

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# klima

**SANDANE LUFTHAVN  
VINDFORHOLD**

KNUT O. STRAND, ALV SUNDE OG KNUT HARSTVEIT

RAPPORT NR. 18/93 KLIMA



# DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3  
TELEFON: 22 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

18/93 KLIMA

DATO

10.05.93

TITTEL

**SANDANE LUFTHAVN  
VINDFORHOLD**

UTARBEIDET AV

**Knut O. Strand, Alv Sunde og Knut Harstveit**

OPPDRAGSGIVER

**STATKRAFT/STATNETT**

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Vindmålinger fra Sandane lufthavn er bearbeidet. Episoder med sterk vind fra perioden 1982 til 1986 er sammenlignet med data fra Hellisøy fyr. Ved bruk av langtidsstatistikk fra Hellisøy har en kommet fram til ekstremverdier for 10 minutters middelvind og 3-5 sekunders vindkast på Sandane lufthavn. 100 års verdiene på Sandane er beregnet til 25 m/s (middelvind) og 46 m/s (vindkast).

Søraustlig vind på Hellisøy dreier aust på Sandane lufthavn, mens sørlig vind kan gi både austlig, søraustlig og sørvestlig vind. Sørvestlig til vestlig vind på Hellisøy gir sørvestlig vind på Sandane lufthavn, mens nordvestlig og nordlig vind gir nordvestlig vind.

Sterk vind på Sandane lufthavn er svært turbulent i alle sektorer med unntak av gjennomgående nordvestlig vind i området.

UNDERSKRIFT

*Knut Harstveit*

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

Bjørn Aune

FAGSJEF

## SAMMENDRAG

### Datautplukk.

Vinddata fra Sandane lufthavn og Hellisøy fyr for perioden 1982-86 er sammenlignet. Alle episoder med maks. 10 min. middelvind  $\geq 20$  knop og /eller vindkast  $\geq 30$  knop på minst en av stasjonene er plukket ut. Episodene ble karakterisert som samhørige dersom de forekom innenfor et tidsrom på  $\pm 6$  timer.

Ved større tidsforskjeller eller ved markante vinddreininger ble det registrert forskjellige episoder.

Disse episodene ble analysert og det ble satt opp tabeller og figurer som viser hvorledes vindretningen på de 2 stasjonene henger sammen, ialt 505 episoder.

Datamaterialet ble deretter systematisert i grupper som omfatter:

Austlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig søraustlig, sørlig eller sørvestlig vind (Hellisøy),  
søraustlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig søraustlig vind (Hellisøy),  
søraustlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig sørlig vind (Hellisøy),  
sørvestlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig sørlig vind (Hellisøy),  
sørvestlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig sørvestlig vind (Hellisøy),  
sørvestlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig vestlig vind (Hellisøy),  
nordvestlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig nordvestlig vind (Hellisøy),  
nordvestlig vind (Sandane lufthavn)  
med samtidig nordlig vind (Hellisøy).

For ekstremvindanalyse ble all søraustlig vind på Sandane lufthavn slått sammen. Dette gjaldt også sørvestlig vind på Sandane lufthavn og samtidig sørvest og vestlig vind på Hellisøy. Begrunnelsen var at det var svært få episoder i enkelte av disse gruppene, og at relasjonene mellom Sandane lufthavn og Hellisøy ikke var vesentlig forskjellige. Vi står da igjen med 6 grupper.

Middelvind og vindkast fra Hellisøy og Sandane lufthavn i hver av disse 6 gruppene ble uavhengig sortert etter vindhastighet. Antall episoder i hver gruppe ble begrenset ved følgende: Forholdet mellom svakeste og sterkeste middelvind på Hellisøy ble satt til maksimalt 2/3, men slik at ingen gruppe hadde flere enn 30 episoder. Denne restriksjonen var nødvendig for å sikre at ikke grenseverdiene ekskluderer episoder med relativt sterk vind på noen av stasjonene, samt at det ble fokusert på sterkest mulig vind.

## RESULTATER.

Sterk nordaustlig vind på Hellisøy forekom ikke i perioden, derav ingen sammenligning. I austlig sektor er det bare 2 tilfelle, som begge ligger på grensen til søraust sektor og derfor er trukket inn under denne.

Ved søraustlig vind på Hellisøy var vinden på Sandane lufthavn austlig (60 - 100°) med vindhastighet på 35 - 40% av vinden på Hellisøy og kastfaktor på 1.7 - 2.0.

Ved sørlig vind på Hellisøy var middelvinden på Sandane lufthavn:

- a) Austlig (60 - 100°) med vindhastighet 35 - 40% av vinden på Hellisøy,
- b) sørvestlig (210 - 250°) med vindhastighet 50 - 60% av vinden på Hellisøy, eller, mer sjelden,
- c) søraustlig (140 - 160°) med vindhastighet 25% av vinden på Hellisøy.

Ved jevn sørlig vind på Hellisøy var det ofte observert en pendling mellom disse retningene på Sandane lufthavn. Ved alle tre kategoriene var turbulensen høy, typiske kastfaktorer var i området 1.7 - 2.0.

Ved sørvestlig til vestlig vind på Hellisøy var vinden på Sandane lufthavn sørvestlig (210 - 250°) med vindhastighet 65 - 70% av vinden på Hellisøy og kastfaktor 2.0 - 2.1.

Ved nordvestlig vind på Hellisøy var vinden på Sandane lufthavn nordvestlig med vindhastighet på 60 - 70% av vinden på Hellisøy. Turbulensen i disse episodene var mer i tråd med terrengruheter i området, kastfaktoren var 1.5 - 1.7.

Ved nordlig vind på Hellisøy var vinden på Sandane lufthavn nordvestlig med vindhastighet på 40 - 45% av vinden på Hellisøy, men med noe høyere turbulens enn når vinden på Hellisøy var nordvest, typisk kastfaktor var 1.8.

## VARSLING.

Ved varsling av vinden på Sandane lufthavn utfra Hellisøy kan reglene ovenfor anvendes når vinden på Hellisøy er over 10 m/s. Følgende tabell kan stilles opp ved kuling (15 m/s) på Hellisøy:

OBS. HELLISØY		VARSEL SANDANE		
RETNING	MIDDELVIND	RETNING	MIDDELVIND	KAST
E - SE	15 m/s	E	6 m/s	12 m/s
S	15 m/s	SW	8 m/s	15 m/s
SW - W	15 m/s	SW	10 m/s	20 m/s
NW	15 m/s	NW	9 m/s	16 m/s
N	15 m/s	NW	7 m/s	12 m/s

**EKSTREMVIND.**

Tabellen viser ekstremverdier for vindutsatte sektorer, samt vilkårlig sektor, for Sandane lufthavn. Verdiene i denne tabell er gitt i m/s.

	060-100	140-160	210-250	270-330	VILKÅRLIG
<b>MIDDELVIND:</b>					
2 år	10.4	6.5	15.5	15.6	17
10 år	11.6	7.3	18.2	19.2	20
50 år	13.0	8.0	20.8	22.2	24
100 år	13.4	8.6	21.9	23.6	25
<b>VINDKAST:</b>					
2 år	17.7	11.5	31.1	26.6	31
10 år	21.7	15.0	37.9	30.3	38
50 år	24.9	17.6	43.5	33.7	44
100 år	26.1	18.6	45.6	35.2	46

**Fysiske betraktninger.**

Vinden på Sandane lufthavn er som ventet redusert i forhold til Hellisøy fyr, men det forekommer en del episoder med relativt høy middelvind og betydelig grad av turbulens. Vindretningen kan være dreiet i forhold til Hellisøy, denne dreiningen går ved vind fra sør og sørvest til dels motsatt av det som normalt forventes ved økt friksjon. Terrengstyringen er naturlig nok sterk. Dessuten ser det ut til at nærliggende fjellpartier genererer stående, horisontale og turbulensrike virvler i området. Ved sør til sørvestlig vind på Hellisøy ligger Sandane lufthavn trolig i grenseområdet for utbredelsen av en slik virvel, derved blir den lokale vindretningen ustabil.

1. INNLEDNING. . . . .	3
2. STED OG TOPOGRAFI. . . . .	3
2.1. Regional topografi (Figur 2). . . . .	4
2.2. Nærområdet (Figur 3). . . . .	4
2.3. Lokalområdet (Figur 4). . . . .	4
3. INSTRUMENTERING, DATA OG DATA-INNSAMLING. . . . .	5
3.1. Instrumentering, Sandane lufthavn. . . . .	5
3.2. Data-innsamling. . . . .	5
4. METODIKK OG RESULTATER. . . . .	6
4.1. Generell metodikk. . . . .	6
4.2. Beregning av midler og koeffisienter. . . . .	6
4.2.1. Valg av samsvarende sektorer. Forskjeller i vindretning. . . . .	6
4.2.2. Vindhastigheter. . . . .	10
4.2.3. Kastfaktorer. . . . .	13
4.2.4. Overføringskoeffisienter og deres variasjoner. . . . .	16
4.3. Varslingsregler.. . . .	17
4.4. Ekstremvindberegninger. . . . .	18
4.4.1. Beregnede overføringskoeffisienter for ekstremverdier v.h.a. Gumbel-analyse. Korte rekker. . . . .	18
4.4.2. Beregning av kastfaktorer for ekstremverdier. . . . .	19
4.4.3. Beregning av ekstremverdier for 10-min. middelvind på Sandane lufthavn. . . . .	20
4.4.4. Beregning av ekstremverdier for vindkast på Sandane lufthavn. . . . .	20
4.4.5. Ekstremverdier for vindutsatte sektorer på Sandane lufthavn. . . . .	20
4.5. Fysiske betraktninger. Representativitet. . . . .	22
4.5.1. Nordaustlig vind på Sandane lufthavn. . . . .	22
4.5.2. Austlig vind på Sandane lufthavn (060-100 grader). . . . .	23
4.5.3. Sørøstlig vind på Sandane lufthavn (140- 160 grader). . . . .	23
4.5.4. Sørvestlig vind på Sandane lufthavn (210- 250 grader). . . . .	24
4.5.5. Nordvestlig vind på Sandane lufthavn. (270- 330 grader). . . . .	27

# SANDANE LUFTHAVN



Mot vest (Foto E.Tveten, Bergen lufthavn)



Mot aust (Foto E.Tveten, Bergen lufthavn)

## 1. INNLEDNING.

Denne rapporten er den første i en serie rapporter om ekstremvindforhold på en del værstasjoner på Vestlandet. Hensikten er å utnytte tilgjengelig observasjonsmateriale innsamlet av Det norske meteorologiske institutt (DNMI).

Rapporten behandler Sandane lufthavn. En kortere observasjonsrekke fra denne stasjonen er sammenlignet med referansestasjonen Hellisøy fyr. Referansestasjonen har beregninger av sektorvise ekstremvinder for sommer og vinter basert på årlige avlesninger av ekstremer over en periode på 28 år.

Prosjektet har fram til sommeren 1992 også omfattet flyplassene Sogndal lufthavn (Haukåsen), Florø lufthavn, Bergen lufthavn (Flesland) og værstasjonen Bergen-Florida. Høsten 1992 ble det utvidet med stasjonene Ørsta-Volda lufthavn (Hovden) og Sunndalsøra. Rapporter fra dette arbeidet vil følge etter hvert som tid og økonomi gir rom for det.

Data fra undersøkelsene er benyttet i NBR/DNMI's vindlastprosjekt og inngår som grunnlag for ekstremvindsonekart for Møre og Romsdal (DNMI Rapport 07/93). Arbeidet fortsetter i en landsdekkende analyse, men allerede nå kan man signalisere om en revidering av vindforskriftene i Norsk Standard NS3479. Dette er også nødvendig arbeid sett i lys av ny internasjonal standardisering som er under arbeid.

Initiativtaker til prosjektet er Svein M. Fikke, Statnett, før 1.1.92, Statkraft. Arbeidet med bearbeiding og rapportering er utført av Knut O. Strand og Alv Sunde ved Vervarslinga på Vestlandet, samt Knut Harstveit, Klimaavdelingen (DNMI).

Arbeidslønn og nødvendig reisevirksomhet for Knut O. Strand og Alv Sunde er finansiert av Statkraft/Statnet. Lars Andresen, Klimaavdelingen (DNMI) og Svein M. Fikke har deltatt i en rekke faglige diskusjoner under arbeidet med bearbeiding og rapportering.

## 2. STED OG TOPOGRAFI.

Stasjonene som er med i første del av denne undersøkelsen er avmerket på oversiktskartet (Figur 1). Stasjonen **Sandane lufthavn** er lokalt ofte benevnt **Anda**, men **Sandane lufthavn** er konsekvent benyttet som stasjonsnavn i denne rapporten. I tabellene er forkortelsen S benyttet.

Fotografier mot vest og mot aust av Sandane lufthavn er vist på side 2. Kart over området, Figur 1 - 4, er gitt i Appendiks 2.

### 2.1. Regional topografi (Figur 2).

Stedet ligger på sørsiden av Nordfjord ca 70 km inn fra kysten. Det storstilte landskapet i alle retninger er fjellområder med topper opp i 1000-1500 meter. Mot aust, innover i indre Nordfjord er fjellene noe høyere med topper opp i 1500-2000 meter. Mot nordvest på nordsiden av Nordfjord avtar fjellhøyden noe vestover til 6-700 meter.

Nordfjord skjærer nokså rett austover fra kysten og ca. 110 km innover i landet. Lenger sør er dette fjellandskapet gjennomskåret i retning vest-aust av fjordene Eikefjorden, Høydalsfjorden, Førdefjorden og Dalsfjorden som strekker seg 50-70 km innover i landet. Hele fjellmasivet blir lengere sør delt av Sognefjorden som har høye, bratte fjell på begge sider. Videre sør for Sognefjorden er høyden på fjellene opp til 1000-1100 moh. Denne beskrivelsen av topografien dekker også forholdene mot sørvest mot referansestasjonen Hellisøy Fyr som ligger 140 km fra Sandane lufthavn.

### 2.2. Nærområdet (Figur 3).

I nærområdet finner vi del av hovedfjorden, Utfjorden, i aust-vest retning og sidefjorden, Gloppenfjorden, som skjærer inn mot søraust med fortsettelse i dalføret videre mot Breim. De nære fjellområdene i aust skrår opp mot en fjellrygg 1100 moh og strekker seg vest-aust mellom Utfjorden og Gloppenfjorden. Mot sørvest og vest, over på andre siden av Gloppenfjorden, stiger terrenget bratt opp til en fjellrygg som går opp til 1300 moh. Videre vestover skjærer Hyenfjorden inn mot sør med bratte fjellsider på begge sider og fortsettelse i trange dalfører mot sør og sørvest. Fjernere mot vest og sørvest stiger fjellmassivet opp til 1300-1600 moh i et breområde fra Gjegnalundsreen til Ålfotbreen. Mot nord og nordvest er det åpen fjord til over på nordsiden av Nordfjord hvor terrenget stiger ganske bratt opp til ca 1000 moh, og litt lavere vestover.

### 2.3. Lokalområdet (Figur 4).

Vindmåleren er plassert i vestenden av rullebanen som ligger i en dalsenkning ca 60 moh i retning aust-vest mellom Gloppenfjorden og Utfjorden. Terrenget er åpent mot aust og mot vest hvor det begge steder skråner bratt ned mot fjordene. Ellers er det lokale terrenget dominert av de to skogbevokste høydedragene som går ganske bratt opp til ca 100 moh nord for plassen og opp til ca. 150 moh sør for plassen.

Det nærmeste landområdet, neset som stikker ut ca 2,5 km fra flyplassen mot nordvest, har noen høyder opp til ca. 160 moh. (100 m over vindmåleren).

Det er ikke rapportert om flytting av vindinstrumentene siden de ble satt opp. Heller ingen forandring av bebyggelse eller vegetasjon.

### 3. INSTRUMENTERING, DATA OG DATA-INNSAMLING.

#### 3.1. Instrumentering, Sandane lufthavn.

##### Utdrag av beretning i juni 1975:

Flyplassen er utstyrt med to vindmålere, en i banens vestende (Fuess 90Z, nr.G.9820) med regulator og ett sett indikatorer og en i banens austende (Fuess 94CZ) med ett sett indikatorer.

Måleren i vest er montert på en 6 meter høy stålmast 140 meter fra banens vestende og 60 meter på sydsiden av banekanten. Den står omlag 9 meter over banenivået som her er ca 60 moh. Plasseringen av måleren ville kanskje ha vært bedre lenger vest, men en slik plassering er ikke mulig da det vil forstyrre innflyvningsinstrumentene.

Høyde over marka av vindhastighetsmåleren:	6,5 meter
Høyde over marka av vindretningsmåleren:	6,2 meter
Høyde over ujevnheter av vindhastighetsmåleren:	6 meter
Høyde over ujevnheter av vindretningsmåleren:	6 meter

Stasjonen ble opprettet i juni 1975, inspisert i 1981, 1985, 1988 og 1990.

Vindmålerinstrumentet registrerer på papir (anemogram) som skiftes hver morgen. Det registreres "øyeblikks"-hastigheter (å 3-5 sek) og "øyeblikks"-retning samt 10-minutters middelvindhastighet. Hastighetene avleses i knop.

#### 3.2. Data-innsamling.

Registreringer for årene 1982-86 er gjennomgått. I denne perioden er det ikke gjort noen forandringer på vindmåleren (90Z), bare vanlig vedlikehold.

P.g.a. stengning av flyplassen er der kortere brudd i registreringene, f.eks. søndag formiddager og helligdager eller deler av helligdager.

Hellisøy Fyr er valgt som referansestasjon og registreringer fra de samme årene (1982-86) er gjennomgått.

Det er gjort et utvalg av vind-episoder der luftstrømmene har et veldefinert hastighetsmaksimum og tilsvarende retning som lar seg bestemme både på referansestasjonen og lokalstasjonen.

Bare episoder hvor 10-min. middel var større eller lik 20 knop og/eller vindkastene var større eller lik 30 knop på en av stasjonene er tatt med. Det var ingen episoder hvor dette kravet var oppfylt på Sandane lufthavn uten at dette også var tilfelle på Hellisøy, mens det motsatte var tilfelle relativt ofte.

Hvis det var tidsforskjell på opp til 6 timer mellom maksimal 10-minutters middel og maksimalt vindkast ble dette allikevel registrert som samme episode hvis vindretningen var den samme.

Ved større tidsforskjeller eller ved markante vinddreininger ble det registrert forskjellige episoder.

Tabell A1 (Appendiks 1) gir en kronologisk oversikt over observasjonene som er brukt.

#### **4. METODIKK OG RESULTATER.**

##### **4.1. Generell metodikk.**

Dataene fra lokalstasjonen (Sandane lufthavn) ble koblet til dataene fra referansestasjonen (Hellisøy) etter følgende system:

Episoder hvor maksima på begge stasjoner lå nærmere enn ca. 6 timer og samtidig retningene ikke avvek mere enn ca. 45 grader ble godtatt uten videre som episoder der forskjellen skyldtes innflytelse av friksjon, overstrømmingseffekter over fjell, kanaliseringseffekter langs fjorder og daler o.l.

I de episoder hvor avvikene var større i tid eller retning ble anemogrammene på de to stasjonene sammenliknet før observasjonene ble godtatt som hørende til samme episode, eventuelt forkastet. I tvilstilfeller ble situasjonene bedømt ut fra de synoptiske kartene.

De datasett som da er igjen, skulle være bra representative for å bedømme lokaleffektene vi har som målsetning å si noe om.

Dataene ble registrert på disketter og bearbeidet ved hjelp av programmet PLANPERFECT. Materialet er delt i vinter- (sept.-april) og sommer-sesong (mai-august). Bare undersøkelsen for vinter-sesongene er tatt med her.

##### **4.2. Beregning av midler og koeffisienter.**

###### **4.2.1. Valg av samsvarende sektorer. Forskjeller i vindretning.**

Av de 1035 episoder med observasjoner som tilfredsstillter kravene til vindhastighet i vintersesongene på Hellisøy har det latt seg gjøre å kombinere 505 med observasjoner fra Sandane lufthavn som episoder hvor det var noenlunde homogene luftstrømmer over Vestlandet.

De samhørende vindretningene Hellisøy-Sandane lufthavn for disse episodene er satt opp i spredningsdiagram, Tabell 1. Det kommer her fram at vindretningene på Sandane lufthavn fordeler seg på 4 markante sektorer med ganske skarpe grenser.

Tabell 1.

