

Glykol- avrenning ved lufthavnene



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen-Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:
Undernummer:
Løpenummer: 2624
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: GLYKOLAVRENNING VED LUFTHAVNENE - Vurdering av resipienter og behov for reparerende - forebyggende tiltak Fase 1.	Dato: 30.08.91
Forfatter (e): Svein Stene-Johansen, NIVA Hans Holtan, NIVA Harald Damhaug, T&Ø Jon Trandem, T&Ø	Prosjektnummer: 90219
	Faggruppe:
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 247

Oppdragsgiver: Luftfartsverket	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
-----------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt: Rapporten beskriver glykolavrenning (flyavisingsvæske) fra 11 norske lufthavner samt hvilke miljøproblemer dette kan medføre. Rapporten gir også en vurdering av reparerende og forebyggende tiltak.

4 emneord, norske:

1. flyavising
2. resipientpåvirkning
3. rensing
4. gjenvinning glykol

4 emneord, engelske:

1. deicing
2. impact assessment
3. treatment
4. recycling

Prosjektleder:

For administrasjonen:

Svein Stene-Johansen

Arne Henriksen

ISBN 82-577-1974-9

Glykol- avrenning ved lufthavnene

Vurdering av resipienter
og behov for reparerende –
– forebyggende tiltak

Oslo august 1991

FORORD

Norsk institutt for vannforskning, NIVA og Taugbøl & Øverland, T&Ø har hatt i oppdrag for Luftfartsverket å kartlegge glykolavrenning for å vurdere reparerende og forebyggende tiltak ved følgende 11 lufthavner:

1. Fornebu
2. Gardermoen
3. Kjevik
4. Sola
5. Haugesund
6. Flesland
7. Værnes
8. Evenes
9. Bardufoss
10. Tromsø
11. Alta

Kartleggingsprogrammet startet i oktober 1990 og resultater av dette arbeidet som representerer 1. etappe (FASE 1) fremlegges i denne rapport.

Kontaktpersoner i Luftfartsverket har vært Alice Gaustad og Lars Mork Gundersen samt miljøansvarlige ved de respektive lufthavner. Vi vil med dette takke for den hjelp og imøtekommenhet som er vist ved gjennomføring av prosjektet så langt. Vi vil likeledes takke for den assistanse vi har fått fra forsvaret, og fra flyselskapene som har vært behjelpelig med fremskaffelse av forbrukstall for glykol.

I forbindelse med de økonomiske betraktninger for et landsomfattende opplegg for oppsamling/ gjenvinning av glykol er Sandefjord lufthavn på Torp også tatt med.

Vi mener at rapporten har tatt for seg de problemstillinger som var forutsatt i arbeidsprogrammet.

De anbefalinger som er gitt går delvis på alternative tiltak med utgangspunkt i den foreløpige rangering av lufthavnene, og delvis på de videre studier som skal gjennomføres i FASE 2 for å komme frem til de endelige tiltak.

NIVA

Svein Stene-Johansen
prosjektleder

T&Ø

Harald A. Damhaug
prosjektleder

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD

SAMMENDRAG

1. INNLEDNING

1.1 Målsetting for undersøkelsene

- 1.1.1 Generelt
- 1.1.2 Spesielle delmål

2. GENERELLE VURDERINGER

2.1 Avisingsvæske - virkning på miljøet

- 2.1.1 Alternative avisingsvæsker og deres fysisk-kjemiske egenskaper
- 2.1.2 Avisingsvæskens miljøegenskaper
Virkning av tilsetningsstoffer
Økosystemforstyrrelser- praktiske konsekvenser
- 2.1.3 Avisingsvæskens virkning på resipient
Bekker/elver
Innsjøer
Grunnvann
Kystområder
Jord

2.2 Avisingspraksis og bruk av væske

2.3 Oppsamling, behandling - gjenvinning.

- 2.3.1 Påføringssystemer
- 2.3.2 Oppsamlingssystemer
- 2.3.3 Behandlingsmetoder og tekniske tiltak
- 2.3.4 Gjenvinning av glykol

3. BESKRIVELSE AV FORHOLDENE VED DE UNDERSØKTE LUFTHAVNER

3.1 Oslo Lufthavn Gardermoen

- 3.1.1 Generelle forhold
- 3.1.2 Trafikkforhold
- 3.1.3 Avrenningsforhold
- 3.1.4 Resipienter
- 3.1.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

