

DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

32/86 KLIMA

DATO

20.06.1986

TITTEL

HAMNEFJELL RADIOLINJESTASJON
TILLEGGSRAPPORT OM IS PA "HELICAL STRAKES"
OG VINDFORDELING I MASTEN

UTARBEIDET AV

SVEIN M. FIKKE

OPPDRAUGSGIVER

TELEVERKET

OPPDRAUGSNR.

SAMMENDRAG

Det er gitt kvalitative skisser av isakkumulasjon på skrueformete kanter på en sylindermast. Vindfordelingen i masten er stipulert ut fra Sletnes fyr og Bjørnøya 850 mb. Til slutt er en eventuell instrumentering av masten diskutert.

UNDERSKRIFT

Svein M. Fikke

Svein M. Fikke

SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

Bjørn Aune

FAGSJEF

HAMNEFJELL RADIOLINJESTASJON

TILLEGGSRAPPORT OM

IS PÅ "HELICAL STRAKES" OG VINDFORDELING I MASTEN

1. INNLEDNING

DNMI har tidligere gitt ut to rapporter om meteorologiske forhold over Hamnefjell (418 moh.) i Båtsfjord kommune i Finnmark (1,2). Denne rapporten er skrevet på bakgrunn av senere diskusjoner og omhandler is på skrueformede kanter ("Helical strakes") på utsiden av en sylindermast, generell vindfordeling i masten og til slutt noen kommentarer om instrumentering for overvåkning av meteorologiske elementer (vind og is).

2. IS PÅ SKRUEFORMEDE KANTER

For å redusere hvirvelavløsninger fra sylindermasten er den tenkt utstyrt med skrueformede kanter over enkelte partier. Utformingen av disse kantene er vist i figur 1. Effekten av disse kan bli påvirket av isdannelse på kantene i tillegg til at kantene selv påvirker isakkumuleringen i masten.

I figur 2 er det skissert sannsynlige tverrsnitt av sylinderen med påsatte kanter og is for forskjellige vindretninger forutsatt at isstykkelsen i middel er 10 cm og at bredden på kantene er 25 cm.

Generelt vil vi ha sterkere isvekst på skarpe kanter som stikker ut fra en større sylinder enn på sylinderen selv. Isveksten er avhengig av kantenes orientering i forhold til isførende vind slik at den er sterkest 90° ut på sidene av sylinderen, sett i vindretningen, der strømlinjene blir sterkest sammenpresset. På "stagnasjonslinjen" mot vinden vil ikke kantene ha noen effekt på isakkumulasjonen, men til gjengjeld er isingen på sylinderen sterkest her fra før.

På le-siden av kantene vil det bli mindre is på sylinderveggene der det blir skjermingseffekter fra kantene.

Det er mulig at akkumulasjonen vil variere noe fra skyis til nedbøris (våt snø) og sannsynligvis slik at det blir mere is inne "i kroken" ved sylinderveggen i tilfeller med våt snø. Men det er trolig litt for spekulativt å gå nærmere inn på detaljer om eventuelle forskjeller i prosessene.

For sammenligningens skyld er det i figur 2 vist sannsynlig fordeling av is på sylindere uten påsatte kanter. På en så stor sylinder ($D=2.5\text{m}$) vil det i tillegg til maksimumet ved stagnasjonslinjen være sekundære maksima 90° ut på siden i forhold til vindretningen.

3. VINDSTATISIKK

Det er gitt en del generell vindstatistikk for Sletnes fyr, Makkaur fyr og Vardø i (1). Linjen merket "NF" i tabellene 3 - 5 i (1) gir total varighet i prosent av tiden av vindhastigheter innenfor hvert Beaufort-intervall. Figur 3 viser den akkumulerte fordelingen av vindhastigheter for året på Sletnes fyr (tegnet på Weibull-diagram).

