

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

STORD FM/TV KRINGKASTER
VINDMÅLINGER 26.09.90 - 01.02.91

KNUT HARSTVEIT
RAPPORT NR. 17/91



DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3

TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

17/91 KLIMA

DATO

12.02.1991

TITTEL

STORD FM/TV KRINGKASTER

Vindmålinger 26.09.90 - 01.02.91

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAGSGIVER

TELEDIREKTORATET, TRK

SAMMENDRAG

Målingene indikerer at vindhastigheten er 30% høyere i toppen av Stordmasten enn på Utsira ved vestlig til nordlig vind, 40% sterkere ved sørlig til sørvestlig vind og 60% sterkere ved sørøstlig vind.

Den 28.10.90 ble det målt 35.4 m/s som 1 times-middel som omregnet til max. 10 minutters

middel gir 37.2 m/s. Vindretningen var 130°. Tilsvarende verdier på Utsira var 22.1 m/s og 140°.

Målingene antyder at 50-årsverdien av 10 min. middelvind ligger høyere enn 50 m/s. Det er nødvendig med flere målinger for å bestemme verdien med nødvendig grad av pålitelighet.

UNDERSKRIFT

...*Knut Harstveit*...

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

...*Bjørn Aune*...

Bjørn Aune

FAGSJEF

INNHOLDFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	2
1. INNLEDNING.	3
2. STED OG TOPOGRAFI.	3
3. INSTRUMENTERING, MÅLETEKNIKK OG DATAINNSAMLING.	5
4. METODIKK OG RESULTATER.	7
4.1. Sammenligning av vindretningsregistreringer mellom Stord og Utsira.	7
4.2. Ekstremvind.	9
4.3 Fysiske årsaker til sterk sørøstvind.	14
5. SLUTTBEMERKNING.	14
6. REFERANSELISTE.	15

SAMMENDRAG

Det er foretatt vindmålinger i toppen av kringkastingstårnet på Stord fra 26.09.90. Denne rapporten omhandler målinger fram til 01.02.91.

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 vindvevskriver. Denne gir middelverdier 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. Etter 09.11.90 har nedising av instrumentet ført til hyppige brudd i måleserien.

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 30% høyere på Stordmasten enn på Utsira ved vestlig til nordlig vind, 40% sterkere ved sørlig til sørvestlig vind og 60% sterkere ved sørøstlig vind.

Datadekningen er god for sørlig vind, men svakere ved de øvrige sektorer. Særlig gjelder dette sektoren nordøst til sørøst. Det er alvorlig at vi ikke har data fra mer enn 2 episoder med sterk sørøstlig vind, siden det ser ut til at vinden i denne sektor vil være dimensjonerende. Den 28.10.90 ble det målt 35.4 m/s som 1 timesmiddel som omregnet til max. 10 minutters middel gir 37.2 m/s. Vindretningen var 130°. Tilsvarende verdier på Utsira var 22.1 m/s og 140°.

50 - årsverdien av 10 minutters middelvind er tidligere satt til 50 m/s. Målingene tyder på at verdien kan være enda høyere, en enkel sammenligning med Utsira gir 56 m/s. Det er imidlertid nødvendig med mer data for å fastsette ekstremverdiene med tilstrekkelig nøyaktighet.

Vindretningsregistreringen tyder på at det er en del turbulens ved den sterke sørøstvinden, trolig generert ved fjellbølger av forskjellig skala.

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.

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.

