

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

TÅKEOPPLØSNING PÅ GARDERMOEN

BJØRN HARALD FLOBEKK OG LARS ANDRESEN

RAPPORT NR. 41/92 KLIMA



# DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

41/92 KLIMA

DATO

7.10.1992

TITTEL

## TÅKEOPPLØSNING PÅ GARDERMOEN

UTARBEIDET AV

BJØRN HARALD FLOBEKK\* OG LARS ANDRESEN

\* Avdeling for flymeteorologi

OPPDRAGSGIVER

DNMI

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Noteringer i vaktjournalen på Gardermoen om tidspunkt for seeding er benyttet til utplukk av siktdata for tidsrommet 1980-90. Det er utarbeidet statistikk for omfanget av seeding i denne perioden og den siktførbærende effekt pga. seeding.

Det er i gjennomsnitt foretatt 15 seedinger pr. år, fordelt på 9 døgn. 75% av alle seedinger har foregått i desember og januar.

Ca 80% av alle seedinger har gitt en siktførbæring på minst 100 m. Ved siktførhald dårligere enn KAT I, har det vært 70-75% sjanse for å få bedret sikten til KAT I.

Siktstatistikken for Gardermoen er lite influert av den seeding som har foregått.

UNDERSKRIFT

*Lars Andresen*.....

Lars Andresen

SAKSBEHANDLER

.....*Bjørn Aune*.....

Bjørn Aune

FAGSJEF

## 1. INNLEDNING

Fra Luftfartsverket på Gardermoen har vi fått oversendt tidspunkter for tåkeoppløsning for tidsrommet 19.12.1980-21.2.1992 (se Appendiks A1-A2). I forbindelse med DNMI's måleprosjekt på Gardermoen (1), som startet i november 1990, noterte betjeningen på Værtjenestekontoret tidspunkter for tåkefjerning. Disse er utnyttet til å forlenge dataserien.

Tåkeoppløsning er en ikke helt god fornorskning av det engelske begrepet "seeding", der førstnevnte begrep henleder oppmerksomheten på resultatet av sistnevnte, aktive prosess. Vi vil i fortsettelsen konsekvent bruke begrepet seeding som et norsk ord, når det er den aktive prosess vi tenker på.

Når det er kuldegrader vil tåken bestå av underkjølte vann-  
dråper. I ren luft vil vanndråpene kunne forbli i vannfasen til ca.  $-40^{\circ}\text{C}$ . Forurensningspartikler og støvpartikler vil imidlertid bevirke at vanndråpene fryser ved  $-10$  til  $-15^{\circ}\text{C}$ . Dermed dannes iskrystaller som vokser på bekostning av tåke-  
dråpene i lufta, og noe av fuktigheten faller ut som snø. Seeding foregår ved å strø kullsyreis (tørris) over tåkelaget fra fly. Tørrisen som er meget kald ( $-79^{\circ}\text{C}$ ), avkjøler tåken slik at temperaturen kommer under nivået der frysing kan skje. Se Rabbe, Hoppestad, Eriksen (2).

Hensikten med seeding (i tåkesituasjoner) er å skape stor nok bedring i sikten til at flyplassen kan holdes åpen lengst mulig. Skal seeding lykkes, må temperaturen være under  $0^{\circ}\text{C}$ , helst under  $-3^{\circ}\text{C}$ . Se Rabbe (3). Vindforhold kan også ha noe å si, særlig i situasjoner med adveksjonståke. Da er seeding lite effektivt. Seeding foregår oftest i forholdsvis rolige vinterdager med kuldegrader i de lavere lag. Svært ofte blir ikke tåken borte, men dråpetettheten avtar slik at sikten forbedres.

På Gardermoen er seeding brukt i relativt lite omfang på grunn av liten flytrafikk.

I rapporten presenterer vi resultater for hvor ofte og hvor mye sikten i tåke har bedret seg på Gardermoen pga. seeding.

## 2. DATAMATERIALET

Datagrunnlaget bygger på en utskrift av vaktjournalen på Gardermoen vedrørende seeding for tidsrommet 19.12.1980 - 15.02.90. Her er angitt dato og tidspunkt for når seeding startet og ble avsluttet (se Appendiks B). Noteringene i vaktjournalen har vært noe mangelfull (se Appendiks A). I noen tilfelle er bare starttidspunkt eller avslutnings-tidspunkt notert. Noen få seedingepisoder er supplert fra dagboka.

