

# DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

SKIEN FM/TV KRINGKASTER - VEALØS  
KLIMALASTER  
SLUTTRAPPORT FOR VINDMÅLEPROSJEKTET  
KNUT HARSTVEIT

RAPPORT NR. 25/92 KLIMA



# DNMI-RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

25/92 KLIMA

DATO

31.08.1992

## TITTEL

**SKIEN FM/TV KRINGKASTER - VEALØS  
KLIMALASTER  
SLUTTRAPPORT FOR VINDMÅLEPROSJEKTET**

## UTARBEIDET AV

**KNUT HARSTVEIT**

## OPPDRAGSGIVER

**TELEDIREKTORATET**

## OPPDRAGSNR.

## SAMMENDRAG

Rapporten omhandler sluttresultater fra vindmåleprosjektet på Vealøs i tida 1986-1990. Der eksisterer målinger fra 10, 30 og 150m høyde over bakken. Målinger av middelvind og vindretning (10, 30m og 150m), vindkast og turbulensintensitet (10 og 30m) er bearbeidet.

Ekstremverdier av middelvind og vindkast med 2 og 50 års returperiode er gitt ved kobling mot målinger på referansestasjonen Ferder fyr.

Til slutt er det foretatt en isingsvurdering etter standard prosedyre for norske FM/TV - master og tårn.

## UNDERSKRIFT

*...Knut Harstveit...*

**Knut Harstveit**

SAKSBEHANDLER

*...Bjørn Aune...*

**Bjørn Aune**

FAGSJEF

## SAMMENDRAG

### Vindlaster

Ekstremverdier av 10 minutters middelvindhastighet [m/s] med 2 og 50 års returperiode i 3 nivåer og alle retningssektorer.

NI- VÅ [m]	NE - E		SE		S		SW		W - NW		N		VILKÅRLIG	
	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR
10	15	20	12	16	15	22	17	24	16	22	14	18	19	26
30	17	22	15	19	19	28	18	27	18	24	17	22	22	30
150	21	26	18	24	26	36	23	33	24	33	21	28	28	38

Ekstremverdier av 3-5 sek. vindkast [m/s] med 2 og 50 års returperiode i 3 nivåer og de 3 retningssektorene med sterkest vind.

NIVÅ [m]	S		SW		W - NW		VILKÅRLIG	
	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR
10	24	34	24	35	24	32	27	38
30	27	38	24	35	25	34	30	41
150	31	44	27	40	29	39	33	46

Longitudinal turbulensintensitet ved vilkårlig sektor er beregnet til 0.18 (10m), 0.14 (30m) og 0.08 (150 m).

For andre høyder enn 10, 30 og 150m anbefales den eksponesielle vindlov med 1 sett eksponenter fra 10 til 30 og 1 sett fra 30 til 150 meter høyde. Eksponentene bestemmes utfra tipasning til aktuelle data og beregnes separat for middelvind, vindkast og turbulensintensitet.

### 50-års islaster

Isen kan fordeles med full utbygging, 50 cm for toppantenne ved 50 - års tilfellet i sektor 150 - 170° og elliptisk fallende til 10 cm i sektor 270 - 030°.

For eksisterende stålmast må man i 50-års tilfellet regne med fylling av gittermast, samt utjevning av alle profiler ved antenner o.l.

For eksisterende glatte betongtårn bør man regne med 10 cm utbygging i 50-årstilfellet. Dog vil alle antenner og andre utstående gjenstander i sektor 080 - 210° fylles med is og utjevnes i 50 - års tilfellet.

### 1-års islaster

Ved 1-årstilfellet kan det regnes 10 cm konsentrisk utbygging på alle deler i masten (topp-antenne, fagverksdeler, antenner, hjørner osv.), dog 5 cm for glatte betongflater og større flater uten brå overganger på feks. sirkulære antenner.

Isens spesifikke vekt settes til 700 kg/m<sup>3</sup>.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING .....	2
2. STED OG TOPOGRAFI .....	3
3. INSTRUMENTERING OG DATAINNSAMLING .....	3
4. RESULTATER .....	4
4.1. Beregning av ekstremverdier av 10 min. middelvind .....	4
4.2. Beregning av ekstremverdier av 3-5 sek. vindkast .....	11
4.3. Vindprofil og turbulensintensitet .....	14
4.4. Kobling turbulensintensitet - gustfaktor .....	16
5. ISLASTER .....	17
6. REFERANSELISTE .....	18

## 1. INNLEDNING

Vealøsprosjektet ble startet opp høsten 1986. Hovedhensikten var å kartlegge ekstremvind- og turbulensklimaet ved Skien FM/TV - sender, både i forbindelse med generell økt antenneutrustning på tårnet og montering av toppantenne for TV2. Det ble satset på et måleopplegg etter en grunnidè av Ole Christensen (Rambøll & Hannemann), med målinger 10, 30 og 150 meter over bakken, og elektronisk signaloverføring direkte til DNMI.

Utstyret ble levert og tilpasset av EDAS (Eidsvoll). Perioden 1986 - 1988 var en utviklingsfase der man høstet mange erfaringer. En kombinasjon av "barnesykdommer" og uheldige omstendigheter førte imidlertid til at målinger fra denne perioden bare sporadisk ble av en slik kvalitet at de egnet seg for videre bearbeiding.

1989/90 ble systemet kjørt opp igjen med en modifikasjon for toppen av FM/TV - antennen. Der ble det satset på en mekanisk middelvindmåler. På tilleggsmasten i 10 og 30 meter høyde ble systemet kjørt uendret.

Dette året gav suksess. EDAS - systemet ble nå brukt på en måte som det var utprøvd til å tåle. Dessuten var værforholdene "gunstige" med lite is og mye vind.

EDAS - systemet ble i perioden 1987 - 1992 benyttet på broprosjektene Askøy (1) og Bu i Hardanger (2), samt ved flyplassplanleggingen på Hurum (3) og Gardermoen (4). På alle disse stedene ble det benyttet samme prosedyre ved datainnsamling for middelvind, 3-sek. vindkast og longitudinal turbulensintensitet. Mønsteret ble utviklet i forbindelse med Vealøsprosjektet. Dette prosjektet er, sine startproblemer til tross, blitt en stor suksess. Vi har fått en verdifull database for tolkning av forholdet mellom middelvind, vindprofil, turbulensintensitet og vindkast under varierende norske landforhold. En vil takke Teledirektoratet for den fremsynthet det var å være med på finansieringen og tilretteleggingen av et slikt måleopplegg.

Denne rapporten er blitt noe forsinket på grunn av stort arbeidspress de siste 2 årene. Resultatene har imidlertid vært i bruk siden februar 1991.