- 3.2 Oslo Lufthavn Fornebu
 - 3.2.1 Generelle forhold
 - 3.2.2 Trafikkforhold
 - 3.2.3 Avrenningsforhold
 - 3.2.4 Resipienter
 - 3.2.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol
- 3.3 Kristiansand Lufthavn Kjevik
 - 3.3.1 Generelle forhold
 - 3.3.2 Trafikkforhold
 - 3.3.3 Avrenningsforhold
 - 3.3.4 Resipienter
 - 3.3.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol
- 3.4 Stavanger Lufthavn Sola
 - 3.4.1 Generelle forhold
 - 3.4.2 Trafikkforhold
 - 3.4.3 Avrenningsforhold
 - 3.4.4 Resipienter
 - 3.4.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol
- 3.5 Haugesund Lufthavn Karmøy
 - 3.5.1 Generelle forhold
 - 3.5.2 Trafikkforhold
 - 3.5.3 Avrenningsforhold
 - 3.5.4 Resipienter
 - 3.5.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol
- 3.6 Bergen Lufthavn Flesland
 - 3.6.1 Generelle forhold
 - 3.6.2 Trafikkforhold
 - 3.6.3 Avrenningsforhold
 - 3.6.4 Resipienter
 - 3.6.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol
- 3.7 Trondheim Lufthavn Værnes
 - 3.7.1 Generelle forhold
 - 3.7.2 Trafikkforhold
 - 3.7.3 Avrenningsforhold
 - 3.7.4 Resipienter
 - 3.7.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

3.8 Evenes Lufthavn

- 3.8.1 Generelle forhold
- 3.8.2 Trafikkforhold
- 3.8.3 Avrenningsforhold
- 3.8.4 Resipienter
- 3.8.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

3.9 Bardufoss Lufthavn/flystasjon

- 3.9.1 Generelle forhold
- 3.9.2 Trafikkforhold
- 3.9.3 Avrenningsforhold
- 3.9.4 Resipienter
- 3.9.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

3.10 Tromsø Lufthavn Langnes

- 3.10.1 Generelle forhold
- 3.10.2 Trafikkforhold
- 3.10.3 Avrenningsforhold
- 3.10.4 Resipienter
- 3.10.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

3.11 Alta Lufthavn

- 3.11.1 Generelle forhold
- 3.11.2 Trafikkforhold
- 3.11.3 Avrenningsforhold
- 3.11.4 Resipienter
- 3.11.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

4. EDB-MODELL FOR RANGERING OG KOORDINERING AV TILTAK

4.1 Oppbygging av modellen

4.2 Resultater

5. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

5.1 Resipienter

5.1.1 Generelt

5.1.2 Anbefalninger vedrørende resipientundersøkelser i fase 2

5.2 Resultater fra EDB- modellen

6. LITTERATUR

B I L A G

- BILAG 1 Kilfrost spesifikasjon Type I
- BILAG 2 Kilfrost spesifikasjon Type II
- BILAG 3 AEA Material spesifikasjon.
- BILAG 4 AMS 1427A
- BILAG 5 Testrapport. Bioksydasjon av lett nedbrytbart organisk stoff.
- BILAG 6 Toksisitetstester av glykol og avisingsvæske.
- BILAG 7 AEA's Recommendations for Deicing/antiicing of aircraft on ground.
- BILAG 8 Organismer funnet i bunnmateriale fra ravinene ved Gardermoen lufthavn.
- BILAG 9 Kostnadsgrunnlag for EDB-beregninger.
- BILAG 10 Økonomiske betraktninger for 7 alternative løsninger ved EDB-beregninger. Notat 19.02.91.
- BILAG 11 Karakterisering av resipientene.
- BILAG 12 Arbeidsprogram 15.10.1990.
- BILAG 13 Stikkord for fase 2. Notat 18.02.91.

SAMMENDRAG

I oppdraget fra Luftfartsverket er det fokusert på glykol-avrenning fra norske lufthavner. Med dette menes flyavisingsvæske. Bruk av f.eks. urea på rullebaner eller forurensninger fra andre kilder fra et lufthavnsområde faller utenfor prosjektets nåværende ramme (FASE 1).

Avisingsvæsken som blir mest brukt i Norge av sivil luftfart består av ca. 80 % monopropylenglykol samt ca. 20 % tilsetningsstoffer hvorav ca. 1 % utgjør korrosjonsinhibitorer.

