

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.
2/88 KLIMA

DATO
19.01.1988

TITTEL

STIKKVATNET PÅ HURUM.

VURDERING AV SIKTMALINGER.

UTARBEIDET AV

LARS ANDRESEN

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAGSGIVER

LUFTFARTSVERKET

DNMI
OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Siktmålingsdataene fra Stikkvatnet på Hurum for siste halvår 1987 er presentert. Disse er vurdert i forhold til de estimerte verdier av siktfrekvenser som ble gitt i DNMI-rapport 28/87 KLIMA, "Siktforhold på Hurumlandet". Det er i denne forbindelse lagt stor vekt på å beskrive Stikkvatnet-dataenes representativitet i forhold til det planlagte flyplassområdet i 300 m's høyde. Det er foretatt en befaring i området, der det ble påvist at siktmåleren ved Stikkvatnet er skjermet av høyereliggende terreng. En enkel skjermingsmodell som utnytter skyhøydeobservasjoner fra Rygge og vindretningsdata fra Ferder fyr forklarer de observerte verdier ved Stikkvatnet. Det er følgelig grunnlag for å opprettholde konklusjonene i rapporten 28/87 KLIMA.

UNDERSKRIFT

Lars Andresen.....

Lars Andresen
SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune.....

Bjørn Aune
FAGSJEF

VURDERING AV SIKTMÅLINGENE VED STIKKVATNET.

SAMMENDRAG.

Observert sikt under 1000 m ved Stikkvatnet skyldes lave tåkeskyer som driver innover Hurumlandet. Slike tåkeskyer kan være lokalisert til Oslofjorden (frostrøyk, fjordskyer) eller kan ha en regional utbredelse (skyer i forbindelse med nedbørområder). Lokal tåke (strålingståke i godværs-situasjoner) har liten betydning og gir bare et minimalt bidrag til frekvensen av sikt under 1000 m.

Det kan dokumenteres at høyereliggende terreng skjermer terrenget på lesiden for drivende "skytåke" i betydelig grad. Siktmåleren ved Stikkvatnet ligger i 250 m's høyde, mens terrenget omkring ligger i høyde 250-350 moh. Bare i to smale sektorer omkring ØNØ og S, kan tåkeskyene noenlunde uhindret trenge inn til måleren.

Skjermingen blir effektiv ved skybasis like under 250 m, mens skyer som når lenger ned mot havsnivå (under 150 moh.) trolig ikke kan oppløses på luvsiden ved strømmingen nedover høydedragene mot Stikkvatnet. En siktf forbedring på alt fra et fåtalls timeter til et par hundre meter vil likevel kunne tenkes også i slike tilfelle.

En metodikk for beregning av frekvenser av sikt under 1000 m ved Stikkvatnet, der det er tatt hensyn til terrengets skjerming, gir en rimelig god overensstemmelse med de observerte verdier.

En fordelingsfunksjon for sikt i skyer over indre Oslofjord er brukt til å beregne frekvensen av sikt under gitte grenseverdier på Hurum (300 moh.). Disse ligger nær opptil de verdier som tidligere er gitt.

Det er således ikke grunnlag for å endre konklusjonene i DNMI-rapport 28/87 KLIMA.

Siktmålinger ved Stikkvatnet vil ikke alene gi data som kan brukes til å angi frekvenser av sikt under gitte grenser for det planlagte flyplassområdet (300 moh.) på Hurum. Bare data fra en fritt eksponert måleroppstilling i dette området kan brukes i slike beregninger.

Dersom det fortsatt skal foretas meteorologiske målinger på Hurum, må det i tillegg til siktmålinger også foretas målinger av vindretning og vindhastighet med samme frie

eksponering mot skytåkeførende vindretninger. Lufttemperatur bør også måles.

Dersom et utvidet måleprogram vedtas som foreslått, bør siktmåleren ved Stikkvatnet beholdes et halvt års tid. Derved vil man bli i stand til å etterprøve de utførte beregningene og dra noe nytte av de tidligere Stikkvatnetmålingene.

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	SIDE	1
2. SIKTMÅLINGER FRA STIKKVATNET ANDRE HALVÅR 1987		1
3. VURDERING AV SIKTMÅLINGENE		2
3.1 Skjermingsforhold ved Stikkvatnet		2
3.2 Siktmaalinger ved bruk av transmissometer		3
3.3 Siktmaalingsresultater i relasjon til skyhøyde- observasjoner og andre værparametre		4
3.4 Frekvenser av sikt under 500 m for Hurum (300 moh.)		10
3.5 Lokale tåkeforhold		12
4. KONKLUSJON		12
4.1 Fremtidige maalinger på Hurum		13
5. REFERANSER		14

VEDLEGG A. Befaring av det planlagte flyplass-
området på Hurum fredag 18.12.1987.

VEDLEGG B. Skyfrekvenskurver for juli-november 1987.

VURDERING AV SIKTMÅLINGENE VED STIKKVATNET.

1. INNLEDNING.

I brevet fra Luftfartsverket av 7.12.1987 til DNMI fremgår det at man bl.a. ønsker vurdert måleresultatene fra Stikkvatnet for siste halvår av 1987 i forhold til beregningene i DNMI-rapport 28/87 KLIMA : Siktforhold på Hurumlandet (1). Det er også av interesse å få vite om fortsatte målinger vil kunne endre de resultatene som er presentert. Direktør Arne Grammeltvedt har bedt Klimaavdelingen om å foreta disse vurderingene.

2. SIKTMÅLINGENE FRA STIKKVATNET ANDRE HALVÅR 1987.

De nye måleresultatene for tidsrommet juli-november 1987 er presentert i tabell 1 nedenfor, sammen med de resultatene som er presentert tidligere i tabell 6 i (1) :

Sikt ≤	50m	70m	100m	150m	200m	350m	400m	500m	800m	1000m
1986										
SEP.										0.0
OKT.*1	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
JULI			0.0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
AUG.		0.0	0.4	1.3	1.8	2.6	2.8	3.0	3.5	3.7
SEP.*2	0.0	0.2	1.0	1.9	2.1	3.6	4.1	4.6	5.4	5.7
OKT.	0.0	0.1	0.9	3.0	4.2	6.4	7.0	8.0	9.7	11.3
NOV.		0.0	1.3	4.4	6.1	8.8	9.4	10.1	11.9	13.3

Tabell 1.

