

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

LUSTRAFJORDEN - SKJØNN
GENERERING AV TIDSSERIE FOR VIND

PER ØYVIND NORDLI
RAPPORT NR. 20/91



DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3

TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

20/91 KLIMA

DATO

21.03.1991

TITTEL

LUSTRAFJORDEN - SKJØNN
Generering av tidsserie for vind

UTARBEIDD AV

Per Øyvind Nordli

OPPDRAGSGJEVAR

Indre Sogn heradsrett

SAMANDRAG

Tidsseriar for vind ved Ornes og Luster badeplass er framstilt grafisk gjennom sesongen november-april, frå vinteren 1987/88 på grunnlag av observasjonar, frå 1957/58 til 1986/87 generert ved hjelp av det storstilte vindfeltet og data frå nærliggjande verstasjonar. Vind inn- eller ut fjorden er illustrert grafisk ved hjelp av stolpediagram. For sterk vind var det i regelen godt samsvar mellom observerte og genererte data.

UNDERSKRIFT

.....
Per Øyvind Nordli

Per Øyvind Nordli
SAKSHANDSAMAR

.....
Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

I N N H A L D

FØREORD	2
1. MÅLSETJING, SAMANDRAG OG KONKLUSJON	4
1.1 Målsetjing	4
1.2 Samandrag	4
1.3 Konklusjon	6
2. GRUNNLAGET FOR GRANSKINGA	7
2.1 Data	7
2.2 Metodar	7
2.2.1 Inn- og utstrøyming langs fjorden	7
2.2.2 Generering av vindfart	8
3. RETNING PÅ LUFTSTRAUMEN I FJORDEN	9
3.1 Ved Ornes	9
3.2 Ved Luster badeplass (Hengjestegmyrane)	14
4. ETABLERING AV REGRESJONSLIKNINGAR	16
4.1 Aktuelle prediktorar for regresjonslikningane	16
4.2 Regresjonslikningar for 5500 Luster - Ornes	18
4.3 Regresjonslikningar for 5534 Luster - badeplass	21
4.4 Regresjonslikningar for 5537 Gaupne	23
4.5 Jamføringar av vindfart i ulike delar av fjorden	26
5. GENERERING AV TIDSSERIE AV VIND FOR TO STASJONAR I LUSTER	29
5.1 Presentasjon av tidsseriene	29
5.2 Verifikasjon av resultat	30
6 FORKLARING TIL FIGURANE	35
6.1 Figurar for 5500 Luster - Ornes og 5534 Luster badeplass	35
6.2 Figurar for 5537 Gaupne og 5500 Marifjøra - Garden	69
7 LITTERATUR	76

FØREORD.

Den 20. september 1990 hadde eg eit møte med dei isakkunnige Carl A. Boe og Syver Roen. Dei kom da med ynskjemål om vinddata frå Lustrafjorden til bruk ved vurderinga av islegginga. Slike data finst lett tilgjengeleg etter 1987 da det vart sett opp automatiske stasjonar langs fjorden. Men ingen av dei eldre meteorologiske stasjonane til Det norske meteorologiske instituttet, DNMI, ligg slik til at dei kan reknast for representative for nokon del av Lustrafjorden.

Spesiell interesse hadde dei tre automatiske stasjonane 5500 Luster - Ornes, 5534 Luster badeplass og 5537 Gaupne sidan dei representerer kvar sin del av det aktuelle området for islegging. Difor galdt det å lengje tidsseriane av vind nett for desse stadene, dvs. generere vinddata bakover i tida. Oppgåva kunne avgrensast til den tida på året isen kan liggje på fjorden. I praksis har eg da teke med sesongen november - april.

Å generere tidsseriar av vind i eit området som indre Sogn er på ingen måte noka einfelt oppgåve i eit lende med ekstreme høgdskilnader over korte avstandar. Så langt eg kjenner til finst det heller ikkje tidlegare arbeid som ein kunne stø seg til. Det første norske, litterære bidraget gjev heller ikkje uttrykk for vidare optimisme, (Dass, 1739).

Man haver jo vel udi Skrifterne Læst,
 At Gud den Almægtige lader den Blæst
 Udkomme fra lønlige Stæder;
 Mand Vindenes Susen for Øren vel har,
 Men hvorfra den kommer, og hvorhend den far,
 Det veed hverken Poul eller Peder.

I utgangspunktet kunne ein ikkje vera trygg på at oppdraget i det heile ville lukkast og det viste seg da også at eg støytte på store vanskar under vegg. Da er det alltid eit spørsmål kor langt ein skal gå på leitning etter nye metodar og nytt datatilfang. Når eg nå har valt å avslutte arbeidet, var det fordi eg vurderte det slik at sjansen for å betre resultatet ved vidare arbeid syntest små i høve til den ekstra kostnad det ville vera å halde fram. Truleg har eg kome nær det som er mogleg å få ut av det ordinære observasjonsmaterialet på stor og liten skala.

Det lukkast meg å generere vinddata frå Ornes og Luster bade- plass, men for Gaupne kom eg diverre ikkje fram til brukande resultat. For Gaupne inneheld difor rapporten berre observerte data frå dei siste 6 vintrane.

Den genererte vinden for Ornes og badeplassen kunne kontrollerast mot observasjonar frå og med vinteren 1987/88. Generelt var samsvaret bra, vind-kurvane auka og minka stort sett i takt gjennom vintrane og tyktest å ha eit felles "mønster".

Rekna i absolutt mål er uvissa i den genererte dataserien størst når vinden er sterkast, men relativt uvisse er da minst. Uvissa i den genererte serien kan estimerast ved å sjå på diagramma, om lag 1 m/s for den svakaste vinden, kanskje 2-3 m/s for den sterkaste.

Det har vore eit mødesamt arbeid som eg sidan 20. september har prøvd å innpasse i ei frå før av stram tidsplan. Eg nyttar difor høvet til å takke fagsjef Bjørn Aune som har gjeve løyve til omdisponeringar i arbeidsplanen og såleis gjort oppdraget mogleg.

Eg nyttar dessutan høvet til å takke desse forakarane ved DNMI for ekstra god hjelp under arbeidet:

- Magnar Reistad ved Vervarslinga for Vestlandet som har laga eit program for å hente naudsynte data om det storstilte vindfeltet (geostrofvind) frå eit større datalager og Helle Tønnesen ved klimaavdelinga for vidare tilrettelegging av data.
- Margareth Moe har ytt hjelp med å søkje i datatilfanget ved hjelp av ei database.
- Lars Andresen og Knut Harstveit har vore med på faglege diskusjonar og har kome med verdfulle forslag.

Oppdraget vart diskutert med medsakkunnig Yngvar Gjessing utan at han kunne ta del i arbeidet på grunn av ei lengre utanlandsreise. Difor står resultatet her for mi rekning åleine.

20. mars 1991

Per Øyvind Nordli

1. MALSETJING, SAMANDRAG OG KONKLUSJON.

1.1 Målsetjing.

Målet er å gje dei issakkunnige best mogleg vinddata frå tre stader ved Lustrafjorden der det i dag finst meteorologiske stasjonar, sjå skissa på figur 1.1. Det er:

Tabell 1.1 Aktuelle tidsseriar.

Nr.	Namn	Høgd o.m.	Startår
5500	Luster - Ornes	10,0 m	1987
5537	Gaupne	3,2 m	1984
5534	Luster badeplass	10,0 m	1987

Når det gjeld vindfarten vil vi gje data i m/s for den meteorologiske standardhøgda 10 m. Når det gjeld vindretninga avgrensar vi datamengda i det vi nøyer oss med ei inndeling i to sektorar valt ut etter fjordretninga, inn fjorden eller ut fjorden.

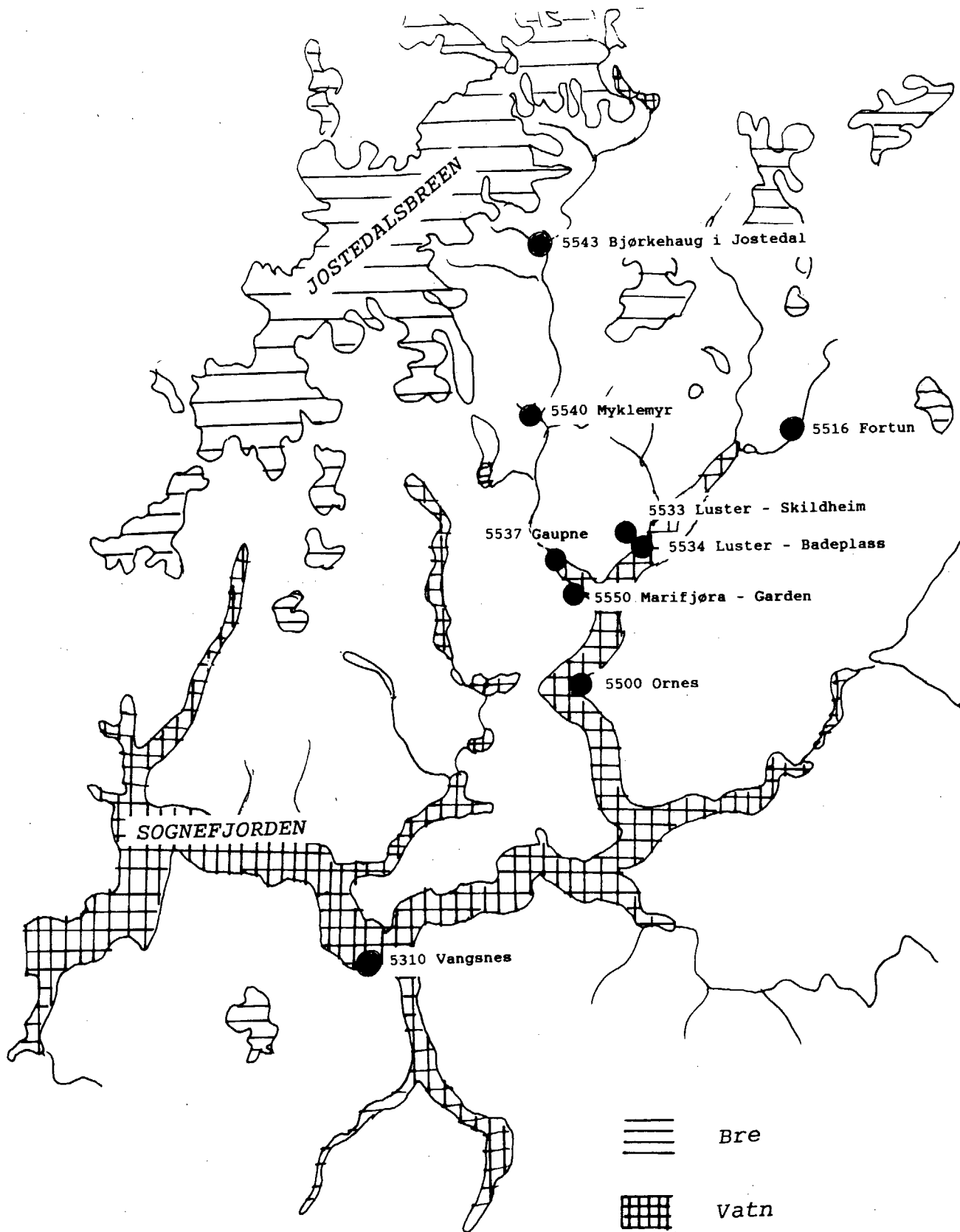
For den tida vi har målingar på stasjonane, kan observasjonane brukast direkte i tidsserien. I tida før målingane vart sette i gang, må seriane genererast ved hjelp av andre meteorologiske data. Om avgrensinga attende i tid, sjå 2.1.

1.2 Samandrag

Resultat ligg nå føre for stasjonane 5500 Luster - Ornes og 5534 Luster badeplass. Heile tidsserien er framstilt grafisk attende til vinteren 1957/58, i alt 34 vintrar. I perioden frå 1957/58 til 1979/80 er tidsserien basert på regresjonsanalyse med geostrofvind og verstasjonar som prediktorar. Frå og med vinteren 1980/81 kom automatstasjonen 5550 Marifjøra - Garden i drift. For Ornes vart kvaliteten på tidsserien betra ved å bruke data frå automatstasjonen. Endeleg kunne vi frå og med 1987/88 bruke observasjonane direkte slik tabell 1.1 viser.

Å generere ein tidsserie for stasjonen 5537 Gaupne attende til vinteren 1957/58 måtte oppgjevast da ingen brukande metode vart funnen. Tidsserien for Gaupne startar difor først med vinteren 1984/85 da stasjonen fekk vindmølar. Som eit korrektiv til Gaupne for den ytate delen av Gaupnefjorden, er vinden på stasjonen 5550 Marifjøra - Garden gjeven i same diagrammet.

Inn- eller utstrøyming av luft langsetter fjordane er også markert på diagramma. For Lustrafjorden er dette gjort ved Ornes og for Gaupnefjorden ved Gaupne. I dei periodane vinden er generert er også uvissa i resultatata markert på diagramma.



Figur 1.1 Skisse over Lustrafjorden og områda omkring. Meteorologiske stasjonar i området er markerte.

1.3 Konklusjon.

Det viste seg svært nyttig å dele inn materialet i sektorar av geostrofvind og dessutan ta omsyn til vindretninga på kysten som eit uttrykk for stabiliteten i vestavindbeltet. I visse sektorar av geostrofvind vart han også nytta som prediktor i regresjonslikningar. Men han var i regelen mindre signifikant enn vinden på ein av verstasjonane.

Beste prediktorar var oftast vinden på verstasjonane 5310 Vangnes når det galdt tidsserien for Ornes og 5516 Fortun når det galdt tidsserien for Luster badeplass. Dessutan vart lokale temperaturdifferensar og trykkdifferensar også nytta i somme sektorar av geostrofvind utan at dei åleine kunne forklare meir enn om lag 1/4 av variansen i vinden.

Den multiple korrelasjonskoeffisienten (eit mål for kor god regresjonen er) varierte frå 0,42 til 0,79 i tidsserien for Ornes og frå 0,52 til 0,83 i tidsserien for badeplassen. Etter at Garden kom til frå 1980 låg koeffisientane for Ornes i intervallet 0,47 til 0,80.

Som ein test på resultatet vart også tidsserie generert ved regresjon i dei tre siste vintrane slik at observerte og genererte data kunne jamførast. Generelt var samsvaret bra, kurvene auka og minka stort sett i takt gjennom vintrane og tyktest å ha eit felles "mønster".

Rekna i absolutt mål er uvisse i den genererte dataserien størst når vinden er sterkast, men relativt uvisse er da minst. Uvisse i den genererte serien kan estimerast ved å sjå på diagramma, om lag 1 m/s for den svakaste vinden, kanskje 2-3 m/s for den sterkaste.

Stort sett er det slik at den sterkaste vinden kjem i sektorar av geostrofvind der regresjonen er best. Dette er ein viktig årsak til at resultatet blir såpass bra enda om det mellom regresjonslikningane finst tilfelle som forklarar berre 20 % av variansen i vinden.

For den sterkaste vinden er det svært få tilfelle av at regresjonane i vesentleg monn overvurderer vinden. Derimot ser vi nokre eksempel på sterk undervurdering. Ved bruk av den genererte tidsserien kan ein såleis vera viss på at eventuell sterk vind vist i diagramma er reell, men det er ikkje alltid at diagramma viser all sterk vind.

2. GRUNNLAGET FOR GRANSKINGA.

2.1 Data.

Vi har valt å bruke meteorologiske data frå DNMI's ordinære stasjonsnett. Desse data ligg lagra på magnetisk medium frå og med 1957 og er frå da av lett tilgjengelege. Ynskjemåla frå dei issakkunnige gjekk nokre få år lenger attende i tida. Diverre kan vi ikkje oppfylle desse ynskjemåla da tilbakepunching ville krevja resursar som DNMI's klimaavdeling for tida ikkje har. Datasettet inneheld tre daglege observasjonar, kl 07, 13 og 19.

DNMI's stasjonsdata i det særskilte lendet i Sogn er sterk influert av lokale effektar nær stasjonane. For å kunne dra nytte av det storstilte vindfeltet, lite påverka av lokalt eller regionalt terreng, tok vi også i bruk såkalla geostrofisk vind henta frå datasettet HINDCAST. Det inneheld geostrofvind kvar sjette time, kl 01, 07, 13 og 19 og er kome i stand ved at verkart vart objektivt analyserte og trykkverdiar genererte i eit nett med avstand 150 km mellom punkta. I praksis vart ikkje geostrofvind kl. 01 nytta, da vinden på det tidspunktet ikkje blir observert på verstasjonane ved fjorden.

2.2 Metodar.

2.2.1 Inn- og utstrøyming langs fjorden. For kvar av dei tre tidsseriene vi genererte, laga vi ein eigen synoptisk datafil. Det vil seia at vi køyrde saman data frå eit utval av meteorologiske stasjonar og la dei på ein slik måte at observasjonar frå same tidspunktet lett kunne jamførast. På grunn av dei store datamengdene, fann vi det likevel naudsynt å leite etter samanhengar ved hjelp av ei relasjonsdatabase.

Vår første arbeidshypotese var at retninga på det storstilte vindfeltet (geostrofvinden) er avgjerande for om lufta skal strøyme inn eller ut av fjorden. I så fall ville ein ved å bruke daglege verdiar av geostrofvind-feltet kunne estimere inn- eller utstrøyming ved Ornes. Dette viste seg i liten grad å vera tilfelle og det var naudsynt å bruke andre fysiske ver-parametrar i tillegg. Her var bruken av databasen til stor hjelp.

Ved hjelp av oppdeling av materialet etter relevante fysiske storleikar, kunne ein etter kvart redusere uvissa i estimatet. Kor godt vi har lukkast, er vist i kapittel 3 der vi gjer greie for den praktiske bruken av metoden.

2.2.2. Generering av vindfart. Som metode er valt lineær regresjonsanalyse. Metoden går ut på å finne den best moglege tilpassinga mellom ein "avhengig variabel" og ein eller fleire "prediktorar". Den avhengige variable er i dette tilfelle vinden på ein av dei tre automatstasjonane. Prediktorane er utvalde meteorologiske parametrar som t. d. geostrofvind eller t. d. vind, temperatur og trykk målt på verstasjonar.

Når samanhengen (regresjonen) fyrst er etablert gjennom ein sams dataperiode for den avhengige variable og prediktorane, kan den avhengige variable genererast så langt attende i tid som prediktorane har data. I dette tilfelle har vi altså prediktorar attende til 1957. I dei genererte data vil det alltid liggje ei uvissa. Den multiple regresjonskoeffisienten er eit mål for kor stor denne uvissa er.

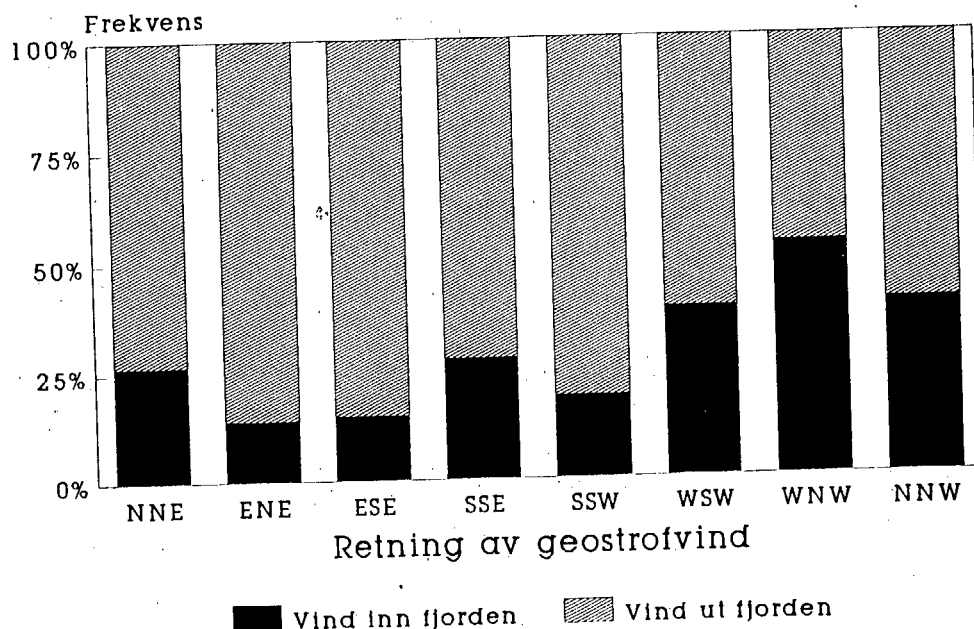
For å redusere uvissa så langt som råd, viste det seg naudsynt å dele opp datamengda slik det vart gjort for vindretninga under pkt. 2.2.1. I kapittel 4 er dette gjennomført.

3. RETNING PÅ LUFTSTRAUMEN I FJORDEN.

3.1 Ved Ornes.

Staden ligg i utkanten av det aktuelle området for denne rapporten, figur 1.1. Dette er den mest representative vindstasjon vi har når det gjeld inn- eller utstrøyming av hovudfjorden. Plasseringa er ytst ute på Orneset der fjorden endrar retning frå NE-SW innafor neset til NW-SE utafor. Etter kartet er det rimeleg å rekne all vind med ein nordleg komponent for utstrøyming og vind med ein sørleg komponent for innstrøyming.

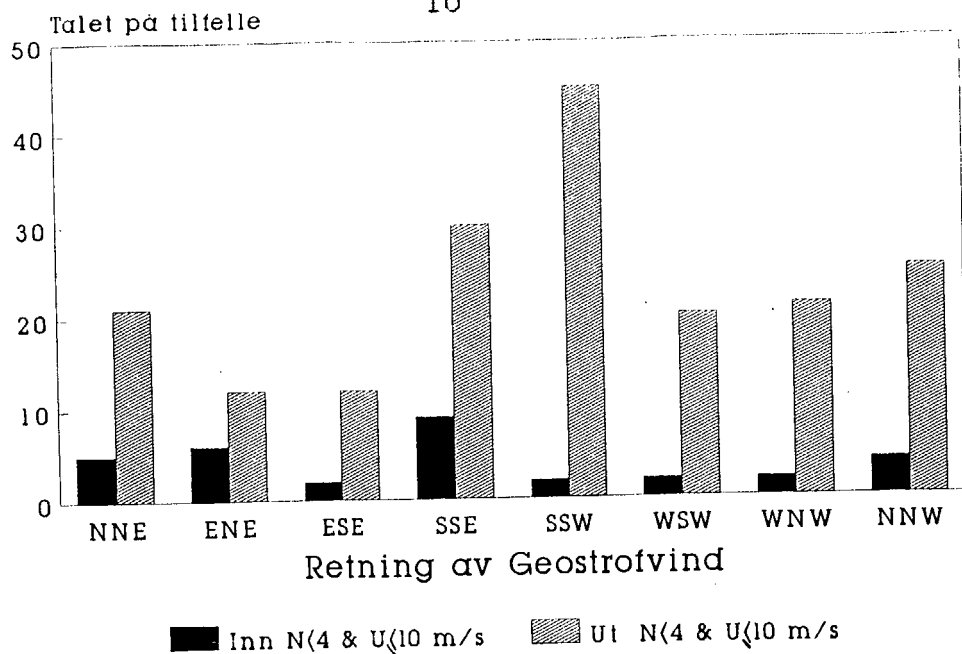
Figur 3.1 viser frekvensen av inn- og utstrøyming i kvar sektor av geostrofvind i dei tre vinterseongane 1987/88 til 1989/90. Det er utstrøyminga som er mest vanleg i alle sektorar med unntak av WNW. Samla over alle sektorane var det utstrøyming i 67 % av tilfella.



Figur 3.1 Frekvens av inn- eller utstrøyming av luft langs fjorden ved Ornes fordelt på retningar av geostrofvind.

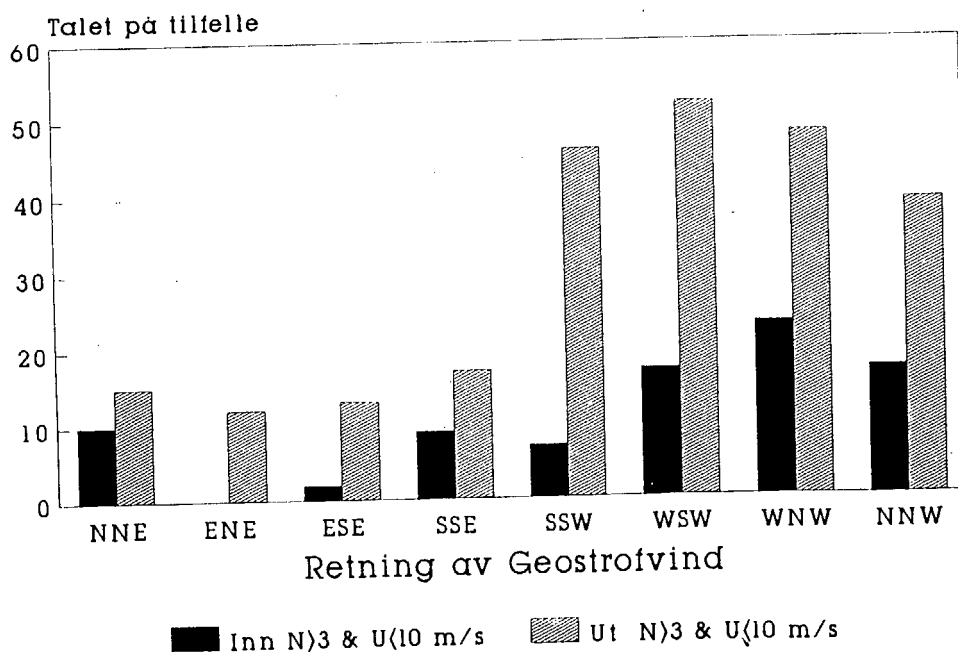
Ved austavinds geostroffelt er det utstrøyming i dei aller fleste tilfelle. I sektoren WSW - N derimot er innstrøyming om lag like vanleg som utstrøyming og figuren er ubrukande til å estimere vindretninga i denne sektoren.

Sidan det berre er snakk om vintertilhøve, antar vi at drenasjevinden spelar ei vesentleg rolle for vindretninga og at dette er grunnen den sterke representasjonen av vind ut fjorden sjølv i vestavinds-situasjonar. Særleg må ein vente at drenasjevinden vil vera viktig i klårt og stilt ver.



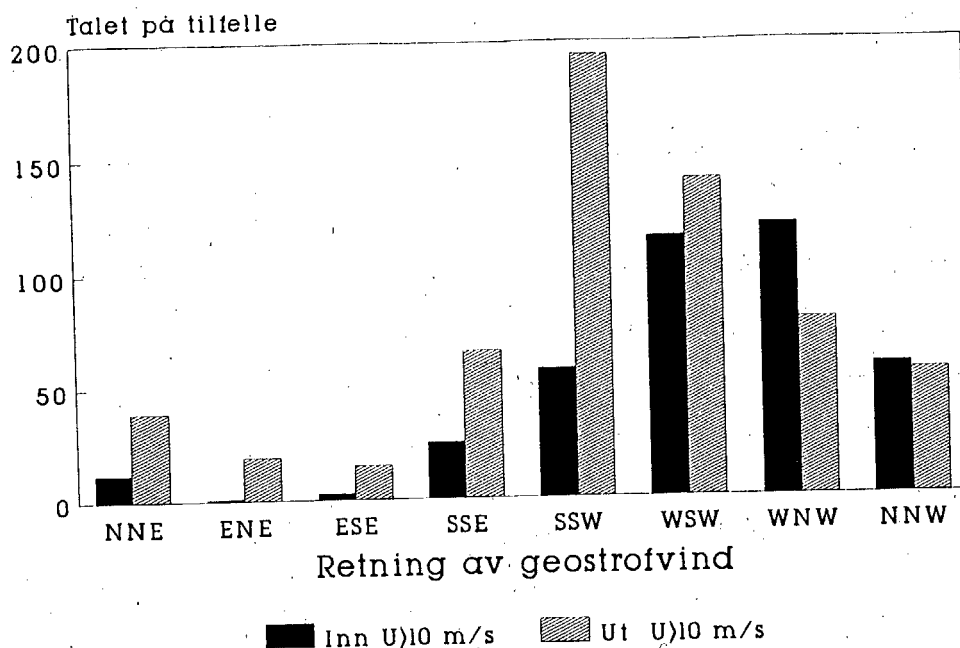
Figur 3.2 Tilfelle av inn- eller utstrøyming av luft langs fjorden ved Ornes for svak geostrofvind, U, og lite skydekke, N.

På figur 3.2 har vi berre teke med tilfelle der geostrofvinden ≤ 10 m/s og skydekket ≤ 3 åttedelar. Da viser figuren at utstrøyminga dominerer sterkt i alle sektorar av geostrofvind. Når vi på figur 3.3 ser på situasjonane med skydekke > 3 , men held på kravet til geostrofvinden (≤ 10 m/s), ser vi framleis at utstrøyminga dominerer i alle sektorar om enn i mindre grad enn for klårver.



Figur 3.3 Tilfelle av inn- eller utstrøyming av luft langs fjorden ved Ornes for svak geostrofvind, U, og stort skydekke, N.

Ved sterkt geostrofvindfelt (> 10 m/s) dominerer utstrøyminga enno i sektoren SSW, figur 3.4. Det kan forklarast ved vridning av vindretninga på grunn av friksjonen med terrenget. Oppsiktsvekkjande er det at i sektoren omkring vest, er det like ofte utstrøyming som innstrøyming ved Ornes.

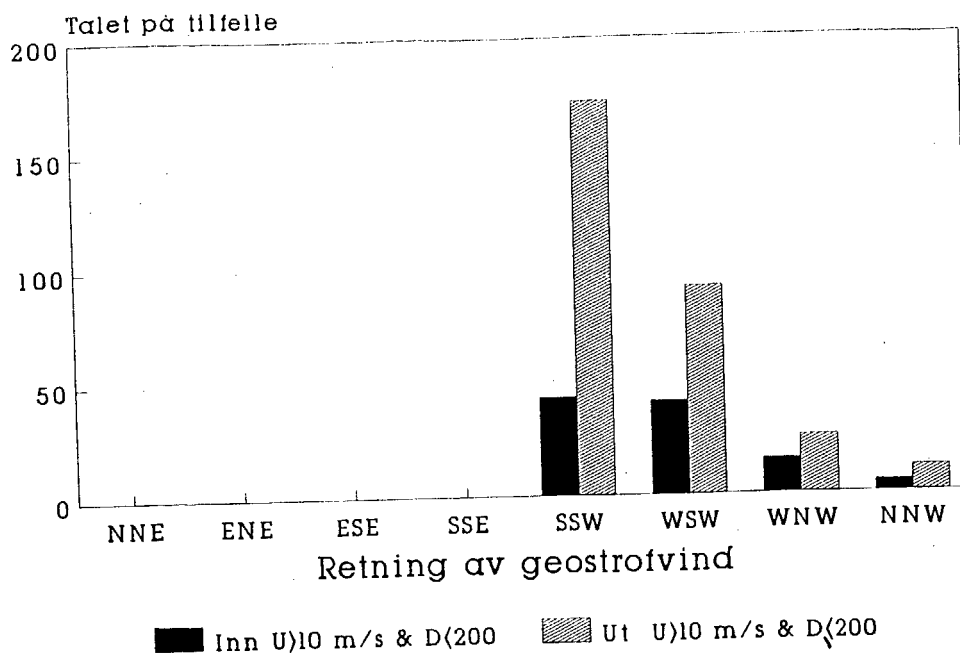


Figur 3.4 Tilfelle av inn- eller utstrøyming av luft langs fjorden ved Ornes for sterk geostrofvind, U.

