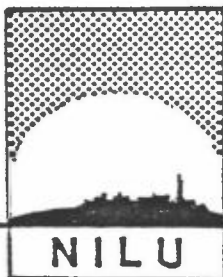


NILU OR : 32/85  
REFERANSE: 0-8430  
DATO : JUNI 1985

**ESTIMERTE VINDFORHOLD**  
**I**  
**VALLERSUND, SØR-TRØNDELAG**

Dag A. Tønnesen



**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING**

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

NILU OR : 32/85  
REFERANSE: 0-8430  
DATO : JUNI 1985

*ESTIMERTE VINDFORHOLD*  
*I*  
*VALLERSUND, SØR-TRØNDELAG*

Dag A. Tønnesen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN-82-7247-594-4

## OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) har etter oppdrag fra Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen (NVE) estimert vindforholdene for området rundt Vallersund gård nordvest for Ørlandet i Sør-Trøndelag. Estimaten vil være beheftet med usikkerheter som ikke er kvantifiserbare så lenge aktuelle vindmålinger fra Vallersund ikke foreligger. Følgende konklusjoner kan trekkes:

- Hyppighet av vindstille er anslått til 1%
- Midlere vindstyrke for året i nivå 20 m over bakken anslås til 6.7 m/s.
- Midlere vindstyrke på månedsbasis i nivå 20 m over bakken anslås til å variere mellom 4.9 m/s (juli) og 8.9 m/s (desember)
- 50-års vind anslås til 36 m/s
- 100-års vind anslås til 37 m/s

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

	Side
OPPSUMMERING OG KONKLUSJON .....	3
1 INNLEDNING .....	5
2 VINDRETNING .....	7
3 VINDSTYRKE .....	9
4 ESTIMERT VIND, VALLERSUND .....	11
4.1 Vindretning .....	11
4.2 Vindstyrke 10m over bakken.....	11
4.3 Vindstyrke 20m over bakken.....	13
4.4 Maksimale vindstyrker .....	14
5 REFERANSER .....	16

## ESTIMERTE VINDFORHOLD I VALLERSUND, SØR-TRØNDELAG

### 1 INNLEDNING

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) har fått i oppdrag av Norges Vassdrags og Elekstrisitetsvesen (NVE) å estimere vindforhold relevante for et eventuelt vindaggregat med navhøyde 20 m på Vallersund gård i Bjugn kommune i Sør-Trøndelag.

Bearbeidede data fra Meteorologisk Institutts målestasjoner på Ørland, Sula fyr, Buholmråsa fyr og Nordøyan fyr er benyttet (Andresen, 1979). Stasjonenes plassering i forhold til Vallersundet vist i figur 1. Tabell 1 gir en oversikt over instrumentering og observasjonshyppighet.

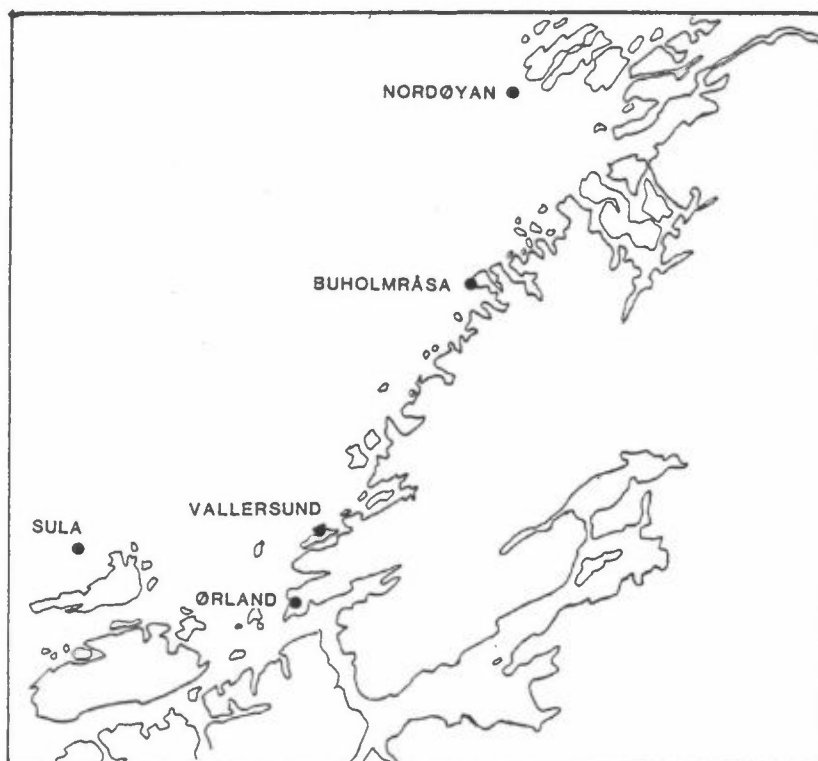
Tabell 1: Målestasjoner som er anvendt. Ha: høyde over bakken av anemometer

Stasjon	Ha	Instrument	Ant.obs. pr.døgn	Merknad
Ørland	10.2 m	Fuess 82z 1969-62 Fuess 90z 1962-	4	
Sula	13.0 m	MI 48/500 1960-75 MI 48/250 1975-	4	Feb.74 mangler Anem.står 34 m.o.h.
Buholmråsa	-	Visuell observasjon	3	Juni-juli 1966-69 mangler
Nordøyan	10.4 m	MI 48/250 1960-64 MI 48/500 1964-66 MI 48/250 1966-	4	Mai-juli 1965-80 mangler Anem.står 33 m.o.h.

