

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

GARDERMOEN LUFTHAVN

METEOROLOGISK UTRUSTNING

Lars Andresen, Ove Grasbakken og Arnulf Heidegård

RAPPORT NR. 41/91



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3

TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

41/91 KLIMA

DATO

1.11.1991

TITTEL

**GARDERMOEN LUFTHAVN
METEOROLOGISK UTRUSTNING**

UTARBEIDET AV

LARS ANDRESEN, OVE GRASBAKKEN OG ARNULF HEIDEGÅRD

OPPDRAGSGIVER

**LUFTFARTSVERKET
HOVEDFLYPLASSPROSJEKTET**

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten gir en oversikt over meteorologisk måleutstyr, dataregistrerings-/innsamlingsutstyr på en fremtidig hovedflyplass, som oppfyller ICAO's krav til en meteorologisk tjeneste.

Måleutstyrets plassering er inntegnet på kart, ut fra en vurdering av hva som synes å være mest hensiktsmessig for DNMI.

Rapporten inneholder også en vurdering av areal- og rombehov for en meteorologisk tjeneste på en hovedflyplass.

UNDERSKRIFT

Lars Andresen
.....

Lars Andresen

SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune
.....

Bjørn Aune

FAGSJEF

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	2
2. METEOROLOGISK MÅLEUTSTYR	2
Vindmålere.	2
Siktmålere.	3
Lysmålere.	3
Skyhøydemålere.	4
Værstasjon.	4
Annet måleutstyr.	4
3. DATAINNSAMLINGSUTSTYR	5
4. DEN METEOROLOGISKE TJENESTEN VED EN HOVEDFLYPLASS . .	5
Generelt om areal- og rombehov.	5
En del skissemessige alternative løsninger, vurdert ut fra flyværtjenestemessige hensyn.	6
Kommentarer.	7
5. OBSERVASJONSUTSTYR OG VÆRTJENESTE INNTEGNET PÅ KART .	7
6. REFERANSER	10
APPENDIKS A. BREV AV 19.7.1991 FRA LV.	11
APPENDIKS B. MÅLENØYAKTIGHET.	12
APPENDIKS C. SIKTFORDELING I TÅKE PÅ GARDERMOEN.	13

**METEOROLOGISK UTRUSTNING OG
PLASSERING AV OBSERVASJONSUTSTYR
PÅ NY HOVEDFLYPLASS PÅ GARDERMOEN**

1. INNLEDNING

Det norske meteorologiske institutt (DNMI) er blitt anmodet av Luftfartsverket om å utarbeide en detaljert plan for meteorologisk utrustning og dets plassering på en ny hovedflyplass på Gardermoen. Se Appendiks A.

Det foreligger 2 alternativer for en eventuell utbygging : A. Vestre alternativ, B. Østre alternativ. Se kapittel 5.

DNMI vil i denne rapporten gi en detaljert oversikt over meteorologisk måleutstyr, dataregistrerings-/innsamlingsutstyr på en fremtidig hovedflyplass, som oppfyller ICAO's krav til en meteorologisk tjeneste.

2. METEOROLOGISK MÅLEUTSTYR

Mesteparten av det meteorologiske måleutstyret vil bli plassert langs de to rullebanene etter ICAO's flyplassforskrifter og anbefalinger. Der hvor det er flere alternative plasseringer, velges plassering slik at målingene minst mulig påvirkes av flymotorer og eksosutslipp.

Vindmålere.

Vindmålere plasseres slik at vindmålingene blir representative for forholdene langs rullebanen ved start, og for "touchdown"-området ved landing (1, kap.4.5.2). Vindmålingene skal representere forholdene i en høyde av 6-10 m over rullebanen.

Med de vindforhold som forventes på Gardermoen vil vi anbefale en 10 meter høy mast med vindhastighets- og vindretningsmåler ved hver "touchdown"-sone på begge rullebaner.

10 meters master velges fordi dette er standard målehøyde for vind for meteorologiske formål.

Plassering av vindmålere vil da bli ca 300 m fra terskel i hver rullebaneende for begge rullebaner. Målemasten må plasseres minst 60 m fra kantlys (2, kap.1.2.6.2). LV har tidligere anbefalt 90 m fra rullebanens senterlinje (4). Det vil i praksis si 70 m fra kantlys, når rullebanens bredde er 45 m.