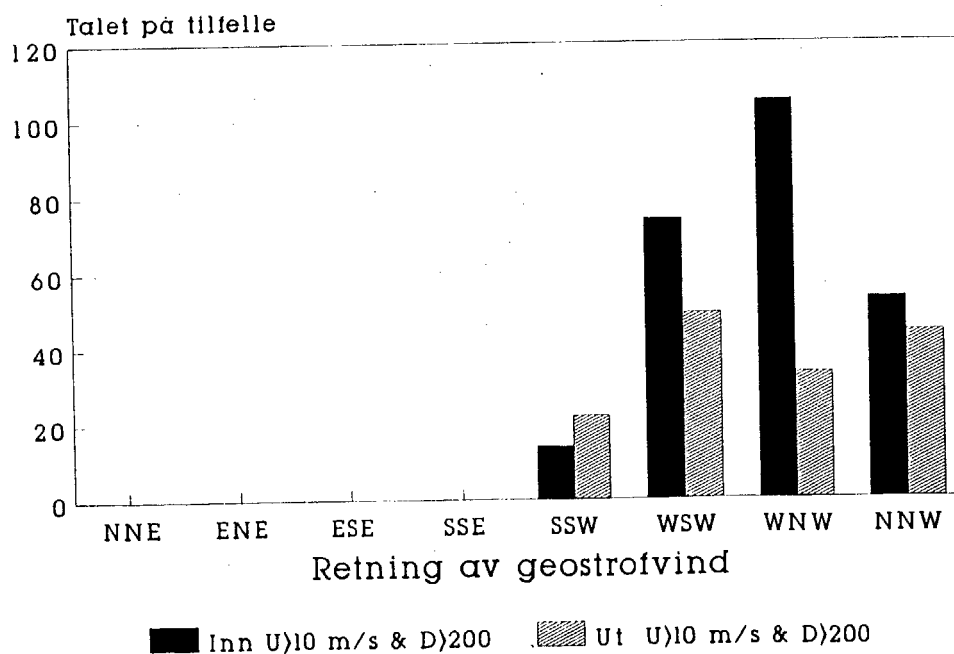
Dersom den lufta som strøymar mot Vestlandet er stabil, vil ikkje luftstraumen gå rett over fjella, men blir bøygd av mot nord slik at det blir sønnvind på kysten. Er derimot lagdelinga i luftstraumen nøytral, kan lufta lettare passere fjella og fjordane kan verke som føringar for straumen. Det kan difor vera fruktbart å dele inn materialet i desse to kategoriane ved hjelp av vindretninga på ein kyststasjon, og vi har valt å bruke stasjonen 5253 Hellisøy fyr på øya Fedje.

Det har ikkje vore mogleg innafor ramma for denne rapporten å gå inn å sjå på radiosonde-opptigningar innafor dei to kategoriane. I røynda vil det ikkje vera så enkelt at i den eine kategorien er lufta stabil i alle nivå og i den andre nøytral i alle nivå. Stabiliteten i lufta vil utan tvil også variere innafor kvar av dei to kategoriane. For å gjera språkbruken lettare framover i rapporten vil vi likevel referere til "det stabile tilfelle" og det "nøytrale tilfelle".

Etter noko arbeid på databasen fann vi at optimal grense mellom kategoriane syntest å vera omkring 200° på Hellisøy for geostrofvind i sektoren $180^\circ - 315^\circ$ og vi fann det dessutan naudsynt å avgrense materialet til situasjonar med sterkare geostrofvind enn 10 m/s. Resultatet er vist på figur 3.5 for det stabile tilfellet og på figur 3.6 for det nøytrale tilfellet.



Figur 3.5 Tilfelle av inn- eller utstrøyming av luft langs-
setter fjorden ved Ornes i sterk, vestleg geostrofvind, U, og sørleg kystvind, D.



Figur 3.6 Tilfelle av inn- eller utstrøyming av luft langs-
setter fjorden ved Ornes i sterk, vestleg geostrofvind, U, og vestleg kystvind, D.

Jamføring mellom dei to figurane viser at vi har fått resultat som estimerer retninga av luftstraumen i fjorden mykje betre enn i eit usortert materiale. Utstrøyminga dominerer i det stabile tilfellet medan innstrøyminga dominerer i det nøytrale tilfellet.

For stabil lagdeling fann vi til dels uventa resultat. I sektoren omkring WSW av geostrofvind (geostrof- vind retta innover parallelt med fjorden), er det sterk overvekt av nordleg vind på Orneset, altså utstrøyming av luft, dvs. luftstraumen er retta mot geostrof vinden.

Resultata er samla i tabell 3.1

Tabell 3.1 Frekvens av utstrøyming ved Ornes rekna i % for ulike retningar av geostrof vind.

For geostrof vind ≤ 10 m/s er frekvensen også utrekna for to klasser av skydekke. For geostrof vind > 10 m/s i sektorar med ein vestleg komponent av geostrof vind, er frekvensen utrekna for to klasser av vindretning på Hellisøy fyr.

Geostrof vind (grader) (m/s)		Alle N & D	Skydekke (åttedelar)		Hellisøy D (grader)	
D	U		≤ 3	> 3	≤ 200	> 200
0 - 45	≤ 10 > 10	76	81	60		
46 - 90	≤ 10 > 10	95	67	100		
91 - 135	≤ 10 > 10	83	86	87		
136 - 180	≤ 10 > 10	72	77	65		
181 - 225	≤ 10 > 10		96	87	80	61
226 - 270	≤ 10 > 10		91	75	69	40
271 - 315	≤ 10 > 10		91	68	62	24
315 - 360	≤ 10 > 10		86	70	69	45

Av tabell 3.1 og figurane 3.2 til 3.6 ser vi at det beste estimatet for inn- eller utstrøyming kan gjevast for svak geostrofvind og lite skydekke. Dårlegaste estimat er i sektoren WNW under nøytral lagdeling og geostrofvind > 10 m/s. Inn under denne kategorien høyrer diverre ei stor gruppe observasjonar.

3.2 Ved Luster badeplass (Hengjesteegmyrane).

Etter fjordretninga representerer vind inn fjorden alle vindretningar i sektoren 103° - 282° og vind ut fjorden den resterande sektoren 283° - 102°. Observasjonane vart oppdelte i klassar av geostrofvind, skydekke og kystvind (stabilitet i vestavinden). Frekvensen av utstrøyming i % er vist i tabell 3.2.

Tabell 3.2 Frekvens av utstrøyming ved Luster badeplass rekna i % for ulike retningar av geostrofvind.

For geostrofvind ≤ 10 m/s er frekvensen også utrekna for to klasser av skydekke. For geostrofvind > 10 m/s i sektorar med ein vestleg komponent av geostrofvind, er frekvensen utrekna for to klasser av vindretning på Hellisøy fyr.

Geostrofvind (grader) (m/s)		Alle N & D	Skydekke (Åttedelar)		Hellisøy D (grader)	
D	U		≤ 3	> 3	≤200	>200
0 - 45	≤ 10 > 10	58	63	79		
46 - 90	≤ 10 > 10	81	55	100		
91 - 135	≤ 10 > 10	61	64	78		
136 - 180	≤ 10 > 10	75	68	74		
181 - 225	≤ 10 > 10		78	100	72	59
226 - 270	≤ 10 > 10		65	72	77	56
271 - 315	≤ 10 > 10		67	72	63	43
315 - 360	≤ 10 > 10		71	66	73	49

Frekvensane for badeplassen skil seg frå frekvensane for Ornes ved svak vind og lite skyer. I motsetnad til 5500 Luster - Ornes som står ute på eit nes, står 5534 Luster badeplass nær inn til dalsida. I klårver vil difor stasjonen vera utsett for lokal drenasjevind ned dalsidene på tvers av fjordretninga. Terrengføringane kan da vera slik at vinden lokalt har ein komponent inn fjorden, medan hovudstraumen midtfjorda går ut fjorden. I den genererte tidsserien for badeplassen har vi gjeve vindfart, men av desse grunnane sløyfa estimatet av vindretning, kapittel 6. Vind-observasjonane ved badeplassen viser seg elles å vera mykje svakare enn ved Ornes, kapittel 4. Vinden ved badeplassen er også drøfta av Hammer (1986).

4. ETABLERING AV REGRESJONSLIKNINGAR.

4.1 Aktuelle prediktorar for regresjonslikningane.

For at metoden med lineær regresjon skal kunne nyttast, må det vera ein viss samvariasjon mellom vinden på dei tre automatstasjonane og prediktorane som i dette tilfelle kan vera det geostrofiske vindfeltet eller manuelle stasjonar med måleseri- ar tilbake til 1957.

Når det gjeld val av prediktorar, har vi gjort fysiske vurderingar på førehand for å avgrense talet på regresjonslikningar. Likevel har vi for kvar automatstasjon prøvd med ei mengd kombinasjonar av prediktorar. Vi har henta prediktorar frå desse meteorologiske stasjonane:

5253 Hellisøy fyr.

Stasjonen ligg fritt eksponert mot vind på øya Fedje i Hordaland fylke litt sør for Sognefjorden. Vindfarten vart prøvd som ein prediktor, men utan særleg suksess. Dessutan vart temperaturen brukt i differensen, T_6 , mellom Hellisøy fyr og Fortun slik at vi fekk eit uttrykk for kaldluftsopphoppinga i fjordbassenget i høve til kysten utafor.

Vindretninga viste seg å vera svært viktig som ein indikator for stabiliteten i vestavindsfeltet, som allereie nemnt i kapittel 3.1

5310 Vangnes.

Sognefjorden endrar retning rundt Vangneset, aust-vest innafor neset og nord-sør utafor. Stasjonen ligg austafør neset om lag 50 m o.h. Vinden vart brukt som prediktor for automatstasjonane. Avstanden til den næraste automatstasjonen var om lag 40 km.

5413 Lærdal - Tønjum.

Stasjonen ligg om lag 8 km opp frå Lærdalsøyri. Ingen parameter frå stasjonen er brukt åleine, men det viste seg å vera verdfullt å bruke trykkdifferensen mellom Fortun og Lærdal da denne lokale trykkdifferensen er retta langs etter Lustrafjorden ved Ornes.

5516 Fortun.

Stasjonen ligg 5 km innafor botnen av Lustrafjorden og i ein avstand av 16 km til næraste automatstasjon, Luster badeplass. Vindretninga følgjer oftast dalretninga som er NNE-SSW. Vinden vart brukt som prediktor for automatstasjonane. Dessutan vart både trykket og temperaturen brukt i differansar med andre stasjonar, sjå under Hellisøy fyr og Lærdal.

Tabell 4.1 Prediktorar prøvd brukt på 5500 Luster - Ornes med tilhøyrande multiple regresjonskoeffisientar, r.

D = Vindretning F = Vindfart T = Temperatur P = Trykk
 g = geostrofvind f = Fortun v = Vangsnes o = Luster - Ornes
 h = Hellisøy l = Lørdal

Dg ∈ [001, 045] Dh ∈ [000, 360]		Dg ∈ [046, 090] Dh ∈ [000, 360]		Dg ∈ [091, 135] Dh ∈ [000, 360]		Dg ∈ [136, 180] Dh ∈ [000, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,36	Fg, Fv	0,47	Fg, Fv	0,55	Fg, Fv	0,40	Fg, Fv
0,50	Fg, Ff	0,67	Fg, Ff	0,72	Fg, Ff	0,41	Fg, Ff
0,50	Fg, T(h-f)	0,46	Fg, T(h-f)	0,51	Fg, T(h-f)	0,42	Fg, T(h-f)
0,50	Fg, T(v-f)	0,44	Fg, T(v-f)	0,49	Fg, T(v-f)	0,41	Fg, T(v-f)
0,45	Fv, Ff	0,62	Fv, Ff	0,75	Fv, Ff	0,32	Fv, Ff
0,37	Fg, P(f-1)	0,49	Fg, P(f-1)	0,66	Fg, P(f-1)	0,46	Fg, P(f-1)
0,34	Fh, P(f-1)	0,60	Fh, P(f-1)	0,73	Fh, P(f-1)	0,32	Fh, P(f-1)
0,27	Fv, P(f-1)	0,47	Fv, P(f-1)	0,64	Fv, P(f-1)	0,43	Fv, P(f-1)
0,47	Fh, Ff	0,67	Fh, Ff	0,75	Fh, Ff	0,08	Fh, Ff
0,34	Fh, Fv	0,59	Fh, Fv	0,72	Fh, Fv	0,33	Fh, Fv
0,41	Ff, P(f-1)	0,61	Ff, P(f-1)	0,79	Ff, P(f-1)	0,34	Ff, P(f-1)
Dg ∈ [181, 225] Dh ∈ [000, 200]		Dg ∈ [181, 225] Dh ∈ [201, 360]		Dg ∈ [226, 270] Dh ∈ [000, 200]		Dg ∈ [226, 270] Dh ∈ [201, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,39	Fg, Fv	0,28	Fg, Fv	0,33	Fg, Fv	0,75	Fg, Fv
0,38	Fg, Ff	0,59	Fg, Ff	0,54	Fg, Ff	0,66	Fg, Ff
0,42	Fg, T(h-f)	0,43	Fg, T(h-f)	0,49	Fg, T(h-f)	0,65	Fg, T(h-f)
0,39	Fg, T(v-f)	0,29	Fg, T(v-f)	0,36	Fg, T(v-f)	0,50	Fg, T(v-f)
0,32	Fv, Ff	0,61	Fv, Ff	0,51	Fv, Ff	0,77	Fv, Ff
0,40	Fg, P(f-1)	0,36	Fg, P(f-1)	0,29	Fg, P(f-1)	0,68	Fg, P(f-1)
0,30	Fh, P(f-1)	0,40	Fh, P(f-1)	0,26	Fh, P(f-1)	0,69	Fh, P(f-1)
0,36	Fv, P(f-1)	0,30	Fv, P(f-1)	0,23	Fv, P(f-1)	0,78	Fv, P(f-1)
0,28	Fh, Ff	0,59	Fh, Ff	0,51	Fh, Ff	0,69	Fh, Ff
0,30	Fh, Fv	0,40	Fh, Fv	0,32	Fh, Fv	0,77	Fh, Fv
0,37	Ff, P(f-1)	0,60	Ff, P(f-1)	0,45	Ff, P(f-1)	0,70	Ff, P(f-1)
Dg ∈ [271, 315] Dh ∈ [000, 200]		Dg ∈ [271, 315] Dh ∈ [201, 360]		Dg ∈ [316, 360] Dh ∈ [000, 200]		Dg ∈ [316, 360] Dh ∈ [201, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,66	Fg, Fv	0,63	Fg, Fv	0,40	Fg, Fv	0,31	Fg, Fv
0,52	Fg, Ff	0,62	Fg, Ff	0,41	Fg, Ff	0,29	Fg, Ff
0,49	Fg, T(h-f)	0,70	Fg, T(h-f)	0,41	Fg, T(h-f)	0,38	Fg, T(h-f)
0,47	Fg, T(v-f)	0,61	Fg, T(v-f)	0,40	Fg, T(v-f)	0,32	Fg, T(v-f)
0,68	Fv, Ff	0,72	Fv, Ff	0,23	Fv, Ff	0,34	Fv, Ff
0,40	Fg, P(f-1)	0,67	Fg, P(f-1)	Dg ∈ [316, 360] & Dh ∈ [000, 360]			
0,12	Fh, P(f-1)	0,62	Fh, P(f-1)				
0,57	Fv, P(f-1)	0,74	Fv, P(f-1)	0,46	Fg, P(f-1)	0,36	Fh, Ff
0,35	Fh, Ff	0,48	Fh, Ff	0,43	Fh, P(f-1)	0,41	Fh, Fv
0,58	Fh, Fv	0,71	Fh, Fv	0,48	Fv, P(f-1)	0,39	Ff, P(f-1)
0,36	Ff, P(f-1)	0,61	Ff, P(f-1)				

5543 Bjørkehaug i Jostedal og 5584 Fjærland - Skarestad.
Stasjonane vart prøvd brukt som prediktorar for vinden på Gaupne, men utan suksess.

4.2 Regresjonslikningar for 5500 Luster - Ornes.

Det datatilfanget som kunne nyttast for å få etablert regresjonslikningane skreiv seg frå dei tre vintrane 1987/88 til 1989/90. Vi valde å definere vinteren i tidsrommet november-april. For å få samsvar i tid med veretasjonane, vart tidspunkta for regresjonen avgrensa til kl. 07, 13 og 19. Dette utgjør optimalt 1632 observasjonar, men nokre få av dei gjekk bort på grunn av feilfunksjon på stasjonen Ornes.

Tabell 4.2 Dei beste regresjonslikningane for vindfart på Ornes, generert av eit materiale basert på vintrane (november-april) 1987/88 til 1989/90.

T₆ = temperaturdifferens Hellisøy fyr - Fortun, P₆ = Trykkdifferensen Fortun - Lardal, elles er symbolbruken som i tabell 4.1.

Vindretn. geostrof	Vindr. Hel.øy	r mult.	Beste regresjonslikning
1 - 45	alle	0,50	0,06 Fg + 0,71 Ff + 1,29
46 - 90	alle	0,67	0,11 Fg + 1,15 Ff + 0,56
91 - 135	alle	0,79	0,88 Ff + 1,90 P ₆ + 1,27
136 - 180	alle	0,46	0,05 Fg + 0,56 P ₆ + 1,70
181 - 225	≤ 200	0,42	0,05 Fg - 0,08 T ₆ + 1,89
	> 200	0,61	0,16 Fv + 1,09 Ff + 1,36
226 - 270	≤ 200	0,54	0,05 Fg + 0,92 Ff + 1,42
	> 200	0,78	0,45 Fv - 1,19 P ₆ + 2,26
271 - 315	≤ 200	0,68	0,52 Fv + 0,39 Ff + 1,23
	> 200	0,74	0,33 Fv - 0,85 P ₆ + 2,21
316 - 360	alle	0,48	0,19 Fv - 1,01 P ₆ + 2,77

Materialet vart delt inn etter retning av geostrofvind, i alt 8 sektorar med dei same sektor-grensene som vi brukte tidlegare ved analysen av inn- eller utstrøyming langs fjorden. Dessutan viste det seg også nyttig å dele inn sektoren frå 181° til 315° etter vindretninga ved Hellisøy fyr. På det viset vart materialet delt inn i 11 kategoriar. Til saman for desse kategoriane vart det køyrt 126 regresjonslikningar som alle er representerte i tabell 4.1 med sine prediktorar og multiple regresjonskoeffisientar. I kvar av dei 11 kategoriane vart så den beste regresjonslikninga valt ut, d.e. den likninga som har den høgaste regresjonskoeffisienten, tabell 4.2.

For å finne dei beste likningane, måtte i alt 5 ulike prediktorar brukast. Når det gjeld kvaliteten på likningane, er variasjonane store. Problematiske sektorar er 136° - 180° og framfor alt sektoren 181° - 225° for det stabile tilfellet. Regresjonskoeffisienten er der under 0,5 og snautt 1/4 av variansen i vinden på Ornes blir forklart av regresjonen. Svært dårleg resultat er det og for ein sektor omkring nord, 316° - 45° som også har ein multiple regresjonskoeffisient rundt 0,5.

Gode resultat er det i sektoren litt sør for aust som stort sett representerer utstrøyming frå fjordbassenget og dessutan for vestleg geostrofvind under nøytral lagdeling.

Tabellen viser elles følgjande om vinden på Ornes:

- Vinden på Fortun er ein brukande prediktor i austleg geostrofvind og dessutan i dei stabile tilfella av vestleg geostrofvind.
- Trykkdifferensen mellom Fortun og Lærdal spelar ei viss rolle for vinden. Høgre trykk i Fortun enn i Lærdal er med på å auke utstrøyminga, medan den same trykkdifferensen svekkar innstrøyminga.
- Når geostrofvinden er omkring vest og lufta dessutan er lite stabil, er vinden på Vangsnes ein god prediktor for vinden på Ornes.
- Det viste seg fruktbart å bruke geostrof-vindretning til å dele inn materialet, men geostrofvinden brukt åleine som prediktor i regresjonslikningane gav dårlege resultat.
- Temperaturdifferensen mellom Hellisøy fyr og Fortun vart testa som prediktor i likningane utan særleg suksess.

Frå og med vinteren 1980/81 kom stasjonen 5550 Marifjøra - Garden i drift. Han er plassert i den ytste delen av Gaupnefjorden, sjå kartet figur 1.1. Også denne stasjonen vart prøvd som prediktor i regresjonsanalysar kombinert med andre stasjonar. Resultata finst i tabell 4.3 og dei beste likningane i tabell 4.4.

Tabell 4.3 Prediktorar prøvd brukt på 5500 Luster - Ornes med tilhøyrande multiple regresjonskoeffisientar, r , med 5550 Marifjøra - Garden som ein av prediktorane (aktuelt frå og med 1980).

D = Vindretning F = Vindfart T = Temperatur P = Trykk
g = geostrofvind f = Fortun v = Vangsnes o = Luster - Ornes
h = Hellisøy l = Lærdal m = Marifjøra - Garden

Dg € [001, 045] Dh € [000, 360]		Dg € [046, 090] Dh € [000, 360]		Dg € [091, 135] Dh € [000, 360]		Dg € [136, 180] Dh € [000, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,61	Fg, Fm	0,73	Fg, Fm	0,48	Fg, Fm	0,49	Fg, Fm
0,59	Ff, Fm	0,80	Ff, Fm	0,70	Ff, Fm	0,48	Ff, Fm
0,58	Fv, Fm	0,75	Fv, Fm	0,51	Fv, Fm	0,48	Fv, Fm
Dg € [181, 225] Dh € [000, 200]		Dg € [181, 225] Dh € [201, 360]		Dg € [226, 270] Dh € [000, 200]		Dg € [226, 270] Dh € [201, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,47	Fg, Fm	0,47	Fg, Fm	0,27	Fg, Fm	0,69	Fg, Fm
0,46	Ff, Fm	0,61	Ff, Fm	0,17	Ff, Fm	0,69	Ff, Fm
0,41	Fv, Fm	0,37	Fv, Fm	0,17	Fv, Fm	0,79	Fv, Fm
Dg € [271, 315] Dh € [000, 200]		Dg € [271, 315] Dh € [201, 360]		Dg € [316, 360] Dh € [000, 360]		Eksempel på symbolkombinasjonar	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar		
0,17	Fg, Fm	0,74	Fg, Fm	0,62	Fg, Fm		
0,25	Ff, Fm	0,68	Ff, Fm	0,59	Ff, Fm		
0,28	Fv, Fm	0,80	Fv, Fm	0,66	Fv, Fm	Fv = Vind, Vangsnes	

Å ta med Marifjøra i regresjonslikningane betra regresjonen vesentleg i vel halvparten av sektorane av geostrofvind. Betinginga av regresjonslikningane gjer seg særleg gjeldande ved nordleg geostrofvind. Diverre er betringa berre marginal i dei to problematiske kategoriane omkring sør der regresjonskoeffisienten er under 0,5.

Tabell 4.4 Dei beste regresjonslikningane for vindfart på Ornes, generert av eit materiale basert på vintrane (nov-april) 1987/88 til 1989/90 (med Marifjæra - Garden som ein av prediktorane).

Vindretn. geostrof	Vindr. Hel.øy	r mult.	Beste regresjonslikning
1 - 45	alle	0,61	$0,06 F_g + 1,58 F_m + 0,76$
46 - 90	alle	0,80	$0,79 F_f + 2,36 F_m + 0,21$
91 - 135	alle	0,79	$0,88 F_f + 1,90 P_6 + 1,27$
136 - 180	alle	0,47	$0,61 F_m + 1,57$
181 - 225	≤ 200	0,47	$0,05 F_g + 0,66 F_m + 1,01$
	> 200	0,61	$0,16 F_v + 1,09 F_f + 1,36$
226 - 270	≤ 200	0,54	$0,05 F_g + 0,92 F_f + 1,42$
	> 200	0,80	$0,52 F_v + 1,99 F_m + 0,90$
271 - 315	≤ 200	0,68	$0,52 F_v + 0,39 F_f + 1,23$
	> 200	0,80	$0,37 F_v + 1,91 F_m + 0,99$
316 - 360	alle	0,66	$0,21 F_v + 2,19 F_m + 0,28$

4.3 Regresjonslikningar for 5534 Luster - badeplass.

Også for stasjonen 5534 Luster badeplass har vi etablert regresjonslikningar og gått fram etter same metode som for 5500 Luster - Ornes. I alt vart det funne 77 regresjonslikningar i dei same 11 kategoriene av geostrofvind og stabilitet som i kapittel 4.2. Prediktorar og multiple regresjonskoeffisientar finst i tabell 4.5 og det beste utvalet av likningar i tabell 4.6.

Dei multiple regresjonskoeffisientane er på eitt unntak nær vesentleg høgre enn eller like høge som for Ornes. Særleg stor betring er det i sektoren $136^\circ - 180^\circ$. Men i to kategoriar av sør-vestleg geostrofvind og dessutan i nordvestleg geostrofvind forklarar diverre regresjonslikningane berre $1/4$ av variansen.

Av resultatata frå tabellane vil vi peike på følgjande:

- Vinden på Fortun viste seg å vera mykje viktigare som prediktor for badeplassen enn for Ornes. Fortun er såleis representert som prediktor i 10 av dei 11 kategoriene. At regresjonskoeffisientane jamt over er høgre enn for Ornes, har si årsak nettopp i denne prediktoren.

Tabell 4.5 Prediktorar prøvd brukt på 5534 Luster badeplass med tilhørende multiple regresjonskoeffisientar, r.

D = Vindretning F = Vindfart T = Temperatur P = Trykk
 g = geostrofvind f = Fortun v = Vangsnes o = Luster - Ornes
 h = Hellisøy l = Lærdal

Dg € [001, 045] Dh € [000, 360]		Dg € [046, 090] Dh € [000, 360]		Dg € [091, 135] Dh € [000, 360]		Dg € [136, 180] Dh € [000, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,62	Fg, Ff	0,67	Fg, Ff	0,66	Fg, Ff	0,74	Fg, Ff
0,59	Fv, Ff	0,55	Fv, Ff	0,70	Fv, Ff	0,69	Fv, Ff
0,42	Fg, T(h-f)	0,67	Fg, T(h-f)	0,39	Fg, T(h-f)	0,65	Fg, T(h-f)
0,41	Fg, P(f-1)	0,59	Fg, P(f-1)	0,53	Fg, P(f-1)	0,63	Fg, P(f-1)
0,59	Ff, T(h-f)	0,65	Ff, T(h-f)	0,66	Ff, T(h-f)	0,66	Ff, T(h-f)
0,59	Ff, P(f-1)	0,64	Ff, P(f-1)	0,70	Ff, P(f-1)	0,60	Ff, P(f-1)
Dg € [181, 225] Dh € [000, 200]		Dg € [181, 225] Dh € [201, 360]		Dg € [226, 270] Dh € [000, 200]		Dg € [226, 270] Dh € [201, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,59	Fg, Ff	0,32	Fg, Ff	0,47	Ff	0,80	Ff, Ff
0,63	Fv, Ff	0,54	Fv, Ff	0,49	Fv, Ff	0,82	Fv, Ff
0,52	Fg, T(h-f)	0,51	Fg, T(h-f)	0,39	Fg, T(h-f)	0,62	Fg, T(h-f)
0,37	Fg, P(f-1)	0,16	Fg, P(f-1)	0,20	Fg, P(f-1)	0,64	Fg, P(f-1)
0,60	Ff, T(h-f)	0,51	Ff, T(h-f)	0,53	Ff, T(h-f)	0,82	Ff, T(h-f)
0,56	Ff, P(f-1)	0,32	Ff, P(f-1)	0,47	Ff, P(f-1)	0,81	Ff, P(f-1)
Dg € [271, 315] Dh € [000, 200]		Dg € [271, 315] Dh € [201, 360]		Dg € [316, 360] Dh € [000, 360]		Eksempel på symbolkombinasjonar: Fv = Vind, Vangsnes Ff = Vind, Fortun P(f-1) = Trykkdifferens Fortun - Lærdal	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar		
0,73	Fg, Ff	0,78	Fg, Ff	0,43	Fg, Ff		
0,74	Fv, Ff	0,83	Fv, Ff	0,45	Fv, Ff		
0,41	Fg, T(h-f)	0,76	Fg, T(h-f)	0,51	Fg, T(h-f)		
0,43	Fg, P(f-1)	0,74	Fg, P(f-1)	0,40	Fg, P(f-1)		
0,70	Ff, T(h-f)	0,72	Ff, T(h-f)	0,47	Ff, T(h-f)		
0,70	Ff, P(f-1)	0,80	Ff, P(f-1)	0,33	Ff, P(f-1)		

Tabell 4.6 Dei beste regresjonslikningane for vindfart på Luster badeplass generert av eit materiale basert på vintrane (nov-april) 1987/88 til 1989/90.

Vindretn. geostrof	Vindr. Hel.øy	r mult.	Beste regresjonslikning
1 - 45	alle	0,62	$0,03 F_g + 0,62 F_f + 0,23$
46 - 90	alle	0,67	$0,17 F_g + 1,05 F_f - 0,23$
91 - 135	alle	0,70	$0,12 F_v + 0,50 F_f + 0,34$
136 - 180	alle	0,74	$0,10 F_g + 0,56 F_f - 0,07$
181 - 225	≤ 200	0,63	$0,12 F_v + 0,48 F_f + 0,29$
	> 200	0,54	$0,24 F_v + 0,31 F_f + 0,66$
226 - 270	≤ 200	0,53	$0,61 F_f - 0,07 T_8 + 0,92$
	> 200	0,82	$0,08 F_v + 0,46 F_f + 0,58$
271 - 315	≤ 200	0,74	$0,13 F_v + 0,76 F_f + 0,24$
	> 200	0,83	$0,16 F_v + 0,46 F_f + 0,26$
316 - 360	alle	0,52	$0,04 F_g - 0,11 T_8 + 1,12$

- Vinden på Vangsnes er derimot ein dårlegare prediktor for badeplassen enn for Ornes, men er likevel den nest beste prediktoren i vestleg geostrofvind i det nøytrale tilfellet.
- Til liks med tilfellet Ornes er heller ikkje geostrofvinden den beste prediktoren for badeplassen i nokon sektor.
- Temperaturdifferensen mellom Helligøy fyr og Fortun er med som den nest beste prediktoren i to av kategoriene utan at det betrar likningane vesentleg.