Glykol er lett nedbrytbar under forbruk av oksygen. Er væsketilførselen stor i forhold til oksygentilgangen, oppstår oksygenfrie eller anaerobe forhold. Nedbrytningsprosessen føres i så fall videre av anaerobe bakterier og det kan dannes merkaptaner som har en gjennomtrengende høyst ubehagelig lukt selv i små konsentrasjoner. Dette er miljøgiften som kan ha alvorlige konsekvenser for naturmiljøet i store nok konsentrasjoner.

Eksperimentelle giftighetstester av Type I - væske viste at ved en konsentrasjon på mer enn 0.032 % ble det registrert dødelighet på dyreorganismer i vann. Giftigheten av avisingsvæsken er bortimot 100 ganger større enn for ren glykol.

Avisingsvæskens egenskaper tilsier at man ved utslipp til vann må ta tilbørlig hensyn til resipientenes selvrensende evne. Hvis den er utilstrekkelig må det settes inn tiltak for å redusere utslippsmengden.

Nødvendige tiltak vil variere fra lufthavn til lufthavn avhengig av resipientforhold, forbruk av avisingsvæske, etc. Tiltakene kan være alt fra gjenvinningsanlegg til utslippsarrangementer som gir optimal fortynning.

Ved utslipp til jord kan det lett oppstå anaerobe forhold med dannelse av merkaptaner med påfølgende giftvirkning på grunnvann.

Sett fra et miljømessig synspunkt er gjenvinningsalternativet det ideelle for flere lufthavner. Hvor langt man skal gå i denne sammenheng er imidlertid både et miljømessig og økonomisk spørsmål. Prosjektet har derfor utviklet en EDB-modell hvor ulike tekniske løsninger enkelt kan kostnadsberegnes ut fra varierende forutsetninger. Modellen vil også senere kunne være nyttig ved å kalkulere andre alternative systemløsninger.

Prosjektet beskriver også de forhold som er av betydning for å kunne vurdere avrenningen av avisingsvæske ved hver enkelt lufthavn som er med i prosjektet. Bl.a. er resipient-

forholdene kort beskrevet, og det er foretatt en skjønnsmessig vurdering med poengberegning av hver lufthavn. Høyest poengsum gir høyest prioritering og rangering. Rangeringen er som følger:

Evenes lufthavn	1
Oslo - Fornebu	2
Oslo - Gardermoen	3
Bergen - Flesland	4
Bardufoss	5
Trondheim - Værnes	6
Alta	7
Tromsø	8
Stavanger - Sola	9
Kristiansand - Kjevik	10
Haugesund	11

Forløpige resultater fra de økonomiske betraktninger for alternative systemløsninger simulert i EDB-modellen viser at ved investeringer på ca. 45 mill.kr. vil det være mulig å etablere oppsamlingsplattformer, lagertanker og forutsatt behandling (gjenvinning) ved eksisterende stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu. Driftskostnader og gjenvinningskostnader beløper seg for dette alternativet til ca. 4 mill.kr. årlig.

Det viser seg at transportkostnadene, ca. 1.5 mill.kr., utgjør en forholdsvis liten del av de totale årskostnader med den forutsetning at gjennomsnittskonsentrasjonen for oppsamlet glykol/vann ligger på 10/90.

Med den forutsetning at 80% av det totale glykolforbruket samles opp og gjenvinnes gir dette en total inntekt på 5.8 mill.kr. ved salg tilbake til flyselskapene.

Kostnadsoverslaget på neste side viser at de totale nettokostnader ved å etablere, og drive en landsomfattende "systemløsning" for oppsamling og behandling (gjenvinning) ved Fornebu er ca. 8.6 mill.kr./år.

Dersom man tar med i vurderingen at oppsamlingsplattform og lagertanker må etableres uansett hvilket behandlingsprinsipp som blir valgt, vil det være riktig å holde disse kostnadene utenfor ved sammenligning. I så fall vil resultatet som er vist på neste side bli - 0.13 mill.kr./år. Økonomiske betraktninger for de øvrige simulerte alternativer fremgår i kap. 4.

For å kunne komme frem til en endelig teknisk-økonomisk anbefaling for den mest optimale systemløsning som tar de nødvendige miljømessige hensyn, skal det i FASE 2 gjennomføre enkelte utvidede resipientundersøkelser og spesialundersøkelser.

KOSTNADSOVERSLAG ALT.1: FORNEBU BETJENER ALLE LUFTHAVNENE

-	Oppsamling			
	Investering:	32	mill.kr.	

