

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

VINDOBSERVASJONER PÅ VESTLANDET  
VARIGHETSTATISTIKK

KNUT HARSTVEIT

RAPPORT NR. 03/96 KLIMA



# DNMI-RAPPORT

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

ISBN 0805-9918

RAPPORT NR.

03/96 KLIMA

DATO

17.01.96

TITTEL

## VINDOBSERVASJONER FRA VESTLANDET VARIGHETSTATISTIKK

UTARBEIDET AV

**Knut Harstveit**

OPPDRAKSGIVER

**Statnett**

OPPDRAKSNR.

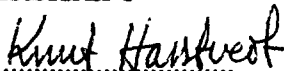
SAMMENDRAG

Data for 10 min middelvind hver hele time fra Sola, 1957-60 og Flesland, 1973-90 er bearbeidet. Det er utført varighetstatistikk i form av antall episoder med vindfart over 21 knop med varighet 1 t eller mer, samt fordeling av slike episoder over året. Det er videre plottet opp kurver for prosentvis forekomst av episoder på T timer eller mindre. Slike data viser seg å være Weibulfordelt.

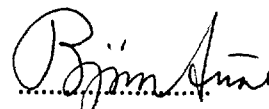
Det er så tatt ut data for hver 6. time i samme tidsrom som 1t data, samt for normalperioden, 1961-90. Det viser seg at forholdet mellom antall episoder over 21 knop basert på 1t og 6t oppløsning ligger på ca. 3.15 for begge stasjonene. Tilpasning til lang periode for 1t data er gjort ved bruk av 6t kurven. Antall episoder med vind over 21 knop på 1t eller mer ligger på 47 pr. år på Flesland og 111 pr. år på Sola. Verdien for Sola antas passe i Rogaland, samt de ytterste kommunene i Hordaland. Episodetallet fra Flesland dekker mesteparten av Hordaland. Skjermede daler og skogsområder vil trolig ha lavere tall enn Flesland. På høyfjellet, havstrekninger og fyrstasjoner er tallet trolig høyere enn på Sola, men dette er ikke undersøkt.

Det er også utført en tilpasning av Weibulkurvene for prosentvis forekomst av episoder på T timer eller mindre til normalperioden. Kurvene for Flesland og Sola er forholdsvis like og en midlere kurve anbefales benyttet for hele Vestlandet.

UNDERSKRIFT



**Knut Harstveit**  
SAKSBEHANDLER



**Bjørn Aune**  
FAGSJEF

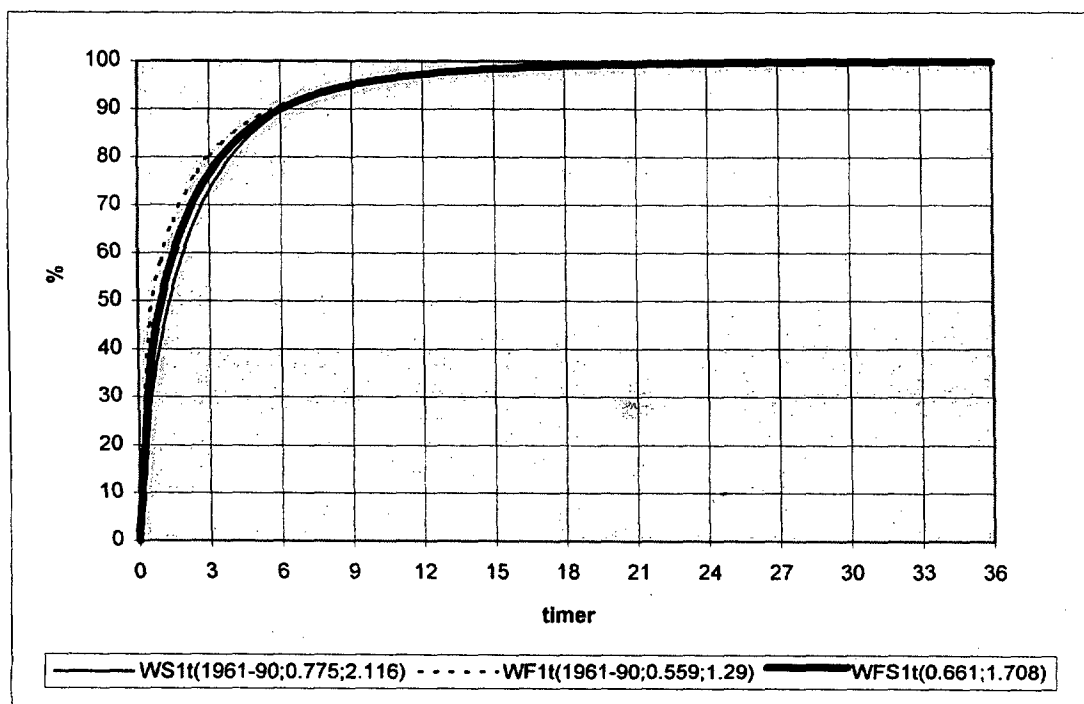
## SAMMENDRAG

Det er utarbeidet varighetstatistikk utfra observasjoner av 10 min middelvind hver hele time på Flesland (1973-90) og Sola (1957-60). Antall episoder med fortløpende verdier av vindfart på 22 knop eller mer er opptelt og fordelt etter episodelengden. Det er samtidig gjort samme statistikk for datasett med 6t oppløsning, dette er også gjort for en lang periode, 1961-90 på begge stasjoner. Alle datasettene er meget godt Weibulfordelt og ved en sammenligningsprosedyre er datasettet med 1t oppløsning omregnet fra kort periode til normalperioden, 1961-90. Antall episoder, P og totalt antall timer med slik vind, T er gitt i tabellen under for begge stasjoner.

STASJON		ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
SOLA	P	111.4	15.5	10.8	11.6	6.8	6.2	3.6	3.3	2.8	8.3	11.6	13.6	17.1
FLESLAND	P	47.1	10.7	4.6	5.3	2.0	1.0	0.3	0.3	0.8	2.9	4.7	6.4	7.9
SOLA	T	336.7	46.8	32.6	35.1	20.6	18.7	10.9	10.0	8.5	25.1	35.1	41.1	51.7
FLESLAND	T	130.7	29.7	12.8	14.7	5.6	2.8	0.8	0.8	2.2	8.0	13.0	17.8	21.9

Det kan antas at  $P=100$  perioder/år og  $T=300$  t/år kan anvendes i hele Rogaland bortsett fra en del skjermede dalstrøk som kan være vanskelig å plukke ut. Dessuten kommunene Sveio, Bømlo, Fitjar, Austevoll, Sund, Fjell, Øygarden og Fedje i Hordaland, mens ytre deler av Askøy, Meland, Radøy og Austrheim trolig har verdier mellom Sola og Flesland, f.eks  $P=75$  og  $T=225$ . På høyfjellet ligger trolig tallene høyere enn på Sola.

Kurven under viser fordelingen av episodene på stasjonene. Kurven skal forstås slik at P % av vindepisodene har en varighet på T timer eller mindre. Kurven for Flesland, WF og Sola, WS ligger forholdsvis nær hverandre, og middelkurven, WFS er angitt på figuren. Kurvens gang mellom 0 og 2 timer er usikker og må brukes med varsomhet.



Forholdet mellom antall episoder med  $U > 21$  knop i 1t eller mer basert på 1t oppløsning og  $U > 21$  knop i 6t eller mer, basert på 6t oppløsning, ligger på 3.18 på Flesland og 3.12 på Sola. Data med 6t oppløsning finnes i DNMI's datalager for flere stasjoner. Opptellinger fra lange perioder i denne databasen kan multipliseres med middeltallet, 3.15 fra Sola og Flesland. Derved fåes et estimat over antall episoder med  $U > 21$  knop i 1t eller mer. Sammenligninger av månedsverdier fra Flesland basert på omregnede 6t verdier med opptelte episoder basert på 1t verdier, tyder på en brukbar metodikk. Det er grunn til å tro at usikkerheten ved manglende representativitet raskt blir større enn innført usikkerhet ved bruk av 6t data dersom resultatene skal anvendes på steder et stykke unna målestedet.

Midlere omregningstall (3.15) og midlere fordelingskurve,  $W(0.66;1.71)$  anbefales brukt i Vestland fylkene fra Jæren til Stad dersom ikke annen informasjon kan skaffes til veie. I landet for øvrig bør disse karakteristika kontrolleres mot data før de evt. brukes. Det vil være et interessant prosjekt å bruke data fra feks. Gardermoen, Kjevik, Værnes, Bodø og Andøya for å se på evt. regionale variasjoner. Kurver og omregningstall bør også brukes med varsomhet i høyfjellet og på havet før de er sjekket mot data fra slike områder.