Som nevnt i (1) er trolig Sletnes fyr mest representativ for Hamnefjell. Vi har derfor forsøkt å lage et estimat av vindfordelingen i øvre del av masten ut fra denne stasjonen og den høydefordelingen som er oppgitt i (1) (eksponentloven med $\alpha=0.17$). Denne loven kan ikke brukes for lave vindhastigheter siden vinden da ofte er styrt av termiske effekter i stedet for dynamiske prosesser. Figur 4 viser den fordelingen som da fås for vindhastigheter større enn 10 m/s . Vi forutsetter da at vindfordelingen på Sletnes tilsvarer 10m over bakken på Hamnefjell.

Til sammenligning er det laget en tilsvarende fordeling av vindhastigheter i 850 mb - nivå (omlag $12\text{-}1500\text{ moh.}$) over Bjørnøya vist i figur 5. Vi ser at vinden gjennomgående er noe sterkere i 850 mb enn beregnet for 200m over terrengnivå.

Det er selvsagt vanskelig å si hvordan vindfordelingen 200m over Hamnefjell er uten målinger, men vi antar at 850 mb fordelingen over Bjørnøya gir en øvre grense og at figur 4 ikke er urealistisk for høyere hastigheter.

4. INSTRUMENTERING

Kapittel 8 i (1) omhandler et forslag til måle- og observasjonsprogram for den nye masten. Det er lagt vekt på registrering av vind og ising, delvis i flere nivåer, og manuelle observasjoner. Temperatur og fuktighet er ikke nevnt særskilt, men det er selvsagt viktig å måle disse parametrene også, ialle fall for et begrenset antall sesonger.

DNMI har i samarbeid med Teledirektoratet (o.ing. Valen) utarbeidet et forslag til instrumentering av Vealøs hovedsender. Dette opplegget omfatter måling av vindvektor og temperatur i 3 nivåer (ett i toppen av masten og to i egen mast) og inkluderer en elektronisk feltstasjon i hver mast og en hoved-feltstasjon med telefonsamband. Det bør vurderes om det er hensiktsmessig å samordne oppleggene for Vealøs og Hamnefjell helt eller delvis.

Teledirektoratet bes også om å ta stilling til instrumentering for mekaniske belastninger i masten, slik det bl.a. er gjort i Finland (Yllas-masten). Såvidt vi forstår må det tas hensyn til slike målinger under prosjekteringen fordi permanente lastseller o.l. må monteres sammen med masten. Som nevnt i (1) er det neppe interessant med kontinuerlige strekk- eller lastregistreringer i masten, men det vil være verdifullt å kunne foreta slike målinger under kontrollerte forhold.

For å summere opp diskusjonen her og i (1), bør et måleopplegg omfatte følgende for anslagsvis 3-5 sesonger:

- vindvektor i 3 nivåer, hvorav minst ett nivå er permanent
- temperatur i 3 nivåer, hvorav minst ett nivå er permanent
- relativ fuktighet i 3 nivåer
- isdetektor i toppen av masten (permanent)
- lastregistreringer i masten (permanente lastseller)
- manuelle observasjonsrutiner

REFERANSER

Fikke, S.M.: Hamnefjell radiolinjemast. Vind- og islaster for 225m høy mast. EFI TR 3177/DNMI FR 4/85.

Fikke, S.M.: Hamnefjell radiolinjestasjon. Tilleggsrapport om islaster på sylindre. DNMI-R 6/86.

