

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

**KOBBHOLET BRU
VINDMÅLINGER 11.10.94 - 09.01.95**

**KNUT HARSTVEIT
RAPPORT NR.13/95 KLIMA**



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON: 22 96 30 00

ISSN 0805-9918

RAPPORT NR.

13/95 KLIMA

DATO

21.03.95

TITTEL

**KOBBOLET BRU
VINDMÅLINGER 11.10.94 - 09.01.95**

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAGSGIVER

Statens vegvesen - Finnmark vegkontor

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Målinger fra Kobbholneset, 25 moh, er bearbejdet i denne undersøkelsen. Målingene har god kvalitet og serien omfatter flere markante stormepisoder. Ca. 60 episoder med sterk vind er analysert og sammenlignet med data fra Fruholmen fyr.

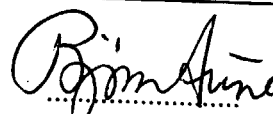
Data fra 25 år på Fruholmen danner grunnlaget for ekstremverdiberegninger og overføringer til Kobbholet er gitt ved overføringskoeffisienter beregnet for den felles måleperioden.

Det er gitt estimater for ekstremverdier av 3 s vindkast og 10 min middelvind med 10, 50 og 100 års returperiode, samt horisontal turbulensintensitet.

UNDERSKRIFT



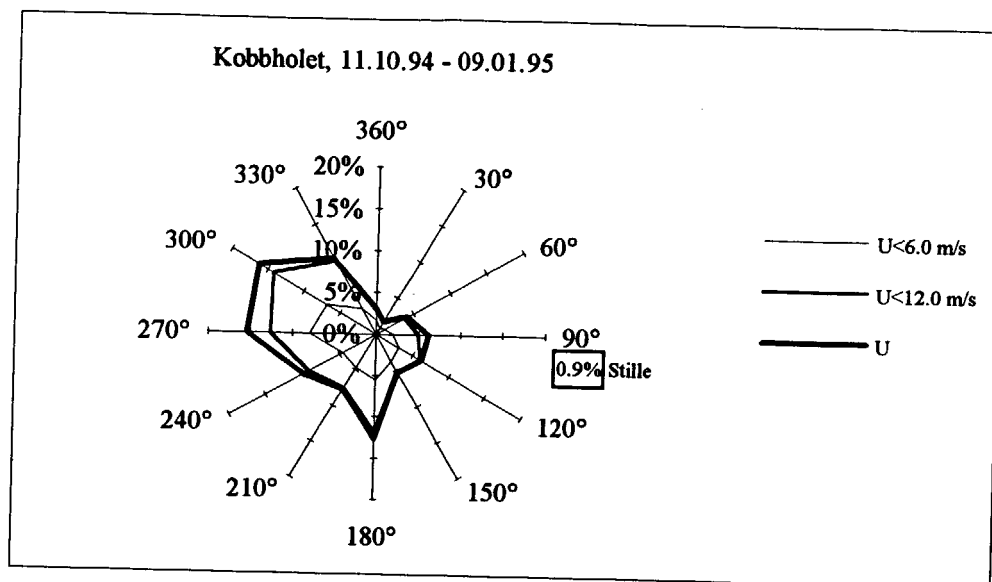
Knut Harstveit
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune
FAGSJEF

SAMMENDRAG

Vindmålinger fra Kobbholet i tiden 11. oktober - 9. januar 1995 er analysert. Målestedet på Kobbholet antas å representere forholdene ute i sundet ved brutraseen.



	0.0-3.0	3.0-6.0	6.0-9.0	9.0-12.0	12.0-15.0	15.0-18.0	18.0-21.0	>21.0	SUM
N 360°	0.5	1.1	0.8	0.4	0.2	0.1			3.1
30°	0.4	0.5	0.5	0.3	0.1				1.7
60°	0.3	0.8	0.9	1.9	0.3				4.2
Ø 90°	0.4	1.6	1.2	1.6	1.3	0.0			6.3
120°	1.2	1.9	1.6	1.3	0.1				6.2
150°	1.5	2.3	1.2	0.3	0.0				5.3
S 180°	1.4	4.1	3.9	2.4	0.7	0.1	0.0		12.7
210°	1.1	3.6	2.2	0.6	0.2	0.0			7.7
240°	1.3	3.3	3.4	1.1	0.5	0.2	0.0		9.8
V 270°	5.6	2.3	2.4	2.3	1.5	0.9	0.4	0.0	15.4
300°	3.6	3.2	4.4	3.1	1.0	0.5	0.4	0.1	16.3
330°	0.9	2.7	3.8	2.6	0.4	0.0			10.4
0	0.9								0.9
SUM	19.0	27.6	26.4	17.9	6.3	1.9	0.9	0.1	100.0

Som vindrosen og frekvenstabellen viser, var hyppigste vindretninger på Kobbholet i sektor sør til nordvest, spesielt omkring 270 - 310°, som også var vindretningen for de sterkeste vindene.

Fruholmen fyr er valgt som referansestasjon. Fruholmen ligger fritt eksponert unntatt for en smal sektor omkring sørøst hvor fyret virker forstyrrende på vinden. Høyeste middelvind i hver av 8 sektorer er avlest for hvert av årene 1969/70 til 1993/94 for denne stasjonen. Disse dataene er analysert og det er beregnet ekstremverdier med 10, 50 og 100 års returperiode for hver av de 8 sektorene. For måleperioden på Kobbholet er også episoder med sterk vind på Fruholmen avlest fra diagrammer, og det er dannet overføringskoeffisienter mellom stasjonene ved forskjellige vindretninger.

Gjennomsnittsvinden på Kobbholet er svakere og mer ujevn enn på Fruholmen, men når vinden på Fruholmen ligger i sin mest utsatte sektor, 270 - 310°, er vinden på Kobbholet terrengforsterket. Ekstremvinden med 50 års returperiode på Kobbholet ligger på 39 m/s (10 min middelvind) og 55 m/s (3 s vindkast). Dette er omtrent 95% av ekstremvinden på Fruholmen, og ca. 110% av vindkastet på det som er beregnet for en åpen flyplassflate i området.

Vedlagte tabell viser ekstremvindforhold på Kobbholneset, som også anbefales benyttet ved brutraseen, 10 m over vannflaten. Her er U lik 10 min middelvind, U_g lik 3 s vindkast, G_f kastfaktoren (U_g/U) og I horisontal turbulensintensitet. Vindverdiene er gitt med 10, 50 og 100 - års returperiode og retningssektorene gjelder lokal vindretning. Ekstremvinden kommer i sektor 240 - 310° og datagrunnlaget for denne vurderingen er godt. Usikkerheten i tallene er anslått til $\pm 10\%$. Ved sektor 010 - 230° er det spesifisert 2 typer av turbulente vindregimer. I denne sektoren er det noe mangelfullt datagrunnlag, især ved vind omkring øst.

Sektor	10-ÅRS VIND		50-ÅRS VIND		100-ÅRS VIND		$G_f=U_g/U$	$I=k(G_f-1)$
	U (m/s)	U_g (m/s)	U (m/s)	U_g (m/s)	U (m/s)	U_g (m/s)		
240-310°	34.0	48.5	38.8	55.3	40.7	58.1	1.43	0.15
320-360°	27.7	38.0	31.6	43.3	33.2	45.5	1.37	0.14
010-230°	22.1	36.2	25.2	41.3	26.5	43.4	1.64	0.25
010-230°	17.2	36.2	19.6	41.3	20.6	43.4	2.11	0.40

1. INNLEDNING

Bakgrunnen for denne rapporten er en forespørsel fra Statens Vegvesen, Vegkontoret i Finnmark. Man er der i gang med prosjektering av bru over Kobbholet som er en del av fastlandsforbindelsen til Magerøya (FATIMA - prosjektet). Vegen skal gå langs stranda innenfor Sarnesfjorden, krysse Kobbholet og dukke ned i en undersjøisk tunnel under Magerøysundet.

Ved analyse av korte måleserier er det nødvendig å koble serien til en nærliggende referansestasjon. Dette er en vindstasjon med vindmålinger fra et lengre tidsrom, gjerne 20 - 30 år. Stasjonen bør dessuten ha minst mulig lokale særegenheter, slik at den er enkel å sammenligne med. Fruholmen fyr er valgt som referansestasjon fordi den ligger åpent til og et ferdig analysert datasett for en periode på 25 år allerede eksisterer for stasjonen. Honningsvåg lufthavn ligger nærmere, men er mer lokalt påvirket og egner seg mindre som referansestasjon. Dessuten har den kortere og mer ufullstendig avlest datarekke. I sluttrapporten blir også Honningsvåg trukket inn for å se om den bidrar til redusert usikkerhet i estimatene.

2. STED OG TOPOGRAFI

Bruområdet ligger i Vest-Finnmark, 71° N. Området ligger på sørlige del av Magerøya, Nordkapp kommune, ca. 10 km vestsørvest for kommunesenteret i Honningsvåg, og ca. 25 km sør for selve Nordkapp.

Nordkappområdet og nærliggende øyer og fastland er preget av to flatenivåer; et fjellplatå, ca. 300 m over havet, og hav/sjøflaten. Mange steder er flatene separert av meget bratte skråninger, til dels stup, og overgangen mellom platå og skråning kan være meget skarp. Fjorder og daler skjærer seg mange steder inn i landskapet, men fjordene kan være meget brede.

