

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

ANTENNEMAST HAMNEFJELL
VINDPROFILER

KNUT HARSTVEIT
RAPPORT NR. 17/92



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

17/92 KLIMA

DATO

22.04.92

TITTEL

**ANTENNEMAST HAMNEFJELL
VINDPROFILER**

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAUGSGIVER

TELEDIREKTORATET, TBA

OPPDRAUGSNR.

SAMMENDRAG

Vindprofilene på Hamnefjell antennemast er revurdert. Data fra fyrstasjoner er benyttet og vindprofilen er beregnet for nordvestlig vind og for vilkårlig sektor.

Denne analysen baserer seg på at nordvestlig vind forsterkes over Kystrubbedalshøgda, og gir derved høyere ekstremverdier for vind i nedre deler av masta enn det som er angitt tidligere.

Analysen bekrefter at tidligere anslag over ekstreme vindkastverdier i mastetoppen er fornuftige.

UNDERSKRIFT

...*Knut Harstveit*...

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

...*Bjørn Aune*...

Bjørn Aune

FAGSJEF

SAMMENDRAG

Vindprofilene på Hamnefjell antennemast er revurdert. Data fra fyrstasjoner er benyttet og vindprofilet er beregnet for nordvestlig vind og for vilkårlig sektor.

Denne analysen baserer seg på at nordvestlig vind forsterkes over Kystrubbedalshøgda, og gir derved høyere ekstremverdier for vind i nedre deler av masta enn det som er angitt tidligere.

Analysen bekrefter at tidligere anslag over ekstreme vindkastverdier i mastetoppen er fornuftige.

Ekstremverdier med 50 års returperiode for 10 min. middelvind og 3 sek. vindkast i 3 nivåer, samt n-eksponent i potensformelen ved Hamnefjellmasta er gitt i tabellen under. Ekstremverdiene er gitt i sektor N-E-S-W (350-280°) samt i NW sektor (290-340°). Profilet under vilkårlig sektor er sammensatt av de høyeste mulige verdier i nedre og øvre del av masta. Disse kan ikke forekomme samtidig.

NIVÅ	MIDDELVIND, U_{10min}		VINDKAST, $U_{3 sek}$		VILKÅRLIG SEKTOR	
	N-E-S-W	NW	N-E-S-W	NW	U_{10min}	$U_{3 sek}$
10 m	35 m/s	45 m/s	49 m/s	57 m/s	45 m/s	57 m/s
80 m	45 m/s	45 m/s	58 m/s	57 m/s	45 m/s	58 m/s
225 m	51 m/s	45 m/s	64 m/s	57 m/s	51 m/s	64 m/s
n-eks.	0.12	0.0	0.085	0.0		

HAMNEFJELL RADIOLINJEMAST VINDPROFILER

1. INNLEDNING.

Antennemast Hamnefjellet er en 225 m høy bardunert fagverksmast. Klimadata for denne masta er gitt av S. Fikke (1). Bakgrunnen for denne rapporten er et ønske om fornyet vurdering av vindprofilen. Praktisk erfaring etter at masta er bygget tilsier at forskjellen mellom vindhastigheten i 10 m's nivå og høyere oppe i masta kan være mindre enn profilen angitt i (1) tyder på.