Frekvenstabell over vindretninger [°] fra Hellisøy fyr og Sandane lufthavn for alle episodemaksima som tilfredsstillter kravene fra kap.4.1.

Horizontal akse : Sandane lufthavn (\*)

Vertikal akse : Hellisøy fyr

	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	sum				
60																																			
70																																			
80																																			
90																																			
100																																			
110						1	1																											2	
120					1	2						1																						4	
130					1	1	1	1																										4	
140					2	5	3	2				1	1	2	1																			18	
150					4	6	11	3				2	1	1																				28	
160					1	4	4	10	3			1	1																					24	
170					2	16	9	8	5			1	2	3																				56	
180					6	8	5	4	1			1	1																						53
190					7	10	9	4	1			1																							61
200					1	2	3	1	1																										30
210					1	1	1	1	3																										19
220																																			8
230							2																												14
240						1	1																												15
250																																			16
260																																			10
270																																			3
280																																			1
290																																			2
300																																			5
310																																			7
320																																			9
330																																			15
340																																			20
350																																			16
360																																			48
10																																			10
sum	19	49	48	52	18			1	8	7	10	2			26	60	46	17	7			10	42	35	27	9	4	1				498			

Positiv dreining (P)

Nøytral (0)

Negativ dreining (N)

\*7 observasjoner med variabel vindretning på Sandane lufthavn er ikke med i tabellen.

Vindretningene på Hellisøy til de samsvarende episodene lar seg også bestemme innenfor ganske veldefinerte sektorer. De valgte sektorgrensene er vist i Tabell 1 og Figur 5 og markert i Tabell 2.

**Tabell 2.**

*Sektorene og deres midlere dreining.*

Hellisøy	Sandane lufthavn	Midlere dreining	St.avv.	n
SE-SW(110-210)	E(060-100)	89.2	27.0	176
SE-SW(140-200)	SE(140-160)	15.0	20.4	22
S-W(170-260)	SW(210-250)	-16.7	31.0	153
NW-N(290-010)	WNW(270-330)	53.9	19.7	123

Retningsdifferansen Hellisøy-Sandane lufthavn er positiv ved dreining mot urviseren.

På Figur 5 er også vist hvordan de forskjellige luftstrømmene forandrer retning fra Hellisøy til Sandane lufthavn. Framstillingen er litt forenklet ved at noen få grensetilfeller fra Tabell 1 er kuttet vekk for å gjøre tegningen enklere.

Tabellene 5 og 6 over vindhastighet på Sandane lufthavn viser også tydelig sektorgrensene.

Vi har valgt å kalle episodene "nøytrale" når  $dd_H$  (vindretningen på Hellisøy) er innen samme sektor som  $dd_S$  (vindretningen på Sandane lufthavn). De øvrige episodene er delt i "positiv" eller "negativ" dreining. Se også Tabell 3.

De fleste luftstrømmer får en betydelig positiv dreining fra Hellisøy til Sandane lufthavn. Mest markert er dette når Hellisøy har vind fra sørlig sektor og Sandane lufthavn får vind i austsektoren (Tabell 1)

SW-sektoren på Sandane lufthavn er en oppsamlingssektor for store deler av sektoren fra sør til vest på Hellisøy. Her har vi mange negative og nøytrale episoder, mens de positive er i mindretall. Dette er forøvrig den eneste sektor hvor vi finner negativ dreining.

I SE- og WNW-sektorene på Sandane lufthavn finner vi nøytrale eller positive episoder, mens E-sektoren som nevnt bare har episoder med positiv dreining.



Av Tabell 1 ser vi også at vind fra sektoren 140-210 på Hellisøy kan kombineres med vind fra forskjellige sektorer på Sandane lufthavn. Slike episoder forekommer relativt ofte, og oppstillingen i Tabell 4 nedenfor viser hvor mange episoder med vind omkring sør på Hellisøy som er koblet med tilsvarende sektorer på Sandane lufthavn.

**Tabell 4.**

*Vindfordeling på Sandane lufthavn for vind i sektoren 140 - 210° på Hellisøy.*

Sandane lufthavn			
Hellisøy	E	SE	SW
140°	12	4	1
150°	24	4	0
160°	22	2	0
170°	40	6	10
180°	24	2	27
190°	31	2	20
200°	8	2	20
210°	6	0	13
Sum	167	22	99

Værkart og vindregistreringer fra 1.12.83 viser eksempel på slike episoder der sørlig vind på Hellisøy kan kobles med både austlig og sørvestlig sektor på Sandane lufthavn (Figur 6). På figuren ser en isobarmønsteret over det aktuelle området. Hellisøy har stadig sørlig vind mellom 170 og 180 grader hele døgnet. 10-min. middelvind varierer lite (32-38 knop) med vindkast opp i 50 knop. Det typiske for denne situasjonen er at retningen på Sandane lufthavn er svært variabel og har markerte perioder fra retningene 070 og 240 grader.

#### 4.2.2. Vindhastigheter.

I Tabell 5 (10-min middelvind) og 6 (vindkast) er vindhastighetene på Sandane lufthavn fordelt etter vindretningene for hele materialet. Sterkest vind er det i sektorene SW og WNW. Mest markert er dette på tabellen over vindkast som viser flere episoder med kast over 50 knop fra disse retningene. Høyeste registrerte kastverdi (76 knop) er omtalt under kap. 4.4.3. Merk at antall episoder med middelvind under 20 knop og vindkast under 30 knop er kunstig lavt pga. utvalgsriteriet (se kap. 3.2). Dette sees tydelig for vindkast i den sørvestlige sektor (Tabell 6), mens det kommer best fram ved det lave antall mellom 0 og 10 knop for de øvrige tilfeller.

Tabell 5.

Frekvenstabell for Sandane lufthavn (S) over 10 min. middelvind ( $U_s$ [knop]) /vindretning ( $dd_s$ [grader]).

	$U_s$								Sum
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	
$dd_s$									
60	1	14	4	.	.	.	.	.	19
70	3	19	25	2	.	.	.	.	49
80	3	11	25	9	.	.	.	.	48
90	2	20	20	9	1	.	.	.	52
100	.	6	11	1	.	.	.	.	18
130	1	.	.	.	.	.	.	.	1
140	1	7	.	.	.	.	.	.	8
150	1	6	.	.	.	.	.	.	7
160	3	7	.	.	.	.	.	.	10
170	.	2	.	.	.	.	.	.	2
210	.	3	10	10	2	1	.	.	26
220	.	5	12	20	18	4	1	.	60
230	.	3	20	11	7	4	1	.	46
240	.	5	10	.	2	.	.	.	17
250	.	4	1	1	.	1	.	.	7
270	.	1	1	4	2	2	.	.	10
280	1	3	13	16	4	2	3	.	42
290	.	7	16	8	3	.	.	1	35
300	1	5	10	11	.	.	.	.	27
310	.	4	1	4	.	.	.	.	9
320	1	2	1	.	.	.	.	.	4
330	.	1	.	.	.	.	.	.	1
999*	6	.	1	.	.	.	.	.	7
Sum	24	135	181	106	39	14	5	1	505

\*999: Ingen retningsdefinisjon mulig pga. skiftninger.

Tabell 6.

Frekvenstabell for Sandane lufthavn (S) over 3-5 sek. vindkast ( $U_g$  [knop]) / vindretning ( $dd_s$  [grader]).

	$U_g$												Sum	
	0- 5	6- 10	11- 15	16- 20	21- 25	26- 30	31- 35	36- 40	41- 45	46- 50	51- 55	56- 60		76- 80
$dd_s$														
60	1	5	8	4	1	0	.	.	.	.	.	.	.	19
70	3	3	12	17	10	3	.	.	1	.	.	.	.	49
80	2	2	9	18	10	3	4	.	.	.	.	.	.	48
90	.	4	11	17	12	4	3	1	.	.	.	.	.	52
100	.	1	3	6	7	.	1	.	.	.	.	.	.	18
130	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
140	1	5	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
150	.	4	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
160	2	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
170	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
210	.	.	1	2	3	8	5	2	2	2	1	.	.	26
220	.	.	1	6	5	8	14	5	11	7	1	2	.	60
230	.	.	1	4	8	9	8	4	4	7	.	.	1	46
240	.	.	1	4	2	5	4	.	.	1	.	.	.	17
250	.	.	.	3	1	1	.	1	.	.	.	1	.	7
270	.	.	1	.	.	2	1	2	4	.	.	.	.	10
280	1	.	2	1	7	12	9	4	2	1	1	2	.	42
290	.	1	4	5	11	8	4	.	2	.	.	.	.	35
300	.	.	4	4	5	7	6	1	.	.	.	.	.	27
310	.	.	1	2	1	1	1	3	.	.	.	.	.	9
320	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	4
330	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
999*	6	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Sum	18	31	67	97	84	72	60	23	26	18	3	5	1	505

\*999: Ingen retningsdefinisjon mulig pga. skiftninger.

Den søraustlige sektoren, ut Gloppenfjorden, markerer seg ved at det ikke forekommer middelvinder over 10 knop, og de maksimale vindkastene ligger i underkant av 20 knop. I den austlige sektoren er også middelvinden oftest relativt svak, men det forekommer episoder med ganske sterke vindkast. Dette går detaljert fram av tabellene i Appendiks 1 (Tabell A.2).

Siden det er ekstreme vindhastigheter på Sandane lufthavn vi vil fram til, er det i det videre arbeidet bare tatt med episoder med relativt sterk vind. Grenseverdiene må imidlertid velges med omhu slik at de ikke ekskluderer episoder med sterk vind på noen av stasjonene. Med disse momenter i minne fant vi at 3 av de valgte sektorene i Tabell 3 hadde for få episoder med sterk vind til en tilfredsstillende analyse. Vi valgte derfor å slå sammen de to 140-160° sektorene på Sandane lufthavn. Fellessektoren inkluderer da alle episoder fra 140 - 200° på Hellisøy. Tilsvarende valgte vi å slå sammen nøytral og positiv sektor 210-250°, slik at alle episoder med 210 - 260° fra Hellisøy og 210-250° på Sandane lufthavn danner 1 sektor. Sammenslåingen av disse sektorer kan forsvares da det ikke synes som om overføringsfaktorer eller kastfaktorer for de enkelte delsektorer er vesentlig forskjellige. Dette gir ialt 6 sektorgrupper for videre bearbeidelse (Tabell 7).

Kriteriene som er brukt til å foreta det videre utvalget er i hovedsak de samme som er brukt i KLIMA Rapport nr 31/90, (Knut Harstveit: Hardangerbrua). Middelvind og vindkast på hver av stasjonene er sortert etter hastighet. Sorteringen for hver parameter er uavhengig av de øvrige. Materialet begrenses til maksimalt 30 episoder, men ikke fler enn at svakeste verdi av middelvinden på Hellisøy er 2/3 av den sterkeste. Dette kriterium bestemmer også antallet for de øvrige parametre. Bakgrunnen for disse valg er gitt i Appendiks 3.

Episodene er gjennomgått med formål best mulig å unngå avhengighet mellom episodene. Dette er gjort ved at den svakeste av episoder som lå nær hverandre i tid og retning ble strøket. Som kriterieverdier her ble brukt 1-2 døgn og ca 45 grader.

Tabell A2 (Appendiks 1) viser de utvalgte episoder. Ut fra disse listene er midler, standardavvik, kastfaktorer og overføringskoeffisienter for vindhastighetene beregnet. Disse er listet opp i Tabell 7. Middelerverdier og standardavvik for de forskjellige hastighets-parametre er grunnlaget for ekstremverdi-analyser (se 4.3).

#### 4.2.3. Kastfaktorer.

Det vil framgå av Tabell 7 at den midlere kastfaktoren på Sandane lufthavn for alle sektorer er betydelig høyere enn på Hellisøy.

Nøytral SE-sektor (begge stasjoner 140-160 grader) er et unntak fra dette, men datagrunnlaget er spinkelt i denne sektor, slik at sektoren ikke er benyttet til egen analyse. Felles for all søraustvind på Sandane lufthavn er imidlertid den sterke

reduksjon i forhold til Hellisøy, både for kast og middelvind.

Variasjonene i kastfaktorene er større på Sandane lufthavn enn på Hellisøy, hvilket er naturlig i den komplekse topografi som omgir Sandane lufthavn.

Kastfaktorene på Sandane lufthavn er høyest i nøytral (og positiv) sørvest-sektor (opp i 2.0).

Tabell 8 gir en oversikt over kastfaktorene ( $Gf_s$ ) fordelt på vindretning. Datagrunnlaget er her noe bredere enn ved ekstremvindanalysen for å sikre nok episoder til en brukbar oversikt. Tabellen bygger på de 505 episodene som opprinnelig var tatt med. Deretter er utvalget redusert til 231 ved at sektorer med mer enn 10 episoder har fått fjernet alle tilfeller der middelvinden på Hellisøy er svakere enn  $2/3$  av sterkeste verdi i sektoren.

Dette gir et godt bilde av spredningen. I enkeltstående tilfeller er det kastfaktorer høyere enn 3.0.

I SE-sektoren er det bare få episoder, de fleste har lave kastfaktorer som hører sammen med svak middelvind. Det forekommer to episoder med kastfaktor nær 3.0. Disse hører sammen med sterk SSW-vind på Hellisøy (positiv dreining). SE - sektoren har mangelfullt datagrunnlag og er en sjelden vindsektor for sterk vind på Sandane lufthavn.

I E-sektoren varierer kastfaktorene mye, men de fleste ligger mellom 1.3 og 2.0. Spredte tilfeller helt opp i 4.1 bidrar til et høyt middel.

Vi har sett spesielt på situasjonen med kastfaktor på 4.1. Den forekom i episoden 1.12.83 som er vist på værkart og registreringer på Figur 6., tidligere diskutert i kap. 4.2.1. Vinden på Hellisøy viser i denne situasjonen bare små variasjoner, mens vindretningen på Sandane lufthavn svinger over hele skalaen med markerte episoder der vindretningen kan defineres som austlig eller sørvestlig. 10-min middelhastighet på Sandane lufthavn varierer relativt lite gjennom døgnet mens vindkastene har markerte topper når hovedretningen er sørvest. Den høye kastfaktoren på 4.1 kommer ved et vindkast på 41 knop ca kl 1140 samtidig med at middelvinden er 10 knop og at hovedvindretningen er iferd med å dreie over på sørvest. Det er faktisk umulig å si med sikkerhet hva retningen er på dette vindkastet, men under avlesningen er det vurdert til 070 grader. Slike episoder med sterk vinduro er typiske for Sandane lufthavn når vindretningen på Hellisøy er sørlig eller litt over på sørsørvest.

I SW-og NW-sektorene er kastfaktorene for det meste fordelt mellom 1.6 og 2.2, men også her er spredte tilfeller med høye faktorer.

Tabell 7.

Midlere middelvind,  $U$ , vindkast,  $U_g$ , kastfaktorer,  $G_f$  og overføringskoeffisienter fra Hellisøy til Sandane lufthavn, samt standardavvik av middelvind og vindkast, for utvalgte sektorsorterte episoder.

POSITIV (P): Vindretningen på Hellisøy  $dd_H$ , er dreiet mot urviseren på Sandane lufthavn, S.

NØYTRAL (0):  $dd$  på Hellisøy og Sandane lufthavn ligger innenfor samme sektor.

NEGATIV (N):  $dd_H$ , er dreiet med urviseren på Sandane lufthavn.

$dd_s$	060-100 (P)		140-160 (P+0)		210-250 (N)	
$dd_H$	110-210		140-200		170-200	
	n=30		n=10		n=30	
	Snitt	St.av.	Snitt	St.av.	Snitt	St.av.
$U_H$	44.6	4.4	31.0	3.6	41.7	3.8
$U_{gH}$	60.3	5.9	41.1	6.6	57.6	5.1
$U_s$	16.8	1.9	7.7	0.7	21.4	3.4
$U_{gs}$	29.2	4.7	12.9	3.0	39.4	5.5
$G_{fH}$	1.35		1.33		1.38	
$G_{fs}$	1.74		1.68		1.85	
$U_s/U_H$	0.38		0.24		0.51	
$U_{gs}/U_H$	0.65		0.42		0.94	

$dd_s$	210-250 (P+0)		270-330 (0)		270-330 (P)	
$dd_H$	210-260		290-330		340-010	
	n=30		n=16		n=30	
	Snitt	St.av.	Snitt	St.av.	Snitt	St.av.
$U_H$	37.6	3.5	41.9	5.7	39.6	5.0
$U_{gH}$	51.7	5.3	59.8	4.8	54.4	7.2
$U_s$	23.7	3.3	25.7	5.4	18.1	1.8
$U_{gs}$	47.4	7.5	43.4	6.9	32.7	3.3
$G_{fH}$	1.38		1.43		1.37	
$G_{fs}$	2.00		1.69		1.81	
$U_s/U_H$	0.63		0.61		0.46	
$U_{gs}/U_H$	1.26		1.04		0.83	

Tabell 8.

Kastfaktorer på Sandane lufthavn for et utvalg på 231 episoder med sterk vind.

dd <sub>s</sub>	Gf <sub>s</sub>																				SUM				
	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0		3.1	3.2	4.1	
60	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3
70	.	.	1	2	2	1	.	1	2	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	16	
80	.	.	2	.	1	4	1	2	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	
90	.	.	.	5	2	5	2	4	3	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	24	
100	.	.	.	.	1	1	2	3	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	
140	1	1	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	7	
150	2	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	6	
160	3	1	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	
210	.	.	1	.	.	.	2	3	2	3	3	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	16	
220	.	.	.	1	4	4	5	6	5	3	4	4	1	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	40	
230	.	.	.	1	1	2	2	4	5	2	3	4	2	3	.	.	.	1	1	.	1	.	.	32	
240	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	1	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	7	
250	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
270	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	
280	.	.	.	2	1	2	4	3	2	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	
290	.	1	.	.	.	.	2	3	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	
300	.	.	.	.	.	1	1	4	3	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	
310	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	5	
320	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
SUM	6	5	6	14	13	21	25	33	28	18	17	18	6	5	3	3	1	2	1	1	3	1	1	231	

#### 4.2.4. Overføringskoeffisienter og deres variasjoner.

For hver enkelt episode er det beregnet overføringskoeffisienter for middelvind,  $U$  og vindkast,  $U_g$ . Disse er definert som forholdet mellom vindhastighetene ( $U_s$ ,  $U_{gs}$ ) på lokalstasjon (Sandane lufthavn, S) og middelvinden,  $U_H$ , på referansestasjon (Hellisøy, H) uansett forskjeller i vindretningene. Midlere verdier for disse overføringskoeffisientene i de utvalgte situasjonene er også tatt med i Tabell 7.

Midlere overføringskoeffisienter har de laveste verdiene (0.25/0.41) i søraust-sektorene fulgt av aust-sektoren og positiv nordvest-sektor.

De høyeste overføringskoeffisientene i middel finner vi i nøytral (og positiv) sørvest-sektor (0.63/1.26).

Vindkastene har naturlig nok vesentlig høyere overføringskoeffisienter enn middelvinden, hvilket i første rekke skyldes at all overføring skjer mot middelvinden på Hellisøy. Men fordi kastfaktoren er høyere på Sandane lufthavn enn på Hellisøy bidrar også dette til den store forskjellen. Den komplekse topografien i nærheten av Sandane lufthavn reduserer middelvinden mer enn vindkastene.

#### 4.3. Varslingsregler.

Ved varsling av vinden på Sandane lufthavn utfra Hellisøy anbefales de midlere overføringskoeffisienter, både for 10 min-middelvind og vindkast, se Tabell 7. Disse svarer til "2-års" - koeffisientene ved Gumbel-metoden, se kap. 4.4.

Ved austlig til søraustlig kuling (15 m/s) kan følgende varsel nyttes for Sandane lufthavn: Austlig bris, 6 m/s med kast opp i 10 m/s. Samme varsel anbefales ved nordaustlig kuling, men denne forekommer sjelden og datagrunnlaget er dårlig.

Ved sørlig kuling (15 m/s) på Hellisøy er følgende varsel aktuelt: Vind av skiftende retning, tildels sørvestlig bris 8 m/s med kast på 15 m/s.

Ved sørvestlig til vestlig kuling (15 m/s) på Hellisøy, blir tilsvarende varsel: Frisk sørvestlig bris, 10 m/s med kast på 20 m/s.

Ved nordvestlig kuling (15 m/s) blir varselet: Frisk nordvestlig bris, 9 m/s med kast opp i 16 m/s.

