



Hålogalandsbrua – vindmålinger Sluttrapport

Knut Harstveit



Title Hålogalandsbrua – vindmålinger Sluttrapport	Date 27.08.2009
Section Klima	Report no. No. 11/09
Author(s) Knut Harstveit	Classification Ⓒ Free Ⓒ Restricted
	ISSN 1503-8025
	e-ISSN 1503
Client(s) Statens vegvesen	Client's reference
<p>Abstract</p> <p>At Øyjordneset in Narvik county, a long suspension bridge is planned. Wind records have been made since 16.01.2007 in a 50 m high mast. In this report, wind statistics, frequencies of strong wind, wind profile factors and turbulence intensities are given.</p> <p>Extreme wind conditions for different directions are calculated by comparing to data from a station of long data series, Bodø airport.</p> <p>The 50 year values are calculated to 35 m/s (10 min wind speed) and 46 m/s (wind gust). Restricted to wind along the bridge, the calculated values are 25 and 38 m/s.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Ekstremvind, 50-års vindkast, Gumbel, vindmålinger, turbulens</p>	

Disiplinary signature	Responsible signature
Inger Hanssen-Bauer	Eirik Førland
_____	_____

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	4
1. Innledning.....	6
2. Sted og topografi	6
3. Datainnsamling.....	8
3.1. Stasjonsbeskrivelse.....	8
3.2. Måleprosedyre	8
3.3. Datakvalitet og regularitet.....	8
4. Statistisk beskrivelse av data fra måleperioden.....	9
4.1. Frekvenstabell og vindrose.....	9
4.2. Vindprofiler	10
4.3. Turbulensforhold	11
5. Ekstremvindhregninger	13
Appendiks A. Vindstatistikk fra Øyjordneset	15
Appendiks B. Vindstatistikk fra Bodø. Sammenligning mellom kampanjeperiode og data fra lengre tidsserier	23
Appendiks C. Ekstremvindstatistikk	25

Sammendrag

Det har pågått vindmålinger i en 50 m høy målemast ytterst på Øyjordneset på nordsiden av fjorden Rombaken i perioden 17. januar 2007 – 30. april 2009. Målingene skal brukes til planleggingsformål ved mulig ny bru over fjorden. Det er laget vindstatistikk og ekstremverdiestimer basert på disse data. Generell vindstatistikk er basert på to hele år, fra 17.01.07 til 16.01.09. Vindstatistikken er vurdert som tilnærmet representativ for en lengre periode ved sammenligning med data fra Bodø lufthavn, dog med litt flere tilfelle med sterk vind enn i perioden 1998-08. Ekstremverdiestimatene er basert på kobling til beregnede ekstremverdier for en langtidsserie for Bodø lufthavn (1964 - 09) og overføringskoeffisienter mellom Øyjordneset og Bodø beregnet for stormepisoder.

For en periode på to hele år har vi at 1.1% av tida hadde vind med hastighet over 18 m/s i 50 m nivå, omtrent likt fordelt på vind ut fjorden fra øst (45 - 135°) og inn fjorden fra vest (225 - 315°).

U10min	>0 m/s	>3 m/s	>6 m/s	>9 m/s	>12 m/s	>15 m/s	>18 m/s
V	31.8%	24.2%	16.4%	10.1%	5.0%	1.9%	0.5%
Ø	56.5%	41.1%	27.0%	16.8%	8.1%	2.7%	0.6%
N	6.7%	3.4%	1.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%
S	5.0%	2.6%	1.2%	0.5%	0.1%	0.0%	0.0%
Totalt	100.0%	71.2%	45.6%	27.8%	13.2%	4.6%	1.1%

Det blåste 24 timer med gjennomsnittsvind over 10 minutter over 20 m/s, 8 timer over 22 m/s og 4 timer over 23 m/s.

U10min	>18 m/s	>19 m/s	>20 m/s	>21 m/s	>22 m/s	>23 m/s
V	41.1	22.7	14.1	8.0	4.6	2.3
Ø	51.1	23.1	9.6	4.8	3.1	1.7
N	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
S	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Totalt	93.0	46.1	23.9	12.8	7.7	4.0

I 28 timer var det vindkast over 24 m/s i hver av 10 minuttersperiodene i disse timene. Tilsvarende var det 8 timer med kast over 27 m/s og 2 timer med kast over 30 m/s.

U3sek	>15 m/s	>18 m/s	>21 m/s	>24 m/s	>27 m/s	>30 m/s
V	362.0	149.6	56.9	18.0	5.2	1.1
Ø	543.8	221.1	59.4	7.2	1.2	0.2
N	13.9	3.6	1.5	1.1	0.3	0.1
S	26.2	9.4	3.5	2.1	0.9	0.4
Totalt	945.9	383.7	121.3	28.4	7.6	1.8

Sterkeste målte vindkast var 38.0 m/s fra vest (26. desember 2008) og 35.4 m/s fra øst (6. februar 2009).

Vindprofilfaktorer, dvs. eksponent i vindprofilformelen, er laget ved å sammenligne målingene i 30 og 50 m målehøyde. Typisk koeffisient for sterk vind (99% persentilen) fra vest, øst, nord og sør er 0.16, 0.15, 0.32 og 0.15 for middelvind og 0.14, 0.15, 0.23 og 0.06 for vindkast. Ved ekstremt sterk vind 0.14, 0.24, 0.37 og 0.18 for middelvind og 0.14, 0.23, 0.31 og 0.16 for vindkast. Koeffisienten for ekstrem sterk vind kan brukes til å estimere ekstremvindhastigheten i toppen av brutårnet på nordsiden. På sørsiden ansees tilsvarende estimerer konservative.

Turbulensintensitet, I_u er målt gjennom standardavvik av sekundserier dividert med 10 min middelvind. I 50 m målehøyde ligger I_u på 0.08 ved middels og sterk vind både fra øst og vest, ved ekstremt sterk vind 0.08 og 0.10, reduksjon med høyden finnes ved profilmfaktor -0.12. For sterk nordlig og sørlig vind er turbulensintensiteten svært varierende, typiske tall er dog 0.17 for sørlig og 0.18 for nordlig vind. For nordlig vind er det sterkt fall med høyden, med profilmfaktor -0.3 for sterk vind. For sørlig vind er høydereduksjonen varierende, og tidvis svært liten, og ved videre bruk av data anbefales konstant turbulensprofil. Det foreligger en del dataserier med frekvens 1Hz, men analyse av dette materialet har ikke vært tema i denne rapporten.

For de dominerende vindretningene fra øst og vest er det ved moderat og middels sterk vind også en del tilfelle med lav turbulensintensitet. I ca. 5% av tida med 10 m/s blåser det jevn vind med turbulensintensitet på 0.04 – 0.05.

Ved sammenligning mot data fra Bodø er det beregnet ekstremverdier for 10 min middelvind (U_m) og vindkast (U_g) med 50 års returperiode for 50 m nivået på Øyjordneset:

	V	Ø	S	N	Alle
50 år U_m , Øyjordneset (m/s)	35.1	34.4	23.7	22.5	36
50 år U_g , Øyjordneset (m/s)	43.7	43.5	39.0	32.3	45

1. Innledning

Meteorologisk institutt (met.no) er engasjert av Statens vegvesen Region nord for å kvalitetskontrollere og analysere vindmålinger på Øyjordneset i forbindelse med planlegging av bru over Rombaken, Hålogalandsbrua. Mest aktuell er bru med hengespenn; tårnavstand 1350m og tårnhøyde inntil 200m.

Det er viktig i slike store prosjekter når klimaforhold er av vesentlig betydning for dimensjonering eller besluttsomhet, at alle målinger kommer i gang i god tid før anleggstiden skal starte. Statens vegvesen er som oppdragsgiver godt innforstått med dette og derfor er det utført målinger i god tid før eventuell byggestart.

Denne rapporten er sluttrapport for vindmåleprosjektet. Rapporten er i hovedsak en oppdatering av tidligere årsrapport som ble levert våren 2008. Rapporten inneholder måleresultater fra 2 år og 3 mnd år med målinger, dvs. 16.01.07 til 30.04.09. Alle grunnlagsdata ligger i met.no's databaser og kan fåes ved henvendelse til met.no under forutsetning av godkjenning fra oppdragsgiver.