For de seedingstidspunkter som er oppgitt er det plukket ut meteorologisk sikt fra dagboka, evt. også fra METAR-skjemaene for Gardermoen for hver halve time der det har vært mulig. I noen tilfelle er også rullebanesikten tatt med. Sikten er estimert der det har vært nødvendig å få til en samordning med seedingstidspunktene. Fra november 1990 er utnyttet mer utfyllende informasjon fra vartjenestekontoret på Gardermoen.

Dataene for sikt ved seedings start/avslutning er så lagt inn på en database. I datamaterialet er det registrert 161 seedinger. Imidlertid er det et betydelig antall data som er ufullstendige, enten ved at sikten ved seedingstart eller -slutt ikke har latt seg interpolere eller ved at seedings-tidsrommene ikke er oppgitt.

De gjenværende seedingsituasjoner, der det er mulig å angi en siktforbedring, er dermed redusert til 90. 8 av disse har imidlertid en varighet på over 2 timer, og det er grunn til å tro at disse består av mer enn 1 seedingepisode. Disse er trolig stykket opp i flere episoder med korte pauser i situasjoner der det er problemer med å løse opp tåken. Det er således bare 82 seedingsituasjoner som er brukt som statistisk grunnlag for resultatene i rapporten. Utvalget av data er dermed ikke så godt som ønskelig. Vi har imidlertid ingen grunn til å tro at de seedingtilfelle som ikke er med i undersøkelsen, ville gitt et annet resultat enn det som er presentert i rapporten.

Gjennomsnittstiden for seedingepisoder under 2 timers varighet var ca 50 minutter.

Dataene som er behandlet har start- og sluttid for seeding, og visuell sikt for de samme tider, samt eventuell siktforbedring i løpet av seedingsperioden.

### 3. OMFANGET AV SEEDING

I tidsrommet 1981-91 har det vært registrert 97 døgn med seeding, med i alt 161 seedingepisoder, dvs. i gjennomsnitt opp mot 2 episoder de dager det har vært aktuelt å få til en siktf forbedring på flyplassen. Se tabell 1.

**Tabell 1.**

*Antall døgn med seeding og seedingepisoder på Gardermoen 1981-91.*

ÅR	ANTALL TILFELLE MED SEEDING	DØGN MED SEEDING
1981	13	7
1982	22	15
1983	4	3
1984	6	3
1985	19	11
1986	5	4
1987	19	14
1988	21	12
1989	14	9
1990	18	11
1991	20	8
SUM	161	97
GJENNOMSNI TT	14.6	8.8

Tabellen viser at det er 15 seedingepisoder og 9 seedingdager i gjennomsnitt pr. år. 1983 og 1984 har færrest seedingdøgn med 3, mens 1982 har flest med 15.

Datamaterialet viser forøvrig at det i 61 døgn ble seedet kun 1 gang, i 18 døgn 2 ganger, i 13 døgn 3 ganger og i 5 døgn måtte det seedes 4 ganger eller mer.

Tabell 2 viser hvilke måneder det har vært størst behov for å løse opp tåken. Seedingseasonen starter i november og avsluttes i mars. Aktiviteten er størst i desember med opp mot 4 seedingdøgn og 6 seedingtilfelle i gjennomsnitt pr. år, men aktiviteten er relativt høy også i januar og februar. Grunnen til at det er så få seedinger i november, skyldes nok mye at temperaturene da ofte er i høyeste laget for at seeding skal ha noen effekt. I mars vil det i strålingståkesituasjoner ofte være slik at tåken løses opp utover formiddagen på grunn av øket solinnstråling. Behovet for seeding er derfor ikke så stort som tidligere på året.

**Tabell 2.**

Antall døgn med seeding og seedingepisoder pr. måned på Gardermoen 1981-91. Se forøvrig tabell 1.

1981-91	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	SUM
ANTALL DØGN	10	41	29	16	1	97
GJENNOMSNIITT PR. ÅR	0.9	3.7	2.6	1.5	0.1	8.8
ANTALL TILFELLE	14	69	53	24	1	161
GJENNOMSNIITT PR. ÅR	1.2	6.3	4.8	2.2	0.1	14.6

#### 4. SIKTFORBEDRING

Det er oppgitt klokkeslett for start og avslutning av de aktuelle seedingsituasjonene. Sikten er imidlertid ikke observert nøyaktig på disse tidspunktene. Vi er henvist til å bruke siktobservasjonene hver halvtime, fortrinnsvis tidspunktet før seedingstart og tidspunktet etter seedingslutt. Men det er enkelte unntak, avhengig av nærhet i tid mellom observasjon og seedingstidspunkt. Siktendringene, som et resultat av seeding, er presentert i tabell 3. En må anta at hovedtrekkene av seedingeffekten kommer fram i tabellen.