Ved nordlig kuling (15 m/s) blir varselet: Nordvestlig bris, 7 m/s med kast opp i 12 m/s.

En kortfattet oppsummering er gitt i Tabell 9.

#### Tabell 9.

Varsling av vind for Sandane lufthavn utfra Hellisøy fyr. Varselet gjelder for vindhastigheter på Hellisøy over ca. 10 m/s.

OBS. HELLISØY		VARSEL SANDANE		
RETNING	MIDDELVIND	RETNING	MIDDELVIND	KAST
E - SE	15 m/s	E	6 m/s	12 m/s
S	15 m/s	SW	8 m/s	15 m/s
SW - W	15 m/s	SW	10 m/s	20 m/s
NW	15 m/s	NW	9 m/s	16 m/s
N	15 m/s	NW	7 m/s	12 m/s

#### 4.4. Ekstremvindhregninger.

##### 4.4.1. Beregnede overføringskoeffisienter for ekstremverdier v.h.a. Gumbel-analyse. Korte rekker.

I Tabell 10 er det beregnet verdier som i en lang rekke vil bli overskredet en gang pr. 100 episoder, respektive 10 episoder. Dette svarer til sannsynligheter på 1% og 10%. Dersom rekkene hadde vært rekker med

**Tabell 10.**

Gumbel-analyse for korte rekker 1982-86. Overføringskoeffisienter fra Hellisøy til Sandane lufthavn, samt standardavvik av middelvind og vindkast, for utvalgte sektorsortert episoder. Alle vindhastigheter er gitt i knop.

POSITIV (P): Vindretningen på Hellisøy  $dd_H$ , er dreiet mot urviseren på Sandane lufthavn ( $dd_S$ ).

NØYTRAL (0):  $dd_H$  og  $dd_S$  ligger innenfor samme sektor.

NEGATIV (N):  $dd_H$ , er dreiet med urviseren på Sandane lufthavn.

$dd_S$	060-100 (P)		140-160 (P+0)		210-250 (N)		210-250 (P+0)		270-330 (0)		270-330 (P)	
	$U_S$	$U_{GS}$	$U_S$	$U_{GS}$	$U_S$	$U_{GS}$	$U_S$	$U_{GS}$	$U_S$	$U_{GS}$	$U_S$	$U_{GS}$
Sandane lufthavn												
n	30	30	10	10	30	30	30	30	16	16	30	30
MIDDEL	16.8	29.2	7.7	12.9	21.4	39.4	23.7	47.4	25.7	43.4	18.1	32.7
St.av.	1.9	4.7	0.7	3.0	3.4	5.5	3.3	7.5	5.4	6.9	1.8	3.3
U("10ÅR")	19.7	36.4	9.0	18.1	26.5	47.7	28.8	59.0	34.8	55.0	20.9	37.8
U("100ÅR")	23.7	46.4	10.7	25.3	33.5	59.1	35.8	74.8	47.1	70.7	24.7	44.8
Max 1982-86	22	41	9	18	28	48	32	76	37	58	25	42
$dd_H$	110-210		140-200		170-200		210-260		290-330		340-010	
HELLISØY	$U_H$	$U_{GH}$	$U_H$	$U_{GH}$	$U_H$	$U_{GH}$	$U_H$	$U_{GH}$	$U_H$	$U_{GH}$	$U_H$	$U_{GH}$
n	30	30	10	10	30	30	30	30	16	16	30	30
MIDDEL	44.6	60.3	31.0	41.1	41.7	57.6	37.6	51.7	41.9	59.8	39.6	54.4
St.av.	4.4	5.9	3.6	6.6	3.8	5.1	3.6	5.3	5.7	4.8	5.0	7.2
U("10ÅR")	51.4	69.4	37.7	53.3	47.6	65.5	43.1	59.8	51.5	67.9	47.1	65.3
U("100ÅR")	60.7	81.9	46.6	69.6	55.6	76.2	50.8	71.4	64.6	78.9	57.4	80.2
Max 1982-86	53	73	38	54	51	70	45	66	53	68	52	71
k("10ÅR")	0.38	0.71	0.24	0.49	0.56	1.00	0.66	1.37	0.67	1.06	0.44	0.80
k("100ÅR")	0.39	0.76	0.24	0.54	0.60	1.06	0.70	1.46	0.73	1.09	0.43	0.78
k("middel")	0.38	0.65	0.25	0.42	0.51	0.94	0.63	1.26	0.61	1.04	0.46	0.82
$gf_S$ ("10år")	1.85		2.01		1.80		2.05		1.58		1.81	
$gf_S$ ("100år")	1.97		2.36		1.76		2.09		1.50		1.81	
$gf_S$ ("middel")	1.74		1.68		1.85		2.00		1.69		1.81	

k("x år") :

Overføringskoeffisient fra Hellisøy til Sandane lufthavn benyttet på en ekstremvindhastighet som svarer til en årlig gjentakelsestid på x år i en lang rekke

$gf_S$ ("x år"):

Kastfaktor for tilsvarende ekstremvind på stasjon s.

årlige ekstremer ville disse verdiene svart til 100-års verdier og 10 års-verdier. Derfor benyttes også betegnelsene "100 års"-verdi og "10-års" verdi i disse tilfellene. Analysene er utført innenfor de respektive sektorene. Metodikken er skissert i Appendiks 3.

**Observerte** maksimalverdier fra 5-års-perioden 1982-86 er satt opp til sammenlikning.

Forholdet mellom henholdsvis Sandane lufthavn og Hellisøy ( $p=1/10$  og  $p=1/100$ ) er så valgt som overføringskoeffisienter for overføring fra ekstremverdier for Hellisøy 10 år og 100 år beregnet for lang rekke.

Overføringskoeffisientene beregnet på dette grunnlag er videre sammenliknet med de gjennomsnittlige overføringskoeffisientene gitt som kvotienten av gjennomsnittsverdien for de utvalgte episodene for de 2 stasjonene. Dette er vist som k-verdier i Tabell 10.

"Gumbel-koeffisientene" for 100 års-verdiene gir i gjennomsnitt 10% høyere ekstremverdier enn dersom middelkoeffisientene benyttes, dette skyldes at det er større spredning for datarekkene på Sandane lufthavn, en spredning det er viktig å ta vare på. Gumbelkoeffisientene skal derfor brukes, mens midlere koeffisienter kan brukes ved beregning av 2-års verdier.

Ofte har det i slike sammenligningsoppgaver vært brukt en metode der overføringskoeffisienter for enkelte episoder er beregnet og midling foretatt over et visst antall enkelte episoder. Grensekraft er da satt på sammenligningsstasjonen. Slike koeffisienter blir ofte for lave fordi episoder med vind på sammenligningsstasjonen like under grensen og relativt sterk vind på prosjektstasjonen vil bli ekskludert av materialet. En har kompensert for slike usikkerheter ved å plusse på 1 eller 2 standardavvik på overføringskoeffisienten. Slik påplussing er ikke nødvendig ved bruk av Gumbelmetoden på uavhengig sorterte data.

#### 4.4.2. Beregning av kastfaktorer for ekstremverdier.

Kastfaktorer kan gis som forholdet mellom middelverdiene av kast og 10 min. middelvind i Tabell 10, eller som forhold mellom "10 års" og "100-års" - verdiene, kort rekke. En vurdering av disse koeffisientene mot hverandre viser at de Gumbel-beregnete ligger forholdsvis nær de gjennomsnittlige for alle sektorene, med unntak av søraustvinden ( $140 - 160^\circ$ ) på Sandane lufthavn. Denne sektoren har imidlertid et dårlig datagrunnlag med en del tilfeller med for svak middelvind i forhold til det som er ønskelig. For noen sektorer er kastfaktoren høyest ved de lange returperioder, for andre sektorer er det motsatte tilfelle. Disse forskjellene er neppe signifikante.

Siden kastfaktoren er et mål på turbulensen, betyr dette at turbulensen er tilnærmet uavhengig av vindhastigheten ved sterk vind.

#### 4.4.3. Beregning av ekstremverdier for 10-min. middelvind på Sandane lufthavn.

Beregning av ekstremverdier er foretatt etter samme metode og under tilsvarende forutsetninger som i (1), se Appendiks 3.

I Tabell 11 er ført opp ekstremverdier beregnet ut fra en lang observasjonsrekke på Hellisøy (28 år). Ved hjelp av overføringskoeffisientene er så ekstremverdiene for lang rekke på Sandane lufthavn beregnet. 2-års verdiene tilsvarer midlere koeffisienter, mens 10, 50 og 100 - årsverdiene er "gumbelkoeffisienter" (10 og 100 års - verdiene er også vist i Tabell 10).

#### 4.4.4. Beregning av ekstremverdier for vindkast på Sandane lufthavn.

For å komme fram til ekstremverdier for vindkast på Sandane lufthavn har vi brukt overføringskoeffisientene fra vindkast på Sandane lufthavn til middelvind på Hellisøy, beregnet v.h.a. Gumbel-analyse (se Tabell 10). Metodikken er ellers som ved kap.4.4.3.

Vi har sammenlignet 10 - årsverdiene med observerte maksimalverdier i 5-års perioden 1982-86. Det ble da registrert vindkast på 76 knop. Fra tabell 11 kan vi slutte at dette svarer til returverdi på et sted mellom 10 og 20 år. Situasjonen er kontrollert på anemogrammer og værkart (Figur 7).

Som det sees her var det en kraftig sørvestlig luftstrøm over Vestlandet med sterke hagl- og torden-byger, d.v.s. en situasjon hvor vi kan forvente ekstreme vindkast og observasjonen er derfor godkjent.

#### 4.4.5. Ekstremverdier for vindutsatte sektorer på Sandane lufthavn.

I Tabell 12 er alle knop-verdier omregnet til m/s. Det er dessuten bare tatt med verdier som bidrar til ekstremverdier for de forskjellige kompassretninger. Ut fra dette er verdien for vilkårlig sektor gitt. Denne er litt høyere enn høyeste sektor-ekstrem dersom det er likeverdige sektorekstremmer. Ellers er den lik med høyeste sektorekstrem. Vi ser at ekstremverdien (100 år) for vindkast når opp i 46 m/s. Dette er en høy verdi for en lavtliggende stasjon så pass langt fra kystlinjen. Vindretningen er sørvest. Ekstremverdien for middelvinden når bare i 25 m/s, men den har størst sannsynlighet fra nordvest.

Vindretninger som ikke er representert i tabell 12 vil praktisk talt ikke forekomme på Sandane lufthavn.

Tabell 11.

Beregnete ekstremverdier (knop) for Sandane lufthavn overført fra lang rekke på Hellisøy.

	SE + S	SE + S	S	SW + W	NW	N
U <sub>H</sub> (2år)	53.1	53.1	53.1	48.0	49.8	49.2
U <sub>H</sub> (10år)	59.3	59.3	59.3	53.7	55.6	55.0
U <sub>H</sub> (50år)	64.7	64.7	64.7	58.7	60.7	60.1
U <sub>H</sub> (100år)	66.9	66.9	66.9	60.7	62.8	62.2
Max U <sub>H</sub> 82-86	53	53	53	45	53	52
MIDDELVIND Brukes overføringskoeff. etter Gumbell,						
2 år	0.38	0.24	0.51	0.63	0.61	0.46
10 år	0.38	0.24	0.56	0.66	0.67	0.44
50 år	0.39	0.24	0.59	0.69	0.71	0.43
100 år	0.39	0.24	0.60	0.70	0.73	0.43
fåes lang rekke Sandane lufthavn:						
dd <sub>H</sub>	110-210	140-200	170-200	210-260	290-330	340-010
dd <sub>S</sub>	060-100 (P)	140-160 (P0)	210-250 (N)	210-250 (P0)	270-330 (0)	270-330 (P)
U <sub>S</sub> (2år)	20.2	12.7	27.1	30.2	30.4	22.6
U <sub>S</sub> (10år)	22.5	14.2	33.2	35.4	37.3	24.2
U <sub>S</sub> (50år)	25.2	15.5	38.2	40.5	43.1	25.8
U <sub>S</sub> (100 år)	26.1	16.1	40.1	42.5	45.8	26.7
Max U <sub>S</sub> 82-86	22	8	28	32	37	23
VINDKAST (3-5 SEK) Brukes overføringskoeff. etter Gumbell,						
2 år	0.65	0.42	0.94	1.26	1.04	0.82
10 år	0.71	0.49	1.00	1.37	1.06	0.80
50 år	0.75	0.53	1.04	1.44	1.08	0.78
100 år	0.76	0.55	1.06	1.46	1.09	0.78
fåes lang rekke Sandane lufthavn:						
dd <sub>H</sub>	110-210	140-200	170-200	210-260	290-330	340-010
dd <sub>S</sub>	060-100 (P)	140-160 (P0)	210-250 (N)	210-250 (P0)	270-330 (0)	270-330 (P)
U <sub>gS</sub> (2år)	34.5	22.3	49.9	60.5	51.8	40.3
U <sub>gS</sub> (10år)	42.1	29.1	59.3	73.6	58.9	44.0
U <sub>gS</sub> (50år)	48.5	34.3	67.3	84.5	65.6	46.9
U <sub>gS</sub> (100år)	50.8	36.8	70.9	88.6	68.5	48.5
Max U <sub>gS</sub> 82-86	41	18	48	76	58	42

(P): Positiv dreining. (P0): Positiv el. ingen dreining.  
 (0): Ingen dreining. (N): Negativ dreining.

Se definisjoner under Tabell 10.

**Tabell 12.**

Ekstremverdier for vindutsatte sektorer, samt vilkårlig sektor, for Sandane lufthavn. Verdiene i denne tabell er gitt i m/s.

	060-100	140-160	210-250	270-330	VILKÅRLIG
<b>MIDDELVIND:</b>					
2 år	10.4	6.5	15.5	15.6	17
10 år	11.6	7.3	18.2	19.2	20
50 år	13.0	8.0	20.8	22.2	24
100 år	13.4	8.6	21.9	23.6	25
<b>VINDKAST:</b>					
2 år	17.7	11.5	31.1	26.6	31
10 år	21.7	15.0	37.9	30.3	38
50 år	24.9	17.6	43.5	33.7	44
100 år	26.1	18.6	45.6	35.2	46

#### 4.5. Fysiske betraktninger. Representativitet.

Sandane lufthavn representerer et typisk Vestnorsk fjordområde i midtre strøk. Stedet ligger langt nok fra kysten til at den storstilte topografien som representerer friksjon, og den spesielle fjord-dal-fjelltopografien som representerer styring, viser sin virkning på vindforholdene. Stedet ligger også langt fra den indre fjordbunnen med høge fjell og skulle ikke være utsatt for typiske fallvinder fra disse.

Den storstilte topografien er ventet å ha en betydelig friksjonsvirkning fra alle retninger. Dette vises igjen i reduksjon av vindhastigheten og en dreining i vindretningen mot urviseren.

##### 4.5.1. Nordaustlig vind på Sandane lufthavn.

Vi kan merke seg at det ikke forekommer vind på Sandane lufthavn fra sektor 340 - 050°. Dette henger dels sammen med lokal topografi og dels også sammen med at vind fra nordaustlig sektor er svært sjelden på Vestlandet på grunn av den storstilte topografien. I de få episodene som forekommer er vindstyrken svak.

Langtidsstatistikken for Hellisøy (Appendiks 4) viser at nordaustlige vindstyrker over 4 Beaufort (ca 15 knop) sjelden forekommer. Utvelgelseskriteriene krever at Hellisøy eller Sandane

lufthavn skal ha 10-min. middelvind på minst 20 knop. Episoder med så sterk nordaustlig vind forekommer ikke i det foreliggende materialet (1982-86).

#### 4.5.2. Austlig vind på Sandane lufthavn (060-100 grader).

Luftstrømmene som gir austlig vind på Sandane lufthavn er koblet til vind fra sektoren 110-210 grader på Hellisøy.

I Tabell 10 ser vi at vinden i gjennomsnitt blir redusert med en faktor på 0.38. Luftstrømmene får en betydelig friksjonsdreining mot urviseren, men dreiningen er for stor til at friksjonen er hele forklaringen. En søraustlig luftstrøm over fjellet er kombinert med en trykkgradient ut Nordfjord i de lavere luftlag. Dette vil gi en vindkomponent fra aust styrt av fjorden. Til slutt har vi en lokal styring mellom høydedragene på begge sider av rullebanen som også bidrar til dreining i samme retning. Søraustlig høydevind som skrår over Høgefjell mellom Gloppenfjorden og Utfjorden vil dessuten virvles ned i Utfjorden og gi en austlig vind på nordvestsiden av dette fjellpartiet.

Over havet er disse luftstrømmene ganske jevne, kastfaktorer i de fleste tilfeller under 1.4 på Hellisøy (Tabell 7). Den høyeste enkelverdi av kastfaktoren i vår undersøkelse var 1.6. I de tilsvarende episodene etter at luftstrømmene har passert over de høye, oppskårne fjellformasjonene i sør, er middelvinden betydelig redusert mens vindkastene har en mindre reduksjon. Dette resulterer i høyere kastfaktorer på Sandane lufthavn. Mange av kastfaktorene ligger nær 2 med noen spredte tilfeller høyere (Tabell 8).

Likevel ligger vindkastene på Sandane lufthavn i de fleste episodene på 60 - 70% av middelvinden på Hellisøy, bare i spredte tilfeller er de like høye som middelveidene.

En sammenlikning av kastfaktorene på de to stasjonene viser at det ikke er noen systematisk sammenheng. Dette betyr at økningen i kastfaktorene (vind-uroen, eller turbulensen) bare er en virkning av topografien.

Erfaringen viser at slik austlig vind forekommer mange steder i Vestlandsfjordene i forbindelse med storstilte sør og søraustlige luftstrømmer over området. Det er derfor grunn til å anta at disse observasjonene fra Sandane lufthavn er representative for mange aust-vest-orienterte fjordløp på Vestlandet. Men sørlig vind kan også gi sørvestlig vind på Anda. Dette er knyttet til den spesielle utformingen av topografien vest for Gloppenfjorden.

#### 4.5.3. Søraustlig vind på Sandane lufthavn (140-160 grader).

Dette er vind som kommer ut Gloppenfjorden og er koblet til luftstrømmer som på Hellisøy har retninger som ligger innenfor sektoren 140-200 grader.

Men denne koblingen gjelder bare i de færreste tilfeller. I de fleste episodene er vind innenfor denne sektoren på Hellisøy koblet til austlig eller sørvestlig vind på Sandane lufthavn (se kap. 4.2.1).

I de episodene der en får søraustlig vind på Sandane lufthavn kan en dele opp Hellisøy-sektoren i to, en på 140-160 grader (nøytral; dvs ingen dreining i forhold til Hellisøy) og en på 170-200 grader (positiv dreining; dvs. dreining mot urviseren i forhold til Hellisøy). I de nøytrale tilfellene er vindhastigheten på Hellisøy lavere enn i de episodene der vinden får en positiv dreining. Reduksjonen i hastighet er i begge tilfeller stor, i middel er overføringskoeffisienten 0.24. Koeffisientene bygger bare på 10 episoder, men relativt sterk vind på Hellisøy som har vært oppe i 30-40 knop med kast på over 50 har alltid resultert i relativt svak vind på Sandane lufthavn, høyeste er 9 knops middelvind i begge tilfellene. Kastene har kommet opp i 13 knop ved nøytral og 18 knop ved positiv dreining.

Det er interessant å legge merke til den store forskjellen det er i hastigheter for vind på Sandane lufthavn i austlig sektor ut Utfjorden og i søraustlig sektor som er vind ut Gloppenfjorden. Vind i begge disse sektorene er i mange tilfeller koblet til episoder med sørlig vind på Hellisøy. Det er en tydelig forskjell i vindhastighetene på Hellisøy ved kobling til de to sektorene. Ved dreining til austlig sektor på Sandane lufthavn er middelerdien på Hellisøy 40 knop, kast 54 knop. Ved dreining til søraust sektor er middelerdien 29, med kast 37 knop (Tabell 12). I tillegg er reduksjonen i vindhastigheten størst for vind ut Gloppenfjorden, gjennomsnittlige overføringskoeffisienter var henholdsvis 0.38 og 0.24.

Men siden søraustlig vind på Sandane lufthavn aldri blir sterk er det ikke grunn til å detaljere sektoren for mye. Med bakgrunn i det lille antall observasjoner er sektorene på Hellisøy som gir søraustvind på Anda derfor slått sammen i beregningene.

