

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

ASKØY BRØ.

SLUTTRAPPORT FOR VINDMALINGER PÅ
STOREBUNESSET 23.10.87 - 30.04.90

av Knut Harstveit

Rapport nr 23/90



DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

23/90 KLIMA

DATO

20.07.90

TITTEL

ASKØY BRO.
SLUTTRAPPORT FOR VINDMÅLINGER PÅ
STOREBUNESSET 23.10.87 - 30.04.90.

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAKSGIVER

STATENS VEGVESEN HORDALAND

VEGDIREKTORATET - BRUAVDELINGEN

OPPDRAGSNR.


SAMMENDRAG

Denne rapporten avslutter den faglige rapporteringsdelen fra målingene på Storebuneset, Askøy. Rapporten erstatter tidligere vindrapporter fra Askøy. Hoveddelen fra Rapport 12/88 er tatt med i Appendiks 1 til denne sluttrapporten.

Det er nå utført en retningsfordelt ekstremstatistikk for Askøy som bygger på en utvidet Hellisøy-analyse. Det er også utført en retningsfordelt frekvensfordeling av målingene på Askøy, sesongfordelt og gitt som årsmidler.

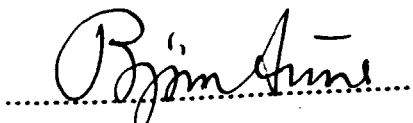
Det er ikke funnet vesentlige avvik mellom de foreløpige resultater fra tidligere rapporter og resultater fra den mer fullstendige analysen som her presenteres. Det utvidete datagrunnlaget tilsier imidlertid at resultatene er sikrere.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune

FAGSJEF

S A M M E N D R A G

Vi har foretatt målinger av middelvind, gustfaktorer og turbulensintensiteter i en 30 m høy mast på Storebuneset. Det ble målt i 10, 18 og 30 meter mastehøyde. Det viste seg at vindprofilene er influert av selve neset, men at vinden i 30 m's høyde synes upåvirket av dette i sektor 070 - 260°, og således svarer til vinden 44 m over fri vannflate.

Ved hjelp av en metode som benytter vindens turbulensgrad og forutsetning om et logaritmisk vindprofil over sjøen, var det mulig å beregne profilene for middelvind, turbulensintensitet og vindkast. Profilene kan tilnærmet gis ved en eksponensielle vindlov der eksponenten n er beregnet ut fra turbulensintensiteten for en retningsoppdeling i sektorer på 10°.

Ved hjelp av en enkel kartanalyse har en korrigert for avstanden mellom midtre bropunkt og Storebuneset. Denne korreksjonen er uvesentlig ved vind langs fjorden, men ved vind med vinkel mot fjorden kan den bety en del siden terrenget er inhomogent på sidene av fjorden. I tabellen under er begge retninger ført på. Det dreier seg ikke om en vinddreining, men en forskyvning i karakteristika.

RETN. M.BRO	RETN. ST.B.	$\frac{u(62)}{u(44)}$	Iu(62)	Iv(62)	GF(62) 3-5s	GF(62) 1min	z_0	n
040-								
070°	070°	1.05	0.13	0.12	1.31	1.17	0.03m	0.13
080°	080°	1.06	0.16	0.15	1.40	1.22	0.10m	0.16
090°	090°	1.06	0.18	0.19	1.48	1.24	0.23m	0.18
180°	160°	1.06	0.18	0.16	1.49	1.20	0.21m	0.18
190°	170°	1.06	0.16	0.16	1.45	1.18	0.12m	0.17
200°	180°	1.06	0.16	0.14	1.41	1.19	0.11m	0.16
210°	190°	1.05	0.15	0.13	1.37	1.18	0.06m	0.15
220°	210°	1.05	0.13	0.13	1.33	1.18	0.03m	0.14
230-								
250°	230°	1.04	0.12	0.12	1.32	1.16	0.01m	0.12
260°	240°	1.05	0.14	0.14	1.36	1.19	0.05m	0.14
270°	250°	1.05	0.14	0.13	1.38	1.17	0.05m	0.14

Ekstreme vindhastigheter (m/s) med 10 og 100 års returperiode for et område som dekker bruspenet for Askøybrua. Hastighetene er gitt i forskjellige sektorer, samt i vilkårlig sektor. I praksis er hastighetene for vilkårlig sektor knyttet til vind langs fjorden, med størst sannsynlighet omkring sørvest til vest. Vindhastigheten er framkommet fra Storebuneset, omregnet til 60 m's høyde over fjorden. For vind langs fjorden er det regnet med 10 % høyere hastigheter ved brua, dette betyr at estimatene antagelig er på den konservative siden.

ASKØY BRU (60 m o.h.)	10 ÅR			100 ÅR		
	SEKTOR	10min	1min	3sek	10min	1min
030 - 100°	24	29	35	28	33	40
110 - 150°	18	23	29	21	26	33
160 - 190°	19	23	29	21	26	32
200 - 220°	23	28	34	26	32	38
230 - 290°	27	33	40	31	37	44
300 - 330°	21	27	32	23	31	36
340 - 020°	17	21	25	19	23	28
VILKÅRLIG	29	35	42	34	40	48

Tabell 4.15 - 4.19 gir frekvensfordeling for vinden i 30 m's nivå fordelt på sprang på 3 m/s og 30 graders sektorer. Disse er gitt for alle data i perioden og for alle data innenfor hver av de 4 årstidene vinter, vår, sommer og høst.

Årstabellen gir en tilnærmet gjennomsnittsfordeling for en langtidsperiode. Dog kan nordøstlige til sørøstlige (020 - 160 grader) vinder være noe sterkere og hyppigere enn tabellen viser, mens nordvestlige vinder er noe mindre hyppige. Sørliche til sørsørvestlige vinder er svakt overrepresentert i styrke og hyppighet.

Tabellene for sommer og vinter gir en tilnærmet representativ hastighetsfordeling, mens vårverdiene er noe for sterke og høstverdiene noe for svake.

Forholdene mot Askøy bro gir en viss forskyvning av sterk vind fra 210 mot 240 - 270 grader.

Tabell 4.15.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset,
21.10.87 - 30.04.90. Totalfrekvenser for perioden.

Nivå nr. 1 (30m)								
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	6.7	1.3	.09					8.1
30	1.5	.8	.2	.00				2.5
60	4.9	1.5	.3	.07	.01			6.8
90	3.4	.7	.3	.05	.00			4.5
120	1.2	1.0	.5	.1	.02			2.9
150	1.8	5.8	3.2	.7	.05			11.4
180	3.1	7.0	6.0	2.3	.3	.03	.00	18.6
210	2.3	2.7	2.1	1.3	.4	.1	.01	9.0
240	1.7	1.7	1.5	.7	.2	.1	.04	6.1
270	2.1	1.4	1.0	.4	.1	.02		4.9
300	1.9	1.6	.5	.3	.05	.01	.00	4.3
330	5.7	7.6	3.9	.7	.05	.01		17.9
STILLE	2.9							2.9
SUM	39.2	33.1	19.6	6.6	1.2	.3	.05	

Tabell 4.16.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset,
i høstmånedene september - november, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)								
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	10.1	1.6	.16					11.8
30	2.0	.5	.14					2.6
60	7.0	.9	.06					8.0
90	4.9	.6	.10	.01				5.6
120	1.6	1.2	.7	.15				3.7
150	2.6	9.5	3.2	.2	.01			15.4
180	3.7	7.0	4.7	.8	.12	.02		16.4
210	2.3	2.5	2.1	1.0	.14	.08	.01	8.1
240	1.5	1.3	1.6	.5	.09			4.9
270	1.6	1.6	1.1	.2	.03			4.6
300	1.5	1.1	.4	.14	.02			3.2
330	5.6	7.2	2.0	.2	.01			15.0
STILLE	.6							.6
SUM	44.9	35.0	16.3	3.2	.4	.1	.01	

Tabell 4.17.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, i vintermånedene desember - februar, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)

DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	5.6	1.5	.13					7.3
30	1.4	1.1	.3	.00				2.8
60	4.9	1.9	.6	.2	.04			7.8
90	2.7	.7	.8	.15	.01			4.3
120	.9	1.0	.9	.2	.03			3.1
150	1.4	7.0	5.8	1.7	.14			15.9
180	3.0	7.9	7.7	5.0	.9	.09		24.7
210	1.9	2.1	2.6	2.2	1.0	.4	.02	10.3
240	1.2	1.5	2.2	1.5	.4	.2	.13	7.1
270	1.0	1.1	1.6	.8	.3	.04		4.8
300	1.0	.8	.7	.7	.17	.00	.00	3.2
330	2.4	2.4	1.9	.9	.14	.04		7.8
STILLE	.9							.9
SUM	28.3	29.1	25.1	13.4	3.1	.8	.2	

Tabell 4.18.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, i vårmånedene, mars - mai, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)

DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	4.9	1.6	.16					6.7
30	1.6	1.0	.16	.00				2.8
60	4.3	2.0	.4	.01				6.6
90	3.6	1.2	.2	.01				5.0
120	1.3	1.1	.5	.12	.04			3.0
150	1.7	3.6	2.7	.6	.02			8.6
180	2.7	7.3	6.9	2.3	.2	.01	.00	19.5
210	2.4	2.8	1.6	.8	.3	.04		8.0
240	1.9	1.7	1.5	.7	.4	.2	.01	6.4
270	2.2	1.1	.8	.4	.2	.02		4.7
300	2.1	1.7	.6	.2	.09	.02	.00	4.8
330	5.0	6.7	4.2	.7	.02			16.7
STILLE	7.2							7.2
SUM	40.9	32.0	19.7	5.8	1.3	.3	.01	

Tabell 4.19.
 Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset,
 i sommermånedene, juni - august, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)								
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
								8.0
360	7.5	.5	.03					2.0
30	1.3	.6	.07					5.3
60	4.2	1.0	.08					3.4
90	3.0	.2	.15	.07				1.9
120	1.1	.6	.15	.06				7.7
150	1.7	4.5	1.4	.15	.00			13.3
180	3.1	5.5	4.0	.7	.00			9.7
210	2.7	3.2	2.3	1.2	.2			5.5
240	2.3	2.2	.9	.12	.01			5.6
270	3.4	1.8	.4	.04	.01			5.7
300	2.7	2.7	.3	.02				31.4
330	9.6	14.1	6.7	.8	.05			.5
TILLE	.5							
SUM	43.1	36.9	16.5	3.2	.3			

1. INNLEDNING OG OPPSUMMERING AV TIDLIGERE RAPPORTER.

Denne rapporten avslutter arbeidet med analysering av data fra Storebuneset, Askøy samt sammenligningen mellom data fra Storebuneset og Hellisøy fyr. En vil imidlertid kunne utføre spesielle analyser senere på anmodning fra oppdragsgiver.

Rapporten kan sees i sammenheng med Rapport 12/88 og Rapport 17/89. Hoveddelen av Rapport 12/88 finnes som Appendiks 1 til denne rapport slik at den viktigste dokumentasjonen vedr. vindmålingene er samlet i én rapport. Beskrivelser av sted, topografi, data og datainnsamling er således gitt i Appendiks 1. Dessuten er det der gitt eksempler på forskjellige typer statistikk som kan kjøres på Askøy - dataene. Det er videre gitt en vurdering av, og en tilpasning av data fra Storebuneset mot selve brustedet. Denne vurderingen har fått en tilføyelse i kap. 3 her i sluttrapporten.

I Appendiks 2 finnes resultater fra ekstremvindanalysen for Hellisøy fyr. Denne vil senere bli utgitt som egen DNMI - Rapport, med en del tilføyelser som ikke er av betydning for Askøymålingene.

I Rapport 17/89 er det foretatt en hurtig-analyse av sammenhengen mellom Askøy og Hellisøy fyr. Ut fra dette er foreløpige og forenklete resultater av ekstreme vindforhold ved Askøy bru presentert. Der er også gitt en frekvensfordeling av vinden i forskjellige sesonger. Rapport 17/89 blir i sin helhet erstattet av resultater i denne sluttrapporten.

2. REGISTRERINGSPERIODEN 01.04.89 - 31.05.90

I denne perioden har det vært mye tordenvær. Dette har ført til hyppige brudd i registreringene. Datadekningen i denne perioden er således 76%, totalt fra start 72%.

Imidlertid har det vinteren 1989/90 vært mange episoder med sørlig, sørvestlig og vestlig sterk vind, slik at perioden likevel har blitt svært verdifull.

3. EN FØLLESTENDIG SAMMENLIGNING AV EPISODER MED STERK VIND PÅ HELLISØY OG ASKØY 23/10-87 - 30/04-90. EKSTREMVIND PÅ ASKØY.

Vi plukker ut de 10 sterkeste stormer i registreringsperioden for Askøy og Hellisøy innenfor 7 angitte sektorer. Dersom sektorene inneholder mange tilfelle med sterk vind er det listet opp en del flere tilfelle, men bare de 10 sterkeste er benyttet i analysen. Følgende regler er satt opp for denne utplukksrutinen:

1. Sektorgrensene er valgt slik at det skal være noenlunde entydige fysiske forhold innenfor sektorene.

Plasseringen i sektorgrupper er gjort etter vindretningen på Hellisøy. Vindretningen på Askøy er imidlertid notert i hvert enkelt tilfelle. Dette viser at det ikke er noen systematiske retningsforskjeller, unntatt ved nordlig og nordøstlig - østlig sektor (340 - 120°).

Sterk nordlig vind på Hellisøy (340 - 020°) er således mest hyppig omkring nord- nordvest (340°).

Sektor 030 - 120° er i en særstilling. Ved vind i hele denne sektoren på Hellisøy kan det være vind ut Byfjorden (sektor 040 - 100°) og vind på skrå, over de vestre byfjell (Løvsstakken - Damsgårdsfjell - Lyderhorn) (sektor 100 - 130°). Sektoren inneholder for øvrig få tilfelle med sterk vind i registreringsperioden i forhold til det som kan påregnes i en lengre periode.

Sektorgrensene er justert under bearbeidelsen til de endelige grensene i tabell 3.1 - 3.7.

2. To stormer skal være tydelig adskilt, 10 min. midelvindhastighet skal falle til under halvparten av den laveste av maksimumsverdiene for de to stormene, eller til under 10 m/s på Hellisøy, 5 m/s på Askøy. Alternativt kan et skifte av vindretning gi to godkjente episoder uten krav om fall i hastighet.

Det er i alle tilfelle ikke tatt med flere tilfelle på Hellisøy enn at alle er over 10 m/s, på Askøy er grensen 8 m/s. For sektor med mye sterk vind er disse kravene strengere (15 til 20 m/s på Hellisøy, 10 til 14 m/s på Askøy).

3. Bare episoder der det eksisterer registreringer for begge stasjoner er tatt med. Dette vil i praksis si at en del episoder har gått tapt fordi Askøystasjonen til tider har vært ute av drift pga. tordenværskader.

4. Maksimal 10 min. middelvind fra hver av stormene som oppfyller kriteriene over, sorteres i fallende rekkefølge for hver av de tre stasjonene. I de samme episodene sorteres også maksimum vindkast med 1 minutts varighet og 3 sekunders varighet for Askøy. Sammenligning av et gitt antall episoder der denne rekkefølgen bestemmer hvilke stormer som skal være med, har den fordel at en del støy elimineres. Denne støyen framkommer dersom man hele tiden direkte sammenligner samme storm på de to lokalitetene og skyldes tilfeldigheter og særegenheter i luftmassen ved hver enkelt storm.

Tabell 3.1 - 3.7 illustrerer tydelig at det er sørvestlig til vestlig vind som gir sterk vind i Byfjorden ut for Askøy, mens den sterkeste vinden på Hellisøy kommer fra sør. Siden Hellisøy er en utsatt stasjon for alle vindretninger (unntatt kanskje ved nordøst - øst), viser dette tydelig at den sterke sørlige vinden på kysten er en del bremset i Askøyområdet. Men heller ikke sørvestlig vind langs Byfjorden blir spesielt sterk, dette skyldes nok at fjorden danner et lukket system som hindrer ekstremt sterk vind i å ned i fjordområdet.

Vi skal også huske på at vintrene 1988/89 og 1989/90 inneholdt svært mye og sterk sørvestlig til vestlig vind. Datadekningen er således meget god for de mest utsatte sektorer, til tross for en del utfall av Askøystasjonen (tordenvær).

Det er noe for lite data for vind ut fjorden, sektor nordøst - øst, til å kunne gi en presis ekstremstatistikk for denne sektor. Årsaken til dette er at hele registreringsperioden har mindre fralandsvind enn normalt. Det som finnes av data, viser imidlertid klart at risikoen for sterk vind er mindre for vind ut fjorden enn for sektor sørvest - vest. Dette er i overensstemmelse med det en tidligere vet om områdene like vest og nord for Bergen. Årsaken er at fralandsvind skyldes nedslag av høydevind som har passert fjellområdene i innlandet. Slik vind blir sterkest i en del fjordstrøk i indre strøk av Vestlandet, (Hardanger, Sogn, områder nord for Stadt). Utover mot kysten dempes denne "fallvirkningen", bl.a. av friksjon.

Tabell 3.1.

Liste over de 12 sterkeste vindepisodene i sektorgruppe 1 (030 - 120°) på Hellisøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstiller kravene 3.1. - 3.4. Merknad: Det var ingen tilfelle med vind over 10 m/s i sektor 030 - 070° på Hellisøy, derfor er sektoren avgrenset til 080 - 120°.

HELLISØY 080 - 120°

	HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESSET, 44 m o.h.)						
	DATO	U_{10min}	DATO	U_{10min}	VR	DATO	U_{1min}	DATO	U_{3sek}
1	01/02-88	17.0	30/01-88	14.17	060°	01/02-88	16.93	01/02-88	20.74
2	28/10-87	14.9	01/02-88	13.66	130°	30/01-88	15.59	30/01-88	19.27
3	12/11-87	14.9	29/01-88	11.84	090°	28/05-88	14.36	28/10-87	18.92
4	29/01-88	14.9	29/07-88	11.58	080°	29/07-88	14.33	29/07-88	17.02
5	09/02-89	13.4	06/01-88	11.56	070°	29/01-88	13.85	12/11-87	16.56
6	28/01-90	13.4	29/04-88	11.49	060°	28/10-87	13.73	28/05-88	16.27
7	25/10-87	12.9	28/05-88	11.46	120°	29/04-88	13.67	29/01-88	16.10
8	09/02-88	12.9	28/10-87	11.35	120°	28/01-90	13.37	06/01-88	16.07
9	31/12-87	12.3	28/01-90	11.05	080°	06/01-88	13.03	29/04-88	15.86
10	29/07-88	12.3	09/02-88	10.93	080°	12/11-87	12.92	28/01-90	14.81
11	30/01-88	11.8	12/11-87	10.67	120°	15/02-88	11.96	09/02-88	13.97
12	28/05-88	11.8	15/04-89	10.37	080°	15/04-89	11.41	15/04-89	13.17

Tabell 3.2.

Liste over de 12 sterkeste vindepisodene i sektorgruppe 2 (130 - 150°) på Hellisøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstiller kravene 3.1 - 3.4.

HELLISØY 130 - 150°

	HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESSET, 44 m o.h.)						
	DATO	U_{10min}	DATO	U_{10min}	VR	DATO	U_{1min}	DATO	U_{3sek}
1	13/02-88	25.7	10/04-89	14.81	130°	13/01-89	18.27	13/01-89	24.64
2	13/01-89	24.2	13/02-88	14.66	140°	10/04-89	18.04	13/02-88	24.04
3	18/02-89	22.1	13/01-89	13.84	160°	13/02-88	17.01	10/04-89	21.51
4	13/02-89	21.6	13/02-89	12.47	160°	05/02-88	15.82	18/02-89	20.29
5	09/03-89	19.5	18/02-89	12.36	150°	13/02-89	15.59	13/02-89	19.88
6	04/03-89	19.0	05/02-88	11.66	140°	31/01-90	15.10	31/01-90	19.56
7	26/10-87	18.5	23/03-89	11.50	120°	23/03-89	14.60	09/03-89	19.49
8	06/03-89	18.5	31/01-90	11.44	130°	06/03-89	14.59	06/03-89	19.28
9	29/01-90	18.5	09/03-89	11.08	150°	09/03-89	14.19	05/02-88	19.22
10	12/04-89	18.0	29/01-90	11.02	150°	15/08-89	14.16	15/08-89	18.18
11	10/04-89	17.5	15/04-89	10.59	100°	09/03-89	13.97	29/01-90	18.11

Tabell 3.3.

Liste over de 12 sterkeste vindepisodene i sektorgruppe 2 (160 - 190°) på Hellisøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstillter kravene 3.1 - 3.4.

