



Norwegian
Meteorological Institute
met.no

met.no report

no. 10/2009
Climate

Steinbekkhaugen – Værmålinger

Knut Harstveit



Flyplassen ovenfra, med Røssvoll øverst i bildet

Title Steinbekkhaugen – Værmålinger	Date 24.09.2009
Section Klima	Report no. No. 10/09
Author(s) Knut Harstveit	Classification <input checked="" type="checkbox"/> Free <input type="checkbox"/> Restricted
	ISSN 1503-8025
	e-ISSN 1503
Client(s) Polarsirkelen lufthavnutvikling	Client's reference
<p>Abstract At Steinbekkhaugen, Moi Rana, measurements of visibility, cloud height, wind speed, wind direction, temperature and relative humidity are carried out and analyzed for the period May 1, 2008 to April 30, 2009. Steinbekkhaugen is an actual locality for building a new a airport in the Mo i Rana region, Nordland county.</p> <p>The frequency of cloud height below 200FT, vertical visibility below 200FT, or horizontal instrumental meteorological visibility below 300 m in the measuring period was 0.6%, and long-term corrected to 1.1%.</p> <p>The wind direction on the site is typically from ENE and WSW, and the wind speed above 10 kts: 4.7%, above 15 kts: 0.3% and above 20 kts: 0.02%.</p>	
<p>Keywords Sikt, skyhøyde, vind, flyplass, værmessig tilgjengelighet</p>	

<p>Disiplinary signature</p> <p>Inger Hanssen-Bauer</p> <hr/>	<p>Responsible signature</p> <p>Eirik Førland</p> <hr/>
--	--

Innholdsfortegnelse

Værmessig tilgjengelighet - konklusjon.....	4
1. Innledning.....	5
2. Beskrivelse av målested og måleopplegg.....	5
2.1 Områdebeskrivelse	5
2.2 Målinger	8
2.3 Datakvalitet og dataprosessering.....	9
2.4 Data fra Røssvoll flyplass	9
3. Resultater.....	10
3.1 Målt sikt og skyhøyde	10
3.2 Normalårskorrigerings	11
3.3 Døgnfordeling av lav sikt.....	12
3.4 Vind.....	14
Appendiks A.....	17
Om instrumentelle skyobservasjoner og metar - prosessering fra flyplasser.....	17
Appendiks B.....	19
Vindroser og vindfrekvenstabeller for 4 årstider	19
Appendiks C.....	23
Vindroser og vindfrekvenstabeller for Molab.....	23

Værmessig tilgjengelighet - konklusjon

Værmessig tilgjengelighet blir i hovedsak begrenset av siktforholdene. Beregnet værmessig tilgjengelighet er da 98.9% når kravet er visuell bakkekontakt på nivå 200 FT samt horisontal sikt på 300 m (egentlig rullebanesikt på 550 m). Det ser ikke ut til at vindbegrensninger gjør utslag på statistikken.

Dataene viser at den midlere forskjellen i lav sikt mellom Røssvoll og Steinbekkhaugen i perioden 2008/09 var svært liten, selv om variasjonen fra time til time sammen med forholdsvis få observasjoner på Røssvoll gjør at vi trenger en del måneder med data for å etablere en god sammenheng. Tidsoppløsningen på Røssvoll - dataene er lav, og 1% av observasjonene i en måned svarer bare til 5 observasjoner.

Vi ser ellers at i 12 måneder med datainnsamling på Steinbekkhaugen var laveste tilgjengelighetsberegning 98.4%, dvs at alle månedene hadde bedre beregnet tilgjengelighet enn 98%, og at 9 av 12 måneder hadde bedre regularitet enn 99%. Middeltallet i registreringsåret var 99.4%. Justert for skjevheter i måleåret, blir forventet årlig verdi av værmessig tilgjengelighet 98.9%.

Konklusjonen er at vi med rimelig god sikkerhet kan si at beregnet værmessig tilgjengelighet er bedre enn 98%. Vi konkluderer videre med at fortsatte målinger og beregninger ikke vil endre dette.

1. Innledning

Det har pågått værmålinger siden 1.mai 2008 på Steinbekkhaugen (Hauan). Målingene gjøres på oppdrag fra Polarsirkelen Lufthavnutvikling. Hensikten er å kartlegge værforhold som har relevans for flygning og regularitet på stedet som utredes som nytt flyplassalternativ for Rana. Målingene foregår på et åpent område helt sør på det planlagte flyplassområdet. For planlegging av en slik flyplasslokalitet er det nødvendig med pålitelige anslag over vindforhold, sikt og skyhøyde. Lokaliteten ligger nær hovedinnflygningstrassen til Røssvoll, bare 4 km fra flyplassen. Dette gjør det enkelt å beregne omtrentlige sikt- og skyhøydeforhold, men for mest mulige nøyaktige og detaljerte forhold ble måleprogrammet iverksatt. Data fra Røssvoll er benyttet for å justere for avvik i kort måleperiode. Vindmålingene på Molab er benyttet med samme begrunnelse.

Høsten 2007 ble de første drøftingene mellom Polarsirkelen Lufthavnutvikling og Meteorologisk institutt (met.no) startet, og befaring gjennomført. Gjennom vinteren ble det tegnet kontrakt og opprettet et prosjekt ved met.no med Arnulf Heidegård som prosjektleder. Deretter ble detaljplanleggingen gjennomført og prøvemålinger gjort i april 2008. Fra 1. mai ble målingene og innsamlingssystemet vurdert til å ha tilstrekkelig kvalitet til bruk i videre planleggingsarbeid.

Det har i måleperioden vært god kontakt mellom Polarsirkelen Lufthavnutvikling ved Henrik Johansen og met.no. Enkel rapportering, ca. hver måned, er gitt til oppdragsgiver.

2. Beskrivelse av målested og måleopplegg

2.1 Områdebeskrivelse

Det planlagte flyplassområdet ligger øst for Mo i Rana, i et dalføre i forlengelse av Ranafjorden. Molab og Røssvoll flyplass ligger i samme dalføre, men på lokal skala ligger Røssvoll i le av Risfjellet vest mot fjorden (Figur 2.2). I sør finnes Mofjellet og et stykke mot nord, Svartisen. Steinbekkhaugen ligger på et høydedrag øst og sør for Ranaleva, 150 moh og 130 m over elvenivået. Måleutstyret er plassert nær vestenden av planlagt rullebane. Det er fri sikt mot vest – sørvest, slik at luftstrømmen fra denne sektoren vil være omtent uendret etter utbygging. Mot øst finnes et bølget skogslandskap uten store hindringer innenfor 10 km. Det småkollede landskapet vil bli utjevnet og avskoget ved utbygging slik at luftstrømmen da vil endres noe når den kommer fra østlig kant. Det er derfor ikke satt opp måleutstyr lenger øst, og mulige siktbedringer innover en ferdig bane vil ikke kunne dokumenteres.

Selve målepunktet ligger på en liten slette med videre helning ned mot vest og en skogkledd ås mot øst (Figur 2.3). Utstyret står ved localizer til nåværende Røssvoll flyplass.



Figur 2.1

Kart over søndre del av Nordland med flyplassene rundt Mo i Rana.

Kilde: Statens kartverk: "Norgesglasset".



Figur 2.2

Kart over Mo i Rana - området.

Kilde: Statens kartverk: "Norgesglasset".



Figur 2.3

Kart over det aktuelle flyplass - området.

Kilde: Statens kartverk: "Norgesglasset".

2.2 Målinger

Det er plassert ut en CBME80A skyhøydelaser, en Vaisala forward scattering siktmåler (FD12), en Gill windobserver vindmåler, en PT100 temperatursensor og en hmp45d fuktighetsmåler på Steinbekkhaugen. I tillegg er det plassert et videokamera på stedet. Skyhøydemåleren er en laser som sender opp kontinuerlige signaler. Når strålen treffer en vanndråpe, sendes det signaler tilbake. Skyer består av luft med høyt innhold av små vanndråper, og et tydelig signal sendes tilbake når strålen treffer skybasis. Skybasis blir identifisert hvert minutt. Dersom strålen ikke identifiserer noe skyelement, skriver det innebygde programmet ut en fast verdi. Denne verdien vil da bli registrert enten fordi det er klar sikt langs laserstrålen, eller fordi det er tåkedråper rett over instrumentet som ikke gir grunnlag for skyhøydeidentifikasjon. Dersom instrumentet ved feil ikke sender signal, eller strålen ikke trenger gjennom instrumentets glassplate på grunn av snø, is, sot eller andre hindringer, gir programmet beskjed om at ingen måling er mulig, og en mangelverdi skrives ut.