Frekvens (%) av sikt under gitte grenser ved Stikkvatnet (250 moh.). *1 Dagene 1-7 og 22-31. *2 Dagene 4-30.

3. VURDERING AV SIKTMÅLINGENE.

Det ble presisert i (1) at metodikken som er brukt til beregning av sikt under 1000 m, gjelder for luvsiden av åser og høydedrag, som ligger fritt eksponert for fuktige luftmasser i bevegelse innover området (adveksjonståke). Man antok at det planlagte flyplassområdet er et slikt høydedrag. Metodikken går i korthet ut på først å bestemme frekvensen av sikt under 1000 m, dernest å bestemme andelen av observasjoner under gitte siktgrenser i intervallet 0-1000 m.

En vurdering av siktmålingene fra Stikkvatnet, i forhold til beregning av tåkefrekvensen ut fra skyhøydeobservasjoner på nærliggende værstasjoner, bør baseres på følgende forhold:

1. Skjermingseffektene i området.
2. Isolering av lavlandståke på værstasjonene (tåke som ikke når opp til 250 moh.).
3. Lokale tåkeforhold (strålingståke).

En forutsetning for å få godt samsvar mellom målinger og beregninger er at Stikkvatnet-målingene er representative for et fritt eksponert 250 m-nivå på Hurum. Terrengets eventuelle skjerming for tåkeførende luftstrømmer har betydning for en slik representativitet. Det er videre viktig at alle tilfelle med lavereliggende tåke som ikke når opp til Stikkvatnet, fjernes fra skyhøydedataene. Punkt 3 har betydning for antagelsen om at adveksjonståken er den dominerende tåketypen i området.

3.1 Skjermingsforhold ved Stikkvatnet.

Av vedlegg A fremgår det at høyereliggende terreng vil skjerme terrenget på lesiden for "skytåke" i betydelig grad. Dette betyr at når tåkeskyer innhyller terrenget på luvsiden, så vil sikten på lesiden være bedre og i en del tilfelle være betydelig bedre. Jo mer ruvende de høyeste åsene er i forhold til terrenget omkring, jo mer effektiv blir skjermingen og desto større områder på lesiden blir berørt. Men selv mindre rygger i terrenget kan ha en tydelig innflytelse på siktforholdene på lesiden.

Av kartet (figur 1) ser vi at høydedragene i øst (sektor $080-120^{\circ}$) og sørvest - vest ($200-310^{\circ}$) virker særlig skjermende for luftstrømmer fra disse sektorer. I en vid sektor omkring nord ($320-040^{\circ}$) og en smalere sektor omkring

sørøst (130-160°) er det også høyereliggende terreng og en del skog, skjønt skjermingen er mindre dominerende enn i de to førstnevnte sektorer. Men bare i to smale sektorer omkring nordøst (050-070°) og sør (170-190°) kan luften relativt uhindret strømme inn mot måleren.

Når tåkeskyene er tette og ligger lavt, kan de til tross for skjermingseffekter legge seg helt ned på Stikkvatnet og redusere sikten til under 1000 m.

3.2 Siktmålinger ved bruk av transmissometer.

Ved vind fra nord har vi observert (under befaring) at tåken blir inhomogen på målestedet. I stedet for et jevnt slør er tåken mer å likne med en samling skydotter som driver innover. I mellom skydottene er dråpetettheten mindre enn i selve skyen. I tabell 2 er vist noen eksempler på en slik inhomogenitet.

DATO KL	ANTATT VINDRETNING OBSERVASJON AV SIKT (DEKAMETER) HVER HALVTIME
1987 7/8 01-06	SSØ 160 180 18 (- - -) 140 50 250 30 120
21-22/8 22-03	SSV 75 - 250 - - 250 65 210 90 110 240
26/8 17-22	NNØ 270 40 210 200 35 70 90 110 80 25 26
6/10 14-19	SØ 75 140 95 90 75 70 45 160 270 60 14
24/10 02-07	N 15 20 50 140 140 35 12 160 40 140 12
24/10 18-23	NNV-N 11 25 140 - 240 290 70 70 210 70 210

Tabell 2.

Variasjon i siktforholdene pga. skjerming og inhomogenitet i tåken ved måleroppstillingen. - betyr sikt over 300, dvs. over 3000 m. () betyr at endring i sikt kan skyldes en midlertidig økning av skyhøyden.

Når sikten blir bestemt av et transmissometer, er det dråpetettheten langs lyslinjen mellom sender og mottaker, i dette tilfellet over en avstand på 75 m, som er avgjørende for måleresultatet. Langs lyslinjen vil sikten bli registrert korrekt ved direkte avlesning på transmissometer-kurven.

La oss anta at vi har tydelig inhomogene forhold, dvs. store variasjoner i sikten langs lyslinjen over relativt kort tid. Når en skydott passerer lyslinjen, vil registrert sikt være nærmere manuell observerbar sikt i området (hvor man tar hensyn til sikten i alle retninger) enn etter passasjen, da det vil bli registrert for god sikt mellom skydottene. Direkte avlesning på diagrammet med jevne mellomrom, uten noen prosedyre for tolkning, vil føre til en systematisk feil. I forhold til et større areal omkring måleren vil det bli for få observasjoner med representativ sikt, selv om en midlingsprosedyre ved avlesningen vil redusere feilen noe.

Siden det er terrenget selv som i vesentlig grad bidrar til en slik inhomogenitet i tåkeforholdene, kan man si at dette er en del av skjermingseffekten.

I vær-situasjonene i tabell 2 er det liten variasjon i skyforholdene og det er grunn til å tro at manuell observerbar sikt ved Stikkvatnet har vært nokså stabil, med siktverdier henimot de lavest registrerte.