4.4 Regresjonslikningar for 5537 Gaupne.

Til slutt har vi etablert regresjonslikningar for stasjonen 5537 Gaupne, i alt 77 likningar med 1 prediktor og dessutan nokre kombinasjonar av 2 prediktorar, tabell 4.7. Som det går fram av tabellen er resultatet mislukka for alle sektorar med unntak av sektoren 271° - 315° i det nøytrale tilfellet. For dei andre kategoriene forklarar likningane så lite av variasjonen at utsegnskrafta deira om Gaupne-vinden er godt som inkje.

Tabell 4.7 Prediktorar prøvd brukt på 5537 Gaupne med tilhøyrande multiple regresjonskoeffisientar, r

D = Vindretning F = Vindfart T = Temperatur P = Trykk
 g = geostrofvind f = Fortun v = Vangsnes o = Luster - Ornes
 h = Hellsøy l = Lærdal s = Fjærland - Skarstad b = Bjørkehaug i Jostedal

Dg € [001, 045] Dh € [000, 360]		Dg € [046, 090] Dh € [000, 360]		Dg € [091, 135] Dh € [000, 360]		Dg € [136, 180] Dh € [000, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,11	Fg	0,22	Fg	0,22	Fg	0,45	Fg
0,17	Ff	0,48	Ff	0,43	Ff	0,17	Ff
0,08	Fb	0,40	Fb	0,06	Fb	0,07	Fb
0,02	Fv	0,06	Fv	0,08	Fv	0,44	Fv
0,05	Fs	0,32	Fs	0,12	Fs	0,24	Fs
0,05	T(h-f)	0,29	T(h-f)	0,00	T(h-f)	0,01	T(h-f)
0,10	P(f-1)	0,27	P(f-1)	0,02	P(f-1)	0,22	P(f-1)
Dg € [181, 225] Dh € [000, 200]		Dg € [181, 225] Dh € [201, 360]		Dg € [226, 270] Dh € [000, 200]		Dg € [226, 270] Dh € [201, 360]	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar
0,20	Fg	0,17	Fg	0,16	Fg	0,21	Fg
0,20	Ff	0,13	Ff	0,12	Ff	0,28	Ff
0,10	Fb	0,08	Fb	0,18	Fb	0,40	Fb
0,46	Fv	0,24	Fv	0,18	Fv	0,36	Fv
0,24	Fs	0,36	Fs	0,05	Fs	0,34	Fs
0,07	T(h-f)	0,31	T(h-f)	0,29	T(h-f)	0,46	T(h-f)
0,32	P(f-1)	0,28	P(f-1)	0,10	P(f-1)	0,27	P(f-1)
0,54	Fv, P(f-1)						
Dg € [271, 315] Dh € [000, 200]		Dg € [271, 315] Dh € [201, 360]		Dg € [316, 360] Dh € [000, 360]		Eksempel på kombinasjonar av symbol: Fv = Vind, Vangsnes T(h-f) = Differens Hellsøy - Fortun	
r	Prediktorar	r	Prediktorar	r	Prediktorar		
0,10	Fg	0,35	Fg	0,21	Fg		
0,18	Ff	0,52	Ff	0,07	Ff		
0,25	Fb	0,56	Fb	0,01	Fb		
0,40	Fv	0,54	Fv	0,20	Fv		
0,05	Fs	0,49	Fs	0,08	Fs		
0,21	T(h-f)	0,49	T(h-f)	0,12	T(h-f)		
0,12	P(f-1)	0,53	P(f-1)	0,01	P(f-1)		
		0,63	Ff, Fv				
		0,60	Fb, T(h-f)				
		0,56	Fv, Fs				
		0,60	Fv, P(f-1)				

Vi har likevel sett nærare på den eine sektoren der granskinga gav resultat. I håp om at sektoren kunne utvidast noko, har vi delt området frå 251° - 350° i 20°-intervall og etablert ei regresjonslikning innafor kvart intervall med vinden på Fortun og Vangsnes som prediktorar. Dessutan har vi prøvd med ulike kriterium for vindretning ved Hellsøy fyr. Resultata er vist i tabell 4.8.

Tabell 4.8 Regresjonsanalyse for 5537 Gaupne ved bruk av vinden på Vangnes og Fortun som prediktorar. r = multiple regresjonskoeffisient. Spesialvurdering av intervallet [251, 330] av geostrofisk vind.

Dg	Dh	r
251 - 270	201 - 360	0,39
271 - 290		0,63
291 - 310		0,72
311 - 330		0,23
330 - 350		0,07
251 - 270	181 - 360	0,38
271 - 290		0,62
291 - 310		0,72
311 - 330		0,26
330 - 350		0,07

Vi ser at det er ein svært trong sektor av geostrofvind som gjev brukande estimat for vinden på Gaupne, faktisk berre i intervallet $271^\circ - 310^\circ$, altså eit intervall på berre 40° . Det understrekar kor viktige lokale effektar er i denne fjorden. I tabell 4.9 er regresjonslikninga gjeve. Datagrunnlaget frå tabell 4.7 er utvida noko ved at vi kunne bruke eit veikare krav til vindretninga på Hellisøy fyr utan at det gav lågare regresjonskoeffisientar, jfr. tabell 4.8.

Tabell 4.9 Den beste regresjonslikninga for vindfart på Gaupne generert av eit materiale basert på vintrane (nov-mars) 1983/84 til 1989/90.

Vindretn. geostrof	Vindr. Hel.øy	r mult.	Beste regresjonslikning
271 - 310	> 180	0,62	$0,39 F_v + 0,12 F_f + 0,91$

Folk på Gaupne har lagt merke til det spesielle ved vinden i bygda og gjeve han eit eige namn, i normalisert språkdrakt Gaupnevinden. Med dette omgrepet tenkjer dei helst på dreناسjevind om vinteren frå kaldluftsmagasinet i Jostedalen. Årsaka til fenomenet kan også vera vindfelt frå NW som gjerne er ein kaldluftsastraum på større skala. Vind frå den retninga kan lett bli drenert ut Gaupnefjorden.

For om mogleg å finne regresjonar for det lokale vindfeltet, har vi sjalta ut alle tilfelle av geostrofvind sterkare enn visse grenser. Som kriterium prøvde vi både med 5 og 10 m/s.

Som ein av to prediktorar har vi valt middelet av skydekke på Fortun og på Bjørkehaug i Jostedal. Når skydekket er lite, er det i regelen netto langbølgja utstråling frå bakken og eit kaldluftslag nær bakken blir skapt slik at lufta blir stabil i

dei nedste laga. Dette er føresetnaden for kaldluftsdrenering, sjå t.d. (Mahrt, 1986). Som den andre prediktoren har vi valt temperaturen på Fortun. Når temperaturane blir spesielt låge, er det også ein indikator på at det er skapt eit kaldluftslag nær bakken som kan føre til drenering. Valet kan også grunn- gjevast ved at temperatur målt i Fortun kan vera ein indikator for temperaturskilnaden mellom luft over ope vatn i Gaupne- fjorden og den utstrøymande kalde lufta frå Jostedalen. Dermed blir det skapt ein trykkgradient frå dalen mot fjorden. (Der- som temperaturen på Fortun, $T_f > 0^\circ\text{C}$, sette vi $T_f = 0^\circ\text{C}$ i reg- resjonen).

Regresjonskoeffisientane i tabell 4.10 ligg alle under 0,5 og forklarar mindre enn 1/4 av variansen i vinden. Gaupnevinden let seg såleis ikkje estimere ved så enkle regresjonar. Å gjera regresjonane meir kompliserte eller prøve å modellere vinden, ville krevja historiske observasjonar som ein ikkje sit inne med på så liten skala.

Tabell 4.10 Regresjonsanalyse for "Gaupnevinden" (U) ved bruk av skydekket (N) og temperatur (T) som prediktorar.

Geostrof- vind	Isdekke	Regresjon	Mult. reg.
≤ 10 m/s	alle	$U = -0,098 * T + 1,7$	0,43
≤ 10 m/s	alle	$U = -0,19 * N + 3,2$	0,44
≤ 5 m/s	alle	$U = -0,066 * T + 2,0$	0,33
≤ 5 m/s	alle	$U = -0,16 * N + 3,1$	0,41
≤ 10 m/s	isfri	$U = -0,107 * T + 1,8$	0,43
≤ 10 m/s	isfri	$U = -0,18 * N + 3,2$	0,44
≤ 5 m/s	isfri	$U = -0,080 * T + 2,1$	0,36
≤ 5 m/s	isfri	$U = -0,17 * N + 3,3$	0,47

Observasjonane viser som ein kunne vente at den tronge Gaup- nefjorden er førande for vinden slik at vinden oftast følgjer dalen, inn eller ut. Orienteringa av fjorden er NW-SE og det er som oftast under utstrøyming at den sterkaste vinden i fjorden kjem. Vi har da sett at Fortun og Vangnes kan brukast som prediktorar og gje bra resultat. Av og til kan det vera sterk vind inn fjorden og da gjerne ved sterk sørleg geostrof- vind. Somme gonger slår denne vinden ned i fjorden, andre gonger ikkje.

4.5 Jamføringar av vindfart i ulike delar av fjorden.

Vinden på dei tre stasjonane som er aktuelle i denne gran- skinga vart midla gjennom den tida dei hadde gått samatundes, d.e. dei tre vintrane 1987/88, 1988/89 og 1989/90. Midlinga vart gjort innafor kvar av dei 11 datakategoriene som før er definert.

For Gaupne er vinden omrekna frå målehøgd 3,2 m over bakken til standardhøgd 10 m. Både på Ornes og på badeplassen blir vinden målt i standardhøgda.

Til omrekninga er følgjande formel brukt.

$$V_z = V_1 \cdot \sqrt{\frac{z_2}{z_1}}^\alpha \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

der V_1 = Vinden i nivået z_1 og V_z = Vinden i nivået z_2 .

Formelen gjeld tilnærma med α som ein konstant avhengig av terrenget og stabiliteten i lufta. I dette tilfelle har vi sett $\alpha = 0,23$ som kan svare til eit lende med spreidde hus og med innslag av grupper av buskar og tre. Ved å setja inn 3,2 m og 10 m for z_1 og z_2 , får vi formelen

$$V_z = 1,3 \cdot V_1$$

Denne omrekningsfaktoren er brukt for Gaupne-vinden i tabell 4.11 som elles i denne rapporten.

Tabell 4.11 Middelvind for tre automatstasjonar ved Lustrafjorden og for geostrof vinden, for vintrane i perioden 1987/88 - 1989/90 (for 5537 Gaupne 1983/84 - 1989/90).

Vindr. geostrof	Vindr. Hel.øy	Middelvind			
		Ornes	Gaupne	badepl.	geostrof
1 - 45	alle	2,8	1,8	1,1	11,5
46 - 90	alle	3,1	2,5	2,3	10,5
91 - 135	alle	3,1	2,4	1,2	10,0
136 - 180	alle	2,5	3,4	1,9	12,8
181 - 225	≤ 200	2,3	2,6	1,2	15,3
	> 200	2,9	2,2	1,3	16,5
226 - 270	≤ 200	2,1	1,7	0,9	13,9
	> 200	4,3	1,6	1,6	17,8
271 - 315	≤ 200	2,1	1,9	0,9	9,2
	> 200	4,6	1,9	1,7	16,2
316 - 360	alle	2,8	1,6	1,1	12,0

Vi legg merke til at vinden på badeplassen jamt over er veik i høve til Gaupne og framfor alt i høve til Ornes der vinden kan vera dobbelt så sterk i visse sektorar av geostrofvind. I høve til Ornes, er vinden i middel særleg sterk i vestavind under nøytral lagdeling. I det stabile tilfellet blir vinden bremsa av fjella og er om lag halvparten så sterk som i det nøytrale tilfellet. Dette gjeld også på badeplassen.

På Gaupne har stabiliteten i vestavindsbeltet ingen tilsvarende effekt. Her er vinden i middel sterkast i sektoren 136° - 180° .

5 GENERERING AV TIDSSERIE AV VIND FOR TO STASJONAR I LUSTER.

5.1 Presentasjon av tidsseriane.

Tidsseriane for dei to stasjonane er gjeve i figurdelen, kapittel 6 der det også følgjer ei forklaring til figurane. Dei er som nemnt genererte av regresjonslikningane i tabellane 4.2 for 5500 Luster - Ornes og 4.6 for 5534 Luster badeplass. For perioden frå og med vinteren 1980/81 vart stasjonen 5550 Marifjøra - Garden tilgjengeleg som ein av prediktorane. I somme sektorar av geostrofvind vart regresjonane betre ved å bruke data frå Garden og det vart da gjort, tabell 4.4. I dei tilfella det var dataavvik på Garden, vart det andre regresjonssettet brukt. Gjennom heile perioden frå 1957/58 til i dag mangla ingen av prediktorane i dette settet.

Dei to tidsseriane byggjer på verkelege observasjonar frå og med vinteren 1987/88. Datatilgangen til Ornes har ikkje vore heilt komplett slik at også i Ornes si observasjonsperiode finst det eksempel på genererte data.

Ved hjelp av observasjonar og genererte data, har det såleis lukkast å konstruere komplette tidsseriar av ein times middelvind for dei to stasjonane i sesongen november - april frå og med vinteren 1957/58 og fram til i dag.

Etter ynske frå dei issakkunnige, som denne rapporten er skriven for, er datamengda komprimert. Av dei tre observasjonane (eller genererte data) som er tilgjengelege i døgnet, er berre den sterkaste vinden teken med på figuren. Vi står da att med ein observasjon pr. dag.

For stasjonen 5537 Gaupne var regresjonen mislukka med unntak av ein trong sektor av geostrofvind, kapittel 4.4 og nokon generert tidsserie er ikkje framtilt. I driftsperioden til stasjonen har vi derimot framtilt vinden på Gaupne grafisk slik som for dei to andre stasjonane, kapittel 6.2. På same diagramma er også vinden på stasjonen 5550 Marifjøra - Garden gjeven.

Vindmælaren på Garden står på kanten av eit berg, 3,5 m over marka, 25 m over fjorden, fritt eksponert for vind langs fjorden. I absoluttverdi er ikkje vinden på Garden representativ for fjordnivået. På kurvene er vinden likevel verdfull som eit korrektiv til vinden på Gaupne for den ytre delen av Gaupnefjorden. Vinden på Garden merkjer ut einakildsituasjonar der Gaupne ikkje er representativ. På grunn av den uryddige plasseringa har vi ikkje prøvd å rekne om vinden til meteorologisk standardhøgde.

Utstrøyming langsetter fjorden er definert som vindretning på Gaupne i sektoren omkring nordvest frå 226° - 45° , innstrøyming i den motsette sektoren.

Vinteren 1988/89 hadde både Gaupne og Garden lengre avbrot i observasjonane og i ein perioden i januar og februar var diverre b e ute samstundes. Elles er datarekkeja for Gaupne så og seia komplett.

5.2 Verifikasjon av resultatata.

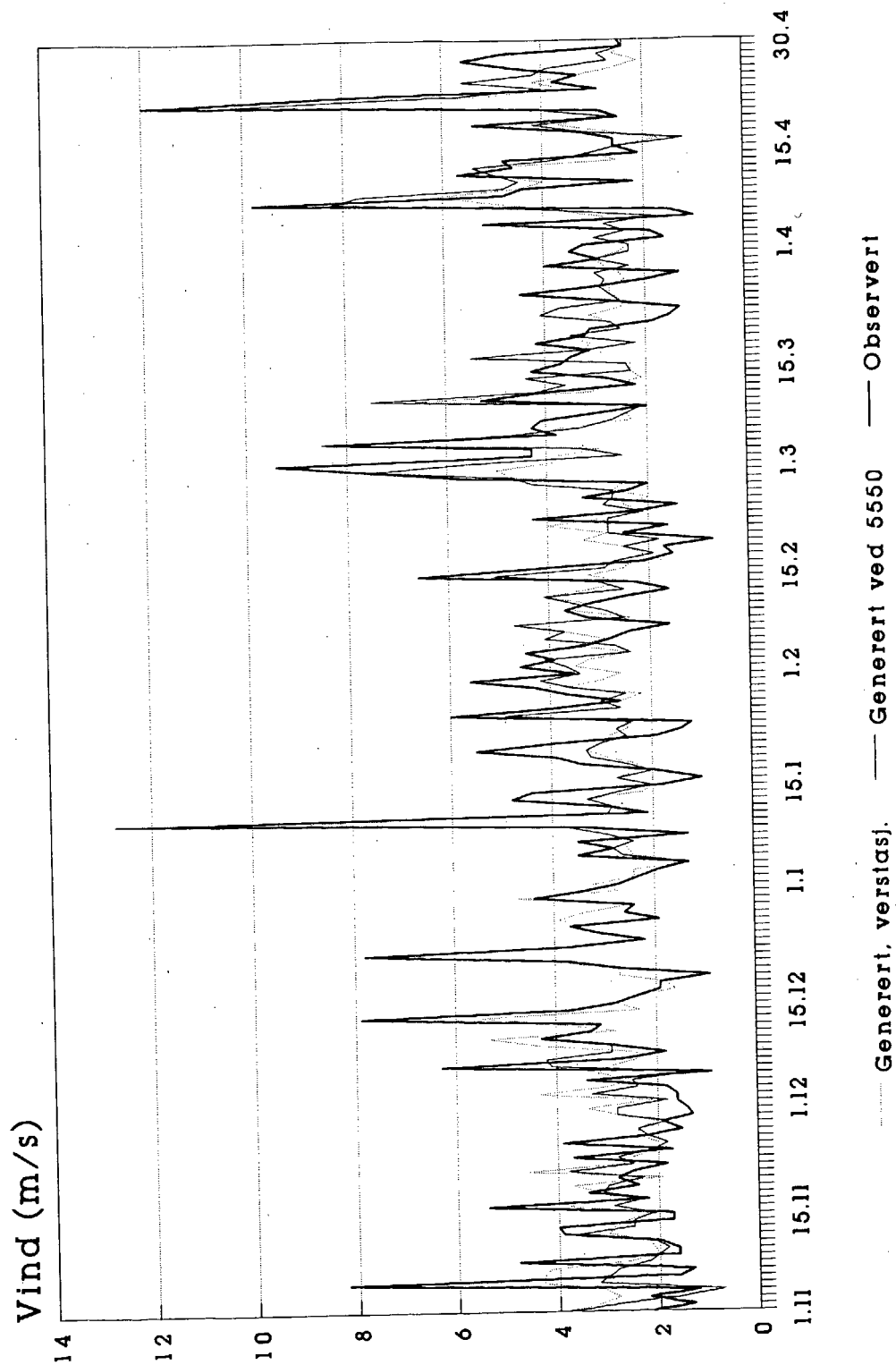
Regresjonsanalyse gjev eit objektivt mål for resultatata av regresjonen ved den multiple regresjonskoeffisienten. Målet er likevel svært unyansert da det prøver å komprimere eit vell av informasjon i eitt einaste tal.

På figurane 5.1 til 5.4 er samsvaret mellom observerte og genererte verdiar vist svært detaljert ved at dei to dataseriane er plotta i same diagramma, dag for dag gjennom vintrane 1987/88 og 1989/90. Kurvene illustrere uvissa i resultatata ved ein store detaljrikdommen. Nedafor har vi prøvd å dra ut nokre generelle konklusjonar av det visuelle bilete sjølv om vi ved å gjera det står i fare for å bli subjektive:

- Kurvene gjev generelt inntrykk av bra samsvar mellom observerte og genererte verdiar. Kurvene aukar og minkar stort sett i takt gjennom vinteren og tykkjest å ha eit felles "mønster".
- Uvissa i den genererte dataserien er størst når vinden er sterkast rekna i absolutt mål, minst rekna i prosent. Uvissa i den genererte serien kan estimerast ved å sjå på diagramma, om lag 1 m/s for den svakaste vinden, 2-3 m/s for den sterkaste.
- Metoden som her er nytta, er valt ut med tanke på at tidsseriane best mogleg skal gje vinden fr  dag til dag. For ekstremverdiane er det ein generell tendens til at den observerte vinden er sterkare enn den genererte. (Ei eventuell fordelingskurve av ekstrema basert på regresjonsanalysen ville difor gjeva feil sannsyn for ekstremvind).
- For Ornes, figur 5.1 og 5.2, er den genererte vinden gjeven både med og utan stasjonen Garden. Vi ser tydeleg at det er ein vinst å hente ved å ta stasjonen med. Difor blir grafane for Ornes betre enn før, fr  og med vinteren 1980/81.
- Stort sett er det slik at den sterkaste vinden kjem i sektorar av geostrofvind der regresjonen er best. Dette er ein viktig årsak til at resultatet blir såpass bra enda om det mellom regresjonslikningane finst 6 tilfelle av multiple regresjonskoeffisientar i intervallet 0,42 - 0,50.

5500 Luster - Ornes 1987/88

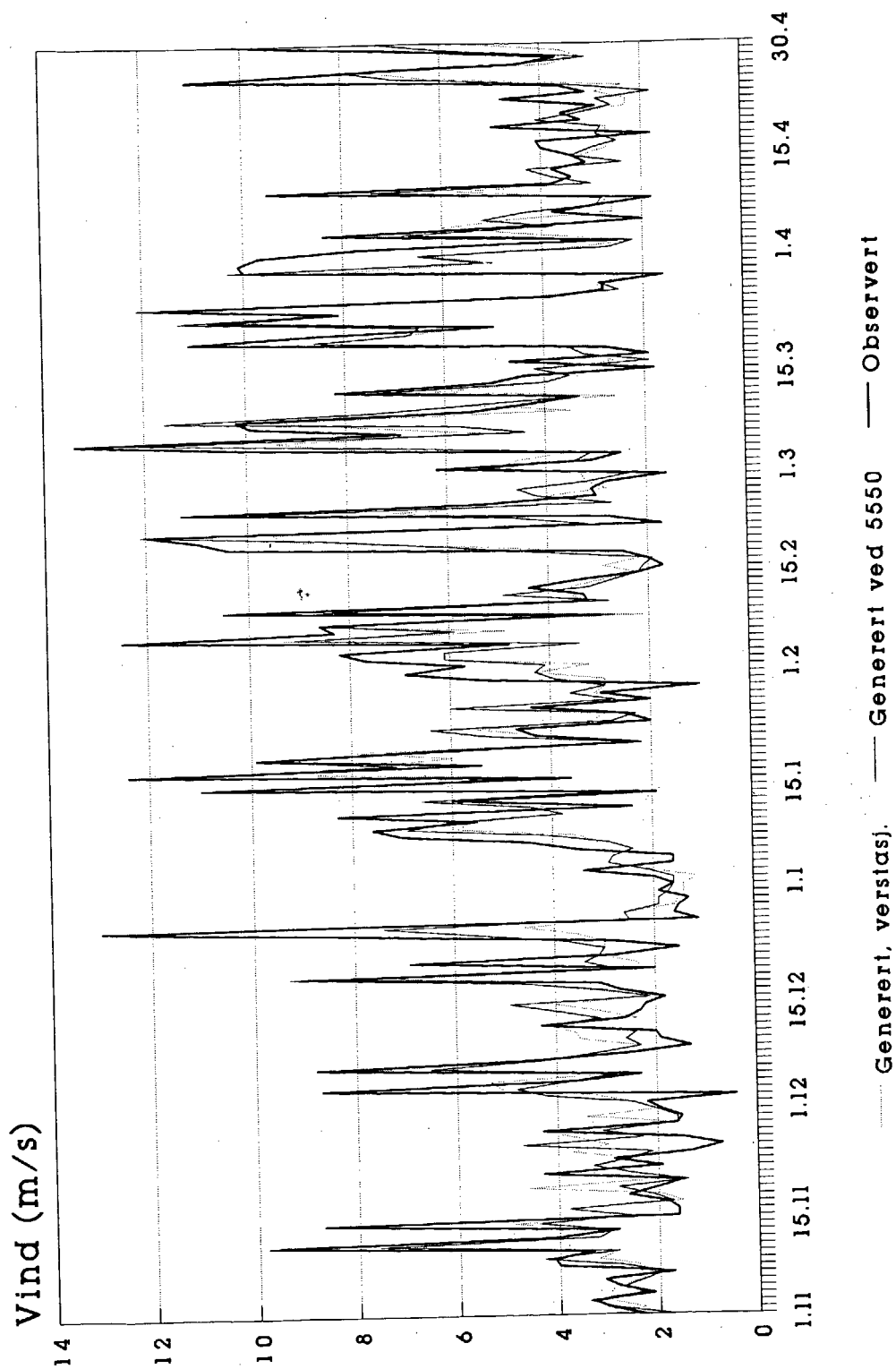
Verifikasjon



DNMI - Klimaavdelinga

Figur 5.1 Observert og generert tidsserie for 5500 Luster - Ornes vinteren 1987/88.

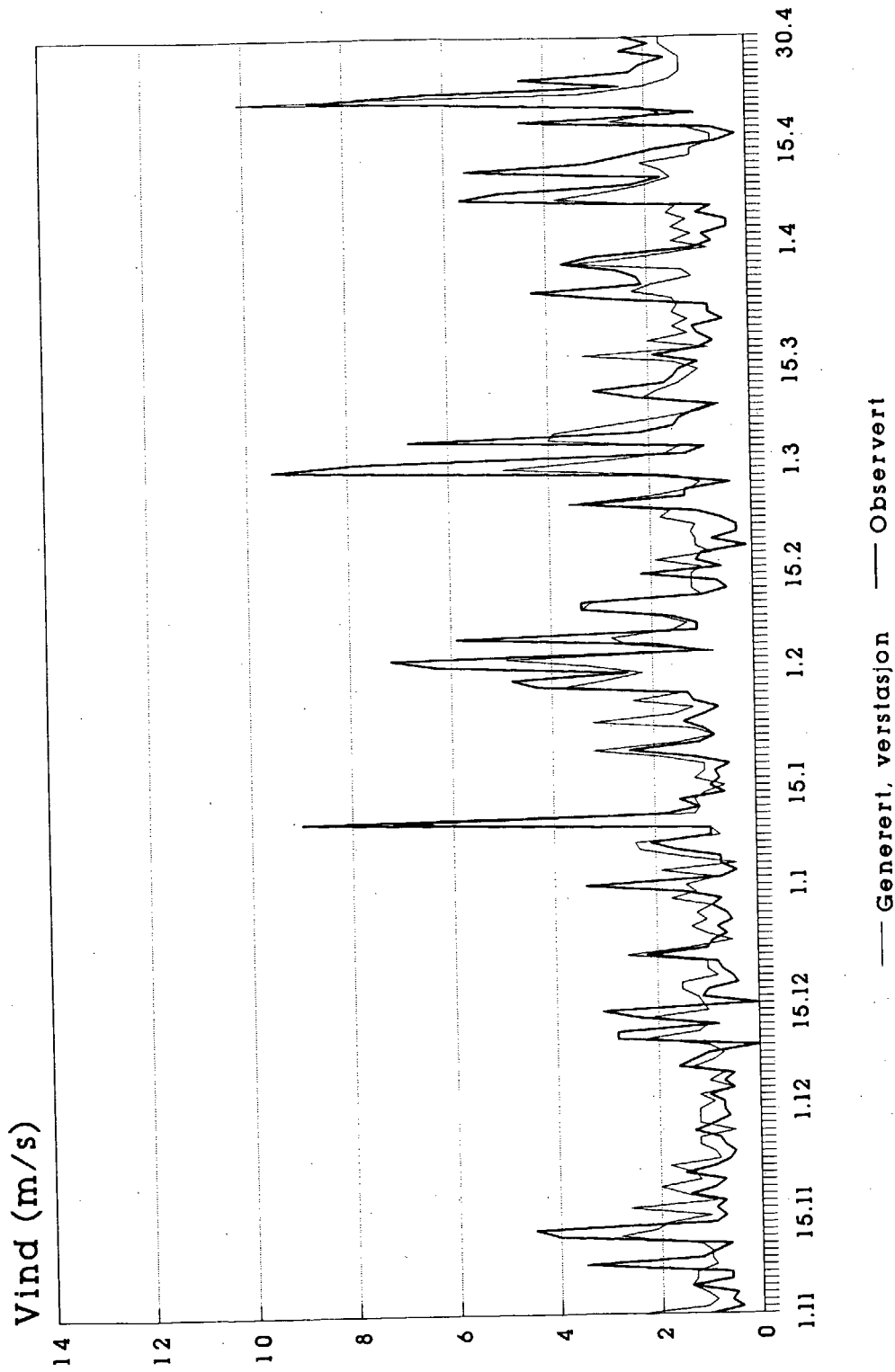
5500 Luster - Ornes 1989/90 Verifikasjon



DNMI - Klimaaavdelinga

Figur 5.2 Observert og generert tidsserie for 5500 Luster - Ornes vinteren 1989/90.