## 2. STED OG TOPOGRAFI

En beskrivelse av sted og topografi er gitt i (5) og er tatt med i denne rapporten (Appendiks 1). Kart i målestokk 1:50.000 og 1:700 er inkludert i dette.

## 3. INSTRUMENTERING OG DATAINNSAMLING

Prosjektets status pr. september 1986 er gitt i (6). Avsnittet om instrumentering og datainnsamling er gjengitt i Appendiks 2, men dersom mer detaljert informasjon ønskes henvises til (6).

### Perioden september 1986 - sommeren 1988

I denne perioden ble det målt etter de prosedyrer og med den utrustning som er beskrevet i Appendiks 2. Perioden er dessverre skjemet av stadige brudd og perioder med feil i dataene. Dette skyldes dels endel barnesykdommer ved innsamlingssystemet. En måtte oppgi målingene fra 150 m's nivået fordi statiske utladninger i forbindelse med tordenvær og feltforstyrrelser fra antennene ble et for kostbart og tidkrevende prosjekt å løse. Ingen data fra 150 m's nivået holder tilstrekkelig kvalitet til å kunne godkjennes fra denne perioden.

Perioden 15.07. - 21.11.87 er en tilnærmet sammenhengende periode med godkjente data fra 10 og 30 m's nivået. Denne perioden inkluderer målingene fra stormen den 17. oktober 1987, en storm som på mange værstasjoner har en returperiode på 5 - 20 år. På enkelte steder med sterkest eksponering for sørlige vindfelt har den trolig nærmet seg 50 - årsverdien.

### Perioden oktober 1989 - sommeren 1990

Våren 1989 ble det vedtatt å gjøre et nytt forsøk på å framskaffe vindmålinger fra 150 m's nivået. Det ble bestemt at man skulle satse på en mekanisk vindmåler. Valget falt på Thies vindvegmåler som skriver middelvinden kontinuerlig ned på papir. Forsøk ved avlesing av data fra måleren viser at man ikke bør foreta finere inndeling enn 1-times midler. Dette er benyttet i denne analysen.

For å få fullstendige vindprofiler ble det bestemt at man skulle ruste opp EDAS' systemet for tilleggsmasten (10 og 30 m's nivå). Dette mente man var forsvarlig fordi EDAS systemet nå var betydelig forbedret og tatt i bruk på Askøy, Bu i Hardanger og Hurum. Systemet

fungerte meget godt fram til prosjektslutt. Sommeren 1990 ble det gjort opp status og foretatt beregninger. Det viste seg at datagrunnlaget for sesongen 1989/90 var meget god. Dette var en meget aktiv stormvinter med mange registrerte stormtilfelle. Man konkluderte med at datagrunnlaget var tilstrekkelig til å foreta de nødvendige vindlastberegninger og avsluttet målingene.

Beregningene ble foretatt sommeren og høsten 1990, og oppdaterte vindlaster ble gitt. Denne rapporten er en dokumentasjon på dette arbeidet.

## **4. RESULTATER**

### **4.1. Beregning av ekstremverdier av 10 min. middelvind**

For beregning av ekstreme vindforhold på Vealøs har vi benyttet data fra Ferder fyr og Vealøs i registreringsperioden 4/10 - 89 - 15/5 - 90. Sammenhengen mellom Ferder og Vealøs varierer med vindretningen, det er derfor nødvendig å dele opp materialet etter retning. Vi har i utgangspunktet delt inn materialet i 8 sektorer, NE, E, SE, S, SW, W, NW og N, der NE dekker 22.5-67.5°, E: 67.5-112.5°, ....., og N: 337.5-22.5°. Dels pga. av få data og dels pga. liten forskjell mellom sektorer, er sektorene N og NE slått sammen til N-NE, og sektorene W og NW til W-NW.

De ti sterkeste stormene i hver sektor (sektorgruppe) er sortert etter vindhastighet for hver stasjon (nivå) for seg. Denne sorteringen er utført uavhengig av andre stasjoner eller nivåer. Eneste krav er at det skal eksistere registreringer på begge stasjoner og alle nivåer for at en episode skal godkjennes. I praksis er det registreringen fra Vealøs i 150 m's nivå som har begrenset utvalget, men datadekningen er høy innenfor registreringsperioden.

Vindretningen på Vealøs er avlest i 10, 30 og 150 m's nivå, men det mangler en del vindretningsdata fra øverste nivå pga. skader på vindfløyen. Samtidige data viser imidlertid at det bare er minimale vindretningsforskjeller mellom de tre nivåene. Forskjellene er mindre enn usikkerheter pga. posisjonering av målerne. Vindretningen fra 30 m's nivået er derfor konsekvent benyttet for Vealøsstasjonen. På Ferder er benyttet vindhastighet og retning fra standard registrering i 10 m's nivå.



Det er vindretningen på Ferder fyr som bestemmer hvilken sektorgruppe hver episode tilhører. Dette er gjort fordi Ferder er referansestasjonen med kjente ekstremvindhastigheter i ulike sektorer, hvor sektorene også er knyttet til Ferder fyr. Vindretningsforkjellene mellom Ferder og Vealøs er små slik at dette ikke har noen praktisk betydning.

Oppført vindhastighet gjelder maksimalverdier av 10 minutters middelvind i episoden. Dersom 2 episoder følger etter hverandre, kreves følgende for at episodene skal godkjennes som 2 episoder: Vindretningen skal ha skiftet til ny sektor, eller vindhastigheten mellom episodene skal ha sunket til halvparten av den laveste av de 2 episodemaksimalverdiene (eller minst til 10 m/s).

For sektorer med mye sterk vind er de 10 episodene med sterk vind tatt med. For sektorene N-NE, SE og N er det tatt med 8, 5 og 5 episoder, fordi det har vært få episoder med sterk vind fra disse sektorene. Vi har her tatt med så mange tilfelle at den svakeste verdi på Ferder og på Vealøs (150m) skal være  $> 13.0$  m/s.

Avlesningene i 150 meters nivå var utført som timesmidler. For videre analyse er det nødvendig å overføre max. timesmiddel til max. 10 min. middel. For å få en test om hvilken overføringsfaktor som skal brukes har vi benyttet datamaterialet fra 10 og 30 meters nivå der 10 min. og 1 times midler begge kan avleses. Gjennomsnittet av maksimalverdiene i de 10 sterkeste stormene i januar - februar 1990 gav 1.06 i gjennomsnitt for hvert av nivåene.

Vi har derfor benyttet overgangsfaktoren 1.05 for 150 meters nivået, idet svakere turbulens tilsier litt lavere faktor.

Tabell 4.1.

