

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# klima

**GARDERMOEN - VÆRMESSIG TILGJENGELIGHET**

LARS ANDRESEN OG PER OVE KJENSLI

RAPPORT NR. 22/92 KLIMA



# DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

22/92 KLIMA

DATO

10.7.1992

TITTEL

**GARDERMOEN - VÆRMESSIG TILGJENGELIGHET**

UTARBEIDET AV

**LARS ANDRESEN OG PER OVE KJENSLI**

OPPDRAAGSGIVER

**LUFTFARTSVERKET  
HOVEDFLYPLASSPROSJEKTET**

OPPDRAAGSNR.

SAMMENDRAG

På Gardermoen er det målt sikt på 3 steder langs rullebanen : I sør, midt på og i nord. Rapporten beskriver siktforholdene fra november 1990 - mai 1992. Frekvenser av KAT I-, II- og IIIA-forhold er gitt for måleperioden og normaliserte verdier er gitt for perioden 1957-91. Årsverdier er beregnet til 98% for KAT I, 99% for  $\geq$  KAT II og 99.9%  $\geq$  KAT IIIA.

Ved å benytte samtidige målinger av RVR i sør og nord reduseres frekvensen av KAT II- og IIIA-forhold. Under forutsetning av at man kan velge beste RVR-verdi, øker frekvensen av KAT I til 98.5% .

Det er ikke observert sidevindskomponenter over 5 m/s ved sikt under 550 m.

UNDERSKRIFT

*Lars Andresen*.....

Lars Andresen

SAKSBEHANDLER

.....*Bjørn Aune*.....

Bjørn Aune

FAGSJEF

## SAMMENDRAG

Det norske meteorologiske institutt har hatt i drift 3 sikt-målestasjoner på Gardermoen, 2 skyhøydemålestasjoner og 2 vindmålestasjoner, alle tilknyttet hovedflyplassprosjektet. Alle instrumentene har registrert kontinuerlig hvert 10. minutt. Fra før er det en tradisjonell værstasjon på Gardermoen med manuelle observasjoner hver time.

I 1991 var det relativt mye tåke de første 8 månedene, relativt lite de siste 4 månedene, slik at året som helhet lå svært nær langtidsgjennomsnittet for 1957-91. Målingene viser at det har vært 98% KAT I-forhold og ca 2% fordelt på KAT II og KAT IIIA. Under 0.05% av tiden har forholdene vært dårligere enn KAT IIIA i denne perioden.

Frekvensene ovenfor er normalisert i forhold til tidsrommet 1957-91 til hhv. 98.0, 1.0, 0.9 og 0.1%, for en målestasjon. Ved å bruke beste RVR-verdi av samtidige målinger i nord og sør, øker frekvensen av KAT I til 98.5 % på bekostning av KAT II og IIIA.

Ved KAT II-forhold i sør, var det 68% KAT II eller dårligere forhold i nord. Eller omvendt : Ved KAT II i nord, var det 72% KAT II eller dårligere forhold i sør. For KAT IIIA var de tilsvarende prosentverdier hhv. 61 og 63.

I perioden 1957-91 har det ved rullebanesikt under 550 m vært dobbelt hyppighet av vind fra sør i forhold til vind fra nord på Gardermoen. Sønnævinden i 1991 var sterkt overrepresentert i forhold til dette. Dette skyldtes hovedsaklig værforholdene i januar-april.

Ved KAT II eller dårligere forhold var vindhastigheten i 90 % av tiden under 2.5 m/s, uansett vindretning. Det er ikke observert sidevindskomponenter over 5 m/s under slike siktforhold. Vind har således ingen innvirkning på den værmessige tilgjengeligheten på Gardermoen.

## INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE	
<b>1. INNLEDNING</b>		1
<b>2. OMRÅDEBESKRIVELSE</b>		2
2.1. Regional beskrivelse.		2
2.2. Lokal beskrivelse.		2
2.3. Tåkeforhold.		4
2.3.1. Tåketyper.		4
2.3.2. Døgnvariasjon.		5
2.4. Vindforhold.		6
2.4.1. Bakkenivå.		6
2.4.2. Høyere nivå.		7
<b>3. VÆRSTASJONER OG DATA</b>		8
3.1. Målesteder.		8
3.2. Datainnsamling.		9
<b>4. METEOROLOGISKE MÅLINGER PÅ GARDERMOEN</b>		10
4.1. En vurdering av siktforholdene i måleperioden.		10
4.2. Siktmålinger.		14
4.2.1. MOR.		14
4.2.2. RVR.		15
4.3. En vurdering av vindforholdene i måleperioden.		18
4.4. Vindmålinger.		19
4.4.1. Middelvind.		19
4.4.2. Vindkast		19
4.4.3. Sterk vind.		20
4.5. Skyhøydemålinger.		21
4.6. Bakgrunnslysmålinger.		22
<b>5. METEOROLOGISKE FORHOLD AV BETYDNING FOR PLANLEGGING OG OPERATIV DRIFT</b>		24
5.1. Sikt og vind i kombinasjon.		24
5.2. Værmessig tilgjengelighet.		26
5.3. Vinterforhold.		29
<b>6. REFERANSER</b>		31
 <b>APPENDIKS</b>		
 <b>APPENDIKS A. TÅKESTATISTIKK</b>		i
A1. Tåketyper og temperatur.		ii
A2. Tåketyper og vindstyrke.		iii
A3. Variasjon i siktforholdene fra år til år.		v

<b>APPENDIKS B. VINDSTATISTIKK</b>	
B1. Vindparametre fordelt på retning.	viii
<b>APPENDIKS C. KOMBINERT STATISTIKK</b>	
C1. Samtidige siktmålinger i nord og sør.	xiv
C2. Rullebanesikt ved vind fra nord og sør.	xiv
C3. Sikt og vindhastighet.	xvi
C4. Vindretning nord-sør.	xviii
<b>APPENDIKS D. DATA</b>	
D1. Parametre.	xx
D2. Kalibrering.	xxi
<b>APPENDIKS E. BAKGRUNNSLYS, RULLEBANELYS OG RULLEBANESIKT</b>	
E1. Bakgrunnslys og øyets belysningsterskel.	xxv
E2. Rullebanelys.	xxv
E3. Fremgangsmåte ved beregning av rullebanesikt.	xxvi
E4. Forholdet mellom instrumentell og visuell rullebanesikt.	xxviii
	xxix
<b>APPENDIKS F. NORMALISERING OG USIKKERHET</b>	
F1. Normalisering av sikt til perioden 1957-91.	xxxv
F2. Usikkerhet ved normalisering av sikt.	xxxv
F3. Usikkerhet i KAT II og KAT IIIA.	xxxvi
F4. Normalisering av skyhøyde til perioden 1957-91.	xxxviii
<b>APPENDIKS G. DEFINISJONER</b>	
	xl

## 1. INNLEDNING

Stortinget vedtok 1.6.1990 å avslutte værmålingene på Hurum. I brev av 8.6.1990 ønsker Luftfartsverket (LV) å flytte vær-stasjonene til Gardermoen for å kunne utnytte instrumentelle meteorologiske data i forbindelse med en hovedplan som skal være klar i 1992.

Det norske meteorologiske institutt (DNMI) og LV ble enige om å plassere siktmålere langs eksisterende rullebane på Gardermoen i henhold til ICAO's retningslinjer for en KAT III-flyplass.

Hensikten med prosjektet har først og fremst vært å kartlegge forekomst av kategori I-, II- og IIIA-siktforhold sammen med vindforholdene i slike situasjoner. Dette vil være til hjelp ved planlegging av instrumenteringen på flyplassen og for optimalisering av de fremtidige flyoperasjoner.

Måleprosjektet har bidratt med data til en sammenlikning mellom visuelle RVR-observasjoner og instrumentelle målinger av RVR.

I sluttrapporten legges det vekt på å :

1. Gi en beskrivelse av siktforholdene på Gardermoen og tilpasse måleresultatene til et langtidsmiddel.
2. Angi usikkerhet i langtidsverdiene.
3. Beregne frekvensen av RVR, dersom beste verdi av RVR-sør og RVR-nord blir valgt.
4. Fordele siktfrekvenser etter vindhastighet/vindretning.
5. Beskrive skyhøydeforholdene.

---

*DNMI's instrumentavdeling, ved Ove Grasbakken og Håvard Østby, har hatt ansvaret for instrumentering og teknisk vedlikehold.*

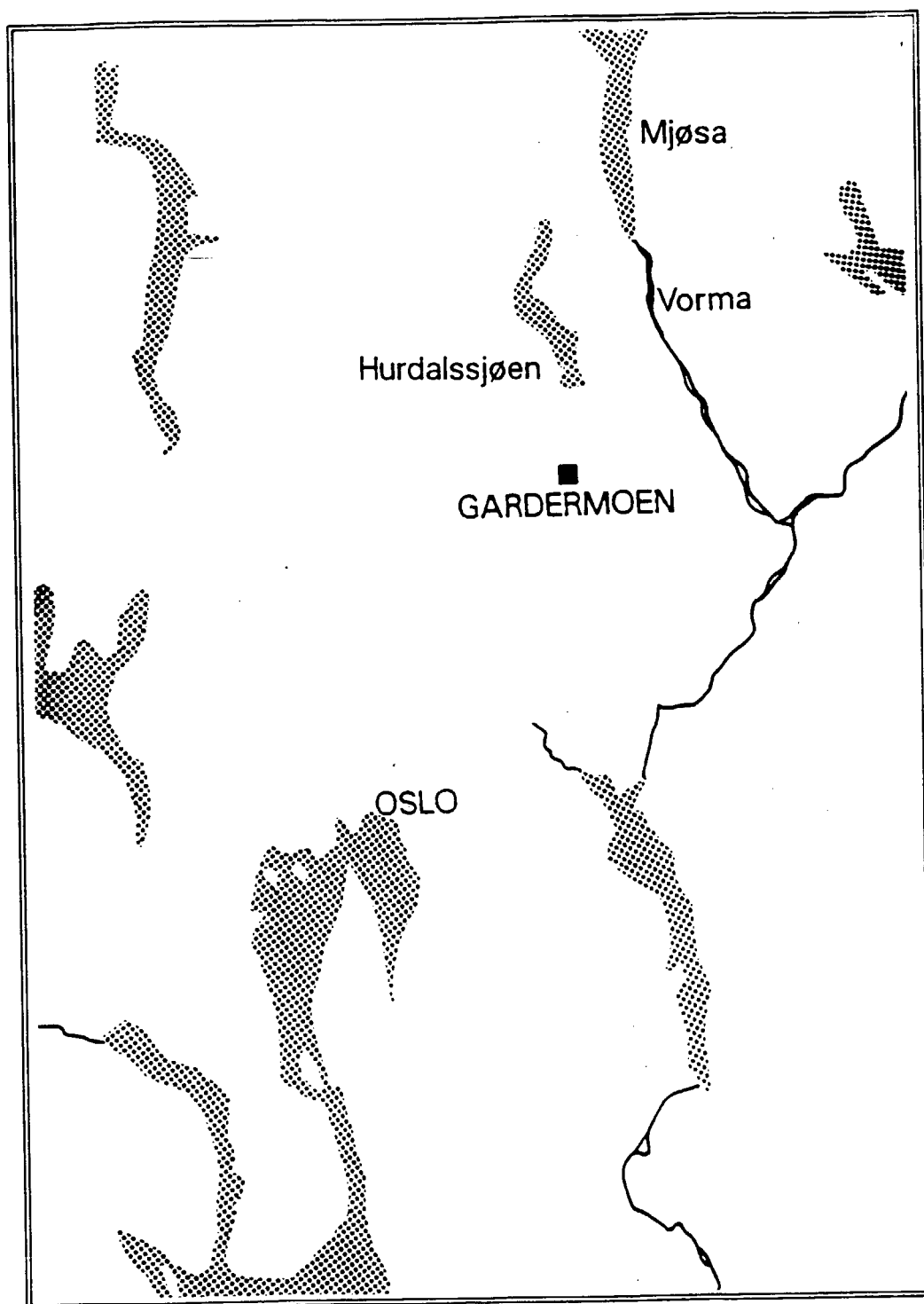
## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1. Regional beskrivelse.

Gardermoen ligger i lavlandet Østafjells, i luftlinje 36 km fra Oslo sentrum mot nordøst. Lavlandet ligger åpent til mot sørøst-sørvest, med Skagerak som fuktighetskilde i denne sektor. Mot vest er regionen skjermet av Langfjellene. Mot nord strekker et stort innlandsområde seg opp mot fjellene i Hedmark.

### 2.2. Lokal beskrivelse.

Gardermoen ligger i vestkanten av Romerikssletta, 200 m over havet. Dette slettelandet er skjermet av høydedrag og åser i vest og nord med høyder på 500-700 m o.h. I forhold til nåværende rullebane er avstanden til Romeriksåsene 5-7 km mot vest og til Hurdalsåsene 6-7 km mot nordvest. Mot øst og sør er det åpent. I retningen nord-sør skjærer flere dalsøkk gjennom Romerikssletta. Av størst betydning er dalføret fra Mjøsa. Mjøsa er den viktigste lokale fuktighetskilden i området og den fryser sent til. Men også Hurdalssjøen og Vormå kan ha betydning for tåkedannelse på Gardermoen. Se Hoem og Dannevig (1). Avstanden fra Mjøsa, Hurdalssjøen og Vormå til Gardermoen er hhv. 25, 10 og 15 km. Se figur 2.1.



**Figur 2.1.**  
*Gardermoenens beliggenhet i Østlandsområdet.*

## 2.3. Tåkeforhold.

### 2.3.1. Tåketyper.

Det er to hovedtyper av tåke på Gardermoen, adveksjonståke og strålingsbetinget tåke (1).

Betingelsen for å få dannet adveksjonståke er at temperaturen nær bakken er lavere enn temperaturen i den fuktige lufta som tilføres området.

Betingelsen for å få dannet strålingståke er at det tilføres området et tilstrekkelig luftfuktighetsinnhold og at det er lite eller ingen skyer, slik at temperaturen avtar nær bakken på grunn av utstråling til verdensrommet.

I en del vær-situasjoner kan man snakke om tåkedannelse som en følge av en kombinert effekt av utstråling og adveksjon.

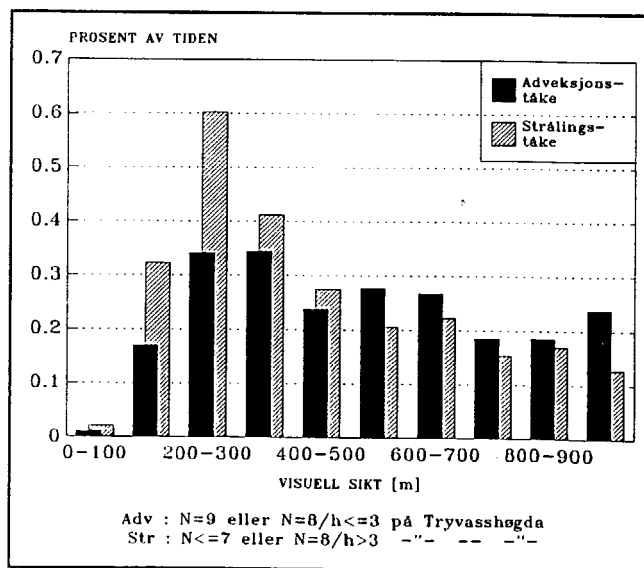
For å finne omfanget av de nevnte tåketyper kan man forsøksvis utnytte meteorologiske data fra værstasjonen Tryvasshøgda (528 m o.h.). Se Appendiks A. Når det er tåke på Gardermoen og klarvær eller lett skydekke på Tryvasshøgda, er tåken strålingsbetinget.

Det er svært sjelden at strålingståke i Oslo-gryta når opp til Tryvasshøgdas nivå. Når det er tåke på Gardermoen, og Tryvasshøgda har overskyet vær eller er innhyllet i skyer (sikt under 1000 m), vil vi klassifisere tåken på Gardermoen som adveksjonståke.

For tidsrommet 1957-91, har Gardermoen etter dette 47% adveksjonståke, 53% strålingsbetinget tåke.

**Figur 2.2.**

*Siktfordeling i strålingståke og adveksjonståke på Gardermoen for tidsrommet 1957-91, med 3 observasjoner pr. døgn.*



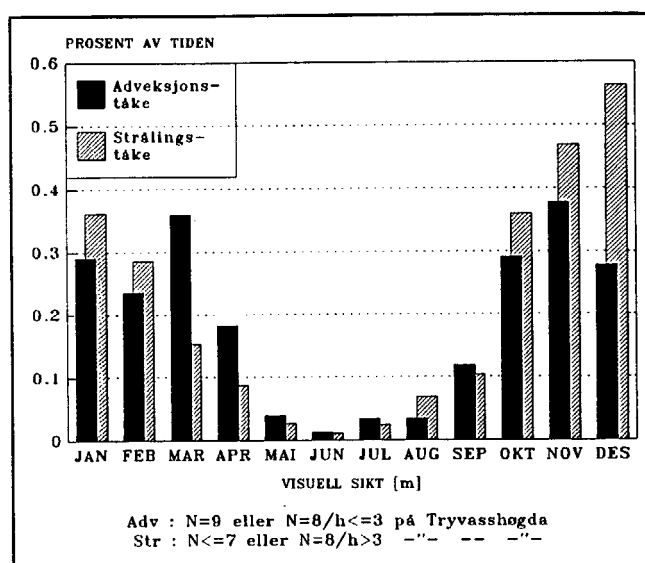
Figur 2.2 viser at strålingståke har litt høyere frekvenser av sikt under 500 m enn adveksjonståke. Spesielt gjelder dette siktintervallet 100-300 m.

Etter de kriterier som er satt opp i Appendiks A, forekommer strålingståke hyppigere om høsten (september-desember) enn om vinteren (januar-april), mens adveksjonståke har omtrent samme hyppighet høst og vinter. Om sommeren (mai-august) ser det ut til å være omtrent like mye strålingståke som adveksjonståke, men da er tåkehyppheten meget liten.

Figur 2.3 viser variasjon i tåketype gjennom året. Vi legger spesielt merke til at strålingståke er dominerende tåketype i oktober-februar, mens adveksjonståken overtar i mars-april.

**Figur 2.3.**

Strålingståke og adveksjonståke fordelt på årets måneder, basert på 3 observasjoner pr. døgn.



### 2.3.2. Døgnvariasjon.

Begge tåketyper sett under ett har en utpreget døgnlig gang i sommerhalvåret. Tåke forekommer bare om natten og tidlig på morgenen. I månedene mai-august har det aldri vært observert tåke mellom kl. 15 og 18. Senhøstes og tidlig vinter kan tåke ligge hele dagen, selv om det også her er en overvekt av tåke om morgenen. Tabell 2.1 gir en oversikt over det samlede antall observasjoner med sikt under 1000 m på Gardermoen i tidsrommet 1957-91, fordelt på klokkeslett hver måned.

Det må her understrekes at vi ikke har skilt mellom strålingståke og adveksjonståke. Strålingståke har en større døgnlig variasjon til alle årstider enn adveksjonståke.

**Tabell 2.1.**

Antall observasjoner av visuell sikt under 1000 m på Gardermoen i tidsrommet 1957-91, fordelt på måneder og observasjonstidspunkter.

MND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TIME												
01	93	86	75	48	8	5	7	12	19	87	105	118
02	100	83	78	56	13	8	9	16	26	97	112	116
03	89	94	78	66	23	13	18	19	37	102	114	125
04	94	83	88	68	34	18	26	28	45	118	119	128
05	90	86	89	73	35	25	31	45	60	121	115	120
06	96	85	101	75	31	19	32	54	85	131	132	120
07	98	100	110	74	23	9	23	37	74	142	124	121
08	90	102	108	66	8	1	7	17	61	154	141	115
09	104	94	83	50	5		3	5	35	128	147	133
10	100	73	70	27	4		2		14	101	126	133
11	101	58	56	19	1		1		6	88	113	116
12	88	46	49	17	1		1		3	70	119	115
13	83	41	41	12			1		3	49	105	104
14	69	32	32	12	2				1	44	100	105
15	72	38	33	15					2	42	94	105
16	77	46	40	13					3	50	102	107
17	78	46	43	16					4	52	92	97
18	67	50	42	14					6	50	93	93
19	68	60	51	20	2				5	50	90	92
20	75	57	41	22	1				5	48	98	91
21	78	68	58	21	2				5	53	100	105
22	82	74	56	25	5		1		4	61	109	110
23	83	73	61	36	8		1	3	12	59	104	110
24	84	77	65	35	4	2	3	5	17	70	116	104

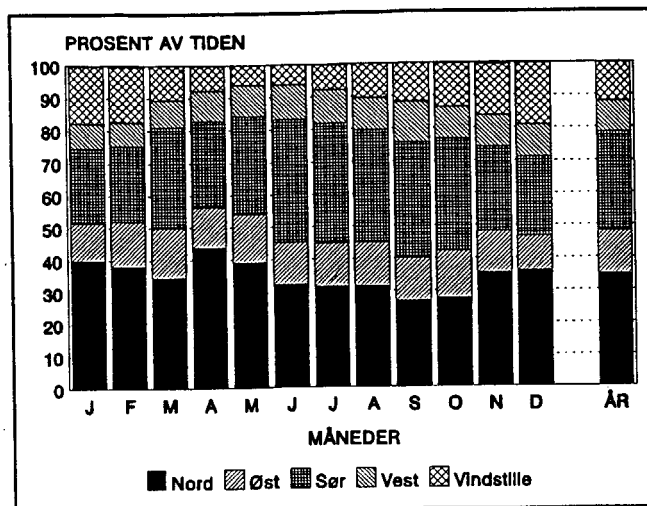
## 2.4. Vindforhold.

### 2.4.1. Bakkenivå.

Fremherskende vindretning på Gardermoen varierer gjennom året. I månedene juni-oktober er det størst hyppighet av vind fra sør og sørsørvest. I november-mai er det mest vind fra nord og nordnordøst. Det er liten årlig variasjon av vind fra østlig og vestlig sektor, som har sammenheng med topografi og terrengforhold (se nedenfor). Figur 2.4 viser frekvensen av vindstille og vind fra nord, øst, sør og vest.

**Figur 2.4.**

Prosent av tiden med vind fra 4 hovedretninger i gjennomsnitt for tidsrommet 1957-91, fordelt på månedene og året, basert på 4 observasjoner pr. døgn.

