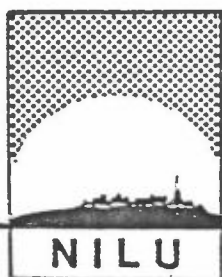


NILU OR : 5/85
REFERANSE: 0-0430
DATO : JANUAR 1985

ESTIMERTE VINDFORHOLD PÅ GIVÅR I NORDLAND

Dag A. Tønnesen



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130 - 2001 LILLESTRØM

NILU OR : 5/85
REFERANSE: 0-8430
DATO : JANUAR 1985

ESTIMERTE VINDFORHOLD PÅ GIVÅR I NORDLAND

Dag A. Tønnesen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-552-9

0 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har etter oppdrag fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) estimert vindforholdene på øya Givær vest for Bodø. Estimaten vil være beheftet med usikkerheter som ikke er kvantifiserbare så lenge aktuelle vinddata fra Givær ikke foreligger. Følgende konklusjoner kan trekkes:

- Den totale frekvens av vindstyrker mellom 5 m/s og 20 m/s er estimert til ca 65%.
- Midlere vindstyrke for Givær i nivå 20 m over bakken anslås til 7.8 m/s. Hyppigheten av vindstille er estimert til ca 1.5%.
- Midlere vindstyrke er høyere om vinteren enn om sommeren. Det er antagelig liten variasjon i midlere vindstyrke over døgnet.
- Vindstyrker (midlet over 10 min.) sterkere enn 35 m/s og vindkast (gust) over 50 m/s kan forekomme i området.
- Vertikalprofilet av vind og vindskjæret fra bakken til øvre propellblad på et vindaggregat er avhengig av den nøyaktige plasseringen av aggregatet og overflateruheten av omgivelsene.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
0 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	3
1 INNLEDNING	5
2 DATAGRUNNLAG	5
3 INSTRUMENTERING	6
4 SAMMENLIGNING MELLOM STASJONENE	6
4.1 Vindretning	6
4.2 Vindstyrke	9
4.3 Representativitet	11
5 VINDSTATISTIKK FOR BODØ 1971-83	12
6 ESTIMAT AV VINDFORHOLD FOR GIVÆR	16
6.1 Vindretninger	16
6.2 Midlere vindstyrker	17
6.3 Maksimale vindstyrker	18
6.4 Døgnlig variasjon	18
6.5 Vertikalt vindprofil	19
6.6 Midlere vindstyrker i 20 m høyde	19
7 DISKUSJON	20
8 REFERANSER	21
VEDLEGG A: Beaufort-skalaen	22

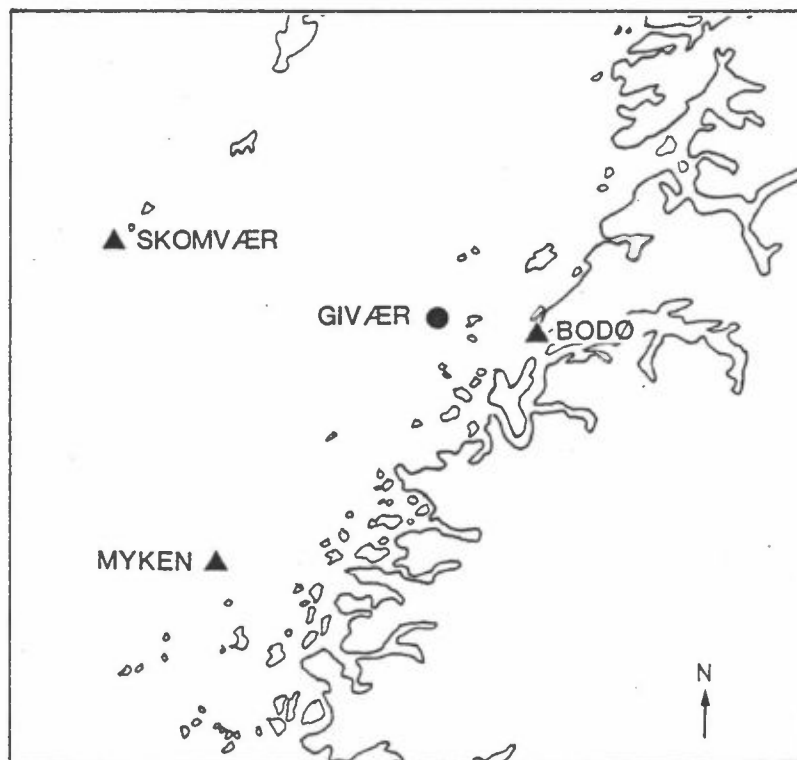
ESTIMERTE VINDFORHOLD PÅ GIVÆR I NORDLAND

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har etter oppdrag fra Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) foretatt en bearbeiding av vinddata relevante for øya Givær vest for Bodø, hvor det planlegges et mindre vindkraftaggregat. Det finnes ikke registreringer av vind på Givær. Data fra nærliggende meteorologiske stasjoner er derfor brukt til å estimere vindforholdene.

2 DATAGRUNNLAG

Vinddata fra Det norske meteorologiske institutts (MI) stasjoner har blitt benyttet. Figur 1 viser beliggenheten av de anvendte stasjoner i forhold til Givær.



Figur 1: Meteorologisk institutts klimastasjoner og Givær er angitt på kartskissen.

Det er benyttet bearbejdede data for perioden 1961-75 (Andresen 1979). Dessuten er rådata fra Bodø for perioden 1971-83 mottatt fra MI, for spesielle statistiske bearbejdelser ved NILU.

Lokale topografiske forhold ved stasjonene kan kort beskrives slik (Andersen, 1979):

- Myken er en gruppe små øyer. Stasjonen ligger på den største av disse, Sjurøya, som er orientert nordøst-sørvest. Stasjonen er litt skjermet for vind fra sørøst til sørvest på grunn av en ås 700-800 m sør for stasjonen.
- Bodø ligger på en flat halvøy ved utløpet til Saltenfjorden. Høye fjell nord og sør for fjorden fører til framherskende østlig vindretning, spesielt i kaldværssituasjoner med høytrykk over land.
- Skomvær ligger på en holme. Det er 2-10 km til de nærmeste øyene (nord-nordvest). Vindmåleren ligger 130 m vest-sørvest for fyret. Østlige og nordøstlige vinder kan være påvirket av dette.

3 INSTRUMENTERING

Stasjonene som vinddata har vært hentet fra til denne undersøkelsen har hatt følgende instrumentering. (H: høyde over bakken av vindmåler).

Myken : Anemometer (bare indikator) 1961-71, type Könige

Nederl. Met. Inst., visuell observasjon 1971-75. H: 9.2 m.