		HELLISØY 160 - 190°								
		HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESSET, 44 m o.h.)						
		DATO	U_{10min}	DATO	U_{10min}	VR	DATO	U_{1min}	DATO	U_{3sek}
1		14/02-89	27.2	19/02-90	16.16	180°	19/02-90	19.40	24/12-89	24.91
2		19/02-90	27.2	27/01-89	15.22	190°	18/03-89	18.86	27/01-89	23.20
3		24/12-89	25.7	14/02-89	15.17	170°	12/04-89	18.65	19/02-90	23.10
4		03/01-90	25.7	18/03-89	15.08	190°	27/01-89	18.29	01/01-88	22.56
5		09/01-88	25.2	12/04-89	15.04	200°	14/02-89	17.75	05/02-88	22.54
6		14/01-89	24.2	24/12-89	14.89	180°	19/03-88	17.63	14/02-89	22.45
7		12/04-89	24.2	25/07-88	14.31	200°	18/02-89	17.29	12/04-89	22.26
8		18/03-89	23.6	03/01-90	14.12	190°	01/01-88	17.21	14/01-89	21.87
9		23/01-90	23.6	25/01-89	13.86	170°	24/12-89	16.92	18/02-89	21.62
10		31/01-90	23.1	14/01-89	13.68	170°	16/02-88	16.92	18/03-89	21.61
11		27/01-89	22.6	19/03-88	13.56	160°	03/01-90	16.80	11/01-89	21.48
12		13/02-89	22.6	16/02-88	13.54	170°	14/01-89	16.76	09/01-88	21.19
13		19/03-88	22.1	01/01-88	13.51	180°	25/07-88	16.58	19/03-88	21.06
14		25/07-88	22.1	11/01-89	13.24	180°	05/02-88	16.52	03/01-90	20.46
15		21/01-89	22.1	05/02-88	12.92	180°	11/01-89	16.34	25/07-88	20.04
16		26/01-89	21.6	21/01-89	12.89	180°	25/01-89	16.22	13/02-89	19.88
17		01/01-88	21.1	11/02-89	12.89	200°	23/01-90	16.08	16/02-88	19.77
18		30/01-90	21.1	10/03-89	12.70	200°	11/02-89	15.67	23/01-90	19.59
19		11/01-89	20.6	26/01-89	12.59	180°	09/01-88	15.04	25/01-89	19.54
20		25/01-89	20.6	13/02-89	12.58	180°	10/02-90	14.68	25/02-90	19.51
21		10/02-89	20.6	09/01-88	12.35	170°	15/04-88	14.57	10/03-90	19.49
22		10/03-89	20.6	23/01-90	12.09	160°	21/01-89	14.57	11/02-89	19.14
23		06/01-90	20.6	18/02-89	12.01	170°	13/02-89	14.33	06/01-90	19.14
24		25/02-90	20.6	30/01-90	11.37	160°	10/03-89	14.19	21/01-89	18.95
25		15/04-88	20.1	06/01-90	11.34	180°	30/01-90	13.64	26/01-89	18.42
26		18/02-89	20.1	10/02-89	11.12	190°	06/01-90	13.46	30/01-90	18.40
27		10/04-89	20.1	15/04-88	11.06	180°	10/04-89	13.43	15/04-88	17.82

Tabell 3.4.

Liste over de 12 sterkeste vindeepisodene i sektorgruppe 2 (200 - 220°) på Helligøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstillter kravene 3.1 - 3.4.

HELLISØY 200 - 220°

	HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESSET, 44 m o.h.)						
	DATO	U _{10min}	DATO	U _{10min}	VR	DATO	U _{1min}	DATO	U _{3sek}
1	19/02-90	29.3	21/10-89	18.74	200°	21/10-89	22.49	21/10-89	28.67
2	21/10-89	25.2	15/01-89	18.34	210°	15/02-89	21.88	15/02-89	25.97
3	15/01-89	23.6	15/02-89	17.97	210°	25/12-89	21.72	15/01-89	25.35
4	10/01-88	23.1	10/01-88	17.09	200°	15/01-89	21.59	31/01-90	24.93
5	29/01-89	22.1	29/01-89	16.83	210°	01/01-88	20.46	19/02-90	24.71
6	15/02-89	21.6	19/02-90	16.22	190°	31/01-90	19.86	01/01-88	23.49
7	01/01-88	21.1	16/01-89	16.05	200°	29/01-89	19.46	29/01-89	23.32
8	25/09-89	21.1	14/01-89	15.71	220°	19/02-90	19.46	10/01-88	23.07
9	31/01-90	21.1	31/01-90	15.61	200°	16/01-89	19.03	07/03-89	22.71
10	16/05-89	20.6	01/01-88	15.35	200°	10/01-88	18.80	16/01-89	22.40
11	25/12-89	20.6	07/03-89	15.28	220°	07/03-89	18.32	25/09-89	22.24
12	26/09-88	20.1	25/09-89	14.61	210°	25/09-89	17.40	25/12-89	21.72
13	14/01-89	20.1	25/12-89	14.48	200°	14/01-89	17.38	14/01-89	21.12
14	29/03-90	20.1	05/02-88	14.04	220°	05/02-88	17.36	29/03-90	19.97
15	16/01-89	19.5	29/03-90	13.52	200°	22/02-90	17.09	05/02-88	19.86
16	05/02-88	19.0	16/05-89	13.31	200°	29/03-90	16.95	16/05-89	19.83
17	08/01-90	19.0	22/02-90	13.25	200°	16/05-89	15.57	22/02-90	19.66
18	22/02-90	18.5	08/01-90	12.51	200°	08/01-90	14.20	08/01-90	17.73

Tabell 3.5.

Liste over de 12 sterkeste vindeepisodene i sektorgruppe 2 (230 - 290°) på Helligøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstillter kravene 3.1 - 3.4.

HELLISØY 230 - 290°

	HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESSET, 44 m o.h.)						
	DATO	U _{10min}	DATO	U _{10min}	VR	DATO	U _{1min}	DATO	U _{3sek}
1	15/01-89	24.7	15/01-89	20.49	240°	05/03-90	26.65	05/03-90	30.66
2	05/03-90	24.2	29/01-89	20.15	230°	24/03-90	25.71	24/03-90	29.41
3	29/01-89	23.6	24/03-90	19.48	240°	21/10-89	24.59	21/10-89	28.48
4	20/02-90	22.1	05/03-90	18.69	290°	21/03-90	22.91	29/01-89	28.22
5	05/02-89	21.6	05/02-89	18.34	310°	05/04-90	22.63	20/02-90	26.87
6	19/02-90	21.1	15/02-89	18.24	220°	05/02-89	22.56	15/01-89	26.84
7	24/03-90	21.1	20/02-90	18.21	210°	29/01-89	22.24	05/02-89	26.59
8	28/10-87	20.6	21/10-89	17.69	220°	15/02-89	21.88	15/02-89	25.97
9	17/01-89	20.6	16/01-89	17.53	230°	15/01-89	21.74	05/04-90	24.97
10	21/10-89	20.6	19/03-90	17.21	220°	20/02-90	21.24	21/03-90	24.90
11	09/01-90	20.6	05/04-90	16.76	200°	16/01-89	20.35	16/01-89	24.45
12	05/04-90	20.6	19/02-90	16.30	230°	16/03-90	20.30	19/03-90	24.29
13	16/01-89	19.5	07/03-89	15.28	220°	09/01-90	19.86	19/02-90	24.05
14	19/03-90	19.0	28/01-89	15.22	200°	16/05-89	19.70	22/03-90	23.98
15	15/02-89	18.5	22/03-90	15.18	260°	19/02-90	19.46	09/01-90	22.83
16	13/01-89	18.5	16/05-89	15.12	230°	22/03-90	18.67	04/02-89	22.77
17	17/09-89	18.5	04/02-89	15.08	200°	07/03-89	18.33	07/03-89	22.71
18	21/01-89	18.0	18/12-89	14.98	240°	04/02-89	17.95	09/04-90	22.18
19	16/05-89	18.0	09/04-90	14.97	210°	09/04-90	17.92	28/01-89	21.60
20	19/12-89	18.0	09/01-90	14.82	270°	28/10-87	17.51	28/10-87	20.28

Tabell 3.6.
Liste over de 12 sterkeste vindeepisodene i sektorgruppe 2 (300 - 330°) på Hellisøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstiller kravene 3.1 - 3.4.

HELLISØY 300 - 330°

	HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESET, 44 m o.h.)						
	DATO	U _{10min}	DATO	U _{10min}	VR	DATO	U _{1min}	DATO	U _{3sek}
1	14/02-89	30.3	05/03-90	18.69	290°	05/03-90	24.86	05/03-90	30.09
2	05/03-90	24.2	05/02-89	18.34	310°	15/02-89	23.92	14/02-89	29.79
3	28/02-88	23.1	14/02-89	17.73	330°	14/02-89	23.23	15/02-89	27.63
4	16/02-89	23.1	16/02-89	15.89	330°	05/02-89	22.56	05/02-89	26.59
5	08/04-88	21.6	15/02-89	15.07	300°	28/02-88	20.64	16/02-89	24.95
6	22/01-89	21.6	14/03-89	14.24	300°	16/02-89	19.86	28/02-88	23.58
7	05/02-89	21.6	22/12-87	13.91	310°	22/12-87	18.78	22/12-87	22.12
8	11/04-88	20.1	11/04-88	13.56	280°	14/03-89	17.52	14/03-89	21.32
9	06/12-89	20.1	21/02-90	13.45	310°	22/03-90	17.24	22/03-90	20.18
10	15/02-89	18.5	28/02-88	13.40	310°	21/02-90	16.81	22/01-89	20.13
11	21/01-89	17.5	19/02-89	12.93	300°	19/02-89	16.55	11/04-88	19.96
12	14/03-89	17.5	22/03-90	12.38	300°	08/04-88	15.59	19/02-89	19.78
13	22/12-87	17.0	22/01-89	12.35	310°	22/01-89	15.44	21/02-90	19.23
14	11/03-88	17.0	08/04-88	12.19	330°	06/12-89	15.31	08/04-88	19.22
15	24/09-88	17.0	06/12-89	12.15	300°	11/04-88	15.00	12/02-89	17.77
16	12/02-89	17.0	24/09-88	12.06	310°	12/02-89	14.94	28/03-89	17.74
17	22/03-90	16.4	12/02-89	11.80	310°	24/09-88	14.71	11/03-88	16.70
18	21/02-90	15.4	08/01-90	11.35	310°	08/01-90	13.85	24/09-88	16.52

Tabell 3.7.
Liste over de 12 sterkeste vindeepisodene i sektorgruppe 2 (340 - 020°) på Hellisøy og Askøy i tiden 23.10.87 - 30.04.90 som tilfredsstiller kravene 3.1 - 3.4.

HELLISØY 340 - 020°

	HELLISØY		ASKØY (STOREBUNESET, 44 m o.h.)						
	DATO	U _{10min}	DATO	U _{10min}	VR	DATO	U _{1min}	DATO	U _{3sek}
1	29/02-88	22.6	06/12-89	12.88	340°	06/12-89	17.00	25/03-90	21.18
2	06/12-89	22.6	02/10-89	12.53	340°	29/02-88	16.61	29/02-88	20.46
3	03/04-90	22.1	25/03-90	12.16	330°	25/03-90	15.72	06/12-89	19.87
4	25/03-90	21.1	29/02-88	11.98	330°	26/02-90	14.86	26/02-90	17.92
5	22/11-89	19.0	26/02-90	11.34	320°	02/10-89	14.16	02/10-89	16.92
6	27/11-89	19.0	21/04-89	11.13	330°	03/04-90	13.85	03/04-90	15.80
7	21/04-89	18.5	03/04-90	10.74	340°	21/04-89	12.69	10/12-87	14.81
8	02/10-89	18.0	27/11-89	8.90	340°	10/12-87	11.55	21/04-89	14.80
9	10/12-87	17.0	10/12-87	8.80	340°	27/11-89	10.68	07/02-88	13.33
10	07/02-88	17.0	10/10-89	8.71	340°	22/11-89	10.06	10/10-89	13.07

Tabell 3.8.

Beregnete overføringskoeffisienter mellom Hellisøy (10 min. middelvind) og Askøy (10 min. middelvind, 1 min. middelvind og 3 sek. vindkast) i 7 forskjellige sektorer. Midlere overføringskoeffisienter er gitt for 1, 2, 5, 10 og N antall episoder, hvor N er antall avleste episoder i hver sektor.

	U(Ask,10min) / U(He,10min)						
	U(Ask,1min) / U(He,10min)						
	U(Ask,3sek) / U(He,10min)						
	030-120° N=12	130-150° N=11	160-190° N=27	200-220° N=18	230-290° N=20	300-330° N=18	340-020° N=10
1	0.84 1.00 1.22	0.58 0.71 0.96	0.59 0.71 0.91	0.64 0.77 0.98	0.83 1.08 1.24	0.62 0.82 0.99	0.57 0.75 0.94
2	0.84 1.02 1.26	0.59 0.73 0.98	0.58 0.70 0.88	0.68 0.81 1.00	0.83 1.07 1.23	0.68 0.90 1.10	0.56 0.74 0.92
5	0.87 1.00 1.23	0.60 0.75 0.98	0.58 0.71 0.89	0.72 0.88 1.05	0.84 1.05 1.24	0.70 0.94 1.14	0.57 0.73 0.90
10	0.87 1.04 1.25	0.61 0.77 1.00	0.59 0.72 0.91	0.73 0.90 1.07	0.85 1.06 1.25	0.69 0.92 1.10	0.55 0.70 0.85
N	0.87 1.03 1.24	0.61 0.77 1.01	0.59 0.72 0.92	0.72 0.88 1.06	0.83 1.03 1.24	0.70 0.91 1.10	0.55 0.70 0.85

Tabell 3.8 viser at midlere overføringskoeffisient beregnet ved denne metoden hurtig stabiliseres, allerede etter 2 - 5 av de sterkeste episodene har vi etablert koeffisienter som bare endres lite selv om antall episoder passerer 20. Dette indikerer at det er lite å hente ved fortsatt måling, og at feilkildene ved metoden er små.

Sektor øst - nordøst må unntas fra dette, fordi vi har få tilfelle med meget sterk vind i denne sektoren, og fordi vindretningen på Askøy ikke er stabil for en stabil retning på Hellisøy. Ved bruk av koeffisienter fra denne sektor, brukes derfor en konservativ metode, der vi velger en øst - sørøstlig vind på Hellisøy og tilordner en ekstremverdi for denne som er vektet 2 mot sørøst og 1 mot øst.

Ved rent østlig eller rent nordøstlig vind på Hellisøy brukes overføringsfaktor 1.00, med gustfaktorer på 1.18 og 1.36. Gustfaktorene er hentet fra DNMI - rapport 12/88 for nordøstvind i Byfjorden vinteren 1987/88. Overføringsfaktoren på 1.00 er plukket ut ved en skjønsmessig vurdering av data som ligger til grunn for tabell 3.1. Det er mest belegg for å gjøre dette i sektor øst, for sektor nordøst er det svært tynt.

med data. Det typiske ved nordøstlig sektor er imidlertid at det er noen ganske få episoder med sterkere vind enn de øvrige episoder i løpet av en 30 - års periode. Disse er antagelig knyttet til lokale trykksystemer på kysten like utenfor Hellisøy, og har neppe samme virkning på vindfeltet i Byfjorden. Disse har gitt at nordøstlige ekstremverdier er noe høyere enn østlige. Moderat til sterk østlig vind på Hellisøy er derimot hyppigere enn moderat til sterk nordøstlig vind.

En overføringskoeffisient på 1.00 for østlig og nordøstlig vind er trolig på den konservative siden. Dertil kommer at den sterkeste nordøstlige og østlige vinden ved Askøy forekommer ved østsørøstlig vind på Hellisøy. Dette gjør at analysen ikke kritisk avhenger av ovennevnte resonnementer.

Sterk vind fra 110 - 120° på Askøy er lagt under 130 - 150° på Hellisøy, da disse tilfellene gir mer vind enn ved 110 - 120°.

Tabell 3.9.

Beregnet ekstremvindhastighet (m/s) med 10 og 100 års returperiode på Storebuneset, Askøy; 30 m's nivå (44m over fjordflaten). Vindretningen er angitt for både Hellisøy og Askøy. For sektor 110 - 020° er konsekvent benyttet overføringsfaktorer fra middel av de 10 sterkeste episodene, se Tabell 3.8. For sektor 030 - 100° har vi gitt overføringskoeffisienter på 1.00, 1.18, og 1.36. Dvs., vi antar samme vindhastighet på Hellisøy som på Askøy og benytter midlere kastfaktorer for vind ut langs fjorden.

VINDRETN. (HELLISØY)	030- 060°	070- 100°	110- 120°	130- 150°	160- 190°	200- 220°	230- 290°	300- 330°	340- 020°
VINDRETN. (ASKØY)	030- 070°	040- 070°	040- 100°	110- 150°	160- 190°	200- 220°	230- 290°	300- 330°	340- 020°
HELLISØY									
10min 10år	19.2	16.6	24.4	28.3	30.5	30.5	27.6	28.6	28.3
100år	21.7	18.8	27.6	32.0	34.4	34.4	31.2	32.3	32.0
ASKØY									
10min 10år	19.2	16.6	21.2	17.3	18.0	22.3	23.4	19.7	15.6
100år	21.7	18.8	24.0	19.7	20.3	25.1	26.5	22.3	17.6
1min 10år	22.7	19.6	25.4	21.8	22.0	27.4	29.3	26.3	19.8
100år	25.6	22.2	28.7	24.9	24.8	31.0	33.1	29.7	22.4
3sek 10år	26.1	22.6	30.5	28.3	27.8	32.6	34.5	31.4	24.1
100år	29.5	25.6	34.5	32.3	31.3	36.8	39.0	35.5	27.2

Tallene fra tabell 3.9 gjelder Storebuneset, 44 m over fjordnivå. Disse skal korrigeres opp til 60 m's nivået. Dette kan gjøres ved å benytte potensformelen (lign. 4.1, Rapport 12/88). Dette gir 2 -6% økning i vindhastigheten, der prosentøkningen er størst for 10 min. middelvind på tvers av fjorden, og minst for vindkast langs fjorden. Vi forenkler derfor prossedyren ved å korrigere hele tabellen opp med + 1 m/s. Feil som innføres ved denne forenklingen er betydelig mindre enn usikkerheten i anslagene.

Ved beregning av ekstremvind for en større gruppe av sektorer, må vi ta med i beregningen at risikoen for sterk vind øker i forhold til å betrakte sektorbestemt vind i smalere sektorer. Vindhastighet i vilkårlig sektor er derfor ofte noe høyere enn den høyeste av de sektorbestemte ekstremer. Statistisk kan dette beregnes ved å beregne sannsynligheter for et anslag for den vilkårlige sektorvind for å forekomme i hver av de ulike sektorgrupper. Ved å summere disse bidragene får en et øvre anslag for returperioden i vilkårlig sektor. En iterasjonsprosess gir ekstremvind med oppgitt returperiode. Dette er riktig dersom vi kan anta uavhengighet mellom sektorene. Dette siste er ikke alltid tilfelle, det kommer derfor momenter av skjønn inn i bildet.

Dette gir vindhastigheten i vilkårlig sektor. Den vil være knyttet til retninger innenfor 200 - 330° og 030 - 110°, dvs. vind langs fjorden, og da i første rekke til 200 - 330°.

Tabell 3.10.

Ekstremer vindhastigheter (m/s) med 10 og 100 års returperiode i 60 m's nivå på Storebuneset Askøy. Hastighetene er gitt i forskjellige sektorer, samt i vilkårlig sektor. I praksis er hastighetene for vilkårlig sektor knyttet til vind langs fjorden, med størst sannsynlighet omkring sørvest til vest.

STOREBUNESSET, ASKØY (60m)	10 ÅR			100 ÅR		
	10min	1min	3sek	10min	1min	3sek
SEKTOR						
030 - 100°	22	26	32	25	30	36
110 - 150°	18	23	29	21	26	33
160 - 190°	19	23	29	21	26	32
200 - 220°	23	28	34	26	32	38
230 - 290°	24	30	36	28	34	40
300 - 330°	21	27	32	23	31	36
340 - 020°	17	21	25	19	23	28
VILKÅRLIG	26	32	38	30	36	43

Det vil være nødvendig å korrigere for forskjell i eksponering mellom Storebuneset og midtpunktet av brua. Dette gir at risikoen for den sterkeste vinden er noe mer vestlig enn den sørvestlige vinden på Storebuneset, se Rapport 12/88. Vi har nå ingen sikkerhetsmargin inne, idet vi har kuttet betraktningen om økte laster pga standardavvik i overføringsfaktor. Dette er gjort pga. at datadekkingen tilsier det, samt at dataene er fullt ut analysert. Men siden målingene er foretatt ca. 1 km unna brustedet, bør vi beholde et visst sikkerhetsnivå i anslagene. Selv om forsterkningseffekter ved brua ikke synes være opplagt, bør vi regne med ca. 10 % mulig forsterkning for vindretning langs fjorden, dvs. 030 - 100° og 230 - 290°. Bare målinger på brua vil kunne evt. avkrefte en slik betraktning.

