

# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

14/87 KLIMA

DATO

24.03.1987

TITTEL

EKSTREMANALYSE FOR VIND PÅ ONA FYR OG OVERFØRING  
TIL FREIFJORDEN VED SØRVESTLIG TIL VESTLIG VIND

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAGSGIVER

SINTEF - Avd. for konstruksjonsteknikk

OPPDRAGSNR. på vegne av Statens Vegvesen

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder en ekstremanalyse for 10 min middelvind på Ona og en analyse av sammenhengen mellom den midlertidige vindstasjonen på Høgholmen i Freifjorden og værstasjonene Ona, Vigra og Kvernberget.

50 - års vinden på Ona er beregnet til 41 m/s ved Gumbel's metode. Datarekken er 23 år. Den sterkeste vinden kommer fra sørvest til vest. Fra sørøst er 50 - års vinden bare 21 m/s.

Ona viser seg å være den beste referansestasjon for Høgholmen. Overføringsfaktoren fra Ona ved sørvestlig til vestlig vind er bestemt til 0.96 etter 12 episoder med sterk vind. 50 - års vinden på Høgholmen ligger da på 40 m/s. Tilsvarende ekstremvind 10 m over fjorden er beregnet til 35 m/s.

UNDERSKRIFT

*Knut Harstveit*

Knut Harstveit  
SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

Bjørn Aune  
FAGSJEF

## EKSTREMANALYSE FOR VIND PÅ ONA FYR OG OVERFØRING TIL FREIFJORDEN VED SØRVESTLIG TIL VESTLIG VIND.

### 1. INNLEDNING.

Bakgrunnen for denne rapporten er en henvendelse fra SINTEF, avd. for konstruksjonsteknikk, av 18. juli 1986 (Appendiks 1). En ble der bedt om å vurdere riktigheten av særskilt høye middelvindregistreringer (rundt 50 m/s som døgnmidlet vind) på Høgholmen, Freifjorden under stormen 17. og 18. september 1978. En fikk senere tilsendt de aktuelle data og i et brev av 14. november 1986 (Appendiks 2) ble disse data underlagt en test gjennom sammenligning med data fra våre værstasjoner og tilpasning til de topografiske forhold. En fant visse feil som det var mulig å korrigere for, men under stormen 17. og 18. september 1978 må det ha forekommet svikt i utstyret, og det var ikke mulig å utlede noen sann vindstyrke fra registreringen i denne episoden. En er av den oppfatning at feilen er introdusert av selve registreringsenheten i Aanderaa - utstyret slik at antall bitverdier og således gjennomløpt vindveg blir altfor høyt.

I brevet av 14. november 1986 ble det laget overføringsfaktorer mellom Ona og Høgholmen. Deretter ble det foreslått å utarbeide en ekstremanalyse på data fra Ona basert på Gumbel's metode. Denne ble bestilt i brev av 16. desember 1986 (Appendiks 3).

Denne rapporten inneholder overnevnte ekstremanalyse. Dessuten er en del av brevet av 14. november 1986 flettet inn i rapporten, særlig hva angår overføringsfaktorer og vurdering av aktuelle referansestasjoner.

### 2. STED OG TOPOGRAFI.

#### 2.1 Regional topografi.

Det aktuelle området (Fig. 1) ligger på kysten av Møre og Romsdal. Kysten løper sørvest - nordøst og terrenget stiger hurtig fra kysten og innover i sørøstlig retning. 14 km

innenfor kystlinjen (sørøst for Kristiansund) ligger Kvernesfjorden og dens forlengelse mot nordøst, Freifjorden. Disse løper også i sørvest - nordøst retning. Kvernesfjorden skjærer seg dypt ned i terrenget. Fjellene på begge sider er høye, særlig gjelder dette fjellene på sørøstsiden. Disse danner en langsgående rygg i 800 - 1000 m nivå. Utover i overgangen mot Freifjorden blir forholdene mer komplekse med ytre del av Kvernesfjorden mot nord-nordvest, Gjemnessundet mot sørøst, og Bergsøya i øst.

## 2.2 Plassering av målestasjoner.

Der Kvernesfjorden fortsetter i Freifjorden er der plassert en vindmåler på en holme, Høgholmen. Denne er plassert noe nærmere sørøstsiden av fjorden og er ca. 25 m høy. Målinger på denne holmen antas svare til forholdene 30 m over fjorden (se Appendiks 2, s.3). En kan anta at stedet representerer en større del av indre Freifjorden og et stykke innover i indre Kvernesfjorden.

Nærmeste faste værstasjon er Kvernberget, Kristiansund lufthavn, 14 km nord for Høgholmen. Denne stasjon er imidlertid en del lokalt påvirket av sjø/land slik at bare små endringer i retning fører til at vinden passerer over forskjellige flatetyper før den når stasjonen. Der er også noe for store høyder (Kvernberget i nord, fjell i sør) for tett innpå stasjonen til at denne skal kunne forventes å være en god vindstasjon som representerer forholdene for et større område. Se ellers Appendiks 2, s.2.

Vigra flyplass ligger noe friere til, men lenger unna, ca. 100 km i sørvestlig retning. 65 km vestsørvest for Høgholmen ligger imidlertid Ona fyr, som har fri beliggenhet. Vindstasjonen ligger på en meget liten øy,  $\sim 0.3 \text{ km}^2$ , og med høyder under 30 m. Denne stasjonen ligger utenfor kystlinjen, og vil bare være påvirket av topografien på større skala og således representere et stort regionalt område.

## 3. INSTRUMENTERING, DATA OG DATAKVALITET.

### 3.1 Høgholmen.

På Høgholmen var det i drift en Aanderaa vindmåler, operert av VHL. En mer utførlig beskrivelse av målinger og innsamlingsperiode finnes i VHL - rapportene STF 60F 79058.

(1) og STF 60A 79058 (2) eller fåes ved henvendelse til operatør. I vår rapport har vi brukt data presentert i VHL - rapport (1). Vi har underkastet disse data en ekstra kontroll ved sammenligning med våre værstasjonsdata, se Appendiks 2.

### 3.2 Kvernberget, Vigra og Ona.

Våre vindstasjoner Vigra(1958 - ), Kvernberget(1970 - ) og Ona (1933 - ) registrerer alle 10 min middelvind. På flyplassene benyttes Fuess90z, men Vigra hadde i årene 1958 - 1966 en type trykkrøranemograf (Fuess 82A). Der blir registrert både vindkast og vindretning på flyplassene, men Kvernberget inngår ikke i DNMI's ordinære innsamlingssystem, slik at data herfra ikke foreligger på vårt EDB - lager). Ona fyr har bare avlesninger av vindretning (kl.01(1963-67), 07, 10, 13, 16, 19 og 22). Stasjonen ble flyttet i 1963 fra Ona til Ona Husøy. Benyttede instrumenter etter 1963 var MI 48/500 (vindvegsmåler) og fra nov. 1973, MI48/250, som gir 10 min middelvind direkte på registreringen. Det ble konstatert et homogenitetsbrudd ved flyttingen og en har derfor valgt å ikke ta med data før 1963 i denne analysen. Disse eldre data er dessuten av vekslende kvalitet. For øvrig er data fra de tre stasjonene funnet homogene.

For å danne rekke av årsekstremer av maksimal 10 min. middelvind var det nødvendig å foreta en del avlesninger av vindregistreringer. Dette fordi det i vårt datalager før 1982 bare finnes Beaufortverdier av maksimale vindstyrker, hvilket ville være for grov inndeling, særlig med tanke på at styrke 12 innbefatter alle vindstyrker > 32.6 m/s. Det har dessuten vist seg nødvendig å sjekke ekstremene da visse registreringer er noe tunge å avlese slik at feil lett oppstår ved en rutineavlesning. Da en også er interessert i sektorekstremer medførte dette en ekstra sjekk mot nærliggende stasjoner siden vindretningen ikke var kontinuerlig registrert på Ona. I EDB - lageret vårt finnes dessuten bare observasjoner kl. 01, 07, 13 og 19, slik at det også var nødvendig å sjekke dagbøkene for å få med den tilleggsinformasjon som ligger i de øvrige observasjoner av vindretningen.

Dersom det er sterk tvil om hvilken sektor vinden skal plasseres i når den ligger på grensen av to sektorer, vil den bli plassert i begge sektorer.

## 4. RESULTATER

## 4.1 Sammenligning Høgholmen - Ona, Vigra, Kvernberget.

I tabell 4.1 er det beregnet overføringskoeffesienter fra Ona, Vigra og Kvernberget til Høgholmen ved en metode forklart i Appendiks 2. Det er der vist at Ona egner seg best som referansestasjon. Nå vil det være riktigere å benytte det prosentvise standardavviket av overføringskoeffisientene, men tabell 4.1 viser at Ona likevel kommer best ut. Årsakene er som nevnt i appendikset den frie beliggenhet som Ona har. Til tross for den klart nærmeste beliggenhet kommer Kvernberget såvidt dårlig ut fordi stasjonen er lokalt påvirket.

EPISODE			VINDSTYRKE M/S				VINDRETNING			OVERF. KOEFF.		
DATO	KL	NR	HØGH	ONA	VIGRA	KV.B.	HØGH	VIGRA	KV.B.	HØGH ONA	HØGH VIGRA	HØGH KV.B.
15.09	07	1	16.5	15.8	10.0	6.7	290 <sup>0</sup>	250 <sup>0</sup>	240 <sup>0</sup>	1.04	1.65	2.46
17.09	04	2	22.5	26.2	17.0	13.0	290 <sup>0</sup>	240 <sup>0</sup>	230 <sup>0</sup>	0.86	1.32	1.73
18.09	09	3	17.5	18.5	13.4	9.4	250 <sup>0</sup>	280 <sup>0</sup>	300 <sup>0</sup>	0.95	1.31	1.86
19.09	22	4	13.7	14.8	6.8	8.9	250 <sup>0</sup>	240 <sup>0</sup>	270 <sup>0</sup>	0.93	2.01	1.54
20.09	24	5	19.0	17.0	11.0	13.0	300 <sup>0</sup>	300 <sup>0</sup>	280 <sup>0</sup>	1.12	1.73	1.46
24.09	14	6	16.5	16.0	10.3	11.4	260 <sup>0</sup>	240 <sup>0</sup>	260 <sup>0</sup>	1.03	1.60	1.45
1.10	15	7	13.5	16.5	10.5	8.5	260 <sup>0</sup>	230 <sup>0</sup>	230 <sup>0</sup>	0.82	1.29	1.59
2.10	12	8	18.0	15.4	9.0	9.0	240 <sup>0</sup>	250 <sup>0</sup>	260 <sup>0</sup>	1.17	2.00	2.00
3.10	15	9	13.0	15.4	10.3	9.0	260 <sup>0</sup>	240 <sup>0</sup>	260 <sup>0</sup>	0.84	1.26	1.44
5.10	11	10	19.5	17.0	13.0	11.0	240 <sup>0</sup>	250 <sup>0</sup>	260 <sup>0</sup>	1.15	1.50	1.77
7.10	15	11	17.5	20.6	13.3	11.0	250 <sup>0</sup>	250 <sup>0</sup>	250 <sup>0</sup>	0.85	1.32	1.59
10.10	18	12	12.5	16.4	12.0	10.3	260 <sup>0</sup>	270 <sup>0</sup>	260 <sup>0</sup>	0.76	1.04	1.21
MIDDEL			16.6	17.5	11.4	10.1	263 <sup>0</sup>	253 <sup>0</sup>	258 <sup>0</sup>	0.96	1.50	1.68
STAND. AV.			3.0	3.2	2.6	1.9	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	0.14	0.30	0.33
% STAND. AV.										15	20	20

Tabell 4.1

Maks 10 min middelvind,  $v_{10max}$  i 12 avgrensede episoder på 4 vindstasjoner. Alle episoder med  $v_{10max} \geq 12$  m/s i sektor  $240^{\circ} - 300^{\circ}$  på Høgholmen i tiden 11.09 - 12.10 1978 (unntatt 17.09 kl.07 - 18.09 kl.07) er benyttet. Overføringsfaktorer fra Ona, Vigra og Kvernberget til Høgholmen er beregnet.