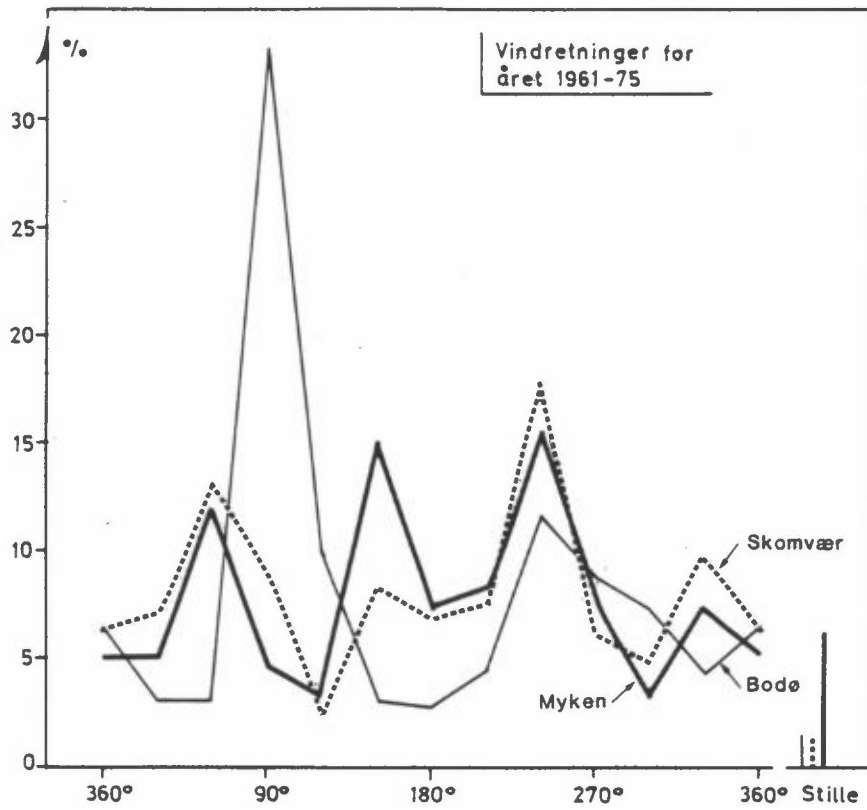
Bodø : Anemograf (Fuess 82, Fuess 90z). H: 11.6 m (1959), 10.6 m (1965).

Skomvær: Anemograf (MI-anemometer m/kronograf). H: 10.0 m.

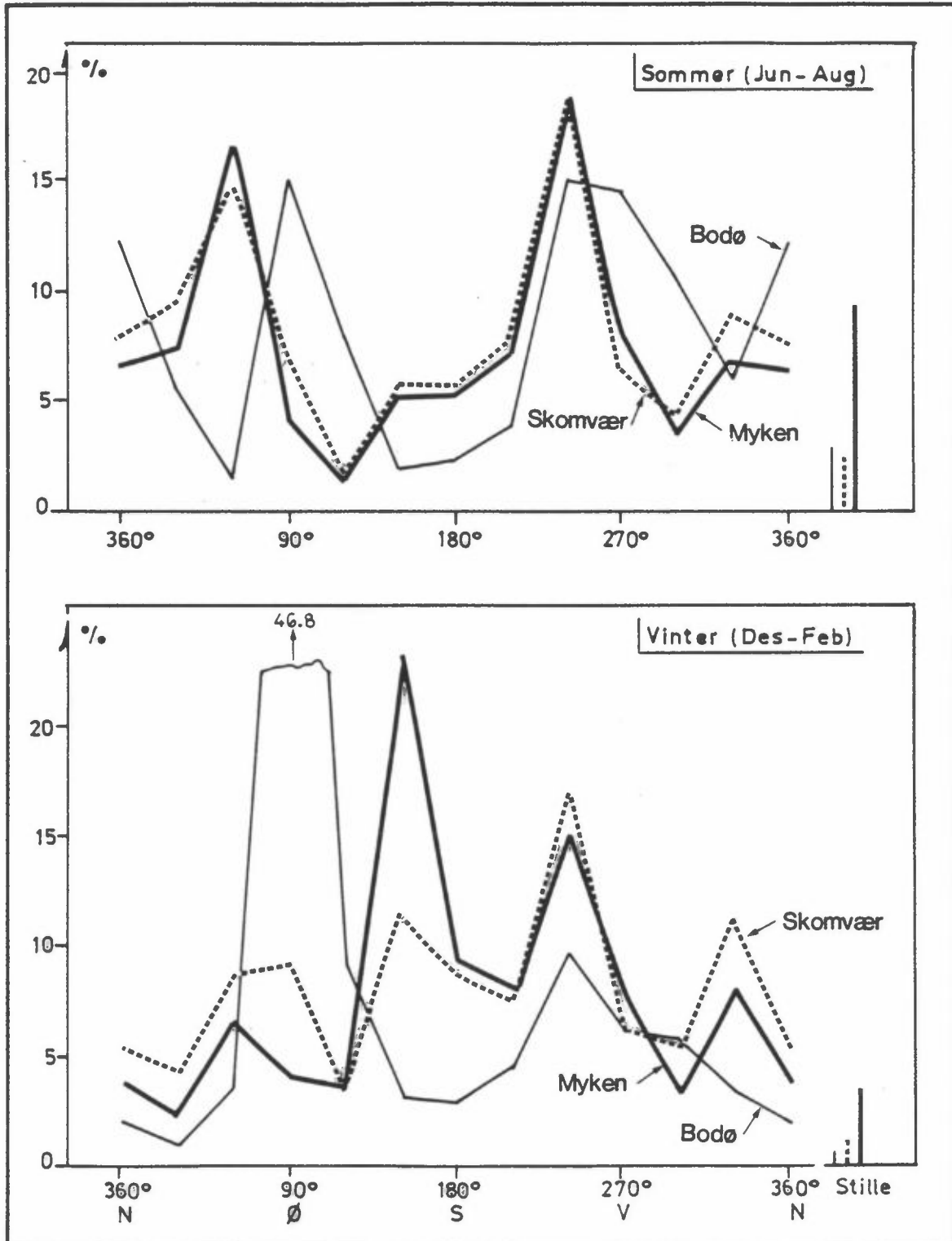
4 SAMMENLIGNING MELLOM STASJONENE

4.1 Vindretning

Figur 2 viser prosentvis fordeling av vindretning for Bodø, Skomvær og Myken for perioden 1961-75, for hele året. I figur 3 er tilsvarende fordelinger vist for vinter- og sommersesongen. Fordelingene er basert på observasjoner kl 06, 12 og 18 GMT.



Figur 2: Vindretningsfordeling midlet over året for Bodø, Myken og Skomvær basert på data i perioden 1961-75.