Det vil alltid knyttes en viss usikkerhet til skyhøydebestemmelsen fordi skybasis ikke er en skarp grenseflate, men en gradvis overgang fra dråpefri luft til skyluft. Identifikasjon av skybasis skjer da ved at mottatt informasjon går gjennom et dataprogram. Deretter gis skybasis ut med oppløsning på 10 meter (30.48 FT). Når skybasis nærmer seg bakken vil det bli vanskelig å definere skybasis og instrumentet gir i stedet vertikal sikt med samme oppløsning. Skyene kan i en del tilfelle bestå av flere lag, da vil instrumentet alltid gi høyden til det laveste laget den registrerer. Mer detaljer omkring dette finnes i Appendiks A.

Siktmåleren er en Vaisala forward scatter måler. Det sendes ut et optisk signal som spres tilbake fra tåkedråper i lufta. Tiden for sending til mottak avgjør sikten. Også her vil dataprogrammer beregne aktuell måleverdi ut fra en rekke enkeltmålinger. Siktmåleren gir ellers samme informasjon som skyhøydemåleren dersom glasset er ugjennomtrengelig på grunn av snø, is, sot etc. Siktmåleren gir data for MOR (Meteorological Optical Range). Dette er den avstand der lysintensiteten er redusert til 5% av den utsendte, dvs. at 95 % av lyset er absorbert eller spredt bort i lufta.

Både sikt og skyhøyde krever kalibrering av signalet for korrekt omsetting av elektrisk verdi til meterverdi. Kalibrering er utført av met.no ved utsetting i april 2009. Ettersyn gjøres for øvrig av jevnlig av personell fra Røssvoll. Instrumentene holdes for øvrig i stor grad is og snøfri gjennom ventilasjon og oppvarming av glassene.

Vindmålingene gjøres ved ultrasonisk instrument, der lydimpuls fra sender til mottaker endrer tidsbruk med vindhastighet. Det av søkes med frekvens 1 Hz. Hvert minutt registreres middelvind og høyeste gust (3 sec) siste time.

Fuktighet og temperatur av søkes med standardinstrumenter hvert minutt. For øvrig tas det jevnlig bilder langs en fast trasè mot øst.

2.3 Datakvalitet og dataprosessering

Alle data lagres lokalt på Steinbekkhaugen og sendes også til en database på Blindern. Det er kommunikasjon mot begge databasene slik at autorisert personell kan logge inn og hente data.

Prosjektpersonell ved met.no henter inn data én gang per uke og foretar dataprosessering for overføring til egnede formater og foretar kvalitetskontroll. Alle vinddata overføres til filer med 10 min middelvind og 3 sek gust siste time. Øvrige data beholdes på minuttform. Hver måned gjøres det opptellingsstatistikk over sikt og skyhøyde.

Det er bare sporadiske brudd på kommunikasjonen som har ført til et minimalt datatap, samt enkelte ikke godkjente sikt og skyhøydemålinger som gir et svakt datatap.

Tabell 2.1

Dataregularitet på Steinbekkhaugen

Måned	FF	TA	UU	DD	MOR	HL/Vz
mai 08	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	91.9%
juni 08	95.4%	95.4%	95.3%	95.4%	95.4%	82.6%
juli 08	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	93.6%
juni 08	99.9%	100.0%	99.9%	99.9%	99.6%	98.6%
sep 08	98.5%	98.6%	98.5%	98.5%	98.6%	96.9%
okt 08	99.1%	99.1%	99.0%	99.1%	99.1%	97.6%
nov 08	97.9%	98.0%	98.0%	97.9%	98.0%	96.5%
des 08	98.3%	98.3%	98.3%	98.3%	98.3%	96.9%
Jan 09	98.2%	98.3%	98.3%	98.2%	98.3%	96.7%
feb 09	99.6%	99.6%	99.6%	99.6%	99.6%	98.0%
mars 09	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	98.6%
april 09	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	98.4%
Snitt	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%	95.5%

Vi ser at det er 95.5% dataregularitet. En del av tap skyldes en periode i mai – juni 2008 der data ikke ble logget på ca. 1 uke. Ellers er det noe større datatap for skylaseren enn for øvrige instrumenter.

2.4 Data fra Røssvoll flyplass

Det sendes ut en Metar ca. hver time når flyplassen er åpen, i gjennomsnitt har det vært 17 observasjoner per døgn siden informasjonen ble lagret digitalt fra 1996. En Metar er et telegram som lages ut fra en rekke værparametre relevant for planlegging av flyoperasjoner. 10 min middel av vindhastighet og vindretning, vindkast over en viss grense, temperatur, forekomst og høyde av inntil tre signifikante skytag, sikt og relativ fuktighet er de mest relevante parametrene i forbindelse med dette formålet, se Appendiks A for mer detaljer.

3. Resultater

3.1 Målt sikt og skyhøyde

En meget viktig informasjonen for planlegging av en flyplass er knyttet til begrepet ”værmessig tilgjengelighet”. Når bakkekontakt like før landing ikke kan oppnås, skal flygningen avbrytes. Hvilke høyder og distanser som er minimumskrav for visuell bakkekontakt på den enkelte flyplass, avhenger av terreng, instrumentering på flyplassen og andre krav knyttet til bruk av flyplassen. I denne rapporten er visuell bakkekontakt på 200 fots høyde og horisontal meteorologisk sikt på 300 m benyttet.

Under opptellingen og sammenligningen med Røssvoll, er det enklest å studere forekomst av tåke og lave skyer og således oppgi tall for ”værmessig utilgjengelighet”. Vi beregner derfor månedlige tall for skyhøyde, HL<200FT, vertikal sikt, Vz<200FT og horisontal sikt, MOR<300m, der det er nok at et av kravene er oppfylt for at flyplassen er utilgjengelig.

HL og Vz blir ikke registrert samtidig, Vz blir bare registrert når HL ikke kan identifiseres, for eksempel når det ligger skyer helt ned mot bakken. Horisontal sikt, MOR vil alltid bli oppgitt, men bidraget fra MOR<300m telles bare opp når HL>200FT og Vz>200 FT. All opptelling gis i prosent av datadekningen.

Tabell 3.1

Frekvens av lav horisontal sikt, lav vertikal sikt og lavt skydekke på Steinbekkehaugen i kampanjeperioden