## 1. INNLEDNING

Bakgrunnen for denne rapporten er en henvendelse fra Statnett. Det er tatt utgangspunkt i Rapport Nr.30/94 KLIMA (1): «Vindobservasjoner fra Flesland. Varighetstatistikk». Ut fra inntastede timevise data av 10 min. middelvind og vindretning hver hele time er det der gitt en oversikt over antall og fordeling av episoder med sterk vind, dvs. der middelvinden overstiger 22 knop. Hensikten er å etablere tilsvarende statistikk fra Sola. Det skulle så gjøres en vurdering for Sør-Rogaland, Nord-Rogaland og Sunnhordland vedr. representativiteten av stasjonene. Videre skulle det utføres forsøk med statistiske fordelinger for om mulig å finne ut om senere fordelinger kan basere seg på 4 målinger pr. døgn, dvs. hver 6. time. Slik informasjon finnes lett tilgjengelig i DNMI's elektroniske database for mange stasjoner.

## 2. DATA OG RESULTATER

Meteorologiske data for hver hele time fra Sola finnes for 4 år, fra 1957 til 1960. Ytterligere 6 år skal være inntastet, men disse data har ikke vært mulig å skaffe til veie. Analysen baserer seg derfor på 4 år med langtidskorreksjon til siste normalperiode (1961-90). En del arbeid var dog nødvendig for å overføre data til et anvendbart format. Vinddatasettet manglet også en kvalitetskontroll. En har videre valgt å tilrettelegge data for EXCEL - regneark og utføre statistisk bearbeidelse der. Fra Flesland er det allerede gjort en analyse for timesverdier for perioden 1973-90 (1), men det er ikke gjort noen tilpasning til normalperioden der.

### 2.1 Registrering og innsamling av data

Både på Flesland og Sola står det vindmålere 10 m over bakken. Terrenget kan beskrives ved en ruhetsparameter,  $Z_0$ . Typisk verdi for  $Z_0$ , gjeldende for åpne landområder uten bebyggelse eller høy vegetasjon og således på flyplassene, er 0.05 m. En slik verdi kan også være aktuell i en del skogfrie områder innenfor. Enkelte dalområder kan ha skjerming som gjør dem mindre utsatt enn flyplassene, og høyfjellsområdene er tildels mer utsatt

Data registreres kontinuerlig på papir. Hver time blir middelverdier av vindhastighet siste 10 minutter (vindfart og vindretning) notert i dagbøker på stedet. Disse er senere tastet inn på et datamedium. Grovt sett kan vi da si at middelvindverdiene omkring hver hele time representerer en times middel, dvs. de er et støyfullt estimat for et timemiddel. Som vi ser er ikke maksimalverdier av 10 min. middelvind med i dette datasettet.

## 2.2 Utvalg av data

Alle middelvinddata der middelfarten er 22 knop eller større er plukket ut fra denne databasen. Data fra Flesland er gitt i ((1), Tabell A.1). En samlet oppstilling av data som tilfredsstiller kriteriet, gitt i bokser på 3 knop og 30° er tilsvarende vist i ((1), Tabell 1). Data fra Sola er gitt i Tabell 2.1 i denne rapporten. Tabellen viser at det er 1707 observasjoner med middelvind på 22 knop eller mer i løpet av perioden 1961 - 1990, når observasjonen er gjort hver 6. time. Dette tilsvarer 341 timer pr. år og forekommer i 3.89 % av tiden. Tabellen viser ellers at det meste av vindhastigheten ligger nær grensen på 22 knop, mens det bare er 27.6 timer pr. år at vindhastigheten overstiger 30 knop, 2.6 timer over 40 knop og 0.4 timer over 50 knop.

Tabell 2.1 viser også at sørøstlig og nordvestlig vind dominerer. De sterkeste vindepisodene forekommer i sektor vest til nord.

## 2.3 Varighet av sterk vind

Observasjonene med middelvindfart over 21 knop er nå inndelt i episoder etter varighet. En enkelt observasjon med høy vindfart utgjør en episode med varighet 1 time, 2 (og bare 2) påfølgende observasjoner utgjør en episode med varighet 2 timer, osv. Det er så laget en oversikt over antall slike episoder uavhengig av om varigheten er 1, 2 eller N timer. Oversikten viser at det var 132.5 episoder pr. år for Sola (1957-60) og 44.9 episoder pr. år på Flesland (1973-90). Årstidsfordelingen på Sola gir størst forekomst i april, desember og januar, minst i juni og august. Den høye verdien i april må tilskrives den korte rekken med fire vindfulle april måneder.

For å korrigere mot langtidsstatistikk, har vi gjort tilsvarende analyse med en rekke med observasjoner hver 6. time. Dette er gjort for både perioden 1957 - 60 (Sola), 1973 - 90 (Flesland) og 1961 - 90 (begge stasjoner). Resultatet fra Sola viser 42.5 episoder med observasjoner på 6 timer eller mer i 1957-60 og 35.7 i 1961 - 90. For Flesland var tallene 14.1 (1973 - 90) og 14.8 (1961 - 90). For transformasjon til en rekke med 1 t oppløsning får vi da: Antall pr. år korrigeres da til  $132.5 \cdot 35.7 / 42.5 = 111.3$  (Sola) og  $44.9 \cdot 14.8 / 14.1 = 47.1$  (Flesland). Tilsvarende korrigeres samtlige månedsverdier fra langtidskurven for 6t oppløsning ved å multiplisere med  $132.5/42.5$  for Sola. Denne årstidsfordelingen blir mer utglattet og logisk, idet maksimum faller i desember og minimum om sommeren. Data fra Flesland har lenger rekke med 1 t oppløsning og månedsfordelingen finnes fra faktisk månedsfordeling og justeres opp med  $47.1/44.9$ . Begge fordelingene viser et sekundært maksimum i mars.

Tabell 2.2 viser gjennomsnittlig antall episoder for hvert av årene og hver av kalendermånedene, 1961 - 1990. Det er 111 episoder pr. år på Sola med størst sannsynlighet i desember (17 episoder pr. år) og minst i juli/august (3 episoder pr. år pr. måned). Flesland er mindre vindutsatt og har 36 episoder pr. år med 11 som maksimum i desember og 0.3 i hver av månedene juni og juli.

**Tabell 2.1**

*Frekvens av middelvindobservasjoner, U>21 knop, på Sola 1961 - 90.*

STASJON: SOLA		ÅR: 1961-1990										
10 MIN MIDDELVIND OBSERVERT HVER 6. TIME												
U: Vindfart		DD: Vindretning										
UTVALG:		U>21 KNOP										
ANTALL OBSERVASJONER I BOKSER PÅ 30° OG 3 KNOP												
DD /U	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54	>21
360	52	18	12	5	3	1	1	0	1	0	1	94
30	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	15	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19
120	104	50	21	5	3	0	0	0	0	0	0	183
150	214	81	43	12	3	5	0	1	0	0	0	359
180	148	73	26	4	3	1	0	0	0	0	0	255
210	37	16	7	0	1	0	0	0	0	0	0	61
240	56	17	8	1	2	0	0	0	0	0	0	84
270	78	40	13	6	6	3	1	0	1	0	0	148
300	100	42	28	16	11	6	1	0	0	1	0	205
330	142	77	46	18	6	3	4	0	1	0	0	297
ALLE	947	417	205	68	38	19	7	1	3	1	1	1707
ABSOLUTT FREKVENNS I BOKSER PÅ 30° OG 3 KNOP												
DD /U	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54	>21
360	0.12	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	.	0.00	.	0.00	0.21
30	0.00	.	.	0.00	.	.	.	.	.	.	.	0.00
60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
90	0.03	0.01	0.00	.	.	.	.	.	.	.	.	0.04
120	0.24	0.11	0.05	0.01	0.01	.	.	.	.	.	.	0.42
150	0.49	0.18	0.10	0.03	0.01	0.01	.	0.00	.	.	.	0.82
180	0.34	0.17	0.06	0.01	0.01	0.00	.	.	.	.	.	0.58
210	0.08	0.04	0.02	.	0.00	.	.	.	.	.	.	0.14
240	0.13	0.04	0.02	0.00	0.00	.	.	.	.	.	.	0.19
270	0.18	0.09	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	.	0.00	.	.	0.34
300	0.23	0.10	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	.	.	0.00	.	0.47
330	0.32	0.18	0.10	0.04	0.01	0.01	0.01	.	0.00	.	.	0.68
ALLE	2.16	0.95	0.47	0.16	0.09	0.04	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	3.89

**Tabell 2.2**

Årlig og månedlig antall episoder,  $P$  for Sola og Flesland, 1961-90, der vindhastigheten ligger på minst 22 knop for en periode på 1 time eller mer, samt antall timer,  $T$  med slik vind.