Sammenstilling av de 8 episodene med høyest vindhastighet [m/s] på Ferder fyr og Vealøs innenfor nordøstlig og østlig sektor.

030 - 110°

N	FERDER FYR		VEALØS					
	10 m		150 m		30 m		10 m	
	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>
1	28.11.89	19.5	20.04.90	21.9	28.11.89	17.9	20.04.90	16.2
2	07.10.89	18.0	07.10.89	20.8	20.04.90	17.9	28.11.89	15.2
3	10.10.89	18.0	28.11.89	19.3	07.10.89	15.8	25.01.90	14.7
4	25.01.90	18.0	11.05.90	19.3	25.01.90	15.7	17.12.89	14.4
5	09.11.89	15.9	09.11.89	18.9	17.12.89	14.9	07.10.89	14.2
6	17.12.89	15.9	13.05.90	18.1	11.05.90	14.4	11.05.90	12.5
7	20.04.90	15.9	25.01.90	15.4	09.11.89	14.2	09.11.89	11.3
8	13.05.90	13.4	17.12.89	15.0	13.05.90	12.7	10.10.89	11.3
Ū		16.83		18.59		15.44		13.73

Tabell 4.2.

Sammenstilling av de 5 episodene med høyest vindhastighet [m/s] på Ferder fyr og Vealøs innenfor sørøstlig sektor.

120 - 150°

N	FERDER FYR		VEALØS					
	10 m		150 m		30 m		10 m	
	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>
1	21.10.89	22.1	09.11.89	21.0	09.11.89	16.0	09.11.89	11.9
2	09.11.89	19.5	21.10.89	20.0	02.02.90	15.4	02.02.90	11.0
3	27.02.90	19.0	02.02.90	19.2	21.10.89	11.9	21.10.89	9.9
4	02.02.90	18.0	10.11.89	15.2	03.11.89	10.9	03.11.89	8.3
5	03.11.89	17.0	03.11.89	14.4	10.11.89	10.8	10.11.89	7.4
Ū		19.12		17.96		13.00		9.70

**Tabell 4.3.**

Sammenstilling av de 10 episodene med høyest vindhastighet [m/s] på Ferder fyr og Vealøs innenfor sørlig sektor.

160 - 200°

N	FERDER FYR		VEALØS					
	10 m		150 m		30 m		10 m	
	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>
1	15.01.90	22.1	23.01.90	26.4	31.01.90	20.5	07.02.90	16.3
2	21.10.89	21.6	31.01.90	26.4	23.01.90	20.4	15.01.90	15.4
3	07.02.90	21.1	07.02.90	25.0	07.02.90	20.0	31.01.90	15.2
4	23.01.90	20.6	15.01.90	24.2	15.01.90	18.9	23.01.90	14.5
5	11.11.89	19.5	31.01.90	23.8	31.01.90	17.6	19.02.90	14.0
6	09.11.89	19.0	25.12.89	21.9	19.02.90	16.6	31.01.90	13.4
7	10.11.89	18.5	19.02.90	21.9	11.11.89	15.9	09.11.89	13.1
8	31.01.90	18.5	09.11.89	21.0	19.01.90	15.9	11.11.89	13.0
9	19.02.90	18.5	15.01.90	21.0	25.12.89	15.6	19.01.90	12.9
10	25.12.89	18.0	17.12.89	20.3	26.02.90	15.5	25.12.89	12.4
Ū		19.74		23.19		17.69		14.02

**Tabell 4.4.**

Sammenstilling av de 10 episodene med høyest vindhastighet [m/s] på Ferder fyr og Vealøs innenfor sørvestlig sektor.

210 - 240°

N	FERDER FYR		VEALØS					
	10 m		150 m		30 m		10 m	
	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>
1	18.12.89	24.2	07.03.90	22.7	19.03.90	19.6	19.03.90	18.6
2	05.04.90	23.6	19.03.90	22.7	05.04.90	19.3	05.04.90	18.2
3	20.02.90	22.1	20.02.90	22.6	20.02.90	18.2	20.02.90	16.9
4	05.03.90	22.1	05.03.90	22.5	05.03.90	17.6	05.03.90	16.2
5	17.01.90	21.1	18.12.89	21.8	25.03.90	17.2	25.03.90	16.1
6	10.03.90	21.1	24.03.90	20.9	18.12.89	16.9	17.01.90	15.8
7	09.11.89	20.6	05.04.90	20.5	17.01.90	16.8	18.12.89	14.7
8	24.03.90	20.0	11.01.90	20.3	15.01.90	16.4	24.03.90	14.4
9	22.10.89	18.5	17.01.90	20.3	22.10.89	16.1	22.10.89	14.2
10	05.02.90	18.5	15.03.90	20.0	21.03.90	15.4	21.03.90	14.1
Ū		21.18		21.43		17.35		15.92

Tabell 4.5.

Sammenstilling av de 10 episodene med høyest vindhastighet [m/s] på Ferder fyr og Vealøs innenfor vestlig til nordvestlig sektor.

250 - 340°

N	FERDER FYR		VEALØS					
	10 m		150 m		30 m		10 m	
	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>
1	17.01.90	20.6	17.01.90	27.8	17.01.90	20.6	17.01.90	19.3
2	05.03.90	20.6	11.03.90	24.6	12.03.90	19.5	11.03.90	16.3
3	11.03.90	20.6	12.03.90	24.0	06.12.89	18.5	05.03.90	16.2
4	22.10.89	19.0	06.12.89	23.5	11.03.90	18.2	12.03.90	15.9
5	24.10.89	18.0	20.01.90	23.3	05.03.90	17.0	22.03.90	15.8
6	04.04.90	18.0	21.02.90	23.1	31.03.90	16.5	31.03.90	15.2
7	26.10.89	17.5	14.11.89	22.9	22.03.90	16.3	06.12.89	15.0
8	04.03.90	17.5	25.11.89	22.6	16.01.90	16.3	15.01.90	14.5
9	06.12.89	17.0	06.03.90	22.2	03.12.89	15.8	08.03.90	14.5
10	20.01.90	16.4	16.01.90	21.6	25.11.89	15.7	26.10.89	14.2
Ū		18.52		23.56		17.44		15.69

Tabell 4.6.

Sammenstilling av de 5 episodene med høyest vindhastighet [m/s] på Ferder fyr og Vealøs innenfor nordlig sektor.

