

# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

28/87 KLIMA

DATO

01.09.1987

TITTEL

SIKTFORHOLD PÅ HURUMLANDET

UTARBEIDET AV

LARS ANDRESEN

OPPDRAGSGIVER

LUFTFARTSVERKET

DNMI

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Det er foretatt en statistisk behandling av skyhøydeobservasjonene fra Fornebu og Rygge for perioden 1957 - 86. Frekvenser av observert sikt under 1000 m på værstasjonene Tryvasshøgda og Egnerfjell og siktmålinger fra Stikkvatnet (250 moh.) i tidsrommet september 1986 - juni 1987 er vurdert i sammenheng med skyhøydeobservasjonene. Ved hjelp av en interpolasjonsteknikk er det estimert en frekvens av sikt under 50, 150, 200, 350 og 1000 m i 300 m's høyde over havet på Hurumlandet.

UNDERSKRIFT

*Lars Andresen*  
.....

Lars Andresen  
SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*  
.....

Bjørn Aune  
FAGSJEF

## SIKTFORHOLD PÅ HURUMLANDET.

### SAMMENDRAG.

DNMI har estimert frekvens av meteorologisk sikt under bestemte grenser i 300 m's høyde over havet på Hurum.

	FREKVENNS AV METEOROLOGISK SIKT UNDER :					
	50 M	150 M	200 M	350 M	500 M	1000 M
JAN	0.2	2	3	7	11	17
FEB	0.6	3	4	7	10	16
MAR	0.5	3	4	8	11	15
APR	0.6	3	4	7	9	12
MAI	0.5	2	3	4	6	7
JUN	0.2	1	1	2	4	5
JUL	0.0	1	1	2	3	4
AUG	0.1	1	2	3	4	5
SEP	0.7	3	4	5	7	9
OKT	1.2	6	8	11	14	18
NOV	0.9	4	6	10	14	19
DES	0.9	4	5	8	12	17
ÅR	0.5	3	4	6	9	12

Statistisk usikkerhet i estimerte frekvenser av sikt under 1000 m er ca 1% for årsverdi og sommerverdier, ca 3% for høst- og vinterverdier.

Tabellen er utarbeidet på grunnlag av standard meteorologiske observasjoner fra Rygge, Fornebu, Tryvasshøgda og Egnerfjell i årene 1957-1986, samt siktmålingene som er foretatt ved Stikkvatnet (250 moh.) i perioden september 1986-juni 1987.

Når lave tåkeskyer kommer inn over Hurumlandet fra sektoren Ø-SØ-S, ligger siktmåleren ved Stikkvatnet noe i le av Hurumåsen og registrerer bedre sikt enn hva som er tilfellet på det planlagte flyplassområdet.

Det er foretatt siktmålinger ved Stikkvatnet i 10 måneder, men dette er en altfor kort observasjonsperiode til at disse målingene alene gir representative verdier for estimering av sikt under 1000 m på Hurum. Men de gir verdifull støtte til estimering på grunnlag av skyhøyde-statistikk.

## FORUTSETNINGER.

1. En statistisk behandling av skyhøyde-observasjoner over et langt tidsrom som 1957-1986, gir gode holdepunkter for angivelse av tåkefrekvens på luvsiden av åser og høydedrag, som ligger fritt eksponert for fuktige luftmasser i bevegelse innover området. Hurumlandet og Tryvasshøgda er slike høydedrag.
2. Tåke er definert som sikt under 1000 m. I tillegg har vi også her tatt med tilfelle med sterk nedbør, som har redusert sikten til under 1000 m.
3. Tåke på Hurumåsen skyldes at tåke eller lave tåkeskyer over Oslofjorden driver innover området og innhyller terrenget, eller dannes ved at fuktig luft avkjøles når den presses opp over åsen eller kommer i kontakt med kaldt underlag.
4. Hyppighet av sikt under 50, 200 og 500 m er estimert ut fra andeler av tåkeobservasjoner på Egnerfjell, Stikkvatnet og Tryvasshøgda. Hyppighet av sikt under 150 og 350 m er funnet ved interpolering ut fra de førstnevnte verdiene.
5. Tilfelle med lave tåkeskyer som dekker mindre enn 5/8 av himmelen (8/8 er helt overskyet), er ikke med i skyhøydestatistikken. Tilfelle med manglende skyhøyde på grunn av tåke på bakken, tett snøvær osv. er med i vurderingen av tåkehyppighet i høyden.
6. Miljømessige endringer på flyplassområdet er ikke vurdert.

DEFINISJONER.

SKYHØYDE / SKYBASIS

Høyden fra bakken opp til underkant av laveste skylag.

SKYMENGDE

Antall 8-deler av himmelen som er dekket av skyer. Mengden av lave skyer (evt. mellomhøye skyer) angis med symbolet Nh.

SYNSVIDDE / SIKT /  
METEOROLOGISK SIKT

Hvor langt det er mulig å se i horisontal retning. Observatøren bruker siktmerker med kjent avstand fra observasjonsstedet til å bestemme synsvidden.

TÅKE

Synsvidde (sikt) under 1000 m. I denne rapporten brukes begrepet tåke om all sikt under 1000 m, også når dette skyldes nedbør eller snøfokk.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	SIDE 1
2. STED OG TOPOGRAFI	1
2.1 Regional beskrivelse	1
2.2 Flyplassområdet	1
3. FYSISKE PROSESSER FOR TÅKEDANNELSE PÅ HURUM	1
3.1 Adveksjonståke	1
3.2 Frostrøyk	3
4. DATAGRUNNLAGET	3
4.1 Værstasjonene	3
4.2 Siktmålingsstasjon	4
4.3 Data	4
4.4 Statistikk	5
5. METODIKK OG RESULTATER	5
5.1 Bruk av skyhøydestatistikk for vurdering av tåkeforhold	5
5.2 Observasjonene fra Hurum (Stikkvatnet, 250 moh.)	10
5.3 Vurdering av tåke-data fra Hurum i forhold til skyhøyde-observasjoner fra Fornebu og Rygge	11
5.4 Usikkerhet	14
Konklusjon	16
5.5 Vurdering av tåketetthet på Hurum	16
6. NOEN TÅKESITUASJONER VED STIKKVATNET	19
7. REFERANSER	20

## 1. INNLEDNING.

I forbindelse med Samferdselskomiteens behandling av Stortingsmelding nr. 55 "Om lokalisering av hovedflyplass for Oslo-området", er det kommet spørsmål til DNMI om meteorologiske forhold på Hurum og Gardermoen. Vi har således utredet spørsmål om nedbør, tåke, vind og temperatur. Luftfartsverket har deretter ønsket en grundigere utredning om siktforholdene i tåkesituasjoner på Hurum, dvs. i situasjoner der den meteorologiske sikt (synsvidde) er mindre enn 1000 m.

## 2. STED OG TOPOGRAFI.

### 2.1 Regional beskrivelse.

Hurumlandet er den sørligste del av en landtunge som strekker seg fra Lierskogen sørøstover mot Røyken til Tofte og danner den nordlige begrensningen av bassenget i Oslofjorden mellom Moss-Horten-Holmestrand-Tofte. Vest for Hurumlandet ligger den sørlige del av Drammensfjorden og på østsiden ligger Oslofjorden som en smal tarm mellom Filtvet og Drøbak-sundet. Mot nord ligger den indre del av Oslofjorden mellom Sætre og Fornebu. En kan således si at Hurumlandet ligger omgitt av vann på alle kanter, bortsett fra en smal sektor mot nordnordvest. Denne nærhet til fuktighetskilder har betydning for tåkeforholdene i området. Se forøvrig figur 1, som viser kart over Oslofjord-området.

### 2.2 Flyplassområdet.

Hurumlandet består av kuppert terreng med delvis skogbevokste åser over 200 m i sør og over 300 m i nord. Høyeste punkt er Stikkvasskollen (361 moh.) og herfra strekker den planlagte vestlige rullebanen seg mot sørsørøst. Rullebanene vil bli liggende i en avstand av 8-12 km fra Oslofjorden i sør. Begge rullebaner vil bli liggende på "toppen" av Hurumlandet, i omtrent 300 meters høyde, fritt eksponert mot nord, øst og sør. Se figur 2.

## 3. FYSISKE PROSESSER FOR TÅKEDANNELSE PÅ HURUM.

Det er hovedsaklig 2 tåketyper som vil opptre i de høyere liggende områder av Hurumlandet : adveksjonståke og frostrøyk. Vi antar at lokal strålingståke ikke vil gi noe nevneverdig bidrag i tåkestatistikken.

### 3.1 Adveksjonståke.

Med adveksjonståke mener vi tilførsel av luftmasser med

stor luftfuktighet (opp mot 100%) inn over området. For det meste vil dette være lave skyer med skybasis under 300 m, som driver i luftstrømmen. Skyene vil da støte mot det høyereliggende terreng og kan gi sikt under 1000 m, som er definisjonen på tåke i meteorologisk forstand. Siktbarheten i et gitt nivå vil være avhengig av bl.a. skybasis over fjorden, den vertikale utstrekning av hele skymassen og hvorvidt skyene gir fra seg nedbør i fast eller flytende form. Nedbørintensiteten kan også påvirke synsvidden.

I noen tilfelle driver tett tåke i Ytre Oslofjord innover i fjorden og kan gi tåke helt opp på de høyeste åsene omkring.

Siktreduksjonen vil være størst på luvsiden av terrenget. Den fuktige luften tvinges over åser og høydedrag og man får kondensasjon av vanndamp til skydråper. Disse kommer i tillegg til skydråper i de allerede eksisterende tåkeskyer og sikten blir ytterligere nedsatt. I slike vær-situasjoner kan det også dannes skyer eller tåke over terrengforhøyninger i et lavere nivå enn det skybasis tilsier. Totaleffekten av dette kan sies å være en senkning av skybasis mot høyereliggende terreng.

Dersom underlaget er vesentlig kaldere enn lufttemperaturen i skyene, vil også skybasis senke seg inn over Hurumlandet. Spesielt i vinterhalvåret med et snødekket underlag kan det være stor temperaturforskjell mellom land og sjø. Men også vår og høst, når skyer og nedbør trenger inn over Oslofjorden fra sørlig kant, etter en periode med klarvær og stor nattlig avkjøling, vil dette kunne skje.

Om sommeren kan imidlertid lufttemperaturen ved bakken bli vesentlig høyere enn skylufta og dette fører til at skyene hever seg eller går delvis i oppløsning. Men da må skyene ha liten vertikal utstrekning slik at solstråling kan slippe igjennom. Med et tykt skylag og nedbør vil neppe skydekket heve seg mot flyplassområdet på Hurum om sommeren. Tvert imot kan regn gjennom et lavtliggende skydekke senke skybasis og vedlikeholde tåken.

På luvsiden av høyereliggende terreng vil det altså være en tendens til at skylaget senker seg over åser og høydedrag store deler av året.

På lesiden av de samme terrenghindringer vil det være annerledes. Noe av luften som strømmer over, har en nedadrettet bevegelse. Denne motvirker skydannelse. Et eksempel : Et skylag som ligger nedpå bakken på luvsiden i 250 meters høyde, vil ligge noen meter over bakken på

lesiden i samme høyde. Dette kan bety en vesentlig forskjell i synsvidden på de to stedene. Har luvsiden tett tåke i 250 meters høyde, er det kanskje bare moderat eller lett tåke på lesiden. Denne virkningen er naturligvis avhengig av hvor effektiv terrenghindringen er.

3.2 Frostrøyk. I stille, kaldt vær om vinteren kan det dannes frostrøyk i Oslofjorden. Temperaturen er da lavere over de tilstøtende landdistrikter og kald luft siger ned mot fjorden, der den blander seg med fuktig sjøluft med temperatur nær  $0^{\circ}\text{C}$ . Blandingen av disse luftmassene fører til kondensasjon og tåkedannelse over åpent vann, og frostrøyken kan nå opp til anslagsvis 300-400 meters høyde (se kapittel 6). Da er temperaturen over land nesten alltid under  $-15$  til  $-20^{\circ}\text{C}$ . Et svakt vinddrag kan drive tåka inn over land, der den enten legger seg helt nedpå eller hever seg noen titalls metre i lavlandet. Over tåkelaget vil det nesten alltid være klarvær. I den øvre del av frostrøyken kan det være relativt god vertikalsikt, selv om den horisontale sikten er under 1000 m.

#### 4. DATAGRUNNLAGET.

##### 4.1 Værstasjonene.

I vurderingen av tåkeforholdene på Hurum kan vi bruke værstasjonene Fornebu og Rygge. Disse har en kontinuerlig overvåkning av skydekket og høyden opp til de laveste skyene over flyplassen. Vi har ingen representative værstasjoner i tilnærmet 300 meters høyde, som observerer synsvidde. Vi kan likevel nyttiggjøre oss slike observasjoner fra Tryvasshøgda (528 moh.) og Egnerfjell (247 moh.), og i mindre grad fra noen av de andre værstasjonene i Oslo-området.

Synsviddeobservasjonene er manuelle og observatøren vurderer sikten over hele horisonten (etter bestemte regler) etter siktmerker med kjent avstand til observasjonsstedet.

Tryvasshøgda ligger nord for bykjernen i Oslo i en avstand av 8 km fra havnebassenget. Stasjonen ligger fritt eksponert i alle retninger. Tåken på stasjonen kan være meget tett.

Egnerfjell ligger ca 30 km fra Oslofjorden mot østnordøst. Værstasjonen ligger nær toppen av Egneråsen (263 moh.), som rager omtrent 100 m over et buklete jordbruksområde omkring, og ligger fritt eksponert mot sør og sørvest. Området ligger helt skjermet for fjordtåken og høydedragene øst og nordøst for Oslo bidrar til å redusere mengden av lave skyer innenfor. Øyeren er riktignok en fuktighetskilde som kan gi

lave tåkeskyer i nærheten, men dette kan ikke oppveie overnevnte skyreduksjoner. Tåken på Egnerfjell blir derfor sjelden tett og vil være mindre hyppig enn skyhøydefrekvensen over Fornebu skulle tilsi.

#### 4.2 Siktmålingsstasjon.

En automatisert siktmåler er plassert på Hurum, ved Stikkvatnet (249 moh.) like nordøst for Stikkvasskollen (se figur 2). Måleren består av to enheter, den ene sender ut lysstråler og den andre (på motsatt side av vannet) mottar disse. Svekkelsen i lyset gir et mål for synsvidden. Det forutsettes at siktmåleren er kalibrert slik at den angir meteorologisk sikt. I motsetning til manuelle synsviddeobservasjoner, angir siktmåleren sikten i en bestemt retning.

Stikkvatnet ligger i den nordlige delen av det planlagte flyplassområdet, øst for den vestligste av rullebanene. Måleren er plassert ca 50 m lavere enn flyplassområdet og vil med vind fra en sør og sørøstlig sektor, ligge på lesiden av de høyeste åsene. Siden en vesentlig del av tåken i området skyldes skyer som driver innover fra overnevnte retninger, må en anta at denne måleren vil vise litt lavere tåkehypighet enn i tilsvarende høyde på luvsiden.

#### 4.3 Data.

Denne rapporten er basert på følgende data :

	Høyde over havet	Observasjons- periode	Observasjoner pr. døgn
Fornebu	10	1957-1986	24
Rygge	40	1957-1986	22
Tryvasshøgda	514	1957-1975	3
Tryvasshøgda II	528	1976-1986	3
Egnerfjell	247	1959-1986	4
Oslo-Blindern	94	1957-1986	3
Asker	154	1957-1976	3
Dønski	59	1970-1986	3
Stikkvatnet	250	1986-1987	48

Tabell 1. Datagrunnlaget for rapporten. Værstasjoner med 3 observasjoner pr. døgn (ikke-telegraferende) har ikke observasjoner kl. 01. Forøvrig observerer alle kl. 07(08), 13 og 19.

Siktmåleren ved Stikkvatnet ble satt i drift 3. september 1986. Bortsett fra en 14-dagers periode i oktober har måleren fungert tilfredsstillende. Rapporten bygger på data til og med juni 1987.

Av de observerte data fra værstasjonene er observasjonene kl. 01,07(08),13 og 19 lagret for EDB-bruk, men de fleste av stasjonene mangler observasjoner kl. 01, som tabell 1 viser. Værstasjonene observerer sikten skjønnsmessig etter siktmerker omkring stasjonen. På de telegraferende stasjonene observeres sikten på nærmeste 100 meter, de øvrige angir tåke innenfor ett av 4 mulige intervaller (se nedenfor).

#### 4.4 Statistikk.

All statistikk fra værstasjonene er basert på 3 eller 4 observasjoner pr. døgn. Vi har i denne rapporten benyttet oss av en type sikt/skyhøyde-statistikk, som lister ut frekvenser av synsvidde : 0-50 m, 50-200 m, 200-500 m, 500-1000 m, osv. og høyde opp til de laveste skyene, forutsatt at mengden av disse er lik eller større enn  $5/8$  eller  $7/8$  : 0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-300 m, 300-600 m, 600-1000 m, osv.. Tilfellene der skyhøyden ikke kan observeres pga. tåke, nedbør, snøfokk etc., er samlet i en spesiell rubrikk, merket "/". En del av disse tilfellene vil naturligvis gi sikt under 1000 m i høyere nivåer, spesielt i nedbørsituasjoner. Tåke uten nedbør har i mange tilfelle en begrenset vertikal utstrekning og vil da ikke gi tåke i høyereliggende områder.