Beregningene gir 100 årsvinder på 30 (10 min. middelvind), 36 (1 min. middel) og 43 m/s (3 sek. vindkast) i 60 m's nivå på Storebuneset. De tidligere angitte laster på 34, 40 og 48 m/s er ca. 10 % høyere og anbefales opprettholdt.

Det er godt med data for de mest utsatte sektorer, bare ved nordøst til østlig vind kan en lengre serie forbedre estimatene. Dette vil ikke endre dimensjoneringen. Bare målinger i en mast på selve brua vil kunne endre denne.

Tabell 3.11.

Ekstreme vindhastigheter (m/s) med 10 og 100 års returperiode for et område som dekker bruspenet for Askøybrua. Hastighetene er gitt i forskjellige sektorer, samt i vilkårlig sektor. I praksis er hastighetene for vilkårlig sektor knyttet til vind langs fjorden, med størst sannsynlighet omkring sørvest til vest. Vindhastigheten er framkommet fra Storebuneset, omregnet til 60 m's høyde over fjorden. For vind langs fjorden er det regnet med 10 % høyere hastigheter ved brua, dette betyr at estimatene antagelig er på den konservative siden.

ASKØY BRU (60 m o.h.)	10 ÅR			100 ÅR		
	10min	1min	3sek	10min	1min	3sek
SEKTOR						
030 - 100°	24	29	35	28	33	40
110 - 150°	18	23	29	21	26	33
160 - 190°	19	23	29	21	26	32
200 - 220°	23	28	34	26	32	38
230 - 290°	27	33	40	31	37	44
300 - 330°	21	27	32	23	31	36
340 - 020°	17	21	25	19	23	28
VILKÅRLIG	29	35	42	34	40	48

4. VINDSTATISTIKK FOR MÅLESTASJONEN ASKØY (STOREBUNESSET).

I rapport 12/88 og 17/89 er det presentert en del statistikk for Storebuneset. Rapport 12/88 inneholder beskrivelser av metodikk, samt data for vinteren 1987/88. Rapport 17/89 inneholder frekvensfordeling av vindhastigheter i intervaller på 3 m/s for året som helhet og for de 4 årstider, samt en foreløpig ekstremver dianalyse.

Dette kapittel benytter samme metodikk og resultat typer som de 2 foregående rapporter. Rapporten tar imidlertid for seg hele registreringsperioden fra 23. oktober 1987 til 30. april 1990. Datadekningen for perioden er 72 %. Den vesentligste årsaken til tapte data er tordenvær.

Vi har nå benyttet retningsangivelser fra 10 m's nivå fordi retningsgiverne i 18 og 30 m's nivå begge var ute av drift i perioder. Fra rapport 12/88 har vi imidlertid at dette kun gir 0 - 10 graders avvik pga. lokale føringer rundt masten.

Tabell 4.1 - 4.11 viser retningsfordeling av vindprofiler, turbulens, gustfaktorer, friksjonshastighet, overflateruhet og konstanten i den lineære sammenheng mellom longitudinal turbulensintensitet og gustfaktorer (se Rapport 12/88, gitt som Appendiks 1 i denne rapport) for forklaring på begrepene. Ved denne statistikken er bare tilfelle der $U(30m) > 6.00$ m/s tatt med. Dette er gjort fordi tilfelle med svakere vind ofte gir atypiske profiler, mens det i Rapport 12/88 ble vist at forholdene ikke endres særlig mye med vindhastigheten innenfor samme vindretning når hastigheten er over en viss grense.

Tabell 4.12 - 4.14 gir en frekvensfordeling av vindhastigheten i alle tre nivåer fordelt i sprang på 3 m/s og 10 graders sektorer.

Tabell 4.15 - 4.19 gir frekvensfordeling for vinden i 30 m's nivå fordelt på sprang på 3 m/s og 30 graders sektorer. Disse er gitt for alle data i perioden og for alle data innenfor hver av de 4 årstidene vinter, vår, sommer og høst. Disse tabellene vil trolig være de mest aktuelle for broprosjektet. Her er riktignok ikke tatt med noen endring mot broen, men for alle planleggingsformål skulle tabellene være brukbare. De erstatter tidligere tabeller fra Rapport 17/89.

Tabell 20 viser en sammenligning mellom Hellisøy og Askøy. Hellisøy-data er plukket fra en 15 års periode (1961 - 75) og multiplisert med overføringsfaktorer (se kap.3) mot Askøy. Tabell 20 viser at det er god overenstemmelse mellom resultatene. Der er imidlertid mindre forskjeller som kan forklares på to måter: Avvik fra langtidsstatistikk vil slå ut i tabellen. Dette er sannsynligvis årsaken til at nordlig, nordøstlig, østlig og sørøstlig sektor er svakt underrepresentert i målingene (S), mens sørlig til sørsørvestlig og nordvestlig vind er overrepresentert. Den andre forklaringen kan være at beregningene på Hellisøydata gir feilkilder. Det er f.eks. sannsynlig at en del nordlig vind (350 - 360 grader) på Hellisøy styres nordvestlig (340 grader) på Askøy. Beregnet

koeffisient Hellisøy - Storebuneset kan da være noe for høy, da denne refereres til de sterke vindene på Askøy. Dette vil kunne slå ut nettopp ved terrengstyringer. Det blir således for lite og for sterk nordlig vind dersom målinger fra Hellisøy legges til grunn.

Vi konkluderer med at årstabellen (Tabell 4.15) gir en tilnærmet gjennomsnittsfordeling for en langtidsperiode. Dog kan nordøstlige til sørøstlige (020 - 160 grader) vinder være noe sterkere og hyppigere enn tabellen viser, mens nordvestlige vinder er noe mindre hyppige. Sørlige til sørsørvestlige vinder er svakt overrepresentert i styrke og hyppighet. Forholdene mot Askøy bro gir en viss forskyvning av sterk vind fra 210 mot 240 - 270 grader.

Vi har gjort en hurtig sammenligning mellom sesongene i registreringsperioden og langtidsverdier på Hellisøy. Dette tyder på at sommer og vinter gir en tilnærmet representativ hastighetsfordeling, mens vårverdiene er noe for sterke og høstverdiene noe for svake.

Tabell 4.1 - 4.11
Vindstatistikk Storeneset, Askøy:

Tabell 4.1
Vindprofiler gitt som midlere kvotient mellom vindhastigheter
i to og to nivåer.

Første record : 23/10 - 1987 kl. 010
Siste record : 30/ 4 - 1990 kl.2350
Antall rec. : 93453

Krav: U(30m) > 6.00 m/s

DD(10m)	U(30m)/ U(18m)	U(30m)/ U(10m)	U(18m)/ U(10m)	N12	N13	N23
10	1.392	1.724	1.263	30	30	38
20	1.339	1.701	1.269	20	20	23
30	1.253	1.609	1.493	31	31	41
40	1.156	1.406	1.215	72	72	89
50	1.075	1.233	1.154	122	122	128
60	1.043	1.114	1.070	100	100	102
70	1.085	1.151	1.066	102	102	104
80	1.145	1.203	1.065	153	153	161
90	1.110	1.141	1.028	99	99	99
100	1.047	1.064	1.029	116	116	120
110	1.032	1.052	1.023	80	80	83
120	1.025	1.043	1.035	215	215	219
130	1.029	1.050	1.020	342	342	342
140	1.039	1.070	1.029	528	528	529
150	1.035	1.072	1.037	985	985	987
160	.993	1.028	1.035	2056	2053	2069
170	.925	.955	1.032	2294	2292	2300
180	.912	.938	1.029	3454	3454	3455
190	.983	1.013	1.030	2218	2218	2222
200	1.025	1.054	1.030	1711	1711	1714
210	1.035	1.064	1.027	1184	1184	1186
220	1.045	1.081	1.037	845	845	846
230	1.054	1.109	1.053	796	796	797
240	1.059	1.150	1.085	901	901	901
250	1.059	1.242	1.172	730	725	725
260	1.054	1.312	1.246	633	633	634
270	1.064	1.379	1.296	321	321	321
280	1.087	1.392	1.281	422	422	422
290	1.145	1.489	1.304	208	208	209
300	1.190	1.607	1.351	289	289	289
310	1.210	1.609	1.330	281	281	282
320	1.174	1.443	1.229	647	647	650
330	1.090	1.240	1.136	1672	1672	1677
340	1.053	1.169	1.110	1996	1996	2002
350	1.083	1.168	1.078	70	70	70
360	1.296	1.493	1.155	11	11	15

Tabell 4.2

EkspONENT i potensformelen ved bruk av nivåene
30/18 (12), 30/10 (13) og 18/10 (23).
Vindretning i 10 m-nivå; U(30m) > 6.0m/s

DD	n12	n13	n23	N12	N13	N23
10	.644	.491	.397	30	30	37
20	.569	.479	.403	20	20	23
30	.440	.431	.495	31	31	41
40	.282	.308	.331	72	72	89
50	.140	.188	.240	122	122	128
60	.085	.098	.114	97	100	102
70	.159	.127	.107	102	102	104
80	.264	.167	.104	153	153	161
90	.203	.119	.050	99	99	93
100	.094	.059	.046	115	115	114
110	.063	.045	.040	79	80	77
120	.054	.040	.050	197	203	199
130	.060	.045	.036	327	333	318
140	.078	.062	.050	508	519	519
150	.079	.065	.062	874	957	975
160	*	*	.058	*	*	2056
170	*	*	.053	*	*	2288
180	*	*	.048	*	*	3451
190	*	*	.050	*	*	2220
200	.054	.049	.049	1571	1684	1712
210	.069	.056	.046	1171	1179	1184
220	.089	.071	.061	823	841	846
230	.105	.094	.087	788	793	797
240	.113	.126	.139	896	901	901
250	.114	.196	.269	725	725	725
260	.105	.246	.372	620	633	634
270	.125	.291	.439	314	321	321
280	.163	.300	.420	421	422	422
290	.264	.362	.449	208	208	209
300	.340	.431	.510	289	289	289
310	.371	.431	.484	281	281	281
320	.311	.332	.350	647	647	648
330	.168	.192	.216	1643	1672	1675
340	.103	.141	.177	1949	1995	2000
350	.159	.140	.129	68	70	69
360	.488	.346	.242	11	11	15

* : Ingen eksponent beregnet
pga. minkning av vind-
hastigheten med høyden.

Tabell 4.3

Longitudinal turbulensintensitet i nivåene 30,
18 og 10 m over bakken

Vindretning i 10 m-nivå; $U(30m) > 6.0m/s$

DD	IL30	IL18	IL10	N(30m)	N(18m)	N(10m)
10	.203	.331	.345	30	33	37
20	.197	.341	.372	20	18	24
30	.175	.323	.384	31	34	45
40	.170	.291	.326	72	86	112
50	.154	.239	.257	122	127	147
60	.155	.177	.201	100	102	102
70	.140	.176	.179	102	103	104
80	.138	.182	.176	153	161	160
90	.167	.187	.186	99	99	99
100	.198	.219	.213	116	120	119
110	.191	.199	.195	80	83	82
120	.181	.180	.184	215	217	217
130	.199	.195	.198	342	342	342
140	.204	.188	.194	528	529	530
150	.210	.184	.190	989	986	1012
160	.213	.176	.182	2083	2067	2124
170	.199	.164	.168	2318	2304	2334
180	.190	.149	.152	3457	3451	3478
190	.186	.143	.147	2202	2220	2225
200	.161	.137	.142	1702	1710	1713
210	.145	.131	.136	1184	1184	1185
220	.147	.136	.145	846	844	846
230	.134	.128	.146	797	796	797
240	.126	.125	.164	900	897	901
250	.138	.139	.211	739	729	733
260	.142	.144	.234	641	633	640
270	.171	.176	.280	325	321	325
280	.171	.194	.292	422	422	422
290	.183	.231	.319	212	208	212
300	.191	.255	.322	289	289	286
310	.184	.257	.309	281	281	282
320	.153	.232	.286	648	632	647
330	.189	.221	.295	1681	1668	1682
340	.219	.231	.303	1999	2000	2006
350	.269	.296	.305	70	68	70
360	.244	.273	.313	11	10	16

Tabell 4.4

Transversal turbulensintensitet i nivåene 30, 18 og 10 m over bakken.

Vindretning i 10 m-nivå; $U(30m) > 6.0m/s$

DD	IT30	IT18	IT10	N(30m)	N(18m)	N(10m)
10	.168	.322	.488	30	32	37
20	.166	.296	.487	20	17	24
30	.144	.250	.384	31	31	44
40	.134	.228	.277	72	71	104
50	.129	.213	.207	122	102	143
60	.151	.173	.183	100	95	100
70	.129	.157	.159	103	91	103
80	.125	.209	.163	158	134	159
90	.167	.204	.190	99	90	98
100	.201	.210	.219	115	102	119
110	.198	.189	.217	80	67	80
120	.199	.198	.222	215	175	215
130	.206	.207	.234	342	210	341
140	.200	.206	.231	528	211	530
150	.190	.201	.221	987	406	1011
160	.183	.186	.205	2061	810	2119
170	.193	.169	.184	2293	972	2312
180	.177	.142	.149	3443	1056	3448
190	.161	.140	.144	2196	610	2223
200	.146	.135	.140	1687	549	1711
210	.140	.135	.139	1164	353	1184
220	.141	.141	.148	832	195	847
230	.125	.124	.140	777	146	796
240	.123	.123	.149	875	117	900
250	.137	.134	.187	704	140	732
260	.134	.133	.215	598	104	640
270	.162	.153	.248	289	94	324
280	.154	.164	.238	385	136	421
290	.167	.198	.308	180	68	212
300	.156	.187	.344	255	101	287
310	.157	.194	.340	272	83	282
320	.142	.193	.275	642	293	651
330	.159	.166	.218	1671	969	1686
340	.173	.186	.208	1996	816	2006
350	.212	.241	.256	70	57	70
360	.209	.294	.369	11	10	16

Tabell 4.5

Covariansen mellom avvik langs og på tvers
 av vind retningen 30, 18 og 10 m over bakken.
 Vindretning i 10 m-nivå; $U(30m) > 6.0m/s$.

DD	COV30	COV18	COV10	N(30m)	N(18m)	N(10m)
10	-.002	-.046	-.018	30	38	37
20	-.004	-.070	-.068	20	21	24
30	-.004	-.048	-.067	31	38	44
40	-.001	-.021	-.036	72	78	104
50	.000	-.008	-.012	122	105	143
60	-.002	.000	-.004	100	95	101
70	-.005	-.000	-.000	103	92	104
80	-.001	.001	.001	158	138	164
90	.002	-.007	-.004	99	91	98
100	.000	-.002	-.001	116	103	120
110	.003	.002	.007	80	69	81
120	-.001	-.001	.001	215	188	217
130	-.003	-.003	-.000	342	228	341
140	-.001	-.001	-.001	528	320	530
150	.003	-.001	-.002	985	685	1010
160	.011	-.001	-.002	2062	1355	2119
170	.008	-.002	-.004	2294	1505	2312
180	-.005	-.001	-.002	3450	1946	3448
190	-.001	-.001	-.001	2217	1143	2225
200	.002	-.002	-.002	1707	888	1711
210	.001	-.000	-.001	1179	594	1185
220	-.001	-.001	-.002	839	429	847
230	-.002	-.001	-.001	792	334	797
240	-.001	-.001	.003	900	417	901
250	-.002	-.000	.010	730	372	732
260	.000	.000	.013	638	307	642
270	-.003	-.000	.007	321	175	325
280	-.001	.004	.016	422	216	422
290	-.002	.005	.032	208	96	212
300	-.003	.005	.024	289	143	288
310	.001	.002	.004	281	120	282
320	-.001	-.003	-.017	647	313	651
330	.002	.000	-.006	1672	976	1685
340	.000	.004	.001	1985	817	2007
350	.006	.016	.012	69	59	70
360	-.003	-.004	.015	11	14	16

Tabell 4.6

GF(1-60 s/10 min) / nivå (30, 18, 10 m over bakken)
 Vindretning i 10 m-nivå; U(10m)) 5.0m/s

DD	1/30	1/18	1/10	3/30	3/18	3/10	5/30	5/18	5/10	60/30	60/18	60/10	N30m	N18m	N10m
10	1.46	1.83	2.04	1.40	1.74	1.91	1.36	1.65	1.83	1.16	1.25	1.27	30	36	36
20	1.47	1.79	2.04	1.42	1.71	1.93	1.39	1.68	1.87	1.18	1.29	1.32	20	21	22
30	1.41	1.71	2.36	1.36	1.65	2.21	1.33	1.55	2.14	1.15	1.30	1.48	30	35	40
40	1.43	1.53	1.78	1.38	1.51	1.69	1.35	1.49	1.64	1.18	1.23	1.31	64	78	99
50	1.42	1.51	1.67	1.37	1.44	1.59	1.34	1.40	1.55	1.17	1.20	1.25	117	120	141
60	1.43	1.46	1.56	1.38	1.42	1.48	1.35	1.39	1.45	1.18	1.19	1.22	99	101	101
70	1.36	1.43	1.49	1.33	1.39	1.43	1.31	1.36	1.40	1.17	1.19	1.20	102	103	102
80	1.38	1.51	1.57	1.35	1.47	1.51	1.33	1.42	1.47	1.19	1.21	1.23	156	157	157
90	1.49	1.60	1.59	1.45	1.53	1.53	1.42	1.49	1.50	1.22	1.24	1.26	98	98	98
100	1.57	1.60	1.64	1.52	1.56	1.59	1.50	1.52	1.55	1.28	1.29	1.31	116	120	120
110	1.57	1.57	1.61	1.52	1.53	1.56	1.49	1.49	1.52	1.27	1.26	1.27	78	81	79
120	1.56	1.57	1.62	1.51	1.51	1.56	1.48	1.47	1.53	1.24	1.24	1.26	213	216	216
130	1.60	1.60	1.61	1.55	1.54	1.56	1.52	1.50	1.52	1.26	1.26	1.26	341	341	341
140	1.62	1.59	1.61	1.56	1.53	1.55	1.52	1.49	1.51	1.25	1.24	1.24	527	529	529
150	1.63	1.58	1.59	1.57	1.52	1.53	1.53	1.48	1.50	1.25	1.23	1.24	981	986	1002
160	1.65	1.55	1.56	1.59	1.50	1.51	1.55	1.46	1.47	1.24	1.22	1.22	2043	2067	2107
170	1.65	1.51	1.52	1.58	1.46	1.47	1.53	1.43	1.44	1.22	1.20	1.20	2249	2287	2299
180	1.57	1.45	1.46	1.51	1.41	1.42	1.47	1.38	1.39	1.19	1.18	1.19	3371	3442	3447
190	1.48	1.43	1.44	1.43	1.39	1.40	1.41	1.37	1.38	1.19	1.18	1.19	2147	2219	2225
200	1.42	1.41	1.43	1.38	1.38	1.39	1.36	1.35	1.37	1.18	1.18	1.19	1674	1708	1710
210	1.39	1.39	1.41	1.36	1.36	1.37	1.34	1.34	1.35	1.17	1.17	1.18	1162	1182	1185
220	1.40	1.40	1.44	1.36	1.37	1.40	1.34	1.35	1.38	1.19	1.19	1.21	833	843	847
230	1.39	1.38	1.42	1.36	1.35	1.38	1.34	1.33	1.36	1.17	1.18	1.19	782	794	798
240	1.37	1.38	1.46	1.34	1.35	1.41	1.32	1.33	1.38	1.17	1.17	1.20	898	897	901
250	1.40	1.42	1.57	1.37	1.38	1.50	1.35	1.36	1.47	1.19	1.19	1.24	727	729	732
260	1.42	1.45	1.65	1.38	1.40	1.58	1.36	1.37	1.53	1.19	1.19	1.26	634	634	642
270	1.51	1.55	1.81	1.46	1.50	1.73	1.43	1.46	1.68	1.24	1.24	1.32	321	321	325
280	1.51	1.57	1.83	1.46	1.51	1.73	1.43	1.47	1.68	1.23	1.25	1.32	422	422	422
290	1.53	1.66	1.98	1.48	1.59	1.87	1.45	1.55	1.80	1.24	1.28	1.33	208	209	213
300	1.53	1.72	2.12	1.48	1.64	1.99	1.45	1.60	1.89	1.25	1.31	1.33	289	289	287
310	1.52	1.73	1.99	1.46	1.65	1.86	1.43	1.60	1.77	1.23	1.29	1.30	281	281	282
320	1.43	1.62	1.77	1.39	1.54	1.67	1.36	1.50	1.60	1.18	1.26	1.28	642	650	646
330	1.53	1.61	1.73	1.47	1.55	1.63	1.44	1.50	1.58	1.22	1.25	1.27	1655	1677	1673
340	1.56	1.61	1.73	1.51	1.55	1.64	1.47	1.51	1.59	1.24	1.25	1.28	1958	2002	2003
350	1.62	1.70	1.75	1.56	1.62	1.67	1.53	1.57	1.62	1.26	1.27	1.28	70	70	70
360	1.56	1.81	1.85	1.49	1.71	1.74	1.45	1.67	1.65	1.23	1.24	1.25	11	14	15

Tabell 4.7

Friksjonshastigheten, U^* , bestemt ut fra nivåene 30/18 (12), 30/10 (13) og 18/10 (23).
Vindretning i 10 m-nivå; $U(30m) > 6.0m/s$

DD	u*12	u*13	u*23	N12	N13	N23
10	1.430	.987	.575	30	30	37
20	1.303	.979	.679	20	20	23
30	1.078	.939	.735	31	31	41
40	.748	.744	.721	72	72	89
50	.416	.523	.606	122	122	128
60	.277	.306	.334	97	100	102
70	.492	.381	.282	102	102	104
80	.796	.491	.222	153	153	161
90	.606	.349	.134	99	99	93
100	.258	.161	.081	115	115	114
110	.182	.130	.093	79	80	77
120	.156	.116	.092	197	203	199
130	.191	.142	.108	327	333	318
140	.227	.178	.140	508	519	519
150	.219	.185	.169	874	957	975
160	*	*	.179	*	*	2056
170	*	*	.177	*	*	2288
180	*	*	.177	*	*	3451
190	*	*	.176	*	*	2220
200	.195	.176	.168	1571	1684	1712
210	.266	.212	.165	1171	1179	1184
220	.331	.260	.204	823	841	846
230	.391	.337	.292	788	793	797
240	.429	.451	.473	896	901	901
250	.400	.629	.832	725	725	725
260	.370	.774	1.131	620	633	634
270	.404	.828	1.204	314	321	321
280	.561	.902	1.200	421	422	422
290	.892	1.075	1.230	208	208	209
300	1.136	1.258	1.364	289	289	289
310	1.172	1.213	1.250	281	281	281
320	.845	.828	.811	647	647	648
330	.494	.545	.597	1643	1672	1675
340	.313	.408	.497	1949	1995	2000
350	.428	.361	.318	68	70	69
360	1.117	.737	.376	11	11	15

* : Ingen friksjonshastighet
beregnet pga. minkning av
vindhastigheten med høyden.

