

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

**STORD FM/TV SENDER
Sluttrapport for vindmåleprosjekt
Oppdaterte klimalaster**

KNUT HARSTVEIT
RAPPORT NR. 10/93



DNMI-RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

10/93 KLIMA

DATO

25.03.93

TITTEL

STORD FM/TV KRINGKASTER
Sluttrapport for vindmåleprosjekt
Oppdaterte klimalaster

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAUGSGIVER

TELEDIREKTORATET, TBA

OPPDRAUGSNR.

SAMMENDRAG

Målingene viser at vindhastigheten er 40% høyere i toppen av Stordmasten enn på Utsira ved sørøstlig til vestlig vind og 20% sterkere ved nordvestlig til nordlig vind. Ved nordøstlig og østlig vind er det få målinger, indikasjoner viser at vinden neppe er sterkere enn på Utsira i disse sektorer.

50-årsverdien av 10 min. middelvind er beregnet til 50 m/s. 3 sek. vindkast settes til 66 m/s og turbulensintensiteten til 12%. Alle vindprofiler er konstante.

På toppantennen er det som tidligere vurdert, isutbygging på 40 cm mot sektor 180 - 330°.

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

Bjørn Aune

FAGSJEF

INNHALDFORTEGNELSE

SAMMENDRAG

1. INNLEDNING.	1
2. STED OG TOPOGRAFI.	1
3. INSTRUMENTERING, MÅLETEKNIKK OG DATAINNSAMLING.	3
4. METODIKK OG RESULTATER.	5
4.1. Sammenligning av vindretningsregistreringer mellom Stord og Utsira.	5
4.2. Ekstremvind.	7
4.3 Fysiske årsaker til sterk sørøstvind.	14
4.4 Turbulens, vindkast og høydeprofiler.	14
5. ISLASTER.	15
6. REFERANSELISTE.	16

SAMMENDRAG

Det er foretatt vindmålinger i toppen av kringkastingstårnet på Stord fra 26.09.90 - 9.11.91.

Målepunktet ligger 120 m over toppen av Kattnakken (715 moh.). Målepunktet antas å representere 800 m's nivået i ytre strøk av Sunnhordland og Rogaland nord for Boknfjorden.

Vindmålingene er utført ved Thies vindvegskriver. Denne gir middelveier av vindhastigheten som kan oppløses ned til 1/2 - 1 time og en "treg" øyeblikksverdi av vindretningen. 1 times verdier av disse parametre er avlest fortløpende.

Vindmåleren har fungert tilfredsstillende under isfrie forhold. Mellom 09.11.90 og i perioden etter 1.11.91 har nedising av instrumentet ført til hyppige brudd i måleserien. Alle målinger etter 8.11.91 er strøket fordi instrumentet hadde en skade som ble oppdaget i desember 1991.

Målingene fra Stord er sammenlignet med samtidige målinger fra refereransestasjonen Utsira. Målingene viser at det typisk er 10 - 20° 's dreining **mot** urviseren fra Utsira og opp til toppen av Stordmasten ved vind fra alle sektorer unntatt nordøst. Årsaken til dette må ligge i topografiske effekter fra fjellrekken i Sør-Norge. Slike effekter overstyrer den vanlig høydedreiningen vi får **med** urviseren (Ekmaneffekt).

Målingene viser at vindhastigheten er 40% høyere på Stordmasten enn på Utsira ved sørøstlig, sørlig, sørvestlig og vestlig og 20% sterkere ved nordvestlig og nordlig vind.

Datadekningen er god, unntatt for sektoren nordøst til øst, men i denne sektor er vinden i området generelt svak.

50 - årsverdien av 10 minutters middelvind er beregnet til 50 m/s.

Vindretningsregistreringen tyder på at det er en del turbulens ved sterke sørøstvind, generert ved fjellbølger av forskjellig skala, eller ved strømning opp den bratte skrenten i sørøst.

VINDLASTER

50 - års verdien av 10 min. middelvind kan settes til 50 m/s. For vindkast er verdien 66 m/s og turbulensintensiteten er 12 %. Verdiene skal benyttes i alle sektorer unntatt nordøst og øst.

For sektor nordøst kan det benyttes 25 m/s og for sektor øst 30 m/s. Tilsvarende vindkast er 35 m/s og 40 m/s.

Det skal benyttes konstante vindprofiler over hele masten.

ISLASTER

Ekstremverdier med 50 års returperiode.

1. Det antas 10 cm isutbygging på nedre del av masten, dvs. 0-85 m over terrengnivå. Isen bygger i retning sør til nordvest (180° - 330°). Tykkelsen faller elliptisk ved videre dreining, slik at den er 0 i sektor 030 - 110°.

2. Det antas at øvre del av eksisterende mast kan fylles med is. I tillegg skal regnes 20 cm is mot sør til nordvest, med fordeling som under p.1.

3. Alle uregelmessigheter (antennor o.l.) vil i tillegg til vekten i p.2 fylles med is etter samme prinsipp.

4. På en toppantenne kan regnes 40 cm isbelegg i sektor 180° til 330°. Tykkelsen faller elliptisk ved dreining og er 0 cm i sektor 030° til 110°.

5. Isens tetthet kan settes til 700 kg/m³.

1-års is.

Årlig forekommende islast kan settes til 25% av 50-årsverdien, regnet som vekt.

Kombinert is og vind.

1 års is og 50 års vind kan kombineres til ett lasttilfelle, mens 50 års is og 2 års vind (75% av 50 årsverdien, regnet som hastighet) kan kombineres til et annet.

1. INNLEDNING.

Klimalastene på Stord FM/TV - sender ble revurdert etter det nye standardoppsettet og levert i februar 1990 (1). Under denne re- vurderingen ble vindlastene økt i forhold til det opprinnelige dimensjoneringsgrunnlaget, fra 45 m/s til 50 m/s for 10 minutters middelvind i topp av mast. Da tårnet etter de nye vindlastene vil få problemer med ønsket antenneutrustning uten en del forsterk- ninger/spesialkonstruksjoner er det viktig å angi vindlastene med størst mulig grad av sikkerhet. På denne bakgrunn ble dette måle- prosjektet satt i gang. En analyse av data fram til 31.01 (2) gav anslag opp til 56 m/s som 50-årsvind, men med stor usikkerhet. I denne rapporten er alle data fra måleprosjektet analysert.