**Tabell 3.**

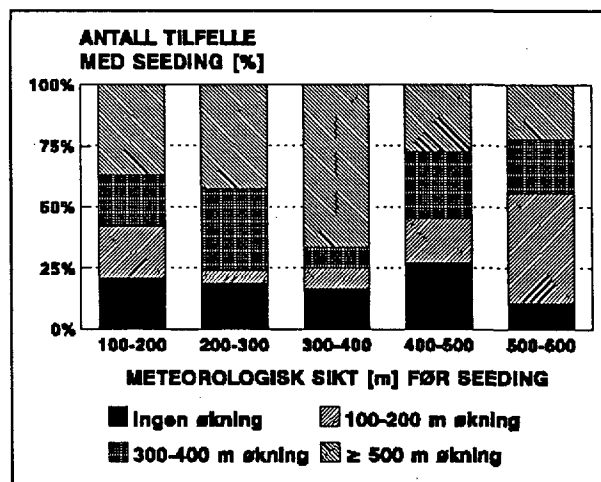
Antall tilfelle av siktendring [m] ved seeding på Gardermoen i tidsrommet desember 1980 - mars 1990, i forhold til laveste meteorologisk sikt (startsikt) [m] i seedingepisoden. Det er forutsatt at seedingepisodene har en varighet på under 2 timer.

STARTSIKT	SIKTFORBEDRING						SUM
	0	100	200	300	400	>500	
0-100		1					1
100-200	4	3	1	1	3	7	19
200-300	4	1		1	6	9	21
300-400	2		1		1	8	12
400-500	3	1	1	2	1	3	11
500-600	1	3	1	1	1	2	9
600-700		1				3	4
700-800		2					2
800-900						2	2
900-1000						1	1
SUM	14	12	4	5	12	35	82

Siktforbedringen er gitt i antall av 100 meter, men usikkerheten i oppgitt verdi er relativt stor. Dette henger sammen med at visuell sikt oppgis i intervaller på 100 m, slik venstre kolonne i tabell 3 viser. Hvis sikten i utgangspunktet er 200-300 m og 400-500 m etter seeding, blir siktforbedringen notert til 200 m. Teoretisk er imidlertid siktforbedringen 100-300 m. Vi ser bort fra denne usikkerheten i rapporten.

På grunn av det begrensede datamaterialet er siktforbedringer på 100 og 200 m, og 300 og 400 m, slått sammen. Resultatet er vist i figur 1.

**Figur 1.**  
Siktendring ved seeding på Gardermoen 1980-90.



Figur 1 viser et utdrag av tabell 3 : Alle tilfelle med startsikt mellom 100 og 600 m. Tallmaterialet er for lite til å kunne gi sikre holdepunkter for hvordan siktendringen varierer med startsikt. I gjennomsnitt fikk ca 20% av tilfellene ingen siktforbedring etter seeding, 40% fikk en bedring på mer enn 500 m. I de resterende 40% ble bedringen mellom 100 og 400 m.

Siktendringene vist i tabell 3 og figur 1, gjelder forholdene i nordenden av rullebanen. Her er minimumskravet til KAT I-landinger idag 750 m rullebanesikt (tilnærmet 400 m meteorologisk sikt), det samme som ved landing fra sør. I følge tabell 3 er det ved siktforhold på 100-400 m ca 70% sjanse for at sikten skal gå over 400 m etter seeding.

Laveste KAT I-grense for flyplasser generelt har ICAO satt til 550 m rullebanesikt (tilnærmet meteorologisk sikt over 300 m). Med tanke på en fremtidig hovedflyplass, der det blir aktuelt med KAT II- og IIIA-innflyginger, er det av interesse og se nærmere på eventuelle siktendringer når startsikten er hhv. 100-200 m (tilnærmet KAT IIIA) og 200-300 m (tilnærmet KAT II). Tabell 4 er et utdrag av tabell 3 og viser hvordan sikten har endret seg på grunn av seeding, uttrykt i KAT-terminologi.