Stasjonenes beliggenhet kan i korte trekk beskrives slik (Andresen, 1979):

Ørland: Ligger på et flatt område på 4x5 km. En topp på ca 100 m ligger 3-4 km mot nordvest. Utløpet av Trondheimsfjorden ligger sydvest for stasjonen.

- Sula: Vindmåleren står på en 36m høy kulle, 45m sør-sørøst for fyret. Kollen er brattere mot sørvest og nordvest enn mot nordøst og sørøst. Toppen av kollen er flat. Vinden blir aksellerert over kollen.
- Buholmråsa: Vinden blir estimert, ikke målt. Stasjonen er frittliggende. 3-4 km mot øst og nordøst ligger fjell på ca 200m. Utfalls- vind fra land gir sterk vind fra sørøst.
- Nordøyen: Ligger på en 600 m lang og 300 m bred øy orientert i retning nord-nordøst - sør-sørvest. Det er ikke land høyere enn 150 m o.h. innenfor 30 km fra øya. Vindmåleren står 33 m o.h. Vinden blir aksellerert over øya. Utfallsvind fra land gir sterk vind fra sørøst.



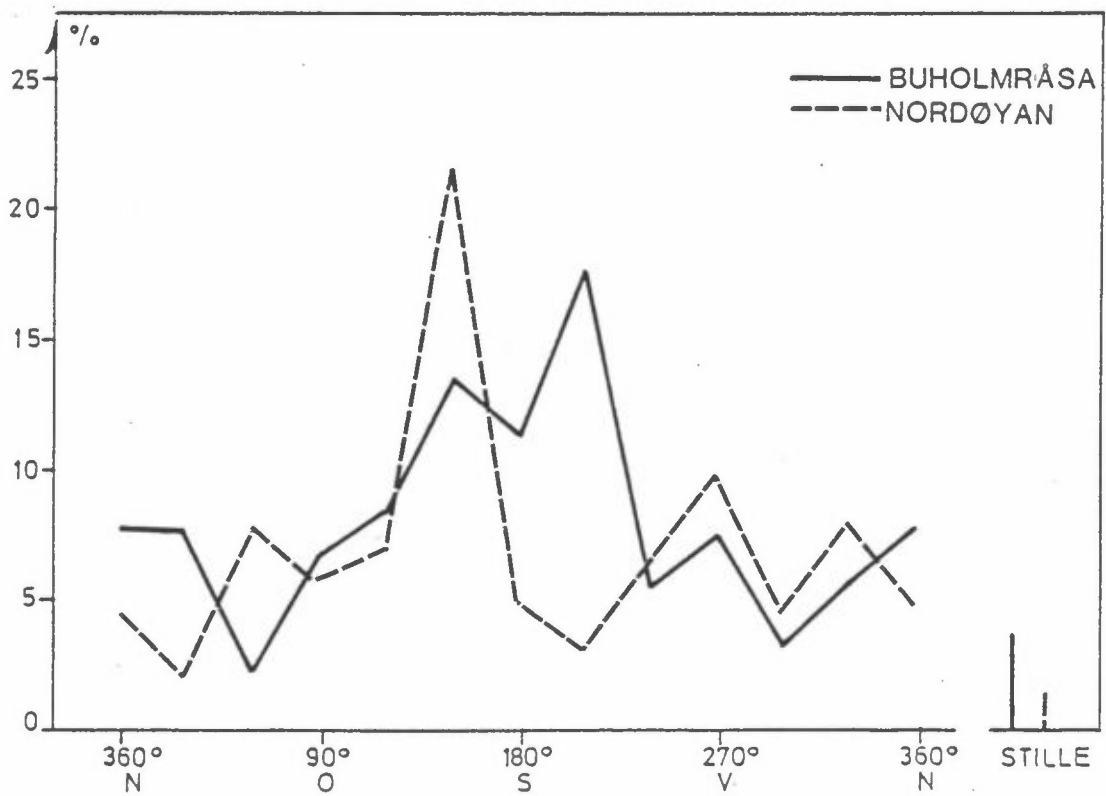
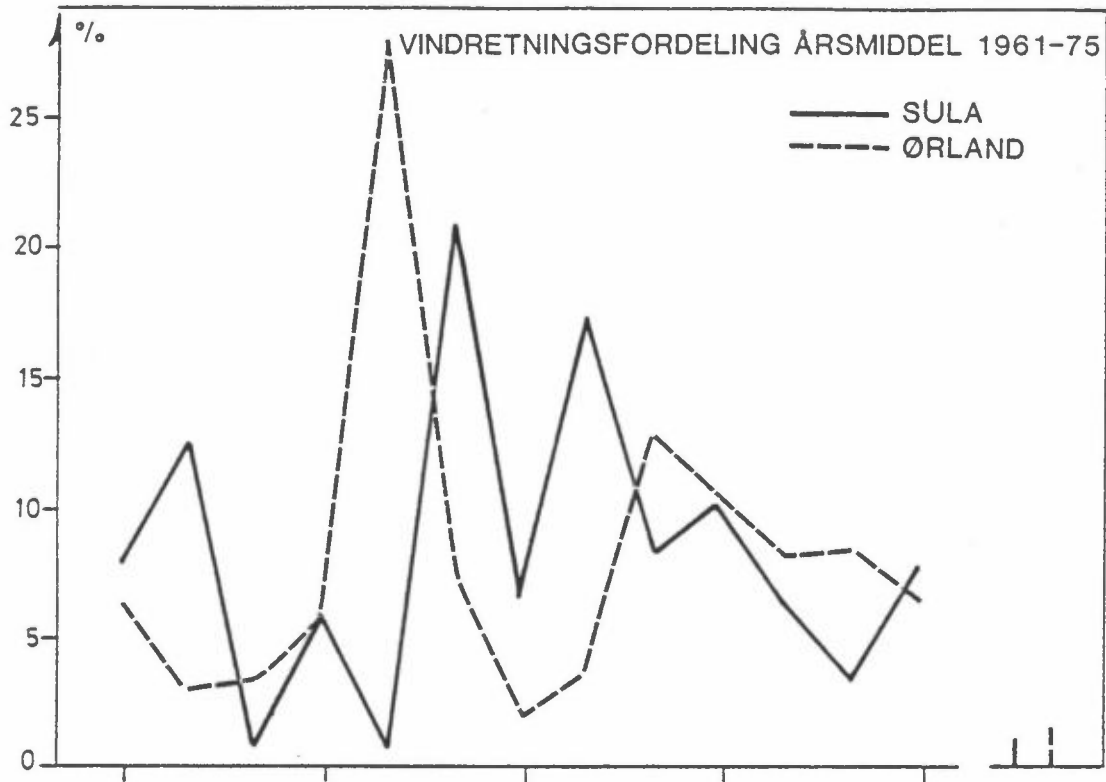
Figur 1: Vällersund og de omliggende MI-stasjoner