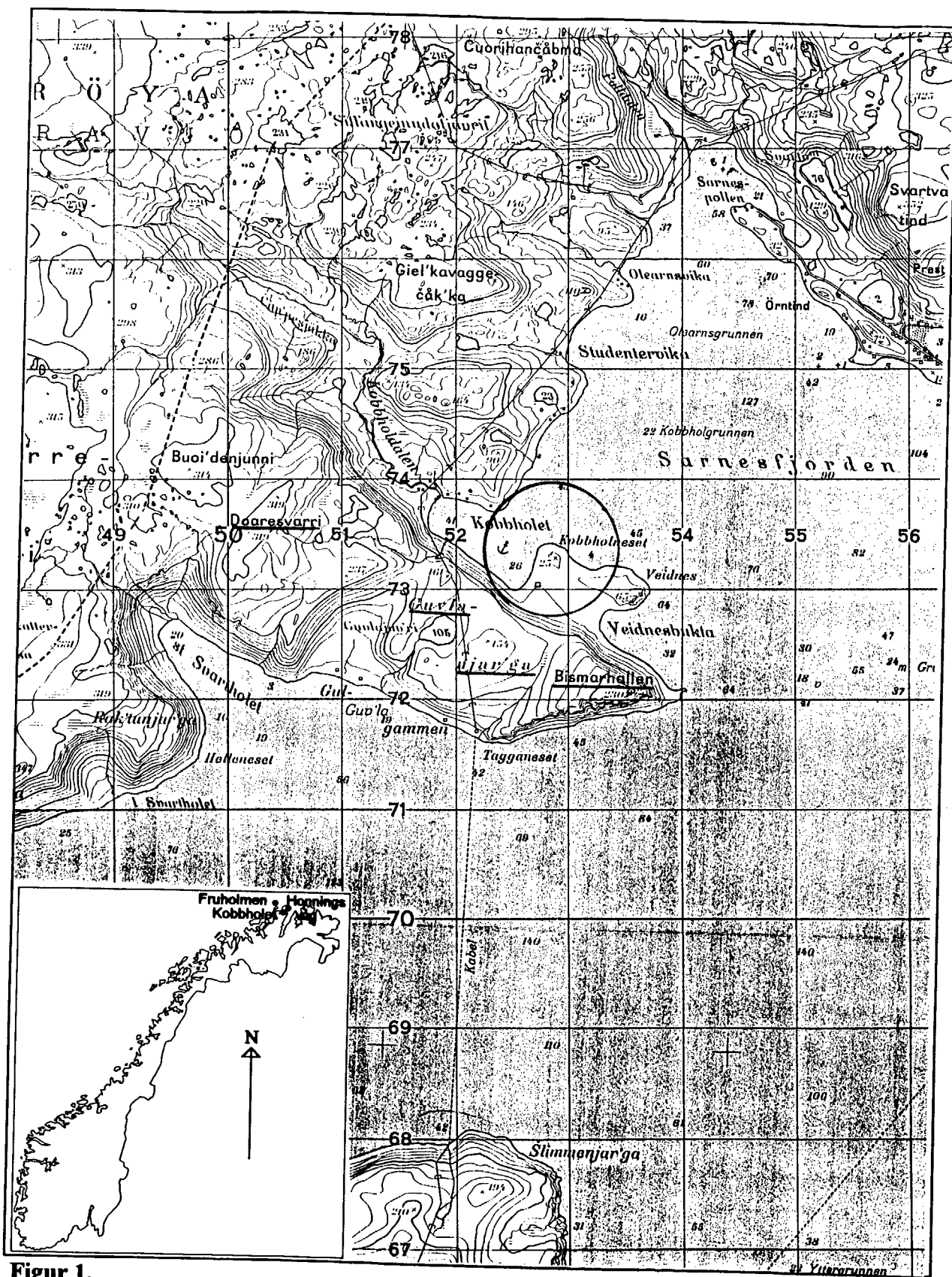
Landskapet har sparsom vegetasjon, mest mose og gras. Mange steder er det steinurer. Store deler av året er området jevnet ut av et snødekke. Dette varierer en del i tykkelse og kan være ganske tynt over terrengrygger ol. Men det vil lokalt fylle igjen mange groper og virke utjevnende på underlaget. Grovt sett vil store deler av platået ha samme flateruhet som en sjøflate ved sterk vind i de deler av året som de ekstreme stormene forekommer.

Kobbholet ligger i sjøflatenivå. Nordvest for stedet finnes en større platåflate, Nuorrevarri, 300 moh. Platået har en rygg lignende forlengelse mot sørøst. Denne ryggen består av to mindre platåer, Doaresvarri, 250 - 300 moh, og Guvlanjarga, 100 - 150 moh. Platåene har en

felles skrent mot nordøst. Den bratte skrenten markerer en brå overgang fra plataene, og dekker området fra Veidnesbukta i sørøst, via vestsiden av Kobbholet, og oppover Kobbholdalen. Skrenten løper sørøst - nordvest og har en samlet lengde på ca. 5 km. Nærmeste avstand til Kobbholet målestasjon er 600 m. Guvlanjarga har et sentralt område på 150 moh nær skrenten mot Kobbholet. Mot øst går Guvlanjarga ut i en slags stigende skipsbaug, Bismarhallen, 230 moh., med markante skreenter mot alle sider, bortsett fra det stadig smalere, stigende plataet fra vest.

Nord for Kobbholet stiger terrenget mer langsomt opp mot plataet på Magerøya. Mot nordøst, øst og østsørøst ligger Sarnesfjorden, som er ca. 3 km bred mot nordøst og går ellers over i den brede fjorden, Porsangen. Mot sørøst, i en avstand av ca. 1.5 km, ligger Bismarhallen. Plataaskrenten dekker ellers området sørøst - vestnordvest, mens Kobbholdalen ligger nordvest for Kobbholet.

Selve Kobbholet er en liten innbuktning av Sarnesfjorden. Bukta løper ca. 1 km langs plataaskrenten og åpningen mot Sarnesfjorden er mot nordøst. Åpningen er ca. 500 m bred, og landtunger finnes på begge sider. Brua skal forbinde disse landtungene og vil få nordvestlig - sørvestlig retning. Vindmåleren er plassert på sørvestre landtunge, 25 moh. Landtungene består av gras, mose og stein, og er relativt avrundet i formen.



Figur 1.
 Kart over Kobbholet i målestokk 1 : 50.000. Plassering av Kobbholet, Fruholmen og Honningsvåg lufthavn på nasjonal skala.

3. VINDFORHOLDENE I OMRÅDET

3.1 Oppsummering fra en befaring i området

Den 21.06.94 ble området besøkt med båt over Sarnesfjorden til Kobbholet. T. Kildal, Finnmark Vegkontor og K. Harstveit, DNMI deltok. Det ble samtalt med den lokalkjente båtskipperen og en fisker fra Kobbholneset. Uttalelsene gikk i retning av at det ved vind mellom sørvest og nordvest på kysten var meget urolig vind med sterke vindkast inne i Kobbholet, mens det var sterk og mer jevn vind ved brutraseen. Fiskeren hadde hatt et uthus som ble tatt av vinterstormene 1993, trolig den 2.1.93.

Etter vurdering av terrengforholdene og samtalene med lokalkjente, ble det besluttet å sette opp en vindmåler på stedet. Kobbholneset, 25 moh på sørsiden av brutraseen ble valgt. Begrunnelsen var at dette stedet trolig ville fange opp vinden som går i sundet. Det ble besluttet at vindmåleren skulle måle middelvind, vindkast, vindretning og helst standardavvik av vindhastigheten.

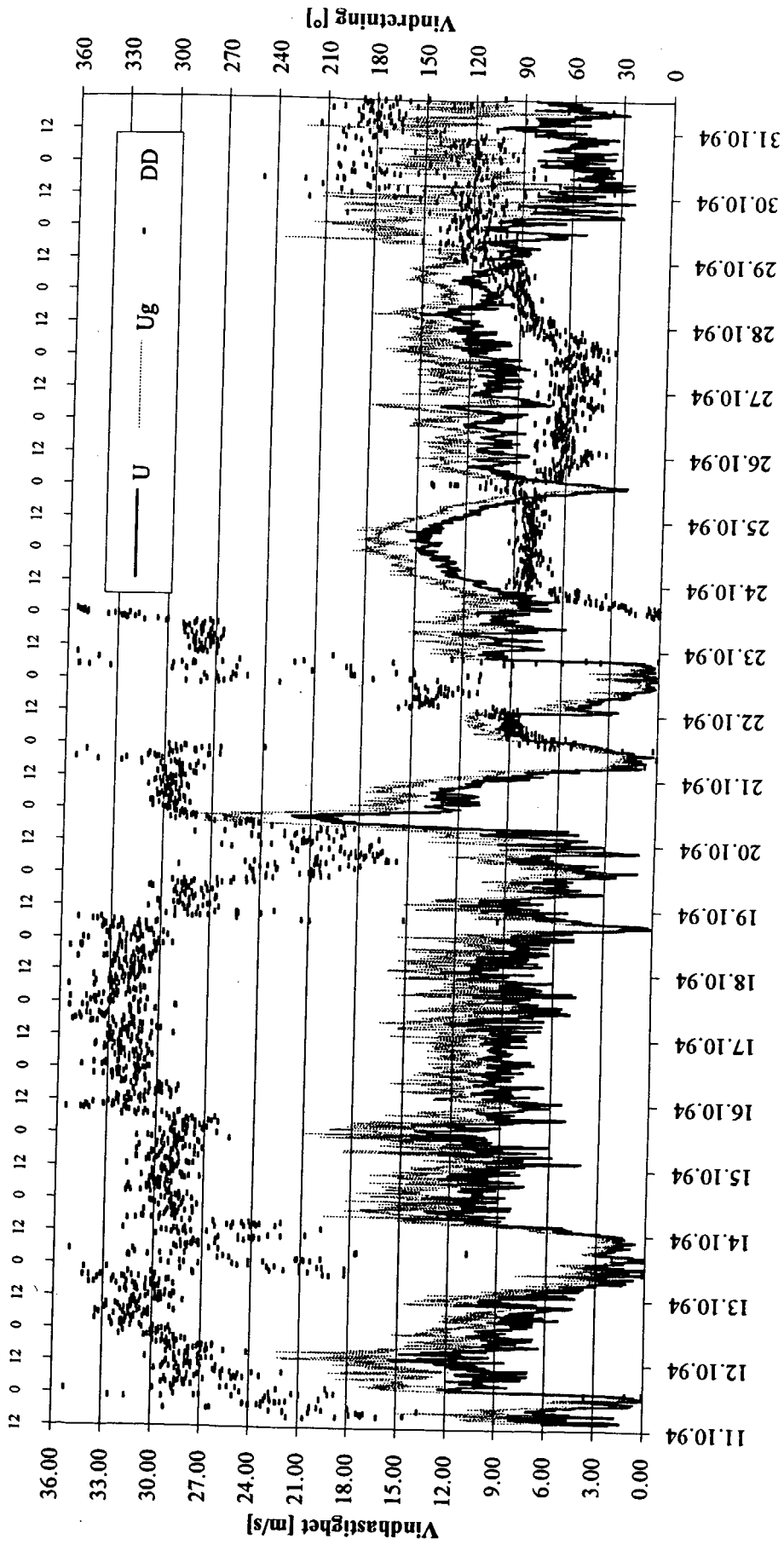
3.2 Analyse av data fra Kobbholet

Målingene er utført av ITAS, Ås. Et kombinert sensor for måling av vindhastighet og vindretning er plassert i en 10 m høy målemast. Parametrene blir avløst hvert 3.dje sekund, og etter hvert 10. minutt blir middelvind, sterkeste vindkast over 3 sekunder, vindretningen til maksimalkastet og standardavvik av enkeltmålingene lagret. Sensoren er av fabrikat Young.