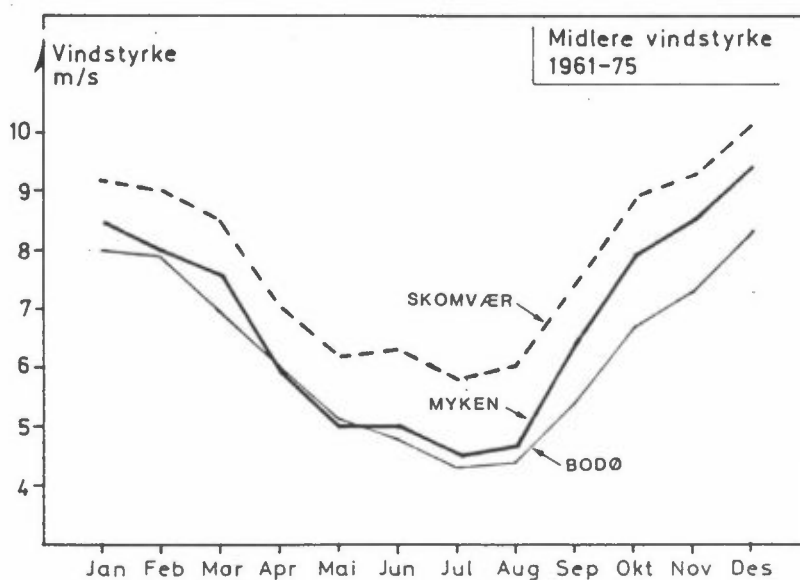


Figur 3: Vindretningsfordeling for perioden 1961-75 fra Bodø, Myken og Skomvær for a) sommersesong (jun-aug) b) vintersesong (des-feb)

Skomvær og Myken har ganske lik retningsfordeling, særlig om sommeren, mens retningsfordelingen for Bodø skiller seg ut fra de andre to. Forskjellen er størst om vinteren. Dette skyldes kaldluftutstrømning fra land med lokale føringseffekter langs Saltenfjorden ved målestasjonen i Bodø. Denne fra-landsvinden kan være merkbar et godt stykke ut fra kysten, men virkningen avtar med økende avstand fra kystlinjen. Kaldluftutstrømningen gir vind fra 90 grader (øst) i Bodø, og i en del tilfeller vind fra omkring 150 grader på Myken.

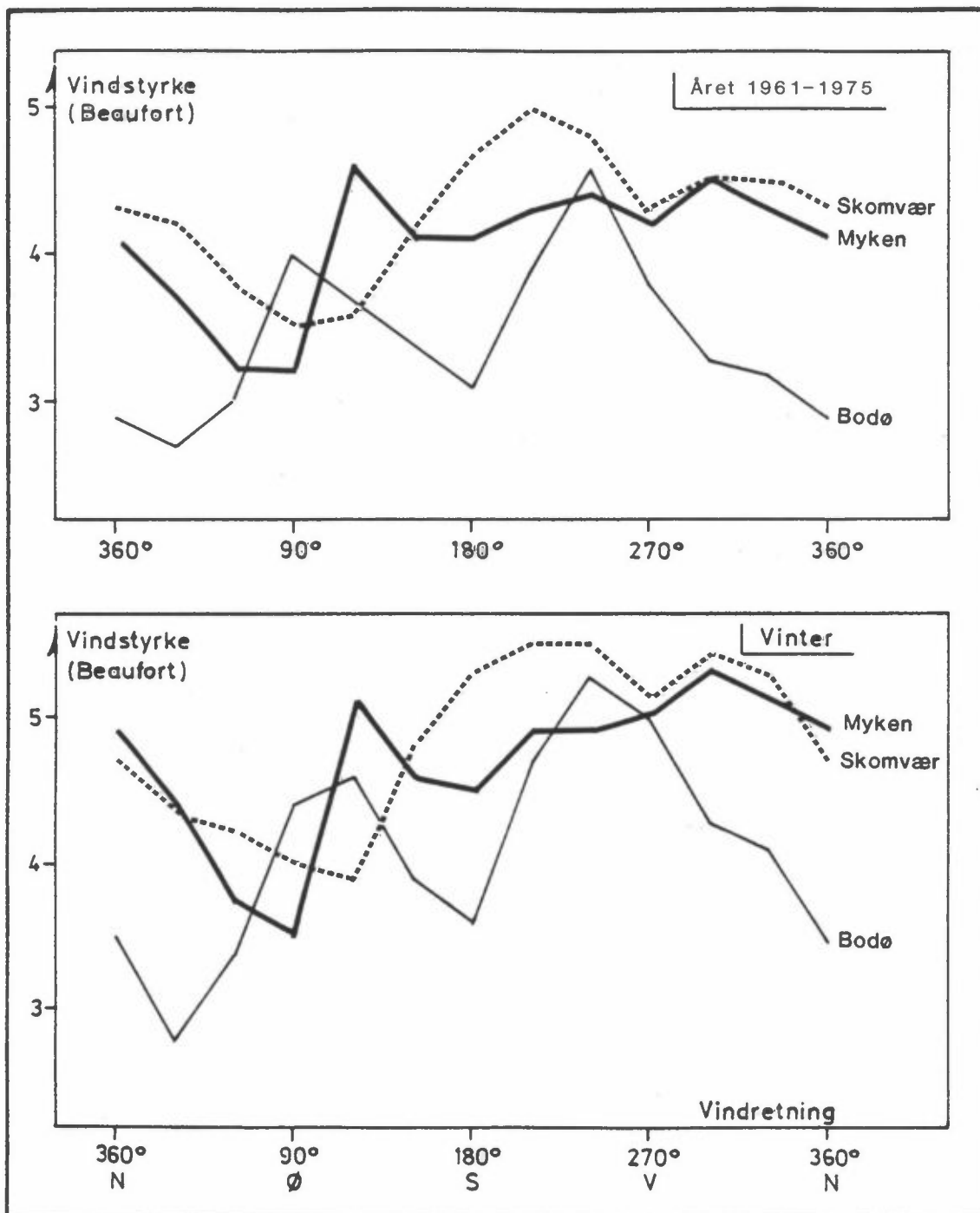
4.2 Vindstyrke

Figur 4 viser årsvariasjonen av midlere vindstyrke for Bodø, Myken og Skomvær.



Figur 4: Midlere årsvariasjon av vindstyrke ved tre stasjoner basert på data i perioden 1961-75.

Observasjoner kl 00 GMT er ikke inkludert. Midlere vindstyrke øker med avstanden fra kysten. Kurvene for Bodø og Myken viser mindre forskjell enn deres relative beliggenhet i forhold til kystlinjen skulle tilsi. Dette kan skyldes at frekvensen av vindstille er høyere på Myken enn på de to andre stasjonene, noe som nok hovedsakelig skyldes forskjell i instrumentering.