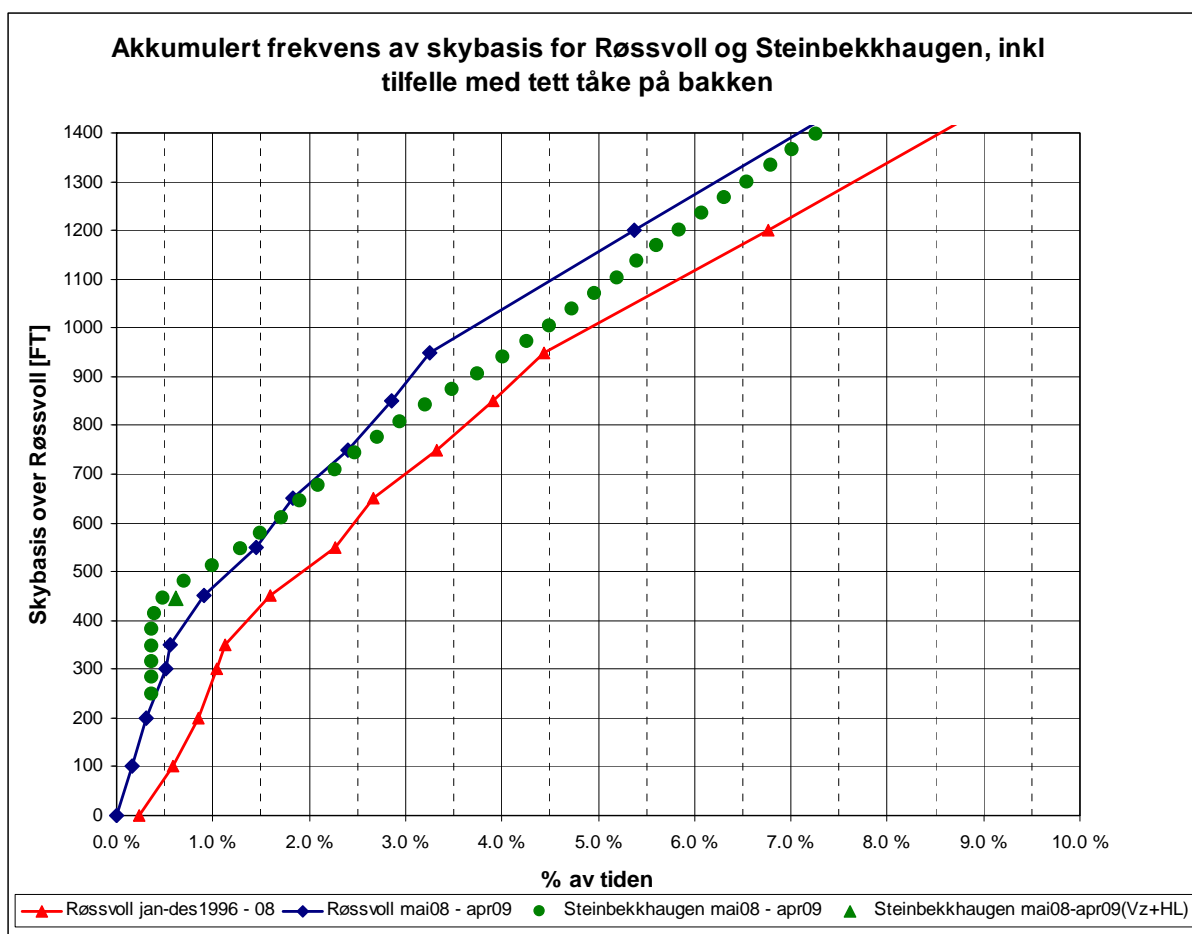
	MOR ¹ <300 m	Vz < 200FT	HL < 200FT	Sum lav sikt
Mai-08	0.03%	1.16%	0.39%	1.58%
Juni-08	0.01%	0.24%	0.00%	0.25%
Juli-08	0.04%	0.34%	0.12%	0.50%
Aug-08	0.07%	0.02%	0.11%	0.20%
Sept-08	0.07%	0.12%	0.06%	0.25%
Okt-08	0.32%	0.63%	0.07%	1.03%
Nov-08	0.35%	0.72%	0.15%	1.23%
Des-08	0.09%	0.12%	0.05%	0.26%
Jan-09	0.29%	0.38%	0.08%	0.75%
Feb-09	0.25%	0.25%	0.32%	0.82%
Mars-09	0.07%	0.10%	0.02%	0.18%
Apr-09	0.09%	0.23%	0.00%	0.32%
mai08-apr 09	0.14%	0.36%	0.12%	0.61%

¹Gjelder når Vz og HL>200FT

Tabell 3.1 viser at det største bidraget kommer fra Vz<200m, det vil i stor grad kunne tolkes som skyer som ligger på bakken. Bidraget fra lave skyer, HL med identifisert skybasis over bakken er mindre. Bidraget fra MOR er lite fordi dette bare omfatter tilfeller med samtidig vertikal sikt over 200FT. I svært mange av tilfellene med Vz<200FT, vil horisontal sikt også være lav, men telles ikke opp. Samlet sett får vi 0.6% av tida med så lav sikt at oppgitte kriterier for landing ikke er oppfylt. Dette er et lavt tall, og skyldes at oppgitt minima i stor grad ligger under skybasis.

3.2 Normalårskorrigering

Når det foretas målinger i et enkeltår er det viktig å justere for avvik fra det som kan forventes i en lengre tidsperiode. Figur 3.1 viser skyhøydekurven for Røssvoll for 1996-2008, samt for perioden 1.mai 2008 – 30. april 2009. Også vist er tilsvarende skyhøydekurve fra Steinbekkhaugen, med grunnnivå lik høyde over havet for Røssvoll. For begge kurvene er tillagt tilfelle med lav horisontal sikt, MVR<500 m for Røssvoll og MOR<300 m for Steinbekkhaugen. Sikten er målt med noe forskjellige metoder og ulik oppløsning på de to stedene, derfor er forskjellige grenser brukt. MVR (Meteorological Visible Range) er observert sikt av flyplasspersonell uten instrument og er vanlig 40% lengre enn MOR.



Figur 3.1

Akkumulert frekvens av skyhøyde på Røssvoll, 1996-2008, sammen med tilsvarende frekvens på Steinbekkhaugen med Røssvoll som grunnivå, for kampanjeperioden mai 2008 – april 2009.

Figur 3.1 viser at det var vesentlig mindre tåke og lave skyer i kampanjeperioden 2008-09 enn i en langtidsperiode 1996-2008. Samtidig illustrerer figuren at skyhøydekurven for Steinbekkhaugen i stor grad følger kurven for Røssvoll, med et par unntak. Vi ser at for < 500 FT (< 250 FT over Steinbekkhaugen) er det færre tilfelle med lav sikt på Steinbekkhaugen. Dette skyldes nok oppløsning av skyer like over bakken ved dråpeavsetning på underlaget.

Det er imidlertid grunn til å forvente at kurven i det lange løp viser for lite lave skyer og tåke også på Steinbekkhaugen, derfor korrigeres tallet i sum-kolonne i Tabell 3.1 med forholdstallet mellom kort og lang rekke på Røssvoll. Dette finner vi omtrentlig ved å lese av verdiene for lang og kort rekke for Røssvoll i høyde 450 FT. Vi får imidlertid et mer nøyaktig resultat ved å bruke månedsverdier, slik det er gjort i Tabell 3.2. Derved korrigeres middeltallet for kampanjeperioden på 0.6% opp til 1.1 %, hvilket gir en værmessig siktilgjengelighet på 98.9 %.

Tabell 3.2

Målt lav sikt på Røssvoll og Steinbekkhaugen og normalårsberegning på Steinbekkhaugen

	Røssvoll HL<450FT og MVR<500m	Steinbekkhaugen lav sikt
Mai-08	1.88 %	1.58%
Juni-08	0.65 %	0.25%
Juli-08	0.58 %	0.50%
Aug-08	0.79 %	0.20%
Sept-08	0.49 %	0.25%
Okt-08	2.19 %	1.03%
Nov-08	0.78 %	1.23%
Ded-08	0.24 %	0.26%
Jan-09	0.30 %	0.75%
Feb-09	1.30 %	0.82%
Mars-09	0.64 %	0.18%
Apr-09	1.27 %	0.32%
mai08-apr 09	0.93 %	0.61%
1996-08	1.59 %	1.06 %

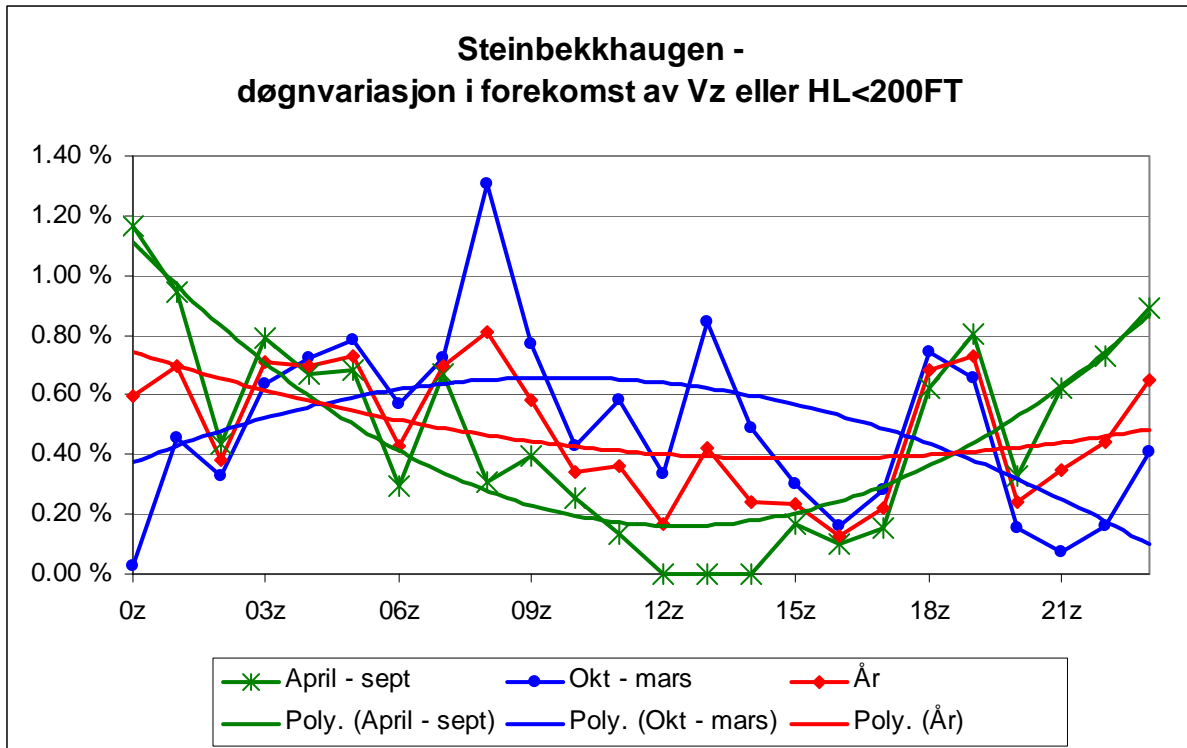
Tabell 3.2 er produsert ved å stille opp månedsvise frekvenser av tåke og lavt skyhøyde på Røssvoll. Skyhøydegrensen er her valgt til 450FT over plassen og tåkegrensen 500m. 450FT er valgt fordi summen av minima på Steinbekkhaugen og høydeforskjellen mellom flyplassene (200 + 250FT) gjør at vi kommer opp i samme høyde over havet på de to stedene. Siktgrensen på 500m er valgt fordi datarekken ikke gir grunnlag for finere oppløsning. Vi ser av tabell 3.2 at stort sett ligger tallet for Røssvoll ganske nær tallet for Steinbekkhaugen, men at månedsvise tall ikke er godt sammenfallende.