Tabell 4.8

Ruhetsparameteren, z_0A , bestemt ut fra nivåene
30/18, 30/10 og 18/10
Vindretning i 10 m-nivå; $U(30m) > 6.0m/s$

DD	zo12	zo13	zo23	N12	N13	N23
10	4.812	2.123	.782	30	30	37
20	3.946	2.015	.971	20	20	23
30	2.401	1.648	1.166	31	31	41
40	.343	.233	.178	72	72	89
50	-1.000	.009	.075	122	122	128
60	-1.000	-1.000	-1.000	97	100	102
70	.017	-1.000	.025	102	102	104
80	.314	-1.000	.079	153	153	161
90	.057	-1.000	-1.000	99	99	93
100	-1.000	-1.000	.055	115	115	114
110	-1.000	-1.000	.026	79	80	77
120	.029	.006	.065	197	203	199
130	-1.000	-1.000	-1.000	327	333	318
140	.005	-1.000	-1.000	508	519	519
150	-1.000	-1.000	.008	874	957	975
160	.010	-1.000	-1.000	769	1474	2056
170	.562	.021	-1.000	30	205	2288
180	-1.000	.024	.001	5	70	3451
190	-1.000	-1.000	.001	658	1459	2220
200	.006	-1.000	.004	1571	1684	1712
210	.005	-1.000	-1.000	1171	1179	1184
220	.003	-1.000	.009	823	841	846
230	-1.000	-1.000	.008	788	793	797
240	.007	.002	-1.000	896	901	901
250	.005	.002	.060	725	725	725
260	-1.000	.018	.530	620	633	634
270	.009	.093	1.166	314	321	321
280	.004	.091	.980	421	422	422
290	.165	.728	1.329	208	208	209
300	.992	1.595	1.813	289	289	289
310	1.424	1.598	1.598	281	281	281
320	.818	.452	.508	647	647	648
330	.331	.087	.088	1643	1672	1675
340	.031	.005	.002	1949	1995	2000
350	-1.000	-1.000	-1.000	68	70	69
360	2.897	1.033	.162	11	11	15

*Beregning av z_0 ubrukbar
fordi profilet ikke er
logaritmisk

Tabell 4.9

Ruhetsparameteren, z_{0B} , bestemt av gustfaktor og gustintensitet
 Vindretning i 10 m-nivå, $U(30m) > 6.0m/s$

DD	1/30	1/18	1/10	3/30	3/18	3/10	5/30	5/18	5/10	60/30	60/18	60/10	N(30m)	N(18m)	N(10m)
10	.08	.48	.55	.05	.42	.47	.04	.31	.42	.04	.24	.22	30	36	36
20	.08	.42	.54	.07	.38	.50	.07	.40	.48	.13	.35	.27	20	21	22
30	.05	.34	.61	.04	.34	.57	.03	.17	.55	.05	.44	.56	30	35	40
40	.05	.08	.22	.04	.11	.20	.04	.12	.18	.12	.15	.25	64	78	99
50	.04	.08	.13	.04	.06	.12	.03	.04	.12	.09	.12	.15	117	120	141
60	.05	.04	.06	.04	.04	.05	.03	.04	.05	.11	.08	.09	99	101	101
70	.02	.04	.04	.02	.03	.03	.02	.03	.03	.09	.07	.07	102	103	102
80	.05	.08	.08	.05	.09	.08	.04	.07	.08	.18	.16	.13	156	157	157
90	.15	.17	.09	.15	.15	.09	.15	.14	.08	.30	.23	.16	98	98	98
100	.20	.15	.12	.19	.16	.13	.20	.15	.13	.58	.39	.28	116	120	120
110	.20	.13	.10	.20	.12	.10	.20	.12	.10	.50	.29	.17	78	81	79
120	.17	.13	.12	.20	.12	.12	.20	.10	.11	.30	.22	.16	213	216	216
130	.26	.15	.09	.24	.14	.09	.24	.13	.08	.46	.26	.15	341	341	341
140	.30	.14	.09	.27	.13	.09	.26	.12	.08	.39	.19	.11	527	529	529
150	.32	.14	.09	.30	.12	.08	.28	.11	.08	.39	.18	.12	981	986	1002
160	.36	.11	.07	.33	.10	.06	.31	.10	.06	.37	.15	.09	2043	2067	2107
170	.35	.07	.05	.29	.07	.04	.26	.06	.04	.24	.10	.06	2249	2287	2299
180	.19	.04	.02	.16	.03	.02	.15	.03	.02	.15	.07	.04	3371	3442	3447
190	.10	.03	.02	.08	.03	.02	.08	.03	.02	.14	.06	.04	2147	2219	2225
200	.05	.02	.02	.05	.02	.02	.05	.02	.02	.12	.06	.04	1674	1708	1710
210	.05	.02	.01	.04	.02	.01	.04	.02	.01	.10	.06	.04	1162	1182	1185
220	.04	.03	.03	.04	.03	.03	.04	.03	.03	.16	.11	.07	833	843	847
230	.07	.03	.03	.07	.02	.03	.07	.03	.03	.14	.09	.07	782	794	798
240	.04	.03	.03	.04	.03	.03	.04	.03	.03	.14	.09	.07	898	897	901
250	.06	.04	.07	.07	.04	.06	.07	.04	.06	.18	.11	.12	727	729	732
260	.07	.05	.12	.07	.05	.11	.07	.05	.10	.21	.14	.17	634	634	642
270	.17	.13	.26	.16	.12	.24	.16	.11	.23	.44	.27	.30	321	321	325
280	.16	.14	.28	.16	.13	.25	.16	.12	.23	.40	.26	.29	422	422	422
290	.18	.24	.46	.17	.21	.40	.17	.20	.37	.44	.37	.34	208	209	213
300	.19	.33	.56	.19	.29	.49	.19	.27	.43	.57	.52	.34	289	289	287
310	.16	.32	.48	.15	.29	.40	.14	.27	.35	.40	.43	.26	281	281	282
320	.10	.19	.23	.09	.16	.19	.09	.15	.16	.23	.30	.23	642	650	646
330	.21	.18	.19	.19	.17	.16	.18	.15	.15	.34	.28	.20	1655	1677	1673
340	.22	.18	.19	.20	.16	.16	.19	.15	.14	.38	.24	.19	1958	2002	2003
350	.41	.30	.21	.40	.27	.20	.41	.25	.19	.57	.36	.23	70	70	70
360	.25	.46	.32	.19	.39	.24	.18	.39	.19	.58	.26	.16	11	14	15

Tabell 4.10

Ruhetsparameteren, z_{0C} , bestemt av longitudinal
turbulensintensiteti nivåene 30, 18 og 10 m
Vindretning i 10 m-nivå; $U(30m) > 6.0m/s$

DD	zo30	zo18	zo10	N12	N13	N23
10	.260	.871	.548	30	33	37
20	.243	.960	.671	20	18	24
30	.145	.858	.725	31	34	45
40	.109	.709	.467	72	86	112
50	.065	.418	.221	122	127	147
60	.063	.096	.087	100	102	102
70	.061	.127	.068	102	103	104
80	.074	.134	.069	153	161	160
90	.160	.144	.073	99	99	99
100	.271	.254	.122	116	120	119
110	.205	.161	.076	80	83	82
120	.141	.091	.053	215	217	217
130	.237	.135	.079	342	342	342
140	.266	.110	.073	528	529	530
150	.309	.099	.071	989	986	1012
160	.317	.084	.059	2083	2067	2124
170	.231	.054	.036	2318	2304	2334
180	.227	.031	.020	3457	3451	3478
190	.273	.026	.019	2202	2220	2225
200	.168	.020	.014	1702	1710	1713
210	.085	.018	.013	1184	1184	1185
220	.088	.027	.023	846	844	846
230	.067	.024	.026	797	796	797
240	.049	.026	.041	900	897	901
250	.069	.038	.103	739	729	733
260	.083	.049	.153	641	633	640
270	.171	.100	.288	325	321	325
280	.142	.135	.328	422	422	422
290	.204	.263	.432	212	208	212
300	.297	.388	.447	289	289	286
310	.201	.380	.392	281	281	282
320	.131	.276	.313	648	632	647
330	.264	.235	.352	1681	1668	1682
340	.429	.290	.378	1999	2000	2006
350	.825	.660	.392	70	68	70
360	.606	.509	.424	11	10	16

Tabell 4.11

Koeffisienten i formelen : $g(t,z)=1+k(t,z)I(z)$
 6F(1-60 s/10 min) / nivå (30,18,10 m over bakken)
 Vindretning i 10 m-nivå; U(30m)) 6.0m/s

DD	1/30	1/18	1/10	3/30	3/18	3/10	5/30	5/18	5/10	60/30	60/18	60/10	N3s30m	N3s18m	N3s10m
10	2.31	2.42	2.90	1.96	2.15	2.56	1.78	1.89	2.31	.77	.69	.73	30	36	36
20	2.42	2.19	2.81	2.12	1.98	2.49	1.97	1.84	2.33	.91	.77	.87	20	21	22
30	2.33	2.15	2.57	2.07	1.96	2.29	1.91	1.75	2.13	.86	.80	.92	30	35	40
40	2.52	2.05	2.39	2.20	1.97	2.13	2.03	1.79	1.97	1.05	.83	.94	64	78	99
50	2.72	2.00	2.59	2.42	2.09	2.32	2.25	1.93	2.14	1.07	.90	.96	117	120	141
60	2.74	2.59	2.74	2.43	2.44	2.41	2.22	2.27	2.22	1.12	1.07	1.07	99	101	101
70	2.60	2.51	2.79	2.34	2.32	2.48	2.19	2.14	2.29	1.17	1.07	1.09	101	103	102
80	2.84	2.91	3.25	2.59	2.69	2.89	2.43	2.49	2.69	1.34	1.18	1.25	151	157	157
90	2.97	3.22	3.20	2.72	2.85	2.89	2.55	2.66	2.71	1.33	1.29	1.36	98	98	98
100	2.93	2.84	2.95	2.69	2.61	2.72	2.54	2.45	2.56	1.39	1.34	1.38	116	120	120
110	3.03	2.94	3.06	2.78	2.70	2.80	2.61	2.53	2.62	1.37	1.32	1.32	78	81	79
120	3.08	3.10	3.14	2.82	2.80	2.85	2.62	2.63	2.63	1.28	1.28	1.27	213	216	216
130	3.06	3.07	3.09	2.77	2.78	2.81	2.61	2.58	2.62	1.31	1.30	1.30	341	341	341
140	3.06	3.13	3.14	2.76	2.83	2.83	2.56	2.63	2.63	1.21	1.24	1.22	527	529	529
150	2.99	3.14	3.10	2.69	2.82	2.78	2.50	2.61	2.59	1.15	1.23	1.21	981	986	1002
160	3.05	3.11	3.11	2.75	2.80	2.81	2.56	2.61	2.61	1.12	1.21	1.19	2042	2067	2107
170	3.31	3.14	3.13	2.92	2.83	2.82	2.67	2.63	2.63	1.08	1.20	1.19	2249	2287	2299
180	3.09	3.04	3.05	2.75	2.74	2.76	2.53	2.55	2.57	1.04	1.21	1.20	3371	3442	3447
190	2.72	3.01	3.03	2.44	2.74	2.76	2.28	2.57	2.58	1.08	1.25	1.25	2147	2219	2225
200	2.75	3.03	3.02	2.50	2.75	2.76	2.34	2.57	2.59	1.17	1.28	1.28	1674	1708	1710
210	2.82	3.02	3.00	2.56	2.74	2.74	2.39	2.57	2.57	1.18	1.29	1.28	1162	1182	1185
220	2.78	2.96	2.97	2.54	2.72	2.71	2.39	2.56	2.55	1.27	1.36	1.34	833	843	847
230	2.92	2.96	2.89	2.68	2.71	2.59	2.52	2.55	2.43	1.28	1.35	1.28	782	794	798
240	3.02	3.08	2.83	2.75	2.80	2.50	2.57	2.62	2.33	1.32	1.35	1.20	898	897	901
250	2.96	3.05	2.70	2.70	2.75	2.37	2.54	2.57	2.20	1.33	1.34	1.10	727	729	732
260	3.02	3.11	2.78	2.73	2.78	2.44	2.55	2.59	2.26	1.29	1.30	1.08	634	634	642
270	3.01	3.16	2.89	2.71	2.83	2.59	2.54	2.63	2.41	1.35	1.34	1.12	321	321	325
280	2.96	2.94	2.83	2.67	2.62	2.51	2.49	2.43	2.32	1.33	1.25	1.07	422	422	422
290	2.94	2.87	3.04	2.65	2.54	2.68	2.46	2.36	2.46	1.28	1.16	1.01	208	209	213
300	2.79	2.83	3.46	2.52	2.51	3.04	2.35	2.32	2.75	1.28	1.18	.98	289	289	287
310	2.84	2.83	3.21	2.54	2.51	2.78	2.34	2.33	2.50	1.23	1.13	.95	281	281	282
320	2.87	2.65	2.67	2.53	2.33	2.31	2.31	2.14	2.08	1.14	1.09	.94	642	635	646
330	2.83	2.77	2.45	2.52	2.46	2.13	2.32	2.28	1.96	1.15	1.11	.91	1655	1673	1673
340	2.64	2.69	2.40	2.37	2.40	2.11	2.20	2.23	1.94	1.09	1.07	.90	1958	2002	2003
350	2.30	2.33	2.46	2.07	2.07	2.21	1.94	1.89	2.04	.95	.89	.90	70	70	70
360	2.28	2.30	2.75	1.96	2.03	2.41	1.81	1.66	2.13	.87	.67	.84	11	14	15

Tabell 4.12 - 4.20:

Første record : 23/10 - 1987 kl. 010
Siste record : 30/ 4 - 1990 kl.2350
Antall rec. : 93374 (72% av tiden)

Vindretning i 10 m-nivå.

Tabell 4.12.

Antall observasjoner av 10 min. middelvind i 30 m's nivå for hver
10. grad retningssektor, fordelt i intervaller på 3 m/s.
Stasjon: Askøy, Storebuneset, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)

DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	Umid
10	573	200	30	0	0	0	0	2.47
20	460	188	21	0	0	0	0	2.49
30	404	252	36	0	0	0	0	2.81
40	565	342	93	2	0	0	0	3.04
50	803	459	125	17	1	0	0	3.16
60	1540	478	72	20	8	0	0	2.60
70	2261	487	78	24	1	0	0	2.34
80	1641	325	120	37	1	0	0	2.45
90	1000	183	87	11	2	0	0	2.32
100	566	157	108	8	0	0	0	2.76
110	427	177	74	6	0	0	0	2.81
120	336	290	184	30	1	0	0	4.02
130	358	460	240	87	17	0	0	4.67
140	433	1159	468	61	4	0	0	4.73
150	472	1810	864	146	5	0	0	5.11
160	747	2404	1669	421	31	0	0	5.54
170	933	2729	1903	415	18	0	0	5.43
180	993	2161	2305	995	176	10	1	6.22
190	941	1606	1360	744	102	18	0	5.94
200	847	1100	915	585	183	30	2	6.04
210	687	833	603	401	122	57	3	5.94
220	630	580	468	247	92	38	2	5.61
230	554	582	449	241	57	27	24	5.64
240	514	585	497	245	100	53	9	6.00
250	564	437	473	183	61	23	0	5.39
260	564	410	387	173	67	16	0	5.24
270	610	381	247	59	20	0	0	3.99
280	767	482	275	105	38	5	0	4.19
290	597	470	127	68	16	2	1	3.73
300	500	459	160	96	32	3	0	4.25
310	666	594	182	75	21	3	1	3.85
320	994	1630	596	48	7	0	0	4.17
330	1737	2417	1325	330	24	7	0	4.62
340	2554	3084	1703	283	21	2	0	4.38
350	4903	667	69	1	0	0	0	1.23
360	779	332	12	0	0	0	0	2.49

Tabell 4.13.

Antall observasjoner av 10 min. middelvind i 18 m's nivå for hver 10. grad retningssektor, fordelt i intervaller på 3 m/s.
Stasjon: Askøy, Storebuneset, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 2 (18m)								Umid
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	
10	631	114	0	0	0	0	0	1.94
20	513	116	0	0	0	0	0	1.97
30	457	191	2	0	0	0	0	2.27
40	594	305	38	0	0	0	0	2.60
50	828	375	84	12	0	0	0	2.81
60	1590	357	61	21	4	0	0	2.41
70	2313	383	63	19	0	0	0	2.20
80	1658	303	90	12	0	0	0	2.24
90	1010	173	65	6	0	0	0	2.17
100	571	160	96	6	0	0	0	2.65
110	425	176	69	3	0	0	0	2.76
120	341	282	177	26	1	0	0	3.96
130	380	434	231	83	11	0	0	4.56
140	471	1170	420	48	2	0	0	4.54
150	560	1833	706	131	5	0	0	4.91
160	776	2328	1575	458	39	1	0	5.57
170	816	2407	1971	638	60	5	0	5.87
180	854	1879	2125	1361	318	31	0	6.83
190	880	1575	1349	796	119	19	0	6.08
200	810	1141	931	563	160	18	1	5.98
210	673	858	622	375	97	53	0	5.82
220	628	598	486	225	71	32	0	5.45
230	551	640	443	201	50	30	11	5.44
240	509	660	470	224	98	28	3	5.76
250	578	487	437	159	53	12	0	5.14
260	576	452	363	143	56	10	0	5.01
270	637	394	215	50	13	0	0	3.81
280	772	523	267	84	20	1	0	3.97
290	679	432	112	46	4	1	0	3.32
300	610	436	135	56	9	0	0	3.62
310	806	551	119	49	5	1	0	3.27
320	1256	1674	307	19	0	0	0	3.60
330	1931	2512	1061	248	14	5	0	4.30
340	2806	2990	1554	194	11	2	0	4.18
350	4960	540	40	0	0	0	0	1.18
360	855	197	4	0	0	0	0	2.08

Tabell 4.14.