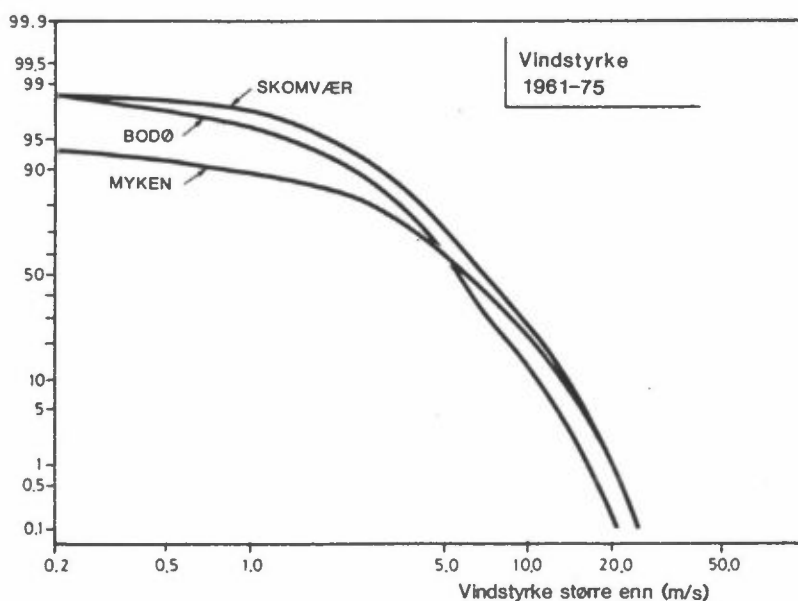
Figur 5: Midlere vindstyrke som funksjon av vindretning ved stasjonene Bodø, Myken og Skomvær basert på data i perioden 1961-75 for:
 a) hele året
 b) vintersesongen

Figur 5 viser midlere vindstyrke i Beaufort som funksjon av vindretning for hele året og vinteren. Myken og Skomvær skiller seg ut fra Bodø. Virkningen av friksjon over land kan sees på figuren, idet vindstyrkene ved enkelte vindretninger er mye lavere i Bodø enn ute på øyene. Den relativt sterke vinden i sektorene 90-120 grader i Bodø skyldes kanaliseringen av vind ut Saltenfjorden, og mindre friksjon ut langs fjorden. Beauforts skala er vist i vedlegg A.

4.3 Representativitet

På grunn av instrumenteringen synes datakvaliteten fra Myken å være noe dårligere enn datakvaliteten fra Bodø og Skomvær. Givær og Myken ligger omtrent like langt fra kystlinjen. Om vinteren vil vindklimaet på Givær antagelig være påvirket av kaldluftstrømningen fra land i omtrentlig samme grad som på Myken. I de tilfellene hvor kaldluftstrømningen når ut til Givær, vil vindretningen trolig være fra mellom øst og sørøst. For alle vindretninger bortsett fra 90-120⁰ og 240-270⁰ vil midlere vindstyrke på Givær være større enn i Bodø. Middelvindstyrken på Givær vil dog være lavere enn på Skomvær. Hyppigheten av vindstille på Givær antas å være høyere enn på Skomvær og lavere enn på Myken.

En kumulativ frekvensfordeling av vindstyrker ved Bodø, Myken og Skomvær for perioden 1961-75 er vist på figur 6.

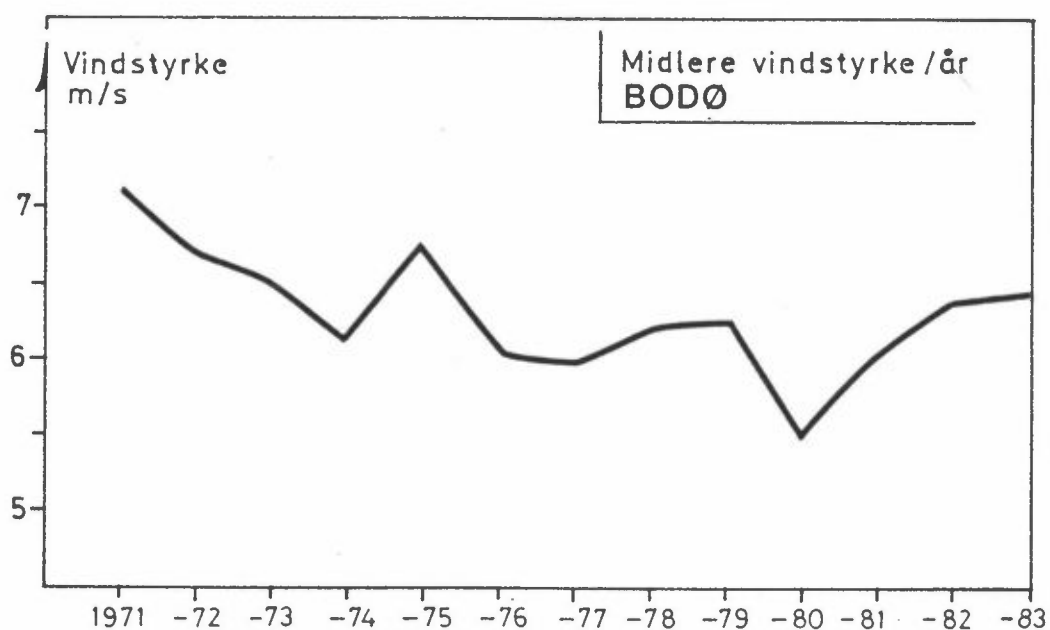


Figur 6: Kumulativ vindstyrke-fordeling ved Bodø, Myken og Skomvær for perioden 1961-75.

En kumulativ vindstyrkesfordelingskurve for Givær vil sannsynligvis ligge innenfor de tre kurvene vist på figur 6. Som eksempel kan nevnes at i ca 50% av observasjonene er vindstyrkene mellom 5 og 20 m/s ved de 3 stasjonene.

5 VINDSTATISTIKK FOR BODØ 1971-83

NILU har foretatt en analyse av vinddata fra Bodø fra årene 1971 til 1983. Figur 7 viser variasjonen av årlig middelvindstyrke i denne perioden. Middelerdien for alle 13 årene er 6.3 m/s, den samme som i perioden 1961-75. Variasjonen fra år til år var mindre enn 15% av middelerdien. Laveste årsmiddel var 5.45 m/s og høyeste årsmiddel var 7.1 m/s.



Figur 7: Middelvindstyrken for hvert år i perioden 1971-83 i Bodø.