## 2 VINDRETNING

I figur 2 er midlere vindretningsfordeling for året framstilt for Ørland, Sula, Buholmråsa og Nordøyan.

I sektorene som vender ut mot havet, 270-360 grader, er forskjellen mellom stasjonene minst. Ørland, som ligger nærmest Vallersund, har fremherskende vind fra 120 grader. Dette skyldes topografien rundt utløpet av Trondheimsfjorden. Topografiske effekter er antagelig også årsaken til at vind fra 210 grader forekommer mindre hyppig på Ørland enn på Sula.

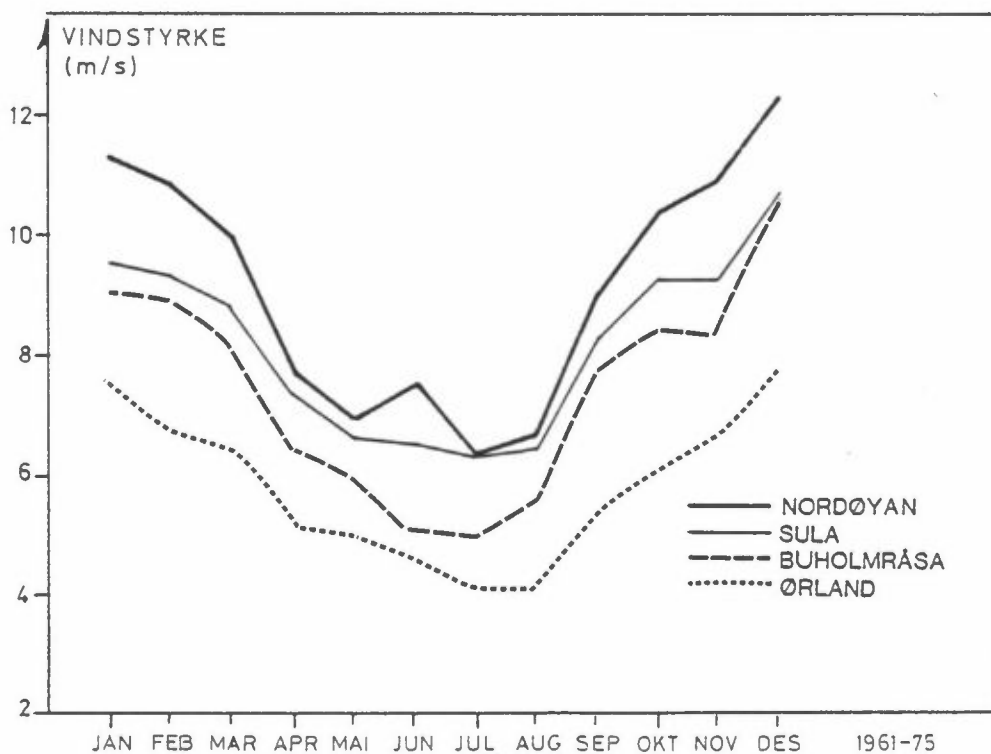




Figur 2: Vindretningsfordeling. Årsmiddel for 1961-75

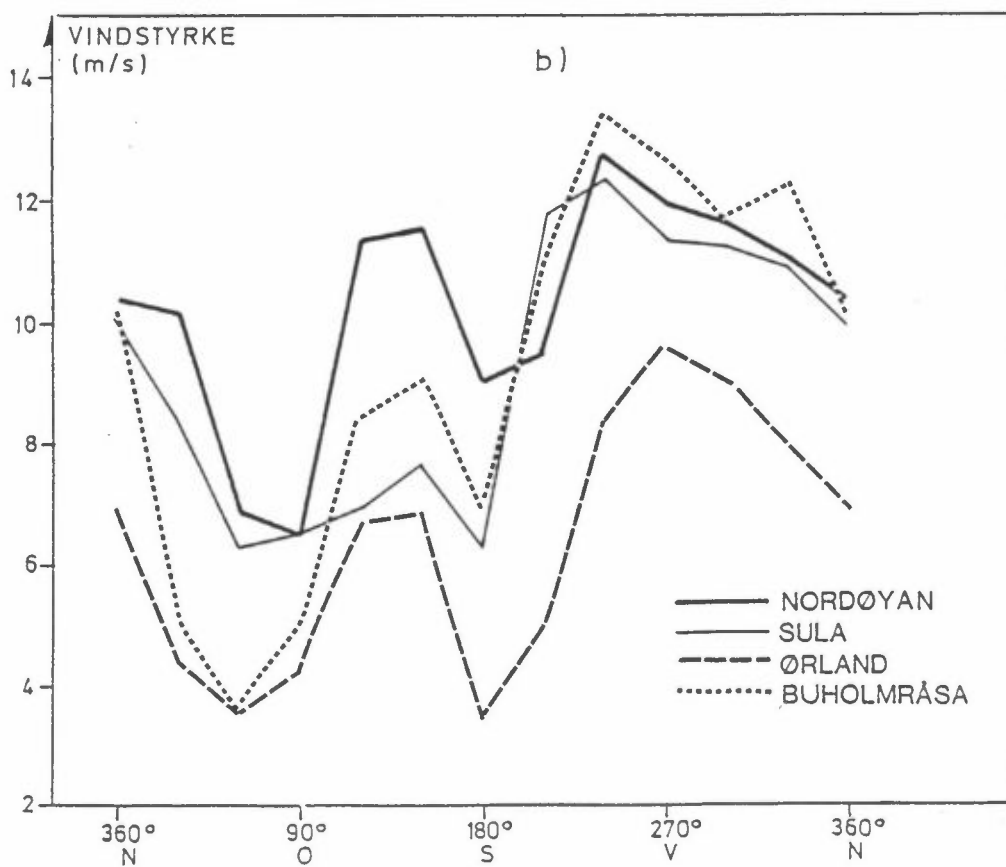
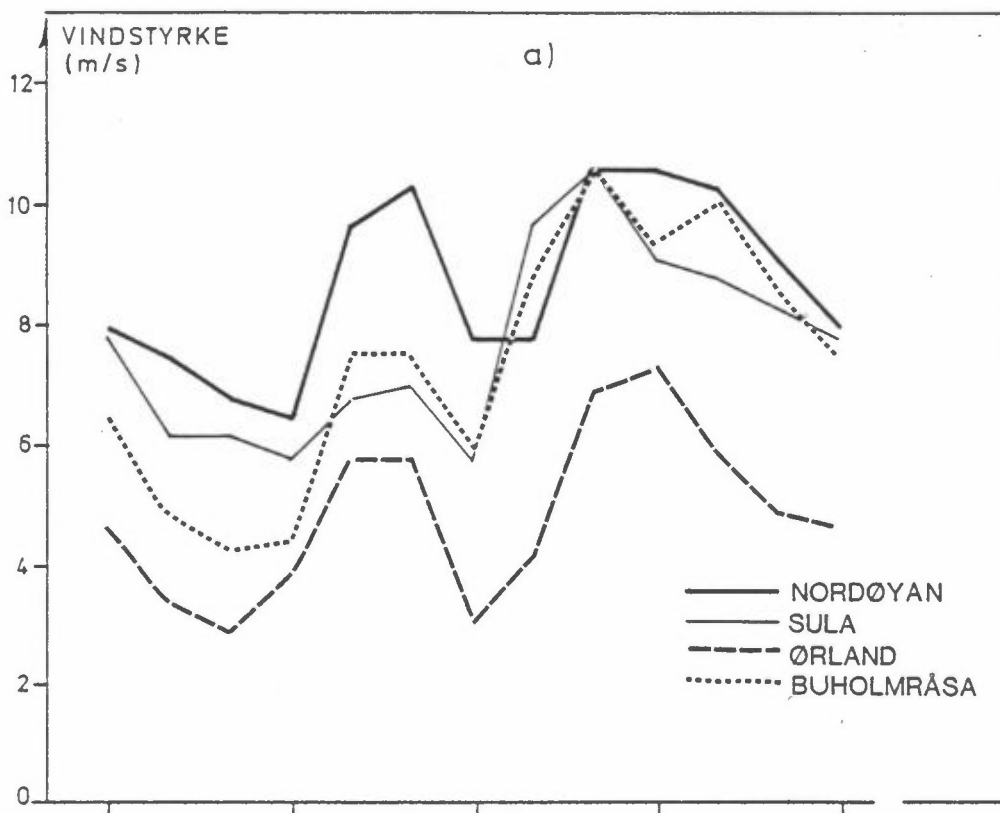
### 3 VINDSTYRKE