Hvorvidt målemasten skal plasseres på øst- eller vestsiden av rullebanen, anser vi for å være et praktisk spørsmål i

forbindelse med tilsyn og teknisk vedlikehold. Vi har markert målepunkter på oversiktskartene, ut fra en vurdering av hva som synes å være mest hensiktsmessig for DNMI (se kapittel 5).

Siktmålere.

Siktmålere plasseres slik at siktmålingene blir representative for forholdene ved "touchdown"-sonen og for områdene omkring midten og motsatt ende av rullebanen (1, kap.4.7.2).

Dette betyr at siktmålere plasseres ca 300 m fra hver rullebaneterskel og midtveis mellom disse (1, kap.4.7.4), dvs. ialt 3 siktmålere for hver rullebane.

Det må tas standpunkt til valg av basislengde, b , dvs. avstand mellom sender og mottager. Måleområdet for transmissometret er vanligvis fra $2b/3$ til $40b$. Dersom dobbelt basislengde-system velges, er det vanlig med $b_1=15$ og $b_2=75$ m. Man vil da få et måleområde fra 10 til 3000 m. Dersom enkelt basislengde-system velges, er $b=45$ m hensiktsmessig å bruke, da måleområdet blir fra 30 til 1800 m.

Nøyaktigheten i målingene ved forskjellige siktverdier, ved bruk av basislengder fra 15 til 75 m, går frem av tabell B1 i Appendiks B.

De mest vanlige MOR-verdier i tåke på Gardermoen er vist i figur C1 i Appendiks C. Man ser at disse ligger i intervallet 120-170 m. Det er få MOR-verdier under 80 m (0.2 %). Det ser derfor ut til å være lite å hente med et dobbelt basislengde-system på Gardermoen.

Vi anbefaler et enkelt basislengde-system på Gardermoen med 45 m basislengde.

Siktmålere skal plasseres høyst 120 m fra banens senterlinje (1, kap.4.7.4). I forhold til kravet om en viss sikkerhetsavstand (se vindmålere), vil det være fornuftig å plassere målerne parallelt med rullebanen i ca 70 meters avstand fra kantlys.

Lysmålere.

For beregning av RVR må bakgrunnsbelysningen måles samtidig med MOR. Et minimumskrav er således 1 lysmåler. På Gardermoen vil det spesielt i strålingståke kunne være store forskjeller i bakgrunnsbelysning om man lander fra sør eller nord. Det vil derfor være en fordel om man har lysmålere som er innstilt i landingsretningen, dvs. både i nord og sør.

For å unngå overføring av lys fra et målepunkt til et annet, med risiko for at noe går feil eller forsinkes i overføringen, vil vi anbefale 6 lysmålere, ett for hvert transmissometer.

Lysmålerne festes på transmissometeret.

Skyhøydemålere.

Det er vanlig å plassere skyhøydemålere slik at man får representativ skybasis under dårlige værforhold, når flygeren er nær beslutningshøyde for KAT II eller IIIA. [I følge (5, kap.4.9.2) skal skyobservasjonene ved landing være representative for "approach"-området eller for "middle marker"-området (posisjon for beslutning) i instrumentlandings-systemet.]

Med 3° glidebane og beslutningshøyde på 30 m (KAT II), får man en avstand fra landingsområdet til plassering av skyhøydemåleren på ca 570 m. Man vil da komme svært nær enden av rullebanen.

Ved en beslutningshøyde på 15 m (KAT IIIA), blir avstanden fra landingsområdet til plassering av skyhøydemåleren ca 290 m, dvs. at skyhøydemåleren blir stående svært nær rullebaneterskel.

Vi vil anbefale 4 skyhøydemålere, en ved hver rullebaneende for begge rullebaner, ca 600 m fra terskel.

Værstasjon.

Det har vært en synoptisk værstasjon på Gardermoen siden 1946. Denne stasjonen inngår i et internasjonalt nett for samtidige meteorologiske observasjoner. En del av observasjonene er helt nødvendige for varsling av været på flyplassen.

ICAO / WMO krever at det foretas minimum 24 observasjoner pr. døgn og at det utarbeides klimatabeller for forskjellige værparametre (5, kap.4.2.1 og 8.1.1, 1, kap.4.1.2).

For å sikre at man får pålitelig klimastatistikk, er det viktig å plassere instrumenthytte og nedbørmåler slik at man unngår homogenitetsbrudd i temperatur- og nedbørdata.

Værstasjonen bør plasseres slik at fremtidig utbygging, eller forandringer innen flyplassområdet, ikke berører stasjonen.