Antall observasjoner av 10 min. middelvind i 10 m's nivå for hver 10. grad retningssektor, fordelt i intervaller på 3 m/s.
Stasjon: Askøy, Storebuneset, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 3 (10m)								
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	Umid
10	743	68	0	0	0	0	0	1.43
20	615	56	0	0	0	0	0	1.43
30	603	98	0	0	0	0	0	1.68
40	728	277	13	0	0	0	0	2.05
50	984	355	69	3	0	0	0	2.34
60	1730	315	55	18	2	0	0	2.05
70	2489	293	57	12	0	0	0	1.87
80	1771	270	83	7	0	0	0	1.93
90	1050	166	61	5	0	0	0	1.87
100	586	160	91	5	0	0	0	2.38
110	446	167	69	5	0	0	0	2.56
120	363	279	174	26	1	0	0	3.81
130	412	434	219	84	13	0	0	4.42
140	562	1150	375	41	1	0	0	4.29
150	719	1820	651	105	4	0	0	4.64
160	993	2375	1500	393	23	1	0	5.29
170	979	2515	1912	549	45	3	0	5.59
180	987	1941	2178	1250	268	18	0	6.56
190	998	1597	1338	726	103	12	0	5.82
200	939	1126	930	514	140	15	0	5.70
210	750	851	618	357	88	44	0	5.55
220	679	607	475	206	63	27	0	5.14
230	621	636	434	166	45	31	2	5.05
240	592	695	417	205	81	13	0	5.19
250	685	562	359	101	29	0	0	4.29
260	710	538	268	85	17	0	0	3.92
270	806	389	101	21	0	0	0	2.80
280	1010	469	155	37	1	0	0	2.96
290	863	331	80	7	1	0	0	2.50
300	803	338	102	7	0	0	0	2.67
310	1059	403	76	5	0	0	0	2.43
320	1729	1464	83	2	0	0	0	2.88
330	2384	2544	798	109	9	1	0	3.71
340	3406	2959	1200	84	3	1	0	3.67
350	5190	420	28	0	0	0	0	.76
360	998	127	2	0	0	0	0	1.63

Tabell 4.15.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, 21.10.87 - 30.04.90. Totalfrekvenser for perioden.

Nivå nr. 1 (30m)								SUM
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	
360	6.7	1.3	.09					8.1
30	1.5	.8	.2	.00				2.5
60	4.9	1.5	.3	.07	.01			6.8
90	3.4	.7	.3	.05	.00			4.5
120	1.2	1.0	.5	.1	.02			2.9
150	1.8	5.8	3.2	.7	.05			11.4
180	3.1	7.0	6.0	2.3	.3	.03	.00	18.6
210	2.3	2.7	2.1	1.3	.4	.1	.01	9.0
240	1.7	1.7	1.5	.7	.2	.1	.04	6.1
270	2.1	1.4	1.0	.4	.1	.02		4.9
300	1.9	1.6	.5	.3	.05	.01	.00	4.3
330	5.7	7.6	3.9	.7	.05	.01		17.9
STILLE	2.9							2.9
SUM	39.2	33.1	19.6	6.6	1.2	.3	.05	

Tabell 4.16.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, i høstmånedene september - november, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)								SUM
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	
360	10.1	1.6	.16					11.8
30	2.0	.5	.14					2.6
60	7.0	.9	.06					8.0
90	4.9	.6	.10	.01				5.6
120	1.6	1.2	.7	.15				3.7
150	2.6	9.5	3.2	.2	.01			15.4
180	3.7	7.0	4.7	.8	.12	.02		16.4
210	2.3	2.5	2.1	1.0	.14	.08	.01	8.1
240	1.5	1.3	1.6	.5	.09			4.9
270	1.6	1.6	1.1	.2	.03			4.6
300	1.5	1.1	.4	.14	.02			3.2
330	5.6	7.2	2.0	.2	.01			15.0
STILLE	.6							.6
SUM	44.9	35.0	16.3	3.2	.4	.1	.01	

Tabell 4.17.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, i vintermånedene desember - februar, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)

DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	5.6	1.5	.13					7.3
30	1.4	1.1	.3	.00				2.8
60	4.9	1.9	.6	.2	.04			7.8
90	2.7	.7	.8	.15	.01			4.3
120	.9	1.0	.9	.2	.03			3.1
150	1.4	7.0	5.8	1.7	.14			15.9
180	3.0	7.9	7.7	5.0	.9	.09		24.7
210	1.9	2.1	2.6	2.2	1.0	.4	.02	10.3
240	1.2	1.5	2.2	1.5	.4	.2	.13	7.1
270	1.0	1.1	1.6	.8	.3	.04		4.8
300	1.0	.8	.7	.7	.17	.00	.00	3.2
330	2.4	2.4	1.9	.9	.14	.04		7.8
STILLE	.9							.9
SUM	28.3	29.1	25.1	13.4	3.1	.8	.2	

Tabell 4.18.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, i vårmånedene, mars - mai, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)

DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	4.9	1.6	.16					6.7
30	1.6	1.0	.16	.00				2.8
60	4.3	2.0	.4	.01				6.6
90	3.6	1.2	.2	.01				5.0
120	1.3	1.1	.5	.12	.04			3.0
150	1.7	3.6	2.7	.6	.02			8.6
180	2.7	7.3	6.9	2.3	.2	.01	.00	19.5
210	2.4	2.8	1.6	.8	.3	.04		8.0
240	1.9	1.7	1.5	.7	.4	.2	.01	6.4
270	2.2	1.1	.8	.4	.2	.02		4.7
300	2.1	1.7	.6	.2	.09	.02	.00	4.8
330	5.0	6.7	4.2	.7	.02			16.7
STILLE	7.2							7.2
SUM	40.9	32.0	19.7	5.8	1.3	.3	.01	

Tabell 4.19.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, i sommermånedene, juni - august, 21.10.87 - 30.04.90.

Nivå nr. 1 (30m)								
DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
360	7.5	.5	.03					8.0
30	1.3	.6	.07					2.0
60	4.2	1.0	.08					5.3
90	3.0	.2	.15	.07				3.4
120	1.1	.6	.15	.06				1.9
150	1.7	4.5	1.4	.15	.00			7.7
180	3.1	5.5	4.0	.7	.00			13.3
210	2.7	3.2	2.3	1.2	.2			9.7
240	2.3	2.2	.9	.12	.01			5.5
270	3.4	1.8	.4	.04	.01			5.6
300	2.7	2.7	.3	.02				5.7
330	9.6	14.1	6.7	.8	.05			31.4
STILLE	.5							.5
SUM	43.1	36.9	16.5	3.2	.3			

Tabell 4.20.

Prosentvis frekvensfordeling av vind på Askøy, Storebuneset, 21.10.87 - 30.04.90 (S), sammenholdt med beregnet vind for samme sted ut fra målinger på Hellisøy, 1961 - 75 (H).

Nivå nr. 1 (30m)									
	DD	0-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	12-15m/s	15-18m/s	>18m/s	SUM
	360	S 6.7	1.3	.09					8.1
		H 4.1	4.4	1.7	.1	.00			10.3
	20-130	S 11.0	4.1	1.3	.2	.03			16.7
		H 11.4	4.9	1.9	.5	.1	.00	.00	18.8
	150	S 1.8	5.8	3.2	.7	.05			11.4
		H 5.1	6.9	2.8	.7	.1			15.5
	180	S 3.1	7.0	6.0	2.3	.3	.03	.00	18.6
		H 4.5	7.2	3.7	.9	.1	.00	.00	16.4
	210	S 2.3	2.7	2.1	1.3	.4	.1	.01	9.0
		H 1.6	2.8	1.7	1.2	.2	.00		7.5
	240	S 1.7	1.7	1.5	.7	.2	.1	.04	6.1
		H 1.8	2.6	1.3	.8	.3	.1	.00	6.9
	270	S 2.1	1.4	1.0	.4	.1	.02		4.9
		H 1.5	1.6	.8	.4	.2	.1	.00	4.6
	90-340	S 7.6	9.2	4.4	1.0	.1	.02	.00	22.2
		H 4.9	5.3	3.0	1.0	.2	.1	.00	14.5
	STILLE	S 2.8							2.8
		H 5.5							5.5
	SUM	S 39.1	33.2	19.6	6.6	1.2	.3	.05	
		H 40.4	35.7	16.9	5.6	1.1	.3	.1	
	R 17/89	41	35	18	5	.9	.2	.05	

DN

APPENDIKS 1

T

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

12/88 KLIMA

DATO

20.05.1988

TITTEL

ASKØY BRO
VINDMÅLINGER PÅ STOREBUNESSET 01.12.87 - 29.02.88

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

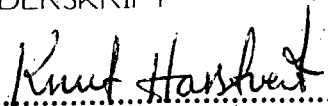
OPPDRAKSGIVER

STATENS VEGVESEN HORDALAND
VEGDIREKTORATET - BRUAVDELINGEN
OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

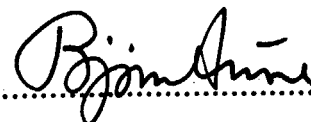
Denne rapport benytter data fra Storebuneset, Askøy innsamlet i tiden 01.12.87 - 29.02.88. Det måles middelvind, gustfaktorer og turbulensparametre i tre nivåer, 10, 18 og 30 m mastehøyde (44 m over fjorden). Det er sannsynliggjort at vinden som blåser langs fjorden mot den planlagte Askøybroen kan finnes ved målinger i 30 m's mastehøyde på Storebuneset. Profiler av middelvind, kastfaktorer og turbulensintensiteter er bestemt ut fra turbulenskaraktistika målt i 30 m. Vinden i 10 og 18 m mastehøyde er påvirket av selve neset.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune

FAGSJEF

INNHOLDFORTEGNELSE

	side
1. INNLEDNING	1
2. STED OG TOPGRAFI.....	2
3. DATAINNSAMLING.....	3
3.1 Stasjonsbeskrivelse.....	3
3.2 Måleprossedyre.....	4
3.3 Datalagringsform.....	4
3.4 Datakvalitet.....	4
4. RESULTATER OG TOLKNING AV DATA.....	5
4.1 Middelvind, 30m på Storebuneset.....	5
4.2 Vindprofilmetoden.....	6
4.3 Turbulensmetoden og Gustfaktormetoden.....	12
4.4 Sammenligning Storebuneset (62 m) - brobane..	16

REFERANSELISTE

APPENDIX 1a - 1b

APPENDIX 2

APPENDIX 3

1. INNLEDNING

DNMI er engasjert av Vegdirektoratet for å gjennomføre et vindmåleprogram i forbindelse med den planlagte bygging av Askøy bro. Denne broen skal forbinde Askøy med Bergen kommune. Broen er prosjektert som en hengebro over Byfjorden, mellom Storeklubben på Askøy og Brøstaneset i gamle Laksevåg kommune i Bergen. Broen får et spenn på 870 m og en fri seilingshøyde på 62 m. Byggingen skal starte i 1989.

Dimensjoneringen av broen forutsetter kjennskap til aktuelle vindlaster, slik som ekstremverdier av middelvind og vindkast, samt turbulensforhold.

Vindmålingene var planlagt oppstartet i månedsskiftet august /september 1987, men på grunn av leveringsvansker med sensorer og mast kom man ikke i gang før 20. oktober.

Prosjektet løper parallellt med et annet prosjekt, vindmålinger på Skien FM/TV sender, Vealøs. Disse prosjekter har nær identisk måleprosedyre. Det har vist seg å være en del mer arbeid enn antatt å få dataene fra disse prosjektene brukbart tilrettelagt for statistisk bearbeidelse. Vi har prioritert en slik tilretteleggelse framfor å skrive mer eller mindre innholdsløse statusrapporter, men beklager at rapporteringen er en del forsinket i forhold til opprinnelig tidsplan. Rutinen for datatilrettelegging blir for øvrig stadig forbedret.

Denne rapport tar for seg data fra vinteren 1987/88. Perioden 1.12 - 29.02 er valgt fordi vi da har en veldefinert sesong å arbeide med. Perioden før 1.12.87 inneholdt for øvrig færre vindepisoder. Data fra denne perioden blir bearbeidet senere.

De ferdige tilrettelagte grunnlagsdata blir ikke presentert her. Det ville blitt en svært tykk og lite hensiktsmessig datarapport. Interesserte samarbeidspartnere kan få kopier av slike data lagret på disketter hvis dette er ønskelig.

2. STED OG TOPOGRAFI

Området ligger på Bergenshalvøya i Hordaland kommune. Indre del av denne halvøya er karakterisert ved fjorder, fjell og daler. Fjellene når opp i 900 meters høyde og kan til dels være ganske bratte. Ytre del av halvøya (inkludert øyene utenfor) består av fjorder, lavere fjell med topper opp i 200 - 400 m o.h., men også en del flattere områder.

Sørvestre del av Byfjorden løper SW - NE fra øya Sotra i vest og inn i et noe større fjordbasseng i nordøst. Fjorden har en samlet lengde i denne retning på 8 - 10 km. Sotra består av et noe steinete og skogløst landskap med fjelltopper opp i 100 - 300 m o.h.

På nordøstsiden er det et mer skogkledt fjellandskap med topper opp i 400 - 600 m o.h..

Mellom Askøy og gamle Laksevåg er fjorden ca. 1 km bred. På nordsiden ligger Askøy, en frodig og småkuppert øy. Vegetasjonen består av blandingsskog. En stor del av sørlige delen ligger over 100 m o.h., særlig på sørøstsiden hvor vi finner to topper på over 200 m.

Mot nordvest ser vi av kartet at Hjeltefjorden sees som en kanal utover. Imidlertid skjærer en del av sørsørvestre siden av Askøy noe for denne kanalen.

På sørsiden av fjorden er landskapet "to-delt" med delelinje fra Brøstaneset over Bjørndalspollen og sørover. Mot sørsørvest er det et flatt og frodig landskap (blandingsskog) som stort sett ligger under 100 meters nivået. Mot sørsørøst finner vi et fjellområde (Lyderhorn/ Damsgårdsfjellet /Løvstakken) med topper på 300 - 500 m. På østsiden av disse løper Bergensdalen som mot Byfjorden munner ut i Bergen sentrum.

Selve Askøybroen er planlagt fra Brøstaneset på Laksevågsiden mot Storeklubben vest for Kleppestø på Askøysiden. Kjøreretningen blir da $145 - 325^{\circ}$. Brospenet blir 870 m langt og fri seilingshøyde blir 62 m.

Vindmålermasten er plassert på Storebuneset, et småknudrete nes 700 m sørvest for nordre brohode (Storeklubben) og 1100 m vest for midtre bropunkt. Storebuneset og midtre bropunkt har noenlunde lik eksponering for vind langs fjorden i hhv. $070 - 090^{\circ}$ og $220 - 240^{\circ}$. Ved sør og sørsørvest ligger Storebuneset noe mer eksponert for vind inn over fjorden enn broen, mens ved nordøstlig vind ($020 - 060^{\circ}$) er brospennet

noe mer eksponert enn Storebuneset.

Ved vestsørvestlig vind vil Storebuneset være svakt skjermet fra Askøysiden, mens denne skjermingen faller mer vekk ved midtre bropunkt. Ved dreining mot vest blir forholdene mer like, mens det ved nordvest vind er mest skjerming ved broområdet.

Selve Storebuneset er et krokformet nes med utstrekning på 100 - 200 m. Bredden på neset er bare ca. 50 m. Lengdeaksen på neset dreier fra sørvest til nordvest. På øst, sør og vestsiden er det lange fjordflater. På nordsiden inne i "krokøyet" er det en vik, Kupa. Mot nordvest finner vi ellers en noe større vik, Marikoven. Ellers dekker Askøysiden neset mot nordvest, nord og nordnordøst.

Storebuneset er et knudrete nes med bratte skrenter og høyder på 10 - 20 m. Vindmålermasten står på søndre del av neset. Mastefundamentets høyde over fjorden er 14 m. Lengdeaksen på neset er her 060° - 240° . 30 - 50 m vest for masten finnes sporadiske 8 - 10 m høye furutrær som da rager 20 - 25 m over fjorden, dvs. i samme nivå som nederste sensor på masten. Mot vest til nordvest (270° - 310°) er det 150 m fra masten til sjøkanten. Her når kollene opp mot 20 m og 5 - 10 m høye busker er spredt ujamnt utover. Mot nordøst løper neset innover Askøy, som da dekker sektoren 350° - 060° . 100 m fra masten i retning 020° er høydene oppe i 30 m o.h..

Det er meget kort vei til fjorden (≤ 50 m) i sektor 070° - 260° . Mot nordnordvest (320° - 340°) er det kort vei over til vika Kuba som da danner en kanal i terrenget.

3. DATAINNSAMLING

3.1. Stasjonsbeskrivelse

Det måles i tre nivåer i en 30 m høy fagverksmast. Målenivåene er 10, 18 og 30 m mastehøyde. I hvert av disse tre nivåene er det plassert et Vaisala skålkorsanemometer for måling av vindhastighet og en Friedrichs vindfløy for måling av vindretning. Dessuten er det i 10 og 25 m plassert en temperatursensor. Alle sensorer er laboratoriekalibrert og kalibreringskurver er innlagt på feltstasjonen. Derved kommer de meteorologiske parametrene ut i klartekst. Detaljert stasjonsbeskrivelse finnes i (1), denne er i sin helhet gitt som Appendix 3.

3.2. Måleprosedyre

Alle sensorer avses med en frekvens på 1 Hz. Etter 10 minutter beregnes i alt 27 vindparametre (9 fra hvert nivå) og to temperaturparametre (midlere 10 min lufttemperatur i 2 nivåer). Vindparametrene er som følger: 10 min middelvindhastighet, $u = u(10\text{min})$, vektormidlet vindretning, $\theta = \theta(10\text{min})$, longitudinal, I_u og transversal, I_v turbulensintensitet, og gustfaktorene $GF(\tau)$ med $\tau = 1, 3, 5$ og 60 s. $GF(\tau)$ er definert som høyeste glidende middel over τ sekunder, $u(\max, \tau)$ dividert på $u(10\text{min})$. $GF(1\text{s})$ er da høyeste målte sekundverdi dividert på $u(10\text{min})$. Turbulensintensiteten er definert som standardavviket σ , langs (longitudinal), σ_u , eller på tvers (transversal), σ_v , av midlere vindretning, dividert på $u(10\text{min})$. En mer detaljert oversikt med definisjoner av parametrene er gitt i (1), se Appendix 3.

Data for de siste 128 10-minutters periodene (ca. 21 timer) er alltid lagret på stasjonen. Disse ringes automatisk 2 ganger pr. døgn inn til mottagersentralen på Blindern. For øvrig kan man manuelt ringe opp når man måtte ønske det. I prinsippet kan enhver interessent med en modemoppkoblet PC få oversendt EDAS' hovedstasjonsprogram og ringe opp stasjonen.

3.3. Datalagringsform.

Data fra mottager-PC overføres ved overførings og omstrukturingsprogrammer til en ND-100 maskin. Data lagres i tidsmerkede linjer som hver inneholder verdier for de 29 parametrene. En slik linje dekker 10 minutter og opptar 200 plasser. Dataene er lagret i datafiler som hver dekker en halv måned. En slik datafil inneholder da noe over 2000 linjer.

3.4. Datakvalitet.

Datastrømmen fra Askøy har meget høy kvalitet. Noen få feil og mangler har det imidlertid vært. Sporadiske høye slengerverdier kan forekomme ved tordenværsituasjoner. Slike feil er lette å avsløre fordi vi har gode referanser ved målinger i 3 nivåer. Et særlig sterkt tordenvær over Askøy den 10. januar 1988 førte til at hele utstyret ble satt ut av funksjon i 17 dager. Det viste seg at i tillegg til feil ved telefonforbindelsen og sprengte sikringer, var det

ødelagt tidskort i mikroprosessoren. Alle vindsensorer klarte seg uten feil, mens det oppsto en mindre feil på en av temperatursensorene. Trolig er dette en forskyvning av kalibreringskurven. Dette er ikke nøyaktig undersøkt på grunn av prioritering av annet arbeid.

Foruten det som er nevnt over er det av ulike årsaker perioder med manglende data. Dette skyldes svikt ved strømtilførsel, telefonforbindelse, mottagerenhet. Det krever høy påpasselighet for å få med 100 % av dataene. Men goddtar en at noen få % går tapt av og til, vil utstyrets automatiske innsamling med et kort ettersyn hver arbeidsdag være tilstrekkelig. Aktsomheten er selvsagt skjerpet i perioder med sterk vind. I perioden 1.12.87 - 29.2.88 har regulariteten vært 80 %. Utenom følgene av det sterke tordenværet 10.1 var regulariteten 98 %.

4. RESULTATER OG TOLKNING AV DATA.

Grunnlagsdata foreligger nå på datafiler der ialt 29 parametre for hvert 10. minutt er tidsmerket og lagret som en fortløpende tidsserie.