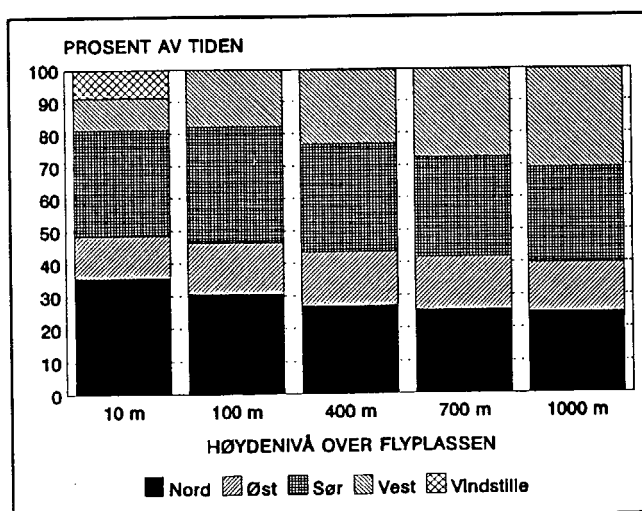


#### 2.4.2. Høyere nivå.

Vindforholdene på Gardermoen er bestemt av det generelle vindfeltet over Sør-Norge, temperaturkontraster land/hav og av terrengforholdene beskrevet i 2.1 og 2.2. Romeriksåsene vil f.eks. undertrykke vestlige vinder, slik at vind fra nord og sør får en langt større hyppighet i 10 m-nivå på Gardermoen enn i høydenivå 100 m over flyplassen. I figur 2.5 er vist frekvensen av vind fra forskjellige sektorer i forskjellig høyde over flyplassnivå (ca 200 m o.h.). Her ser vi at frekvens av vind fra vestlig sektor øker med høyden på bekostning av sørlig og nordlig sektor. Vind fra østlig sektor har omtrent samme frekvens i alle høyder. Se tabellene B.5 og B.6.

**Figur 2.5.**

Prosent av tiden på årsbasis med vind fra 4 hovedretninger, i gjennomsnitt for tidsrommet 1980-91, i forskjellige høyder over Gardermoen, basert på 2 observasjoner pr. døgn.



### 3. VÆRSTASJONER OG DATA

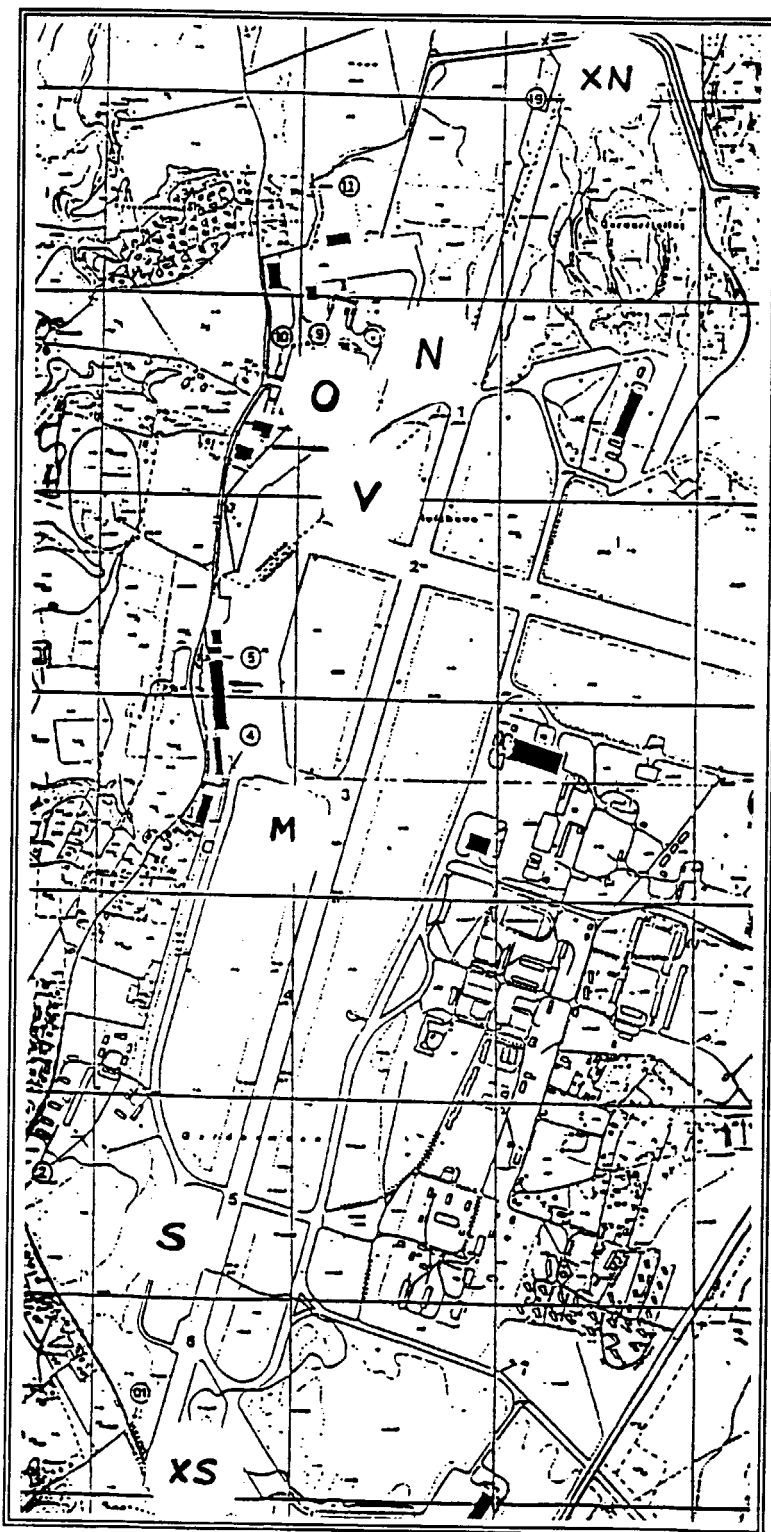
#### 3.1. Målesteder.

Værstasjonene på Gardermoen er bygget opp etter samme mønster som på Hurum. Se Harstveit m. fl. (2).

Værstasjon-S (sør) omfatter målinger av sikt i posisjon S og M, skyhøyde i XS og vind i S. Værstasjon-N (nord) omfatter målinger av sikt og vind i posisjon N, skyhøyde i XN, temperatur i 2 og 9 m over bakken og relativ fuktighet i 2 m's nivå i posisjon N, lufttrykk og nedbør ja/ nei i posisjon M. Vind måles i 10 m's høyde over bakken.

Måleinstrumentene som er brukt på Gardermoen er de samme som er beskrevet i (2). Målestedene er vist i figur 3.1. DNMI's værtjeneste observerer blant annet sikt og skyhøyde i posisjon O. Værtjenesten benytter en vindmåler i posisjon V.

Rullebanens orientering er 017-197° (forkortet 01-19 for å unngå evt. misforståelser med 02-20). Transmissometrene i S og M har samme orientering, i N er orienteringen 036-216°.



**Figur 3.1.**

Kart over Gardermoen flyplass, med målepunktene inntegnet.

### 3.3. Datainnsamling.

De fleste måleinstrumentene kom i drift i tidsrommet november-desember 1990. Vindretningsmåler-S viste feil frem til midten av januar. Riktig elektronisk databrikke i transmissometrene for beregning av bakgrunnsbelysning kom først på plass i slutten av januar. Det var likevel mulig å beregne riktige lysverdier før dette tidspunkt. Skyhøydemåler-N kom i drift fra 1.februar 1991.

Felles måleperiode for sikt- og vindmålinger fra sør og nord begynte altså 14.januar. Felles måleperiode for skyhøydemålinger begynte 1.februar.

De målte parametre representerer kontinuerlige 10-minutters verdier.

To innsamlingsstasjoner (her forkortet til EDAS etter navnet på leverandørfirmaet) samlet data i hhv. nord og sør. EDAS-sør og EDAS-nord tilsvarende hhv. EDAS-Stikkvannskollen og EDAS-Nilsåsen (se (2)) med hensyn til måleparametre. Måleprogrammet på Gardermoen var imidlertid noe forenklet i forhold til Hurum.

EDAS-sør var ute av drift fra 1.11.1991. Dette resulterte i manglende vinddata fra sør fra samme tidspunkt. Vindmåler-nord er dermed å betrakte som hovedvindmåler for prosjektet.

Siktmåler-sør har vist feil verdier siden 7.2.1992 (se Appendiks D2). Da dette ble oppdaget så sent som i midten av juni, ble det besluttet å se bort fra siktdata fra siktmåler-sør etter denne dato. I de sammenhenger hvor siktmåler-sør inngår er februar-april 1992 ikke medregnet.

En oversikt over de enkelte parametre som er lagret, er gitt i Appendiks D1. Rutinen for kalibrering av siktmålerne er beskrevet i Appendiks D2.

#### Datadekning.

-----  
Datainnsamlingen har hatt stor regularitet i måleperioden. For siktmålestasjon-M og vindmålestasjon-N, som er å betrakte som hovedstasjonene for måleprosjektet, har vi følgende datadekning for perioden januar 91-april 92 :

siktmåler-M : 99.0%  
vindmåler-N : 96.1%

Uten utfall av innsamlingsstasjon-nord i juli og august 91 pga. tordenvær, ville datadekningen for vindmåler-N vært av samme størrelsesorden som for siktmåler-M.

#### 4. METEOROLOGISKE MÅLINGER

##### 4.1. En vurdering av siktforholdene i måleperioden.

For å kunne bedømme siktforholdene i måleperioden i forhold til et langtidsmiddel, vises først gjennomsnittlige frekvenser av visuell sikt for tidsrommet 1957-1991 i tabell 4.1, observert ved DNMI's værtjeneste, posisjon 0 (se kap. 3.1). Tabellen er basert på 24 timevise observasjoner pr. døgn.

**Tabell 4.1.**

*Prosentvis andel av tiden med visuell sikt under gitte grenseverdier på Gardermoen i tidsrommet 1957-91, basert på 24 observasjoner pr. døgn.*

1957-1991	≤ 100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 m
JAN	0.1	1.1	2.6	3.6	4.4	5.2	6.0	6.6	7.3	7.9
FEB	0.1	1.1	2.1	3.0	3.7	4.4	5.1	5.7	6.4	7.0
MAR	0.1	0.9	2.0	2.7	3.2	3.9	4.4	4.9	5.5	5.9
APR	-	0.5	1.2	1.7	2.1	2.5	2.8	3.0	3.3	3.5
MAI	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8
JUN	-	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
JUL	0.0	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6
AUG	-	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9
SEP	0.0	0.2	0.6	0.9	1.0	1.4	1.6	1.7	2.0	2.1
OKT	0.1	1.1	2.7	3.9	4.7	5.5	6.2	6.6	7.2	7.6
NOV	0.0	1.3	3.4	5.2	6.3	7.4	8.3	9.1	9.9	10.6
DES	0.1	1.4	3.6	5.1	6.0	7.0	7.9	8.7	9.6	10.3
ÅR	0.04	0.7	1.6	2.3	2.8	3.3	3.7	4.1	4.5	4.8

Tabellen viser at det er mest tåke (sikt under 1000 m) i november og desember, fulgt av januar, oktober og februar. Tett tåke (sikt under 100 m) er observert relativt sjelden, med forekomst vesentlig i tidsrommet oktober - mars. I månedene mai - juli er sikt under 1000 m en sjelden begivenhet, forekomsten er under 1% av tiden i gjennomsnitt.

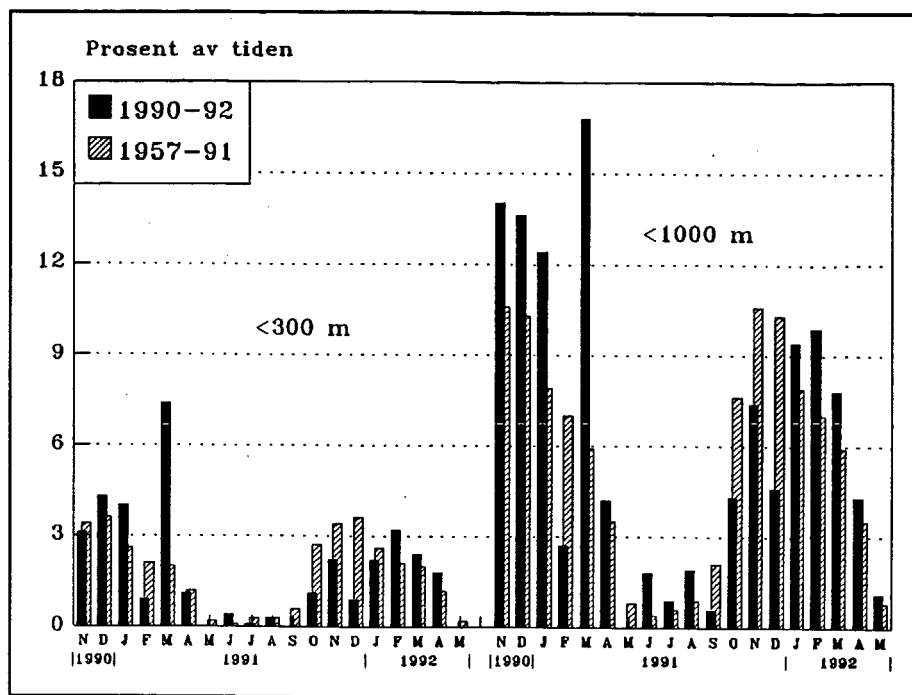
I måleperioden har siktforholdene vært som vist i tabell 4.2. Man ser at det har vært relativt stor tåkehyppighet de første 10 måneder, frem til august 91. Det er bare februar og mai som ligger under frekvensgjennomsnittet ved sikt under 1000 m. De andre månedene ligger til dels langt over gjennomsnittet. Særlig markert er dette for mars 91. De siste 4 månedene av 1991 ligger under gjennomsnittet og dette er særlig markert for desember. De første 5 månedene av 1992 ligger alle litt over langtidsgjennomsnittet. I store trekk gjelder samme månedsvariasjon ved sikt under 300 m. Se figur 4.1.

**Tabell 4.2.**

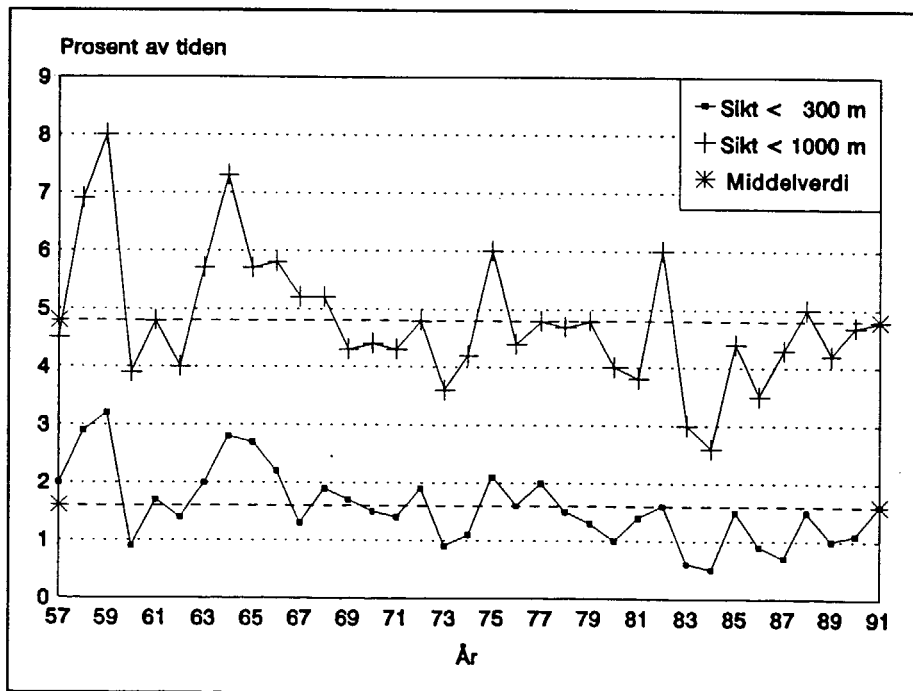
Prosentvis andel av tiden med visuell sikt under gitte grenseverdier på Gardermoen i måleperioden, basert på 24 observasjoner pr. døgn.

	≤ 100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 m
1990										
NOV	-	1.0	3.1	4.6	5.7	7.2	8.3	11.0	12.8	14.0
DES	-	1.2	4.3	7.0	8.5	9.8	10.5	11.6	12.9	13.6
1991										
JAN	0.1	1.6	4.0	5.5	6.5	7.4	8.9	10.6	11.7	12.4
FEB	-	0.6	0.9	1.3	1.6	1.8	1.9	2.4	2.7	2.7
MAR	-	2.7	7.4	9.8	11.2	12.6	13.8	15.6	16.7	16.8
APR	-	-	1.1	1.9	2.8	3.1	3.3	3.5	4.2	4.2
MAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN	-	-	0.4	0.7	0.8	1.1	1.5	1.8	1.8	1.8
JUL	-	-	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.9
AUG	-	-	0.3	0.7	0.8	1.1	1.5	1.5	1.6	1.9
SEP	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.6
OKT	-	0.1	1.1	1.3	1.8	2.3	3.2	3.5	4.0	4.3
NOV	-	1.1	2.2	3.5	4.0	5.0	6.0	6.7	6.9	7.4
DES	-	0.4	0.9	1.6	1.8	2.2	2.2	3.2	4.4	4.6
ÅR	0.01	0.6	1.6	2.2	2.7	3.1	3.6	4.1	4.6	4.8
1992										
JAN	0.1	0.7	2.2	4.7	4.8	6.3	6.7	7.5	9.0	9.4
FEB	0.1	1.0	3.2	4.7	4.9	5.8	7.2	7.9	9.2	9.9
MAR	-	0.9	2.4	3.4	4.4	5.4	6.2	6.7	7.5	7.8
APR	-	0.6	1.8	2.5	2.9	3.2	3.6	3.8	4.2	4.3
MAI	-	-	-	0.3	0.5	0.5	0.8	0.8	0.9	1.1

**Figur 4.1.**  
 Frekvenser av  
 visuell sikt  
 under 300 m og  
 1000 m på  
 Gardermoen i  
 1991 sammen-  
 lignet med  
 gjennomsnittet  
 for tidsrommet  
 1957-91.



**Figur 4.2.**  
 Årsvariasjonen i  
 frekvens av sikt  
 under hhv. 300 m  
 og 1000 m på  
 Gardermoen i  
 tidsrommet 1957-  
 91.



Figur 4.2 viser at 1991 var et tilnærmet normalår med hensyn til forekomst av tåke. Se forøvrig Appendiks A3. Figuren er også tatt med for å vise at det kan være store variasjoner i siktforholdne fra år til år.

## Tåkeoppløsning.

Når det er nødvendig av hensyn til flytrafikken og når de meteorologiske forhold ligger til rette for det, har luftfartsbetjeningen en mulighet til å forsøke å bedre sikten på rullebanene ved å beordre strøing av kullsyreis utover skydekket fra fly. Dette kalles for seeding. Det er spesielt egnet i strålings-tåke ved kuldegrader og lite vind.

På grunn av liten flytrafikk er forsøk på tåkeoppløsning foretatt i begrenset omfang på Gardermoen.

Data fra LV på Gardermoen for tidsperioden 1981-90 viser at gjennomsnittlig tidsforbruk fra start til avslutning av seedingen var ca 50 minutter. Se Flobekk og Andresen (5). Det ble i gjennomsnitt pr. år (november -mars) foretatt 15 forsøk på tåkeoppløsning ved visuell sikt under 1000 m, hvorav omtrent halvparten av forsøkene ble gjort ved sikt under 300 m. Dersom vi regner at virkningen av 1 seeding har hatt konsekvenser for siktforholdene i ca 1 time, får vi at siktforholdene er forsøkt påvirket i 0.2% av tiden på årsbasis (0.1% for sikt under 300 m). 15-20% av alle seedinger ga ingen siktforbedring, dvs. man hadde samme siktklasse etter at seedingen var avsluttet. I 40% var siktforbedringen mindre enn 300 m. Tåkestatistikken for Gardermoen er således lite influert av forsøk på tåkeoppløsning.

Seeding vil i de fleste tilfelle gi siktforbedring over 100 m (80-85% av tilfellene) og i noen tilfelle betydelig siktforbedring. I 40% av alle tilfellene med seeding (sikt under 1000 m) ble det en siktforbedring på minst 500 m. For sikt under 300 m er det mest hensiktsmessig å relatere visuell sikt til de forskjellige siktkategoriene, definert i kap 4.2.2, når vi skal se på virkningene av seeding.

Vi kan her med tilstrekkelig god tilnærming regne med at visuell sikt mellom 100 og 200 m tilsvarer KAT IIIA-forhold, og sikt mellom 200 og 300 m KAT II-forhold.

I de tilfellene vi har observasjoner av visuell sikt før og etter seeding, har vi sett på eventuell siktforbedring. Med KAT IIIA- eller KAT II-forhold i utgangspunktet gikk sikten opp minst en kategori i ca 80% av tilfellene. Sikten gikk fra KAT IIIA til KAT I i ca 65% av tilfellene. Slår vi dette sammen får vi at sikten gikk fra KAT IIIA eller KAT II til KAT I i ca 70% av tilfellene.

Det er bare en del av tåketilfellene på Gardermoen som er egnet for tåkeoppløsning ved seeding av kullsyreis. Vi har ingen statistikk over temperatur og vind under forsøkene. Dersom vi forutsetter at seeding kan foretas når temperaturen er mindre enn  $-2^{\circ}\text{C}$ , får vi at 40% av alle tåketilfelle er egnet for seeding og 45% av all sikt under 300 m. Dette tilsvarer 1.9 og 0.7% av tiden på årsbasis for sikt under hhv. 1000 og 300 m (se tabell 4.1). Dersom tåkeoppløsning blir forsøkt utnyttet maksimalt, er det mulig å øke antall tilfelle med KAT I-forhold med tilsammen ca 0.5%.

## 4.2. Siktmålinger.

### 4.2.1. MOR.

Siktmåleren i posisjon M, dvs. siktmåler-M, vil vi la representere siktforholdene på Gardermoen. Den vil vise variasjonene i tåkehyppighet og siktfordelingen i tåke fra måned til måned. I tabell 4.3 er presentert siktforholdene i måleperioden, slik de er målt med transmissometer, med kontinuerlig registrering hvert 10. minutt.