	Kapitalkostn.:	5.44	mill.kr./år	
	Drift:	2.42	" " "	

	Sum:			7.86 mill.kr./år
-	Lagring			
	Investering:	13.5	mill.kr.	

	Kapitalkostn.:	1.5	mill.kr./år	
	Drift:	.05	" " "	

	Sum:			1.55 " " "
-	Transport til Fornebu			1.45 " " "
-	Gjenvinning			
	Investering (1990)	13.8	mill.kr.	

	Kapitalkostn.:	3.1	mill.kr./år	
	Drift:	0.48	" " "	
	Olje/kjemi/analys.:	0.87	" " "	

	Sum:			4.45 " " "
	Totale årskostnader:			15.31 mill.kr.
	Inntekter ved salg av gjenv. glykol:			5.70 " "

	Resultat:			- 9.61 mill.kr./år

Kommentarer til kostnadsoverslag

1 Kalkulasjonsrente er 7% for alle investeringer. Unntak er gjenvinningsanlegg på Fornebu som faktisk er 13%.

2) Nedskrivningstider er:

10 år for plattform
 7 år for sugebil
 15 år for lagertanker
 10 år for gjenvinningsanlegg

1.0 INNLEDNING

1.1 MÅLSETTING FOR UNDERSØKELSEN

1.1.1 Generelt

Luftfartsverket (LV) er ansvarlig for 20 lufthavner. I tillegg finnes det ca. 40 kortbaneplasser som forsvaret, kommunene og endel private selskaper er ansvarlige for.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har ansvar for forurensningskontroll og - registrering ved samtlige lufthavner. Fornebu og Gardermoen følges opp direkte fra SFT sentralt, mens for de øvrige er kontrollmyndighet delegert til Fylkesmannen.

Ved gjennomføring av undersøkelser i LV's regi søker man å høyne eget kunnskapsnivået om glykolavrenningens virkning på miljøet, og derved ligge i forkant m.h.t. valg av nødvendige reparerende og/eller forebyggende tiltak.

FASE 1 har tatt sikte på å utvikle en evalueringsmodell som skal benyttes til å vurdere nødvendige tiltak ved et utvalg lufthavner. Forurensningssituasjonen og økonomiske betraktninger inngår i evalueringsmodellen.

Konklusjonene skal benyttes i rulleringen av lufthavnplanene. Undersøkelsen skal bare omfatte foruresning fra flyavising (glycol).

1.1.2 Spesielle delmål

- Kartlegge og evaluere resipientforhold, eksisterende avisningspraksis og glykolforbruk siste 5 år (befaring ved de utvalgte lufthavner).
- Etablere en skjønsmessig rangeringsmodell for de ulike resipienters sårbarhet ved de utvalgte lufthavner.
- Igangsetting av nyanserte målingsprogrammer for glykolforbruk (mengde/variasjon over kortere/lengere perioder) for sesongen 1990/91.
- Etablere en EDB-modell for simulering av alternative tiltakskombinasjoner og økonomiske konsekvenser (investering, årskostnader, drift/vedlikehold).
- Fremskaffe informasjon om avisingsvæskens giftighetsgrad ved gjennomføring av giftighetstester.
- Skissene prioriterte oppgaver for FASE 2, kfr. bilag 13.

Øvrige rammebetingelser for målsetting og arbeidsoppgaver vises til bilag 12.

2. GENERELLE VURDERINGER

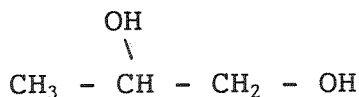
2.1 AVISNINGSVÆSKE - VIRKNING PÅ MILJØET

2.1.1 Alternative avisningsvæsker og deres fysisk-kjemiske egenskaper

Det brukes i dag to typer glykolbaserte væsker for avisning av sivile fly på norske flyplasser.

Kilfrost har størst markedsandel i Norge og leverer væske som tilfredsstillende de krav som er satt opp av AEA (Assosiation of European Airlines) for kvalitet av væsken. I bilag 1 - 4 er tekniske data på væske fra Kilfrost samt kravspesifikasjonene fra AEA gjengitt. Væskene er her kalt Type I og Type II.