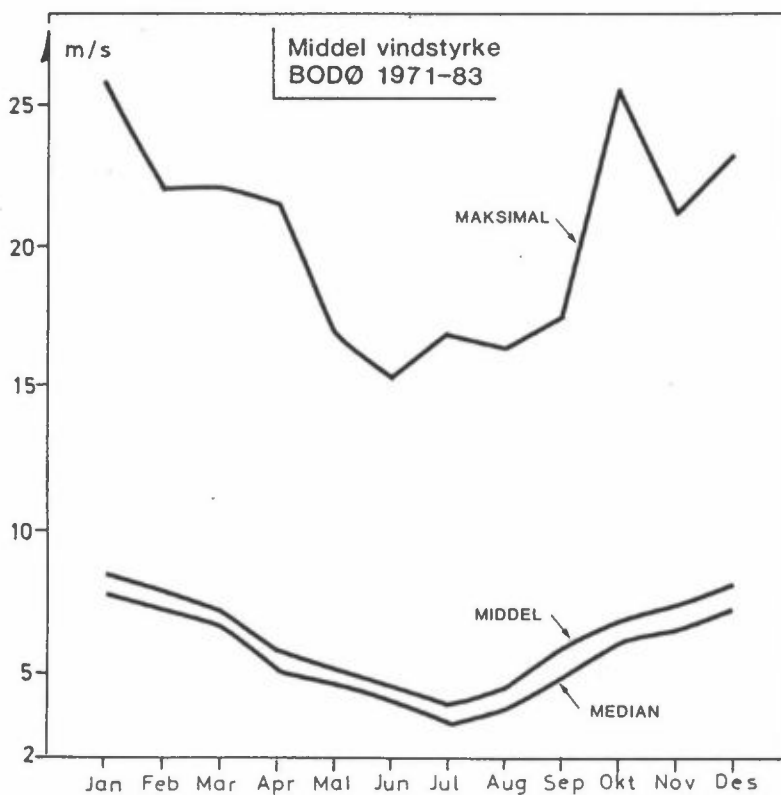
Døgnlig variasjon er vanskelig å beskrive ved bare 4 observasjoner i døgnet. Tabell 1 angir forskjellen mellom høyeste og laveste midlere vindstyrke av observasjonene 00, 06, 12 og 18 GMT, samt hva forskjellen utgjør i prosent av døgnetts midlere vindstyrke, for hver måned.

Tabell 1: Døgnlig variasjon av midlere vindstyrke over året.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
\bar{F} 00	8.53	8.06	7.27	5.85	4.78	4.00	3.62	4.16	5.39	6.85	7.47	7.95
\bar{F} 06	8.45	7.95	7.52	6.25	5.54	4.66	4.05	4.53	5.76	7.10	7.39	7.97
\bar{F} 12	8.47	8.05	7.53	5.99	5.65	5.05	4.43	4.99	5.58	7.01	7.37	8.37
\bar{F} 18	8.45	7.90	6.68	5.33	4.90	4.53	3.77	4.37	4.85	6.59	7.43	8.11
\bar{F} døgn	8.47	7.99	7.25	5.85	5.22	4.56	3.97	4.51	5.39	6.89	7.41	8.10
$\Delta\bar{F}$	0.08	0.16	0.85	0.92	0.87	1.05	0.81	0.83	0.91	0.51	0.10	0.42
%	0.9	2.0	11.7	15.7	16.7	23.0	20.4	18.4	16.9	7.4	1.3	5.2

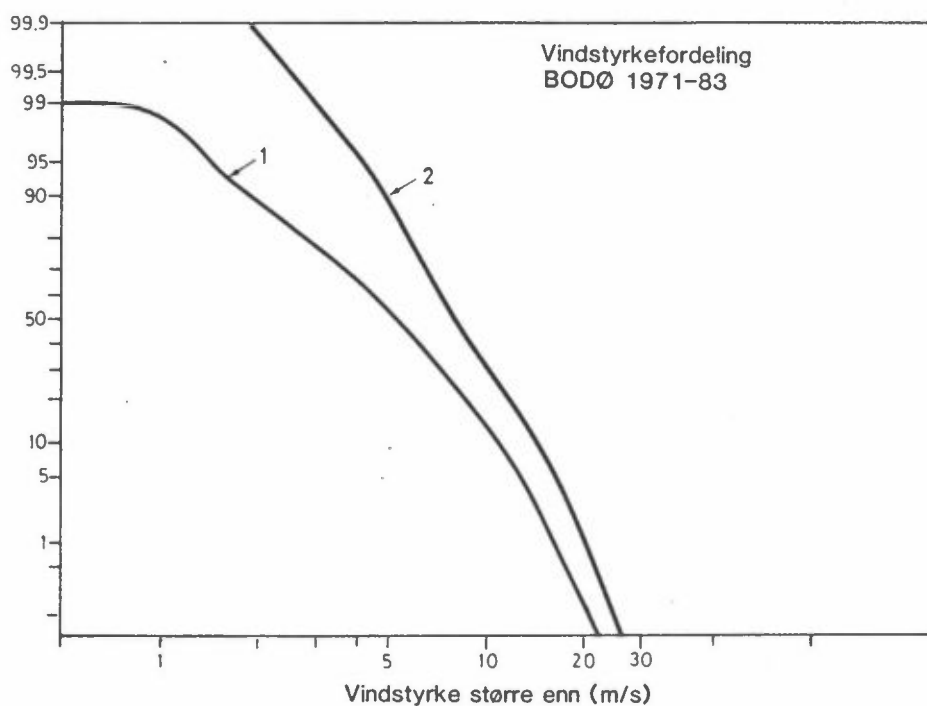
Døgnlig variasjon av vindstyrken er særlig liten om vinteren.

Figur 8 viser variasjonen over året av midlere vindstyrke, maksimal vindstyrke (på observasjonstiden) og medianvind for perioden 1971-83.



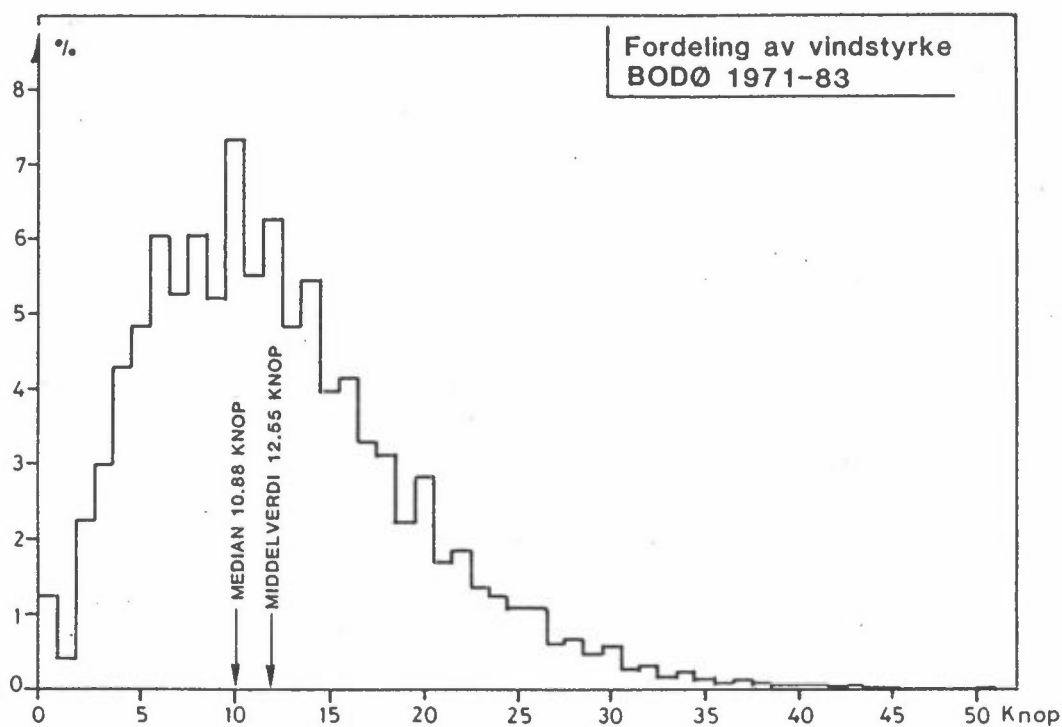
Figur 8: Årsvariasjon av middelvindstyrke, maksimale vindstyrker og medianvind i Bodø 1971-83.