350 - 020°

N	FERDER FYR		VEALØS					
	10 m		150 m		30 m		10 m	
	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>	DATO	U <sub>10MIN</sub>
1	27.11.89	21.1	27.11.89	23.1	27.11.89	18.2	27.11.89	15.3
2	15.11.89	19.0	22.11.89	21.8	22.11.89	17.2	22.11.89	14.4
3	22.11.89	17.5	25.03.90	17.0	11.12.89	13.5	11.12.89	11.5
4	09.03.90	16.4	11.12.89	16.7	15.11.89	13.5	15.11.89	10.5
5	11.12.89	15.4	15.11.89	16.1	07.12.89	11.7	25.03.90	9.5
Ū		17.88		18.94		14.82		12.24

Vi gjør nå den antagelse at ekstremvindhastigheten i hver sektor (sektorgruppe) på Vealøs forholder seg til ekstremvindhastigheten på Ferder på samme måte som middel av gruppen med sterk vind gjør det.

Dette gir oss da sektorielle overføringskoeffisienter gitt i Tabell 4.7.

**Tabell 4.7.**

*Overføringskoeffisienter fra Ferder fyr til Vealøs (3 nivåer) ved 6 retningssektorer.*

	I $U_{10\min}(\text{Vea}, 150\text{m}) / U_{10\min}(\text{Fer}, 10\text{m})$					
	II $U_{10\min}(\text{Vea}, 30\text{m}) / U_{10\min}(\text{Fer}, 10\text{m})$					
	III $U_{10\min}(\text{Vea}, 10\text{m}) / U_{10\min}(\text{Fer}, 10\text{m})$					
	030-110°	120-150°	160-200°	210-240°	250-340°	350-020°
	N=8	N=5	N=10	N=10	N=10	N=5
I	1.11	0.94	1.18	1.01	1.27	1.06
II	0.92	0.68	0.90	0.82	0.94	0.83
III	0.82	0.51	0.71	0.75	0.85	0.68

Tabell 4.8 viser ekstremverdiregninger utført for Ferder fyr. I tabell 4.9 er sektorielle ekstremverdier med 2 og 50 års returperiode regnet ut for Vealøs ved å koble tabell 4.7 og 4.8. Dersom vi kan regne med uavhengighet mellom ekstremvind i de ulike sektorer, kan vi finne ekstremvindhastigheten i vilkårlig sektor ved følgende formel:

$$p(u > U, \forall S_i) = P = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - p_i) \quad (\text{lin.1})$$

Her er  $S_i$  sektor nr i av ialt k sektorer,  $p_i$  sannsynligheten for at hastigheten  $U$  blir overskredet i et enkeltår i sektor  $i$ , mens  $P$  er sannsynligheten for at  $U$  blir overskredet i vilkårlig sektor  $i$  i et enkeltår.  $U$  svarer da til ekstremvindhastighet med returperiode  $1/P$ .

Dersom betingelsen om uavhengighet ikke er oppfylt, vil ekstremvindhastigheten i vilkårlig sektor bli noe overestimert. Dersom vi sammenligner ekstremverdiregningene fra Vealøs og Ferder ser vi at ekstremvindhastigheten for vilkårlig sektor ligger omtrent like mye over de høyeste av sektorverdiene for begge stasjoner. Ferder-verdiene er beregnet fra datasettet direkte uten andre krav om uavhengighet enn at verdier fra påfølgende år skal være uavhengige. Uavhengighetsantagelsen er derfor neppe noen stor feilkilde for Vealøs.

**Tabell 4.8.**

*Ekstremverdier av 10 min. middelvind (m/s) med 4 returperioder for Ferder fyr. Ekstremverdiene er gitt sektorvis for 8 sektorer, for 2 sektorgrupper og for vilkårlig sektor. Datagrunnlaget er fra 1951/52 - 1989/90 med unntak av perioden 1970/71 - 1972/73.*

ÅR	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	NE-E	W-NW	VILK.
2	20.0	18.0	17.0	19.5	21.6	22.4	19.0	16.4	18.5	19.0	23.8
10	22.3	19.9	19.0	21.7	26.2	27.4	21.4	20.5	20.2	22.0	30.1
50	26.3	23.4	22.4	25.6	30.9	32.3	25.2	24.0	23.8	25.9	35.5
100	28.0	25.0	23.9	27.3	33.0	34.5	26.9	25.8	25.4	27.7	37.9

**Tabell 4.9.**

*Ekstremverdier av 10 minutters middelvindhastighet [m/s] med 2 og 50 års returperiode i 3 nivåer og alle retningsektorer på Vealøs.*

NI-VÅ [m]	NE - E		SE <sup>1</sup>		S		SW		W - NW		N		VILKÅRLIG	
	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR
10	15	20	12	16	15	22	17	24	16	22	14	18	19	26
30	17	22	15	19	19	28	18	27	18	24	17	22	22	30
150	21	26	18	24	26	36	23	33	24	33	21	28	28	38

Vi ser at den høyeste vindhastigheten på Vealøs kommer fra sørlig sektor, men at hele sektoren sør til nordvest bidrar til ekstremverdien for vilkårlig sektor. Forskjellen fra Ferder til Vealøs er særlig at den sterke vest til nordvestvinden på Vealøs ikke blåser like sterkt på Ferder. Dette har sammenheng med overstrømning fra Langfjella som gir sterk vind i en del hundre meters høyde. Slik vind slår ned i deler av indre Agder og Telemark, men når i mindre grad ned til lavere nivåer ute på kysten og lenger østover.

Forholdet mellom Vealøs og Ferder ved hhv. sørlig og sørvestlig vind er interessant. Vealøs (150m nivå) ligger høyere og friere enn Ferder, men det er store skogsområder omkring Vealøs. Ved sørlig vind strømmer vinden inn mot Vealøs uten å passere andre områder med friksjonsdempning enn de som ligger sør for Vealøs. Derved er bremsingseffekten pga. friksjon mindre enn tilfelle er ved sørvestlig vind som blåser over store deler av Sørlandet før den når Vealøs.

#### **4.2. Beregning av ekstremverdier av 3-5 sek. vindkast**

Fra 10 og 30m's nivåene har vi målinger av vindkast og turbulensintensitet. Vi ønsker å danne profiler av kastfaktorer og turbulensintensiteter utfra disse målingene. Derved kan vi få et estimat for disse parameterne i 150 m's nivå.

For å angi best mulig estimat for ekstreme kastverdier er det nødvendig å avlese de høyeste verdiene av vindkastene innenfor de samme episodene som under kap.4.1. Deretter kan vi kople kastene til middelvindavlesningene og beregne kastfaktorer og overføring fra middelvind, Ferder til vindkast, Vealøs. Dette er gjort bare for sektorene med sterkest vind; dvs. S, SW og W-NW.