2. STED OG TOPOGRAFI

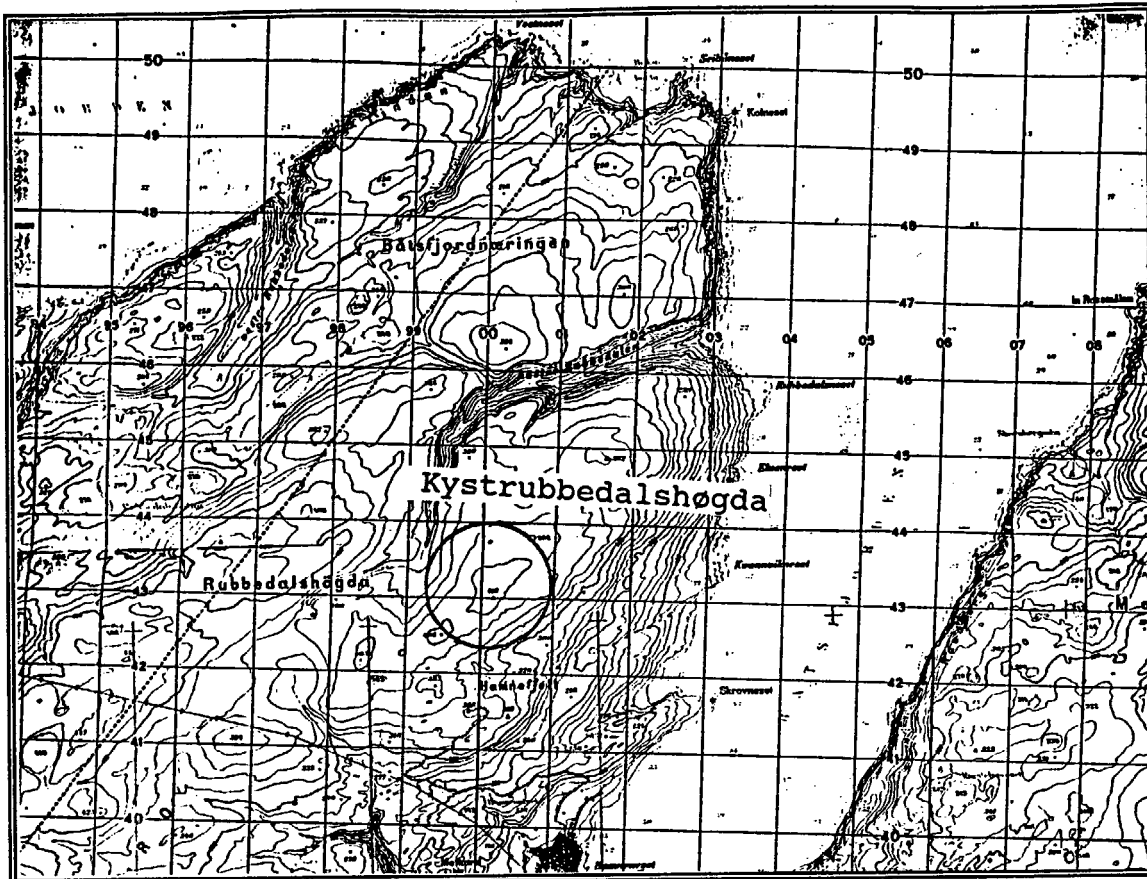
Antennemast Hamnefjell (418 moh.) ligger på Rubbedalshøgda i Båtsfjord kommune, Finnmark fylke, ca. 4 km nord for tettstedet Båtsfjord. Kommunen ligger på nordsiden av Varangerhalvøya, ved kysten av Barentshavet. Utjevnet kystlinje ligger nordvest - sørøst, ca. 7 km utenfor Hamnefjellet. Se ellers Fig.1 og 2.

Regional topografi.

Mot nordvest til nordøst ligger havet med fri passasje inn mot Rubbedalshøgda.