Figur 9 viser kumulativ fordeling av vindstyrke. Kurve 1 bygger på observasjon av 10 min middelvind kl 00, 06, 12 og 18 GMT. Kurve 2 bygger på maksimal 10 min-middelvind i løpet av tiden fra 06-18 GMT og 18 til 06 GMT, opprinnelig registrert i Beaufort-klasser.

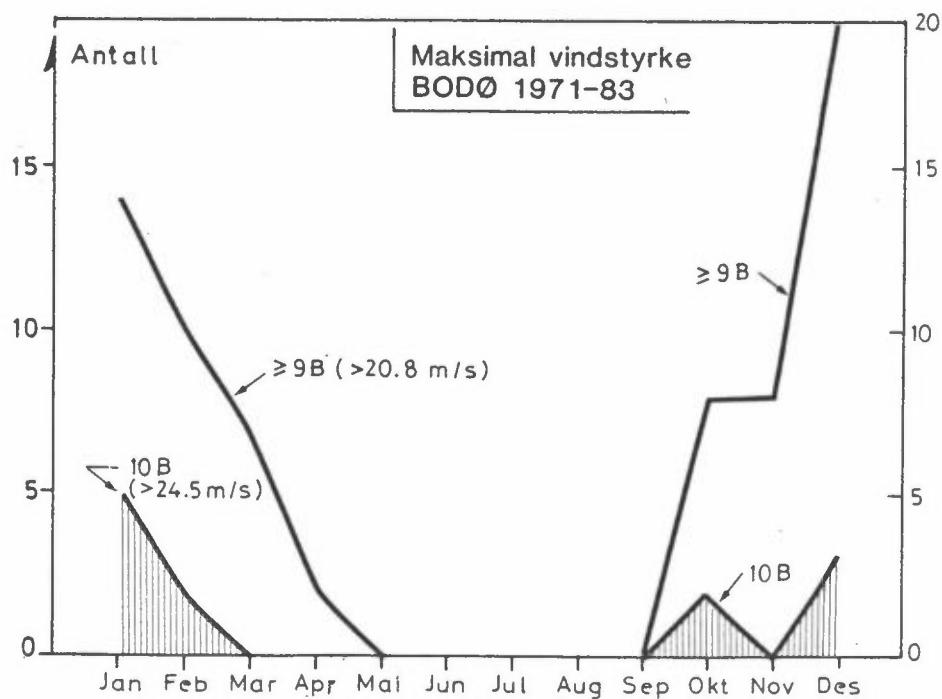


Figur 9: Vindstyrke-fordeling i Bodø for perioden 1971-83 for
1: 10 min middel vind ved observasjonstidspunktene
2: Maksimale 10 min. vind mellom observasjonene.

Figur 10 viser frekvensfordeling av vindstyrke, observert i knop. Figur 11 viser antall observasjoner, maksimal vindstyrke mellom kl 06-18 og kl 18-06 GMT av Beaufort-styrke 9 (20.8-24.4 m/s) og Beaufort-styrke 10 (24.5-28.4 m/s) for hver måned.



Figur 10: Vindstyrkefordelingen i Bodø for perioden 1971-83.

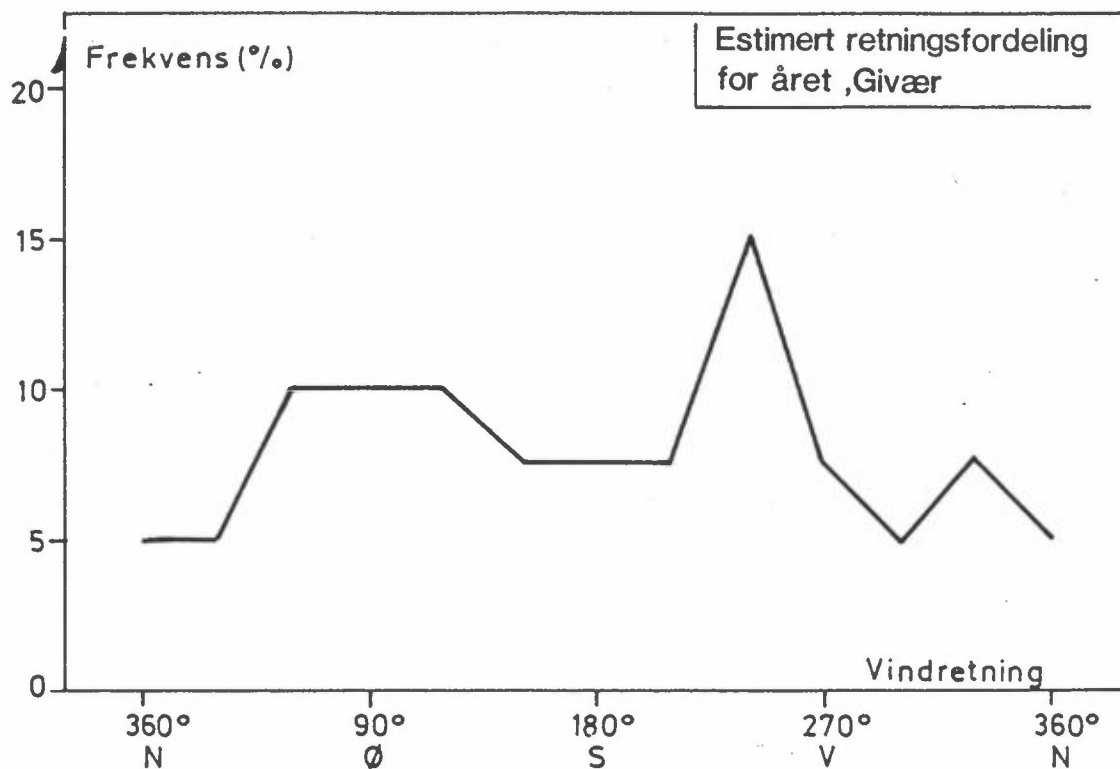


Figur 11: Antall tilfeller der det er observert vindstyrker over 20.8 m/s (9 Beaufort) og 24.5 m/s (10 Beaufort) mellom observasjonstidspunktene kl 06-18 og 18-06 GMT i Bodø for perioden 1971-83.

6 ESTIMAT AV VINDFORHOLD FOR GIVÆR

6.1 Vindretninger

Figur 12 viser en estimert vindretningsfordeling for hele året på Givær.