3.3 Siktmålingsresultater i relasjon til skyhøyde-observasjoner og andre værparametre.

Skyhøydeobservasjonene fra Fornebu og Rygge for månedene juli-november 1987 er presentert i vedlegg B (figurene 1 og 2). Vi ser at Stikkvatnet (S) ligger til venstre for skyhøyde-kurvene i disse månedene. Vi skal senere se at den varierende grad av samsvar kan forklares ved å ta hensyn til terrengets skjerming.

Kort vurdering av data for tidsrommet juli-november 1987 i forhold til siktobservasjonene fra Egnerfjell.

Bortsett fra juli, ligger Egnerfjell (E) til høyre for (S) i de nevnte måneder i andre halvår 1987. Observasjon av sikt under 1000 m på E, som ikke kan forklares av skyforhold i indre Oslofjord, utgjør 0.8 og 1.9 % i hhv. august og september. Forskjellen mellom S og E blir da mindre disse

månedene. Vi presiserer at prosent, her og i det følgende, betyr prosent av det totale antall observasjoner vedkommende måned. I månedene oktober og november utgjør tilsvarende forhold på E hhv. 2.4 og 3.3 %, men likevel ligger S langt til venstre for E. Med den beliggenhet de to stasjonene har (se (1), figur 1), er det urimelig at E har en større frekvens enn S av sikt under 1000 m, dersom S representerer en like fri eksponering i samme høydenivå. Siktmåleren ved Stikkvatnet må derfor være skjermet av det høyereliggende terrenget omkring. Dette har gitt spesielt store utslag i oktober og november 1987.

Utvikling av en skjermingsmodell med basis i data for tidsrommet september 1986-november 1987.

Vi tar nå utgangspunkt i observasjonene på Rygge (4 observasjoner pr. døgn). Alle observasjoner med totalt skydekke (N) ≥ 7 (dvs. helt overskyet eller tåke/tett snø, samt tilfelle med sporadiske hull i skyene) og skyhøydebasis (H) ≤ 2 (under 250 moh.), taes med. Her inngår også tilfelle med ikke-observerbar skyhøyde pga. tåke eller snøvær, definert som $H = /$. Kolonne 1 i tabell 3 viser den prosentvise andel av disse tilfellene i forhold til samtlige observasjoner for hver måned i tidsrommet september 1986-november 1987 (oktober 1986 er unntatt pga. ufullstendige data fra Stikkvatnet).

Det er naturligvis en del av disse vær-situasjonene som ikke vil føre til tåke eller sikt under 1000 m på Stikkvatnet. Vi vil i det følgende forsøke å fjerne slike tilfelle, ved å stille krav til tåkesituasjonene. Resultatene av slike utvidete betingelser er vist i kolonnene 2-3 i tabell 3.

Fjerning av lavlandståke, som ikke når opp til Stikkvatnets nivå.

Lavlandståke dannes ofte i godværssituasjoner og slik tåke fjernes fra datamaterialet ved å stille betingelser om god sikt i høyere luftlag. Vi setter da som krav at skybasis på Tryvasshøgda skal ligge over stasjonsnivå, evt. at det ikke skal være skyer der. (Dette kravet er helt synonymt med å kreve tåkefri luft, f.eks. sikt over 1 km, men er foretrukket av opptellingsmessige årsaker).

Siden Tryvasshøgda ligger på 530 moh., kan det være at tåken når opp til Hurum, men ikke opp til Tryvasshøgda. Vi har antatt at dette er tilfelle ved skybasis mellom 150 og 250 m

på Rygge (H = 2) og god sikt på Tryvasshøgda, men det vil nok gjelde for noen tilfelle med lavere skybasis også. Ved å knytte lavlandståken til tilfellene med H = 1,0 og 1 på Rygge, fjerner vi også noe tåke som når over 250 moh. Nå observerer ikke Tryvasshøgda kl. 01, slik at nattverdier ikke blir fratrukket. Dette vil kompensere for de tilfellene som ikke skulle vært fratrukket ovenfor. Vi får selvsagt ikke frem et helt korrekt resultat her, men usikkerheten skulle være redusert.

Kolonne 5 viser antall tilfelle med tåke i lavere nivå, og tåkefritt på Hurum, etter metoden over. Vi legger merke til at januar og november 1987 peker seg ut som de månedene som har størst bidrag av lavlandståke (jmf. stengningen av Fornebu i en november-episode med klarvær på Hurum). Jevnt over er denne tåkeprosenten 2.7 %. I kolonne 2 har vi justert verdiene fra kolonne 1 ved å trekke fra verdiene i kolonne 5.

Fjerning av tåke som ikke når inn til Stikkvatnet pga. terrengskjerming.

Skjermingen defineres nå som en reduksjon av tåkefrekvensen (dvs. siktøkning fra ≤ 1 km til > 1 km) fra et fritt eksponert 250 m's nivå i området til målestedet ved Stikkvatnet. Slik skjerming antas å kunne bedre sikten betydelig når skybasis ligger nær eller like under Stikkvatnet's høyde. På Rygge plasseres skyhøydeobservasjonene i intervallet 150 - 250 moh. i en felles gruppe, H = 2. Skjermingen antas da ofte å gjøre seg gjeldene for H = 2, men mer sjelden for lavere skyhøyder, der vanninnholdet i 250 m's høyde er større. Det er vanskeligere å få øket sikten til over 1000 m i 250 m's høyde i skyer med skybasis under 150 m, selv med skjerming.

Skjerming antas ikke å forekomme ved tett snøvær på Rygge. Slike tilfelle antas grovt sett å falle innenfor en gruppe med krav om sikt under 3 km og temperatur under 1.5°C (gjennomsnittlig omslagstemperatur fra snø til regn).

I kolonne 6, tabell 3, har vi forsøkt å gjøre et anslag for skjermingen. Vi setter som nødvendig betingelse for skjerming at H = 2 på Rygge og at det ikke er tett snøvær. Videre settes som krav at vindretningen da ligger i skjermede sektorer. Effektiv skjerming antas når vindretningen ligger omkring øst ($080-120^{\circ}$) eller sørvest - vest ($200-310^{\circ}$). Delvis skjerming antas ved nordlig ($320-040^{\circ}$) og sørøstlig retning ($130-160^{\circ}$), mens det ved vind fra østnord-

øst (050-070°) og sør (170-190°) antas full eksponering.