Denne rapporten er en sluttrapport for måleprosjektet. Rapporten innbefatter og erstatter de tidligere rapportene 05/90 og 17/91. Den er dessverre noe forsinket pga. stort arbeidspress.

2. STED OG TOPOGRAFI.

Stord FM/TV - sender ligger i Stord kommune i Sunnhordland (Fig. 1). Senderen ligger på Kattnakken, 715 moh., på øya Stord. Masten er 120 m høy.

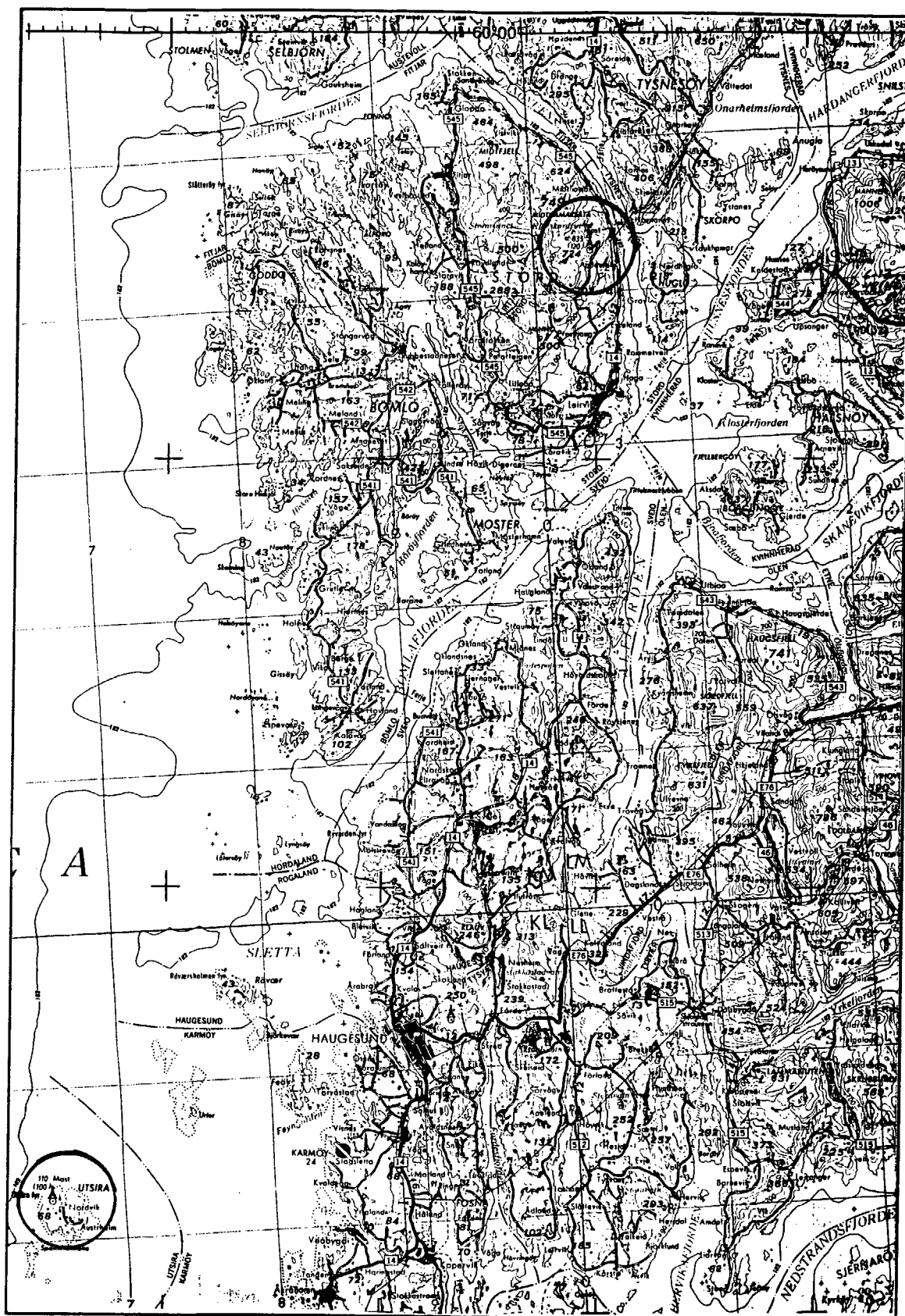
I sektor nordøst til sørøst, sett fra senderen, ligger Lang- fjella. Mot sør gjennom vest til nord er det derimot lavland og hav.

Mot sør finnes en del lavland, øyer og halvøyer med høyder på 0 - 300 moh.. Mot sørvest ligger ytre del av Hardangerfjorden (Bømlafjorden). Mot vest finnes øya Bømlo og mot nordvest Sel- bjørnsfjorden.

Mot østnordøst løper Hardangerfjorden.

Selve øya Stord er 17 km lang og 8 km bred. Sentrale og nordlige deler av øya består av fjellpartier på 400 - 600 m. Den sørlige delen av øya er skogkledt lavland.

I denne undersøkelsen er Utsira fyr benyttet som referanse- stasjon. Denne værstasjonen ligger fritt eksponert utenfor kysten av Nord-Rogaland, ca. 20 km vest for Karmøy og 70 km sørvest for Stord FM/TV - sender.



Figur1.
Kart over sørlige del av Vestlandet med Stord og Utsira inntegnet.

3. INSTRUMENTERING, MÅLETEKNIKK OG DATAINNSAMLING.

Det er ønskelig å frambringe informasjon om middelvind og korttidsmidler/turbulensforhold. For å frambringe slike data er det nødvendig med finmekanikk og elektroniske komponenter. Erfaringene fra Vealøs (3) viste at en slik måler har store problemer i et miljø med elektroniske forstyrrelser fra senderanlegg og statisk påvirkning/lynedslag fra omgivelsene. Det ville kreve en nitidig oppfølging dersom en skulle få ut brukbare data fra mastetoppen på Stord da dette stedet er kjent for mye større tordenvørsaktivitet enn Vealøs.