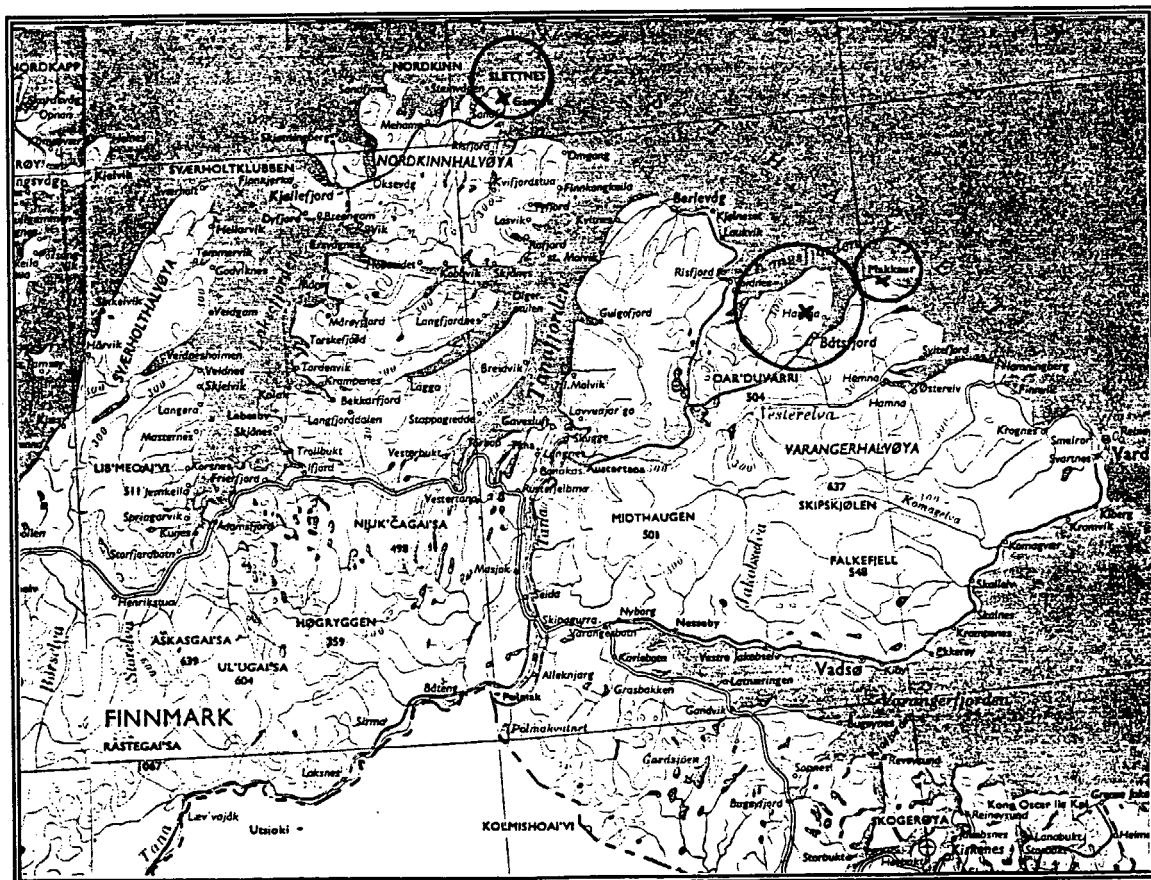
Mot sørøst til sørvest ligger høydedragene på Varangerhalvøya, 4-600 moh, men ellers lavere landskaper i indre Finnmark, Finsk Lappland, Varangerfjorden og Kola. Mot et par smale sektorer omkring sørvest (200 og 230°) er det gjennomgående lavere høyder enn Hamnefjell også over Varangerhalvøya.

Mot sørvest til vest (240 - 290°) ligger den høyere del av Finnmarksvidda, fjellene i Troms og kystfjellene i Finnmark.



Figur 1

Lokalt kart over området omkring Hamnefjell. Ruteavstand 1km.



Figur 2

Regionalt kart over området omkring Hamnefjell.

Lokal topografi.

Hamnefjellmasta ligger på østlige del av Rubbedalshøgda (Kyst-rubbedalshøgda). Masta har navn etter Hamnefjellet der den gamle masta lå. Dette fjellet kan sees fra Båtsfjord, og er egentlig en utløper (mot sørøst) fra Kystrubbedalshøgda.

Kystrubbedalshøgda utgjør en rygg i terrenget med hovedakse sørvest - nordøst. Masta ligger på en halvøy mellom Kongsøyfjorden og Båtsfjorden. Avstanden til lokal kystlinje er 6 km mot nordvest, 7 km mot nord og 4 km mot nordøst.

Under 200 m's nivået faller terrenget bratt ned mot havet. Over dette nivået er det mer runde og utjevne former, 200-400 moh. Største delen av halvøya utgjør derfor et platå som er typisk mange steder på Finnmarkskysten. Platået bærer preg av en høyfjellslette med grus, stein og lav vegetasjon (gras, lav, mose). Vegetasjonen er meget sparsom oppe på åsryggene.

3. VINDFORHOLD.

3.1. Topografisk innvirkning på vinden.

Vind fra nordvest til nordøst kommer lett inn mot antennmasta. Lokalt vil nordvestvinden blåse inn nord for vestre del av Rubbedalshøgda og få en tydelig forsterkning like over åsryggen der masta står.

Vind fra sørøst til sørvest vil stort sett få regional bremsning i området, med unntak av smale sektorer omkring 200° og 230°. Sør og sørvestlig vind blåser imidlertid langs ryggen og vil i nedre del av masta oppleve noe lokal svekking som følge av splittings-effekter.

Den sterkeste vinden i Finnmark er vind fra vest mellom Fruholmen og Sletnes fyr. Slik vind blåser imidlertid langs en øst-vest gående kyststrekning og vil oppleve noe friksjonsbremsing på kysten øst for Sletnes. Dette gjelder også Kystrubbedalshøgda, men lokalt sett vil vestlig vind oppleve en viss forsterkning over åsryggen.

3.2. Datagrunnlag.

Den sterkeste vinden på kysten og i høyere luftlag over Hamnefjell, kommer fra vest. En analyse av ikke-retningsbestemt ekstremvind på stasjoner som er utsatt for vestlig vind vil derfor vesentlig omhandle slik vind.