5534 Luster - badeplass 1987/88
Verifikasjon

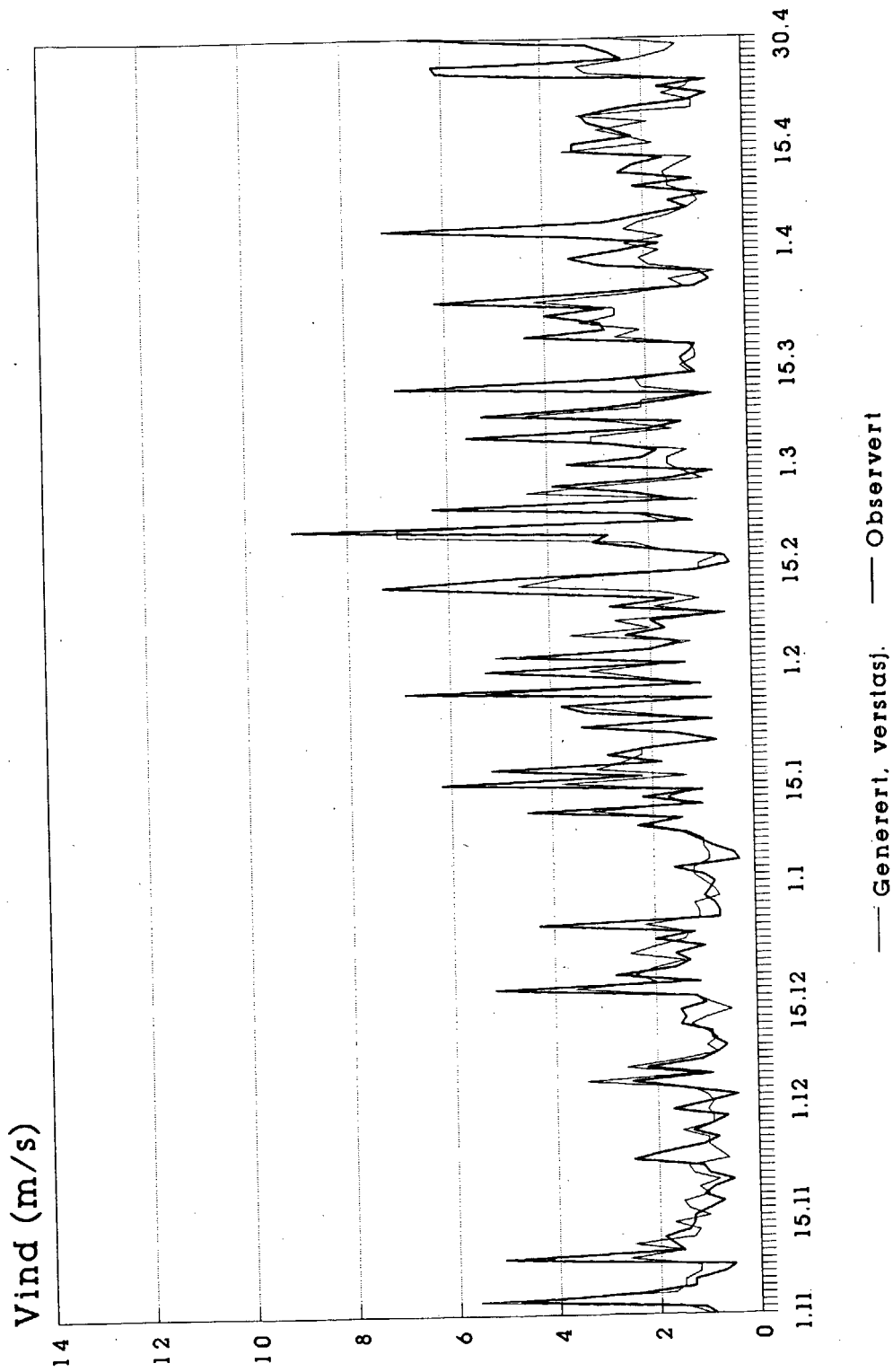


DNMI - Klimaavdelinga

Figur 5.3 Observert og generert tidsserie for 5534 Luster badeplass vinteren 1987/88.

5534 Luster - badeplass 1989/90

Verifikasjon



DNMI - Klimavdivinga

Figur 5.4 Observert og generert tidsserie for 5534 Luster badeplass vinteren 1989/90.

6 FORKLARING TIL FIGURANE.

6.1 Figurar for 5500 Luater - Ornes og 5534 Luster badeplasa.

Figurane viser tidsserie for ein times middelvind på Ornes (tynn strek) og på badeplasaen (tjukk strek) gjennom sesongen november - april i perioden 1957/58 til 1989/90.

Kvaliteten på tidsserien kan delast inn i tre periodar:

1. Perioden 1957/58 - 1979/80. Tidsserien er generert berre frå verstasjons-data og geostrofvind.
2. Perioden 1980/81 - 1986/87. Grunnlaget er som tidlegare, men i tillegg er brukt automatstasjonen 5550 Marifjora - Garden. Det betra kvaliteten på tidsserien for Ornes.
3. Perioden 1987/88 - 1989/90. Tidsserien utgjer observa- sjonar i den meteorologiske standardhøgda 10 m.

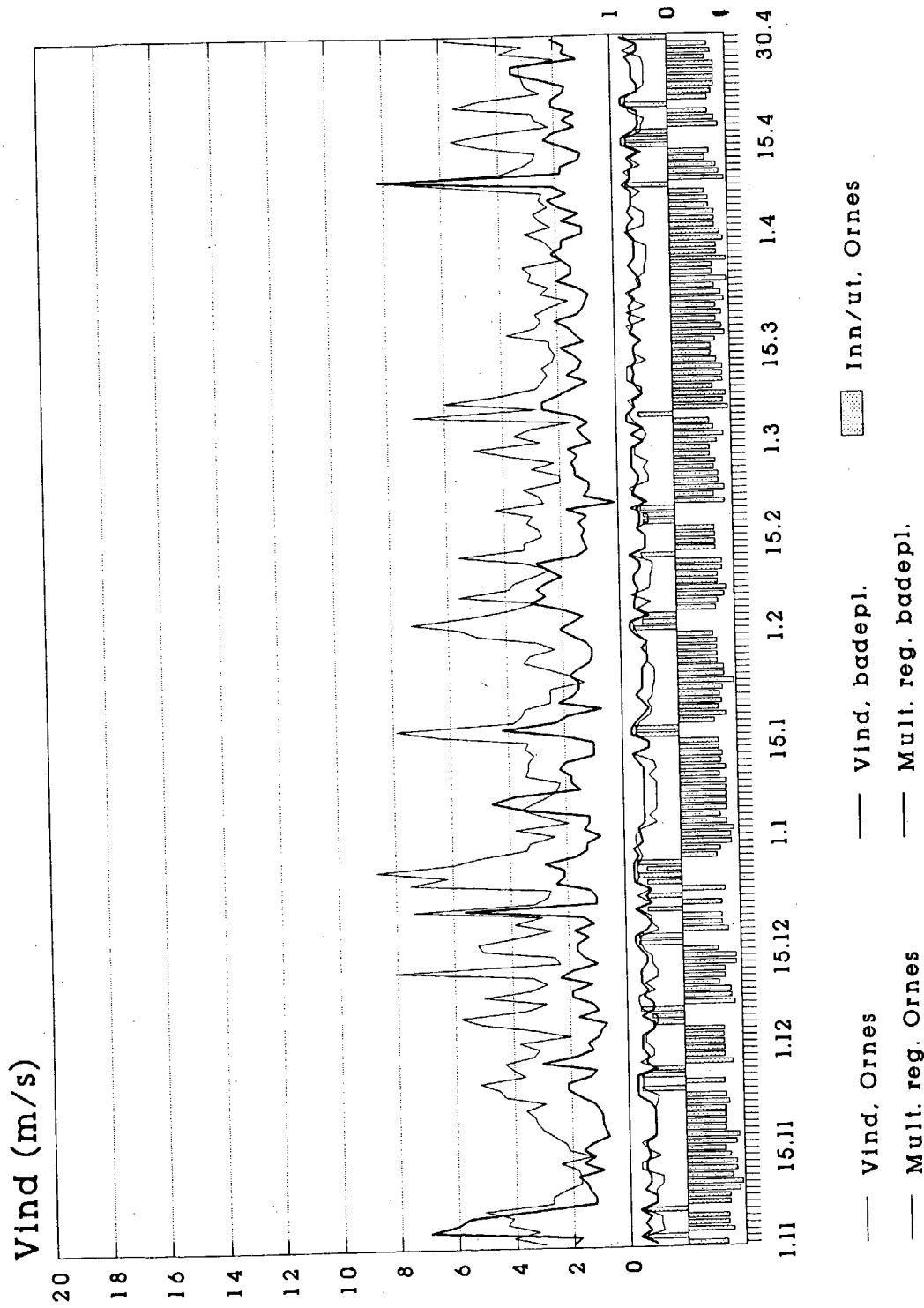
Under hovuddiagrammet finst eit underdiagram. Diagrammet har to føremål:

1. Vise uvissa for verdiane i diagrammet over ved hjelp av den multiple regresjonskoeffisienten. Han er vist ved kurvene, tynn strek for Ornes og tjukk strek for badeplasaen.
2. Vise sannsynet for utstrøyming eller innstrøyming av luft i fjorden ved Ornes. Dette er vist ved stolpar. Går dei oppover (inn i diagrammet) er det innstrøyming, går dei nedover (ut av diagrammet) er det utstrøyming. Lengda på stolpane gjev sannsynet. Er sannsynet 1 tyder det full visse, er sannsynet 0,5 kan det like gjerne vera utstrøyming som innstrøyming.

Vind inn fjorden ved Ornes er definert som vind med ein sørleg komponent, vind ut fjorden med ein nordleg komponent.

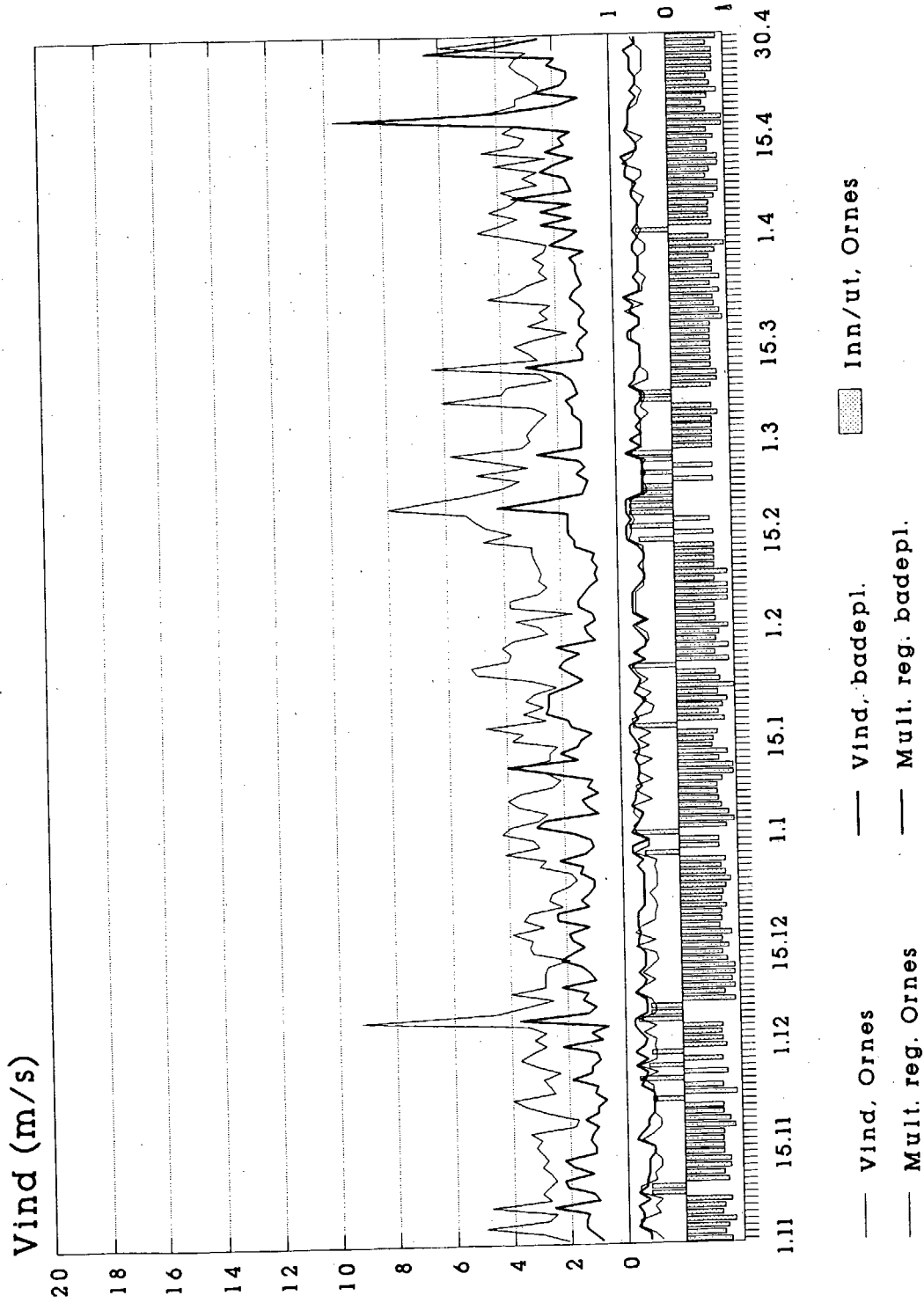
Målet med diagramma er å gje eit best mogleg estimat for den daglege vinden. Metoden som er brukt eignar seg derimot ikkje til å finne fordelingskurver.

Luster 1957/58



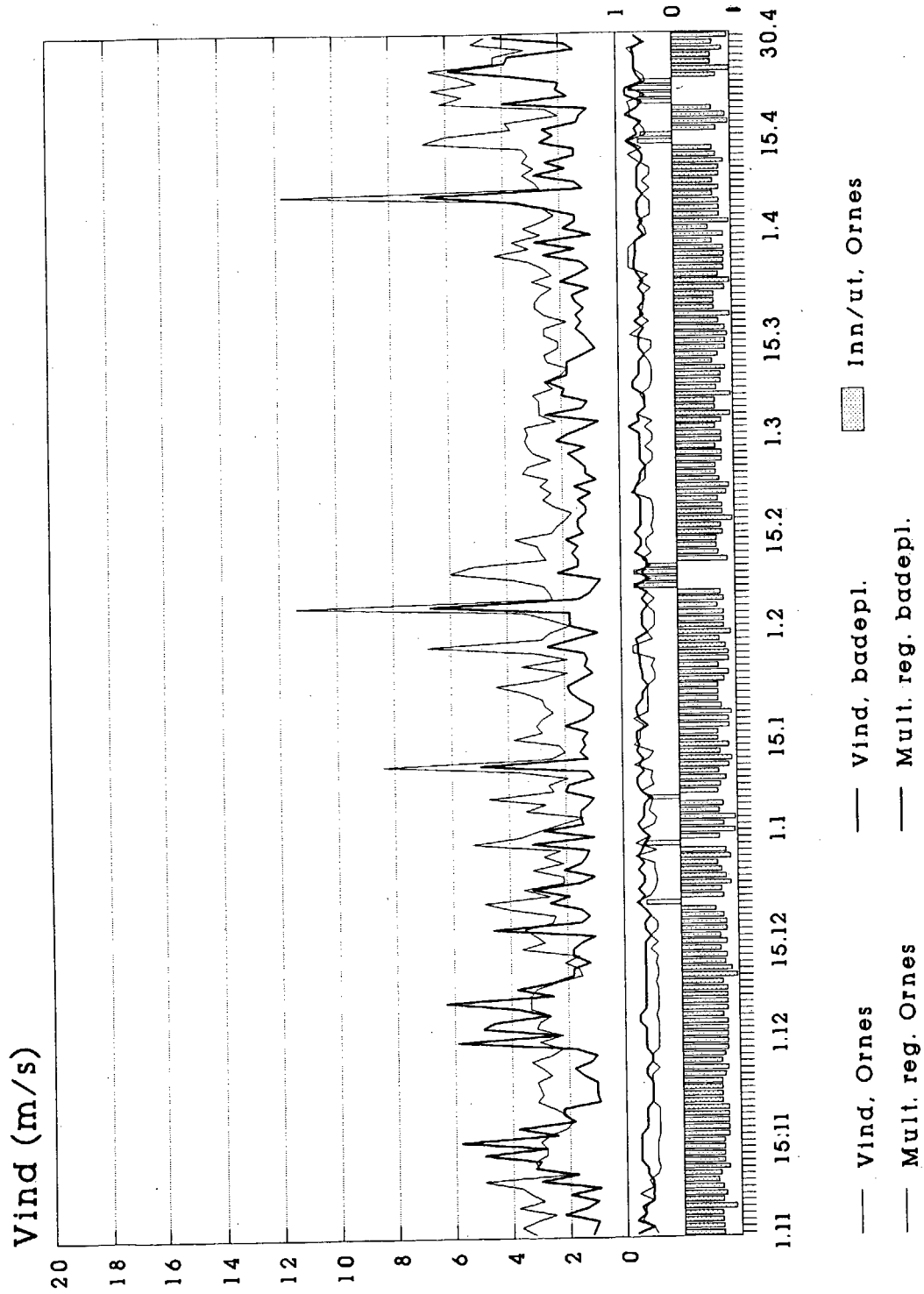
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1958/59



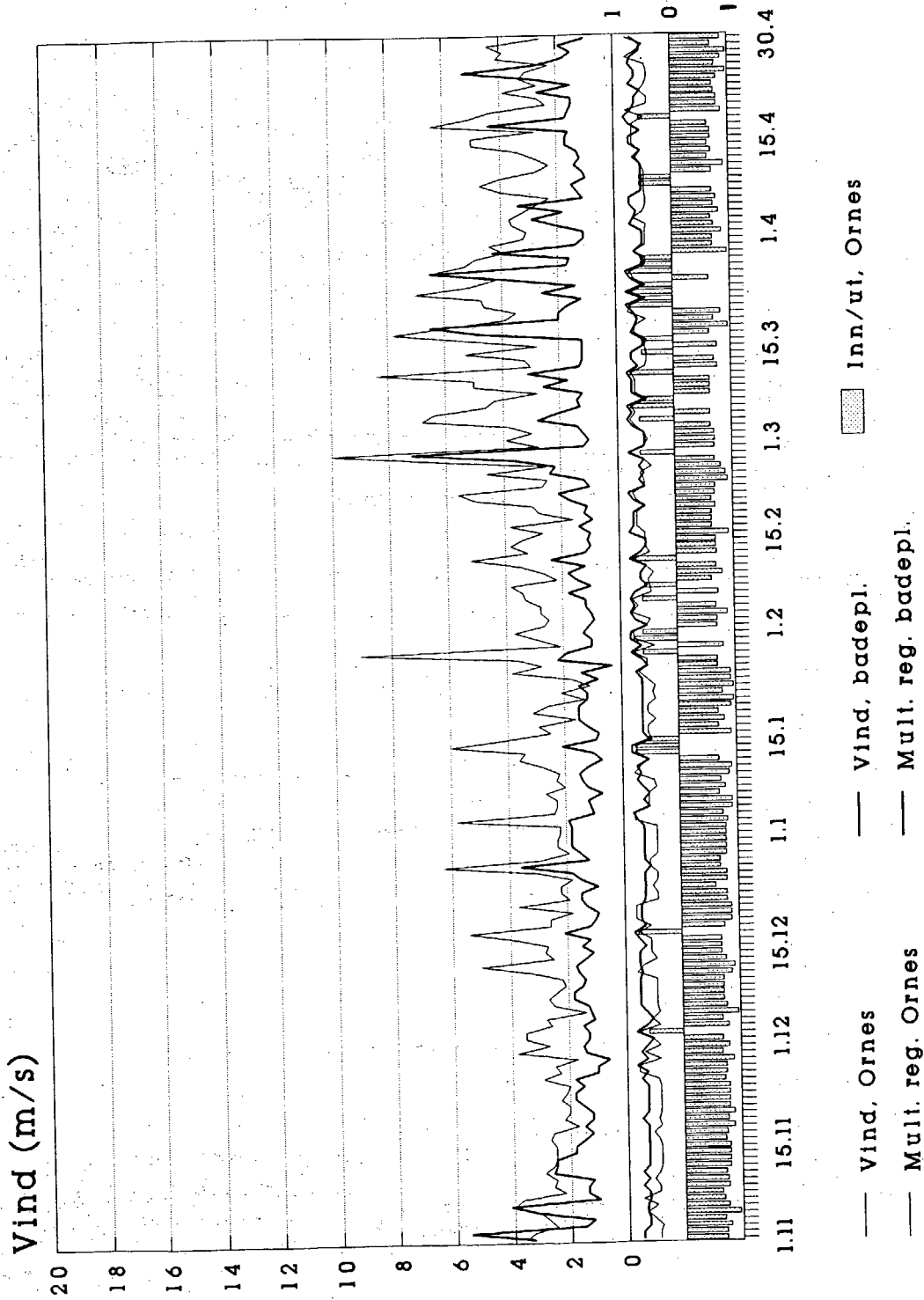
DNMI - Klimaaavdelinga

Luster 1959/60

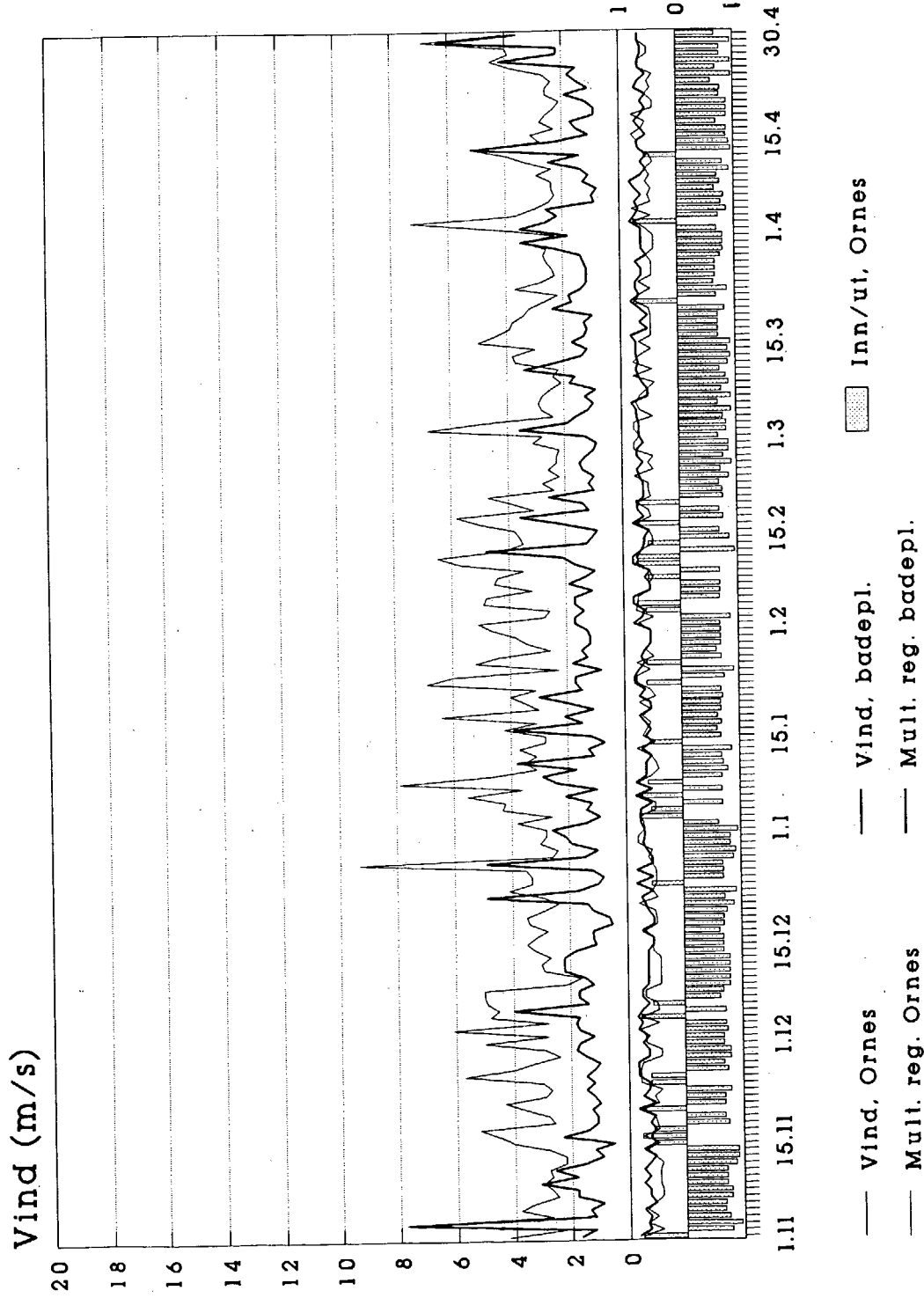


DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1960/61

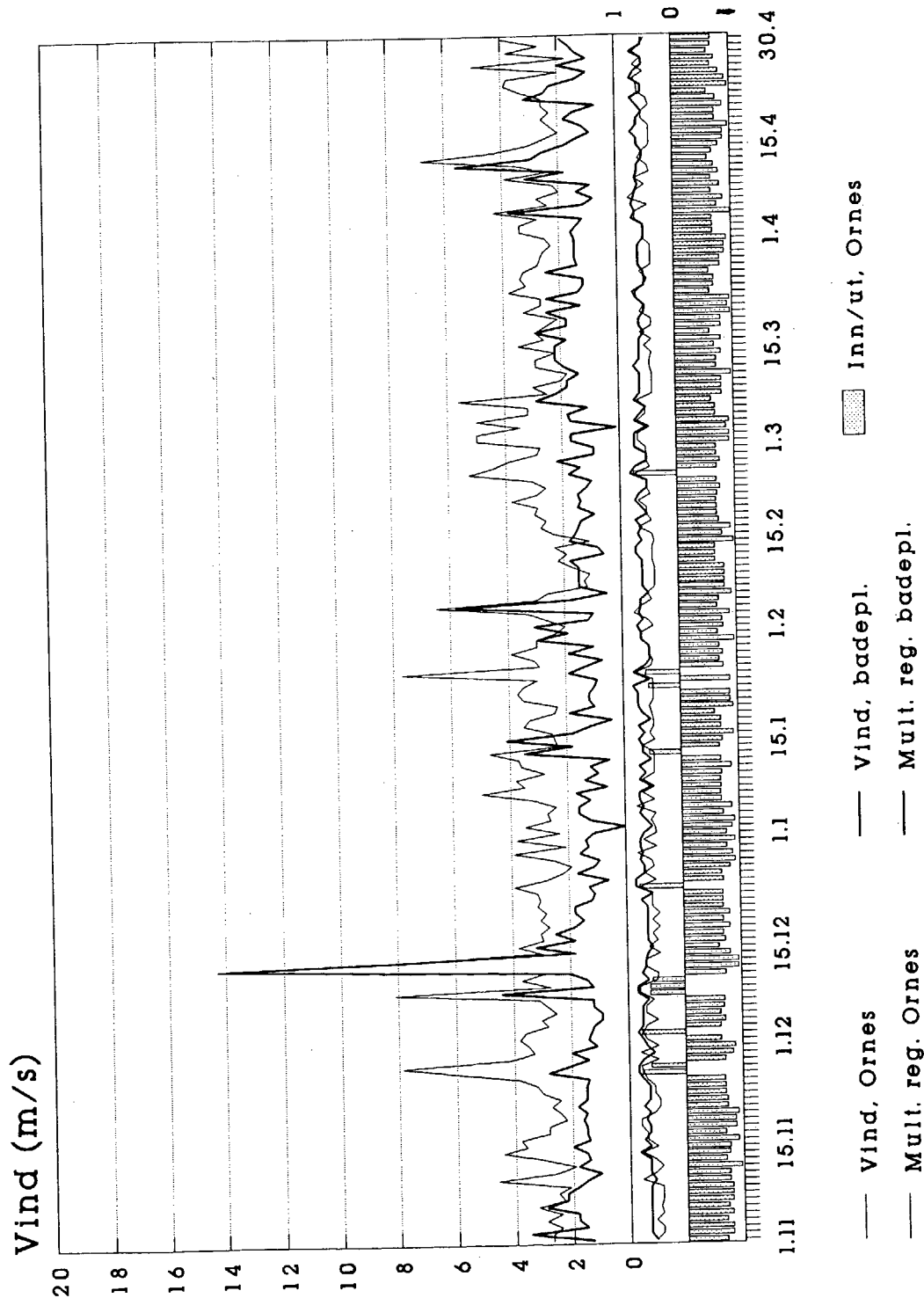


Luster 1961/62



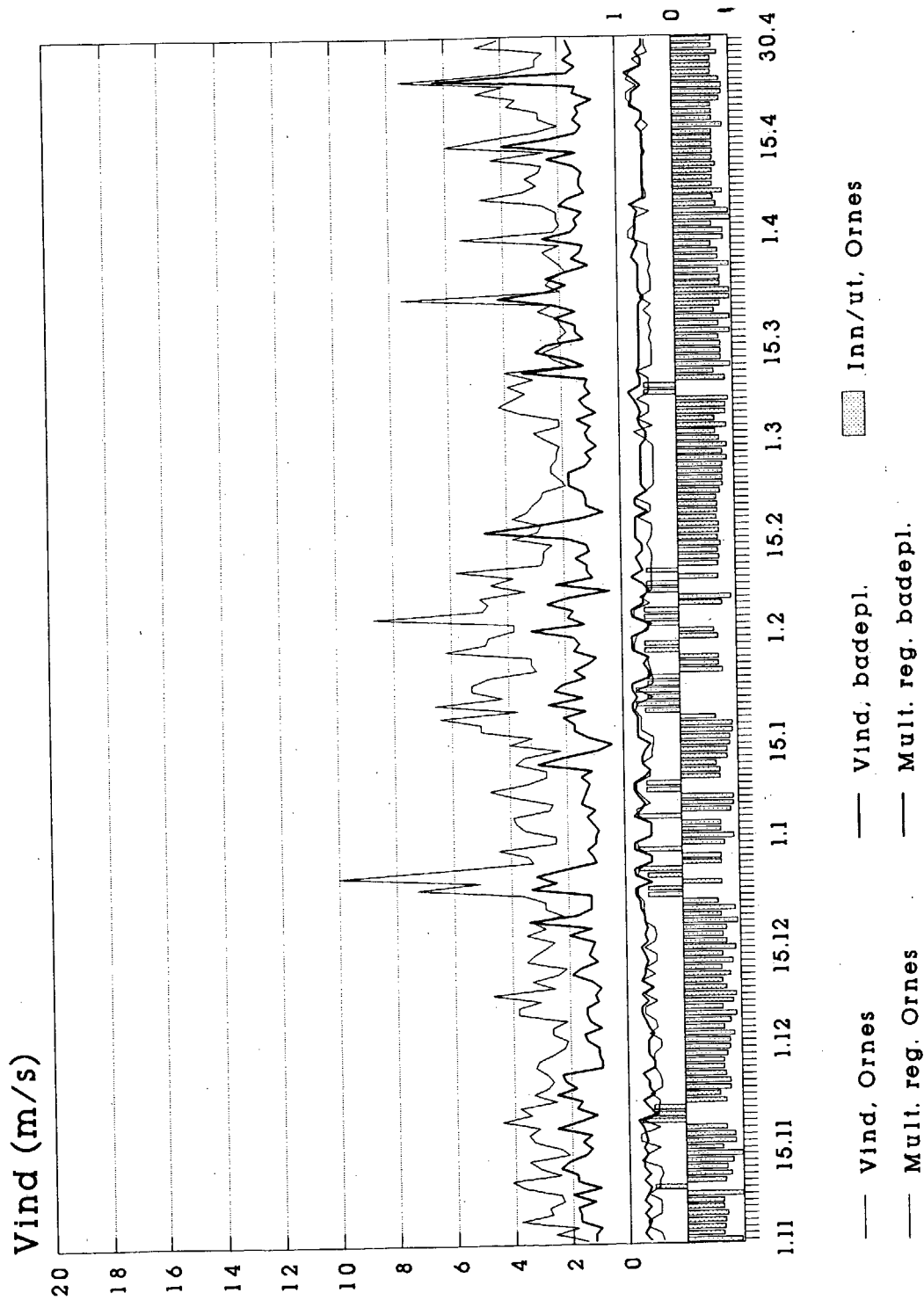
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1962/63