Siden det ikke observeres vind på Hurum, må vi bruke vinddata fra en nærliggende værstasjon. Ferder fyr er trolig den mest representative vindstasjon, siden den ligger fritt eksponert for vind fra alle sektorer. Overnevnte krav settes derfor på vindretningsdata fra Ferder fyr. Det må likevel presiseres at vi både har en horisontal og en vertikal avstand inn til Hurum som gir mulighet for forskjeller i vindretningen.

250 MOH.	1	2	3	4	5	6
1986						
SEP.	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	2.5
NOV.	25.8	21.6	11.6	13.5	4.2	10.0
DES.	23.4	22.6	18.2	17.5	0.8	4.4
1987						
JAN.	22.6	14.5	10.9	8.1	8.1	3.6
FEB.	23.2	18.7	16.5	14.9	4.5	2.2
MARS	21.0	20.2	14.5	17.3	0.8	5.7
APR.	17.5	12.5	10.4	12.2	5.0	2.1
MAI	4.2	4.2	2.6	5.0	0.0	1.6
JUNI	6.7	5.9	3.8	1.3	0.8	2.1
JULI	0.8	0.8	0.8	0.4	0.0	0.0
AUG.	8.9	8.1	7.3	3.7	0.8	0.8
SEP.	12.5	10.0	6.2	5.7	2.5	3.8
OKT.	23.4	21.8	12.1	11.3	1.6	9.7
NOV.	31.7	22.5	14.4	13.3	9.2	8.1
GJ.S.	16.0	13.3	9.2	8.9	2.7	4.0
S.AV.	9.9	8.0	5.9	6.2	3.0	3.3

Tabell 3.

- 1: Frekvens av observert skybasis, $H \leq 250$ moh. på Rygge (inkludert tilfelle med uobserverbar H),
- 2: justert for frekvens av lavlandståke i kolonne 5, og
- 3: justert også for skjermingsprosenten i kolonne 6 for å representere målestedet ved Stikkvatnet. Målinger derfra er gitt i kolonne 4. Alle tall er er gitt i % av samtlige observasjoner.

Vi definerer nå en skjermingskoeffisient som en vektfunksjon som multipliseres med antall observasjoner innenfor en sektorgruppe. Denne vektfunksjonen settes til 1 ved effektiv skjerming, 0.5 ved delvis skjerming og 0 ved full eksponering. Ved å telle opp vektet observasjonsantall innenfor alle sektorgruppene og ta dette som prosent av totalt antall observasjoner, får vi et mål på skjermingen.

Frekvensen av skjerming definert ved overnevnte krav var 4.0 % i registreringsperioden ved Stikkvatnet. Skjermingen var størst i november 1986, samt i oktober og november 1987.

I kolonne 3 er skjermingsfrekvensen fratrukket kolonne 2. Kolonne 3 gir således et estimat for tåkefrekvensen ved Stikkvatnet-måleren ut fra observasjoner på nærliggende værstasjoner og en enkel skjermingsmodell. Tilpasningen til de observerte data ved siktmåleren må sies å være god, med relativt små avvik. Usikkerheten ved beregningene er såvidt store at vi ikke finner grunnlag for å diskutere disse avvikene. Vi må huske på at 1 obs. på værstasjonene tilsvarer en månedsprosent på 0.8, slik at det ikke skal mange avvik til før det slår ut på prosentsatsene i tabellen.

Vi ser av tabell 4 at registreringsperioden for Stikkvatnet svarte til en periode med mer skytåke i 250 m's høyde enn middelet (1957-86) for samme tidsperiode. Alle måneder unntatt september 1986, januar, april, mai og juli 1987 hadde mer tåkeskyer enn gjennomsnittet.

Gjennomsnittsverdien i måleperioden for Stikkvatnet på 8.9 % kan justeres i forhold til middelperioden ved å multiplisere med $9.5/12.5 = 0.76$, og vi får 6.8 % som middelvei for målestedet. Den samme teknikk kan brukes til å justere skjermingen på 4.0 %. Vi får da 3.0 % som en middelvei for skjermingen. Dette betyr at middelveien for en uskjermet lokalitet kan settes til 9.8 % i 250 m's nivået, som passer fint inn på skykurvene. Ved å legge til 2.5 % for høydeøkningen fra 250 til 300 m (se (1), figur 3), får vi 12.3 %. Dette viser tydelig at Stikkvatnet-dataene passer inn i tidligere anslag for tåkefrekvensen i området, når man benytter en antatt korreksjon for skjerming.

SKYHØYDESTATISTIKK 250 MOH.		STIKKVATNET			
MIDDEL- VERDIER 1957-1986		SEP. 1986	NOV. 1987		
SEP.	5.9	SEP.	1.7	0.0	
NOV.	15.4	NOV.	22.9	13.5	
DES.	14.0	DES.	20.0	17.5	
JAN.	13.6	JAN.	12.2	8.1	
FEB.	12.9	FEB.	14.5	14.9	
MARS	12.9	MARS	16.0	17.3	
APR.	10.0	APR.	9.2	12.2	
MAI	4.4	MAI	5.2	5.0	
JUNI	2.9	JUNI	9.4	1.3	
JULI	3.3	JULI	2.9	0.4	
AUG.	3.3	AUG.	6.9	3.7	
SEP.	5.9	SEP.	16.2	5.7	
OKT.	13.4	OKT.	16.8	11.3	
NOV.	15.4	NOV.	21.7	13.3	
GJ.S.	9.5	GJ.S.	12.5	GJ.S.	8.9
S.AVV.	4.9	S.AVV.	6.9	S.AVV.	6.2

Tabell 4.

Middelverdiene (1957-86) for skyhøydekurvene 250 moh. er definert som midtverdien mellom øvre og nedre estimat fra (1), side 8-10. Videre er gjennomsnittsverdiene for de samme kurver i tiden med siktmålinger på Hurum gitt, sammen med data fra denne måler. Ut fra dette er årsmiddelverdien (1957-86) for målestedet på Stikkvatnet beregnet (se ovenfor).

