180		6	6	5	8	39	67	211	250	39	29	30	9	699
210	2	5	7		6	28	44	190	463	153	145	57	18	1118
240	2	3	7	12	9	10	12	48	121	110	148	31	25	538
270	1	7	2	7	3	2	9	23	25	18	51	47	19	214
300		2	2	4	2	4	5	9	19	9	23	92	13	184
330		2	2	8	1	3	4	3	5	2	4	32	28	94
Totalt	43	251	470	920	463	392	321	649	987	414	485	418	396	6209

Tabell 2. Samtidig forekomst av vind i hele perioden, 2.2. – 21.10.1999 for Rødkeiva og Blindern. Tabellen bygger på 1 måling pr. time.

Tabell 2 viser at når det er stille på Blindern kan det være hvilken som helst retning i Rødkeiva. Det er oftere stille i Rødkeiva enn på Blindern. Når det er stille i Rødkeiva er det 30-40° på Blindern. Typisk nordøstvind på Blindern ligger på 30-40°, denne er dreiet til 50-60° i Rødkeiva. Sørøstlig vind er sjelden begge steder, men sjeldnest på Blindern.

Når det er nordøstlig vind på Blindern er det oftest 50-60° i Rødkeiva, men det er tydelige innslag også fra andre retninger. Sør og sørvest (170-220°) på Blindern gjenfinnes i Rødkeiva. Vest og nordvest er hyppigere i Rødkeiva enn på Blindern og er ikke lett koblet for de to stedene, unntatt at en del sørvest gjenfinnes som vestlig vind i Rødkeiva.

Vi tar så for oss tilfelle med litt sterkere vind. Vi tar alle tilfelle med vind over 3 m/s på de to stedene, og får følgende tabell:

Antall av URød/UBli	DRød								
	DBli	150	180	210	240	270	300	330	Totalt
360							8	31	39
30								1	1
150					1				1
180		4	11						15
210	1	13	39	3	11	1			68
240			1	1	19	4			25
270					14	22			36
300					8	49			57
330					1	16	7		24
Totalt	1	17	51	4	54	100	39		266

Tabell 3. Samtidig forekomst av vind i hele perioden, 2.2. – 21.10.1999 for Rødkleiva og Blindern for de tilfellene der middelvinden begge steder overstiger 3.0 m/s. Tabellen bygger på 1 måling pr. time.

Gjennomsnitt av URød/UBli	DRød								
	DBli	6	7	8	9	10	11	12	Snitt
360							1.02	0.58	0.67
30								0.58	0.58
150									
180		0.63	0.57						0.58
210	0.69	0.75	0.71	0.58	0.96	1.20			0.76
240			0.45	0.57	1.03	1.18			1.01
270					1.06	1.30			1.21
300					1.23	1.28			1.27
330					1.99	0.95	0.71		0.93
Snitt	0.69	0.72	0.67	0.58	1.07	1.21	0.61		0.95

Tabell 4. Forholdstall mellom snitthastigheten i Rødkleiva og Blindern for de tilfellene der middelvinden begge steder overstiger 3.0 m/s. Tabellen bygger på 1 måling pr. time, 2.2. – 21.10.1999.

Tabell 3 og 4 viser at det er en del tilfelle over 3 m/s begge steder i sør og sørvest, men flest i nord og nordvestlig sektor. Vi ser at overføringskoeffisienten fra Blindern til Rødkleiva ligger på 1.24 for vest – nordvest, 1.0 ved 240°, mens den faller til 0.76 ved 210° og 0.58 ved rent sørlig vind og rent nordlig vind. Dette forsterker inntrykket av at bakken er godt skjermet for alle retninger unntatt vestsørvest til nordvest. Ved vest og nordvest er det 25% sterkere vind i bakken enn på Blindern.

Vindstatistikken for Blindern gir Weibulkoeffisienter som bestemmer den statistiske fordelingen. Ved å bruke disse koeffisientene kan det lett beregnes forekomst av vind over en gitt grense, med Blinderndelen i Tabell 5 som resultat. Koeffisientene i tabell 4 (snitt – kolonne) benyttes deretter. De benyttes til å multiplisere skala-koeffisienten i Weibulfordelingen og ta ut nye tall med de nye koeffisientene, og Rødkleivadelen av tabell 5 framkommer.

Prosentvis overskridelse av vindhastigheter fra 3 til 5 m/s på Blindern, feb - mars, (1957-2004)											
	>3.00	>3.20	>3.40	>3.60	>3.80	>4.00	>4.20	>4.40	>4.60	>4.80	>5.00
360	3.2 %	3.0 %	2.8 %	2.6 %	2.4 %	2.2 %	2.1 %	1.9 %	1.8 %	1.6 %	1.5 %
30	10.9 %	9.9 %	9.1 %	8.2 %	7.4 %	6.7 %	6.0 %	5.4 %	4.8 %	4.3 %	3.8 %
60	3.6 %	3.2 %	2.9 %	2.5 %	2.2 %	2.0 %	1.7 %	1.5 %	1.3 %	1.1 %	1.0 %
90	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
120	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
150	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
180	4.4 %	4.0 %	3.6 %	3.2 %	2.8 %	2.5 %	2.2 %	1.9 %	1.7 %	1.4 %	1.3 %
210	3.8 %	3.3 %	2.9 %	2.5 %	2.2 %	1.9 %	1.6 %	1.4 %	1.1 %	1.0 %	0.8 %
240	0.5 %	0.3 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
270	1.0 %	0.9 %	0.8 %	0.7 %	0.7 %	0.6 %	0.6 %	0.5 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %
300	1.0 %	0.9 %	0.9 %	0.8 %	0.8 %	0.7 %	0.7 %	0.6 %	0.6 %	0.5 %	0.5 %
330	1.2 %	1.1 %	1.1 %	1.0 %	1.0 %	0.9 %	0.9 %	0.8 %	0.8 %	0.8 %	0.7 %
SUM	30.9 %	27.8 %	25.1 %	22.5 %	20.2 %	18.1 %	16.1 %	14.4 %	12.8 %	11.3 %	10.1 %
Prosentvis overskridelse av vindhastigheter fra 3 til 5 m/s på Rødkleiva, feb - mars, (1957-04)											
	>3.00	>3.20	>3.40	>3.60	>3.80	>4.00	>4.20	>4.40	>4.60	>4.80	>5.00
360	1.9 %	1.7 %	1.5 %	1.3 %	1.1 %	1.0 %	0.9 %	0.8 %	0.7 %	0.6 %	0.5 %
30	3.3 %	2.6 %	2.1 %	1.6 %	1.2 %	1.0 %	0.7 %	0.5 %	0.4 %	0.3 %	0.2 %
60	0.4 %	0.3 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
90	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
120	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
150	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
180	1.1 %	0.9 %	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.3 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %
210	1.9 %	1.6 %	1.3 %	1.0 %	0.8 %	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %
240	0.5 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
270	1.2 %	1.1 %	1.1 %	1.0 %	0.9 %	0.8 %	0.8 %	0.7 %	0.7 %	0.6 %	0.6 %
300	1.3 %	1.2 %	1.1 %	1.1 %	1.0 %	1.0 %	0.9 %	0.9 %	0.8 %	0.8 %	0.7 %
330	1.1 %	1.1 %	1.0 %	1.0 %	0.9 %	0.9 %	0.8 %	0.8 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %
SUM	13.4 %	11.3 %	9.5 %	8.1 %	6.8 %	5.9 %	5.0 %	4.4 %	3.8 %	3.4 %	3.0 %

Tabell 5. Prosentvis overskridelse av vinden på Blindern (1957-04) ut fra data, og tilsvarende estimerte verdier for Rødkleiva framkommet fra data og en sammenligningsanalyse med Blindern.