På denne bakgrunn har en valgt å satse på målinger med Thies mekaniske vindmåler. Denne har vært benyttet på Vealøs og har vist meget god driftssikkerhet.

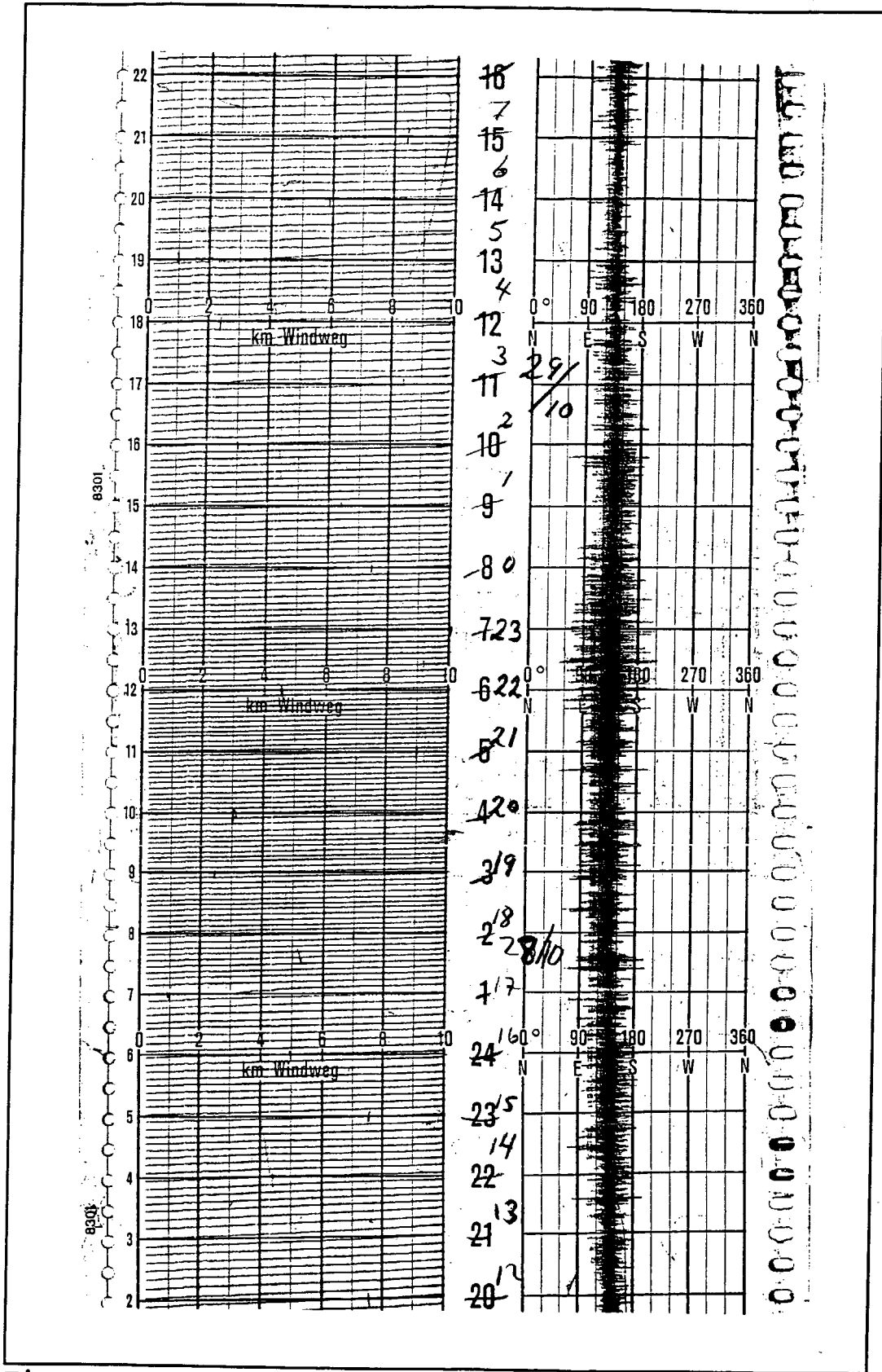
Måleren gir integrerte vindfartsverdier som kan leses som middelvind ned til ca. 1/2 - 1 times oppløsning. En har forsøksvis lest av 10 min. middelvind direkte, men ved sterk vind gav dette en spredning i resultatet som bare kan forklares ut fra at instrumentets (registratorens) oppløsningsevne er overskredet. En må derfor advare mot alle forsøk på å tolke korttidsmidler direkte fra en slik registrering.

Vindmåleren vil ikke gi korrekte resultater dersom en kan regne med at vindhastighetens øyeblikksverdi har overskredet 60 m/s. Nøyaktighet er ellers oppgitt til ± 0.5 m/s.

Vindretningen skrives ut som en "treg" øyeblikksverdi. Man må selv midle denne utskriften ved plastlinjal. Vi har valgt å lese av på nærmeste dekadegrad, hvilket også er standardprosedyre på værstasjonene. Registreringen av vindretning gir en viss informasjon om turbulensgraden, men bør tolkes med forsiktighet.

På grunn av isproblemer har både rotordelen og registratordelen til tider stått stille slik at tidsskalaen er kommet i ulage. Dette er korrigert ved sammenligning med værstasjoner i nærheten. Figur 2 viser kopi av en registrering. Timesverdier er avlest ved å telle antall vindvegskilometer pr. time, gitt som samlet strekkinje. Fra kl. 21 - 22 (korrigert tid) den 28/10 ser vi at vindvegen er 12.55×10 km. Med en starthastighet på 0.5 m/s, blir da:

$$U(60\text{min}) = 12.55 \cdot 10 \cdot \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}} + 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = [12.55 \cdot 2.78 + 0.5] \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{L.1})$$



Figur 2. Vindregistrering med Thies vindmåler på Stord 28 - 29/10 - 1990.