I tillegg har vi også sett på hvordan de laveste skyhøydene fordeler seg på vindretninger.

### 5. METODIKK OG RESULTATER.

Begrepet tåke blir mye brukt i fortsettelsen. Med dette menes synsvidde (sikt) under 1000 m, uansett om det er ren tåke eller snøvær som er årsak til siktreduksjonen.

#### 5.1 Bruk av skyhøydestatistikk for vurdering av tåkeforhold.

Skyhøyde-statistikk for en 30-års periode (1957-86) fra værstasjonen Fornebu er vist i figur 3. Skyfrekvens-kurven er akkumulativ, slik at avlest prosent i en viss høyde er frekvensen av skyer med skybasis lik eller mindre enn denne høyde.

Tilfellene med ikke-observerbar skyhøyde (/) er ikke tatt med i figuren. For Fornebu og Rygge (1957-86) var /-prosenten hhv. 3.0 og 4.2. Det er uvisst hvordan disse

prosentene vil fordele seg langs kurven. Med tåke på stasjonen vil vi få en parallellforskyvning av hele kurven. Ved nedbør og sikt over 1 km vil vi få et tillegg høyere opp på kurven, uten at nivået kan bestemmes nøyaktig. For å oppnå en reell skyfrekvens-kurve må en del av  $\bar{\text{N}}$ -prosenten legges til kurven og forskyve denne mot høyre.

Vi ser at det er god overensstemmelse mellom Fornebu og Rygge opp til 400 m. Man skal også merke seg den store endringen av skyhøydefrekvensen i området mellom 200 og 400 m, spesielt i vinterhalvåret.

Figur 3 angir frekvensen av lave (evt. mellomhøye) skyer, der mengden av disse er lik eller større enn  $\frac{5}{8}$  ( $N_h \geq \frac{5}{8}$ ). For å se hva andre  $N_h$ -verdier betyr for skyfrekvens-kurven, har vi laget figur 4. I 300 m's-nivået er det en forskjell mellom  $\frac{4}{8}$  og  $\frac{7}{8}$  på 1.5%. Om man setter grensen på  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{6}{8}$  eller  $\frac{7}{8}$  betyr altså lite for frekvensen av skyer i de nederste hundre-metrene over bakken.

Vi skal nå se litt nærmere på om den gode overensstemmelsen mellom tåke i høyden og skystatistikk på figur 3 beror på tilfeldigheter eller om skyer i et visst høydenivå over Fornebu virkelig gir tåke på Tryvasshøgda.

Vi har laget en statistikk for perioden 1976-86 med samsvarende verdier av skyhøyder (inkludert tilfelle med  $\bar{\text{N}}$ ) fra Fornebu og synsvidde på Tryvasshøgda. Vi kan da få frem hvilke meteorologiske forhold som bestemmer tåkefrekvensen på Tryvasshøgda. Resultatet er vist i tabell 2 og på figur 5.

#### $N_h \geq 5$

Tabellen viser at 59% av alle tilfelle med ikke-observerbar skyhøyde på Fornebu (F) vil gi tåke på Tryvasshøgda (T). Forøvrig vil 52% av lavt skydekke, med skybasis under 100 m, gi tåke på T. Resten av tilfellene er skyer som ikke har så stor vertikal utstrekning at de når opp til 530 m. Med skybasis mellom 100 og 300 m over F blir det tåke på T i 80% av tilfellene.

Men det er også noe tåke på T som ikke har sammenheng med skyhøyden ( $h > 530$  m). Dette må skyldes lokal tåke(sky)-dannelse over høydedraget pga. hevning eller direkte avkjøling over kaldt underlag.

Tåkeskyer over Fornebu med skybasis opptil 600 m forklarer en tåkefrekvens på T på 18.4%. Legger vi til  $\bar{\text{N}}$ -prosenten, får vi 20.5%. Den totale tåkefrekvensen på T er 24.4%. De resterende 3.9% skyldes andre forhold (se nedenunder).

1976 - 1986	TOTAL FREKVENNS PÅ FORNEBU	SIKT UNDER 1000 M PÅ TRYVASSHØGDA	% AV TOTAL I HVERT INTERVALL
SKYBASIS OVER FORNEBU			
Nh $\geq$ 5			
H = /	3.6 %	2.1 %	59
H = 0- 100 M	2.3 %	1.1 %	52
H = 100- 200 M	4.6 %	3.6 %	75
H = 200- 300 M	6.0 %	5.0 %	84
H = 300- 600 M	12.2 %	8.7 %	71
H = 600-1000 M	6.6 %	1.0 %	15
H > 1000 M	9.7 %	0.1 %	1
Nh < 5			
H = 0- 300 M		0.5 %	
H = 300- 600 M		1.6 %	
H > 600 M		0.7 %	
TOTAL		24.4 %	

Tabell 2. Total frekvens av skyhøyder med Nh  $\geq$  5, og samsvarende verdier av skyhøyder på Fornebu og sikt under 1000 m på Tryvasshøgda.

#### Nh < 5

Vi legger merke til at det kan dannes tåke på T, også når Nh < 5. Det må altså være noen "tåkedotter" som enten driver innover T, eller henger igjen når et skydekk er i ferd med å sprekke opp, eller dannes ved hevning mot åsene nord for Oslo (2.8%).

Vi ser altså at når vi bruker Nh  $\geq$  5 for skydekket på Fornebu, så vil prosentandelene av tilfellene opp til 530 meter over havet som ikke gir tåke på Tryvasshøgda (figur 5a), kompenseres av lokal tåkedannelse og av tåkedotter ved Nh < 5 (figur 5b). Det er altså hensiktsmessig å bruke skyhøyde-statistikk for vurdering av tåkeforholdene i høyden i området omkring Indre Oslofjord, der forholdene er sammenlignbare med Voksenåsen/Tryvasshøgda. I det videre arbeidet har vi holdt oss til denne type statistikk.

Figur 5c viser at det bare er en ubetydelig forskjell mellom skyfrekvens-kurven for 3 og 4 observasjoner pr. døgn på

Fornebu. Det har altså ingen stor betydning for tåkefrekvensen at Tryvasshøgda ikke har midnatts-observasjoner. Videre ser vi at skyfrekvensen i 300 m-nivået blir forklart nesten fullstendig av skyer som vi vet gir tåke på Tryvasshøgda (figur 5b). Dette fører til en sikrere vurdering av et nedre estimat for tåkehypphet på Hurum.

For å undersøke hvordan tåkefrekvensen passer sammen med skyhøyde-statistikk på månedsbasis, har vi laget skyfrekvens-kurver for hver måned (1957-86) og plottet inn tåkefrekvensen fra Tryvasshøgda og Egnerfjell (figurene 6-9). /-prosenten er ikke tatt med i kurvene, men er angitt på figurene.

I månedene desember-februar ligger Tryvasshøgda (T) til venstre for kurven ( $N_h \geq 5$ ). Dette skyldes sannsynligvis at det er spesielt mye lavlandståke i disse månedene, som ikke når opp til Tryvasshøgda. Differansen mellom T og skyhøydefrekvensen over Fornebu er større enn det figurene viser, fordi det ikke er tatt hensyn til /-prosenten.

For de andre månedene ligger T til dels godt til høyre for kurven, også om vi tar hensyn til /-prosenten. Dette betyr antagelig at skybasis senker seg noe på Tryvasshøgda i forhold til Fornebu.

Egnerfjell (E) ligger nær Fornebu-kurven, og for det meste på venstre side. Egnerfjell skal naturligvis ha markert mindre tåke enn skyfrekvens-kurven for Fornebu tilsier, pga. sin beliggenhet. Igjen ser vi at det er nødvendig å ta hensyn til /-prosenten for å få en rimelig forskjell mellom observert tåkefrekvens og skystatistikk.

Hurumåsen vil passe godt inn i skyhøyde-statistikken med den beliggenheten stedet har i Oslofjorden i forhold til fuktighetskildene. Men det er rimelig å ta hensyn til både Fornebu og Rygge, siden Hurum ligger omtrent midt imellom disse stasjonene. Tåkefrekvensen på Hurum kan estimeres ved en interpolasjonsteknikk. Denne gir grunnlag for et øvre og et nedre estimat. For å finne et nedre estimat for tåkefrekvensen ønsker vi at skyfrekvens-kurvene skal ligge til venstre for T. /-prosenten er da ikke medregnet. Dette oppnår vi ved å bruke skyhøyde-statistikk med  $N_h \geq 7$  for månedene desember-februar. For de øvrige månedene brukes  $N_h \geq 5$ . Rygge-kurvene ligger til høyre for Fornebu-kurvene (ikke vist her). Nedre estimat for tåkefrekvensen på Hurumåsen (300 moh.) oppnås ved å lese av verdiene i 300 m-nivået på Fornebu-kurvene (figurene 6-9). Se tabell 3.

HURUM 300 MOH. (basert på Fornebu, uten /-prosent)												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
16	15	13	10	6	4	4	5	8	16	18	17	11

Tabell 3. Nedre estimat for frekvens (%) av sikt under 1000 m (%) på Hurum.

For å få en bedre tilpasning av tåkedata fra Tryvasshøgda og Egnerfjell til de viste skyfrekvens-kurvene for Fornebu, må man ta hensyn til /-prosenten. Dersom man legger til hele denne prosent, vil man få for høye verdier ved avlesning i 530 m-nivået i forhold til observert tåkefrekvens, i månedene november-mars. Vi bruker derfor bare en del av /-prosenten i disse månedene. For enkelhets skyld brukes to femdeler i månedene mars og november og en femdel i månedene desember-februar. For månedene april-oktober brukes hele prosent. Dette gir god overensstemmelse. Se tabell 4.

	SKYHØYDE- FREKVENNS I 530 M.	TILLEGG	TÅKE I 530 M.		DIFFERANSE
			SKY- STAT.	SIKT- OBS.	
JAN.	27.5	1.6	29.1	29.1	0.0
FEB.	24.0	1.5	25.5	24.8	-0.7
MARS	23.5	2.2	25.7	26.8	1.1
APR.	17.0	2.2	19.2	19.8	0.6
MAI	13.0	0.2	13.2	14.9	1.7
JUNI	9.5	0.0	9.5	9.6	0.1
JULI	11.5	-	11.5	11.6	0.1
AUG.	12.0	0.0	12.0	14.1	2.1
SEP.	19.5	0.3	19.8	23.9	4.1
OKT.	29.5	2.3	31.8	33.1	1.3
NOV.	33.0	1.5	34.5	34.2	-0.3
DES.	27.5	1.4	28.9	29.0	0.1

Tabell 4. Tilpasning av skyhøyde-statistikk for Fornebu til tåkedataene fra Tryvasshøgda.

Skyhøyde-frekvensene i 530 m i tabell 4 er avleste kurveverdier i denne høyde, basert på figurene 6-9. Differansene i tabellen er stort sett små, bortsett fra i september.

Siden det ikke er noen vesentlig forskjell på skyfrekvenskurvene fra Fornebu med 3 og 4 observasjoner pr.døgn, vil en slik fremgangsmåte forklare tåkefrekvensen på Tryvasshøgda rimelig bra ut fra skyhøyde-statistikk. Og man trenger ikke drøfte hvor høyt man må over skybasis på de aller laveste skydottene for å komme inn i "skytåke" eller hvorvidt skyene senker seg over åsene i forhold til Fornebu.

Vi vil i denne rapporten bruke de fremkomne data, etter en slik fremgangsmåte, som et øvre estimat for tåkefrekvensen på Hurum (300 moh.). Vi bruker midtpunktet mellom kurveverdiene i 300 m-nivået for Fornebu og Rygge som en representativ verdi for Hurum og gir samme tillegg som i tabell 4.

HURUM 300 MOH. (basert på Fornebu, Rygge og /-prosent)												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
18	17	17	14	8	5	5	5	10	19	21	17	13

Tabell 5. Øvre estimat for frekvens (%) av sikt under 1000 m på Hurum.

### 5.2 Observasjonene fra Hurum (Stikkvatnet, 250moh.)

I tidsrommet september 1986-juni 1987 er det instrumentelt observert synsvidde ved Stikkvatnet med følgende resultat :

Sikt ≤	50m	70m	100m	150m	200m	350m	400m	500m	800m	1000m
1986										
SEP.										0.0
OKT.*	0.0	0.6	2.8	4.7	5.3	6.7	7.7	8.3	9.8	10.7
NOV.	0.0	0.3	1.5	4.8	6.4	9.0	9.9	10.9	12.4	13.5
DES.	0.1	0.6	2.9	5.5	6.5	9.7	10.0	11.0	15.1	17.5
1987										
JAN.			0.0	0.1	0.5	3.6	4.1	5.5	7.1	8.1
FEB.		0.0	0.2	2.5	4.3	5.5	5.9	7.1	11.2	14.9
MARS	0.0	0.1	0.4	1.6	3.2	6.2	7.3	8.7	13.4	17.3
APR.	0.0	0.3	3.1	6.6	7.9	9.2	9.4	9.8	11.1	12.2
MAI	0.0	1.8	2.4	2.8	3.0	3.5	3.6	4.0	4.7	5.0
JUNI		0.0	0.1	0.1	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3

Tabell 6. Frekvens (%) av sikt under gitte grenser ved Stikkvatnet (250 moh.). \* Dagene 1-7 og 22-31.

Det er usikkert hva plasseringen av siktmåleren ved Stikkvatnet betyr for måleresultatene. Sikten måles tvers over vannet, ca 3 m over vannflaten, og det vil kunne bli en lokal siktreduksjon i visse vær-situasjoner. Om høsten kan det dannes frostrøyk over vannet i klarvær og med sterk utstråling. Om vinteren kan det i tilsvarende vær-situasjoner dannes et tynt lag med strålingståke over det islagte vannet. Disse situasjonene er imidlertid sjeldne i forhold til vær-situasjonene med adveksjonståke.

### 5.3 Vurdering av tåkedata fra Hurum i forhold til skyhøyde-observasjoner fra Fornebu og Rygge.

For å kunne se hvordan tåkedataene fra Stikkvatnet (250 moh.) passer sammen med skyhøyde-observasjonene, har vi laget skyfrekvens-kurver for Fornebu og Rygge for hver av månedene i tidsrommet oktober 1986-juni 1987 og plottet inn dataene fra Egnerfjell, Stikkvatnet og Tryvasshøgda. Se figurene 10-13.

Det er vanskelig å forutsi hvordan /-prosenten skal vurderes i forhold til kurvene for en enkelt måned. Observasjonene kan avvike ganske mye fra gjennomsnittsforhold over 30 år. Vi har derfor gått gjennom alle /-tilfellene og sett om Stikkvatnet og Tryvasshøgda har hatt sikt under 1000 m, for å kunne avgjøre hvor stor del av /-tilfellene som skal legges til de opptegnede kurver.

September 1986 var en måned praktisk talt fri for lave tåkeskyer og det er heller ikke observert tåke på Stikkvatnet (S). Skyfrekvens-kurven for Fornebu (F) og Rygge (R) indikerer ca 2% tåke i 250 meters høyde. Egnerfjell (E) og Tryvasshøgda (T) har observert hhv. 0.8 og 4.4%, men i Egnerfjells tilfelle var dette et lokalt fenomen, uten sammenheng med skyhøyden over Fornebu.

I oktober lå S 3% over E i den 17 dagers perioden det finnes data. Sammenliknet med de andre månedene er det rimelig å anta at denne forskjellen også gjelder hele måneden. I så fall har S en tåkefrekvens på 17.5%.

F har tåke 11/10, mens det er pent vær på stasjonene Asker (A), T og R. Man må således anta at også S ligger over tåken på F. Vi tar ikke hensyn til /-prosenten på F. På grunn av at 14 dager mangler i oktober, vil tillegget til R-kurven i 250 m-nivået ligge mellom 1.6 og 6.5%.

November. F har tåke 4/11, men denne ligger under 150 m. Vi tar ikke hensyn til /-prosenten på F. 2.5% kan legges til R-kurven i 250 m-nivået.

Desember. Ved å sammenlikne /-tilfellene på F med T og S, finner vi at 6.5 og 4% kan legges til F-kurven i hhv. 530 og 250 m's høyde. Forskjellen skyldes at snøvær med sikt over 1 km på F, ga sikt under 1 km på T, over 1 km på S. Hele /-prosenten kan legges til R-kurven i 250 m's høyde.

I januar 1987 var det omvendt. I to tilfelle med snøvær og sikt over 1 km på F, var det sikt under 1 km på S, men god sikt på T. 0.8 og 2.4% kan legges til F-kurven i hhv. 530 og 250 m's høyde. Både S og T ligger ca 5% under det skyhøyde-observasjonene tilsier. Dette må skyldes at lave tåkeskyer på F ikke når opp til S og T. Den store andelen av frostrøyk på S gjør at forskjellen mellom S og F-kurven er enda større enn vist på figuren. 2.4% kan legges til R-kurven i 250 m-nivået.

Februar. 5.4% kan legges til F-kurven i 530 m's høyde, 3.6% i 250 m's høyde. 10.7% kan legges til R-kurven i 250 m's høyde.

I mars var det igjen mange tilfelle med /, pga. snøvær på F. For en stor del ga disse tilfellene sikt under 1 km på S og T. 8.9 og 7.3% kan legges til F-kurven i hhv. 530 og 250 m's høyde. 8.1% kan legges til R-kurven i 250 m's høyde.