Figur 3.1 og Tabell 3.2 viser at den midlere forskjellen mellom stedene i perioden 2008/09 er liten, selv om variasjonen fra time til time sammen med forholdsvis få observasjoner på Røssvoll gjør at nøyaktige månedsfrekvenser ikke blir like, slik at vi trenger en del måneder med data for å etablere en sammenheng.

3.3 Døgnfordeling av lav sikt

For å studere hvordan lav sikt løper gjennom døgnet, har vi delt opp i et sommerhalvår (april – september) og et vinterhalvår (oktober – mars). Vi har så plottet opp frekvensfordelingen gjennom døgnet. Resultatet er vist i Figur 3.2. Figuren viser som ventelig at kurvene løper

ujevnt fordi det er et begrenset utvalg vær-situasjoner som er årsaken til lav sikt og disse har stokastiske variasjoner. Men jevner vi ut med et 2.grads polynom, ser vi interessante trekk. I sommerhalvåret har forekomsten av lav sikt et tydelig minimum omkring kl. 13 UTC og et maksimum kl 0 UTC. I vinterhalvåret er det faktisk maksimumsforekomst om formiddagen og minimum om kvelden. I året som helhet vises noe høyere forekomst om natta enn om dagen. Figurs 3.1 viser forholdene i et enkelt år, hvilket er noe lite til å fastslå en sikker døgnfordeling. Særlig viser variasjonene fra time til time i det registrerte vinterhalvåret at det er mye tilfeldigheter i dette bildet, og at det ikke er sikkert at den viste døgnfordeling da er signifikant.

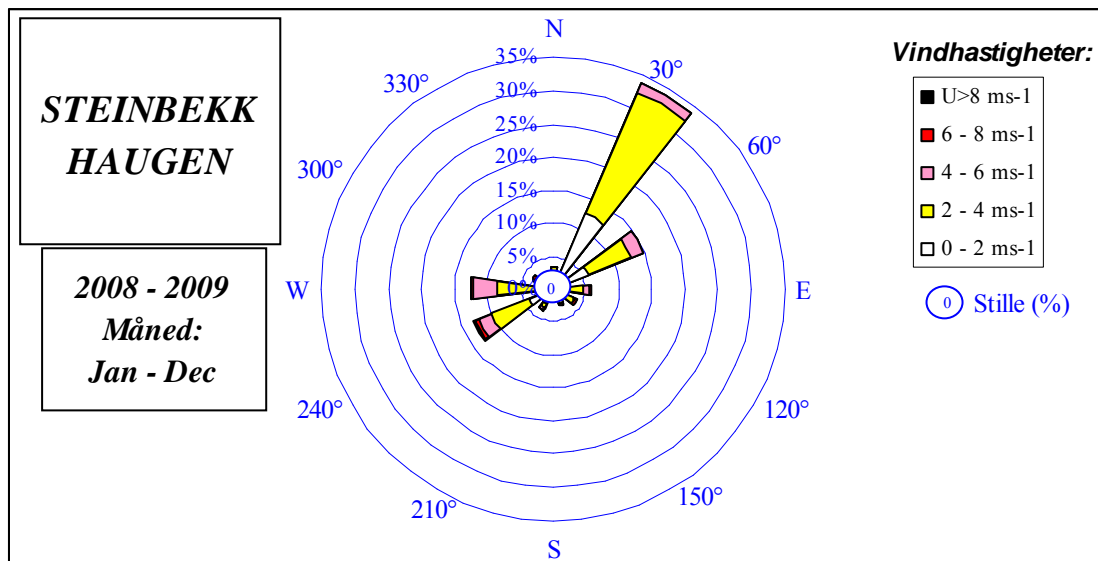


Figur 3.2
Døgnvariasjon i forekomst av lave skyer og lav vertikal sikt i perioden mai 2008 – april 2009 på Steinbekkhaugen

3.4 Vind

Figur 3.3 og Tabell 3.3 viser frekvensfordelingen av vind i måleperioden. Data fra Molab (Appendiks C) viser at dette året var forholdsvis representativt i forhold til en 5 – års periode fra 2003 til 2007. En forskjell er at det har vært en episode med ekstremt sterk sørlig vind i 5 års perioden. Dette var stormen Narve, en ekstrem storm som tilfeldigvis kom i denne perioden. Denne stormen skal ikke influere det typiske vindbildet i området.

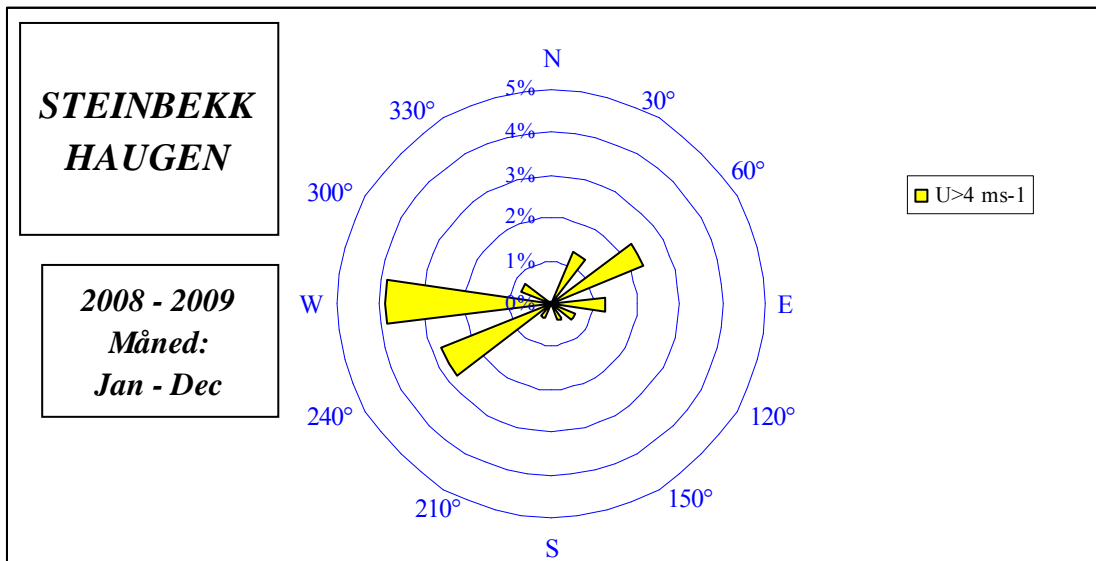
Dominerende vindretninger er fra 030 - 050° og 240 - 270°. Årlig middelvind er 2.6 m/s, og det er bare sporadisk middelvind over 10 m/s på stedet. I Appendiks B er det angitt vindfordeling over de 4 årstidene, her ser vi tydelig at innslaget av nordøstlig vind er større om vinteren enn i resten av året, mens sørvestlig til vestlig vindforekomst er størst om sommeren.