STASJON		ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
SOLA	P	111.4	15.5	10.8	11.6	6.8	6.2	3.6	3.3	2.8	8.3	11.6	13.6	17.1
FLESLAND	P	47.1	10.7	4.6	5.3	2.0	1.0	0.3	0.3	0.8	2.9	4.7	6.4	7.9
SOLA	T	336.7	46.8	32.6	35.1	20.6	18.7	10.9	10.0	8.5	25.1	35.1	41.1	51.7
FLESLAND	T	130.7	29.7	12.8	14.7	5.6	2.8	0.8	0.8	2.2	8.0	13.0	17.8	21.9

Naturlig nok nærmer kurvene for varighet i % av sterk vind ( $U > 21$  knop), forstått slik at  $P\%$  av vindepisodene har en varighet på  $T$  timer eller mindre, seg til 1 når periodelengden øker. Dette var antydnet grafisk i ((1), (Figur 1)). Det viser seg at de er meget godt Weibulfordelt,  $W(\alpha; \beta)$ , dvs. at den akkumulerte sannsynlighet av episoder med varighet  $T$  timer eller mindre er gitt ved

$$P(t \leq T) = F(T; \alpha, \beta) = 1 - e^{-\left(\frac{T}{\beta}\right)^\alpha}$$

Figur 2.1 viser tilpasningen til Weibulfordelingen for perioden 1957-60, 1t og 6t oppløsning, samt 1961-90, 6t oppløsning. Figur 2.2 viser tilsvarende for Flesland (1973-90 og 1961-90). Tilpasningen er gjort ved minste kvadraters metode. Alle fordelingene er meget godt tilpasset, selv den korte perioden med 6t oppløsning fra Sola som inneholder færrest datapunkter.

Det er imidlertid interessant at perioden 1957-60 for Sola og langtidsperioden 1961-90 har forholdsvis like fordelingskurver og at tilsvarende gjelder for 1973-90 mot 1961-90 for Flesland. En justering til langtidskurve vil kunne gjøres med en første ordens tilnærming og den introduserte feilkilden blir neppe stor.

Vi antar at forholdet mellom alle kurvedeler for kurven basert på 1t og 6t oppløsning er det samme for lang og kort rekke. Vi tar da forholdet mellom alle Weibulkurveverdiene hver halve time for lang og kort rekke basert på 6t oppløsning og multipliserer med kurven for kort rekke basert på 1t oppløsning. Til slutt Weibul tilpasses den nye kurven til de korrigerede datapunktene ved minste kvadraters metode. Resultatet er gitt i Figur 2.3 og 2.4.

I Figur 2.5 vises en varighetskurve av vindepisodene. Kurven skal forstås slik at  $P\%$  av vindepisodene har en varighet på  $T$  timer eller mindre. Det er vist én kurve for Flesland og én for Sola.

Tabell 2.3 og 2.4 viser antall timer pr. år med vindhastighet 22 knop eller mer og beliggende i perioder med lengde på  $n$  timer eller mer. Tabellen er basert på de optimale kurvene for Flesland og Sola. Totalt antall timer er gjengitt i Tabell 2.2. Dette tallet er også gjort



konsistent med Weibulkurvene slik at tallene kan være svakt forskjellig fra det som oppnås ved en ren opptelling av verdier (feks., for årsbasis på Flesland fåes 336.7 timer mot 341.4 ved ren opptelling av verdier hver 6. time i perioden 1961-90).

Tabell 2.5 - 2.8 inneholder et estimat over antall timer med vind over 21 knop på Sola og Flesland, samt antall episoder slik vind har forekommet, for hver kalendermåned i 1980 - 1995. På Flesland er det benyttet ren opptelling av 1 times avlesninger for perioden 1980 - 90, mens det er benyttet beregning fra 6 timers avlesninger for 1991 - 95. For Sola er det kun benyttet 6 timers oppløsning. Anslaget for timer med vind over 22 knop er her forenklet ved å la hver 6 timers verdi gi 6 timesverdier. Dette anslaget er forholdsvis pålitelig i alle tilfellene, bortsett fra at den relative usikkerheten kan bli stor når det er få tilfelle, feks. om sommeren.

Episodeanslaget ved manglende 1t observasjoner er funnet ved å telle opp antall episoder med 6t oppløsning og multiplisere dette med 3.18 (Flesland) og 3.12 (Sola). For å se på usikkerheten for slike episodeanslag, har vi beregnet også perioden 1980-1990 for Flesland basert på 6t observasjoner. Vi har da 11 årsverdier og 132 månedsverdier som kan sammenlignes. Midlere antall episoder pr. måned var 3.67 mot 3.65 ved modellering fra 6t oppløsning. Korrelasjonskoeffisienten,  $r=0.85$ , dvs. forklart varians 73%, mens standardfeilen var 2.88 episoder/mnd mot standardavvik av 1t opptellingen på 4.50. Modell-effektiviteten,  $R^2 = 1 - n^{-1} \sum (P_{1t} - P_{6t})^2 / \sigma_{P1}^2 = 0.60$ . Ved bruk av de 11 årsmidlene blir antall episoder pr. år 44.0 mot 43.8 ved modellering fra 6t,  $r=0.92$ , dvs. forklart varians 84%, mens standardfeilen var 6.85 episoder/år mot standardavvik av 1t opptellingen på 16.2. Modell-effektiviteten,  $R^2 = 0.64$ . Samlet gir dette inntrykk av en brukbar modellering, selv for de enkelte månedsanslagene.

Ved å midle kurvene for Sola og Flesland i 0.5 t intervaller framkommer en godt tilpasset midlere Weibulurve. Vi ser at avvikene ved bruk av den midlere kurven er små, den største usikkerheten i beregningene er det absolutte tall for vindepisoder med 1t eller mer, som på Sola er 111 pr. år og på Flesland er 36 pr. år. Det er imidlertid interessant at forholdet mellom antall episoder basert på 6 t oppløsning og 1 t oppløsning er tilnærmet like for de to stasjonene, for Sola  $A_S=111.3/35.7=3.12$ , for Flesland  $A_F=47.1/14.8=3.18$ . Dette kan tyde på en konstant som er gyldig for flyplassene på Vestlandet. En bør foreløpig være litt tilbakeholden med å fastslå dette, men dersom annen informasjon er vanskelig tilgjengelig, kan konstanten  $A=3.15$  for transformasjon fra antall episoder basert på 6t oppløsning og deretter middelkurven fra Figur 2.5 anvendes, dvs Weibulfordeling med  $\alpha=0.66; \beta=1.71$ . Data med 6t oppløsning finnes i DNMI's datalager for flere stasjoner. Sammenligningen av månedsverdier fra Flesland basert på omregnede 6t verdier med optelte episoder basert på 1t verdier, tyder på at metodikken er brukbar. Forskjellen mellom Sola og Flesland illustrerer tydelig hvilken vanskelighet vi står ovenfor ved vurdering av representativiteter. Det er derfor grunn til å tro at usikkerheten ved manglende representativitet raskt blir større enn innført usikkerhet ved bruk av 6t data dersom resultatene skal anvendes på steder et stykke unna målestedet.

For Østlandet, Sørlandet, samt de nordlige landsdelene må det imidlertid gjøres tilsvarende analyser for å finne ut om konstanten og kurven er klimatisk betinget. Videre må det

undersøkes om steder med vesentlig mer (fyrstasjoner, høyfjellsterreng) eller vesentlig mindre vind (skogsterreng, skjermede dalfører) har de samme karakteristika.

En må advare mot bruk av kurven i intervallet 0 til 2 timer, idet episodefrekvensen er for høy i forhold til observasjonsfrekvensen i dette området, samt at turbulenseffekter tilhørende et annet normalunivers, kommer inn. For å gi et tilstrekkelig godt overslag over kurvens gang i dette området måtte en lese papirregistreringer for hvert 10. minutt. Dette vil bli en svært kostbar og tidkrevende oppgave og kan neppe anbefales utført. En må igjen presisere at flyplassene tross alt har en begrenset nøyaktighet ved overføring til områdene omkring.