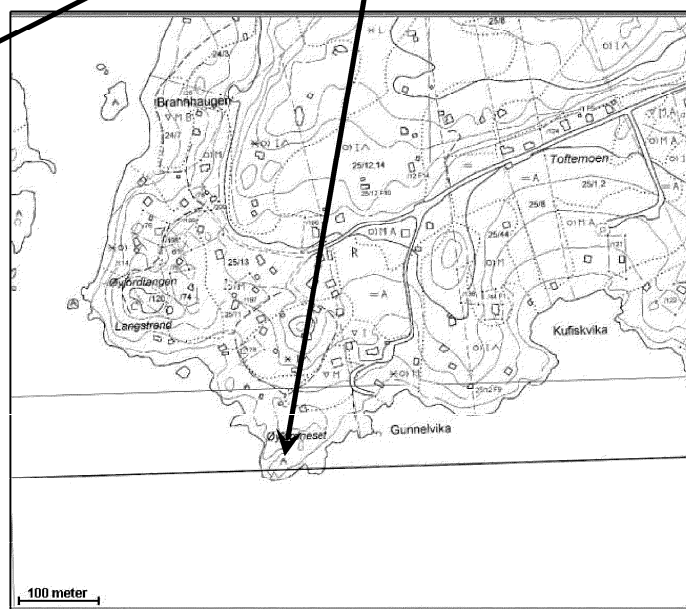
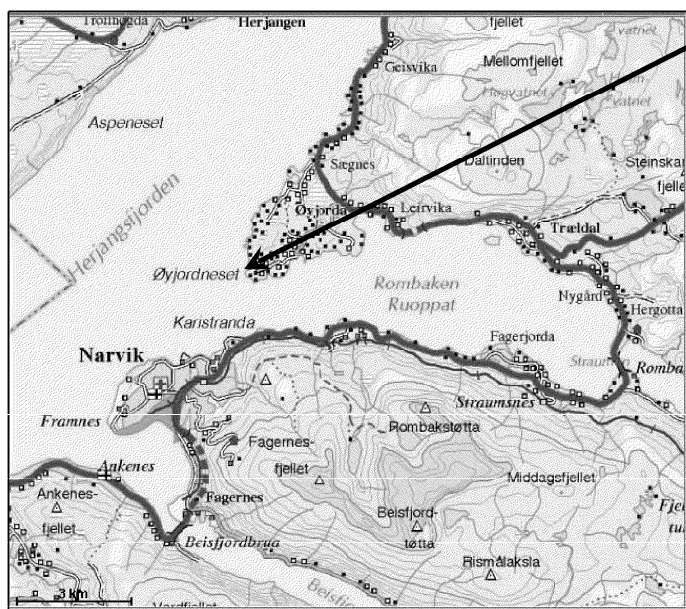
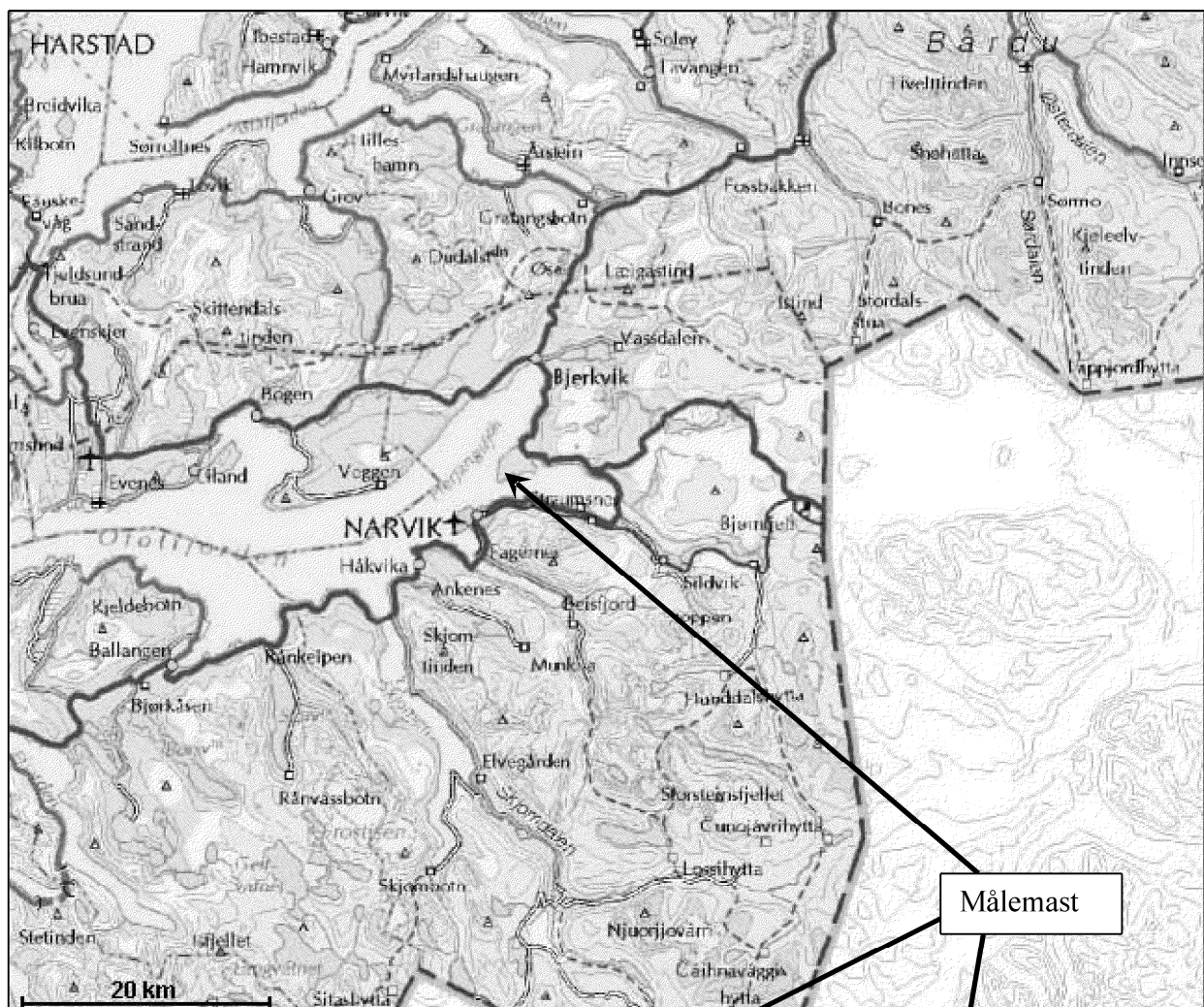
Rapporten tar for seg vindklimabeskrivelse for måleperioden på Øyjordneset. Det presenteres frekvenstabeller som inndeles etter hastighet og retningsintervaller, vindprofiler i masta og turbulensfordeling. Det er også utført en sammenligning med vind med data fra flyplassene Bodø og Narvik og utarbeidelse av ekstremvindforhold på stedet.

2. Sted og topografi

Området ligger i Narvik kommune i nordlige del av Nordland fylke. Ofotfjorden skjærer gjennom landskapet fra vest og innerste del deler seg vest for Øyjordneset, der fjordarmen Rombaken fortsetter mot øst. I forlengelsen av fjordene er det en kanalsone gjennom fjellene inn mot Sverige som gjør at det lett blåser østlige vinder i området.

Den planlagte brutraseen skal krysse munningen av Rombaken. På sørsida av fjorden stiger terrenget bratt opp mot 1400 moh. Denne fjellryggen stiger bratt opp fra Narvik sentrum og løper parallelt med Rombaken innover langs fjorden. På nordsida er terrenget mye slakkere og et skogfylt område munner ut i et nes av blankskurte berg der målemasta står. Målemasta står på en lokal høyde, ca. 12 m oh på et nes ut mot fjorden. Mot nord – nordøst stiger terrenget langsomt mot en lokal topp, 75 moh i 400 m avstand.

Fjord- og kanalsystemet gjør at det er god passasje for østlige og vestlige vinder som fanges godt opp av målemasten. Den bratte fjellryggen på sørsiden gjør det mulig at fjellbølger og virvler kan gi forholdsvis sterke vindkast fra sør. Også fra nord til nordvest er det en viss passasje over til Troms, men denne er en del hindret av bølgete landskap og skog.



Figur 1. Kart over området med målemastens plassering inntegnet

3. Datainnsamling

3.1. Stasjonsbeskrivelse

Det er målt i tre nivåer i en 50 m høy bardunert rørmast satt opp av Kjeller vindteknikk. Målenivåene er 10, 30 og 50 m mastehøyde. I hvert av de tre nivåene er det plassert et supersonisk anemometer for måling av vindhastighet og vindretning. Dessuten er det i 3 og 50 m plassert en temperatursensor. Alle sensorer er laboratoriekalibrert og kalibreringskurver er innlagt på feltstasjonen. Derved kommer de meteorologiske parameterne direkte ut i meteorologiske enheter. Sensorer og programvare driftes av Instrumenttjenesten på Ås (ITAS). Data sendes met.no hver måned og er også tilgjengelig via web for inspeksjon.

3.2. Måleprosedyre

Alle sensorer avses med en frekvens på 1 Hz. Etter 10 minutter beregnes i alt 15 vindparametre (5 fra hvert nivå) og 2 temperaturparametre (midlere lufttemperatur i nivå 3 og 50 m).

Vindparameterne er som følger: 10 min. middelvindhastighet, $U(10\text{min})$; vektormidlet vindretning, $DD(10\text{min})$; største vindkast siste 10 minutt, U_g ; vindretning ved U_g og standardavvik av vindhastigheten, sd . Dataene lagres lokalt og overføres også til ITAS og til web med jevne mellomrom.

3.3. Datakvalitet og regularitet

I perioden 16.01.07 – 30.04.09 var det to tilfelle av sensorutfall i 50 m nivå, trolig på grunn av tordenvær. I tillegg var det periodisk ustabile målinger fra sensorene i 50 m nivå ca. 4 timer den 5. januar 2009 og fra 29. januar til 13. februar 2009, og disse data er strøket. I alt var det en dataregularitet på 91.6% i 50 m nivå. Det er derimot 100% dataregularitet fra 10 og 30m nivået, og ved testing av statistikk mellom 30 og 50 m nivået ser det ikke ut til at hullene har påvirket statistikken av noen form for betydning. Effekten av måling i tre nivåer er således to-sidet. Dels måles det profiler, dels fungerer målenivåene som gjensidige kontroller. Det er ikke funnet feil eller mangler i datamaterialet utenom det som er nevnt over.

4. Statistisk beskrivelse av data fra måleperioden

4.1. Frekvenstabell og vindrose

Vindrose og frekvenstabellene viser at 41 % av vinden blåste som ren østlig vind i måleåret, men 30% kom inn fra sørvest og vest. En litt videre sektor ut fjorden (45 – 134°) gav 49%, og (225 - 314°) vind inn fjorden gav 34%. Vind på langs av den planlagte brua fra nord (315 – 44°) forekom i 11% av tiden, mens vind på tvers fra sør (135 – 224°) forekom i 6% av tida.