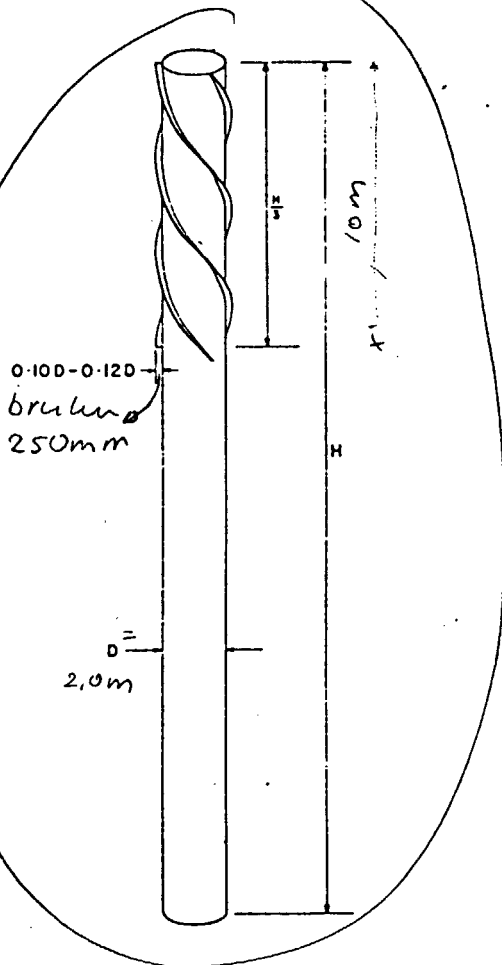
Change of Shape, Aerodynamic Devices

Modifications to the shape are not usually acceptable although a decrease in aspect ratio at the design stage can usually be accompanied by an increase in stiffness. In particular a decrease in the aspect ratio of a cantilever structure, such as a stack, to a value less than about 8 will tend to suppress vortex-induced oscillations.

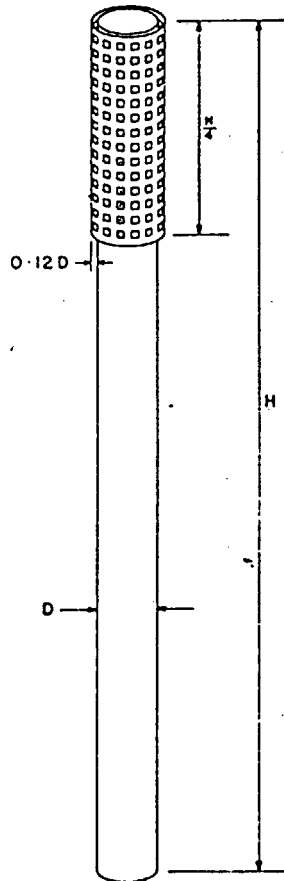
If a vortex-induced instability occurs with a stack in operation, shutting down the plant (i.e. cutting off the efflux emission) will reduce the exciting forces (see Section A.4.3 of the Appendix) and this may be sufficient to avoid a catastrophic failure.

There are three main types of aerodynamic devices which are effective in reducing vortex-induced oscillations. They can be described in general terms as strakes, shrouds and fins.

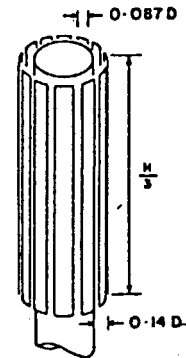
Sketch (xii) Helical strake
3 start helical strake (sharp edged)
pitch = 1 revolution in 5D



Sketch (xiii) Porous shroud
Square perforations of
side length about 0.07D,
open area ratio = 20-36%