Det er laget statistikkprogrammer beregnet på overnevnte tidsserie. En del del av den utkjørte statistikk er gjengitt i Appendix 2. Resultater som er nødvendig for å kunne gi middelvind, vindkast og turbulensverdier for broen er tatt med i kap. 4. Data fra Appendix 2 viser at det er liten variasjon i de forskjellige gust og turbulensparametre innenfor 10^0 - sektorer med vindhastigheten, når denne er over 3 m/s. Ved dannelse av statistikk av relevante retningsfordelte midler er derfor alle tilfelle med 10 min. middelvind over 3.00 m/s i 30 m's mastehøyde tatt med.

4.1. Middelvind, 30m på Storebuneset.

Vi skal senere se at resultatene fra 10 og 18 m over grunnnivå (mastefot) er forholdsvis mye influert av lokale forhold på Storebuneset. Vi konsentrerer oss derfor om målingene i mastetopp (30 m over mastefot).

I tabell 4.1 er vindhastigheten i 30 m mastenivå (44m over fjorden) fordelt på retning (hver 10. grad). Antallet i hvert retningsintervall er fordelt på vindhastighet, i grupper på 1 m/s. Tabellen viser at den sterkeste vinden har blåst inn fjorden i en sektor $190 - 220^0$.

Den hyppigste vindretningen er imidlertid vind omkring 150° - 170° . Dette er kystparallel vind som er noe friksjonsdreiet og dessuten ført utover forbi fjellgruppen Damsgårdsfjellet/Løvstakken/Lyderhorn. Denne smale sektor har hele 24% av alle observasjonene. Der er registrert opp mot 15 m/s i denne sektor.

Det finnes et lokalt hyppighetsmaksimum ved 070° . Dette er vind som blåser ut fjorden. Vi ser imidlertid at det er en del tilfelle med sterk vind ved 050° . Dette virker underlig fordi vind ved 050° blåser langs fjordbredden og skulle være redusert som følge av friksjon, i forhold til vind ved 070° . Forklaringen finnes ved å se på lokalkartet. Vind ved 040° - 060° blåser over og rundt en rygg 50 m oppstrøms vindmåleren. Dette forsterker vinden og lager et lokalt hastighetsmaksimum som ikke er representativt for fjorden. Trbulens- og gustfaktor-data (Tabell 4.4 og 4.5) viser at ved dreining fra 070 til 060 mot 050° øker først gustfaktoren (og turbulensintensiteten) for deretter å avta, mens en jevn økning ved dreining mot landforstyrret vindretning var ventet. Mønsteret stemmer imidlertid med antagelsen om at middelvinden er lokalt forsterket ved 050° .

Det har forekommet en del vind omkring 090° - 140° . Dette er en svært hyppig sektor regionalt sett, og det blåser fortsatt en del slik vind mot målestedet til tross for at fjellene (nevnt over) virker skjermende.

Det blåser sjeldnest og svakest omkring 010° - 020° , Vinden kommer her over de høyeste delene av Askøy mot måleren.

Vind i sektor 320° - 350° har vært noe hyppigere enn vestlig vind (230° - 300°). Det markante lokalmaksimumet ved 330° - 340° skyldes trolig føring gjennom viken nordvest for måleren.

4.2. Vindprofilmetoden.

Vi hadde på forhånd store forventninger til vindprofilmetoden. Vi tenkte oss da at veldefinerte logaritmiske eller eksponentielle vindprofiler skulle kunne settes opp opp på grunnlag av målinger i 3 nivåer. Det ville da være kurant å forlenge disse profiler til brobanenivå.

Tabell 4.2.

Forholdet mellom vindhastigheten i nivåene
30/18, 30/10 og 18/10
Vindretning i 30 m-nivå

DD	VF12	VF13	VF23	N
10	1.201	1.306	1.087	29
20	1.310	1.485	1.131	30
30	1.377	1.723	1.252	114
40	1.186	1.475	1.240	237
50	1.072	1.233	1.149	137
60	1.055	1.141	1.080	142
70	1.100	1.179	1.071	137
80	1.124	1.162	1.033	87
90	1.068	1.091	1.021	73
100	1.037	1.059	1.020	114
110	1.027	1.048	1.021	58
120	1.023	1.043	1.019	139
130	1.038	1.069	1.030	162
140	1.047	1.087	1.038	372
150	1.013	1.055	1.041	774
160	0.938	0.976	1.041	1030
170	0.910	0.940	1.033	518
180	0.963	0.991	1.030	280
190	1.025	1.056	1.029	173
200	1.034	1.061	1.026	116
210	1.042	1.071	1.028	121
220	1.059	1.105	1.044	105
230	1.063	1.150	1.081	82
240	1.072	1.241	1.158	89
250	1.059	1.317	1.243	76
260	1.084	1.365	1.259	55
270	1.126	1.414	1.254	46
280	1.164	1.549	1.330	57
290	1.176	1.588	1.351	53
300	1.147	1.440	1.256	53
310	1.090	1.255	1.151	54
320	1.070	1.212	1.132	108
330	1.060	1.173	1.106	192
340	1.067	1.148	1.075	185
350	1.120	1.242	1.106	70
360	1.139	1.254	1.100	52

Tabell 4.3.

Eksponent i potensformelen ved bruk av nivåene
30/18, 30/10 og 18/10
Vindretning i 30 m-nivå

DD	n12	n13	n23	N
10	0.573	0.437	0.287	29
20	0.840	0.640	0.420	30
30	0.996	0.889	0.771	114
40	0.529	0.629	0.740	237
50	0.215	0.340	0.478	137
60	0.166	0.214	0.266	142
70	0.296	0.207	0.236	137
80	0.364	0.245	0.113	87
90	0.206	0.143	0.073	73
100	0.114	0.093	0.069	114
110	0.082	0.077	0.071	58
120	0.072	0.070	0.066	139
130	0.116	0.109	0.102	162
140	0.143	0.135	0.127	372
150	0.038	0.086	0.138	774
160	-0.204	-0.042	0.137	1030
170	-0.300	-0.104	0.113	518
180	-0.123	-0.016	0.101	280
190	0.076	0.088	0.101	173
200	0.105	0.098	0.090	116
210	0.128	0.112	0.095	121
220	0.179	0.165	0.149	105
230	0.192	0.229	0.270	82
240	0.213	0.353	0.507	89
250	0.181	0.453	0.754	76
260	0.252	0.512	0.800	55
270	0.363	0.564	0.786	46
280	0.477	0.720	0.989	57
290	0.507	0.761	1.043	53
300	0.429	0.599	0.787	53
310	0.268	0.371	0.484	54
320	0.212	0.315	0.429	108
330	0.182	0.260	0.347	192
340	0.202	0.225	0.251	185
350	0.348	0.347	0.345	70
360	0.405	0.369	0.329	52

Tabell 4.2 og 4.3 illustrerer de målte profilene. Tabell 4.2 viser forholdstallene mellom vindhastigheten i 2 og 2 nivåer, mens tabell 4.3 viser eksponenten, n i den eksponentielle vindlov,

$$u_2/u_1 = (z_2/z_1)^n \quad (4.1)$$

for vind fra fjorden inn mot Storebuneset (sektor 070 - 260°). Ved slike vindretninger vil nivåene z være målehøyden over grunnivå + høyden av kollen (14m), dvs. at de aktuelle høyder er 44, 32 og 24 m.

Over fritt hav er $n = 0.10 - 0.12$. I en fjord med en del turbulens fra sidene er forventet n noe høyere, 0.12 - 0.16, ved vind langs fjorden. Tabellene viser at vindprofilene varierer svært mye med vindretningen, og at den teoretiske forventning ikke holder. I sektor 160 - 180° avtar faktisk vindhastigheten fra 18 til 30 m over kollen. Dette viser at lokal forstyrrelse fra selve Storebuneset når høyere opp enn det som var forventet. Vindhastigheten i bronivå kan derfor ikke estimeres ved forlengelse av målte profiler på Storebuneset.

Vi bør her merke oss at det er essensielt å måle tilstrekkelig høyt over en kolle for å gå klar av kollens lokale forstyrrelser. Da det er helt vanlig å plassere vindmålere på småøyer og skjær, vil slike feilkilder være hyppige. Da den lokal forsterkning varierer svært mye med den lokale topografi, og således som Askøydatabene viser, med vindretningen, kan dette by på store tolkningsproblemer.

4.3. Turbulensmetoden og Gustfaktormetoden.

Dersom vinden i mastetopp (30m; 44 m over fjorden) kan sies å være uforstyrret av Storebuneset (sektor 070 - 260°), vil middelvind, turbulensintensiteter og gustfaktorer være representative for forholdene ute i fjorden, 44 m over fjordoverflaten. Vi godtar foreløpig denne antagelse i det de resultatene vi får senere skal være med på å evaluere den.

Tabell 4.4.

Longitudinal turbulensintensitet i nivåene 30, 18 og 10 m over bakken
Vindretning i 30 m-nivå

Transversal turbulensintensitet i nivåene 30, 18 og 10 m over bakken
Vindretning i 30 m-nivå

DD	Iu30	Iu18	Iu10	N
10	0.251	0.274	0.288	29
20	0.214	0.268	0.288	30
30	0.206	0.328	0.369	114
40	0.182	0.269	0.355	237
50	0.150	0.179	0.245	137
60	0.163	0.179	0.209	142
70	0.139	0.161	0.177	137
80	0.165	0.183	0.191	87
90	0.192	0.201	0.205	73
100	0.199	0.205	0.212	114
110	0.194	0.192	0.195	58
120	0.192	0.191	0.196	139
130	0.205	0.195	0.196	162
140	0.205	0.187	0.188	372
150	0.211	0.178	0.179	774
160	0.189	0.161	0.163	1030
170	0.172	0.147	0.149	518
180	0.168	0.143	0.146	280
190	0.153	0.142	0.145	173
200	0.137	0.134	0.136	116
210	0.141	0.140	0.145	121
220	0.128	0.131	0.143	105
230	0.123	0.125	0.158	82
240	0.148	0.151	0.216	89
250	0.147	0.150	0.236	76
260	0.161	0.175	0.261	55
270	0.196	0.222	0.303	46
280	0.193	0.246	0.315	57
290	0.195	0.251	0.315	53
300	0.233	0.276	0.332	53
310	0.220	0.248	0.307	54
320	0.234	0.257	0.341	108
330	0.248	0.258	0.305	192
340	0.270	0.252	0.284	185
350	0.246	0.257	0.267	70
360	0.239	0.264	0.286	52

DD	Iv30	Iv18	Iv10	N
10	0.220	0.273	0.314	29
20	0.197	0.297	0.334	30
30	0.163	0.312	0.464	114
40	0.148	0.225	0.325	237
50	0.133	0.162	0.207	137
60	0.152	0.172	0.188	142
70	0.127	0.145	0.159	137
80	0.159	0.179	0.185	87
90	0.206	0.222	0.231	73
100	0.198	0.204	0.213	114
110	0.224	0.235	0.252	58
120	0.209	0.220	0.236	139
130	0.201	0.215	0.236	162
140	0.186	0.201	0.218	372
150	0.176	0.187	0.201	774
160	0.168	0.161	0.172	1030
170	0.166	0.145	0.151	518
180	0.146	0.136	0.142	280
190	0.139	0.141	0.148	173
200	0.134	0.132	0.138	116
210	0.133	0.134	0.145	121
220	0.124	0.125	0.142	105
230	0.121	0.122	0.147	82
240	0.150	0.153	0.201	89
250	0.140	0.155	0.224	76
260	0.156	0.171	0.231	55
270	0.178	0.204	0.270	46
280	0.163	0.204	0.319	57
290	0.173	0.216	0.312	53
300	0.197	0.242	0.294	53
310	0.190	0.214	0.235	54
320	0.189	0.198	0.223	108
330	0.189	0.185	0.204	192
340	0.203	0.199	0.212	185
350	0.189	0.206	0.227	70
360	0.196	0.220	0.247	52

Tabell 4.5.

BF(1-60 s/10 min) / nivå (30,18,10 m over bakken)
 Vindretning i 30 m-niva

DD	1/30	1/18	1/10	3/30	3/18	3/10	5/30	5/18	5/10	60/30	60/18	60/10	V
10	1.63	1.76	1.77	1.57	1.67	1.69	1.54	1.61	1.62	1.24		1.24	29
20	1.55	1.74	1.78	1.50	1.68	1.70	1.46	1.63	1.64	1.22		1.26	30
30	1.48	1.83	2.02	1.42	1.76	1.91	1.39	1.71	1.84	1.20		1.33	114
40	1.43	1.62	1.86	1.39	1.56	1.78	1.36	1.52	1.72	1.19		1.35	237
50	1.40	1.42	1.61	1.36	1.42	1.55	1.34	1.39	1.51	1.18		1.24	137
60	1.44	1.47	1.57	1.40	1.45	1.51	1.37	1.42	1.47	1.20		1.24	142
70	1.36	1.43	1.51	1.33	1.41	1.46	1.31	1.38	1.42	1.18		1.21	137
80	1.47	1.56	1.58	1.43	1.51	1.53	1.41	1.47	1.49	1.23		1.24	87
90	1.56	1.58	1.62	1.52	1.54	1.56	1.49	1.51	1.53	1.26		1.28	73
100	1.58	1.59	1.63	1.54	1.55	1.58	1.51	1.52	1.54	1.28		1.29	114
110	1.62	1.60	1.61	1.57	1.55	1.55	1.53	1.51	1.52	1.27		1.27	58
120	1.58	1.58	1.61	1.53	1.53	1.55	1.49	1.50	1.52	1.24		1.25	139
130	1.62	1.60	1.60	1.56	1.54	1.55	1.53	1.50	1.52	1.26		1.26	162
140	1.61	1.59	1.58	1.56	1.51	1.52	1.52	1.48	1.49	1.25		1.24	372
150	1.62	1.54	1.55	1.56	1.50	1.50	1.52	1.46	1.47	1.24		1.22	774
160	1.61	1.46	1.49	1.54	1.44	1.44	1.50	1.40	1.41	1.21		1.20	1030
170	1.56	1.44	1.45	1.50	1.40	1.41	1.46	1.37	1.38	1.19		1.18	518
180	1.50	1.42	1.43	1.45	1.39	1.40	1.42	1.37	1.37	1.20		1.19	280
190	1.43	1.41	1.42	1.39	1.38	1.39	1.37	1.35	1.36	1.19		1.19	173
200	1.41	1.39	1.41	1.37	1.36	1.38	1.35	1.34	1.35	1.18		1.18	116
210	1.40	1.39	1.42	1.36	1.37	1.39	1.34	1.35	1.37	1.19		1.20	121
220	1.38	1.37	1.43	1.35	1.36	1.39	1.33	1.34	1.37	1.18		1.19	105
230	1.38	1.38	1.45	1.35	1.36	1.40	1.33	1.34	1.37	1.17		1.19	82
240	1.43	1.45	1.58	1.39	1.41	1.51	1.37	1.37	1.47	1.20		1.23	89
250	1.46	1.48	1.66	1.41	1.40	1.59	1.38	1.39	1.56	1.18		1.26	76
260	1.50	1.55	1.75	1.45	1.48	1.68	1.42	1.45	1.63	1.22		1.30	55
270	1.62	1.66	1.92	1.57	1.55	1.82	1.54	1.58	1.77	1.28		1.39	46
280	1.54	1.71	1.98	1.49	1.64	1.86	1.46	1.58	1.78	1.25		1.32	57
290	1.58	1.72	2.07	1.53	1.63	1.97	1.50	1.61	1.90	1.25		1.36	53
300	1.67	1.81	2.02	1.61	1.71	1.90	1.57	1.69	1.83	1.33		1.40	53
310	1.66	1.73	1.84	1.60	1.65	1.76	1.56	1.62	1.71	1.30		1.34	54
320	1.69	1.74	1.86	1.63	1.66	1.76	1.59	1.63	1.71	1.29		1.34	108
330	1.64	1.69	1.78	1.58	1.62	1.70	1.55	1.58	1.65	1.28		1.31	192
340	1.59	1.64	1.69	1.53	1.58	1.62	1.50	1.53	1.57	1.25		1.26	185
350	1.53	1.63	1.68	1.48	1.56	1.61	1.45	1.52	1.56	1.24		1.26	70
360	1.55	1.68	1.73	1.49	1.61	1.65	1.46	1.57	1.60	1.25		1.28	52

Tabell 4.6.

Koeffisienten i formlen : $g(\theta, z) = [1 + k(\theta, z)] l(z)$
 GF(1-60 s/10 min) / nivå (30, 18, 10 m over bakken)
 Vindretning i 30 m-nivå

DD	1/30	1/18	1/10	3/30	3/18	3/10	5/30	5/18	5/10	60/30	60/18	60/10	V
10	2.50	2.83	2.72	2.28	2.48	2.44	2.13	2.25	2.18	0.94		0.81	29
20	2.48	2.69	2.75	2.24	2.51	2.47	2.06	2.34	2.23	1.00		0.86	30
30	2.33	2.56	2.80	2.06	2.34	2.50	1.89	2.16	2.30	0.94		0.87	114
40	2.47	2.31	2.48	2.21	2.16	2.24	2.05	2.02	2.09	1.08		1.00	237
50	2.71	2.50	2.53	2.45	2.38	2.27	2.27	2.21	2.09	1.16		0.99	137
60	2.74	2.77	2.75	2.47	2.53	2.48	2.28	2.35	2.27	1.22		1.13	142
70	2.59	2.80	2.89	2.38	2.57	2.60	2.23	2.38	2.40	1.23		1.18	137
80	2.88	3.25	3.10	2.62	2.81	2.80	2.46	2.61	2.61	1.34		1.27	87
90	2.96	3.03	3.04	2.72	2.72	2.76	2.57	2.54	2.57	1.35		1.33	73
100	2.96	2.99	3.01	2.71	2.71	2.76	2.57	2.54	2.60	1.41		1.37	114
110	3.21	3.17	3.13	2.92	2.87	2.86	2.71	2.67	2.69	1.39		1.38	58
120	3.03	3.06	3.11	2.75	2.76	2.81	2.56	2.59	2.63	1.25		1.27	139
130	3.02	3.06	3.11	2.75	2.79	2.84	2.57	2.59	2.66	1.27		1.29	162
140	2.99	3.06	3.08	2.71	2.76	2.79	2.52	2.58	2.60	1.19		1.24	372
150	2.92	3.05	3.10	2.64	2.77	2.81	2.46	2.58	2.62	1.14		1.22	774
160	3.21	2.97	3.02	2.86	2.70	2.74	2.63	2.52	2.55	1.07		1.18	1030
170	3.26	2.99	3.01	2.92	2.71	2.72	2.67	2.52	2.53	1.10		1.20	518
180	2.94	2.97	2.95	2.68	2.71	2.71	2.49	2.55	2.55	1.17		1.28	280
190	2.85	2.92	2.94	2.60	2.66	2.69	2.43	2.50	2.52	1.21		1.27	173
200	2.99	2.99	3.06	2.73	2.70	2.80	2.56	2.54	2.61	1.29		1.32	116
210	2.84	2.93	2.95	2.60	2.70	2.72	2.44	2.52	2.55	1.34		1.39	121
220	3.00	3.02	3.04	2.74	2.75	2.74	2.57	2.59	2.56	1.36		1.29	105
230	3.13	3.14	2.90	2.87	2.94	2.58	2.68	2.72	2.40	1.34		1.17	82
240	3.01	3.10	2.73	2.75	2.75	2.40	2.57	2.55	2.22	1.28		1.07	89
250	3.17	3.17	2.82	2.82	2.74	2.52	2.62	2.61	2.36	1.22		1.08	76
260	3.15	3.17	2.88	2.85	2.73	2.60	2.66	2.61	2.42	1.34		1.14	55
270	3.14	2.98	3.07	2.88	2.66	2.73	2.70	2.58	2.56	1.40		1.26	46
280	2.85	2.88	3.14	2.57	2.60	2.74	2.39	2.37	2.49	1.27		0.99	57
290	3.00	2.84	3.40	2.74	2.54	3.06	2.54	2.43	2.84	1.24		1.12	53
300	2.89	2.95	3.09	2.62	2.63	2.72	2.47	2.47	2.49	1.34		1.16	53
310	2.99	2.94	2.72	2.70	2.67	2.47	2.53	2.51	2.29	1.31		1.08	54
320	2.98	2.90	2.53	2.70	2.66	2.25	2.53	2.46	2.09	1.24		1.01	108
330	2.62	2.69	2.57	2.37	2.41	2.29	2.21	2.24	2.13	1.11		1.00	192
340	2.20	2.58	2.44	1.98	2.30	2.17	1.86	2.12	1.99	0.92		0.90	185
350	2.12	2.46	2.51	1.93	2.20	2.25	1.79	2.03	2.08	0.93		0.95	70
360	2.30	2.59	2.57	2.05	2.33	2.30	1.92	2.16	2.12	1.03		0.95	52

Vi har i dette prosjektet målt både turbulensintensiteter og gustfaktorer, referert til en standard middelperiode, $T = 10$ min. (se (1)). Longitudinal turbulensintensitet, I_u , er gitt ved

$$\sigma_u/u(10\text{min}) = I_u \quad (4.2)$$

og gustfaktoren ved

$$GF(10\text{min}, \tau) = u(\max, \tau)/u(10\text{min}) \quad (4.3)$$

I_u og I_v (transversal turbulensintensitet $\sigma_v/u(10\text{min})$) er gitt i tabell 4.4 og $GF(\tau)$ i tabell 4.5 for alle tre nivåer. Se ellers kap. 3.2 for definisjoner. Generelt sees at turbulensintensiteten og gustfaktorene er høyest der terrenget oppstrøms er mest ujevnt. De laveste verdiene finnes således ved vind som har blåst lengst over fjordflaten. Av samme grunn avtar disse parametrene med høyden. Vi fjerner oss jo da fra det ujevne underlaget. Imidlertid er det unntak fra dette i det gustene er høyere i 30 m's nivået enn i 18 m's nivået i sektor 100 - 200°. Tilsvarende forhold gjelder for turbulensintensiteten. Forskjellen er særlig stor i 160 - 170°. Dette indikerer at forsterket middelvind i nivåene under 30 m har dempet eller endog snudd friksjonsdraget (stresset) med lavere turbulensintensitet som resultat. I 10 m's nivået kommer imidlertid et tilskudd ved stress fra ny overflate til og øker turbulensen igjen. Sistnevnte effekt sees tydelig ved 240 - 260° hvor noen furutrær har økt turbulensen på 10 meter sensoren uten å ha gitt innflytelse på 18 og 30 meter sensorene.