#### 4.5.4. Sørvestlig vind på Sandane lufthavn (210-250 grader).

Sektoren 210-250° er en samlesektor for en stor del av de luftstrømmer som på Hellisøy blir registrert i sektoren 170-260°. Etter systemet med sektor-inndeling blir denne Hellisøy-sektoren å dele i tre, "negativ" (170-200°), "nøytral" (210-250°) og "positiv" (260°) etter forholdet til sørvestsektoren på Sandane lufthavn (se kap. 4.2.1). Vind fra alle disse sektorene er påvirket av samme storstilte friksjon som skulle tilsi en dreining mot urviseren.

Den delen av sørvest-vinden på Sandane lufthavn som er kombinert med vestlig vind på Hellisøy (260 grader) er relativt sjelden, bare 8 episoder. Den er her slått sammen med sørvestlig sektor for Hellisøy.

Vind som på Hellisøy har retning 170-200 grader skulle vi tro ville bli kombinert med vind ut Gloppenfjorden. Dette skjer også,

men bare i relativt svake vindfelt og bare i 12 episoder. I hele 103 har vi kombinasjon med austlig vind på Sandane lufthavn, og i 85 episoder faller situasjoner med sørlig vind på Hellisøy sammen med sørvestvind på Sandane lufthavn. I siste tilfelle har vi en kombinasjon som skiller seg ut ved dreining med urviseren (negativ dreining), noe som ikke forekommer i de andre sektorene. Luftstrømmene må i slike tilfeller være påvirket av lokale effekter som overviner den storstilte friksjonsdreiningen. Dette kan være overstrømningseffekt fra de høye fjellene i nrområdet i sørvest og vest og kanskje også fra Ålfotbreen som ligger lengere vest.

Følgende virvelmodell kan forklare en del observasjoner: De høye og bratte fjellene umiddelbart sør og vest for Gloppenfjorden vil sette opp en virvel med horisontal akse når vinden strømmer over dem. Derved oppstår lett en austlig til nordaustlig tilbakestrøm i Gloppenfjorden, og ofte også på Sandane lufthavn. Samtidig strømmer en del luft over og rundt nordspissen av fjellet vest for Gloppenfjorden, særlig ved sørvestlig høydevind. Da blir virvelen i Gloppenfjorden korketrekkerformet og strukket i lengderetning. Denne virvelen har resirkulasjonsområde vest for flyplassen, derav den ustabile vindretning med skifte mellom austnordost og sørvestlig vind. I sistnevnte tilfelle vil Sandane lufthavn oftest ligge på yttersiden av virvelen og følgelig blir vinden sørvest. Virvelen vil være karakterisert ved betydelig turbulens og soner med sterke vertikalvinder.

Det bratte fjellpartiet på vestsiden av Gloppenfjorden, rett sørvest for flyplassen (se fotografi s.2, samt. Fig.5) kan også være årsaken til den relativt sterke og meget turbulente sørvestvinden på flyplassen. Dette fjellpartiet vil gi en laveregående "jet"sone på nordsiden enn på sørsiden. Luftstrømmene møtes aust for det bratte fjellpartiet og en langstrakt vridningsvirvel kan strekke seg mot aust. Dette stemmer overens med mulighetene for å snu småfly rundt i luften som kan forekomme i dette området.

Vi kan også merke oss den helt lokale dalslukten fra Gloppenfjorden opp mot vindmåleren. Denne kan ha en betydelig styrings-effekt på alle luftstrømmer som kommer inn fra sør til vest.

Betrakter vi nå bare utvalgte episoder (tilfellene med sterk vind) finner vi i kombinasjon med sørlig vind (170-200 grader) på Hellisøy følgende fordeling av middelveier på de forskjellige Sandane lufthavn-sektorene:

Tabell 13.

Fordeling av vinden på Sandane lufthavn ved sterk vind i sektoren 170 - 200° på Hellisøy\*.

		dd <sub>s</sub> 060-100°	140-160°	210-250°
N		43	10	50
dd <sub>H</sub> :	U <sub>H</sub>	40 (35-53)	29 (21-38)	39 (34-51)
170-	U <sub>s</sub>	12 (6-19)	6 (5-8)	17 (8-28)
200°	gf <sub>H</sub>	1.36	1.30	1.37
	gf <sub>s</sub>	1.79	1.67	1.95
	k	0.31	0.23	0.45

\*I denne tabellen er det benyttet data som har særskilte krav for middelvinden på Hellisøy, men ikke nødvendigvis på Sandane lufthavn. Overføringskoeffisienter og kastfaktorer skal derfor ikke brukes ved ekstremvindberegning, men er ment som illustrasjon for å diskutere den innbyrdes fordeling mellom kolonnene i tabellen.

Dette viser at i omtrent like mange episoder er sterk sørlig vind på Hellisøy kombinert med austlig som med sørvestlig vind på Sandane lufthavn. For disse to kombinasjoner er, i middel, vinden på Hellisøy like sterk og spenner over omtrent samme intervall (tallene i parentes er minimum og maksimum). Adskillig færre episoder er kombinert med søraust-vind på Sandane lufthavn og vinden på Hellisøy er adskillig svakere.

På Hellisøy er kastfaktorene i middel omtrent like høye enten vinden dreier austlig eller sørvestlig på Sandane lufthavn, mens de er litt lavere for vind som dreier søraust. På Sandane lufthavn er det sørvest-vinden som blir sterkest og mest turbulent (kastfaktor 1.95).

Overføringskoeffisienten er lavest i søraust-sektoren (0.23) dobbelt så høy i sørvest-sektoren (0.45).

Som nevnt ovenfor kan årsaken til den "negative" dreining til sørvest-vind på Sandane lufthavn søkes i topografien på samme måte som vindene som styres av fjordene. Fordelingen av sørlig vind på Hellisøy til tre forskjellige sektorer på Sandane lufthavn kan imidlertid også være avhengig av den storstilte trykk- og temperatur-fordeling (situasjonsavhengig) og bør undersøkes nærmere.

Vi vil nå gå over til å se på sektoren 170-260 grader på Hellisøy som gir sørvestlig vind, 210-250 grader på Sandane lufthavn.

Som nevnt i kap. 4.2.2. er den "positive sektoren" (dd<sub>H</sub>=260 grader) slått sammen med den "nøytrale sektor" (dd<sub>H</sub>=210-250 grader). I utgangspunktet er vinden på Hellisøy svakest i den "nøytral/positive" sektor og sterkest i den "negative" (dd<sub>H</sub>=170-200 grader). På Sandane lufthavn er imidlertid middelvinden i førstnevnte sektor avgjort sterkest.

Overføringskoeffisientene viser seg følgelig å være høyest for den "nøytrale/positive" sektor (0.60-0.70) og lavest for den "negative" (0.50-0.60).

Kastfaktorene på Sandane lufthavn er 2.0-2.1 for "nøytral/positiv" sektor og 1.8 i "negativ". Det er ingen forskjell mellom kastfaktorene på Hellisøy i de 2 sektorene. Dette viser at turbulensen på Sandane lufthavn vesentlig skyldes topografien.

Konklusjon:

Sørlig vind på Hellisøy kan kombineres med både austlig, sør-austlig og sørvestlig vind på Sandane lufthavn. Sørvest-vinden på Sandane lufthavn blir i disse episodene sterkest, mest turbulent og med de høyeste overføringskoeffisienter.

Den aller sterkeste sørvest-vinden på Sandane lufthavn får vi imidlertid når vinden på Hellisøy også er sørvest. I dette tilfellet har vi også, i middel, de høyeste kastfaktorene og høyeste overføringskoeffisientene.

4.5.5. Nordvestlig vind på Sandane lufthavn. (270-330 grader).

Dette er vindretninger som på Hellisøy er registrert fra hele sektoren 290-010 grader. Vi har også her en "nøytral" sektor (290-330 grader) og en "positiv" sektor (340-010 grader).

Den "nøytrale" sektor har 16 episoder (utvalgte tilfeller). Vinden kommer da stort sett inn Nordfjord og har liten eller ingen dreining inn i samme sektor på Sandane lufthavn.

Den andre, "positive" sektoren, har 30 episoder, Hellisøy har nordlig vind og luftstrømmen kommer over store fjellområder mellom Nordfjord og Sunnmøre. Den får som en kan vente en storstilt friksjonsdreining, men det er mulig at det også kommer en lokal dreiningseffekt opp dalføret mot vindmåleren.

Det er ikke stor forskjell i middelverdiene for 10-min. middelvind på Hellisøy for de to sektorene: nøytral 42 knop og positiv dreining 40 knop. For vindkastene er forskjellen noe større, henholdsvis 60 og 54 knop. På Sandane lufthavn er derimot forskjellen mellom middelverdiene betydelig større, henholdsvis 26 og 18 knop og for vindkastene 43 og 33 knop. Best kommer forskjellen fram ved å se på de gjennomsnittlige overføringskoeffisientene som for de "nøytrale" episodene er 0.61 - 0.73 for 10-min middel og 1.04 - 1.09 for kast mot henholdsvis 0.43 - 0.46 og 0.78 - 0.82 for episodene med positiv dreining.

Årsaken til disse forskjellene kan være forskjeller i friksjonsvirkninger (eller varierende grad av skjerming) på de luftstrømmer som har gått langt over fjellområdene i nord og de som kommer nokså rett inn fjorden. Vi skal imidlertid også være oppmerksom på at fjellpartiet mellom Nordfjordeid og Sandane lufthavn er bratt, og at det kan bli forskjellig nedslag i fjorden avhengig av om vinden blåser på skrå eller rett over dette fjellpartiet.

Tilsvarende som for sørvestsektoren ser vi av kastfaktorene hvordan topografien virker inn. På Hellisøy er nordvestlig vind litt mere turbulent enn nordlig vind (stabilitetsårsak?). På Sandane lufthavn er kastfaktoren høyere når vinden på Hellisøy er fra nord (positiv sektor) enn nordvest (nøytral sektor) ca. 1.8 mot 1.5-1.7.

## APPENDIKS

### Appendiks 1., s. A2 - A20

#### Tabell A.1.

Kronologisk liste over episoder med sterk vind på Hellisøy, H og/ eller Sandane lufthavn, S.

#### Tabell A.2.

Sorterte lister over maksimalverdier av middelvind, U og vindkast, Ug på Hellisøy og Sandane lufthavn. Tabellene er listet opp i 5 sektorer sortert etter vindretning på de 2 stasjonene.

Alle vindhastigheter er gitt i knop. 1 knop = 0.5144 m/s.

Vindretningen, dd, er inndelt i grader (°) av et 0-360° kompass hvor E=90°, S=180°, W=270° og NW=360°.

### Appendiks 2., s. A21 - A27.

Kart og figurer (Fig.1-7).

### Appendiks 3., s. A28 - A31.

Metodikk vedr. utplukk og sammenligning av data, lang og kort rekke. Fra

**(1) Harstveit, K.:**

*Hardangerbrua. Vindmålinger 11.11.88 - 01.09.90.  
Oppdragsrapport for Statens vegvesen.  
DNMI KLIMA 31/90.*

### Appendiks 4., s. A32 - A36.

Langtidsstatistikk, Hellisøy fyr, 1963 - 1991, laget etter mønster fra

**(2) Andresen, L.:**

*Monthly and annual frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Western Norway and Trøndelag for the period 1961-75.  
Climatological summaries for Norway, DNMI, Oslo 1979.*

**Tabell A.1.**

Kronologisk liste over episoder med sterk vind på Helligsøy og/eller Anda.

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
82	110	2340	27	46	340	1400	19	30	290
82	116	2100	34	47	190	1830	15	18	60
82	118	2300	26	33	190	1830	7	9	60
82	122	450	25	38	190	830	8	10	60
82	123	1850	22	26	180	1630	5	5	60
82	125	250	30	38	190	130	11	16	60
82	126	1900	34	49	10	1010	16	31	280
82	128	840	41	51	160	1130	15	22	70
82	130	440	39	51	340	1500	16	28	300
82	201	1200	37	53	180	2300	14	26	230
82	202	1930	28	39	180	2200	13	22	230
82	203	1300	22	27	160	1600	9	13	60
82	206	2240	31	43	190	1900	7	19	240
82	209	130	49	66	190	30	13	24	230
82	211	730	36	50	190	1200	12	22	70
82	211	1500	41	57	190	1450	25	41	220
82	212	530	30	44	230	900	18	33	220
82	213	2230	45	62	180	1720	23	42	220
82	216	100	26	31	180	1300	11	23	210
82	220	1130	23	30	160	1900	4	4	70
82	221	2230	30	42	180	1530	12	26	220
82	223	1650	37	54	200	1630	11	24	230
82	224	900	21	27	150	1100	10	18	70
82	224	1730	28	37	180	2230	12	20	220
82	227	20	49	70	180	710	17	38	230
82	228	2100	29	39	190	2030	21	35	220
82	304	750	32	46	360	1340	17	30	290
82	306	1630	48	70	190	2010	11	24	80
82	308	2200	40	59	190	1400	12	27	230
82	310	240	50	69	170	2230	17	34	80
82	311	1140	28	42	300	1410	12	22	300
82	312	2010	30	43	120	1720	12	17	90
82	313	1230	24	33	360	1500	9	15	290
82	315	950	33	46	140	1500	14	25	80
82	316	1300	30	48	180	1430	16	25	80
82	317	1700	24	33	150	1440	11	17	90
82	322	1240	32	47	190	1130	12	25	230

Tabell A.1., forts.

s.A3

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
82	324	130	32	48	190	1850	10	22	220
82	325	1440	22	26	210	630	17	33	210
82	326	2020	25	34	200	230	21	30	230
82	402	20	24	32	180	730	6	10	150
82	405	1200	23	32	200	930	8	10	60
82	408	430	41	59	10	2300	14	26	280
82	411	1420	41	54	360	1250	20	35	300
82	414	620	26	36	190	920	10	12	60
82	415	2310	27	36	200	150	15	32	220
82	417	230	25	34	360	1700	18	28	280
82	420	1320	26	35	200	1900	15	27	210
82	422	1340	28	40	180	1500	7	15	70
82	426	100	19	28	340	230	19	31	280
82	428	430	30	41	320	510	17	35	270
82	428	1520	26	39	250	1410	14	21	240
82	429	840	32	46	360	730	12	22	290
82	430	1250	42	58	190	1200	14	24	230
82	921	1420	43	61	190	410	28	46	220
82	922	910	29	38	330	1030	15	27	280
82	924	200	25	32	140	2230	7	10	140
82	926	2310	24	32	140	10	10	23	210
82	927	620	37	59	180	530	11	16	90
82	927	1030	38	56	190	1230	16	30	220
82	928	230	35	46	170	400	16	26	80
82	929	800	36	51	160	750	14	28	70
82	1002	510	35	47	170	630	6	19	90
82	1002	1130	34	49	170	1400	8	18	220
82	1004	730	22	27	160	*	5	5	999
82	1016	1420	22	27	170	800	7	11	140
82	1018	1420	34	43	130	1600	17	30	80
82	1019	1320	45	58	170	1140	16	25	80
82	1020	2100	26	38	240	2230	13	26	210
82	1022	800	28	35	160	1440	8	13	90
82	1024	1950	32	46	190	2050	9	17	230
82	1026	1900	40	54	170	1810	11	19	100
82	1027	1400	35	43	210	1900	20	33	210
82	1028	1310	39	52	180	1230	14	34	230
82	1031	2140	31	42	180	250	8	10	140
82	1105	2240	32	42	170	1430	14	19	70

Tabell A.1., forts.

s.A4

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Uq	dd	KL.	U	Uq	dd
82	1106	740	37	49	170	200	14	17	60
82	1108	2050	28	36	170	1430	12	17	90
82	1110	830	40	58	180	1400	18	32	210
82	1111	600	42	58	230	930	25	48	210
82	1112	1430	41	57	180	1320	14	26	80
82	1114	520	40	50	210	600	14	28	230
82	1116	2050	30	51	250	1710	20	39	210
82	1119	400	33	47	240	130	7	12	90
82	1120	20	28	37	340	500	12	26	300
82	1123	730	37	51	240	940	14	30	210
82	1124	1740	24	36	360	1830	8	17	310
82	1125	1400	34	46	140	1730	11	21	80
82	1127	1500	29	38	150	1830	6	7	140
82	1129	2330	28	35	170	2230	13	28	70
82	1130	1700	28	40	190	1800	15	30	230
82	1203	1430	26	33	170	2330	19	30	220
82	1204	2100	38	52	180	2030	20	41	220
82	1206	1330	24	40	360	1200	13	23	290
82	1208	1230	25	39	130	930	16	27	90
82	1215	1530	36	58	250	1700	10	15	90
82	1216	340	37	52	350	400	16	34	280
82	1218	210	36	50	240	440	22	34	220
82	1219	1700	53	70	160	1510	20	33	80
82	1222	1500	38	50	350	2400	11	21	300
82	1224	530	45	58	170	300	12	25	70
82	1227	1230	31	42	240	1400	10	15	80
82	1228	400	34	46	340	230	19	35	280
82	1230	910	29	38	170	1300	13	20	70
83	103	1200	48	62	170	1200	19	27	90
83	103	*	28	43	200	2100	26	47	220
83	104	330	30	38	210	730	16	50	230
83	106	*	44	66	240	2230	32	57	220
83	107	*	41	64	250	350	27	76	230
83	109	*	39	51	260	930	25	51	220
83	110	*	39	59	300	620	16	32	280
83	111	1520	29	37	210	1830	23	50	240
83	113	1720	31	45	360	2220	19	30	280
83	115	230	21	27	160	2400	6	8	140
83	116	600	33	43	330	600	13	24	280

Tabell A.1., forts.

s.A5

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
83	117	1730	23	30	150	2100	11	16	80
83	118	720	43	56	360	730	14	24	290
83	119	1220	40	58	360	800	14	33	300
83	120	520	32	41	210	630	10	20	90
83	121	420	39	52	310	320	33	56	280
83	123	2030	27	35	180	1800	10	14	60
83	127	1700	44	60	330	1750	32	46	280
83	129	2230	29	40	350	730	14	23	300
83	201	720	22	34	110	1200	6	14	100
83	203	2140	31	46	330	1100	10	21	300
83	204	2400	42	56	180	2200	11	22	70
83	209	2300	34	45	180	2100	15	27	220
83	210	1740	39	55	360	1700	13	26	290
83	219	2330	27	39	350	1400	16	26	280
83	223	1530	30	40	180	1600	15	27	230
83	225	100	21	25	170	300	6	10	70
83	228	300	28	36	140	600	11	20	80
83	303	1530	42	57	180	1700	25	48	230
83	304	1900	40	53	230	1630	25	48	220
83	306	2130	44	60	330	2300	31	53	280
83	310	2140	43	59	360	2400	18	30	300
83	312	2100	34	46	180	1210	19	30	220
83	313	1510	34	50	190	1500	6	18	140
83	314	400	29	38	190	400	8	13	70
83	316	2310	30	37	170	230	11	16	80
83	317	950	30	41	190	2100	10	11	70
83	318	630	21	33	340	730	17	33	300
83	320	1120	40	58	180	1300	14	26	220
83	321	1500	36	48	160	2330	16	23	90
83	322	2240	25	34	360	2200	8	14	330
83	329	2120	38	55	180	1900	10	20	70
83	330	130	31	46	150	530	13	22	70
83	404	250	21	24	150	1200	5	6	90
83	411	1520	26	35	360	1530	10	13	280
83	413	2020	25	36	190	1700	12	19	220
83	415	2200	20	30	200	300	12	20	220
83	416	2350	36	46	190	2100	10	18	80
83	419	500	24	34	10	500	4	4	280
83	420	1200	38	51	200	1800	16	23	230