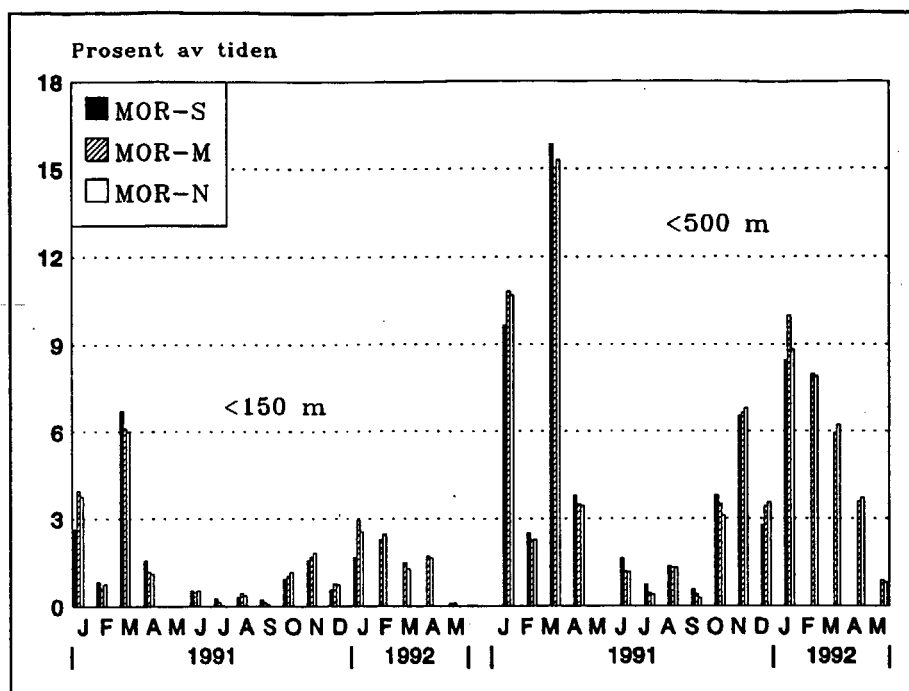
**Tabell 4.3.**

Prosentvis andel av tiden med MOR, fra siktmåler-M, under gitte grenseverdier i måleperioden, basert på 10-minutters middelveidier.

1991	≤ 50	100	150	200	250	300	350	400	450	500 m
1990										
NOV	-	0.4	2.6	5.2	6.8	7.9	8.9	9.8	10.7	11.9
DES	-	0.7	3.3	6.0	7.8	8.7	9.5	10.4	11.0	11.5
1991										
JAN	0.04	1.7	3.9	5.6	6.9	7.9	8.6	9.3	10.1	10.8
FEB	-	0.2	0.6	1.0	1.4	1.7	1.9	1.9	2.2	2.3
MAR	-	1.4	6.1	9.1	10.8	12.3	13.5	14.1	14.5	14.8
APR	0.14	0.3	1.2	1.7	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
MAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN	-	0.1	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2
JUL	-	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
AUG	-	0.2	0.5	0.7	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
SEP	-	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
OKT	-	0.2	1.0	1.5	1.9	2.1	2.3	2.7	3.1	3.5
NOV	-	0.3	1.7	3.0	4.2	5.1	5.7	6.4	6.8	7.1
DES	-	0.2	0.8	1.4	2.1	2.6	2.8	3.1	3.3	3.4
ÅR	0.02	0.4	1.4	2.1	2.7	3.1	3.4	3.7	3.9	4.1
1992										
JAN	-	0.6	2.9	5.3	6.9	8.0	8.8	9.2	9.7	10.0
FEB	-	0.7	2.3	3.7	4.7	5.7	6.2	6.9	7.5	8.0
MAR	-	0.1	1.5	2.8	3.5	4.2	4.6	5.0	5.5	5.9
APR	-	0.6	1.7	1.9	2.6	3.1	3.3	3.5	3.5	3.6
MAI	-	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	0.9

Det er en viss variasjon i sikten langs rullebanen (se Appendiks C1). Dette gir imidlertid ikke store variasjoner i frekvensene av MOR. I figur 4.3 er vist frekvenser av MOR under hhv. 150 m og 500 m, fra samtlige målere. Siktmåler-sør er ikke medregnet for tidsrommet februar-mai 1992 (se 3.3).

**Figur 4.3.**  
 Frekvenser av instrumentell sikt under 150 m og 500 m fra posisjon S, M og N på Gardermoen, i 1991.



For perioden som helhet er det godt samsvar i tåkehyppighet mellom de tre målestasjonene. Enkelte måneder er det imidlertid en forskjell, spesielt mellom sør og nord/midten, som skyldes helt lokale forhold.

#### 4.2.2. RVR.

Rullebanesikten, RVR [m], ved et tidspunkt kan beregnes når man kjenner sikten, MOR [m], bakgrunnsbelysningen, BL [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ], og lysstyrken, I [cd], fra rullebanelysene, se Appendiks E.

Det er hvert 10. minutt beregnet en RVR medianverdi, dvs. at halvparten av tiden har sikten ligget under denne verdi og i halvparten av tiden over. I homogen tåke er det liten forskjell mellom middelvei og medianverdi. I tabell 4.4 er presentert RVR-forholdene i måleperioden, med fremtidig rullebanebelysning.

Rullebanesikten inndeles ofte i kategorier, etter de flyoperative forhold som gjelder på flyplassen. Her betyr KAT I :  $\text{RVR} \geq 550$  m, KAT II :  $350 \text{ m} \leq \text{RVR} < 550$  m og KAT IIIA :  $200 \text{ m} \leq \text{RVR} < 350$  m.

Det er forutsatt en banebredde på 45 m på Gardermoen.

**Tabell 4.4a.**

Prosentvis andel av tiden med KAT I, II og IIIA i måleperioden, basert på 10-minutters medianverdier fra siktmåler-M og fremtidig rullebanebelysning.

	KAT I	KAT II	KAT IIIA	< KAT IIIA
1990				
NOV	97.0 %	1.5 %	1.4 %	0.07 %
DES	95.7	2.8	1.5	0.04
1991				
JAN	95.4	2.3	2.1	0.22
FEB	98.7	0.6	0.7	-
MAR	91.0	4.8	4.2	-
APR	98.3	1.2	0.4	0.09
MAI	100.0	-	-	-
JUN	99.1	0.3	0.6	-
JUL	99.7	0.1	0.2	0.02
AUG	99.4	0.2	0.4	0.04
SEP	99.6	0.2	0.1	0.07
OKT	98.9	0.8	0.3	-
NOV	97.3	2.2	0.5	-
DES	99.1	0.7	0.2	-
1992				
JAN	96.5	2.7	0.7	0.09
FEB	96.7	1.9	1.4	-
MAR	97.7	1.7	0.6	-
APR	97.3	1.7	1.0	-
MAI	99.6	0.4	0.0	-
MIDDEL				
1990				
NOV-DES	96.4	3.6	1.5	0.06
1991				
JAN-APR	95.85	2.23	1.84	0.08
MAI-AUG	99.53	0.15	0.30	0.02
SEP-DES	98.79	0.95	0.24	0.02
ÅRET	98.06	1.11	0.79	0.04
1992				
JAN-APR	97.08	1.98	0.92	0.02

Tabell 4.4a viser at det har vært store variasjoner i RVR-frekvensene fra måned til måned. Variasjonsbredden kommer frem ved å sammenligne februar og mars 1991. Slike utslag er ikke uvanlige og har sammenheng med at forskjellige værtyper til tider kan ha en varighet på både to og tre uker. Totalt for 1991 har det vært 98 % KAT I-forhold, ca 1 % av KAT II- og KAT IIIA-forhold, og mindre enn 0.1 % under KAT IIIA-forhold.

Akkumulerte prosenttall er presentert i tabell 4.4b.

**Tabell 4.4b.**

Samme som siste del av tabell 4.4a, med akkumulerte prosenttall.

	KAT I	≥ KAT II	≥ KAT IIIA	< KAT IIIA
1990 NOV-DES	96.38	98.50	99.44	0.06
1991 JAN-APR	95.85	98.08	99.92	0.08
MAI-AUG	99.53	99.68	99.98	0.02
SEP-DES	98.79	99.74	99.98	0.02
ÅRET	98.06	99.17	99.96	0.04
1992 JAN-APR	97.08	99.06	99.98	0.02

Hvordan fordelingen mellom de ulike kategorier ville ha vært i langtidsperioden 1957-1991 blir tatt opp i kapittel 5.2.

Det er i måleperioden foretatt innsamling av visuelle observasjoner av rullebanesikt på Gardermoen. Dette er i hovedsak METAR-observasjoner. Det viser seg å være godt samsvar mellom instrumentelt målt og visuelt observert rullebanesikt under 600 m. Se Appendiks E4.

### 4.3. En vurdering av vindforholdene i måleperioden.

Vindforholdene i 1991 kan bedømmes ved sammenlikning med de gjennomsnittlige vindforhold i perioden 1957-91. Se tabellene 4.5a-b. Vinden er målt ved DNMI's værtjeneste, posisjon 0 (se kap. 3.1).

**Tabell 4.5a.**

*Gardermoen 1957-91.*

*Frekvenser [%] av vindstyrke, F [Beaufort], fordelt på vindretning, d [°].*

d	F								SUM
	0	1	2	3	4	5	6	7	
350-010		4.5	3.9	3.2	1.7	0.2	0.0		13.5
020-040		4.4	5.7	4.0	1.2	0.1	0.0		15.4
050-070		2.3	2.1	0.9	0.2	0.0			5.5
080-100		1.6	1.2	0.6	0.1	0.0			3.6
110-130		1.7	1.5	0.8	0.3	0.0			4.3
140-160		1.6	2.0	1.5	0.5	0.0			5.7
170-190		2.6	4.6	4.7	2.7	0.3	0.0	0.0	15.0
200-220		1.7	2.4	3.1	2.1	0.2	0.0		9.6
230-250		1.1	1.0	0.8	0.3	0.0	0.0		3.1
260-280		1.0	0.7	0.6	0.3	0.1	0.0		2.7
290-310		1.6	1.0	0.8	0.3	0.0	0.0		3.8
320-340			2.6	1.8	0.9	0.4	0.1	0.0	5.8
Stille	12.1								12.1
SUM	12.1	26.8	27.9	22.1	9.9	1.2	0.1	0.0	100.1

**Tabell 4.5b.**

*Gardermoen 1991.*

*Frekvenser [%] av vindstyrke, F [Beaufort], fordelt på vindretning, d [°].*

d	F								SUM
	0	1	2	3	4	5	6	7	
350-010		5.3	3.4	3.8	2.1	0.5	0.1		15.2
020-040		4.5	5.9	2.7	0.9				14.0
050-070		3.2	1.4	0.5	0.1				5.1
080-100		1.9	1.0	0.2					3.1
110-130		2.4	1.3	0.5	0.1				4.3
140-160		2.3	2.6	1.6	0.5				7.0
170-190		3.6	5.5	5.6	2.1	0.3			17.1
200-220		2.4	2.1	4.2	2.2	0.1			11.0
230-250		1.9	0.9	0.6	0.2	0.1			3.7
260-280		1.2	0.5	0.7	0.1	0.1			2.5
290-310		1.8	1.0	0.6	0.5	0.1			3.9
320-340			3.2	2.1	1.0	0.3	0.1		6.7
Stille	6.4								6.4
SUM	6.4	33.6	27.5	22.1	9.1	1.1	0.2		100.0

Tabellene viser at 1991 hadde vindforhold som avvek lite i forhold til langtidsgjennomsnittet. Slår vi vindstyrke 0 og 1 sammen, får tilnærmet lik vindstyrkefordeling. Det har vært litt mer sønnvind i 1991 og litt mindre nordavind, ellers bare små endringer.

#### 4.4. Vindmålinger.

##### 4.4.1. Middelvind.

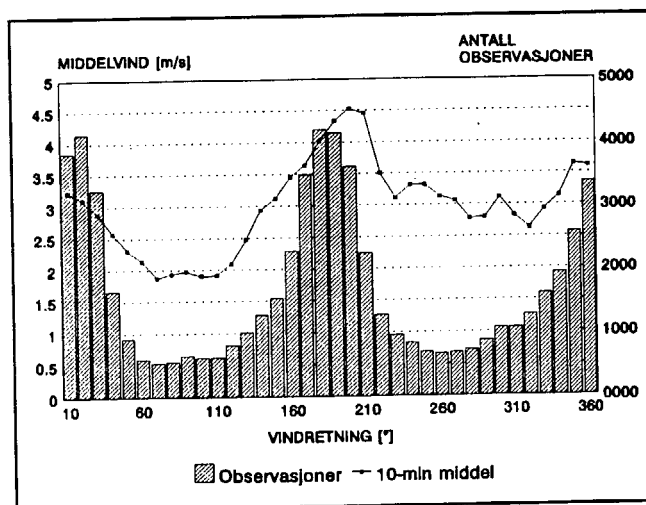
Det er foretatt vindmålinger ved landingssonen i nord og sør på Gardermoen. Ved samtidige observasjoner av vindretning er det god overensstemmelse mellom disse observasjonene. Avviket er stort sett mindre enn  $20^\circ$  for alle vindretninger (se Appendiks C4). På grunn av diverse brudd i dataserien for Gardermoen-sør, vil vi stort sett holde oss til Gardermoen-nord. Der forholdene i sør og nord har interessante forskjeller, er begge stasjoner vist.

Figur 4.4 viser hvordan gjennomsnittlig vindhastighet har variert med vindretningen i måleperioden. Se også tabell B.1. Hyppigste vindretning har vært  $175-195^\circ$  og  $005-025^\circ$ , mens middelvinden har vært sterkest i sektor  $185-215^\circ$ . Dette betyr at vinden ofte blåser nokså parallelt med rullebanen ( $017-197^\circ$ ) og når den blåser slik, blir vindhastigheten i gjennomsnitt noe sterkere enn vind som blåser mer skrått inn mot banen.

Ved vindmåler-sør er vindverdiene litt lavere enn i nord, bortsett fra sektor  $360-030^\circ$ . I denne sektor er vindmåler-nord litt mer skjermet av terreng/vegetasjon enn vindmåler-sør.

**Figur 4.4.**

Gjennomsnittlig vindhastighet ved Gardermoen-nord i 1991-92, fordelt på vindretning, ved vindhastigheter over  $0.5 \text{ m/s}$ . Totalt antall observasjoner er 61518.



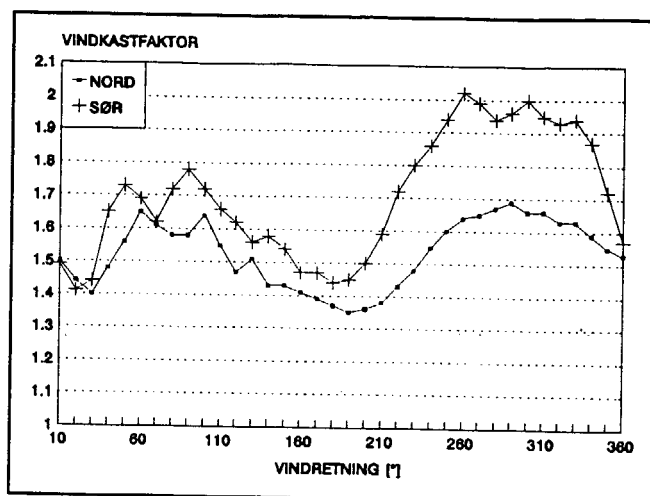
##### 4.4.2. Vindkast.

Når vinden blåser skrått inn mot rullebanen eller på tvers, blir den mer turbulent og vindkastfaktoren øker. Vind fra nord og vest er ofte ustabil og dette gir gjerne høye vindkastfaktorer. Langs rullebanen er vindkastfaktoren i nord,  $k_n$ , omkring 1.35 ved sønnavind, omkring 1.5 ved nordavind. I sektor  $255-335^\circ$  er  $k_n \geq 1.6$ . Vindkastfaktoren i sør,  $k_s$ , ligger litt høyere enn  $k_n$  i sektoren nord-øst-sør. Vest for vindmåler-sør er det et skogholt bare 80 m unna. Ved vindretning  $210-350^\circ$  bremses middelvinden mer enn vindkastene og  $k_s$  går kraftig opp i denne sektor. Figur 4.5 viser hvordan vindkastfaktor varierer med vindretningen. Se også

tabellene B.2 og B.3.

**Figur 4.5.**

Gjennomsnittlig vindkastfaktor på Gardermoen-nord i 1991, fordelt på vindretning, ved vindhastigheter over 3 m/s. Totalt antall observasjoner er hhv. 13347 og 13216 i nord og sør.

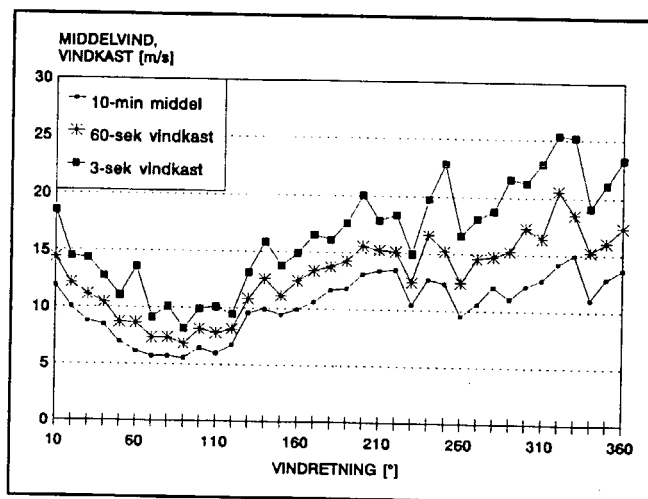


#### 4.4.3. Sterk vind.

De høyeste vindhastighetene har en noe annerledes vindretningsfordeling enn middelvinden. Figur 4.6 viser fordelingen av høyeste 10-minutters middel, høyeste 3- og 60-sekunders vindkast i måleperioden.

**Figur 4.6.**

Høyeste 10-minutters middelvindhastighet, 3- og 60-sekunders vindkast [m/s] for Gardermoen-nord i 1991-92.



Figuren viser at den sterkeste vinden har blåst fra nordvest eller nordnordvest. I 3 sekunder har vinden vært oppe i 25.4 m/s, i 1 minutt 20.6 m/s og i 10 minutter 15.0 m/s. I sør har det vært sterkere vind i sektor 360-030°, med hhv. 23.1, 19.0 og 14.4 m/s. Se forøvrig tabell B.4.

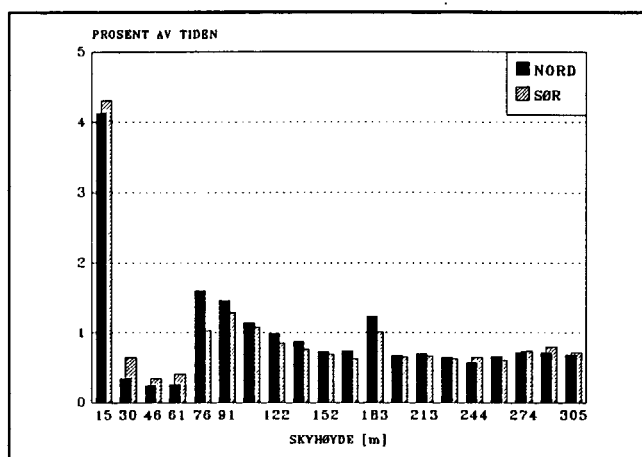
#### 4.5. Skyhøydemålinger.

Skyhøydemålerne på Gardermoen (se beskrivelse i (1)) registrerer en skyhøyde for hver 25. fot (7.6 m) opp til 600 fot (183 m), deretter for hver 50. fot opp til 1500 fot (457 m), deretter for hver 100. og senere 200. fot opp til 12000 fot (3658 m).

Skyhøydemåleren i nord var først operativ fra 1. februar 1991. For å kunne sammenligne måleresultatene i nord og sør, er derfor valgt perioden februar-desember. En frekvensfordeling av målt skyhøyde opp til 305 m er vist i figur 4.7a-b. I figur 4.7b er også vist beregnede normalverdier for perioden 1957-91 (se Appendiks F4).

**Figur 4.7a.**

Frekvenser av skyhøyde i området 0-305 m over Gardermoen, stasjon N og S i perioden februar-desember 1991.



Det er godt samsvar mellom skyhøydemålerne i nord og sør. Frekvensene er beregnet ut fra det totale antallet registreringer (47464 observasjoner i nord, 47840 observasjoner i sør).

Figur 4.7a viser at det er en relativ stor andel skyhøydeverdier under 15 m. Dette skyldes tåke eller tett tåkedis. Under slike forhold har det ingen mening å snakke om skyhøyde, da skyluft egentlig ligger helt nede på bakken.

Ved adveksjonståke er det svært ofte en gradvis fortetning av skyluften gjennom et tykt skylag. Det er dråpetettheten i skyen som avgjør hvilken skyhøyde instrumentet registrerer. Den registrerte skyhøyde er ikke et uttrykk for vertikal sikt.

Ved strålingståke kan skylaget være 200-300 m tykt, men også bare noen titalls meter tykt, med relativt tørr luft over. Instrumentet kan registrere laveste skyhøydenivå, 0-8 m, selv om skylaget er så tynt at man kan se igjennom.

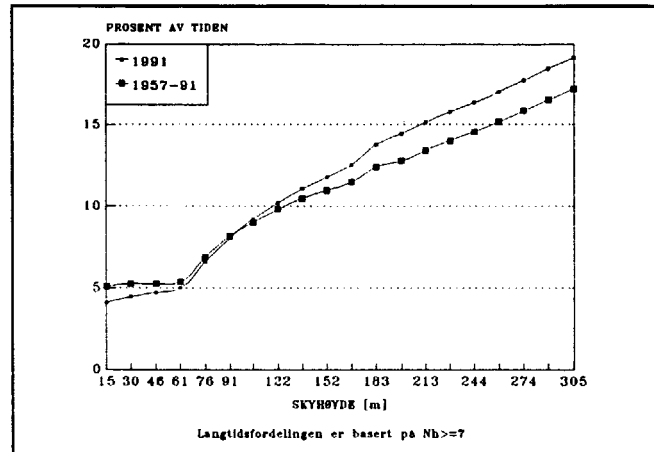
Skyhøydemålinger kan altså ikke gi helt sikker informasjon om hvor ofte skyene hindrer utsikten til bakken fra f.eks et fly i et gitt nivå eller fra et kontrolltårn. I sistnevnte eksempel er det imidlertid ikke først og fremst sikten rett ned som er av

interesse, men en skråsikt til begge rullebaner. Da vil registrert skyhøyde antagelig være en god indikator på at utsynet hindres.

Figur 4.7b viser at i en øyehøyde i kontrolltårnet på f.eks. 85 m, ville man hatt redusert utsyn til rullebanene i 7.5% av tiden i perioden februar-desember 1991 og dette ligger nær gjennomsnittet for langtidsperioden 1957-1991, også for et fullstendig år.

**Figur 4.7b.**

Akkumulerte frekvenser av skyhøyde i området 0-305 m over Gardermoen stasjon-N, i perioden februar-desember 1991 og for langtidsperioden 1957-91.



#### 4.6. Bakgrunnslysmålinger.

Bakgrunnslysmåleren er plassert på transmissometrets mottagerdel, er rettet nordover, skrått inn mot rullebanen og i en vinkel på ca 10° med horisontalplanet. Verdier for bakgrunnslyset er nødvendig ved beregning av RVR (se Appendiks E). I tabell 4.6a er vist hvordan bakgrunnslyset i tåkesituasjoner har variert gjennom døgnet i måleperioden. Vi har tatt med alle observasjoner av MOR<1000 m for å få et størst mulig datamateriale. Lysmåleren måler bakgrunnslys i intervallet 1-100000 cd/m<sup>2</sup>. Vi har satt bakgrunnslyset til 1 cd/m<sup>2</sup> hele natten, også når det er mørkere.