For august viser målingene fra Rødkleiva viser at det er meget få tilfelle over 4 m/s. Koblingen til langtidstatistikk er da ikke enkel, og dette er ikke gjort.

2.1.4. Turbulens

Beregningene hittil har konsentrert seg om middelvindforhold. Men vinden er aldri helt jevn, og graden av vindvariasjon innenfor en typisk midlingsperiode er et uttrykk for vinduroen, eller turbulensen. Det er flere måter å uttrykke dette på. Et vanlig mål er et skalert standardavvik, σ_u/U , der σ_u er standardavviket og U middelvinden. Her ser vi at dette tallet øker med standardavviket, dvs. med variasjonen rundt middeltilstanden.

d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gf, U>2 m/s	2.31		2.89	2.90	2.53	2.40	1.94	2.20	1.55	1.79	1.63	1.54	1.76		1.96	2.28	2.32	2.32
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	2.37	2.40	2.40	2.32	2.24	2.21	2.11	2.01	1.87	1.72	1.69	1.76	1.90	2.07	2.41	2.65	2.82	2.62
																		Snitt
																		2.17

Tabell 6. Kastfaktor i Rødkleiva i retningsgrupper samler opp i bokser på 10°.

σ_u	u																Totalt
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0	0.04	0.53	0.97														0.24
1	0.30	0.54	0.92														0.50
2	0.29	0.54	0.93														0.50
3	0.28	0.57	1.01														0.55
4	0.26	0.60	1.07	1.38													0.62
5	0.26	0.56	0.91	1.23													0.59
6	0.25	0.48	0.75	1.00													0.52
7	0.25	0.39	0.53	0.74													0.40
8	0.24	0.36	0.46														0.36
9	0.24	0.44	0.65	0.52													0.43
10	0.25	0.48	0.58	0.68													0.46
11	0.25	0.51	0.54	0.55													0.48
12	0.28	0.51	0.53	0.55													0.47
13	0.26	0.50	0.60														0.47
14	0.25	0.50	0.66														0.47
15	0.25	0.50	0.73														0.47
16	0.25	0.50	0.82	1.42													0.49
17	0.26	0.54	0.89	1.03													0.59
18	0.25	0.57	0.93	1.25	1.77	1.62											0.70
19	0.27	0.60	0.98	1.34	1.66	2.00											0.86
20	0.27	0.61	1.01	1.41	1.75	2.00											0.98
21	0.28	0.61	0.99	1.37	1.71												0.88
22	0.27	0.58	0.94	1.28	1.48												0.79
23	0.29	0.55	0.88	1.20	1.38												0.68
24	0.29	0.52	0.83	1.17	1.34												0.63
25	0.26	0.51	0.77	1.13	1.49												0.61
26	0.27	0.48	0.77	1.08	1.31	1.62	1.99										0.62
27	0.26	0.43	0.73	0.95	1.19	1.53	1.52	1.65	2.15								0.60
28	0.25	0.39	0.68	0.91	1.05	1.26	1.48	1.56	1.62	1.95	2.03	2.37			3.03	3.09	0.72
29	0.24	0.44	0.72	0.94	1.10	1.24	1.47	1.57	1.75	1.99	2.34	2.21	2.45	2.36	3.18		0.88
30	0.24	0.48	0.77	0.91	1.06	1.32	1.51	1.82	1.99	2.27	2.52	2.54	2.52	2.92			0.91
31	0.25	0.51	0.76	0.94	1.16	1.40	1.91	2.08	2.23		2.74	2.65					0.80
32	0.27	0.54	0.82	1.04	1.36	1.77	1.80										0.78
33	0.29	0.59	0.89	1.33	1.85	2.25	2.79										0.90
34	0.29	0.59	0.92	1.53	2.00	2.21											0.79
35	0.29	0.58	0.97	1.43													0.61
36	0.28	0.56	1.00	1.39													0.53
Totalt	0.25	0.52	0.86	1.21	1.35	1.47	1.53	1.68	1.87	2.11	2.27	2.46	2.47	2.67	3.07	3.09	0.65

Tabell 7. Standardavvik i Rødkleiva i retningsgrupper samler opp i bokser på 10° og 1 m/s

Den skalerte størrelsen er grei å benytte fordi den over en viss hastighet er tilnærmet uavhengig av hastigheten, og ved typisk sterk vind i det bakkenære sjikt er en terreng-egenskap. Den er også relatert til kastfaktoren, som er høyeste kast med gitt varighet, vanligvis 3 sekunder, dividert på middelvinden. Over sjø er en slik kastfaktor 1.35, over en flyplass 1.5 og i skog ca. 2.0. I Rødkleiva er verdien 2.17 i snitt for vind over 2 m/s, hvilket tydelig viser skogens betydning. En kastfaktor på 2.17 betyr at det kan forventes et vindkast på 8.7 m/s innenfor et intervall på 10 minutter når middelvinden er 4 m/s. Dette betyr også at det ligger tydelige vindskjær rett over området, dvs. at vinden øker mye med høyden.

Tabell 6 viser at det er kastfaktorer godt over 2.0 unntatt for vind som blåser rett nedover bakken (090 – 130°) og vind som blåser rett oppover (270 – 300°).

For skihopperen må det imidlertid antas at det er den absolutte turbulensintensiteten, dvs. standardavviket selv, som har betydningen for hopperens mulighet for å gjennomføre et sikkert hopp. Dette øker med hastigheten og får derfor en annen fordeling enn tabell 6. Tabell 7 viser at standardavviket er høyt i en del tilfelle i sektor 260 – 330°.

2.1.5. Døgnlig gang

En analyse av Blinderndata med skydekke som indikator viser at det ikke er lett å skille på dette. Dette skyldes flere forhold. For det første er klarvær også et vanlig fenomen når høydevindfeltet er rettet sørvest til nord, dvs. at luftstrømmen har passert over Langfjellene. Da inntreer skyoppløsning. Vinden over Østlandet er da ikke lett å forutsi, fordi det i mange slike tilfelle oppstår fjellbølger, og disse er en funksjon både av vindretning, vindhastighet, stabilitet og av høydefordelingen av disse parametrene. Tidvis kan vi derfor få sterk og turbulent vind over hele Østlandet, tidvis bare på spesielle steder. Vanligvis får vi en tydelig temperaturøkning (føneffekt) i slike situasjoner. Men også høytrykksituasjoner gir ofte klarvær, da er det lite vind på bakken og strømmingen langs bakken er styrt av lokale luftstrømmer som søker å utjevne temperaturforskjeller. Men heller ikke dette er enkelt, fordi strømmingene går på forskjellig skala som påvirker hverandre. For eksempel, om ettermiddagen kommer det inn er sør og sørvestlig vind som både skyldes temperaturforskjell land og hav, fjord og dal. Dette kobles da mot skygge og solsider i en dal.