**Tabell 4.**

Antall tilfelle av siktendring ved seeding på Gardermoen i tidsrommet desember 1980 - mars 1990. Det er forutsatt at seedingepisodene har en varighet på under 2 timer.

STARTSIKT	SLUTTSIKT			SUM
	KAT IIIA	KAT II	KAT I	
KAT IIIA	4	3	12	19
KAT II		4	17	21

Tabell 4 viser at med KAT IIIA-forhold før seeding, var sikten etter seeding uforandret i 21% (4/19), økte til KAT II i 16% og til KAT I i 63% av tilfellene.

Når sikten på forhånd tilsvarte KAT II, var sikten etter seeding den samme i 19% (4/21) og økte til KAT I i 81% av tilfellene.

Når sikten på forhånd var under KAT I, økte den til KAT I i 73% (29/40) av tilfellene.

**5. KONKLUSJON**

Det er i gjennomsnitt foretatt ca 15 seedinger pr. år, fordelt på ca 9 døgn, i tidsrommet 1980-90. 75% av alle seedinger er foretatt i desember og januar.

Gjennomsnittstiden for seedingepisoder under 2 timers varighet har vært ca 50 minutter.

Seeding har hatt en betydelig siktforbedrende effekt på Gardermoen i denne tiden. Ved meteorologisk sikt dårligere enn KAT I-forhold har sjansen for å få KAT I vært 70-75%.

Ca 80% av alle seedinger har gitt en siktforbedring på minst 100 m.

På grunn av relativt liten flytrafikk har seeding vært lite utnyttet. Dersom vi regner at seedingepisodene i gjennomsnitt har hatt en virkning på siktforholdene i 1 time, har det i årsgjennomsnitt vært 12 timer (15·0.8) med seedingpåvirket sikt. Dette tilsvarer 0.14% av tiden på årsbasis. I halvparten av denne tiden var sikten før seeding under 300 m meteorologisk sikt. Det har bare vært få tilfelle med seeding ved sikt over 600 m.

Siktstatistikk fra Gardermoen viser at sikt under 300 og 600 m har en årshfrekvens på hhv. 1.6 og 3.3% (1). Statistikken er således lite influert av den seeding som har foregått.



## 6. REFERANSER

1. Lars Andresen og Per Ove Kjensli :  
Gardermoen - Værmessig tilgjengelighet  
DNMI-rapport 22/92 KLIMA  
10.juli 1992
2. Å. Rabbe, S. Hoppestad og B. Eriksen :  
Cold Fog Occurrence at Oslo Airport, and Methods of  
Artificial Dissolution.  
Meteorologiske Annaler, Vol. 5, No. 1.  
Oslo 1968
3. Åsmund Rabbe :  
Cold Fog Seeding at Oslo Airport, Fornebu, during  
Winters 1967-68 and 1968-69.  
Meteorologiske Annaler, Vol. 5, No. 9.  
Oslo 1969



Vår dato . 31.10.90. Vår referanse 499/90

Vår saksbehandler - tlf.

Deres dato

Deres referanse

Værtjenesten  
Oslo lufthavn, Gardermoen  
2060 GARDERMOEN

UTSKRIFT VAKTJOURNAL GARDERMOEN KONTROLLTÅRN OM TÅKE-  
FJERNING


Det vises til orienteringsmøte avholdt 23.10 d.å. ifm. montering av automatisk måling av rullebanesikt og de påtenkte forsøk i kommende vintersesong.

Som avtalt oversendes en utskrift fra vaktjournalen i kontrolltårnet hva gjelder tåkefjerning. Utskriftene er tatt i perioden 19.12.80 - 15.2.90 - mao. til avslutning av forrige års sesong for seeding. Det er uttalt fra lufthavnforvaltningen at seeding for kommende sesong kan bebegynnes den 15.11 - med muligheter for tidligere start dersom forholdene skulle kreve dette. Registreringer av eventuell tåkefjerning forut for 19.12.80 finnes ikke ved enheten.

Det gjøres oppmerksom på at anførsel om tåkefjerning tidvis kan være noe mangelfull. Det foreligger intet direkte pålegg om nøyaktig loggføring av disse tiltak - men det er fra sjefsflygeleder anmodet om at omstendighetene omkring slike disposisjoner anmerkes i logg i det tilfelle dette skulle ble gjenstand for en mulig senere rekosntruksjon ved uregelmessighet e.l.