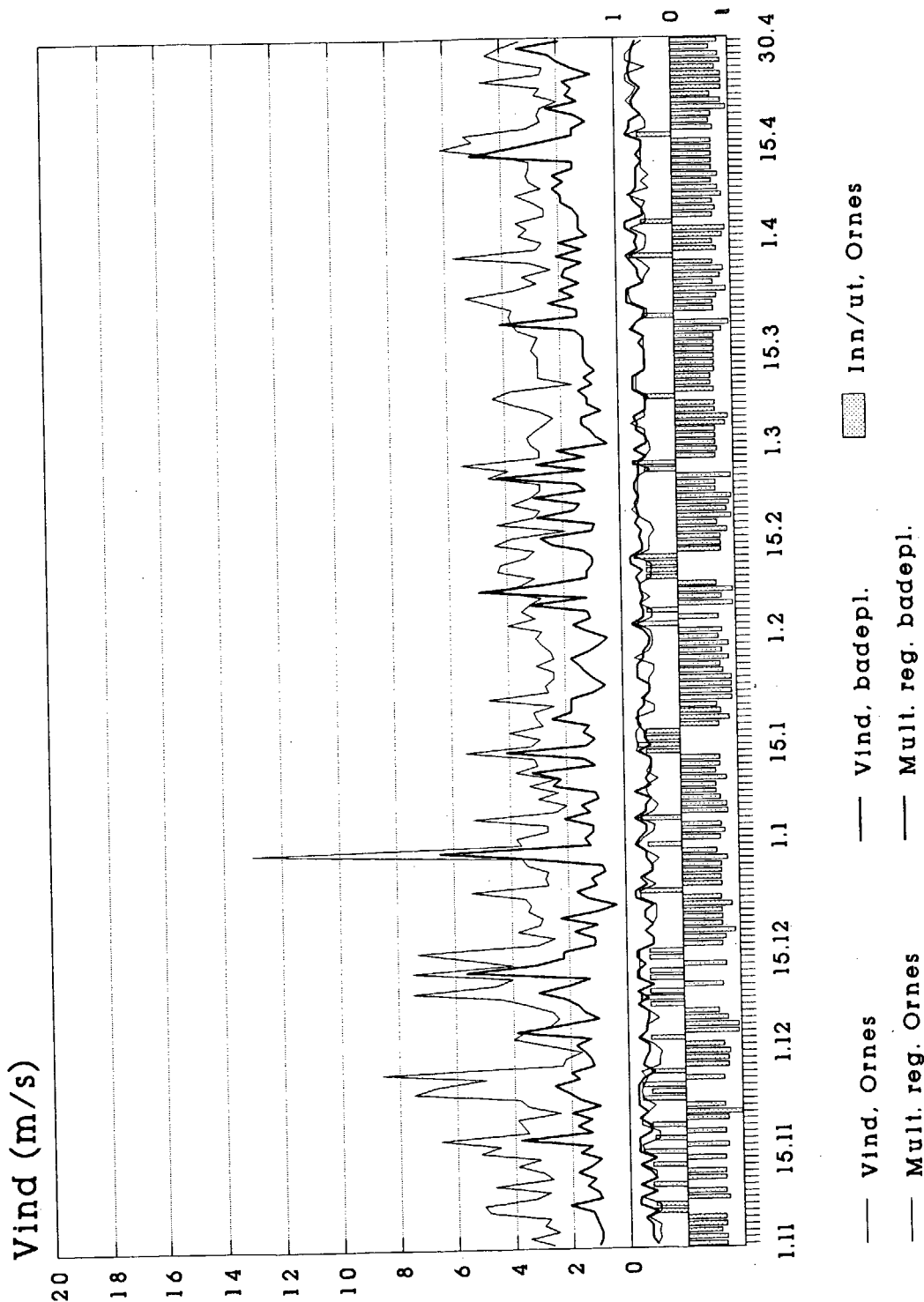
DNMI - Klimaaavdelinga

Luster 1963/64

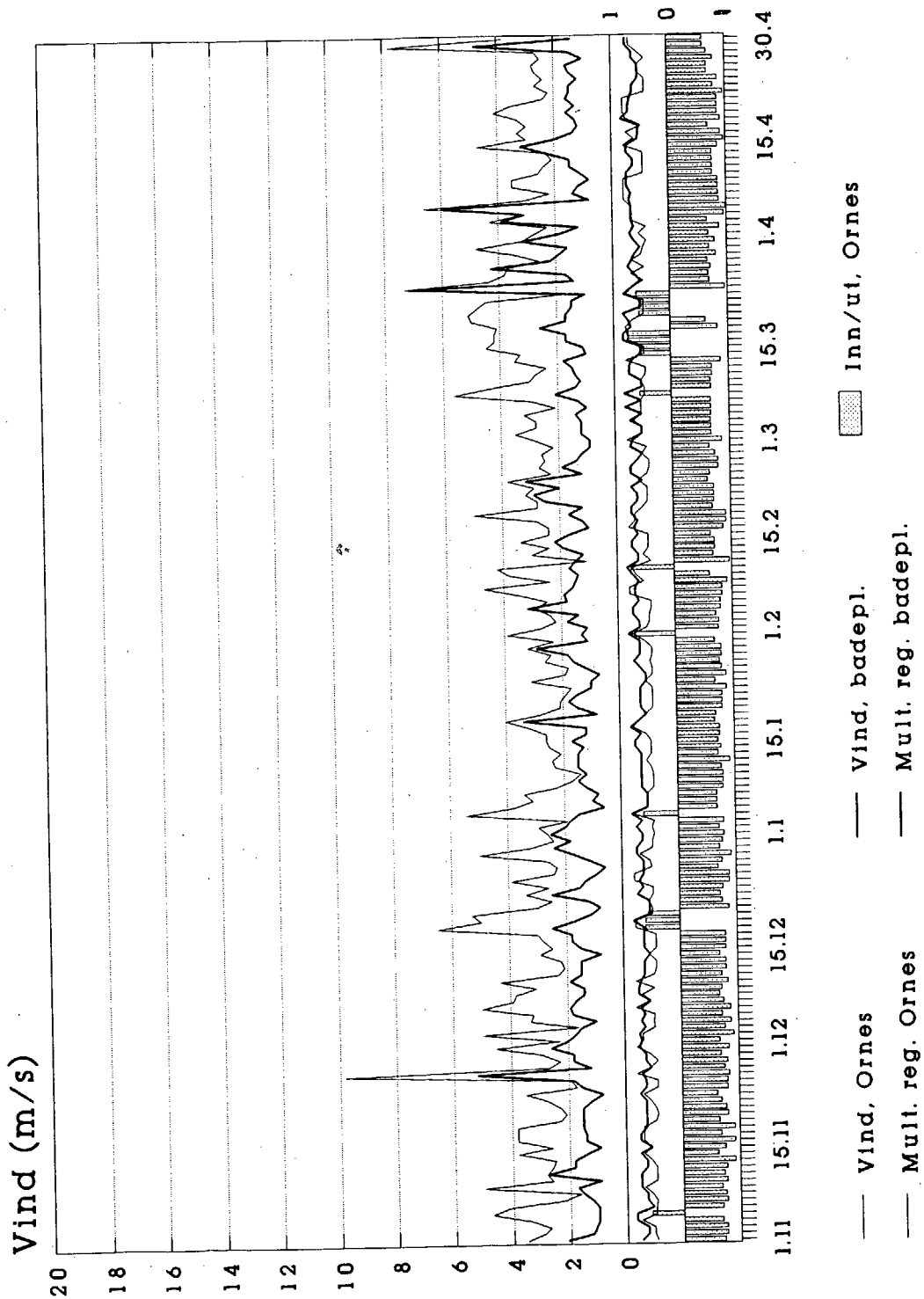


DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1964/65

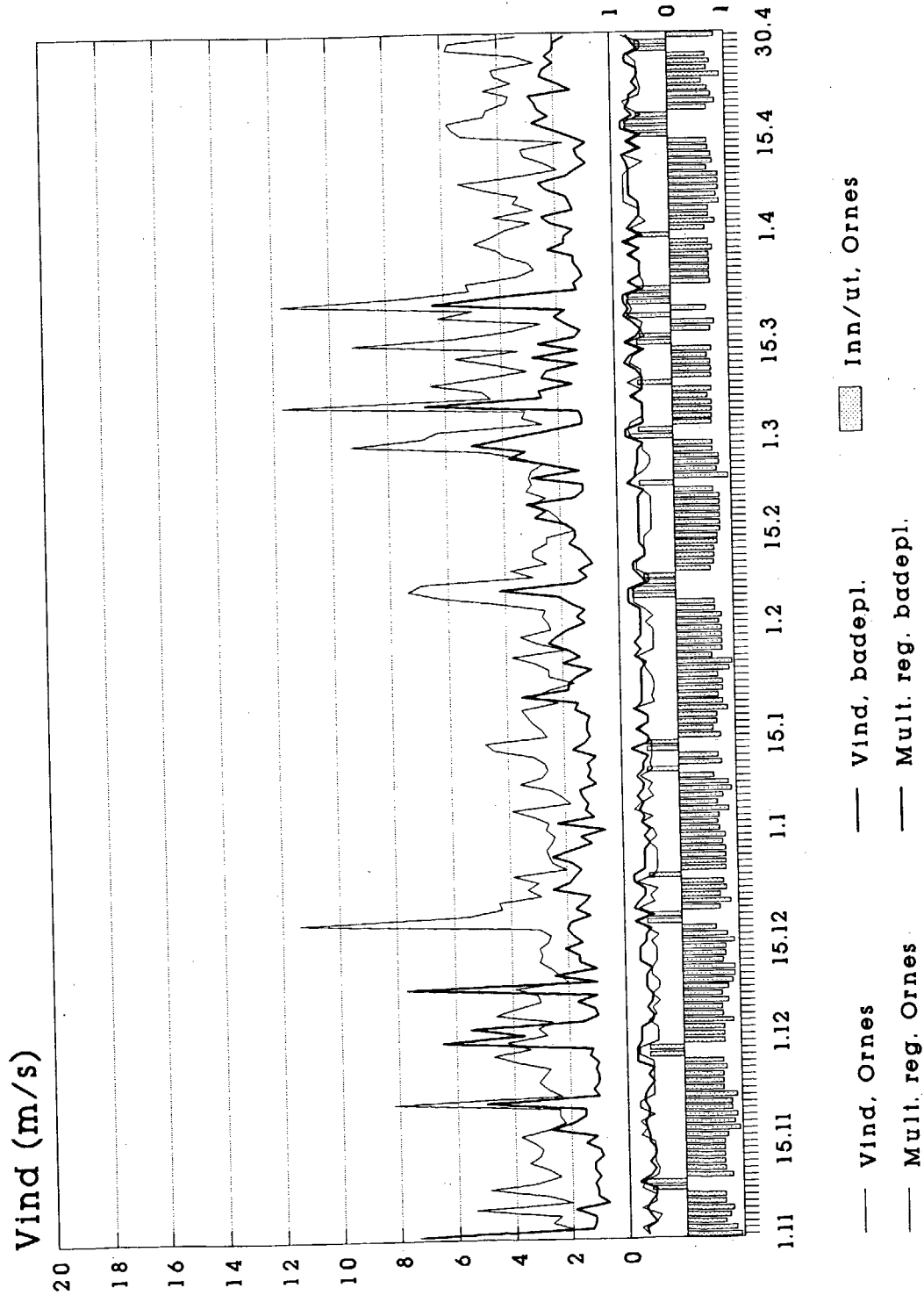


Luster 1965/66



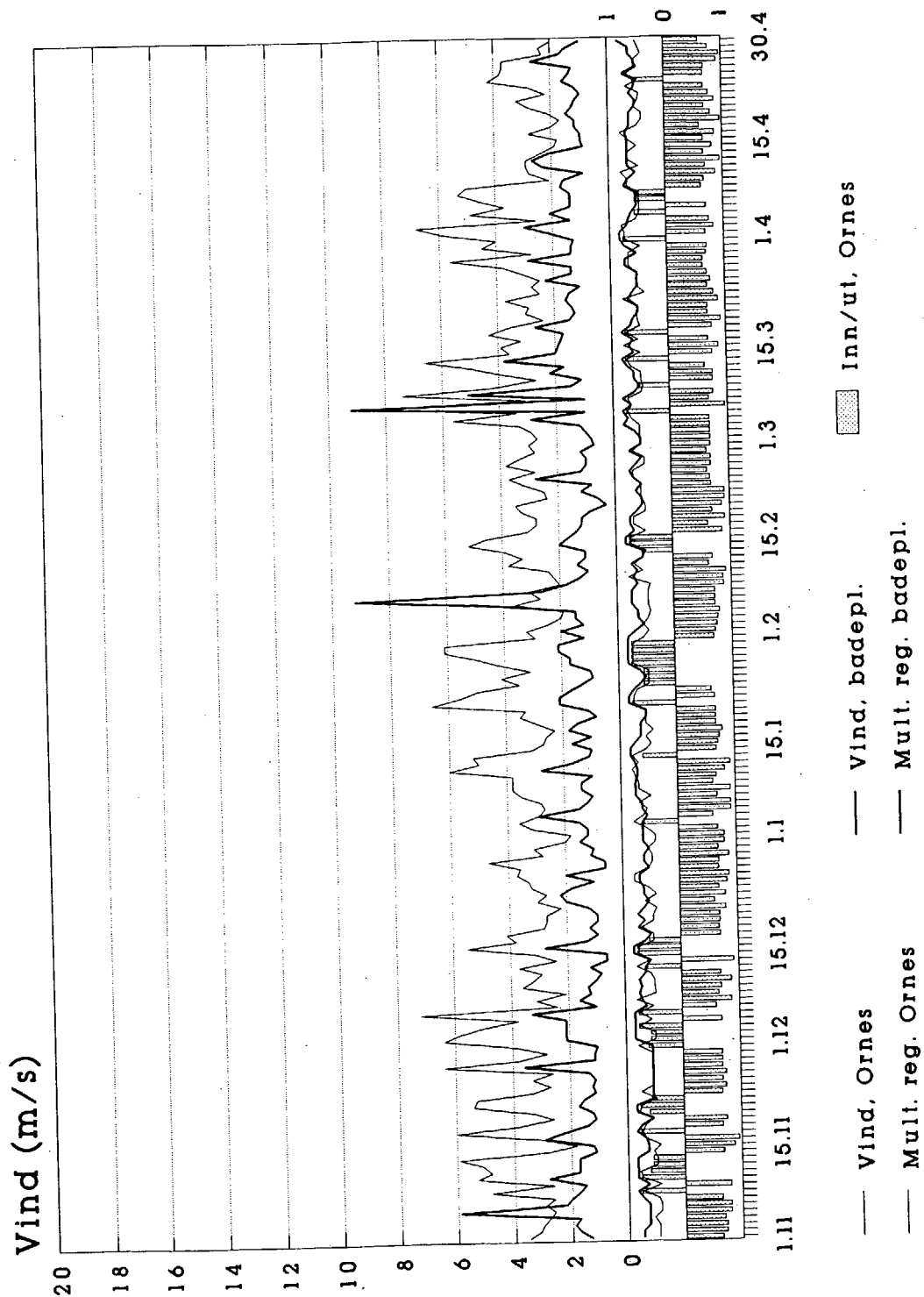
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1966/67