Hovedbestanddelen i begge væsker er monopropylenglykol (synonym med 1,2 - dihydroksypropan og metyletylen-glykol). Den kjemiske betegnelsen er 1.2 - propandiol som har strukturformelen



Avhengig av bruksmåtene tilsettes ulike typer tilsetnings-stoffer:

Type I som også kalles DF - deicer, brukes for å fjerne is og snø. Type I inneholder:

- 80% monopropylenglykol
- Korrosjonsinhibitorer
- Fuktemiddel
- Vann (ca. 20%)

Type II som også kalles ABC - anti-icer, benyttes for å beskytte mot tilfrysing under lengre markopphold. Type II inneholder:

- 50% monopropylenglykol
- Korrosjonsinhibitorer
- Fortykningsmidler med pseudoplastiske egenskaper
- Inhibitorer for å minimere muligheten for antennelse
- Vann (ca. 50%)

Væskenes bruksmåte er beskrevet i kap. 2.2.

Avisingsvæsken for fly inneholder alltid korrosjonsinhibitorer. Normalt er disse basert på aminer, f.eks. triethanolamin og nitrater. Tendensen går i retning av nye typer korrosjonsinhibitorer.

Norol leverer f.eks. et produkt som består av 89% monopropylenglykol, 1% dikaliumhydrogen-fosfat, og 0,89% dinatriumetylhexasulfosuccinat og resten vann. Som emulgator brukes ofte dodecylsulfonat.

Av fysisk-kjemiske egenskaper kan nevnes at avisingsvæsken er lett løslig i vann. Damptrykkskurven, kfr. fig. 2.1 viser at lite av væsken vil fordampe. Ved konsentrasjoner større enn 4%, er tettheten større enn ferskvann (tabell 2.1), dvs. at i innsjøer og elver vil væsken søke mot dypere lag.

Avisningsvæsken omsettes biologisk med et høyt forbruk av oksygen (se bilag 5).

Er konsentrasjonen mindre enn 4%, er væsken lettere enn vann og vil søke mot og bre seg ut i overflatelagene.

Tabell 2.1 Tetthet på blanding av vann og monopropylenglykol

% monopropylenglykol	Tetthet (g/cm ³)
0.5	0.9985
2.0	0.9994
4.0	1.0008
6.0	1.0022
8.0	1.0037
10.0	1.0054
14.0	1.0088
18.0	1.0124
24.00	1.0174

Oksygenforbruk (Versctruceren 1977) tilsvarer:

Biologisk oksygenforbruk etter 5 døgn

BOF₅ : 0.995 g O/g væske

Biologisk oksygenforbruk etter 20 døgn.

BOF₂₀: 1.225 g O/g væske

Kjemisk oksygenforbruk

COD : 0.727 g O/g væske

Total organisk karbon

TOC : 1.685 g O/g væske

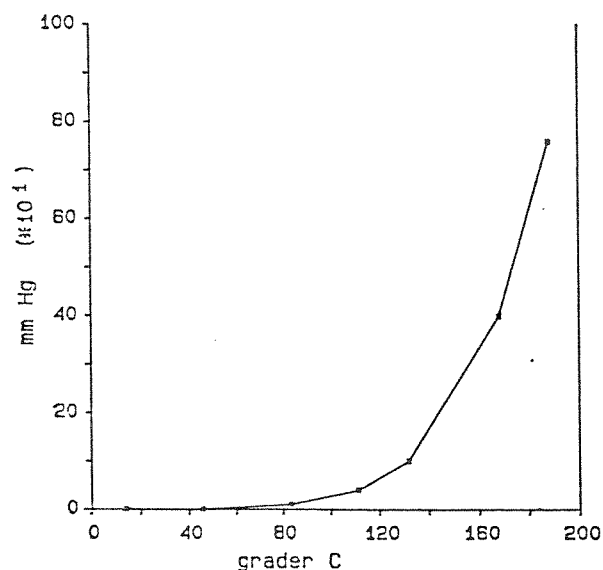


Fig. 2.1 Damptrykk til monopropylenglykol som funksjon av temperaturen

2.1.2 Avisingsvæskens miljøegenskaper

Virkning av monopropylenglykol:

Som nevnt omsettes avisingsvæskene lett biologisk under forbruk av oksygen. Tilgangen på oksygen i forhold til tilført væske er derfor vesentlig for virkningene i resipienten (se bilag 5). Er væsketilførselen stor i forhold til oksygentilgangen, oppstår oksygenfrie eller anaerobe tilstander. Nedbrytningsprosessene føres i så fall videre av anaerobe bakterier.