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
83	421	1500	32	44	150	1000	9	12	90
83	422	140	27	37	190	200	11	16	100
83	903	1800	21	30	180	1730	11	16	90
83	905	1800	24	37	300	150	14	24	210
83	907	1300	34	46	350	1330	15	21	280
83	918	1440	39	51	160	1830	7	13	90
83	919	200	36	49	210	1230	10	26	90
83	920	410	32	47	230	940	16	38	220
83	923	1800	30	43	150	400	16	33	80
83	923	2150	38	54	200	2400	5	14	150
83	924	900	42	59	350	900	9	24	310
83	925	1300	30	39	230	1500	19	47	210
83	926	1100	20	34	190	1200	8	12	80
83	927	800	30	40	260	400	15	20	210
83	928	100	28	40	330	100	20	40	280
83	929	1610	21	26	360	1730	8	15	290
83	1001	1600	30	41	170	1400	12	15	70
83	1003	940	26	35	180	1500	10	13	60
83	1004	2310	38	53	190	300	10	16	80
83	1005	2010	35	50	360	1920	13	24	290
83	1007	1000	22	30	170	1440	8	10	70
83	1009	330	20	31	360	200	6	10	290
83	1010	410	36	50	150	700	6	13	90
83	1011	1220	26	37	230	1300	4	6	90
83	1012	520	28	37	330	800	4	11	300
83	1012	2100	25	31	140	2330	15	20	70
83	1013	730	34	48	200	1230	24	48	220
83	1014	1000	40	54	220	1340	18	30	220
83	1015	2300	41	56	150	2400	18	35	80
83	1017	1810	39	53	320	300	11	20	290
83	1019	250	44	59	220	1100	24	38	280
83	1019	930	40	55	330	1100	24	38	280
83	1020	1540	34	48	330	2100	12	26	290
83	1021	2320	25	37	250	2200	14	28	210
83	1023	510	41	54	210	400	20	35	210
83	1024	50	34	49	320	100	24	37	270
83	1025	900	45	62	210	1000	8	25	70
83	1027	930	30	49	240	1030	18	35	210
83	1028	300	34	47	360	200	15	25	280

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
83	1030	830	41	52	220	230	26	45	210
83	1031	800	42	57	330	900	19	35	280
83	1102	120	40	63	290	2200	26	58	280
83	1103	500	30	41	150	530	10	14	70
83	1103	820	35	49	180	900	11	18	90
83	1104	2330	27	36	170	2300	9	20	60
83	1105	910	33	44	210	1900	22	46	230
83	1108	150	34	48	190	2100	13	27	210
83	1110	1730	21	27	360	1630	5	6	160
83	1111	1530	23	27	210	1800	8	10	60
83	1115	1500	28	40	360	1600	14	28	280
83	1120	520	53	68	330	700	37	43	290
83	1122	1310	29	44	360	1900	10	18	300
83	1124	1930	27	36	240	1830	25	46	220
83	1125	730	26	35	190	1700	10	13	70
83	1129	220	40	54	160	2130	14	19	70
83	1201	1330	36	45	170	1100	10	41	70
83	1202	230	37	48	170	500	14	26	240
83	1204	1120	28	40	180	1600	12	19	70
83	1205	1420	34	44	350	1230	20	31	280
83	1207	2130	32	40	180	1700	8	11	60
83	1207	2300	28	34	220	1930	10	29	240
83	1208	320	23	34	200	600	5	13	80
83	1209	100	36	49	360	2200	12	24	290
83	1210	410	25	37	360	1030	7	11	290
83	1212	1050	30	40	170	900	13	20	70
83	1213	1800	39	53	170	1600	8	17	70
83	1214	1230	45	60	190	1400	23	44	230
83	1215	1600	36	49	170	1700	11	15	70
83	1216	110	32	43	180	130	9	20	220
83	1223	900	30	37	340	1100	17	33	290
83	1223	2330	33	58	310	400	29	45	270
83	1228	1200	36	62	300	*	26	43	270
83	1229	1630	22	28	190	1800	15	25	80
83	1230	1440	38	59	330	1400	22	42	270
83	1231	1900	39	53	250	1900	26	56	220
84	102	1450	38	54	270	910	21	33	240
84	104	730	42	59	350	1310	23	42	290
84	105	1130	35	44	170	1330	8	18	150

Tabell A.1., forts.

s.A8

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
84	106	1200	24	41	260	1300	6	12	210
84	110	1120	51	70	180	1150	19	42	220
84	110	2300	27	38	230	550	15	35	230
84	112	610	44	61	150	1100	11	21	70
84	112	2020	40	54	250	2030	26	56	250
84	113	2030	40	58	310	740	20	41	270
84	117	2000	24	34	10	630	5	5	140
84	121	1500	28	34	170	1630	6	7	160
84	126	1600	21	25	170	1800	8	11	150
84	130	1130	28	38	150	300	10	17	90
84	203	1310	25	37	140	850	13	23	100
84	204	2030	38	52	170	30	14	24	100
84	205	830	35	50	250	1430	21	39	220
84	206	1030	45	58	170	1130	12	21	80
84	213	1210	31	42	180	400	16	47	220
84	216	2100	37	48	170	1300	13	34	220
84	218	40	44	58	180	1010	14	31	230
84	220	1630	20	26	130	1500	11	20	70
84	221	2220	22	27	120	2230	10	17	80
84	224	1900	31	41	170	1430	8	26	240
84	227	1900	21	26	180	1300	13	22	220
84	228	2230	35	45	210	130	19	41	210
84	229	740	20	37	310	430	26	43	280
84	301	950	35	52	320	1640	15	30	270
84	304	1200	38	53	170	240	10	31	220
84	306	430	27	37	270	730	25	43	280
84	307	1230	28	44	340	2310	19	33	280
84	319	1100	22	27	180	1050	11	16	80
84	330	1740	32	44	360	30	11	22	300
84	401	1800	23	28	360	*	5	5	80
84	410	2330	44	60	180	1900	22	34	220
84	412	2230	35	46	190	2200	12	27	230
84	413	1530	27	36	210	1620	24	44	230
84	414	2100	35	46	200	100	10	20	230
84	415	1400	27	33	210	2030	15	29	210
84	416	2230	22	32	290	2000	17	26	270
84	421	1000	35	48	180	1350	17	35	230
84	901	1200	24	32	350	1700	12	26	280
84	903	1900	27	36	360	1700	14	23	280

Tabell A.1., forts.

s.A9

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
84	905	1500	24	30	360	1500	10	15	270
84	910	1730	28	36	340	2020	16	30	290
84	912	830	26	33	360	550	12	21	290
84	919	700	38	53	180	750	16	24	70
84	924	1000	22	27	360	*	5	5	70
84	928	1200	20	25	190	1600	6	10	70
84	930	1730	22	31	150	1900	13	18	80
84	1001	130	34	48	240	750	17	31	230
84	1006	2200	29	35	350	1530	7	9	60
84	1008	1330	32	41	170	1330	12	16	70
84	1010	20	30	50	260	2130	18	36	210
84	1010	1450	38	49	220	2140	18	34	220
84	1014	1830	27	33	210	1830	12	21	280
84	1016	1200	28	37	190	1130	11	14	60
84	1017	400	27	37	200	2030	15	22	230
84	1021	400	38	50	350	420	18	36	280
84	1023	2030	28	38	270	2220	11	13	80
84	1028	1900	34	43	170	1910	8	14	90
84	1030	730	26	32	230	900	22	41	220
84	1101	1130	36	49	190	1830	21	44	220
84	1103	2030	23	32	10	1030	10	12	80
84	1110	1950	22	28	150	1320	14	20	100
84	1111	2100	20	24	150	2150	12	15	80
84	1115	1550	21	32	120	2200	14	23	90
84	1116	1920	28	35	140	1300	10	18	100
84	1122	1620	37	46	160	1130	20	38	90
84	1124	900	20	24	200	*	5	5	160
84	1125	1530	29	41	340	1420	10	14	290
84	1127	1210	53	73	180	1330	17	28	70
84	1130	2230	38	50	170	1930	10	18	90
84	1202	1130	27	36	200	1450	12	18	230
84	1204	930	34	42	170	1200	11	15	220
84	1205	2200	28	53	200	530	14	20	70
84	1207	1140	30	39	170	1220	11	16	80
84	1207	1900	28	36	230	2130	20	40	220
84	1210	1800	26	46	320	720	18	38	270
84	1212	810	26	30	170	1230	10	12	70
84	1217	1400	26	36	140	230	13	23	80
84	1219	2000	34	46	180	1700	12	16	90

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
84	1221	2100	28	42	260	1510	10	18	210
84	1224	130	38	50	190	730	20	35	230
84	1226	900	30	38	160	2140	9	13	90
84	1230	200	28	34	170	810	12	14	80
85	103	1640	23	33	340	2200	5	5	130
85	105	1700	21	27	170	1300	5	5	160
85	107	1830	27	32	170	2030	5	5	70
85	112	1830	20	25	160	1930	6	6	150
85	120	230	23	26	170	130	6	6	160
85	121	600	30	38	190	630	6	6	160
85	122	1930	21	28	110	2350	11	20	90
85	125	1900	33	45	150	1300	14	22	90
85	130	700	27	36	10	630	7	12	310
85	130	2350	30	40	150	2230	8	8	140
85	131	630	38	50	190	830	16	22	90
85	201	30	30	45	290	1950	11	20	999
85	201	1230	26	36	320	1600	15	22	280
85	202	1430	29	40	10	2000	14	27	280
85	203	2350	39	49	160	300	12	22	100
85	204	830	35	53	180	1530	10	12	60
85	206	400	22	33	360	230	14	23	290
85	209	2000	28	36	230	1700	7	9	90
85	215	2000	24	32	340	730	16	28	290
85	218	300	36	49	190	2030	15	20	80
85	219	1400	40	53	180	1340	15	33	230
85	221	2300	24	31	170	330	12	16	70
85	223	900	38	52	180	920	10	19	70
85	225	1430	22	28	200	1200	10	12	70
85	226	1030	21	29	180	530	9	12	60
85	304	1930	21	26	140	2350	11	22	70
85	305	1700	28	36	160	1230	10	17	80
85	307	130	26	32	180	2400	7	10	80
85	308	2120	34	48	180	420	11	26	230
85	310	130	41	55	190	130	8	21	60
85	311	1730	24	28	230	1210	15	30	210
85	314	500	23	28	340	650	5	5	320
85	321	1930	20	26	140	1630	13	16	80
85	327	1630	43	60	360	1800	16	28	280
85	330	820	21	26	250	800	19	26	210

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
85	402	1140	34	46	360	1530	17	26	280
85	403	1310	21	30	190	1230	11	14	70
85	412	1530	23	29	230	1730	10	20	220
85	413	930	22	26	170	*	5	5	999
85	416	2330	26	36	190	2130	12	22	220
85	419	1600	25	33	140	2200	6	6	150
85	422	1600	31	45	360	1330	14	29	280
85	424	1950	40	57	350	1630	21	35	280
85	427	1530	35	47	10	1600	9	20	310
85	902	330	25	33	360	750	12	19	300
85	904	330	33	44	350	1650	22	28	290
85	906	900	24	38	360	1500	14	24	290
85	908	1830	22	28	360	1630	9	14	300
85	912	1800	32	46	200	2000	12	20	80
85	914	1630	35	43	220	1850	12	30	240
85	920	850	30	43	260	1440	16	38	230
85	927	2030	25	31	340	1610	18	34	310
85	930	1030	32	44	190	1620	13	16	70
85	1002	1540	26	35	190	1130	12	18	70
85	1003	1840	34	44	200	2310	24	40	230
85	1005	700	36	52	200	1000	26	42	220
85	1011	1730	52	68	330	1800	19	34	300
85	1018	1430	22	29	320	1830	10	19	320
85	1019	2330	23	26	220	700	17	33	220
85	1020	1530	22	25	230	2330	19	40	250
85	1024	720	28	35	170	1530	12	21	220
85	1030	1120	25	41	260	930	18	27	300
85	1031	1510	20	27	10	840	9	13	300
85	1101	2220	30	41	330	2100	12	21	280
85	1104	1520	45	61	210	1930	19	35	230
85	1106	430	49	67	350	930	19	30	300
85	1107	1330	24	34	360	1650	7	13	280
85	1110	430	52	69	360	350	19	35	300
85	1111	30	50	71	360	250	18	38	310
85	1114	1450	21	28	160	*	5	5	999
85	1116	2040	26	33	140	1950	10	13	90
85	1118	1130	36	49	190	1550	15	33	240
85	1125	310	21	27	10	*	5	5	999
85	1126	2040	29	36	150	530	8	12	160

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
85	1129	1840	21	32	140	1000	8	10	170
85	1130	1200	30	40	210	1330	7	10	90
85	1203	830	33	46	190	1230	9	22	70
85	1204	820	27	35	350	1150	15	25	290
85	1206	700	21	28	10	1150	8	10	170
85	1212	420	37	49	190	1230	28	46	230
85	1213	210	39	53	190	530	12	22	90
85	1213	1400	53	68	320	1600	20	37	300
85	1215	230	26	35	140	230	7	12	160
85	1217	2120	27	32	160	1030	12	16	80
85	1218	1700	33	46	190	2130	12	17	80
85	1218	2250	23	36	280	530	17	26	290
85	1221	120	35	48	200	200	12	22	100
85	1221	2210	31	40	250	130	25	45	220
85	1224	1230	24	28	170	1900	6	6	80
86	110	1300	50	65	160	1330	18	35	100
86	111	2000	30	39	190	2050	9	16	90
86	112	2000	36	48	340	2330	13	28	300
86	113	1950	33	41	150	1930	13	18	100
86	116	230	32	41	340	720	18	32	290
86	118	240	38	48	160	600	15	23	90
86	120	2350	27	36	150	400	7	10	100
86	121	1610	32	46	240	2100	20	30	310
86	122	1740	31	42	150	2100	13	20	90
86	123	550	24	32	260	620	10	19	250
86	124	1640	37	52	360	1930	15	30	320
86	127	2000	24	31	150	2400	7	10	150
86	128	1630	36	44	160	1800	10	15	100
86	129	900	21	29	130	1000	8	13	100
86	205	1300	26	38	120	1250	8	11	160
86	211	1600	23	30	170	1110	10	14	70
86	220	1530	30	41	200	930	6	17	250
86	221	130	28	33	170	*	5	5	999
86	303	2300	35	49	200	2100	14	32	240
86	306	1800	26	38	200	630	20	40	220
86	308	1700	29	39	190	1600	10	24	250
86	311	2230	30	39	200	1210	11	20	240
86	314	1230	45	60	190	1440	13	27	240
86	317	250	29	40	190	1000	8	13	80

Tabell A.1., forts.

s.A13

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Uq	dd	KL.	U	Uq	dd
86	318	1420	27	38	200	1130	7	16	250
86	320	1900	51	67	160	1730	22	35	90
86	321	120	32	45	240	1030	23	41	220
86	322	1230	50	70	180	1020	12	22	100
86	323	100	33	44	240	330	31	49	230
86	327	1930	25	33	150	1330	12	16	80
86	404	50	21	27	360	1600	10	20	290
86	409	1700	36	48	360	1900	10	22	320
86	411	1030	30	36	160	830	10	15	90
86	412	1830	26	34	360	1630	12	20	290
86	417	1630	21	25	360	1600	10	16	280
86	423	1550	25	34	190	1830	12	18	230
86	426	1300	24	34	210	1700	10	15	230
86	429	810	25	31	200	*	5	5	80
86	430	2010	30	36	170	1930	9	18	240
86	901	930	27	38	250	920	16	27	230
86	903	1500	30	38	340	1810	12	19	300
86	905	830	26	32	260	330	18	31	220
86	908	1950	26	34	350	2150	13	20	290
86	911	1600	26	35	360	1840	12	20	300
86	913	1330	32	39	210	1500	8	12	80
86	919	1600	32	42	210	1350	28	41	230
86	921	1900	28	37	320	1900	16	34	290
86	924	830	20	30	340	1700	9	17	290
86	928	600	45	61	190	1430	22	38	220
86	929	710	24	30	310	600	16	30	280
86	1001	740	34	45	200	1150	18	30	220
86	1002	800	34	46	250	1100	22	48	220
86	1002	1830	36	57	310	2220	21	35	290
86	1005	1420	35	47	180	1230	12	16	70
86	1006	900	24	30	240	1120	15	30	250
86	1007	1820	22	30	360	2200	10	15	300
86	1009	1300	30	39	190	1650	10	14	70
86	1012	1400	34	48	190	1330	24	45	230
86	1014	1100	34	46	190	1230	19	32	220
86	1016	1200	30	40	250	900	21	41	220
86	1018	1700	39	52	180	130	15	35	240
86	1019	400	36	46	150	700	16	25	90
86	1020	1000	32	45	170	1200	6	14	240

ÅR	HELLISØY					SANDANE (ANDA)			
	DATO	KL.	U	Ug	dd	KL.	U	Ug	dd
86	1021	730	26	40	230	1040	12	21	240
86	1023	2200	32	40	320	*	5	5	999
86	1025	1310	20	26	140	900	9	13	160
86	1027	1710	40	55	190	1700	10	16	90
86	1029	1630	34	45	240	100	16	33	220
86	1030	1400	50	67	160	1200	15	25	90
86	1031	2300	32	43	340	310	14	24	290
86	1103	700	35	46	170	830	13	21	90
86	1104	950	29	41	300	800	12	25	290
86	1105	1500	32	43	330	1610	20	35	300
86	1107	1400	36	48	180	1000	16	24	80
86	1109	300	38	52	250	1200	18	37	230
86	1109	1850	40	56	200	1840	14	20	90
86	1111	2000	42	57	220	30	20	44	220
86	1112	20	38	47	340	10	17	37	310
86	1113	530	33	41	160	950	10	15	90
86	1115	900	25	35	150	1030	15	23	90
86	1115	1250	40	60	190	1430	11	19	240
86	1116	1630	42	56	180	230	21	31	220
86	1117	2300	34	46	160	300	14	20	80
86	1122	1450	34	46	170	1630	15	23	90
86	1124	630	37	43	150	30	12	17	90
86	1126	200	33	44	240	30	26	49	230
86	1130	1350	32	42	250	1400	25	53	210
86	1201	2320	47	67	360	2100	16	30	300
86	1202	1320	24	32	200	1130	13	24	230
86	1203	1130	39	49	250	1200	17	50	230
86	1204	900	34	52	260	2300	17	35	220
86	1207	2350	46	61	170	1930	14	25	90
86	1209	400	37	49	190	400	12	16	80
86	1211	1910	44	60	180	2050	16	24	220
86	1213	910	35	52	170	1200	14	22	100
86	1215	1730	35	50	140	1930	20	35	90
86	1216	20	44	60	150	130	17	32	90
86	1218	1930	42	55	140	1800	18	30	90
86	1219	1030	39	50	170	1630	12	25	100
86	1225	230	46	61	170	2130	14	22	80
86	1226	2200	34	43	170	2330	10	16	100
86	1230	1600	34	50	360	1710	15	38	310

**Tabell A.2.**

Sorterte lister over maksimalverdier av middelvind,  $U$  og vindkast,  $U_g$ , på Hellisøy, H og Sandane lufthavn, S. Tabellene er listet opp i 5 sektorer sortert etter vindretning,  $dd$ , på Hellisøy og Sandane. Bokstavene (P), (O) og (N) betegner hhv. dreining mot klokka, ingen dreining og dreining med klokka fra Hellisøy til Sandane lufthavn.

SEKTOR: $dd_s$ 060-100° (P); $dd_H$ 110-210°				
	$U_H$	$U_{gH}$	$U_s$	$U_{gs}$
1	53	73	22	41
2	53	70	20	38
3	51	70	20	35
4	50	70	20	35
5	50	69	19	35
6	50	67	18	35
7	50	67	18	34
8	48	65	18	33
9	48	62	17	33
10	46	62	17	32
11	46	61	17	30
12	45	61	17	30
13	45	61	16	28
14	45	60	16	28
15	45	59	16	28
16	44	58	16	27
17	44	58	16	27
18	42	58	16	26
19	42	57	16	26
20	41	56	16	26
21	41	56	16	25
22	41	56	16	25
23	41	55	15	25
24	40	55	15	25
25	40	55	15	25
26	40	55	15	25
27	40	54	15	25
28	40	54	15	25
29	39	53	15	25
30	39	53	15	25
Middel	44.6	60.3	16.8	29.2
St.av.	4.4	5.9	1.9	4.7

**Tabell A.2., forts.**

SEKTOR: $dd_s$ 140-160° (OP); $dd_H$ 140-200°				
	$U_H$	$U_{gH}$	$U_s$	$U_{gs}$
1	38	54	9	18
2	35	50	8	18
3	34	44	8	14
4	31	42	8	13
5	30	40	8	12
6	30	38	8	12
7	29	38	7	11
8	29	36	7	11
9	28	35	7	10
10	26	34	7	10
Middel	31.0	41.1	7.7	12.9
St.av.	3.6	6.6	0.7	3.0

s.A17

*Tabell A.2., forts.*

SEKTOR: dd <sub>s</sub> 210-250° (N); dd <sub>H</sub> 170-200°				
	U <sub>H</sub>	Ug <sub>H</sub>	U <sub>s</sub>	Ug <sub>s</sub>
1	51	70	28	48
2	49	70	28	48
3	49	66	26	47
4	45	62	26	47
5	45	61	25	46
6	45	61	25	46
7	45	60	24	45
8	44	60	24	44
9	44	60	24	44
10	44	60	23	42
11	43	60	23	42
12	42	59	22	42
13	42	58	22	41
14	42	58	21	41
15	41	58	21	40
16	40	58	21	40
17	40	57	21	38
18	40	57	20	38
19	40	56	20	35
20	40	56	20	35
21	39	54	19	35
22	39	53	19	35
23	38	53	19	34
24	38	53	19	34
25	38	52	18	34
26	38	52	18	33
27	38	52	17	33
28	37	52	17	32
29	37	51	16	32
30	37	50	16	32
Middel	41.7	57.6	21.4	39.4
St.av.	3.8	5.1	3.3	5.4

Tabell A.2., forts.