Datadekningen for perioden 11.10.94 kl.12.00 - 09.01.95 kl. 10.00 er 100%. En kvalitetskontroll er utført ved inspeksjon av dataserien og sammenligning med Fruholmen fyr. Ved denne kontrollen ble det ikke funnet feil eller mistenkelige data. Det var heller ikke noe som tydet på at måleserien inneholdt feilverdier som følge av nedising av instrumentet. Konklusjonen er at dataserien har god kvalitet.

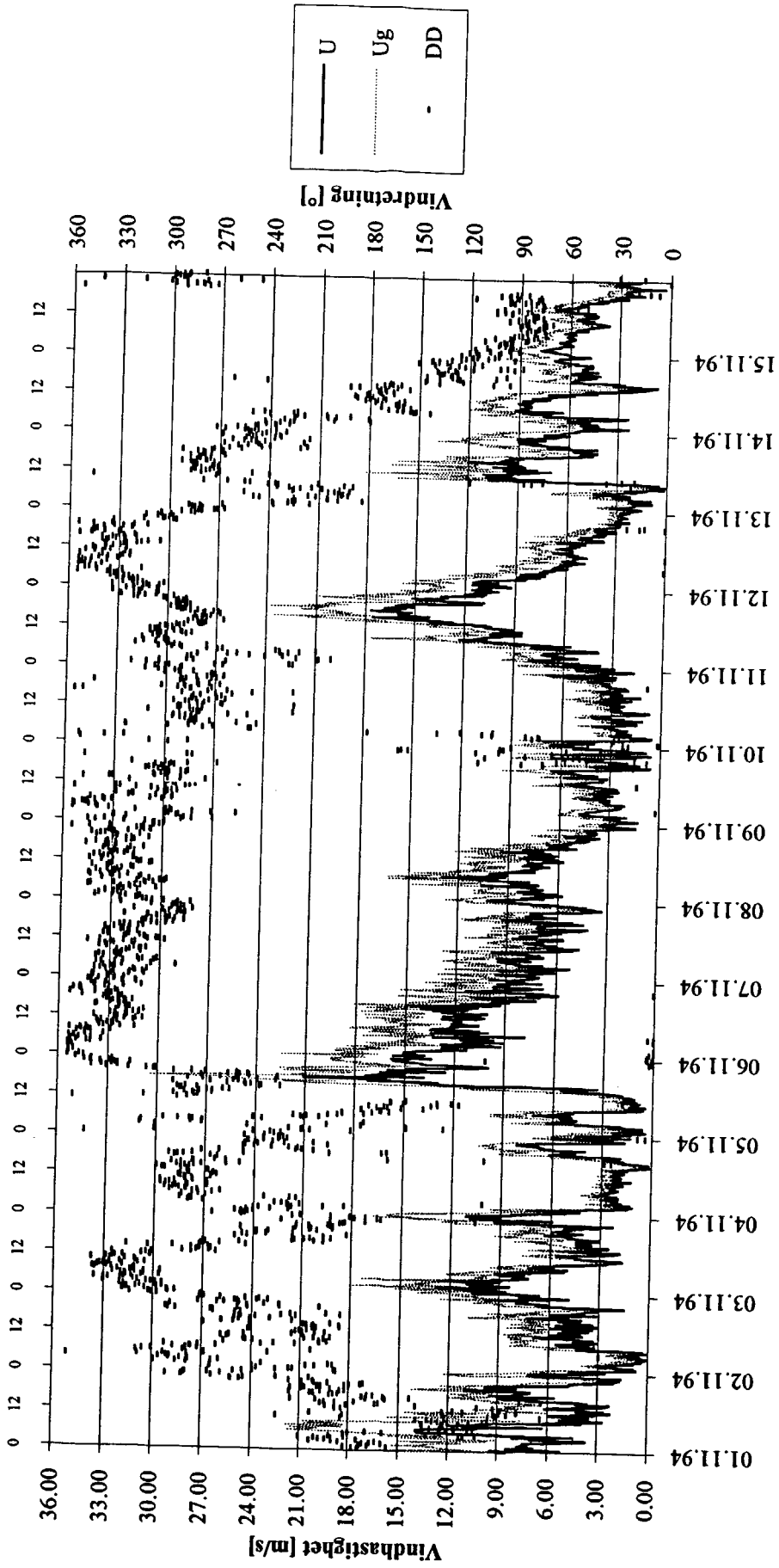
Måleserien er plottet og vist på Figur 2, a - f. Diagrammene viser 10 min middelvind, U, maks 3s vindkast hvert 10. min, Ug samt tilhørende vindretning, DD. Diagrammet viser flere markante vindepisoder, og liten storm ($24.4 \text{ m/s} \geq U(10\text{min}) \geq 20.8 \text{ m/s}$) forekom 20.10, 5.11, 27.11, 2.12 og 24.12. Vindretningen var i alle 5 tilfellene typisk 280° ($260 - 300^\circ$). Høyeste middelvind var 22.1 m/s og høyeste vindkast 30.8 m/s.