**Tabell 4.10.**

*Sammenstilling av de 10 høyest målte vindkastverdiene [m/s] i 30 m's nivå på Vealøs innenfor hver av de tre sektorene med sterkest vind.*

30 m	SØR		SØRVEST		VEST	
	DATO	U <sub>3SEK</sub>	DATO	U <sub>3SEK</sub>	DATO	U <sub>3SEK</sub>
1	07.02.90	28.3	20.02.90	26.4	17.01.90	29.1
2	23.01.90	27.5	17.01.90	26.2	06.12.89	27.6
3	31.01.90	26.9	19.03.90	25.8	12.03.90	27.6
4	31.01.90	25.3	05.04.90	24.6	11.03.90	25.8
5	15.01.90	25.3	05.03.90	22.7	05.03.90	22.7
6	19.02.90	23.4	25.02.90	22.0	04.03.90	22.3
7	26.02.90	21.8	25.03.90	21.6	22.03.90	21.8
8	25.12.89	21.6	15.01.90	21.1	16.01.90	21.3
9	02.02.90	21.6	18.12.89	20.9	31.03.90	21.3
10	19.01.90	21.3	24.03.90	20.6	26.10.89	20.4
Ū		24.30		23.19		23.99

**Tabell 4.11.**

*Sammenstilling av de 10 høyest målte vindkastverdiene [m/s] i 10 m's nivå på Vealøs innenfor hver av de tre sektorene med sterkest vind.*

10 m	SØR		SØRVEST		VEST	
	DATO	U <sub>3SEK</sub>	DATO	U <sub>3SEK</sub>	DATO	U <sub>3SEK</sub>
1	07.02.90	26.9	19.03.90	26.4	17.01.90	28.4
2	23.01.90	24.2	17.01.90	26.0	11.03.90	24.6
3	31.01.90	23.1	05.04.90	24.7	06.12.89	24.5
4	15.01.90	22.4	20.02.90	23.9	12.03.90	24.3
5	31.01.90	21.2	05.03.90	22.4	22.03.90	22.1
6	19.02.90	20.8	25.03.90	22.3	05.03.90	22.0
7	19.01.90	20.5	18.12.89	21.4	31.03.90	21.6
8	25.12.89	19.5	25.02.90	20.9	16.01.90	21.2
9	09.11.89	19.0	24.03.90	20.8	04.03.90	20.7
10	11.11.89	18.8	21.03.90	20.0	26.10.89	20.4
Ū		21.64		22.88		22.98



**Tabell 4.12.**

Overføringskoeffisienter fra 10 min. middelvind, Ferder fyr til vindkast på Vealøs (2 nivåer) ved 3 retningssektorer.

I $U_{3-5s}(\text{Vea}, 30\text{m}) / U_{10\text{min}}(\text{Fer}, 10\text{m})$			
II $U_{3-5s}(\text{Vea}, 10\text{m}) / U_{10\text{min}}(\text{Fer}, 10\text{m})$			
	160-200° N=10	210-240° N=10	250-340° N=10
I	1.23	1.09	1.30
II	1.10	1.08	1.24

Tabell 4.10 og 4.11 er hentet fra samme tidsserien som tabell 4.1 - 4.6. Ekstremvindene for nivåene 10 og 30 m er derfor funnet på helt tilsvarende måte ved utgangspunkt i 10 min. middelvind på Ferder, men nå mot 3s. vindkast på Vealøs.

I 150 m's nivå eksisterer det ikke registrering av vindkast. Vi har derfor benyttet en estimeringsmetode som bygger på middelvindprofiler og gustfaktorprofiler. Det viser seg at ved sørlig vind har vi forhold ikke så langt fra forholdene ved flatt, homogent terreng hva gjelder middelvind, 10 - 150 m og vindkast, 10 - 30m (se kommentarer til tabell 4.14). Vi antar derfor det samme for vindkast 30 - 150 m og lar n - eksponenten i vindkastprofilen variere etter samme forhold. Dvs.

$$n_{3-5s}(10-30\text{m}) : n_{3-5s}(30-150\text{m}) = n_{10\text{min}}(10-30\text{m}) : n_{10\text{min}}(30-150\text{m})$$

Ved bruk av gjennomsnittsverdiene for episodene med sterk sørlig vind finner vi da  $n_{3-5s}(30-150\text{m}) = 0.084$ .

Det viser seg at ved sørvestlig og vestlig vind fravikes forholdene ved homogent flatt terreng. Middelvindprofilen viser en lavere n-eksponent fra 10 - 30 enn fra 30 - 150m hvilket tyder på aksellerasjon av vinden i nivåer under 30 m. Vi beholder imidlertid samme vindkastprofil

fra 30 m opp til 150 m fra sørvest og vest som fra sør, selv om vi trolig får noe konservative anslag for vindkastene i 150 m for disse sektorene.

Derved finnes verdiene for 150 m ut fra verdiene i 30 m's nivå (tabell 4.13) utfra eksponentformelen med  $n=0.084$ .

**Tabell 4.13.**

*Ekstremverdier av 3-5 sek. vindkast [m/s] med 2 og 50 års returperiode i 3 nivåer og 3 retningssektorer på Vealøs.*

NIVÅ [m]	S		SW		W - NW		VILKÅRLIG	
	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR	2ÅR	50ÅR
10	24	34	24	35	24	32	27	38
30	27	38	24	35	25	34	30	41
150	31	44	27	40	29	39	33	46

### 4.3. Vindprofil og turbulensintensitet

Longitudinal turbulensintensitet,  $I$  er definert som standardavviket av enkeltobservasjonene (her med frekvens 1 pr. sekund) dividert på lokal middelvindhastighet over 10 minutter.

Ved bestemmelse av  $I$  er det lagt vekt på å finne verdier som representerer forholdene ved ekstrem middelvind. Ved de tre sektorgruppene med sterkest vind; S, SW og W-NW er derfor følgende prosedyre benyttet: Ved alle 10 min. intervaller omkring et episodemaksimum som er slik at  $U_{10min} > 0.9 \cdot U_{10min(max)}$  er  $I$  avlest. Alle slike verdier midles og denne middelvei definerer stormens turbulensintensitet. Deretter midles episodene sektorvis etter mønster av tabell 4.1 - 4.6.

Tabell 4.14 inneholder svært mye informasjon. Vindprofilen er definert gjennom  $n$ -eksponenten i eksponentformelen. Denne ligger mellom 0.08 og 0.26. Tabellen viser at det ved sørvestlig og vestlig vind er høyere eksponent (dvs. skarpere profil) fra 30 til 150 m enn fra

10 til 30 m. Årsaken til dette ligger nok i at vinden i nedre nivåer er aksellerert over Vealøs, og at denne aksellerasjonen er større i 10 enn i 30 m's nivået.