Tabell 1

Forekomst av vind over gitte grenser i de fire hovedsektorene i 50 m nivå på Øyjordneset som gjennomsnitt for 2 hele år (17.01.2007 – 16.01.2009), gitt i prosent av tiden

Sektor	>0 m/s	>3 m/s	>6 m/s	>9 m/s	>12 m/s	>15 m/s	>18 m/s
V	31.8%	24.2%	16.4%	10.1%	5.0%	1.9%	0.5%
Ø	56.5%	41.1%	27.0%	16.8%	8.1%	2.7%	0.6%
N	6.7%	3.4%	1.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%
S	5.0%	2.6%	1.2%	0.5%	0.1%	0.0%	0.0%
Totalt	100.0%	71.2%	45.6%	27.8%	13.2%	4.6%	1.1%

Tabell 2

Forekomst av vind over gitte grenser i de fire hovedsektorene i 50 m nivå på Øyjordneset som gjennomsnitt for 2 hele år (17.01.2007 – 16.01.2009) gitt i antall timer per år

Sektor	>18 m/s	>19 m/s	>20 m/s	>21 m/s	>22 m/s	>23 m/s
V	41.1	22.7	14.1	8.0	4.6	2.3
Ø	51.1	23.1	9.6	4.8	3.1	1.7
N	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
S	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Totalt	93.0	46.1	23.9	12.8	7.7	4.0

Tabell 3

Forekomst av vind med vindkast innenfor nærmeste 10 minutter over gitte grenser i de fire hovedsektorene i 50 m nivå på Øyjordneset som gjennomsnitt for 2 hele år (17.01.2007 – 16.01.2009) gitt i prosent av tiden

Sektor	>15 m/s	>18 m/s	>21 m/s	>24 m/s	>27 m/s	>30 m/s
V	4.1%	1.7%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%
Ø	6.2%	2.5%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%
N	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
S	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Totalt	10.8%	4.4%	1.4%	0.3%	0.1%	0.0%

Tabell 4

Forekomst av vind med vindkast innenfor nærmeste 10 minutter over gitte grenser i de fire hovedsektorene i 50 m nivå på Øyjordneset som gjennomsnitt for 2 hele år (17.01.2007 – 16.01.2009), gitt i antall timer per år

Sektor	>15 m/s	>18 m/s	>21 m/s	>24 m/s	>27 m/s	>30 m/s
V	362.0	149.6	56.9	18.0	5.2	1.1
Ø	543.8	221.1	59.4	7.2	1.2	0.2
N	13.9	3.6	1.5	1.1	0.3	0.1
S	26.2	9.4	3.5	2.1	0.9	0.4
Totalt	945.9	383.7	121.3	28.4	7.6	1.8

Tabell 1 viser ellers at østlig sektor var mest dominerende, men at det er mer jevnt fordelt mellom øst og vest over 18 m/s. Den viser også at sterk vind (>15 m/s) på langs av brutraséen bare forekom i 0.05 % av tida (0.03 % fra sør og 0.02% fra nord).

4.2. Vindprofiler

Vindmasten er montert på et lite nes av blankskurte berg. Mastefoten står ca. 10 m over sjøflaten. Vind fra alle retninger vil bli forsterket like over kollen. Denne effekten er størst i høyder under 30 m, og profilberegninger gjøres derfor for 30 til 50 m nivået. Tabell A.2 (Appendiks A) viser beregninger av n etter lign.1, der $Z_1=30\text{m}$ og $Z_2=50\text{m}$. Både 10 min middelvind, U_m og sterkeste vindkast pr 10 min er benyttet for U-parameter i ligningen, med $n_{10\text{min}}$ og n_{ug} i Tabell A.2 som resultat.

$$\frac{U(Z_2)}{U(Z_1)} = \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right)^n \quad \text{lign. 1}$$

Vi ser generelt at n_{ug} er litt lavere enn $n_{10\text{min}}$, hvilket er i overensstemmelse med teoretiske betraktninger, idet sterke vindkast i større grad transporteres ned til bakken enn middelvinden. For svak vind ligger eksponenten for middelvind på 0.20, for middels sterk vind på 0.11 og for sterk vind, 0.17. Disse tallene er omtrent de samme for østlig og vestlig vind, mens det er vesentlig større vindøkning med høyden (skarper profil) fra nord, og også fra sør. Fra nord strømmet vinden over en skog, fra sør kommer den over fra fjellkanten ved Fagernesfjellet.

Typisk koeffisient for sterk vind finnes ved å sortere vinden i 50 og 30 m hver for seg å beregne koeffisienten utfra 99% persentilen i hvert datasett. For vest, øst, nord og sør er da profilkoeffisienten 0.16, 0.15, 0.32 og 0.15 for middelvind og 0.14, 0.15, 0.23 og 0.06 for vindkast.

Under ekstreme stormer kan det bli noe andre forhold. Tabell 5 viser profilmultiplikatorer dannet ved middel av de 10 høyeste vindhastigheter i 50 og 30 m. Data viser en høy profilmultiplikator fra øst i slike tilfelle (0.24), dvs. at vinden øker raskt med høyden fra 30 til 50 m. Samtidig er imidlertid turbulensintensiteten lav (0.08) både i 30 og 50 m nivået. Dette er svært utypisk og vil ikke forekomme for strømning i likevekt. I dette tilfelle er det kald luft som kommer over fra Sverige og trolig genererer fjellbølger over Nygårdsfjellet. Slike fjellbølger vil være typisk når kald luft strømmet over fra Sverige, men den spesielle strukturen i østlig vind ved målemasta ser ut til å være mer typisk ved

ekstremt sterk vind enn ved noe svakere vind. Økning av profilmfaktoren ved ekstremt sterk vind sees også fra nord og sør, men der øker også turbulensintensiteten. Ved vestlig vind endrer det seg lite, vestlig vind har lang oppstrøms bane inn mot måleren slik at det er mer homogene forhold.

Koeffisienten for ekstrem sterk vind kan brukes til å estimere ekstremvindhastigheten i toppen av et mulig brutårn på nordsiden. På sørsiden ansees tilsvarende estimater konservative.

Tabell 5

Profilmfaktorer for middelvind og vindkast for sterk vind og ekstremt sterk vind, vindhastigheter gitt i parentes. Profilmfaktorer beregnet fra 99% persentilen av vindhastigheter, og som middel av de 10 høyeste, uavhengig sortert.

Sektor	Sterk vind		Ekstremt sterk vind	
	n_{Um}	n_{Ug}	n_{Um}	n_{Ug}
V	0.16 (19)	0.14 (23)	0.14 (25)	0.14 (31)
Ø	0.15 (19)	0.15 (23)	0.24 (24)	0.23 (28)
N	0.32 (13)	0.23 (17)	0.37 (17)	0.31 (24)
S	0.15 (13)	0.06 (20)	0.18 (18)	0.16 (26)

4.3. Turbulensforhold

Typisk turbulensintensitet i 50 m målehøyde ligger på 0.08 ved middels og sterk vind. Det er relativt liten forskjell på østlig og vestlig vind, og bare små variasjoner med vindhastigheten for middels og sterk vind. For ekstremt sterk vind (middel av de 10 høyeste) ligger I_u på 0.08 fra øst og 0.1 fra vest, der økt turbulens fra vest kan ha sammenheng med opprørt sjø. For sørlig og nordlig vind ligger I_u noe høyere (0.17 og 0.18), typisk er at det er varierende turbulens fra disse retningene. For øvrig vises til Tabell A.3 i Appendiks A.

Det foreligger også en del serier med 1Hz oppløsning i tre dimensjoner fra 50 m måleren. Disse kan brukes til å beregne turbulensspektre, men det er ikke gjort noen avtale om slike beregninger og er derfor ikke en del av denne rapporten.

For de dominerende vindretningene fra øst og vest er det interessant å se på fordelingen av turbulensintensiteten. De høyeste verdien er sjeldne og for en del knyttet til økning eller minkning i vindhastigheten. De laveste er imidlertid ganske utbredte, og ca. 5% av tida med 10 m/s blåser det jevn vind med turbulensintensitet på 0.04 – 0.05. Tabell A.3 antas være nyttig ved beregning av risiko for forhold som kan gi rytmisk virvelavløsning/tverrsvingninger på ømfintlige konstruksjoner.

Turbulensprofiler

Profilmfaktoren for I_u , kan beregnes fra lign. 1, dersom I_u benyttes i stedet for U . Beregningene for forskjellige vindretninger og hastighetsklasser er vist i Appendiks A, Tabell A.4 Vi ser da at I_u typisk faller med høyden, med faktor -0.12, dvs røft sett på samme måte som vindhastigheten stiger. Dette er forhold som gjelder ved de dominerende vindretningene fra øst og vest.

For nordlig vind er imidlertid høydereduksjonen meget stor, profilmotoren ligger i området -0.3 til -1.0. Dette indikerer at mye av turbulensen er skapt på en kort strekning over skogen og at profilet ikke er i likevekt. For sørlig vind er det vekslende forhold ved sterk vind, her kan det forekomme forskjellige vindregimer, der virvelgater og fjellbølger fra Fagernesfjellet er en av mulighetene. Da er det turbulent vind i tykke lag med ganske sterk vind, og risikoen for høye vindkast i tårntopp er ganske stor. Det anbefales derfor ikke å redusere turbulensintensiteten med høyden ved lastberegninger for sørlig vind.

Vi legger ellers merke til at det er store variasjoner mellom 10, 50 (median) og 90% persentilen av profilmotorene, hvilket betyr at det er et bredt spekter av vindforhold som blåser på stedet. Ulike former for fjellbølger som følge av varierende stabilitet, retning og hastighetsfordeling av høydevind inn mot fjellene gir ulike grader av turbulensprofiler, og det er faktisk en rekke situasjoner, også ved sterk vind, der turbulensintensiteten øker med høyden.