KOBBOLET: VINDMÅLINGER OKTOBER 1994



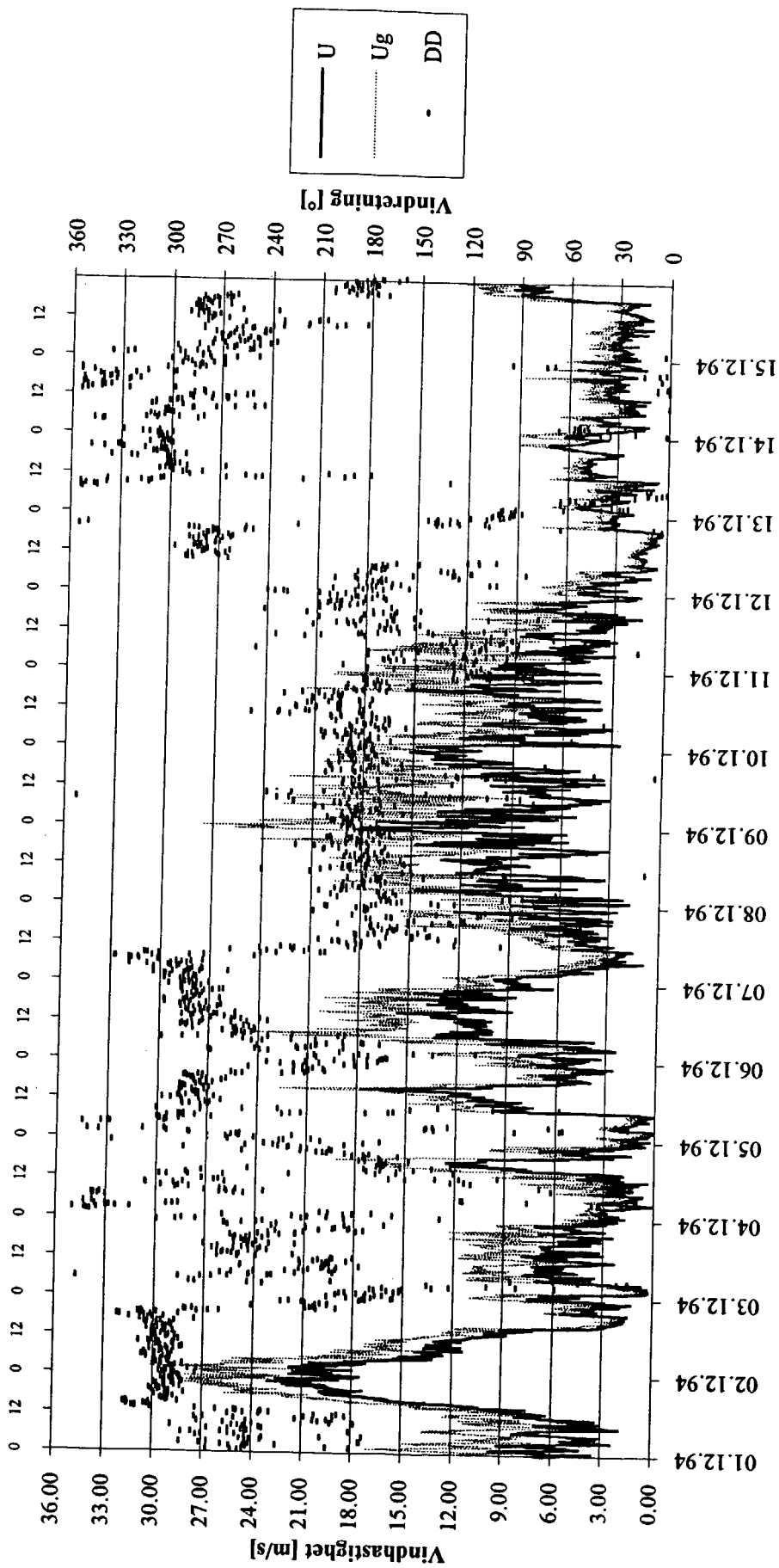
Figur 2a

KOBBOLET: VINDMÅLINGER 1. - 15. NOVEMBER 1994



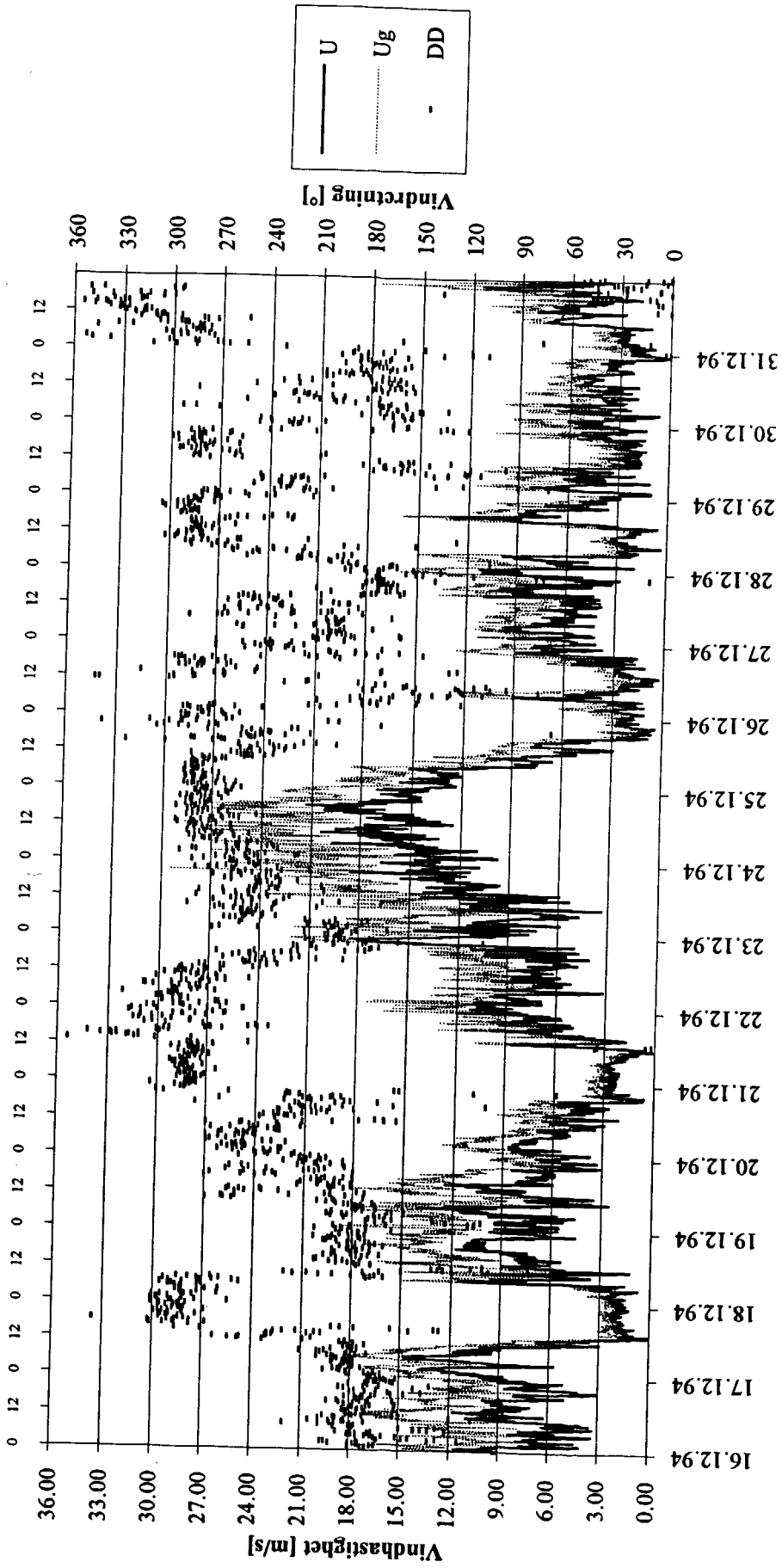
Figur 2b

KOBBOLET: VINDMÅLINGER 1. - 15. DESEMBER 1994



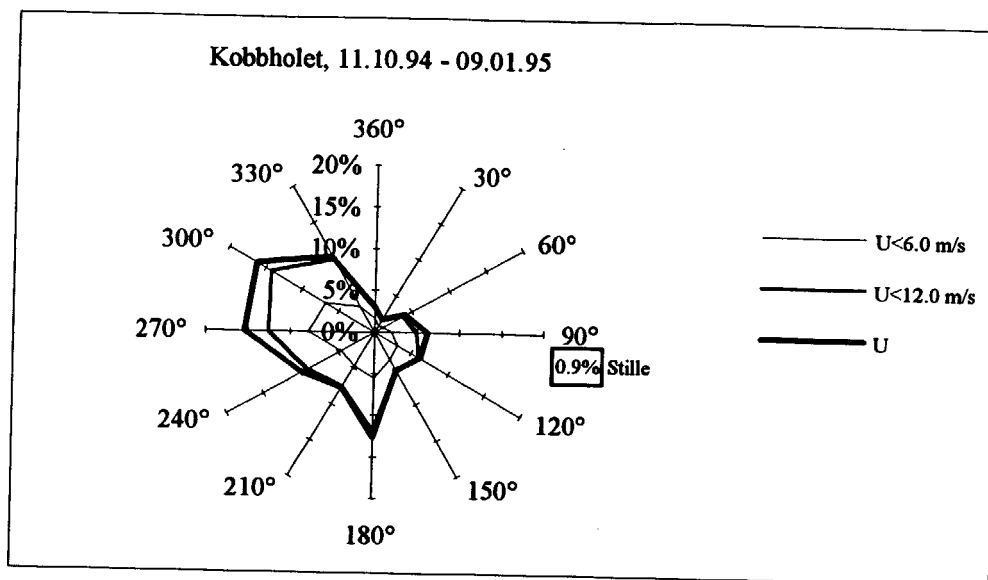
Figur 2d

KOBBOLET: VINDMÅLINGER 16. - 31. DESEMBER 1994



Figur 2c

Figur 3 viser en vindrose over perioden og Tabell 1 viser en frekvensfordeling av vindhastigheten. Det er inndelt i 12 hovedretninger og intervaller på 3 m/s, men $U < 0.5$ m/s er satt til stille vær. Vindstatistikken viser tydelig at det var både mest og sterkeste vind omkring vest - nordvest ($255 - 325^\circ$), men også noe vind omkring sør. Det var derimot lite og svak vind omkring nord - nordøst ($345 - 075^\circ$) i perioden. I en senere sluttrapport vil det bli foretatt en representativitetsvurdering av måleperioden på Fruholmen fyr.



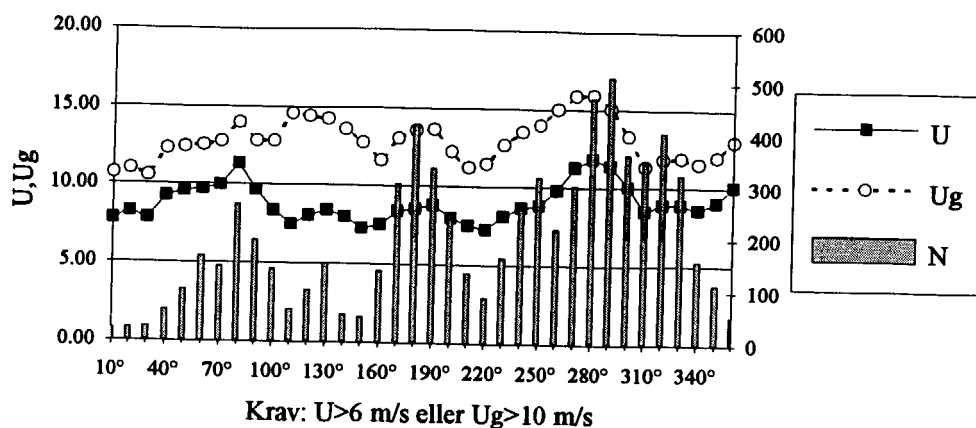
Figur 3.

Tabell 1

Kobbholet 11.10.94 - 09.01.95: Frekvensfordeling i 8 vindhastighetsintervaller (m/s) og 12 vindretningsklasser samt stille vær (<0.5 m/s).

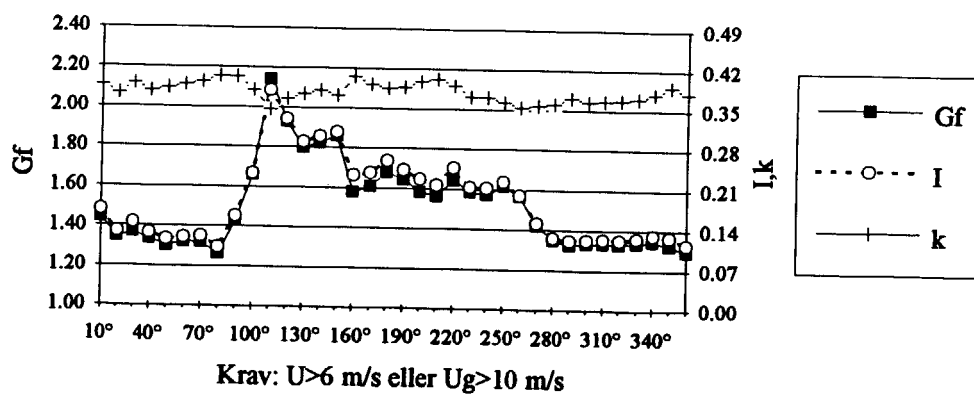
	0.0-3.0	3.0-6.0	6.0-9.0	9.0-12.0	12.0-15.0	15.0-18.0	18.0-21.0	>21.0	SUM
N 360°	0.5	1.1	0.8	0.4	0.2	0.1			3.1
30°	0.4	0.5	0.5	0.3	0.1				1.7
60°	0.3	0.8	0.9	1.9	0.3				4.2
Ø 90°	0.4	1.6	1.2	1.6	1.3	0.0			6.3
120°	1.2	1.9	1.6	1.3	0.1				6.2
150°	1.5	2.3	1.2	0.3	0.0				5.3
S 180°	1.4	4.1	3.9	2.4	0.7	0.1	0.0		12.7
210°	1.1	3.6	2.2	0.6	0.2	0.0			7.7
240°	1.3	3.3	3.4	1.1	0.5	0.2	0.0		9.8
V 270°	5.6	2.3	2.4	2.3	1.5	0.9	0.4	0.0	15.4
300°	3.6	3.2	4.4	3.1	1.0	0.5	0.4	0.1	16.3
330°	0.9	2.7	3.8	2.6	0.4	0.0			10.4
0	0.9								0.9
SUM	19.0	27.6	26.4	17.9	6.3	1.9	0.9	0.1	100.0

Kobbholet, 11.10.94 - 09.01.95
 Observasjoner med sterk vind



Figur 4.