Statistisk sett eksisterer det en sammenheng mellom σ_u og GF , se Appendix 1 - 2. Denne sammenheng kan gis ved

$$GF(10\text{min}, \tau) = 1 + k\tau * I_u \quad (4.4)$$

I tabell 4.6 har vi beregnet $k\tau$ for 36 retningsintervaller i 3 nivåer på Askøy.

Vi konsentrerer oss her om 30 m's nivået (44 m over fjorden) fordi sammenhengen ut til fjorden best kommer fram her.

Vi tar for oss retningssektoren 200 - 230°, da dette er en sektor der vinden på Storebuneset omtrent tilsvarer vinden som blåser langs fjorden inn mot bro-området. I disse retningene er $k_{1S} = 2.99$, $k_{3S} = 2.74$, $k_{5S} = 2.56$ og $k_{60S} = 1.33$, hvilket er nær normalfordelingen (Appendix 1a - 1b).

Tre mye brukte spektra for energifordeling på frekvensene, er Harris' spekter, Davenport's spekter og Panofsky and Dutton's spekter (2). Felles for disse spektrene er at de angir standardavviket ved

$$\sigma u = k * u_* \quad (4.5),$$

hvor k er en konstant og u_* er friksjonshastigheten. De tre k -verdiene for hver av spektrene over er 2.57, 2.45 og 2.40. Middelveien av disse er 2.47, og denne k -verdi brukes ved videre beregninger. Dersom den logaritmiske vindlov,

$$u = (u_*/\kappa) \ln(z/z_0) \quad (4.6),$$

gjelder, hvor κ (von Karman's konstant) ≈ 0.41 og z_0 er overflateruheten, så får vi

$$Iu(z) = \sigma u/u = 0.41k/\ln(z/z_0) \approx 1.01/\ln(z/z_0) \quad (4.7).$$

Dette gir oss viktige ligninger for bestemmelse av overflateruheten, z_0 ved måling av turbulensintensiteten, eller gustfaktoren:

$$z_0 = z * \exp(-1.01/Iu) = z * \exp\{-1.01k\tau/(GF(\tau)-1)\} \quad (4.8)$$

og variasjon av turbulensintensiteten med høyden:

$$Iu(z_2)/Iu(z_1) = u(z_1)/u(z_2) \quad (4.9)$$

og følgelig

$$Iu(z_2)/Iu(z_1) = (z_1/z_2)^n \quad (4.10)$$

og

$$(GF(z_2)-1)/(GF(z_1)-1) = (z_1/z_2)^n \quad (4.11)$$

for alle gustmidlingstider.

Vi antar at i sektor $070 - 260^0$ er vinden i 30 m's maste-høyde upåvirket av Storebuneset og svarer til vinden 44 m over sjøen. Denne har da en såvidt lang sjøbane at et veldefinert logaritmisk vindprofil bør være opprettet. Vi

kan da bestemme ruheten og profilene av ligningene over.

Den transversale turbulensintensitet, I_v er definert i (1). Den uttrykker variasjonen på tvers av vindretningen. Vanligvis er den noe lavere enn I_u fordi isotropien i turbulensen deformeres ved draget langs bakken. Vi antar her at den har samme høydevariasjon som I_u . Eventuelle avvik fra dette får liten betydning ved høydeøkning fra 44 til 62 m.

	$u(44)$	$u(62)$	$I_u(44)$	$I_u(62)$	$I_v(44)$	$I_v(62)$	z_0	n
070°	1.00	1.05	0.139	0.13	0.127	0.12	0.03m	0.13
080°	1.00	1.06	0.165	0.16	0.159	0.15	0.10m	0.16
090°	1.00	1.06	0.192	0.18	0.206	0.19	0.23m	0.18
160°	1.00	1.06	0.189	0.18	0.168	0.16	0.21m	0.18
170°	1.00	1.06	0.172	0.16	0.166	0.16	0.12m	0.17
180°	1.00	1.06	0.168	0.16	0.146	0.14	0.11m	0.16
190°	1.00	1.05	0.153	0.15	0.139	0.13	0.06m	0.15
200°	1.00	1.05	0.137	0.13	0.134	0.13	0.03m	0.13
210°	1.00	1.05	0.141	0.13	0.133	0.13	0.03m	0.14
220°	1.00	1.04	0.128	0.12	0.124	0.12	0.02m	0.12
230°	1.00	1.04	0.123	0.12	0.121	0.12	0.01m	0.12
240°	1.00	1.05	0.148	0.14	0.150	0.14	0.05m	0.14
250°	1.00	1.05	0.147	0.14	0.140	0.13	0.05m	0.14

Tabell 4.7.

Relative vindhastigheter, u , målte og beregnede turbulensintensiteter, beregnet overflateruhet, z_0 ved turbulensmetoden, samt beregnet eksponent, n i den eksponensielle vindprofilformel. Alle målinger inkludert vindretningen refererer til 44 m nivå på Storebuneset, mens beregningene er utført for et 62 m's nivå samme sted. n er beregnet ut fra beregnet variasjon mellom 44 og 62m.

Tabell 4.7 viser at ruheten ved vind langs fjorden ligger på 0.01 - 0.03 m, med eksponenter på 0.12 - 0.14 i det eksponensielle vindprofil. Dette er er ruere enn hva som har sin årsak i friksjon over en fri vannflate. I vindtunnelforsøket over Vats/Yrkefjord (3) ble det tilsvarende vist at turbulensen var høyere enn forventet utfra modellert fjordruhet. n eksponenten var der av samme størrelsesorden ved vind langs fjorden. Årsaken til disse forhold er dels fjordens begrensede lengde, men innvirkning fra sidene i en såvidt smal fjord vil nok heve ruheten

uansett.

Vi ser av tabell 4.5 at 3-5 s gustfaktor ligger på 1.34 for vind inn fjorden ($220-230^{\circ}$) i 30 m's mastehøyde (44 m over fjorden), mens den ved vind ut fjorden (70°) er 1.32. I min. gustfaktor ligger på 1.18 for begge retninger. Høydevariasjonen kan finnes ved bruk av lign. 3.11 med $n=0.12$. Vi får da en reduksjon på 1.0% på 3-5 s gustfaktor og 0.6% på 1 min gustfaktor fra 44 til 62 m.

Det ser ut til at bruk av vinddata fra 30 m's nivået gir rimelige resultater. Dessuten har fordelingen av turbulens en glatt fordelingskurve mellom 070 og 260° i dette nivået. Variasjonene på denne kurven kan greit forklares ved terrenget oppstrøms fjorden og lengden av vindens fjordbane. Iu har således lokalt maksimum i $130 - 150^{\circ}$, hvor kombinasjonen av fjell/skog og kort fjordbane maksimerer friksjonseffekten. Tilsvarende har transversal turbulensintensitet, Iv lokalt maksimum i $110 - 120^{\circ}$. Fjellene gjør forholdsvis større utslag enn skogen på denne parameteren (hvirveldannelser, ustø vindretning). Dette styrker vår antagelse om at vinden i 30 m's mastehøyde er upåvirket av Storebuneset i sektor $070 - 260^{\circ}$ og svarer til vinden 44 m over fjorden utenfor neset.

4.4. Sammenligning Storebuneset (62m) - brobane.

Figur 3 viser hvorledes eksponeringen endres fra Storebuneset til broen (midtpunktet). Forholdene ved $180 - 200^{\circ}$ ved broen svarer f.eks. til forholdene ved $160 - 180^{\circ}$ ved Storebuneset fordi luftstrømmen da har beveget seg over samme type underlag/terreng. Dette gjelder turbulensforholdene og bremsing i forhold til et upåvirket vindfelt, samt profiler. Fordelingen av hyppighetsmaksima endres derimot neppe noe særlig, fordi det ikke er snakk om noen vinddreining. Tabell 4.8 viser hvorledes en tenker seg vinden på broen best karakterisert ved målingene på Storebuneset.

Midtpunkt bro	Storebuneset
040 ⁰	070 ⁰
050 ⁰	070 ⁰
060 ⁰	070 ⁰
070 ⁰	070 ⁰
080 ⁰	080 ⁰
090 ⁰	090 ⁰
180 ⁰	160 ⁰
190 ⁰	170 ⁰
200 ⁰	180 ⁰
210 ⁰	190 ⁰
220 ⁰	210 ⁰
230 ⁰	230 ⁰
240 ⁰	230 ⁰
250 ⁰	230 ⁰
260 ⁰	240 ⁰
270 ⁰	250 ⁰

Tabell 4.8.

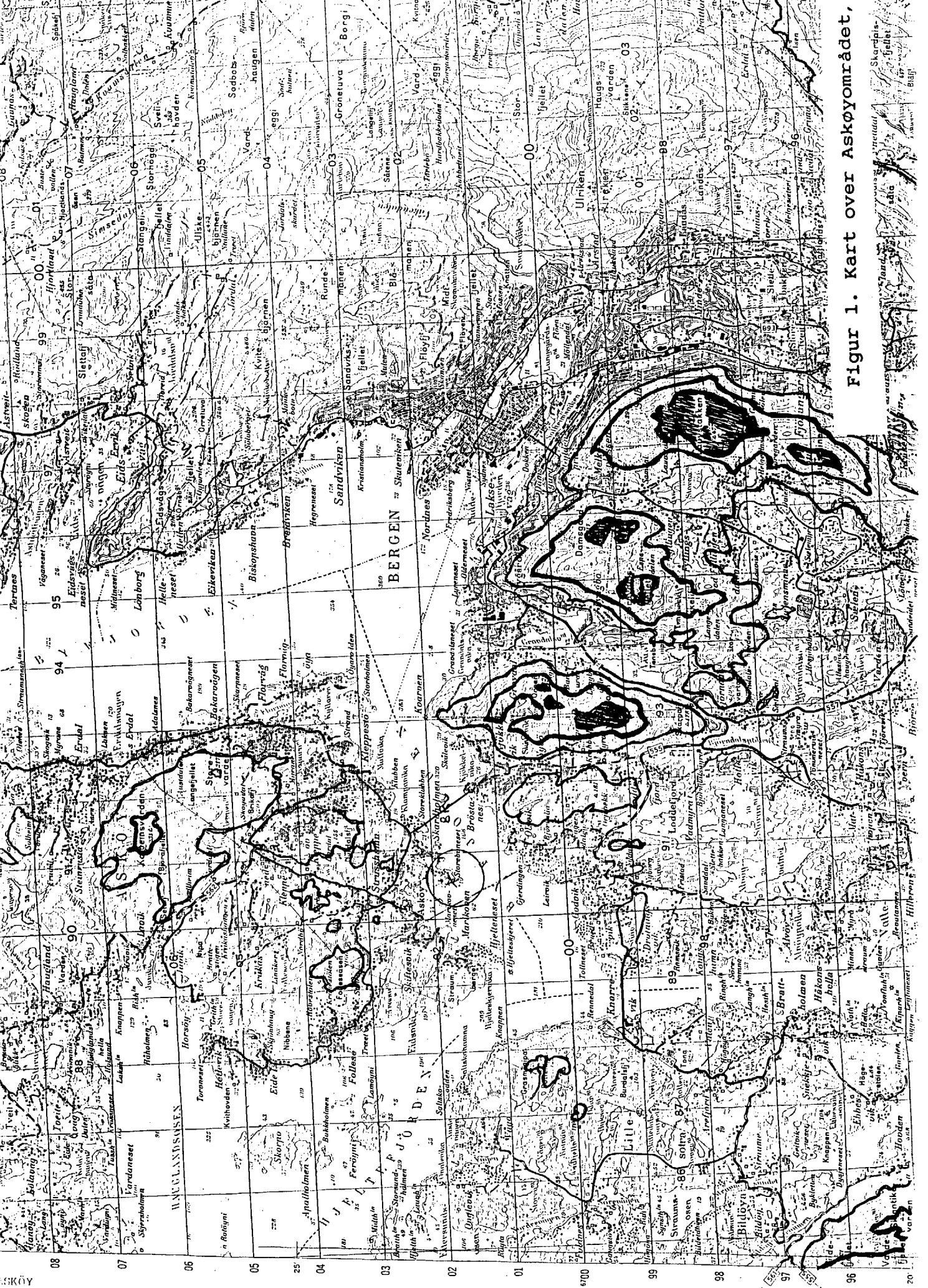
Transformasjon av vindprofiler, overføringsfaktorer og turbulensforhold fra Storebuneset til Askøy bro. Tabellen forstås slik at de forhold som gjelder ved f.eks. 200⁰ ved broen skal søkes opp på 180⁰ i tabell 4.7.

Det mest avgjørende er hva som skjer i sektor 220 - 250⁰. Et spørsmål som reiser seg er naturligvis hvorvidt kanaliseringseffekter i fjorden kan øke vinden ved brospennet. Nå vil imidlertid friksjonseffekter fra fjordsidene i tilfelle også øke. Det er derfor tvilsomt om nettoresultatet blir særlig forskjellig. Vi velger derfor å sette forholdene ved brospennet i denne sektor lik forholdene ved Storebuneset.

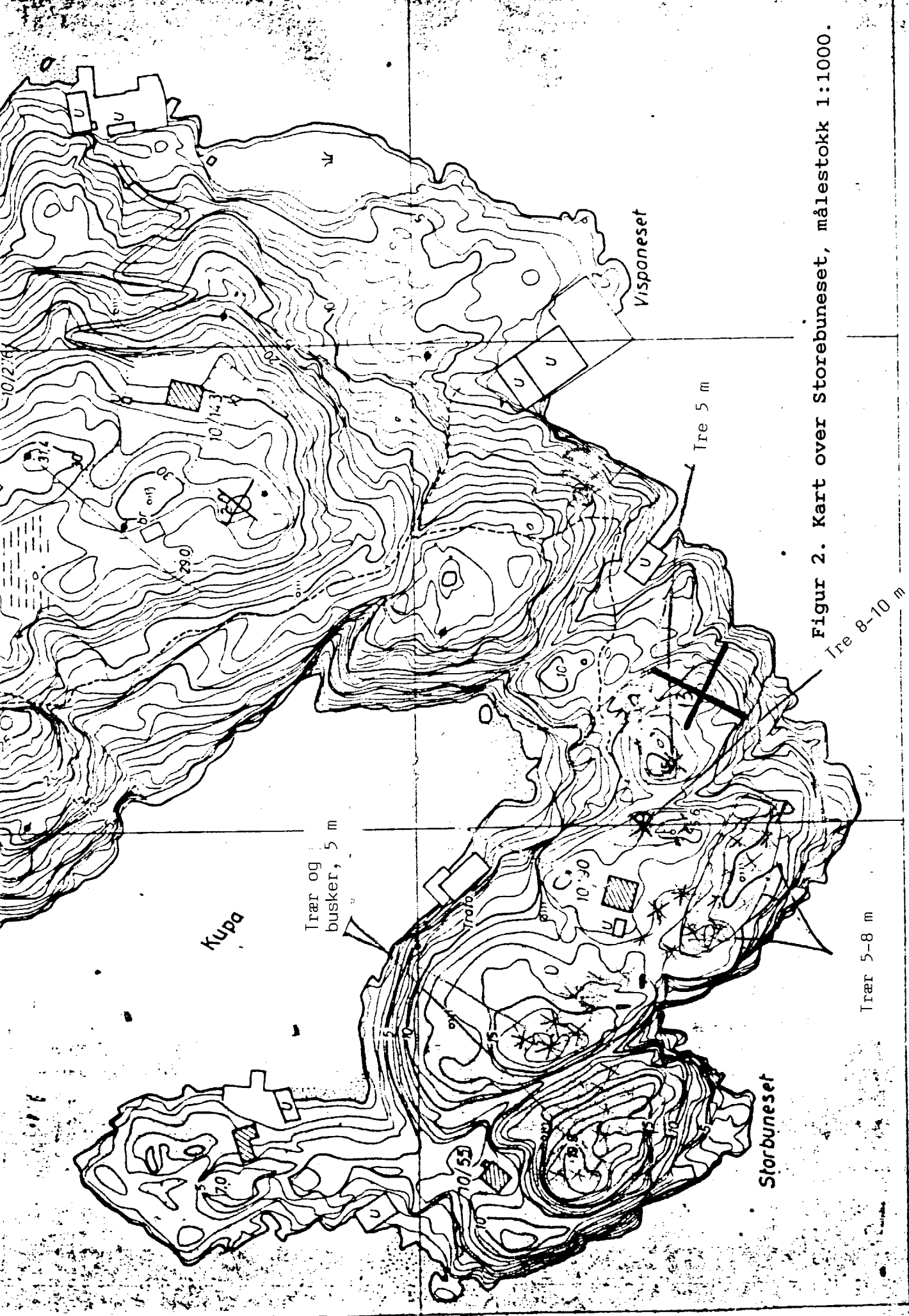
Ved vind ut fjorden er det en del av sektoren, nemlig 020 - 060⁰ på Storebuneset der neset selv forstyrrer målingene. Midtfjordvinden på 070⁰ treffer likevel måleren upåvirket. Vi antar at forholdene ved 070⁰ da også dekker forholdene ved 040 til 060⁰ ved brospennet. 020 til 030⁰ blir en sektor som ikke kan dekkes, her er imidlertid vinden nok så friksjonsbremset fra Askøysiden.

REFERANSELISTE.