Så mange værelementer som mulig bør registreres og overføres automatisk til værtjenestekontoret, slik at det ikke blir nødvendig med manuelle instrumentavlesninger, unntatt i nødsfall. Visuelle observasjoner registreres via terminal til databasen, der de lagres sammen med automatstasjonsdataene.

Annet måleutstyr.

Det vil også være behov for instrumentering for operativ bruk på flyplassen, som går utover de målinger med standard meteorologisk måleutstyr, som er nevnt ovenfor.

Temperaturfølere i rullebanen. Det vil antagelig være behov for 1-3 følere i hver rullebane.

Skylyskaster. Denne vil bli brukt sammen med ceilometer. Lyskasteren må plasseres i passende avstand fra observasjons-tjenesten, avhengig av skyhøydeminima. I dag er lyskastere plassert i en avstand av 250-350 m.

Det må senere tas standpunkt til bruk og plassering av værradar, vindprofil-måler og eventuelt annen måleutrustning på flyplassen.

3. DATAINNSAMLINGSUTSTYR

Alle meteorologiske parametre, inkludert RVR og bakgrunnslys, skal registreres på digital form i en datamaskin (database), etter DNMI's spesifikasjoner.

Data skal presenteres på terminaler/digitale skjermbilder tilknyttet datamaskinen. Disse dataene kan være øyeblikksverdier eller sekvenser av verdier. Presentasjonsform og -medium (papir, skjermbilde, etc.) avgjøres etter diskusjon med brukere (observatører og flygeledere) på flyplassen.

Datainnsamlingsutstyret og dataregistreringsutstyr tenkes lagt til vørtjenestekontoret, med terminaltilknytning til tårnet og til DNMI via telenettet.

4. DEN METEOROLOGISKE TJENESTEN VED EN HOVEDFLYPLASS

Generelt om areal- og rombehov.

Observasjonstjeneste.

Den meteorologiske tjenesten ved en flyplass har et grunnleggende behov for tilfredsstillende observasjonsmuligheter. Det vil si at det må eksistere et observasjonskontor/-plass med fritt utsyn over flyplassen og området rundt. De visuelle observasjonsforholdene herfra i mørke må ikke i nevneverdig grad hindres av belysning på lufthavnen.

Observatøren vil ha behov for et visst areal til disposisjon for skrivearbeid, beregninger o.a.

Meteorologitjeneste.

Forøvrig trengs areal til annet meteorologisk personell for utarbeiding av meteorologiske produkter.

Det er behov for et område der formidling av meteorologiske produkter og briefing av flygere kan foregå.

Det må også settes av areal til EDB- og kommunikasjonsutstyr, samt plass for instrumentpaneler knyttet til avlesning av meteorologiske instrumenter.

Videre trengs to administrasjonskontorer, lagerplass, hvilerom, samt garderobe og toilett.

Radiorondtjeneste.

Det opereres idag en radiosonde-stasjon på Gardermoen. Lokaliseringen av den i fremtiden bør ses i sammenheng med de øvrige planene. Sondens lokaler bør legges i tilknytning til observasjonsstedet, slik at personellet på sonden og observatørene kan utgjøre en integrert gruppe.

En del skissemessige alternative løsninger, vurdert ut fra flyværtjenestemessige hensyn.

A. En integrert tjeneste radiosonde/observasjon/briefing må skje innenfor et relativt avgrenset område.

- 1) Værtjenestekontorer på taket av ekspedisjonsbygget med observasjonsmuligheter. Ballonghus på taket eller i nærheten av bygget, samt lager av gass (H_2 eller He) i nærheten.
- 2) Som for 1), men kontorene på taket av et av sikringsbyggene.
- 3) Kontorer i øvre del av bygning som under 1) eller 2) (med relativt fritt utsyn), og lett adkomst til observasjons-plass og eventuelt ballonghus på taket.
- 4) Briefing-kontor i ekspedisjonsbygget, øvrige aktiviteter i sikringsbygg. (Det blir da to-delt tjeneste).
- 5) Egen "observasjonshytte" nær rullebane, men unna de sterkt belyste områdene. Radiosonde-stasjon i tilknytning til denne. Kontorer forøvrig i ekspedisjonsbygget. (To-delt tjeneste).