ICAO deler døgnet i tre deler etter lysforhold (3, side 6-12) : natt ≤ 50, skumring = 51-999 og dag ≥ 1000 cd/m<sup>2</sup>. Etter dette har det vært 17 timer natt i tidsrommet november-januar og 0-4 timer dag. I april har det vært like mye natt som dag, 10 timer, og i sommertiden mai-august er det dagslys det meste av døgnet, også i tåke. Men her har det ingen mening å oppgi tall, fordi det ikke forekommer tåke om ettermiddagen og kvelden.

I tabell 4.6b er vist hvordan antall observasjoner av bakgrunnslys har variert gjennom døgnet. Tabellen gjenspeiler forekomst av tåke. De blanke feltene forteller at det ikke har vært tåke på dette tidspunkt i 1991-92. Tabellene viser godt samsvar med tabell 2.1, som gir tåkefordelingen gjennom et lengre tidsrom.

**Tabell 4.6a.**

Gjennomsnittlig verdier av bakgrunnslyset hver time (hh00-hh50) ved MOR mindre enn 1000 m, for Gardermoen-sør 1991-92, fordelt på årets måneder.

MND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TIME												
00	1	1	1	1	1			1		1	1	1
01	1	1	1	1	1			1		1	1	1
02	1	1	1	1		9				1	1	1
03	1	1	1	1	4	617	35	5		1	1	1
04	1	1	1	1	96	2304	230	146	28	1	1	1
05	1	1	1	85	350	2722	855	1307	536	1	1	1
06	1	1	32	639	902	4404	2121	2045	1235	28	1	1
07	1	12	459	1658	1518	9999	2630	2823	2732	454	1	1
08	31	235	1607	2563	2402			4750		342	37	2
09	433	1305	2499	4944						660	249	205
10	1302	2348	3235	5546						1800	951	714
11	1795	2577	4535							1680	983	1304
12	2615	3329	4417								940	1927
13	1404	2651	4881							1050	963	1365
14	1021	1622	3493							861	544	628
15	480	1046	2935	1460							103	106
16	18	461	1330	1486						65	7	1
17	1	41	558	425						3	1	1
18	1	1	70	201						1	1	1
19	1	1	1	14						1	1	1
20	1	1	1	1						1	1	1
21	1	1	1	1						1	1	1
22	1	1	1	1				1		1	1	1
23	1	1	1	1	1					1	1	1

**Tabell 4.6b.**

Antall observasjoner av bakgrunnslyset hver time (hh00-hh50) ved MOR mindre enn 1000 m, for Gardermoen-sør 1991-92, fordelt på årets måneder.

MND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TIME												
00	59	24	57	25	6			1		13	28	38
01	62	33	52	28	3	1		2		19	36	40
02	60	37	52	31		8	3	5		22	37	51
03	55	25	43	38	3	25	5	7		28	40	43
04	40	23	32	45	6	20	12	18	2	22	45	29
05	45	12	37	42	6	19	9	15	2	15	37	50
06	36	27	55	43	6	10	10	20	7	23	35	45
07	40	34	66	36	6	2	2	8	12	20	36	34
08	31	33	67	26	5				10	22	30	28
09	35	32	58	17						6	31	35
10	44	37	51	14						1	32	36
11	35	24	40							1	26	17
12	20	16	35								26	22
13	24	12	35							1	34	31
14	25	14	39							3	29	38
15	14	15	29	1							32	32
16	28	11	39	7						1	36	55
17	44	23	47	9						6	30	35
18	55	20	56	7						8	32	39
19	53	24	61	11						7	38	34
20	49	26	61	10						9	34	27
21	45	26	57	7						12	39	39
22	56	21	52	6				4		16	48	51
23	44	26	61	11	3					21	47	47

## 5. METEOROLOGISKE FORHOLD AV BETYDNING FOR PLANLEGGING OG OPERATIV DRIFT

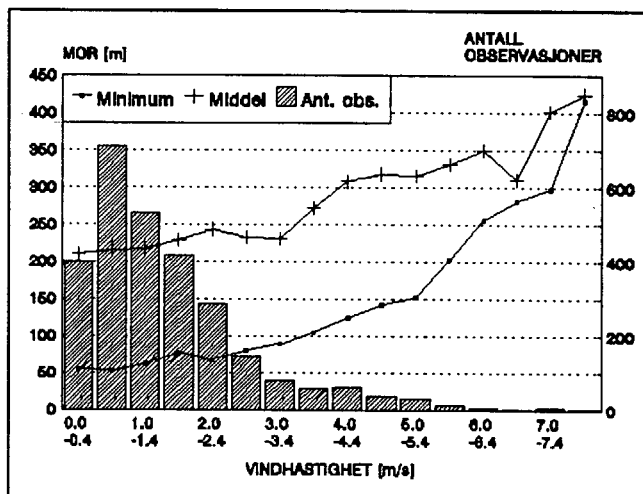
Ved planlegging av en hovedflyplass er det av interesse å få kartlagt omfanget av de forskjellige kategori-operasjonene KAT I, II og IIIA. Dette har blant annet betydning for instrumenteringen på flyplassen. For den værmessige tilgjengeligheten er eventuell sidevind av betydning. For planlegging av flytrafikk er det av interesse å få fram statistikk for hyppighet av medvind- og motvind under 1.5 m/s.

### 5.1. Sikt og vind i kombinasjon.

Den laveste sikten får vi ved vindstille eller flau vind, under 1 m/s. Ved Gardermoen-nord er det en tydelig tendens til økende sikt (MOR) med økende vind. Ved vind over 5 m/s har ikke sikten vært under 150 m MOR. Se figur 5.1.

**Figur 5.1.**

Laveste 10-minutters median av MOR og gjennomsnittlig median-verdi for alle observasjoner av MOR < 500 m, fordelt på vindhastighet, for Gardermoen-nord 1991-92.



For alle kategorier siktforhold er det foretatt en fordeling av vindobservasjoner i en nordlig og sørlig sektor, hhv. 270-090° og 090-270°, samt vindstille, for månedene januar-april, mai-august, september-desember og for året (Appendiks C2, tabellene C.5-8).

Tabell C.5 viser at det i perioden januar-april har vært oftere vind fra sør enn fra nord når RVR har vært under 550 m. Vindhastigheten har da ligget under 2.5 m/s opp mot 90 % av tiden. Bare helt unntaksvis (under 0.04 % av tiden) har det vært vindhastigheter fra sør (stor sektor) over 5 m/s ved RVR mellom 200 og 550 m, uten at sidevindskomponenten på langt nær har nådd opp til 5 m/s. Ved KAT II/IIIA-forhold har det praktisk talt ikke vært vind over 1.5 m/s fra nord.

Langtidsstatistikk for perioden januar-april viser at vind fra sør har en hyppighet på 0.8 %, vind fra nord 0.4 %, mens vindstille forekommer i 0.9 % av tiden, ved visuell sikt under 300 m, som omtrent tilsvarende siktforhold dårligere enn KAT I. I januar-april 1991 var sønnavinden sterkt overrepresentert i forhold til dette, med en frekvens på 2.7 %. Vindstilleprosenten var 0.8 %, som er svært nær det normale for perioden.

I mai-august var det lite tåke sammenlignet med vintersesongen, men da med en liten overvekt av vind fra nord.

I september-desember var det omtrent like mye vind fra sør som fra nord ved RVR under 550 m. Vindhastigheten lå da under 2.5 m/s det meste av tiden. Bare unntaksvis har det vært vind over 2.5 m/s fra sør. Vindforholdene avvek svært lite fra gjennomsnittet i tidsrommet 1957-91 (se tabell C.9).

Et utdrag av tabell C.8 er presentert nedenfor i tabellene 5.1a-b. Her ligger informasjon om hvor hyppig man kan lande fra en bestemt retning med inntil 1.5 m/s medvind, med værforhold som i 1991.

**Tabell 5.1a.**

*Frekvens (%) av landing fra nord, evt. med inntil 1.5 m/s medvind, for alle kategorier siktforhold i 1991.*

KATEGORI	VINDSTILLE + VIND FRA SØR	+ INNTIL 1.5 m/s <sup>a</sup> FRA NORD
KAT I	50.4	63.0
KAT II	0.9	1.0
KAT IIIA	0.7	0.8
< KAT IIIA	0.0	0.0
SUM	52.0	64.8

**Tabell 5.1b.**

*Frekvens (%) av landing fra sør, evt. med inntil 1.5 m/s medvind, for alle kategorier siktforhold i 1991.*

KATEGORI	VINDSTILLE + VIND FRA NORD	+ INNTIL 1.5 m/s FRA SØR
KAT I	56.4	63.5
KAT II	0.5	0.8
KAT IIIA	0.3	0.6
< KAT IIIA	0.0	0.0
SUM	57.2	64.9

Tabellene viser at man kunne lande fra en fast baneretning med inntil 1.5 m/s medvind i 65 % av tiden i 1991. Om man velger nord eller sør som innflyvningsretning ut fra bakkevinden, har minimal betydning.

## 5.2. Værmessig tilgjengelighet.

Tabellene 4.1 og 4.2 viser at det i 1991 har vært like mye tåke som gjennomsnittet for tidsrommet 1957-91. For synsvidde under 200 m har frekvensene vært litt lavere enn gjennomsnittet, og dermed har også frekvensene av rullebanesikt innen kategori IIIA eller dårligere, ligget i underkant.

For å kunne foreta en normalisering av frekvensene av RVR i måleperioden må vi kjenne sammenhengen mellom synsvidde og rullebanesikt. For 1991 får vi at synsviddegrensene 100, 225 og 350 m tilnærmet svarer til nedre grense for kategoriene IIIA, II og I. Ved å se på forholdet mellom de visuelle siktobservasjonene i måleperioden og i perioden 1957-91, kan vi korrigere for måleperiodens avvik i forhold til gjennomsnittet. Kort sagt : Vi foretar en normalisering av siktforholdene (Appendiks F1).

Resultatet av normaliseringen, med usikkerhetsestimater, er gitt i tabell 5.2a-b.

**Tabell 5.2a.**

Normalisering av frekvenser (%) av rullebanesikt på Gardermoen ved fremtidig rullebanebelysning, med en estimert usikkerhet (se Appendiks X3), til perioden 1957-91. Tallene er avrundet til nærmeste tidel.

PERIODE	KAT I	KAT II	KAT IIIA	< KAT IIIA
JAN-APR	97.6 ± 0.4	1.1 ± 0.3	1.0 ± 0.2	0.3 ± 0.2
MAI-AUG	99.6 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.0 ± 0.0
SEP-DES	96.8 ± 0.4	1.6 ± 0.3	1.4 ± 0.2	0.2 ± 0.2
ÅRET	98.0 ± 0.3	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.2	0.1 ± 0.1

**Tabell 5.2b.**

Som tabell 5.2a, med kumulative frekvenser (%).

PERIODE	KAT I	≥ KAT II	≥ KAT IIIA	< KAT IIIA
JAN-APR	97.6 ± 0.4	98.7 ± 0.3	99.7 ± 0.2	0.3 ± 0.2
MAI-AUG	99.6 ± 0.2	99.8 ± 0.1	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
SEP-DES	96.8 ± 0.4	98.4 ± 0.3	99.8 ± 0.2	0.2 ± 0.2
ÅRET	98.0 ± 0.3	99.0 ± 0.2	99.9 ± 0.1	0.1 ± 0.1

Dette betyr at det i normalperioden har vært  $98.0 \pm 0.3\%$  KAT I-forhold, i gjennomsnitt for året, mens det i 1991 var  $98.1\%$  KAT I-forhold (se tabell 4.4b).

### Samtidige siktmålinger i nord og sør.

I noen tåkeepisoder vil sikten variere betydelig langs rullebanen. Det kan da være gode landingsforhold i den ene enden av banen, mens sikten er under minimum i den andre enden. I Appendix C1 er presentert antall samtidige observasjoner i de respektive siktkategorier i sør og nord. Av tabellene C.1-4 kan vi finne beste RVR av samtidige målinger i sør og nord. Resultatet er presentert i tabell 5.3a-b.

#### Tabell 5.3a.

Beste RVR-kategori av samtidige målinger i sør og nord, for tidsrommet januar-april, mai-august, september-desember og hele året 1991. Frekvensene (%) er beregnet av det totale antall observasjoner, hhv. 17280, 17712, 17568 og 52560.

PERIODE	KAT I	KAT II	KAT IIIA	< KAT IIIA
JAN-APR	96.70	2.01	1.27	0.02
MAI-AUG	99.70	0.14	0.16	-
SEP-DES	99.22	0.64	0.13	0.01
ÅRET	98.54	0.93	0.52	0.01

#### Tabell 5.3b.

Som tabell 5.3a, med kumulative frekvenser (%).

PERIODE	KAT I	≥ KAT II	≥ KAT IIIA	< KAT IIIA
JAN-APR	96.70	98.71	99.98	0.02
MAI-AUG	99.70	99.84	100.00	-
SEP-DES	99.22	99.86	99.99	0.01
ÅRET	98.54	99.47	99.99	0.01

I tabell C.1 ser man at for perioden januar-april 1991 har det vært KAT I-forhold i ca 96 % av tiden, dersom man ser hver av baneendene isolert. Ser man begge baneender i sammenheng, viser tabell 5.3b at denne frekvensen øker til nesten 97 %. Frekvenser av KAT IIIA på hhv. 2.0 og 1.8 % i sør og nord, isolert sett, blir redusert til 1.3 %, når begge baneender ses i sammenheng.

I perioden mai-august 1991 blir det en liten økning (0.1-0.3 prosentpoeng) i frekvensen av KAT I, når begge baneender ses i sammenheng. Økningen skyldes hovedsaklig en nedgang i frekvensen av KAT IIIA. Det er lite tåke i sommersesongen og man skal ikke legge for mye i statistikk på et så lite datamateriale.

I perioden september-desember 1991 blir det en økning i frekvensen av KAT I på 0.3-0.4 prosentpoeng. For året totalt blir økningen på 0.5 prosentpoeng, mens frekvensene av KAT II og IIIA går ned med hhv. 0.2 og 0.3 prosentpoeng.

Dette betyr at normalverdiene for året i tabell 5.2a vil bli endret slik at frekvensen av KAT I vil øke med omkring 0.5 prosentpoeng, på bekostning av KAT II og KAT IIIA.

Under forutsetning av at man kan velge mellom beste RVR-verdi av de som er observert samtidig i begge baneender, vil man på en fremtidig hovedflyplass på Gardermoen i ca 98.5% av tiden ha KAT I-forhold, i hhv. 1% og 0.5% av tiden KAT II- og IIIA-forhold. I mindre enn 0.1% av tiden vil forholdene være dårligere enn KAT IIIA.

### 5.3. Vinterforhold.

I tidsrommet oktober-april (helt unntaksvis utenom denne tiden) må det i perioder foretas snørydding for å holde flyplassen åpen for operativ drift.

I forbindelse med nedbør omkring 0 °C og tåke ved kuldegrader vil man periodevis få glatte rullebaner. Tiltak for å bedre friksjonen på rullebanene er ikke vurdert her.

#### 5.3.1. Snøfall.

Flyplassen på Gardermoen har en gjennomsnittlig årsnedbør på 867 mm i tidsrommet 1957-91. Av disse har 232 mm falt som snø.

Man har sammenholdt observasjonene av nedbørslag med temperaturen i 2 m-nivå og har funnet at omslaget mellom regn og snø skjer ved +1 °C, i gjennomsnitt. Frekvens av snønedbør, inkludert yr og regn som fryser på bakken, fordeler seg på de enkelte måneder som vist i tabell 5.4. Nedbørintensitet er vist i tabell 5.5.

**Tabell 5.4.**

Prosent av tiden og antall timer i gjennomsnitt pr. måned/år i tidsrommet 1957-91 på Gardermoen, med nedbør ved temperatur under +1 °C (kolonne 1). I kolonne 1 er inkludert nedbør omkring 0 °C (kolonne 2) og yr eller regn ved kuldegrader (kolonne 3). Kolonne 2 og kolonne 3 har ikke data felles.

1957-91	SNØFALL TOTALT T ≤ +1 °C		SNØFALL -1 °C ≤ T ≤ 1°C		YR/REGN T < 0 °C	
	%	timer	%	timer	%	timer
JAN	26.5	197	2.4	18	1.8	13
FEB	19.3	130	2.2	15	1.1	7
MAR	17.6	129	4.6	34	1.2	9
APR	7.3	53	2.9	21	0.3	2
MAI	0.7	5	0.2	1	0.1	1
JUN						
JUL						
AUG						
SEP						
OKT	3.0	22	1.2	9	0.3	2
NOV	14.7	106	3.3	24	1.3	9
DES	23.1	172	3.3	25	1.4	10
ÅR	9.4	814	1.7	147	0.6	53

Tabellen viser at snønedbør omkring 0 °C er mest utbredt på Gardermoen i tidsrommet november-april, med en liten topp i mars.

Yr og regn ved kuldegrader forekommer oftest når vær-situasjonen endrer seg etter en kuldeperiode. Oppmagasinert kald luft kan ligge igjen i dalførene, når nedbørrområder og milde vinder

trenger innover Sør-Norge og gir nedbør som regn i høyereliggende strøk. Når regndråpene faller ned i beskyttede kaldluftslommer, blir de underkjølt og fryser på bakken. Dette værphenomenet har størst hyppighet i januar.

**Tabell 5.5.**

Gjennomsnittlig antall døgn med snønedbør med en gitt intensitet pr. døgn, fordelt på årets måneder, i tidsrommet 1957-91.

1957 -91	≥ 2.5mm/ 24 timer	≥ 5.0mm/ 24 timer	≥ 7.5mm/ 24 timer	≥10.0mm/ 24 timer	≥12.5mm/ 24 timer	≥15.0mm/ 24 timer
JAN	6	3	2	1	1	1
FEB	4	2	2	1	1	0
MAR	4	3	2	1	1	0
APR	2	1	1	1	0	0
MAI	0	0	0	0	0	
JUN						
JUL						
AUG						
SEP						
OKT	1	0	0	0	0	0
NOV	3	2	2	1	1	1
DES	5	4	2	2	1	1
ÅR	25	15	11	7	5	3

Tabellen viser at det er ca 7 døgn pr. år som får mer enn 10 mm nedbør som snø. En vanlig antagelse er at 1 mm nedbør som snø, gir ca 1 cm snø på bakken, på steder som er noe skjermet for vind.

### 5.3.2. Ising.

I tåke ved kuldegrader vil underkjølte dråper avsettes på bakken og på fly, instrumenter, antenner og andre installasjoner. I tabell 5.6 er vist frekvenser av tåke når temperaturen er under 0 °C.

**Tabell 5.6.**

Prosent av tiden og antall timer i gjennomsnitt pr. måned/år med sikt under 1000 m og temperatur under 0°C på Gardermoen i tidsrommet 1957-91.

1957-91	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	...	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
FREKVENS (%)	8.9	7.3	3.4	1.0	0.1		0.3	3.0	7.7	11.8	3.6
TIMER	66	49	25	7	1		2	22	55	88	315

## 6. REFERANSER

1. Vebjørn Hoem og Petter Dannevig :  
Tåkeforholdene på norske flyplasser.  
Det norske meteorologiske institutt  
Technical Report No.57  
Oslo 1982
2. Knut Harstveit, Lars Andresen, Bjørn Aune, Margareth  
Hansen og Per Ove Kjensli :  
Hurum - Værmessig tilgjengelighet for en flyplass  
290 m o.h.  
DNMI-rapport 11/90 KLIMA  
23.april 1990
3. Manual of Runway Visual Range.  
Observing and Reporting Practices.  
ICAO Doc. 9328-AN/908  
1981
4. Gösta H. Liljequist :  
Klimatologi.  
Generalstabens Litografiska Anstalt  
Stockholm 1970
5. Bjørn Harald Flobekk og Lars Andresen :  
Tåkeopløsning på Gardermoen.  
Under utarbeidelse.

# APPENDIKS

**APPENDIKS A. SIKTSTATISTIKK**

Tåke dannes når luft oppnår sin duggpunktstemperatur. Dette skjer ofte ved en kombinasjon av fuktighetstilførsel og avkjøling av luftmassene.

Når temperaturen synker på grunn av utstråling til verdensrommet, kan det dannes tåke dersom fuktigheten i lufta er tilstrekkelig høy og lufta har liten bevegelse. Fuktigheten kan ha vært til stede på forhånd eller det pågår en transport fra fuktig bakke eller fuktighetskilder i nærheten. Vi vil kalle dette for strålingsbetinget tåke, eller bare strålingståke, dersom det er lite eller ingen skyer over tåkelaget. Strålingsprosessene er dominerende.

Når temperaturen i et område på forhånd er lav, på grunn av kaldluftstransport eller avkjøling på grunn av utstråling, kan det dannes tåke når mild, fuktig luft transporteres (advekteres) inn over området og blir avkjølt av underlaget. Det foregår ofte en storstilt fuktighetstransport med tykke skylag og stor relativ fuktighet under de laveste skyene. Også i høyereliggende strøk er det overskyet og i mange tilfelle så lavt skydekke at eksponerte områder innhylles i skyer. Vi vil kalle dette for adveksjonståke. Strålingsprosessen er kraftig redusert. Fuktighetstransporten er dominerende.

I de fleste tåkesituasjoner på Gardermoen vil skyforholdene over Tryvasshøgda også være representative for forholdene over Gardermoen.

På Gardermoen vil vi etter dette ha strålingståke når Tryvasshøgda har lite eller ingen skyer, eller når himmelen er dekket av cirrus-skyer. Adveksjonståke har vi når Tryvasshøgda er innhyllet i skyer eller observerer en skymengde på 8/8 (overskyet) av relativt lave skyer. I de øvrige tilfelle er det en del skyer, men det er hull i skydekket eller skydekket ligger høyt, slik at strålingsprosessene trolig har større betydning for tåkedannelsen enn fuktighetstransporten.

Dette skal vi se litt nærmere på.

## A1. Tåketyper og temperatur.

Tabell A1.

Antall observasjoner av strålingståke og adveksjonståke i tidsrommet 1957-91, fordelt på temperaturdifferansen mellom Tryvasshøgda og Gardermoen. 01-observasjoner er ikke medregnet. Vi definerer tåken på Gardermoen som strålingståke, når det er klart eller lettskyet på Tryvasshøgda, og som adveksjonståke når det er tåke på Tryvasshøgda eller overskyet og relativt lavt skydekke. Kolonnen til høyre omfatter resten av tåketilfellene.