#### 4.2 Ekstremvindanalyse, Ona.

Der er utført en ekstremanalyse basert på Gumbel's metode (3). Årsekstremene fra vilkårlig sektor på Ona er puttet inn i en Gumbel modell og parametre for spredning og middelværdi er beregnet. En slik beregning av ekstremverdien vil gi gode estimater for returperioder inntil ca. 2 x rekkens lengde. For Ona har vi 23 års ekstremere og dette skulle da gi rimelig god bestemmelse av 50 - årsvinden.

#### ONA 1963/64 - 1985/86, 23 ÅR

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	SV+V	VILKÅRLIG	
5	1	24.7	24.6	22.6	19.2	28.8	37.5	38.6	28.8	38.6	38.6
H	2	24.6	22.6	21.6	18.0	26.7	37.5	32.5	28.3	37.5	37.5
Ø	3	24.2	22.6	19.5	17.5	25.2	32.9	31.9	27.1	37.5	37.5
Y	4	22.6	22.6	18.5	17.5	23.1	32.9	31.7	26.7	32.9	32.9
E	5	22.1	21.7	18.0	17.5	22.6	32.5	30.4	25.7	32.9	32.9
MIDDEL AV 5 HØYE		23.6	22.8	20.0	17.9	25.3	34.7	33.0	27.3	35.9	35.9
FAKTOR		0.66	0.64	0.56	0.50	0.71	0.97	0.92	0.76	1.00	1.00
10 ÅR		24	23	20	18	26	35	33	27	36.1	36.1
50 ÅR		27	26	23	21	29	40	38	31	41.3	41.3

Tabell 4.2

De 5 høyeste årsekstremene av 10 min middelvind (m/s) på Ona (1963/64 - 1985/86) i vilkårlig sektor og i hver av de 8 hovedsektorene. Middell av de 5 verdiene er beregnet for hver sektor, og forholdstallet mellom disse midler og middel for vilkårlig sektor er beregnet. Endelig er ekstremverdi estimater med 10 og 50 års returperiode angitt, også retningsfordelte verdier dannet ved multiplikasjon av sektorfaktorer med ekstremverdien for vilkårlig sektor.

Resultatene av en ekstremverdianalysen er gitt i tabell 4.2. Den sterkeste vinden som har forekommet i 23 - års perioden er 38.6 m/s. Tabellen viser ellers at det er vind fra sørvest + vest som bidrar til årsekstremene for vilkårlig sektor. 50 - årsvinden er beregnet til 41 m/s. Dette er en høy verdi, og dette skyldes nok at den sterke sørvestlige til vestlige vinden over åpent hav får en ytterligere forsterkning av

topografien i området. Over selve øya kan det dog også antas en svak forsterkning. Det er i Appendiks 2 antatt at vinden på Ona ligger 5% over verdien over åpen sjø samme sted. Denne kan da estimeres til 39 m/s.

Vi legger ellers merke til den relativt svake vinden i østlig og særlig sørøstlig sektor. Sørøstlig vind på Ona er skjermet av topografien (de høye fjellene og den brede fjellrekken innenfor).

#### 4.3 Overføring av ekstremvind fra Ona til Høgholmen.

Det er rimelig at vinden vil være sterk i Freifjorden når den er sørvestlig og vestlig på kysten. Dette bekreftes av Tabell 4.1. Selv om vindretningen på Høgholmen er noe usikkert bestemt (se Appendiks 2), er det godt mulig at en sørvestvind i Kvernesfjorden i et vestlig vindfelt vil dreie noe opp mot vest ved Høgholmen. Vindstyrken synes være like høy enten vinden på kysten er sørvestlig eller vestlig.

Slik vind styres både av topografien på stor skala og fjellryggen sørøst for fjorden. Når vinden på Ona er sørlig er dette derimot et signal om at vinden har blåst noe over land og denne vil da blåse ut Gjernessundet mot Høgholmen. Det er helt vanlig at vi har en "backing" av vindretningen over land i forhold til områdene over åpen sjø.

Overføringsfaktoren på 0.96 fra Ona til Høgholmen i sørvestlig til vestlig sektor kan nå brukes for å beregne ekstremvinden på Høgholmen. Denne blir da beregnet til 40 m/s. I Appendiks 2 er det antatt at vinden målt på Høghomen ligger 15 % over vinden ellers i Freifjorden (10 m nivå), slik at 50 årsverdien der kan beregnes til 35 m/s. Dette er 15% høyere ( $34.8/30.2$ ) enn 50 års vinden på Vigra (30 m/s) og er således et troverdig resultat. En ser at bruk av en overføringsfaktor fra Kvernberget eller Vigra (Tabell 4.1) ville gi urimelig høye resultater. Dette skyldes at ekstremene på disse to stasjoner framkommer i spesielt smale sektorer slik at gjennomsnittskoeffisienter beregnet fra tabell 4.1 ville måtte modifiseres.

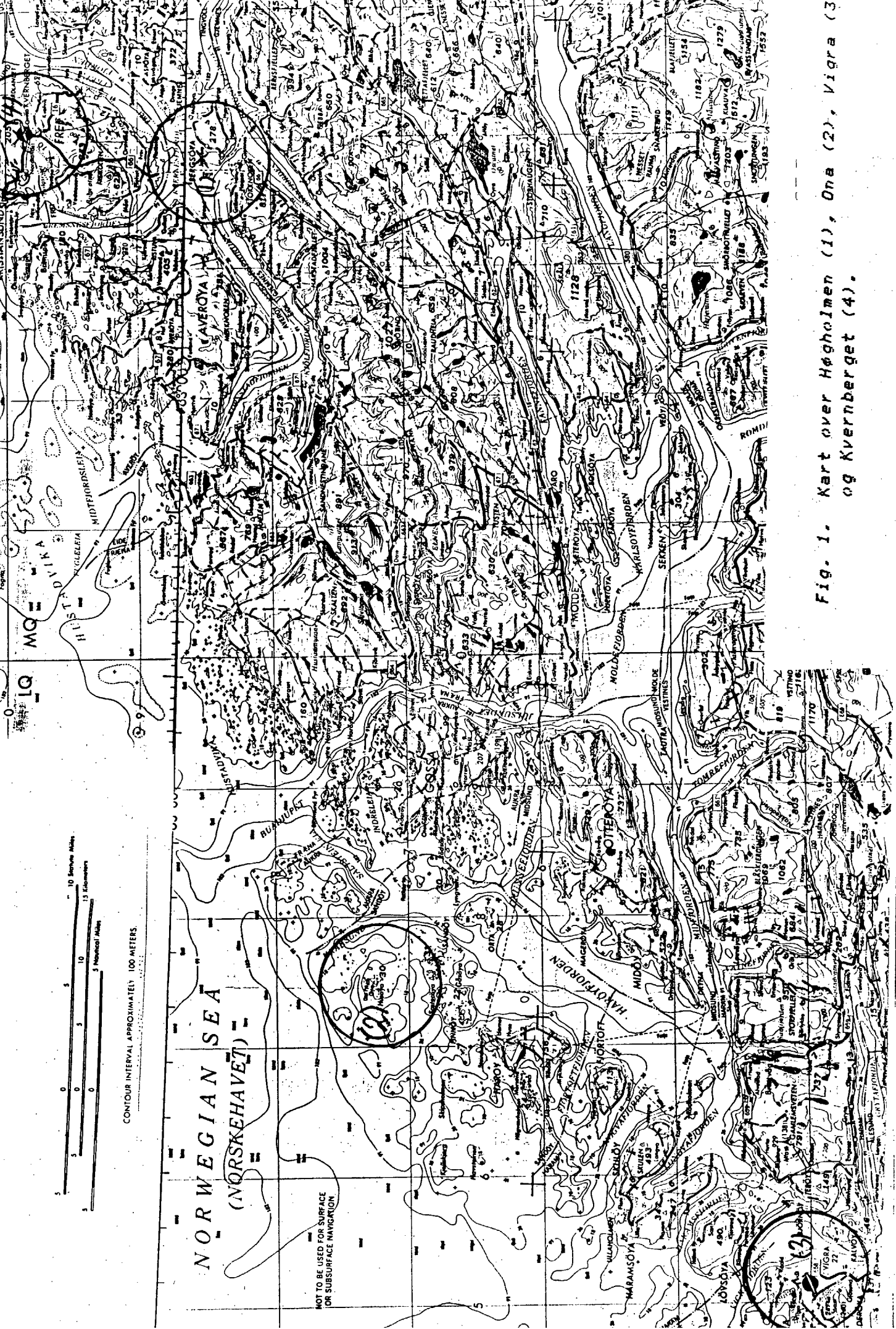


Fig. 1. Kart over Høgholmen (1), Ona (2), Vigra (3) og Kvernberget (4).




## 5. REFERANSELISTE

- (1) Nilsen, J. :  
"Kristiansund's fastlandsforbindelse.  
Strømmålinger i Freifjorden, Bergsøy- og  
Gjemnessundet. Datarapport, del 11.  
STF 60F 79058, VHL - SINTEF.  
Trondheim - NTH 1979.
- (2) Nilsen, J. og Bjørdal, S.:  
"Hydrofysiske undersøkelser i Freifjorden  
og tilgrensede fjorder.  
STF 60A 79058, VHL - SINTEF.  
Trondheim - NTH 1979.
- (3) Gumbel, E.J.:  
"Statistics of extremes."  
Columbia University Press, New York 1967.

APPENDIKS

- Appendiks 1: Brev fra SINTEF av 86-07-18
- Appendiks 2: Svarbrev fra DNMI av 86-11-14 m. vedlegg.
- Appendiks 3: Bestillingsbrev fra SINTEF av 86-12-16.