## 2.4 Representativitet

Midlere omregningstall (3.15) og midlere fordelingskurve  $W(0.66;1.71)$  anbefales brukt i Vestland fylkene fra Jæren til Stad dersom ikke annen informasjon kan skaffes til veie. I landet forøvrig bør disse karakteristika kontrolleres mot data før de evt. brukes. Det vil være et interessant prosjekt å bruke data fra forskjellige steder rundt i landet for å se på evt. regionale variasjoner. Aktuelle steder kan være Gardermoen, Kjevik, Værnes, Bodø og Andøya. Kurver og omregningstall bør også brukes med varsomhet i høyfjellet og på havet før de er sjekket mot data fra slike områder.

På Sola har vi kommet fram til  $P=111$  episoder/år med vind over 21 knop i 1 time eller mer, på Flesland 47. Samlet antall timer pr. år med slik vind er tilsvarende  $T=337$  og 131. Det kan antas at  $P=100$  og  $T=300$  kan anvendes i hele Rogaland bortsett fra en del skjermede dalstrøk som kan være vanskelig å plukke ut. Dessuten kommunene Sveio, Bømlo, Fitjar, Austevoll, Sund, Fjell, Øygarden og Fedje i Hordaland, mens ytre deler av Askøy, Meland, Radøy og Austrheim trolig har verdier mellom Sola og Flesland, f.eks  $P=75$  og  $T=225$ . På høyfjellet ligger trolig tallene høyere enn på Sola. Vi antar videre at fordelingskurven er den samme for hele Rogaland og Hordaland for de områder der flyplasstatistikken kan anvendes.

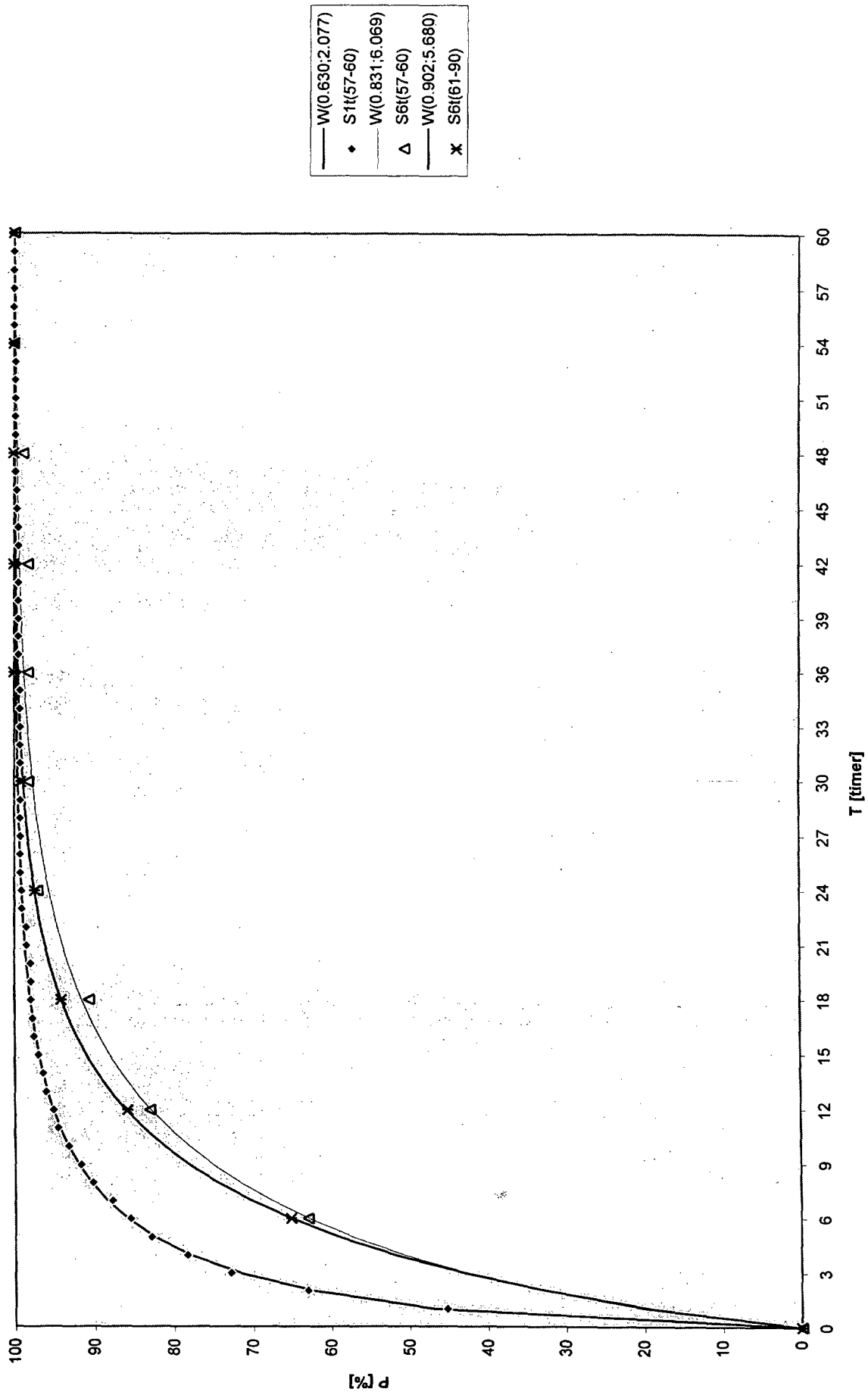
## 3. REFERANSE

### (1) Harstveit, K.:

*Vindobservasjoner fra Flesland. Varighetsstatistikk.*

Oppdragsrapport for BKK

DNMI/KLIMA NR. 30/94, Oslo 1994



**Fig. 2.1**  
 Vårighet i % av episoder med sterk vind ( $U > 21$  knop) på Sola fra datasett med 1t og 6t oppløsning. Tilpassning til Weibulfordeling.