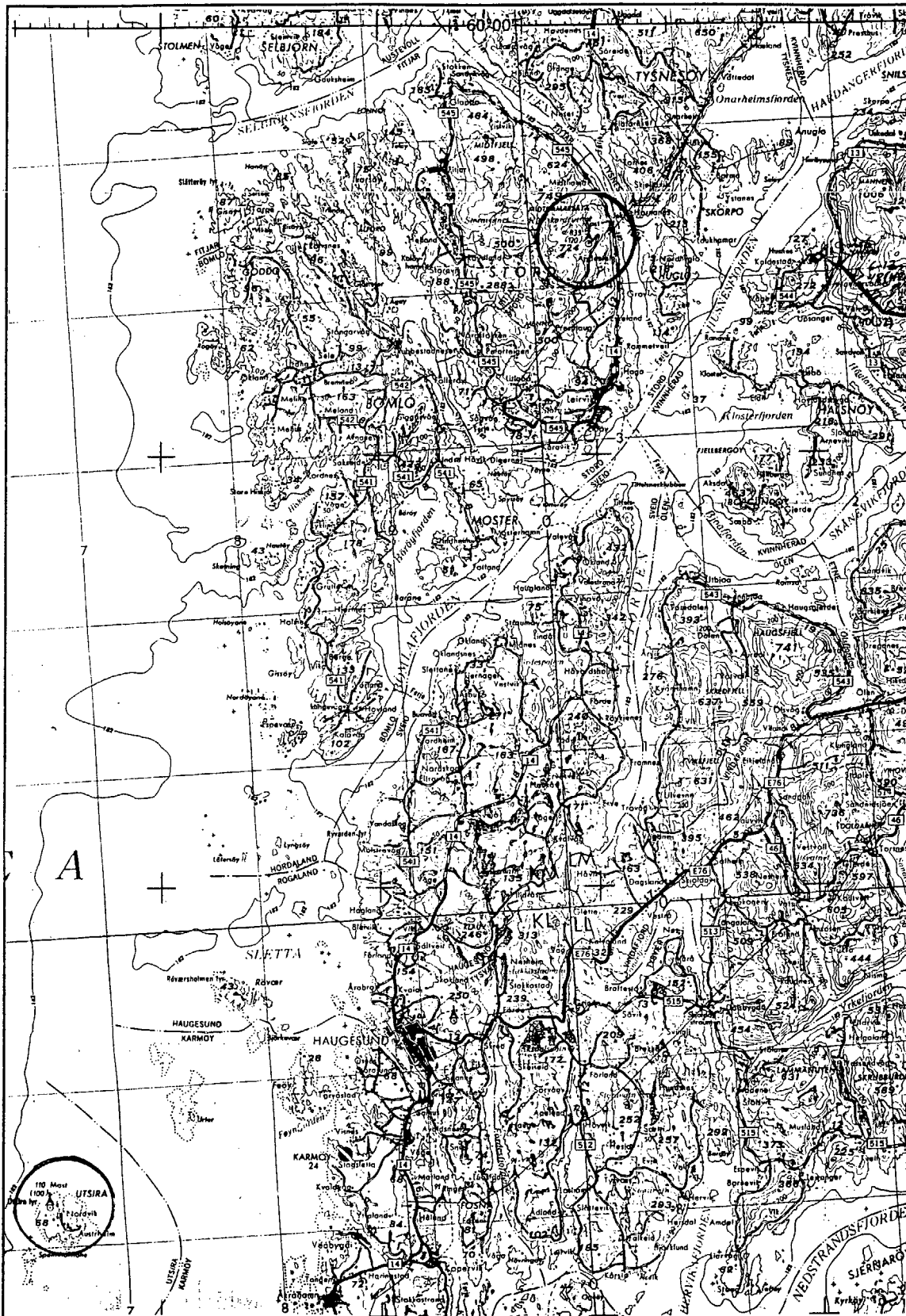
I sektor nordøst til sørøst, sett fra senderen, ligger Lang- fjella. Mot sør gjennom vest til nord er det derimot lavland og hav.

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.