3.4 Frekvenser av sikt under 500 m for Hurum (300 moh.).

Vi vil først se nøyere på hva slags skyforhold over Fornebu som gir de lave siktverdiene på Tryvasshøgda. Se tabell 5.

1976-86	SKYBASIS PÅ FORNEBU						
SIKT PÅ TRYVASSHØGDA	/	0-50 M	50-100 M	100-200 M	200-300 M	300-600 M	> 600 M
∠ 100 M	5.1	23.1	19.0	12.8	9.1	5.2	2.9
∠ 200 M	27.2	69.2	66.1	60.9	50.2	31.4	13.5
∠ 300 M	54.5	100.0	87.6	79.2	71.4	55.7	29.8
∠ 400 M	65.4		93.4	87.9	83.3	70.2	42.3
∠ 500 M	76.3		93.4	91.3	89.3	80.1	55.8
∠ 600 M	87.2		97.5	97.1	94.3	90.5	72.1
∠ 700 M	91.4		97.5	98.4	96.0	93.2	80.3
∠ 800 M	94.2		97.5	98.7	97.5	95.8	84.1
∠ 900 M	98.1		98.4	99.3	99.1	97.9	89.4
∠ 1000 M	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ANT.TILF.	257	13	121	447	647	1237	208
1-1.9 KM	20	0	0	6	8	62	51
2-2.9 KM	9	0	0	6	9	31	44
ANT.TILF.	29	0	0	12	17	93	95

Tabell 5.

Kumulativ frekvens (%) av sikt på Tryvasshøgda fordelt på høyden opp til undersiden av de laveste skyene på Fornebu. Tilfelle med sikt over 1000 m er ikke medregnet. Nederst er vist antall tilfelle med sikt 1000-2900 m fordelt på skybasis.

I tabellen er brukt alle tilfelle som har gitt sikt under 1000 m på Tryvasshøgda, uansett mengde av lave skyer. Det blir ingen vesentlige endringer om vi legger på et krav om at mengden av lave skyer skal være $\geq 5/8$.

Tabellen viser at er det først tåke på Tryvasshøgda (T), dvs. stasjonen ligger inne i skyene i høyde 530 m over havet, så er sikten betydelig lavere enn 1000 m. Med skybasis 200-300 m over Fornebu (F) er det 90 % sannsynlighet for at sikten da er under 500 m på T og sannsynligheten er 50 % for å få sikt under 200 m.

Når T ligger i skyer ser vi at jo høyere værstasjonen ligger over skybasis, jo større sannsynlighet er det for at sikten skal være dårlig inne i skyene. Med skybasis under 50 m på F er det 23 % sannsynlighet for å få sikt under 100 m på T. Sannsynligheten reduseres til 5.2 % når skybasis ligger i intervallet 300-600 m.

Vi antar at det er tilsvarende forhold på Hurum. Når det er tåke, så vil sannsynligheten for lave siktverdier øke med avtagende skybasis. Tabell 5 kan da brukes til å finne fordelingen av sikt under 1000 m i 300 m-nivå på Hurum.

HURUM (300 MOH.)									
ANDEL AV SIKT UNDER									
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 M
5.2	31.4	55.7	70.2	80.1	90.5	93.2	95.8	97.9	100.0
FREKVENNS (%) AV SIKT UNDER									
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 M
0.6	3.8	6.7	8.4	9.6	10.9	11.2	11.5	11.7	12.0

Tabell 6.

Frekvens av sikt under gitte grenser på Hurum (300 moh.) ut fra fordelingsfunksjonen for sikt i skyer på Tryvasshøgda når skybasis på Fornebu ligger i intervallet 300-600 moh.

Flyplassområdet kan maksimalt ligge 300 m over skybasis, dvs. når det er tåke i havets nivå. Ved å fjerne alle skyer med skybasis 0-230 m i tabellen, definerer vi et nytt 0-nivå, som ligger 300 m under Tryvasshøgda (530 moh.). Vi får da frem tilnærmet samme siktforhold som er aktuelle for vurdering av sikten i 300 m-nivået på Hurum. Men skyhøydefordelingen fra 230 m og oppover til Tryvasshøgda er ikke den samme som skyhøydefordelingen fra 0-300 m på Hurum. Ved en overføring av sikt-/skyhøydeforhold til Hurum, ender vi opp med en siktfordelingsfunksjon som er tilnærmet lik den som gjelder for kolonne 300-600 m i tabell 5. Denne brukes derfor i beregning av andeler av sikt under gitte grenser på Hurum (300 moh.). Resultatet er presentert i tabell 6.

I (1) er laveste grenseverdi for Tryvasshøgda feilaktig satt til 50 m. Det riktige skal være 100 m. Ved henvendelse til en av observatørene på Tryvasshøgda har vi fått opplyst at

en brakke (tilhørende Skiforeningen), ca 75 m unna observasjonsposten, blir brukt som siktmerke for laveste siktkategori. Dersom brakka ikke kan sees, settes sikten til under 100 m. For Egnerfjell derimot er 50 m som nedre grense korrekt.

Det tidligere anslaget for 50 m sikt på 0.5 % har relativt sett en stor usikkerhet. Etter den nye beregningsmåten og anmerkningene i avsnittet ovenfor, har man større sikkerhet for å hevde at frekvens av sikt under 50 m ligger på 0.2-0.4 %.

Frekvensene for de andre siktgrensene ligger også nær opptil det som tidligere er angitt. Se (1), tabell 11, side 18.

Dette er altså ikke grunnlag for å endre de konklusjonene som er gitt i DNMI-rapport 28/87 KLIMA i tabellene 9 og 11.

3.5 Lokale tåkeforhold.

Tåken på Hurum skyldes hovedsaklig transport av skyluft innover området (adveksjonståke). Nede ved Stikkvatnet kan det også tenkes at det kan dannes strålingståke. Denne vil da være knyttet til forsenkninger i terrenget og vil ikke nå opp til flyplassnivået. Slik tåke vil dannes i godværs-situasjoner med lite skyer.

Vi har gjennomgått de observerte siktverdiene på Stikkvatnet for om mulig å finne frem til slike situasjoner. Vi har da forutsatt at det er lite skyer på Fornebu, Rygge og Tryvasshøgda. Situasjoner med lave tåkeskyer i Oslofjorden er ikke medregnet.