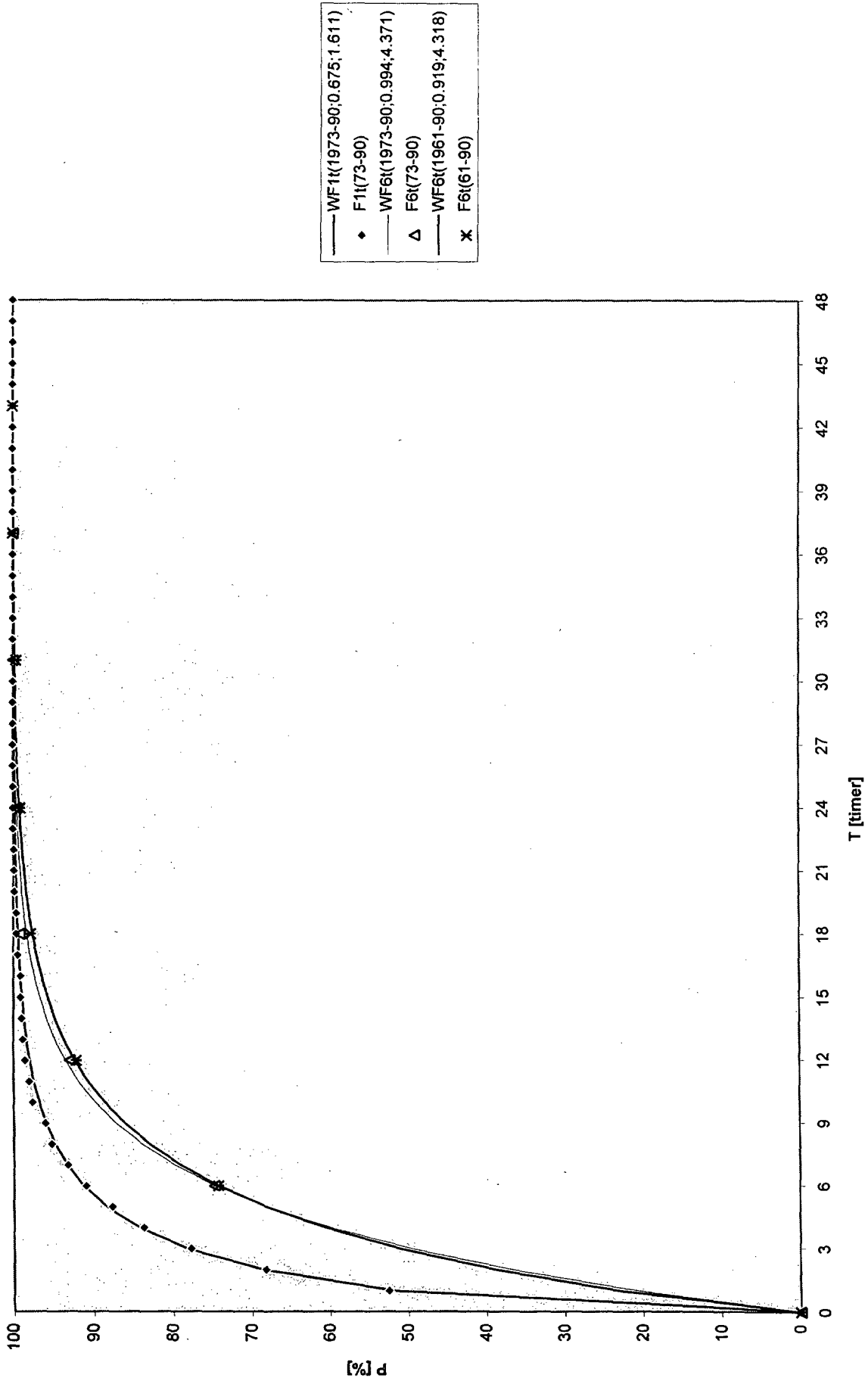
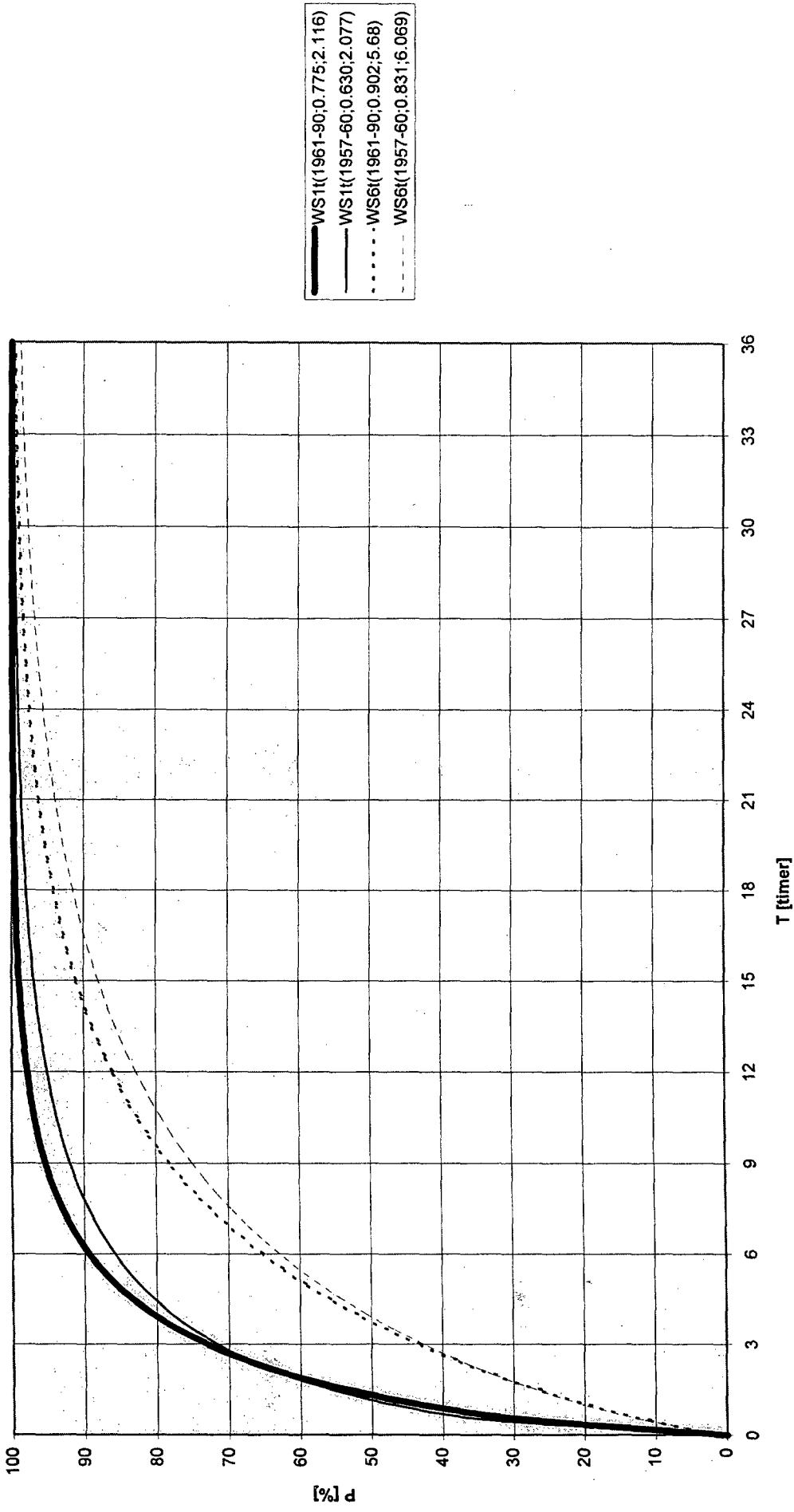


Fig. 2.2  
 Varighet i % av episoder med sterk vind ( $U > 21$  knop) på Flesland fra datasett med 1t og 6t oppløsning. Tilpasning til Weibullfordeling.



**Fig. 2.3**  
 Varighet i % av episoder med sterk vind ( $U > 21$  knop) på Sola fra 1t og 6t datasett gitt som Weibulfordelinger. Korreksjon fra 1957-60 til 1961-90 for 1t settet.