**Tabell 4.14**

*Middelvind, vindkast og turbulensintensiteter på Vealøs sammen med profiler og kobling mellom vindkast og turbulensintensitet. Vindverdiene refererer seg til midlere forhold ved sterk vind slik dette har kommet til uttrykk ved episodene i tabell 4.1 - 4.6.*

RETN.	MIDD.V. FERDER	MIDDELVIND VEALØS			VINDKAST VEALØS		TURB.INTENS. VEALØS		K=(1-Gf)/I VEALØS		EKSP. I POT.FORMEL 30-150m(1),10-30m(2)		
	$\bar{U}_{10}$	$\bar{U}_{150}$	$\bar{U}_{30}$	$\bar{U}_{10}$	$U_{30}$	$U_{10}$	$I_{30}$	$I_{10}$	$K_{30}$	$K_{10}$	$n_1(\bar{U})$	$n_2(\bar{U})$	$n_2(I)$
NE - E	16.83	18.59	15.44	13.73	19.6°	18.8°	0.116°	0.156°	2.40°	2.43°	0.12	0.11	0.27°
SE	19.12	17.96	13.00	9.78	19.9°	17.1°	0.205°	0.264°	2.34°	2.57°	0.20	0.26	0.23°
S	19.74	23.19	17.69	14.02	24.30	21.64	0.152	0.199	2.46	2.73	0.17	0.21	0.25
SW	21.18	21.43	17.35	15.92	23.19	22.88	0.120	0.152	2.81	2.88	0.13	0.08	0.22
W - NW	18.52	23.56	17.44	15.69	23.99	22.98	0.146	0.169	2.57	2.73	0.19	0.10	0.13
N	17.88	18.94	14.82	12.24	20.0°	18.4°	0.185°	0.249°	2.04°	2.06°	0.15	0.17	0.27°

\* Disse verdier er hentet fra midlere forhold ved  $U_{10\text{med}}(30\text{m}) > 10.0 \text{ m/s}$  i perioden 15.07. - 21.11.87. Vindkastene er da beregnet fra middelvinden i 1989/90 ved bruk av midlere kastfaktorer fra 1987 - målingene.

Turbulensintensiteten ligger typisk i området 0.15 - 0.20 i 10 m's nivået, mens den er falt til 0.12 - 0.15 i 30 m's nivået. I sektorene SE og N er det forstyrrelser fra TV-tårn (SE) og vindmast (N), slik at disse viser kunstig høy turbulens. Turbulensnivået er ellers lavere enn det som kan forventes over et flatt skogsområde.

Vi ser at n-eksponenten i turbulensprofilen er høyere enn for middelvindprofilen ved nordøstlig og sørvestlig vind. Dette tyder på at relativ forskjell i hastighetsgradienten omkring 10 m og 30 m er større enn det som kan forventes over et flatt område.

Ved sørlig vind er det mindre forskjeller i profilene, forholdene ligner mer det som forventes over flatt, homogent terreng, selv om middelvindprofilen er noe mindre skarpt enn forholdene er over et flatt skogsterreng av den type som omgir Vealøs. En viss aksellerasjon av vinden omkring Vealøstoppen er derfor likevel tilstede.

#### 4.4. Kobling turbulensintensitet - gustfaktor

Tabell 4.14 viser at forholdet,  $k$ , mellom  $gf(3s)-1$  og  $I$ , dvs. forholdet mellom maksimalavviket fra 10 min. middelvind med varighet 3 sek. og standardavviket av tidsserien innenfor 10 min., varierer lite. Denne  $k$ -verdien ligger på 2.5 - 2.9 når vi benytter episodens maksimale vindkast, 2.3 - 2.6 dersom det er krav om at samme 10 min. periode skal benyttes for kast og turbulens. I middel gir dette 2.6, hvilket er meget likt den teoretiske verdi på 2.58 som kan finnes ved antagelse om normalfordeling av 3 sek. - kastene. Dette gir grunnlag for å bestemme turbulensintensiteten ved sektorer med sterkest vind i alle 3 nivåene utfra kjennskap til middelvind (tabell 4.8) og vindkast (Tabell 4.13).

Ved nordlig vind har vi avvik fra dette,  $k$ -verdien ligger på 2.0. Dette skyldes nok nærforstyrrelsen fra vindmasten som tydeligvis gir avvik fra normalfordelingen. Årsaken kan være generering av virvler med fast frekvens som ikke får tid til å etablere en tilfeldig fordeling før målingene foretas.

På Askøy (1) ble det midlet over alle vindretninger og alle nivåer ved vind over 3 m/s. Resultatet ble eksakt lik 2.58, hvilket viser at kastene er normalfordelt.

Der er også master med samme måleopplegg på Bu i Hardanger (2) og Gardermoen (4), dessuten finnes data fra Hurum (3). Disse data tyder alle på samme konstant, en felles analyse for alle disse data vil foreligge noe senere. Felles for alle målestedene er at visse sektorer gir lav  $k$ -verdi som følge av nærinntilflytelse fra målemasten.

En kan ut fra disse resultater angi at  $k$ -faktoren 2.6 er en tilnærmet universell konstant ved mekanisk turbulens, uavhengig av terreng, uten krav om homogeniteter eller flatt terreng. Bare ved måling helt nær opptil kilden for virveldannelser vil resultatet bli annerledes.

Dette resultatet har en del konsekvenser. Vi er i stand til å tolke alle målinger der kun middelvind og vindkast med kjent midlingstid observeres og angi et estimat for standardavvik og longitudinal turbulensintensitet. Målinger av middelvind og vindkast er standard prosedyre på en lang rekke værstasjoner.

## 5. ISLASTER

Dette kapittelet er svarer stort sett til innholdet av brev sendt Rambøll & Hannemann den 14.02.91.

Ising på Vealøs vil vesentlig forekomme i sektor øst til sør (080 - 210°). Istykkelsen vil være størst i sektor sørøst til sørsørøst (150 - 170°). Nedbøris kan dog gi noe is fordelt rundt hele masten.

### 50-års islaster

Isen kan fordeles med full utbygging, 50 cm for toppantenne ved 50 - års tilfellet i sektor 150 - 170° og elliptisk fallende til 10 cm i sektor 270 - 030°.

For eksisterende stålmast må man i 50-års tilfellet regne med fylling av gittermast, samt utjevning av alle profiler ved antenner o.l.

For eksisterende glatte betongtårn bør man regne med 10 cm utbygging i 50-årstilfellet. Dog vil alle antenner og andre utstående gjenstander i sektor 080 - 210° fylles med is og utjevnes i 50 - års tilfellet.

### 1-års islaster

Ved 1-årstilfellet kan det regnes 10 cm konsentrisk utbygging på alle deler i masten (topp-antenne, fagverksdeler, antenner, hjørner osv.), dog 5 cm for glatte betongflater og større flater uten brå overganger på feks. sirkulære antenner.