SINTEF Avdeling for konstruksjonsteknikk  
Division of Structural EngineeringMeteorologisk Institutt  
Klima-avdelingen  
Niels Henrik Abels vei 40  
0371 OSLO 3

METEOROLOGISK INSTITUTT	
03100	21.09.86
321.2	24.11.86

Deres ref.:  
Your ref.:Vår ref.: 710438.11  
Our ref.:Direkte innvalg: 07-592602  
Direct line:

Trondheim 86-07-18

EH. -H/rm

Bevart 14/11-86

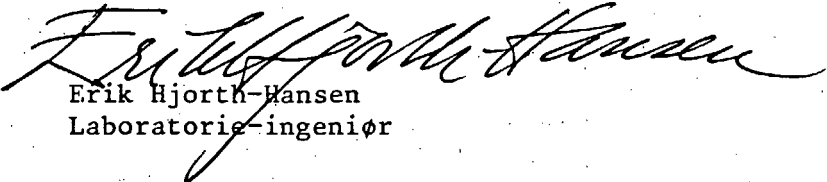
## KRISTIANSUNDS FASTLANDSFORBINDELSE / VINDPROBLEMATIKK

På vegne av vår klient, Statens Vegvesen i Møre og Romsdal, vil vi be om hjelp med å få tak i vinddata for flyplassen Kvernberget, gjerne på samme form som i Leif Andresens "Climatological Summaries" fra 1979. Bakgrunnen for dette er byggingen av broene over Gjemnessund og Bergsøysund.

Utover dette vil vi forhøre oss om Deres institutt ser mulighet for å kaste lys over de bemerkelsesverdige vindhastighetene som ble målt av Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH, 17 og 18 september 1978. Da ble det registrert middelhastigheter rundt 50 m/s i en periode på ett døgn på Høgholmen nordvest for Bergsøy. Hastigheten i samme periode på Kvernberget var under 10 m/s. Vi formidler gjerne Deres forslag hvis De kan påta Dem dette, for eksempel som oppdrag.

Med hilsen

for SINTEF avd for konstruksjonsteknikk

  
Erik Hjorth-Hansen  
Laboratorie-ingeniørAdresse:  
7034 Trondheim - NTH  
Address:  
N-7034 Trondheim - NTHTelefon:  
07-59 30 00\*  
Telephone:  
+ 47-7-59 30 00\*Telex:  
55 620 sintf n.  
Telefax:  
07-59 24 80

## DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

1

ARKIV

SINTEF  
 Avd. for konstruksjonsteknikk  
 Att.: Erik Hjorth-Hansen  
 7034 Trondheim-NTH

Deres ref.: 710438.11  
 EH.-H/rm

Vår ref.: (bes oppgitt ved svar) 321.2/3100/86 KnH/GA

Dato: 14. november 1986

En er bedt om å vurdere riktigheten av vindhastighetsregistreringer på rundt 50 m/s på Høggholmen nordvest for Bergsøy, Gjemnes kommune, 17. og 18. september 1978.

En har fått tilsendt VHL-rapporter STF60 F79058 og STF60 A79058 som bl.a. inneholder vindregistreringer fra Høggholmen for perioden 9. september - 12. oktober (1978) (vedlegg 1). En har framskaffet vindregistreringer fra flyplassene Kvernberget og Vigra samt Ona fyr fra samme periode. (Fra Ona foreligger ikke retningsregistreringer.)

Følgende vurdering av Høggholmen-registreringen den 17. september ca. kl 07 - 18. september ca. kl 07 er gjort:

- 50 m/s som middelvind i bakkenivå er i seg selv en usannsynlig høy vindhastighet. Den ligger 10 m/s over høyeste registrerte vindhastighet på Meteorologisk institutts stasjoner. Den ligger også 10 m/s over alle beregnede 50 års-verdier av 10 min. middelvind i de mest utsatte kyststrøk av Norge og de nære havområder.
- Vindregistreringen på Høggholmen viser et lite tillitvekkende forløp i nevnte døgn. Stigningen fra rundt 20 m/s til rundt 50 m/s og fallet fra rundt 50 m/s til rundt 15 m/s skjer begge svært plutselig, forandringene synes begge å skje i løpet av en 10 min. periode. Dette skjer uten samtidig retningsendring og kan altså ikke forklares ved at et sterkt vindfelt plutselig dreier i fjordens retning. Forløpet gjenfinnes da heller ikke på noen av værstasjonene.
- Vindstyrken i den aktuelle situasjon var på Ona fyr oppe i 28,8 m/s som maksimal 10 min. middelvind, Vigra 22,5 m/s og Kvernberget 21,0 m/s (se vedlagte registreringer). Dette tilsier at det er usannsynlig at det på Høggholmen skulle være middelvind på rundt 50 m/s. Både umiddelbart før og etter disse høye middelvindregistre-

ringene var dessuten vindhastigheten i rimelig god overensstemmelse med Ona, Vigra og Kvernberget, se episode 2) og 3) i Tabell 1.

Vi har vist 3 momenter, som hver for seg tilsier at registreringen viser et usannsynlig vindforløp. Den samlede konklusjon er derfor at en med sikkerhet kan fastslå at registreringen er feil.

En har også foretatt en vurdering av vindforholdene på Høgholmen ut fra det tilsendte materialet. En har valgt ut episoder med klart definert vestlig vind (sektor  $240^{\circ}$ - $300^{\circ}$  på Høgholmen, retningsregistreringen er korrigert  $50^{\circ}$  med urviseren, se begrunnelse i senere avsnitt).

Alle episoder med maksimum 10 min. middelvind over 12 m/s på Høgholmen er tatt med. En har da tatt ut tilsvarende maksima på Ona, Vigra og Kvernberget. Ved denne metode unngår en problemer med tidsforsinkelser. En får riktignok få data, men de er uavhengige, og grensen på 12 m/s ekskluderer episoder med svakere vind der de lokale forhold får en større rolle og svekker arealsammenhenger i vindfeltet. Dessuten er det gunstig å betrakte sterk vind siden en her har med dimensjoneringsforhold å gjøre.

Tabell 1 viser resultatene. Datamaterialet utgjør i alt 12 episoder. Overføringsfaktoren fra Ona til Høgholmen er  $0,96 \pm 0,14$ , fra Vigra  $1,50 \pm 0,30$  og fra Kvernberget  $1,68 \pm 0,33$ . Det lave standardavviket for overføringsfaktoren fra Ona viser at vindhastigheten på Høgholmen er klart best forklart ved vindhastigheten på Ona. Kvernberget faller dårligst ut, og dette til tross for at avstanden til Kvernberget er minst. Årsakene er:

- Ona fyr har fri eksposisjon i hele sektoren sørvest-vest og er lite lokalt influert utenom en svak forsterkning av vinden over fyrstasjonen.
- Vigra har fri eksposisjon fra sørvest og vest, men vindstyrken i området er noe lavere enn noe lenger ute. Dette fordi sørvestvind er noe skjermet da kystlinjen Stadt-Ona ligger lenger ute, og vestlig vind vil bremses ved regional heving mot høyere terreng. Lokalt vil vestlig vind bremses mer enn sørvestlig vind fordi vestlig vind passerer over 4 km landflate, mens sørvestlig vind bare passerer over 1 km.
- Kvernberget er også noe regionalt skjermet i forhold til kystlinjen slik som Vigra. Men stasjonen er ennå mer lokalt influert idet bare en sektor på  $240^{\circ}$ - $260^{\circ}$  gir fri passasje mot måleren. Ved mer sørvestlig vind inntreer skjerming fra Freiffjellene i sør, ved vestlig vind skjermes vinden av høydedrag og kupert terreng. Høye gust kan inntre på stasjonen ved sørvest vind. Stasjonen ligger i 68 m høyde, og sterk middelvind fra fjorden presses over stasjonen. Ved stasjonen, 10 m over bakken, har imidlertid friksjonsbremsing inntrådt og turbulensen blir høy. Legg særlig merke til den

store variansen på retningsregistreringen ved sørvest vind. Denne skyldes inhomogene oppstrømsforhold. Ovenstående stemmer overens med at Kvernberget ikke egner seg godt som referansestasjon.

Overføringsfaktoren fra Ona til Høggholmen har et såvidt lavt standardavvik at den er noenlunde pålitelig bestemt. Det ser altså ut til at vindhastigheten på Høggholmen er nesten like sterk som på Ona. Den 17-18/9 kan den maksimale 10 min. vindhastighet estimeres til  $(0,96 \pm 0,14) 28.8 \text{ m/s} = 28 \pm 4 \text{ m/s}$ .

En må merke seg at vindhastigheten på Høggholmen nok ligger en del høyere enn vindhastigheten ellers i fjorden. Dette fordi Høggholmen er en liten, men relativt høy holme (25 m?). Vindhastigheten i vindmålnivå representerer derfor minst vinden i tilsvarende høyde over fjorden (30 m?). Vi kan da bruke formelen

$$\left(\frac{V_{30}}{V_{10}}\right) = \left(\frac{30}{10}\right)^{0,12} = 1,14$$

som gjelder ved sterk vind over en sjøflate for overføring fra 10 m til 30 m nivå. For Ona (18 m nivå) gjelder tilsvarende

$$\left(\frac{V_{18}}{V_{10}}\right) = \left(\frac{18}{10}\right)^{0,12} = 1,07$$

Da Ona er en større øy, er det imidlertid sannsynlig at noe av effekten forsvinner i friksjonsbremsing. Det antas derfor at vinden på Ona ligger 5% over vinden i 10 m nivå på sjøen like ved, mens den på Høggholmen er forsterket med 15%.

De høye vindhastighetene i fjorden skyldes ellers kanaleffekter. Disse er særlig store i Kvernesfjordens sørlige del retning Høggholmen ved sørvestlig til vestlig vind p.g.a. den høye fjellryggen på sørsiden av fjorden. Denne dreier vinden langs fjordens retning og virker i samme lei som Ekmaneffekten og regional dreining langs de topografiske hovedlinjer i Møre og Romsdal (SV-NØ). En må presisere at en anser en vindstyrke på 96% av vinden på Ona som svært høy.

En har også vurdert vindretningsregistreringene fra Høggholmen og tegnet opp en vindrose, basert på Fig. 9.1 i VHL-rapport. Ved plassering av denne vindrose på et topografisk kart (se vedlagte figurer) ser en at det må ha skjedd en feil ved retningsinnstillingen av vindfløyen. Det er helt utelukket at den dominerende vindretningen i den aktuelle periode kommer via Gjemnessundet og ikke fra Kvernesfjorden. Videre passer det ikke med lokalt maksimum over Bergsøya, hvor en skulle yente et absolutt minimum i hyppighet. Dreies vindrosen  $50^\circ$ , oppnås mye bedre overensstemmelse. Dominerende vindretning er nå fra Kvernesfjorden, med lokale maksima via Gjemnessundet og fra Kvernesfjordens ytre del, sistnevnte er dreiet mot Bergsøyfjorden-Tingvollfjorden. Fra øst kommer vinden via Bergsøysundet fra åpne kanaler lenger øst. Vind fra

Freifjorden er kanskje sjeldnere enn en skulle vente, men en ser av registreringene fra Kvernberget at nordøstlig vind ikke var særlig hyppig i perioden. (Merk at stille vær, 0<sup>0</sup>, er plottet inn på hyppighetsfordelingen på Kvernberget, hvorfor? Dette virker forvirrende og burde heller vært opplyst ved siden av figuren.)