Forekomst i % av tiden i 1961-75 for liten storm eller mer ($FF \geq 9B$) var for alle retninger i vestlig sektor $230-280^\circ$ hhv., 0.6% (Fruholmen fyr), 0.3% (Sletnes fyr), 0.1% (Makkaur fyr), og 0.1% (Vardø). (Etter L. Andresen (2).)

Lokalt kan det også forventes at vind i sektor nordvest ($290-340^\circ$) blir sterk pga. forsterkningseffekten over Kystubbedals-
høgda. Slik vind må derfor også analyseres.

Fyrstasjonene Fruholmen, Sletnes, Makkaur og Vardø er aktuelle stasjoner å benytte. Vi har forlenget datarekken for årlige maksima av 10 min. middelvind fra Sletnes fyr (1) til 35 år, dvs. 1957/58 - 1991/92, og også satt opp en datarekke fra Makkaur fyr for samme tidsrom. Bare midtverdien i hvert Beaufortintervall i tida 1957-81 er med i sistnevnte rekke, fra 1982 er nærmeste m/s-verdi benyttet. Det vil i løpet av de nærmeste par år bli gjort en mer fullstendig ekstremvindanalyse over data fra dette området, men resultatene vi har kommet fram til for Hamnefjell ventes ikke å bli endret.

Dataene (Tabell 1) er benyttet i en Gumbel analyse (se (1)). Resultatene viser at for lange returperioder (50-100 år) er det omtrent like høye ekstremverdier på Makkaur og Sletnes fyr. Stormfrekvensen er imidlertid større på Sletnes, som påpekt i (1), derved er ekstremvindhastighet med kort returperiode størst på Sletnes. Ekstremt sterk vind omkring sørvest kan forekomme på Makkaur, men er ikke svært hyppig. Dette bidrar særlig til de lange returperiodene på Makkaur. Årsaken er trolig føringseffekter (se kap. 2) som er maksimal i smale sektorer.

Ekstremverdien i nordvestlig sektor er framkommet ved å midle de 5 høyeste verdier fra nordvest på Makkaur og de 5 høyeste i vilkårlig sektor på Sletnes. En antar da at forholdstallet mellom disse også gjelder ved 50-års tilfellet. Sletnes er benyttet i

dette tilfellet fordi sørvestlig sektor bidrar noe skjevt for korte og lange returperioder på Makkaur, vilkårlig sektor.

50-års verdiene på kysten blir da 35 m/s (vilkårlig sektor) og 31 m/s (nordvestlig sektor), som kan brukes for videre analyse.

Tabell 1.

Årsmaksima (m/s) for perioden 1957/58 - 1991/92 for 10 minutters middelvind på Sletnes fyr (vilkårlig sektor) og Makkaur fyr (vilkårlig sektor samt nordvestlig sektor, M(NW)). Middell av de 5 høyeste verdier (md 5mx) er gitt for alle årseriene. Forholdet mellom dette middel for vilkårlig sektor på Sletnes og nordvestlig sektor på Makkaur er gitt som m3/md1. Til slutt er gitt ekstremverdier med 2, 50 og 100 års returperiode for de 3 årseriene.

År Sted	57/ 58	58/ 59	59/ 60	60/ 61	61/ 62	62/ 63	63/ 64	64/ 65	65/ 66	66/ 67	67/ 68	68/ 69	69/ 70	70/ 71	71/ 72	72/ 73	73/ 74	74/ 75	75/ 76	76/ 77
Sletnes	23	30	23	23	26	34	30	26	27	27	25	27	23	24	28	23	27	26	28	23
Makkaur	23	27	23	27	27	23	27	23	30	27	23	23	23	19	27	23	23	23	19	19
M(NW)	23	23	19	23	27	23	23	23	30	27	23	23	19	19	27	19	23	23	19	19

År Sted	77/ 78	78/ 79	79/ 80	80/ 81	81/ 82	82/ 83	83/ 84	84/ 85	85/ 86	86/ 87	87/ 88	88/ 89	89/ 90	90/ 91	91/ 92	md 5mx	md3 md1	2 år	50 år	100 år
Sletnes	27	23	22	23	28	23	29	30	30	23	27	26	31	28	25	31.0	0.89	25.6	34.8	36.6
Makkaur	23	23	19	23	27	24	32	27	25	28	27	33	24	25	24	30.0		24.1	34.5	36.6
M(NW)	23	19	19	23	27	23	19	19	23	19	19	19	23	23	24	27.6		22.7	31.0	32.6

3.3. Ekstremvinder og vindprofiler.

Gradientvind.