Isens spesifikke vekt settes til 700 kg/m<sup>3</sup>.

**6. REFERANSELISTE**

- (1) **Harstveit, K.:**  
*Askøy bro. Vindmålinger på Storebuneset 01.12.87 - 29.02.88.*  
Oppdragsrapport for Statens vegvesen. DNMI KLIMA 12/88.  
Oslo 1988.
- (2) **Harstveit, K.:**  
*Hardangerbrua. Vindmålinger 11.11.88 - 01.09.90.*  
Oppdragsrapport for Statens vegvesen. DNMI KLIMA 31/90.  
Oslo 1990.
- (3) **Harstveit, K., Andresen, L., Aune, B., Hansen, M. og Kjensli, P.O.:**  
*Hurum - Værmessig tilgjengelighet for en flyplass 290 moh.*  
DNMI KLIMA 11/90. Oslo 1990.
- (4) **Andresen, L. og Kjensli, P.O.:**  
*Gardermoen - Værmessig tilgjengelighet.*  
DNMI KLIMA 22/92. Oslo 1990.
- (5) **Harstveit, K.:**  
*Skien FM/TV kringkaster - Vealøs.*  
*-Is og vindlastvurdering av 25.10.85*  
*-Forslag til vindmåleprogram*  
DNMI KLIMA 10/86. Oslo 1986.
- (6) **Harstveit, K.:**  
*Vindmåleprogram - Skien FM/TV kringkaster - Vealøs.*  
*Statusrapport september 1986.*  
DNMI KLIMA 47/86. Oslo 1986.

## APPENDIKS 1

Sted og topografi (fra Rapport 10/86)

## 1. INNLEDNING

Grunnlaget for denne rapporten ble formulert i møte hos o.ing. A. Valen i Teledirektoratet den 14. juni 1985. Det er også gjennomført en befaring på Vealøs den 20. februar samme år.

## 2. STED OG TOPOGRAFI

Vealøs fjernsynssender ligger på Vealøs (498 m o.h.), 6 km nordøst for Skien sentrum (Fig. 1). Masten er 152 m høy, hvorav et 38 m høyt ståltårn er montert oppå et 114m høyt betongtårn. Det er planlagt en toppantenne på topp av ståltårn, lengde 10 m, bredde 1.6 m.

### 2.1 Regional og storskala topografi.

---

Området ligger 150 km øst for vannskillet i sørlige Langfjell (Fig. 3). Langfjellene løper i nord - sør retning opp til Jotunheimen. Høyden stiger fra typiske verdier på 1200 m i sørlige del til 2000 m i nordlige del. Fjellrekken bøyer videre av mot nordøst over Dovre/Rondane mot Sylene. Høyden varierer mellom 1000 m (Rørøsvidda) og 1800 m.

Regionalt (skala 10 - 50 km, Fig.2) stiger terrenget fra kysten og innover. I sektoren øst - sør - vest varierer høyden mellom 0 og 400 m med typiske verdier på 100 - 200 m. Mot nordøst er gjennomsnittshøyden 250 m med variasjoner mellom 50 og 500 m og mot nordvest 300 m (15 - 600 m). Sektoren mot nord mellom disse skråner opp mot 800 m (Skrim) og har typisk høyde på 400 m.

Terrenget er gjennomskåret av større og mindre dalfører slik som Skiensvassdraget fra Nordsjø og ut Frier, Siljan ned mot Farris - Larvik og Lågendalen.



## 2.2 Lokal topografi.

---

Vealøstoppen har en horisontal skala på 1 - 2 km. Fjelltoppen består egentlig av flere mindre topper på 450 - 500 m og med en slags "platahøyde" på 450 m.

Området er skogbevokst unntatt på enkelte av toppene. Dette gir lav ruhet på toppen, men denne er representativt bare ganske få meter over bakken.

Toppen har fri beliggenhet på lokal skala, da nærmeste terreng med høyere nivå ligger 5 km borte (mot nordnordvest).

## 3. VINDFORHOLD

### 3.1 Regionale og storskala vindforhold.

---

Østlige til sørlige vinder vil bremses mot høyereliggende terreng. Synoptisk sett er sørlige vinder hyppige og sterke slik at det likevel vil forekomme en del tilfelle med sterk vind i disse sektorer. Vindfelt som opprinnelig er østlige eller sørøstlige vil ofte dreie nordøstlig over området i det luftstrømmen viker unna fjellene i stedet for å strømme over.

Sørvestlige vinder vil føle en føringseffekt, men da terrenget er svært ruglete sørvest for Vealøs vil dette redusere noe av denne effekten. Det er sannsynlig at det går en sterkere sørvestlig sone noe lenger utover mot kystlinjen.

Vestlige og nordvestlige vinder strømmer over de sørlige Langfjell i høyere luftlag. Sterk vind hentes ned fra høyden ved diverse effekter knyttet til fjellbølger. Vinden vil være sterk mange steder i Telemark, men fjellmassiver som Gausta, Lifjell og Blefjell vil modifisere vindfeltet ytterligere. Det er grunn til å tro at vinden på Vealøs kan bli sterk i denne sektor.

Nordlige vinder vil gå utenom Telemark og slik vind blir bare sterk i typiske føringssoner. Vinden blir sterkere både lenger øst og lenger vest enn tilfellet er for Vealøs. Dette skyldes splitting av vindfeltet og skjerming bak de nordlige og sentrale strøk av Langfjellene (Jotunheimen). Unntaksvis kan spesielle lavtrykksmønstre gi sterk nordlig vind.

Nordøstlige vinder vil ha betydelige føringseffekter i området. Sterk nordøstvind forekommer ofte vinterstid når kald luft glir langs fjellene og aksellerer mot lavere trykk.



Kart over Vealøss. Målestokk 1:50 000

## **APPENDIKS 2**

### **Instrumentering og datainnsamling (fra Rapport 47/86)**



## 2. MÅLEOPPLEGG, INSTRUMENTERING OG DATABEHANDLING

### 2.1 Beskrivelse av målested

Vealøs ligger ca. 6 km nordøst for Skien. Sted og topografi er beskrevet i DNMI/KLIMA 10/86 (vedlegg 2).

Det er plassert et målepunkt i toppen av selve antennemasten (152 m over Vealøs-toppen). For ikke å få for stor innflytelse av selve antennemasten på målingene i 10 og 30 m's nivå, har en valgt å benytte en tilleggs mast ved målinger i disse nivåer.

Plasseringen av tilleggs masten måtte tilfredsstillende det mikrometeorologiske krav om representativitet av tilleggs masten i forhold til antennemasten. Dvs. målingene må representere toppen av Vealøs. Dessuten skulle visse krav om å unngå "skyteretninger" fra speilrefleksantennener i området også tilfredsstilles.