5. Ekstremvindberegninger

Vindserien på Øyjordneset er på noe over to år og krever derfor sammenligning med en referansestasjon for å kunne brukes til estimering av ekstremvind. Mulige referansestasjoner er Bodø og Narvik lufthavn. Narvik lufthavn ligger forholdsvis nær Øyjordneset. Men flyplassen ligger skjermet for vind fra øst og vind fra sør vil også ha en noe annen topografisk vekselvirkning enn tilsvarende fra Øyjordneset.

Bodø lufthavn ligger ganske mye lenger borte enn Narvik. Men denne plassen er forholdsvis likt eksponert som Øyjordneset, med vindmåler på en odde ytterst i på nordsiden av en øst – vest rettet fjord. Teknikken med uavhengig sortering tar bort en del av usikkerheten på grunn av distansen. Det må også nevnes at dataene fra Narvik lufthavn ikke er like godt analysert som for Bodø. Faktisk skriver ekstremverdiene her seg fra en tidligere sammenligning med Bodø (1987 – 92). En reanalyse krever gjennomgang av mange årganger med papirregistreringer og er lite aktuell å gjennomføre. I tillegg har stasjonen en del databrudd.

Ekstremvindberegningene fra Bodø er oppdatert til å gjelde perioden 1964/65 – 2008/09. Dette er 45 år med data, som er analysert med Gumbel fordeling etter Liebleins koeffisienttilpasning, og med u^2 som variabel i fordelingen, se Appendiks C. Sektorielle koeffisienter er beregnet utfra en periode på 30 år, der de 5 høyeste årsverdiene per sektor dividert på de 5 høyeste all-sektorverdiene danner koeffisientene.

Data fra Øyjordneset, 50 m høyde er sammenlignet med data fra Bodø lufthavn. For hver sammenligning er alle tidspunkter med data fra Øyjordneset og Bodø satt opp. Vi har så inndelt vindmålingene på Øyjordneset i 50 m høyde i 4 sektorer (N: 315 – 044°, Ø: 045 - 134°, S: 135 - 224° og V: 225 - 314°). Det samme er gjort for flyplassen. Så er det sortert uavhengig på middelvind og kast på Øyjordneset og middelvind fra flyplassen. Maksimalverdiene fra de 5 sterkeste episodene i hver sektorgruppe for disse tre hastighetsgruppene er så tatt med, der to toppverdier må være atskilt med 3 dager for å telle som to episoder. For beregning av ekstremvind benyttes vanligvis middel av de 5 høyeste som overføringskoeffisient. På grunn av den store usikkerheten i materialet, både på grunn av variasjoner i strømmingen innenfor hver sektor, spesielt eksemplifisert ved vind fra sør og øst, og på grunn av den lange avstanden til referansestasjonen, benyttes den høyeste verdien av koeffisient for største verdi og koeffisient for middel av de 5 høyeste.

Tabell 5

Ekstremvind med 50 års returperiode fra Bodø, samt estimerte verdier for Øyjordneset ut fra angitte sektorielle overføringskoeffisienter

	N	S	Ø	V	Alle
$U_{10min, Bodø}$ [m/s], 50 år	24.1	28.5	25.8	31.2	31.2
Overføring til 50m Øyjordneset; U_m	0.94	0.83	1.34	1.13	
Overføring til 50m Øyjordneset; U_g	1.34	1.37	1.69	1.40	
50 år U_m , Øyjordneset	22.5	23.7	34.4	35.1	36
50 år U_g , Øyjordneset	32.3	39.0	43.5	43.7	45

Tabell 5 gir 36 m/s (10 min middelvind) og 45 m/s (3 sekunders vindkast) som 50 - års verdier for vind på tvers av brua (Ø+V) og 25 m/s, respektivt 39 m/s på langs (N+S). 35 m/s i 50 m nivå og profilfaktor 0.14 (vestlig vind), gir ved bruk av lign. 1: 27 m/s i 10 m nivå. NS3491-4 gir 28 m/s i 10 m nivå dersom kategori II – terreng legges til grunn, og enda høyere dersom ruheten settes lavere. Men målinger (Askøy) og modelleringer (WAsP i trekantsambandet) indikerer at ruheten i fjordstrøk som ikke er godt åpne mot havet er influert av terrenget og ligger nær kategori II – terrenget. Målingene på Øyjordneset indikerer også at det ikke er grunn til å sette lavere ruhet enn dette.

Det kan diskuteres om vinden midt ute på brutrasèen er sterkere enn på Øyjordneset. For vestlig vind er det neppe grunn til å anta noen vindøkning utover brutrasèen. Øyjordneset er utsatt for en noe større vestlig sektor enn midtpunktet i fjorden, idet vind fra 230 – 240° kan bli noe mer friksjonsdempet fra land (Narvik sentrum) enn tilfellet er for Øyjordneset. Østlig vind kan være noe vanskeligere å vurdere. På den ene siden; det er trolig akselerasjon rundt neset. På den andre siden; det er friksjonsøkning langs fjordbredden. Men turbulensintensiteten for østlig vind er ikke spesielt høy, derfor anta ingen netto økning utover langs brua. Vind på langs av brua vil ventelig være noe avdempet ved sørlig landpunkt i forhold til det nordlige.

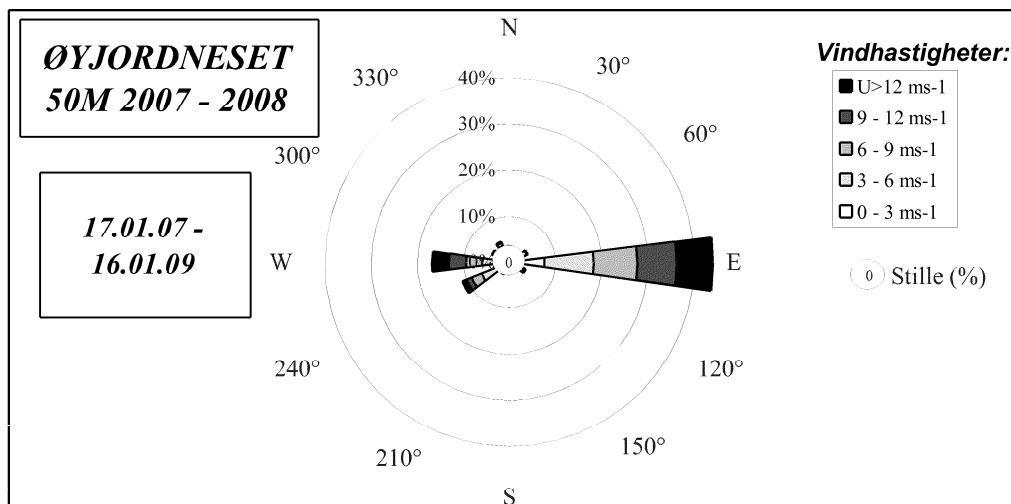
Vi kan slå fast at etter 27 måneder med datainnsamling er det fortsatt en del usikkerhet i ekstremverdiestimaten. Med den aktuelle metodikken for å beregne ekstremverdier, ved bruk av maksimum av overføringskoeffisient for sterkeste og middel av 5 sterkeste episoder, ansees det sannsynlig at ekstremverdiene ikke er høyere enn angitt. Trolig må det svært lang serie til for å få ned denne usikkerheten.

Appendiks A. Vindstatistikk fra Øyjordneset

Tabell A.1 Vindstatistikk for Øyjordneset, 50m.

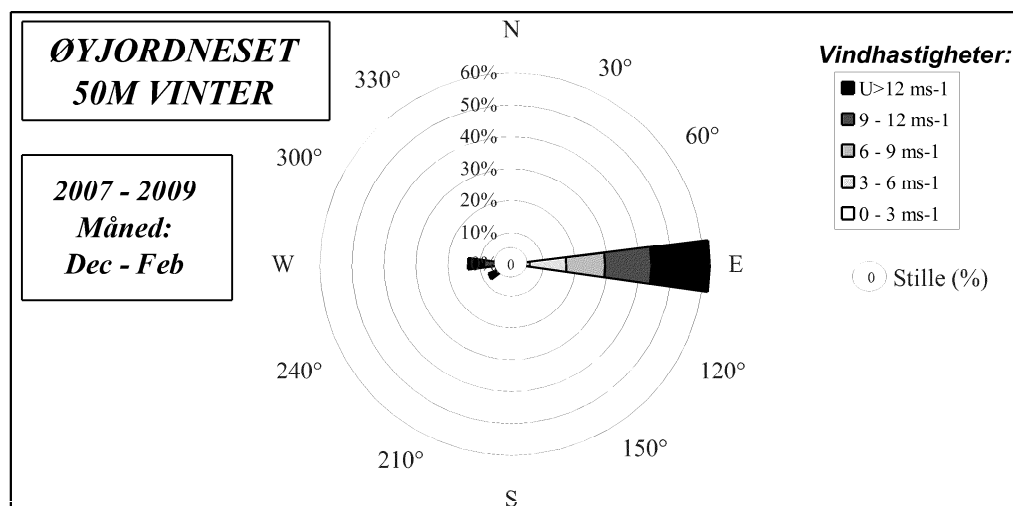
VINDSTATISTIKK FOR ØYJORDNESET 50M 2007 - 2008