Temperatur- differans [°C] : $T_{Try} - T_{Gar}$	Tryvasshøgda: N≤4 eller N=5-8 & h=9 : Strålingståke	Tryvasshøgda: N=9 eller N=8 & h≤3 : Adveksjonståke	Tryvasshøgda: N=5-7 & h<9 eller N=8 & h=4-8
-4.0/-3.1	1		1
-3.0/-2.1	3	35	1
-2.0/-1.1	11	248	11
-1.0/-0.1	32	236	20
0.0/0.9	47	148	23
1.0/1.9	56	79	24
2.0/2.9	68	41	24
3.0/3.9	71	26	21
4.0/4.9	90	15	19
5.0/5.9	87	8	18
6.0/6.9	75	6	10
7.0/7.9	56	3	7
8.0/8.9	47	4	6
9.0/9.9	25	1	1
10.0/10.9	30	1	6
11.0/11.9	23		1
12.0/12.9	11	1	2
13.0/13.9	8	1	
14.0/14.9	4		
15.0/15.9	4		
16.0/16.9	4		
17.0/17.9	2		
<b>TOTALT</b>	755	853	195

Ved strålingståke er det vanligvis en temperaturinversjon, det vil si at det er kaldere på Gardermoen enn på Tryvasshøgda. Det er bare i 6% av tilfellene at det er kaldere på Tryvasshøgda.

Ved adveksjonståke kan det også være kaldere på Gardermoen, når det f.eks. etter en kuldeperiode transporteres mild, fuktig luft innover området. Dersom vinden slår inn i lavlandet vil temperaturforholdene raskt endres slik at man får den normale temperatursenkningen med høyden. I 61% av tilfellene er det lavest temperatur på Tryvasshøgda. De skraverte feltene i tabell A1 viser skillet mellom inversjon og vanlig temperaturendring med høyden.

Resten av tilfellene (de som ikke dekkes av kriteriene for strålingståke og adveksjonståke) er presentert i kolonnen til høyre i tabell A1. I 17% av tilfellene er det kaldere på Tryvasshøgda enn på Gardermoen. Denne fordelingen ligner mer på fordelingen for strålingståke enn for adveksjonståke, slik vi antydte ovenfor.

## A2. Tåketyper og vindstyrke.

### Tabell A2.

Antall observasjoner av strålingståke og adveksjonståke i tidsrommet 1957-91, fordelt på vindstyrke på Tryvasshøgda/Gardermoen. 01-observasjoner er ikke medregnet. Vi definerer tåken på Gardermoen som strålingståke, når det er klart eller lettskyet på Tryvasshøgda, og som adveksjonståke når det er tåke på Tryvasshøgda eller overskyet og relativt lavt skydekke. Kolonnen til høyre omfatter resten av tåketilfellene.

Vindstyrke [B]	Strålingståke (se tabell A1)		Adveksjonståke (se tabell A1)		Øvrige tilfelle (se tabell A1)	
	GAR	TRY	GAR	TRY	GAR	TRY
0	352	84	227	105	71	20
1	348	415	296	336	103	102
2	45	200	187	241	13	54
3	7	48	97	115	6	16
4	2	8	41	40		1
5			4	15	2	2
6	1		1	1		
SUM	755	755	853	853	195	195

I strålingståke er det i 93% av tilfellene en vindstyrke på 0 (vindstille) eller 1 (flau vind) på Gardermoen og fra 0-2 på Tryvasshøgda. Det er altså meget sjelden at vindstyrken i

strålingståke går opp i 2 Beaufort (svak vind) på Gardermoen og 3 Beaufort (lett bris) på Tryvasshøgda.

I adveksjonståke er det ikke uvanlig med vindstyrker på 3-4 Beaufort på Gardermoen og på 4-5 Beaufort (laber til frisk bris) på Tryvasshøgda.

89% av de øvrige tilfelle har vindstyrke på 0 eller 1 på Gardermoen, 90% ligger under 3 beaufort på Tryvasshøgda. Fordelingen av tåketilfellene på vindstyrke ligner også her mer på fordelingen for strålingståke enn for adveksjonståke.

I en statistisk behandling av strålingståke og adveksjonståke kan vi med god tilnærming regne "de øvrige tåketilfelle" sammen med tilfellene av "strålingståke".

## A3. Variasjon i siktforholdene fra år til år.

Tabell A.3.

Antall observasjoner med visuell sikt mellom gitte grenser for hvert år i tidsrommet 1957-91.

År	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900 m
	-100	-200	-300	-400	-500	-600	-700	-800	-900	-1000 m
57	11	84	77	41	31	30	31	22	48	18
58	4	127	123	86	47	50	48	45	48	31
59	11	132	137	84	63	69	52	53	55	48
60	4	30	45	52	43	47	44	21	35	24
61	2	38	112	70	32	43	33	32	35	26
62	11	54	55	43	15	41	33	30	41	29
63	8	54	109	92	59	32	55	22	48	17
64	1	71	172	111	52	51	76	31	46	27
65	2	95	136	60	38	40	27	31	42	26
66	14	63	119	79	46	46	27	32	42	37
67	1	54	62	75	53	54	49	29	53	29
68	1	60	106	63	45	42	45	21	39	38
69	2	38	107	52	39	28	30	15	34	28
70	5	63	62	59	52	34	33	25	30	25
71		52	74	51	51	43	34	25	32	14
72	5	81	79	39	43	46	38	23	33	33
73	1	29	49	47	41	40	32	22	18	34
74	2	38	56	48	23	35	49	40	39	34
75	17	83	94	74	63	45	40	39	37	41
76	4	49	90	50	35	45	25	33	33	23
77	11	65	98	44	36	37	34	25	37	40
78		46	85	55	40	44	37	40	36	26
79	2	36	81	59	37	44	60	39	33	27
80	1	37	48	58	44	36	26	42	43	18
81		63	57	34	29	32	30	24	46	16
82		54	83	65	52	79	56	42	50	36
83		20	30	48	47	37	31	24	14	16
84		22	24	34	30	26	34	25	22	16
85	5	63	65	46	41	52	26	25	29	32
86		23	53	50	44	44	31	17	23	25
87	2	16	46	78	37	46	44	30	33	45
88		44	89	88	44	45	46	32	38	16
89		18	72	65	41	42	42	23	34	29
90	1	30	66	64	48	49	39	50	38	26
91	1	47	88	60	36	39	44	47	42	18

Tabell A.4.

Prosentvis andel av tiden med visuell sikt under gitte grenser for hhv. året totalt, og for vinteren (J-A).

ÅR	<100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m										J-A	<100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m									
	<100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000		<100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
57	0.1	1.1	2.0	2.4	2.8	3.1	3.5	3.7	4.3	4.5	57	0.2	0.7	1.7	2.0	2.4	2.7	3.4	3.7	4.7	4.9
58	0.0	1.5	2.9	3.9	4.4	5.0	5.5	6.1	6.6	7.0	58	0.0	1.3	2.2	2.9	3.3	3.9	4.2	4.7	5.6	5.9
59	0.1	1.6	3.2	4.2	4.9	5.7	6.3	6.9	7.5	8.0	59	0.3	3.2	5.9	7.7	8.7	9.8	10.7	11.6	12.7	13.6
60	0.0	0.4	0.9	1.5	2.0	2.5	3.0	3.3	3.7	3.9	60	0.1	0.6	1.4	2.1	3.0	3.5	4.3	4.8	5.5	5.9
61	0.0	0.5	1.7	2.5	2.9	3.4	3.8	4.1	4.5	4.8	61	0.0	0.5	2.5	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8
62	0.1	0.7	1.4	1.9	2.0	2.5	2.9	3.2	3.7	4.0	62	0.0	0.3	0.7	1.1	1.4	2.0	2.5	3.0	3.4	3.9
63	0.1	0.7	2.0	3.0	3.7	4.0	4.7	4.9	5.5	5.7	63	0.3	1.5	2.9	3.6	4.3	4.7	5.2	5.6	6.2	6.4
64	0.0	0.8	2.8	4.0	4.6	5.2	6.1	6.4	7.0	7.3	64	0.0	0.9	2.8	3.8	4.8	5.3	5.8	6.5	7.1	7.6
65	0.0	1.1	2.7	3.3	3.8	4.2	4.5	4.9	5.4	5.7	65	0.0	0.8	2.1	2.9	3.4	3.9	4.1	4.5	5.1	5.1
66	0.2	0.9	2.2	3.1	3.7	4.2	4.5	4.9	5.3	5.8	66	0.5	1.6	3.0	3.6	4.2	4.7	4.9	5.2	5.9	6.4
67	0.0	0.6	1.3	2.2	2.8	3.4	4.0	4.3	4.9	5.2	67	0.0	1.1	2.4	3.3	4.2	5.1	5.9	6.4	7.2	8.0
68	0.0	0.7	1.9	2.6	3.1	3.6	4.1	4.4	4.8	5.2	68	0.0	1.2	2.5	3.2	3.8	4.3	4.8	5.0	5.5	6.0
69	0.0	0.5	1.7	2.3	2.7	3.0	3.4	3.6	3.9	4.3	69	0.0	0.7	2.5	3.1	3.6	3.9	4.4	4.7	5.1	5.8
70	0.1	0.8	1.5	2.2	2.8	3.1	3.5	3.8	4.1	4.4	70	0.0	0.3	1.3	1.9	2.4	2.7	3.2	3.4	3.6	3.8
71	0.0	0.6	1.4	2.0	2.6	3.1	3.5	3.8	4.1	4.3	71	0.0	0.8	2.1	3.0	4.1	4.7	5.5	6.0	6.5	6.7
72	0.1	1.0	1.9	2.3	2.8	3.3	3.8	4.0	4.4	4.8	72	0.0	1.3	2.3	2.9	3.3	3.9	4.3	4.5	4.9	5.3
73	0.0	0.3	0.9	1.4	1.9	2.4	2.7	3.0	3.2	3.6	73	0.0	0.6	1.6	2.3	3.2	3.6	4.1	4.3	4.5	5.1
74	0.0	0.5	1.1	1.6	1.9	2.3	2.9	3.3	3.8	4.2	74	0.0	0.8	1.6	2.3	2.9	3.5	4.9	5.6	6.6	7.5
75	0.2	1.1	2.2	3.1	3.8	4.3	4.7	5.2	5.6	6.1	75	0.6	2.8	4.2	5.6	6.6	7.7	8.5	9.2	10.1	10.8
76	0.0	0.6	1.6	2.2	2.6	3.1	3.4	3.8	4.1	4.4	76	0.1	1.0	2.0	2.6	3.0	3.6	3.9	4.4	4.9	5.2
77	0.1	0.9	2.0	2.5	2.9	3.3	3.7	4.0	4.4	4.9	77	0.3	1.3	2.5	2.9	3.4	4.0	4.4	4.5	5.1	5.7
78	0.0	0.5	1.5	2.1	2.6	3.1	3.5	4.0	4.4	4.7	78	0.0	0.2	1.1	2.0	2.5	3.2	3.9	4.8	5.6	6.1
79	0.0	0.4	1.4	2.0	2.5	3.0	3.6	4.1	4.5	4.8	79	0.0	0.2	0.8	1.3	1.7	2.2	2.6	2.8	3.2	3.5
80	0.0	0.4	1.0	1.6	2.1	2.6	2.8	3.3	3.8	4.0	80	0.0	0.7	1.2	1.5	1.9	2.2	2.5	3.0	3.7	3.9
81	0.0	0.7	1.4	1.8	2.1	2.5	2.8	3.1	3.6	3.8	81	0.0	1.4	2.3	3.1	3.5	3.8	4.0	4.3	4.8	5.0
82	0.0	0.6	1.6	2.3	2.9	3.8	4.4	4.9	5.5	5.9	82	0.0	1.1	2.5	4.1	5.2	6.9	8.1	9.1	10.0	10.6
83	0.0	0.2	0.6	1.1	1.7	2.1	2.4	2.7	2.9	3.0	83	0.0	0.5	1.2	2.3	3.4	4.4	5.3	5.9	6.2	6.7
84	0.0	0.3	0.5	0.9	1.3	1.5	1.9	2.2	2.5	2.7	84	0.0	0.4	0.8	1.4	2.0	2.4	3.1	3.6	4.0	4.3
85	0.1	0.8	1.5	2.0	2.5	3.1	3.4	3.7	4.0	4.4	85	0.0	0.1	0.7	1.4	1.6	2.2	2.4	2.8	3.1	3.5
86	0.0	0.3	0.9	1.4	1.9	2.4	2.8	3.0	3.3	3.5	86	0.0	0.5	1.5	1.9	2.4	3.0	3.4	3.6	4.0	4.3
87	0.0	0.2	0.7	1.6	2.0	2.6	3.1	3.4	3.8	4.3	87	0.1	0.2	0.5	0.8	1.3	1.6	2.3	2.7	3.1	3.6
88	0.0	0.5	1.5	2.5	3.0	3.5	4.1	4.4	4.8	5.0	88	0.0	0.5	1.5	2.7	3.5	4.3	5.0	5.7	6.4	6.7
89	0.0	0.2	1.0	1.8	2.2	2.7	3.2	3.5	3.8	4.2	89	0.0	0.4	1.3	2.2	2.6	3.2	3.8	4.0	4.4	4.8
90	0.0	0.4	1.1	1.8	2.4	2.9	3.4	4.0	4.4	4.7	90	0.0	0.0	0.4	0.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	2.6
91	0.0	0.5	1.6	2.2	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	4.8	91	0.0	1.3	3.4	4.8	5.6	6.4	7.2	8.2	9.0	9.2

**Tabell A.5.**

Prosentvis andel av tiden med visuell sikt under gitte grenser for sommeren (M-A) og høsten (S-D).

	<100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m										<100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m										
M-A											S-D										
57	0.0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	57	0.1	2.5	4.2	5.0	5.6	6.1	6.5	6.8	7.5	7.8
58	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	58	0.1	3.2	6.4	8.6	9.6	10.7	11.8	12.8	13.6	14.2
59	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	59	0.1	1.6	3.6	4.7	5.8	7.1	8.0	8.9	9.6	10.4
60	0.0	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	60	0.0	0.2	0.7	1.7	2.3	3.2	3.9	4.2	4.6	5.0
61	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	61	0.1	0.8	2.4	3.5	4.0	4.5	5.0	5.3	5.7	6.0
62	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	62	0.4	1.8	3.2	4.3	4.5	5.3	5.9	6.5	7.3	7.9
63	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	63	0.0	0.5	2.7	5.0	6.3	6.7	8.0	8.3	9.3	9.7
64	0.0	0.3	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	64	0.0	1.2	5.0	7.8	8.5	9.7	11.7	12.1	12.9	13.3
65	0.0	0.1	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	65	0.1	2.5	5.6	6.9	7.6	8.4	9.0	9.8	10.5	11.1
66	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	66	0.0	0.9	3.4	5.3	6.1	7.1	7.8	8.5	9.0	9.7
67	0.0	0.2	0.2	0.3	0.6	0.8	0.9	1.1	1.1	1.2	67	0.0	0.6	1.4	2.9	3.7	4.4	5.2	5.5	6.5	6.7
68	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	68	0.0	0.8	3.1	4.5	5.4	6.2	7.2	7.8	8.4	9.2
69	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	69	0.1	0.6	2.5	3.6	4.3	4.9	5.3	5.5	6.0	6.3
70	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	70	0.2	1.8	2.8	4.1	5.3	6.0	6.7	7.3	8.1	8.7
71	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	71	0.0	1.0	2.1	3.0	3.4	4.1	4.4	4.8	5.4	5.6
72	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	72	0.1	1.6	3.1	3.9	4.8	5.8	6.5	7.1	7.8	8.3
73	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	73	0.0	0.4	1.0	1.9	2.3	3.0	3.6	4.1	4.5	5.0
74	0.0	0.1	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	74	0.0	0.5	1.4	2.1	2.4	2.9	3.2	3.8	4.2	4.5
75	0.0	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	75	0.0	0.5	2.2	3.3	4.4	4.8	5.4	6.0	6.4	7.0
76	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	76	0.0	0.7	2.6	3.8	4.5	5.2	5.7	6.4	6.9	7.4
77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	77	0.0	1.3	3.5	4.5	5.2	5.9	6.7	7.4	8.1	8.9
78	0.0	0.1	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	78	0.0	1.3	3.0	3.9	4.7	5.5	5.9	6.3	6.8	7.0
79	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	79	0.1	1.1	3.1	4.5	5.2	6.1	7.7	8.6	9.4	9.9
80	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	80	0.0	0.5	1.6	3.0	4.0	4.9	5.4	6.3	7.1	7.4
81	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8	81	0.0	0.8	1.6	1.9	2.5	3.2	3.8	4.3	5.2	5.5
82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82	0.0	0.8	2.2	2.8	3.6	4.6	5.3	5.8	6.6	7.2
83	0.0	0.1	0.3	0.6	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	83	0.0	0.1	0.2	0.5	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5
84	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	84	0.0	0.3	0.6	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	2.9	3.0
85	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	85	0.2	2.2	3.8	4.7	5.7	6.7	7.2	7.7	8.3	8.8
86	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	86	0.0	0.2	0.8	1.9	2.8	3.6	4.2	4.6	5.0	5.4
87	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	87	0.0	0.3	1.6	3.9	4.6	5.9	6.6	7.1	7.8	8.7
88	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	88	0.0	1.0	2.9	4.5	5.2	5.8	6.6	6.9	7.4	7.6
89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	89	0.0	0.2	1.8	3.1	4.0	4.9	5.7	6.3	7.1	7.8
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	90	0.0	1.0	2.9	4.5	5.9	7.1	8.2	9.6	10.6	11.3
91	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2	91	0.0	0.4	1.1	1.6	1.9	2.4	2.9	3.4	3.9	4.2

## APPENDIKS B. VINDSTATISTIKK

## B1. Vindparametre fordelt på retning.

Tabell B.1.

Gardermoen-nord 1991-92.

Antall observasjoner av vindhastighet,  $u$ , fordelt på vindretning,  $d$  [ $^{\circ}$ ]. Antall observasjoner med vindhastighet under 1.0 m/s er 10189.

$u$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	TOTAL
$d$	-1.9	-2.9	-3.9	-4.9	-5.9	-6.9	-7.9	-8.9	-9.9	-10.9	-11.9	-12.9	-13.9	-14.9	-15.9	
010	1120	647	516	456	347	301	105	33	15	6	1	.	.	.	.	3547
020	1093	1006	623	432	386	195	87	42	10	1	.	.	.	.	.	3875
030	872	931	584	304	199	125	43	8	.	.	.	.	.	.	.	3066
040	524	462	266	163	61	34	6	3	.	.	.	.	.	.	.	1519
050	342	259	119	44	35	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	818
060	231	146	95	35	8	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	516
070	246	125	48	18	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	443
080	252	143	45	23	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	470
090	274	204	70	14	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	564
100	273	190	45	20	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	530
110	289	159	48	28	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	530
120	349	199	93	41	14	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	704
130	369	230	104	57	45	25	16	12	1	.	.	.	.	.	.	859
140	370	312	160	112	96	69	33	7	1	.	.	.	.	.	.	1160
150	318	412	259	213	143	52	23	9	2	.	.	.	.	.	.	1431
160	366	568	441	375	196	122	86	15	4	.	.	.	.	.	.	2173
170	467	878	761	561	384	218	84	26	19	3	.	.	.	.	.	3401
180	501	874	851	693	491	339	215	77	40	21	5	.	.	.	.	4107
190	456	642	727	735	589	453	212	133	68	24	4	.	.	.	.	4043
200	415	441	545	655	595	418	249	135	43	16	10	5	1	.	.	3528
210	303	251	277	419	354	289	150	65	21	12	11	2	3	.	.	2157
220	246	229	207	188	133	99	50	13	.	1	.	1	1	.	.	1168
230	244	189	165	122	84	53	16	5	2	1	.	.	.	.	.	881
240	203	157	107	96	94	37	22	11	7	7	3	2	.	.	.	746
250	164	129	84	112	51	30	17	12	9	4	3	1	.	.	.	616
260	164	131	99	85	52	26	16	19	1	.	.	.	.	.	.	593
270	196	129	82	72	31	27	30	21	5	2	.	.	.	.	.	595
280	238	114	92	47	42	28	14	11	10	5	.	1	.	.	.	602
290	286	147	114	66	35	48	22	10	7	4	1	.	.	.	.	740
300	311	185	124	102	78	67	36	16	8	4	3	1	.	.	.	935
310	336	224	118	95	82	30	21	9	6	4	4	2	.	.	.	931
320	368	342	175	105	49	33	18	3	4	5	1	.	.	1	.	1104
330	415	458	242	75	91	54	43	14	12	5	2	5	6	1	1	1424
340	469	443	329	154	129	85	49	50	19	6	1	.	.	.	.	1734
350	617	434	396	273	202	148	100	75	64	38	12	4	.	.	.	2363
360	864	566	435	359	307	239	144	88	56	28	17	8	3	.	.	3114
	14551	12956	9446	7349	5425	3673	1907	922	434	197	78	32	14	2	1	56987

### Tabell B.2.

Gardermoen-nord 1991-92.

Antall observasjoner av vindkastfaktor,  $g_3$  (3-s vindkast/10-min middelvind), fordelt på vindretning,  $d$  [°], ved vindhastighet over 5 m/s.

d	1.00 -1.09	1.10 -1.19	1.20 -1.29	1.30 -1.39	1.40 -1.49	1.50 -1.59	1.60 -1.69	1.70 -1.79	1.80 -1.89	1.90 -1.99	≥ 2.00	TOTAL
010	.	.	4	92	314	252	90	34	17	3	2	808
020	.	3	56	233	248	123	38	14	4	1	1	721
030	.	1	63	130	100	49	15	8	4	2	3	375
040	.	.	5	30	27	22	12	7	.	1	.	104
050	.	.	.	8	14	17	6	3	6	.	.	54
060	.	.	.	.	1	7	.	.	.	.	1	9
070	.	.	.	2	.	3	1	.	.	.	.	6
080	.	.	.	1	1	2	2	1	.	.	.	7
090	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2
100	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	2
110	.	.	.	.	2	2	2	.	.	.	.	6
120	.	.	1	12	8	.	1	.	.	.	.	22
130	.	.	18	41	29	8	2	.	.	.	1	99
140	.	.	11	89	67	25	10	1	1	1	1	206
150	.	.	14	69	84	46	14	1	1	.	.	229
160	.	1	30	162	140	66	21	1	2	.	.	423
170	.	5	123	309	200	71	20	3	2	1	.	734
180	.	19	291	504	255	91	25	.	1	1	1	1188
190	.	76	478	566	273	68	15	4	3	.	.	1483
200	.	70	444	574	290	65	20	7	1	.	1	1472
210	1	29	249	362	184	62	16	4	.	.	.	907
220	.	1	51	117	80	34	9	6	.	.	.	298
230	.	1	15	39	52	33	10	7	3	1	.	161
240	.	1	5	30	51	43	32	14	2	5	.	183
250	.	.	1	5	22	44	30	9	9	1	6	127
260	.	.	1	3	15	27	26	24	11	3	4	114
270	.	.	.	1	11	26	35	23	14	5	1	116
280	.	.	.	1	9	24	32	25	12	4	4	111
290	.	.	.	.	12	30	40	25	12	4	4	127
300	.	.	.	.	28	54	62	40	12	9	8	213
310	.	.	.	4	31	34	39	22	20	5	3	158
320	.	.	1	1	13	22	27	27	13	5	5	114
330	.	.	.	2	27	44	68	43	28	10	12	234
340	.	.	.	5	41	100	81	57	34	12	9	339
350	.	.	1	45	163	186	145	68	22	10	3	643
360	.	.	3	73	279	297	143	61	19	10	5	890
	1	207	1865	3511	3073	1978	1089	539	253	94	75	12685

**Tabell B.3.**

Gardermoen 1991, stasjonene nord (n) og sør (s).  
 Gjennomsnittlig (avg) turbulensintensitet,  $I_u$ , og vindkastfaktor,  $g_3$ ,  
 fordelt på vindretning, dn, ved middelvindhastighet,  $u_n \geq 3$  m/s. std  
 er standardavviket og ant er antall observasjoner fra hhv. nord og sør.