Figur 3 viser årsvariasjonen av midlere vindstyrke for de fire MI-stasjonene. Midlere vindstyrke var høyest i desember og lavest i juli (august for Ørland). Sula og Nordøyen måler vinden litt over 40m over havflaten. Dette kan være en medvirkende årsak til at midlere vindstyrke på disse stasjonene er såpass mye høyere enn de andre. Stasjonenes plassering i forhold til kystlinjen skulle imidlertid også tilsi at midlere vindstyrke er høyere på Sula og Nordøyen. Den relativt høye juni-verdien for Nordøyen kan skyldes at måleperioden for denne måneden er kortere på Nordøyen enn på de andre stasjonene (Jfr. tabell 1).



Figur 3: Årsvariasjon av middelvindstyrke.

I figur 4 er midlere vindstyrke for hver vindretning framstilt for hele året og for vinteren (des.-feb.). Middelvindstyrken er høyest for vestlige (240-270) vinder for alle stasjonene, både som årsmiddel og vintermiddel.

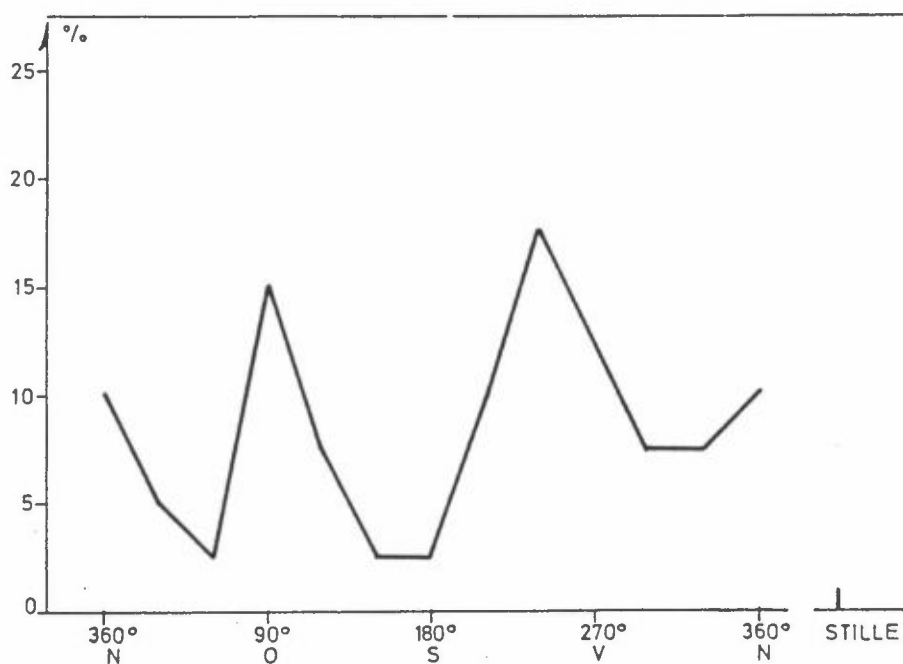


Figur 4: Midlere vindstyrke som funksjon av vindretning, 1961-75  
 a) Årsmiddel  
 b) Vintermiddel (des., jan., feb.)