I april var det noen tilfelle med tåke på S, men ikke på T. Dette forklarer at T ligger på venstre side av F-kurven. Når man legger til hhv. 2.5 og 1.7% i 530 og 250 m's høyde på F-kurven og 6.7% i 250 m's høyde på R-kurven, blir S godt plassert.

Mai. Kl.07 den 1/5 var det tåke på S og T. 0.8% kan legges til F-kurven og 2.4% til R-kurven.

Juni er eneste måned, bortsett fra september 1986, der S ligger under E. Forøvrig ligger S og T begge langt under F-kurven, hhv. 9 og 11.5%. Dette tyder på at det har vært mye tåkeskyer (skybasis 100-200 m) i fjorden, som enten ikke har kommet inn over Hurum og Tryvannsåsen, eller har hevet seg over S, men uten å ha så stor tykkelse at de har nådd opp til T. S ligger forøvrig nærmere R-kurven.

Det var tåke på Rygge 13/6 kl.07, men denne nådde ikke opp til Stikkvatnet. Vi tar ikke hensyn til /-prosenten.

Stikkvatnet-dataenes beliggenhet i forhold til skyhøydekurven (k) og sikt/skyhøyde-observasjonene (o) (kurve + vurdering av /-prosenten) i 250 m's høyde er systematisert i tabell 7.

	OBS	F-k	F-o	R-k	R-o
1986					
SEP.	0	2	2	2	2
OKT.	17-18*	20	20	13	15-20
NOV.	13.5	22.5	22.5	21.5	24.0
DES.	17.5	17.5	21.5	15	23.1
1987					
JAN.	8.1	10.5	12.9	12	14.4
FEB.	14.9	11.5	15.1	10	20.7
MARS	17.3	12	19.3	12.5	20.6
APR.	12.2	7	8.7	7.5	14.2
MAI	5.0	5	5.8	2.5	4.9
JUNI	1.3	10.5	10.5	6.5	6.5

Tabell 7. Observasjoner av sikt under 1000 m fra Stikkvatnet i forhold til sikt/skyhøyde-observasjonene (o) og skyhøyde-frekvens (k). F står for Fornebu og R for Rygge.\*Bregnede verdier.

Hovedinntrykket av denne gjennomgangen, måned for måned, er at det er godt samsvar mellom tåke-dataene fra Stikkvatnet og skyhøyde-observasjonene fra Fornebu og Rygge.

I månedene september og oktober 86, april og mai 87 er det god overensstemmelse mellom tåken på Stikkvatnet og skyobservasjonene på Fornebu og Rygge. I februar og mars 87 samsvarer Stikkvatnet best med Fornebu. I januar og juni 87 er skyhøydeobservasjonene ikke representative for tåkeforholdene i høyden, som tidligere forklart. I november og desember 86 passer Tryvasshøgda godt sammen med skyhøydeobservasjonene, men ikke Stikkvatnet. Spesielt i november er samsvaret dårlig, hele 9% for lavt. I desember ligger riktignok Stikkvatnet på Fornebu-kurven, men tar vi hensyn til /-prosenten, blir Stikkvatnet liggende 4% for lavt.

I det følgende skal vi peke på en mulig forklaring på de relativt lave tåkefrekvensene i november og desember på Stikkvatnet.

Vi har laget tabell 8, som viser hvordan vindforholdene var i vær-situasjonene med lavt skydekke i Oslofjorden. Vi antar at vinden på Rygge er mer representativ for det storstilte vindfeltet enn Fornebu er.

	NOVEMBER		DESEMBER		APRIL	
	1986	57-86	1986	57-86	1987	57-86
00	-	1.2	0.2	2.0	0.8	0.6
360 <sup>0</sup>	2.4	3.3	0.8	2.8	0.8	0.8
030 <sup>0</sup>	1.6	2.7	1.4	2.7	2.4	1.2
060 <sup>0</sup>	0.8	1.2	0.4	0.9	0.8	0.3
090 <sup>0</sup>	0.8	1.0	0.2	0.6	0.8	0.6
120 <sup>0</sup>	2.4	2.0	2.4	2.0	0.8	0.6
150 <sup>0</sup>	1.6	1.6	2.2	1.8	1.6	1.8
180 <sup>0</sup>	14.9	3.4	7.2	3.3	1.6	4.5
210 <sup>0</sup>	-	2.1	1.8	2.2	4.9	1.9
240 <sup>0</sup>	0.8	0.0	0.4	0.2	1.6	0.0
270 <sup>0</sup>	-	0.1	-	0.0	-	0.0
300 <sup>0</sup>	-	0.2	0.2	0.1	-	0.1
330 <sup>0</sup>	-	0.5	0.2	0.5	0.8	0.1

Tabell 8. Frekvens av skyer over Rygge, med basis opp til 250 moh., fordelt på vindretninger. /-prosenten er medregnet. Enkelte måneder sammenliknes med "normal-verdier". 00 betyr vindstille.

Tabellen viser at det var mye lave tåkeskyer i sektoren 110-220<sup>0</sup> i november og desember. Med disse vindretningene ligger Stikkvatnet på lesiden av Hurumåsen. Dersom skjermingen er effektiv vil det her være bedre sikt enn på luvsiden i samme høyde. I april derimot er det ingen over-representasjon av vind fra disse sektorene. Tåkedataene fra Stikkvatnet passer da også bedre sammen med skyobservasjonene denne måned.

#### 5.4 Usikkerhet.

Vi har allerede vært inne på en del usikre faktorer i forbindelse med vurdering av tåkeforhold i høyden. Vi har bl.a. sett på forholdet mellom 3 og 4 observasjoner pr. døgn. En annen tenkelig usikkerhet er bruk av 4 observasjoner pr. døgn istedet for timevise registreringer. Dette er imidlertid også en feilkilde som avtar med økende lengde på datarekkene. Det kan nevnes at i november 86 var denne feilen for Fornebu i 210 moh. (200 m over flyplassen) under 1%. I juni 87 ga 4 observasjoner pr. døgn 8.3%, mens

24 observasjoner ga 6.4%, altså en forskjell på 2%. Dette bestyrker antagelsen av at denne feilkilden er av mindre betydning.

La oss også se på selve observasjonen av skyhøyden. Denne kan foretas på flere måter: bruk av automatisk skyhøyde-måler, lyskaster og vinkelmål, radiosamband med fly som tar av fra flyplassen, slipp av gassballonger med kjent stigehastighet og bedømmelse i forhold til åser og høydedrag omkring flyplassen. Dette siste vil være en kilde til systematiske feil, siden skydekket har en tendens til å senke seg over slike områder. Rygge kan ikke utnytte omgivelsene omkring flyplassen slik Fornebu kan. At Fornebu og Rygge likevel har såpass lik skyhøydefordeling, tyder på at det ikke er noen slike systematiske feil i skyhøyde-statistikken.

Det er mange forhold som kan ha betydning for synsvidde-observasjoner. Det må være gode siktmerker i mange retninger med passe avstand imellom. På Tryvasshøgda er det gode siktmerker mot sør i avstand 110, 385, 500, 640 og 1000 m fra Tryvannstårnet. Når vi vet at de fleste av observasjonene med sikt under 1000 m også har sikt under 500 m, så må vi anta at tåkefrekvensen er meget godt bestemt på vær-stasjonen. Men hva betyr for eksempel lysforholdene? Og har dette noen betydning for siktmåleren ved Stikkvatnet? Dette blir ubesvarte spørsmål.

Ved stor spredning i dataene fra år til år har det betydning hvilken tidsperiode vi betrakter. Vi har undersøkt hvordan tåkefrekvensen varierer på Tryvasshøgda i månedene februar, juni, juli, november og for året totalt. Disse tyder på en usikkerhet i middelveidene ( $\pm 2$  standardavvik) på 5-6% om høsten og vinteren, ca 2% om sommeren og litt over 1% for året. Denne usikkerheten er antagelig større enn de andre usikkerhetene i observasjonene fra Tryvasshøgda, som vi har diskutert, og vil således være dominerende.

Fordi det er stor korrelasjon mellom skyhøyder og tåke i området, må vi ut fra dette anta at usikkerheten i Hurum-verdiene ligger på omtrent det halve av Tryvasshøgda, dvs. litt under 3% om høsten og vinteren, ca 1% om sommeren og mellom 0.5 og 1% for året. I tillegg til denne tidsserie-usikkerhet kommer en interpolasjons-usikkerhet, som skyldes estimering av tåkefrekvensene mellom en nedre og øvre grense. Totalt vil da usikkerheten i resultatene komme opp i ca 3% om høsten og vinteren og ca 1% om sommeren og for året totalt.

Hva det betyr for tåkeforholdene at flyplassområdet blir totalt forandret (fjerning av skog, legging av asfalt og betong, hangarer og terminalbygg, lyskastere etc.), er det umulig å uttale seg sikkert om.

### Konklusjon.

For kortere perioder kan det være forbundet med store usikkerheter å bruke skyhøyde-observasjonene som mål på tåkehyppigheten i høyereliggende områder, f.eks. i situasjoner med lokal strålingståke i lavlandet og med fjordtåke med begrenset vertikal utstrekning. Men dette er, som vi har sett, situasjoner som ikke er dominerende over lang tid. Over et langt tidsrom, derimot, vil slik statistikk gi gode holdepunkter for angivelse av tåkefrekvensen på luvsiden av åser og høydedrag, som ligger fritt eksponert for fuktige luftmasser i bevegelse innover området.

Det er altså grunn til å tro at skyhøyde-statistikk for en lengre periode fra Fornebu og Rygge vil gi rimelige verdier av tåkehyppigheten på toppen av Hurumlandet i 300 m's høyde over havet. Vi antar at en middelvei av tabellene 2 og 4 gir det beste estimat av tåkehyppigheten, med de usikkerheter som er angitt i foregående avsnitt.

HURUM (300 MOH.)												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
17	16	15	12	7	5	4	5	9	18	19	17	12

Tabell 9. Estimert frekvens av sikt under 1000 m på Hurum (300 moh.) i %.

### 5.5 Vurdering av tåketettheten på Hurum.

I dette tilfelle kan vi ikke bruke skyhøydestatistikk, men må utnytte de siktobservasjonene og målingene som er gjort. Vi vil da først se på hvordan tåkeobservasjonene fordeler seg på siktintervallene 0-50 m, 50-200 m, 200-500 m og 500-1000 m. For tidsrommet september 1986-juni 1987 blir resultatet for stasjonene Tryvasshøgda (T), Stikkvatnet (S) og Egnerfjell (E) som vist i figur 14.

Følgende forhold synes å gjelde :

#### 1) Sikt under 500 m.

S ligger omtrent midt imellom E og T i oktober og desember

86, april 87. Forøvrig ligger S nærmere T og i noen tilfelle over T (januar og juni 87).

2) Sikt under 200 m.

S ligger omtrent midt imellom E og T i november 86, februar og mars 87. Forøvrig ligger S nær T eller til dels betydelig over T (april, mai og juni 87).

3) Sikt under 50 m.

Bortsett fra desember 86 har ikke S registrert sikt under 50 m. Det samme gjelder E. T har hatt slike forhold i alle måneder, unntatt i januar og april 87.

Liksom tåkehyppigheten øker med høyden, vil også siktreduksjonen i tåken øke fra S til Hurum (300 moh.) (H). H må altså ligge nærmere opp til T enn S gjør i tilfellene 1) og 2) og sannsynligvis i nærheten av T. Men tallmaterialet er for lite til å kunne angi sikre forskjeller mellom T og H.

For 3) har vi færre holdepunkter, siden det knapt er observert så lave siktverdier på S. Men vi kan forsøksvis anta at når sikten er under 70 m på S, så vil den være under 50 m på H (se tabell 6). Bortsett fra mai 87, gir dette andeler av tåkeobservasjonene langt under T og faktisk også under E i den måneden vi har anledning til å foreta sammenlikninger (desember 86). Det er altså grunn til å tro at en siktgrense på 50 m på H tilsvarer en siktgrense over 70 m på S. Det har altså vært flere vær-situasjoner, der vi må anta at sikten har vært under 50 m på Hurum (300 moh).

Vi vil gjøre den antagelse at denne tåketettheten på H har en andel som i hvertfall ligger over E og under T, sannsynligvis et sted nær midten.

For tidsperioden 1976-86 har vi foretatt en sammenlikning mellom værstasjonene Tryvasshøgda II og Egnerfjell (figur 15). Ved bruk av figuren og tabell 9 kan vi beregne frekvensen av tåke under 50, 200 og 500 m på Hurum (300 moh.). Nedre grense for tåketetthet under 50 m settes lik E, for under 200 og 500 m til  $1/2(E+T)$ . Øvre grense settes lik T. Årsverdiene er presentert i tabell 10.

H U R U M	SIKT UNDER					
	50 M		200 M		500 M	
	ANDEL	FREK- VENS	ANDEL	FREK- VENS	ANDEL	FREK- VENS
ØVRE GR.	0.07	0.84	0.40	4.8	0.82	9.8
NEDRE GR.	0.01	0.12	0.25	3.0	0.63	7.6
MIDDEL	0.5%		4 %		9 %	

Tabell 10. Basert på en frekvens av sikt under 1000 m på 12% på årsbasis på Hurum (300 moh.), gir tabellen frekvenser av sikt under 50, 200 og 500 m.

Som vi ser er det stor relativ usikkerhet knyttet til interpolasjonen av tåke med sikt under 50 m. Tallverdien er imidlertid liten og ligger under 1%.

	FREKVENNS AV SYNSVIDDE UNDER :					
	50 M	150 M	200 M	350 M	500 M	1000 M
JAN	0.2	2	3	7	11	17
FEB	0.6	3	4	7	10	16
MAR	0.5	3	4	8	11	15
APR	0.6	3	4	7	9	12
MAI	0.5	2	3	4	6	7
JUN	0.2	1	1	2	4	5
JUL	0.0	1	1	2	3	4
AUG	0.1	1	2	3	4	5
SEP	0.7	3	4	5	7	9
OKT	1.2	6	8	11	14	18
NOV	0.9	4	6	10	14	19
DES	0.9	4	5	8	12	17
ÅR	0.5	3	4	6	9	12

Tabell 11. Frekvens av sikt under gitte grenser på Hurum (300 moh.), avrundet til nærmeste hele prosent (bortsett fra sikt under 50 m).

For å finne frekvensen av tåke med sikt under 150 og 350 m, kan vi interpolere mellom tallene i tabell 10. Dette gir

årsfrekvenser på nærmeste hele prosent på hhv. 3 og 6%. Se figur 16. Frekvenser av synsvidde under de gitte grenser for månedene januar-desember er beregnet på tilsvarende måte. Resultatet er gitt i tabell 11.

#### 6. NOEN TÅKESITUASJONER VED STIKKVATNET.

I det følgende skal vi gi noen eksempler på hva slags tåkeforhold man har observert ved Stikkvatnet.

##### Adveksjonståke.

Tabell 12 viser de tåkesituasjonene som ga tett tåke, sikt under 200 m, på Stikkvatnet i mer enn 6 timer.

TETT TÅKE PÅ STIKKVANN	VARIGHET	
	TIDSROM	ANT. TIMER
1986		
17/11	0330-1230	9
8/12- 9/12	1730-1830	25
1987		
12/2	1200-2100	9
31/3	1700-2300	6
14/4 -15/4	1930-0930	14
20/4	0900-1600	7
21/4 -22/4	2300-0630	7 1/2
1/5 - 2/5	0830-0330	19

Tabell 12. Værsituasjoner i tidsrommet september 1986-juni 1987, som ga sikt under 200 m i minst 6 timer ved Stikkvatnet.

Bortsett fra den 20/4, da det var nord eller nordøstlig vind i Oslofjorden, var det vind mellom 150 og 210° i alle de nevnte værsituasjoner. Det er typisk at langvarig tett tåke eller lave tåkeskyer i Oslofjorden har sammenheng med frontsystemer som beveger seg inn mot Sør-Norge fra vest. Det kan da transporteres luft fra de vestlige områder av Mellom-Europa tvers over Nordsjøen inn mot Sør-Norge. I de fleste av disse situasjonene faller det nedbør i en del av tåketidsrommet. Se figurene 17-20.

I figur 21 er vist den døgnlige variasjon i frekvensen av sikt under 1000 m ved Stikkvatnet i de 10 månedene observasjonene har pågått. Observasjonene med frostrøyk er

holdt utenfor. Observasjonsmaterialet er imidlertid for lite til at man kan trekke generelle konklusjoner.

#### Frostrøyk.

I tidsrommet fra 30. desember 1986 til 5. mars 1987 var det en del frostrøyk i Oslofjorden. Et eksempel på tett til middels tåke ved Stikkvatnet er vær-situasjonen 10. januar (figur 22). Det var klarvær på Rygge, Fornebu, Tryvasshøgda og Egnerfjell. De to flyplassene hadde  $-25^{\circ}\text{C}$ . Betingelsene for frostrøyk var således meget gode. I 6 1/2 time, om natten og morgenen, var det en synsvidde på 180-350 m ved Stikkvatnet.

I alt var det 48 timer med frostrøyk siste vinter, med en gjennomsnittlig synsvidde på 450 m. Dette er en hyppighet som er langt større enn vanlig. Det skyldes at vinteren 1987 var kald. Middelttemperaturen i Oslo var 6 og  $4^{\circ}\text{C}$  under normalen i hhv. januar og mars. Også februar var litt kaldere enn normalen.