Vi benytter lign. 1, foreslått av Swinbank (1963) og senere av Davenport (1974) (3). Ligningen kobler bakkevinden, $U(10m)$ eller vinden i høyde Z , $U(Z)$, til gradientvinden V_G (vind over friksjonslaget).

$$U(Z) = 0.285 \cdot V_G \cdot \left(\frac{V_G}{f \cdot Z_0} \right)^{-0.065} \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \left[\frac{m}{s} \right] \quad (\text{lign. 1})$$

Her er f coriolisparameteren ($0.00012s^{-1}$), og Z_0 bakkeruheten. Vinden i 600 m's høyde vil være identisk med gradientvinden over hav og over jevnt terreng uten særlig vegetasjon (3).

Over opprørt hav er $Z_{01}=0.003m$. Ved en glatt kyststripe passer trolig $Z_{02}=0.01m$ bedre. De 2 ruhetene gir hhv. 51 og 56 m/s som V_G når $U(10m)=35$ m/s. For $U(10m)=31$ m/s får vi 45 og 49 m/s hhv.

Kysten ansees noe ruere ved sørvestlig til vestlig vind enn ved pålandsvinden nordvest, slik at 56 m/s trolig gir det mest dekkende bilde av gradientvinden i vilkårlig sektor, mens 45 m/s best beskriver nordvestlig sektor.

Middelvind og middelvindprofiler.

Ekstremverdien med 50 års returperiode i ca. 600 m's høyde over havet ved Sletnes-Makkaur er nå beregnet til 56 m/s. Mastetoppen ligger 640 m over havet og 225 m over lokalt terreng. Terrenget er uten vegetasjon, men med en del avrundede åser og skrenter, og oftest snødekket under stormsesongen. Dessuten må vi ta hensyn til en viss akselerasjon over platået. Ruheten er derfor ventelig noe mindre enn på en plan slette (på en flyplass er ruheten 0.02 m) og settes til 0.01m. Vi får da ved lign. 1, $U(225m)=51$ m/s og $U(10m)=35$ m/s når $V_G=56$ m/s.

Dette svarer til en eksponent, $n=0.12$ i eksponentformelen, lign. 2, når profilet tas over hele masta.

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^n \quad (\text{lign. 2})$$

Nordvestlig vind må antas ha en del mer akselerasjon. Vi antar at akselerasjonen er like sterk som friksjonsbremsingen og setter 45 m/s som konstant vindhastighet over hele masta.

Vindprofilet er derfor 2-delt. Vi får 45 m/s fra 10 - 80 m's høyde og et profil som følger lign. 2 med $n=0.12$ fra 80 til 225m's høyde, dvs. vindøkning fra 45 til 51 m/s. Profilet er imidlertid sammensatt av 2 vindtilfelle som opptrer til forskjellig tid.

Vindkast og turbulens.

Turbulensintensiteten i 10 m's nivå, I_u (10m), ved ruhet 0.01m ligger vanligvis omkring 0.15. Profilet følger det omvendte vindprofilet et stykke oppover. Vi antar at disse forhold gjelder ved tilfellet med vilkårlig vindhastighet og får $I_u(225m)=0.10$.

Kastfaktoren, $Gf_{3 \text{ sek}}$ defineres som høyeste vindkast med varighet 3 sekunder, $U_{\max_{3 \text{ sek}}}$, innenfor midlingsperioden for middelvind (10 minutter) dividert på middelvinden. Kastfaktoren er koblet til turbulensintensiteten gjennom lign. 3 (4):

$$GF_{3 \text{ sek}} = 1 + 2.6 \cdot I_u \quad (\text{lign. 3})$$

Dette gir $Gf_{3 \text{ sek}}(10m)=1.39$ og $Gf_{3 \text{ sek}}(225m)=1.26$, hvilket gir $U_{\max_{3 \text{ sek}}}(10m)=49$ m/s og $U_{\max_{3 \text{ sek}}}(225m)=64$ m/s. Dette gir en n-eksponent i lign.2 på 0.085, dvs. lavere enn 0.12. Dette er rimelig idet maksimale vindkast bremses mindre i nedre luftlag enn middelvinden.

Ved nordvestlig vind vil forsterkningen føre til en noe lavere kastfaktor nær bakken, vi antar at 1.26 kan brukes over hele høydeintervallet. Dette gir 57 m/s som 3-sek. vindkast. Disse vindkastene er tilnærmet like sterke over hele masta.