## 4. ESTIMERT VIND, VALLERSUND

### 4.1 VINDRETNING

Vallersund er godt skjermet for vind fra 120 til 180 grader på grunn av de 300 - 400 m høye åsene i sør. Dette vil antagelig medføre at vind i disse retningene opptrer relativt sjelden, og at vind fra 210 grader opptrer mindre hyppig enn på Sula og Buholmråsa. Utfallsvind om vinteren blir antagelig østlig (90 grader). Tar man hensyn til disse betraktningene, kan man ut fra figur 2 gi et estimat av vindretningsfordelingen i Vallersund som vist på figur 5. Hyppighet av vindstille er anslått til ca 1%.



Figur 5: Estimert vindretningsfordeling for året, Vallersund.

### 4.2 VINDSTYRKE, 10 m OVER BAKKEN

Grunnlaget for estimering av vindstyrke er Vallersunds beliggenhet og den midlere vindstyrken på de omkringliggende målestasjoner. Åsene mellom Valsfjorden-Koet og Bjugn fjorden fører antagelig til at Ørland ikke er så representativ for Vallersund som deres innbyrdes avstand skulle tilsi.

Et sterkt storskala vindfelt fra 120 til 180 grader med kaldluftsmasser over land vil antagelig føre til at den lokale vinden i Vallersund-området blir turbulent med raskt skiftende vindretning, moderat middelvindstyrke, men med kraftige vindkast.

Middelvinden 10 m over bakken i Vallersund vil være lavere enn på Sula og Nordøyen.

Med utgangspunkt i lokal topografi og beliggenhet i forhold til en utjevnet kystlinje kan antagelser om middelvindstyrken i Vallersund-området i forhold til Ørlandet gjøres for forskjellige vindretninger:

- sektor 360- 30 Vallersund høyere enn Ørland
- sektor 60 Vallersund litt høyere enn Ørland
- sektor 90 Vallersund høyere enn Ørland
- sektor 120-150 Vallersund svakere enn Ørland
- sektor 180-210 Vallersund lik Ørland
- sektor 240-330 Vallersund litt høyere enn Ørland

Tabell 2 viser estimert middelvindstyrke som funksjon av retning for Vallersund, og middelvindstyrke som funksjon av retning for Ørland.

Tabell 2: Estimert middelvindstyrke på Vallersund sammenlignet med middelvindstyrken på Ørland. Enhet m/s.

Retning:	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Alle
Vallersund Årsmiddel	6.0	4.5	3.0	5.0	4.5	4.5	3.0	4.0	7.5	8.0	6.5	5.5	5.8
Vallersund Vinter	8.5	5.5	4.0	6.5	5.5	5.5	3.5	5.0	9.0	10.0	9.5	9.0	7.5
Ørland Årsmiddel	4.6	3.4	2.8	3.8	5.7	5.7	3.0	4.0	6.9	7.2	5.9	4.8	5.8
Ørland Vinter	7.0	4.4	3.5	4.2	6.7	6.9	3.5	4.9	8.4	9.6	9.1	8.0	7.3