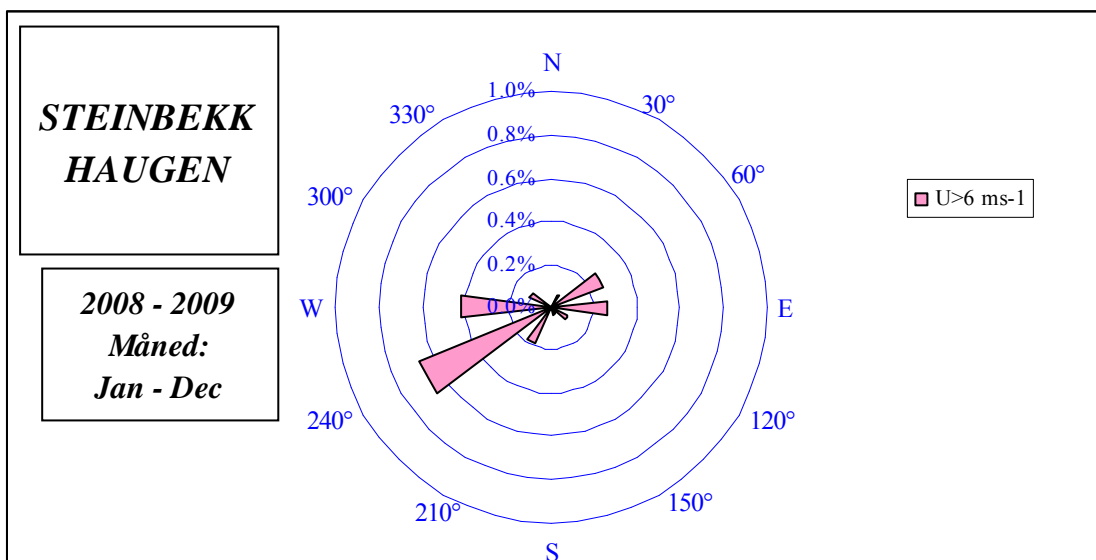
Figur 3.3
Vindrose på Steinbekkhaugen 1.5.2008 – 30.04.2009

Tabell 3.3
Frekvensfordeling av vindhastigheter på Steinbekkhaugen 1.5.2008 – 30.04.2009

Frekvenstabell: Steinbekkhaugen		År: 2008 til 2009												
N = 51767 70.9 obs/døgn		Måned: Jan til Dec												
Sekt. °	0-2 ms ⁻¹	2-4 ms ⁻¹	4-6 ms ⁻¹	6-8 ms ⁻¹	8-10 ms ⁻¹	10-12 ms ⁻¹	12-14 ms ⁻¹	14-16 ms ⁻¹	16-18 ms ⁻¹	18-20 ms ⁻¹	>20 ms ⁻¹	% sum	U ms ⁻¹	Std ms ⁻¹
360	2.5	0.7	0.0									3.3	1.53	0.74
30	12.5	19.9	1.2	0.1								33.7	2.33	0.88
60	5.9	6.7	2.1	0.3	0.0							14.9	2.61	1.36
90	2.4	2.0	1.0	0.2	0.0							5.6	2.67	1.70
120	1.9	1.2	0.5	0.1	0.0	0.0						3.8	2.35	1.59
150	1.6	0.8	0.4	0.0								2.8	2.21	1.47
180	1.4	0.2	0.0	0.0								1.6	1.33	0.83
210	2.5	0.6	0.2	0.2	0.0							3.5	1.98	1.61
240	3.8	6.3	2.1	0.5	0.1	0.0	0.0					12.9	2.99	1.57
270	1.9	6.7	3.4	0.4	0.0		0.0					12.5	3.40	1.37
300	1.2	1.3	0.6	0.1	0.0							3.2	2.80	1.58
330	1.2	0.5	0.1	0.0								1.8	1.72	1.00
Skift	0.3	0.0										0.4	0.25	0.47
Stille	0.1											0.1		
Sum	39.3	47.0	11.7	1.9	0.2	0.0	0.0					100.0	2.55	1.37



Figur 3.4
Vindrose på Steinbekkhaugen 1.5.2008 – 30.04.2009 for vind over 4 m/s



Figur 3.5
Vindrose på Steinbekkhaugen 1.5.2008 – 30.04.2009 for vind over 6 m/s

Figur 3.4 og 3.5 viser hvorledes vinddominansen forskyves fra øst – nordøst over mot vest når vindhastigheten øker.

Tabell 3.4

Sektorielle vindhastigheter i knop over visse grenser, gitt som 10 min middelvind (FF10min) og forekomst av timer med maksimum 3 sekunders vindkast over gitte grenser i knop

FF10min					Fg1time					
Sektor	>10 Knop	>15 knop	>20 knop	>25 Knop	Sektor	>10 Knop	>15 knop	>20 knop	>25 Knop	>30 knop
360	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	360	0.56 %	0.10 %	0.02 %	0.01 %	0.00 %
30	0.18 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	30	8.17 %	1.47 %	0.28 %	0.07 %	0.01 %
60	0.73 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %	60	7.29 %	3.25 %	1.01 %	0.32 %	0.01 %
90	0.57 %	0.02 %	0.00 %	0.00 %	90	3.19 %	1.95 %	1.02 %	0.29 %	0.07 %
120	0.22 %	0.02 %	0.00 %	0.00 %	120	1.78 %	0.97 %	0.41 %	0.19 %	0.06 %
150	0.10 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	150	1.27 %	0.72 %	0.29 %	0.08 %	0.01 %
180	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	180	0.46 %	0.10 %	0.02 %	0.01 %	0.01 %
210	0.27 %	0.04 %	0.00 %	0.00 %	210	1.17 %	0.58 %	0.42 %	0.27 %	0.10 %
240	1.22 %	0.17 %	0.01 %	0.00 %	240	7.75 %	3.41 %	1.55 %	0.82 %	0.29 %
270	1.14 %	0.04 %	0.01 %	0.00 %	270	9.79 %	4.76 %	1.51 %	0.38 %	0.10 %
300	0.28 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %	300	2.24 %	1.29 %	0.50 %	0.09 %	0.03 %
330	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	330	0.51 %	0.15 %	0.05 %	0.01 %	0.00 %
Sum	4.74 %	0.30 %	0.02 %	0.01 %	Sum	44.19 %	18.75 %	7.07 %	2.55 %	0.71 %

Tabell 3.4 viser at det bare er 0.02 % middelvind over 20 knop, og at dette er vind fra sørvest til vestlig sektor, dvs. langs rullebanen. Figuren viser samtidig at i 7.1% av tiden er det vindkast over 20 knop i løpet av siste time, 2.6% over 25 knop og 0.7% over 30 knop. Tabellen viser at mesteparten av disse vindkastene kommer i sektorer langs planlagte rullebane (255-075°), men at det kan komme sporadiske kast på tvers ; 0.15% av timene, dvs 13 timer i måleåret, hadde max gust over 30 knop og retning 120 - 180°. Vi konkluderer med at sporadiske sterke kast på tvers av rullebanen kan forekomme, men at forekomsten er så vidt sjelden at vi ikke får utslag på statistikken for forventet værmessig utilgjengelighet.

Tabellen viser også at vind over 10 knop fra østlig sektor (360 til 180°) forekommer i 1.8% av tida, og tilsvarende for vind over 15 knop i 0.05% av tida. Det må imidlertid påpekes at hogging av skog og utjevning av flyplassområdene vil øke disse frekvensene noe.

Appendiks A.

Om instrumentelle skyobservasjoner og metar - prosessering fra flyplasser

Det vil alltid knyttes en viss usikkerhet til skyhøydebestemmelsen fordi skybasis ikke er en skarp grenseflate, men en gradvis overgang fra dråpefri luft til skyluft. Identifikasjon av skybasis skjer da ved at mottatt informasjon går gjennom et dataprogram. Deretter gis skybasis ut med oppløsning på 10 meter (30.48 FT). Når skybasis nærmer seg bakken vil det bli vanskelig å definere skybasis og instrumentet gir i stedet vertikal sikt med samme oppløsning. Skyene kan i en del tilfelle bestå av flere lag, da vil instrumentet alltid gi høyden til det laveste laget den registrerer.

Men samtidig vil en rekke registreringer gi grunnlag for å identifisere disse lagene, derved registreres også inntil tre signifikante skylag på grunnlag av gjentatte målinger. Slik identifiseres skylagene som kan oppgis i METAR værkode. Slik værkode vil av en observatør bli midlet over rom, mens instrumentet midler over tid innenfor en angitt romvinkel.