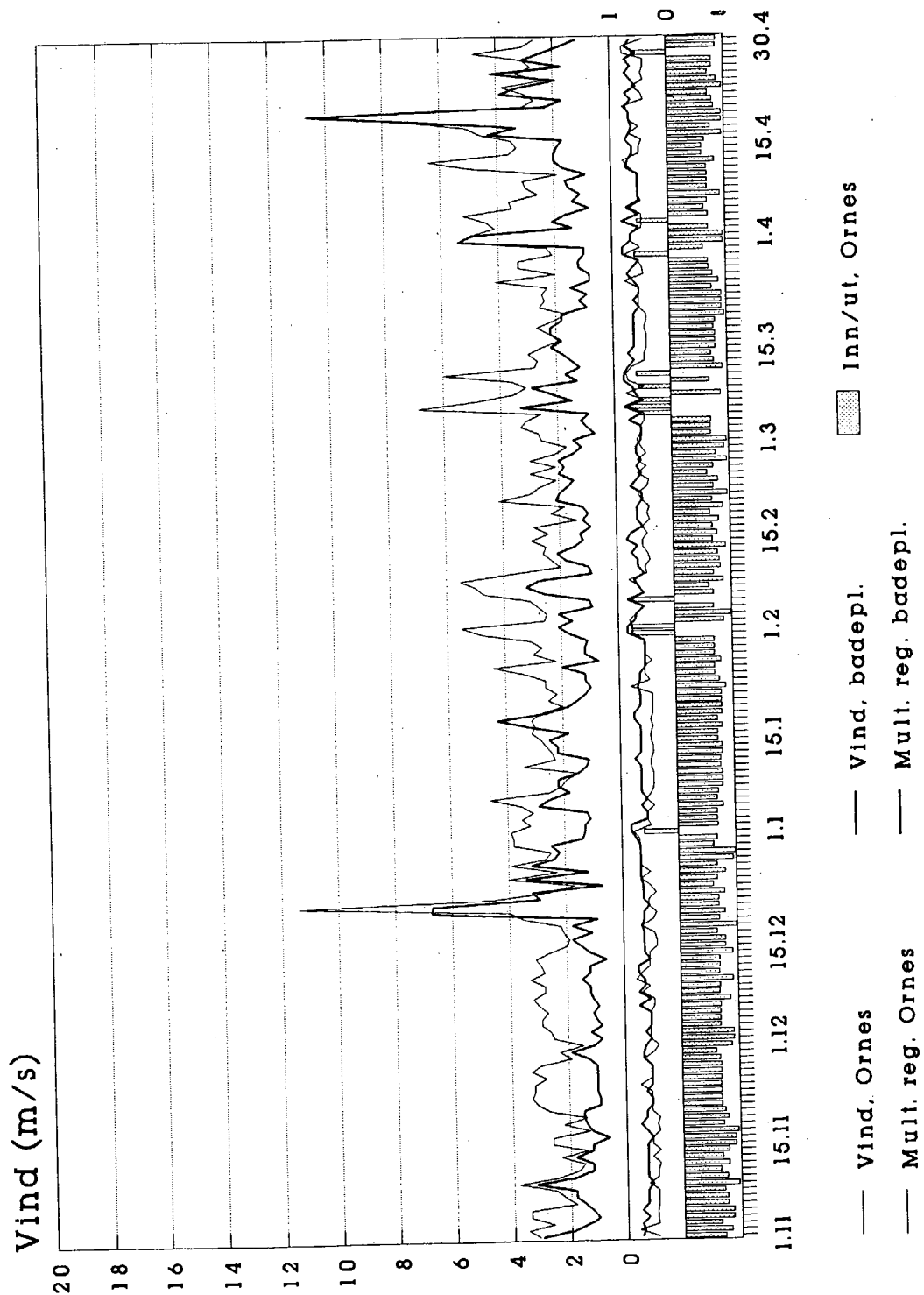


DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1967/68

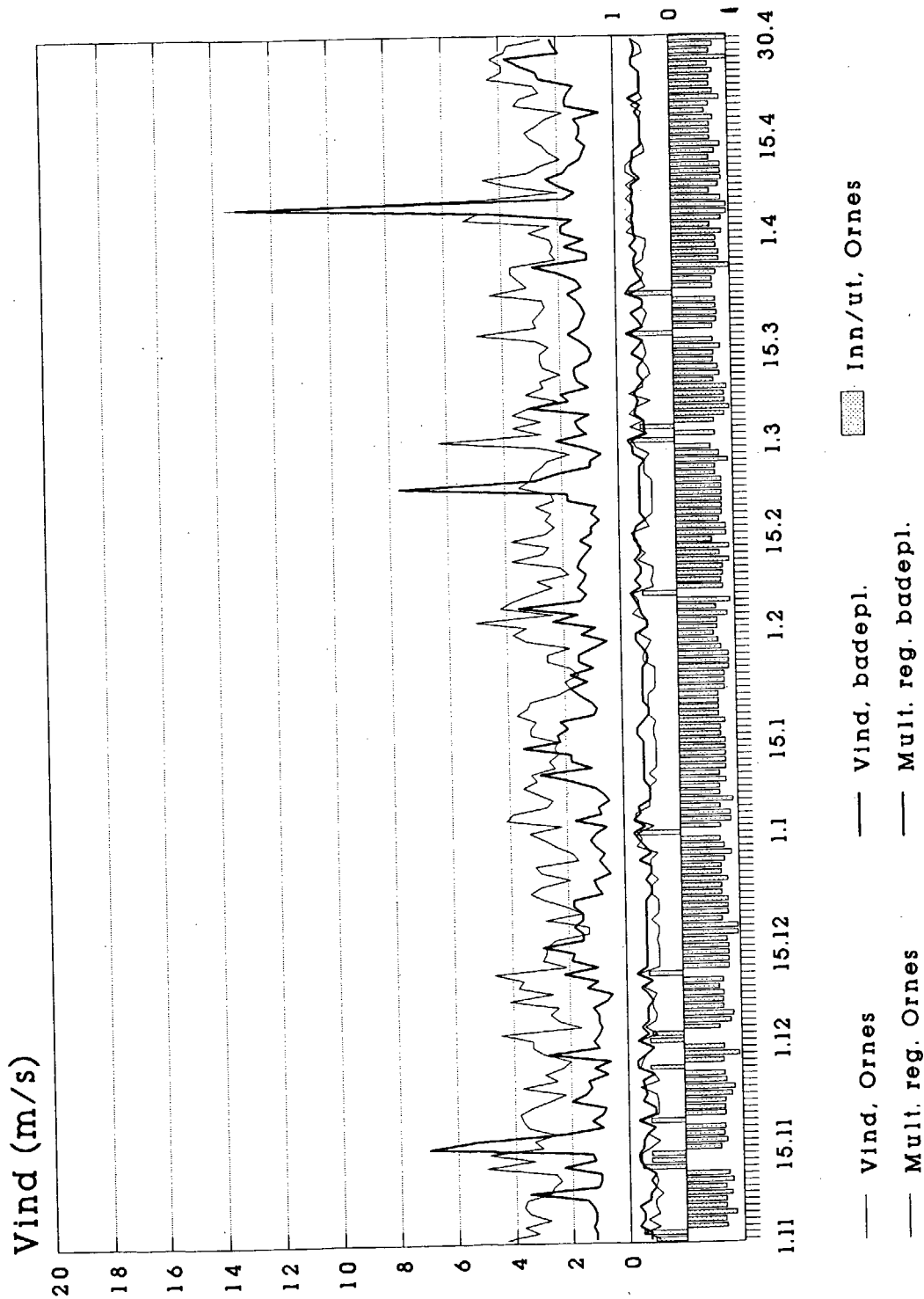


Luster 1968/69

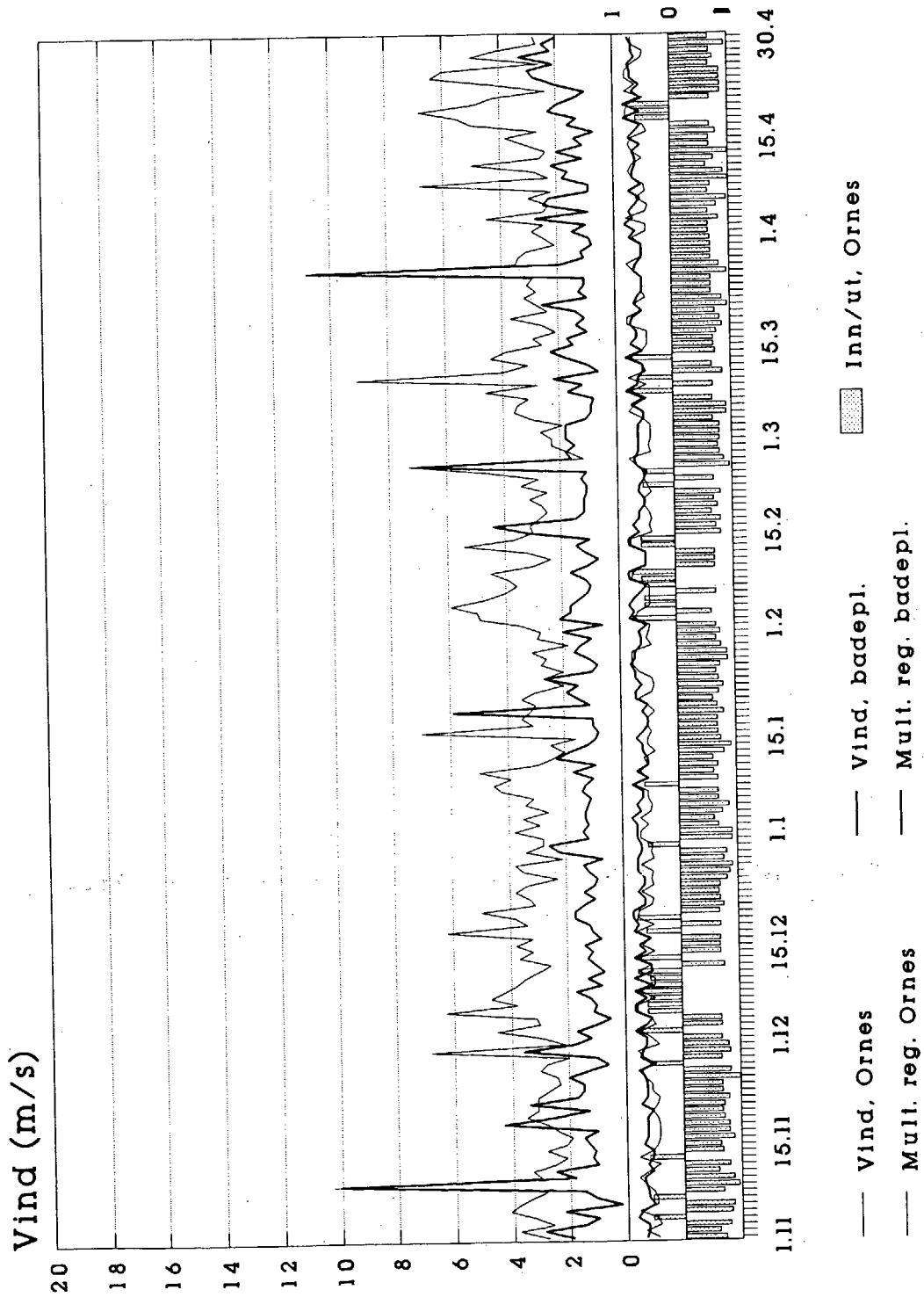


DNMI - Klimavdivinga

Luster 1969/70

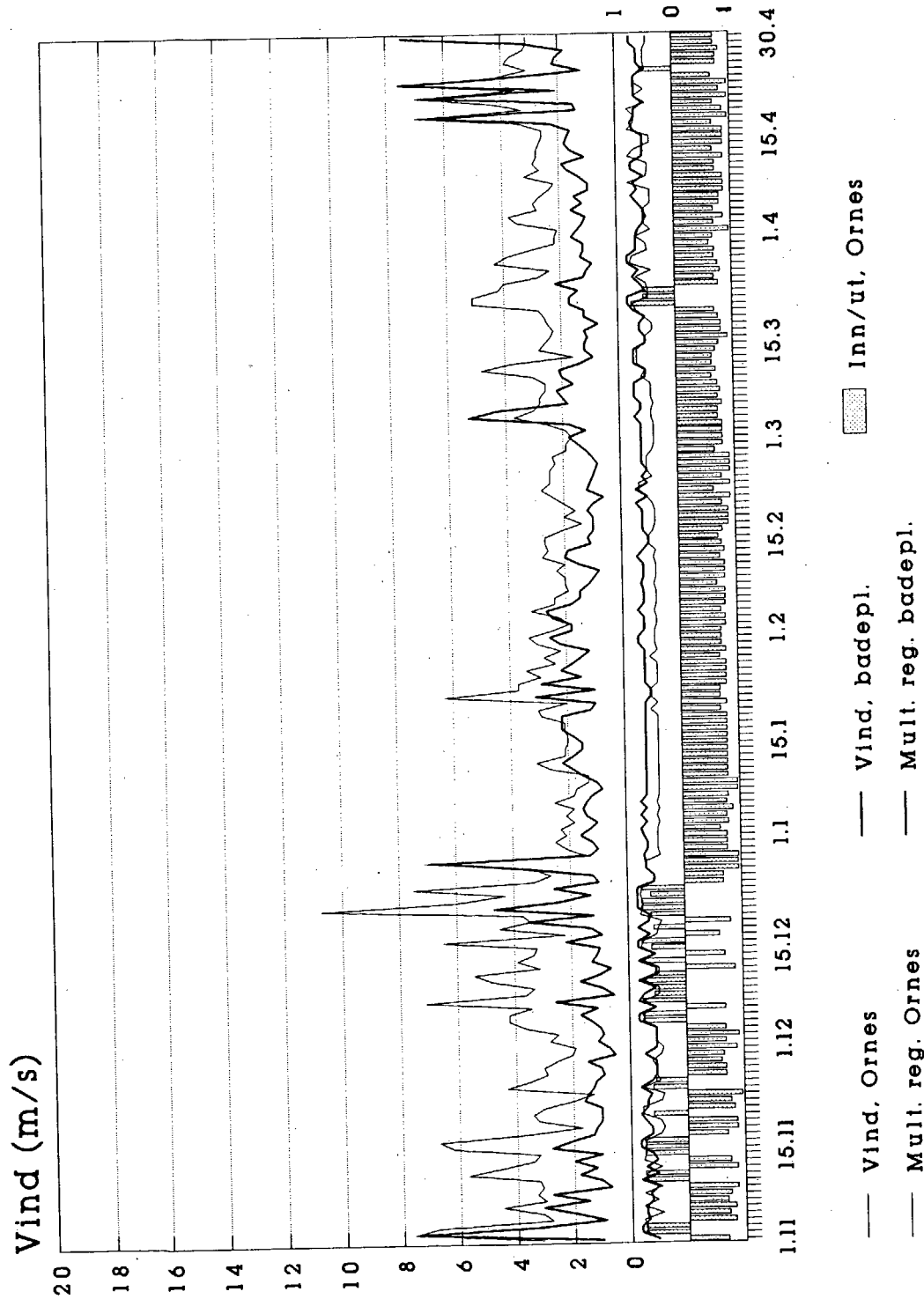


Luster 1970/71

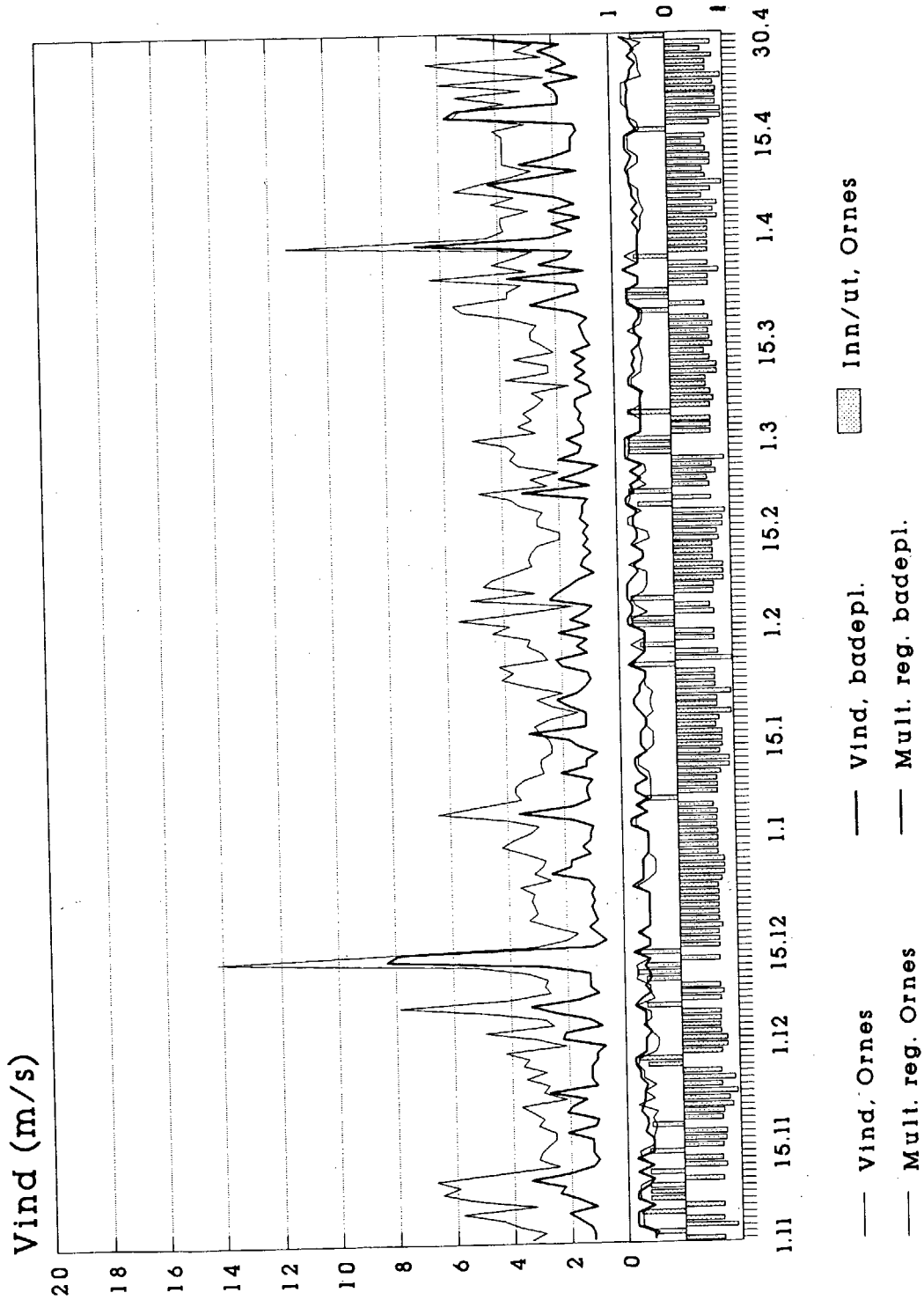


DNMI - Klimaaavdelinga

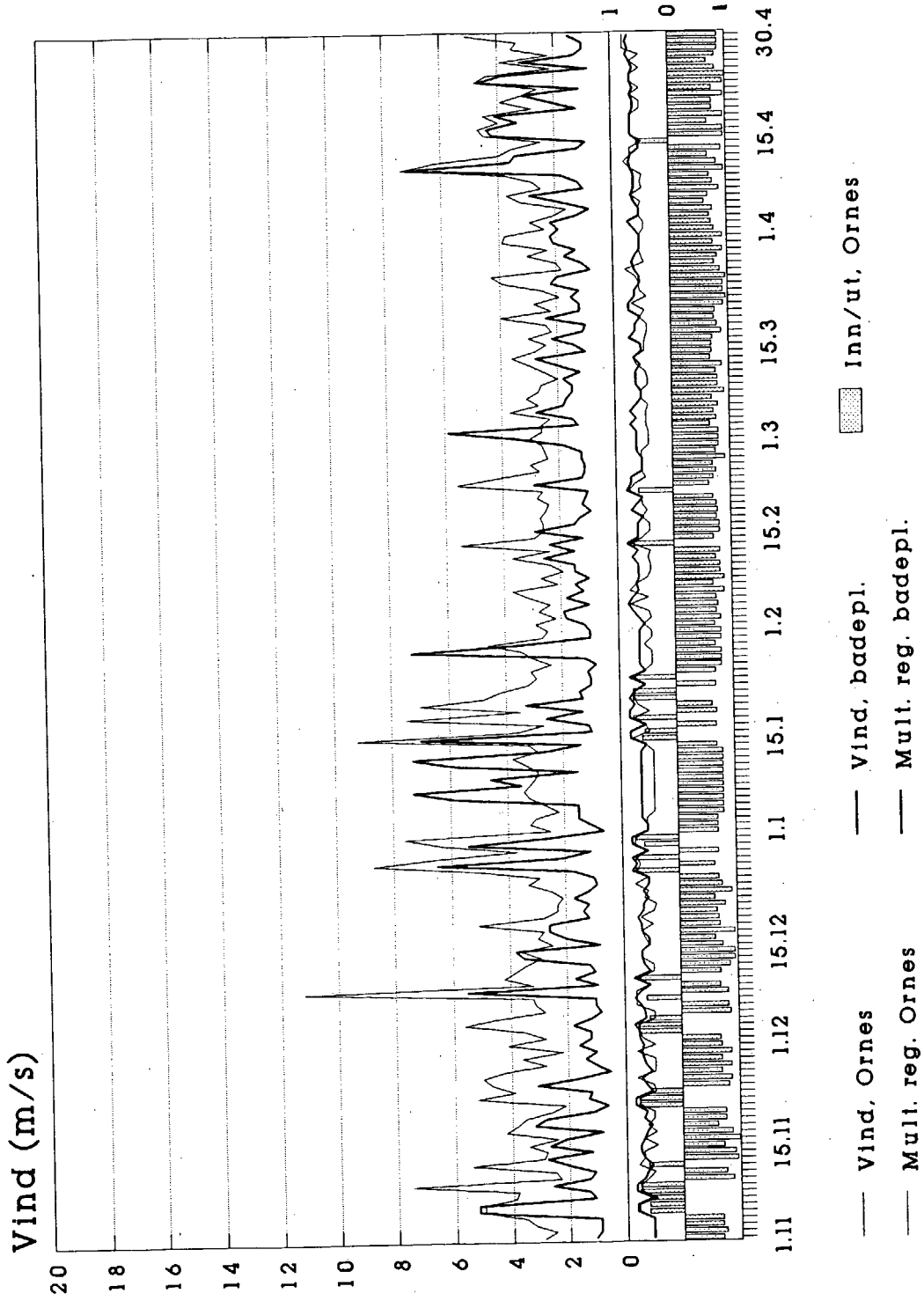
Luster 1971/72



Luster 1972/73

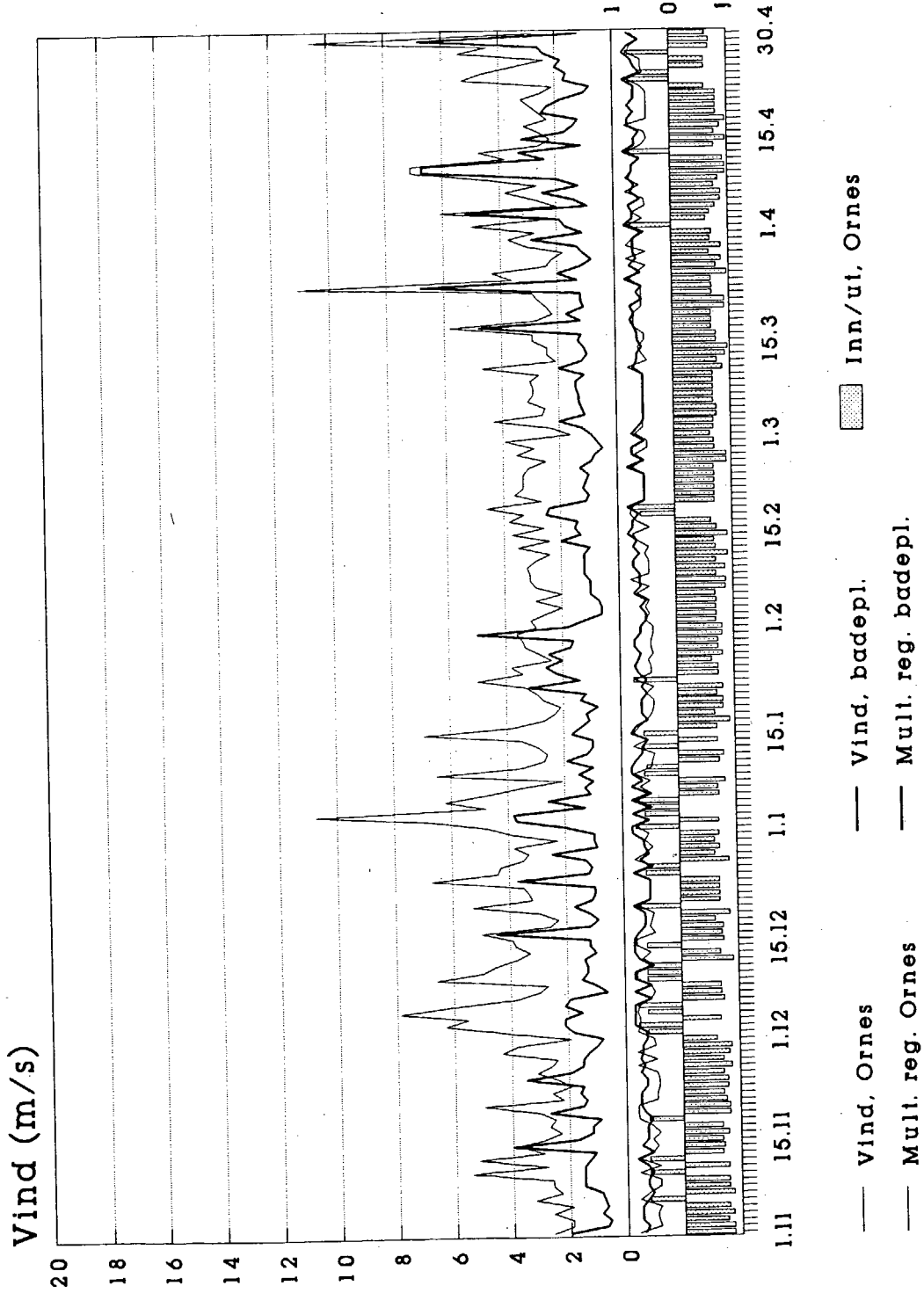


Luster 1973/74



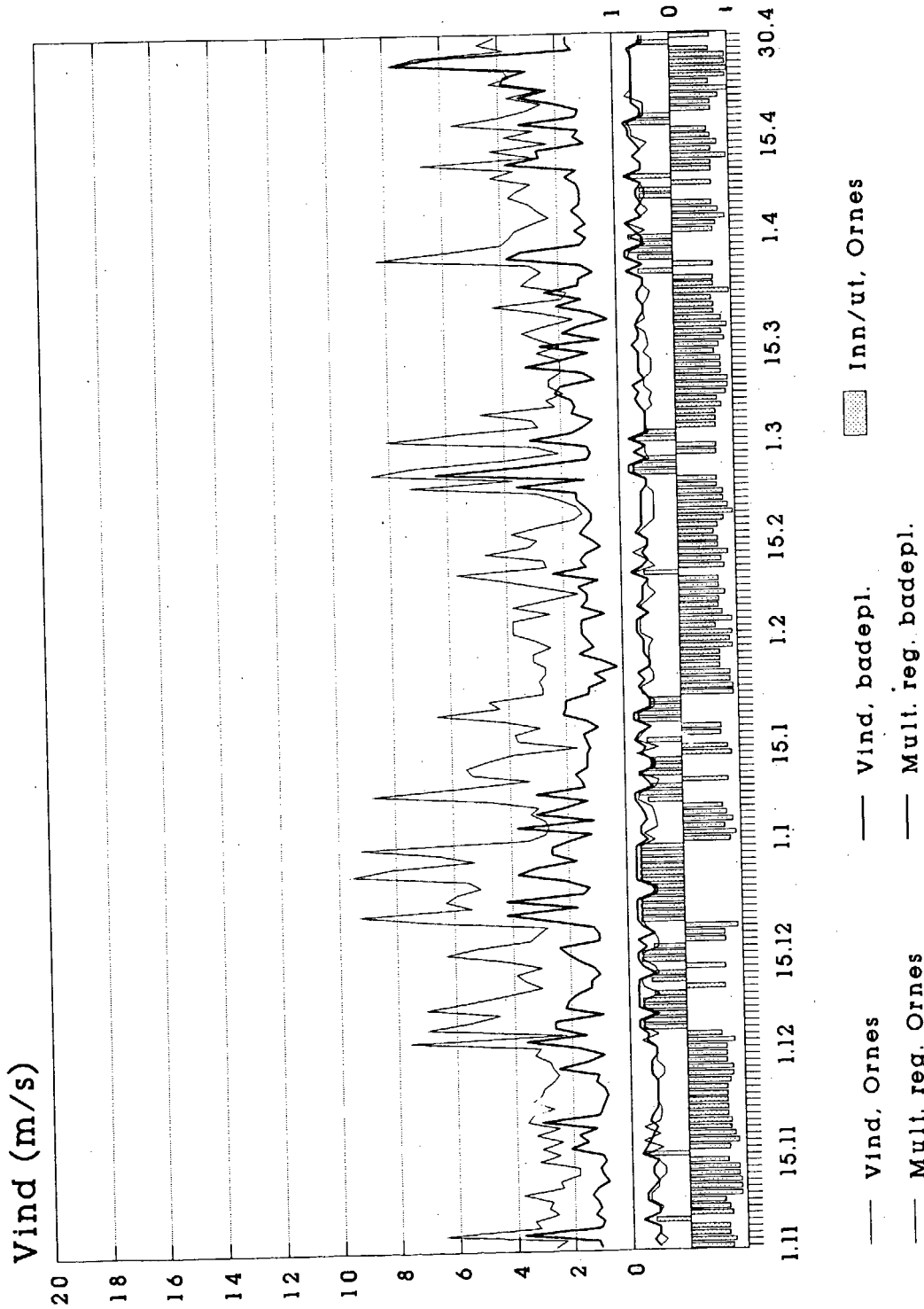
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1974/75



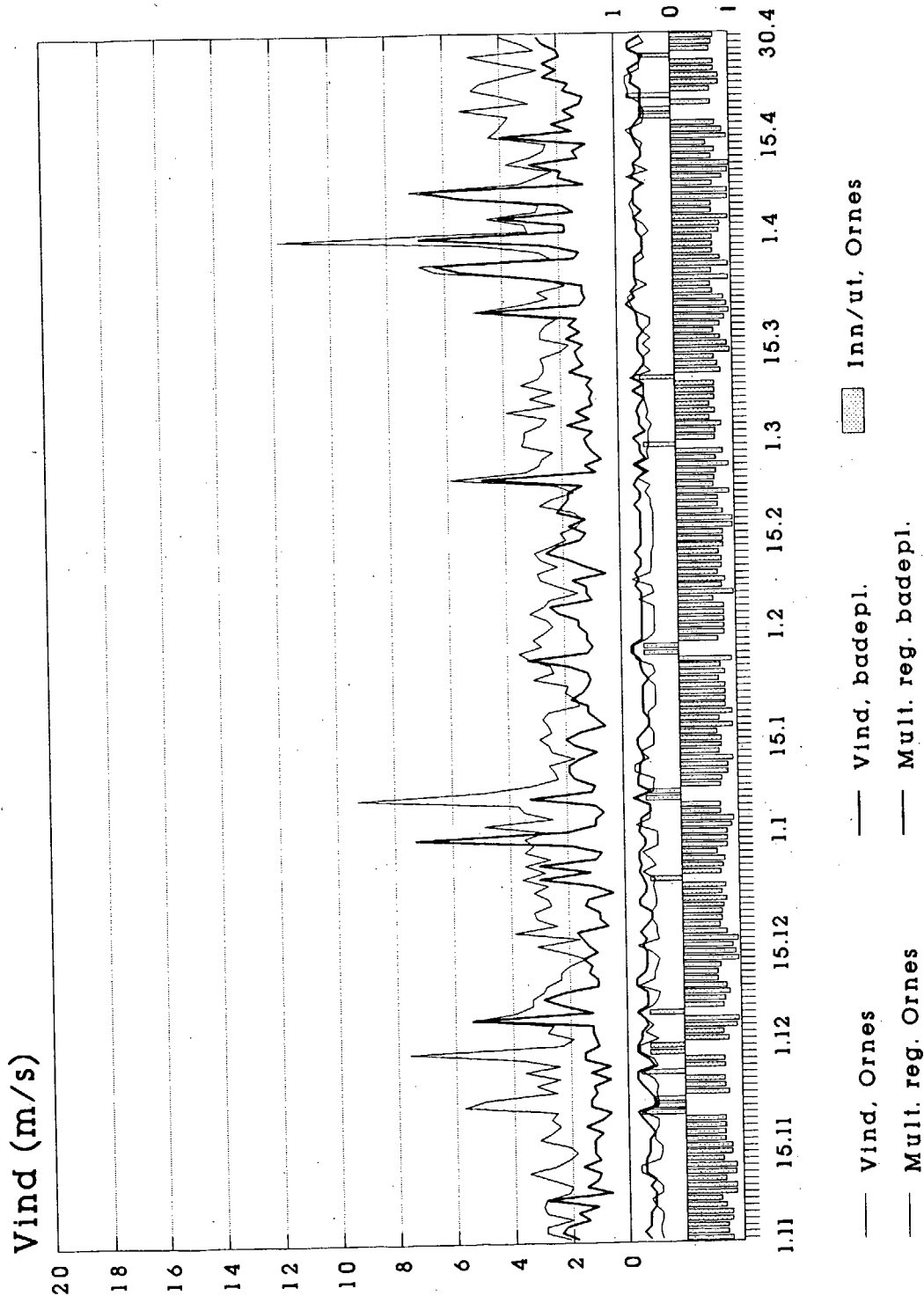
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1975/76



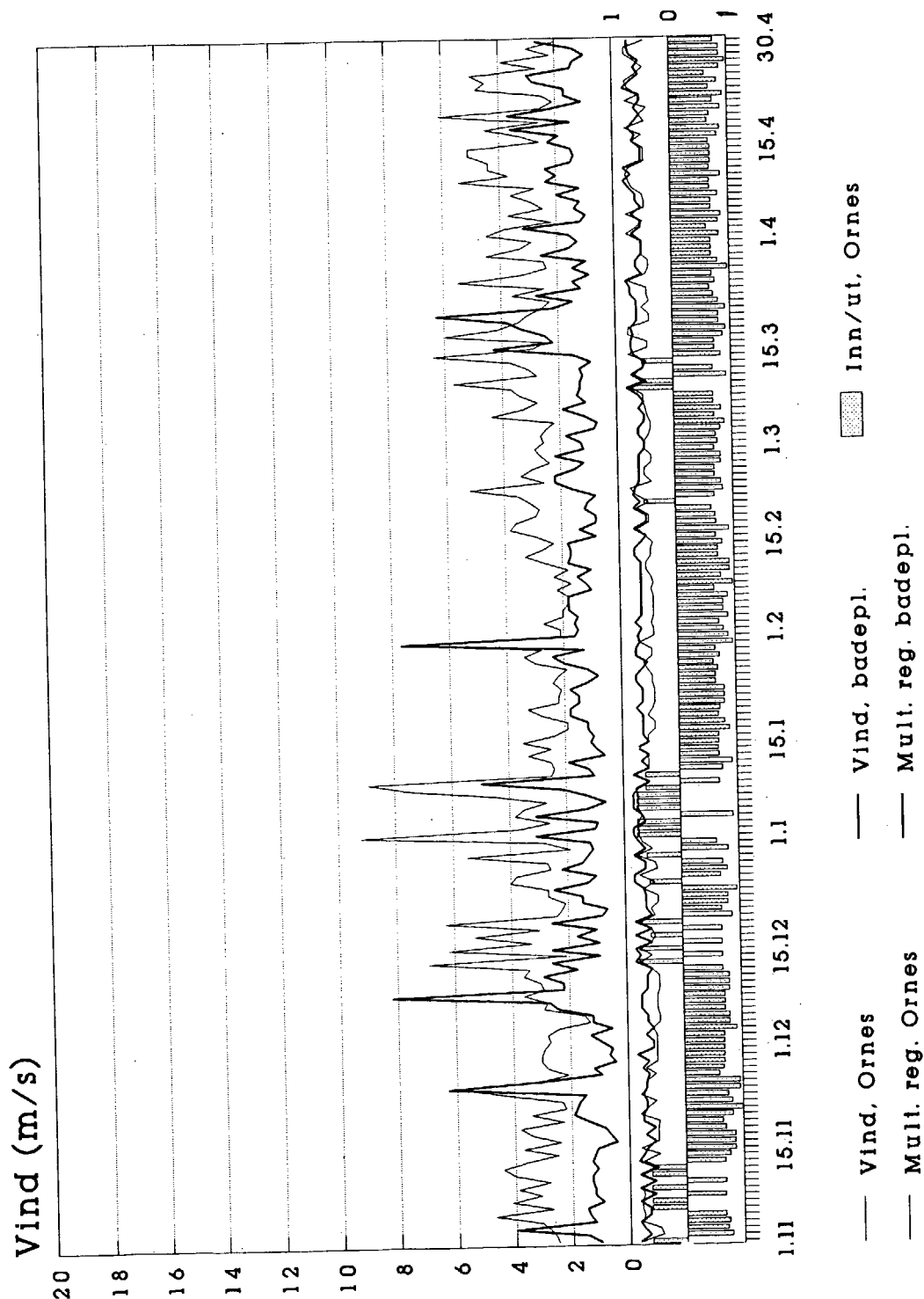
DNMI - Klimavæddinga

Luster 1976/77

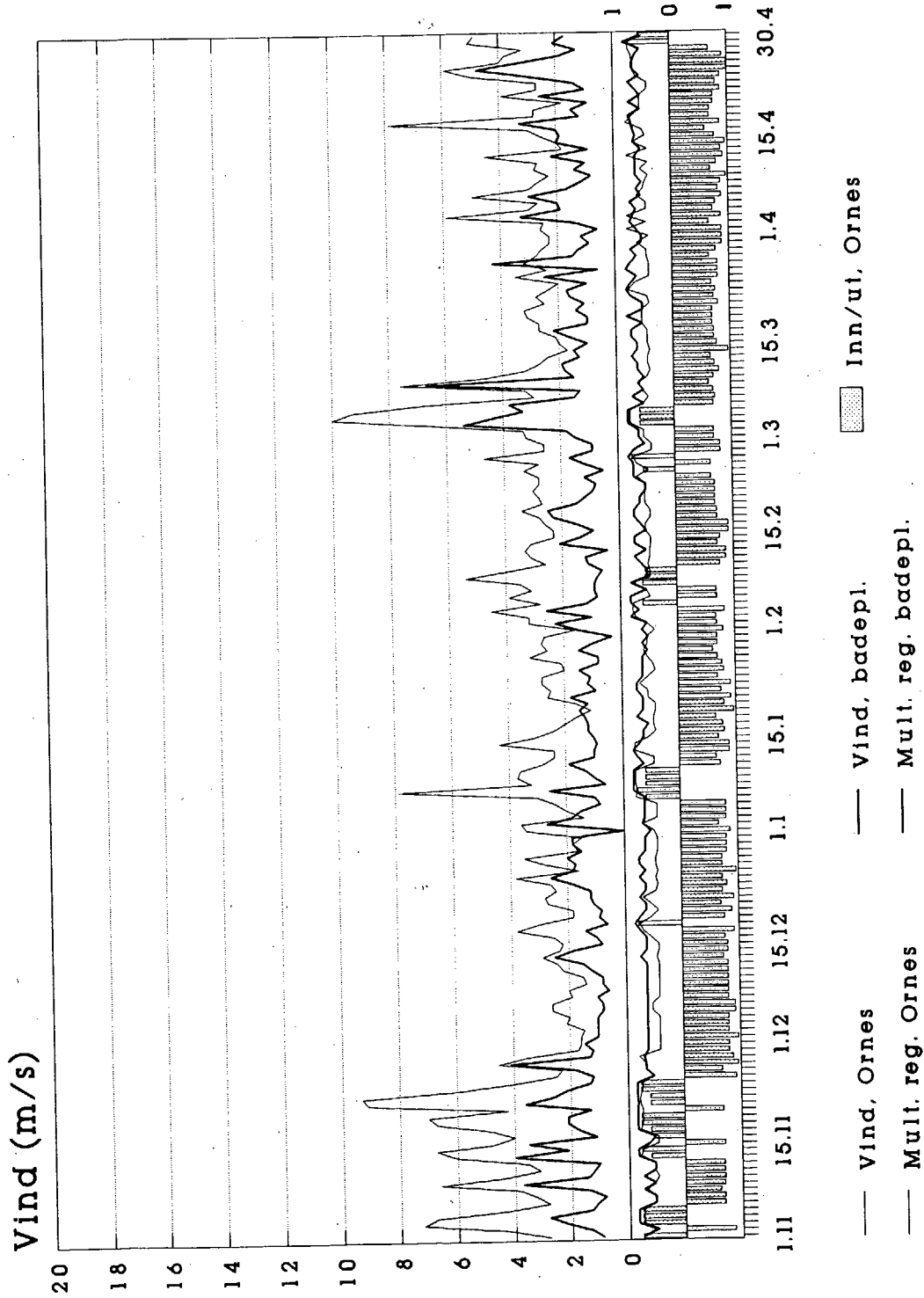


DNMI - Klimaaavdelinga

Luster 1977/78

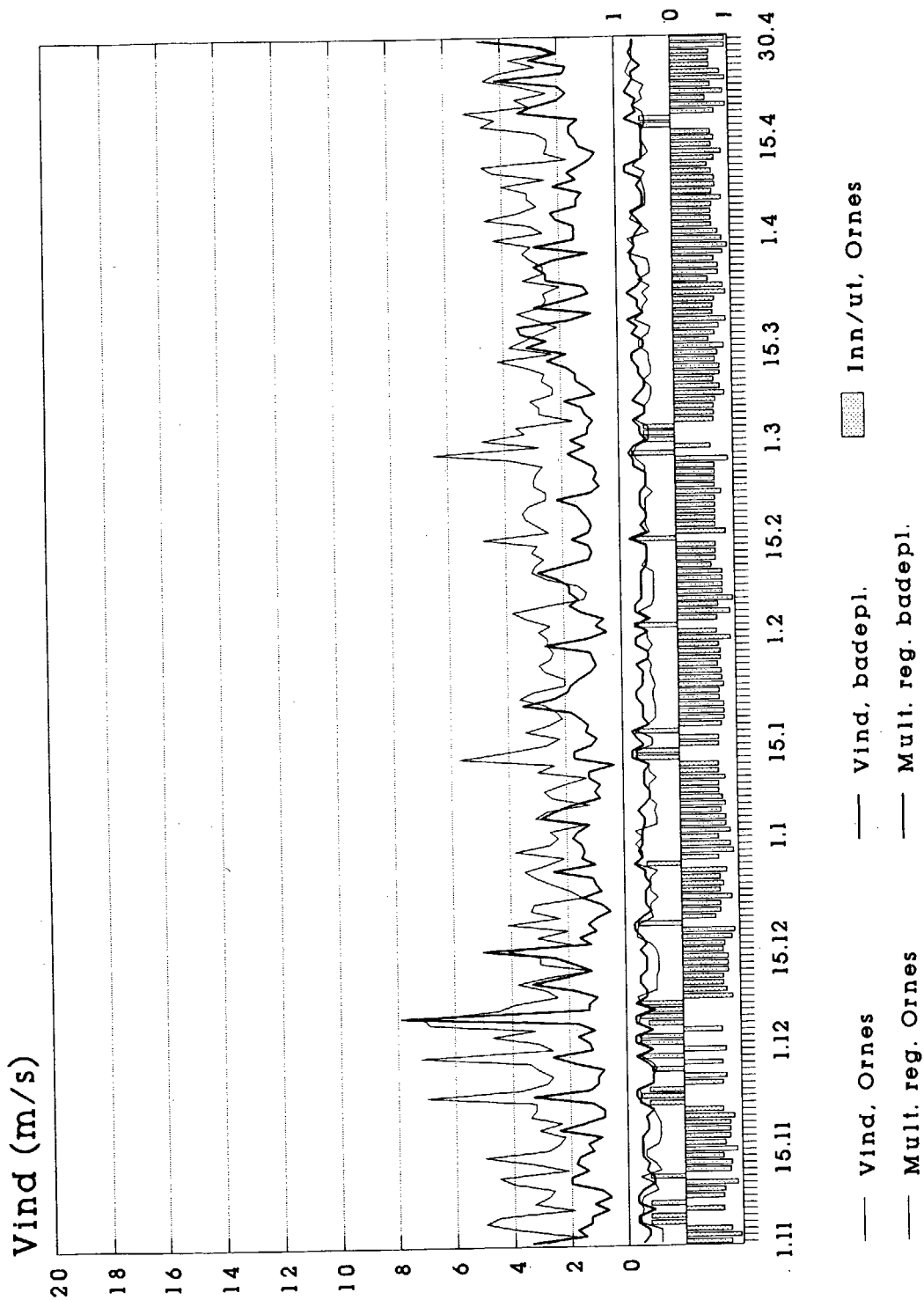


Luster 1978/79



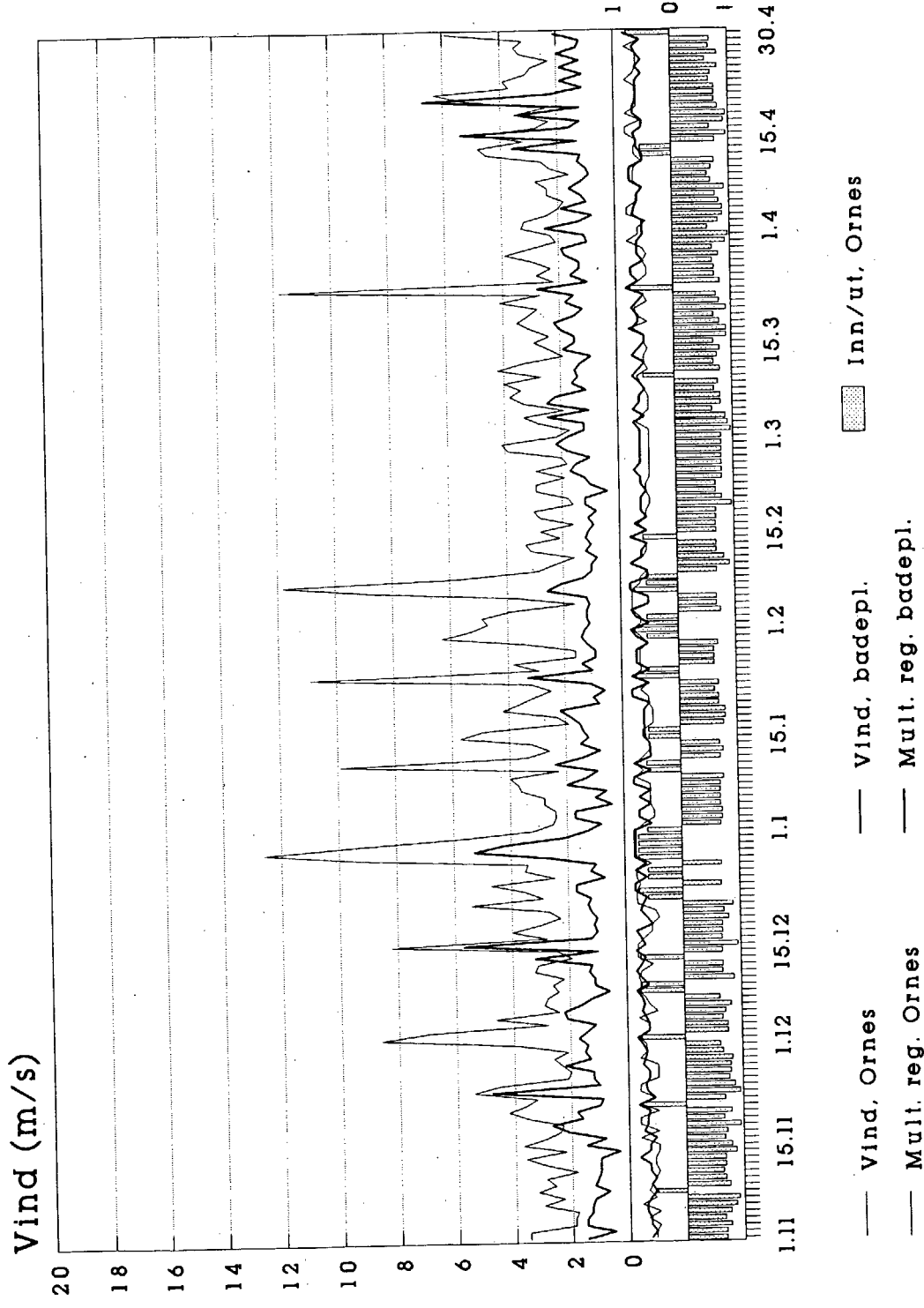
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1979/80