Til slutt vil en kommentere ekstremvindberegninger. Weibull-fordelingen er basert på en vindfordeling som legger en klar hovedvekt på vind innenfor de hyppigst forekommende vindstyrkeintervaller. I overensstemmelse med dette spiller det liten rolle hvordan en takler vindtilfelle fra øverste vindstyrkeintervall. En oppnår de samme Weibull-parametre. Kurvenes forlengelse til slike høye vindhastigheter blir da tilsvarende usikker.

Det er gunstigere å benytte observerte ekstremverdier for å tilpasse en fordeling som bygger direkte på ekstremverdifordeling. Dette gjøres ved å bruke Gumbel's 1. fordeling av ekstremverdier (Gumbel, E.J., Statistics of Extremes. Columbia University Press. New York, 1977). En må da ha kjennskap til årseksremene. Dessverre er det i DNMI's datalager fram til 1982 bare angitt Beaufort verdier for maksimum vindstyrke pr. døgn. Den er dessuten ikke angitt med retning, og det har vist seg at en del høye ekstremverdier er feilavlest av observatøren. En er derfor nødt til å sjekke registreringene. En benytter da en utvalgs-metode slik at en bare sjekker tilfelle med meget sterk vind. Det tar ca. 30 timer å framskaffe et datasett som består av 20 års-ekstremer for 10 min. middelvind og vindkast, fordelt på 8 hovedretninger.

Metoden krever minst 10 års-ekstremer og gir pålitelige estimater for inntil 2x rekkens lengde. For lengre returperioder blir estimatene noe mer usikre. For retnings-sektor ekstremere må en av og til benytte en spesialmetode fordi begrensning til slike sektorer kan gi for stor spredning i materialet.

En har sammenlignet resultatene fra Vigra ved Weibull og Gumbel-analyser. Sektorinnskrenkning kompliserer ikke bildet her, da den sterkeste vinden nettopp kommer i sektor 210<sup>0</sup>-240<sup>0</sup>.

METODE	2 år	10 år	50 år
WEIBULL	22,0	25,2	28,4
GUMBEL	22,0	26,4	30,2
50% FRAKTIL AV ARSEKSTREMER	22,1		

Vi ser at metodene er overensstemmende ved returperiode på 2 år. Ved 50 år returperiode blir vindhastigheten underestimert ved Weibull-metoden. Weibull-resultater er hentet fra Fig. 12.3 i VHL-rapport.

Videre arbeid

Det vil være nødvendig å utføre en ekstremvindanalyse for data fra Ona. Denne kan utføres av DNMI etter nærmere avtale. En slik avtale kan også inkludere en sammenligning av senere observasjonsdata med våre værstasjoner, vurdering av inngangsparametre til et vindtunnelforsøk og bidrag til tolkning av vindtunnelresultater. I en evt. senere oppdragsrapport vil da også innholdet i dette brev inngå i en noe omarbeidet og mer oversiktelig form. Arbeidet hittil har hatt et omfang på 30 timer. Vanlig timesats er kr 300,-. Dette vil da bli fakturert i forbindelse med oppdragsrapporten dersom avtalen går i orden.

Etter fullmakt

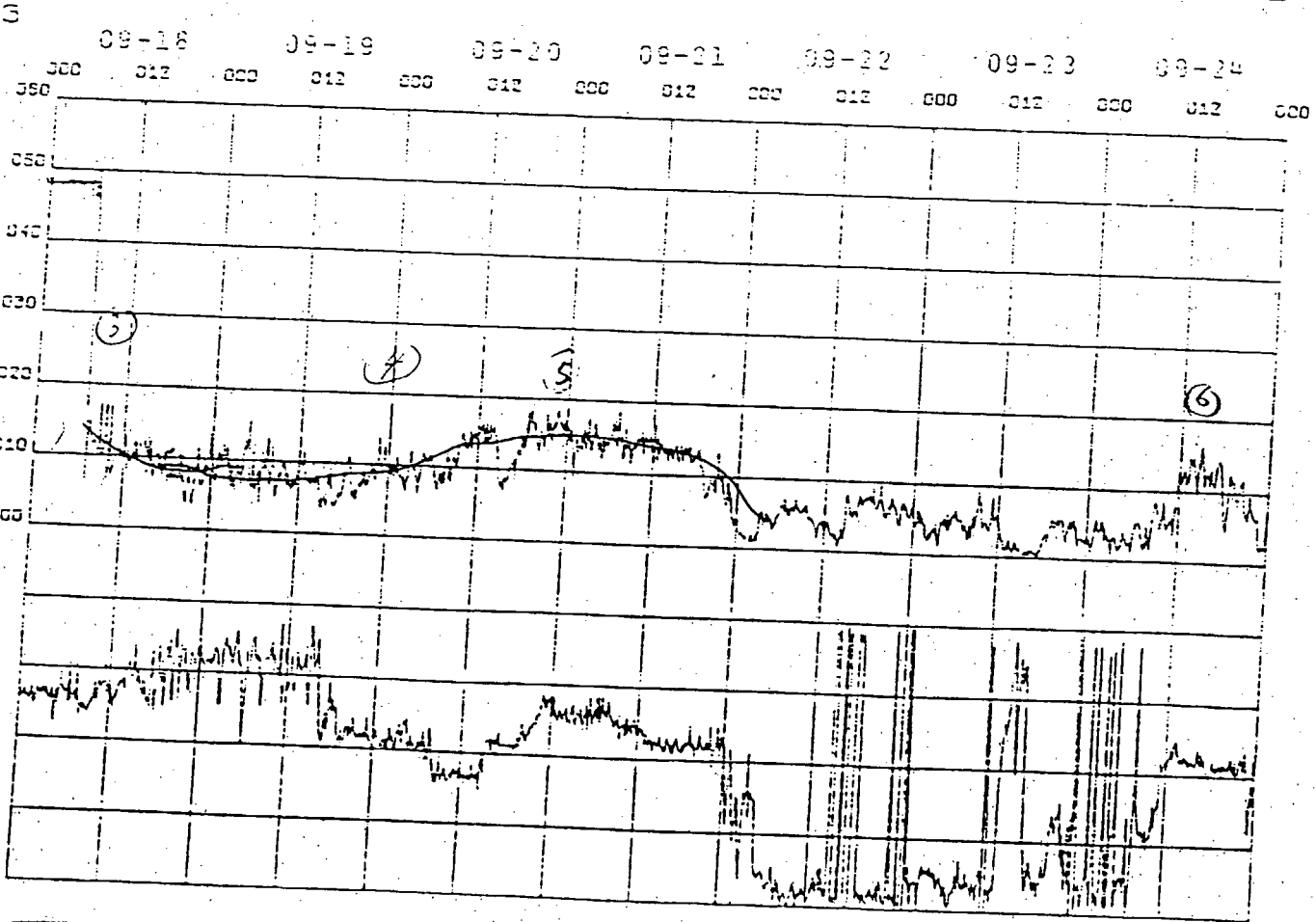
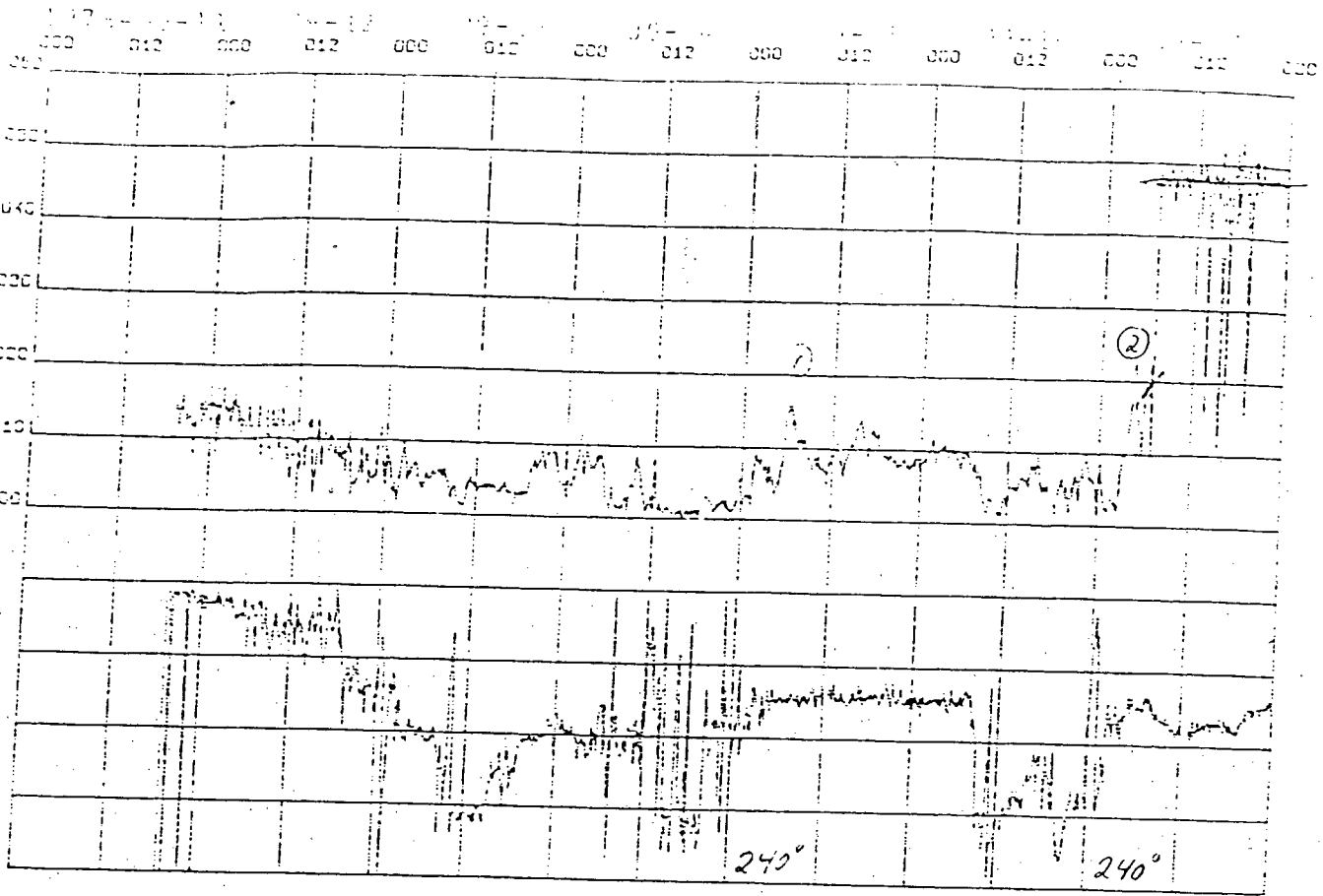
  
Bjørn Aune  
K. HarstveitVedlegg.