#### 7. REFERANSER.

Vebjørn Hoem og Petter Dannevig :  
Tåkeforholdene på norske flyplasser.  
Technical Report No.57. Oslo 1982.

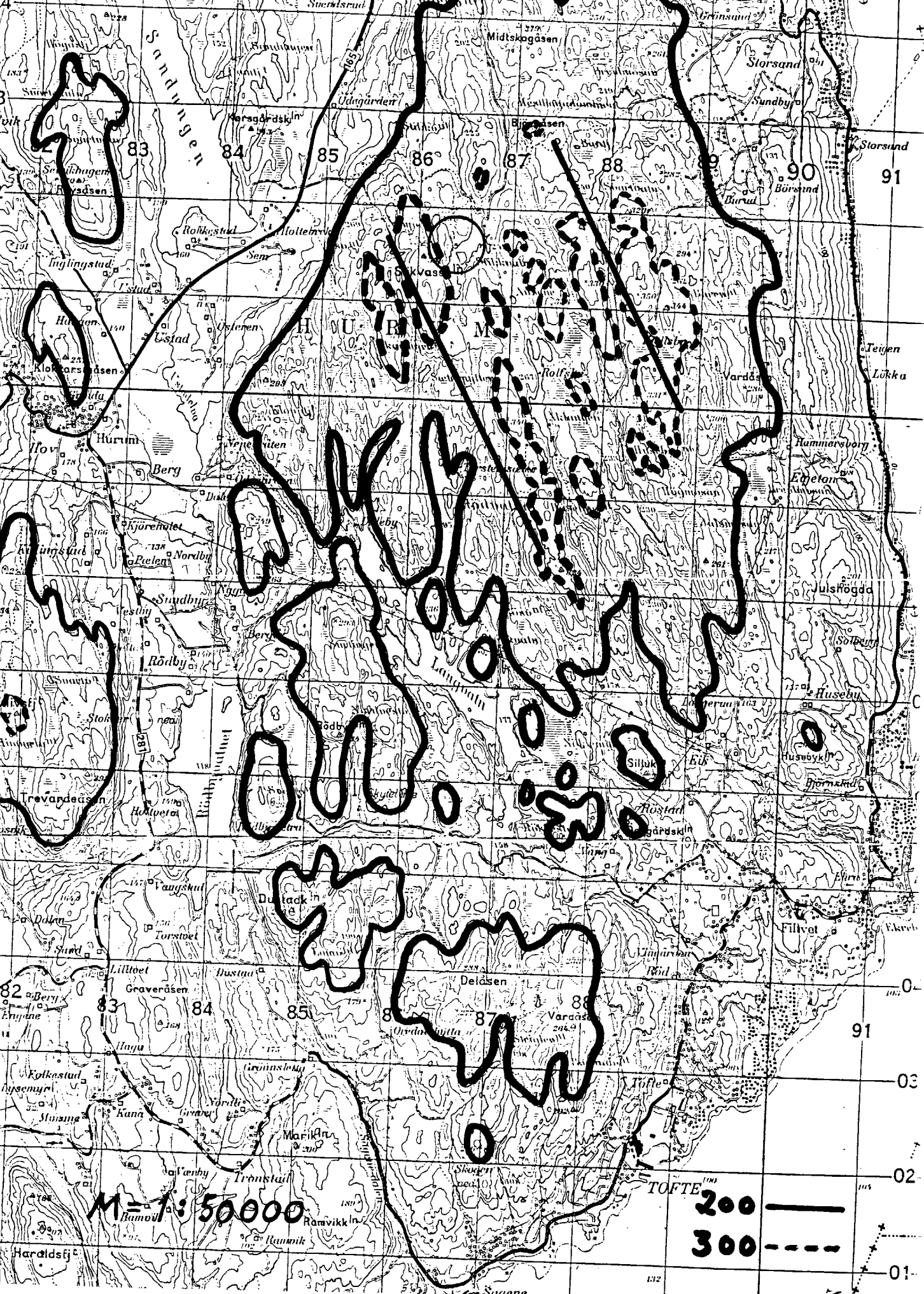
Gøsta H. Liljequist :  
Klimatologi.  
Stockholm 1970

#### TAKK

til alle som har kommet med konstruktive ideer i arbeidet med denne rapporten. En spesiell takk rettes til Bjørn Aune, Eirik J. Førland, Knut Harstveit, Per Øyvind Nordli og Esther Steffensen, som har bidratt med interessante synspunkter og forslag til forbedringer i manuskriptet.

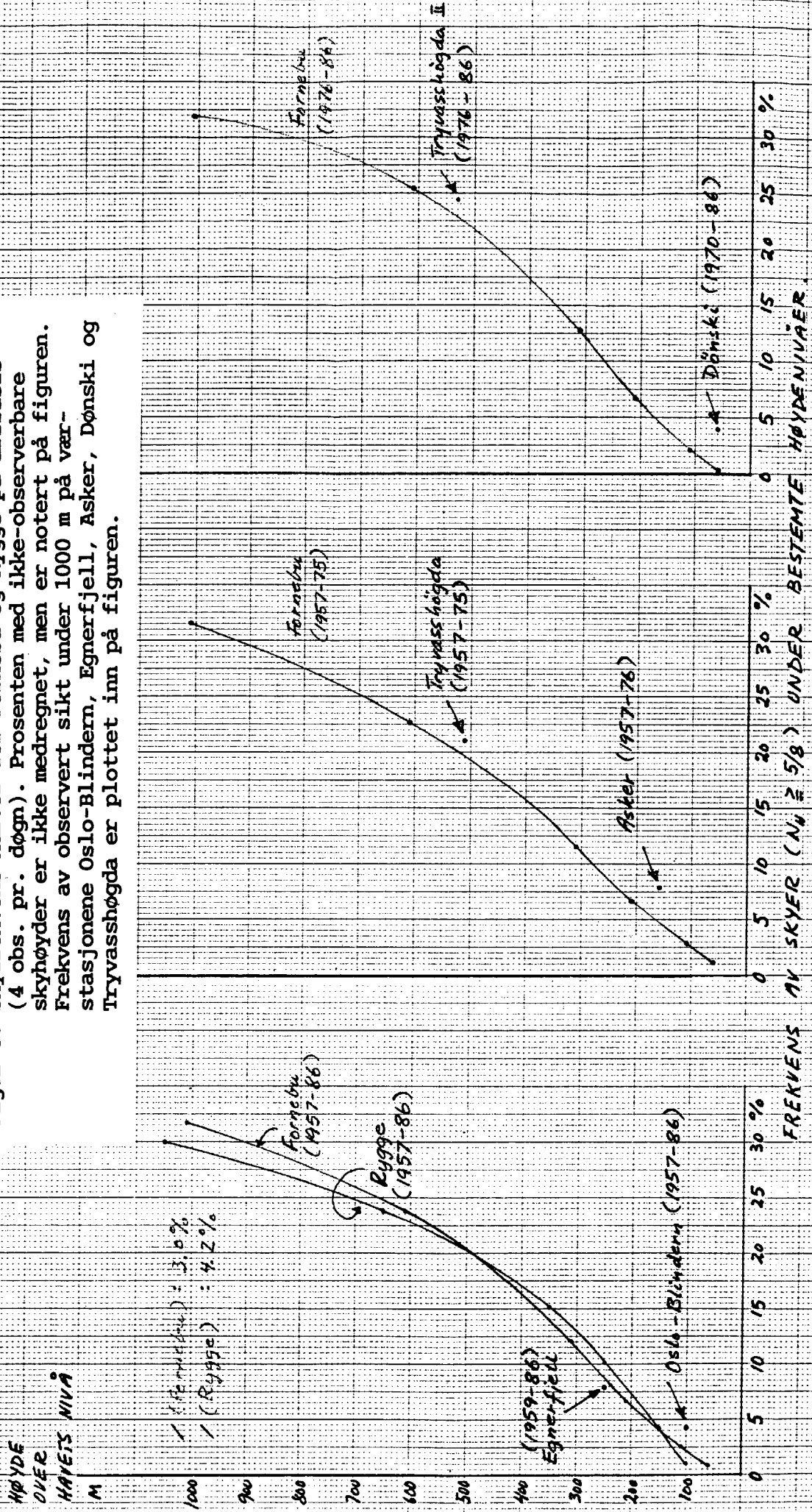


Figur 1. Kart over Oslofjord-området, som viser beliggenheten av værstasjonene Rygge, Fornebu, Tryvasshøgda, Egnerfjell og det planlagte flyplassområdet på Hurumlandet.

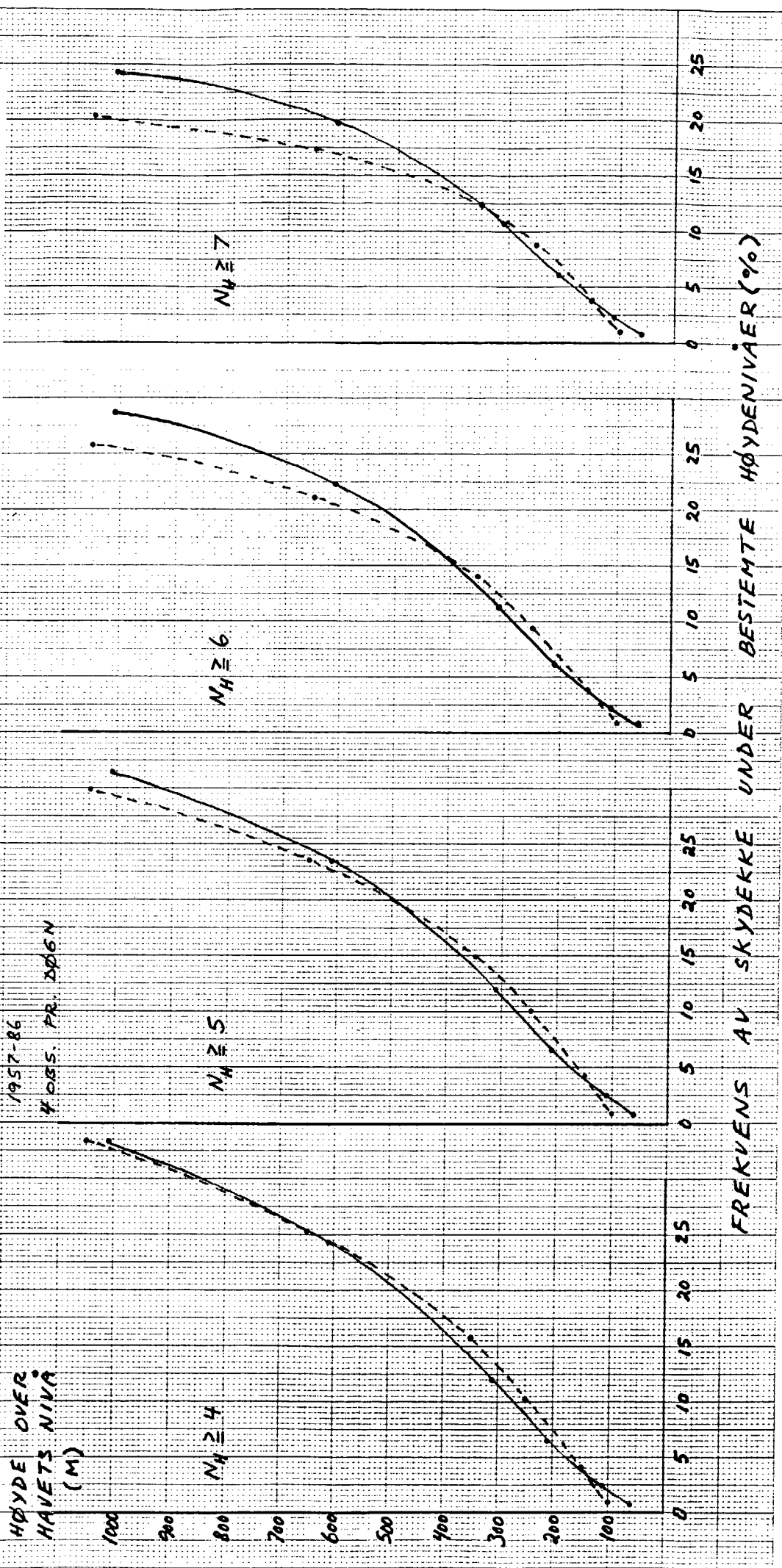


Figur 2. Kart over Huruområdet, med de planlagte rullebanene inntegnet. Siktmålings-stasjonen ligger like øst for Stikkvasskollen. Kartet viser koter for 200 m- og 300 m-nivået.

Figur 3. Skyfrekvens-kurver for Fornebu og Rygge på årsbasis (4 obs. pr. døgn). Prosenten med ikke-observerbare skyhøyder er ikke medregnet, men er notert på figuren. Frekvens av observert sikt under 1000 m på vær-stasjonene Oslo-Blindern, Egnerfjell, Asker, Dønski og Tryvasshøgda er plottet inn på figuren.



Figur 4. Skyfrekvens-kurver for Fornebu og Rygge, med forskjellig mengde av lave skyer, hhv. lik eller større enn 4/8, 5/8, 6/8 og 7/8.



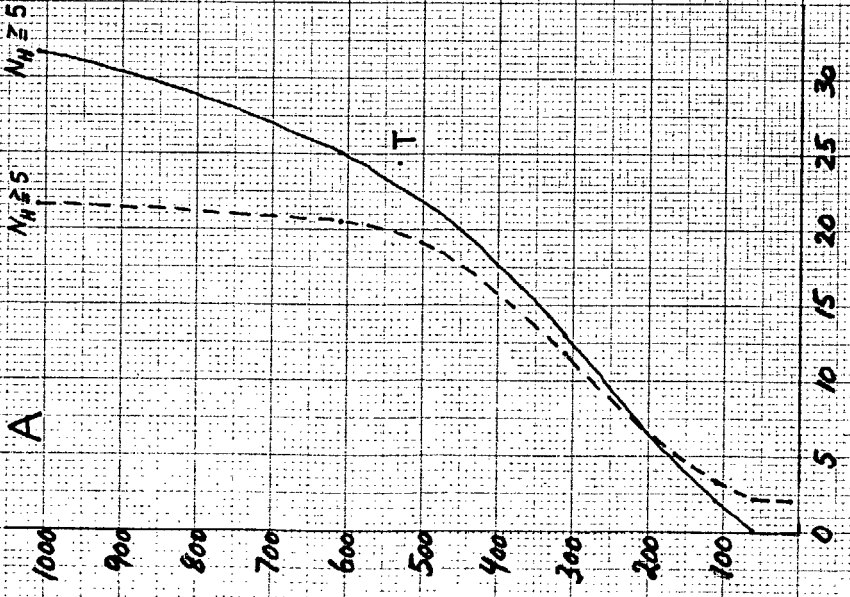
FORNEBU (1976-86)  
3 OBS. PR. DØGN

SKYFREKVENNS-  
KURVE,  $N_h \geq 5$

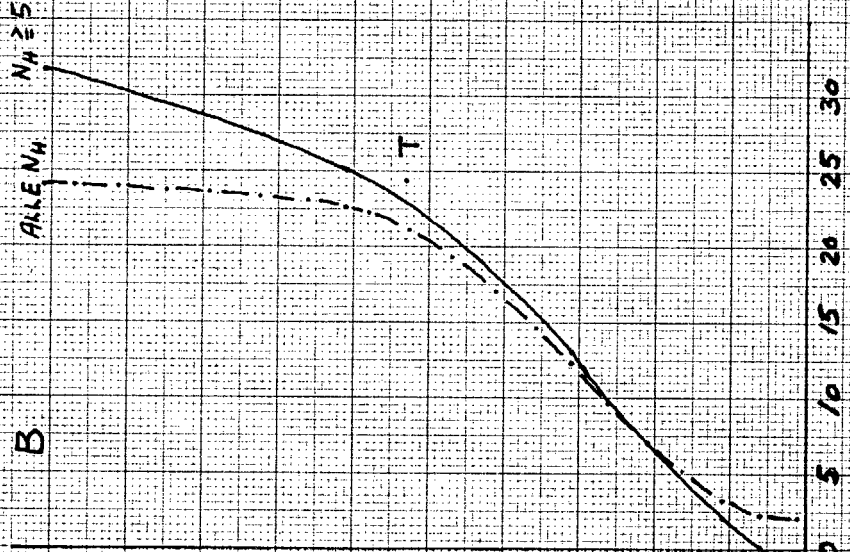
$N_h \geq 5$  OG SAMTIDIG  
SIKT UNDER 1000 M PÅ T.

$N_h \geq 5 + N_h < 5$  OG SAMTIDIG  
SIKT UNDER 1000 M PÅ T.