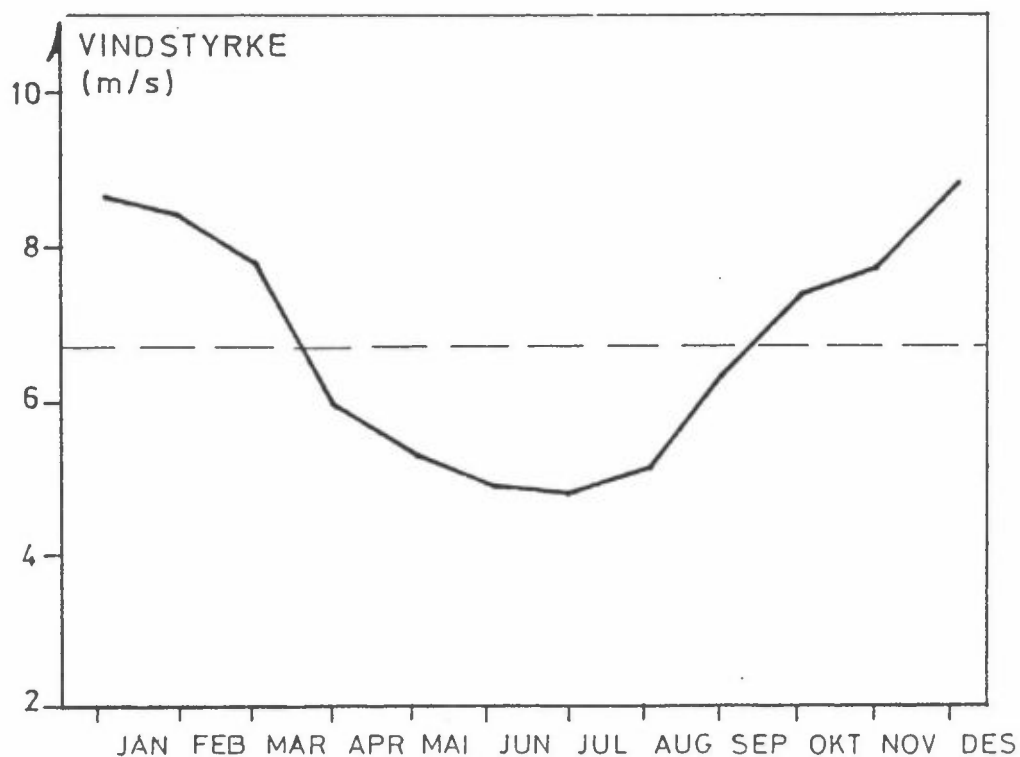
#### 4.3 VINDSTYRKE, 20 m OVER BAKKEN

Antar vi at det vertikale vindprofil kan beskrives ved

$$u(z) = u(z_0) (z/z_0)^p$$

der  $u$  er vindstyrken,  $z$  er høyden,  $z_0$  er en referansehøyde og  $p$  er vindprofil-eksponenten, kan vi beregne vindstyrken i 20 m høyde fra den estimerte vindstyrken i 10 m høyde. Vindprofileksponenten  $p$  vil være en funksjon av bakkens ruhet og av atmosfærens stabilitet. Som en følge av dette vil  $p$  variere med vindretningen fordi topografien er ulik i de forskjellige retningene fra referansepunktet. Med en vindprofileksponent på 0.2 vil vindstyrken i 20 m høyde være 6.7 m/s når vindstyrken i 10 m høyde er 5.8 m/s. Vi har ikke gjort forsøk på å fastlegge vindprofileksponenten i detalj. Den vil antagelig være lavest for vindretningen Vest til Nord, og høyest for Sørøstlig vindretning.

Figur 6 viser estimert middelvind i 20 m høyde for Vallersund under antagelse av at vindprofileksponenten for området i gjennomsnitt er 0.2.



Figur 6: Estimert midlere vindstyrke i 20 m høyde, Vallersund. Stiplet linje viser årsmiddelverdi

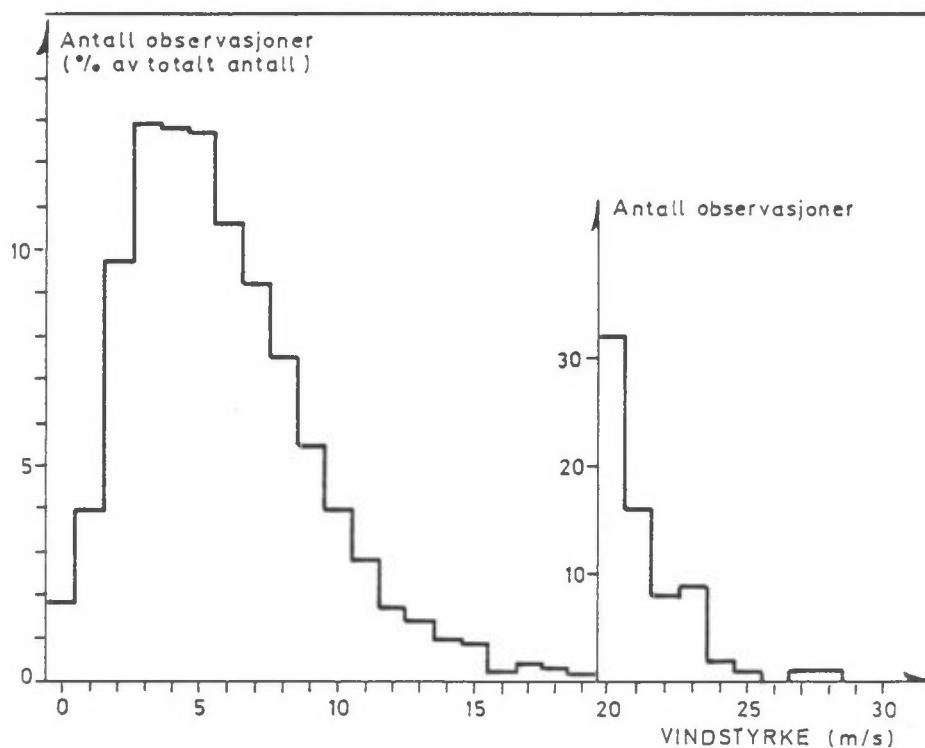
#### 4.4 MAKSIMALE VINDSTYRKER

I perioden 1961-75 er det registrert vindstyrker  $> 32.6$  m/s (orkan) på samtlige av de MI-stasjoner som er med på fig. 1, i hvertfall som maksimal vindstyrke mellom de faste observasjonene (Andresen, 1979).

Fra figur 4b (middelvindstyrke som funksjon av retning) er det sannsynlig at regionalt kommer den sterkeste vinden fra retningene 240 og 270 grader. Bedømt fra topografiske forhold bør dette forventes også for Vallersundområdet.