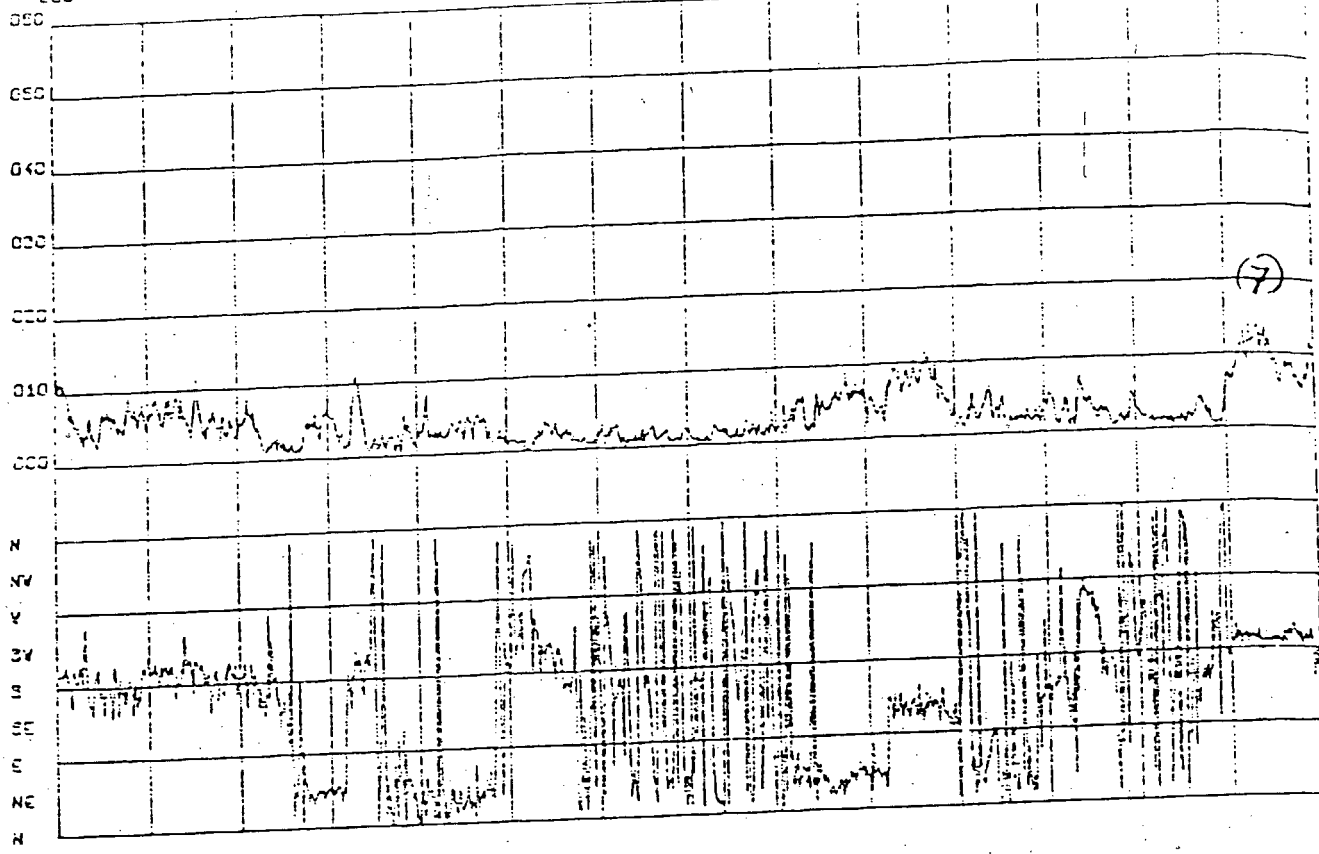
## LISTE OVER VEDLEGG

1. Vindregistreringer fra Høgholmen 11.09.78-12.10.78, VHL-rapport STF60 F79058.
2. Fig. 9.1 fra VHL-rapport STF60 A79058.
3. Vindregistreringer fra Ona, Vigra og Kvernberget under stormepisoden 17.09.78-18.09.78.
4. TABELL 1, vedrørende sammenligning av vindforhold på Høgholmen, Ona, Vigra og Kvernberget.
5. Kart over Kvernberget som viser retningene 230<sup>o</sup> - 270<sup>o</sup>.
6. Kart over Høgholmens plassering i forhold til lokal topografi. Vindroser er inntegnet, se figurene.
7. Resultater fra ekstremvindanalyse, Vigra.

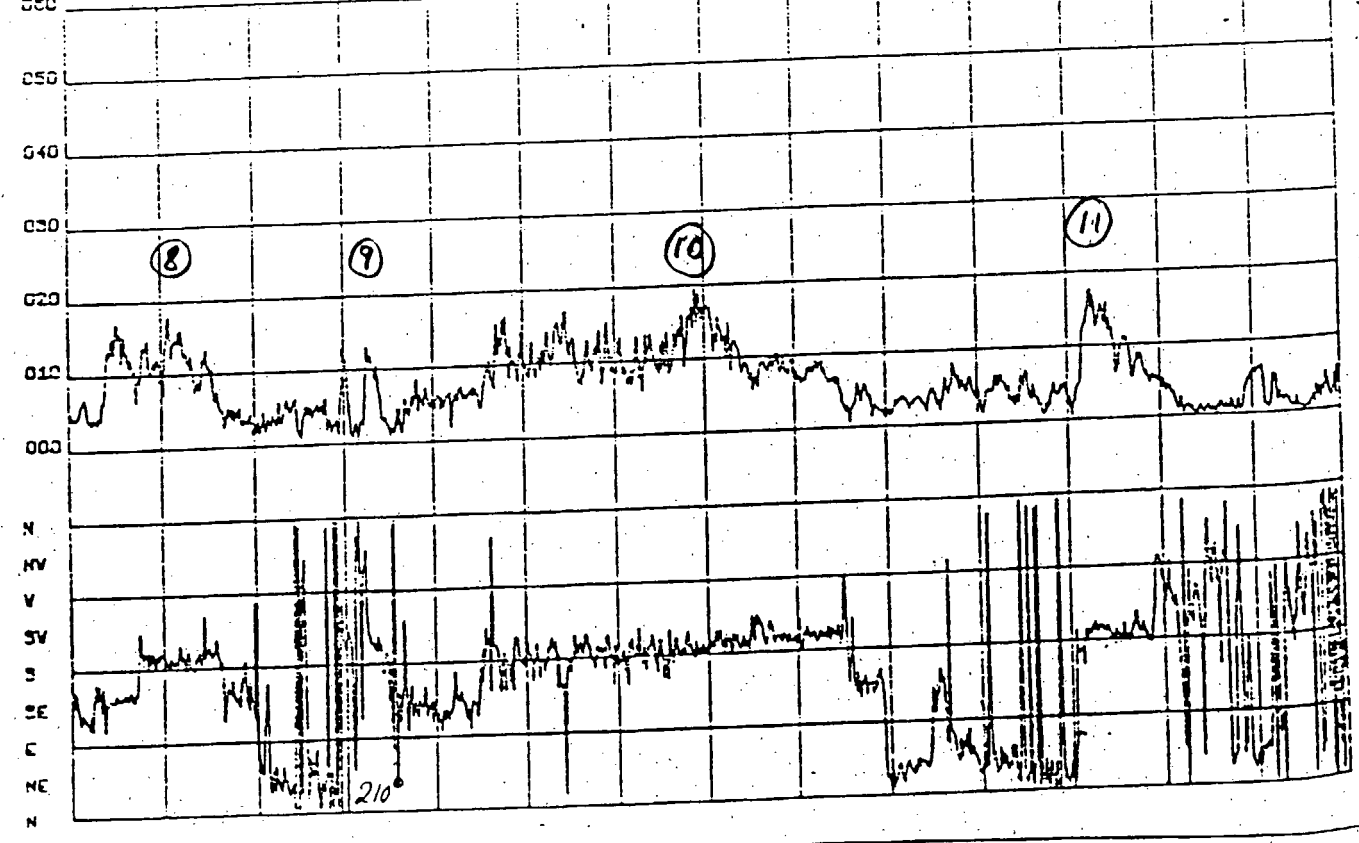
(1)



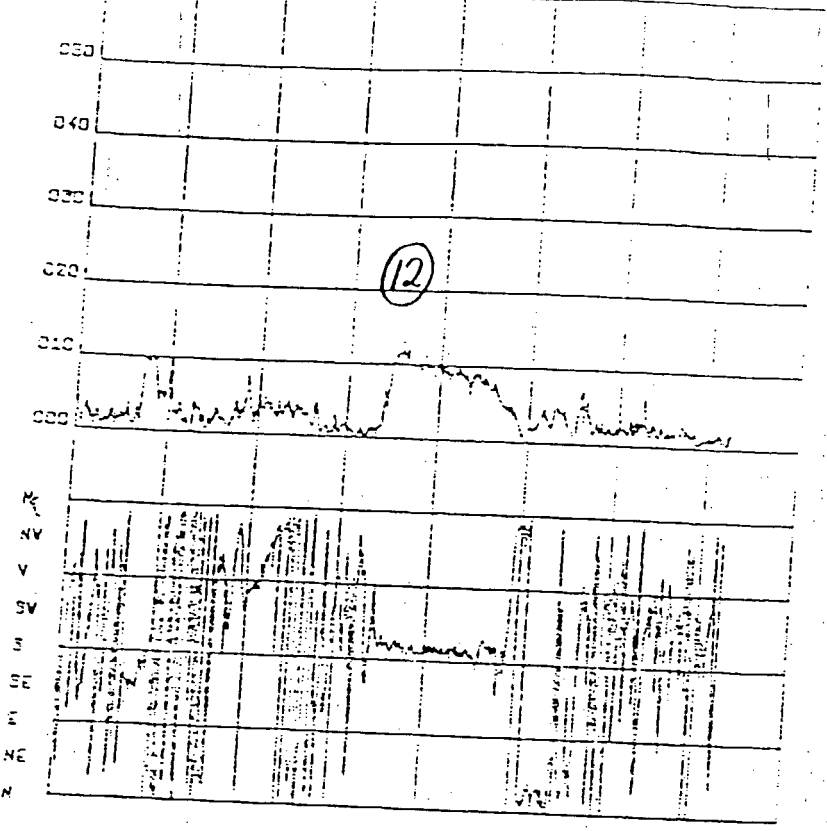
1978-09-05 09-26 09-27 09-28 09-29 09-30 10-01  
000 012 000 012 000 012 000 012 000 012 000 012



1978-10-02 10-03 10-04 10-05 10-06 10-07 10-08  
000 012 000 012 000 012 000 012 000 012 000 012