Den greieste metoden for å se på hvorledes vinden går i Rødkleiva er derfor å presentere en tabell der vindretning kobles mot klokkeslett.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Sum
0	1	2	5	2	2	6	2	4	5	0	5	3	0	1	2	3	1	0	2	2	2	7	4	2	63
10°	9	7	7	4	5	4	5	4	3	3	2	6	4	3	2	3	5	4	0	3	7	8	7	4	109
20°	10	6	7	2	3	7	4	11	5	5	7	5	5	5	7	2	5	2	0	3	8	8	4	5	126
30°	12	14	6	9	5	8	14	6	11	4	11	12	16	14	10	10	6	8	7	6	6	11	2	9	217
40°	15	11	18	18	16	13	20	12	17	10	15	14	17	14	16	11	14	12	12	18	14	9	19	14	349
50°	14	19	19	26	22	13	4	10	20	19	29	17	8	10	10	14	15	21	21	21	21	23	27	24	427
60°	17	15	12	15	24	26	22	23	23	13	17	7	12	12	12	7	11	11	18	8	6	13	17	15	356
70°	12	19	13	6	10	11	24	18	10	17	4	3	1	0	5	5	4	4	7	4	11	12	8	10	218
80°	11	10	16	16	12	10	3	6	4	9	4	1	2	0	3	5	4	7	5	10	6	3	13	13	173
90°	8	11	12	6	8	8	18	9	12	8	2	2	0	1	2	5	2	8	10	3	6	8	7	4	160
100°	6	3	6	10	7	7	8	10	9	3	1	3	1	4	5	4	6	3	4	5	9	5	6	5	130
110°	5	4	7	6	4	5	5	11	9	2	1	5	3	5	2	6	7	10	7	6	7	5	8	5	135
120°	2	6	7	6	10	10	3	8	1	2	2	1	1	3	0	5	8	6	14	8	7	6	8	4	128
130°	8	9	7	7	6	6	6	5	1	2	1	1	1	0	2	4	7	13	9	8	8	7	9	6	133
140°	10	6	4	6	6	5	5	5	2	1	1	2	1	1	1	4	3	7	9	10	7	5	5	8	114
150°	7	2	1	1	7	4	9	2	1	2	1	2	3	5	2	2	11	6	7	9	8	7	7	19	125
160°	9	5	8	10	11	9	4	3	4	8	3	2	1	2	1	3	10	12	12	14	17	7	11	8	174
170°	16	14	11	12	6	10	10	6	7	3	7	1	0	2	5	3	4	10	6	13	15	14	16	14	205
180°	21	22	28	17	16	18	13	20	9	5	5	9	3	7	5	11	8	12	14	19	17	21	20	16	336
190°	15	22	18	20	18	22	15	20	15	18	15	14	25	15	11	18	26	24	30	29	16	22	20	21	469
200°	19	24	21	27	22	17	18	26	24	27	31	36	24	34	40	34	33	24	24	26	30	26	20	21	628
210°	14	6	12	14	9	9	13	15	20	11	17	13	19	22	18	19	17	19	11	15	19	6	6	11	335
220°	7	6	8	11	11	3	9	7	16	7	9	11	17	11	13	13	10	14	11	5	5	9	6	9	228
230°	5	8	3	4	10	8	9	5	6	8	10	11	13	13	9	11	9	5	8	7	9	4	10	10	195
240°	6	5	6	3	6	5	3	6	7	9	11	10	17	20	14	11	9	10	6	6	6	9	7	9	201
250°	4	2	2	6	2	7	4	1	6	6	11	20	11	18	16	8	7	5	3	3	3	6	4	2	157
260°	5	3	6	5	4	5	1	7	4	11	12	12	16	14	20	18	15	3	4	3	3	5	8	3	187
270°	2	3	6	4	5	6	7	5	8	22	16	19	18	19	20	19	12	6	3	0	6	6	4	4	220
280°	2	4	3	1	5	4	6	9	12	15	15	16	28	12	13	18	14	23	17	6	6	8	6	12	255
290°	8	8	8	11	7	8	2	8	8	12	15	14	14	21	27	23	20	10	8	3	2	6	5	2	250
300°	8	17	11	11	15	9	14	7	13	14	13	13	16	13	27	21	19	13	13	5	6	7	12	1	298
310°	11	12	7	8	13	16	18	9	5	5	11	12	14	11	7	8	8	12	14	19	10	14	10	13	267
320°	24	14	15	23	11	16	13	18	17	17	12	17	5	7	1	2	5	5	2	17	12	12	11	17	293
330°	5	12	10	6	9	15	6	10	20	25	15	10	4	4	8	4	3	8	8	17	16	8	12	14	249
340°	4	7	7	4	6	7	15	8	5	8	6	14	12	11	5	10	5	5	11	11	10	11	2	7	191
350°	4	2	5	4	7	1	9	5	2	8	4	3	5	6	7	1	3	4	8	1	7	6	5	5	112
360°	6	2	0	1	2	4	1	3	1	3	1	1	5	2	0	3	2	2	3	5	0	4	2	2	55
Ned	161	167	169	164	167	164	149	156	127	112	93	70	62	67	66	96	126	154	173	167	161	158	182	172	3283
Opp	103	106	96	95	107	115	113	105	117	166	154	178	182	174	176	160	136	115	108	106	103	114	105	105	3039
Tvers	77	67	72	81	66	57	78	77	93	64	90	91	98	100	104	89	85	79	65	73	82	69	57	69	1883
KI	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Ned	.47	.49	.50	.48	.49	.49	.44	.46	.38	.33	.28	.21	.18	.20	.19	.28	.36	.44	.50	.48	.47	.46	.53	.50	.40
Opp	.30	.31	.28	.28	.31	.34	.33	.31	.35	.49	.46	.53	.53	.51	.51	.46	.39	.33	.31	.31	.30	.33	.31	.30	.37
Tvers	.23	.20	.21	.24	.19	.17	.23	.23	.28	.19	.27	.27	.29	.29	.30	.26	.24	.23	.19	.21	.24	.20	.17	.20	.23
KI	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Tabell 8 Antall 10 min verdier 2.2.1999 – 31.03.1999 fordelt på klokkeslett og retning
Rødt viser komponent opp bakken og blått komponent ned bakken