Under de biologiske omsetningsprosesser dannes propanol og isopropanol. Disse stoffene omsettes anaerobt av f.eks. sulfatreduserende bakterier (hvis sulfater er tilstede) under dannelselse av karbondioksid og hydrogensulfid (H_2S), alkylsulfider ($C_n H_{2n+1} SH$) og tioler eller merkaptaner. Tiolene (merkaptanene) har en gjennomtrengende, høyst ubehagelig lukt (løklukt), som røper tilstedeværelsen selv i meget små mengder. Sulfidforbindelsene er miljøgifter som har alvorlige konsekvenser for naturmiljøet.

Hendelsesforløpet i resipienten som får tilført monopropylen-glykol og hvor det ikke er tilstrekkelig oksygen til stede, kfr. fig. 2.2.

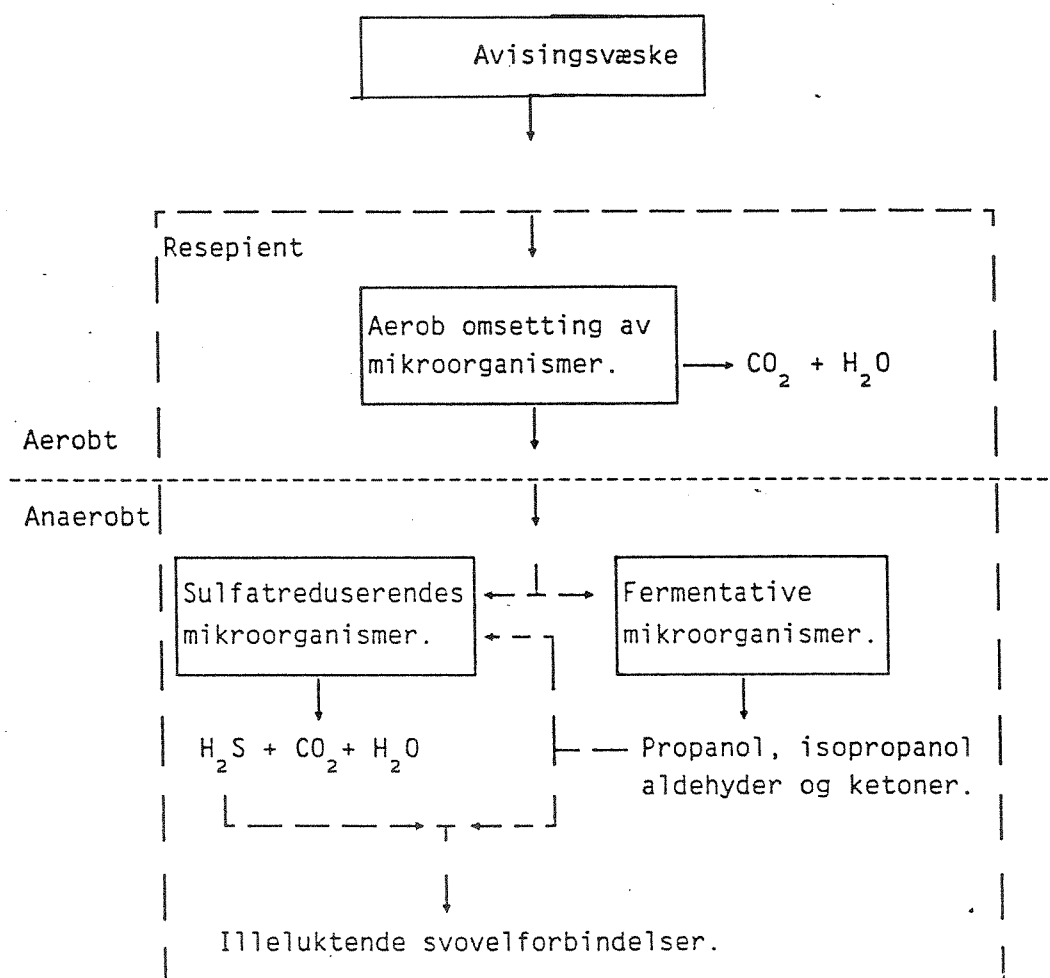


Fig.2.2 Sannsynlig hendelsesforløp ved nedbrytning av avisningsvæske i resipient

I bilag 6 er det gjort rede for giftighetstester med ren monopropylenglykol. Testene viste at vann med 1-2 % innhold av glykol var giftig for organismer i vann. LC₅₀-verdiene (halvparten av testorganismene døde etter 24 timer) er satt til konsentrasjon på 2 %.

Forsøk med dyr (Browning 1965) har gitt LC₅₀-verdier på 32.5 g/kg for rotter, 18.5 g/kg for kaniner og 23.9 g/kg for mus.