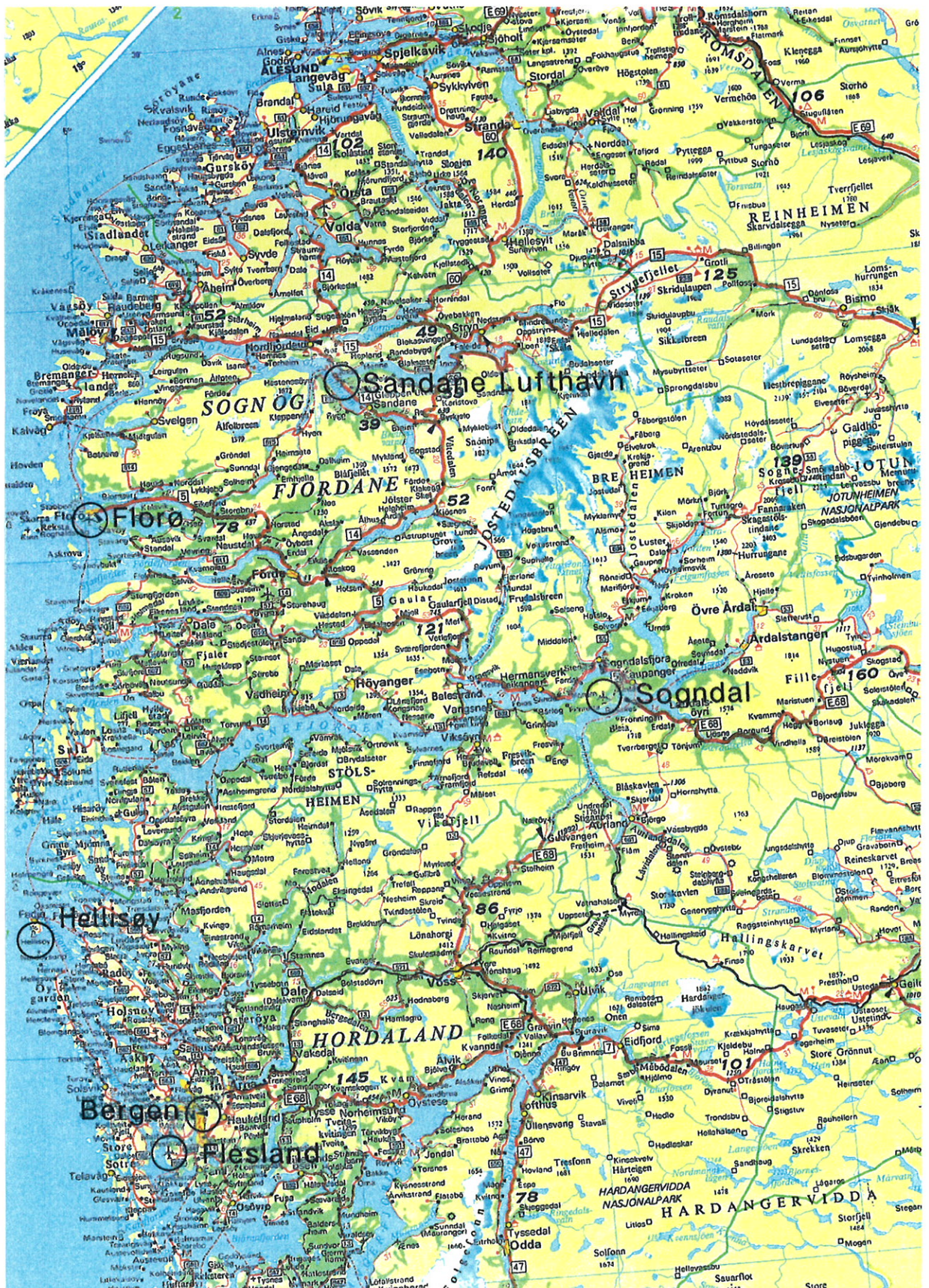
SEKTOR: dd <sub>s</sub> 210-250° (0P); dd <sub>H</sub> 210-260°				
	U <sub>H</sub>	Ug <sub>H</sub>	U <sub>s</sub>	Ug <sub>s</sub>
1	45	66	32	76
2	44	64	31	57
3	42	61	28	56
4	42	58	27	56
5	41	57	26	53
6	41	54	26	51
7	41	54	26	50
8	40	54	26	50
9	40	53	25	50
10	40	53	25	49
11	40	52	25	49
12	39	52	25	48
13	39	52	25	48
14	39	51	25	48
15	38	51	24	47
16	38	51	23	46
17	37	50	23	46
18	36	50	22	45
19	35	50	22	45
20	35	50	22	44
21	35	49	22	44
22	35	49	21	41
23	34	49	21	41
24	34	48	20	41
25	34	47	20	41
26	34	46	20	41
27	33	45	20	40
28	33	45	20	40
29	33	45	19	39
30	32	44	19	39
Middel	37.6	51.7	23.7	47.4
St.av.	3.5	5.3	3.3	7.5

Tabell A.2., forts.

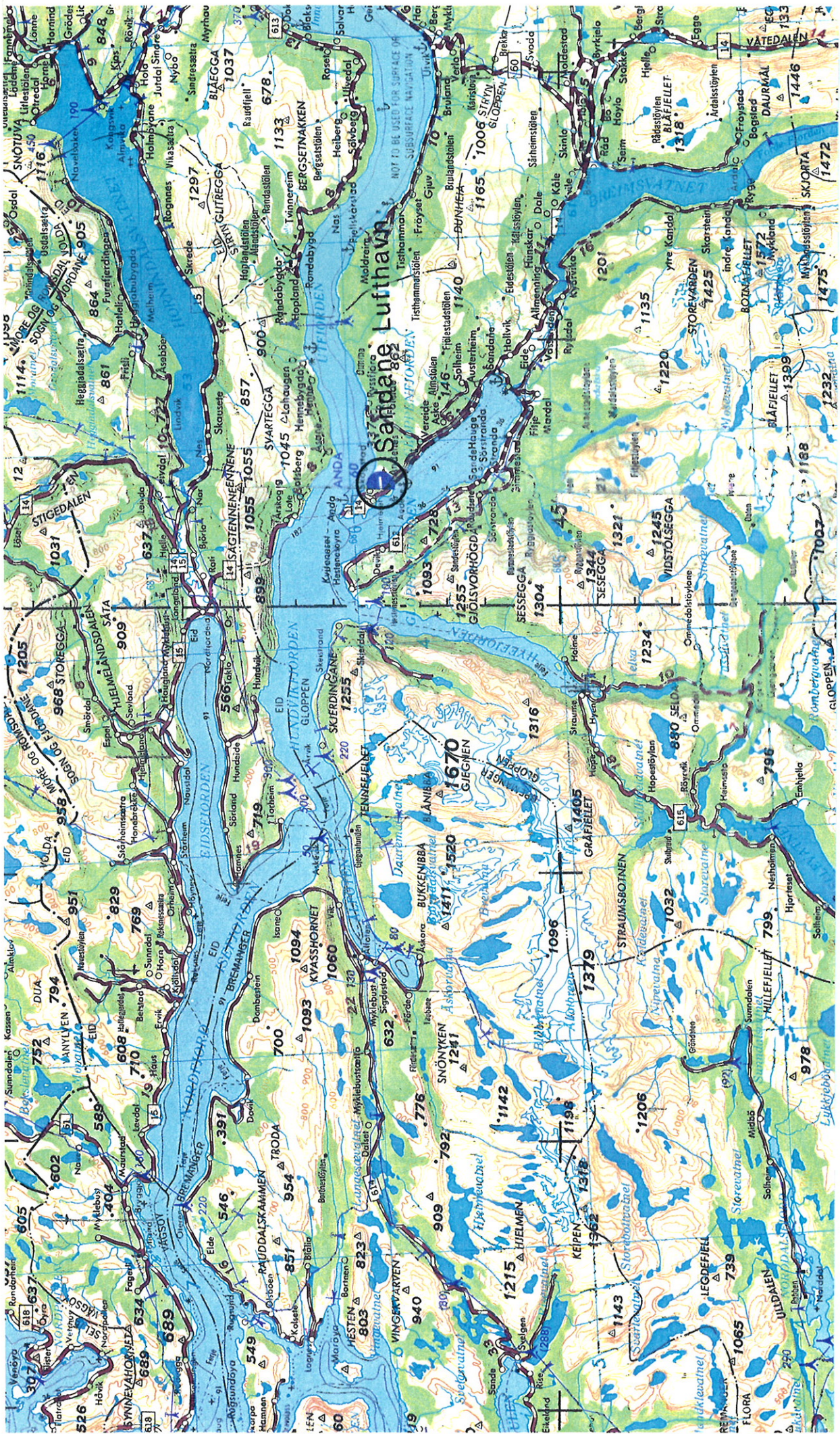
SEKTOR: $dd_s$ 270-330° (0); $dd_H$ 290-330°				
	$U_H$	$U_{gH}$	$U_s$	$U_{gs}$
1	53	68	37	58
2	53	68	33	56
3	52	68	32	53
4	44	63	31	46
5	44	62	29	45
6	42	60	26	43
7	40	60	26	43
8	40	59	26	43
9	40	59	24	42
10	39	58	24	41
11	39	58	22	40
12	39	57	21	38
13	38	57	20	38
14	36	55	20	37
15	36	53	20	37
16	35	52	20	35
Middel	41.9	59.8	25.7	43.4
St.av.	5.9	5.0	5.4	6.9

Tabell A.2., forts.

SEKTOR: $dd_s$ 270-330° (P); $dd_H$ 340-010°				
	$U_H$	$U_{gH}$	$U_s$	$U_{gs}$
1	52	71	23	42
2	50	69	22	38
3	49	67	21	38
4	47	67	20	37
5	43	60	20	36
6	43	59	19	35
7	43	59	19	35
8	42	59	19	35
9	42	59	19	35
10	41	58	19	34
11	41	57	19	34
12	40	56	19	33
13	40	55	18	33
14	39	54	18	33
15	39	52	18	33
16	38	52	18	32
17	38	51	18	31
18	38	50	18	31
19	37	50	17	31
20	37	50	17	30
21	36	50	17	30
22	36	49	17	30
23	36	49	17	30
24	35	48	16	30
25	35	48	16	30
26	34	47	16	30
27	34	47	16	30
28	34	47	16	29
29	34	46	16	28
30	34	46	16	28
Middel	39.6	54.4	18.1	32.7
St.av.	5.0	7.2	1.8	3.3



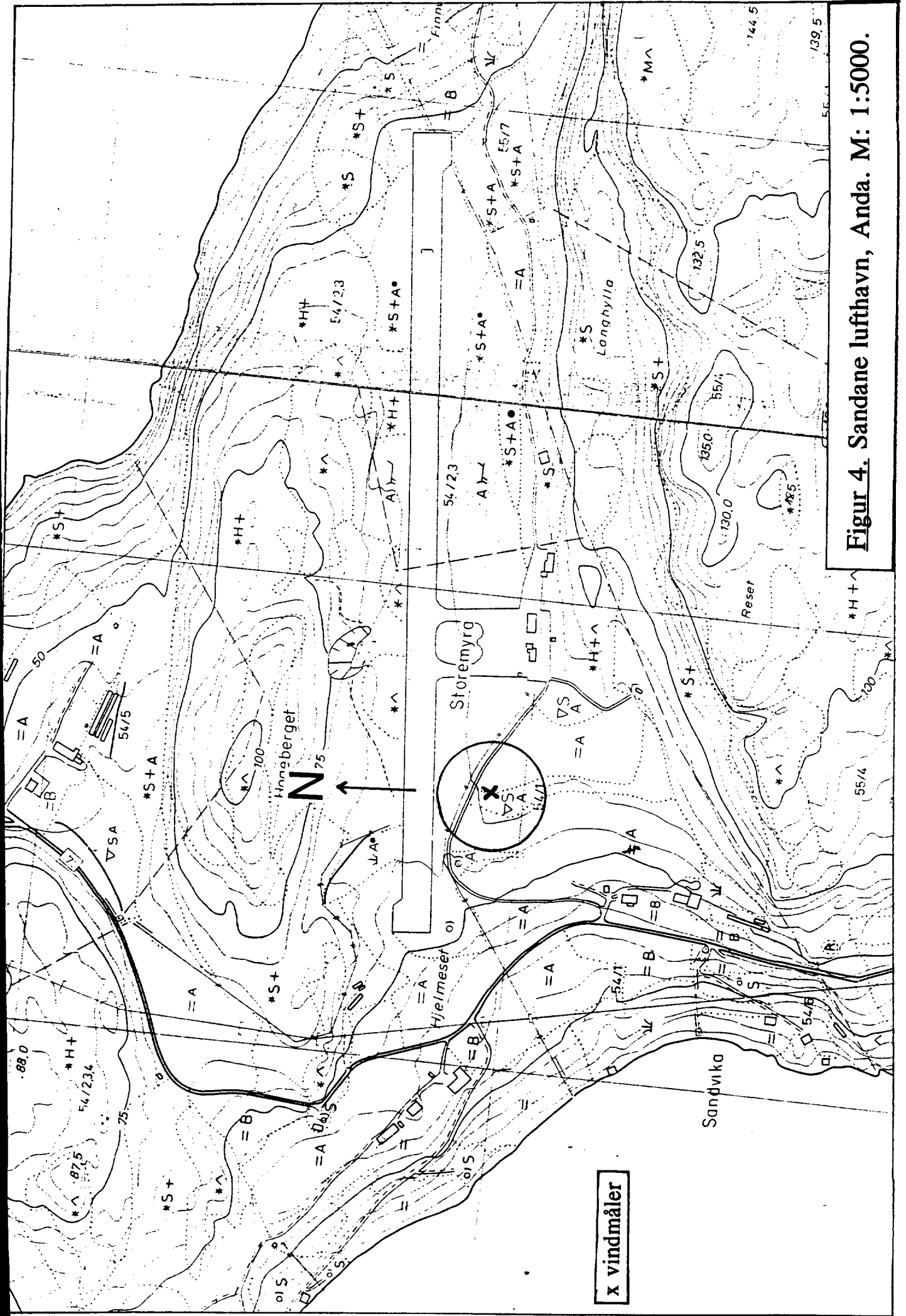
Figur 1. Anemografstasjoner som er, eller er planlagt analysert ved DNMI.



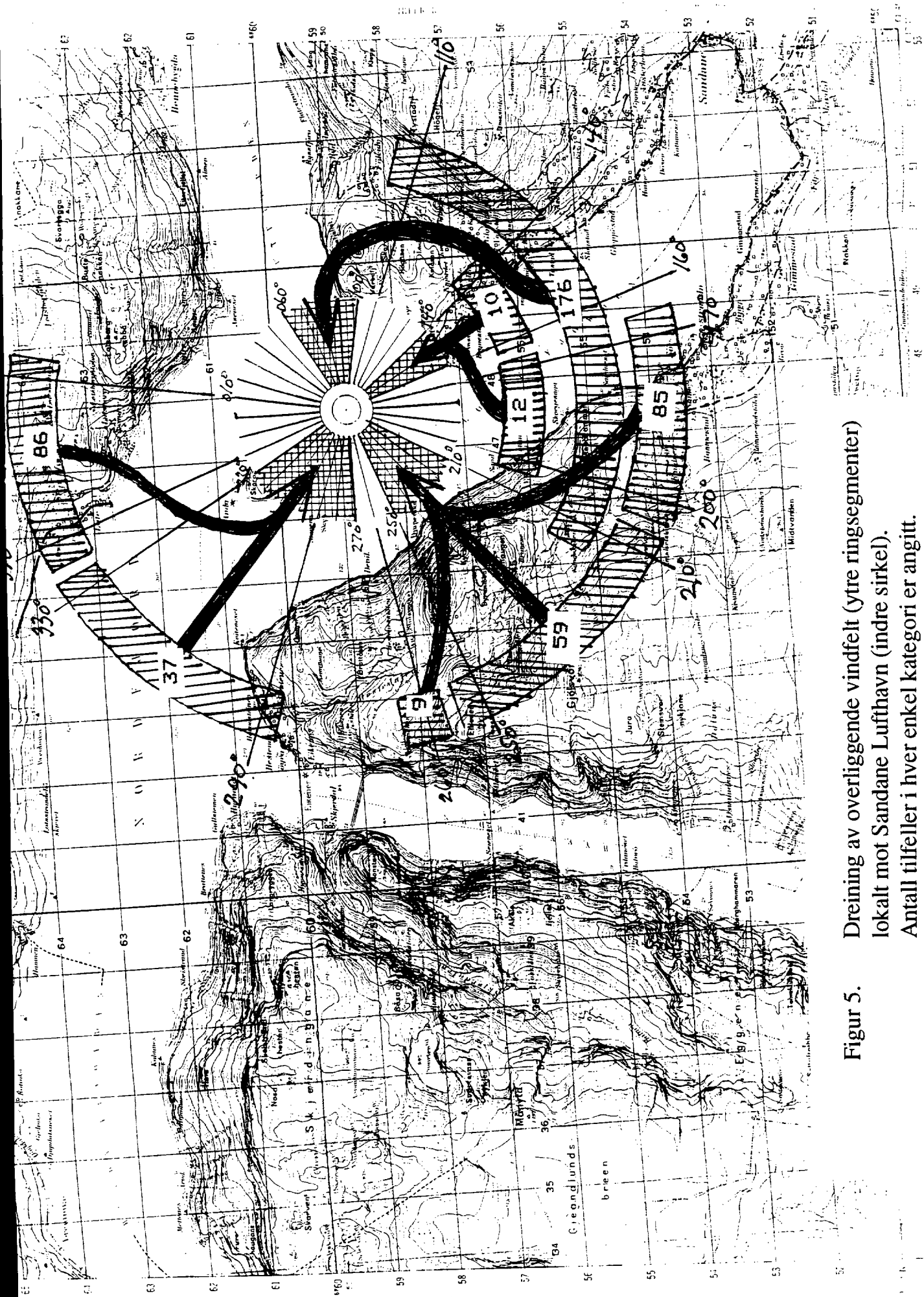
Figur 2. Regionkart for Sandane Lufthavn.