Ørland er den av MI-stasjonene som ligger nærmest Vallersund og er antagelig mest representativ. Vindstyrken i sektorene 240 og 270 grader er antagelig høyere i gjennomsnitt på Vallersund enn på Ørland. Maksimal vindstyrke på Vallersund kan derfor ventes å være litt høyere enn maksimal vindstyrke på Ørland.

Figur 7 viser vindstyrkefordeling på Ørland for perioden 1961-1980. Figuren bygger på observasjoner kl. 00, 06, 12 og 18 GMT. (Andresen, 1983).



Figur 7: Fordeling av vindstyrke på Ørland for perioden 1961-80, observasjoner kl. 00, 06, 12 og 18 GMT. Totalt antall observasjoner i 20-årsperioden er litt over 28000.

Av figuren ser vi at den høyeste vindstyrken observert på de faste observasjonstidene var 28 m/s. Maksimal vindstyrke mellom de faste observasjonene har imidlertid vært mer enn 32.6 m/s (grensen for orkan).

For beregning av 50 års- og 100 årsvind, (den høyeste vindstyrke i perioden på h.h.v. 50 og 100 år), benyttes formelen for Weibull-fordelingen, gitt ved tetthetsfunksjonen

$$f(x;a,b)=b/x(x/a)^b \exp(-(x/a)^b);x>0$$

og kumulativ fordelingsfunksjon  $F(x;a,b)=1-\exp(-(x/a)^b);x>0$  hvor  $a$  er en skaleringsparameter og  $b$  er en parameter for formen på fordelingen. Weibull-parametere som gir den beste tilpasning til fordelingen i figur 7 etter minste kvadraters metode er  $a=6.3$  og  $b=1.88$  for vindstyrker  $>1\text{m/s}$ . Weibull-fordelingen avviker imidlertid forholdsvis mye fra den observerte fordelingen ved høye vindstyrker. For vindstyrker  $>17\text{m/s}$ , gir parameterene  $a=6.57$  og  $b=1.64$  den beste tilpasning til den observerte fordeling.

Maksimal vind i en periode kan da finnes ved å sette

$$F(v_m;a,b)=1/N \quad v_m = a(-\ln(1/N))^{1/b}$$

hvor  $N$  er antall observasjoner i perioden. Dette gir

20-års vind: 27.2 m/s (observert : 28 m/s)  
 50-års vind: 28.6 m/s  
 100-års vind: 29.7 m/s

med de verdier for  $a$  og  $b$  som er gitt ovenfor.

Disse verdiene er basert på en fordeling med observert maksimal vindstyrke på 28 m/s. Mellom de faste observasjonstidene har vindstyrken vært mer enn 32.6 m/s. Maksimal vindstyrke for Vallersund vil antagelig ligge høyere enn for Ørlandet. Maksimale vindstyrker for Vallersund (høyde 20m) kan derfor anslås til:



50-års vind: 36 m/s  
100-års vind: 37 m/s

som 10 min. middelvind. Midlet over noen sekunder vil vindstyrken være enda høyere, antagelig i området 50-60 m/s. Usikkerheten i estimatene ligger først og fremst i opplysningen om maksimal vind i 20-årsperioden, gitt som en verdi større enn 32.6 m/s.

## 5 REFERANSER

- Andresen, L., 1979: Climatological summaries for Norway. Monthly and annual frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Western Norway and Trøndelag for the period 1961-75. Oslo, Det Norske Meteorologiske Institutt.
- Andresen, L., 1983: Vindhastighet og energifordelinger pr. år i tidsrommet 1961-80 for noen utvalgte værstasjoner langs Norskekysten. Oppdrag Klima 10/83. Oslo, Det Norske Meteorologiske institutt.

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. 32/85	ISBN-82-7247-594-4	
DATO Juni 1985	ANSV. SIGN. <i>Alv. Lauf</i>	ANT. SIDER 16	PRIS kr. 20.00
TITTEL Estimerte vindforhold i Vallersund, Sør-Trøndelag		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8430	
FORFATTER(E) Dag A. Tønnesen		TILGJENGELIGHET* <b>A</b>	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Energidirektoratet Postboks 5091, Majorstua 0301 OSLO 3			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Vindenergi   Vind			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Fordeling av vindretning og vindstyrke i Vallersund-området er estimert på grunnlag av klimatiske data fra Ørland, Sula, Buholmråsa og Nordøyen.			

TITLE Estimate of wind conditions, Vallersund, Sør-Trøndelag
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Distribution of wind speed and wind direction in the area around Vallersund has been estimated, based on climatic data from Ørland, Sula, Buholmråsa and Nordøyen.

\*Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU                   A  
                  Må bestilles gjennom oppdragsgiver               B  
                  Kan ikke utleveres                                       C