Registreringene fra Stord har dessverre ofte stoppet opp på grunn av nediset instrument. Registreringsperioden fra 27.09.90 - 01.02.91 har en forholdsvis sammenhengende registrering fram til 09.11. I tiden 09.11.90 - 01.02.91 har vi fem isfrie stormperioder der, det er 13. - 17.11, 03.12, 23. - 24.12, 17. - 21.01 og 31.01. Etter 8.11.93 har en blanding av ising og tekniske feil medført at dataserien er kuttet.

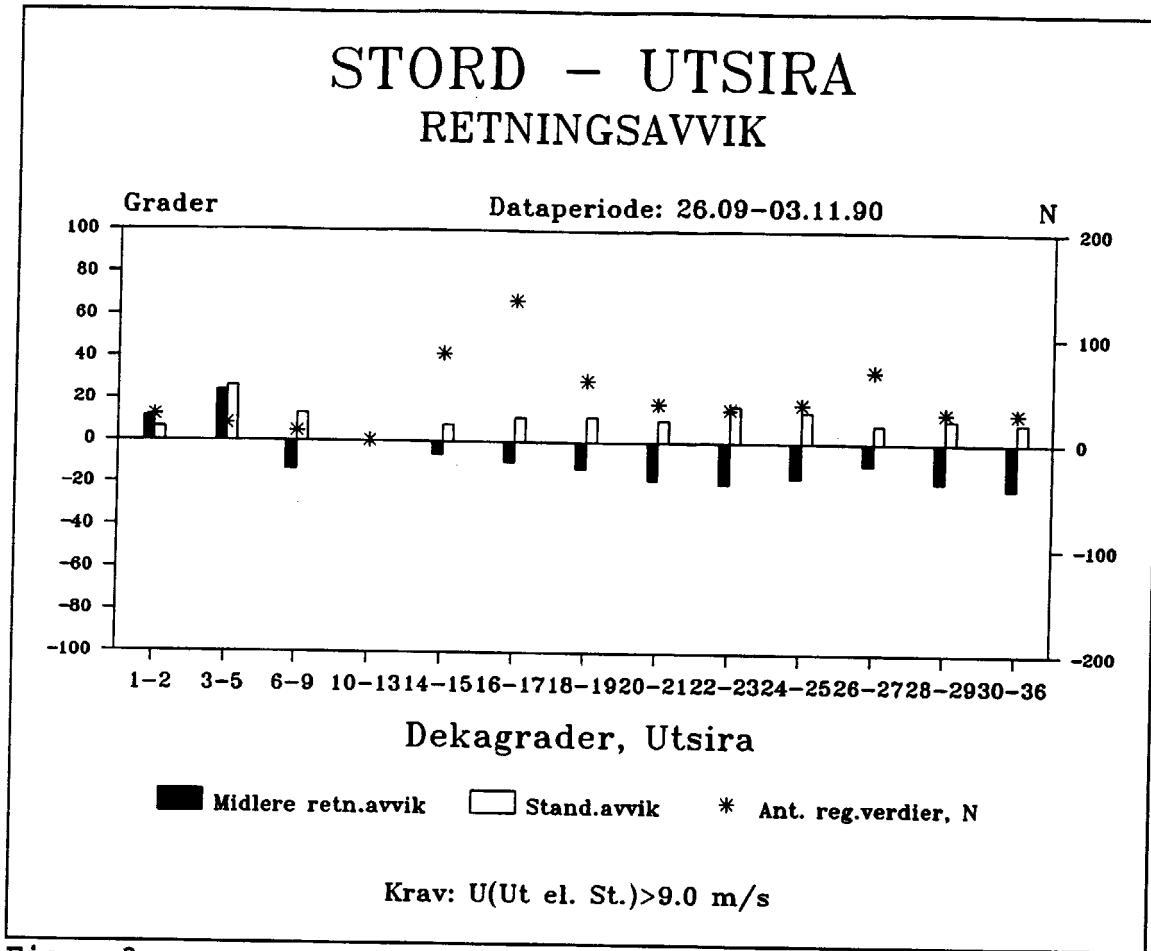
Vi har avlest fortløpende alle timesverdier av vindhastighet og retning der brukbare data foreligger. Tilsvarende data er også lest av fra Utsira som har registreringer av 3- 5 sek. vindkast, 10 min. middelvind og vindretning. Denne stasjonen har en homogen datarekke fra 1963 og fram til i dag, og er en mye benyttet referensestasjon for Sør-Vestlandet (4).

4. METODIKK OG RESULTATER.

4.1. Sammenligning av vindretningsregistreringer mellom Stord og Utsira.

Figur 3 viser at vindretningen på Stord ved vind fra øst, sørøst, sør, sørvest, nordvest og nord er dreiet 10 - 20° mot urviseren i forhold til Utsira. Ved sektor nordøst er vinden dreiet tilsvarende med urviseren. Disse dreininger er noe større enn det en kan regne som sannsynlig kalibreringsfeil ved posisjonering av de to vindretningsmålerne og gir således indikasjoner om reelle forhold. Det er riktignok lite data ved nordøstlig og særlig østlig vind slik at forholdene her er mer usikre.

Resultatene er interessante. Vanlig dreining av vindretningen med høyden er med urviseren (Ekmandreining) fordi friksjonsvirkningen blir borte. Vi ser at for alle sektorer untatt nordøst har vi registrert en motsatt dreining fra Utsira til Stord. Samtidig viser vindhastighetsmålingene (kap. 4.2) at vindhastigheten er betydelig høyere på Stord, untatt i nordøstlig sektor!



Figur 3.

Retningsavvikk mellom Utsira og Stord i 12 retningsgrupper. Positive verdier betyr at vindretningen på Stord er dreiet med Urviseren i forhold til Utsira.

Måleren på Stord er plassert 835 moh., 120 m over toppen av Kattnakken som igjen er det høyeste punktet mellom Stavanger og Bergen utenfor fjellene i Rosendal (untatt et par lokale fjelltopper på 700 - 800 m på Tysnes og Ølen). En må derfor anta at punktet på Stord representerer 800 m's nivået i ytre strøk av Sunnhordland og til dels Rogaland nord for Boknafjorden. Dette med en reservasjon for vind i sektor nordøst til sørøst, der vinden kan være lokalt forsterket eller svekket som følge av topografiske forskjeller langs ulike strømningsbaner over fjellene innenfor.