Laseren sender ut et strålingssignal. Dette spres i vanndråper eller ispartikler i lufta og noe fanges opp av mottakeren, og tiden mellom sending og mottak omregnes til avstand siden lyssignalfarten er kjent. Er signalet tilstrekkelig sterkt, tolkes avstanden som skyhøyde, HL. Flere påfølgende målinger vil ofte grupperes seg omkring en typisk skybasis, HLN. Det kan være flere skylag, neste lag blir da HM og HH. Hyppigheten av treff avgjør skymengden i de forskjellige lag.

Laveste observasjon (HL) kan være lavere eller høyere enn laveste signifikante skylag (HLN), definert ved at en rekke signaler grupperer seg om et gitt nivå. Men lages det en frekvenstabell for en gitt høyde, z , vil vi ha at $p(HL(z)) \leq p(HLN(z)); \forall z$. Det viser seg at dersom vi bruker statistisk metode (se nedenfor) på HLN, får vi HL som resultat. HL er altså en ren optelling av treff på laveste skytrinn, mens HLN vil overestimere skymengden og må gå gjennom en optellingsprosedyre som bygger på sjansene for å få bakkekontakt ved å gå gjennom et signifikant skylag. Et krav er at skyene er omtrent likt fordelt på himmelvelvingen sett fra en observatør i forhold til midling i et punkt, i det lange løp. Over et område som Røssvoll eller Steinbekkhaugen kan det være situasjoner der det er flere skydotter på fjelltoppene enn rett over måleren. Tar observatøren disse med, vil en observatør rapportere noe mer skyer enn instrumentet. Plasseringen av instrumentet på Steinbekkhaugen, rett ved baneenden i vest, burde imidlertid være god.

I metar - telegrammet er det angitt inntil tre skylag med tilhørende mengder og høyder. Høydene er gitt for hver 100 fot, mens mengdene er gitt som FEW (1-2 åttedeler), SCT (3 til 4 åttedeler), BKN (5-7 åttedeler), eller OVC (8 åttedeler).

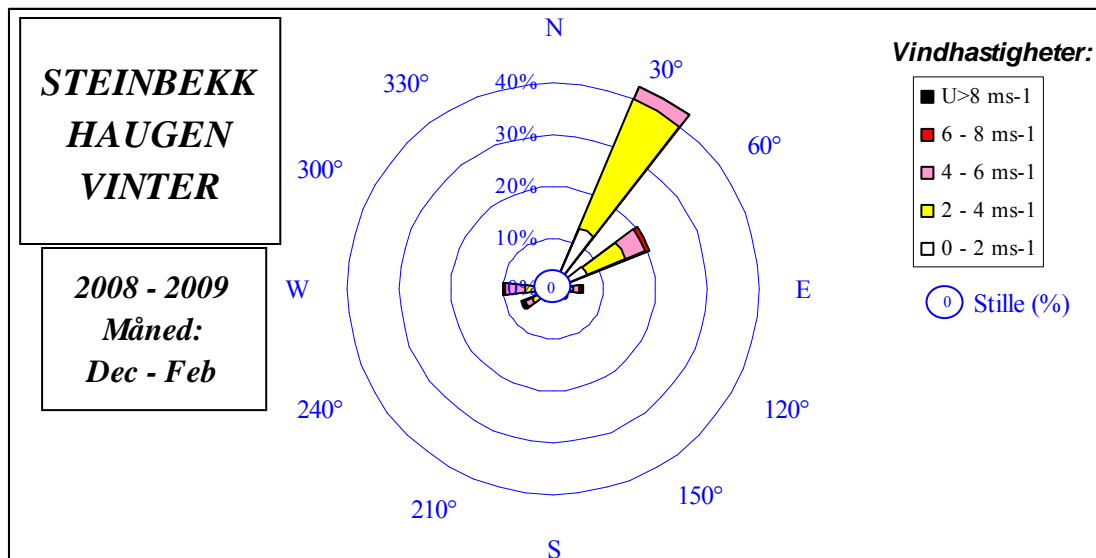
Frekvens av lavt skydekke fra metarobservasjoner beregnes ved en statistisk metode. Når mengden av lave skyer er halvparten eller mindre, vurderes situasjonen som skyfri og det gis ingen skyhøyde. Nå mer enn halvparten av himmelen er dekket av lave skyer, skal situasjonen beskrives ved en skyhøyde. Ved 1 lag blir denne en gitt verdi fra metaren. Ved 2 lag fordeles skyhøyden på to lag og vektet i forhold til forekomst av de to lagene slik at vektet sum blir 1.

Er der tre identifiserte lag, får vi en tilsvarende 3 – deling. Høydene og vektingsgrunnlaget finner vi i Metaren i form av skybasishøyder og skymengder.

Metodikken er testet på Leknes lufthavn der skyhøydefrekvenser ble funnet ved AW11 Vaisala laserutstyr, og beregnet fra metaradata fra flyplassen. I tillegg ble det rapportert fra en del flygere når visuell bakkekontakt ble oppnådd. Det ble funnet god statistisk samstemmighet mellom metodene i et tidsrom på ca. 6 måneder, hvilket styrker både metarprosesseringen, tiltroen til instrumentelle skymålinger og relevansen for flygning.

Appendiks B

Vindroser og vindfrekvenstabeller for 4 årstider



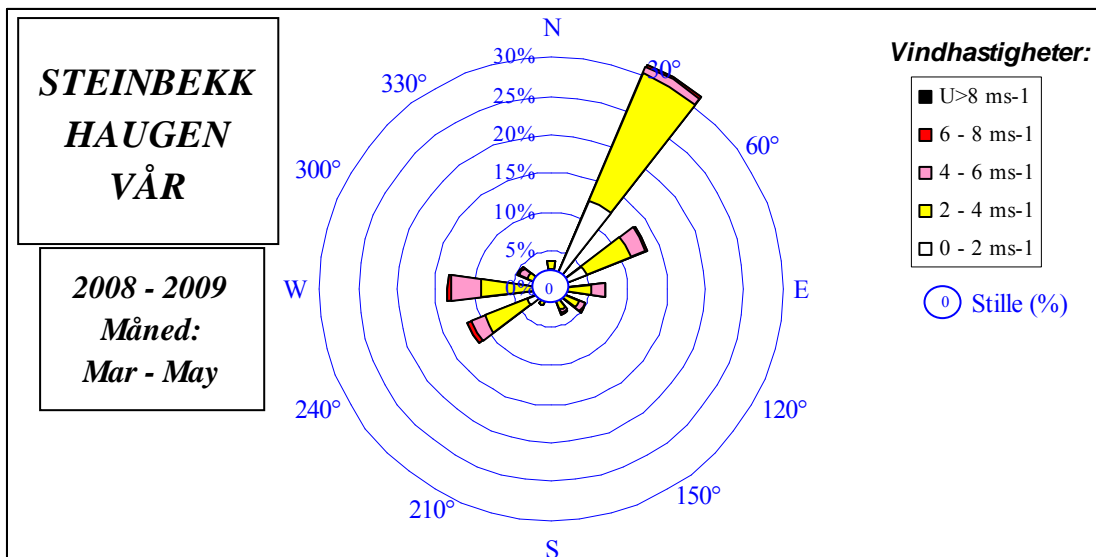
Figur B.1

Vindrose på Steinbekkhaugen vinteren 2008/2009

Tabell B.1

Frekvensfordeling av vindhastigheter på Steinbekkhaugen vinteren 2008/2009

Frekvenstabell: Steinbekkhaugen vinter												År:	2008	til	2009
N = 12788 70.9 obs/døgn												Måned:	Dec	til	Feb
Sekt.	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	>20	%	U	Std	
o	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	1.5	0.7	0.0									2.2	1.71	0.90	
30	12.8	27.4	2.5	0.1								42.7	2.54	0.93	
60	7.1	8.1	4.3	0.7	0.0							20.1	2.92	1.55	
90	2.7	1.0	1.2	0.7	0.0							5.6	2.98	2.16	
120	2.1	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0						3.2	2.27	1.98	
150	1.2	0.3	0.4	0.0								1.9	2.28	1.67	
180	1.0	0.1	0.0	0.0								1.1	1.45	1.28	
210	1.4	0.4	0.4	0.3	0.1							2.7	3.03	2.37	
240	1.5	2.7	1.5	0.6	0.2	0.0	0.0					6.5	3.60	2.02	
270	1.2	4.3	3.7	0.5	0.1		0.0					9.8	3.76	1.51	
300	0.8	1.2	0.5	0.2	0.0							2.7	3.01	1.66	
330	0.7	0.2	0.1	0.0								1.0	1.78	1.27	
Skift	0.3											0.3	0.18	0.10	
Stille	0.1											0.1			
Sum	34.4	46.8	15.0	3.3	0.4	0.0	0.0					100.0	2.79	1.53	