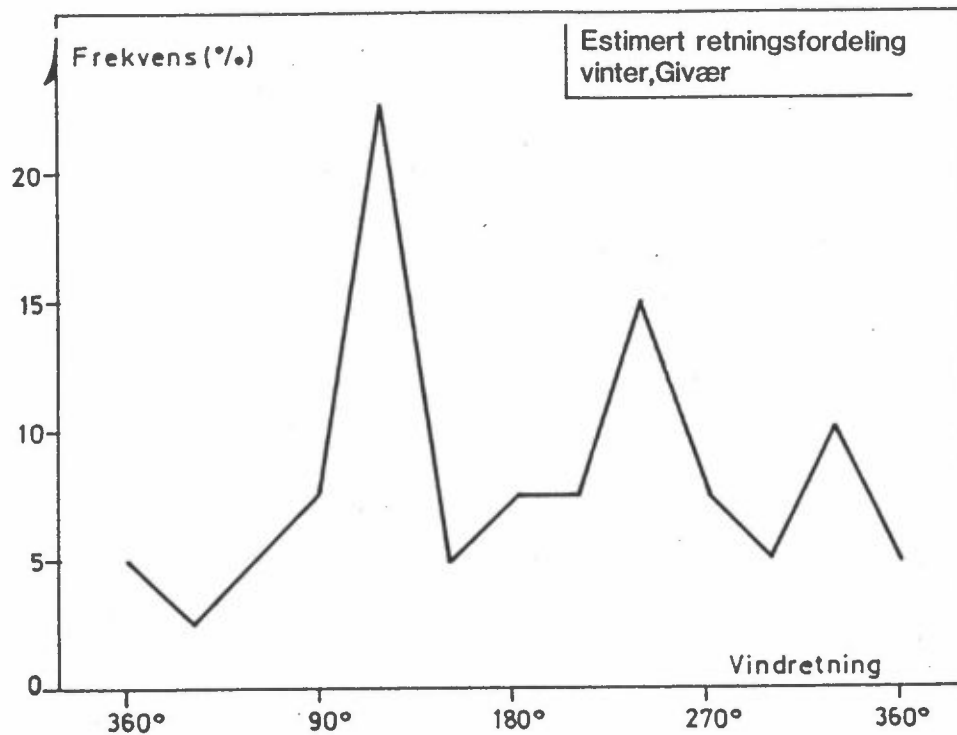


Figur 12: Estimert årsfordeling av vindretning på Givær.

Figuren er basert på en antatt dominerende vindretning fra omkring 240 grader (WSV). Utfallsvinden fra land om vinteren antas å komme hovedsakelig fra omkring 120 grader (ØSØ). Vind fra omkring 60 grader (ØNØ) er omtrent like hyppig på Givær som på Skomvær og Myken. (Vind fra denne sektor vil i Bodø ofte bli dreid til vind fra 90 grader (Ø) på grunn av kanaliseringseffekter). Givær vil antagelig ha lavere hyppighet av vind i retningene rundt øst enn Bodø. Dette skyldes først og fremst at vinden i Bodø er utsatt for en kanalisering ut Saltenfjorden, og delvis at utfallsvinden fra land ikke når ut til Givær.

Figuren gir et "utjevnet" bilde av vindfordelingen da enkelte dominerende effekter kan være vanskelige å påpeke.

Figur 13 viser en estimert retningsfordeling for vinteren (des-feb) på Givær, basert på de samme antagelser som gitt ovenfor.



Figur 13: Estimert vindretningsfordeling for vinteren (des-feb) på Givær.

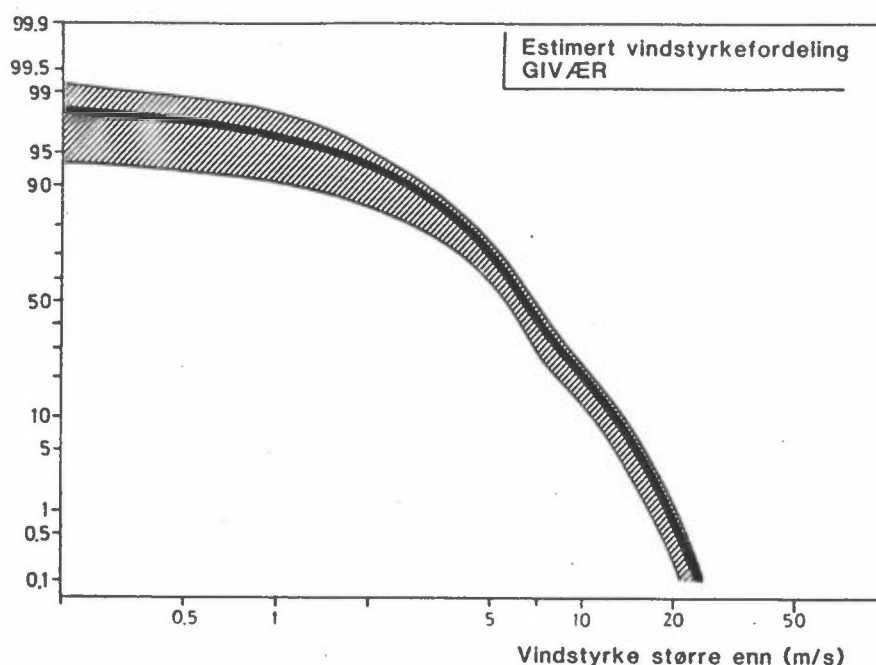
6.2 Midlere vindstyrker

På grunnlag av figur 5 som viser middelvindstyrke for de forskjellige vindretninger, og estimerte vindretningsfordelinger på Givær, kan en estimere midlere vindstyrke som funksjon av vindretningene på Givær. Tabell 2 viser et slikt estimat.

Tabell 2: Estimert middelvindstyrke som funksjon av vindretning for Givær, (Enhet: m/s).

Retning	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Total
År	6.7	6.2	5.5	5.5	6.7	6.7	6.7	7.7	8.0	7.2	8.0	7.4	6.8
Vinter	8.8	7.4	6.2	7.7	7.7	7.7	9.3	9.9	10.1	9.3	10.1	9.9	8.8

På grunnlag av figur 6, og med en anslått medianvind på 6.5 m/s for Givær (Holte et al. 84), samt en antatt hyppighet av vindstille på 1.5% på årsbasis, kan en kumulativ vindstyrkesfordeling for Givær anslås som vist på figur 14.



Figur 14: Estimert kumulativ vindstyrkesfordeling, Givær. Tilsvarende kurver for Bodø, Myken og Skomvær ligger i det skraverte området. Eksempelvis er den totale frekvens av vindstyrkeer mellom 5 m/s og 20 m/s estimert til 65%.

6.3 . Maksimalle vindstyrker

Vind av orkan styrke kan forekomme på praktisk talt hele kysten fra Jæren til Grense Jakobselv. I 15-års perioden 1961-75 er det registrert orkan, styrke 12, (>32.6 m/s) på både Skomvær og Myken. En antagelse om at 10 min middelvind kan nå opp i over 35 m/s er derfor ikke urimelig. For vindkast (gust) vil hastigheten være enda større. Erfaringer fra målinger av forholdet mellom 10 sek. gust og 10 min. middelvind (G/E) på Frøya (G/E \approx 1.3 i 10 m) og Sotra (G/E 1.2-1.5 i 36 m) antyder at vindstyrkeen over noen sekunder kan bli >50 m/s.