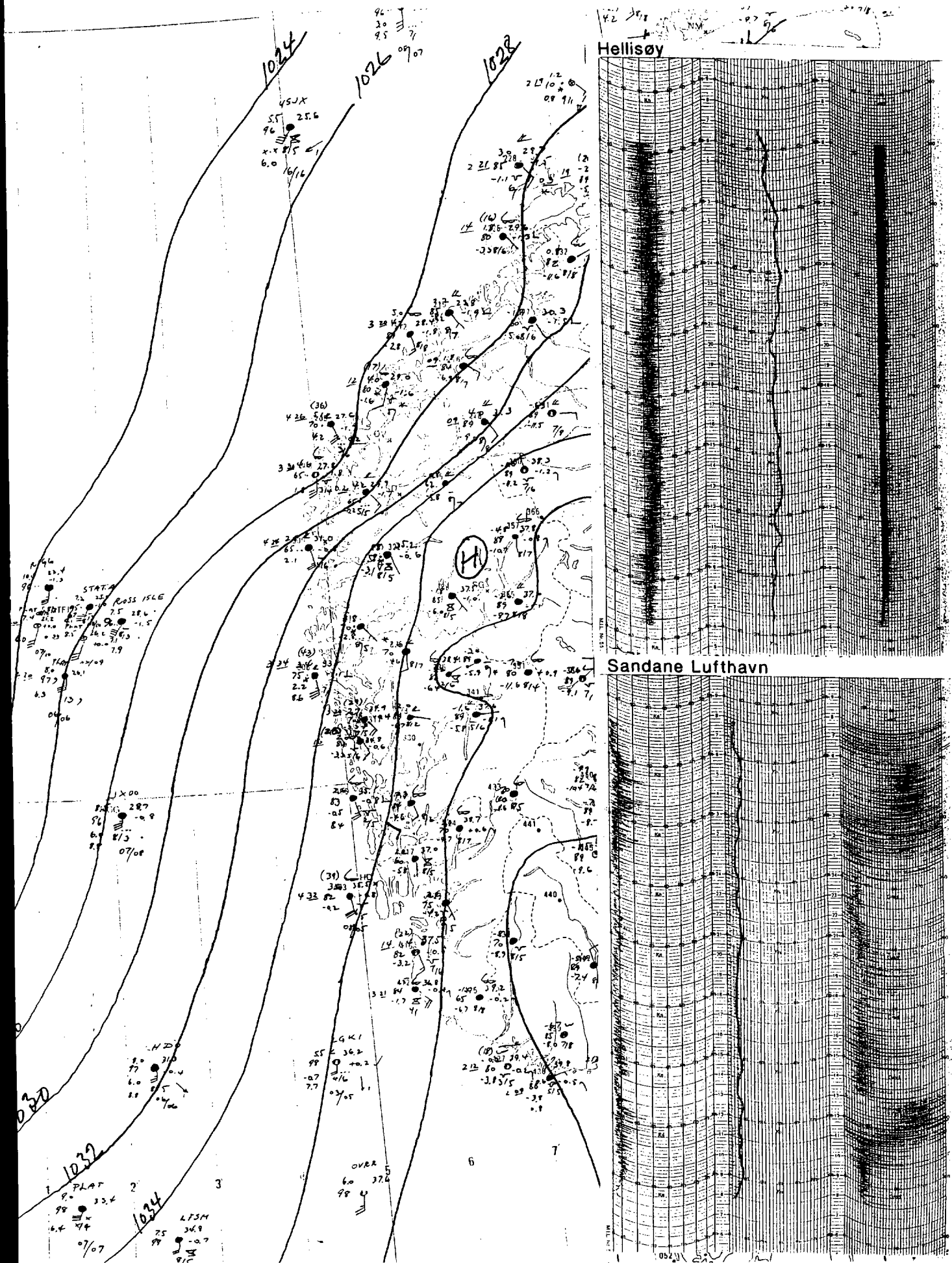
Figur 3. Topografisk områdekart for Sandane Lufthavn. Hovedretninger markert langs kartranden. Ruteavstand : 1 km.



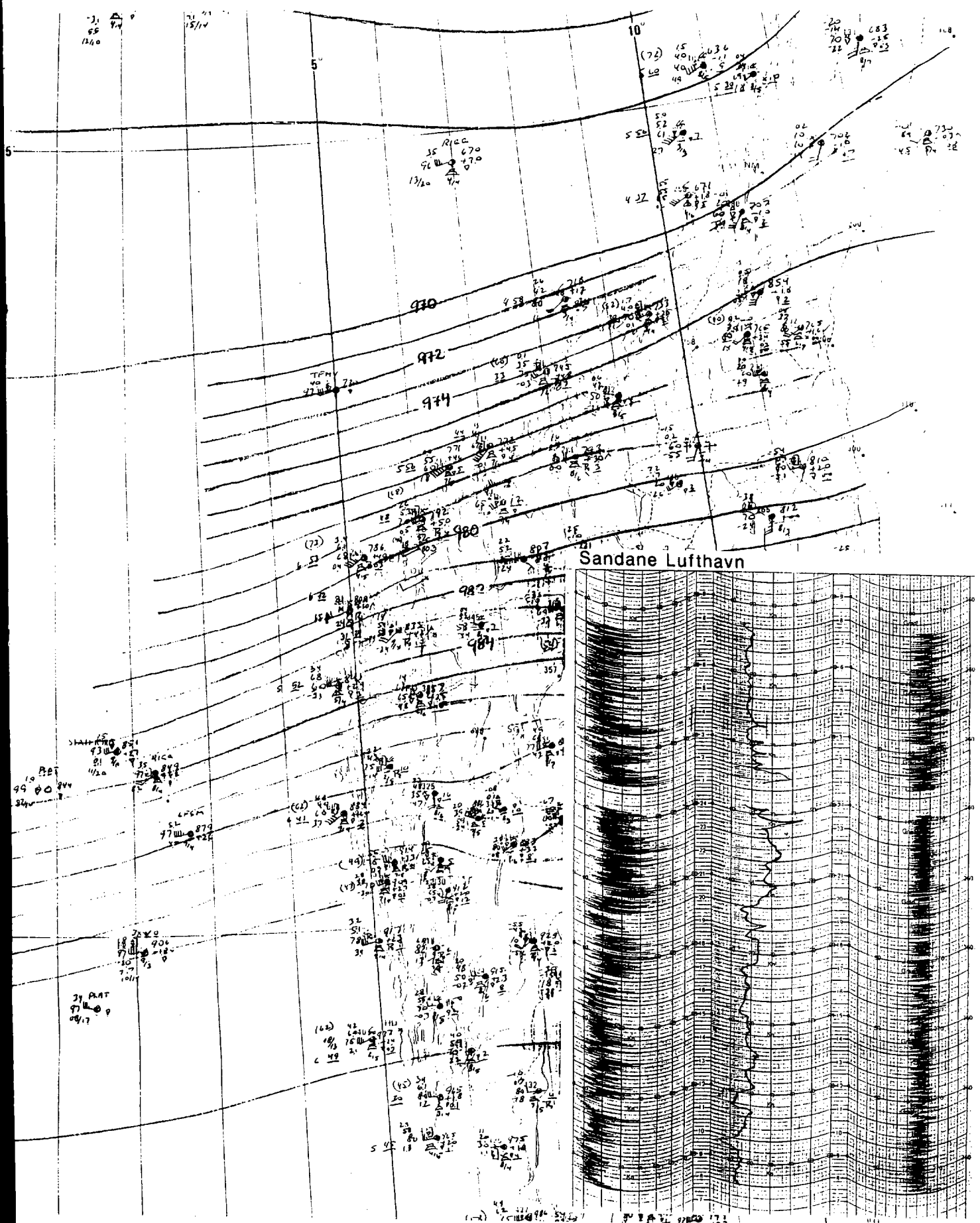
Figur 4. Sandane lufthavn, Anda. M: 1:5000.



Figur 5. Dreining av overliggende vindfelt (ytre ringsegmenter) lokalt mot Sandane Lufthavn (indre sirkel). Antall tilfeller i hver enkel kategori er angitt.



Figur 6. Værkart 01.12.1983 kl. 12 UTC.  
Vindregistreringer fra Hellsøy og Sandane Lufthavn.



Figur 7. Værkart 07.01.1983 kl.06 UTC.  
 Vindregistrering Sandane Lufthavn.  
 Vindkast 76 knop kl.03.50 (torden).

Appendiks 3.Beregning av ekstremvind på en stasjon med kort rekke utfra sammenligning med en referansestasjon.

Det foreligger ofte vindmålinger fra en kortere serie (1 - 3 år) fra en målestasjon, f.eks. knyttet til et spesielt prosjekt. Dersom data fra denne stasjonen skal utnyttes til å gi ekstremverdier, er det nødvendig å foreta sammenligninger med en stasjon som har målinger både i registreringsperioden for prosjektstasjonen og i en lengre periode (20 - 30 år). Sammenligningsstasjonen kaller vi for en referansestasjon.

Referansestasjonen må være godt eksponert for alle vindretninger. Dersom dette gjelder bare for spesielle sektorer kan en likevel etter en nøyaktig beskrivelse foreta sammenligninger innenfor de eksponerte sektorer. Referansestasjonen bør også være uten særlig grad av lokal innflytelse. Eventuelt kan det godtas noe innflytelse viss den varierer lite innenfor en betraktet sektor.

Materialet deles inn i en lang og en kort serie for begge stasjoner. Langtidsdata for prosjektstasjonen eksisterer ikke, men vi skal beregne ekstremverdier med fastsatte returperioder (2 - 100 år) for denne stasjonen. Langtidsserien består ellers av årsektremer der vindåret inndeles fra 01.09 - 31.08. Eventuelt kan det deles inn i en vintersesong (september - april) og en sommersesong (mai - august).

Det forutsettes at langtidsserien på referansestasjonen er gumbelfordelt. Det kjøres da en standard Gumbelanalyse på materialet, se f.eks. (8). Det beregnes sannsynligheter,  $p$ , for overskridelse av en bestemt verdi  $U$ .  $U = U_R$  kan her tolkes som ekstremvind med returperiode på  $R$  år, der  $R = 1/p$ .  $R$  (eller  $p$ ) kan være sektorfordelt ( $i, i=1, n$ ) eller sesongfordelt ( $j, j = 1, 2$ ). Ved slik inndeling vil det ofte være nødvendig med visse tilpasninger av Gumbelmetoden for ikke å få selvmotsigende resultater, se f.eks. (3).

Korttidsdataene inndeles på en lignende måte. Rekken består nå imidlertid ikke av årsektremer, men av en rekke episoder med sterk vind. Disse er plukket ut fra hver sektor for seg, en inndeling på 2 - 4 sektorer er ofte gunstig. Inndeling i flere sektorer som er slik at forskjellige grader av skjerming gjør at de ikke bidrar til ekstremverdiene i vilkårlig sektor kan selvsagt gjøres.

Episodeverdiene er vanligvis maksimal vindhastighet (10 min., 1 min., 3 sek.) innenfor et avgrenset tidsrom, en stormepisode. Episodene må avgrenses mot hverandre, avgrensningskravene må veies opp mot datamengden. De bør være slik at en ender opp med ca. 10 - 30 episoder, eller slik at forholdet mellom svakeste og sterkeste episodemaksimum for referansestasjonen er omtrent som forholdet mellom svakeste og sterkeste årsverdi i den lange rekken, vanligvis ca. 2/3.

Vi forutsetter nå:

- 1) Rekkene med episodemaksima fra kort rekke er gumbelfordelt. I regelen må vi bare godta dette kravet. Dersom det ikke holder, fører det til økt usikkerhet i resultatene. Gumbelfordelingen er definert ved

$$F(U) = \exp[-e^{-(U-\mu)}] \quad (\text{lign. A.1})$$

der  $\alpha$  og  $\mu$  er fordelingsparametre. Middelveidien,  $\bar{U} = \mu + \gamma/\alpha$ ,  $\gamma =$  konstant og standardavviket,  $\sigma$  er definert ved  $\sigma = c/\alpha$ ,  $c =$  konstant. Formelen gir da den akkumulerte sannsynlighetsfordeling av en gumbelfordelt parameter,  $U$ .

- 2) Forholdet mellom middelveidien av ekstremene med lang (L) og kort (K) rekke er det samme for de to stasjoner,

(lign. A.2):

$$\frac{\bar{U}_{\text{ref}}(L)}{\bar{U}_s(L)} = \frac{\bar{U}_{\text{ref}}(K)}{\bar{U}_s(K)} \Rightarrow \frac{\bar{U}_{\text{ref}}(L)}{\bar{U}_{\text{ref}}(K)} = \frac{\bar{U}_s(L)}{\bar{U}_s(K)}$$

hvor  $\text{ref}$  står for referansestasjonen og  $s$  står for prosjektstasjonen. Dette kravet er et vanlig krav ved klimatologisk korrigerings av korte rekker mot referansestasjoner. Ved beregninger av middelveidier alene er dette ofte et tilstrekkelig krav. Denne forutsetningen kan svikte dersom den korte periode er overrepresentert med en type vær-situasjoner som gir et annet forhold mellom stasjonene enn gjennomsnittet i det lange løp. Dette vil igjen kunne øke usikkerheten i resultatet. Merk at dette ikke gjelder dersom en vindsektor er overrepresentert i forhold til en annen, kun viss spesielle situasjoner innenfor den betraktete sektor er overrepresentert.

For eksempel kan det i østlig sektor være overrepresentasjon av situasjoner med en bestemt type temperaturprofiler i luftmassen oppstrøms fjellkjeden. Eller tyngdepunktet av sterk vestlig vind på kysten kan være forskjøvet langt nord eller sør i korttidsperioden. Begge disse tilfelle vil kunne influere på sammenhengen mellom Utaira/Hellisey og Bu.

- 3) Vi vil nå introdusere en ny forutsetning som gjør det mulig å ta hensyn til at spredningen kan være forskjellig på de to stasjonene. Vi forutsetter at det relative standardavviket av verdiene i ekstremrekkenes er konstant for hver enkelt stasjon, men at det kan variere mellom stasjonene.

(lign. A.3):

$$\frac{\sigma_{Ref}(L)}{U_{Ref}(L)} = \frac{\sigma_{Ref}(K)}{U_{Ref}(K)}, \quad \frac{\sigma_a(L)}{U_a(L)} = \frac{\sigma_a(K)}{U_a(K)}$$

Vi benytter nå forutsetningene 1) til 3). Vi har lign. A.1:

$$F(U) = \exp[-e^{-\alpha(U-\mu)}] \quad \Rightarrow$$

$$\ln F(U) = -e^{-\alpha(U-\mu)} \quad \Rightarrow$$

$$\ln(-\ln F(U)) = -\alpha(U-\mu) = k(p) \quad (\text{lign. A.4})$$

der ligning A.4 følger av definisjonen av sannsynlighet, p. Lign. A.4 må da være riktig for alle gumbelfordelte rekker, følgelig også for lang (L) og kort (K) rekke på 2 betraktete stasjoner (1 og 2):

$$\left. \begin{aligned} \ln(-\ln F(U_{1L})) &= -\alpha_{1L}(U_{1L}-\mu_{1L}) = k(p) \\ \ln(-\ln F(U_{2L})) &= -\alpha_{2L}(U_{2L}-\mu_{2L}) = k(p) \\ \ln(-\ln F(U_{1K})) &= -\alpha_{1K}(U_{1K}-\mu_{1K}) = k(p) \\ \ln(-\ln F(U_{2K})) &= -\alpha_{2K}(U_{2K}-\mu_{2K}) = k(p) \end{aligned} \right\} \quad (\text{lign. A.5})$$

Konstanten k avhenger bare av sannsynligheten for overskridelse, p som ved en rekke med årsektremer (lang rekke, L) kan tolkes som 1/R der R er returperioden (år). Hver p svarer imidlertid til forskjellige U - verdier:  $U_{1L}(p)$ ,  $U_{2L}(p)$ ,  $U_{1K}(p)$  og  $U_{2K}(p)$ . Disse U - verdiene har altså samme sannsynlighet for overskridelse, men for hver sin datarekke.

Av ligningsettet A.5 har vi:

$$\frac{\alpha_{1L}(U_{1L}-\mu_{1L})}{\alpha_{1K}(U_{1K}-\mu_{1K})} = \frac{\alpha_{2L}(U_{2L}-\mu_{2L})}{\alpha_{2K}(U_{2K}-\mu_{2K})} = 1 \quad (\text{lign. A.6})$$

Nå har vi

$$\bar{U} = \mu + \gamma/\alpha, \quad \gamma = \text{konstant} \quad (\text{lign. A.7})$$

og

$$\sigma = c/\alpha, \quad c = \text{konstant} \quad (\text{lign. A.8})$$

samt lign.A.2 og A.3. Dette settes inn i lign. A.6 og ved en del regning får vi:

$$\frac{U_{LK}(p)}{U_{IK}(p)} = \frac{U_{LK}(p)}{U_{IK}(p)} \quad (\text{lign. A.9})$$

Forholdet mellom ekstremvind tilordnet samme sannsynlighet for overskridelse i lang og kort rekke, er identisk på de to stasjonene.

Ved å beregne slike sannsynligheter,  $p$  fra kort rekke på begge stasjonene kan vi altså få fram overføringskoeffisientene,  $kf(p) = kf(p(R)) = kf(R)$  og

$$U(R)_a = \{u(p)_a/u(p)_{ref}\}U(R)_{ref} = kf(R)U(R)_{ref} \quad (\text{lign. A.10})$$

Her er  $R = R(p)$  [år] returperioden,  $p$  sannsynligheten for overkridelse av  $U$  i lang rekke, og  $u$  i kort rekke.  $_{ref}$  er referansestasjonen og  $_a$  den aktuelle prosjektstasjonen som bare har kort observasjonsperiode. Som vi ser er overføringskoeffisienten avhengig av returperioden.

Forutsetning 3 holder nok ikke alltid. Men vi kan anta at avvikene mellom kort og lange rekke finnes igjen på begge stasjonene og benytter metodikken. Bevisføringen er da uklar. Likevel tar metoden vare på forskjeller i spredning mellom referansestasjon og prosjektstasjon, forskjeller som skyldes terrenginduserte effekter.

Appendiks 4.

s.A32

HELLISØY FYR

JANUARY 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT      N= 2697    C= 3.2 %    VM= 8.5 M/S    FM=4.5 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.1	0.4	0.7	1.8	1.4	1.1	0.5	0.3					6.3	4.7
03		0.2	0.8	0.9	1.4	0.3	0.3	0.0						3.9	3.5
06		0.6	1.4	1.0	0.5	0.1								3.7	2.5
09E		0.6	2.4	3.3	1.7	0.6	0.2							8.9	3.0
12		0.3	1.6	3.0	4.4	2.6	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0			13.3	3.9
15		0.3	1.3	2.8	5.5	3.6	4.1	2.2	0.8	0.2				20.8	4.8
18S		0.1	0.4	1.0	2.2	3.3	4.0	2.9	1.9	0.4	0.0			16.2	5.7
21			0.1	0.4	1.4	1.0	1.4	1.0	0.5	0.1				6.0	5.5
24		0.0	0.3	0.6	1.7	1.2	1.4	0.9	0.1	0.1				6.4	5.1
27W			0.2	0.5	0.9	1.3	0.8	0.7	0.2	0.1				4.7	5.1
30		0.1	0.1	0.3	0.6	0.4	0.7	0.4	0.2	0.1				2.7	5.3
33		0.1	0.3	0.3	0.9	0.7	0.9	0.3	0.3	0.1				3.9	5.1
NF		2.4	9.4	14.8	23.0	16.5	15.9	9.2	4.5	1.2	0.1				

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-07	0.3	2.0	7.7	15.4	18.5	18.9	17.1	12.1	6.0	1.8					C
07-13	0.2	3.1	9.2	22.0	15.9	19.1	16.8	9.1	3.1	0.9	0.3				0.2
13-19	1.0	2.4	10.9	19.4	16.0	20.1	15.8	9.7	3.6	1.0					0.1

HELLISØY FYR

FEBRUARY 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT      N= 2457    C= 3.0 %    VM= 7.4 M/S    FM=4.1 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.1	0.8	1.4	1.8	1.3	0.7	0.4	0.4	0.0				7.0	4.4
03		0.5	0.7	0.9	0.9	0.4	0.2	0.0						3.7	3.3
06		0.6	1.0	1.0	0.1	0.0								2.7	2.3
09E		1.2	2.4	3.4	2.7	0.6	0.2							10.5	3.0
12		0.5	2.3	3.5	3.5	1.7	0.7	0.1						12.4	3.5
15		1.1	2.1	3.0	5.4	4.5	2.4	1.5	0.7	0.1		0.0		20.8	4.3
18S		0.3	0.7	1.8	5.2	3.8	4.2	2.3	1.7	0.1	0.0			20.1	5.1
21		0.2	0.3	1.0	1.1	1.0	0.7	0.8	0.4	0.0				5.5	4.8
24		0.1	0.3	0.7	1.2	1.1	0.8	0.3	0.0					4.6	4.4
27W		0.1	0.2	0.7	0.9	0.5	0.5	0.4		0.0				3.5	4.4
30		0.1	0.2	0.3	0.8	0.3	0.1	0.2		0.0				2.0	4.1
33		0.1	0.3	0.4	1.1	0.8	1.0	0.2	0.1	0.0				4.2	4.7
NF		5.0	11.4	18.2	24.6	16.2	11.5	6.3	3.4	0.4	0.0	0.0			

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-07	0.6	2.1	10.7	22.0	20.3	17.5	13.7	9.4	2.6	0.9	0.2				C
07-13	0.6	3.9	13.4	24.5	18.9	18.9	10.9	5.9	2.3	0.4	0.1				0.1
13-19	2.0	5.5	14.2	20.0	20.3	16.8	10.7	7.2	2.6	0.2	0.2				0.2