Utsira ligger litt utenfor kystlinjen, og vindretningen derfra representerer nok også et større område. Målingene fra Stord indikerer altså at vinden ikke dreier med høyden i hht. Ekman-virkning i de nederste 1000 moh. langs kysten av Vestlandet. Det er derfor ingen god idè å bruke geostrofisk vind som referanse ved tolkning av lokale vindfenomener i dette området. Det vil være bedre å bruke retningsmålingene fra fyrstasjonene direkte.

Årsaken til disse forhold må ligge i at innflytninger fra fjellrekken (termisk blokkering, avbøyning, a-geostrofisk aksellerasjon, overstrømming, se (5) og (6)) i Sør-Norge overstyrer Ekmandreiningen. Det er logisk at slik innflytelse er sterkere dess nærmere man kommer fjellene. Det er også logisk at slike effekter har en dyp vertikal skala, slik at de nederste 1000 m ialle fall ligger i en slik sone. (Ved tolkning av vinden nede i fjordstrøk eller ved (annet) bratt terreng kommer selvsagt lokale modifikasjoner sterkt inn i bildet.)

4.2. Ekstremvind.

Vi er interessert i 10 min. middelvind på Stord, men har bare avlesninger av timesverdier. Vi har foretatt sammenligning mellom Stord og Utsira. I 34 episodemaksima (28.09.90-31.01.91) har vi et forhold mellom maksimalverdier av 10 min. middelvind og maksimalverdier av 1-times middelverdier på 1.085. Vi kan regne med at dette forholdet faller noe med høyden siden vinden er jevnere i høyere luftlag. På Vealøs ble det benyttet 1.05 som omregningsfaktor etter bruk av data fra 10 og 30 m over bakken og dannelse av et profil av faktoren. Vi benytter derfor 1.05 også for Stord.

Vi deler nå materialet inn i episoder der kravet er at en episode skal ha maksimal 10 minutters middelverdi på 15 m/s på enten Stord eller Utsira. For at to påfølgende episoder skal godkjennes som to episoder må vindhastigheten mellom episodetoppene ha vært lavere enn 2/3 av begge episodemaksima. Vi er primært interessert i inndeling i 8 sektorer på 45° hver, der N er 360°, NE er 45° osv. Det er derfor også tilstrekkelig at vi har hatt et retnings-skifte fra en sektor til en annen mellom to påfølgende episoder.

Vi benytter kun episoder der det eksisterer registrering på begge stasjoner, i praksis er det da datagrunnlaget fra Stord som begrenser dette utvalget.

En kan regne med at 10 - 20 episoder i de mest utsatte sektorer er et tilstrekkelig datagrunnlag.

Tilsammen i alle sektorer har vi 86 episoder som tilfredsstillende kravene ovenfor. Episodene er gitt i kronologisk rekkefølge i tabell 1. Vi ser straks at det blåser vesentlig sterkere på Stord enn på Utsira.

Tabell 1a.

Kronologisk liste over stormepisoder der det eksisterer registrering både på Utsira og Stord. Den maksimale verdi av U_{10min} [m/s] er gitt for begge stasjoner med tilhørende vindretning. Periode 28.09.90 - 31.01.91.

DATO	U T S I R A		S T O R D	
	U_{10min} [m/s]	DD	U_{10min} [m/s]	DD
28.09.90	14.9	240° [SW]	20.3	250°
29.09.90	12.9	260° [W]	16.1	260°
02.10.90	12.3	210° [SW]	15.8	200°
03.10.90	19.0	170° [S]	29.7	160°
03.10.90	13.9	220° [SW]	20.1	200°
04.10.90	16.4	200° [S]	24.2	170°
04.10.90	19.3	270° [W]	22.2	250°
07.10.90	24.7	360° [N]	26.0	340°
08.10.90	14.9	240° [SW]	21.6	220°
09.10.90	18.5	240° [SW]	23.3	240°
09.10.90	17.0	260° [W]	23.0	250°
10.10.90	21.1	280° [W]	24.9	260°
10.10.90	18.0	270° [W]	25.9	270°
12.10.90	17.5	170° [S]	28.8	170°
14.10.90	17.5	180° [S]	21.6	180°
16.10.90	16.4	170° [S]	24.7	170°
16.10.90	15.4	170° [S]	27.2	180°
25.10.90	16.4	180° [S]	13.4	150°
26.10.90	11.8	150° [SØ]	18.2	140°
28.10.90	22.1	140° [SØ]	37.2	130°
05.11.90	12.3	360° [N]	20.6	360°
06.11.90	17.5	360° [N]	24.9	360°
13.11.90	14.9	160° [S]	19.5	160°
15.11.90	15.4	200° [S]	25.7	200°
16.11.90	15.9	270° [W]	20.0	270°
17.11.90	20.6	300° [NW]	24.7	290°
03.12.90	18.2	260° [W]	25.3	230°
23.12.90	17.5	180° [S]	25.6	170°
24.12.90	18.0	180° [S]	22.7	170°
17.01.91	22.1	170° [S]	25.0	180°
19.01.91	23.6	170° [S]	30.8	170°
20.01.91	15.9	210° [SW]	24.2	220°
21.01.91	19.5	360° [N]	24.9	360°
31.01.91	12.3	170° [S]	19.2	180°

Tabell 1b.

Kronologisk liste over stormepisoder der det eksisterer registrering både på Utsira og Stord. Den maksimale verdi av U_{10min} [m/s] er gitt for begge stasjoner med tilhørende vindretning. Periode 01.02.91 - 31.08.91.