DN	AVG STD		AVG STD		AVG STD		AVG STD		ANT NORD	ANT SØR
	IUN	IUN	IUS	IUS	G3N	G3N	G3S	G3S		
010	.38	.09	.24	.11	1.50	.13	1.49	.15	1164	1144
020	.29	.10	.18	.11	1.44	.16	1.41	.18	988	1118
030	.28	.12	.19	.10	1.40	.17	1.44	.21	670	953
040	.29	.11	.25	.07	1.48	.19	1.65	.17	302	400
050	.27	.09	.26	.10	1.56	.15	1.73	.21	117	187
060	.29	.10	.28	.10	1.65	.23	1.69	.20	66	117
070	.28	.09	.27	.10	1.61	.18	1.62	.22	39	72
080	.26	.07	.30	.09	1.58	.16	1.72	.23	48	52
090	.24	.08	.32	.11	1.58	.17	1.78	.21	56	43
100	.28	.13	.29	.12	1.64	.27	1.72	.23	41	57
110	.25	.09	.29	.11	1.55	.17	1.66	.20	53	27
120	.20	.07	.25	.08	1.47	.17	1.62	.21	72	52
130	.21	.08	.24	.12	1.51	.21	1.56	.21	57	61
140	.16	.06	.23	.11	1.43	.18	1.58	.23	120	92
150	.18	.06	.22	.09	1.43	.13	1.54	.18	263	233
160	.21	.10	.19	.08	1.41	.13	1.47	.17	527	592
170	.19	.08	.19	.08	1.39	.12	1.47	.17	859	890
180	.15	.06	.19	.09	1.37	.13	1.44	.15	1151	1106
190	.16	.07	.20	.09	1.35	.13	1.45	.16	1145	1141
200	.21	.10	.22	.09	1.36	.12	1.50	.16	903	998
210	.28	.16	.25	.07	1.38	.15	1.59	.17	550	668
220	.25	.13	.30	.09	1.43	.16	1.72	.20	262	253
230	.22	.11	.33	.10	1.48	.15	1.80	.20	205	155
240	.22	.07	.36	.09	1.55	.15	1.86	.19	126	117
250	.24	.07	.39	.10	1.60	.18	1.94	.20	112	76
260	.24	.06	.41	.09	1.64	.18	2.02	.23	100	55
270	.25	.05	.42	.10	1.65	.14	1.99	.21	112	112
280	.25	.06	.39	.09	1.67	.16	1.94	.21	134	117
290	.26	.08	.38	.09	1.69	.19	1.96	.21	136	91
300	.25	.06	.39	.09	1.66	.17	2.00	.19	173	119
310	.25	.06	.38	.07	1.66	.17	1.95	.19	143	167
320	.24	.05	.38	.09	1.63	.16	1.93	.23	120	156
330	.25	.06	.37	.10	1.63	.17	1.94	.20	196	169
340	.27	.07	.38	.09	1.59	.16	1.87	.17	399	227
350	.35	.10	.35	.08	1.55	.15	1.72	.18	812	413
360	.41	.10	.30	.10	1.53	.13	1.57	.15	1126	986

**Tabell B.4.**

Gardermoen-nord 1991-92.

Høyeste verdi av middelvindhastighet,  $u_{max}$ , og 3- og 60-sekunders vindkast,  $u_{g3}$  og  $u_{g60}$ , fordelt på vindretning, d.  $u_{mid}$  er gjennomsnittlig vindhastighet og antall observasjoner av vindhastighet over 0.5 m/s er gitt for hver retning.

d [°]	$u_{mid}$ [m/s]	$u_{max}$ [m/s]	$u_{g3}$ [m/s]	$u_{g60}$ [m/s]	Ant. obs.
010	3.23	11.91	18.49	14.41	3845
020	3.11	10.05	14.47	12.16	4146
030	2.89	8.79	14.38	11.13	3260
040	2.57	8.48	12.80	10.43	1666
050	2.31	6.98	11.07	8.71	911
060	2.14	6.14	13.64	8.66	599
070	1.87	5.71	9.14	7.33	535
080	1.93	5.71	10.11	7.37	558
090	1.97	5.55	8.16	6.82	648
100	1.90	6.45	9.93	8.13	619
110	1.91	5.98	10.11	7.80	622
120	2.09	6.74	9.44	8.15	814
130	2.47	9.60	13.21	10.85	1003
140	2.94	9.95	15.91	12.64	1280
150	3.12	9.47	13.82	11.14	1539
160	3.46	9.95	14.92	12.47	2282
170	3.64	10.61	16.56	13.37	3490
180	4.02	11.70	16.15	13.76	4199
190	4.34	11.82	17.61	14.30	4150
200	4.53	13.12	20.07	15.61	3617
210	4.46	13.43	17.86	15.26	2246
220	3.51	13.54	18.41	15.16	1271
230	3.11	10.47	14.97	12.46	958
240	3.32	12.74	19.78	16.64	830
250	3.32	12.37	22.88	15.22	686
260	3.13	9.51	16.63	12.48	665
270	3.07	10.58	18.09	14.60	679
280	2.78	12.13	18.80	14.80	719
290	2.80	11.08	21.61	15.29	865
300	3.12	12.22	21.26	17.35	1055
310	2.83	12.75	22.95	16.45	1060
320	2.63	14.20	25.42	20.59	1260
330	2.93	15.01	25.22	18.52	1589
340	3.14	11.04	19.14	15.27	1919
350	3.64	12.90	21.16	16.10	2568
360	3.61	13.70	23.30	17.39	3365



Tabell B.6.  
 Gardermoen radiosonde-stasjon 1980-1991.  
 Frekvens av vindhastighet [m/s] og vindretning [°] 600 m over havets nivå.

DD	0.4	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5		
FF	0.0	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.4	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.4	19.4	20.4	99.9	
0.0	0.4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.4	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.4	19.4	20.4	99.9		
5-14		0.3	0.7	0.5	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.8
15-24		0.3	0.9	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.6
25-34		0.4	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
35-44		0.5	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
45-54		0.3	0.9	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
55-64		0.4	0.5	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
65-74		0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
75-84		0.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
85-94		0.3	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
95-104		0.4	0.4	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
105-114		0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
115-124		0.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
125-134		0.1	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
135-144		0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
145-154	0.0	0.3	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
155-164		0.2	0.7	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
165-174		0.3	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
175-184		0.3	1.0	0.6	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
185-194		0.5	1.2	0.9	0.7	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
195-204		0.3	1.0	0.9	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
205-214		0.4	1.0	0.8	0.6	0.7	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	5.4
215-224		0.3	0.7	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
225-234		0.2	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
235-244		0.2	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
245-254		0.3	0.5	0.5	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
255-264		0.3	0.5	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
265-274		0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
275-284		0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
285-294		0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
295-304		0.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
305-314		0.1	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
315-324		0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
325-334		0.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
335-344		0.3	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
345-354		0.4	0.6	0.4	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
355-4	0.0	0.5	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
0.0	10.9	22.8	16.7	12.2	8.9	6.5	4.6	2.9	2.6	1.9	1.6	1.1	1.0	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	2.8	100.0		

## APPENDIKS C. KOMBINERT STATISTIKK

## C1. Samtidige siktmålinger i nord og sør.

Tabell C.1.

Samtidige observasjoner av sikt fra sør og nord i tidsrommet januar-april 1991.

NORD SØR	< KAT IIIA	KAT IIIA	KAT II	KAT I	SUM	FREKVENNS
< KAT IIIA	4	4	1	2	11	0.06
KAT IIIA	7	208	84	48	347	2.01
KAT II	1	52	209	110	372	2.15
KAT I	5	48	80	16417	16550	95.78
SUM	17	312	374	16577	17280	100.00
FREKVENNS	0.10	1.81	2.16	95.93	100.00	

Med samtidighet menes her at 10-minutters medianverdi fra sør og nord er nær sammenfallende i tid. I de fleste tilfelle er tidsdifferansen mindre enn 1 minutt.

Man kan hente forskjellige opplysninger om siktforholdene i sør og nord fra tabell C.1. Her skal nevnes noen :

1. Det har vært flere tilfelle av rullebanesikt under KAT IIIA i nord enn i sør (17 mot 11), færre tilfelle av KAT IIIA (312 mot 347), men omtrent like mange tilfelle av KAT II (374 mot 372).
2. I 208 tilfelle har det vært KAT IIIA-forhold i sør og nord samtidig. Det har vært 7 tilfelle av KAT IIIA i sør samtidig med under KAT IIIA i nord. I 48 tilfelle har det vært KAT I-forhold i nord og KAT IIIA-forhold i sør.
3. Det har vært 4 tilfelle, dvs. 0.02% av tiden, der RVR har vært under 200 m i sør og nord samtidig.
4. Er det først KAT II- eller IIIA-forhold i den ene baneenden, så er det omtrent 60% sannsynlighet for å ha samme kategori i den andre enden.
5. Er det KAT II i sør, så er det 70% sannsynlighet for at det er KAT II eller dårligere forhold i nord. Eller omvendt : Er det KAT II i nord, så er det nærmere 80% sannsynlighet for at det er KAT II eller dårligere forhold i sør. For KAT IIIA blir de tilsvarende prosent-verdier hhv. 60 og 70.

**Tabell C.2.**

Samtidige observasjoner av sikt fra sør og nord i tidsrommet mai-august 1991.

NORD SØR	< KAT III A	KAT III A	KAT II	KAT I	SUM	FREKVENS
< KAT III A	0	0	0	7	7	0.04
KAT III A	3	26	7	18	54	0.30
KAT II	3	11	3	27	44	0.25
KAT I	0	7	8	17592	17607	99.41
SUM	6	44	18	17644	17712	100.00
FREKVENS	0.03	0.25	0.11	99.61	100.00	

**Tabell C.3.**

Samtidige observasjoner av sikt fra sør og nord i tidsrommet september-desember 1991.

NORD SØR	< KAT III A	KAT III A	KAT II	KAT I	SUM	FREKVENS
< KAT III A	1	0	0	1	2	0.01
KAT III A	0	23	7	9	39	0.22
KAT II	0	26	80	41	147	0.84
KAT I	0	8	61	17311	17380	98.93
SUM	1	57	148	17362	17568	100.00
FREKVENS	0.01	0.32	0.84	98.83	100.00	

**Tabell C.4.**

Samtidige observasjoner av sikt fra sør og nord i 1991.

NORD SØR	< KAT III A	KAT III A	KAT II	KAT I	SUM	FREKVENS
< KAT III A	5	4	1	10	20	0.04
KAT III A	10	257	98	75	440	0.84
KAT II	4	89	292	178	563	1.07
KAT I	5	63	149	51320	51537	98.05
SUM	24	413	540	51583	52560	100.00
FREKVENS	0.05	0.79	1.03	98.14	100.00	

## C2. Rullebanesikt ved vind fra nord og sør.

**Tabell C.5.**

Vind fra nord og sør i perioden januar-april 1991. Frekvenser (%) av KAT I, II- og IIIA-forhold ved fremtidig rullebanebelysning på Gardermoen ved vind fra hhv. nord (270-090°) og sør (090-270°). Vindhastighet under 0.5 m/s er definert som vindstille. Rullebaneretning på Gardermoen er 017/197°.

RULLEBANESIKT - M / VIND - N						
JAN - APR 1991		VINDHASTIGHET m/s				
Kategori	Sektor	0-0.5	0.5-1.5	1.5-2.5	> 2.5	ALLE
KAT I	NORD		13.6	12.7	22.3	
	SØR		6.8	7.3	22.5	
	ALLE	10.5	20.4	20.0	44.8	95.7
KAT II	NORD		0.2	0.0	0.0	
	SØR		0.6	0.7	0.3	
	ALLE	0.5	0.8	0.7	0.3	2.3
KAT IIIA	NORD		0.1	0.0	0.0	
	SØR		0.6	0.5	0.2	
	ALLE	0.5	0.7	0.5	0.2	1.9
< KAT IIIA	NORD		0.0	-	-	
	SØR		0.1	-	-	
	ALLE	0.0	0.1	-	-	0.1

**Tabell C.6.**

Vind fra nord og sør i perioden mai-august 1991.

RULLEBANESIKT - M / VIND - N						
MAI - AUG 1991		VINDHASTIGHET m/s				
Kategori	Sektor	0-0.5	0.5-1.5	1.5-2.5	> 2.5	ALLE
KAT I	NORD		10.1	13.4	28.6	
	SØR		5.6	9.0	26.9	
	ALLE	5.9	15.7	22.4	55.5	99.5
KAT II	NORD		0.0	0.1	-	
	SØR		0.0	0.0	-	
	ALLE	0.1	0.0	0.1	-	0.2
KAT IIIA	NORD		0.1	0.1	-	
	SØR		0.0	0.0	-	
	ALLE	0.1	0.1	0.1	-	0.3
< KAT IIIA	NORD		0.0	-	-	
	SØR		0.0	-	-	
	ALLE	0.0	0.0	-	-	0.0

Tabell C.7.

Vind fra nord og sør i perioden september-desember 1991.

RULLEBANESIKT - M / VIND - N						
SEP - DES 1991		VINDHASTIGHET m/s				
Kategori	Sektor	0-0.5	0.5-1.5	1.5-2.5	> 2.5	ALLE
KAT I	NORD		13.8	12.1	16.7	
	SØR		8.7	8.0	30.2	
	ALLE	9.3	22.5	20.1	46.9	98.8
KAT II	NORD		0.2	0.2	-	
	SØR		0.2	0.1	0.1	
	ALLE	0.2	0.4	0.3	0.1	1.0
KAT IIIA	NORD		0.0	0.1	-	
	SØR		0.1	0.0	0.0	
	ALLE	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2
< KAT IIIA	NORD		0.0	-	-	
	SØR		0.0	-	-	
	ALLE	0.0	0.0	-	-	0.0

Tabell C.8.

Vind fra nord og sør i 1991.

RULLEBANESIKT - M / VIND - N						
ÅRET 1991		VINDHASTIGHET m/s				
Kategori	Sektor	0-0.5	0.5-1.5	1.5-2.5	> 2.5	ALLE
KAT I	NORD		12.6	12.7	22.3	
	SØR		7.1	8.1	26.5	
	ALLE	8.7	19.7	20.8	48.9	98.1
KAT II	NORD		0.2	0.1	0.0	
	SØR		0.2	0.2	0.1	
	ALLE	0.3	0.4	0.3	0.1	1.1
KAT IIIA	NORD		0.1	0.0	0.0	
	SØR		0.2	0.2	0.1	
	ALLE	0.2	0.3	0.2	0.1	0.8
< KAT IIIA	NORD		0.0	-	-	
	SØR		0.0	-	-	
	ALLE	0.0	0.0	-	-	0.0

**Tabell C.9.**

Vind fra nord og sør i 1991 sammenlignet med tidsrommet 1957-91, ved meteorologisk visuell sikt under 300 m. Prosjektstasjonen og værstasjonen har hhv. 144 og 4 observasjoner pr. døgn.

PERIODE	RETNING	JAN-APR	MAI-AUG	SEP-DES	ÅR
1991	SØR	2.8%	0.1%	0.5%	1.1%
PROSJ. ST	NORD	0.4%	0.2%	0.5%	0.4%
1957-91	SØR	0.8%	0.1%	0.8%	0.6%
VÆRST.	NORD	0.4%	0.0%	0.5%	0.3%

**C3. Sikt og vindhastighet.****Tabell C.10.**

Gardermoen-nord 1991-92.

Gjennomsnittlig 10-minutters medianverdi av MOR,  $MOR_{mid [m]}$ , og minste medianverdi,  $MOR_{min [m]}$ , fordelt på vindhastighet,  $u [m/s]$ , ved sikt under 500 m.

$u$	$MOR_{mid}$	std	$MOR_{min}$	Ant. obs.
0.0-0.4	210	113	55	401
0.5-0.9	216	115	52	711
1.0-1.4	217	109	63	531
1.5-1.9	229	112	77	417
2.0-2.4	244	114	67	287
2.5-2.9	233	113	80	143
3.0-3.4	231	105	89	80
3.5-3.9	272	105	105	59
4.0-4.4	308	113	125	60
4.5-4.9	318	94	142	37
5.0-5.4	316	115	152	31
5.5-5.9	331	91	203	12
6.0-6.4	350	94	256	5
6.5-6.9	311	33	282	4
7.0-7.4	402	72	297	6
7.5-7.9	425	6	417	4
8.0-8.4				
8.5-8.9	477		477	1

**C4. Vindretning nord-sør.**

Se tabell neste side.



## D. DATA

## D1. Parametre.

De enkelte parametre er beskrevet i (2). Her presenteres en kort oversikt i tabellene D.1-D.3. Instrumentenes plassering på Gardermoen er vist i kap. 3.1.

Tabell D.1.

Vindparametre er målt 10 m over bakken i mast-sør og nord.

Symbol	Parameter	Beskrivelse
u	vindhastighet	10-minutters middel [m/s]
d	vindretning	10-minutters middel [grader]
iu	turbulensintensitet langs vindretningen	10-minutters verdi
g3, g60	vindkastfaktor	høyeste 3- og 60-sekunders middel dividert med 10-minutters middelvindhastighet

Tabell D.2.

Temperatur og fuktighet er målt i mast-nord, nedbør (ja/nei) og lufttrykk ved innsamlingsbrakke.

Symbol	Parameter	Beskrivelse
t2, t9	temperatur	10-minutters middel, 2 m- og 9 m-nivå [°C]
rf	relativ fuktighet	10-minutters middel, 2 m-nivå [%]
p0	lufttrykk	1-minutts verdi [hPa]
r(j/n)	nedbør/ikke nedbør	1-minutts verdi

Tabell D.3.

Siktparametre er målt 2.5 m over bakken i sør, midt på og i nord, lys- og skyhøydeparametre er målt i sør og nord.

Symbol	Parameter	Beskrivelse
hmed, hmin, hmax	skyhøyde	median, minste og største verdi i løpet av 10 minutter [m]
smid, smed, smin, smax	sikt (MOR)	middel, median, minste og største verdi i løpet av 10 minutter [m]
rmed, rmin, rmax	rullebanesikt (RVR)	middel, median, minste og største verdi i løpet av 10 minutter [m]
bl	bakgrunnslys	middel over 10 minutter [cd]
a	lysterskelparameter i $E=10^9$	middel over 10 minutter

## D2. Kalibrering.

Siktmålerne er kalibrert av leverandøren, IMPULSPHYSIK, ved at instrumentets kalibreringskurve er lagt inn i instrumentet. Denne innstillingen er sikret mot tilfeldige justeringer. Ved montering opplinjeres siktmålerne omhyggelig, slik at sender og mottager står nøyaktig overfor hverandre, dernest justeres klar sikt-nivået, slik at aktuell transmittans blir mest mulig korrekt. Dette kan bare utføres ved tilnærmet klar sikt (100% transmittans) og stabile siktforhold.

DNMI's oppgave har vært å :

- 1) kontrollere opplinjeringen av sender og mottager,
- 2) kontrollere at instrumentets kalibreringskurve ikke har endret seg i løpet av måleperioden,
- 3) kontrollere og evt. justere 100%-nivået,
- 4) rengjøre og foreta et teknisk vedlikehold av instrumentene.

Punkt 1) og 2) kontrolleres 1-2 ganger pr. år. Den daglige overvåkingen av instrumentene sikrer kontroll av 3) og 4). Rengjøring av linser er foretatt ca 1 gang pr. uke. Justering av klar sikt-nivået er foretatt når det har vært nødvendig, sjelden oftere enn 1 gang pr. måned. Det må her presiseres at en justering (1-2%) av klar sikt-nivået har liten betydning for



Tabell D.5.

Resultater av kalibreringskontrollene på Gardermoen i 1992. Transmittansen var 98.0-97.6% den 18.2.1992, da IPH utførte testen med fabrikkens egne filtre. Forventet transmittans med filter blir da aktuell transmittans multiplisert med filterverdien. Under den andre testen ble transmittansen satt til 100%. Diff. i trans. er differansen mellom målt og forventet transmittans.

Dato	18.2.1992			12.6.1992		
	S	M	N	S	M	N
Start trans.		98.0		100.0	100.0	100.0
Filterverdi		56.0		50.2	50.2	50.2
Forv. trans.		54.9		50.2	50.2	50.2
Målt trans.		55.1		48.9	50.2	49.5
Diff. i trans.		0.2		-1.3	0.0	-0.7
Filterverdi		36.0		32.6	32.6	32.6
Forv. trans.		35.1		32.6	32.6	32.6
Målt trans.		34.5		30.5	31.9	31.9
Diff. i trans.		-0.6		-2.1	-0.7	-0.7
Filterverdi		20.2		16.4	16.4	16.4
Forv. trans.		19.7		16.4	16.4	16.4
Målt trans.		19.5		13.5	16.2	16.2
Diff. i trans.		-0.2		-2.9	-0.2	-0.2
Slutt trans.		97.6		100.0	100.0	100.0

Det er vanlig å regne med at transmissometret har en toleransegrense på 1%. Kalibreringskontrollene på Gardermoen har vist at samtlige siktmålere har hatt mindre enn 1% avvik fra kalibreringskurven, med unntak av siktmåler-sør ved kalibreringen 12.6.1992. Dette kan ha sammenheng med skifte av forsterker på denne siktmåleren 7.2.1992.

Siktmåler-sør hadde i august 1991 en økende tendens til å falle ut. Det var ingen mistanker om feil når måleren var "inne", men vi ønsket en overhaling av forsterkeren hos IPH for å få full regularitet i målingene. I mellomtiden ble benyttet en reserve-forsterker. Det viste seg senere at problemene med siktmåler-sør skyldtes en dårlig kontakt. Overhalt forsterker ble montert 7.2.1992.

Dataene fra siktmåler-sør er etter dette beheftet med feil som vist i tabell D.6.

Konklusjon : Siktmåler-M og -N har vist korrekte verdier i hele måleperioden. Siktmåler-S har vist korrekte verdier frem til 7/2-1992.

Tabell D.6.