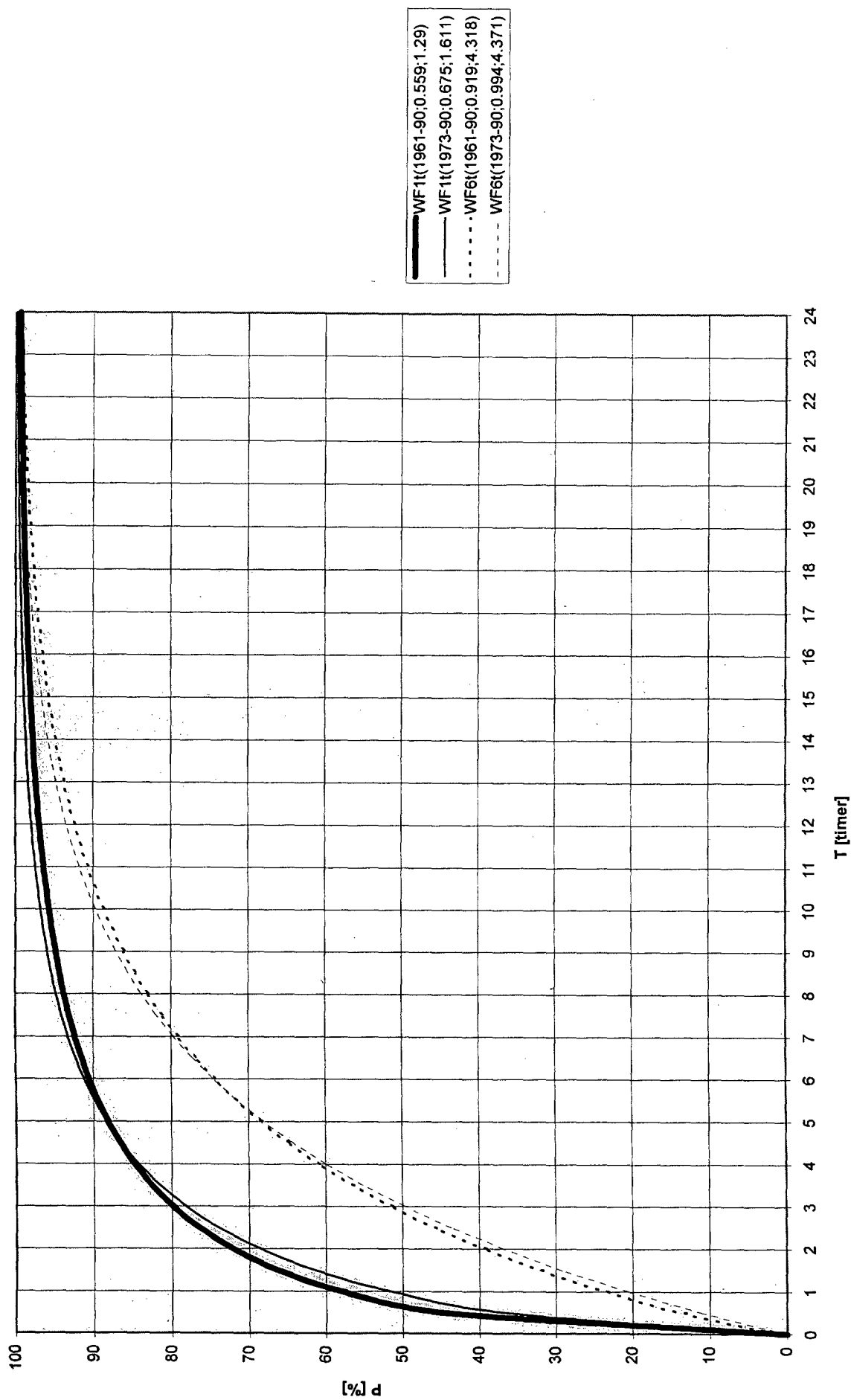
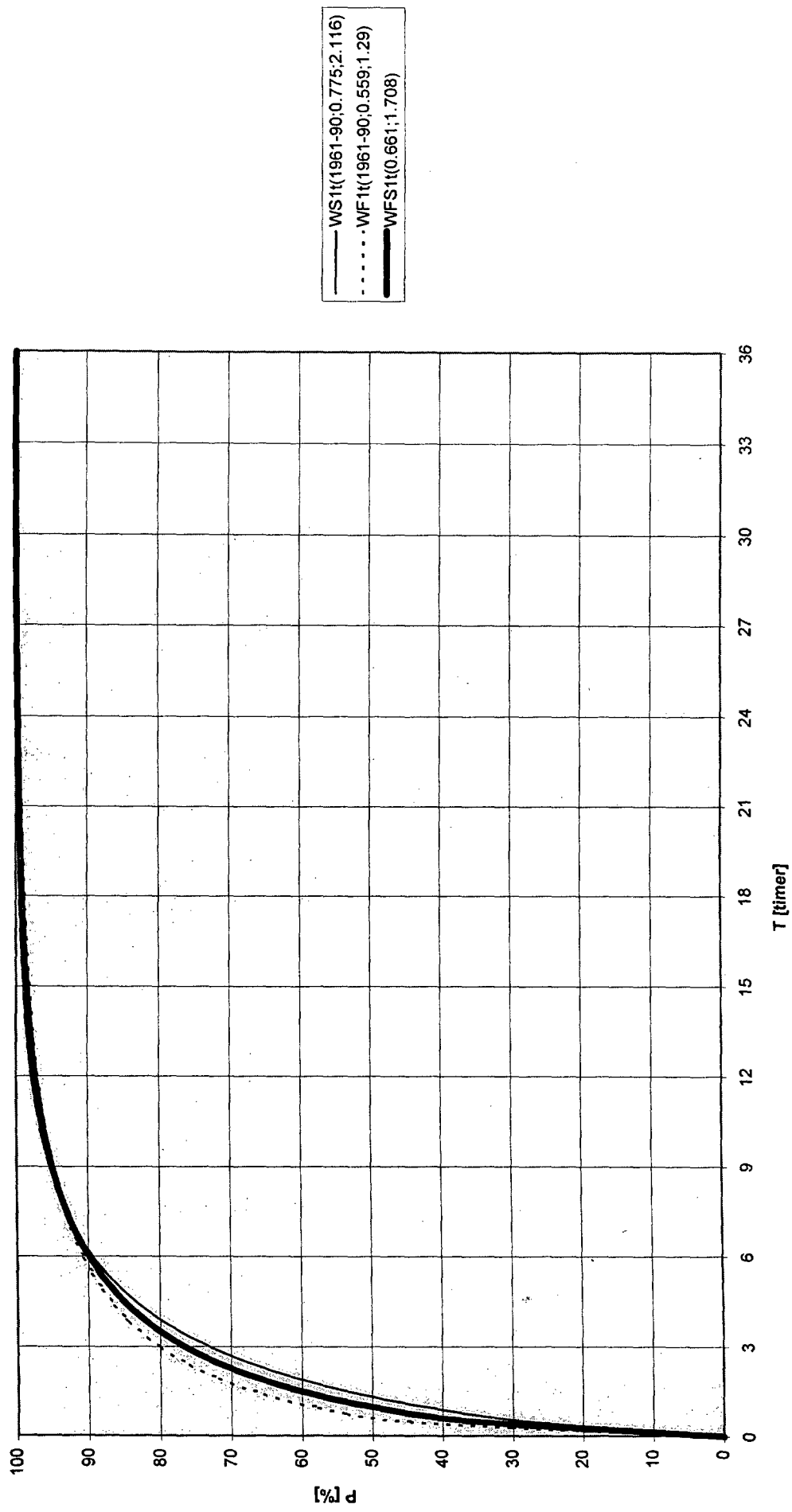


Fig. 2.4

Varighet i % av episoder med sterk vind ( $U > 21$  knop) på Flesland fra 1t og 6t datasett gitt som Weibullfordelinger. Korreksjon fra 1973-90 til 1961-90 for 1t settet.



**Fig. 2.5**  
Varighet i % av episoder med sterk vind ( $U > 21$  knop) i T timer eller mindre, gitt som tilpassede Weibulfordelinger for 1961-90 for Sola, Flesland samt en middelkurve.

Tabell 2.3

Antall timer pr. år med episodelengder  $\geq n$  timer på Sola. En episode er definert som antall timer der vindhastigheten ligger på 22 knop eller mer.