Ned	1.0	1.0	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9	1.0	1.1	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2	1.2	1.3	1.1
Opp	2.2	1.7	1.9	2.2	1.9	1.8	1.6	1.9	1.9	1.8	1.4	1.7	1.9	2.1	1.8	1.9	1.9	1.6	2.1	1.9	1.9	1.6	2.1	1.5	1.8
Tvers	1.3	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	1.3	1.5	1.2	1.3	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.0	1.2	1.3
KI	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Tabell 9 Middelvinden gjennom døgnet (m/s), fordelt på sektorgrupper med opp og ned komponent, samt ren tvers vind.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Sum
0	4	2	1	1	6	8	10	14	15	4	3	1	3	1	2	0	4	0	1	3	0	0	0	3	86
10°	8	5	3	5	4	6	9	9	12	7	7	12	10	4	4	6	4	5	3	4	3	4	6	3	143
20°	6	5	7	6	6	18	19	15	19	13	13	8	7	8	13	3	8	3	3	4	1	4	8	6	203
30°	11	5	12	14	6	12	23	32	19	24	19	9	12	11	12	11	6	7	7	3	9	6	5	16	291
40°	7	18	21	33	35	27	30	20	23	14	16	17	8	6	8	11	10	14	9	8	5	7	17	13	377
50°	36	48	44	68	73	74	48	35	20	16	13	19	14	13	11	8	9	13	11	14	9	17	15	24	652
60°	55	52	71	50	62	65	57	30	15	18	9	15	10	14	6	10	8	7	14	19	29	18	28	49	711
70°	39	47	44	51	47	31	31	23	14	6	11	13	10	6	7	5	2	18	18	19	30	36	44	41	593
80°	28	33	14	15	21	14	8	8	7	10	12	12	14	12	10	2	5	9	15	23	27	43	33	26	401
90°	8	11	12	8	10	12	10	16	5	9	7	7	4	10	4	5	14	11	17	16	17	10	14	15	252
100°	11	12	10	19	24	14	15	10	5	7	7	8	3	5	4	6	9	7	13	21	14	22	21	12	279
110°	22	21	34	19	21	12	7	3	6	4	7	6	7	5	5	9	7	2	18	6	18	24	38	26	327
120°	14	15	23	12	10	16	8	6	11	7	6	4	2	3	1	6	4	9	10	12	17	32	30	20	278
130°	17	17	20	11	14	6	5	6	5	5	6	2	4	4	5	5	5	6	8	13	23	38	24	28	277
140°	19	13	11	17	8	4	5	8	7	4	3	2	2	1	5	3	6	4	3	6	23	32	27	20	233
150°	23	11	10	16	14	9	7	2	6	4	3	3	1	3	2	2	1	3	5	10	14	19	21	17	206
160°	19	25	14	22	17	8	7	5	4	1	5	1	1	4	4	3	0	1	5	14	33	24	25	26	268
170°	32	20	28	14	15	17	16	4	1	3	2	2	2	3	5	5	1	4	5	24	30	28	29	27	317
180°	39	39	28	22	23	22	19	20	1	10	8	8	7	2	10	14	5	13	25	39	35	33	27	22	471
190°	32	24	27	19	17	25	23	21	23	15	19	21	24	20	22	21	28	41	66	69	65	42	35	41	740
200°	21	31	25	24	21	27	26	28	34	40	43	49	50	49	46	67	76	75	83	88	41	19	16	23	1002
210°	17	24	21	21	13	14	14	28	32	35	26	44	51	63	67	61	81	78	58	46	23	19	18	9	863
220°	13	12	13	12	9	14	16	11	17	34	34	40	43	48	62	53	52	57	54	18	15	8	6	12	653
230°	10	10	8	8	5	8	13	8	17	18	32	24	36	36	33	31	34	25	12	6	2	3	1	6	386
240°	4	6	5	7	6	12	17	16	19	21	20	24	32	32	23	24	21	14	7	6	6	6	0	3	331
250°	1	3	3	2	8	7	12	18	29	45	52	38	31	31	21	24	17	11	7	1	7	2	4	2	376
260°	1	4	4	6	6	2	5	19	26	31	47	38	38	34	43	35	22	15	6	5	4	1	4	2	398
270°	2	3	3	12	9	7	21	16	30	26	29	39	30	29	27	33	29	23	15	2	6	3	2	1	397
280°	2	2	4	5	6	3	8	19	28	24	22	19	17	22	18	20	22	22	13	8	5	4	0	3	296
290°	4	5	4	4	6	4	7	18	17	18	12	13	14	16	18	22	20	22	12	13	10	14	6	6	285
300°	8	2	1	1	3	6	10	7	15	13	4	11	13	12	9	17	14	7	12	9	10	5	6	5	200
310°	6	11	8	5	2	7	7	18	19	11	16	9	10	11	11	3	6	6	2	3	2	7	9	14	203
320°	15	5	10	8	10	12	14	22	15	12	12	8	11	8	11	5	3	2	4	4	0	5	9	12	217
330°	4	4	4	5	5	10	7	15	14	14	9	12	10	9	12	7	9	3	4	7	5	4	5	7	185
340°	4	4	1	6	3	7	13	9	12	13	7	4	10	8	5	8	6	5	4	3	7	6	12	7	164
350°	6	1	4	2	6	5	5	9	6	10	6	6	8	6	4	6	3	6	2	3	4	4	6	5	123
360°	4	2	0	2	1	7	0	4	4	6	5	4	3	3	2	1	1	4	1	3	3	3	1	0	55
Ned	394	388	390	363	376	329	266	197	130	119	118	123	105	105	101	104	104	148	233	305	384	418	411	394	6005
Opp	79	67	62	78	80	103	148	207	263	269	280	261	273	261	241	242	211	170	104	77	74	71	71	76	3759
Tvers	75	95	99	110	90	112	128	134	144	160	151	167	171	185	208	206	233	234	214	167	94	63	70	79	3389
Kl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Ned	.72	.71	.71	.66	.69	.60	.49	.37	.24	.22	.21	.22	.19	.19	.18	.19	.19	.27	.42	.56	.70	.76	.74	.72	.46
Opp	.14	.12	.11	.14	.15	.19	.27	.38	.49	.49	.51	.47	.50	.47	.44	.44	.39	.31	.19	.14	.13	.13	.13	.14	.29
Tvers	.14	.17	.18	.20	.16	.21	.24	.25	.27	.29	.28	.30	.31	.34	.38	.37	.43	.42	.39	.30	.17	.11	.13	.14	.26
Kl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Tabell 10 Antall 10 min verdier om sommeren fordelt på klokkeslett og retning
Rødt viser komponent opp bakken og blått komponent ned bakken

Ned	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	0.9	1.1	1.0	0.9	1.1	0.9	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	
Opp	1.2	1.6	1.3	1.2	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.5	1.5	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.3	1.3	1.4	1.5	1.3	1.3
Tvers	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.0	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1
Kl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Tabell 11 Middelvinden gjennom et sommerdøgn (m/s), fordelt på sektorgrupper med opp og ned komponent, samt ren tvers vind.

Tabell 8-11 viser at det er tydelige forskjeller gjennom døgnet, for eksempel. Er det 50% sjanse for vind oppover bakken mellom kl 9 og 15 norsk normaltid i februar – mars, mens denne faller ned mot 30 % fra kl. 17. Samtidig øker sjansene for baktrekk fra ca. 20 til opp mot 50%. Om sommeren er tendensen enda større, og omslagspunktet kommer litt senere på ettermiddagen. Ellers kan retningsvis fordeling gjennom døgnet studeres fra tabellene.