Tabell 1.

Ekstremverdier med 50 års returperiode for middelvind og vindkast i 3 nivåer, samt n -eksponent i potensformelen (lign. 2) ved Hamnefjellmasta. Ekstremverdiene er gitt i sektor N-E-S-W (350-280°) samt i NW sektor (290-340°). Profilet under vilkårlig sektor er sammensatt av de høyeste mulige verdier i nedre og øvre del av masta. Disse kan ikke forekomme samtidig.

NIVÅ	MIDDELVIND, $U_{10\text{min}}$		VINDKAST, $U_{3\text{sek}}$		VILKÅRLIG SEKTOR	
	N-E-S-W	NW	N-E-S-W	NW	$U_{10\text{min}}$	$U_{3\text{sek}}$
10 m	35 m/s	45 m/s	49 m/s	57 m/s	45 m/s	57 m/s
80 m	45 m/s	45 m/s	58 m/s	57 m/s	45 m/s	58 m/s
225 m	51 m/s	45 m/s	64 m/s	57 m/s	51 m/s	64 m/s
n -eks.	0.12	0.0	0.085	0.0		

Sammenligning med tidligere undersøkelse.

Som vi ser er maksimalverdien av 3 sek. vindkast omtrent det samme som angitt av S. Fikke (1). Verdien er da også en rimelig verdi for det en forventer i en slik høyde over kysten av Finnmark.

Detaljene vedr. vindprofil og middelvind er imidlertid noe forskjellig fra dem angitt i (1). Forskjellen består i at en nå har tatt hensyn til forsterkningseffekten som nordvestlig vind får over Kystrubbedalshøgda i de nederste 100 m over ryggen. Dette har ført til at anslaget over ekstremverdien av 3 sek. vindkast med 50 års returperiode er økt fra 45 til 57 m/s i 10 m's høyde.

En har også studert terrengets virkning på bakgrunnsvinden noe mer inngående, derved er anslaget over ekstrem middelvind i mastetoppen blitt litt lavere, mens ekstrem vindkastverdi er tilnærmet uforandret.

5. REFERANSELISTE.

- (1) **Fikke, S. M.:**
Hamnefjell radiolinjemast.
Vind- og islaster for 225 m høy mast.
DNMI KLIMA 4/85.
Oslo 1985.
- (2) **Andresen, L:**
Monthly and Annual Frequencies of Concurrent Wind Forces and Wind Directions in Northern Norway and the Arctic for the period 1961-75.
Det norske meteorologiske institutt, Oslo 1979.
- (3) **Platt, E. (editor):**
Engineering Meteorology.
Chpt. 12. The interaction of Wind and Structures,
by Davenport, A. G.
Elsevier, Amsterdam, 1982.
- (4) **Harstveit, K.:**
Askøy bro. Vindmålinger på Storebuneset
01.12.87 - 29.02.88.
Oppdragsrapport for Statens vegvesen.
DNMI KLIMA 12/88.
Oslo 1988.

KI-SIVILINGENIØR KNUT FINSETH A/S
RÅDGIVENDE INGENIØR
STÅLKONSTRUKSJONER, MNIF - MRIF

DRENGSRUDBEKKEN 25 - 1370 ASKER - TELEFON (02) 78 02 60 - TELEFAX (02) 78 94 92 - BANKGIRO 7131.11.83685

Asker 1/11-91

METEOROLOGISK
INSTITUTTSaksnr. 3181 Dok.nr.
Saksb. K/L A. 322.4
Innk. 4/11-91 Eksp.

DNMI

att.: Knut Harstveit
Postboks 43- Blindern

0313 OSLO 3

Vedr.: Vinddata Antennemast Hamnefjell.

Jeg viser til telefonsamtale 31/10 og bestiller herved på vegne av Teledirektoratet, TBA en nærmere vurdering av vindprofilet for masten.

Det vises til Deres rapport TR 3177 - fagrapport nr. 4/85.
I denne rapporten er vinddata angitt.

Utfra telefonsamtalen fikk jeg også en forståelse av at vindprofilet godt kunne være forskjellig for de ulike vindretninger, og opplysninger om dette forhold bes også angitt.

Arbeidet bes utført snarest .

Faktura stiles til Teledirektoratet, TBA v/Ø. Andreassen, men sendes undertegnede for attestasjon.

Med vennlig hilsen

Knut Finseth

Kopi: Teledirektoratet, TBA
v/Ølve Andreassen