Frekvenstabell: Øyjordneset 50m 2007 - 2008												År: 17.01.07 til 16.01.09		Måned: Jan til Dec		
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	Weibul-parametre α β	
360	2.4	1.1	0.0	0.0								3.5	2.46	1.30	1.94	2.78
30	1.6	0.6	0.1	0.0								2.3	2.44	1.62	1.51	2.66
60	3.1	0.9	0.2	0.1	0.0	0.0						4.3	2.57	2.01	1.13	2.35
90	7.6	10.7	9.4	8.5	5.3	2.1	0.5	0.0	0.0			44.1	7.63	4.39	1.58	8.61
120	2.0	1.3	0.4	0.1	0.0	0.0						3.9	3.38	2.46	1.45	3.68
150	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0						0.9	2.29	2.77	0.83	2.07
180	0.6	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0					1.3	4.79	4.02	1.20	5.09
210	1.1	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0					2.9	4.15	2.88	1.65	4.53
240	2.2	4.3	2.3	1.1	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0			11.1	6.23	4.03	1.66	7.05
270	3.1	2.7	3.5	3.8	2.3	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	8.20	4.68	2.17	10.09
300	2.4	0.9	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0					4.2	3.95	3.45	0.84	3.71
330	2.1	1.7	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0					4.8	4.10	2.92	1.44	4.44
Skift												0.0				
Stille	0.0											0.0				
Sum	29.0	25.5	17.8	14.5	8.6	3.5	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0	6.38	4.46	1.29	6.87



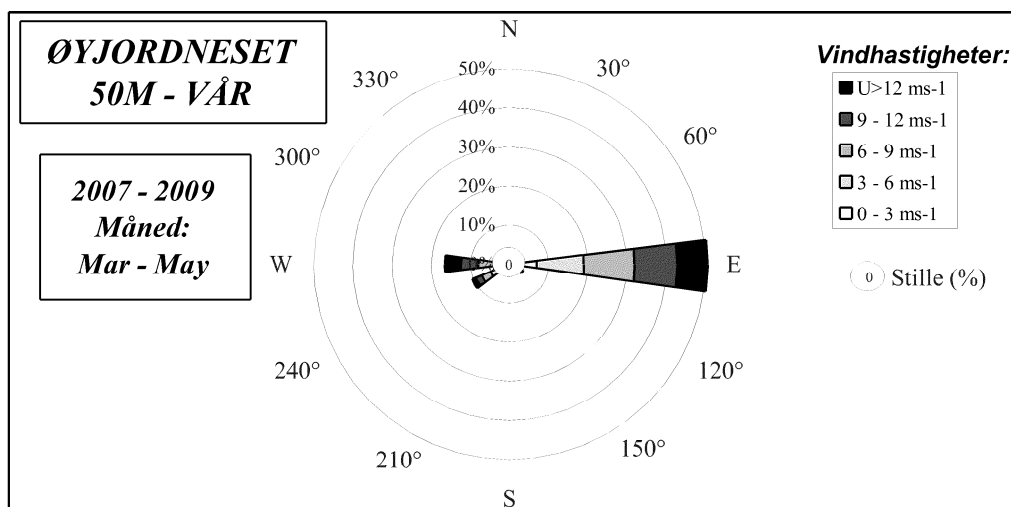
VINDSTATISTIKK FOR ØYJORDNESET 50M VINTER

Frekvenstabell: Øyjordneset 50m vinter		År: 2007 til 2009										Måned: Dec til Feb				
N = 29291 144 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	Weibul-parametre	
															α	β
360	0.8	0.3	0.0	0.0								1.1	2.60	1.55	1.42	2.67
30	0.9	0.4	0.1	0.0								1.4	2.90	1.96	1.13	2.91
60	1.7	0.9	0.3	0.1	0.0	0.0						3.1	3.36	2.35	1.29	3.47
90	5.6	11.5	12.0	14.6	11.2	5.4	1.1	0.3	0.4	0.0		62.0	9.35	4.68	2.28	11.04
120	0.9	1.1	0.5	0.2	0.0	0.0						2.7	4.52	2.85	1.66	4.94
150	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0						0.7	4.81	4.08	0.78	5.54
180	0.2	0.2	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0					1.5	7.81	3.68	2.25	8.82
210	0.4	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0					1.9	6.34	3.67	1.91	6.86
240	0.6	1.9	1.9	1.2	1.2	0.7	0.3	0.1	0.0			7.8	9.12	4.79	2.07	10.55
270	0.4	0.8	2.9	4.4	3.0	1.7	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	13.8	11.11	3.99	3.13	12.39
300	0.4	0.6	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0					2.3	7.16	4.31	1.57	8.04
330	0.6	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0					1.6	4.99	3.75	1.20	5.45
Skift												0.0				
Stille	0.0											0.0				
Sum	12.9	18.9	19.9	21.7	16.0	8.0	1.9	0.4	0.4	0.0	0.0	100.0	8.86	4.80	2.09	10.76



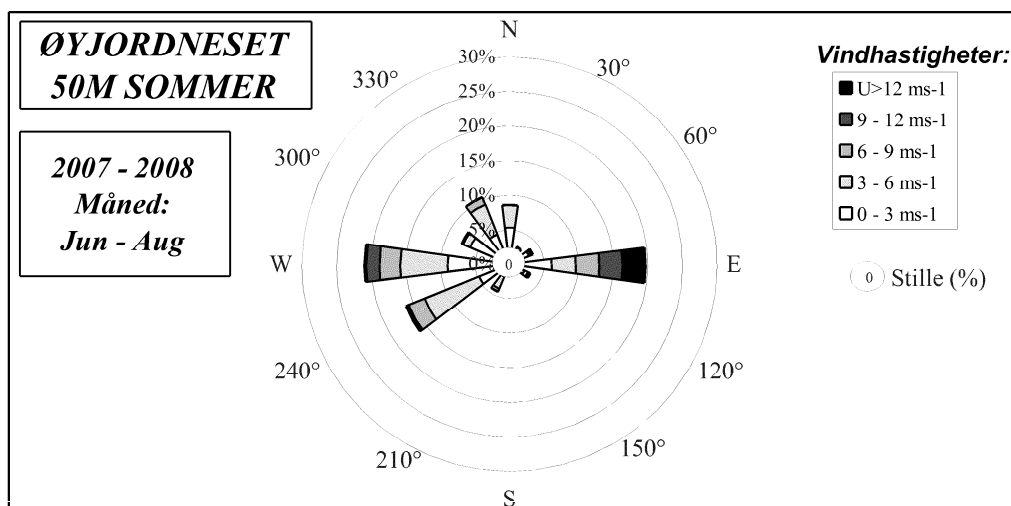
VINDSTATISTIKK FOR ØYJORDNESET 50M - VÅR

Frekvenstabell: Øyjordneset 50m - vår		År: 2007 til 2009										Måned: Mar til May				
N = 33814 144 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	Weibul-parametre	
															α	β
360	1.7	0.5	0.0									2.2	2.24	1.15	1.93	2.48
30	1.3	0.7	0.0									2.1	2.64	1.61	2.00	3.00
60	2.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0						3.3	2.46	1.96	1.52	2.35
90	6.9	12.0	13.0	10.9	5.2	1.7	0.8	0.1	0.0			50.6	7.77	4.16	1.83	8.78
120	1.8	1.7	0.4	0.1	0.0							3.9	3.51	2.09	1.88	3.91
150	0.7	0.0	0.0	0.0								0.7	1.46	1.18	2.81	2.09
180	0.5	0.1	0.1	0.0								0.6	2.52	2.51	0.50	1.62
210	0.7	0.9	0.2	0.0	0.0							1.9	3.65	2.05	2.08	4.17
240	1.5	3.7	2.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.0	0.0			10.3	6.83	3.98	1.89	7.51
270	1.8	2.1	4.1	4.4	2.8	1.2	0.2	0.0	0.0			16.6	9.09	4.30	2.59	10.75
300	1.6	1.0	0.6	0.4	0.2							3.7	4.79	3.52	1.04	5.23
330	1.8	1.2	0.6	0.4	0.2	0.0						4.1	4.65	3.43	1.16	4.99
Skift												0.0				
Stille	0.0											0.0				
Sum	22.7	24.6	21.4	17.8	9.0	3.0	1.2	0.2	0.0			100.0	6.93	4.35	1.46	7.62



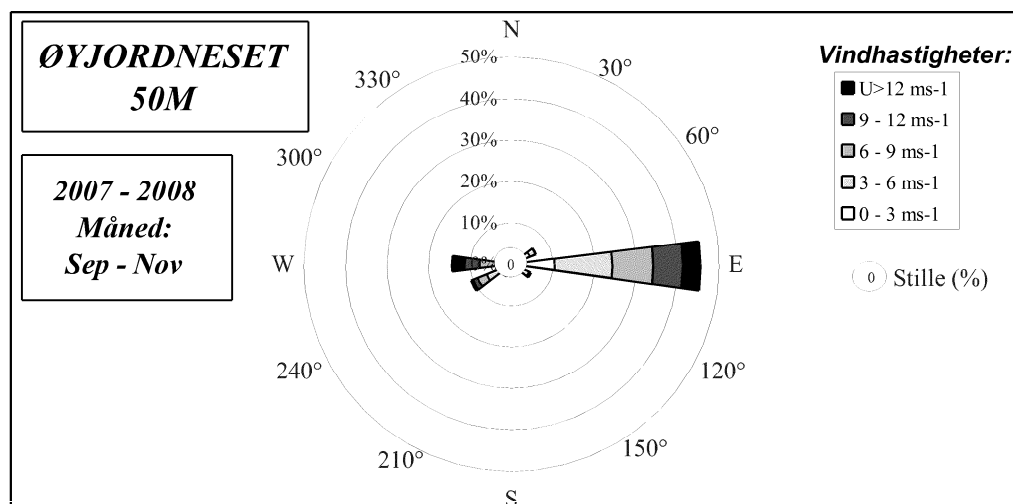
VINDSTATISTIKK FOR ØYJORDNESET 50M SOMMER