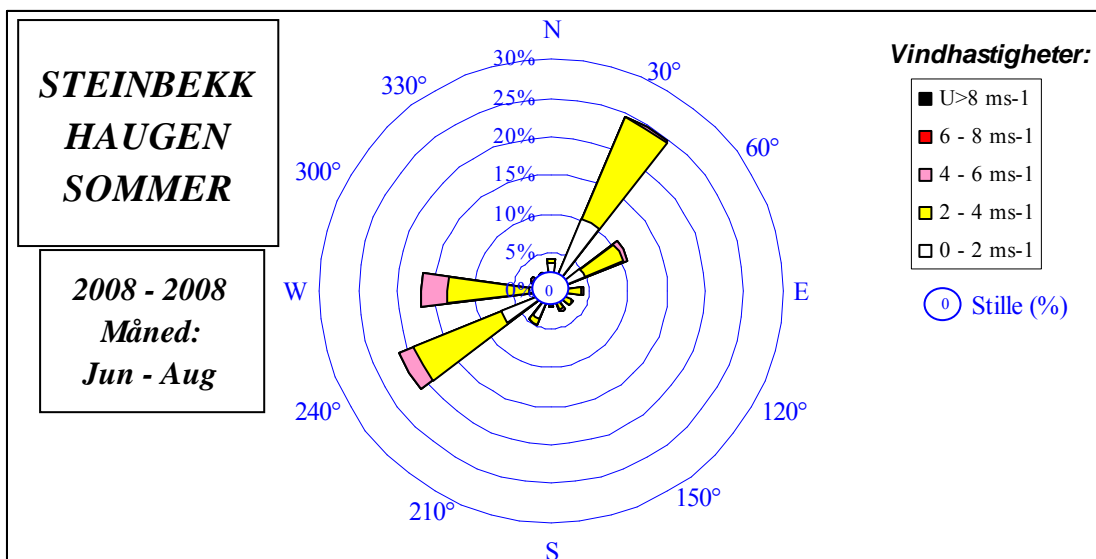
Figur B.2

Vindrose på Steinbekkhaugen om våren (mai 2008, mars – april 2009)

Tabell B.2

Frekvensfordeling av vindhastigheter på Steinbekkhaugen vinteren 2008/2009 om våren (mai 2008, mars – april 2009)

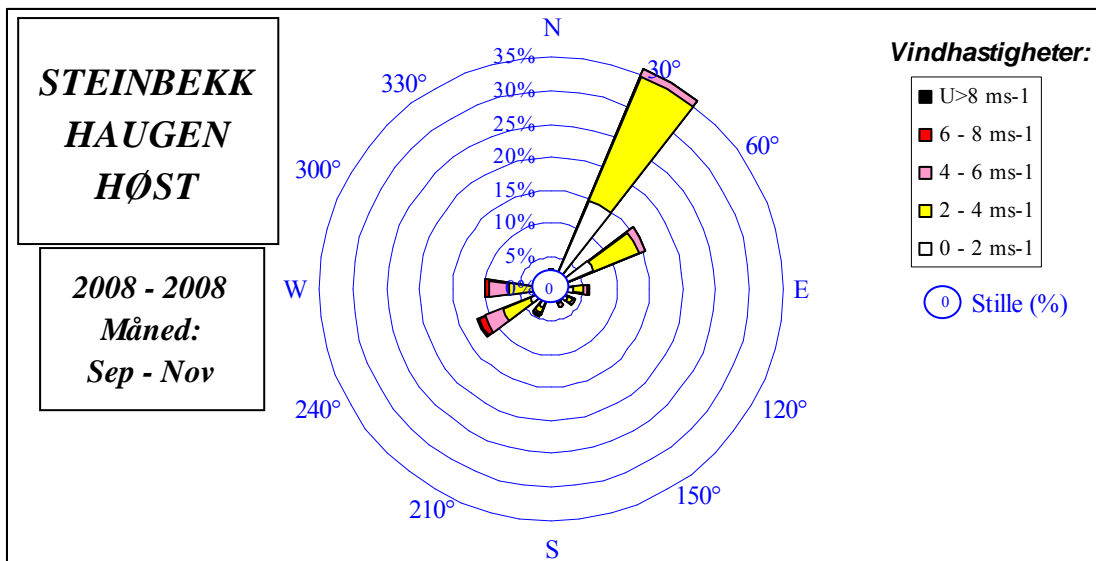
Frekvenstabell: Steinbekkhaugen vår		År: 2008 til 2009												
N = 13248 72 obs/døgn		Måned: Mar til May												
Sekt. °	0-2 ms ⁻¹	2-4 ms ⁻¹	4-6 ms ⁻¹	6-8 ms ⁻¹	8-10 ms ⁻¹	10-12 ms ⁻¹	12-14 ms ⁻¹	14-16 ms ⁻¹	16-18 ms ⁻¹	18-20 ms ⁻¹	>20 ms ⁻¹	% sum	U ms ⁻¹	Std ms ⁻¹
360	2.6	1.1	0.0									3.7	1.69	0.81
30	12.3	18.0	1.1	0.1								31.6	2.29	0.86
60	4.8	6.3	2.1	0.3								13.5	2.70	1.34
90	2.0	3.1	1.8	0.2								7.1	3.08	1.56
120	1.6	2.2	0.9	0.2	0.0							4.9	2.92	1.58
150	1.4	1.4	0.5	0.1								3.5	2.64	1.51
180	1.1	0.4	0.0									1.5	1.56	0.83
210	1.9	0.4										2.3	1.45	0.61
240	3.3	6.0	2.0	0.3	0.0							11.6	2.93	1.36
270	1.9	7.1	3.9	0.4	0.0							13.3	3.43	1.32
300	1.2	2.2	1.1	0.2								4.6	3.10	1.52
330	1.2	0.8	0.1	0.0								2.2	2.05	1.10
Skift	0.2	0.0										0.2	0.35	0.74
Stille	0.1											0.1		
Sum	35.6	49.1	13.5	1.9	0.0							100.0	2.64	1.32



Figur B.3
Vindrose på Steinbekkhaugen sommeren 2008

Tabell B.3
Frekvensfordeling av vindhastigheter på Steinbekkhaugen sommeren 2008

Frekvenstabell: Steinbekkhaugen sommer		År: 2008 til 2008												
N = 12824 139 obs/døgn		Måned: Jun til Aug												
Sekt. °	0-2 ms ⁻¹	2-4 ms ⁻¹	4-6 ms ⁻¹	6-8 ms ⁻¹	8-10 ms ⁻¹	10-12 ms ⁻¹	12-14 ms ⁻¹	14-16 ms ⁻¹	16-18 ms ⁻¹	18-20 ms ⁻¹	>20 ms ⁻¹	% sum	U ms ⁻¹	Std ms ⁻¹
360	3.5	0.5										4.0	1.37	0.55
30	10.2	14.2	0.3									24.6	2.17	0.75
60	4.6	5.4	0.5	0.1								10.6	2.29	1.07
90	1.9	2.0	0.2									4.1	2.21	1.13
120	1.5	1.4	0.2									3.1	2.15	1.17
150	1.6	1.0	0.1									2.8	1.93	1.17
180	1.7	0.2										2.0	1.20	0.62
210	3.9	0.8	0.1	0.0								4.8	1.48	0.83
240	7.0	12.2	2.0	0.0								21.2	2.57	1.07
270	2.8	10.7	3.2	0.1								16.8	3.11	1.11
300	1.5	1.0	0.4	0.0								2.9	2.22	1.36
330	1.7	0.8										2.5	1.63	0.81
Skift	0.4	0.0										0.4	0.22	0.36
Stille	0.1											0.1		
Sum	42.5	50.3	7.0	0.2								100.0	2.31	1.11