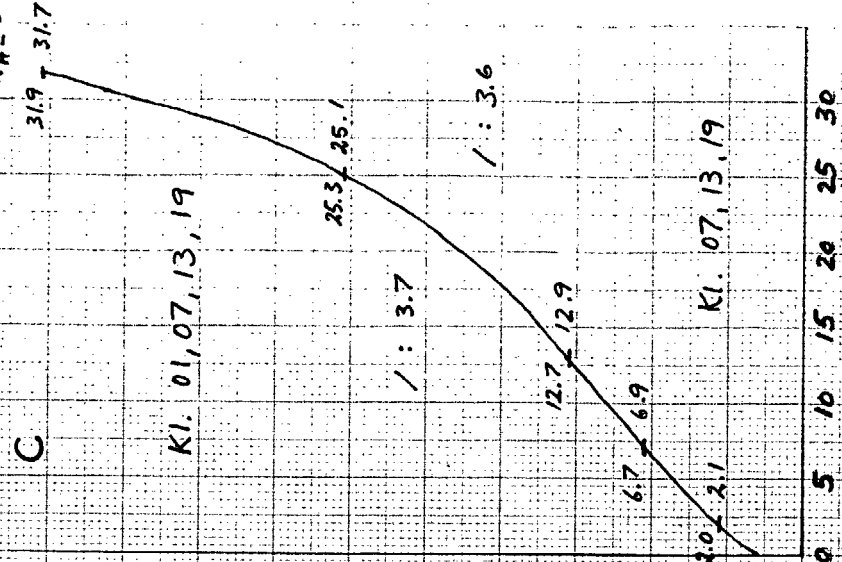
A



B

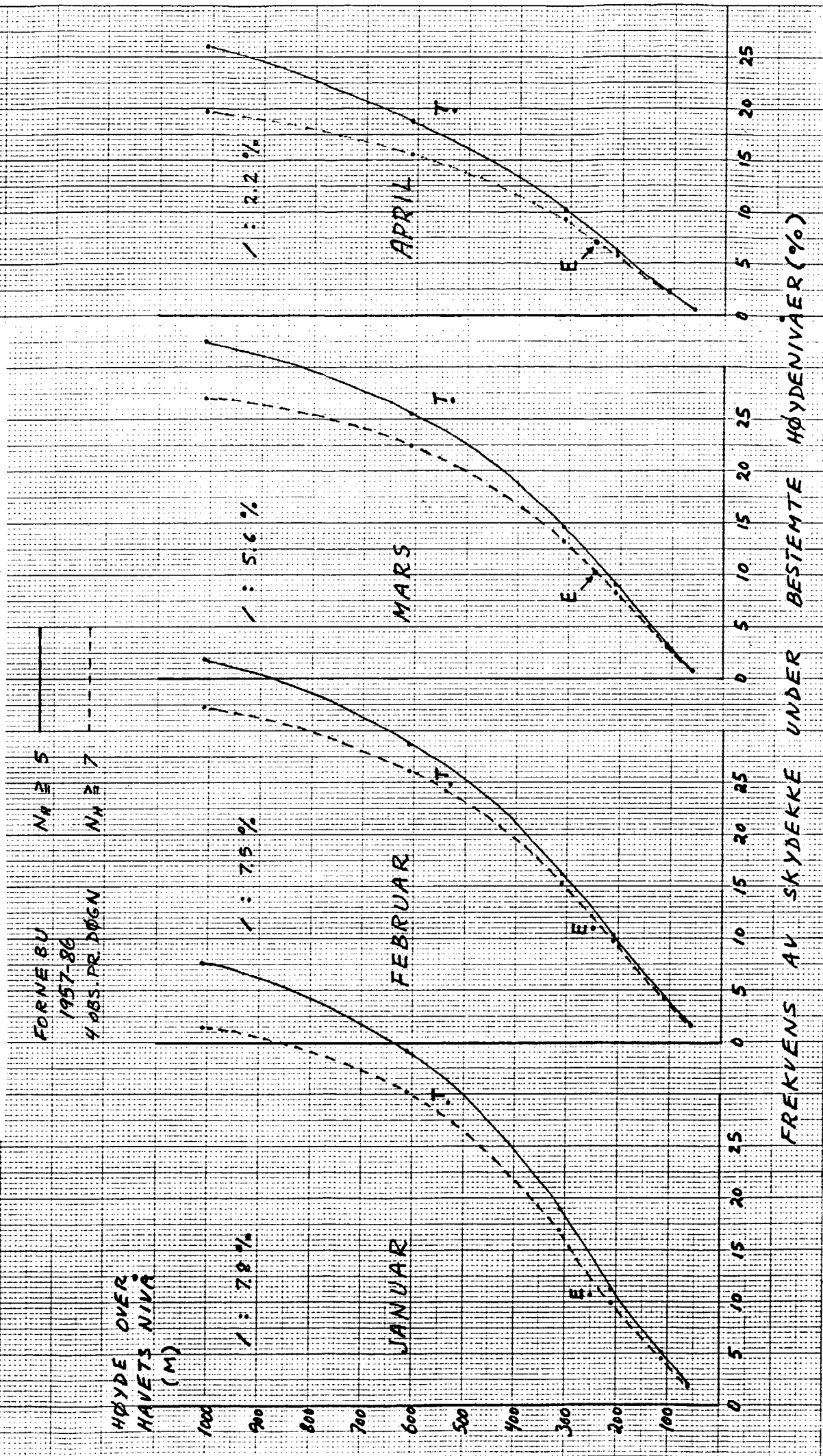


C

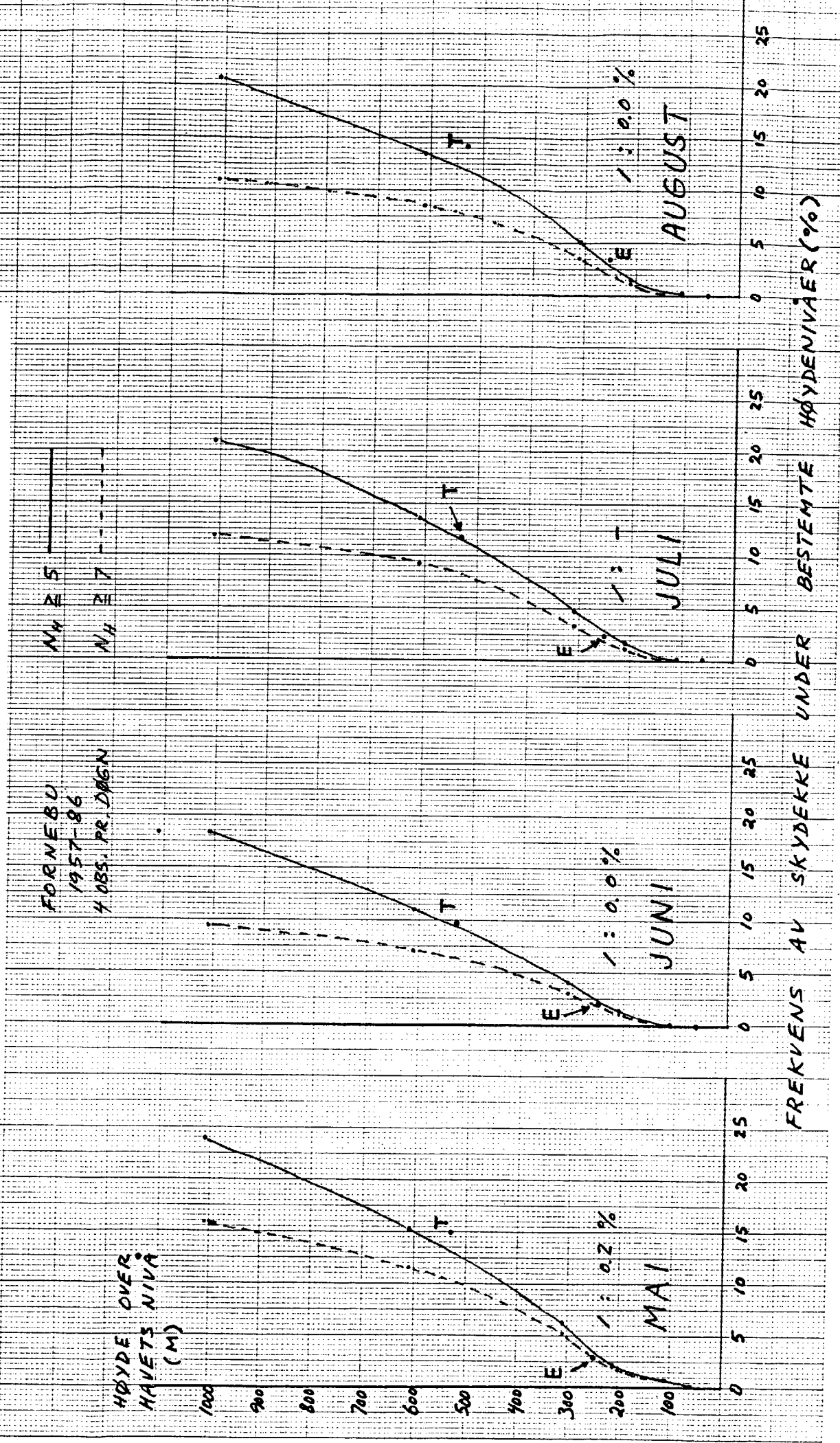


Figur 5. Skyfrekvenskurver for Fornebu på årsbasis (1976-1986 og 3 obs. pr. døgn). Frekvensen for sikt under 1000 m på Tryvasshøgda er inntegnet. I tillegg er inntegnet kurver som viser frekvens av skyer med skybasis under en gitt høyde og der det samtidig er observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda : a) med  $N_h \geq 5$ , b) med  $N_h \geq 5$  og  $N_h < 5$ . c) viser forskjellen mellom 3 og 4 observasjoner pr. døgn.

Figur 6. Skyfrekvenskurver for Fornebu for månedene januar-april, med mengde av lave skyer lik eller større enn 5/8 og 7/8. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda og Egnerfjell er plottet inn.



Figur 7. Skyfrekvenskurver for Fornebu for månedene mai-august, med mengde av lave skyer lik eller større enn 5/8 og 7/8. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda og Egnerfjell er plottet inn.

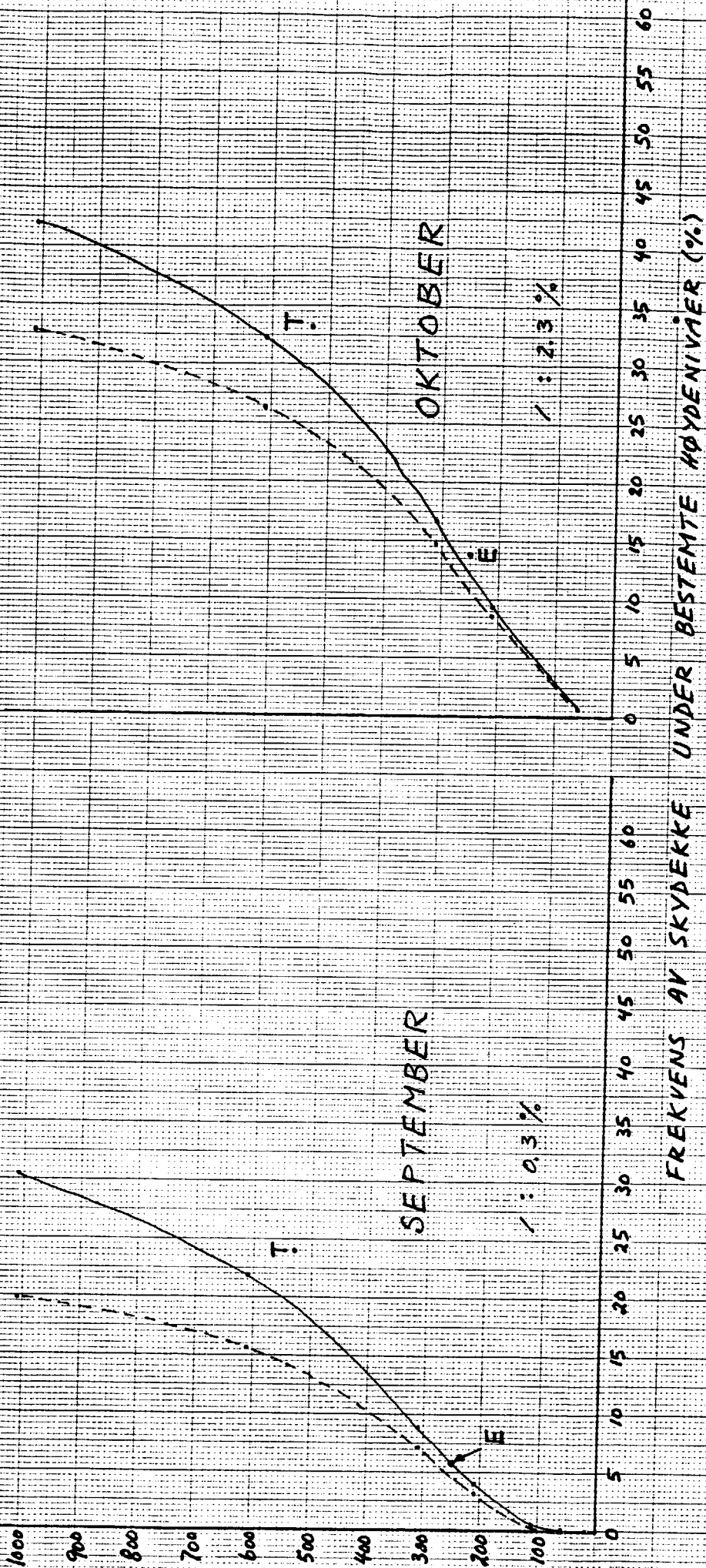


Figur 8. Skyfrekvenskurver for Fornebu for månedene september-oktober, med mengde av lave skyer lik eller større enn 5/8 og 7/8. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda og Egnerfjell er plottet inn.

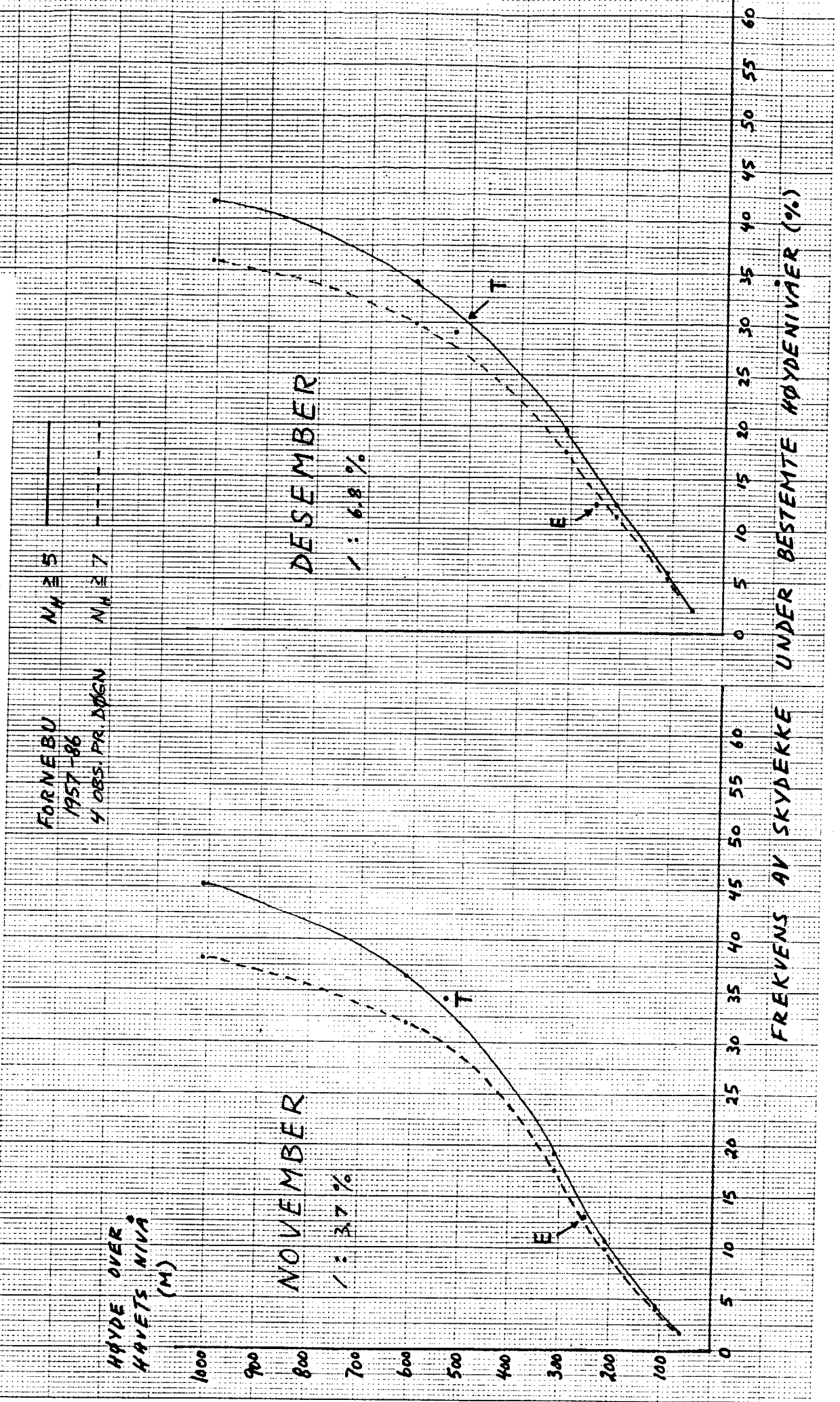
FORNEBU  
1957-86  
4 OBS. PR. ÅREN

$N_{1/8} \approx 25$   
 $N_{7/8} \approx 7$

HØYDE OVER  
HAVETS NIVÅ  
(M)