B. Hvis radiosonden holdes utenom tjenesten forøvrig:

- 1) Værtjenestekontorer i ekspedisjonsbygget, evt. med observasjons-plass på taket med lett adkomst.
- 2) Briefing-kontor i ekspedisjonsbygget. Observasjonstjeneste fra sikringsbygg eller separat observasjonshytte, dvs. to-delt tjeneste.
- 3) Observasjonstjeneste og meteorologisk personell forøvrig i sikringsbygg. Overføring av meteorologiske produkter til kontor i ekspedisjonsbygget. (Trolig ikke/vanskeligjort personlig briefing).

Kommentarer.

- a) Briefing-kontor i ekspedisjonsbygget vil gi lett tilgang for brukerne. Hvis observasjonstjenesten skjer fra samme område (integrert tjeneste), utnyttes personalet best.
- b) Værtjenestekontorene i sikringsbygg eller bygningsmasse forøvrig (med integrert observasjonstjeneste) utnytter personalet som under a). Her vil trolig tilgjengeligheten for flygerne bli vanskelig, og man må satse på et system for fjernbriefing til et egnet sted sett fra brukerne.
- c) En integrert tjeneste med NOTAM kan gi muligheter for fleksibel utnyttelse av arbeidskraft.
- d) Værtjenestekontorer i ekspedisjonsbygget med observasjonstjeneste annetstedsfra, gir god service for brukerne. Den to-delte tjenesten medfører imidlertid større personellbehov.
- e) Det bør være godt utsyn over området fra værtjenestens kontorer også utenom selve observasjonsplassen (hvis denne er annetsteds).

5. OBSERVASJONSUTSTYR OG VÆRTJENESTE INNTEGNET PÅ KART

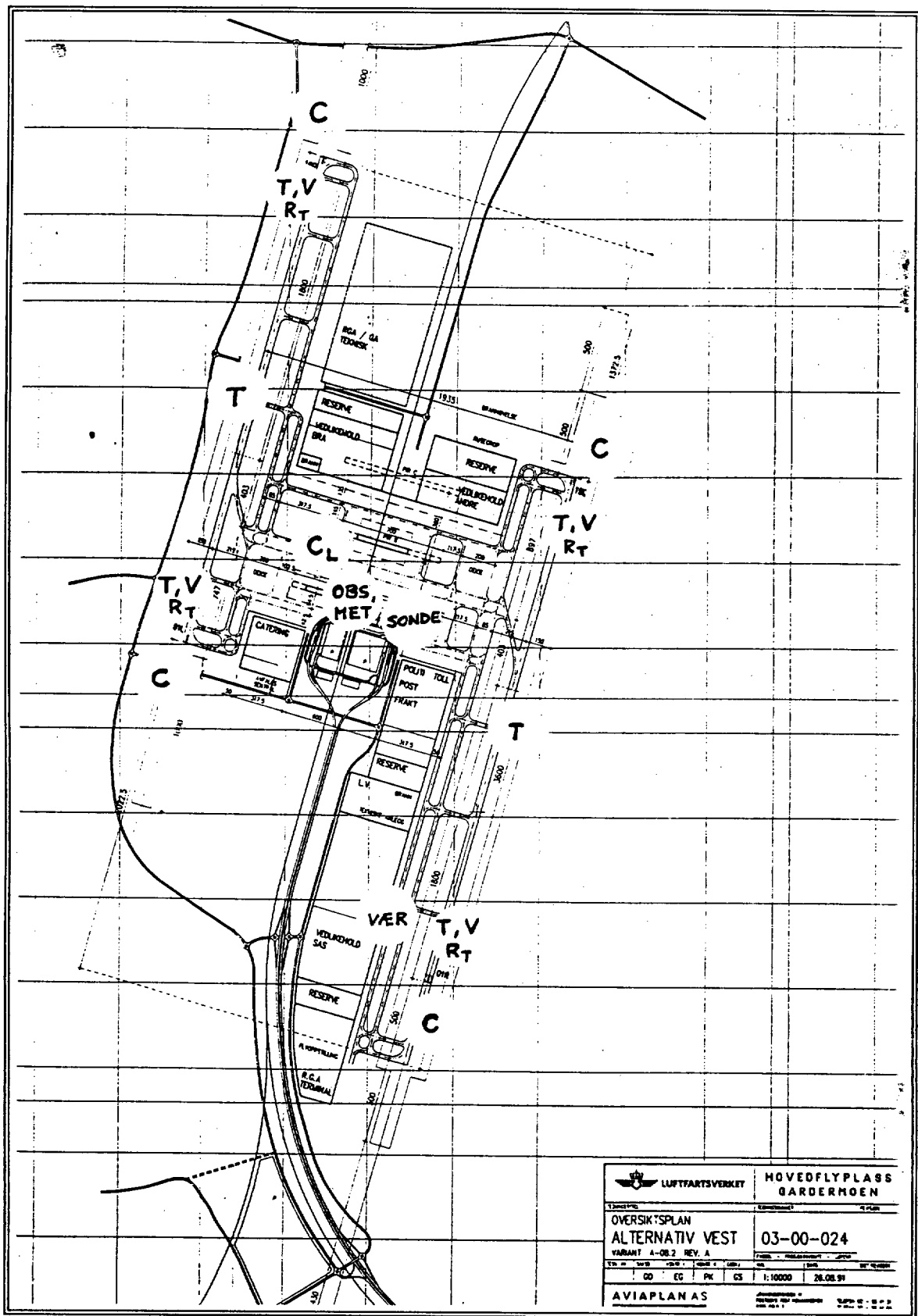
På de to neste sider er presentert kart over vestre og østre alternativ for rullebaneplassering på Gardermoen.