For andre halvår 1987, juli-november, ligger strålingståkeprosenten på hhv. 0.1, 0.2, 0.2, 0.5 og 0.2. Lokal tåkedannelse har således liten betydning for tåkefrekvensen på Hurum.

4. KONKLUSJON

Siktmålinger ved bruk av transmissometer, vil aldri kunne gi et fullt ut representativt bilde av siktforholdene ved Stikkvatnet, med nåværende måleroppstilling. Årsaken er lokal skjerming i N-NØ og SØ.

Åsene omkring Stikkvatnet vil i betydelig grad skjerme siktmåleren for tåkeskyer, med skybasis under 250 m, som

driver innover Hurumlandet. Måledataene vil således heller ikke være representative for et fritt 250 m-nivå på Hurum.

En del tåkeskyer, med skybasis over 250 m, vil innhulle åser og høydedrag i området, uten at Stikkvatnet blir berørt.

Selv med fortsatte siktmålinger ved Stikkvatnet vil man ikke, ved bruk av slike data alene, kunne angi frekvenser av sikt under gitte grenser for det planlagte flyplassområdet i 300 m's høyde.

Målinger fra siste halvår 1987 gir ikke noe grunnlag for å endre konklusjonene i DNMI-rapport 28/87 KLIMA. Det er bare representative data for selve flyplassområdet som vil gi grunnlag for en eventuell endring av disse konklusjonene.

4.1 Fremtidige målinger på Hurum.

Også innen flyplassområdet (300 m-nivå) fra nord til sør, og i noen grad fra øst til vest, vil det i dag være variasjoner i siktforholdene. Ved planering av terrenget og ved fjerning av skog i området, vil den naturlige skjermingen bli redusert og siktvariasjonene vil bli utjevnet.

Dersom det fortsatt skal foretas meteorologiske målinger på Hurum, må det i tillegg til siktmålinger også foretas målinger av vindretning og vindhastighet. Ved å måle temperatur vil man med større sikkerhet kunne avgjøre om nedbøren faller som regn eller snø.

Siktmåler og vindmåler må stå fritt eksponert mot skytåkeførende vindretninger. Høyde 350, omtrent midt på østre rullebane, peker seg ut som et mulig plasseringsalternativ. Om nødvendig må det hogges noe skog, som hindrer en fri eksponering.

Hvis siktmåleren ved Stikkvatnet fortsatt kan beholdes, vil data fra en ny, fritt eksponert, siktmåler kunne fastslå omfanget av skjermingen i området etter relativt kort tid. I løpet av et halvt år vil man trolig få inn en tilstrekkelig datamengde til å kunne etterprøve de utførte beregninger.

Hvis siktmåleren ved Stikkvatnet må flyttes til et nytt målested, må det måles 2-3 år for å få noenlunde sikre beregninger av tåkefrekvenser i kombinasjon med vindretning og vindhastighet.

5. REFERANSER

1. Lars Andresen :
Siktforhold på Hurumlandet.
DNMI-rapport 28/87 KLIMA
DNMI 1.9.1987.

Vedlegg A.

BEFARING AV DET PLANLAGTE FLYPLASSOMRÅDET PÅ HURUM FREDAG 18.12.1987.

DELTAKERE : Lars Andresen og Knut Harstveit.

FORMÅL : Å studere skjermingseffektene i området.

RUTE : Fra gården Eltorn til høyde 325 (punkt 1) og retur. Dernest fra bommen på Stikkvannsveien til Stikkvatnet (punkt 2) og retur. Se figur 1.

OBSERVASJONER : Ved punkt 1 var det kl. 1030 et vinddrag fra nord, overskyet, med skydekket over 340 moh., underkjølt yr, sikt 4-5 km. Det var en tendens til senkning av skybasis og siktreduksjon i løpet av de 30 minuttene vi var på stedet. Ved punkt 2 var det kl. 1230-1330 nordlig svak vind, tåke, sikt 400-600 m. Skyene innhyllet åsene omkring.

Siktmåleren registrerte stor variasjon i sikten mens vi var på stedet, fra 400 m til 1600 m, men for det meste nær 1000 m. Denne variasjonen var lett å observere med det blotte øye. Det var en tendens til lavere siktverdier i løpet av nevnte tidsrom.

Det var tydelig bedre sikt på stedet der siktmåleren var plassert enn på østsiden av Stikkvatnet. Det var også mer ujevne siktforhold ved måleren.

Selv om vi ikke var oppe på høydedrag i 300 m's høyde i den nordlige delen av flyplassområdet, var vi ikke i tvil om at sikten i dette nivå lå under det vi skjønnsmessig kunne observere ved Stikkvatnet.

På vei opp til Stikkvatnet anslo vi skybasis til å ligge ca 200 moh., på vei ned ca 150 moh..

Det ble tatt lysbilder under befaringen.

TOLKNING : Med vinddrag fra nord ligger punkt 1 litt skjermet av høydedragene 350 og 344 i km lenger nord. Da vi forlot Eltorn ca kl. 11 var ikke skybasis nådd ned til 300 moh.. Kl. 1145, på vei oppover Stikkvannsveien, lå skybasis anslagsvis 200 moh. på åsene omkring. Da vi var på punkt 1, har det etter all sannsynlighet ligget skyer under 300 m i den nordlige delen av flyplassområdet. Dette betyr at vi har hatt en siktforbedring i høyde 300 moh. fra nord til sør i området, fra anslagsvis 200-400 m i nord til over 4 km i sør, omkring kl. 1030. Etterhvert som skybasis senket seg har også punkt 1 blitt liggende i tåke. Dette ble bekreftet ved en telefon til Eltorn ca kl. 1515. Man kunne da se at skyene lå under 300 m-nivået sør for flyplassområdet.

Det ligger et høydedrag, 260-280 moh., like nord for siktmåler-oppstillingen, samt en del trær. Ved vind fra nord vil det være en tendens til siktförbedring der siktmåleren står pga. skjerming. Med skybasis under 250 moh. vil skyene lettere legge seg ned på østsiden av vannet, hvor skjermingen er mindre med den aktuelle vindretningen.