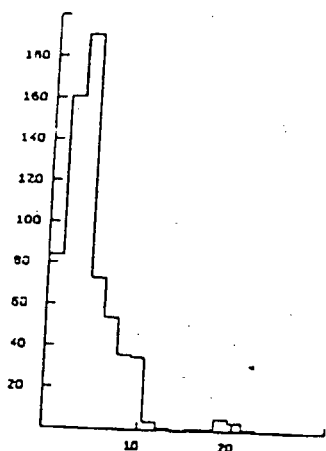


1978-10-09 10-10 10-11 10-12  
000 012 000 012 000 012 000 012 000



*Dette er antall tilfelle med slike vær. (2)*

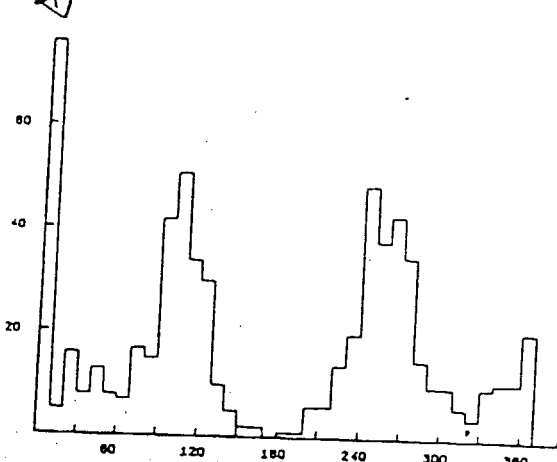
Antall observasjoner



Vindhastighet (m/s)

KVERNBERGET

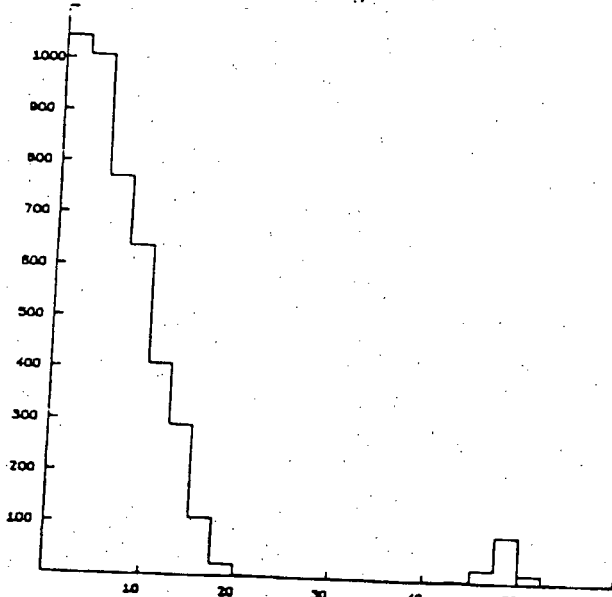
Antall observasjoner



Vindhastighet (m/s)

*retning*

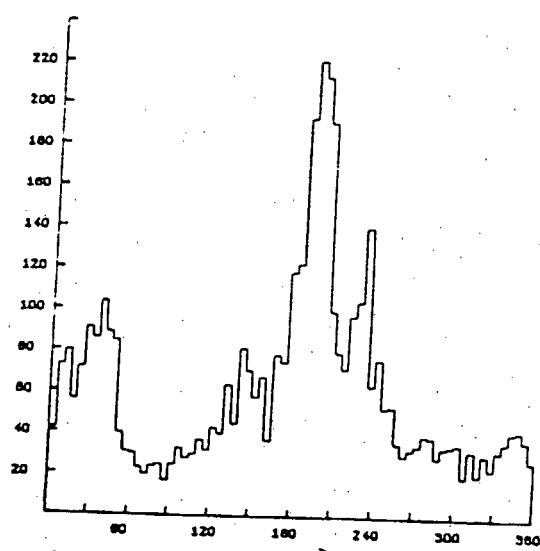
Antall observasjoner



Vindhastighet (m/s)

HØGHOLMEN

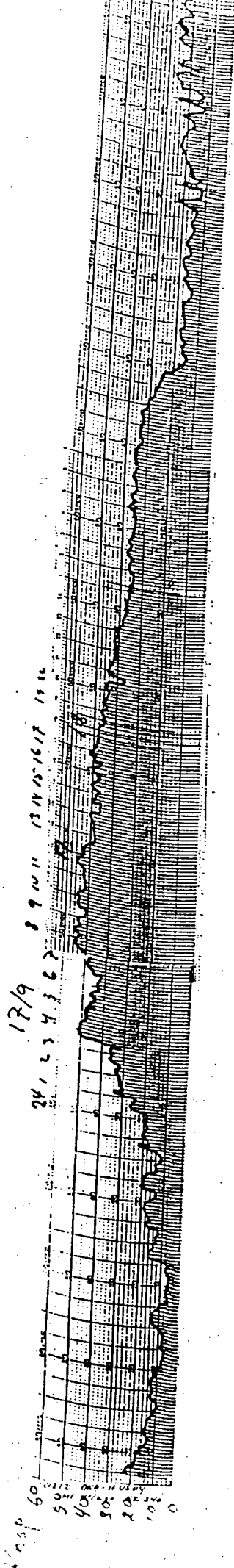
Antall observasjoner

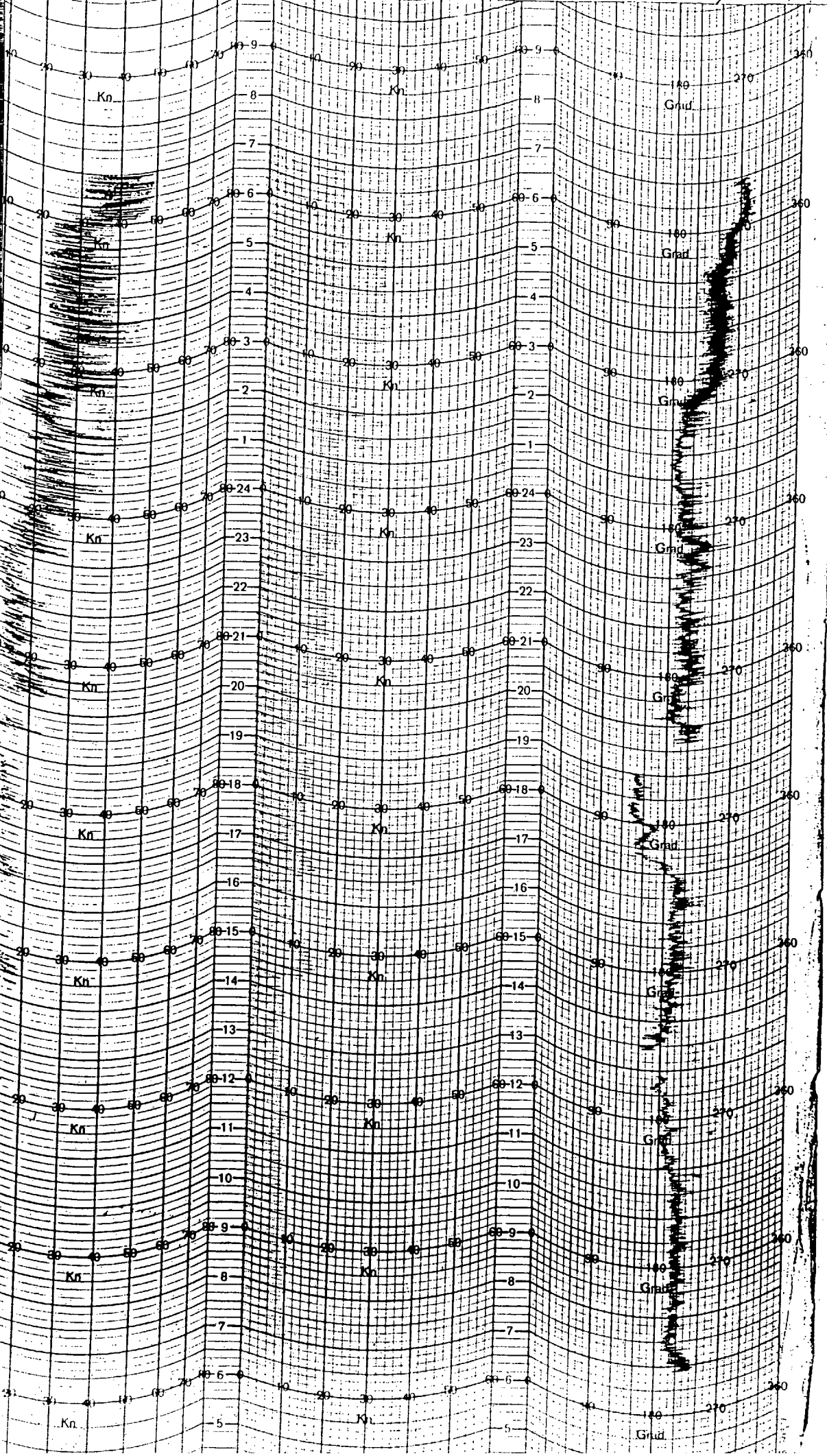


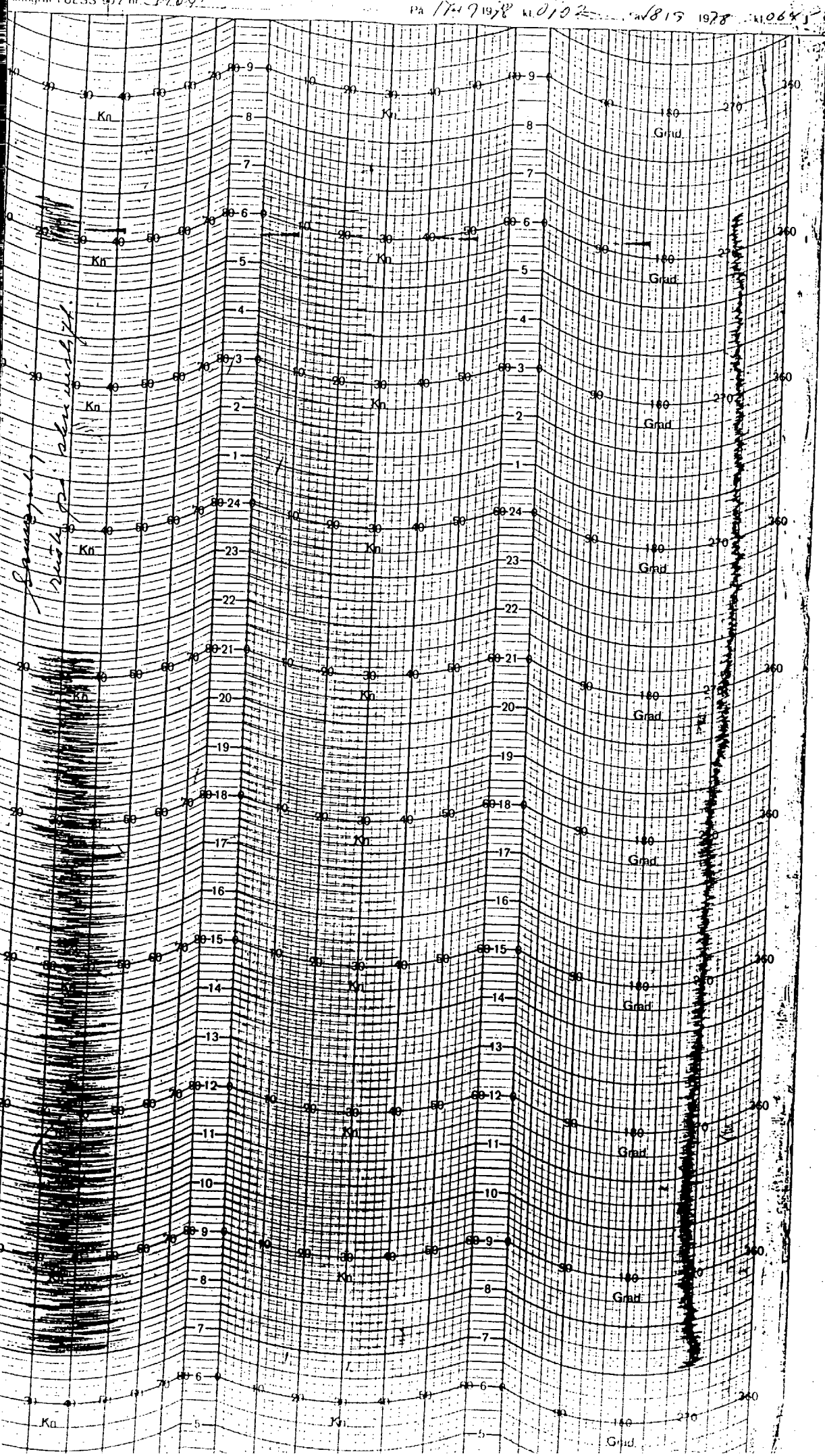
Vindhastighet (m/s)