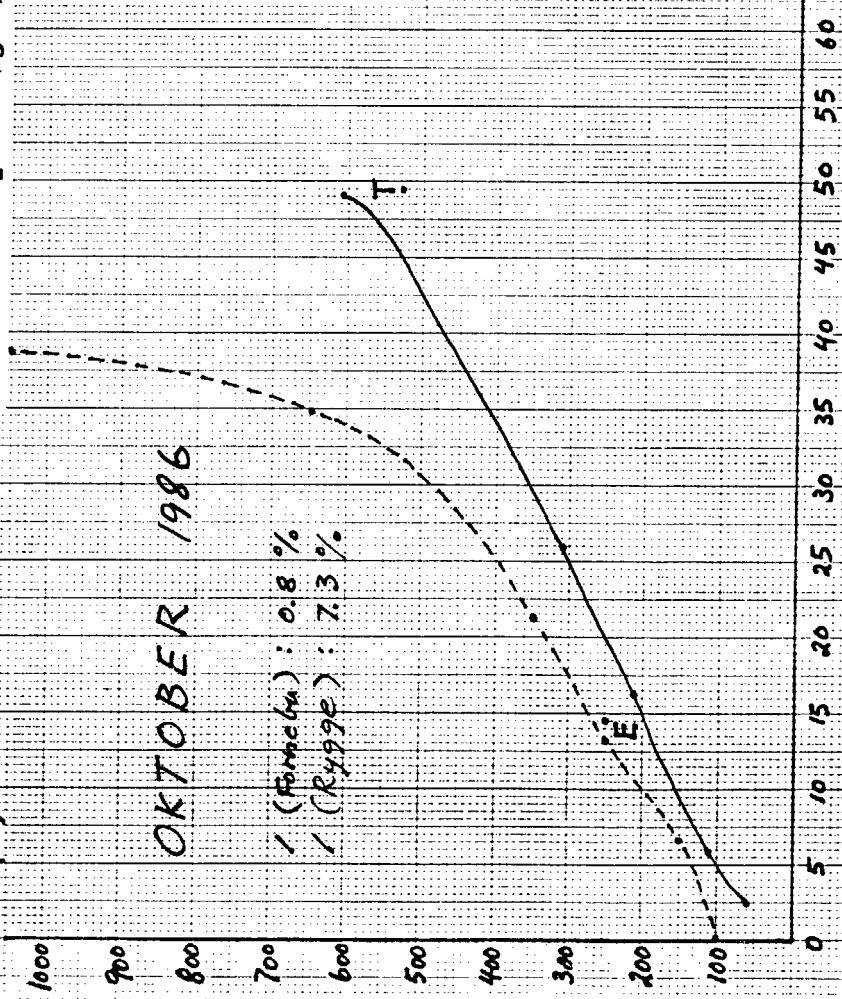


Figur 9. Skyfrekvenskurver for Fornebu for månedene november-  
 desember, med mengde av lave skyer lik eller større enn  
 5/8 og 7/8. Frekvens av observert sikt under 1000 m på  
 Tryvasshøgda og Egnerfjell er plottet inn.



$N_H \geq 5$

HØYDE OVER  
HAVETS NIVÅ  
(M)

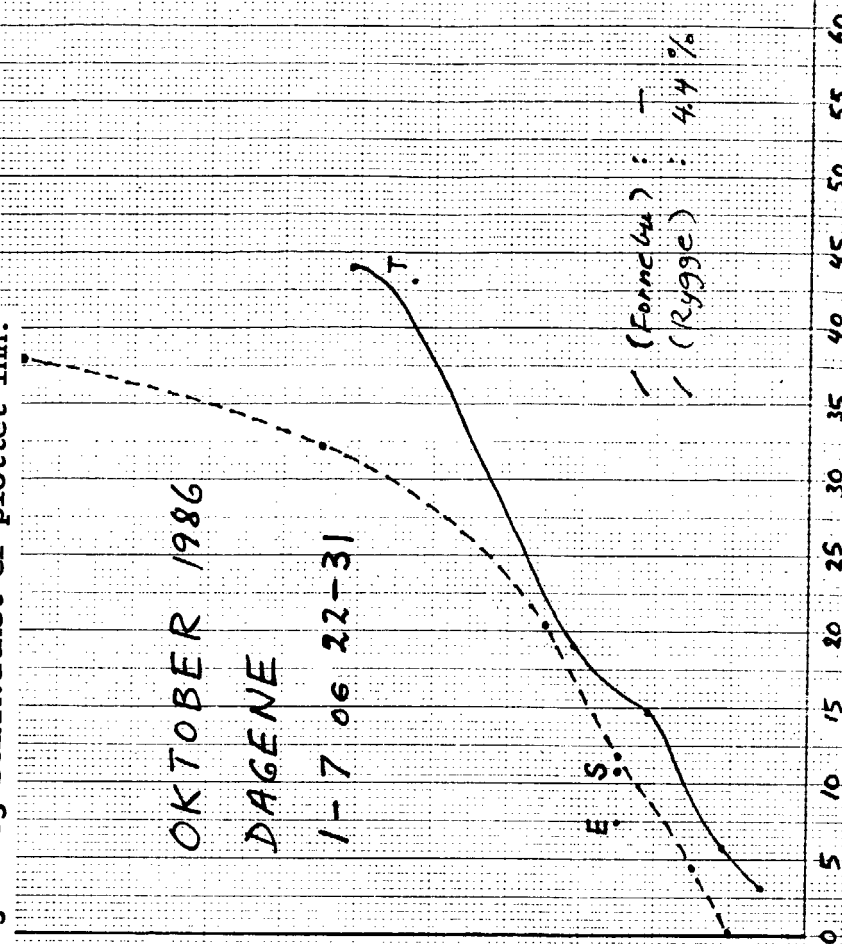


FREKVENNS AV SKYDEKKE

FORNEBU

RYGGE

Figur 10. Skyfrekvenskurver for Fornebu og Rygge for oktober 1986. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet er plottet inn.



UNDER BESTEMTE HØYDENIVÅER (%)

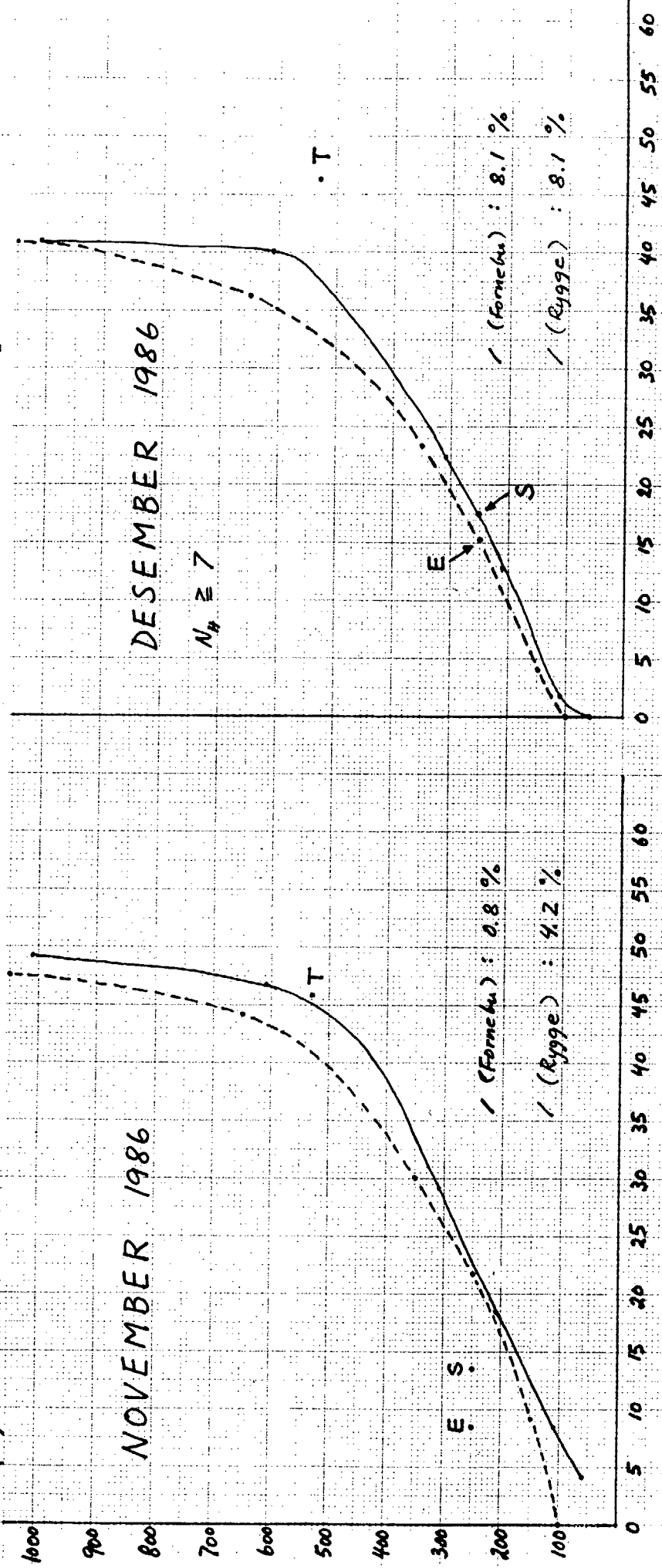
$N_H \geq 5$

HØYDE OVER  
HAVETS NIVÅ  
(M)

FORNEBU

RYGGE

Figur 11. Skyfrekvenskurver for Fornebu og Rygge for november-  
desember 1986. Frekvens av observert sikt under 1000 m  
på Tryvasshøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet er plottet inn.



Figur 12. Skyfrekvenskurver for Fornebu og Rygge for januar-april 1986. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet er plottet inn.

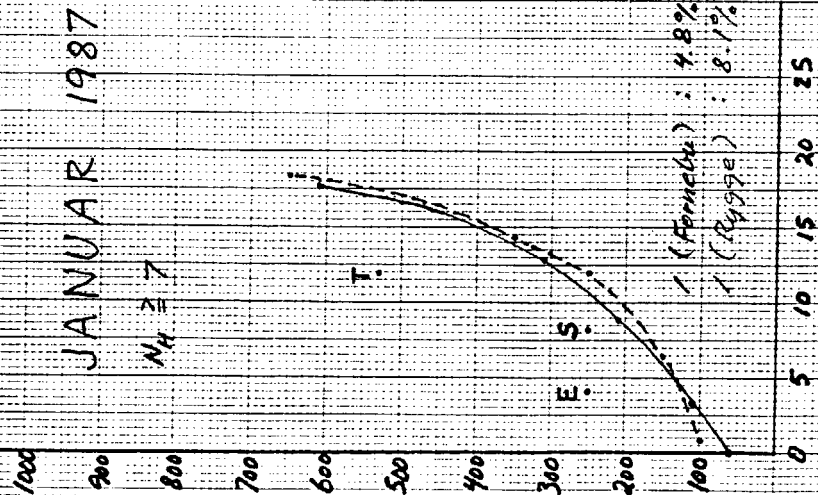
FORNEBU

RYGGE

HØYDE OVER  
HAVETS NIVÅ  
(M)

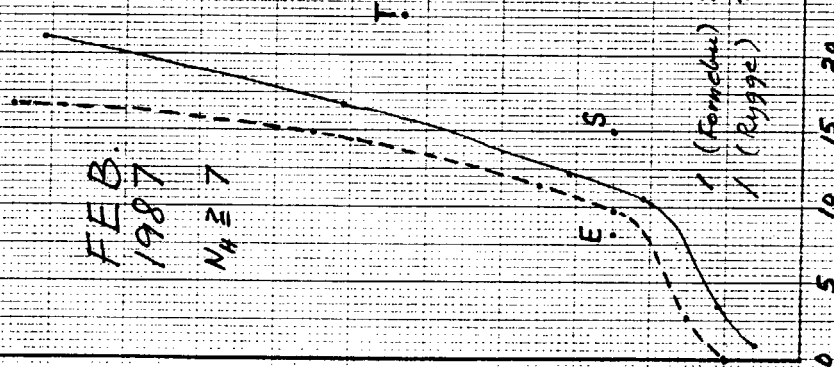
JANUAR 1987

$N_H \geq 7$



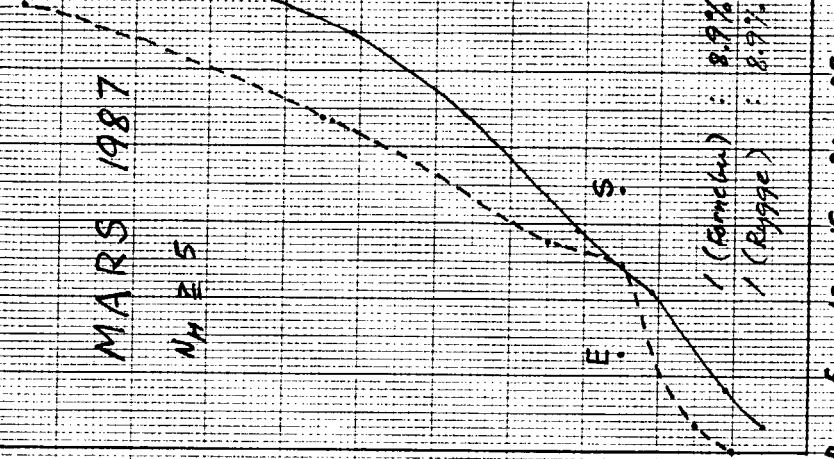
FEB. 1987

$N_H \geq 7$



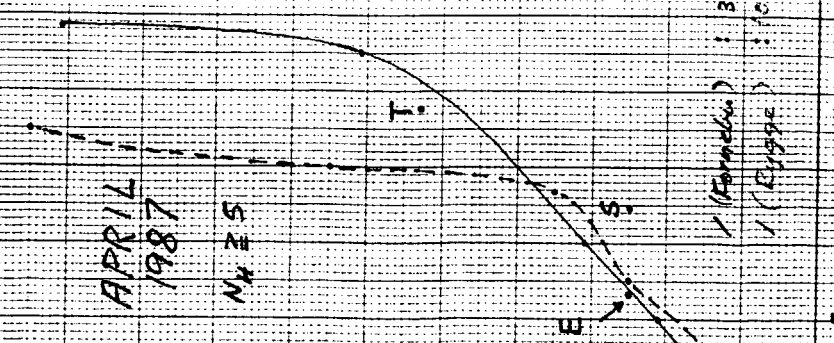
MARS 1987

$N_H \geq 5$



APRIL 1987

$N_H \geq 5$

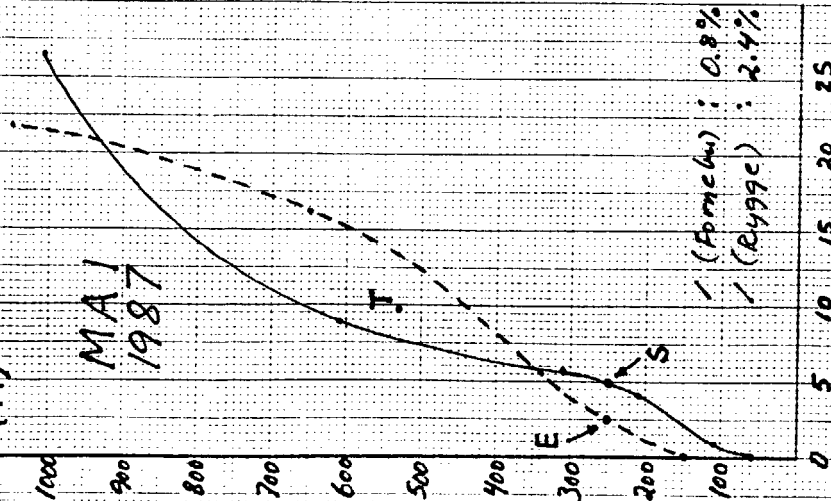


FREKVENNS AV SKYDEKKE UNDER BESTEMTE HØYDENIVÅER (%)

$N_H \geq 5$

HØYDE OVER  
HAVETS NIVÅ  
(M)

MAI  
1987

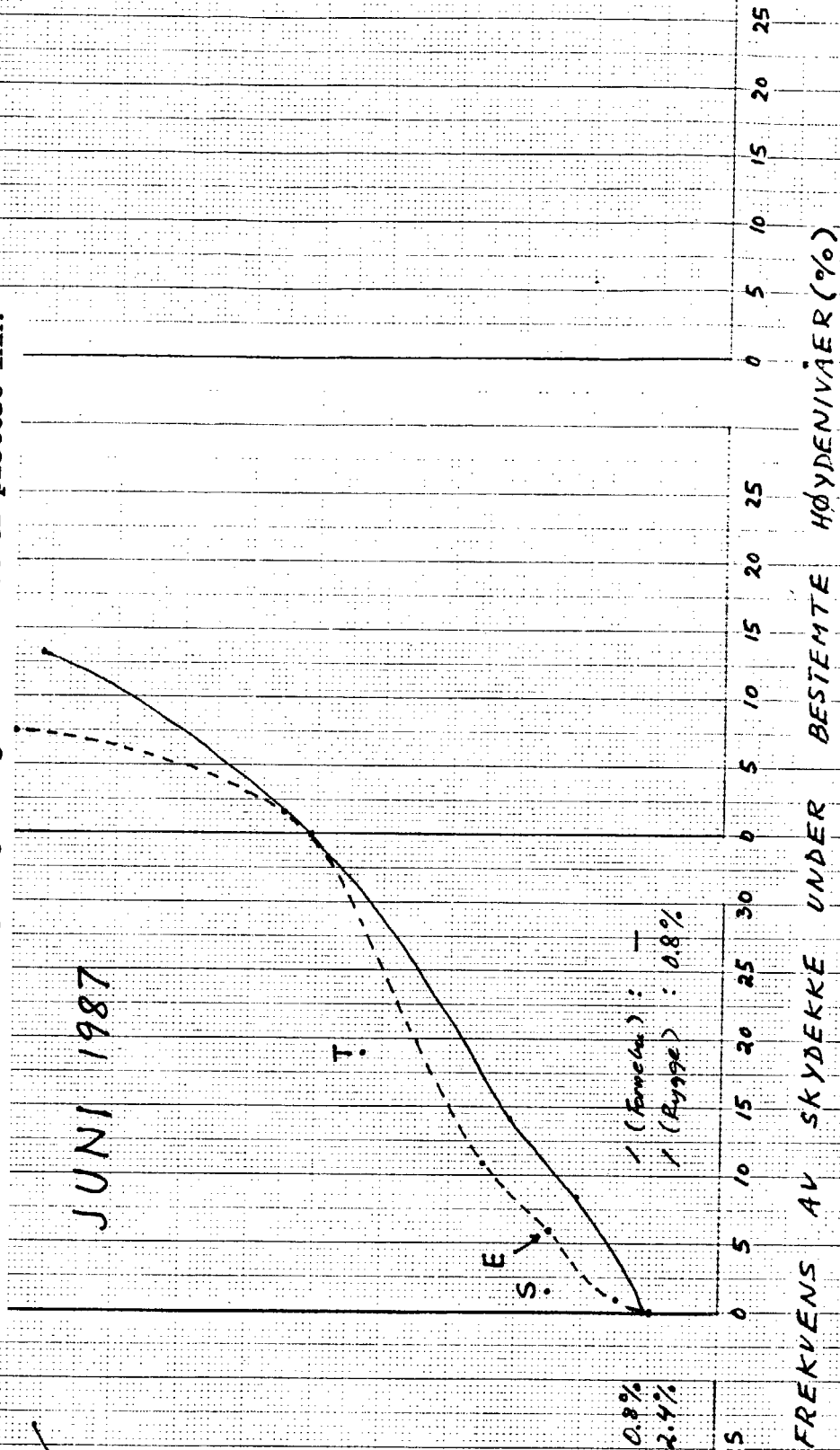


FORNEBU

RYGGE

Figur 13. Skyfrekvenskurver for Fornebu og Rygge for mai og juni 1986. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvasshøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet er plottet inn.