Det er ingen grunn til å tro at siktmåleren viser gale verdier. Den registrerer etter all sannsynlighet korrekt sikt langs lyslinjen. Skydotter på undersiden av skylaget, i drift fra nord, var årsak til registrert siktreduksjon på måleutstyret i det de passerte lyslinjen mellom sender og mottaker.

KONKLUSJON : Siktmåleren ved Stikkvatnet vil ligge noe skjermet av nærliggende høydedrag (ca 25⁰ m over Stikkvatnet) ved tåkeskyer fra 360⁰ til 045⁰.

Større høydedrag (over 300 moh.), som vesentlig ligger SV og SSØ-Ø for måleroppstillingen i en noe større avstand, må antas å ha en tilsvarende virkning på siktmålingene, når vinden blåser fra disse retningene.

I sektoren V-NV er skjermingen betydelig, men vi antar at tilførsel av tåkeluft fra denne sektor er mindre hyppig.

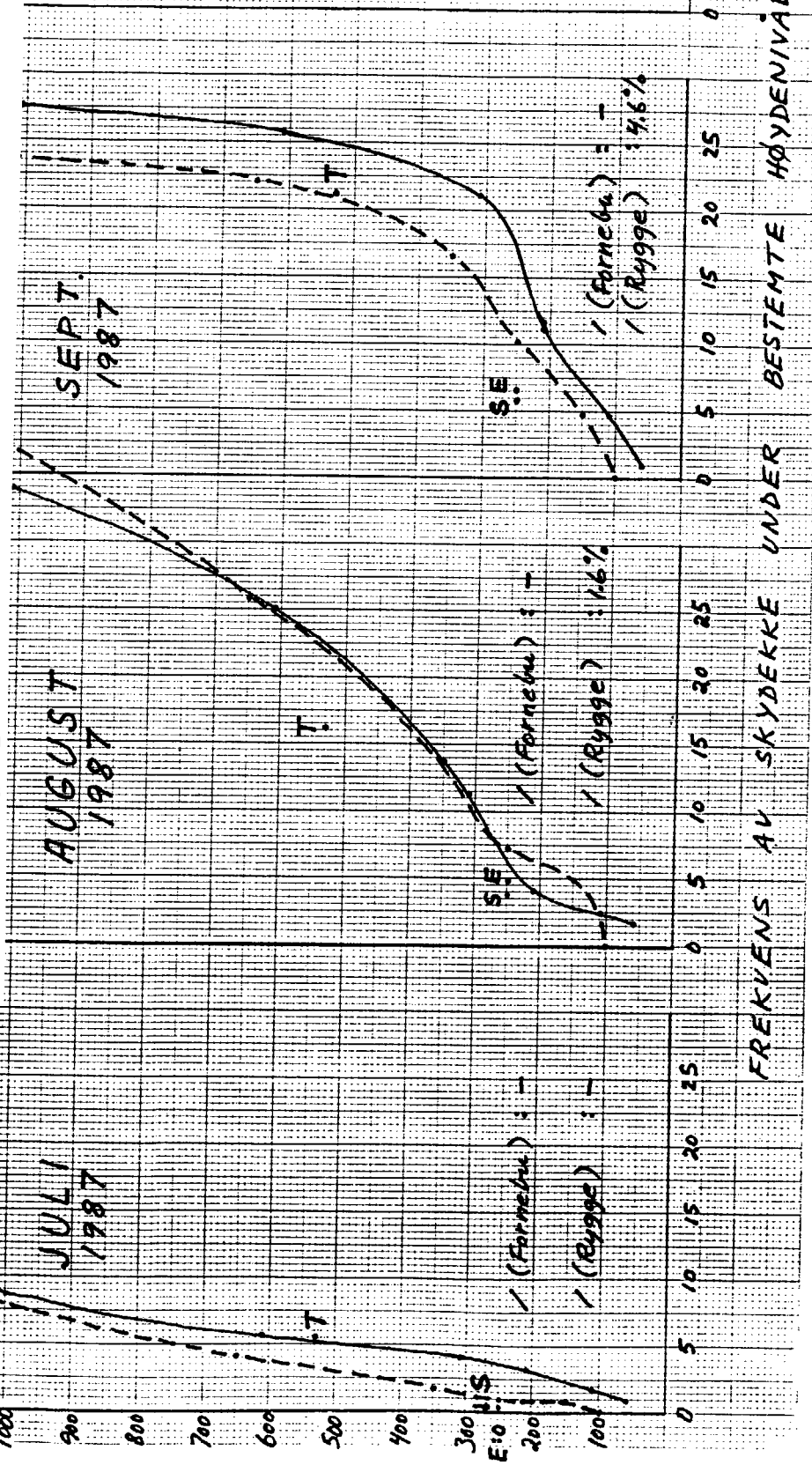
Bare i to smale sektorer, 050-070⁰ og 170-190⁰, vil tåkeskyene noenlunde uhindret komme inn mot måleroppstillingen.

Konklusjonen må derfor bli at siktmåleren ved Stikkvatnet (250 moh.) ikke ligger slik plassert at målingene kan sies å representere 300 m-nivået der flyplassen er planlagt.

Ut fra de kunnskaper vi har om skytåkeførende vindretninger i Oslofjord-området, må man anta at siktmåler-oppstillingen ved Stikkvatnet er betydelig skjermet av åsene omkring. Siktmålingsdataene er heller ikke representative for sikten i 250 m's høyde på luvsiden av høydedragene i området.

FORNEBU
RYGGE

Figur 2. Skyfrekvenskurver for Fornebu og Rygge for juli-september 1987. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvashøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet er tegnet inn. / betyr frekvens av ikke-observerbar skyhøyde.