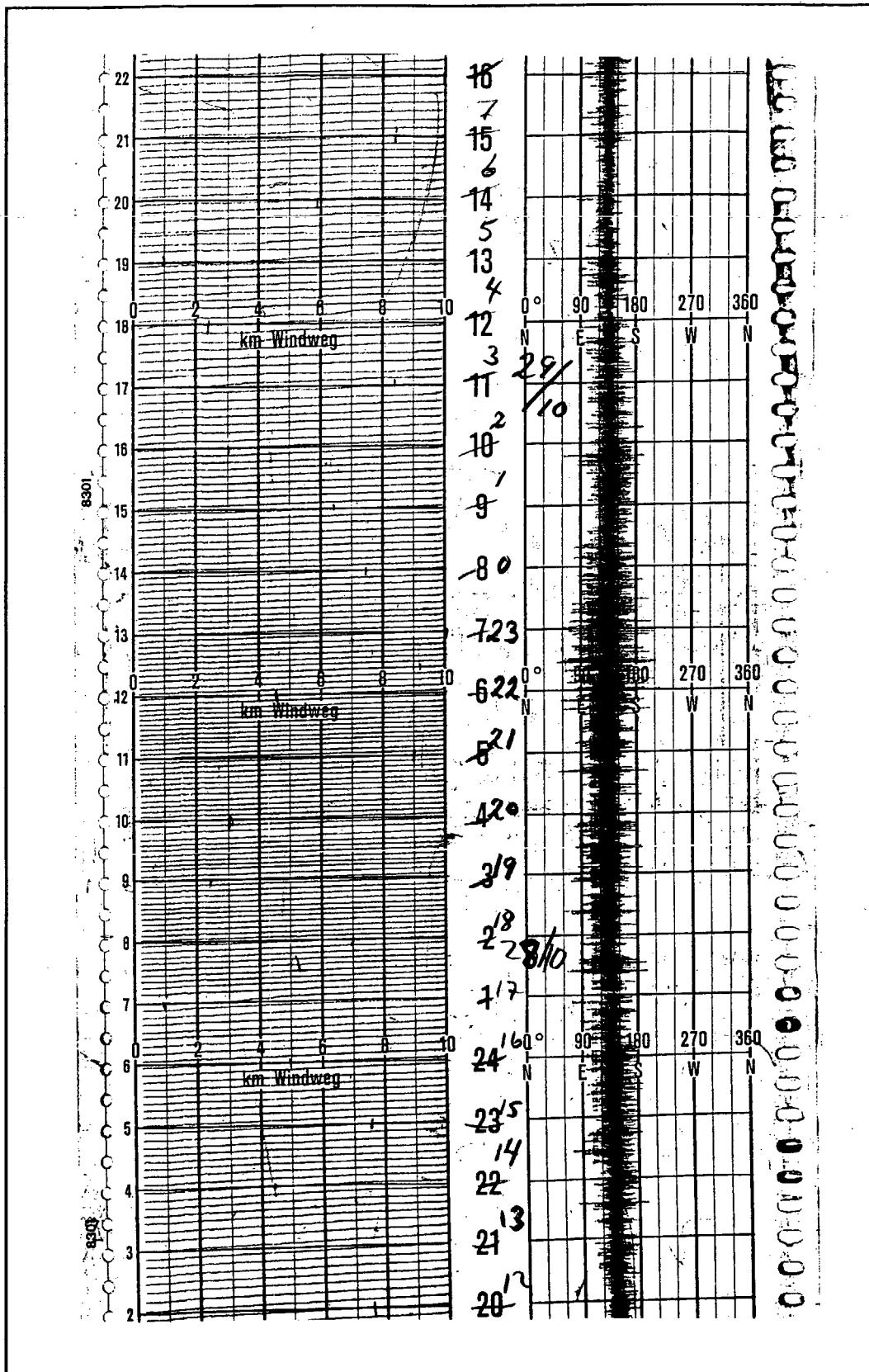
Mot østnordøst løper Hardangerfjorden.

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 skogkledd 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.



Figur 1.
Kart over sørlige del av Vestlandet med Stord og Utsira
inntegnet.



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.. Det har vært svært sterk vind også under isingsperiodene, slik at en må regne med at instrumentet kan ha fått skader. En kan ialle fall ikke anbefale at samme instrument benyttes for neste sesong uten grundig gjennomgang og kalibrering. Antagelig er det mest fornuftig å foreta nyinnkjøp dersom det skal måles sommeren/ høsten 1991.