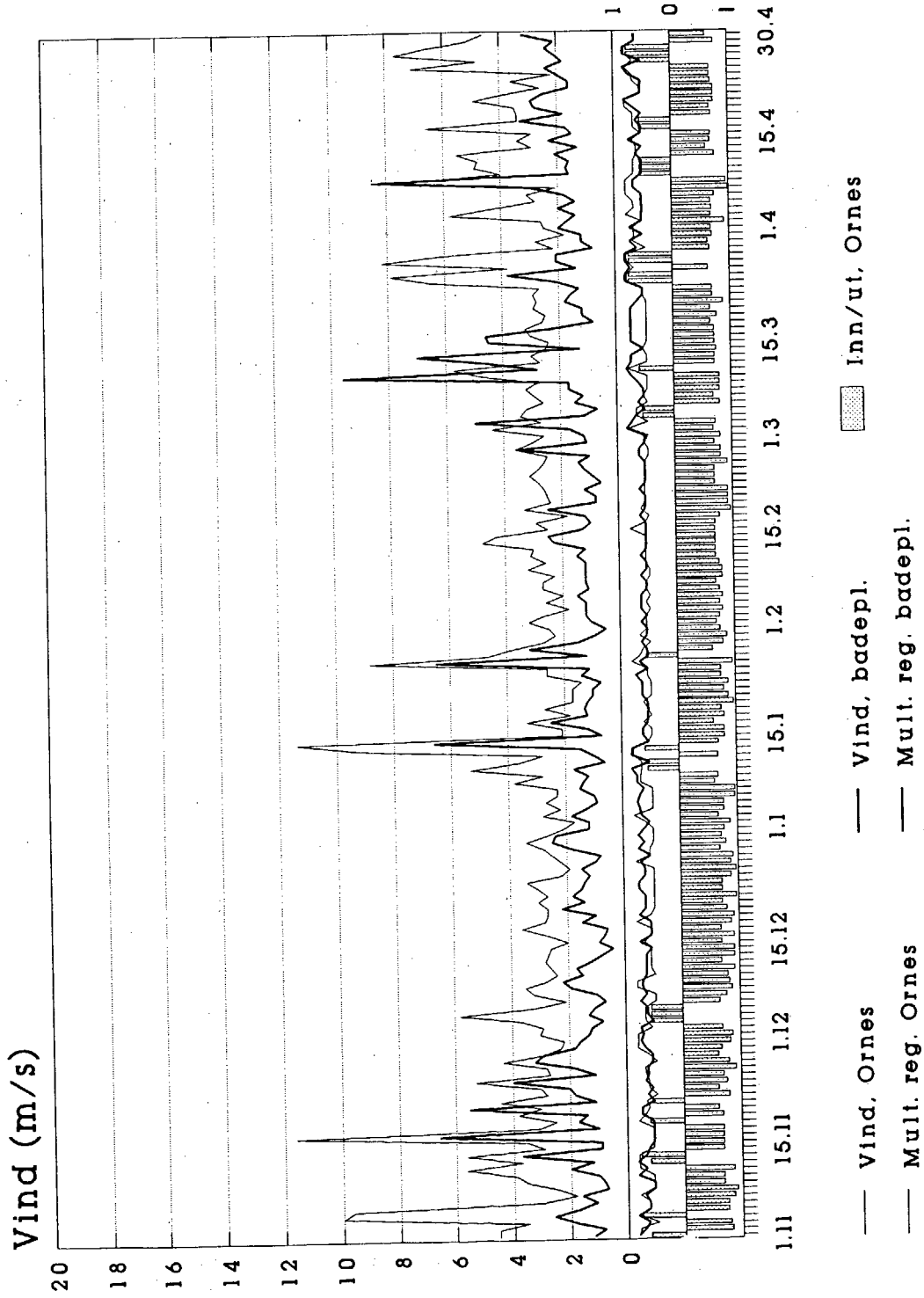
DNMI - Klimaaavdelinga

Luster 1980/81

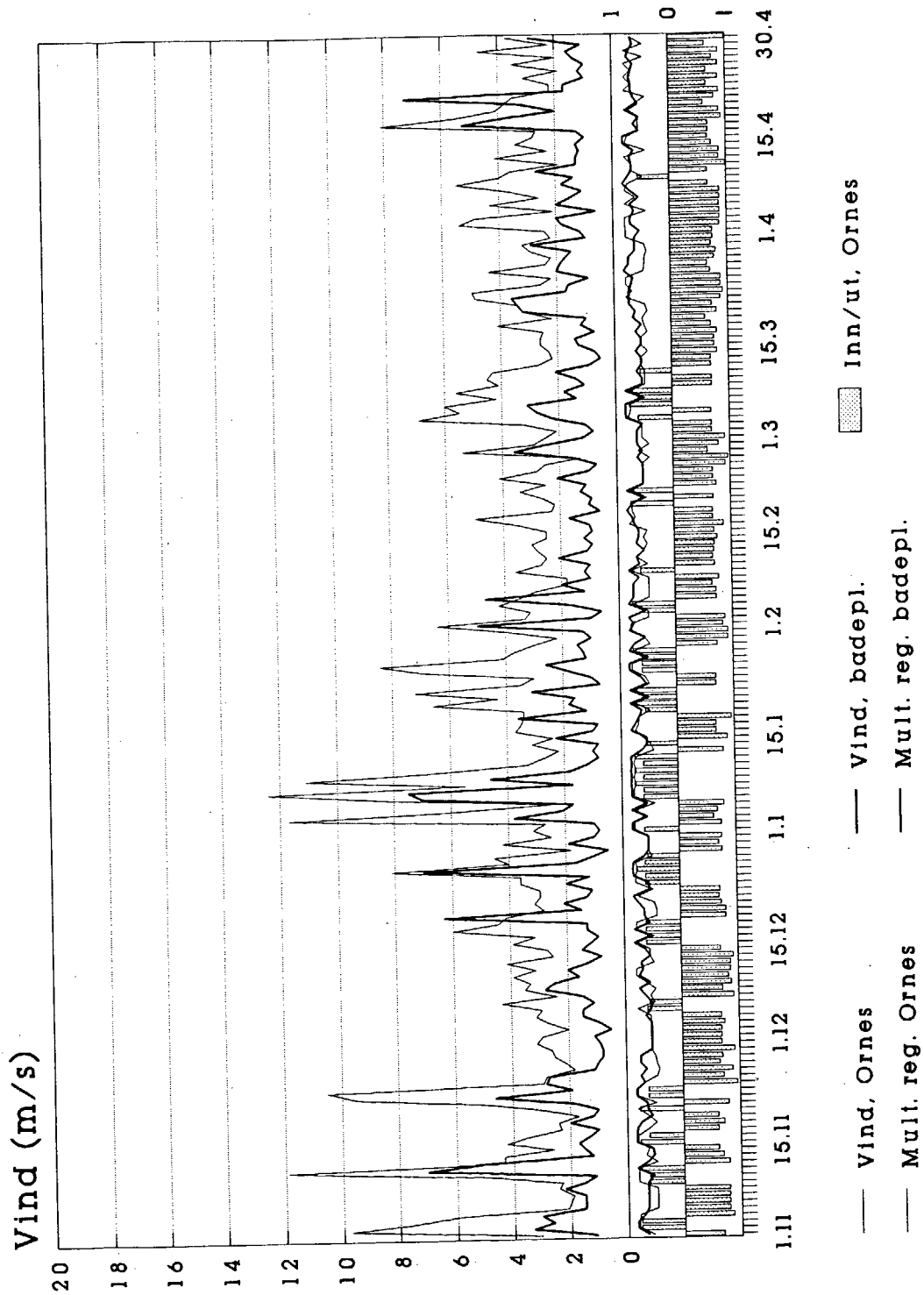


DNMI - Klimaaavdelinga

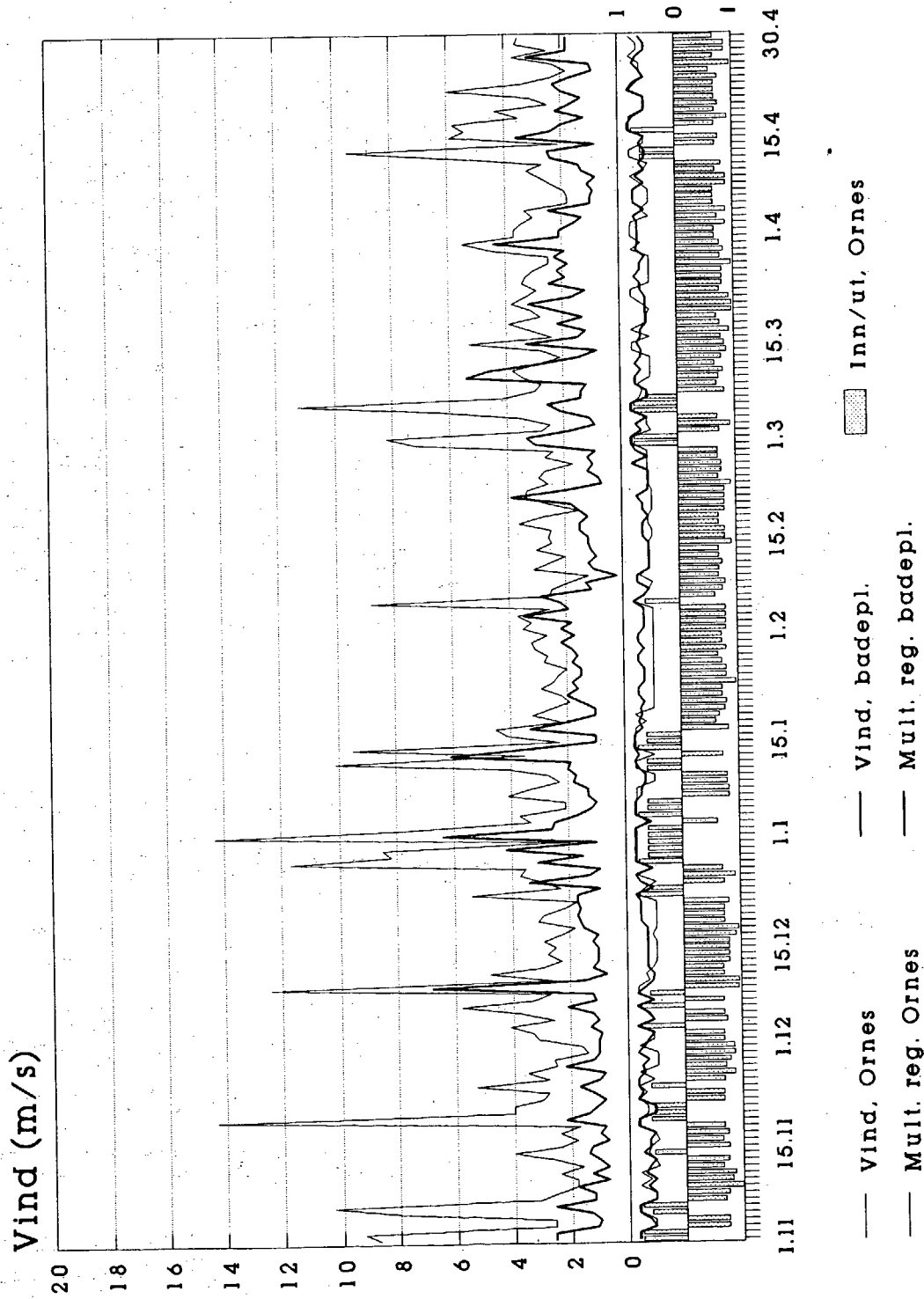
Luster 1981/82



Luster 1982/83

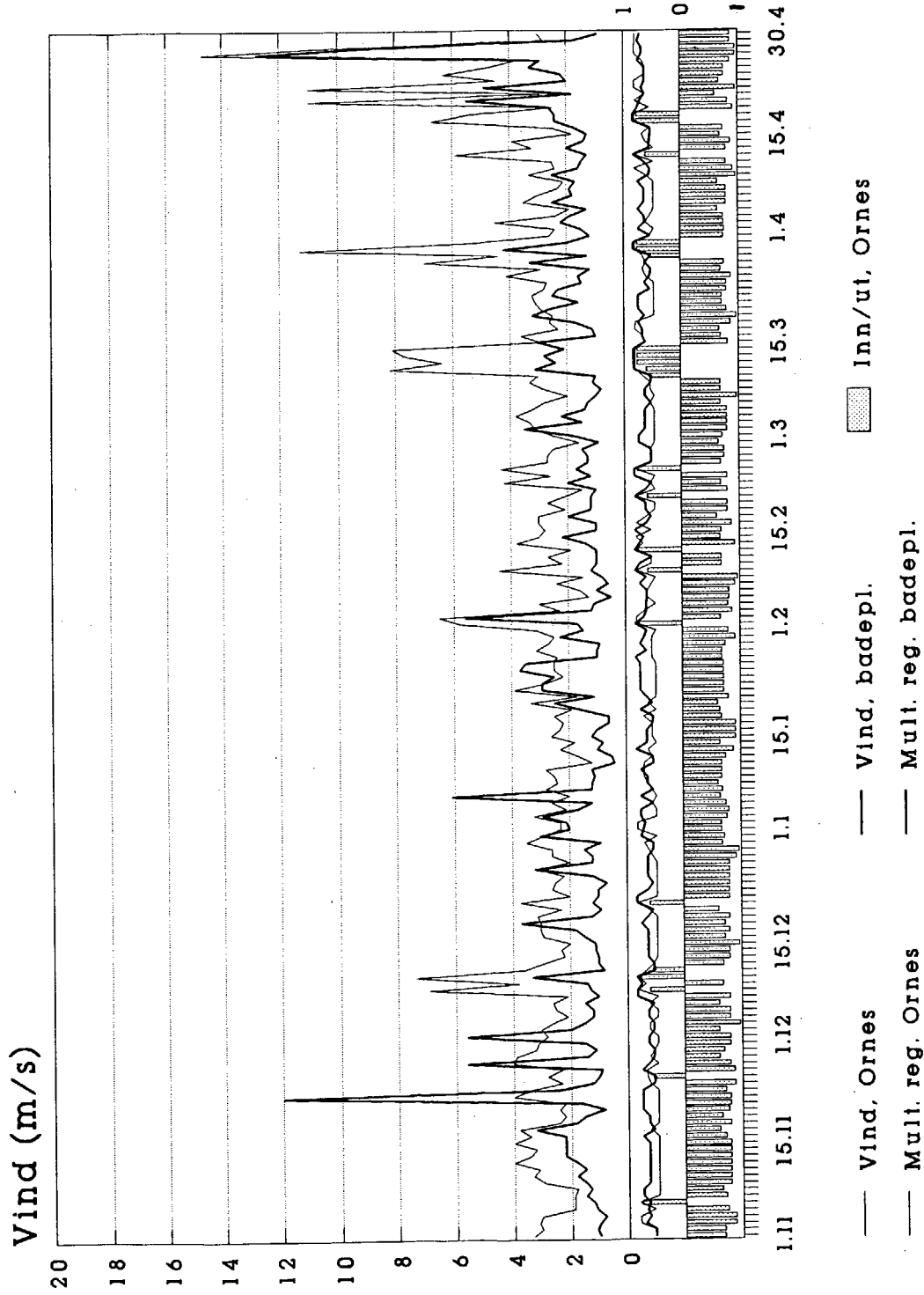


Luster 1983/84



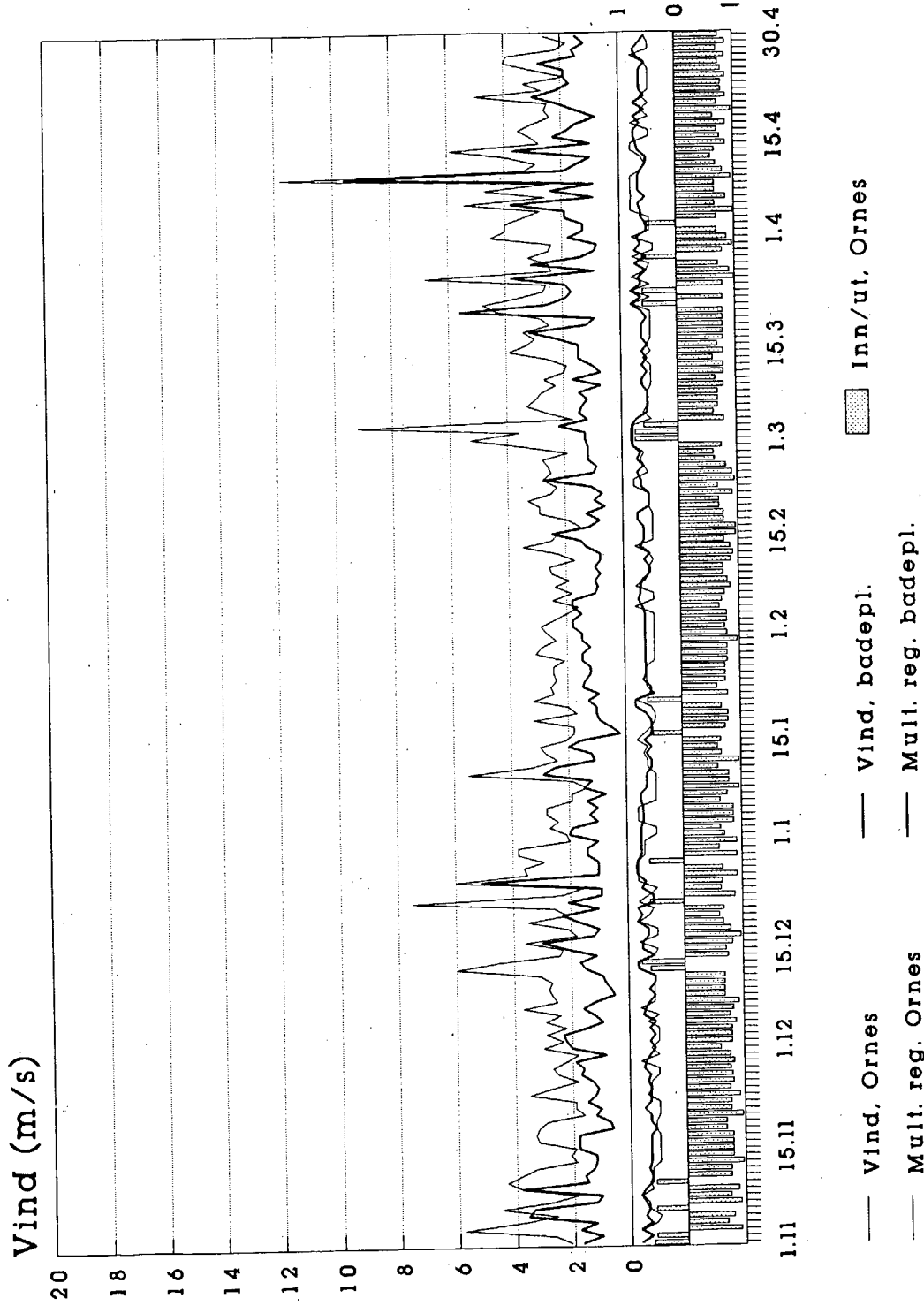
DNMI - Klimaatdeling

Luster 1984/85



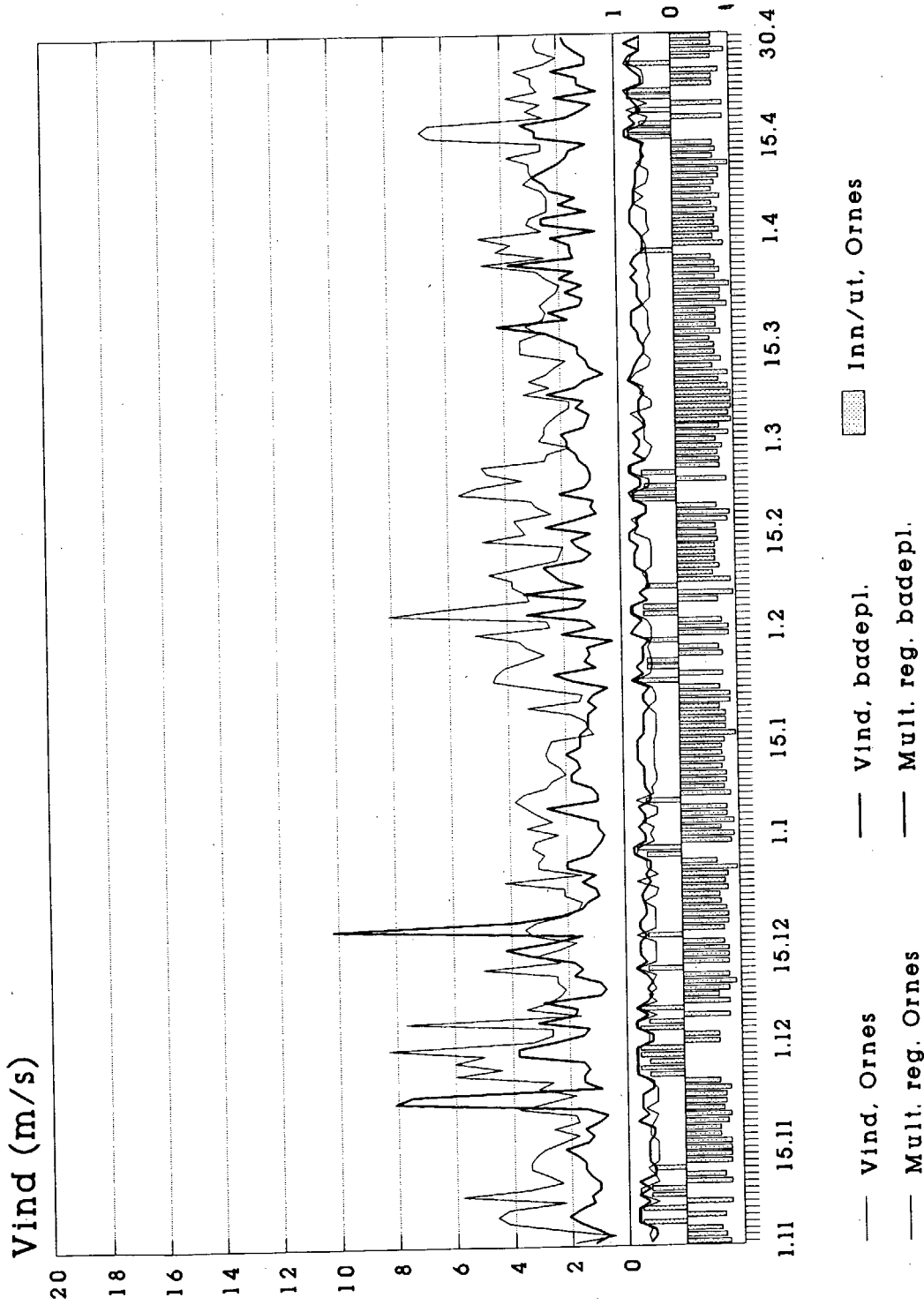
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1985/86