En mener å ha funnet et sted som kan aksepteres, punkt B (Fig. 1) ca. 60 m nordvest for antennemasten. Det måles der 15 m og 35 m over bakken. Dette antas representere nivåene 10 m og 30 m over topp-punktet på Vealøs.

### 2.2 Sensorbeskrivelser

I alle tre nivåer settes det opp sensorer for måling av vindhastighet, vindretning og lufttemperatur.

#### Anemometer

Vindhastighetsmåleren er av type Vaisala WAA 15. Dette er et skålkorsanemometer. Distansekonstanten er oppgitt til 1.5 m, dvs. at anemometeret er følsomt for hurtige variasjoner (ned til 1 sek.) i vinden. Måleområdet er angitt til 0 - 75 m/s, terskelverdi 0.4 m/s, nøyaktighet under 10 m/s :  $\pm 0.1$  m/s og nøyaktighet fra 10 til 75 m/s :  $\pm 2\%$ . Anemometeret har digital utgang og gir ved en samplingfrekvens på 1 Hz, oppløsningen 0.1 m/s. Anemometeret er utstyrt med en varmetråd slik at det kan oppvarmes ved isingsfare.

#### Vindretningsmåler

Vindretningsmåleren er av type Fridrichs vindfane. Distansekonstanten er oppgitt til 1.3 m ved 5 m/s og  $45^{\circ}$  initial avbøyning fra vindretningen. Dempningskoeffisienten er oppgitt til 0.57. Vindretningsføleren er således også tilstrekkelig følsom for hurtige variasjoner i

vinden. Måleren er videre angitt til å tåle 60 m/s. Den har en analog utgang som digitaliseres og gis oppløsning 0.1°. Sensoren er utstyrt med en varmetråd slik at den kan oppvarmes ved isingsfare.

#### Termometer.

Det benyttes et motstandstermometer utarbeidet av firmaet Thermo - Electro, levert med kalibreringskurve. Denne kurve legges inn på et beregningskort plassert på en ytre feltstasjon nær målepunktet. Nullpunktet blir kontrollert med en iskalibrering før utplassering. En antar at måling i tre nivåer og daglig (arbeidsdager) mulighet for inspeksjon av data gir gode muligheter for å følge med i evt. forskyvninger i kalibreringsnivået. Nøyaktighet og oppløsning er 0.1°C.

Strålingsbeskytteren er en skjerm produsert av Thermo - Electro. Det er en relativt romslig sylinder med skrånende lag over hverandre med god avstand mellom hvert lag. Skjermen er hvitmalt. En er ikke sikker på hvor god skjermen er ved sterk stråling i stille vær, men den fungerer trolig godt ved god ventilasjon, dvs. ved middels og sterk vind.

### 2.3 Data-overføring

Sensorene avses hvert sekund av to ytre feltstasjoner (se vedlegg 6) plassert hhv. i 150 m/s nivå i hovedmast og ved tilleggs mast. Hver måleperiode settes til 10 min. Inntil 20 sek (trolig mindre, dette er ennå ikke ferdig utviklet) av hver 10 min periode benyttes til beregninger og overføringer. All beregning skjer på de ytre feltstasjoner. De ferdige data blir overført til hovedfeltstasjonen plassert inne i FM/TV stasjonen, for lagring.

All dataoverføring mellom ytre stasjoner og hovedfeltstasjonen skjer via fiberoptiske kabler. Dette øker sikkerheten i systemet, i det både elektrisk støy og overspenningen i tordenvær reduseres. Elektriske kabler fra sensorer til ytre stasjon er skjermet. Ytre stasjoner har også særlig skjermingsutstyr mot TV-mastens nærhet under sending. Det er plassert en lynavleder over sensorene i 150 m/s nivå. Alle stasjonene har innlagt ekstra sikring mot overspenninger.

Hovedfeltstasjonen oppringes automatisk 1 gang pr. døgn av en mottagerenhet plassert på DNMI. Her vil videre bearbeiding og lagring av data foregå. Evt. overføring til andre samarbeidspartnere vil skje herfra.

## 2.4 Beregningsprosedyre

### Beregninger i felt.

For alle tre nivåer gjelder:

Data innsamlet over en periode på 10 min (- beregningstid) blir bearbejdet på ytre feltstasjoner. Det dannes midler av vindhastighet og vindretning gjennom en vektormidlings-prosedyre (vedlegg 10). Dette oppfattes med god tilnærmselse som 10 min midler.

Det beregnes også glidende midler av vindhastigheten over 3 s, 5 s og 1 min. De maksimale verdier av disse, i tillegg til maksimal "instantan" vind (1 s) oppfattes som vindkast med de angitte varigheter. Deretter beregnes gustfaktorer ved å dividere på middelhastigheten over 10 min.

Videre beregnes turbulensintensiteten i vindens retning (longitudinalt) og på tvers (transversalt) (se vedlegg 10 og 17). En spesiell turbulensparameter der covariansen mellom instantanverdien av vinden langs og på tvers av vindretningen er viktigste ledd, inngår også. Avvik fra null her avslører inhomogeniteter i vindfeltet.

Temperaturen lagres bare som 10 min midler. Temperaturprofilen definerer graden av statisk stabilitet i umettet luft.

Vi får nå 3 10 min midler, 4 gustfaktorer og 3 turbulensparametre pr. nivå. Dette blir 30 verdier pr. 10 min, eller 4320 verdier pr. døgn til lagring.

### Beregninger og lagring på mottagerstasjonen

De innringte data vil etter hvert bli lagret på disketter. Det vil i tillegg til dette datasett bli beregnet flere parametre på mottagerstasjonen. Dette er i sin helhet ennå ikke helt klarlagt, men det synes klart at en vindprofilparameter (friksjonshastigheten,  $U_*$ ) og en terrengparameter (ruheten,  $Z_0$ ) vil bli beregnet (se vedlegg 10) rutinemessig. Også stabilitetsmodifikasjoner kan tenkes studert i en del enkelttilfelle.  $Z_0$  og  $U_*$ 's avhengighet av vindretningen er aktuelle problemstillinger.

Når stasjonen har løpt en tid slik at en har fått rimelig dekning med sterk vind innenfor alle sektorer, vil en studere sammenhengen mellom vinden på Ferder og Vealøs mer inngående. Dette vil, sammen med målte

turbulensintensiteter, gi grunnlag for oppdaterte vindlaster som bør legges til grunn ved oppsett av en toppantenne. En regner med minst to år for å få tilstrekkelig mengde med data. Det tas sikte på en halvårig rapportering av prosjektet, der erfaringer, data og beregninger inngår.