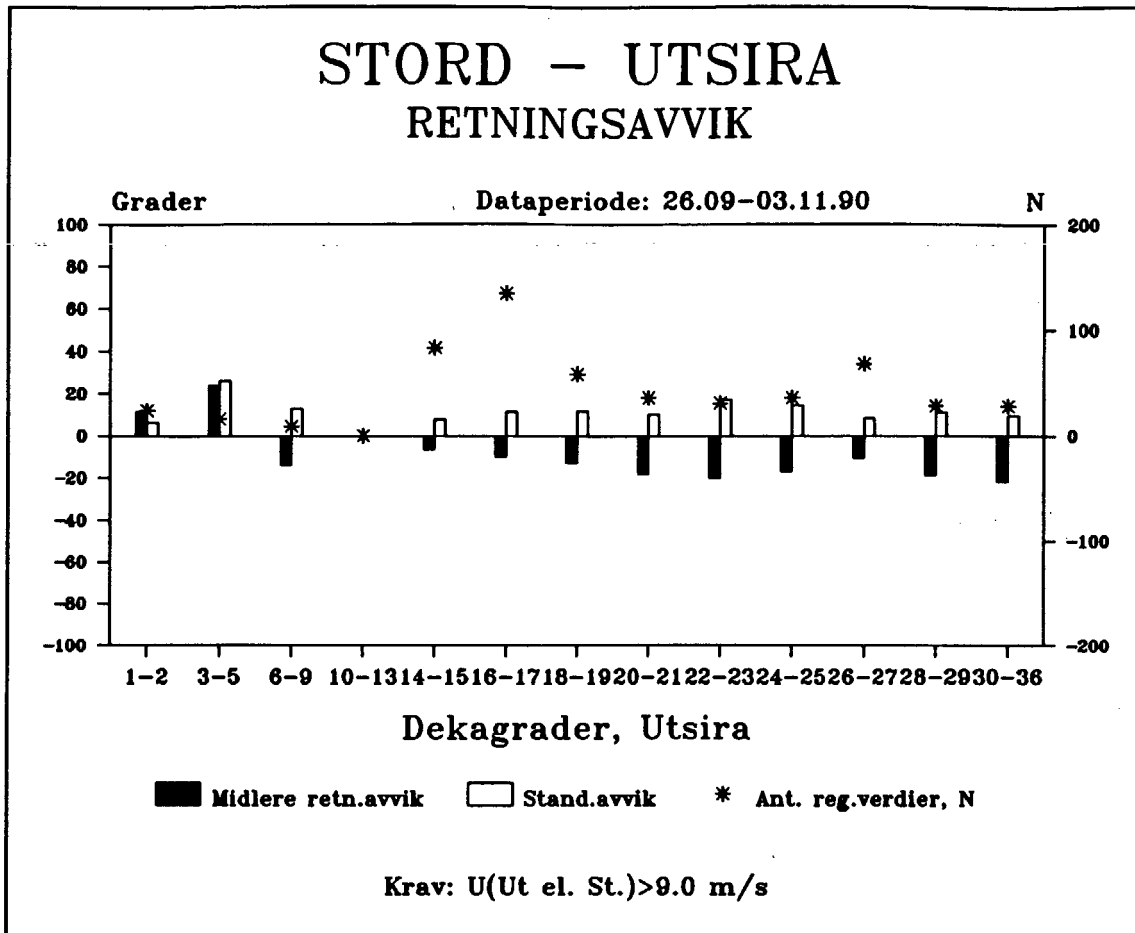
Vi har avlest fortløpende alle timesverdier av vindhastighet og retning der brukbare data foreligger. Tilsvarende data er også lest av fra Utsira som har registreringer av 3- 5 sek. vindkast, 10 min. middelvind og vindretning. Denne stasjonen har en homogen datarekke fra 1963 og fram til i dag, og er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

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 idé 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 innflytelse fra fjellrekken (termisk blokkering, avbøyning, a-geostrofisk aksellerasjon, overstrømning, se (4) og (5)) i Sør-Norge overstyrer Ekman-dreiningen. 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 de 34 episodemaksima vi har valgt ut 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 retningsskifte 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. Datagrunnlaget er pr. idag dårligere enn dette, og bare ved sørlig vind er det noenlunde tilstrekkelig med data.

Tilsammen i alle sektorer har vi 34 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 1.

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.

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°

Alle de 34 episodeverdiene blir nå sortert i de 8 retningssektorene N, NE, E, SE, S, SW, W og NW. Det eksisterer beregnede sektorekstremere med 2, 10, 50 og 100 års returperiode fra Utsira (3). 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 ser at det er lite data i de fleste sektorer, bare sørlig sektor har noenlunde tilstrekkelig med data. Vi har slått nordvestlig og nordlig sektor sammen av denne grunn.

Vi har ingen episoder med nordøstlig til østlig vind. Data fra et par 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.