Frekvenstabell: Øyjordneset 50m sommer		År: 2007 til 2008										Måned: Jun til Aug				
N = 19691 107 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	Weibul-parametre α β	
360	5.3	3.2	0.1									8.6	2.68	1.27	2.19	3.07
30	1.9	0.7	0.1									2.7	2.31	1.64	1.41	2.65
60	3.0	0.3	0.2	0.2	0.0							3.7	2.26	2.36	0.96	2.22
90	6.1	3.5	3.4	3.3	2.6	0.7	0.0					19.7	6.76	4.61	1.09	7.47
120	2.3	0.6	0.2	0.2	0.0							3.3	2.82	2.81	0.77	2.39
150	1.1	0.0	0.0	0.0								1.2	1.38	1.69	2.33	1.73
180	1.1	0.1	0.0	0.0								1.3	1.51	1.60	0.64	0.88
210	1.9	1.9	0.4	0.1								4.3	3.44	2.16	1.86	3.97
240	4.7	8.5	2.5	0.3	0.1	0.0						16.2	4.32	2.29	2.31	4.77
270	8.9	6.8	3.0	1.9	0.3	0.0						21.0	4.36	2.97	1.33	4.67
300	6.2	1.1	0.2	0.0	0.0							7.6	2.20	1.45	1.73	2.08
330	4.7	4.6	1.1	0.1								10.5	3.50	1.98	1.88	3.98
Skift												0.0				
Stille												0.0				
Sum	47.3	31.5	11.3	6.1	3.0	0.7	0.0					100.0	4.13	3.28	1.27	4.26



VINDSTATISTIKK FOR ØYJORDNESET 50M

Frekvenstabell: Øyjordneset 50m		År: 2007 til 2008										Måned: Sep til Nov		Weibul-parametre		
N = 25643 144 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	α	β
360	2.2	0.5	0.0									2.7	2.03	1.17	1.73	2.26
30	2.1	0.5	0.0									2.6	2.05	1.19	1.98	2.33
60	4.8	1.4	0.1	0.0								6.3	2.33	1.44	1.42	2.35
90	10.4	13.8	9.9	7.1	3.4	0.8	0.1					45.5	6.34	3.82	1.55	7.17
120	2.9	1.7	0.4	0.1	0.0							5.2	3.09	2.22	1.41	3.39
150	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0							1.2	1.87	2.00	1.04	1.18
180	0.7	0.2	0.4	0.2								1.6	4.53	3.48	0.51	5.97
210	1.5	1.1	0.4	0.1								3.2	3.66	2.57	1.43	4.01
240	2.5	4.0	2.4	1.1	0.5	0.1						10.6	5.68	3.40	1.80	6.27
270	2.3	1.7	3.7	3.6	2.4	0.7	0.0					14.4	8.38	4.20	3.02	10.60
300	1.8	0.7	0.4	0.2	0.1	0.0						3.1	3.79	3.30	0.90	3.74
330	1.7	0.8	0.6	0.4	0.1	0.0						3.7	4.46	3.41	1.13	4.60
Skift												0.0				
Stille	0.0											0.0				
Sum	33.8	26.5	18.4	12.9	6.4	1.7	0.2					100.0	5.60	3.94	1.26	6.05



Tabell A.2

10, 50 (median) og 90 % persentiler av eksponenten i vindprofilformelen for ulike hastighetsgrupper og retningsgrupper for 2 hele år (17.01.2007 – 16.01.2009)

n_{u10min}	Årlig snitt 2007 - 2008				n_{u3s}	Årlig snitt 2007 - 2008			
	N	10%	50%	90%		N	10%	50%	90%
Alle					Alle				
0-3 m/s	27222	-0.226	0.203	0.852	0-3 m/s	27222	-0.353	0.168	0.604
3-6 m/s	23891	0.048	0.169	0.436	3-6 m/s	23891	-0.047	0.137	0.325
6-9 m/s	16682	0.065	0.121	0.251	6-9 m/s	16682	0.013	0.104	0.223
9-12 m/s	13619	0.068	0.107	0.199	9-12 m/s	13619	0.028	0.095	0.191
12-15 m/s	8043	0.077	0.114	0.212	12-15 m/s	8043	0.040	0.112	0.220
15-18 m/s	3313	0.100	0.146	0.231	15-18 m/s	3313	0.056	0.131	0.225
>18 m/s	977	0.120	0.167	0.230	>18 m/s	977	0.077	0.143	0.238
Ø		10%	50%	90%	Ø		10%	50%	90%
0-3 m/s	14508	-0.185	0.194	0.765	0-3 m/s	14508	-0.311	0.164	0.555
3-6 m/s	13075	0.051	0.164	0.355	3-6 m/s	13075	-0.035	0.132	0.293
6-9 m/s	9444	0.065	0.117	0.227	6-9 m/s	9444	0.017	0.101	0.207
9-12 m/s	8171	0.067	0.107	0.183	9-12 m/s	8171	0.026	0.094	0.187
12-15 m/s	4991	0.078	0.116	0.209	12-15 m/s	4991	0.040	0.115	0.237
15-18 m/s	1967	0.101	0.146	0.238	15-18 m/s	1967	0.052	0.133	0.243
>18 m/s	519	0.120	0.167	0.235	>18 m/s	519	0.081	0.157	0.255
V		10%	50%	90%	V		10%	50%	90%
0-3 m/s	7237	-0.246	0.188	0.753	0-3 m/s	7237	-0.353	0.161	0.594
3-6 m/s	7366	0.028	0.155	0.337	3-6 m/s	7366	-0.087	0.128	0.306
6-9 m/s	5886	0.063	0.115	0.222	6-9 m/s	5886	-0.001	0.098	0.203
9-12 m/s	4881	0.070	0.108	0.180	9-12 m/s	4881	0.032	0.093	0.179
12-15 m/s	2902	0.078	0.115	0.182	12-15 m/s	2902	0.040	0.106	0.186
15-18 m/s	1310	0.099	0.145	0.197	15-18 m/s	1310	0.056	0.127	0.197
>18 m/s	449	0.119	0.160	0.194	>18 m/s	449	0.075	0.131	0.197
N		10%	50%	90%	N		10%	50%	90%
0-3 m/s	3124	-0.276	0.272	0.984	0-3 m/s	3124	-0.346	0.189	0.642
3-6 m/s	2176	0.112	0.491	0.926	3-6 m/s	2176	-0.009	0.236	0.491
6-9 m/s	663	0.238	0.553	0.993	6-9 m/s	663	0.061	0.222	0.445
9-12 m/s	238	0.200	0.322	0.854	9-12 m/s	238	0.063	0.180	0.401
12-15 m/s	67	0.241	0.321	0.637	12-15 m/s	67	0.065	0.201	0.367
15-18 m/s	17	0.288	0.418	0.577	15-18 m/s	17	0.168	0.266	0.392
>18 m/s	3	0.146	0.151	0.321	>18 m/s	3	0.110	0.124	0.263
S		10%	50%	90%	S		10%	50%	90%
0-3 m/s	2353	-0.393	0.338	1.589	0-3 m/s	2353	-0.486	0.221	0.869
3-6 m/s	1274	0.063	0.188	0.406	3-6 m/s	1274	-0.286	0.164	0.352
6-9 m/s	689	0.086	0.153	0.274	6-9 m/s	689	0.004	0.131	0.262
9-12 m/s	329	0.094	0.140	0.190	9-12 m/s	329	0.028	0.111	0.219
12-15 m/s	83	0.109	0.142	0.164	12-15 m/s	83	0.003	0.097	0.228
15-18 m/s	19	0.120	0.153	0.314	15-18 m/s	19	0.050	0.135	0.334
>18 m/s	6	0.164	0.173	0.196	>18 m/s	6	0.033	0.094	0.340

Tabell A.3 Turbulensintensitet i 50 m nivå, $I_u(50m)$, gitt som medianverdi (50%) og persentilverdier for 2 hele år (17.01.2007 –16 .01.2009)