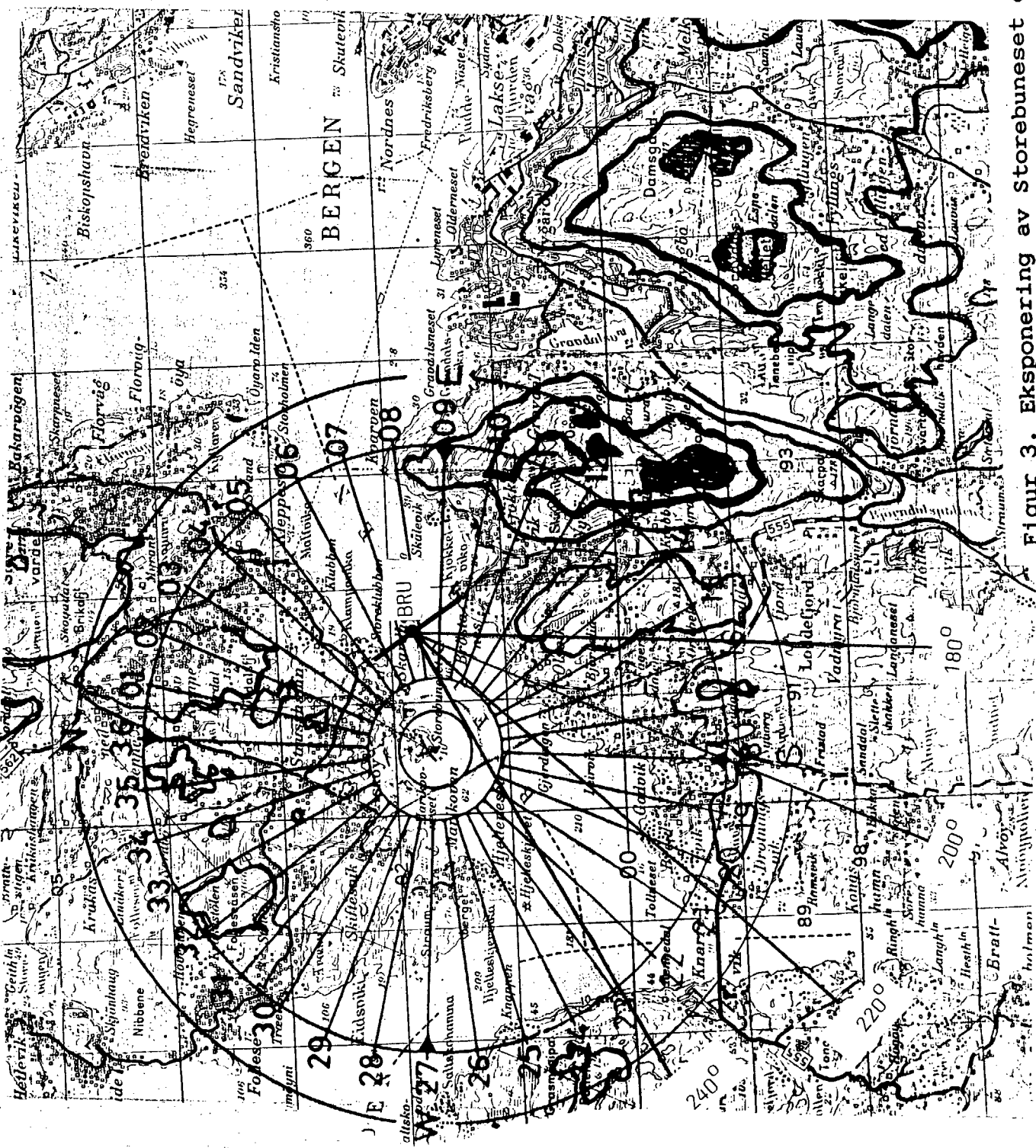
- (1) EDAS målesystemer.
Systembeskrivelse for Askøy.
Eidsvoll, 1987.
- (2) Panofsky, H.A., and Dutton, J.A.:
Atmospheric Turbulence. 397 pp.
John Wiley & Sons, 1984.
- (3) Physical modelling of the air in the Yrkefjord and the
Vatsfjord. Volume 1 and 2.
Skibsteknisk Laboratorium 83067. Danish Maritime
Institute, September 1983.



Figur 1. Kart over Askøyområdet



Figur 2. Kart over Storebuneset, målestokk 1:1000.



Figur 3. Eksponering av Storebunneset og Askøy bro.

APPENDIKS 2

1

Tabell 1. Arsektremer av 10 min. middelvind (m/s) i 8 sektorer for Hellisøy fyr. Ekstremene er gitt i kronologisk rekkefølge.

VINDAR	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
1962/63	23.7	16.4	10.9	18.2	29.7	24.3	23.0	18.2	16.4	24.3	29.7
1963/64	28.5	24.3	10.0	24.3	27.3	27.3	28.5	21.2	24.3	28.5	28.5
1964/65	30.3	21.8	10.9	24.3	34.0	26.1	26.7	25.5	21.8	26.7	34.0
1965/66	21.8	12.1	13.9	23.0	27.3	26.7	23.0	27.3	13.9	26.7	27.3
1966/67	20.6	13.9	18.2	33.4	27.9	25.5	26.7	25.5	18.2	26.7	33.4
1967/68	26.0	11.8	15.3	26.0	24.8	26.0	26.0	27.1	15.3	26.0	27.1
1968/69	17.7	11.8	15.3	24.8	28.3	18.9	17.7	18.9	15.3	18.9	28.3
1969/70	23.3	11.7	15.8	22.5	23.3	24.2	25.0	27.5	15.8	25.0	27.5
1970/71	22.5	12.5	14.2	24.2	27.5	23.3	19.2	24.2	14.2	23.3	27.5
1971/72	19.2	10.0	14.2	24.2	25.0	21.7	20.8	22.5	14.2	21.7	25.0
1972/73	22.5	10.8	11.7	25.0	27.5	25.8	22.5	21.7	11.7	25.8	27.5
1973/74	22.5	13.3	16.7	28.3	28.3	25.0	20.0	27.5	16.7	25.0	28.3
1974/75	17.5	10.0	13.3	25.0	25.0	21.7	25.0	26.7	13.3	25.0	26.7
1975/76	27.5	11.7	12.5	27.5	25.0	25.8	26.7	28.3	12.5	26.7	28.3
1976/77	24.2	10.0	15.0	25.8	30.0	22.5	20.8	20.0	15.0	22.5	30.0
1977/78	21.7	10.0	15.0	25.0	27.5	23.3	25.0	21.7	15.0	25.0	27.5
1978/79	18.3	10.8	14.2	20.8	25.0	25.8	24.2	26.7	14.2	25.8	26.7
1979/80	21.7	10.0	14.2	23.3	28.3	23.3	20.0	26.7	14.2	23.3	28.3
1980/81	24.2	11.7	15.0	24.2	26.7	27.5	22.5	29.2	15.0	27.5	29.2
1981/82	28.8	10.8	16.7	21.1	27.5	22.1	19.5	23.6	16.7	22.1	28.8
1982/83	22.6	12.3	11.3	24.2	27.2	25.7	23.6	22.6	12.3	23.6	27.2
1983/84	24.2	12.3	10.0	22.6	26.7	23.1	21.1	27.8	12.3	27.3	27.8
1984/85	21.6	14.4	11.8	19.5	27.2	20.6	16.4	19.0	14.4	20.6	27.2
1985/86	26.7	10.0	12.9	20.6	26.2	23.1	18.5	27.2	12.9	23.1	27.2
1986/87	25.2	10.3	13.4	22.6	25.7	21.6	20.0	24.2	13.4	21.6	25.7
1987/88	22.1	10.0	15.4	27.2	30.3	24.7	20.6	22.6	15.4	24.7	30.3
1988/89	26.7	10.0	14.9	24.2	27.2	24.7	24.2	30.3	14.9	24.7	30.3
1989/90	24.7	19.0	13.9	19.5	27.2	29.3	25.7	24.2	19.0	29.3	29.3

Tabell 2. Arsektremer av 10 min. middelvind (m/s) i 8 sektorer for Hellisøy fyr. Ekstremerne er sortert etter hastighet for hver sektor.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
1	30.3	24.3	18.2	33.4	34.0	29.3	28.5	30.3	24.3	29.3	34.0
2	28.8	21.8	16.7	28.3	30.3	27.5	26.7	29.2	21.8	28.5	33.4
3	28.5	19.0	16.7	27.5	30.0	27.3	26.7	28.3	19.0	27.5	30.3
4	27.5	16.4	15.8	27.2	29.7	26.7	26.7	27.8	18.2	27.3	30.3
5	26.7	14.4	15.4	26.0	28.3	26.1	26.0	27.5	16.7	26.7	30.0
6	26.7	13.9	15.3	25.8	28.3	26.0	25.7	27.5	16.7	26.7	29.7
7	26.0	13.3	15.3	25.0	28.3	25.8	25.0	27.3	16.4	26.7	29.3
8	25.2	12.5	15.0	25.0	27.9	25.8	25.0	27.2	15.8	26.7	29.2
9	24.7	12.3	15.0	25.0	27.5	25.8	25.0	27.1	15.4	26.0	28.8
10	24.2	12.3	15.0	24.8	27.5	25.7	24.2	26.7	15.3	25.8	28.5
11	24.2	12.1	14.9	24.3	27.5	25.5	24.2	26.7	15.3	25.8	28.3
12	24.2	11.8	14.2	24.3	27.5	25.0	23.6	26.7	15.0	25.0	28.3
13	23.7	11.8	14.2	24.2	27.3	24.7	23.0	25.5	15.0	25.0	28.3
14	23.3	11.7	14.2	24.2	27.3	24.7	23.0	25.5	15.0	25.0	28.3
15	22.6	11.7	14.2	24.2	27.2	24.3	22.5	24.2	14.9	25.0	27.8
16	22.5	11.7	13.9	24.2	27.2	24.2	22.5	24.2	14.4	24.7	27.5
17	22.5	10.8	13.9	24.2	27.2	23.3	21.1	24.2	14.2	24.7	27.5
18	22.5	10.8	13.4	23.3	27.2	23.3	20.8	23.6	14.2	24.3	27.5
19	22.1	10.8	13.3	23.0	26.7	23.3	20.8	22.6	14.2	23.6	27.5
20	21.8	10.3	12.9	22.6	26.7	23.1	20.6	22.6	14.2	23.3	27.3
21	21.7	10.0	12.5	22.6	26.2	23.1	20.0	22.5	13.9	23.3	27.2
22	21.7	10.0	11.8	22.5	25.7	22.5	20.0	21.7	13.4	23.1	27.2
23	21.6	10.0	11.7	21.1	25.0	22.1	20.0	21.7	13.3	22.5	27.2
24	20.6	10.0	11.3	20.8	25.0	21.7	19.5	21.2	12.9	22.1	27.1
25	19.2	10.0	10.9	20.6	25.0	21.7	19.2	20.0	12.5	21.7	26.7
26	18.3	10.0	10.9	19.5	25.0	21.6	18.5	19.0	12.3	21.6	26.7
27	17.7	10.0	10.0	19.5	24.8	20.6	17.7	18.9	12.3	20.6	25.7
28	17.5	10.0	10.0	18.2	23.3	18.9	16.4	18.2	11.7	18.9	25.0

Tabell 3. Sommerekstremer (mai - august) av 10 min. middelvind (m/s) i 8 sektorer for Hellisøy fyr. Ekstremene er gitt i kronologisk rekkefølge.

VINDAR	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
1963	10.0	10.0	10.0	16.4	20.6	19.4	12.7	10.9	10.0	19.4	20.6
1964	21.8	15.8	10.0	14.0	23.0	24.3	23.0	21.8	15.8	24.3	24.3
1965	20.6	10.0	12.7	18.2	19.4	17.6	18.2	11.5	12.7	19.4	20.6
1966	20.6	10.0	10.0	14.6	16.4	14.6	10.0	17.0	10.0	14.6	20.6
1967	15.7	12.1	12.7	18.6	22.6	14.6	10.9	15.8	12.7	14.6	22.6
1968	18.9	10.0	11.8	20.0	16.5	10.0	17.7	18.9	11.8	17.7	20.0
1969	24.5	10.0	10.0	21.6	20.7	18.6	15.3	18.6	10.0	18.6	24.5
1970	16.7	10.0	10.0	16.7	20.0	13.3	11.7	20.0	10.0	13.3	20.0
1971	17.5	10.0	10.0	14.2	20.0	15.8	15.0	22.5	10.0	15.8	22.5
1972	18.3	10.0	13.3	17.5	21.7	17.5	11.7	17.5	13.3	17.5	21.7
1973	14.2	10.8	11.7	18.3	22.5	18.3	19.2	19.2	11.7	19.2	22.5
1974	12.5	10.0	13.3	20.0	20.0	15.8	14.2	18.3	13.3	15.8	20.0
1975	16.7	10.0	10.0	20.0	18.3	11.7	18.3	20.8	10.0	18.3	20.8
1976	13.3	10.0	10.0	20.8	17.5	17.5	20.0	17.5	10.0	20.0	20.8
1977	20.0	10.0	10.0	15.0	20.0	15.0	12.5	16.7	10.0	15.0	20.0
1978	19.2	10.0	11.7	15.8	20.0	12.5	13.3	16.7	11.7	13.3	20.0
1979	17.5	10.0	10.0	17.5	27.5	13.3	11.7	13.3	10.0	13.3	27.5
1980	17.5	10.0	10.8	17.5	16.7	14.2	12.5	20.0	10.8	14.2	20.0
1981	15.8	10.0	10.8	12.5	18.3	10.8	10.8	15.8	10.8	10.8	18.3
1982	13.4	10.0	10.0	17.5	18.0	21.1	13.9	19.5	10.0	21.1	21.1
1983	16.4	10.0	10.0	13.4	15.9	12.9	13.4	15.4	10.0	13.4	16.4
1984	16.4	10.0	10.0	10.3	14.4	17.5	17.5	12.3	10.0	17.5	17.5
1985	15.4	10.0	10.0	17.0	18.5	20.0	15.4	11.3	10.0	20.0	20.0
1986	17.0	10.0	11.3	17.5	20.6	16.4	15.4	14.4	11.3	16.4	20.6
1987	18.5	12.3	10.0	12.3	20.6	22.1	10.0	10.3	12.3	22.1	22.1

Tabell 4. Sommerekstremer (mai - august) av 10 min. middelvind (m/s) i 8 sektorer for Hellisøy fyr. Ekstremene er sortert etter hastighet for hver sektor.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
1	24.5	15.8	13.3	21.6	27.5	24.3	23.0	22.5	15.8	24.3	27.5
2	21.8	12.3	13.3	20.8	23.0	22.1	20.0	21.8	13.3	22.1	24.5
3	20.6	12.1	12.7	20.0	22.6	21.1	19.2	20.8	13.3	21.1	24.3
4	20.6	10.8	12.7	20.0	22.5	20.0	18.3	20.0	12.7	20.0	22.6
5	20.0	10.0	11.8	20.0	21.7	19.4	18.2	20.0	12.7	20.0	22.5
6	19.2	10.0	11.7	18.6	20.7	18.6	17.7	19.5	12.3	19.4	22.5
7	18.9	10.0	11.7	18.3	20.6	18.3	17.5	19.2	11.8	19.4	22.1
8	18.5	10.0	11.3	18.2	20.6	17.6	15.4	18.9	11.7	19.2	21.7
9	18.3	10.0	10.8	17.5	20.6	17.5	15.4	18.6	11.7	18.6	21.1
10	17.5	10.0	10.8	17.5	20.0	17.5	15.3	18.3	11.3	18.3	20.8
11	17.5	10.0	10.0	17.5	20.0	17.5	15.0	17.5	10.8	17.7	20.8
12	17.5	10.0	10.0	17.5	20.0	16.4	14.2	17.5	10.8	17.5	20.6
13	17.0	10.0	10.0	17.5	20.0	15.8	13.9	17.0	10.0	17.5	20.6
14	16.7	10.0	10.0	17.0	20.0	15.8	13.4	16.7	10.0	16.4	20.6
15	16.7	10.0	10.0	16.7	19.4	15.0	13.3	16.7	10.0	15.8	20.6
16	16.4	10.0	10.0	16.4	18.5	14.6	12.7	15.8	10.0	15.8	20.0
17	16.4	10.0	10.0	15.8	18.3	14.6	12.5	15.8	10.0	15.0	20.0
18	15.8	10.0	10.0	15.0	18.3	14.2	12.5	15.4	10.0	14.6	20.0
19	15.7	10.0	10.0	14.6	18.0	13.3	11.7	14.4	10.0	14.6	20.0
20	15.4	10.0	10.0	14.2	17.5	13.3	11.7	13.3	10.0	14.2	20.0
21	14.2	10.0	10.0	14.0	16.7	12.9	11.7	12.3	10.0	13.4	20.0
22	13.4	10.0	10.0	13.4	16.5	12.5	10.9	11.5	10.0	13.3	20.0
23	13.3	10.0	10.0	12.5	16.4	11.7	10.8	11.3	10.0	13.3	18.3
24	12.5	10.0	10.0	12.3	15.9	10.8	10.0	10.9	10.0	13.3	17.5
25	10.0	10.0	10.0	10.3	14.4	10.0	10.0	10.3	10.0	10.8	16.4

Tabell 5. Middell av de 5 høyeste årsektremer av 10 min. middelvind (m/s) på Hellisøy fyr innenfor 8 sektorer. Tabellen gir også forholdet mellom dette tall i hver sektor og middeltallet for de 5 høyeste i vilkårlig sektor.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
1	30.3	24.3	18.2	33.4	34.0	29.3	28.5	30.3	24.3	29.3	34.0
2	28.8	21.8	16.7	28.3	30.3	27.5	26.7	29.2	21.8	28.5	33.4
3	28.5	19.0	16.7	27.5	30.0	27.3	26.7	28.3	19.0	27.5	30.3
4	27.5	16.4	15.8	27.2	29.7	26.7	26.7	27.8	18.2	27.3	30.3
5	26.7	14.4	15.4	26.0	28.3	26.1	26.0	27.5	16.7	26.7	30.0
MIDDEL	28.4	19.2	16.6	28.5	30.7	27.4	26.9	28.6	20.0	27.9	31.6
FAKTOR	0.90	0.61	0.53	0.90	0.97	0.87	0.85	0.91	0.63	0.88	1.00

Tabell 6. Middell av de 5 høyeste sommerekstremer (mai - august) av 10 min. middelvind (m/s) på Hellisøy fyr innenfor 8 sektorer. Tabellen gir også forholdet mellom dette tall i hver sektor og middeltallet for de 5 høyeste i vilkårlig sektor.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
1	24.5	15.8	13.3	21.6	27.5	24.3	23.0	22.5	15.8	24.3	27.5
2	21.8	12.3	13.3	20.8	23.0	22.1	20.0	21.8	13.3	22.1	24.5
3	20.6	12.1	12.7	20.0	22.6	21.1	19.2	20.8	13.3	21.1	24.3
4	20.6	10.8	12.7	20.0	22.5	20.0	18.3	20.0	12.7	20.0	22.6
5	20.0	10.0	11.8	20.0	21.7	19.4	18.2	20.0	12.7	20.0	22.5
MIDDEL	21.5	12.2	12.8	20.5	23.5	21.4	19.7	21.0	13.6	21.5	24.3
FAKTOR	0.88	0.50	0.53	0.84	0.97	0.88	0.81	0.86	0.56	0.88	1.00

Beregning av sektorekstremer.

Ekstremverdiene for vilkårlig sektor er gitt ved en Gumbelanalyse. Denne er utført for året som helhet og for sommerperioden, mai - august. For å angi ekstremer som er bundet til faste sektorer er det benyttet en spesiell teknikk:

Kompassrosen på 360 grader er inndelt i 8 sektorer, $N=360^\circ$, $N0=45^\circ$, osv.. Den høyeste forekomst i hver sektor for hver sesong (vinter=september - april, sommer=mai-august) er avlest. Vindretningen er definert som den retning vinden blåser fra. Der er også angitt ekstremverdier som dekker enkelte grupper på 2 sektorer fordi dette er nyttig ved vurdering av vindhastigheter i en del fjordstrøk innenfor Hellisøy.

Middel av de 5 høyeste sesongekstremer er beregnet for hver sektor (sektorgruppe) for seg, samt for vilkårlig sektor. Forholdstallet mellom disse sektormidlene og middel av de 5 høyeste i vilkårlig sektor er deretter dannet og gitt i tabell 5 - 6.

Forholdet over gjelder best ved en returperiode som svarer til antall 2% års perioder i registreringsperioden, dvs. en tilnærmet 10 års returperiode for en datarekke på 25 - 30 år. Dette kan utvides til å gjelde returperioder fra 2 - 100 år, selv om usikkerheten er størst for returperioder lengst vekk fra 10 års perioden. For de lange returperioder er dette likevel et bedre estimat enn å bruke Gumbelanalysen direkte på sektorekstremene. Store standardavvik i et slikt datasett kan gi det paradoksale resultat at en sektorekstrem kan være høyere enn en ekstrem i vilkårlig sektor.

Tabell 7. Ekstremverdier av 10 min. middelvind med 4 returperioder for Hellisøy fyr. Ekstremverdiene er gitt sektorvis for 8 sektorer, for 2 sektorgrupper og for vilkårlig sektor. Datagrunnlaget er fra 1962/63 - 1989/90. Vintersesongen dekker perioden september - april og sommersesongen resten av året.

		N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	NØ-Ø	SV-V	ALLE
S O M M E R	2AR	18.2	10.4	11.0	17.4	20.1	18.2	16.8	17.8	11.6	18.2	20.7
	10AR	21.6	12.3	13.0	20.6	23.8	21.6	19.8	21.1	13.7	21.6	24.5
	50AR	24.6	14.0	14.8	23.4	27.1	24.6	22.6	24.0	15.6	24.6	27.9
	100AR	25.8	14.7	15.5	24.6	28.4	25.8	23.7	25.2	16.4	25.8	29.3
V I N T E R	2AR	25.3	17.1	14.9	25.3	27.3	24.4	23.9	25.6	17.7	24.7	28.1
	10AR	28.3	19.2	16.6	28.3	30.5	27.3	26.7	28.6	19.8	27.6	31.4
	50AR	30.9	20.9	18.2	30.9	33.3	29.8	29.2	31.2	21.6	30.2	34.3
	100AR	32.0	21.7	18.8	32.0	34.4	30.9	30.2	32.3	22.4	31.2	35.5