DATO	U T S I R A		S T O R D	
	U_{10min} [m/s]	DD	U_{10min} [m/s]	DD
09.02.91	13.4	100° [E]	11.9	090°
23.02.91	14.4	240° [SW]	19.1	240°
24.02.91	11.8	240° [SW]	20.8	240°
25.02.91	13.4	260° [W]	23.4	270°
26.02.91	14.9	170° [S]	17.0	150°
02.03.91	14.4	160° [S]	15.6	150°
03.03.91	13.9	150° [SE]	17.9	150°
05.03.91	14.4	150° [SE]	18.6	140°
05.03.91	20.0	170° [S]	19.5	160°
09.03.91	12.9	130° [SE]	16.3	140°
11.03.91	13.4	180° [S]	18.5	190°
13.03.91	11.8	180° [S]	20.4	180°
16.03.91	13.9	160° [S]	18.6	160°
17.03.91	15.4	180° [S]	22.3	180°
19.03.91	24.2	170° [S]	37.3	160°
30.03.91	15.4	260° [W]	26.8	260°
30.03.91	16.4	350° [N]	18.9	340°
01.04.91	13.9	190° [S]	23.7	170°
04.04.91	17.0	170° [S]	23.3	180°
05.04.91	17.5	150° [SE]	21.5	140°
06.04.91	16.4	170° [S]	23.7	180°
07.04.91	18.0	170° [S]	25.5	180°
11.04.91	20.6	170° [S]	31.2	180°
16.04.91	27.2	360° [N]	25.5	350°
02.05.91	19.5	360° [N]	21.4	360°
15.05.91	18.5	360° [N]	19.6	350°
09.07.91	15.9	280° [W]	22.4	290°
15.08.91	14.4	170° [S]	24.4	190°
23.08.91	15.9	170° [S]	24.7	190°

Tabell 1c.

Kronologisk liste over stormepisoder der det eksisterer registrering både på Utsira og Stord. Den maksimale verdi av U_{10min} [m/s] er gitt for begge stasjoner med tilhørende vindretning. Periode 01.09.91 - 08.11.91.

DATO	U T S I R A		S T O R D	
	U_{10min} [m/s]	DD	U_{10min} [m/s]	DD
04.09.91	13.9	310° [NW]	18.3	300°
05.09.91	17.0	340° [N]	24.0	350°
10.09.91	14.9	320° [NW]	20.1	310°
11.09.91	17.5	350° [N]	22.3	350°
14.09.91	14.9	180° [S]	25.6	190°
15.09.91	14.4	240° [SW]	20.2	240°
15.09.91	11.3	270° [W]	18.8	270°
18.09.91	17.0	170° [S]	23.9	180°
22.09.91	21.6	170° [S]	25.2	170°
23.09.91	15.9	300° [NW]	18.3	310°
24.09.91	20.0	170° [S]	19.2	170°
25.09.91	21.1	220° [SW]	27.9	230°
25.09.91	20.0	250° [W]	24.7	260°
02.10.91	20.6	020° [N]	25.6	360°
03.10.91	20.0	170° [S]	22.1	180°
04.10.91	19.0	200° [S]	24.7	220°
07.10.91	17.5	170° [S]	27.8	180°
16.10.91	19.0	170° [S]	29.7	180°
19.10.91	27.2	040° [NE]	27.4	360°
01.11.91	23.6	160° [S]	19.6	160°
02.11.91	17.5	180° [S]	24.3	180°
03.11.91	13.4	150° [SE]	20.9	140°
05.11.91	22.1	010° [N]	22.7	360°

Tabell 2.

Sorterte maksimumsverdier av 10 minutters middelvind for 46 episoder på Stord og Utsira i tiden 26.09.90 - 08.11.91. Episodene er utvalgt etter objektive kriterier (se s. 6, Rap. 17/91) og fordelt i ulike retningssektorer. Maksimumsverdiene er sortert innbyrdes for hver stasjon og sektor. Midlere forholdstall mellom Stord og Utsira er gitt for hver sektor, sammen med ekstremverdier av vindhastigheten med 50 års returperiode.

N	NW - N		SE		S		SW		W	
	UTSIRA	STORD	UTSIRA	STORD	UTSIRA	STORD	UTSIRA	STORD	UTSIRA	STORD
1	27.2	27.4	22.1	37.2	24.2	37.3	21.1	27.9	21.1	26.8
2	27.2	26.0	17.5	21.5	23.6	31.2	19.0	24.7	20.0	25.9
3	24.7	25.9	14.4	20.9	23.6	30.8	18.5	24.2	19.3	25.3
4	22.1	25.6	13.9	18.6	22.1	29.7	15.9	23.3	18.2	24.9
5	20.6	25.5	13.4	18.2	21.6	29.7	14.9	21.6	18.0	24.7
6	20.6	24.9	12.9	17.9	20.6	28.8	14.9	20.8	17.0	23.4
7	19.5	24.7	11.8	16.3	20.0	27.8	14.4	20.3	15.9	23.0
8	19.5	24.0			20.0	27.2	14.4	20.2	15.9	22.4
9	18.5	22.7			20.0	25.7	13.9	20.1	15.4	22.2
10	17.5	22.3			19.0	25.6	12.3	19.1	13.4	20.0
11	17.5	21.4			19.0	25.6				
12	17.0	20.6			19.0	25.5				
13	16.4	20.1			18.0	25.2				
14	15.9	19.6			18.0	25.0				
15	14.9	18.9			17.5	24.7				
16	13.9	18.3			17.5	24.7				
17	12.3	18.3			17.5	24.4				
18					17.5	24.3				
19					17.5	24.2				
20					17.0	23.9				
Ñ	19.13	22.72	15.14	21.51	19.67	27.06	15.93	22.22	17.42	23.86
F		1.19		1.42		1.38		1.39		1.37
U	37m/s	44m/s	34m/s	48m/s	32m/s	44m/s	31m/s	43m/s	34m/s	47m/s

Alle de 86 episodeverdiene blir nå sortert i de 8 retningssektorene N, NE, E, SE, S, SW, W og NW, men avgrensnes til maksimum 20 tilfelle pr. sektor, ialt blir dette 64 tilfelle for videre analyse. Det eksisterer beregnede sektorekstremere med 2, 10, 50 og 100 års returperiode fra Utsira (4). Derfor er det vindretningsdata fra Utsira som bestemmer retningssektoren. Retningsdata fra begge stasjoner viser at det typisk bare er 10-20° graders dreining mot urviseren fra Utsira til Stord, slik at dette valget ikke spiller stor rolle ved tolkningen på Stord.