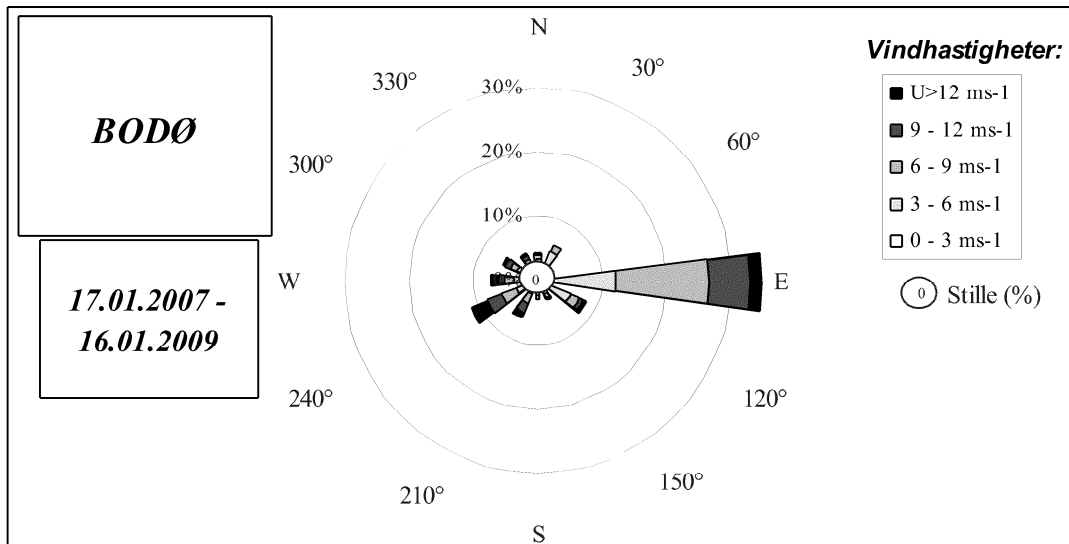
	Årlig snitt 2007 - 2008		Iu 50 m							
Alle	N	1%	3%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
0-3 m/s	32014	0.047	0.062	0.072	0.091	0.211	0.457	0.537	0.623	0.683
3-6 m/s	25124	0.031	0.043	0.050	0.059	0.114	0.247	0.300	0.376	0.438
6-9 m/s	17228	0.038	0.046	0.049	0.053	0.084	0.180	0.225	0.276	0.316
9-12 m/s	14858	0.039	0.045	0.048	0.050	0.074	0.130	0.163	0.206	0.236
12-15 m/s	8282	0.039	0.046	0.049	0.053	0.075	0.113	0.135	0.167	0.190
15-18 m/s	3182	0.041	0.047	0.050	0.054	0.079	0.114	0.130	0.157	0.174
>18 m/s	846	0.050	0.053	0.056	0.058	0.078	0.112	0.127	0.148	0.165
Ø		1%	3%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
0-3 m/s	16258	0.044	0.058	0.066	0.083	0.186	0.433	0.515	0.604	0.660
3-6 m/s	13036	0.040	0.048	0.053	0.056	0.103	0.225	0.279	0.353	0.412
6-9 m/s	9074	0.040	0.045	0.048	0.052	0.081	0.164	0.206	0.255	0.292
9-12 m/s	8576	0.040	0.045	0.048	0.050	0.074	0.128	0.155	0.193	0.222
12-15 m/s	4854	0.043	0.048	0.051	0.054	0.076	0.115	0.136	0.164	0.184
15-18 m/s	1754	0.048	0.053	0.056	0.055	0.080	0.110	0.122	0.142	0.159
>18 m/s	232	0.052	0.054	0.056	0.059	0.076	0.100	0.114	0.126	0.146
V		1%	3%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
0-3 m/s	8948	0.044	0.061	0.071	0.091	0.197	0.445	0.530	0.611	0.679
3-6 m/s	8454	0.023	0.033	0.039	0.058	0.111	0.227	0.285	0.364	0.434
6-9 m/s	6678	0.035	0.044	0.050	0.053	0.084	0.153	0.192	0.243	0.300
9-12 m/s	5646	0.034	0.043	0.047	0.050	0.073	0.119	0.143	0.173	0.202
12-15 m/s	3286	0.036	0.043	0.046	0.050	0.072	0.106	0.125	0.154	0.183
15-18 m/s	1376	0.036	0.043	0.046	0.056	0.078	0.113	0.134	0.155	0.162
>18 m/s	596	0.050	0.052	0.056	0.059	0.078	0.112	0.123	0.142	0.145
N		1%	3%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
0-3 m/s	3658	0.097	0.126	0.143	0.165	0.271	0.468	0.540	0.620	0.687
3-6 m/s	2096	0.097	0.111	0.124	0.128	0.205	0.309	0.354	0.416	0.470
6-9 m/s	774	0.084	0.095	0.102	0.092	0.181	0.271	0.300	0.338	0.369
9-12 m/s	312	0.084	0.091	0.094	0.082	0.125	0.247	0.270	0.317	0.387
12-15 m/s	96	0.089	0.096	0.106	0.089	0.115	0.168	0.179	0.198	0.209
15-18 m/s	20	0.086	0.086	0.086	0.105	0.181	0.242	0.253	0.259	0.261
>18 m/s	6	0.134	0.135	0.135	0.092	0.102	0.118	0.120	0.121	0.121
S		1%	3%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
0-3 m/s	3150	0.090	0.116	0.130	0.160	0.329	0.547	0.617	0.707	0.775
3-6 m/s	1538	0.058	0.067	0.076	0.080	0.140	0.300	0.375	0.449	0.513
6-9 m/s	702	0.071	0.087	0.093	0.077	0.132	0.223	0.267	0.331	0.373
9-12 m/s	324	0.071	0.099	0.111	0.089	0.123	0.179	0.196	0.229	0.239
12-15 m/s	46	0.116	0.129	0.140	0.097	0.121	0.155	0.158	0.175	0.181
15-18 m/s	32	0.113	0.115	0.117	0.097	0.130	0.195	0.210	0.217	0.220
>18 m/s	12	0.141	0.142	0.143	0.099	0.117	0.130	0.132	0.133	0.134

Tabell A.4

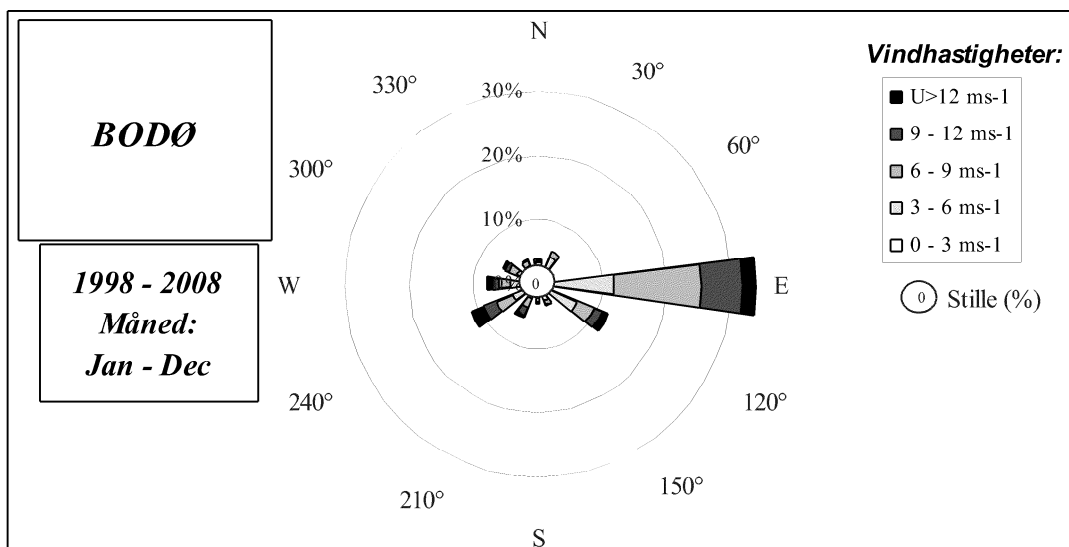
Turbulensintensitetsprofil; eksponent n_{1u} i lign. 1 beregnet fra målinger i 30 og 50 m, gitt som medianverdi (50%) og persentilverdier for 2 hele år (17.01.2007 –16.01.2009)

Årlig snitt 2007 - 2008				
Alle	N	10%	50%	90%
0-3 m/s	27222	-1.638	-0.223	0.582
3-6 m/s	23891	-1.042	-0.181	0.270
6-9 m/s	16682	-0.684	-0.140	0.150
9-12 m/s	13619	-0.457	-0.131	0.108
12-15 m/s	8043	-0.449	-0.125	0.133
15-18 m/s	3313	-0.473	-0.109	0.147
>18 m/s	977	-0.377	-0.149	0.041
Ø				
		10%	50%	90%
0-3 m/s	14508	-1.563	-0.201	0.571
3-6 m/s	13075	-0.926	-0.180	0.265
6-9 m/s	9444	-0.560	-0.144	0.151
9-12 m/s	8171	-0.453	-0.141	0.102
12-15 m/s	4991	-0.439	-0.117	0.150
15-18 m/s	1967	-0.481	-0.098	0.163
>18 m/s	519	-0.423	-0.157	0.058
V				
		10%	50%	90%
0-3 m/s	7237	-1.546	-0.175	0.631
3-6 m/s	7366	-0.870	-0.140	0.302
6-9 m/s	5886	-0.622	-0.137	0.157
9-12 m/s	4881	-0.398	-0.118	0.113
12-15 m/s	2902	-0.441	-0.135	0.094
15-18 m/s	1310	-0.442	-0.119	0.121
>18 m/s	449	-0.366	-0.141	0.035
N				
		10%	50%	90%
0-3 m/s	3124	-1.499	-0.326	0.587
3-6 m/s	2176	-1.391	-0.714	0.046
6-9 m/s	663	-1.566	-0.997	-0.325
9-12 m/s	238	-1.510	-0.811	-0.210
12-15 m/s	67	-1.582	-0.979	-0.371
15-18 m/s	17	-0.984	-0.409	0.055
>18 m/s	3	-0.410	-0.287	-0.168
S				
		10%	50%	90%
0-3 m/s	2353	-2.411	-0.535	0.519
3-6 m/s	1274	-1.017	-0.138	0.274
6-9 m/s	689	-0.638	-0.151	0.124
9-12 m/s	329	-0.354	-0.100	0.127
12-15 m/s	83	-0.353	-0.135	0.025
15-18 m/s	19	-0.174	-0.039	0.044
>18 m/s	6	-0.381	-0.334	-0.284

Appendiks B. Vindstatistikk fra Bodø. Sammenligning mellom kampanjeperiode og data fra lengre tidsserier