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, $U_{50år}(10min)$ er beregnet til 43-47 m/s for sørlig, sørvestlig, vestlig, norvestlig og nordlig sektor. For en vilkårlig av disse sektorene (dvs., intet krav om kjennskap til vilken av sektorene vinden ligger i) vil vi oppnå 48 - 50 m/s. Forholdene er stort sett som ventet for disse sektorene, riktignok med noe svakere vind fra vest og sørvest. Det siste indikerer at slik vind oppnår en viss bremsning fra Utsira og inn mot fjellkjeden. Vinddreiningen fra vest på Utsira mot sørvest på Stord tyder også på at en slik effekt opptrer.

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. Med en omregningsfaktor på 1.05 svarer dette til en maksimal 10 min. middelvind på 37.2 m/s.

Tabell 2.

Sorterte maksimumsverdier av 10 minutters middelvind for 34 episoder på Stord og Utsira. Episodene er utvalgt etter objektive kriterier (se s. 6) 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	24.7	26.0	22.1	37.2	23.6	30.8	18.5	24.2	21.1	25.9
2	20.6	25.9	11.8	18.2	22.1	29.7	15.9	23.3	19.3	25.3
3	19.5	24.9			19.0	28.8	14.9	21.6	18.2	24.9
4	17.5	24.7			18.0	27.2	14.9	20.3	18.0	20.1
5	12.3	20.6			17.5	25.7	13.9	20.1	17.0	23.0
6					17.5	25.6	12.3	15.8	15.9	22.2
7					17.5	25.0			12.9	20.0
8					16.4	24.7				
9					16.4	24.2				
10					16.4	22.7				
11					15.4	21.6				
12					15.4	19.5				
13					12.3	19.2				
\bar{N}	18.92	24.17	16.95	27.70	17.50	24.98	15.07	20.88	17.49	22.49
F		1.28		1.63		1.43		1.39		1.29
U	37m/s	47m/s	34m/s	56m/s	32m/s	46m/s	31m/s	43m/s	34m/s	44m/s

Det er bare to episoder med registrert sterk vind i denne sektor. Disse to episodene er heller ikke helt uavhengige siden de ble registrert i samme vær-situasjonen. Den beregnede verdi av $U_{50\text{år}}(10\text{min})$ i sørøstsektor på 56 m/s har derfor ikke den nødvendige grad av pålitelighet. Vi er avhengig av flere data. Likevel må vi fastslå at stormepisoden har gitt oss en alvorlig tankevekker.

Den episoden som gav sterkest vind på Stord var stormepisoden om kvelden den 28.10.90 (figur 4). 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.

Figuren 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

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 strømning 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 (5) 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 overensstemmelse bl.a. med flygningsobservasjoner i området ved sørøstvind. Turbulensen er generert ved forskjellige typer fjellbølger ved strømning over fjellene i Sør-Norge. Ved den sterke sørøstvinden må vi nok regne med en turbulensintensitet som er like høy ved toppen av Stordmasten som den er på Utsira, anslagsvis 12 %.

Også turbulensforholdene må forventes å variere mellom forskjellige vær-situasjoner.

5. SLUTTBEMERKNING.

Vi har i tiden november og desember hatt flere sterke øst og sørøstsituasjoner i området, men dessverre har måleren i Stordmasten iset ned og ikke gitt brukbare data. Vi foreslår derfor at målingene fortsetter våren - sommeren og høsten 1991. Det er særlig viktig at registreringene fra månedene september og oktober blir komplette. Vi foreslår også innkjøp av en ekstra vindmåler av samme type som den som nå er i funksjon på Stord, da det må forventes at den harde belastningen med nediset måler kombinert med sterk vind kan ha virket inn på målerens funksjonsevne.

6. REFERANSELISTE.

- (1) Harstveit, K.:
Stord FM/TV kringkaster.
Revurderte klimalaster.
DNMI/KLIMA 05/90.
- (2) Harstveit, K.:
Vindmåleprogram -
Skien FM/TV kringkaster - Vealøs.
Statusrapport september 1986.
DNMI/KLIMA 47/86.
- (3) Andresen, L., Fikke, S.M.,
Harstveit, K., Sunde, A.:
Extreme wind conditions in
Digernessundet, Stord.
DNMI/KLIMA 17/86.
- (4) 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.
- (5) Thorsteinsson, S:
Non-linear Results on Stratified Hydrostatic Flow
past Isolated Mountains on the Rotating Earth.
Thesis, Institute of Geophysics,
University of Oslo, 1986.