Periode	ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
$\geq 2$	288.44	40.21	28.01	30.09	17.64	16.08	9.34	8.56	7.26	21.53	30.09	35.28	44.36
$\geq 3$	246.72	34.39	23.96	25.74	15.09	13.76	7.99	7.32	6.21	18.42	25.74	30.17	37.94
$\geq 4$	208.59	29.07	20.26	21.76	12.76	11.63	6.75	6.19	5.25	15.57	21.76	25.51	32.08
$\geq 5$	175.10	24.41	17.01	18.27	10.71	9.76	5.67	5.20	4.41	13.07	18.27	21.42	26.93
$\geq 6$	146.36	20.40	14.21	15.27	8.95	8.16	4.74	4.34	3.69	10.92	15.27	17.90	22.51
$\geq 7$	122.00	17.01	11.85	12.73	7.46	6.80	3.95	3.62	3.07	9.11	12.73	14.92	18.76
$\geq 8$	101.54	14.15	9.86	10.59	6.21	5.66	3.29	3.01	2.56	7.58	10.59	12.42	15.61
$\geq 9$	84.42	11.77	8.20	8.81	5.16	4.71	2.73	2.51	2.13	6.30	8.81	10.33	12.98
$\geq 10$	70.16	9.78	6.81	7.32	4.29	3.91	2.27	2.08	1.77	5.24	7.32	8.58	10.79
$\geq 11$	58.31	8.13	5.66	6.08	3.57	3.25	1.89	1.73	1.47	4.35	6.08	7.13	8.97
$\geq 12$	48.46	6.75	4.71	5.05	2.96	2.70	1.57	1.44	1.22	3.62	5.05	5.93	7.45
$\geq 13$	40.28	5.62	3.91	4.20	2.46	2.25	1.30	1.20	1.01	3.01	4.20	4.93	6.19
$\geq 14$	33.50	4.67	3.25	3.49	2.05	1.87	1.08	0.99	0.84	2.50	3.49	4.10	5.15
$\geq 15$	27.88	3.89	2.71	2.91	1.70	1.55	0.90	0.83	0.70	2.08	2.91	3.41	4.29
$\geq 16$	23.21	3.24	2.25	2.42	1.42	1.29	0.75	0.69	0.58	1.73	2.42	2.84	3.57
$\geq 17$	19.34	2.70	1.88	2.02	1.18	1.08	0.63	0.57	0.49	1.44	2.02	2.36	2.97
$\geq 18$	16.12	2.25	1.57	1.68	0.99	0.90	0.52	0.48	0.41	1.20	1.68	1.97	2.48
$\geq 19$	13.45	1.87	1.31	1.40	0.82	0.75	0.44	0.40	0.34	1.00	1.40	1.64	2.07
$\geq 20$	11.22	1.56	1.09	1.17	0.69	0.63	0.36	0.33	0.28	0.84	1.17	1.37	1.73
$\geq 21$	9.38	1.31	0.91	0.98	0.57	0.52	0.30	0.28	0.24	0.70	0.98	1.15	1.44
$\geq 22$	7.84	1.09	0.76	0.82	0.48	0.44	0.25	0.23	0.20	0.58	0.82	0.96	1.21
$\geq 23$	6.56	0.91	0.64	0.68	0.40	0.37	0.21	0.19	0.17	0.49	0.68	0.80	1.01
$\geq 24$	5.49	0.76	0.53	0.57	0.34	0.31	0.18	0.16	0.14	0.41	0.57	0.67	0.84
$\geq 25$	4.60	0.64	0.45	0.48	0.28	0.26	0.15	0.14	0.12	0.34	0.48	0.56	0.71
$\geq 26$	3.85	0.54	0.37	0.40	0.24	0.21	0.12	0.11	0.10	0.29	0.40	0.47	0.59
$\geq 27$	3.23	0.45	0.31	0.34	0.20	0.18	0.10	0.10	0.08	0.24	0.34	0.40	0.50
$\geq 28$	2.71	0.38	0.26	0.28	0.17	0.15	0.09	0.08	0.07	0.20	0.28	0.33	0.42
$\geq 29$	2.28	0.32	0.22	0.24	0.14	0.13	0.07	0.07	0.06	0.17	0.24	0.28	0.35
$\geq 30$	1.92	0.27	0.19	0.20	0.12	0.11	0.06	0.06	0.05	0.14	0.20	0.23	0.29
$\geq 31$	1.61	0.22	0.16	0.17	0.10	0.09	0.05	0.05	0.04	0.12	0.17	0.20	0.25
$\geq 32$	1.36	0.19	0.13	0.14	0.08	0.08	0.04	0.04	0.03	0.10	0.14	0.17	0.21
$\geq 33$	1.14	0.16	0.11	0.12	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.09	0.12	0.14	0.18
$\geq 34$	0.96	0.13	0.09	0.10	0.06	0.05	0.03	0.03	0.02	0.07	0.10	0.12	0.15
$\geq 35$	0.81	0.11	0.08	0.08	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	0.06	0.08	0.10	0.12
$\geq 36$	0.68	0.10	0.07	0.07	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.05	0.07	0.08	0.11
$\geq 37$	0.58	0.08	0.06	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.06	0.07	0.09
$\geq 38$	0.49	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.05	0.06	0.07
$\geq 39$	0.41	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06
$\geq 40$	0.35	0.05	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05
$\geq 41$	0.29	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
$\geq 42$	0.25	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
$\geq 43$	0.21	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
$\geq 44$	0.18	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03
$\geq 45$	0.15	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
$\geq 46$	0.13	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
$\geq 47$	0.11	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
$\geq 48$	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
$\geq 49$	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
$\geq 50$	0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01

\*Når antall timer er mindre enn episodelengden, betyr dette at slike episoder forekommer mindre enn en gang pr. år.



Tabell 2.4

Antall timer pr. år med episodelengder  $\geq n$  timer på Flesland. En episode er definert som antall timer der vindhastigheten ligger på 22 knop eller mer.

Periode	ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
$\geq 2$	102.98	23.49	10.10	11.64	4.39	2.20	0.66	0.66	1.76	6.37	10.32	14.05	17.35
$\geq 3$	89.71	20.47	8.80	10.14	3.83	1.91	0.57	0.57	1.53	5.55	8.99	12.24	15.11
$\geq 4$	78.83	17.99	7.73	8.91	3.36	1.68	0.50	0.50	1.34	4.87	7.90	10.76	13.28
$\geq 5$	69.62	15.88	6.83	7.87	2.97	1.48	0.45	0.45	1.19	4.30	6.98	9.50	11.73
$\geq 6$	61.72	14.08	6.05	6.97	2.63	1.32	0.39	0.39	1.05	3.82	6.19	8.42	10.40
$\geq 7$	54.90	12.53	5.38	6.20	2.34	1.17	0.35	0.35	0.94	3.39	5.50	7.49	9.25
$\geq 8$	48.97	11.17	4.80	5.53	2.09	1.04	0.31	0.31	0.84	3.03	4.91	6.68	8.25
$\geq 9$	43.80	9.99	4.30	4.95	1.87	0.93	0.28	0.28	0.75	2.71	4.39	5.98	7.38
$\geq 10$	39.27	8.96	3.85	4.44	1.67	0.84	0.25	0.25	0.67	2.43	3.94	5.36	6.61
$\geq 11$	35.28	8.05	3.46	3.99	1.50	0.75	0.23	0.23	0.60	2.18	3.54	4.81	5.94
$\geq 12$	31.76	7.25	3.11	3.59	1.35	0.68	0.20	0.20	0.54	1.96	3.18	4.33	5.35
$\geq 13$	28.64	6.53	2.81	3.24	1.22	0.61	0.18	0.18	0.49	1.77	2.87	3.91	4.82
$\geq 14$	25.87	5.90	2.54	2.92	1.10	0.55	0.17	0.17	0.44	1.60	2.59	3.53	4.36
$\geq 15$	23.41	5.34	2.30	2.65	1.00	0.50	0.15	0.15	0.40	1.45	2.35	3.19	3.94
$\geq 16$	21.21	4.84	2.08	2.40	0.90	0.45	0.14	0.14	0.36	1.31	2.13	2.89	3.57
$\geq 17$	19.25	4.39	1.89	2.17	0.82	0.41	0.12	0.12	0.33	1.19	1.93	2.63	3.24
$\geq 18$	17.49	3.99	1.72	1.98	0.75	0.37	0.11	0.11	0.30	1.08	1.75	2.39	2.95
$\geq 19$	15.91	3.63	1.56	1.80	0.68	0.34	0.10	0.10	0.27	0.98	1.59	2.17	2.68
$\geq 20$	14.48	3.30	1.42	1.64	0.62	0.31	0.09	0.09	0.25	0.90	1.45	1.98	2.44
$\geq 21$	13.20	3.01	1.29	1.49	0.56	0.28	0.08	0.08	0.23	0.82	1.32	1.80	2.22
$\geq 22$	12.05	2.75	1.18	1.36	0.51	0.26	0.08	0.08	0.21	0.74	1.21	1.64	2.03
$\geq 23$	11.00	2.51	1.08	1.24	0.47	0.23	0.07	0.07	0.19	0.68	1.10	1.50	1.85
$\geq 24$	10.06	2.29	0.99	1.14	0.43	0.21	0.06	0.06	0.17	0.62	1.01	1.37	1.69
$\geq 25$	9.20	2.10	0.90	1.04	0.39	0.20	0.06	0.06	0.16	0.57	0.92	1.26	1.55
$\geq 26$	8.42	1.92	0.83	0.95	0.36	0.18	0.05	0.05	0.14	0.52	0.84	1.15	1.42
$\geq 27$	7.72	1.76	0.76	0.87	0.33	0.16	0.05	0.05	0.13	0.48	0.77	1.05	1.30
$\geq 28$	7.07	1.61	0.69	0.80	0.30	0.15	0.05	0.05	0.12	0.44	0.71	0.97	1.19
$\geq 29$	6.49	1.48	0.64	0.73	0.28	0.14	0.04	0.04	0.11	0.40	0.65	0.89	1.09
$\geq 30$	5.95	1.36	0.58	0.67	0.25	0.13	0.04	0.04	0.10	0.37	0.60	0.81	1.00
$\geq 31$	5.47	1.25	0.54	0.62	0.23	0.12	0.03	0.03	0.09	0.34	0.55	0.75	0.92
$\geq 32$	5.02	1.15	0.49	0.57	0.21	0.11	0.03	0.03	0.09	0.31	0.50	0.69	0.85
$\geq 33$	4.61	1.05	0.45	0.52	0.20	0.10	0.03	0.03	0.08	0.29	0.46	0.63	0.78
$\geq 34$	4.24	0.97	0.42	0.48	0.18	0.09	0.03	0.03	0.07	0.26	0.42	0.58	0.71
$\geq 35$	3.90	0.89	0.38	0.44	0.17	0.08	0.02	0.02	0.07	0.24	0.39	0.53	0.66
$\geq 36$	3.58	0.82	0.35	0.41	0.15	0.08	0.02	0.02	0.06	0.22	0.36	0.49	0.60
$\geq 37$	3.30	0.75	0.32	0.37	0.14	0.07	0.02	0.02	0.06	0.20	0.33	0.45	0.56
$\geq 38$	3.03	0.69	0.30	0.34	0.13	0.06	0.02	0.02	0.05	0.19	0.30	0.41	0.51
$\geq 39$	2.79	0.64	0.27	0.32	0.12	0.06	0.02	0.02	0.05	0.17	0.28	0.38	0.47
$\geq 40$	2.57	0.59	0.25	0.29	0.11	0.05	0.02	0.02	0.04	0.16	0.26	0.35	0.43
$\geq 41$	2.36	0.54	0.23	0.27	0.10	0.05	0.02	0.02	0.04	0.15	0.24	0.32	0.40
$\geq 42$	2.17	0.49	0.21	0.25	0.09	0.05	0.01	0.01	0.04	0.13	0.22	0.30	0.37
$\geq 43$	1.99	0.45	0.20	0.23	0.09	0.04	0.01	0.01	0.03	0.12	0.20	0.27	0.34
$\geq 44$	1.83	0.42	0.18	0.21	0.08	0.04	0.01	0.01	0.03	0.11	0.18	0.25	0.31
$\geq 45$	1.68	0.38	0.17	0.19	0.07	0.04	0.01	0.01	0.03	0.10	0.17	0.23	0.28
$\geq 46$	1.54	0.35	0.15	0.17	0.07	0.03	0.01	0.01	0.03	0.10	0.15	0.21	0.26
$\geq 47$	1.42	0.32	0.14	0.16	0.06	0.03	0.01	0.01	0.02	0.09	0.14	0.19	0.24
$\geq 48$	1.30	0.30	0.13	0.15	0.06	0.03	0.01	0.01	0.02	0.08	0.13	0.18	0.22
$\geq 49$	1.19	0.27	0.12	0.13	0.05	0.03	0.01	0.01	0.02	0.07	0.12	0.16	0.20
$\geq 50$	1.09	0.25	0.11	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.07	0.11	0.15	0.18