6.4 Døgnlig variasjon

Den midlere døgnlige variasjon av vindstyrken på Givær er ventelig mindre enn i Bodø og kan antagelig neglisjeres. Middelvindstyrken på dagtid i juni vil være <10% høyere enn om natta, mens det om vinteren ikke vil være nevneverdig døgnlig variasjon.

6.5 VERTIKALT VINDPROFIL

Vindens variasjon med høyden kan uttrykkes ved ligningen

$$u(z) = u(z_0) \left(z/z_0 \right)^P$$

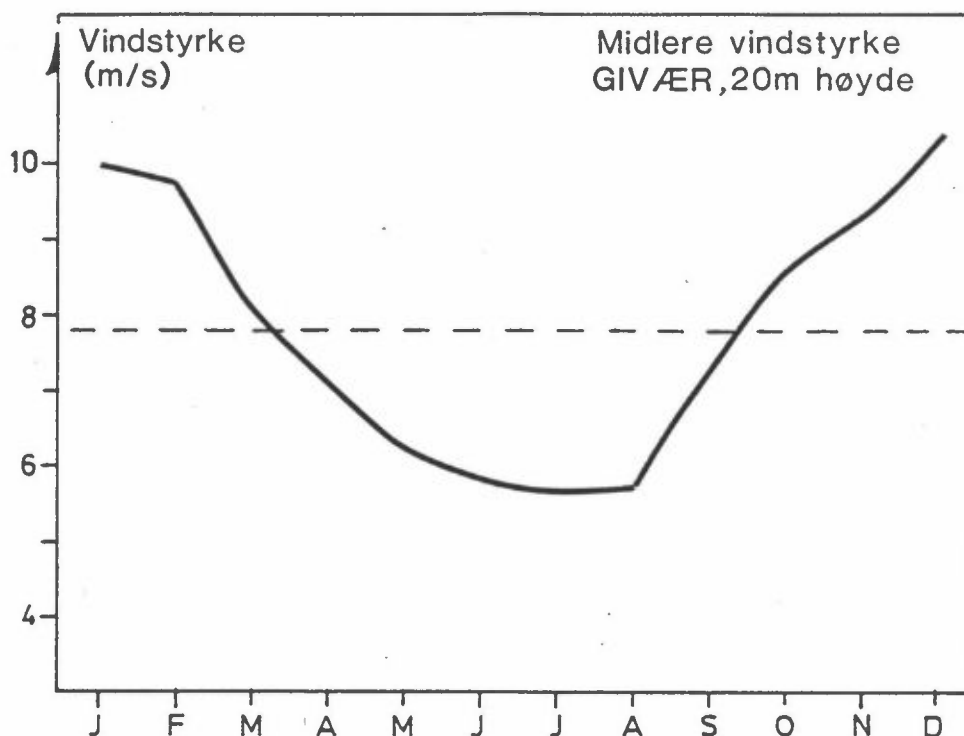
hvor z er høyden over bakken, z_0 er en referansehøyde og P er vindprofilekspONENTEN. VindprofilekspONENTEN vil være avhengig av underlagets ruhet og av z_0 . For en åpen "glatt" flate (hav) vil P være ca. 0.1. En detaljert analyse av underlagets egenskaper innenfor de nærmeste 100 m fra vindaggregatet må danne grunnlaget for å vurdere vindskjær fra bakken og opp til øvre propellblad.

Målinger på Sotra har vist at midlere forhold mellom vind i 36 m og 10 m over bakken kan variere mellom 1.0 og 1.5 avhengig av vindretningen (Sivertsen 1984).

6.6 MIDLERE VINDSTYRKER I 20 M HØYDE

Med en vindprofilekspONENT på 0.2, (som følge av en anslått ruhetslengde på 10 cm), vil midlere årlig vindstyrke i 20 m høyde være 7.8 m/s når midlere årlig vindstyrke i 10 m høyde er 6.8 m/s.

Figur 15 viser en estimert årsvariasjon av midlere vindstyrke i 20 m høyde for Givær.



Figur 15: Estimert årsvariasjon av midlere vindstyrke i 20 m høyde, Givær. Stiplet linje viser årsmiddelverdien.

Figuren er basert på årsvariasjonen av midlere vindstyrke for Skomvær, Myken og Bodø (fig. 4), og på vindprofilet beskrevet ovenfor.

7 DISKUSJON

Vinddata fra Bodø har vært brukt til å estimere vindforholdene på Givær. Vindforholdene i Bodø er sterkt påvirket av beliggenheten på kystlinjen og ved Saltenfjorden. En har derfor brukt statistisk bearbejdet data fra Myken og Skomvær til å "justere" vindfrekvensfordelingen på Givær.

Estimatene for vinden på Givær er beheftet med usikkerheter som ikke er kvantifiserbare så lenge ikke aktuelle vinddata fra Givær foreligger.

Det er anvendt måleserier som strekker seg over 15 og 13 år. Representativiteten av de dataperiodene som er valgt, må derfor anses å være god.

8 REFERANSER

Andresen, L. (1979) Climatological summaries for Norway. Monthly and annual frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Northern Norway and the Arctic for the period 1961-75. Oslo, Det norske meteorologiske institutt.

Holte, O., Endrestøl, G. og Nitteberg, J. (1984) Nasjonalt forskningsprogram i vindenergi 1979-83, sluttrapport april 1984. Kjeller (IFE/KF/E-84/006+N).

Sivertsen, B. (1984) Bearbeiding av vinddata for bruk i planlegging av vindenergi på Vestlandet. Lillestrøm 1983. (NILU OR 53/83.)

VEDLEGG A**Beaufort-skalaen**

BEAUFORT-SKALAEN

Enkelte figurer har Beaufort som enhet. Andre er direkte omregnet fra Beaufort. Tabell A1 viser sammenhengen mellom vindstyrke i Beaufort og vindstyrke i m/s.

Tabell A1: Beaufort-skalaen

Beaufort styrke	Hastighetsintervall (m/s)	Sentralverdi i intervallet (m/s) (1)	Beskrivelse
0	0.0 - 0.2	0.10	Stille
1	0.3 - 1.5	0.90	Flau vind
2	1.6 - 3.3	2.44	Svak vind
3	3.4 - 5.4	4.41	Lett bris
4	5.5 - 7.9	6.72	Laber bris
5	8.0 - 10.7	9.30	Frisk bris
6	10.8 - 13.8	12.30	Liten kuling
7	13.9 - 17.1	15.47	Stiv kuling
8	17.2 - 20.7	18.96	Sterk kuling
9	20.8 - 24.4	22.59	Liten storm
10	24.5 - 28.4	26.40	Full storm
11	28.5 - 32.6	30.58	Sterk storm
12	> 32.6		Orkan

(1) Andresen 1979.