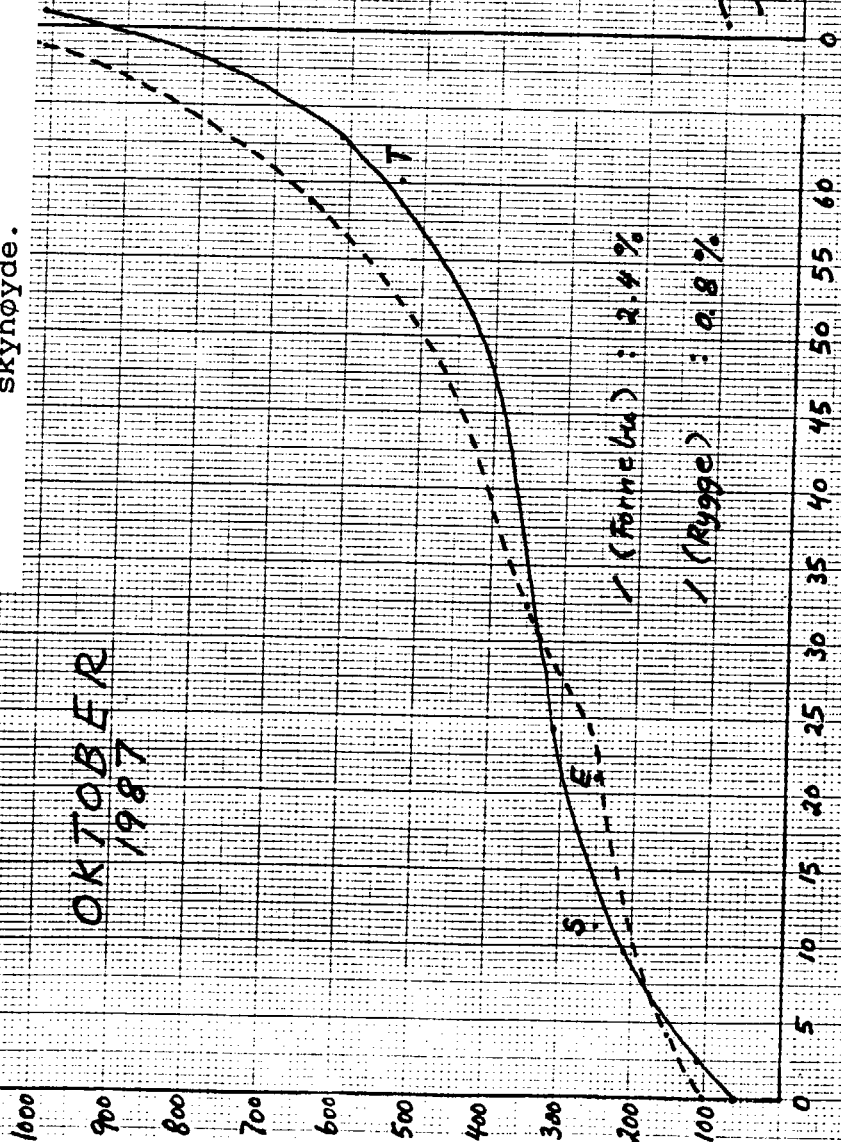


FREKVENNS AV SKYDEKKE UNDER BESTEMTE HØYDENIVÅER (%)

$N_H \geq 5$

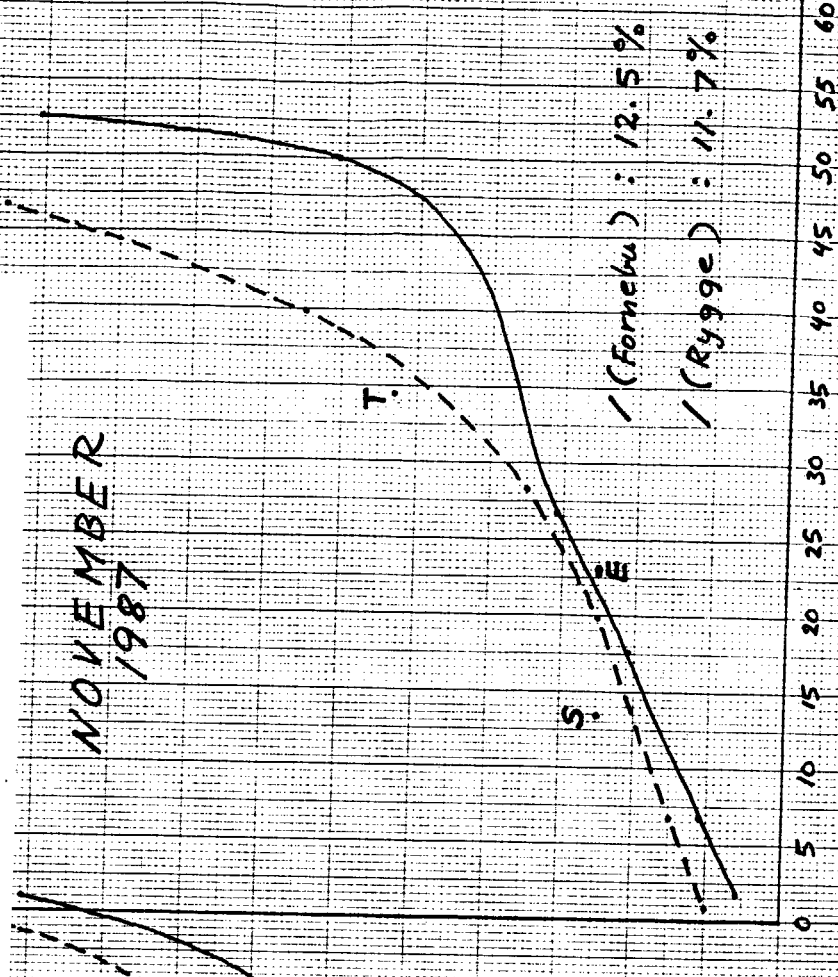
HØYDE OVER
HAVETS NIVÅ
(M)

OKTOBER
1987



Figur 3. Skyfrekvenskurver for Fornebu og Rygge for oktober og november 1987. Frekvens av observert sikt under 1000 m på Tryvashøgda, Egnerfjell og Stikkvatnet er tegnet inn. / betyr frekvens av ikke-observerbar skyhøyde.

NOVEMBER
1987



FREKVENNS AV SKYDEKKE

UNDER BESTEMTE HØYDENIVÅER (%)