*retning*

Fig. 9.1. Histogrammer for vindmålingene fra Høgholmen og Kvernberget for perioden 1978-09-01--10-15.

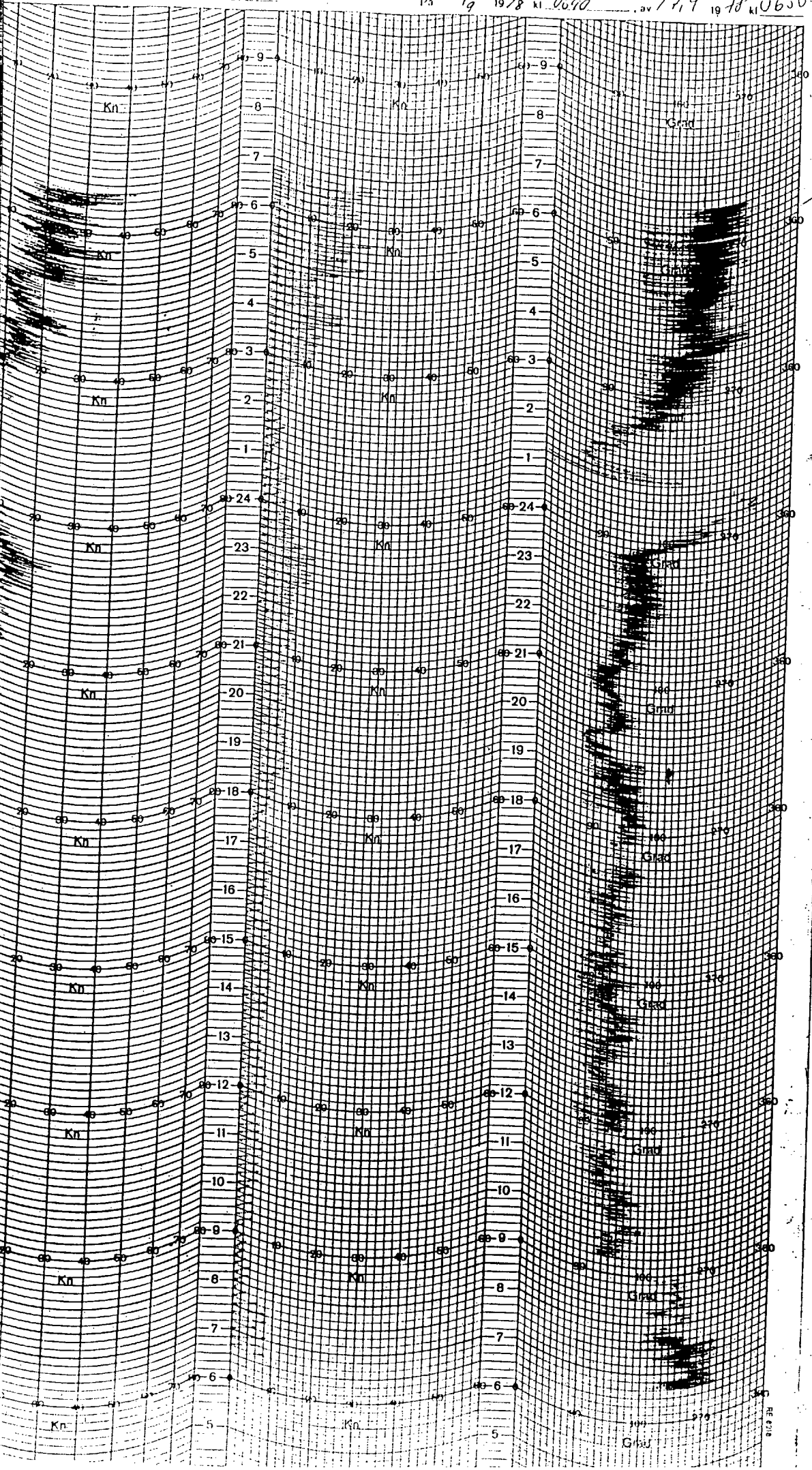


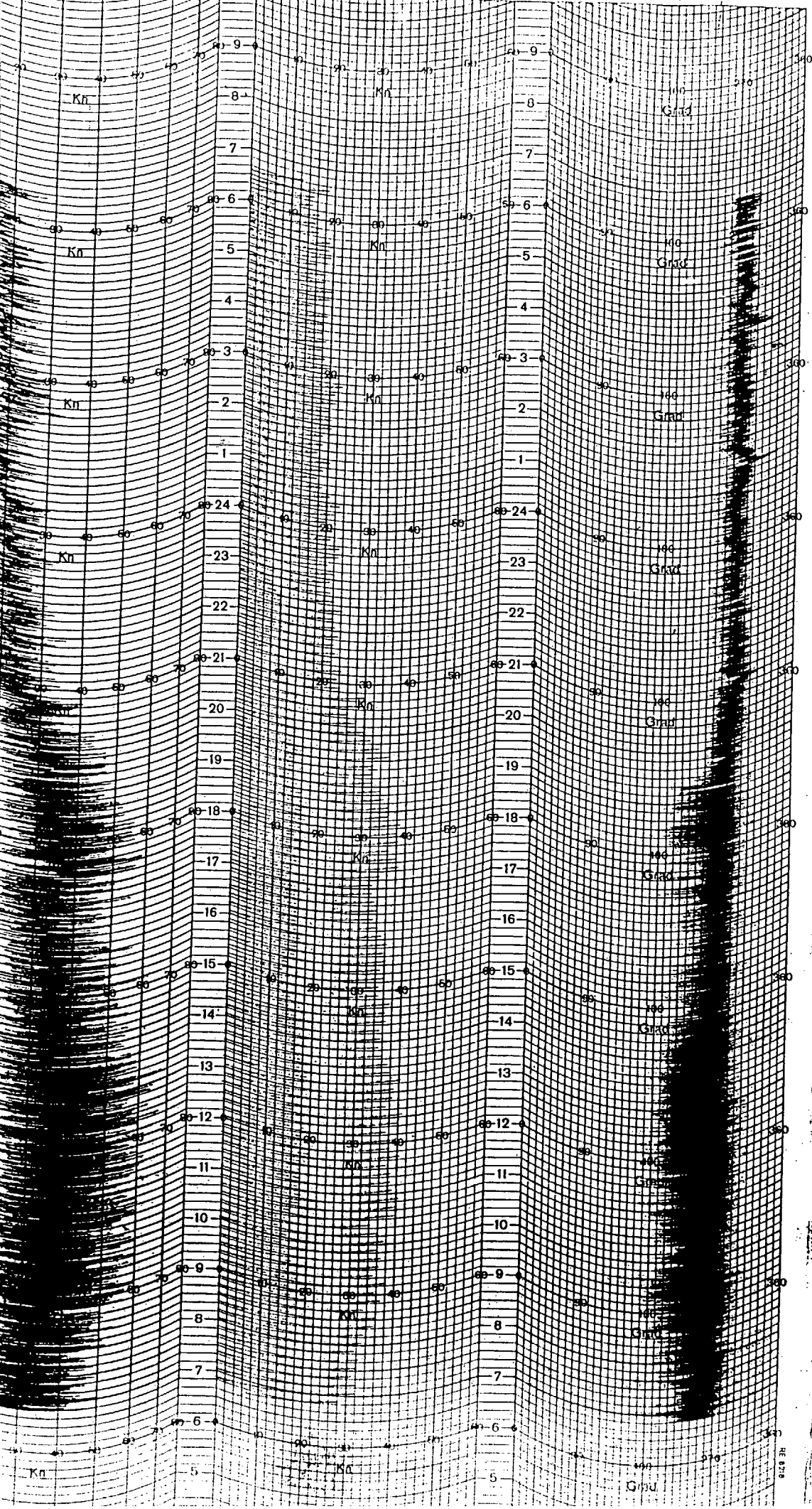




*Handwritten notes:*  
Spinn...  
Dreh...  
Dreh...