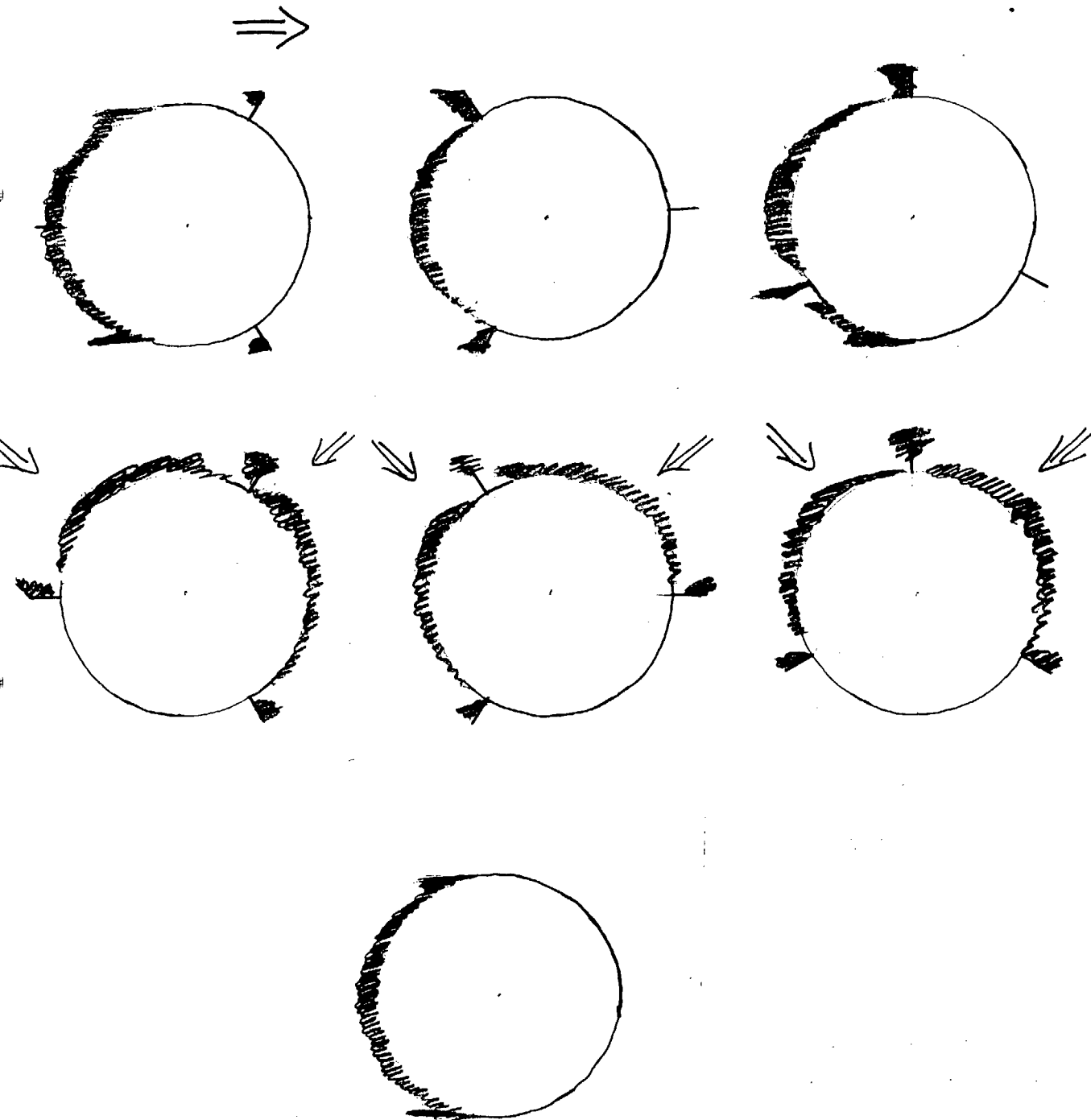


Sketch (xiv) Slatted shroud
Open area ratio of slot
device = 40 %

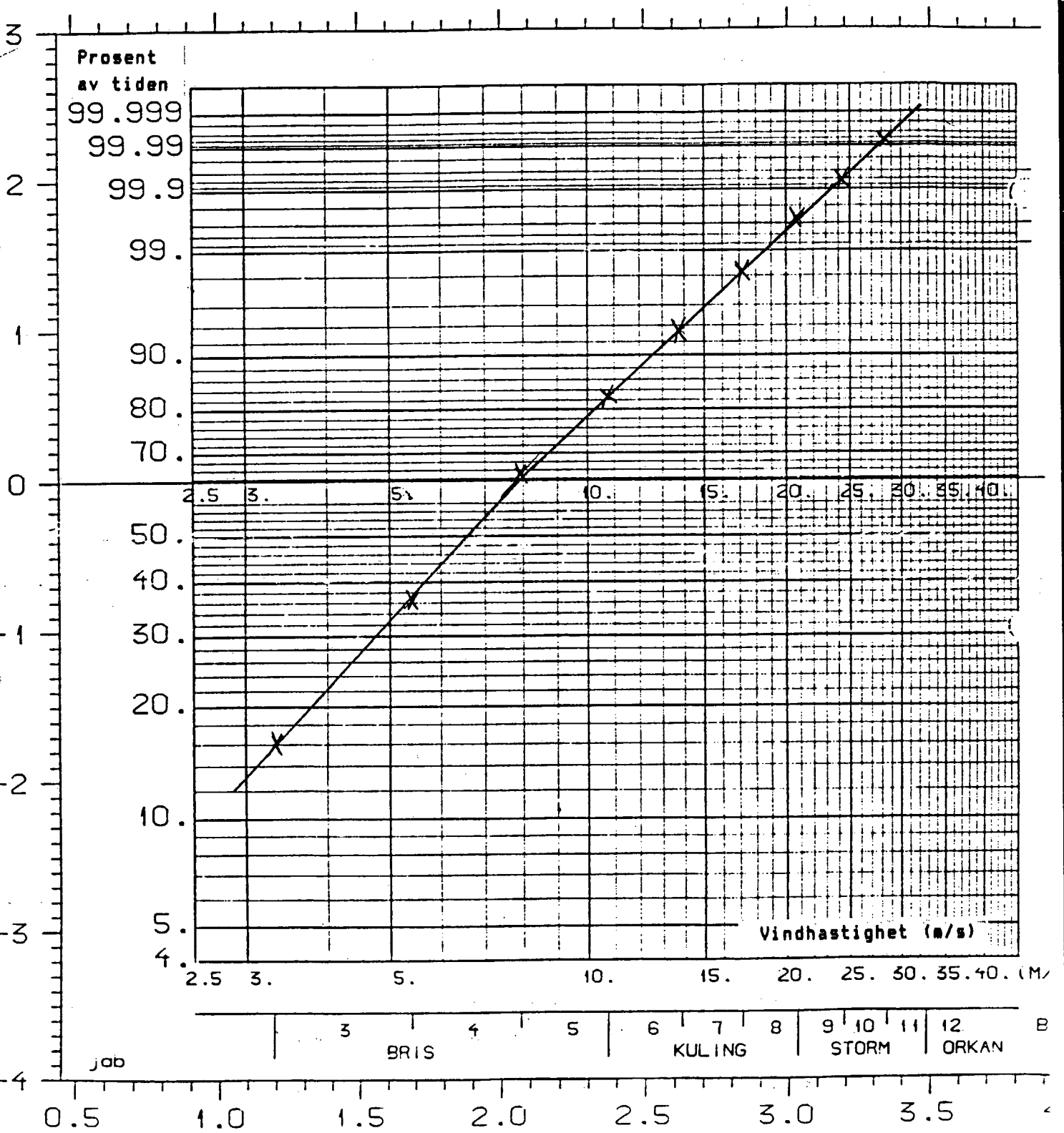


Device	C_D (based on D) for infinitely long device	
	$Re < Re_{crit}$	$Re \approx 3 \times 10^6$
Helical strake	1.4	1.4
Porous shroud	0.9	0.8
Slatted shroud	1.1	1.1
Plain smooth cylinder	1.2	0.6