Vennligst også noter at utskriftene er foretatt i omvendt kronologisk orden.

Med hilsen

  
A.O. Taalesen  
Sjefsflygeleder

Vedlegg

Postadresse:

Kontoradresse:

Telefon:

AFTN/Teleks:



Vår saksbehandler - tlf.  
K. Flatla

Vår dato  
13.08.92

Vår referanse  
409/92

Deres dato

Deres referanse

Lars Andresen  
DNMI  
Postboks 43 - Blindern

0313 OSLO 3

**UTSKRIFT VAKTJOURNAL GARDERMOEN KONTROLLTÅRN OM  
TÅKEFJERNING**

Viser til telefonsamtale den 12.08.92, og oversender som avtalt utskrift fra vaktjournal i kontrolltårnet hva gjelder tåkefjerning. Utskriften er tatt i perioden 9.11.90 til 21.2.92.

Det gjøres oppmerksom på at det ikke foreligger noe direkte pålegg om anførsel av tåkefjerning i vaktjournal, slik at tidsangivelsen kan være noe unøyaktig.

Med vennlig hilsen

K. Flatla

Fung. sjefsflygeleder

Vedlegg

Tidspunkter for seeding på Gardermoen i følge vaktjournal																		
80	12	19	1540					83	2	15		0902		87	1	2	1105	
								83	2	24	0800	0857		87	1	2	2000	2115
81	1	5	1635					83	2	25	2000	2100		87	1	4	0932	1020
81	1	5	2020					83	2	25	2230	2250		87	1	17	0106	0145
81	1	5	2330					84	2	11	1948	2040		87	1	17	0730	0830
81	1	22	2001	2044				84	2	26	0749	0835		87	1	17	1000	1110
81	1	23		1850				84	2	26	1100	1147		87	2	2	1110	
81	2	16	0225	0241				84	12	21	1215	1245		87	11	30	1035	1130
81	12	13	1918					84	12	21	1555	1620		87	11	30	1340	1430
81	12	13	2007					84	12	21	1840	1950		87	12	4	1820	2210
81	12	13	2126											87	12	5	2237	
81	12	14	0555					85	2	5	1930	1950		87	12	16	2125	
81	12	14	1706	1740				85	2	6	0832			87	12	19	0840	1520
81	12	14	2020	2220				85	2	24	0740	0924		87	12	19	1850	
81	12	17	1050	1152				85	2	24	2000	2315		87	12	20	0120	0220
								85	2	26	1153	1245		87	12	22	1625	1735
82	1	17	0810					85	11	30	1830	1910		87	12	23	1910	2330
82	1	17	1100					85	11	30	2100	2145		87	12	24	1135	1240
82	1	17	2000	2050				85	12	5	1110	1215		87	12	28	2200	2326
82	1	17	2215	2245				85	12	8	0710	0720						
82	1	18	1918	2013				85	12	8	1110	1140		88	1	3	1915	
82	1	19	2140	2157				85	12	8	1405	1435		88	1	15	2125	2225
82	1	20	1000	1200				85	12	8	1450	1510		88	1	17	0645	0850
82	1	20	1410	1520				85	12	8	1543	1717		88	1	19	1630	1740
82	1	20	1920	1950				85	12	8	2015	2140		88	2	12	1600	1625
82	1	24	1945	2339				85	12	8	2305	2335		88	2	12	1855	1950
82	1	25	0020	0156				85	12	9	0726			88	2	13	0130	0200
82	2	20	1945	2010				85	12	11	0615			88	2	13	0745	0900
82	11	16		0150				85	12	11	1850			88	2	13	1650	1715
82	11	30		0800				85	12	29		1921		88	12	1	1345	1440
82	12	2	1432	1455				85	12	30	0450	0600		88	12	1	1915	2100
82	12	13		1745										88	12	2	0640	0740
82	12	13	2056	2130				86	2	10	2050	2115		88	12	3	0550	
82	12	13	2254	2311				86	2	10	2258	2320		88	12	16		0616
82	12	14	0828	0911				86	3	15	1253	1333		88	12	16	0845	1000
82	12	25	1300	1339				86	12	24	1930	2000		88	12	16	2215	2330
82	12	30	2008	2030				86	12	30	2225			88	12	17	0635	0735
82	12	31	1945	2028										88	12	17	1044	1105
														88	12	17	1613	1710
														88	12	27	1500	1640
														88	12	27	1735	