Kobbholet, 11.10.94 - 09.01.95
 Kastfaktor, Gf, turbulensintensitet, I, og $k=I/(Gf-1)$,
 fordelt på vindretning



Figur 5.

Figur 4 viser antall observasjoner med sterk vind for hver 10. grad, og Figur 5 viser tilsvarende hvorledes turbulensforholdene varierer med vindretningen ved sterk vind. Figur 5 viser at $I=\sigma/U_{og}$ $Gf=U_{og}/U$ er meget godt korrelerte, gitt ved lign. 1. Dette er rimelig, siden U_{og} representerer maksimal vindhastighet over 3 s, mens σ representerer standardavviket. Det bør være en god sammenheng mellom standardavvik og maksimalavvik i en tidsserie.

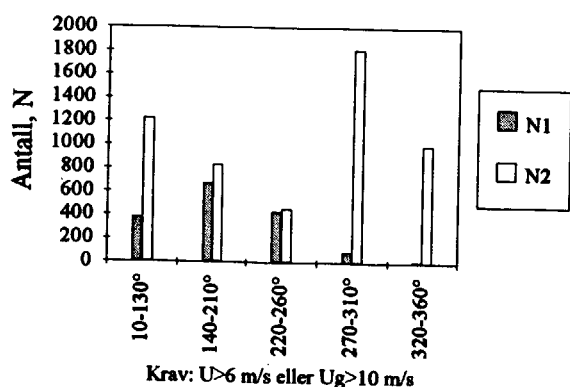
$$I = k(Gf_{3s} - 1)$$

lign. (1)

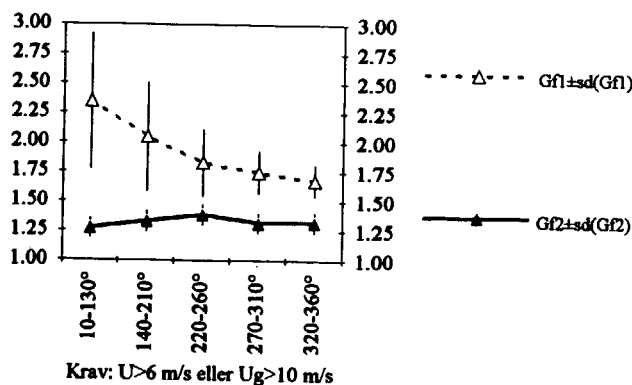
Figur 5 viser at vinden er meget jevn når lokal vindretning er vest - nordvest - nord - nordøst - øst (260 - 090°), mens den er mer turbulent i øvrige retninger, spesielt omkring sørøst (120 - 150°). Ved sammenligning med et topografisk kart (Figur 1) ser vi at Bismarhallen er årsaken til turbulensen, mens vind rett over plataet Guvlanjar'ga også blir noe ujevn. Vestlig vind kommer også over plataet, men denne vinden er jevn ved vindmåleren, og også hyppig og sterk (Figur 4).

Midlingen skjuler en del interessante trekk. Ved å dele inn sektorgrupper i 2 typer vind, turbulent ($Gf > 1.54$) og lite turbulent ($Gf < 1.55$), kommer mer informasjon fram. 5 sektorer er valgt i Figur 6a og b. Figuren viser at vinden er markant turbulent eller markant lite turbulent, spesielt ved lokal vindretning 010 - 130° hvor den jevne vinden kommer fra Sarnesfjorden, mens den svært turbulente vinden trolig genereres når det uforstyrrede vindfeltet blåser i sektor 140 - 310°. Det settes da av virvler som avbøyer vinden bak fjellpartiene Bismarhallen og Guvlanjarga - Doaresvarri. Slike virvler har av og til så stor dimensjon at de rekker ut til måleren på Kobbholneset. Når den lokale vind kommer mer direkte fra disse fjellene, ligger måleren utenfor virvelen og forholdene blir jevnere. Dette er det vanlige bildet, spesielt ved vestlig til nordvestlig vind. Men turbulente regimer forekommer over hele kompassrosen. En analyse av tilfelle med særlig sterke vindkast, viser at dess sterkere vindkastene er, dess større er sjansene for at de forekommer ved turbulent vind. Ved vindkast over 20 m/s ved lokal vindretning 010-130°, var vinden svært turbulent i 84% av tilfellene, mot 36% ved kravene i Figur 6. En slik turbulensøkning med økende vindstyrke sees ikke i åpent terreng, og skyldes nok at virvelen øker noe i omfang ved økende vindstyrke.

Kobbholet, 11.10.94 - 09.01.95
Antall tilfelle i turbulent(1) og lite turbulent(2) vind i 5 sektorgrupper



Kobbholet, 11.10.94 - 09.01.95
Kastfaktor i turbulent(1) og lite turbulent(2) vind i 5 sektorgrupper



Figur 6a

Figur 6b

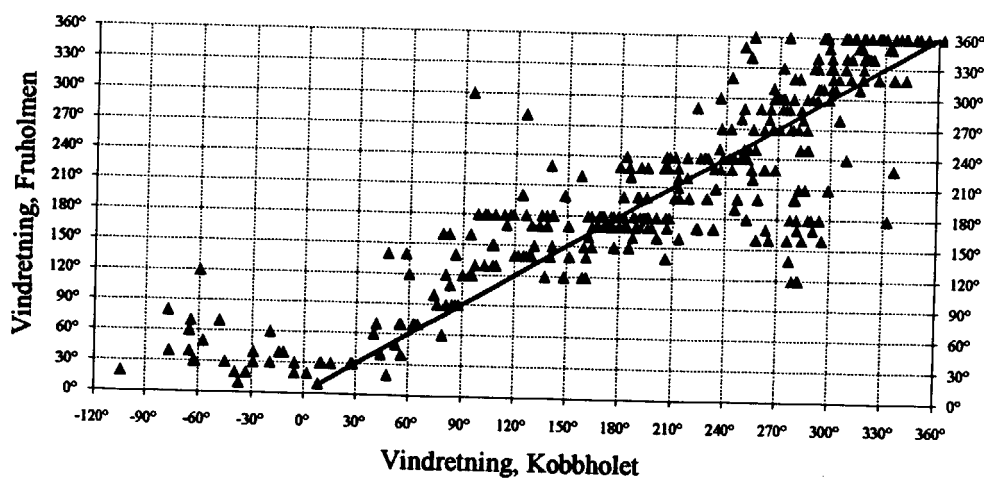
3.3 Sammenligning med data fra Fruholmen fyr

3.3.1 Bruk av data fra EDB - lageret

Dataserien er sammenlignet med dataserien fra Fruholmen fyr i samme tidsrom. Fruholmen-data er framkommet ved en Fuess 90z skrivende vindmåler og foreligger på 2 formater. I DNMI's datalager ligger observasjoner av middelvind, vindretning hver 6. time samt høyeste middelvind, F_x og høyeste vindkast, V_g i løpet av foregående 6 timer. Data foreligger også på registreringspapir, der vindkast, 10 min middelvind og vindretning er kontinuerlig plottet. Disse data er tungt tilgjengelige dersom en ønsker en full analyse av alle data i tidsrekken. Terminobservasjonene er kl. 1, 7, 13 og 19; inspeksjon av diagrammer og datalager viser at observasjonen er utført 20 min før disse terminene.

Det er foretatt en enkel korrelasjonsanalyse mellom Fruholmen og Kobbholet for de 4 termin-tidspunktene. Best korrelasjon, $r=0.62$, ble oppnådd ved en tidsforsinkelse på 60 minutter for Kobbholet. Dette er rimelig siden værssystemene i perioden vesentlig kom inn fra vest og avstanden mellom stasjonene er 65 km. Korrelasjonen ble vesentlig bedre ved å benytte høyeste middelvind siste 6t, $r=0.71$. Ved å korrelere maksimalt vindkast på Kobbholet mot Fruholmen ble $r=0.77$, mens det hadde lite å si om middelvind eller vindkast ble benyttet der.

Vindretning på Fruholmen og Kobbholet 11.10.94 - 09.01.95



Figur 7

Figur 7 viser en vindretningsfordeling på de 2 stasjonene basert på observert vindretning på de 4 hovedterminene på Fruholmen og 1 t forsinkelse på Kobbholet. Fruholmen er avlest av fyrpersonalet med en usikkerhet på $\pm 10^\circ$. Ofte fører slike avlesninger til at markante tall blir foretrukket, dette sees feks. ved at 10° , 80° , 190° , 260° og 350° er underrepresentert i forhold til rent N (360°), rent Ø (90°), rent S (180°) og rent V (270°). Dette betyr imidlertid lite ved tolkning av Fig. 7. På Figur 7 er -120 til -0° synonymt med 240 til 360° , brukt for å lette det visuelle inntrykket av figuren.

Figur 7 viser at det ved vind mellom NV, N og NØ (300 - 80°) på Fruholmen, er et etterslep på 30 - 60° på Kobbholet, et etterslep som er særlig markant ved nordøstlig vind på Fruholmen. Vinden på Kobbholet ligger da omkring NV. Dette er føring gjennom Kobbholdalen og ut langs skrenten av Bismarhallen. Ved dreining fra nordøst til øst på Fruholmen sees et markant hopp fra nordvest til øst på Kobbholet. Vinden kommer da inn fra Sarnesfjorden og kan blåse opp Kobbholdalen. Ved vind i sektor SØ - S - SV (120 - 240°) på Fruholmen er det svært varierende forhold på Kobbholet, med vind i hele sektoren Ø - S - V (90 - 290°, sporadisk også nordøst og nordvest), for alle delsektorer på Fruholmen. Ved videre dreining mot vest stabiliseres vindretningen på vest også på Kobbholet. Det avsettes trolig en skruvirvel langs platåkanten med urolig vind inne i virvelen, feks. innerst i Kobbholbukta. Måleren står ute på Kobbholneset og her blir det jevne og sterke vestlige vindfeltet dratt ned til bakken ved hjelp av virvelen.