HELLISØY FYR

MARCH 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT      N= 2697    C= 3.9 %    VM= 7.5 M/S    FM=4.0 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.5	1.1	2.0	2.4	1.1	1.4	0.4	0.2	0.0				9.3	4.0
03		0.2	0.9	0.7	0.3	0.2	0.1							2.5	2.9
06		0.4	0.9	0.7	0.4									2.4	2.4
09E		0.6	1.7	1.8	1.2	0.4	0.1							5.7	2.9
12		0.9	1.6	1.7	2.0	1.4	0.6	0.1	0.0					8.3	3.5
15		0.7	1.7	3.0	3.9	3.3	2.7	1.4	0.5	0.0				17.2	4.4
18S		0.8	1.3	2.2	4.7	5.0	4.6	2.7	1.3	0.4	0.2			23.1	5.0
21		0.3	0.9	1.0	1.7	1.8	1.1	0.5	0.4					7.7	4.5
24		0.3	0.8	0.6	1.4	0.7	0.8	0.4	0.1					5.2	4.1
27W		0.5	0.7	0.6	0.9	0.6	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0			4.4	4.1
30		0.3	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3	0.1					2.8	4.3
33		0.5	0.8	1.3	1.4	1.6	1.2	0.4	0.1					7.3	4.2
NF		6.0	12.8	15.9	20.6	16.7	13.7	6.8	2.9	0.5	0.2				

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-07	0.4	1.7	12.1	20.0	16.7	20.7	16.0	8.8	3.0	0.4					C
07-13	0.9	5.3	15.2	19.0	18.6	19.2	12.2	7.0	2.0	0.3	0.1				0.1
13-19	1.6	7.3	11.9	19.9	19.0	17.6	12.3	6.5	2.4	0.6	0.1				0.8

s.A33

HELLISØY FYR

APRIL 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT		N= 2610 C= 3.9 % VM= 6.6 M/S FM=3.7 B													
DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.3	1.3	3.5	4.1	3.1	2.1	1.1	0.3	0.1				15.7	4.3
03		0.2	0.6	1.6	1.2	0.3	0.2	0.0	0.0					4.1	3.4
06		0.3	0.9	1.0	0.3	0.0	0.0							2.6	2.6
09E		0.5	1.9	2.0	0.6	0.2								5.2	2.6
12		0.3	1.0	1.4	1.4	0.3	0.2	0.1						4.6	3.3
15		0.6	1.2	1.6	2.8	1.7	1.3	0.7	0.2					10.0	4.1
18S		0.5	1.3	2.6	5.2	3.3	2.8	1.5	0.5	0.0				17.9	4.5
21		0.5	0.8	2.0	2.6	1.8	1.6	0.3	0.1					9.7	4.1
24		0.7	0.7	1.1	1.7	0.6	0.4	0.1	0.0					5.4	3.5
27W		0.7	0.9	0.7	0.8	0.3	0.2	0.0						3.4	2.9
30		0.3	1.5	1.1	0.6	0.2	0.2	0.2	0.1					4.2	3.2
33		0.5	1.6	2.5	3.8	2.5	1.7	0.5	0.1	0.1				13.2	4.1
NF		5.6	13.7	21.0	25.1	14.3	10.6	4.4	1.3	0.2					

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

															C
19-07	0.2	2.9	14.3	26.2	21.4	18.0	11.4	4.1	0.9	0.2					0.3
07-13	1.1	7.0	17.8	24.1	20.0	16.1	8.5	4.3	0.5	0.1					0.5
13-19	0.9	3.7	14.9	29.3	19.0	16.9	9.9	4.3	0.9	0.2					

HELLISØY FYR

MAY 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT		N= 2697 C= 4.7 % VM= 5.8 M/S FM=3.4 B													
DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.3	1.3	2.7	4.6	2.6	2.6	0.9	0.1					15.2	4.3
03		0.3	0.5	0.8	0.9	0.3	0.1	0.0						3.0	3.3
06		0.6	0.9	0.9	0.3	0.1								2.7	2.4
09E		0.5	1.8	2.2	1.0	0.2								5.7	2.8
12		0.7	1.0	1.3	1.0	0.5	0.1	0.0						4.7	3.0
15		0.9	1.0	1.9	2.1	1.1	0.6	0.2						7.9	3.5
18S		0.9	1.1	3.1	4.3	2.7	2.1	0.9	0.0	0.0	0.0			15.2	4.1
21		0.8	1.2	2.0	3.2	2.1	0.9	0.3	0.1					10.5	3.8
24		0.9	1.6	1.5	0.6	0.8	0.2							5.6	2.9
27W		0.7	1.4	0.7	0.4	0.2	0.2		0.0					3.7	2.6
30		0.6	1.9	1.5	0.6	0.3	0.2	0.1						5.3	2.8
33		1.0	2.6	4.0	3.8	2.3	1.3	0.5	0.1	0.1				15.8	3.7
NF		8.4	16.4	22.6	22.8	13.3	8.3	3.0	0.4	0.1	0.0				

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

															C
19-07	0.8	5.0	17.1	29.8	19.4	16.6	8.6	2.2	0.4	0.1					
07-13	1.3	10.3	20.5	27.6	16.5	14.9	6.7	1.8	0.2						0.2
13-19	1.1	5.3	18.6	30.7	18.6	16.2	6.8	2.2	0.1	0.2					0.1

HELLISØY FYR

JUNE 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT		N= 270 C= 7.0 % VM= 5.8 M/S FM=3.4 B													
DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.4	1.9	3.0	6.3	9.3	5.2	1.1	0.4					27.4	4.6
03			0.4	1.9	3.7	1.5	0.4							7.8	4.0
06		0.4	1.1	1.1										2.6	2.3
09E		0.4	0.4	0.7										1.5	2.3
12		0.4	0.4	0.4	2.2									3.3	3.3
15		1.1	0.7	1.9	2.2	0.4	0.4							6.7	3.2
18S			1.5	0.7	3.3	0.4	0.7		0.4					7.0	3.9
21		0.4	1.9	2.6	5.6	1.5	0.4							12.2	3.6
24		1.1	3.0	1.1	1.9	0.7	1.1							8.9	3.2
27W		0.4	1.5	1.1	0.4									3.3	2.4
30		0.4	1.9	0.7										3.0	2.1
33		0.7	2.2	3.7	2.2	0.4								9.3	2.9
NF		5.6	16.7	18.9	27.8	14.1	8.1	1.1	0.7						

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

															C
19-07	1.1	4.4	16.7	27.8	17.8	22.2	5.6	3.3							1.1
07-13	3.3	6.7	17.8	36.7	18.9	11.1	4.4	1.1							
13-19	4.4	3.3	13.3	28.9	23.3	18.9	4.4	2.2							1.1

## S.A34

HELLISØY FYR

JULY 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N= 2604 C= 5.4 % VM= 5.8 M/S FM=3.4 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.6	1.8	2.2	3.8	3.3	3.0	1.0	0.1					15.8	4.3
03		0.3	0.3	0.6	0.5	0.3	0.1	0.0						2.2	3.3
06		0.4	0.4	0.3	0.0									1.2	2.0
09E		0.2	0.5	0.3	0.1									1.0	2.3
12		0.8	0.7	0.5	0.6	0.2	0.0							2.8	2.5
15		0.7	0.6	1.3	1.8	0.9	0.7	0.2						6.1	3.7
18S		0.6	1.7	2.7	3.7	2.1	1.6	0.4	0.1					12.9	3.9
21		0.8	1.6	1.8	2.8	1.6	1.1	0.2	0.0					9.9	3.7
24		0.9	1.7	1.8	1.7	0.4	0.2	0.0	0.0					6.9	3.0
27W		0.9	1.8	2.1	1.0	0.3	0.1	0.0						6.2	2.7
30		0.8	2.4	2.0	2.0	0.8	0.3	0.1						8.3	3.1
33		1.3	3.8	4.1	6.3	2.9	2.4	0.7	0.0					21.6	3.7
NF		8.3	17.2	19.6	24.3	12.8	9.5	2.7	0.3						

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

	19-07	07-13	13-19	C					
19-07	1.2	5.1	16.6	29.0	19.8	18.0	7.4	2.4	0.6
07-13	2.1	11.1	18.4	27.8	18.4	14.1	6.6	1.2	0.5
13-19	1.4	6.0	19.8	27.5	19.7	16.1	7.7	1.6	0.1

HELLISØY FYR

AUGUST 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N= 2697 C= 4.6 % VM= 5.8 M/S FM=3.4 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.4	1.7	2.5	3.2	2.3	1.8	0.6	0.0					12.5	4.1
03		0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.1	0.1						2.4	3.1
06		0.5	0.9	0.4	0.2	0.0								2.0	2.2
09E		0.7	1.0	0.8	0.2	0.0								2.8	2.2
12		0.6	1.1	1.0	0.8	0.4	0.1							3.9	2.9
15		1.2	1.4	1.9	2.3	1.9	1.6	0.3						10.5	3.8
18S		0.4	1.9	2.4	3.5	2.8	2.3	0.8	0.1					14.3	4.2
21		1.0	2.0	2.2	2.7	1.6	1.2	0.2	0.0					10.8	3.6
24		1.1	1.7	2.0	1.8	1.1	0.4	0.2	0.0					8.5	3.3
27W		0.9	1.3	1.1	1.1	0.8	0.1							5.3	3.0
30		0.8	1.8	1.4	1.4	0.3	0.1	0.0	0.0					5.9	2.9
33		0.6	2.4	4.0	5.3	2.2	1.6	0.3	0.0					16.5	3.7
NF		8.6	17.6	20.3	23.0	13.7	9.3	2.5	0.3						

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

	19-07	07-13	13-19	C						
19-07	0.6	4.8	17.1	25.4	22.8	17.9	8.9	2.2	0.2	0.1
07-13	2.0	11.3	19.5	25.5	17.9	15.4	6.7	1.2	0.1	0.4
13-19	1.0	7.1	16.9	31.4	18.0	13.6	9.2	2.3	0.3	0.1

HELLISØY FYR

SEPTEMBER 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N= 2610 C= 4.2 % VM= 7.3 M/S FM=4.0 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.6	1.4	2.4	3.4	2.5	1.8	0.7	0.0					12.8	4.1
03		0.2	0.8	1.0	0.6	0.2	0.1							3.0	3.0
06		0.2	0.9	0.5	0.2									1.8	2.4
09E		0.5	1.9	1.2	0.6	0.1	0.2		0.1					4.6	2.7
12		0.5	1.4	1.0	1.1	0.5	0.1	0.0						4.6	3.0
15		0.5	1.1	1.6	2.8	2.3	2.0	0.9	0.3	0.0				11.6	4.5
18S		0.5	0.8	1.4	3.3	3.0	3.7	2.1	0.7	0.2				15.6	5.0
21		0.6	0.8	0.9	2.6	2.1	1.7	0.8	0.2	0.2				9.8	4.5
24		0.7	0.5	1.2	2.8	2.5	1.9	0.5	0.1	0.0				10.3	4.4
27W		0.5	0.8	1.0	2.1	1.4	0.9	0.2	0.0	0.0				7.0	4.0
30		0.5	0.8	0.7	1.3	0.9	0.5	0.3	0.1	0.0				5.2	4.0
33		0.3	1.5	2.0	2.0	1.5	1.5	0.7	0.1	0.0	0.0			9.6	4.2
NF		5.5	12.6	15.1	22.8	17.1	14.3	6.4	1.6	0.5	0.0				

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

	19-07	07-13	13-19	C											
19-07	0.1	3.1	11.3	18.2	21.0	22.6	15.7	5.7	1.8	0.3					
07-13	0.6	8.3	11.8	20.7	17.8	19.3	14.9	4.3	1.5	0.7				0.1	
13-19	1.3	5.5	9.9	23.0	18.3	20.8	12.9	6.0	1.5	0.5				0.5	

s.A35

HELLISØY FYR

OCTOBER 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N= 2697 C= 2.7 % VM= 8.0 M/S FM=4.3 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N	0.4	1.1	2.0	2.6	1.6	0.9	0.5	0.4						9.5	4.1
03	0.4	1.0	1.5	0.8	0.2	0.1	0.0	0.0						4.1	3.1
06	0.4	0.9	0.7	0.3	0.0	0.0								2.3	2.5
09E	1.0	1.2	1.9	1.2	0.3	0.1	0.0							5.8	2.9
12	0.4	1.1	2.0	2.2	0.9	0.5	0.2	0.1						7.4	3.6
15	0.7	1.1	2.8	4.6	3.4	2.6	1.5	0.5	0.0	0.0				17.2	4.5
18S	0.3	0.7	1.4	3.0	3.9	4.3	2.9	1.1	0.2	0.0				17.9	5.3
21	0.2	0.7	0.7	1.7	2.2	2.3	1.0	0.4	0.0					9.2	5.0
24	0.2	0.5	1.3	2.3	1.7	2.3	0.9	0.2						9.3	4.7
27W	0.1	0.5	0.7	1.3	0.9	0.9	0.4	0.2						5.1	4.5
30	0.1	0.4	0.4	0.7	0.7	0.4	0.4	0.1	0.0					3.3	4.6
33	0.1	0.8	0.8	1.2	1.0	0.8	1.0	0.2	0.1					6.1	4.7
NF	4.3	9.9	16.4	21.9	16.8	15.3	8.9	3.3	0.4	0.1					

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

	19-07	07-13	13-19	C							
0.2	1.6	8.9	17.1	18.8	21.5	18.0	10.6	2.7	0.4	0.2	
0.4	4.0	10.6	21.6	16.9	20.1	14.3	9.0	2.3	0.3	0.1	0.2
0.8	4.3	11.3	20.8	17.8	19.9	11.9	10.5	1.4	0.8		0.4

HELLISØY FYR

NOVEMBER 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N= 2610 C= 2.1 % VM= 8.5 M/S FM=4.5 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N	0.2	0.5	1.5	2.1	2.1	1.8	1.1	0.5		0.1				9.9	4.9
03	0.2	0.8	1.6	1.4	0.5	0.2	0.0							4.8	3.4
06	1.0	1.1	1.3	0.7	0.1									4.1	2.4
09E	0.6	2.4	3.0	1.3	0.2	0.1	0.0							7.6	2.8
12	0.5	1.7	3.0	3.1	1.0	0.7	0.3							10.3	3.6
15	0.3	1.1	2.3	5.1	4.1	2.7	2.0	1.0	0.2					18.7	4.8
18S	0.1	0.2	0.5	2.1	2.5	3.1	2.8	1.3	0.3	0.2	0.0			13.0	5.8
21	0.0	0.2	0.7	1.0	1.7	2.6	1.1	0.5	0.2					8.1	5.5
24	0.0	0.5	0.9	1.6	1.6	1.8	1.2	0.4	0.0					8.2	5.1
27W	0.2	0.4	0.6	1.6	1.0	1.1	0.4	0.2	0.0					5.4	4.6
30	0.2	0.2	0.2	0.8	0.7	0.7	0.3	0.2						3.2	4.9
33	0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.1	0.3	0.3	0.2					4.6	5.2
NF	3.4	9.3	15.9	21.7	16.6	15.9	9.7	4.3	0.9	0.3	0.0				

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

	19-07	07-13	13-19	C							
0.2	1.7	6.1	16.6	18.0	19.8	17.7	12.6	4.9	1.7	0.3	0.2
0.5	3.8	8.9	20.1	17.8	18.3	16.0	10.9	3.0	0.7	0.1	
0.7	3.3	9.8	18.2	18.0	18.3	17.5	9.5	3.7	0.7	0.1	0.1

HELLISØY FYR

DECEMBER 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N= 2697 C= 1.7 % VM= 9.0 M/S FM=4.7 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N	0.1	0.3	0.9	1.9	1.4	1.8	0.6	0.4	0.1					7.6	4.9
03	0.2	0.4	1.2	1.2	0.7	0.3	0.1	0.0						4.0	3.8
06	0.2	1.2	1.3	0.6	0.1	0.0								3.4	2.8
09E	0.6	2.6	2.4	1.7	0.7	0.1	0.0							8.2	3.0
12	0.1	1.3	3.4	4.0	1.6	1.0	0.1	0.1		0.0				11.6	3.8
15	0.3	0.8	2.9	4.5	4.0	2.9	2.3	0.9	0.2	0.1				18.8	4.9
18S	0.0	0.2	1.0	1.8	2.6	3.7	2.5	1.1	0.7	0.1				13.8	5.8
21	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	2.0	1.0	0.7	0.2					7.6	5.5
24	0.0	0.3	0.5	1.9	2.0	1.9	0.9	0.5	0.1					8.1	5.2
27W	0.1	0.2	0.3	1.1	1.3	1.6	0.9	0.3						5.8	5.3
30		0.1	0.3	0.6	0.7	0.6	0.9	0.3	0.1	0.1				3.7	5.6
33	0.1	0.3	0.3	0.9	1.3	1.4	0.9	0.4	0.1					5.7	5.4
NF	2.0	7.7	15.0	21.4	18.2	17.3	10.3	4.6	1.5	0.3					

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

	19-07	07-13	13-19	C							
0.1	0.7	6.0	13.7	16.6	19.7	21.9	13.5	6.0	1.8	0.1	
0.2	1.3	9.1	18.8	16.4	18.5	18.1	12.2	4.1	1.0	0.1	0.1
0.4	1.2	10.0	15.9	17.2	22.2	15.9	11.2	3.9	1.7		0.2

S.A36

HELLISØY FYR

YEAR 1963-1991

HRS. 06,12,18 GMT N=29343 C= 3.6 % VM= 7.3 M/S FM=4.0 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.3	1.1	2.0	2.9	2.1	1.7	0.7	0.3	0.0	0.0			11.2	4.3
03		0.3	0.7	1.0	0.9	0.4	0.2	0.0	0.0					3.5	3.3
06		0.5	0.9	0.8	0.3	0.0	0.0							2.6	2.4
09E		0.6	1.8	2.0	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0					5.9	2.8
12		0.5	1.3	2.0	2.2	1.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0			7.6	3.5
15		0.7	1.2	2.3	3.7	2.8	2.1	1.2	0.4	0.1	0.0	0.0		14.4	4.4
18S		0.4	0.9	1.8	3.5	3.2	3.3	2.0	0.9	0.2	0.1	0.0		16.3	5.0
21		0.4	0.8	1.2	2.0	1.7	1.5	0.6	0.3	0.1				8.7	4.5
24		0.5	0.8	1.1	1.7	1.3	1.1	0.5	0.1	0.0				7.1	4.2
27W		0.4	0.8	0.8	1.1	0.8	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0			5.0	4.0
30		0.3	0.9	0.8	0.9	0.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0			4.2	3.8
33		0.4	1.3	1.9	2.5	1.6	1.3	0.5	0.2	0.1	0.0			9.9	4.1

NF 5.4 12.6 17.7 22.9 15.6 12.8 6.3 2.4 0.5 0.1 0.0

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

															C
19-07	0.4	2.8	11.7	21.2	19.4	19.2	14.2	7.6	2.6	0.7	0.1				0.2
07-13	0.9	6.3	14.1	23.0	17.7	17.6	11.9	6.0	1.7	0.4	0.1				0.2
13-19	1.1	4.7	13.5	23.3	18.4	18.1	11.8	6.4	1.9	0.5	0.0	0.0			0.2

CUMULATIVE DISTRIBUTION OF CASES WITHIN A PERIOD OF CONSECUTIVE DAYS WHEN MAX.WIND FORCE OF THE DAY IS LESS THAN OR EQUAL TO 3 B FOR THE PERIOD 1963-1991

DAYS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
WINTER	132	35	11	8	3	2	2	1	1	1	1	1	1
SPRING	236	60	16	7	5	1	1						
SUMMER	193	50	16	5	3	2							
AUTUMN	156	38	18	5	2	2	1						
TOTAL	717	183	61	25	13	7	4	1	1	1	1	1	1

CUMULATIVE DISTRIBUTION OF CASES WITHIN A PERIOD OF CONSECUTIVE DAYS WHEN MAX.WIND FORCE OF THE DAY IS GREATER THAN OR EQUAL TO 6 B FOR THE PERIOD 1963-1991

DAYS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
WINTER	1669	737	449	288	210	161	124	92	75	63	51	39	32
SPRING	1309	554	289	193	125	77	62	46	34	27	20	11	10
SUMMER	779	312	149	86	56	33	22	13	9	5	4	2	2
AUTUMN	1707	763	448	302	217	157	115	91	70	55	46	34	30
TOTAL	5464	2366	1335	869	608	428	323	242	188	150	121	86	74

MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NO. OF YEARS	29	29	29	29	29	3	28	29	29	29	29	29