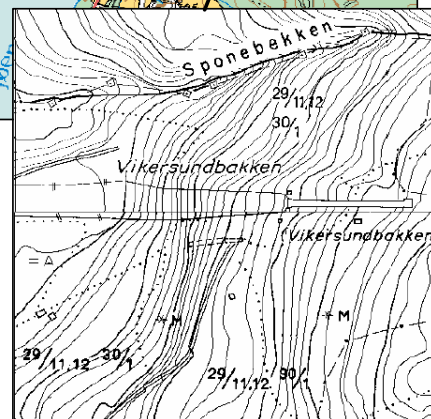
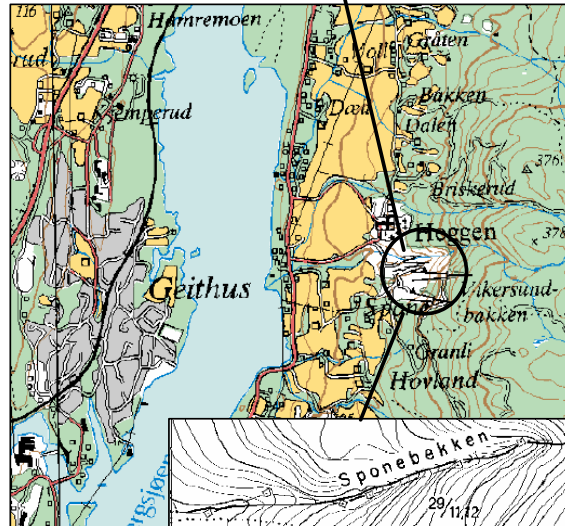
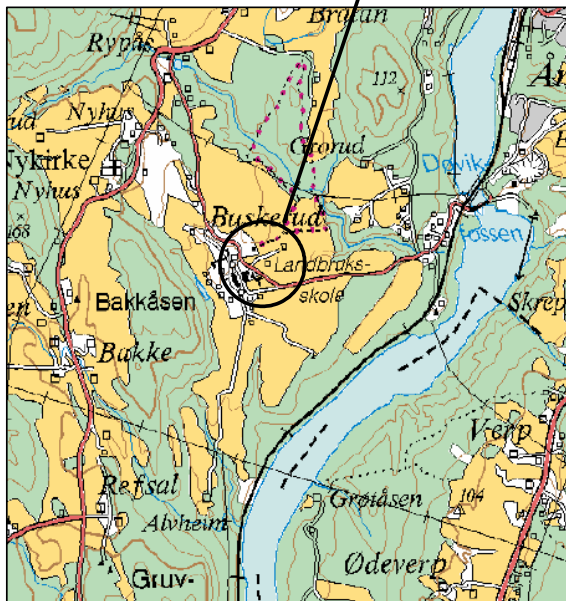
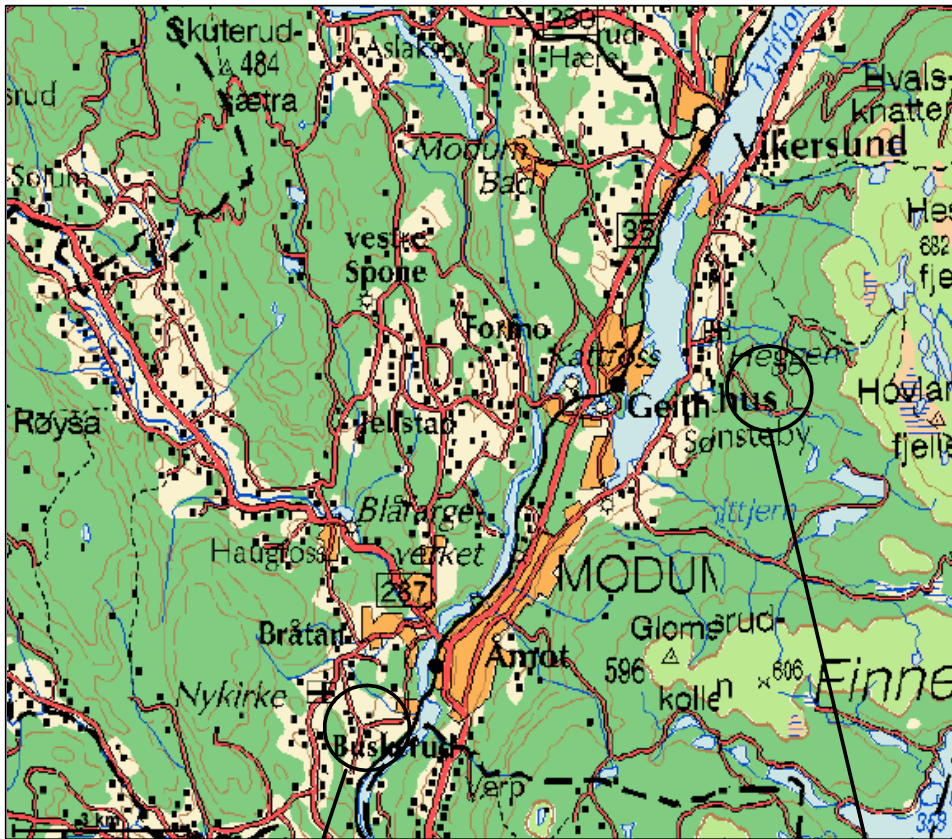
2.2 Vikersund

2.2.1. Målestasjoner og representativitet

Vikersundbakken ligger ved Heggen kirke sør for tettstedet Vikersund i Modum kommune. Vikersund ligger i et nordnordøstlig – sørsørvestlig (030 – 210°) dalføre som i nordøst går over i Tyrifjorden. Det er også noe åpent mot nordvest (320°). Bakken ligger på østsiden av dalføret, fra 150 til 250 moh mens fjordarmen i dalbunnen ligger 63 moh. Det er åpne jorder langs fjorden, og disse går over i skog i cirka 150 moh. Det er en del åpent landskap inn mot kulområdet fra nordvest.

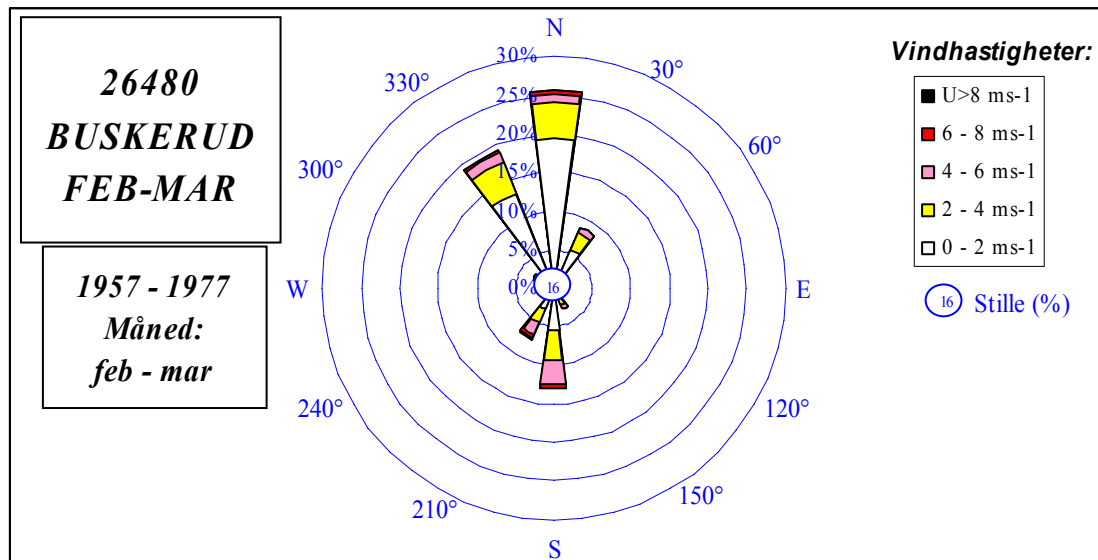
Det er ingen målinger tilgjengelig fra bakken. Nærmeste stasjon med lett tilgjengelige vindobservasjoner er Buskerud landbrukskole. Herfra har vi observasjoner på digital form fra 1957 til 1977. Observasjonene på denne stasjonen er gjort manuelt. Her er opplevd vind og virkningen på vegetasjon omgjort til en verdi på Beauforts vindskala etter en fastsatt tabell. Fordelen med en slik praksis er at observasjonene ikke er skarpt knyttet til et bestemt punkt som kan være skjermet av bygninger etc. Ulempen er at det lett kan danne seg subjektive skalaer og at observasjonene kan være vanskelige å utføre ved turbulente vindforhold. Med dette som forbehold antar vi at observasjonene er representative for et åpent område ved Buskerud landbruksskole.

Landbruksskolen har en beliggenhet i samme dalføret som Vikersundbakken og har dessuten et noe åpent dalføre mot nordvest (330°). Det ligger på en forhøyning, ca. 40 m over dalbunnen. En kan regne med at det er de samme forholdene dersom landbruksskolen var plassert på et tilsvarende ved Vikersund.