3.3.2 Bruk av data fra vinddiagrammer

Den høye korrelasjonen mellom Fruholmen og Kobbholet som framkom ved å benytte maksimum vindhastighet siste 6 timer, indikerer at det er fornuftig å sammenligne episodetopper mot episodetopper. En ytterligere forbedring av analysen blir da å gå inn på diagrampapiret og plukke ut de høyeste stormtoppene på begge stasjoner og sortere disse på vindretningen til den stasjonen som har minst lokal innflytelse på vindfeltet, dvs. Fruholmen. Tabell 2 viser en kronologisk oversikt over de 62 sterkeste episodene for perioden hittil analysert, 11.10. - 31.12.94. Figur 8a og b viser forholdstallet mellom vindhastigheten på Kobbholet og Fruholmen sortert etter vindretningen for Fruholmen. Figuren viser tydelig at det er bedre samsvar mellom kastene på Kobbholet og Fruholmen, enn tilsvarende for middelvindene, idet spredningen innenfor hver 10° retning er lavere og en kurve gjennom middelverdiene er jevnere.

En samlet vurdering av Figur 8 gir et naturlig skille mellom S og SV og NØ og Ø. Videre er det naturlig å dele sektoren SV - NØ i 3 deler, der SV (210 - 260°) skiller seg fra mer rett V (270° -) pga. høyere overføringskoeffisienter. Et noe mindre klart skille settes inn mellom 310 og 320°, dette er begrunnet i at de sterkeste stormene på Fruholmen ligger lavere på vest enn 320°. Med denne begrunnelse får vi 4 retningsinndelinger av episoder: Ø - S (070 - 200°), SV (210 - 260°), V - VNV (270 - 310°) og N - NØ (320 - 060°). Sektor 070 - 200° er egentlig svært vid, men perioden er fattig på sterk vind omkring øst. Dette har likevel liten innflytelse på ekstremvindforholdene siden indikasjonene om svakere vind i denne sektoren er klare nok, feks. viser langtidsstatistikken på Fruholmen klart svakere vind i sektor Ø til SØ enn for øvrige sektorer. Østlig sektor er derfor lagt til SØ og S. Ved vind i sektor sørøst til sør (120 - 200°) er forholdene en del forskjellige fra øvrige retninger. Figur 8 viser at det er store variasjoner i overføringskoeffisienten. Vind i denne sektoren er delvis forstyrret av fyret på Fruholmen, og kan i enkelte tilfelle gi redusert middelvind. Figur 9 viser imidlertid at forholdene på Kobbholet er lang mer ujevne. Kastfaktorer fra 1.2 til over 4 er målt. Figur 8b viser at kastene på Kobbholet i regelen ligger på 0.8 - 1.0 av kastene på Fruholmen.

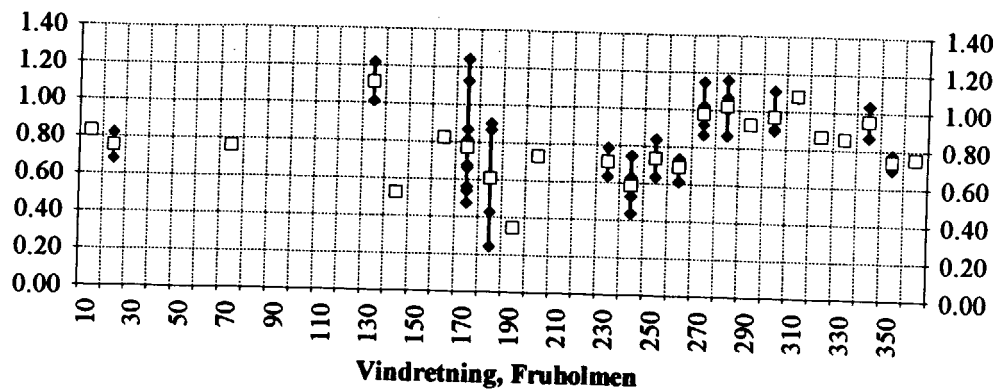
For endelig bestemmelse av overføringskoeffisientene benyttes en uavhengig sortering av stormer som er registrert på begge stasjoner. Dette muliggjør bruk av få og sterke stormer ved at det sikres at variasjoner i storskala vindfelt ikke får innflytelse på resultatet. De 5 høyeste i hver sektorgruppe er benyttet, og disse er listet opp i Tabell 3.

Tabell 2

Episodemaksima for middelvind, U [m/s] og vindkast, U_g [m/s] i korresponderende vindepisoder for Fruholmen, Fr og Kobbholet, Ko, 12.10. - 31.12.1994

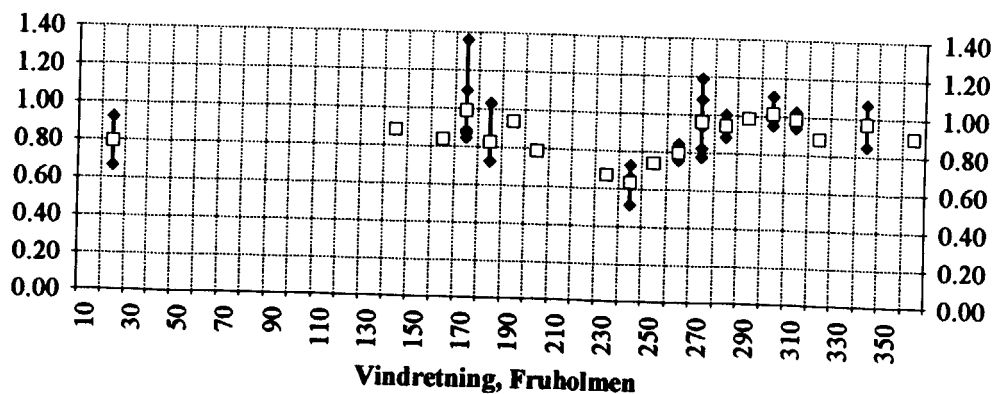
Fruholmen fyr					Kobbholet					Kommentar		
Nr.	Dato	Kl(Fr)	DD(Fr)	U(Fr)	Ug(Fr)	Nr.	Dato	Kl(Ko)	DD(Ko)		U(Ko)	Ug(Ko)
1	12.10.	4	250°	19.5	25.2	1	12.10.	3	290°	12.4	18.7	
2	12.10.	14	280°	15.4	24.2	2	12.10.	14	280°	15.5	22.3	
3	14.10.	18	320°	17.0	22.1	3	14.10.	18	290°	14.7	19.6	
4	14.10.	23	300°	14.4	19.0	4	15.10.	1	270°	16.0	21.0	
5	18.10.	2	350°	15.9	x	5	18.10.	4	330°	11.2	15.4	
6	20.10.	17	230°	21.1	x	6	20.10.	19	250°	16.6	25.3	
7	20.10.	19	280°	19.0	x	7	20.10.	22	290°	22.1	28.1	
8	25.10.	x	x	x	x	8	25.10.	0	80°	15.6	18.8	
9	27.10.	7	70°	17.5	x	9	27.10.	7	50°	13.3	17.5	
10	28.10.	17	130°	12.3	x	10	28.10.	17	90°	15.0	18.0	Fruholm. fyrforstyr.
11	29.10.	13	130°	11.3	x	11	29.10.	20	130°	11.4	23.4	Fruholm. fyrforstyr.
12	30.10.	13	170°	17.0	x	12	30.10.	12	130°	8.0	21.2	
13	31.10.	18	170°	18.5	x	13	31.10.	13	170°	10.4	22.3	
14	1.11.	3	180°	15.9	x	14	1.11.	6	130°	13.8	21.8	
15	3.11.	1	330°	14.9	x	15	3.11.	3	310°	12.8	17.9	
16	4.11.	1	170°	7.7	x	16	4.11.	0	250°	10.9	16.7	
17	5.11.	16	250°	25.2	x	17	5.11.	18	260°	21.1	30.4	
18	5.11.	19	350°	21.1	x	18	5.11.	20	330°	16.4	22.3	
19	6.11.	0	10°	19.0	x	19	6.11.	1	360°	15.7	22.8	
20	8.11.	7	340°	14.9	19.0	20	8.11.	8	330°	12.9	16.2	
21	11.11.	9	340°	11.8	16.5	21	11.11.	9	290°	12.3	17.6	
22	11.11.	15	280°	16.5	24.2	22	11.11.	16	270°	17.6	23.5	
23	11.11.	17	310°	16.5	25.2	23	11.11.	18	290°	17.7	23.8	
24	11.11.	21	340°	15.9	21.1	24	11.11.	21	320°	15.2	20.9	
25	13.11.	10	300°	12.3	18.5	25	13.11.	12	270°	11.1	18.2	
26	17.11.	2	230°	16.5	21.6	26	17.11.	1	240°	10.5	14.5	
27	17.11.	3	300°	11.8	17.0	27	17.11.	4	250°	10.8	16.2	
28	18.11.	20	350°	17.0	26.2	28	18.11.	21	320°	3.4	4.3	
29	19.11.	0	20°	19.0	26.2	29	19.11.	1	30°	13.0	17.4	
31	19.11.	12	360°	15.4	18.0	31	19.11.	12	320°	11.7	16.1	
32	20.11.	4	160°	15.4	21.6	32	20.11.	4	130°	12.7	18.1	
33	24.11.	17	140°	12.9	22.1	33	24.11.	23	110°	6.7	19.5	
34	26.11.	14	270°	13.4	20.1	34	26.11.	15	280°	13.7	21.7	
35	26.11.	18	240°	18.0	24.7	35	26.11.	18	240°	13.4	17.9	
36	26.11.	22	270°	15.9	24.2	36	26.11.	23	270°	14.8	22.7	
37	27.11.	17	260°	25.2	36.5	37	27.11.	15	300°	18.2	30.8	
38	28.11.	1	280°	25.2	29.8	38	27.11.	22	270°	21.8	30.0	
39	1.12.	6	240°	20.1	26.7	39	1.12.	7	230°	8.7	13.7	
40	2.12.	2	310°	20.1	29.3	40	2.12.	2	290°	21.8	30.1	
41	3.12.	20	240°	14.9	18.5	41	3.12.	20	210°	7.9	12.3	
42	4.12.	16	170°	14.4	17.5	42	4.12.	18	180°	12.5	19.1	
43	5.12.	14	270°	15.4	19.0	43	5.12.	15	290°	17.8	22.6	
44	6.12.	7	260°	21.6	32.4	44	6.12.	8	240°	13.2	25.5	
45	6.12.	12	270°	17.0	24.7	45	6.12.	15	280°	15.6	20.3	
46	8.12.	21	180°	20.1	26.7	46	9.12.	0	190°	18.1	27.6	
47	9.12.	3	190°	18.5	24.2	47	9.12.	6	190°	6.4	22.7	
48	9.12.	10	180°	21.1	30.3	48	9.12.	9	140°	5.1	22.0	
49	9.12.	15	180°	23.7	30.9	49	9.12.	15	130°	10.1	22.4	
50	10.12.	18	170°	19.0	24.7	50	10.12.	18	180°	15.5	21.5	
51	10.12.	21	170°	17.0	22.6	51	10.12.	23	110°	11.5	19.9	
52	16.12.	2	170°	15.4	20.6	52	16.12.	12	150°	10.2	18.3	
53	17.12.	4	170°	11.8	13.9	53	17.12.	6	190°	18.9	14.7	
54	18.12.	10	170°	17.5	22.6	54	19.12.	1	110°	9.4	19.2	
55	22.12.	23	170°	16.5	22.1	55	22.12.	23	190°	18.5	22.1	
56	23.12.	1	200°	15.9	27.8	56	23.12.	2	190°	11.7	21.9	
57	23.12.	7	240°	22.6	37.6	57	23.12.	13	250°	14.3	23.7	
58	23.12.	18	260°	21.1	29.8	58	23.12.	19	250°	15.5	22.5	
59	23.12.	20	290°	20.1	29.8	59	23.12.	21	280°	18.6	29.4	
60	24.12.	4	270°	22.6	35.0	60	24.12.	6	270°	19.7	27.2	
61	24.12.	16	280°	21.1	32.4	61	24.12.	18	280°	21.3	28.7	
62	31.12.	22	20°	13.9	19.0	62	31.12.	22	30°	11.4	17.5	