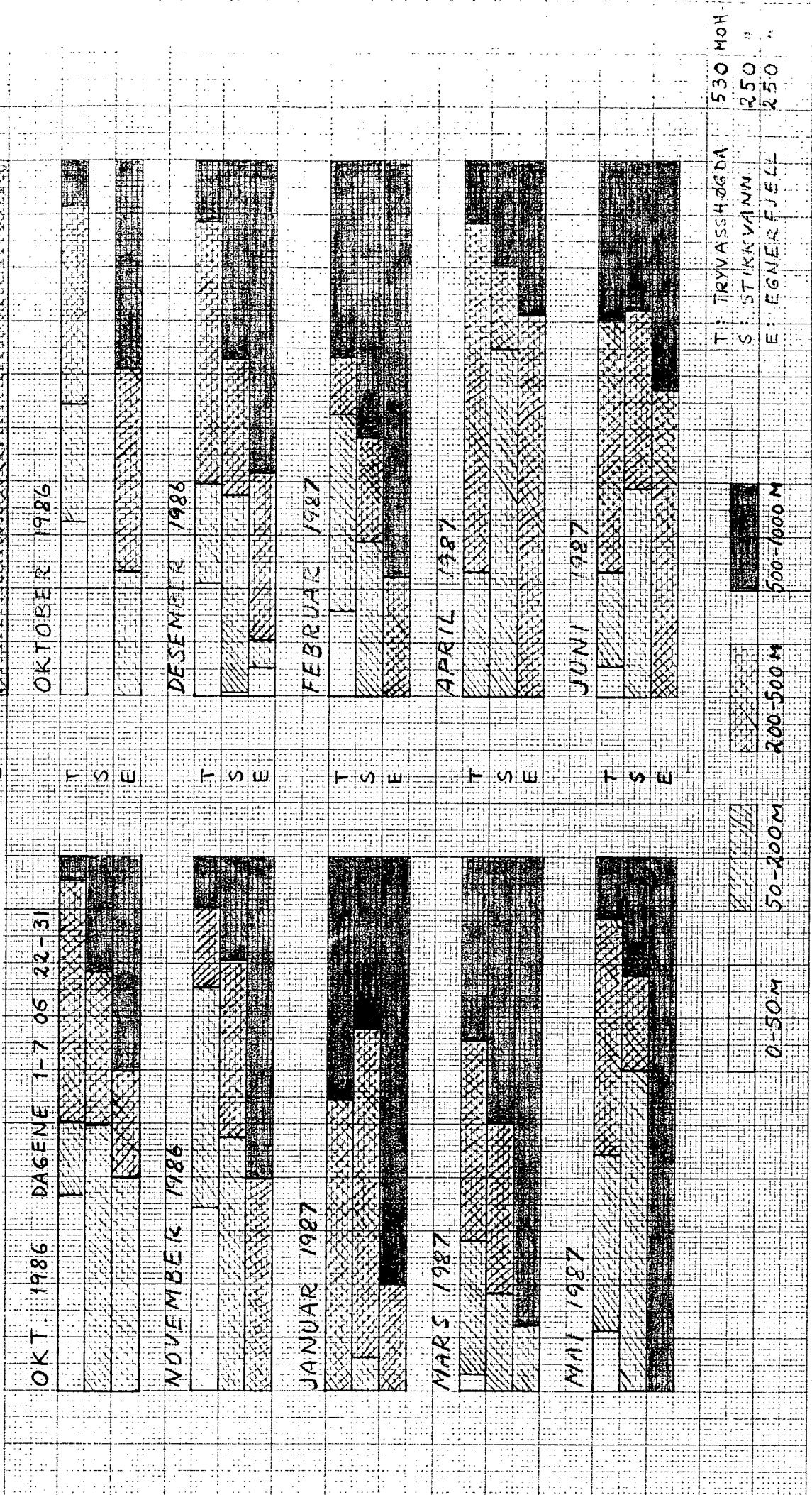
JUNI  
1987



FREKVENNS AV SKYDEKKE UNDER BESTEMTE HØYDENIVÅER (%)

Figur 14.

Andel av observasjoner med sikt under 1000 m, fordelt på intervallene 0-50 m, 50-200 m, 200-500 m og 500-1000 m, for stasjonene Tryvasshøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet, i tidsrommet september 1986-juni 1987.



1976 - 1986

JANUAR



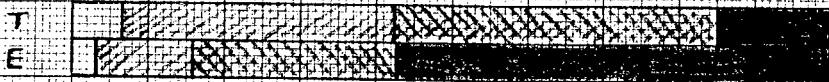
FEBRUAR



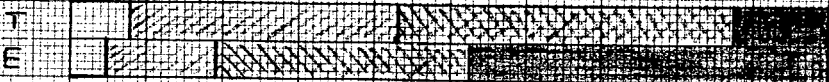
MARS



APRIL



MAI



JUNI



JULI



AUGUST



SEPTEMBER



OKTOBER



NOVEMBER



DESEMBER



ÅRET



T : TRYVASSHØGDA 530 MOH  
E : EGNERFJELL 250 MOH

500-1000M

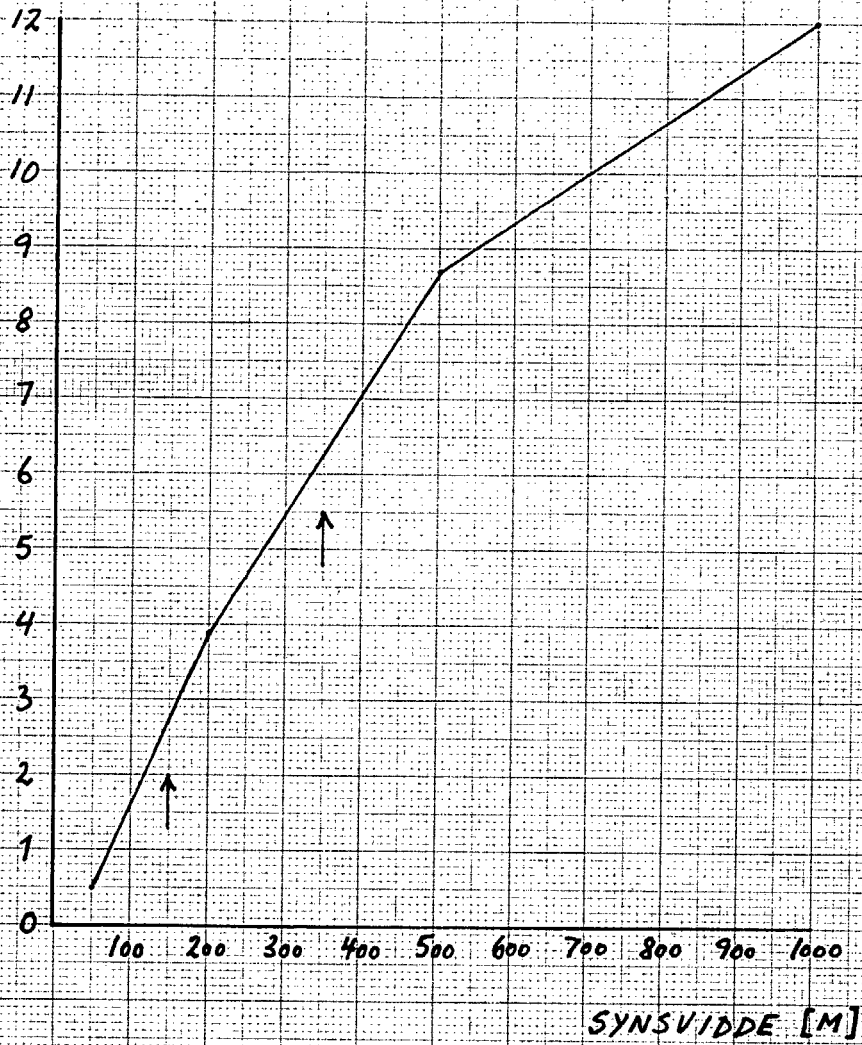
200-500M

50-200M

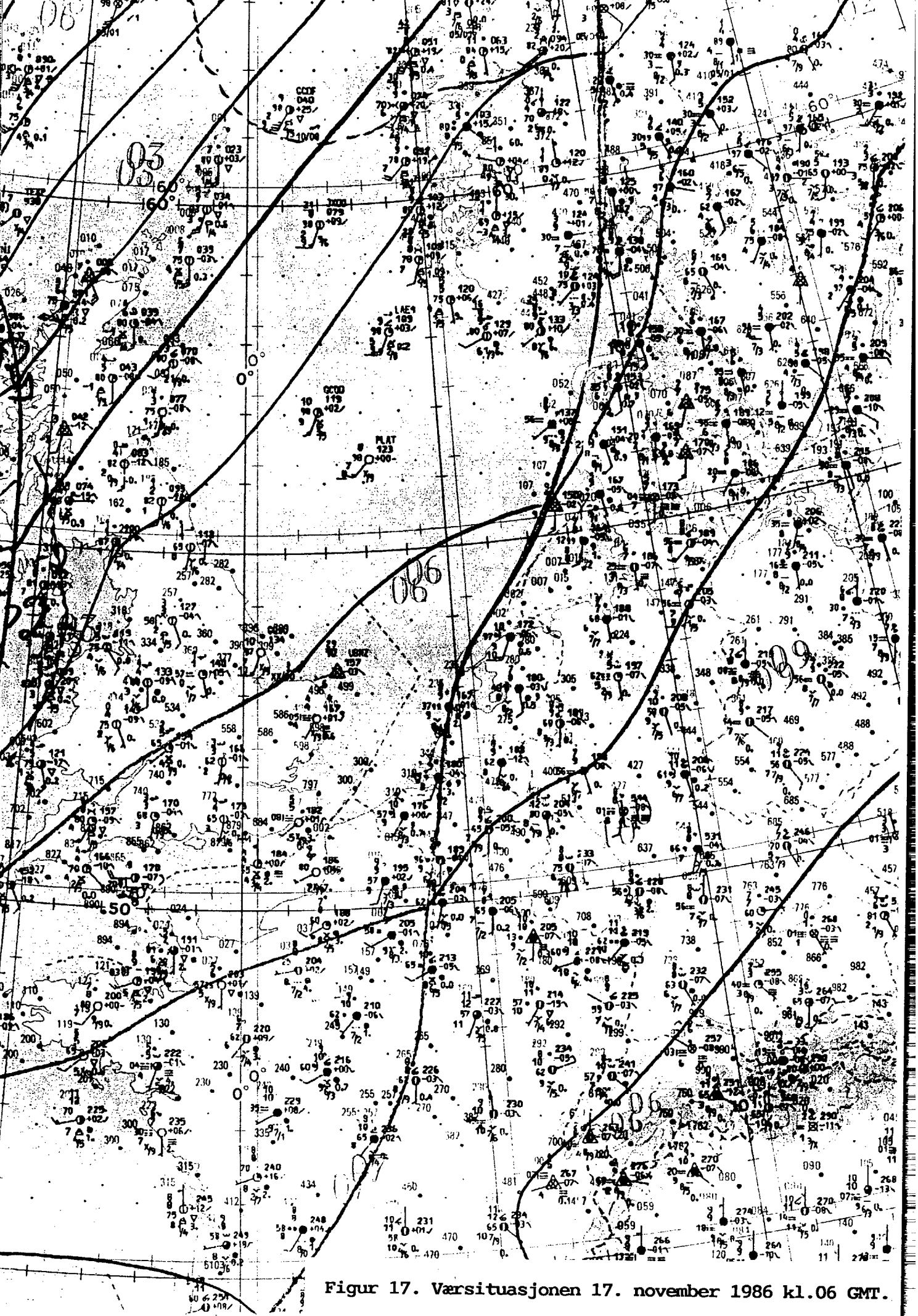
0-50M

Figur 15. Andel av observasjoner med sikt under 1000 m, fordelt på intervallene 0-50 m, 50-200 m, 200-500 m og 500-1000 m, for stasjonene Tryvasshøgda og Egnerfjell i tidsrommet 1976-1986.

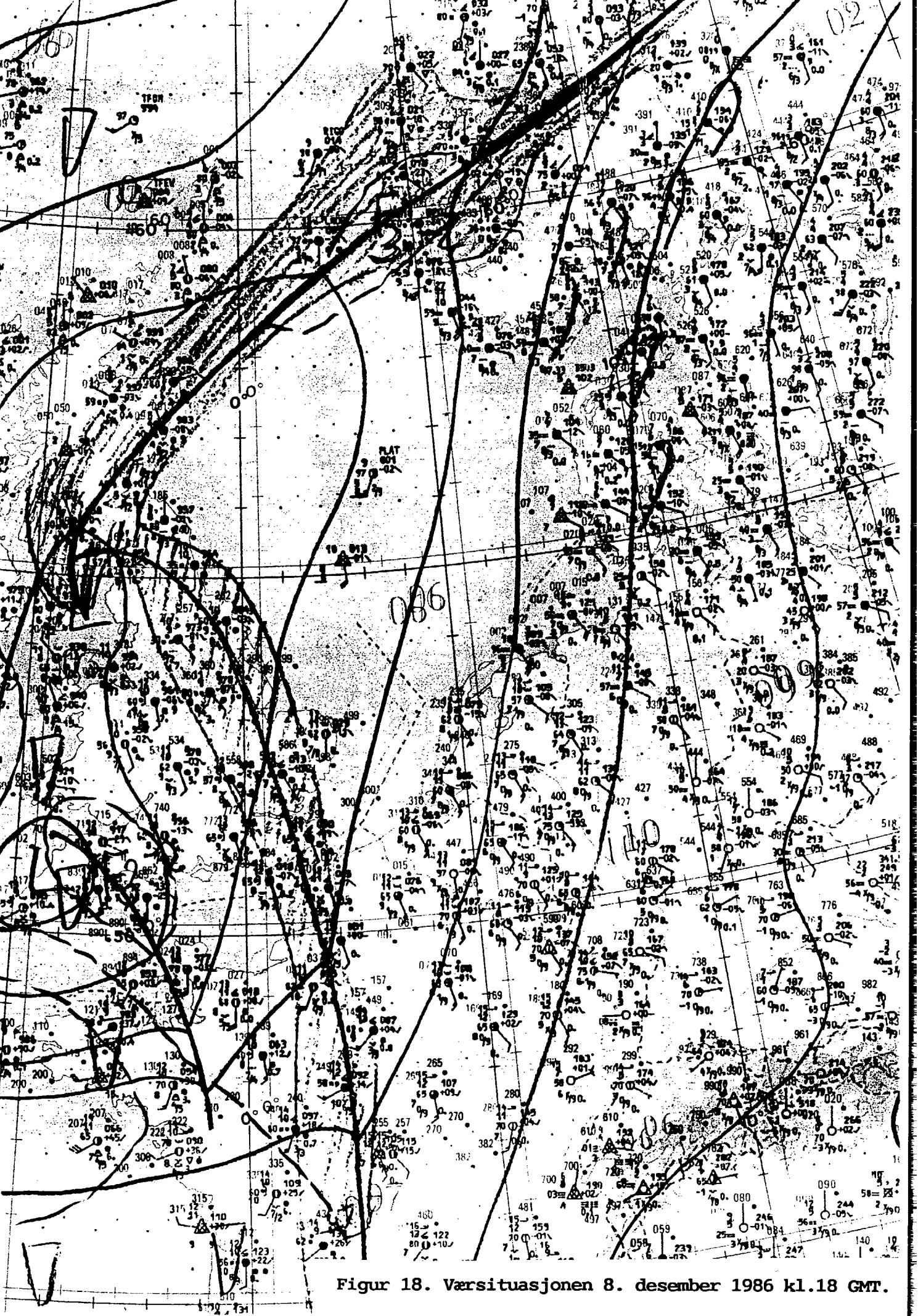
FREKVENNS  
PÅ ÅRSBASIS [%]