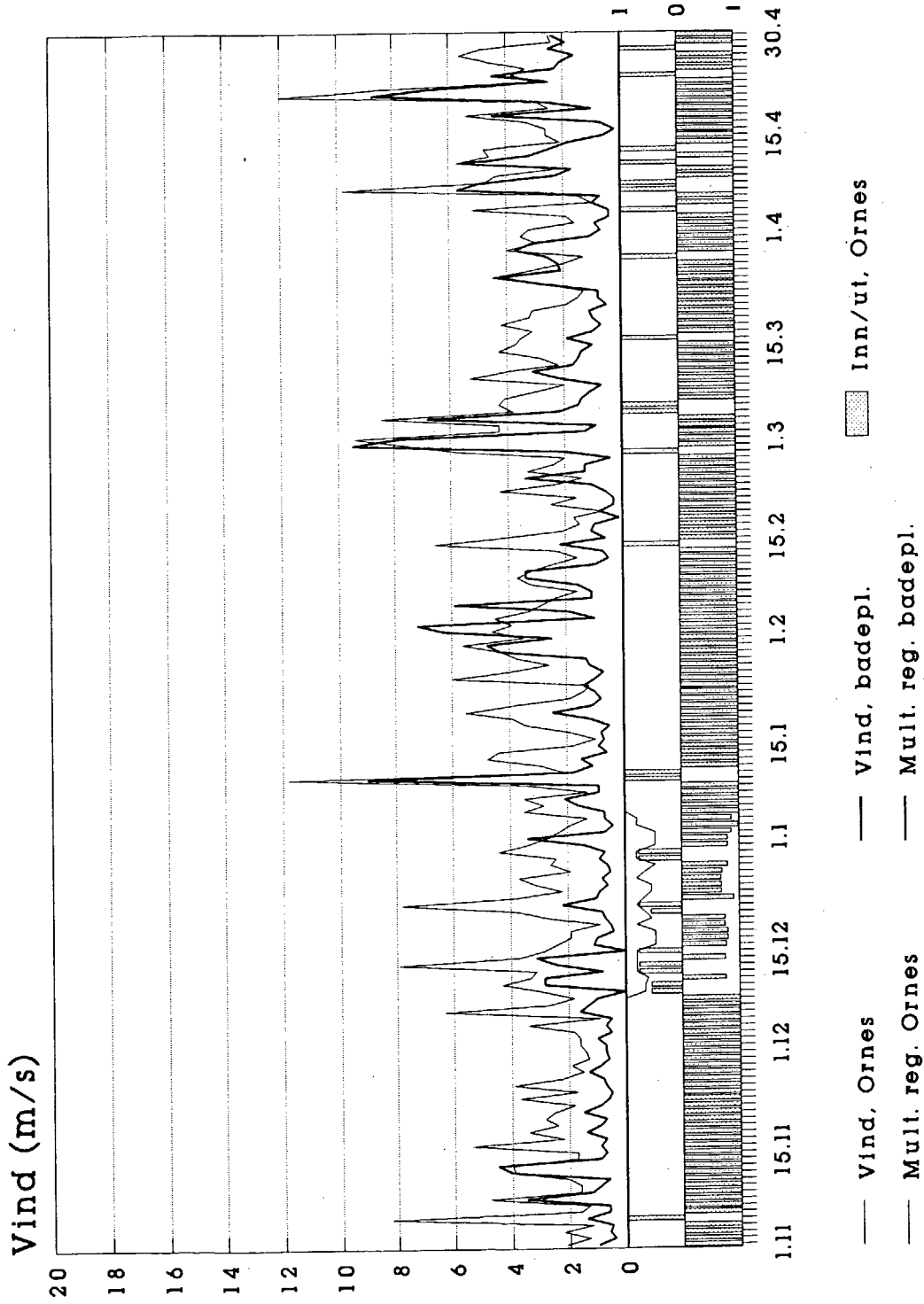


DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1986/87

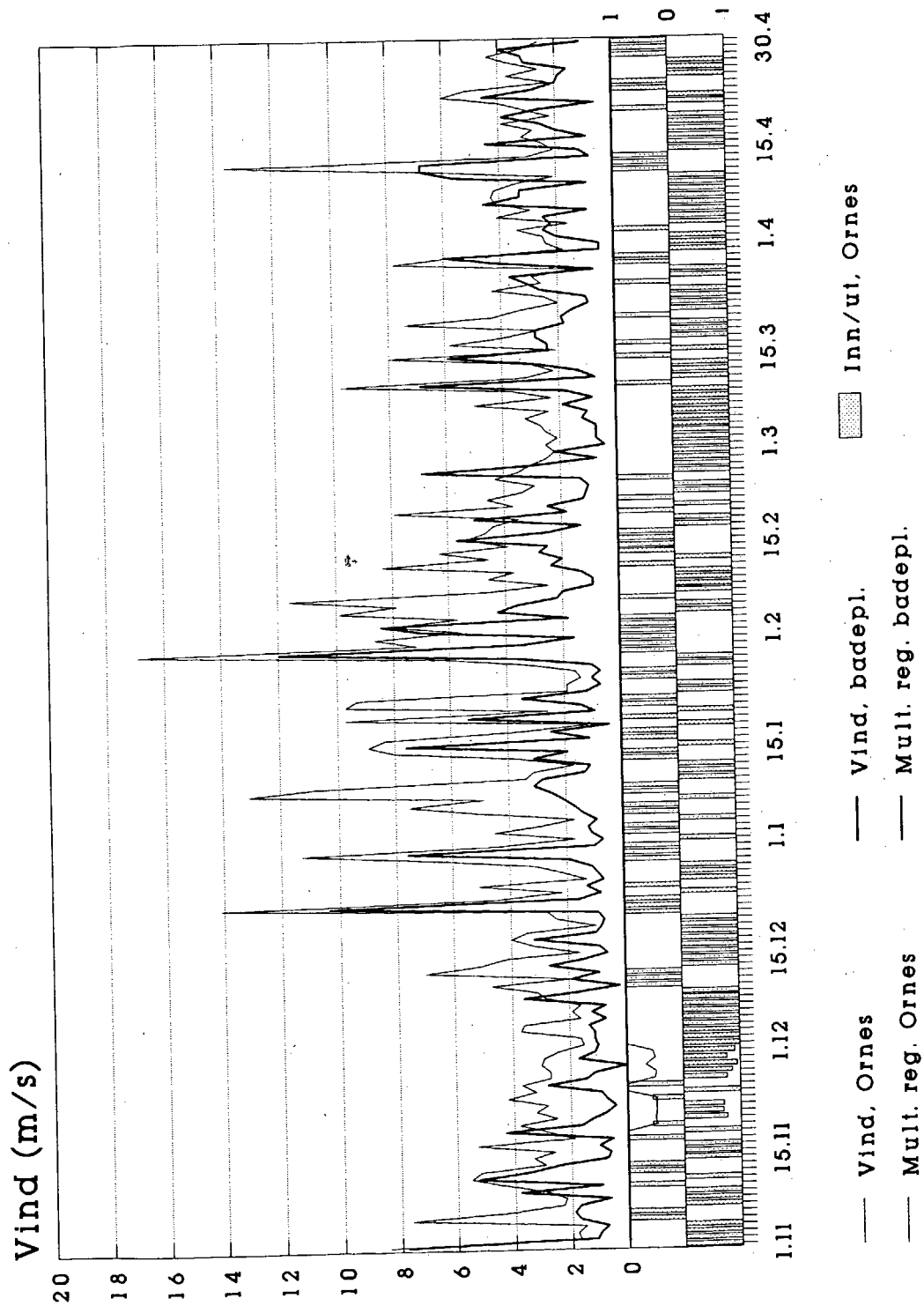


Luster 1987/88



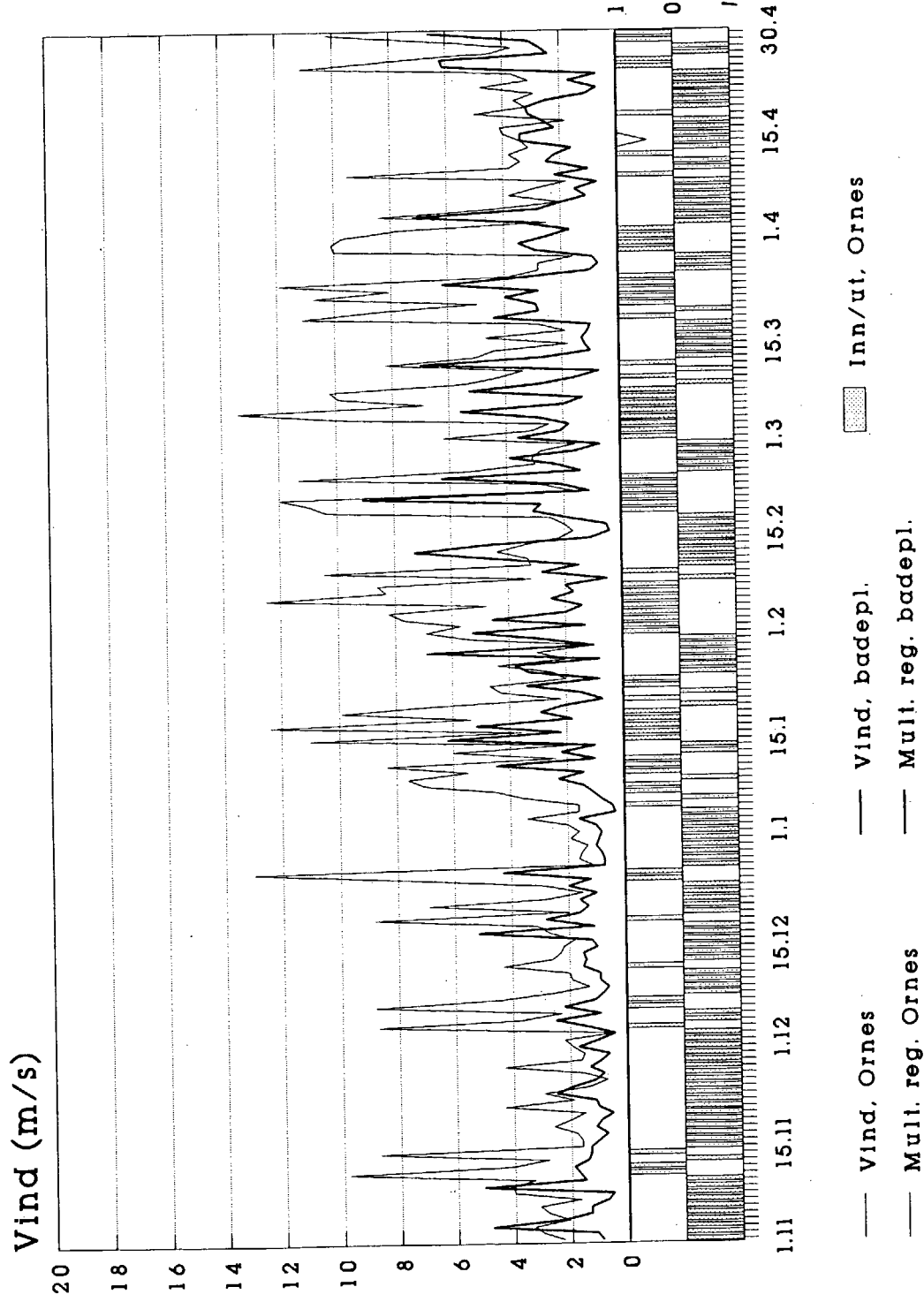
DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1988/89



DNMI - Klimaavdelinga

Luster 1989/90



DNMI - Klimaavdelinga

6.2 Figurar for 5537 Gaupne og 5500 Marifjøra - Garden.

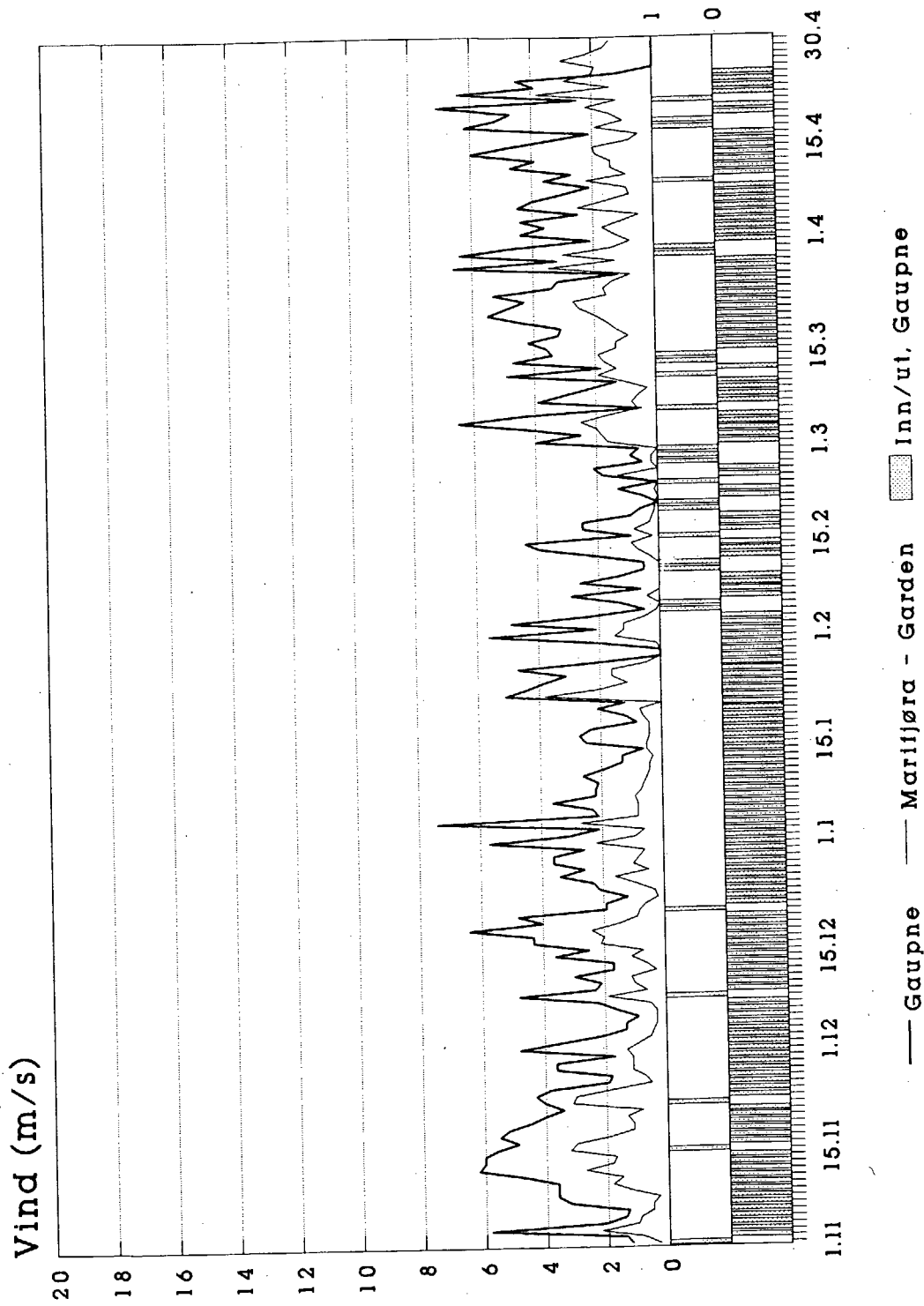
Figurane viser tidsserie for ein times middelvind på Gaupne (tjukk strek) og på Garden (tynn strek) gjennom sesongen november - april i perioden 1984/85 til 1989/90.

Vinden på Gaupne er omrekna frå 3,2 m til standard-høgda 10 m medan vinden på Garden er observert i høgda 3,5 m og er gjeve i diagrammet utan høgdekorrigering, sjå 5.1.

Utstrøyming av luft langsetter fjorden er definert som vindretning på Gaupne i sektoren omkring nordvest frå 226° - 45° , innstrøyming i den motsette sektoren.

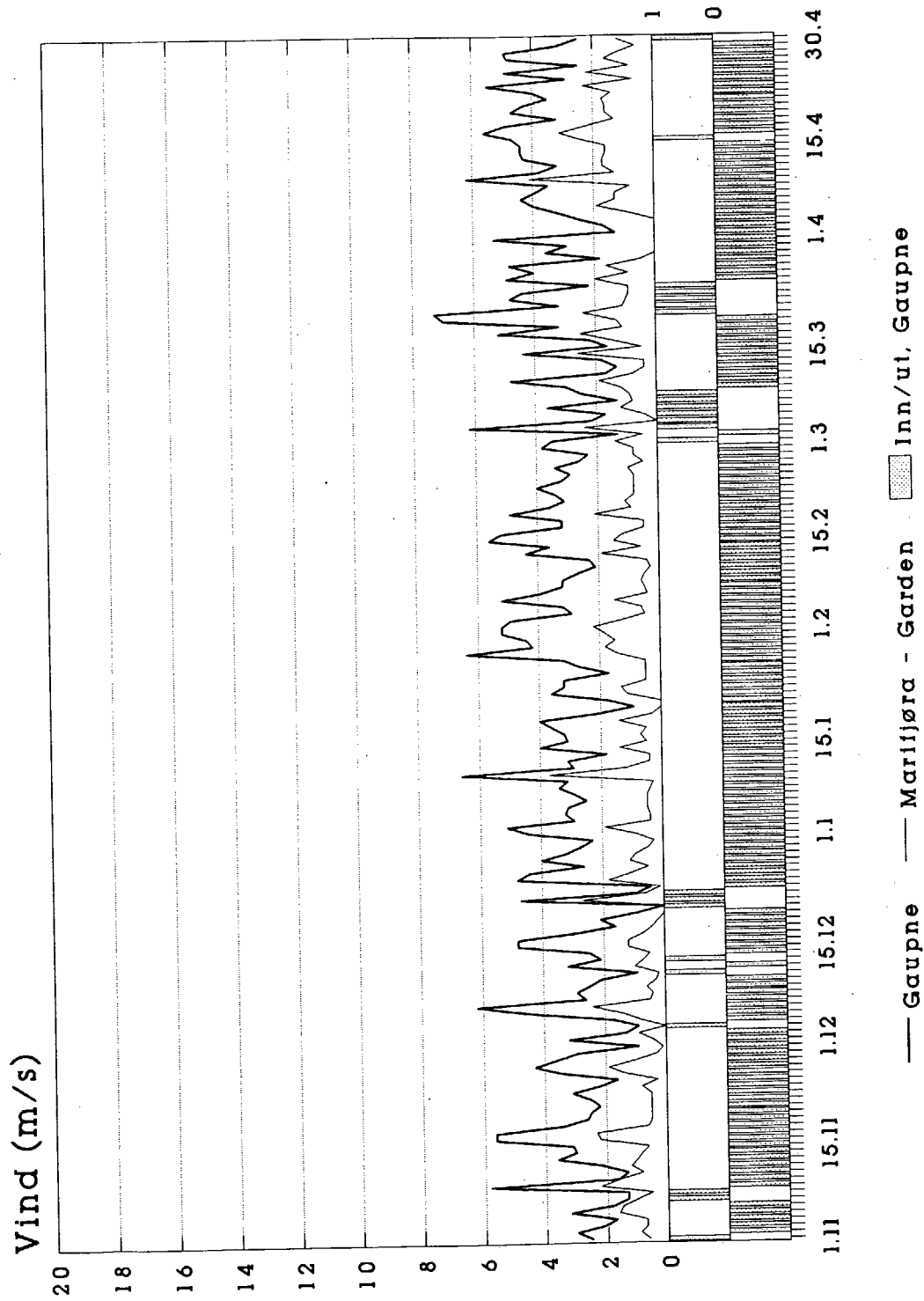
Under hovuddiagrammet finst eit underdiagram. Diagrammet skal vise om det er utstrøyming eller innstrøyming av luft i fjorden ved Gaupne. Dette er vist ved stolpar. Går dei oppover (inn i diagrammet) er det innstrøyming, går dei nedover (ut av diagrammet) er det utstrøyming.

Gaupnefjorden 1984/85



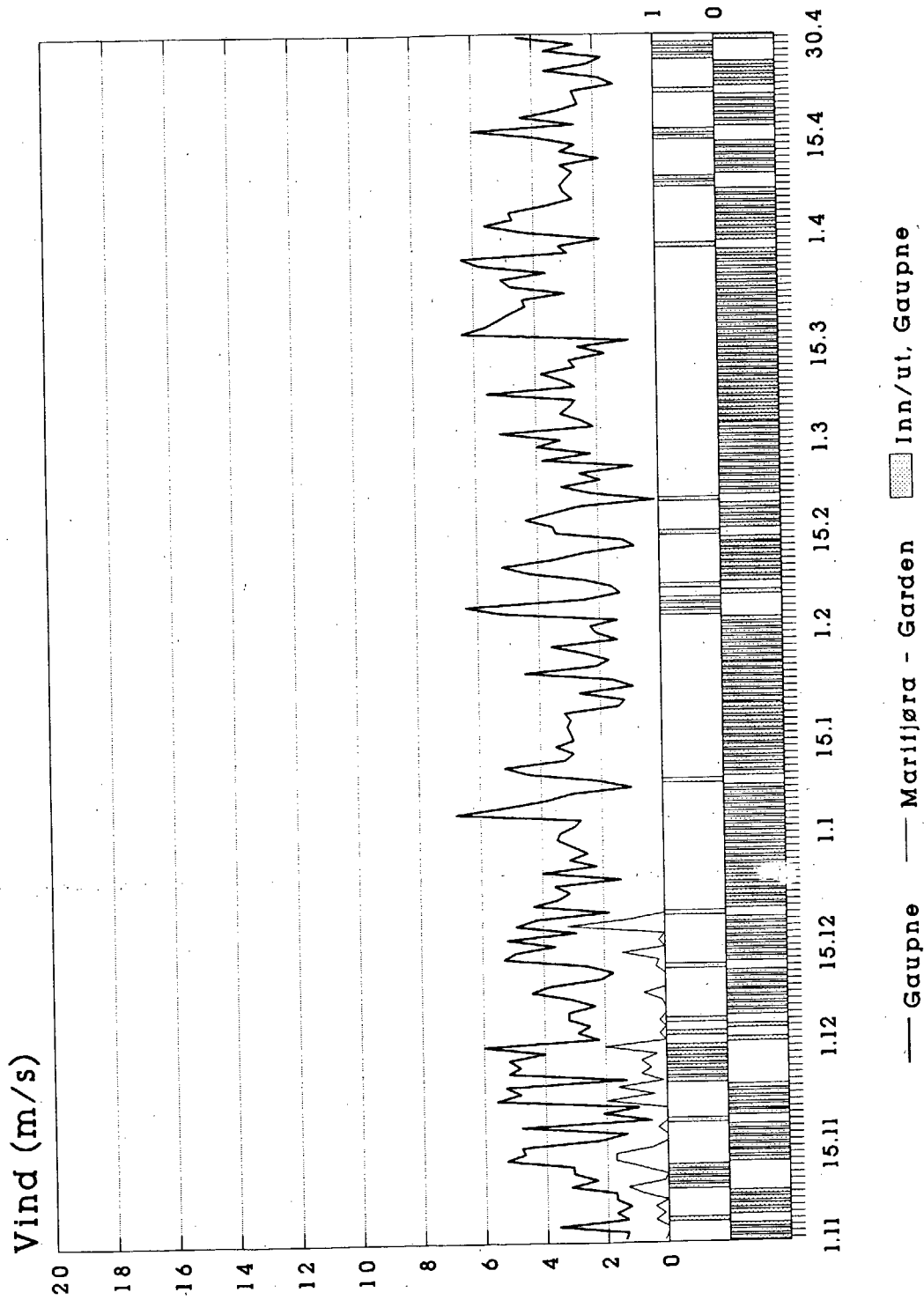
DNMI - Klimavdivinga

Gaupnefjorden 1985/86



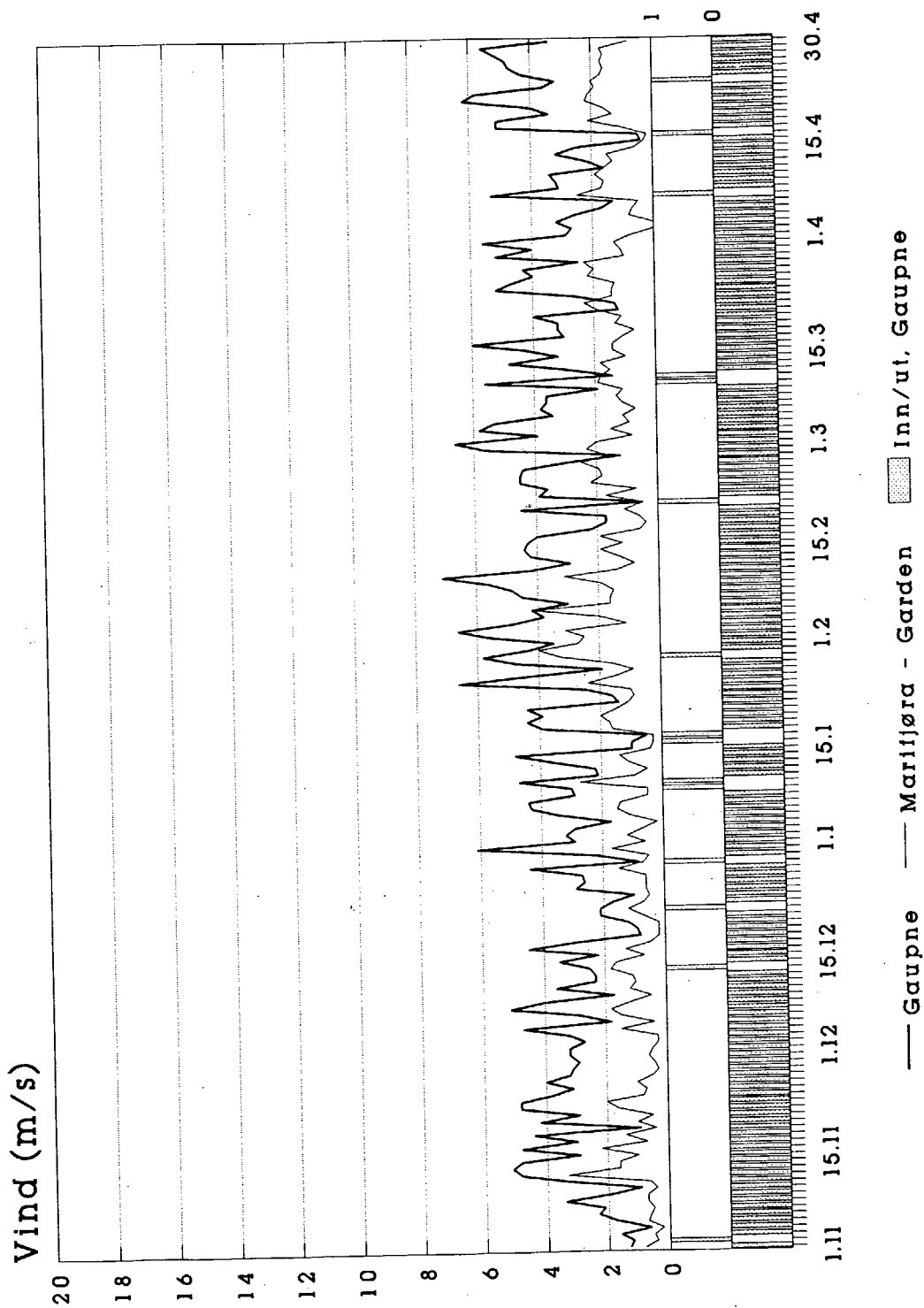
DNMI - Klimaatdeling

Gaupnefjorden 1986/87



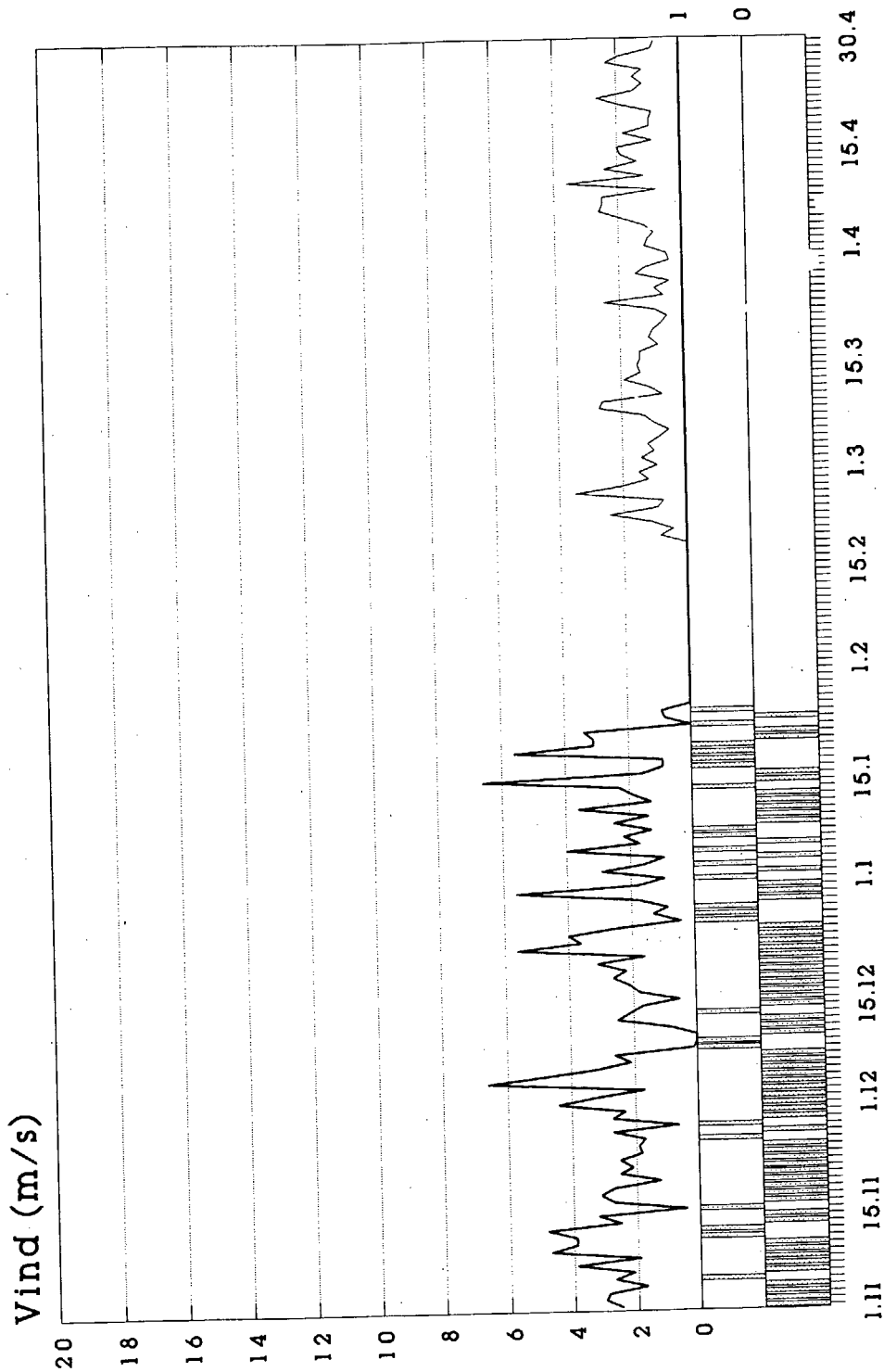
DNMI - Klimaatdeling

Gaupnefjorden 1987/88



DNMI - Klimavdivinga

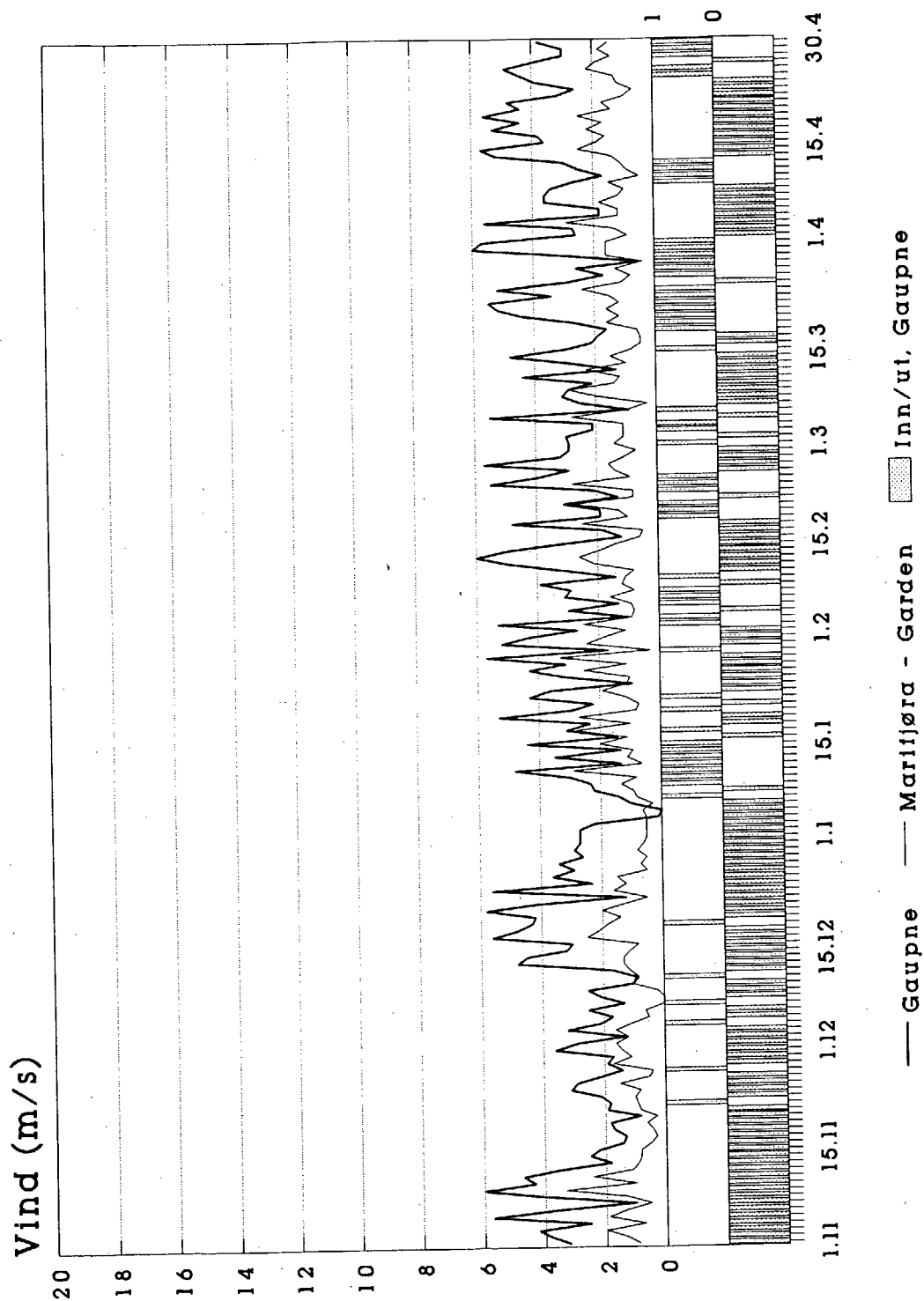
Gaupnefjorden 1988/89



— Gaupne — Marifjøra - Garden [hatched box] Inn/ut, Gaupne

DNMI - Klimaavdelinga

Gaupnefjorden 1989/90



DNMI - Klimaavdelinga

7 LITTERATUR.

Dass, P. 1739. Nordlands Trompet, trykt første gongen i Bergen og København. Lettare tilgjengeleg t. d. i "Norges nasjonal-litteratur", vol. 2, 1968.

Hammer, T.M. 1986. Sodarregistrering av rørsle i lufta over islagd Lustrafjord. Meteorological Report series, Universitetet i Bergen, 3-1986.

Mahrt, L. 1986. Nocturnal Topoclimatology. World Climate Programme. WCP-117. WMO/TD-No. 132.