Forholdet mellom maksimal middelvind på Kobbholet og Fruholmen i 59 vindepisoder 11.10.94 - 31.12.94, fordelt på vindretning.



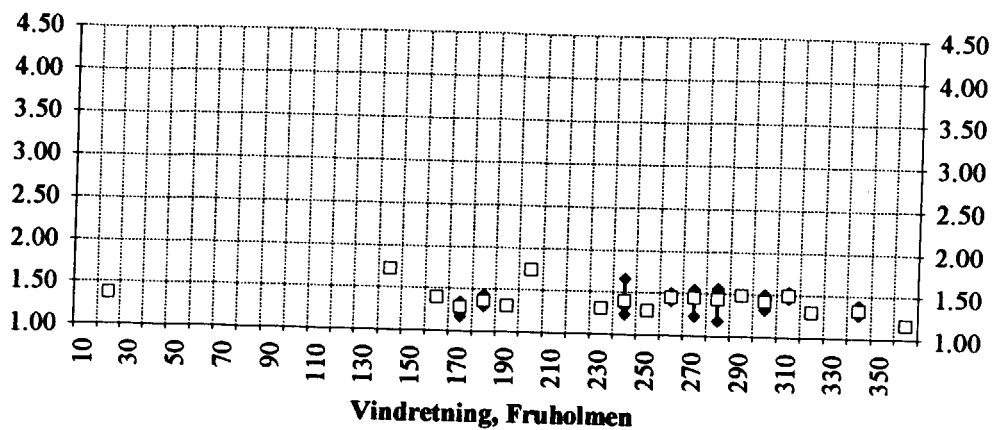
Figur 8a

Forholdet mellom maksimalt vindkast på Kobbholet og Fruholmen i 46 vindepisoder 11.10.94 - 31.12.94, fordelt på vindretning.



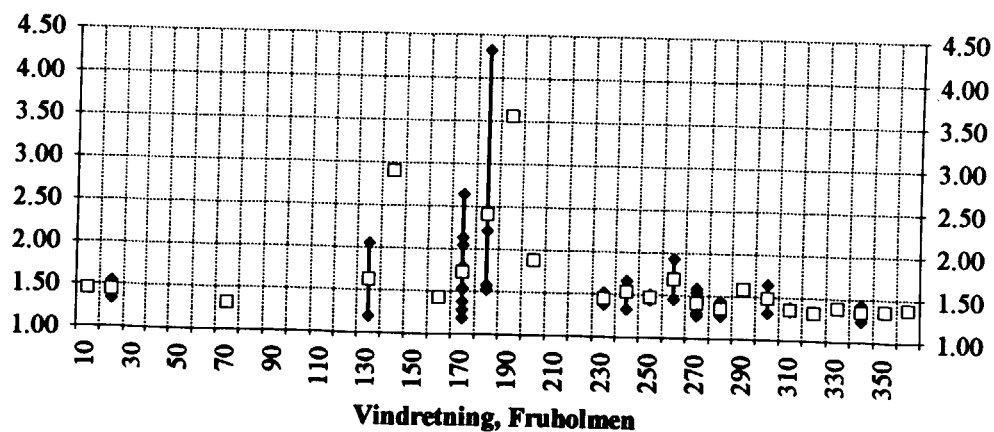
Figur 8b

**Kastfaktor på Fruholmen i 46 vindepisoder 11.10.94 -
31.12.94, fordelt på vindretning**



Figur 9a

**Kastfaktor på Kobbholet i 60 vindepisoder 11.10.94 -
31.12.94, fordelt på vindretningen på Fruholmen**



Figur 9b

3.4 Ekstremvindberegninger

Fra tidligere analyser har vi beregnet ekstremvindforholdene på Fruholmen ut fra avleste årsmaksima fra 1969/70 til 1993/94. Samtidig er de høyeste årlige verdier i 8 sektorer avlest. Disse deles inn i de 4 aktuelle sektorgruppene for sammenligning med Kobbholet. Middelvind på Fruholmen finnes for hele perioden, kast bare for en mindre del. Derfor benyttes middelvind på Fruholmen mot middelvind såvel som kast på Kobbholet.

Episodene er uavhengig sortert i synkende rekkefølge innenfor hver sektorgruppe, og for kast og middelvind hver for seg på Kobbholet. Alle episoder som ikke har data fra begge stasjonene blir automatisk strøket også på den stasjonen som da måtte ha data. Med uavhengig sortering menes at samme storm kan gi forskjellig nummerrekkefølge på stasjonene.

I analysen beregnes middel av de 5 høyeste verdier av 10 min middelvind på begge stasjonene innenfor hver sektorgruppe, s. Deretter dannes det overføringskoeffisienter, $k_{FK}(s)$ mellom Fruholmen og Kobbholet ved å dividere middelverdiene på hverandre. Tilsvarende omregning til 3 s vindkast på Kobbholet gir faktorer fra 10 min middelvind på Fruholmen til 3 s vindkast i Kobbholet.

$$k_{FK}(s) = \frac{U_K(s)}{U_F(s)} \quad \text{lign. (2)}$$

Referansestasjonen har utfra lang rekke fått beregnet 50-årsverdi av 10 min middelvind, U_{50F} . Årsekstremene for hver av de 4 sektorgruppene er plukket ut fra avlest serie og det er dannet et middel av de 5 høyeste årsekstremene. Uavhengig av dette, men på tilsvarende måte, er midler dannet av totalekstremene. Deretter er det dannet overføringstall fra totalekstremen til sektorgruppeekstremene ved å dividere disse midler på hverandre.

$$U_{50F}(s) = s_F(s) \cdot U_{50F} \quad \text{lign. (3)}$$

Ved nå å anta at forholdstallet mellom stasjonene i hver sektor er det samme for kort rekke som for lange rekke, har vi:

$$U_{50K}(s) = U_{50F}(s) \cdot k_{FK}(s) = s_F(s) \cdot k_{FK}(s) \cdot U_{50F} \quad \text{lign. (4)}$$

Til slutt går man gjennom en prosedyre for å beregne sektoruavhengig 50-års verdi på Kobbholet, U_{50K} ved

$$U_{50K} = f(U_{50K}(s_1), U_{50K}(s_2), \dots) \quad \text{lign. (5)}$$

For å finne U_{50K} benyttes en iterasjonsteknikk der man gjetter på 50-årsverdien ($p=0.02$).

Hver sektorgruppe får da sin delsannsynlighet. Ved å anta uavhengighet (ved korrelerte sektorer er dette en konservativ antagelse) summeres delsannsynlighetene og summen skal være 0.02.

Tabell 3 viser sammenligning av data fra Kobbholet med Fruholmen som referansestasjon der nevnte prosedyre er fulgt. Ved beregning av vindkast er multiplisert med en faktor 1.01 fordi datasettet gir diskrete 3 s maksimalverdier i stedet for glidende midler, som ellers er vanlig ved papirregistreringer. Effekten er liten ved jevn vind og målinger andre steder indikerer 1.01 som faktor. Tabellen gir 55.3 m/s og 38.8 m/s som 50 års ekstremverdier av henholdsvis 3 s vindkast og 10 min middelvind.

Tabell 3

Sammenligning av vindforholdene på Kobbholet med Fruholmen fyr. Presentasjon av de 5 sterkeste vindverdier [m/s] i 4 vindfeltsektorer for perioden 11.10.94 - 09.01.95. Resultat av ekstremverdiregninger, alle retninger medregnet.