Figur. 7 Beliggenhet av Vikersundbakken og klimastasjonen på Buskerud landbrukssole

2.2.2. Frekvensstatistikk



Frekvenstabell: 26480 BUSKERUD feb-mar		År: 1957 til 1977												
N = 3732 2.9 obs/døgn		Måned: feb til mar												
Sekt.	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	>20	%	U	Std
°	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	ms ⁻¹	sum	ms ⁻¹	ms ⁻¹
360	19.5	4.5	1.2	0.4	0.1							25.6	1.57	1.23
30	5.5	2.1	0.8	0.1	0.0							8.5	1.79	1.28
60	0.6	0.1	0.1	0.0								0.8	1.82	1.49
90	0.3	0.3	0.0									0.6	1.89	1.00
120	0.1	0.1	0.1									0.3	2.27	1.33
150	1.4	0.9	0.5									2.8	2.10	1.32
180	5.5	3.9	2.9	0.5								12.8	2.54	1.65
210	2.8	2.1	1.6	0.6	0.2		0.0					7.4	3.03	2.27
240	0.7	0.2	0.3	0.0								1.2	2.25	1.62
270	1.2	0.3	0.2	0.0			0.0					1.7	1.88	1.88
300	2.1	0.5	0.2	0.0			0.0					2.9	1.71	1.56
330	13.3	4.3	1.4	0.3	0.1							19.3	1.72	1.29
Skift												0.0		
Stille	16.1											16.1		
Sum	69.1	19.3	9.1	2.0	0.4		0.1					100.0	1.64	1.58

Figur 8. Frekvensstatistikk fra Buskerud landbrukskole

Figur 8 viser vindfordelingen på Buskerud landbrukskole. Det blåser en del mindre enn på Blindern. Den sterkeste vinden kommer fra sør til sørvest, nordvest og nord. Tabell 8 viser at det var omtrent samme vindforhold for vind over 4 m/s i 1957-1977 som 1957-2004 på Blindern. Dette betyr at vinden ikke har endret karakter fra 1957-77 til 1977-2004. Siden dette gjelder på Blinder, må det også gjelde for Vikersundområdet, fordi avstanden mellom stedene

er mye mindre enn det som skal til for å få ulik tidsutvikling av vindfordelingen. Derved er det av mindre betydning at observasjonene på Buskerud ikke er av nyere dato.

1957-77							1957-04						
Sekt. °	4-6 ms ⁻¹	6-8 ms ⁻¹	8-10 ms ⁻¹	10-12 ms ⁻¹	12-14 ms ⁻¹	14-16 ms ⁻¹	Sekt. °	4-6 ms ⁻¹	6-8 ms ⁻¹	8-10 ms ⁻¹	10-12 ms ⁻¹	12-14 ms ⁻¹	14-16 ms ⁻¹
360	2.2	1.3	0.4	0.2	0.1		360	1.5	0.8	0.2	0.1	0.0	
30	5.8	3.0	1.0	0.2	0.1		30	4.9	2.6	0.9	0.2	0.0	
60	1.1	0.2	0.0				60	1.6	0.4	0.1			
90	0.2	0.0	0.0				90	0.3	0.0	0.0			
120	0.0						120	0.1	0.0	0.0			
150	0.3	0.0					150	0.3	0.0				
180	2.0	0.3	0.1				180	2.2	0.5	0.1			
210	0.8	0.2	0.1				210	1.8	0.5	0.1			
240	0.2	0.1					240	0.4	0.2	0.0	0.0		
270	0.6	0.3	0.1	0.0			270	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	
300	0.5	0.3	0.2	0.1		0.0	300	0.7	0.3	0.1	0.0		0.0
330	0.5	0.3	0.1	0.1			330	0.7	0.3	0.1	0.0		
Sum	14.4	6.1	2.1	0.5	0.1	0.0	Sum	14.9	5.9	1.8	0.4	0.1	0.0

Tabell 8. Fordeling av vind over 4 m/s for perioden 1957-77 og 1957.04 på Blindern

Vi har ingen målinger i bakken som kan gi oss overføringskoeffisienter fra Buskerud landbrukskole. Vi må derfor se litt på terrenget, se litt på overføringen fra Blindern til Rødkleiva og benytte generell kompetanse. Som bakgrunn for en slik vurdering kan nevnes at en har gjort vurderinger av vindforholdene på brusteder en rekke steder i Norge. Ved mer konkrete planer er det en del steder gjort målinger, og disse vurderingene har da vist seg ganske gode.

Sekt. °	Buskerud		Blindern
	Nå	Ombygget	
360	1	0.8	0.67
30	0.8	0.7	0.58
60	0.6	0.6	
90	0.6	0.6	
120	0.6	0.6	
150	0.6	0.6	
180	0.8	0.6	0.58
210	1	0.8	0.76
240	1	1	1.01
270	1.25	1.25	1.21
300	1.25	1.25	1.27
330	1.25	1.25	0.93

Tabell 9. Antatte overføringskoeffisienter ved sterk vind fra Buskerud landbrukskole til Vikersundbakken, samt Blindern til Rødkleiva, øvre del av unnarennet.

Prosentvis overskridelse av vindhastigheter fra 3 til 5 m/s på Buskerud, feb-mar, (1957-1977)											
	>3.00	>3.20	>3.40	>3.60	>3.80	>4.00	>4.20	>4.40	>4.60	>4.80	>5.00
360	2.6 %	2.2 %	2.0 %	1.7 %	1.5 %	1.4 %	1.2 %	1.1 %	0.9 %	0.8 %	0.7 %
30	1.3 %	1.2 %	1.0 %	0.9 %	0.8 %	0.7 %	0.6 %	0.5 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %
60	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
90	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
120	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
150	0.7 %	0.6 %	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %
180	4.5 %	4.1 %	3.8 %	3.6 %	3.3 %	3.1 %	2.8 %	2.6 %	2.4 %	2.2 %	2.1 %
210	3.0 %	2.8 %	2.7 %	2.5 %	2.3 %	2.2 %	2.1 %	2.0 %	1.8 %	1.7 %	1.6 %
240	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
270	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
300	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %
330	2.6 %	2.3 %	2.1 %	1.8 %	1.6 %	1.4 %	1.3 %	1.1 %	1.0 %	0.9 %	0.8 %
SUM	15.9 %	14.5 %	13.2 %	12.0 %	10.9 %	9.9 %	9.1 %	8.3 %	7.6 %	6.9 %	6.3 %
Prosentvis overskridelse av vindhastigheter fra 3 til 5 m/s fra Buskerud, feb-mar, (1957-1977), antatt i dagens Vikersundbakke											
	>3.00	>3.20	>3.40	>3.60	>3.80	>4.00	>4.20	>4.40	>4.60	>4.80	>5.00
360	2.6 %	2.2 %	2.0 %	1.7 %	1.5 %	1.4 %	1.2 %	1.1 %	0.9 %	0.8 %	0.7 %
30	0.8 %	0.7 %	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
60	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
90	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
120	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
150	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
180	3.4 %	3.1 %	2.8 %	2.5 %	2.3 %	2.1 %	1.9 %	1.7 %	1.6 %	1.4 %	1.3 %
210	3.0 %	2.8 %	2.7 %	2.5 %	2.3 %	2.2 %	2.1 %	2.0 %	1.8 %	1.7 %	1.6 %
240	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
270	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
300	0.5 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %
330	3.8 %	3.5 %	3.1 %	2.8 %	2.6 %	2.3 %	2.1 %	1.9 %	1.7 %	1.6 %	1.4 %
SUM	15.0 %	13.6 %	12.3 %	11.2 %	10.2 %	9.3 %	8.4 %	7.7 %	7.0 %	6.4 %	5.8 %
Prosentvis overskridelse av vindhastigheter fra 3 til 5 m/s på Buskerud, feb-mar, (1957-1977), antatt i ombygget Vikersundbakke											
	>3.00	>3.20	>3.40	>3.60	>3.80	>4.00	>4.20	>4.40	>4.60	>4.80	>5.00
360	1.6 %	1.4 %	1.2 %	1.0 %	0.9 %	0.7 %	0.6 %	0.5 %	0.5 %	0.4 %	0.3 %
30	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
60	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
90	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
120	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
150	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
180	2.1 %	1.8 %	1.6 %	1.4 %	1.2 %	1.1 %	0.9 %	0.8 %	0.7 %	0.6 %	0.6 %
210	2.4 %	2.2 %	2.0 %	1.9 %	1.8 %	1.6 %	1.5 %	1.4 %	1.3 %	1.2 %	1.1 %
240	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
270	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
300	0.5 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.2 %
330	3.8 %	3.5 %	3.1 %	2.8 %	2.6 %	2.3 %	2.1 %	1.9 %	1.7 %	1.6 %	1.4 %
SUM	11.9 %	10.7 %	9.6 %	8.6 %	7.7 %	6.9 %	6.2 %	5.6 %	5.1 %	4.6 %	4.2 %