Figur B.1 Vindfrekvensfordeling for Bodø i kampanjeperiode



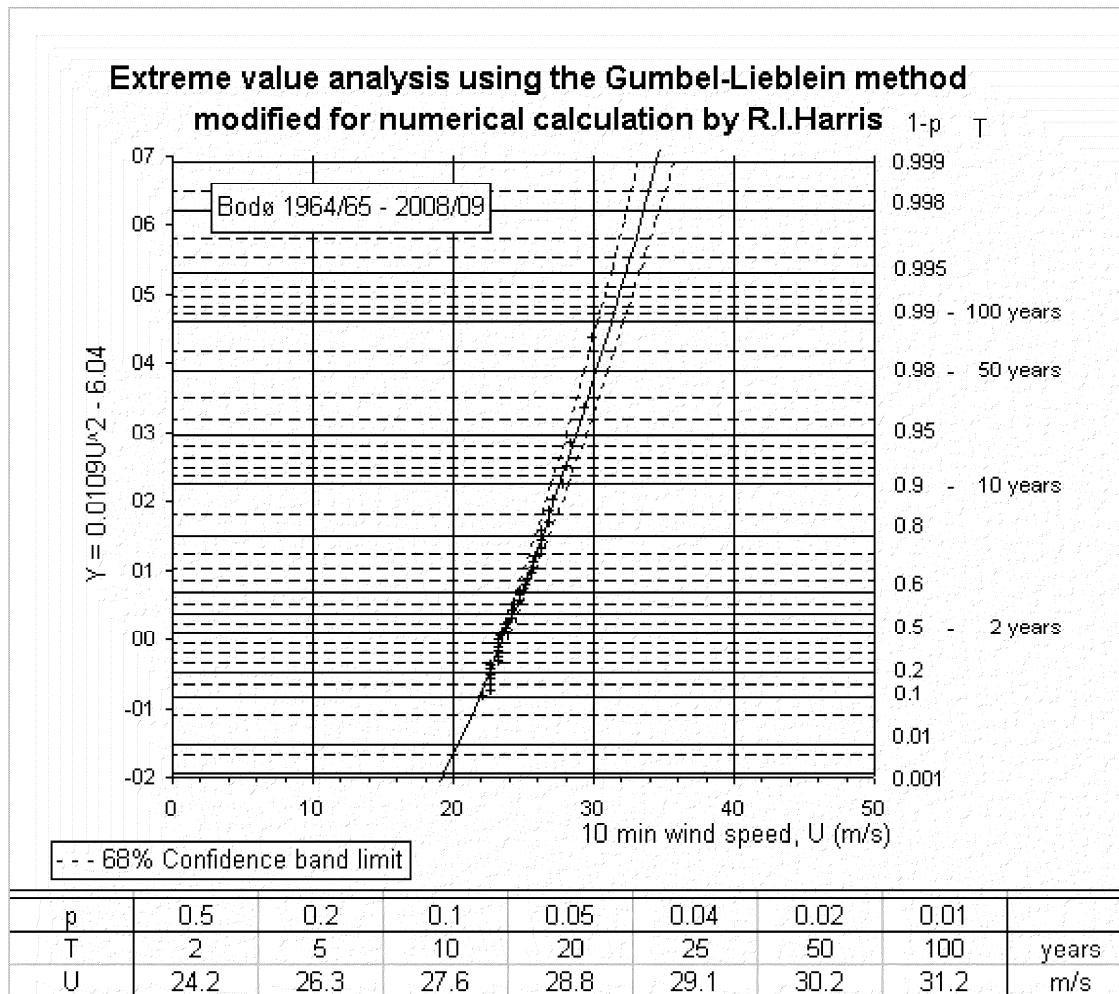
Figur B.2 Vindfrekvensfordeling for Bodø i perioden med automatisk innsamling av data, 1998 – 2008

Tabell B.1 *Middelvind, samt forekomst av vind over 12 m/s og over 15 m/s på Bodø flyplass i kampanjeperioden og i perioden 1998 – 2008, totalt og fordelt på retning.*

Sektor	17.01.07 - 16.01.09				1998 - 2008			
	Um (m/s)	P	P(U>12)	P(U>15)	Um (m/s)	P	P(U>12)	P(U>15)
0	0.02	0.5%			0.29	0.5%		
360	4.10	4.2%	0.0%	0.0%	3.90	4.3%	0.0%	0.0%
30	4.49	6.1%	0.0%		4.11	5.4%	0.0%	
60	3.93	2.6%			4.24	2.7%	0.0%	0.0%
90	7.13	35.5%	1.6%	0.2%	7.17	33.7%	1.7%	0.2%
120	5.51	8.3%	0.3%	0.1%	6.12	11.8%	0.7%	0.3%
150	4.44	3.3%	0.0%	0.0%	4.65	3.6%	0.0%	0.0%
180	4.55	3.2%	0.0%		4.53	2.9%	0.0%	0.0%
210	7.73	6.5%	0.6%	0.3%	6.90	5.6%	0.4%	0.2%
240	8.82	11.4%	1.6%	1.3%	7.89	11.1%	1.2%	0.7%
270	6.97	7.5%	0.8%	0.4%	6.47	8.0%	0.6%	0.3%
300	6.17	6.3%	0.5%	0.2%	5.57	6.0%	0.3%	0.1%
330	5.62	4.6%	0.2%	0.1%	4.78	4.2%	0.1%	0.0%
skift	0.00	0.0%			1.62	0.5%	0.0%	0.0%
Totalt	6.51	100.0%	5.8%	2.5%	6.28	100.0%	5.0%	1.9%

Figur B.1 og B.2 viser at det ikke er store avvik mellom vinden i de to hele årene i kampanjeperioden og i en serie på 12 år fra Bodø flyplass. Tabell B.1 viser dog at det var noe flere tilfelle med sterk vind i kampanjeperioden.

Appendiks C. Ekstremvindstatistikk



Figur C.1 Ekstremanalyse for Bodø lufthavn

Tabell C.1 Sammenstilling av sterk middelvind i Bodø og sterk middelvind og vindkast på Øyjordneset, 50m

10min middel									
	DATO	U50	D50	Sektor		DATO	U10	D10	Sektor
50m, Øyjord	1/26/2007 16:00	20.4	319	N	82290	12/31/2008 7:00	22.0	341	N
50m, Øyjord	12/31/2008 7:30	17.7	326	N	82290	4/5/2007 13:00	20.5	320	N
50m, Øyjord	2/14/2008 3:30	17.7	320	N	82290	11/18/2008 16:00	17.9	324	N
50m, Øyjord	4/2/2007 16:40	16.7	324	N	82290	1/26/2007 14:00	17.3	319	N
50m, Øyjord	2/9/2007 15:50	16.0	317	N	82290	10/18/2007 16:00	16.9	324	N
	Middel	17.7				Middel	18.9		
	Koeffisient (5 og 1 ep)	0.94	0.93						
50m, Øyjord	12/24/2007 6:50	19.2	192	S	82290	1/25/2007 6:00	23.0	217	S
50m, Øyjord	12/16/2008 9:30	17.1	156	S	82290	10/23/2008 0:00	21.4	224	S
50m, Øyjord	1/4/2008 11:30	16.1	176	S	82290	9/27/2008 9:00	20.1	216	S
50m, Øyjord	1/11/2009 8:40	14.1	205	S	82290	12/28/2007 13:00	19.2	224	S
50m, Øyjord	3/16/2007 1:30	13.3	220	S	82290	2/2/2007 4:00	19.0	224	S
	Middel	16.0				Middel	20.5		
	Koeffisient (5 og 1 ep)	0.78	0.83						
50m, Øyjord	12/26/2008 20:20	30.5	270	V	82290	12/31/2008 6:00	27.1	317	V
50m, Øyjord	3/17/2009 17:40	26.0	263	V	82290	10/26/2008 9:00	24.4	229	V
50m, Øyjord	3/3/2007 0:30	25.2	255	V	82290	4/5/2007 2:00	23.9	259	V
50m, Øyjord	1/29/2008 0:20	24.2	254	V	82290	2/13/2008 3:00	23.2	279	V
50m, Øyjord	12/14/2007 11:50	24.2	250	V	82290	9/28/2008 0:00	22.5	247	V
	Middel	26.0				Middel	24.2		
	Koeffisient (5 og 1 ep)	1.07	1.13						
50m, Øyjord	2/5/2009 6:20	27.7	84	Ø	82290	12/2/2007 0:00	20.7	110	Ø
50m, Øyjord	4/9/2008 18:50	25.3	86	Ø	82290	2/22/2007 8:00	20.5	105	Ø
50m, Øyjord	2/9/2009 2:30	23.8	87	Ø	82290	3/8/2009 19:00	19.2	112	Ø
50m, Øyjord	12/3/2008 22:40	21.1	90	Ø	82290	1/5/2008 5:00	18.4	129	Ø
50m, Øyjord	2/18/2007 16:10	21.0	90	Ø	82290	1/25/2009 3:00	18.3	112	Ø
	Middel	23.8				Middel	19.4		
	Koeffisient (5 og 1 ep)	1.22	1.34						
3-5 sek vindkast									
	DATO	U50	D50	Sektor		DATO	U10	D10	Sektor
50m, Øyjord	1/26/2007 16:20	27.4	320	N					
50m, Øyjord	2/14/2008 3:30	26.8	320	N					
50m, Øyjord	12/31/2008 7:40	25.7	334	N					
50m, Øyjord	2/13/2008 14:50	24.8	323	N					
50m, Øyjord	4/19/2009 8:20	22.3	315	N					
	Middel	25.4							
	Koeffisient (5 og 1 ep)	1.34	1.25						
50m, Øyjord	12/24/2007 7:10	31.5	192	S					
50m, Øyjord	12/16/2008 7:00	25.2	159	S					
50m, Øyjord	2/10/2009 20:00	22.0	199	S					
50m, Øyjord	1/11/2009 8:40	21.8	205	S					
50m, Øyjord	10/28/2007 3:10	21.3	191	S					
	Middel	24.4							
	Koeffisient (5 og 1 ep)	1.19	1.37						
50m, Øyjord	12/26/2008 20:30	38.0	270	V					
50m, Øyjord	1/29/2008 0:20	34.1	254	V					
50m, Øyjord	3/3/2007 1:10	32.2	250	V					
50m, Øyjord	2/2/2007 14:00	31.0	247	V					
50m, Øyjord	2/13/2008 1:40	30.3	269	V					
	Middel	33.1							
	Koeffisient (5 og 1 ep)	1.37	1.40						
50m, Øyjord	2/5/2009 10:40	35.0	88	Ø					
50m, Øyjord	2/9/2009 2:30	31.0	87	Ø					
50m, Øyjord	4/9/2008 19:10	31.2	87	Ø					
50m, Øyjord	3/9/2008 6:50	28.3	79	Ø					
50m, Øyjord	2/18/2007 8:20	26.3	90	Ø					
	Middel	30.3							
	Koeffisient (5 og 1 ep)	1.56	1.69						