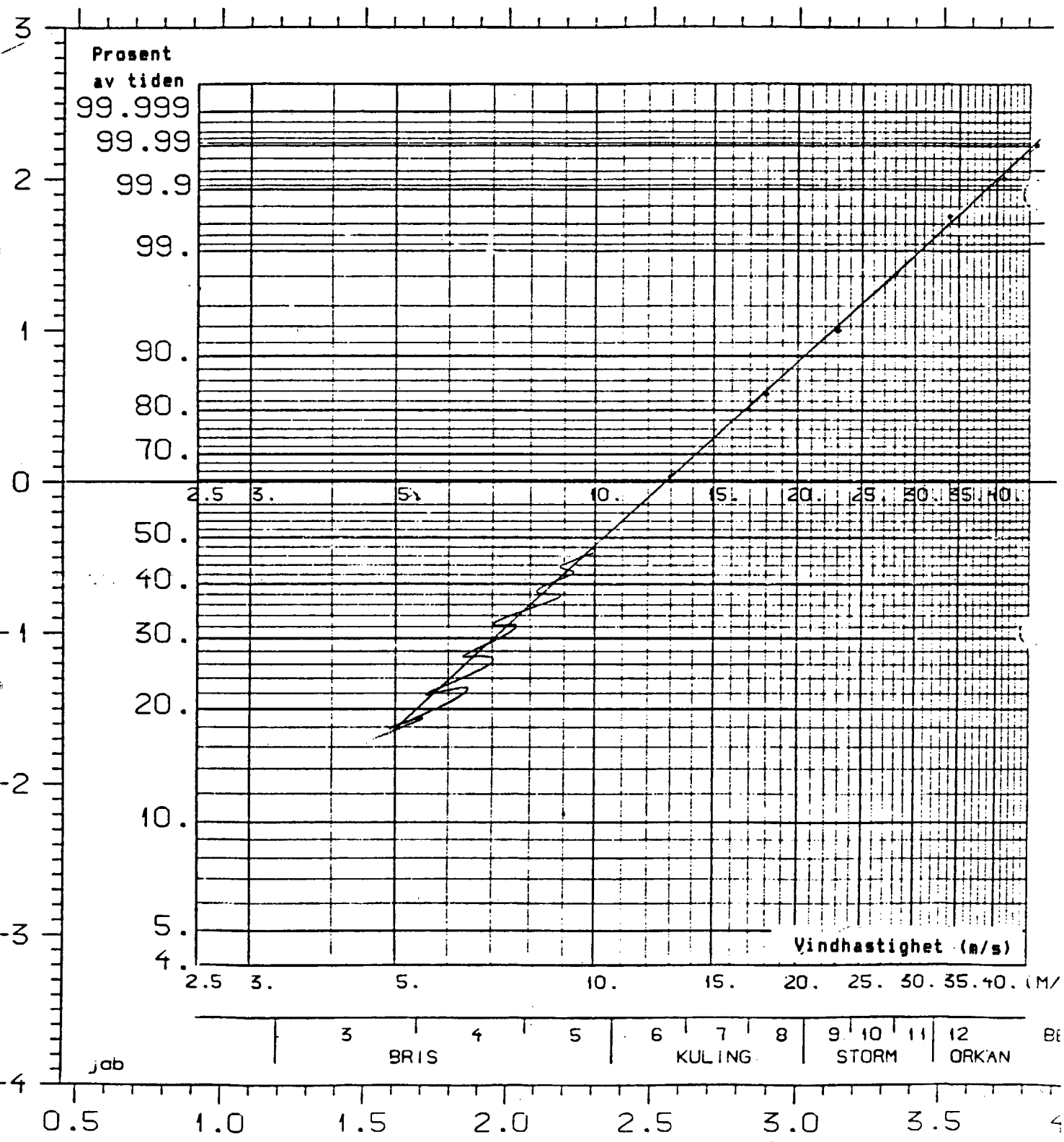
FIGUR 2. Skisser av isformer på "Helical strakes" ved forskjellige orienteringer av kantene i forhold til vindretningen (øverst), etter oppbygging fra to retninger - NV og NØ (midten) og på sylinder uten kanter (nederst).



FIGUR 3. Sannsynlighetsfordeling av vindhastigheter (akkumulert) for Sletnes fyr for perioden 1957 - 1985 (Weibull - diagram). X = observerte verdier.



FIGUR 4. Beregnet sannsynlighetsfordeling av vindhastigheter > 10m/s over terrengnivå ved Sletnes fyr.



FIGUR 5. Sannsynlighetsfordeling av vindhastigheter (akkumulert) for 850 mb (1200 - 1500 moh.) over Bjørnøya for perioden 1949 - 1979 (Weibull - diagram). X = observerte verdier.