Feil i transmittans og MOR på siktmåler-sør etter 7.2.1992. Feilen er beregnet etter regresjonslinjen :

$$\text{korrigert transmittans [\%]} = 0.9674 \cdot \text{målt transmittans [\%]} + 3.1482$$

Målt trans. [%]	MOR [m]	Korr. trans. [%]	MOR [m]	Endring i MOR [m]	Endring i MOR [%]
5	45.0	8.0	53.3	8.3	18.4
10	58.5	12.8	65.6	7.1	12.1
15	71.1	17.7	77.7	6.6	9.3
20	83.8	22.5	90.4	6.6	7.9
25	97.2	27.3	103.9	6.7	6.9
30	112.0	32.2	118.9	6.9	6.2
35	128.4	37.0	135.6	7.2	5.6
40	147.1	41.8	154.7	7.6	5.2
45	168.8	46.7	176.9	8.1	4.8
50	194.5	51.5	203.3	8.8	4.5
55	225.5	56.4	235.1	9.6	4.2
60	263.9	61.2	274.5	10.6	4.0
65	312.9	66.0	324.8	11.9	3.8
70	378.0	70.9	391.4	13.4	3.5

For MOR mellom 60 og 130 m vil feilen slå ut med ca 7 m og for MOR mellom 150 og 400 m vil feilen slå ut med 8-14 m. Forskjellen mellom observert sikt i sør og på midten under homogene forhold er av størrelsesorden 5%. Feilen i siktmåler-sør er altså av samme størrelsesorden som de forskjeller vi har funnet ved sammenlikning mellom siktmålerne ved MOR mellom 100 og 400 m.

Konklusjon : Siktmåler-S kan ikke brukes i sammenlikning med siktmåler-N og -M etter 7.2.1992, uten at data korrigeres.

Fordi feilen først ble oppdaget i midten av juni 1992, kort tid før rapport skulle leveres, ble det besluttet å se bort fra siktdata fra siktmåler-sør etter 7.2.1992.

## APPENDIKS E. BAKGRUNNSLYS, RULLEBANELYS OG RULLEBANESIKT.

For at et lys skal kunne ses, må belysningen overstige øyets belysningssterskel,  $E_t$ .  $E_t$  er avhengig av bakgrunnslyset,  $B_L$ . Om natten er det lite sjenerende lys,  $E_t$  er da mindre enn  $10^{-6}$  lux. Om dagen er det vanskeligere å skjelve et lys på avstand.  $E_t$  er da gjerne større enn  $10^{-4}$  lux.

Rullebanelysenes lysstyrke,  $I$ , er sterkt retningsavhengig. Når RVR skal beregnes, er det det lyset som treffer pilotens øye,  $I_{RVR}$ , når flyet står på senterlinjen, som skal brukes i beregningene. Det er anbefalt å bruke følgende verdi for pilotens øyehøyde over bakken : PH=5 m (3, side 6-10).

Rullebanesikten kan beregnes av følgende formel :

$$RVR^2 = T^{RVR/B} \cdot I_{RVR} / E_t ,$$

der  $T$  er transmittans (forholdet mellom mottatt og utsendt lys, dvs. et tall mellom 0 og 1) og  $B$  er basislengden mellom sender og mottager i transmissometeret. RVR øker med stigende verdier av  $T$  og  $I_{RVR}$ , og med avtagende verdier av  $E_t$ .

### E1. Bakgrunnslys og øyets belysningsterskel.

Når bakgrunnslyset,  $B_L$ , er kjent, kan  $E_t$  beregnes etter følgende formel (IPH) :

$$E_t = 10^{\log STX + A1(\log B_L - \log A2)}$$

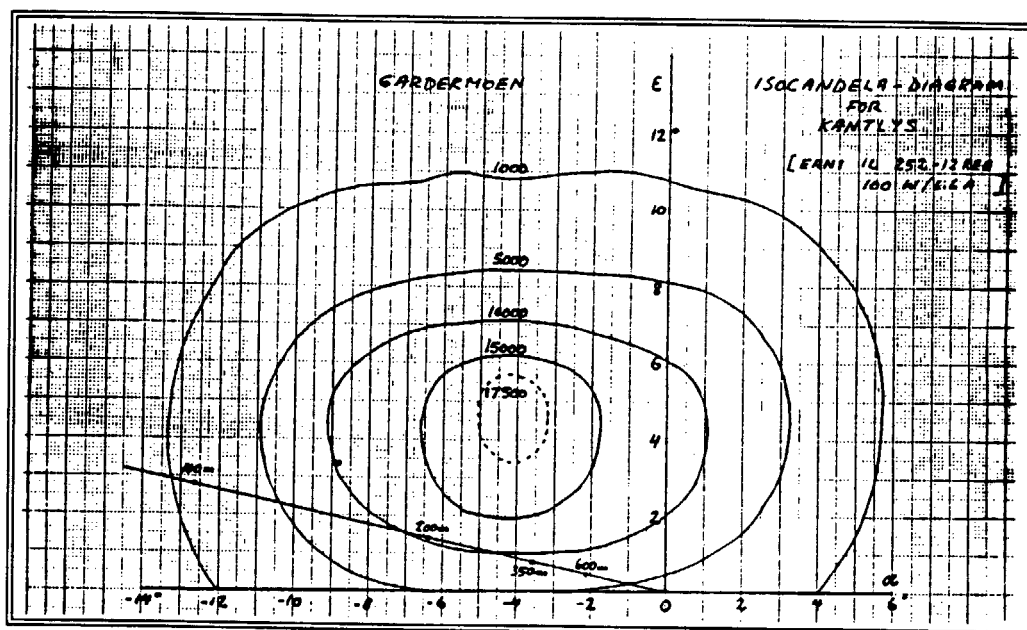
Følgende verdier blir brukt i beregningene :

BL (cd/m <sup>2</sup> )	log BL	log STX	A1	log A2
0 - 100	0 - 2	-6.70	0.675	0
100 - 10000	2 - 4	-5.35	0.9	2
10000 - 100000	4 - 5	-3.55	1.2	4

På Gardermoen er det målt bakgrunnslys både i sør og nord, men bare  $B_L$ -S er brukt ved beregningene av RVR. Bakgrunnslysmåleren som er i bruk på Gardermoen måler ned til 1 cd/m<sup>2</sup>. Når verdien blir lavere, settes  $B_L$  lik 1. Dette tilsvarer  $E_t = 10^{-6.7}$  lux, som er den verdi IPH bruker i beregningen av RVR. ICAO anbefaler imidlertid verdien  $10^{-6.1}$  om natten (3, side 6-12), en verdi som er tilpasset mer urbane forhold.

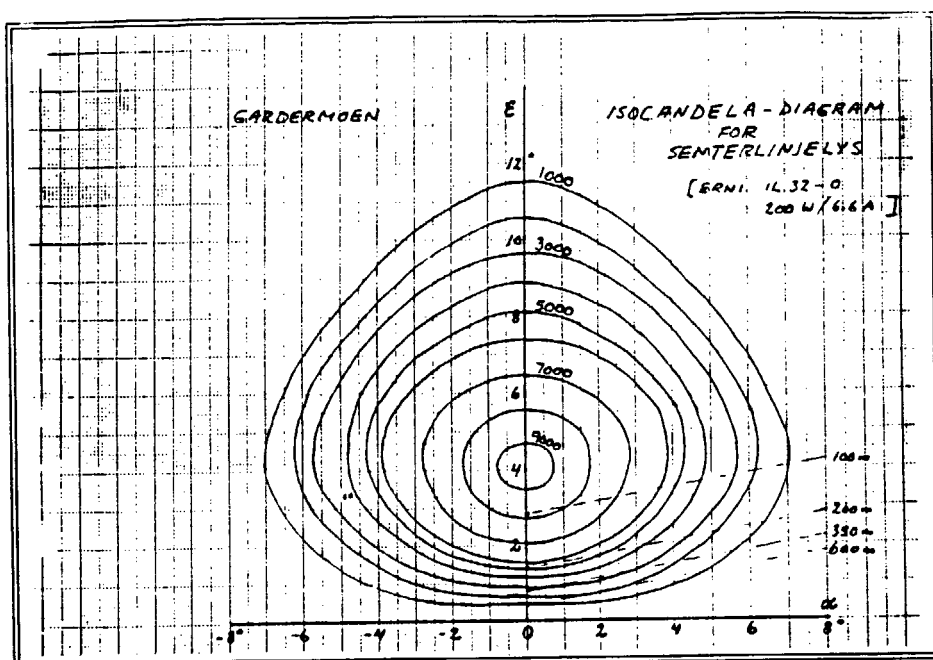
## E2. Rullebanelys.

Det er verdt å merke seg at det ikke er nominell lysstyrke på senterlys og kantlys som inngår i RVR-beregningene, men den lysstyrke som treffer et punkt 5 m over rullebanens senterlinje. Aktuell lysstyrke er således en funksjon av RVR. Det blir derfor avgjørende for beregning av rullebanelysstyrken, hvilken lyskarakteristikk lysene har og lysenes orientering i forhold til horisontalplanet og rullebaneretningen. I figurene E.1 og E.2 er vist isocandela-diagram for hhv. fremtidige kantlys og senterlys på Gardermoen. Lysvinklene som inngår i beregningen av lysstyrken gjelder en rullebanebredde på 45 m.



**Figur E.1.**

Isocandela-diagram for fremtidige kantlys på Gardermoen. Den rette linjen skrått inn mot origo gir lysstyrken mot pilotens øye ved forskjellige avstander til lyspunktene, forutsatt pilothøyde 5 m.

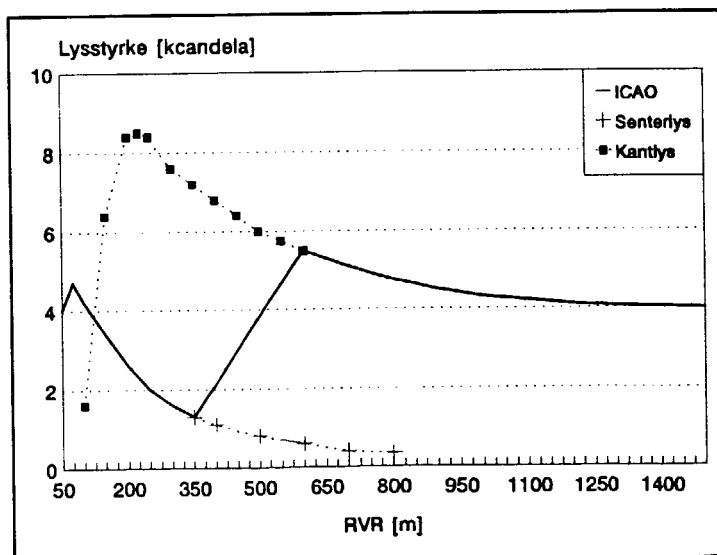


**Figur E.2.**  
Isocandela-diagram for fremtidige senterlys på Gardermoen.

I beregning av rullebanesikt er det anbefalt av ICAO å bruke senterlys ved RVR opp til 350 m og kantlys fra 600 m og oppover. I mellom 350 og 600 m brukes en lineær overgang mellom senterlys og kantlys. Lysstyrkens variasjon med rullebanesikten er vist på figur E.3.

**Figur E.3.**

Lysstyrkens variasjon med rullebanesikten for fremtidig rullebanebelysning, sett fra et punkt 5 m over banens senterlinje når banebredden er 45 m. Sammenstillingen av senterlys og kantlys er ifølge ICAO's retningslinjer (3, s. 6-5).



### E3. Fremgangsmåte ved beregning av rullebanesikt.

Et transmissometer måler transmittansen,  $T$ . Av Koschmieders lov (E.1) kan meteorologisk instrumentsikt, MOR, beregnes, hvis ønskelig.

$$(E.1) \quad MOR = B \cdot \ln \epsilon / \ln T$$

Her er  $B$  basislengden mellom sender og mottager for transmissometeret,  $\epsilon$  er øyets kontrastterskel. Det er anbefalt å bruke  $\epsilon = 0.05$  (3, side 6-1).

En lysmåler måler bakgrunnslyset,  $B_L$ . Ved hjelp av en matematisk approksimasjon beregnes øyets belysningsterskel,  $E_t$ . Ved bruk av rullebanelysens isocandela-diagram og data for lampenes geometri (spissingsvinkel og elevasjonsvinkel) finnes en sammenheng mellom lampenes lysstyrke,  $I_0$ , i den retningen piloten ser og rullebanesikten, RVR.

Lysstyrkeverdiene reduseres så med 20% for kantlys og 50% for senterlys pga. smuss, kondens, matting av lampeglass etc. (3, side 6-5). Det vil si at

$$(E.2) \quad I_{RVR} = 0.8 \cdot I_0 \text{ (kantlys)}$$

$$(E.3) \quad I_{RVR} = 0.5 \cdot I_0 \text{ (senterlys)}$$

De målte og beregnede verdier for transmittans, øyets belysningsterskel og lampenes aktuelle lysstyrke settes inn i Allards lov, som kan skrives slik :

$$(E.4) \quad MOR = RVR \cdot \ln \epsilon / (\ln RVR^2 - \ln I_{RVR} + \ln E_t)$$

Likningen løses i datamaskinen ved skrittvis tilnærming (iterasjon) inntil man får den ønskede nøyaktighet av RVR. En matematisk approksimasjon vil også gi tilfredsstillende resultat.

ICAO anbefaler at RVR rapporteres i følgende steg (3, side 5-4):

RVR (m)	Steg (m)
0 - 150	25
150 - 800	50
800 - 1200	100
1200 ----->	200

Når beregnet RVR-verdi ligger mellom to rapporteringssteg, skal laveste verdi brukes. IPH har i sine beregninger 25 m steg opp til 400 m RVR, 50 m steg opp til 800 m og 100 m steg videre.

#### E4. Forholdet mellom instrumentell og visuell rullebanesikt.

På større flyplasser i utlandet beregnes rullebanesikten instrumentelt. Det gjøres, som vi har vist, ved å måle transmittans og bakgrunnslys og deretter benytte opplysninger om rullebanelysintensitet i Allards lov (se E1-E2). Det forutsettes at den beregnede rullebanesikt svarer til visuell rullebanesikt, RVR, ved homogene siktforhold langs rullebanen.

Begrepet RVR benyttes om både beregnet og observert rullebanesikt. For å unngå misforståelser vil vi i fortsettelsen bruke RVR om visuelt observert rullebanesikt og IRVR om rullebanesikt beregnet ut fra målt transmittans og fastsatte prosedyrer (se E3).

#### Prosedyre for observasjon av RVR.

På Gardermoen observeres rullebanesikten ved å telle lys langs østre kant av rullebanen. Det er 60 m mellom kantlysene, med unntak av 2 lys i nord og 1 lys i sør (se tabell E.1). Observasjonen foretas i hver av rullebanens landingssoner ("touch down"), fra vestre rullebanehalvdel, midtveis mellom vestre kantlysrekke og senterlinjen. Avstanden til østre kantlysrekke blir da  $3/4 \cdot 45 \text{ m} = 34 \text{ m}$ . RVR19 er rullebanesikten sørover fra det nordlige observasjonspunkt og RVR01 rullebanesikten nordover fra det sørlige observasjonspunkt.

#### Tabell E.1.

Utdrag av tabell som benyttes av lufthavnbetjener på Gardermoen, der antall banelys omgjøres til RVR [m]. Observasjonene er foretatt i nord (r19) og i sør (r01).

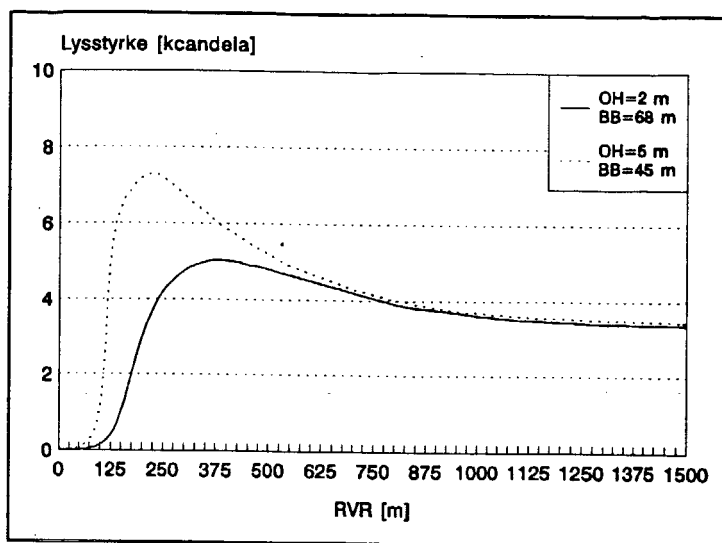
Ant. lys	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r19	70	120	180	240	300	330	420	480	540	600	660	720	780	840	900
r01	60	110	170	230	290	350	410	470	530	590	650	710	770	830	890

#### Beregning av rullebanesikten, IRVR.

Ved en sammenlikning mellom RVR og IRVR er det ønskelig å foreta beregningene så nær opp til observasjonsprosedyren som mulig. Det er derfor foretatt egne beregninger av IRVR for dette formål, ved å benytte en banebredde på  $2 \cdot 34 \text{ m} = 68 \text{ m}$  og en pilothøyde på 2 m. Derved endres lysstyrken i retning av observatørens øye i forhold til hva som er vist på figur E.1 (pilothøyde 5 m, banebredde 45 m). Bakgrunnslys og transmittans forblir uendret. Med de nye forutsetningene blir rullebanelysstyrkens variasjon med IRVR som vist på figur E.4.

**Figur E.4.**

Lysstyrkens variasjon med rullebanesikten med nåværende rullebanebelysning, fra observasjonshøyde, OH=2 m over banens senterlinje når banebredden, BB=68 m. For sammenlikningens skyld er også vist med stiplet strek tilsvarende variasjon med OH=5 m og BB=45 m.



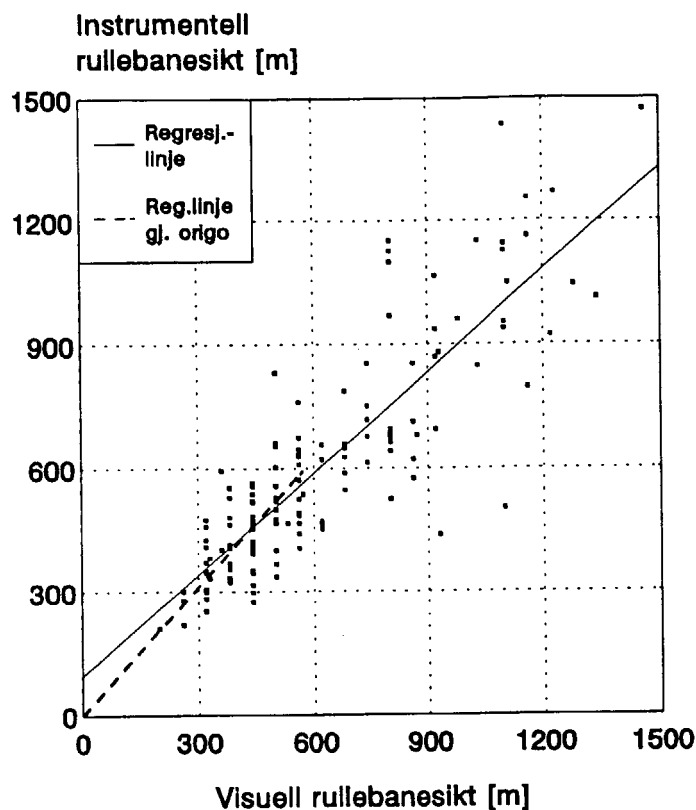
Figur E.4 viser at forskjellen i RVR ved enten å følge observasjonspraksis eller å stå på banens senterlinje i 5 meters høyde blir størst ved dårlig sikt, fordi forskjellen i lysstyrke som treffer observatørens øye da er størst. For RVR over 550 m (KAT I) er forskjellen meget liten.

Beregninger viser at observasjonspraksis gir 15-25 m lavere RVR omkring RVR=200 m, ved  $B_L=1-1000 \text{ cd/m}^2$ . Omkring RVR=350 og 550 m er forskjellen hhv. 5-10 og 2-5 m.

**Sammenlikning av RVR og IRVR.**

For å få en reell sammenlikning er det viktig å ha homogene forhold langs rullebanen. Vi har plukket ut tåkesituasjoner med tilnærmet homogene forhold langs halve rullebanen, ved å kreve at differansen i 10-minutters medianverdi mellom hhv. IRVR-sør og IRVR-midt, og IRVR-nord og IRVR-midt, skal være mindre enn 20% av siktverdien (tilsvarende 60 m ved IRVR=300 m).

IRVR er beregnet til nærmeste meter-verdi. Ved sammenlikningen er RVR satt lik avstanden til fjerneste synlige rullebanelys pluss halve avstanden til neste lyspunkt. Resultatene er vist i figurene E.5 og E.6.



**Figur E.5.**

Forholdet mellom instrumentell og visuell rullebanesikt for Gardermoen-sør for tidsrommet november 1990 - februar 1992. Regresjonslikningene for hele datamaterialet (152 observasjoner) er :  $IRVR=0.82 \cdot RVR01+96$  og  $IRVR=0.95 \cdot RVR01$  (gjennom origo, ikke vist på figuren). Korrelasjonskoeffisientene er hhv. 0.83 og 0.82. For RVR under 600 m (96 observasjoner) er regresjonslinjen gjennom origo :  $IRVR=1.04 \cdot RVR01$ , med korrelasjonskoeffisient 0.53.

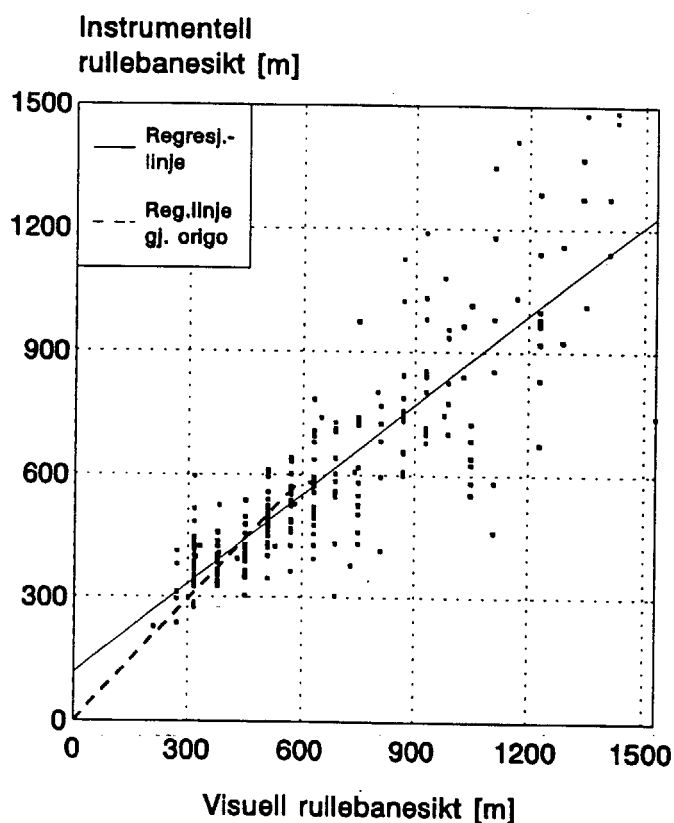
Man ser at regresjonslinjen har stigningskoeffisient 0.82 og at IRVR etter dette er større enn RVR under ca 500 m. Dersom man tvinger regresjonslinjen gjennom origo, øker stigningskoeffisienten,  $k$ , til 0.95, men korrelasjonskoeffisienten er bare ubetydelig redusert. Det betyr at retningen på regresjonslinjen er noe tilfeldig. Vi velger derfor å se på linjen gjennom origo. Det er observasjonsfordelingen over 600 m som er årsak til at  $k$  ikke kommer nærmere 1, som er den verdi man i utgangspunktet må forvente ved denne type sammenlikninger.