Tabell 10. Frekvens av vind over visse grenser på Buskerud landbrukskole, overført til dagens Vikersundbakke og til bakke etter planlagt ombygging.

Det kan se ut som at landbrukskolen og Vikersundbakken i stor grad skal ha en innbyrdes relasjon som Blindern og Rødkleiva, forutsatt at bakkene har samme grad av lokal skjerming for sidevind. Dette antas oppnådd ved ombygging av bakken, dog er koeffisienten for 270-300° utvidet til også å gjelde 330°. Ved nordlig til nordnordøstlig vind gjør lokalforholdene at koeffisienten ligger litt høyere i Vikersund. Ved østlige og sørøstlige vinder er koeffisienten ved noe mer skjerming, 0.6, benyttet. Forskjellen mellom dagens bakke og ombygget bakke vil komme ved sidevind på 360 – 030° og 180 – 210°, koeffisientene er da lagt 10 - 20% opp i dagens bakke, slik at de ved nord og sørvest gir lik vind på Buskerud og Vikersund. Her kan kanskje CFD-analyser benyttes for å få et bedre vurderingsgrunnlag.

Det er så kjørt en tilsvarende Weibulanalyse som for Blindern (kap. 2.1.3) og vi får tabell 10. Det er mulig å sjekke overføringkoeffisientene for sterk nordvestlig (300 – 360°) og sør – sørvestlig vind ved CFD-analyser (180 – 210°) dersom man ønsker å gå videre inn i denne problematikken.

Om sommeren er det mer vind på Buskerud landbruksleie enn om vinteren. Dette skyldes en sterk sørlig til sørsørvestlig vind opp dalen som følge av soloppvarming lenger nord. Koblingen til Vikersund er da meget vanskelig. Det er grunn til å tro at mye av den sterke sørlig vinden går opp på vestsiden av elva ved Vikersund fordi soloppvarmingen er sterkere der enn i nordvesthelningen ved Vikersund og nordøstover mot Tyrifjorden. En antar derfor at det sterke vind er relativt sjelden om sommeren i Vikersundbakken.

2.2.3. Turbulens og døgnlig gang i Vikersundbakken

På grunn av manglende data er det meget vanskelig å uttale seg om døgnlig gang. Siden bakken ligger mot nordvest slik som Rødkleiva og det er solgangsvind opp dalen, som ved Blindern, er den beste antagelsen vi har at forholdene går som i Rødkleiva.

Turbulens i ombygget bakke bør studeres ved CFD – modeller. Dette fordi både utforming og helning av skjæringsflatene har stor effekt. Liten helning gir liten turbulensøkning, stor helning gir stor turbulensøkning. Den optimale skjermingen vil være den som gir en del middelvindreduksjon og samtidig ikke øker risikoen for turbulente virvler i bakken.

3. Tåkeforhold

3.1 Rødkleiva

Tåke og lavt skydekke

Total forekomst av sikt under 1000 m er på årsbasis 3.4% (1957 – 2004). Dette er vanlig meteorologisk betegnelse på tåke, men sikten kan også være nedsatt på grunn av tett snøfall eller snødrev.

1957-2004

Alle	feb-mars	7.6 %
	7 feb-mars	10.2 %
	13 feb-mars	6.6 %
	19 feb-mars	5.5 %
Alle	august	0.3 %
	7 august	1.1 %
	13 august	0.1 %
	19 august	0.1 %

Tabell 11. Prosentvis forekomst med sikt under 1000 m kl 7, 13 og 19 norsk normaltid på Blindern.

55% (59% i feb/mars) av alle tilfelle med sikt under 1000 m på Blindern har også lav sikt på Tryvasshøgda. Dette er situasjoner med tett snøvær eller tykk adveksjonståke, dvs. tåke som driver innover området. Dette dekker $7.6 \cdot 0.59 = 4.5\%$ av tida i feb/mars. Disse 4.5 prosentene må påregnes å gi lav sikt også i Rødkleiva.

Tåke oppover mot Holmenkollen/Voksenkollen vil også forekomme når det er lavt skydekke på Blindern, selv om det ikke er tåke der. Dette vil være tilfelle når skybasis (høyden opp til skyene) på Blindern ligger under 300m (394 moh), mens det ikke er lav sikt på bakken. Dette er adveksjonståke/orografisk tåke som tetter seg til når det blåser opp langs åsen, men som løser seg opp på le-siden, og som også har oppløsning ved at dråper settes av på trærne når vinden blåser langs en skogflate. Vi antar at slik luft ikke gir tåke i Rødkleiva når det er vind på Blindern og retningen ligger på nordøst – øst – sørøst – sør (020 – 200°). Samlet prosenttall i februar – mars her er 7.3%, mens dette reduseres til 2.8% når skjermet sektor fjernes. Dette gir et tall for sikt under 1000 m på $4.5 + 2.8 = 7.3\%$. Av disse 7.3 % er 1.5% (prosentpoeng) tett snøvær.

I august er samlet prosenttall av lavt skydekke med god sikt på Blindern redusert til 3.8%, som reduseres til 1.3% når skjermet sektor fjernes. Det er svært lite tåke på Blindern i august, og samlet tåkefrekvens i Rødkleiva blir 1.4% i denne måneden.

Konklusjon

Sikt under 1000 m i nedre del av Rødkleiva vurderes til en gjennomsnittsfrekvens på 7.3% i februar/mars og 1.4% i august. Fra hoppet og oppover er frekvensene høyere. Det er litt høyere frekvenser om morgenen enn om ettermiddagen.

3.2 Vikersund

Tåke på Buskerud landbrukskole

Total forekomst av sikt under 1000 m er på årsbasis 2.8% (1957 – 2004). Total forekomst av sikt under 1000 m er på årsbasis 2.8%. I februar – mars er samlet tall for sikt under 1000 m 5.3 %. 1.5% av disse tilfellene skyldes tett snøvær, mens 3.8 % er tåke.

Alle	feb-mars	5.3 %
8	feb-mars	7.5 %
13	feb-mars	4.5 %
19	feb-mars	4.0 %
Alle	august	3.3 %
8	august	6.8 %
13	august	1.8 %
19	august	1.3 %

Tabell 12. Prosentvis forekomst med sikt under 1000 m kl 7, 13 og 19 norsk normaltid på Buskerud landbrukskole.