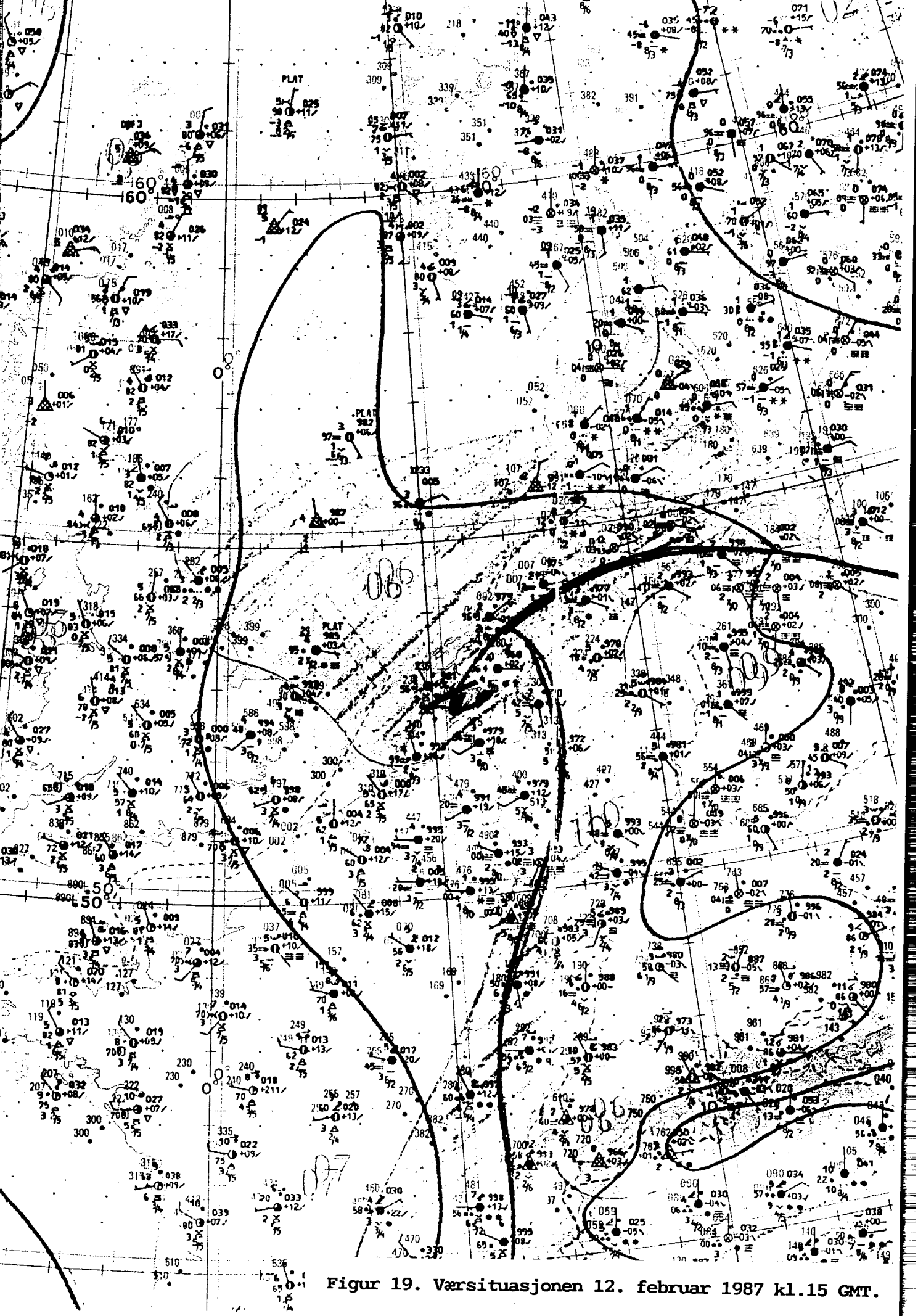
Figur 16. Frekvens av synsvidde under 1000 m på årsbasis på Hurum.



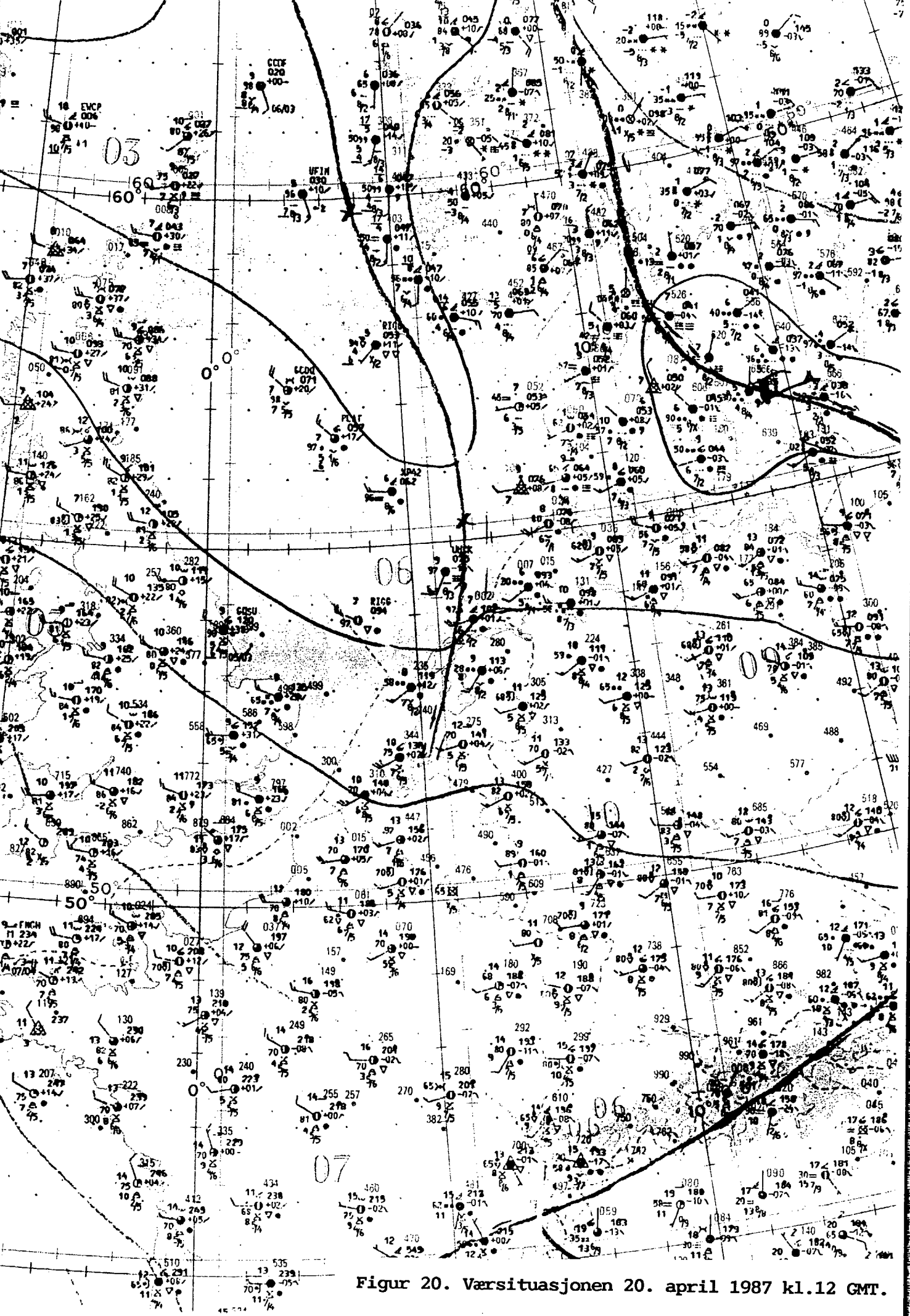
Figur 17. Varsitasjonen 17. november 1986 kl.06 GMT.



Figur 18. Værsituasjonen 8. desember 1986 kl.18 GMT.



Figur 19. Værsituasjonen 12. februar 1987 kl.15 GMT.

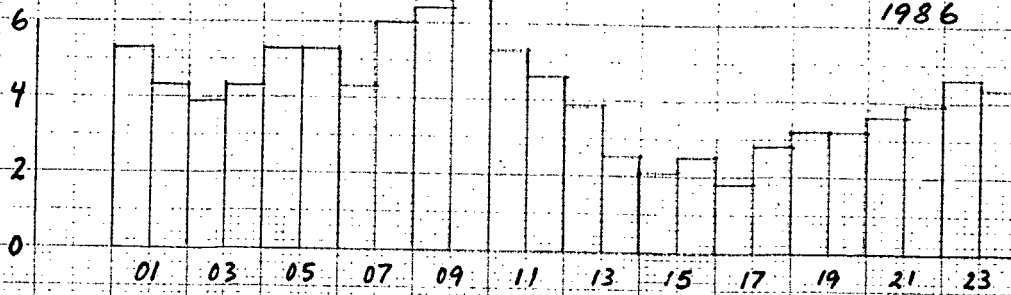


Figur 20. Værsituasjonen 20. april 1987 kl.12 GMT.

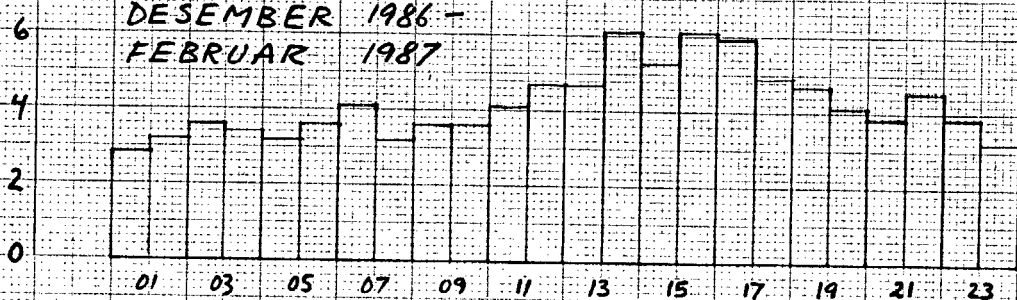
FREKVENS

%

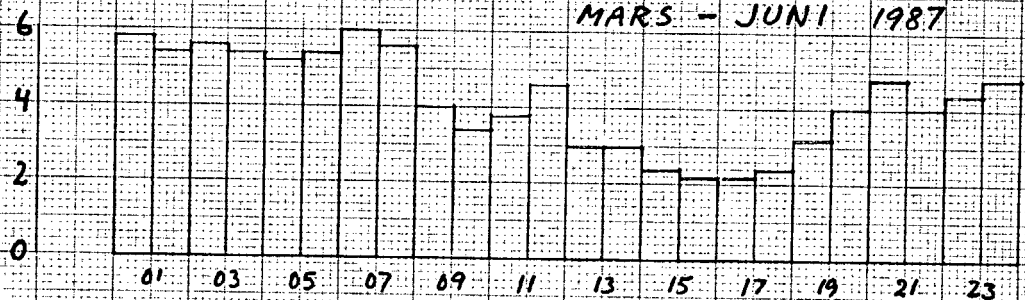
OKTOBER - NOVEMBER  
1986



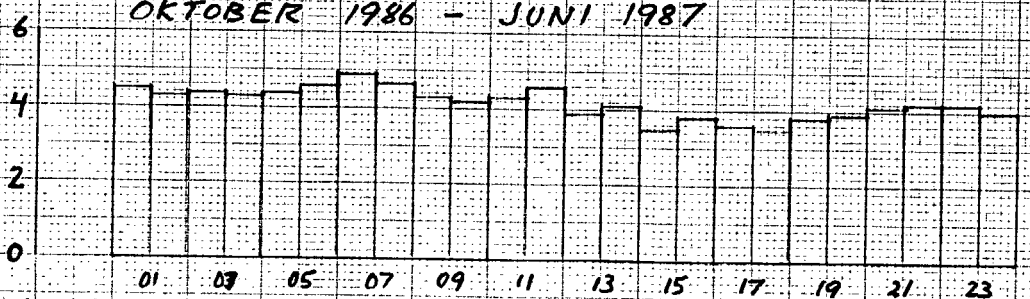
DESEMBER 1986 -  
FEBRUAR 1987



MARS - JUNI 1987

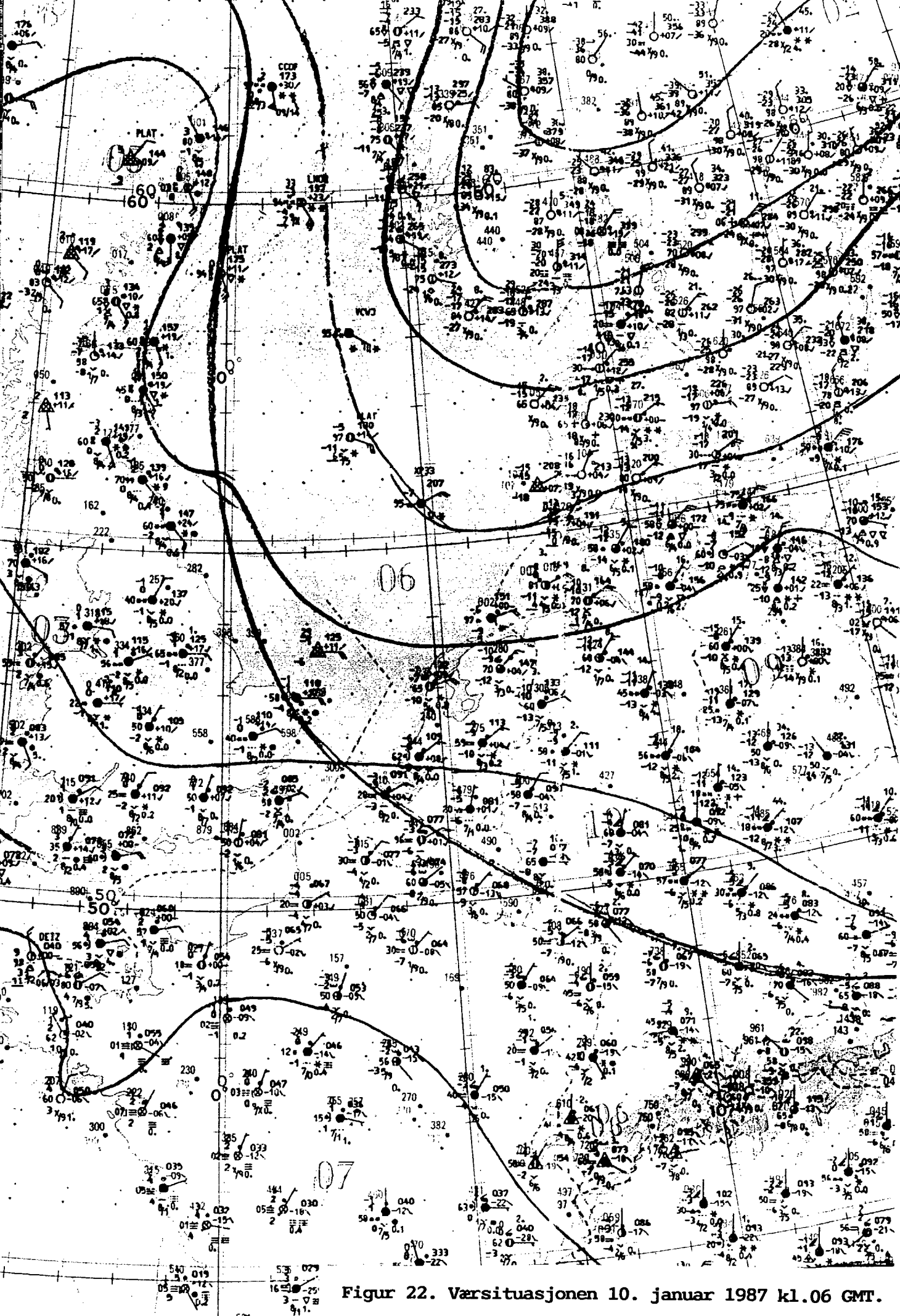


OKTOBER 1986 - JUNI 1987



KLOKESLETT

Figur 21. Døgnlig variasjon i frekvens av sikt under 1000 m, i situasjoner med adveksjonståke i tidsrommet oktober 1986-juni 1987, ved Stikkvatnet (250 moh.) på Hurum.



Figur 22. Værsituasjonen 10. januar 1987 kl.06 GMT.