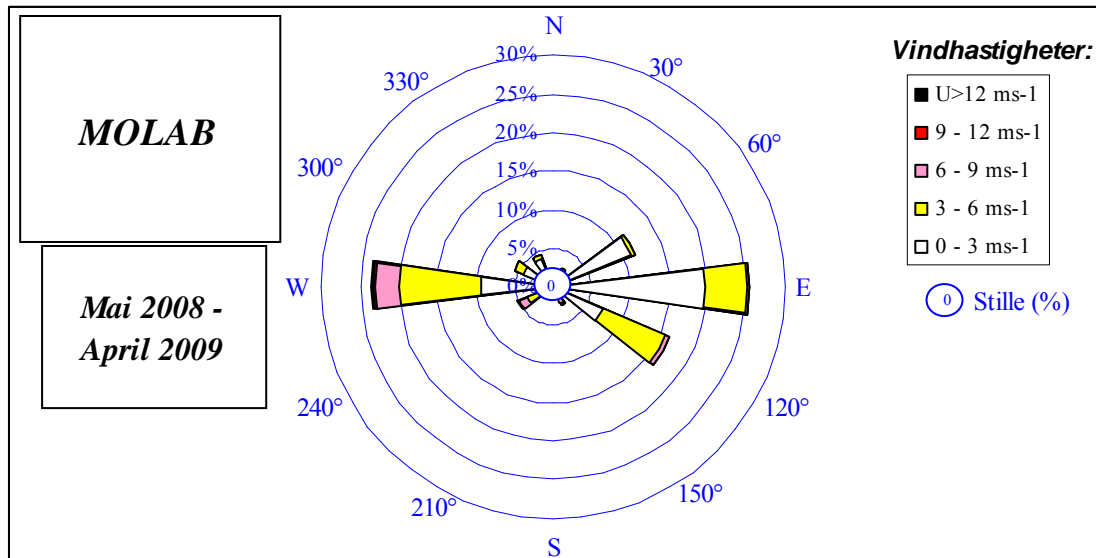
Figur B.4
Vindrose på Steinbekkhaugen høsten 2008

Tabell B.4
Frekvensfordeling av vindhastigheter på Steinbekkhaugen høsten 2008

Frekvenstabell: Steinbekkhaugen høst												År: 2008 til 2008		
N = 12907 142 obs/døgn												Måned: Sep til Nov		
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	2.5	0.6										3.1	1.42	0.68
30	14.6	20.2	1.2									36.0	2.25	0.86
60	7.0	7.1	1.4	0.0								15.5	2.35	1.17
90	3.2	1.7	0.7	0.1								5.6	2.16	1.48
120	2.6	0.9	0.4	0.0								4.0	1.87	1.32
150	2.0	0.5	0.4									2.9	1.89	1.42
180	1.8	0.1	0.0									1.9	1.20	0.62
210	3.0	0.8	0.3	0.3	0.0							4.4	2.18	1.70
240	3.4	4.4	3.0	1.1	0.3							12.2	3.44	1.96
270	1.8	4.5	3.0	0.6	0.0							9.9	3.51	1.55
300	1.1	0.8	0.6	0.1								2.5	2.68	1.64
330	1.1	0.2										1.3	1.26	0.64
Skift	0.4	0.0										0.4	0.28	0.52
Stille	0.2											0.2		
Sum	44.7	41.8	11.0	2.1	0.3							100.0	2.44	1.43

Appendiks C

Vindroser og vindfrekvenstabeller for Molab



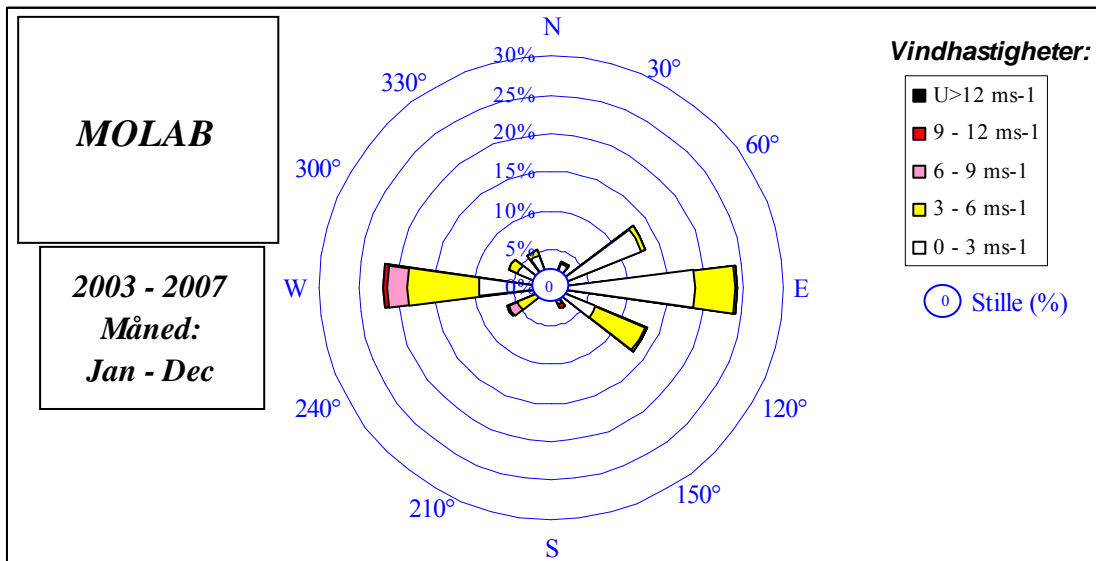
Figur C.1

Vindrose på Molab i kampanjeåret, mai 2008 – april 2009

Tabell C.1

Frekvensfordeling av vindhastigheter Molab i kampanjeåret, mai 2008 – april 2009

Frekvenstabell: Molab		Periode: 1.5.2008 til 30.4.2009													
N = 8700 23.8 obs/døgn															
Sekt.	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	>30	%	U	Std	
o	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	1.7	0.0										1.7	1.29	0.47	
30	2.5											2.5	1.23	0.42	
60	10.9	0.6	0.0									11.4	1.71	0.70	
90	19.7	5.4	0.3									25.4	2.41	1.11	
120	7.1	8.7	0.4	0.0								16.3	3.26	1.12	
150	0.2	1.2	0.9	0.3	0.1							2.6	6.18	2.62	
180	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1							1.3	5.49	3.09	
210	0.2	0.1										0.3	2.66	1.08	
240	1.1	2.4	1.0	0.3	0.0							4.9	4.76	2.45	
270	9.2	10.7	3.1	0.3	0.0	0.0						23.5	3.81	2.03	
300	4.2	1.1	0.1	0.0								5.4	2.25	1.38	
330	3.9	0.5	0.0									4.5	1.76	0.96	
Skift	0.0											0.0	1.33	0.32	
Stille	0.1											0.1			
Sum	61.1	31.4	6.1	1.2	0.2	0.0						100.0	2.96	1.86	



Figur C.2
Vindrose på Molab, 2003 - 2007

Tabell C.2
Frekvensfordeling av vindhastigheter på Molab, 2003 - 2007

Frekvenstabell: Molab		År: 2003 til 2007										Måned: Jan til Dec		
N = 40919 22.4 obs/døgn														
Sekt. °	0-3 ms ⁻¹	3-6 ms ⁻¹	6-9 ms ⁻¹	9-12 ms ⁻¹	12-15 ms ⁻¹	15-18 ms ⁻¹	18-21 ms ⁻¹	21-24 ms ⁻¹	24-27 ms ⁻¹	27-30 ms ⁻¹	>30 ms ⁻¹	% sum	U ms ⁻¹	Std ms ⁻¹
360	2.0	0.1										2.1	1.42	0.74
30	3.5	0.1										3.6	1.30	0.54
60	12.7	0.6	0.0									13.3	1.75	0.67
90	18.6	5.1	0.3	0.0								24.1	2.43	1.12
120	6.1	7.0	0.4	0.0								13.5	3.23	1.13
150	0.4	1.4	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0					2.8	5.55	2.64
180	0.2	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0				1.1	6.20	4.41
210	0.2	0.1	0.0									0.2	2.74	1.34
240	1.6	3.1	1.3	0.2	0.0	0.0						6.2	4.58	2.30
270	9.3	9.4	2.4	0.5	0.1	0.0						21.7	3.70	2.15
300	4.6	1.2	0.1	0.0	0.0							6.0	2.24	1.37
330	4.4	0.8	0.0									5.2	1.85	1.03
Skift	0.1	0.0										0.1	1.35	0.60
Stille	0.2											0.2		
Sum	63.8	29.3	5.4	1.2	0.1	0.1	0.1	0.0				100.0	2.88	1.89