En kan anta at sletta nedunder Vikersundbakken har samme tåkeforhold som landbrukskolen. En del av denne tåka vil ligge nede på sletta og ikke nå høyere enn kanskje ca. 100 m. En del av tåka, samt det tette snøværet vil ligge i hele bakken. Det er vanskelig å si hvor store deler, men trolig vil begge tåketilstander bidra signifikant til det samlede tåketallet. I august er det en del morgentåke i bakken, men lite om ettermiddagen.

Vikersunbakken ligger fra 150 til 250 m over havet, eller ca. 100 til 200 m over dalbunnen. Når skybasen er løftet over terrenget, vil den som regel være løftet høyere enn dette. For å se nærmere på dette må vi gå til Eggemoen, da det ikke skybasisobservasjoner fra landbrukskolen. På Eggemoen flyplass er det observasjoner, i februar/mars var det 0.4% med god sikt på bakken og skybasis 100 m, 3.8% med skybasis på 200 m eller lavere. Det er grunn til å tro at Vikersundbakken har mer tåkeoppløsning enn Eggemoen fordi skytåka kommer fra nordøst til sørsørvest. Det blir derved et svært lite bidrag igjen for dårlig sikt som følge av skytåke i unnarenet (ca. 100 – 150 m over dalbunnen) og vi ser bort fra dette.

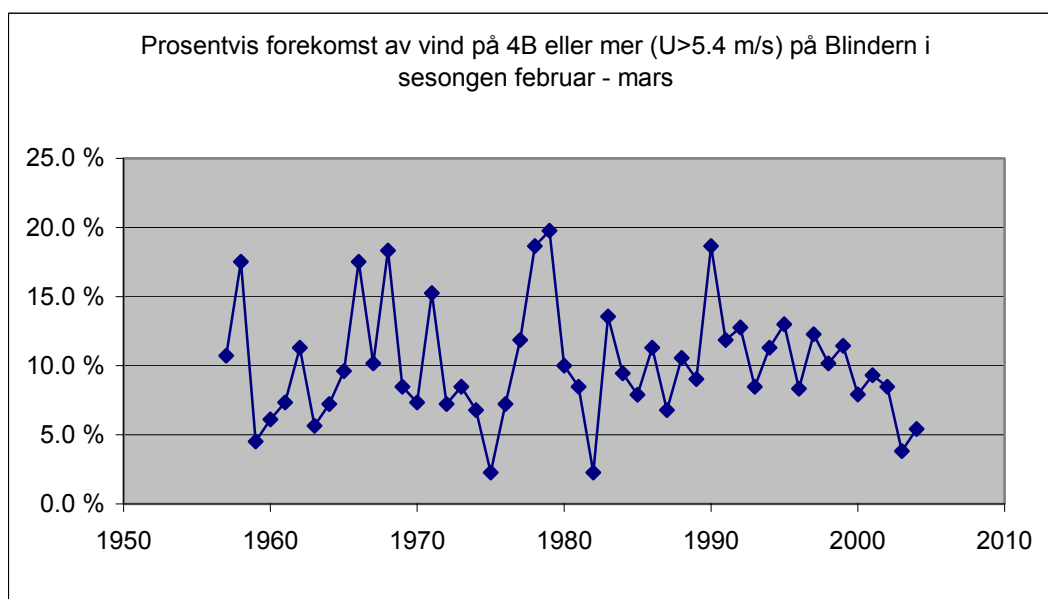
3.3 Samlet konklusjon

Det kan forventes 5.3% tilfelle med sikt under 1000m i Vikersund i februar/mars og 7.3% i Rødikleiva. Tallene gjelder for unnarenet. For hoppet og oppover avtar frekvensen i Vikersund, mens den øker i Rødikleiva. 1.5% av tilfellene skyldes tett snøvær, det vil være uniformt i begge bakkene.

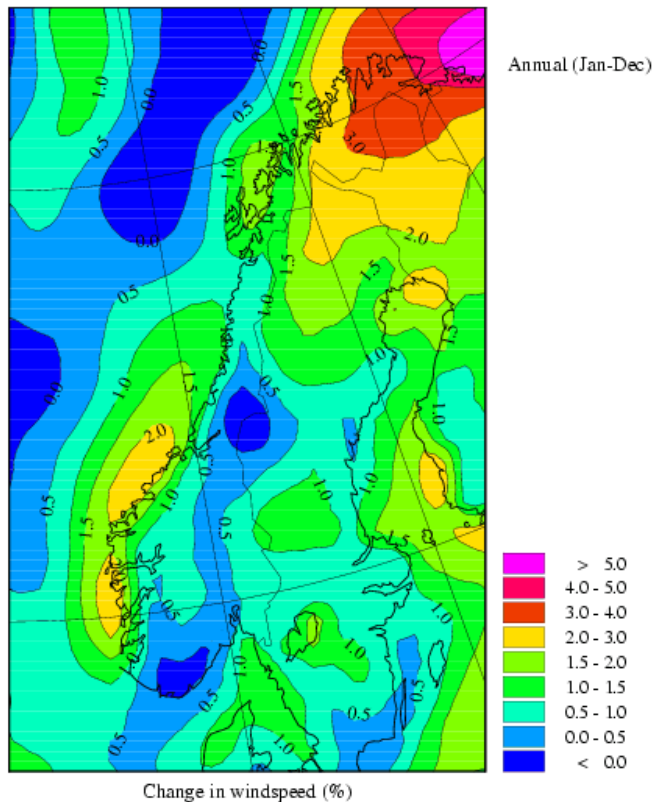
I august er det 1.4% i Rødikleiva og 3.3% i Vikersund. Mye av augusttåka i Vikersund ligger langt nede i bakken og er et typisk morgenfenomen.

4. Klimaendringer

Figur 9 viser prosentvis forekomst av vind med laber bris eller mer ($U > 5.4$ m/s) på Blindern i sesongen februar – mars i hvert av årene fra 1957 – 2004. Figuren viser ingen trend, dvs., det er ingen typisk endring over tid. Derimot er det stor forskjell mellom de enkelte vintrene. Dette er i tråd med andre funn i Sverige og Danmark. Når det gjelder årene framover har det vært mye diskusjoner i pressen om ”våtere, varmere, villere” tilstander. Det er klare belegg for at det kan ventes temperaturøkning og nedbørøkning i årene framover, men det er relativt svake signaler på vinden. Ved hjelp av såkalt dynamisk nedskalering, dvs. en tar resultater fra de globale klimamodellene og tilpasser dem for norske forhold, kan det se ut som om de fleste områdene i Norge vil opprettholde samme vindklima eller får en svak økning. Den svake økningen kan føre gi en økning i vindhastigheten på 0.5 til 1 %, hvilket vil være mye mindre enn de fleste usikkerheter i denne analysen. En kan tenke seg at årsaken til at en ikke får særlig vindøkning selv om vi går over i en tilstand med varmere klima, skyldes at temperaturøkningen er større i de arktiske farvann enn i de tropiske/subtropiske. Derved spises effekten av økt energiomsetning i atmosfæren opp av at det er mindre temperaturforskjeller å utjevne.



Figur 9. Variasjon i forekomst av sterk vind på Blindern, 1957-04.



Figur 10. Forventet endring av vindhastigheten fra dagens klima og 50 år fram i tiden ved bruk av to anerkjente globale modeller og skalert ned til nordiske forhold (Ref. Jan Erik Haugen, met.no)

Kommentar

Presenterte kart i denne rapporten er hentet fra Norgesglasset, <http://ngis2.statkart.no/norgesglasset/default.html>

Referanser

Harstveit, K: "Estimating long-term wind distribution from short-term data set using a reference station." European Wind Energy Conference, EWEC, London, 22-25. november 2004