RE 528

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MIDDEL	STAND. AVVIK	ONNA	VIGRA	KVERN	BERGET
17/9 00-04	16,3	15,8	10,0	6,7	290°	250°	240°	290°	6,7	10,0	15,8	17,9	16,6	3,0	1,04	1,65	2,1	240°
18/9 " 09	22,5	26,2	17,0	13,0	290°	240°	290°	13,0	13,0	17,0	26,2	17,5	3,0	0,86	1,32	2,01	1,4	230°
19/9 " 22	17,5	18,5	13,4	9,4	250°	280°	250°	9,4	13,4	14,8	18,5	13,7	3,0	0,95	1,31	1,29	1,5	300°
20/9 " 24	13,7	14,8	6,8	8,9	250°	240°	250°	8,9	6,8	17,0	14,8	19,0	3,0	0,93	1,31	2,01	1,5	270°
24/9 " 14	19,0	17,0	11,0	13,0	300°	300°	300°	13,0	11,0	16,0	17,0	16,5	3,0	1,12	1,73	1,26	1,4	280°
1/10 " 15	16,5	16,0	10,3	11,4	260°	240°	260°	11,4	10,3	16,5	16,0	13,5	3,0	1,03	1,60	1,26	1,4	260°
2/10 " 12	13,5	16,5	10,5	8,5	260°	230°	260°	8,5	10,5	15,4	16,5	18,0	3,0	0,82	1,29	1,26	1,5	230°
3/10 " 15	18,0	15,4	9,0	9,0	240°	250°	240°	9,0	9,0	15,4	15,4	13,0	3,0	1,17	2,00	2,00	2,00	260°
5/10 " 11	13,0	15,4	10,3	9,0	260°	240°	260°	9,0	10,3	17,0	15,4	19,5	3,0	0,84	1,26	1,26	1,4	260°
7/10 " 15	19,5	17,0	13,0	11,0	240°	250°	240°	11,0	13,0	17,0	17,0	17,5	3,0	1,15	1,50	1,50	1,4	260°
10/10 " 18	12,5	16,4	12,0	10,3	260°	270°	260°	10,3	12,0	20,6	16,4	12,5	3,0	0,85	1,32	1,32	1,5	250°
MIDDEL	16,6	17,5	11,4	10,1	263°	253°	263°	10,1	11,4	17,5	17,5	16,6	3,0	0,76	1,04	1,04	1,21	258°
STAND. AVVIK	3,0	3,2	2,6	1,9	20°	20°	20°	1,9	2,6	3,2	3,2	3,0	3,0	0,96	1,50	1,50	1,68	20°

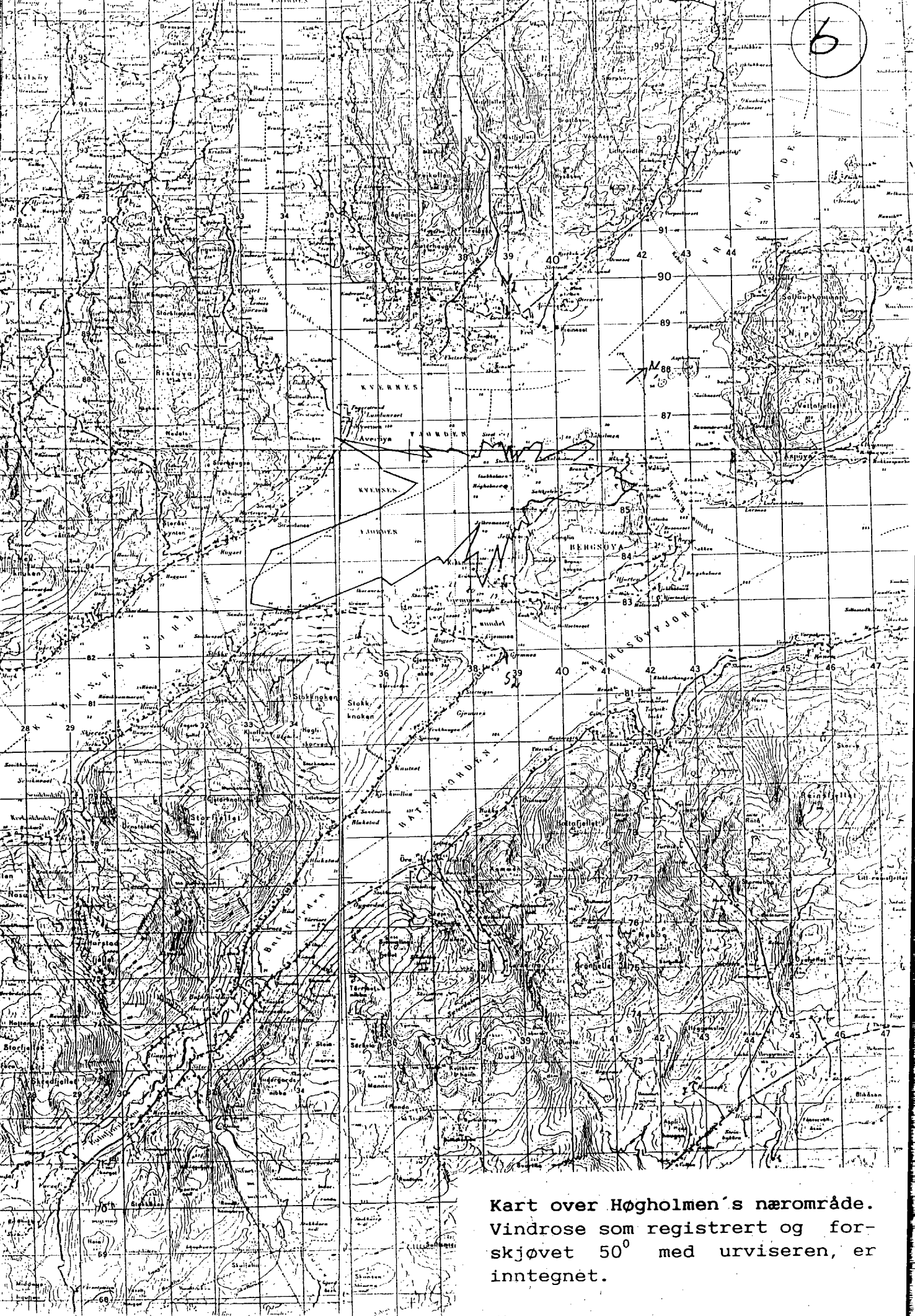
TABELL I

Maks 10 min middelvind,  $V_{0max}$  i 12 avgrensede episoder på 4 vindstasjoner. Alle episoder med  $V_{0max} \geq 12$  m/s i sektor 240° - 300° på Høgholmen i tiden 11/9 - 12/10 1978 (unntatt 17/9 - kl. 07 - 18/9 kl. 07) er benyttet. Overføringsfaktorer fra Ona, Vigra og Kvernberget til Høgholmen er beregnet.









Kart over Høgholmen's nærområde. Vindrose som registrert og forskjøvet 50° med urviseren, er inntegnet.

Tabell 4.1 De 5 høyeste årsekstremene av 10 min middelvind (m/s) på Vigra (1959-85) i vilkårlig sektor og i hver av de 8 hovedsektorene. Middell av de 5 verdiene er beregnet for hver sektor, og forholdstallet mellom disse midler og middel for sørvestlig sektor er beregnet. Endelig er ekstremverdi estimater med 10 og 50 års returperiode angitt, også retningsorienterte verdier dannet ved multiplikasjon av sektorfaktorer med ekstremverdien for vilkårlig sektor.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	VILKÅRLIG
1	22.1	21.1	15.8	16.5	24.4	27.2	24.2	22.6	27.2
2	19.5	19.5	15.0	15.4	24.0	26.2	24.2	22.1	26.2
3	19.5	19.0	14.9	15.0	21.0	26.0	23.6	20.6	26.0
4	19.5	19.0	14.9	14.5	19.5	25.2	22.6	20.0	25.2
5	19.5	19.0	14.9	14.4	19.0	24.7	22.6	20.0	24.7
Faktor	0.77	0.75	0.58	0.59	0.83	1.00	0.90	0.81	
10 Ar	20	20	15	16	22	27	24	22	27
50 Ar	23	23	18	18	25	30	27	25	30

Tabell 4.2 De 5 høyeste årsekstremene av 3-5 s vindkast (m/s) på Vigra (1959-85) i vilkårlig sektor og i hver av de 8 hovedsektorene, samt i sektorgruppen SV+V. Middell av de 5 verdiene er beregnet for hver sektor og forholdstallet mellom disse midler er beregnet. Endelig er ekstremverdi estimater med 10 og 50 års returperiode angitt, også retningsorienterte verdier dannet ved multiplikasjon av sektorfaktorer med ekstremverdien for vilkårlig sektor. Nederst i tabellen er dannet gustfaktorer som forholdet mellom middel av de 5 høyeste middelvindregistreringer og middel av de 5 høyeste kastverdier, innenfor hver sektor.

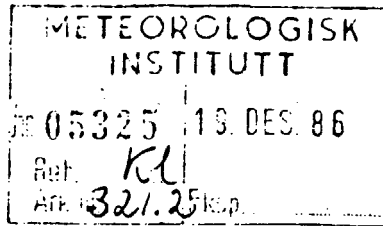
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	SV+V	VILKÅRLIG
1	31.4	28.0	21.1	22.1	35.0	38.0	42.1	32.4	42.1	42.1
2	29.8	27.5	21.1	21.4	33.2	37.5	36.0	31.4	38.0	38.0
3	28.8	26.7	20.1	20.6	31.9	37.0	35.0	29.3	37.5	37.5
4	28.6	26.4	19.0	20.0	31.7	36.0	34.4	29.3	37.0	37.0
5	28.0	26.2	19.0	19.7	31.4	35.5	33.9	28.8	36.0	36.0
Faktor	0.77	0.71	0.53	0.55	0.86	0.97	0.95	0.79	1.00	
10Ar	30	28	21	21	33	38	37	31	39	39
50Ar	34	32	24	25	38	43	42	35	45	45
-faktor	1.47	1.38	1.33	1.37	1.51	1.42	1.55	1.43	1.47	1.47



Avdeling for konstruksjonsteknikk  
Division of Structural Engineering

Det norske meteorologiske institutt  
Postboks 320 - Blindern

0314 OSLO 3



Deres ref.:  
Your ref.:

321.2/3100/86  
KnH/GA

Vår ref.:  
Our ref.:

710438.11-EHH/rm

Direkte innvalg:  
Direct line:

07/594675  
07/592602

Trondheim

1986-12-16

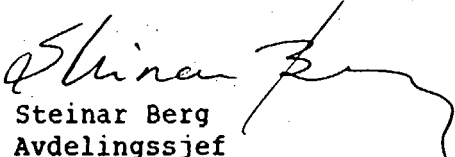
### KRISTIANSUNDS FASTTLANDSFORBINDELSE


Vi takker for Deres brev av 1986-11-14 bl.a. om VHLs vindmålinger på Høgholmen i 1978. Deres svar er gjort kjent for Statens Vegvesen Møre og Romsdal, Vegdirektoratet og for VHL (nå NHL).

På vegne av Statens Vegvesen (gjennom avtale med overing. K. Gjerding-Smith) vil vi be Dem om å utføre den Gumbelanalysen (basert på 20 årsekstremer fra Ona) som er skissert på side 4 og 5 i Deres brev. Statens Vegvesen aksepterer at allerede utført arbeid blir fakturert sammen med det nye oppdraget.

Vår oppdragsgiver regner med at rapport foreligger innen 5 a 6 uker.

Med hilsen  
SINTEF avd for konstruksjonsteknikk

  
Steinar Berg  
Avdelingssjef

  
Erik Hjorth-Hansen  
Laboratorieingeniør

Kopi: Statens Vegvesen Møre og Romsdal, Molde.  
Vegdirektoratet, Oslo.

Adresse:  
7034 Trondheim - NTH  
Address:  
N-7034 Trondheim - NTH

Telefon:  
07-59 30 00\*  
Telephone:  
+ 47-7-59 30 00\*

Telex:  
55.620 sintf n  
Teletax:  
07-59 24 80

BR71043811-02