For operativ drift har det størst betydning at IRVR samsvarer med RVR ved sikt under 550 m (KAT II- og IIIA-forhold). Vi har derfor beregnet regresjonslinjen gjennom origo for sikt under 600 m. Stigningskoeffisienten blir da 1.04.

Ved RVR=800 m viser IRVR 40-50 m for lavt og ved RVR=1000 m 50-90 m for lavt.

Konklusjon : Samsvaret mellom instrumentell og visuell rullebanesikt er meget godt. For sikt under 600 m er forskjellen mindre enn halve avstanden mellom to rullebanelys. Over 600 m måler transmissometret 5-9% for dårlig sikt i forhold til de visuelle observasjoner for Gardermoen-sør. Dette tilsvarer omtrent avstanden mellom to rullebanelys.

For Gardermoen-nord får vi tilsvarende resultater, men samsvaret med de visuelle observasjonene er litt svakere. For sikt under 600 m er stigningskoeffisienten for regresjonslinjen gjennom origo lik 0.99.



**Figur E.6.**

Forholdet mellom instrumentell og visuell rullebanesikt for Gardermoen-nord for tidsrommet januar 1991 - mai 1992. Regresjonslikningene for hele datamaterialet (254 observasjoner) er :  $IRVR=0.73 \cdot RVR19+116$  og  $IRVR=0.87 \cdot RVR19$  (gjennom origo, ikke vist på figuren). Korrelasjonskoeffisientene er hhv. 0.86 og 0.84. For RVR under 600 m (133 observasjoner) er regresjonslinjen gjennom origo :  $IRVR=0.99 \cdot RVR19$ , med korrelasjonskoeffisient 0.51.

Ved RVR=800 og 1000 m viser IRVR hhv. 100 og 130-150 m for lavt.

Konklusjon : Samsvaret mellom instrumentell og visuell rullebane-sikt er meget godt for sikt under 600 m, over 600 m måler transmissometret 13-15% for dårlig sikt i forhold til de visuelle observasjoner for Gardermoen-nord. Dette tilsvarer omtrent den dobbelte avstanden mellom to rullebanelys.

Spredning i datamaterialet.  
-----

Til tross for relativt homogene siktforhold viser figurene stor spredning i dataene. Dette har flere årsaker :

- 1) Den visuelle observasjon foretas i løpet av 30 sekunder. Den instrumentelle måling er et middel over 10 minutter. Selv om den visuelle observasjon er foretatt innenfor riktig 10-minutt, vil det alltid være siktvariasjoner i tåken i løpet av 10 minutter. Se tabell E.2.
- 2) De visuelle observasjonene sendes ut i METAR. Denne er tidsstempelt 20 og 50 minutter over hver time. Selve observasjonen kan være foretatt 10-20 minutter før dette tidspunkt. Det vil derfor være en del observasjoner, med relativt stor tidsforskjell mellom måling og observasjon. Antagelig er det størst tidsforskjell for observasjonene med høye siktverdier, da sikten ikke er kritisk med hensyn til landing.

Ingen av disse forhold skulle tilsi noen systematisk endring av sikten i noen retning.

Spesialobservasjoner.  
-----

Det ble avtalt med lufthavnbetjeningen å foreta spesielle RVR-observasjoner nær midten av rullebanen, med nøyaktig notering av klokkeslett (minuttverdi). Forutsetningen var at det skulle være homogene siktforhold på den midtre del av rullebanen. Den 8. og 9.mars 1992 ble det foretatt 29 slike observasjoner. Rullebanesikten varierte mellom 240 og 1200 m. Regresjonsanalysen av dataene, med regresjonslinjer gjennom origo, ga følgende resultat :

$$\begin{array}{ll} \text{IRVRM}(0-1200) = 0.95 \cdot \text{RVRM}, & r = 0.95 \\ \text{IRVRM}(<600 \text{ m}) = 1.01 \cdot \text{RVRM} & r = 0.83 \end{array}$$

Sammenlignet med resultatene presentert i figurene E.5 og E.6, har vi her fått en langt høyere korrelasjon, og spesielt for rullebanesikt under 600 m. Forholdet mellom IRVR og RVR er forøvrig nær 1, slik vi tidligere har fått.

Tabell E.2.

Gjennomsnittlig avvik mellom medianverdien i en 10-minutters periode og min- og maks-verdi, fordelt på MOR-verdier for Gardermoen-nord i 1991-92, med samme datautvalg som for figur E.6 (256 observasjoner). MED er medianverdi, MIN og MAX er hhv. laveste og høyeste verdi i 10-minutters perioden. VAR.BR. er variasjonsbredden, dvs. differansen mellom MAX og MIN.

IRVR [m]	ANT. OBS.	GJ. SNITT MED-MIN [m]	GJ. SNITT MAX-MED [m]	GJ. SNITT VAR.BR. [m]	MINSTE VAR.BR. [m]	STØRSTE VAR.BR. [m]
200-299	7	17	22	39	10	98
300-399	42	25	48	73	0	330
400-499	65	37	67	104	0	480
500-599	49	43	87	130	18	1079
600-699	23	59	120	179	19	896
700-799	25	76	132	208	22	578
800-899	10	72	178	250	26	709
900-999	12	97	172	269	36	671
1000-1099	8	144	273	417	157	999
1100-1199	6	161	205	366	128	543
1200-1299	3	183	309	492	145	1186
1300-1399	2	146	231	377	302	452
1400-1499	4	114	145	259	218	300

Tabell E.2 viser at gjennomsnittlige variasjonsbredde øker med økende IRVR, eller med andre ord : Jo tettere tåke, jo mindre variasjon i sikten i løpet av 10 minutter. Over en basislengde på 45 m kan det være betydelige forskjeller i IRVR, også i situasjoner der det er relativt homogene siktforhold langs rullebanen.

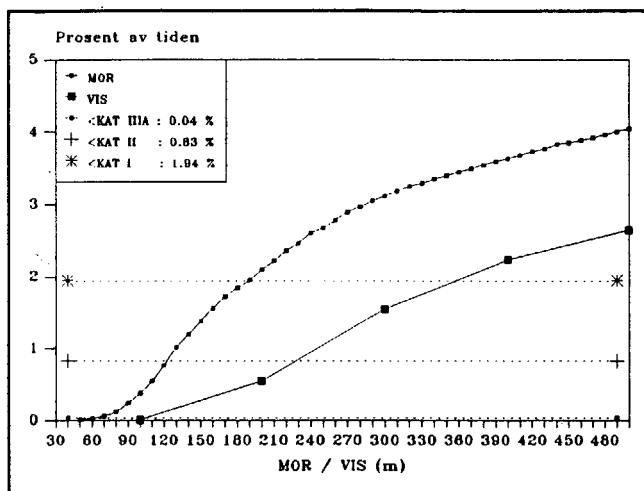
## APPENDIKS F. NORMALISERING OG USIKKERHET.

## F1. Normalisering av sikt til perioden 1957-91.

For å kunne foreta en normalisering av frekvenser av rullebane-sikt må vi kjenne sammenhengen mellom synsvidde og rullebanesikt. For 1991 får vi at synsviddegrensene 100, 225 og 350 m tilnærmet svarer til nedre grense for kategoriene IIIA, II og I, se figur F.1 i skjæringspunktet mellom horisontalt stiplede linjer og kurve for visuell sikt. Når det er tåke observeres synsvidden i intervaller på 100 m.

Figur F.1.

Akkumulerte frekvenser av visuell og instrumentell sikt på Gardermoen i 1991. De horisontale linjene viser frekvenser for RVR under hhv. 550, 350 og 200 m (se tabell 2.4a).



Både kort og lang dataserie fra Gardermoen, K-24 (1991) og L-24 (1957-91), består av 24 timevise observasjoner pr. døgn. Vi kobler den korte og den lange rekken. Da får vi at det har vært 2% mindre hyppighet av sikt under 300 m i 1991 enn gjennomsnittet for langtidsperioden. Forholdet mellom kort og lang rekke er vist i tabell F.1.

Tabell F.1.

Forholdet mellom frekvenser (gitt som antall observasjoner dividert med totalantallet) av kort og lang tidsserie for januar - desember.

VISUELL SIKT	V ≤ 100	V ≤ 200	V ≤ 300	V ≤ 400	V ≤ 500	TOT.ANT.OBS
KORT REKKE - 24 OBS. PR. DØGN	1	48	136	196	232	8760
LANG REKKE - 24 OBS. PR. DØGN	127	2007	4848	6972	8448	306792
FREKV.(K-24) / FREKV.(L-24)	0.28	0.84	0.98	0.98	0.96	

Når vi forutsetter at nedre grenseverdier for KAT IIIA, II og I ligger på hhv. 100, 225 og 350 m visuell sikt, kan vi interpolere i tabellen ovenfor og får da følgende forholdstall for de respektive kategorier : 0.28, 0.87 og 0.98. De inverse verdier multipliseres med tallverdiene 0.04, 0.83 og 1.94 (kommer indirekte fra tabell 2.4b, året) for hhv. < KAT IIIA, < KAT II og < KAT I.

Resultatet blir 98.0% KAT I, 2.0% KAT II eller dårligere, 1.0% KAT IIIA eller dårligere og 0.1% dårligere enn KAT IIIA. Se tabell F.2.

## F2. Usikkerhet ved normalisering av sikt.

Vi må utnytte de visuelle siktobservasjonene ved normalisering av frekvensene av rullebanesikt. Det er imidlertid usikkerheter ved en slik normalisering :

- a) Tilfeldige klimafluktuasjoner. Usikkerheten kan bli opptil 0.1% for året og 0.3% for sesonger (se F2.1).

Skyobservasjoner fra Tryvasshøgda indikerer hvorvidt det har vært strålingsbetinget tåke eller adveksjonståke. For langtidsperioden gir en slik analyse av tåkeforhold (sikt under 1000 m) hhv. 49 og 51%. For 1991 var forholdet 44/56, dvs. at det har vært noe mer adveksjonståke enn normalt. Adveksjonståke og strålingståke har statistisk sett litt forskjellig siktfordeling.

- b) Usikkerhet pga. manglende korreksjon for tåketype er vanskelig å kvantifisere, men vurderes til å være av størrelsesorden 0.1-0.2%.

Ved synsvidde under 300 m har det i langtidsperioden vært dobbelt hyppighet av vind fra sør i forhold til vind fra nord, mens det i 1991 var 3 ganger så stor hyppighet av vind fra sør (se tabell C.9).

- c) Vindforholdene påvirker siktfordelingen. Denne usikkerheten ligger delvis inkludert i punkt b.

Metodikken med å bestemme hvilken visuell sikt som tilsvarer grensen mellom KAT I, II og IIIA gir noe forskjellig resultat for vinter, sommer, høst og for året totalt. Vi setter grenseverdiene for vinter og høst lik 100, 225 og 350 m, for hhv. RVR < 200, 350 og 550 m. For sommeren, pga. sterkere bakgrunnsbelysning, settes de tilsvarende grenseverdier til 100, 300 og 500 m.

- d) Usikkerheten i koblingen mellom kategori-grenser og visuell sikt settes til 0.1-0.2%.

En vurdering av usikkerhetene i punktene a) til d) gir ca  $\pm 0.3\%$ , som betraktes som usikkerhetens størrelsesorden for sikt under 200-300 m. Usikkerheten i frekvens under 300, 200 og 100 m settes til hhv.  $\pm 0.3$ ,  $0.2$  og  $0.1\%$  for årsverdiene. For vinter- og høstsesong er usikkerheten litt større, for sommersesongen litt mindre.

Det er en trend i datamaterialet. Det var en større hyppighet av lave siktverdier på 60-tallet enn på 80-tallet. Dette kan skyldes observatørene, seeding (tåkeoppløsning) eller andre forhold. Det er ikke foretatt noen korreksjon av slik trend.

Ved normalisering av sesongfrekvensene tar vi utgangspunkt i årsverdiene. Forholdstallet mellom sesongfrekvenser og årsfrekvenser, med de siktgrenser som er beskrevet i punkt d), multipliseres med de normaliserte årsverdiene. Resultatet av normaliseringen, med usikkerhetsestimater, er gitt i tabell F.2.

### Tabell F.2.

Normalisering av frekvenser (%) i 1991 til langtidsperioden 1957-91, med en estimert usikkerhet basert på punktene a-d ovenfor. Tallene er avrundet til nærmeste tidel.

PERIODE	KAT I	< KAT I	< KAT II	< KAT IIIA
JAN-APR	97.6 $\pm$ 0.4	2.4 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.3	0.3 $\pm$ 0.2
MAI-AUG	99.6 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.2	0.2 $\pm$ 0.1	0.0 $\pm$ 0.0
SEP-DES	96.8 $\pm$ 0.4	3.2 $\pm$ 0.4	1.6 $\pm$ 0.3	0.2 $\pm$ 0.2
ÅRET	98.0 $\pm$ 0.3	2.0 $\pm$ 0.3	1.0 $\pm$ 0.2	0.1 $\pm$ 0.1

### F2.1. Usikkerhet i sesong- og årsmiddel.

Antall år (sesonger) er  $N=35$ . Sesongmiddelet er  $M$ . Standardavviket for  $N$  sesonger er  $s$ . Dette finnes av tabell A.4. Standardavviket for årsmiddelet (sesongmiddelet) er  $s_M$ . Da kan vi, etter Liljequist (4), skrive :

$$(F.1) \quad s_M = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Usikkerheten er gitt i tabell F.3.

**Tabell F.3.**

Usikkerheten for års- og sesongmidler er gitt som  $\pm 1$  standardavvik.

$s_M$ [%]	$\leq 100$ m	$\leq 200$ m	$\leq 300$ m	$\leq 400$ m	$\leq 500$ m
JAN-APR	0.03	0.12	0.19	0.23	0.26
MAI-AUG	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03
SEP-DES	0.01	0.13	0.23	0.29	0.32
ÅRET	0.01	0.06	0.11	0.13	0.14

Vi regner usikkerheten i årsmiddelet (sesongmiddelet) til  $\pm 1$  standardavvik. Den blir da hhv. 0.0, 0.1 og 0.1% for frekvenser av sikt under 100, 225 og 350 m, som er tilnærmet lik usikkerheten for frekvensene av sikt under KAT IIIA-, II- og I-forhold (sommeren unntatt). For vinteren blir usikkerheten 0.0, 0.1 og 0.2%, for høsten 0.0, 0.2 og 0.3%, og for sommeren 0.0% for alle siktgrenser.

### F3. Usikkerhet i KAT II og KAT IIIA.

Usikkerheten i frekvenser av rullebanesikt under hhv. 550, 350 og 200 m er gitt i tabell F.2. Vi benevner disse hhv.  $u_{m1}$ ,  $u_{m2}$  og  $u_{m3}$ . Usikkerheten i intervallene 550-350 m og 350-200 m benevnes  $u_2$  og  $u_3$ .  $u_3$  bestemmes av ligning F.2.

$$(F.2) \quad u_{m2} = \sqrt{u_3^2 + u_{m3}^2}$$

$u_2$  bestemmes av ligning F.3.

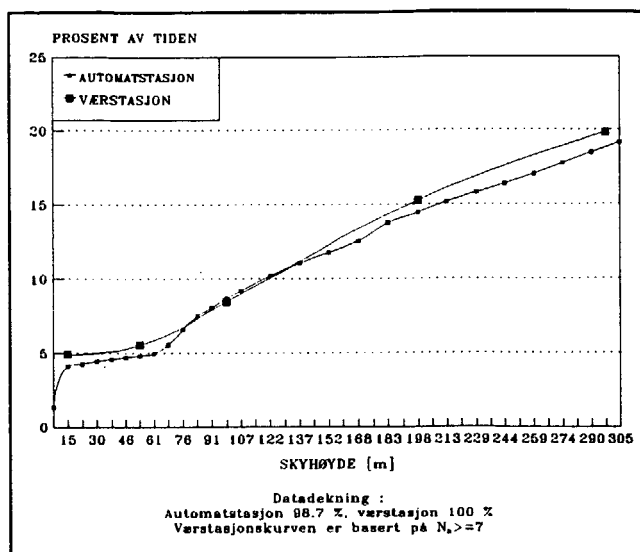
$$(F.3) \quad u_{m1} = \sqrt{u_2^2 + u_3^2 + u_{m3}^2}$$

### F4. Normalisering av skyhøyde til langtidsperioden 1957-91.

En forutsetning for normalisering er at det er rimelig godt samsvar mellom målingene fra automatstasjonen og observasjonene fra værstasjonen. Også observatørene har tilgang på data fra en skyhøydemåler, og de kan benytte skylyskaster, om nødvendig. Totalt skydekke og mengden av lavere skyer bedømmes visuelt. Skyhøyden angis i intervallene 0-50, 50-100, 100-200 og 200-300 m, osv.. Det blir registrert når skyhøyden ikke kan observeres på grunn av tåke. Forholdet mellom akkumulert skyhøydefordeling fra automatstasjonen og værstasjonen er vist på figur F.2.

**Figur F.2.**

Akkumulerte skyhøydefrekvenser fra Gardermoen-nord, fra hhv. automatstasjon og tradisjonell værstasjon, i perioden februar-desember 1991.



Skyhøydestatistikk fra værstasjonen Gardermoen, under forutsetning av at mengden av lave skyer er lik eller større enn 7/8, er gitt i tabell F.4. "/" betyr at skyhøyde ikke kan observeres på grunn av tåke eller snøvær.

**Tabell F.4.**

Forholdet mellom frekvenser (%) i lang tidsserie (februar-desember 1957-91, 46792 observasjoner) og kort tidsserie (februar-desember 1991, 1336 observasjoner), med 4 observasjoner pr. døgn.

FEB - DES	h=/ h < 50 m	h ≤ 50 m	h ≤ 100 m	h ≤ 200 m	h ≤ 300 m
57-91	6.74	6.95	8.85	13.84	18.18
91	4.94	5.54	8.46	15.27	19.84
57-91/91	1.364	1.255	1.046	0.906	0.916

Forholdstallet mellom frekvenser i langtidsperioden og i korttidsperioden brukes deretter på ceilometerfrekvensene fra skyhøydemåleren i nord, etter at det er foretatt lineær interpolasjon mellom høydeintervallene i tabell F.4.

**APPENDIKS G. DEFINISJONER**

I rapporten benyttes følgende forkortelser :

DNMI - Det norske meteorologiske institutt  
ICAO - International Civil Aviation Organisation  
(Den internasjonale sivile luftfartsorganisasjon under FN)  
LV - Luftfartsverket

I rapporten benyttes følgende begreper :

Frekvens :

Antall observasjoner av en spesifisert begivenhet i forhold til et maksimalt mulig antall. Frekvenser angis i prosent.

Kategori I operasjon :

En presisjonsinnflyging og landing, med beslutningshøyde ikke lavere enn 60 m, og med meteorologisk sikt minst 800 m, eller rullebanesikt minst 550 m.

Kategori II operasjon :

En presisjonsinnflyging og landing, med beslutningshøyde under 60 m, men ikke lavere enn 30 m, og rullebanesikt minst 350 m.

Kategori IIIA operasjon :

En presisjonsinnflyging og landing, enten med beslutningshøyde lavere enn 30 m, eller uten beslutningshøyde, og rullebanesikt minst 200 m.

Median :

Den verdi som overskrides i 50% av tilfellene. I en ordnet tallrekke ligger medianverdien nøyaktig midt i tallrekken.

Meteorologisk instrumentsikt (MOR - Meteorological Optical Range) :

Sikt beregnet ut fra målt transmittans (prosentvis lysgjennomgang fra sender til mottaker på en siktmåler), med 5% kontrastterskel.

Meteorologisk visuell sikt (MVR - Meteorological Visual Range) :

I dagslys den største avstand en mørk og tilstrekkelig stor gjenstand kan gjenkjennes, med tilstrekkelig tydelighet.

I mørke den største avstand et lys av middels styrke kan sees og gjenkjennes (gatebelysning, lys fra hus).

Rullebanesikt (RVR - Runway Visual Range) :

Sikt langs rullebanen ved aktuell rullebanebelysning, fra et fly på banens senterlinje.

Skybasis / vertikalsikt :

Høyde til undersiden av et skydekke. Ved nedbør kan det være umulig å observere skybasis. Da brukes i stedet begrepet vertikalsikt, dvs. den høyde man kan se bakken fra.

**Tåke :**

Luft som inneholder en mengde bittesmå vanndråper. De små dråpene sprer lyset effektivt og nedsetter sikten. Først når den meteorologiske sikt er under 1000 m, sier vi at det er tåke. Populært sagt er tåke skyer som ligger på bakken.

**Adveksjonståke.** Når fuktig luft transporteres innover kaldere landområder, kan det dannes tåke ved at luften blir avkjølt, slik at vanndamp går over i dråpeform.

I forbindelse med lavtrykk, fronter og vidstrakte sky- og nedbørområder, vil det være tåke i et visst høydenivå, fordi lavtliggende skyer innhyller åser og høydedrag. Slik skytåke blir også betegnet som adveksjonståke.

**Frostrøyk.** Når kald luft kommer ut over varmere vann, vil luften like over vannflaten oppvarmes og samtidig tilføres fuktighet. Denne luften blander seg med kaldluften over og fuktigheten kondenseres til vanndråper, det dannes frostrøyk.

**Strålingståke.** I godværssituasjoner, med høytrykk og lite eller ingen skyer i midlere og høyere nivå, kan det dannes lokal tåke i lavlandet, ved at luften i nedre luftlag blir avkjølt på grunn av utstråling til verdensrommet. Strålingståke danner seg lettest om natten og om morgenen når temperaturen har sin minimumsverdi.

**Vind :**

**Vindkastfaktor.** Høyeste registrerte vindhastighet innenfor en 10-minutters periode, dividert med middelvindhastigheten innenfor samme tidsrom. Det er vanlig å operere med 3 sekunders og 60 sekunders kastfaktor.

**Sidevind.** Aktuell vindhastighetskomponent vinkelrett på rullebaneretningen.

**Turbulensintensitet.** Standardavviket (uttrykk for spredning) i vindhastighetens sekundverdier, dividert med 10-minutters middelvindhastighet.