Virkning av tilsetningsstoffer:

Det har ikke vært mulig å fremskaffe eksakte opplysninger fra produsenter/leverandører om tilsetningsstoffenes sammensetning. Ut fra opplysninger fra P. Tcharz, BASF Norge A/S, dreier det seg om aminbaserte tensider.

Eksperimentelle giftighetstester av Type I - væske (bilag 6), viste at ved en konsentrasjon på mer enn 0.032 % ble det registrert dødelighet på dyreorganismer i vann. Ved en konsentrasjon på 0.045 % var halvparten av organismene døde etter 48 timer ($LC_{50} = 0.045\%$ eller 0.45 g/kg).

Veksten av alger ble redusert ved en konsentrasjon på 0.016 % (volum) og EC_{50} -verdien (veksten redusert med 50%) var 0.025 %. Giftigheten av avisings-væsken var bortimot 100 ganger større enn for ren monopropylenglykol. Dette skyldes korrosjonsinhibitorene som settes til.

Dette må betraktes som foreløpige resultater. Antall analyser som er foretatt er for lite til å kunne dokumentere dette. NIVA anbefaler som en følge av dette at det foretas ytterligere analyser og at det blir tatt tilsvarende analyser på type 2 - væske.

Tar vi utgangspunkt i blandingene som påføres flyene (50/50 glykol/vann), må 1 liter av denne væsken fortynnes med over 3 000 l vann for å unngå hemning av algevekst og vel 1 500 l vann for å unngå dødelighet av vannorganismer.

Økosystemforstyrrelser - praktiske konsekvenser

Som behandlet ovenfor, kan avisingsvæsken medføre betydelige forstyrrelser i økosystemet ved at vekst og livsvilkårene for planter og dyr innbefattet fisk, ødelegges. Samtidig nedsettes vannforekomstenes brukbarhet i praktisk sammenheng f.eks. til drikkevann, rekreasjon, etc. Dette bør det tas tilbørlig hensyn til når eventuelle effekter på resipienten skal vurderes.

2.1.3 Avisingsvæskens virkning på resipient

Hvilke konsekvenser avisingsvæsken forårsaker i resipienten er bestemt av væskens fysiske - kjemiske egenskaper, resipienttype, tilgang på fortynningsvann og klimatiske forhold.

I det følgende har vi kort kommentert hvilke problemer som kan oppstå i

- rennende vann (elver/bekker)
- innsjøer
- grunnvann
- kystområder
- jord

VIRKNING I BEKKER/ELVER

Avisingsvæskens virkning på de biologiske forhold i bekker/elver er avhengig av

- vannføringen, dvs. tilgjengelig fortynningsvann
- vannkvalitet
- vannets temperatur
- mengde tilført avisingsvæske

Avisingsvæsken brytes raskt ned under forbruk av oksygen. Nedbrytningen skjer raskere ved høye temperaturer enn ved lave. Bekkens/elvens vannføring og vannkvalitet er sammen med tilført væskemengde avgjørende for oksygenforbrukets størrelse.

I små, stilleflytende bekker er oksygenfornyelsen liten og vannets oksygeninnhold vil kunne avta raskt. I større og hurtigflytende bekker/elver er det kontinuerlig en betydelig innblanding av oksygen fra atmosfæren forutsatt at overflaten ikke er dekket av is. Man bør videre ta hensyn til at en betydelig del av avisingsvæsken tilføres under snøsmeltingen på sen vinteren/våren, dvs. i en tidsperiode med høy vannføring og gode innblandingsforhold.

Avhengig av oksygentilgangen, kan det oppstå anaerobe forhold spesielt i stilleflytende bekker. Hvis sulfat er tilstede, f.eks. i geologiske forekomster under den marine grense, kan det dannes sulfidforbindelser og

merkaptaner. Disse stoffer er også giftige. Dette er en sekundær gifteffekt p.g.a. anaerob nedbrytning av propylenglycol og må ikke forveksles med den primære gifteffekt som skyldes korrosjonsinhibitorer (tilsetningsstoffer).

For å unngå den primære **giftvirkning** av tilsetningsstoffene må bekkens vannføring i forhold til tilført væskemengde være som angitt i tabell 2.2, forutsatt jevn tilførsel og god innblanding. Tilgangen på oksygen er avgjørende for i hvilken grad den sekundære gifteffekt (merkaptansene) vil gjøre seg gjeldende.