Fruholmen fyr 11.10.94-09.01.95	1		2		3		4	
	Ø - S 070 - 200°		SV 210 - 260°		VNV 270 - 310°		NV - NØ 320 - 060°	
1	23.7		25.2		25.2		19.0	
2	21.1		22.6		22.6		17.0	
3	20.1		21.6		21.1		17.0	
4	19.0		21.1		20.1		15.9	
5	18.5		20.1		20.1		15.4	
U5(10min)	20.5		22.1		21.8		16.9	
Sektorandel (1969-94):	0.79		0.90		0.99		0.89	
Kobbholet 11.10.94-09.01.95	1		2		3		4	
	U(10min)	U(3s)	U(10min)	U(3s)	U(10min)	U(3s)	U(10min)	U(3s)
1	18.5	27.6	18.2	30.8	21.8	30.1	16.4	22.3
2	18.1	22.7	15.5	25.5	21.8	30.0	15.2	20.9
3	15.5	22.4	14.3	23.7	21.3	29.4	14.7	19.6
4	14.7	22.1	13.4	22.5	19.7	28.7	13.0	17.6
5	12.7	22.0	13.2	18.7	18.6	27.2	12.9	17.5
U5	15.9	23.4	14.9	24.2	20.6	29.1	14.4	19.6
Gf	1.47		1.62		1.41		1.36	
Forholdstall, K/F	1		2		3		4	
U5(10min/10min)	0.78		0.67		0.95		0.86	
U5(3s/10min)	1.14		1.10		1.33		1.16	
Resultat av ekstremverdiregninger, alle retninger medregnet							50-års verdi	
Fruholmen fyr (10 min middelvind basert på lang rekke):							41.5 m/s	
Kobbholet (10min middelvind med Fruholmen som ref.stasjon):							38.8 m/s	
Kobbholet (3s vindkast med Fruholmen som ref.stasjon):							55.3 m/s	

3.5 Ekstremverdier på Kobbholet

Tabell 3 gir 55.3 m/s og 38.8 m/s som 50 års ekstremverdier av henholdsvis 3 s vindkast og 10 min middelvind. Nøyaktigheten i disse estimatene er selvsagt ikke så god som tallene indikerer, men antall sifre beholdes da tallene er aktuelle for videre beregninger. Analysen fra Fruholmen er gitt for 1992/93, som Figur 10 (Utvidelse til også 1993/94 gav 0.5 % økning). Figur 10 indikerer en usikkerhet på $\pm 7\%$. Dersom tilsvarende usikkerhet kan anføres på overføringsfaktoren, gir dette en samlet usikkerhet på $\pm 10\%$. Dette synes være et rimelig tall både sett ut fra analyse og kjennskap til vindklimaet i de nordlige landsdeler.

Ut fra beregningene fra Fruholmen (Figur 10) kan vi sette en overgangsfaktor på 1.05 til 100 års ekstremer og 0.87 til 10 års ekstremer.

Ekstremverdien på Kobbholet synes å komme når vinden på Fruholmen ligger i sektor 270 - 310°, siden det er denne sektor som gir sterkest middelvind, sterkest vindkast og små avvik i vindretning mellom Fruholmen og Kobbholet. Lokal vindretning er mest sannsynlig i samme sektor, men kan også være dreidd noe mot sørvest, slik at mulig sektor blir 240 - 310°. Denne vil da få en turbulensintensitet på 0.15 ved bruk av k-data fra Figur 5, samt kastfaktordata fra Tabell 3. Turbulensintensiteten er altså noe høyere ved ekstremt sterk vind enn ved middels sterk vind (0.12 fra Figur 5). Ekstremvind på Kobbholet for vind i sektor NV-NØ på Fruholmen blir tilsvarende 43.3 m/s / 31.6 m/s / 0.14 for $U_g / U / I$, som da kan adresseres til 320 - 360° lokalt, siden vestlig lokal vind i slike tilfelle overlappes av den sterkere vestlige vind som forekommer i 270 - 310° på Fruholmen.

Sektor 010 - 230° slås nå sammen. I denne sektor vil det kunne forekomme 2 hovedtyper, mye turbulent og lite turbulent vind. Ved bruk av Tabell 3 finner vi en aktuell betraktning: SV vind på Fruholmen gir 41.3 m/s / 25.2 m/s / 0.25 på Kobbholet. Vindretningen er ustabil på Kobbholet, men mest sannsynlig omkring sørvest. Den usikkerhet som preger øst og sørøstsektoren på grunn av lite data tilsier at vi også benytter dette forholdet her, derved kan hele sektoren 010 - 230° beskrives ved slike ekstremforhold. For øvrig vil denne sektoren ofte være preget av meget skiftende vind med høy turbulensintensitet. Men kastene i slike forhold blir likevel ikke høyere enn beskrevet og middelvinden bli lavere. 41.3 m/s / 19.6 m/s / 0.40 kan beskrive ekstremtilstanden av den turbulente fasen, utfra data i Tabell 3 og Figur 5.

Forholdene gjelder 10 m over kollen på Kobbholneset, 25 moh. Selve kollen har en form som tilsier akselerasjon, men ved vestlig vind ligger det en korketrekkevirlen med meget urolig vind innenfor. Forholdene ut mot neset og brutraseen er derfor preget av nedslag bak virvelen. I tillegg er det akselerasjon gjennom sundet. Med disse usikkerheter anbefales det ikke å foreta reduksjon av vinden på Kobbholneset ved overføring til brutraseen, 10 m over sjøen.

Tabell 4

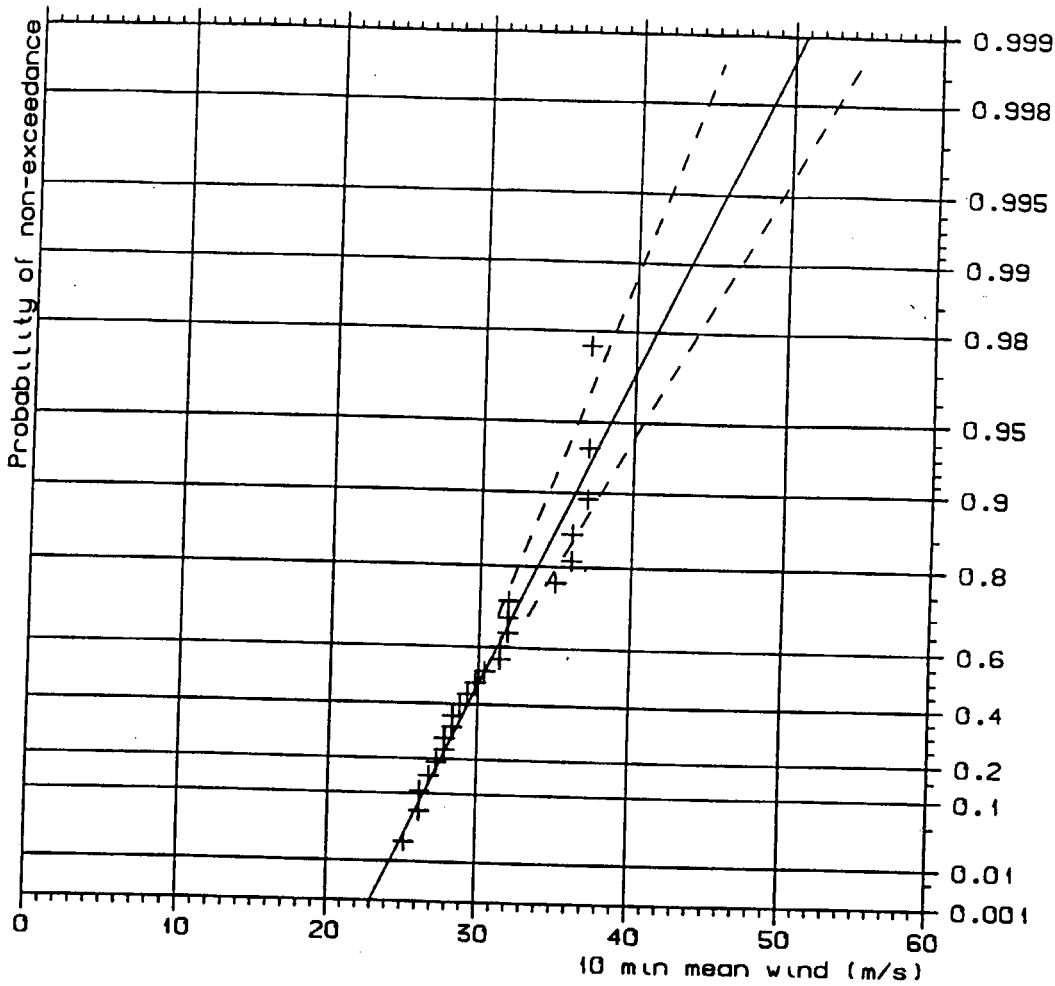
Ekstremverdier med 10, 50 og 100 års returperiode av 10 min middelvind og 3 s vindkast ved brutraseen i Kobbholet. Ekstremverdiene er gyldig 10 m over vannflaten. Tilhørende horisontal turbulensintensitet og kastfaktor er også gitt. Alle verdier er gitt for lokal vindretning fra vest (240 - 310°), nordnordvest (320 - 360°) og nordøst - sørvest (010 - 230°). For sistnevnte sektor er det spesifisert 2 mulige turbulensstilstander.

Sektor	10-ÅRS VIND		50-ÅRS VIND		100-ÅRS VIND		Gf=Ug/U	I=k(Gf-1)
	U (m/s)	Ug (m/s)	U (m/s)	Ug (m/s)	U (m/s)	Ug (m/s)		
240-310°	34.0	48.5	38.8	55.3	40.7	58.1	1.43	0.15
320-360°	27.7	38.0	31.6	43.3	33.2	45.5	1.37	0.14
010-230°	22.1	36.2	25.2	41.3	26.5	43.4	1.64	0.25
010-230°	17.2	36.2	19.6	41.3	20.6	43.4	2.11	0.40

5. Referanse

(1). Harstveit, K og Andresen, L.:

Ekstremvindanalyse for kyststrekningen Rogaland - Finnmark.
Oppdragsrapport for Norges byggstandardiseringsråd.
DNMI KLIMA 07/94. Oslo, mars 1994.



MODEL DISTRIBUTION:	
GUMBEL parameters:	
Scale	3.141
Location	29.080
Estimated using:	
Max. Likelihood Method	

ESTIMATED EXTREMES:	
RETURN PERIOD	VALUE
- years -	- m/s -
3.0	31.9
10.	36.1
50.	41.3
100.	43.5
Sampling period for maxima:	
365 days	

OBSERVED DISTRIBUTION:	
Mean value	30.78
Std. deviation	3.71
Skewness	0.42

GENERAL INFORMATION:	
No. of data	: 24
68 % Conf. limit	: - - -

FRUHLIMEN 1969/70 - 1992/93 Yearly extremes DNMI - KLIMAAVDELINGEN	FIGURE D.19
--	----------------

Figur 10
Ekstremvindanalyse fra Fruholmen, etter (1).