\*Når antall timer er mindre enn episodelengden, betyr dette at slike episoder forekommer mindre enn en gang pr. år.

**Tabell 2.5**

Antall timer pr. måned i tida 1980-1995 med vindhastighet  $\geq 22$  knop på Sola, beregnet fra 6 t observasjoner.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	SUM
1980	36	24	12	24	12	0	0	18	12	42	30	36	246
1981	78	24	18	18	12	18	0	12	18	42	126	18	384
1982	0	48	60	48	30	0	6	0	12	36	102	66	408
1983	102	18	24	6	12	6	0	0	24	114	54	54	414
1984	84	0	12	0	18	12	12	0	18	18	42	24	240
1985	6	6	0	18	0	0	0	6	36	24	48	18	162
1986	24	0	18	0	18	12	6	6	6	30	24	90	234
1987	30	18	42	12	18	0	30	0	0	66	0	6	222
1988	36	78	12	0	6	18	6	12	12	24	60	78	342
1989	36	72	36	30	12	6	30	24	6	12	0	54	318
1990	90	48	84	18	18	0	6	0	24	30	12	48	378
1991	24	6	12	42	60	6	6	6	24	36	54	78	354
1992	72	12	42	24	6	12	0	6	12	12	54	54	306
1993	180	24	24	12	24	6	0	6	0	6	0	36	318
1994	108	18	48	18	12	0	0	24	18	6	24	36	312
1995	114	30	132	24	0	12	6	12	30	42	6	0	408
SUM	1020	426	576	294	258	108	108	132	252	540	636	696	5046
Snitt	63.8	26.6	36.0	18.4	16.1	6.8	6.8	8.3	15.8	33.8	39.8	43.5	315.4

**Tabell 2.6**

Antall episoder pr. måned i tida 1980-1995 med vindhastighet  $\geq 22$  knop på Sola i 1t eller mer, beregnet fra 6 t observasjoner.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	SUM
1980	9	9	6	6	3	0	0	6	6	12	9	16	84
1981	16	9	9	9	3	3	0	3	9	19	19	6	106
1982	0	12	19	12	9	0	3	0	6	3	28	28	122
1983	37	6	12	3	3	3	0	0	9	28	12	19	134
1984	19	0	6	0	6	6	6	0	9	6	12	12	84
1985	3	3	0	9	0	0	0	3	12	9	12	6	59
1986	6	0	6	0	9	3	3	3	3	6	12	34	87
1987	9	9	19	6	6	0	12	0	0	25	0	3	90
1988	12	22	3	0	3	6	3	3	6	9	19	22	109
1989	19	25	16	6	6	3	16	6	3	6	0	12	119
1990	31	22	22	6	9	0	3	0	6	9	3	19	131
1991	9	3	6	9	19	3	3	3	9	9	19	19	112
1992	22	6	19	3	3	6	0	3	3	3	25	9	103
1993	44	9	9	3	12	3	0	3	0	3	0	16	103
1994	19	6	16	6	6	0	0	3	3	3	9	12	84
1995	25	16	31	6	0	6	3	6	9	16	3	0	122
SUM	281	159	200	87	100	44	53	44	97	168	184	234	1650
Snitt	17.6	9.9	12.5	5.5	6.2	2.7	3.3	2.7	6.0	10.5	11.5	14.6	103.2

**Tabell 2.7**

*Antall timer pr. måned i tida 1980-1995 med vindhastighet  $\geq 22$  knop på Flesland, basert på opptelling av timesobservasjoner fra 1980-90, og beregnet fra 6 t observasjoner fra 1991-95.*

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	SUM
1980	2	4	1	4	1	0	0	4	7	22	9	25	79
1981	24	18	7	3	0	0	0	0	9	12	60	7	140
1982	9	21	33	6	9	0	3	3	18	23	41	15	181
1983	48	3	16	4	0	2	0	0	16	63	14	35	201
1984	25	2	4	18	0	0	0	0	0	6	27	2	84
1985	11	3	3	0	0	0	0	9	5	15	17	16	79
1986	11	0	44	0	6	4	0	4	6	12	22	31	140
1987	5	2	16	0	0	0	0	1	0	24	0	2	50
1988	21	7	3	1	0	0	2	0	0	1	4	15	54
1989	65	21	11	6	1	0	0	0	18	5	3	12	142
1990	29	76	16	2	0	0	0	0	8	4	0	47	182
1991	12	0	0	12	0	0	0	0	6	0	60	54	144
1992	24	24	24	12	0	0	0	0	0	0	12	48	144
1993	168	36	6	6	0	0	0	0	0	0	0	12	228
1994	48	0	18	6	0	0	0	0	0	0	0	30	102
1995	102	30	24	0	0	0	0	0	6	36	6	0	204
SUM	604	247	226	80	17	6	5	21	99	223	275	351	2154
Snitt	37.8	15.4	14.1	5.0	1.1	0.4	0.3	1.3	6.2	13.9	17.2	21.9	134.6

**Tabell 2.8**

*Antall episoder pr. måned i tida 1980-1995 med vindhastighet  $\geq 22$  knop på Flesland i 1t eller mer, basert på timesobservasjoner fra 1980-90, og beregnet fra 6 t observasjoner fra 1991-95.*

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	SUM
1980	1	3	1	3	1	0	0	2	1	6	2	11	31
1981	12	7	4	3	0	0	0	0	7	3	12	1	49
1982	4	9	6	3	3	0	3	3	7	5	11	5	59
1983	23	1	8	2	0	1	0	0	4	18	5	8	70
1984	12	2	2	10	0	0	0	0	0	4	7	2	39
1985	4	2	2	0	0	0	0	3	2	5	5	6	29
1986	5	0	9	0	4	3	0	2	2	8	6	14	53
1987	2	1	7	0	0	0	0	1	0	4	0	2	17
1988	7	4	2	1	0	0	2	0	0	1	1	11	29
1989	18	12	4	2	1	0	0	0	3	1	1	7	49
1990	13	15	11	1	0	0	0	0	3	3	0	13	59
1991	6	0	0	6	0	0	0	0	3	0	29	16	60
1992	13	13	13	6	0	0	0	0	0	0	6	13	64
1993	45	10	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	67
1994	16	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	13	35
1995	22	10	6	0	0	0	0	0	3	16	3	0	60
SUM	203	89	81	43	9	4	5	11	35	74	88	128	770
Snitt	12.7	5.6	5.1	2.7	0.6	0.3	0.3	0.7	2.2	4.6	5.5	8.0	48.1