Det meteorologiske observasjonsutstyr og værtjenesten er tegnet inn på kartene ved bruk av følgende symbolliste :

V : vindmåler
 T : transmissometer
 C : ceilometer
 CL : skylskaster
 RT : temperaturføler i rullebanen
 VÆR : værstasjon (instrumenthytte, nedbørmåler)

SONDE: radiosondetjeneste
 OBS : observasjonstjeneste
 MET : meteorologitjeneste

Værtjenesten (SONDE, OBS, MET) er inntegnet slik det synes mest hensiktsmessig fra DNMI's side.



Figur 5.1. Vestre rullebanealternativ. Plassering av meteorologisk utstyr og vørtjeneste er markert med symboler.

6. REFERANSER

1. Annex 3 - Meteorological Service for International Air Navigation (ICAO 1986)
2. Airport Services Manual - Doc 9137-AN/898
Part 6 : Control of Obstacles (ICAO 1983)
3. Manual of Runway Visual Range. Observing and Reporting Practices - Doc 9328-AN/908 (ICAO 1981)
4. Brev fra LV av 1.11.1990
5. Technical regulations, Volume II - Meteorological Service for International Air Navigation (WMO - No.49 - 1988)
6. DNMI-rapport 11/90 KLIMA

APPENDIKS A. BREV AV 19.7.1991 FRA LV.


LUFTFARTSVERKET
 HOVEDADMINISTRASJONEN

 Det Norske Meteorologiske Institutt
 Postboks 43 Blindern
 0313 OSLO 3

 Vår saksbehandler
 K. Ausland

 Vår dato
 19.07.91
 Deres dato

 Vår referanse
 91/00463/456
 Deres referanse
 314.2/585/91/HF/sj

**METEOROLOGISK UTRUSTNING OG PLASSERING AV
 OBSERVASJONSUTSTYR PÅ GARDERMOEN LUFTHAVN.**

Hovedflyplassprosjektet er kommet til et punkt i sin planlegging av en eventuell utbygging av Gardermoen Lufthavn hvor det er ønskelig med en mer detaljert plan for meteorologisk utrustning og dets plassering. Luftfartsverket ber DNMI om bistand i det arbeidet.

Det foreligger to alternativer for en eventuell utbygging som det fremgår av de vedlagte kart.

Luftfartsverkets saksbehandler er K. Ausland som kan treffes på telefon: 942119.

Med hilsen

Are Lien
 Are Lien e.f.
 Avdelingsdirektør

Frode Mo
 Frode Mo

Kopi:
 DS
 HP/Hjetland

IE-0071 Yey 20.000-08.91 Verding, Sarpsborg

 Postadresse
 Postboks 8124 Dep.
 0032 OSLO 1, Norway

 Kontoradresse
 Wergelandsvæien 1
 Oslo

 Telefon
 Nasjonalt (02) 94 20 00
 Internasj. + 47 2 94 20 00

 Teletax
 Nasjonalt (02) 94 23 90
 Internasj. + 47 2 94 23 90

 Telex
 71032
 enfb n

 Telegram
 CIVILAIR OSLO

APPENDIKS B. MÅLENØYAKTIGHET.