Vi har valgt å stille episodene opp sektorvis sortert for hver stasjon for seg. Dette fordi særegenheter ved hver enkelt storm lager varierende forhold mellom stasjonene også innenfor samme sektor, slik tabell 1 viser.

Vi har ingen episoder med sterk nordøstlig til østlig vind. Data fra noen få episoder med noe svakere nordøstvind enn det som er oppfylt av kravet over, indikerer imidlertid at det da blåser sterkest på Utsira. Sterk nordøstlig vind er derfor neppe noe problem på Stord. Ekstremvind i sektor øst og sørøst settes derfor like på Stord og Utsira.

Vi har ikke data nok til å lage en detaljert statistisk sammenligning. Vi danner derfor bare midlere overføringskoeffisienter for hver enkelt sektor og multipliserer disse med verdiene for 50 - års ekstremperioder beregnet for Utsira. Resultatet er vist i tabell 2.

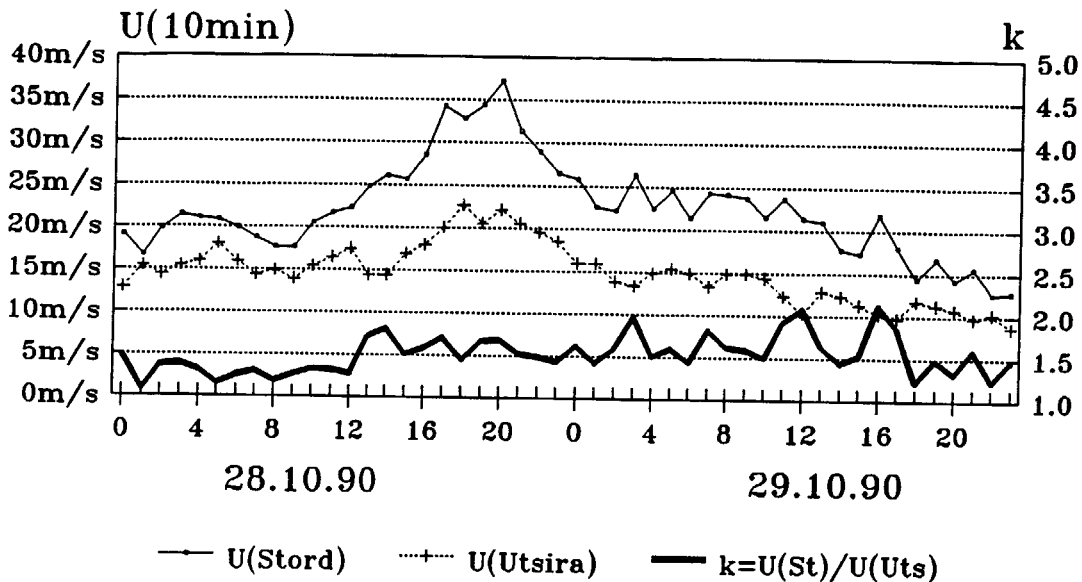
Vi ser at verdien av 10 minutters middelvind med 50 års returperiode, $U_{50\text{år}}(10\text{min})$ er beregnet til 43-48 m/s for alle sektorene unntatt øst og nordøst. For en vilkårlig av disse sektorene (dvs., intet krav om kjennskap til vilken av sektorene vinden ligger i) vil vi oppnå 50 m/s.

I sørøstlig sektor er det registrert uventet sterk vind. Det er sørøstsituasjonen i dagene 25. - 30. oktober 1990 som gav dette resultatet. Søndag den 28. oktober ble det registrert hele 35.4 m/s som maksimal 1-times middel på Stord (figur 4). Med en omregningsfaktor på 1.05 svarer dette til en maksimal 10 min. middelvind på 37.2 m/s. Vindretningen i denne episoden var 130 - 140° på Stord og 140 - 170° på Utsira. Ved stormepisodens mest intense del var vindretningen 130 og 140° hhv.

Figur 4 viser registrerte verdier av 10 minutters middelvind fra Utsira, gitt som maksimalverdier for hver hele time. Tilsvarende verdier fra Stord er framkommet ved avleste timesverdier multiplisert med omregningsfaktor 1.05. Siden Stord og Utsira ligger 70 km fra hverandre, vil det være en viss tidsforskyvning mellom

STORD – UTSIRA

SAMMENLIGNING AV MAKSIMAL 10 MIN. MIDDELVIND



VINDRETNING : SØRØST

Figur 4.

Sammenstilling av vindhastighet på Stord og Utsira ved SE - episoden 28.- 29.10.90. Tidsskalaen på Stord er forskjøvet 2t for å kompensere for avstanden til Utsira.

tilsvarende verdier fra de to stedene. Figur 4 er framkommet ved å forskyve tidsskalaen på Stord 2 timer tilbake for bedre å kunne sammenligne verdiene.

Figuren illustrerer at vinden på de to stedene følger hverandre godt under denne stormepisoden.

Vi ser at overføringsfaktoren, k , ligger i området 1.5 - 1.7 under stormtoppen. Når vindhastigheten overstiger 30 m/s på Stord og 20 m/s på Utsira, er k i gjennomsnitt 1.61.

4.3 Fysiske årsaker til sterk sørøstvind.

Vi vet at hele Hardangerområdet er preget av stadige "fallvinder" fra øst og sørøst. En har tradisjonelt vært av den oppfatning at dette skyldes utfall av kald luft som aksellereres ved egen tyngde under påvirkning av lavtrykk på kysten. Målingen på Stord støtter oppfatningen om at årsaksforholdet er et annet. Det ser ut til å dreie seg om sterk høydevind som presses ned i fjordene ved forskjellige dynamiske effekter. Forholdet varierer sterkt med den lokale topografi.

Årsaken til høydevindens (vind i ca. 1000 m's høyde) høye verdi fra sørøst må ligge i forsterkning på grunn av strømming over og rundt fjellrekken i Sør-Norge. Området med strømlinjekonvergens finnes over Rogaland og sørlige del av Hordaland. En har vært klar over dette forholdet, men regnet likevel ikke med at sørøstvinden skulle overgå vinden fra sektor sør - nordvest, fordi en antok at den ble en del friksjonsdempet.