Målenøyaktigheten ved transmissometermålinger er beskrevet i (6, App. C1). Når dV er målenøyaktigheten i MOR-verdien, b er basislengden, T er transmittansen og ϵ er øyets kontrastterskel, så kan vi skrive :

$$V = b \cdot \ln \epsilon / \ln T$$

$$dV = - (b \cdot \ln \epsilon)^{-1} \cdot V^2 \cdot dT/T$$

For $dT=0.01$ får vi :

$$dV = - V^2 \cdot (100 \cdot b \cdot \ln \epsilon \cdot \exp(b \cdot \ln \epsilon / V))^{-1}$$

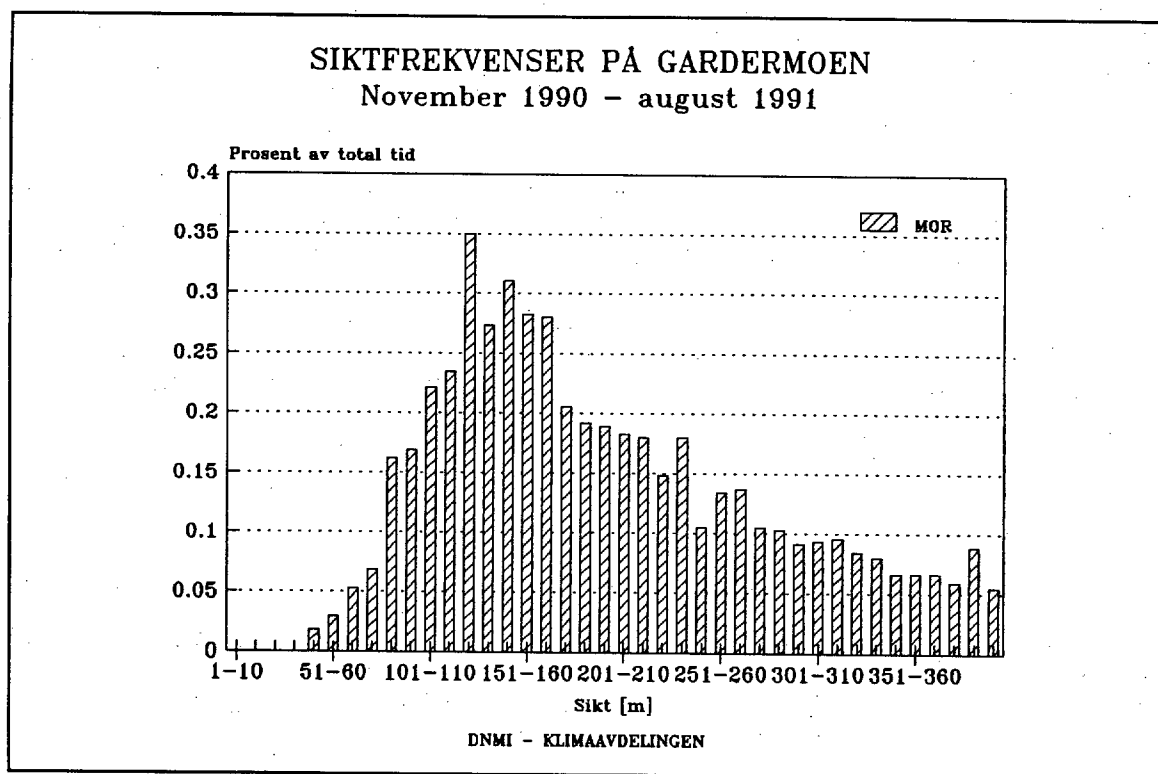
Tabell B1.

Absolutt nøyaktighet [m] i siktmålinger (MOR) ved bruk av forskjellig basislengde, b , under forutsetning av 1 % usikkerhet i transmittansen.

MOR [m]	b=15 m	b=45 m	b=75 m
10	± 1.5		
20	0.8		
30	0.9	± 6.0	
40	1.1	3.5	
50	1.4	2.7	± 10.0
60	1.7	2.5	6.8
70	2.1	2.5	5.4
80	2.5	2.6	4.7
90	3.0	2.7	4.4
100	3.5	2.9	4.2
150	6.8	4.1	4.5
200	11.1	5.8	5.5
250	16.6	7.9	6.8
300	23.3	10.5	8.5
600	86.3	33.4	23.3
1000		84.9	55.7
1800		259.0	163.4
3000			431.7

Tabellen viser at i måleområdet 70-300 m har et enkelt basislengde-system omtrent samme målenøyaktighet i MOR som et dobbelt system.

APPENDIKS C. SIKTFORDELING I TÅKE PÅ GARDERMOEN.



Figur C1.
Siktfrekvenser i tåke på Gardermoen i tidsrommet november 1990 - august 1991.