Modellkjøringer (6) viser at sonen for og graden av vindforsterkning varierer med stabilitet og vindprofil. Dette betyr at forholdet mellom sørøstvinden på Utsira og Stord vil kunne variere særlig mye ved denne vindretningen, men bare målinger vil vise om dette virkelig er tilfellet.

Figur 2 illustrerer at det er hyppige retningsfluktuasjoner på registreringen, hvilket viser at vi har en del turbulens. Dette er i overenstemmelse bl.a. med flygningsobservasjoner i området ved sørøstvind. Turbulensen kan være generert ved forskjellige typer fjellbølger ved strømming over fjellene i Sør-Norge. Det er også mulig at turbulensen genereres ved strømming opp den bratte skrenten sørøst for masten.

4.4 Turbulens, vindkast og høydeprofiler.

Ved den sterke sørøstvinden må vi nok regne med en turbulensintensitet, I_u som er like høy ved toppen av Stordmasten som den er på Utsira, anslagsvis 12 %. Dette medfører at kastfaktoren, GF_{3sek} , ved lign. 2

$$GF_{3sek} = 1 + 2.6 \cdot I_u \quad \text{lign. (2)}$$

blir 1.31 og 50-årsverdien av 3 sek. vindkast 66 m/s.

Ved øvrige sektorer med sterk vind (S, SV, V og NV-N) er turbulensintensiteten trolig mer typisk for høydesjikt 800 m, dvs. ca. 8%.

Med bakgrunn i mulig forsterkning av vinden over toppen av Stord, anbefales konstante profiler av 3 sek. vindkast, 10 min. middelvind og turbulensintensitet.

5. ISLASTER.

Det er ingen endring fra tidligere anslag (Rapport 05/90) vedrørende islaster:

Stord antennemast ligger 715 moh. og er ikke skjermet av høyere-liggende terreng i sektor sør gjennom vest til nord. Fuktig luft som kommer inn fra havet treffer altså masten uten dekning. Mastetoppen ligger i 840 m's høyde. Vintertemperaturen nær havoverflaten ligger oftest på +1 - +5°C. Ved en antatt temperaturgradient på -0.6°C/100m er da lufttemperaturen i 840 m's høyde i området -5 - 0°C. Skybasis ved pålandsvind ligger under dette nivå. Dette gjør at masteanlegget er utsatt for skyis (ising pga. underkjølte vanndråper i skyluft). I tillegg kan det dannes snøbelegg i forbindelse med våt snø og vind (temperatur 0 - +2°C).

Temperaturen om vinteren vil imidlertid i perioder overskride 0°C kombinert med vind og tåke. Isen smelter /faller da lett av. Episoder med mye fuktighetstilførsel vil vanligvis inneholde en slik periode. Det blir således ikke akkumulert større mengder is gjennom lengre tid.

Stord antennemast ligger isklimatisk meget nær Gulen, idet både geografisk plassering, skjermingsforhold og høyde over havet er like for de 2 mastene. Det kan derfor benyttes nær identiske laster for de 2 mastene. For en evt. toppantenne regnes derfor 40 cm. is. Det regnes full tykkelse i sektor 180 - 330°, og 0 cm i sektor 030 - 110°. Mellom disse sektorer avtar tykkelsen elliptisk fra 40 til 0 cm.

På øvre del av eksisterende mast skal regnes 20 cm is med samme fordeling som i toppantennen. Denne is kommer i tillegg til fylling av gittermast.

Det regnes videre med 10 cm isutbygging på nedre del av masten, dvs. 0-85 m terrengnivå.

Alle uregelmessigheter (antenner o.l.) vil i tillegg fylles med is etter samme prinsipp.

Skydråpene som avsettes på masten er ganske store i dette nivået i ytre strøk av Vestlandet. Isens tetthet er derfor ventelig høy og settes til 0.70 g/cm³.

Det er grunn til å tro at spredningen på ekstremverdiene for islaster er større enn for vindlaster: Fysikken bak en isings-episode er annerledes, idet svært høye verdier er teoretisk mulige, men sjeldent forekommende. Ising henger til dels sammen med kraftig nedbør, og nedbørsparameteren er kjent for sin store spredning. La oss ta et eksempel: Det er fullt mulig at en episode med sterk ising pga. ugunstig temperatur/vind/fuktighet kan være langvarig. Innen en vinter med sterk vind, derimot, vil den sterkeste vinden skille seg mindre ut fra tilsvarende vind i et normalår. Ekstremvinden begrenses mer av hva som er

energismessig mulig å få til under aktuelle forhold. Fra Nordhøe har vi at 2-årsverdien av antall isingstilfelle ligger på 25% av 50-årsverdien, og at årlig forekommende isingstilfeller er enda fære. Vi antar derfor at årlig forekommende is neppe overskrider 25% av 50-årsverdien, og gir samme reduksjon over hele masten.

6. REFERANSELISTE.

- (1) Harstveit, K.:
Stord FM/TV kringkaster.
Revurderte klimalaster.
DNMI/KLIMA 05/90.
- (2) Harstveit, K.:
Stord FM/TV kringkaster.
Vindmålinger 26.09.90 - 01.02.91.
DNMI/KLIMA 17/91.
- (3) Harstveit, K.:
Vindmåleprogram -
Skien FM/TV kringkaster - Vealøs.
Statusrapport september 1986.
DNMI/KLIMA 47/86.
- (4) Andresen, L., Fikke, S.M.,
Harstveit, K., Sunde, A.:
Extreme wind conditions in
Digernessundet, Stord.
DNMI/KLIMA 17/86.
- (5) Harstveit, K.:
Luftmassetransport og vindfordeling over Sør-
Norge og Trøndelag ved sørøstlige luftstrømmer.
En beskrivelse av effekter generert av norske
fjell.
DNMI/KLIMA 07/87.
- (6) Thorsteinsson, S:
Non-linear Results on Stratified Hydrostatic Flow
past Isolated Mountains on the Rotating Earth.
Thesis, Institute of Geophysics,
University of Oslo, 1986.