Tabell 2.2 Maksimal tilført avisingsvæske i forhold til resipientens vannføring dersom primer giftvirkning skal unngås

Bekkens vannføring l/s	Maks. tilført avisningsvæske	
	l/s	l/d
10	0.003	290
50	0.017	1 450
100	0.033	2 900
500	0.167	14 400
1 000	0.333	29 000

I korte, hurtigflytende bekker/elver, er den primære giftvirkningen av større betydning enn væskens oksygenforbrukende egenskaper (sekundær gifteffekt). Dette p.g.a. god lufting. I stilleflytende bekker er tilgangen på oksygen begrenset særlig om vinteren under isen. Følgelig vil det her kunne oppstå anaerobe tilstander og anaerobe nedbrytninger med propylenglycol under dannelse av sulfidforbindelser (merkaptanser).

VIRKNING I INNSJØER

I innsjøer er vannet stillestående. Innsjøens størrelse og dybde er ved siden av mengde tilført væske avgjørende for virkningen. I utgangspunktet vil det være nødvendig med 3 m³ vann for å fortynne 1 liter konsentrert avisingsvæske.

De giftige sulfidforbindelsene vil imidlertid raskt oksyderes til ufarlige sulfatforbindelser eller felle ut når vannet på nytt får tilført tilstrekkelig oksygen.

Er innholdet av monopropylenglykol større enn 3-4 %, er blandingen tyngre enn rent vann. Blandingen vil da kunne synke ned mot de dypere lag av innsjøen hvor det til tider er liten eller ingen vannutskiftning. En eventuell oksygenfornyelse må derfor skje ved diffusionsprosesser som er meget langsomme. I mindre vannforekomster (tjern) og rent lokalt i bukter og viker som tilføres avisingsvæske, kan det derfor lett oppstå anaerobe tilstander og dannelse av sulfidforbindelser og merkaptaner.

Sterkt fortynnet avløpsvann (< 3% glykol) vil spre seg ut i innsjøens overflate. Skjer dette om vinteren under isen, er tilgangen på oksygen også her begrenset. Avhengig av omstendighetene, kan det oppstå oksygenfrie tilstander p.g.a. nedbrytningsprosessene.

Rent lokalt, dvs. før tilstrekkelig fortynningsvann gjør seg gjeldende, vil væskens gifteeffekt ha stor betydning for organismelivet.

VIRKNING PÅ GRUNNVANN

Tilføres avisingsvæsken grunnvannsforekomster, vil vannets oksygeninnhold raskt bli brukt opp. Den anaerobe nedbrytningen som derpå følger, medfører reaksjoner med ulike stoffer i grunnen, bl.a. svovelforbindelser. Det blir dannet sulfidforbindelser og merkaptaner. Dette tilkjennegis ved en karakteristisk "løklukt" av dreneringsvannet fra slike områder, f.eks. Gardermoen, Fornebu, Evenes og Tromsø. Når dette vannet kommer ut i åpne, hurtigrennende bekker eller i vannforekomster med betydelig strøm, tilføres på nytt oksygen, - det organiske stoffet oksyderes eller brytes ned og avisingsvæsken forsvinner. Bekkens størrelse samt mengde avisingsvæske er bestemmende for omfanget av prosessen. Den største tilførselen av anaerobt grunnvann til bekken skjer om våren under snøsmeltingen og følgelig når dreneringsbekkene har sin høyeste vannføring. Man må imidlertid være oppmerksom på at i denne perioden kan en betydelig gifteeffekt gjøre seg gjeldende lokalt, spesielt like nedstrøms grunnvannsutløpet.

VIRKNING I KYSTOMRÅDER

Tilførselen av avisingsvæske til kystområder kan rent lokalt i avstengte bukter hvor det er lite vannutskifting, ha samme virkning som nevnt ovenfor. Da sjøvann har et høyt sulfat-innhold, vil anaerobe tilstander medføre betydelig dannelselse av sulfidforbindelser. I strandområder hvor forurensede bekker renner ut i sjøen, kan bunnorganismer rent lokalt bli påvirket selv om strømforholdene i de frie vannmasser frembringer den nødvendige fortykning.

VIRKNING PÅ JORD

Avisingsvæske som via snøen tilføres grøntarealer, vil når snøen smelter sige ned i grunnen og forurense markvannet. Bakterier og jordorganismer kan bli forgiftet samtidig som oksygeninnholdet avtar. Avhengig av jordartstype vil det kunne dannes ulike typer giftstoffer. I områder med marine avsetninger er det som regel god tilgang på svovelforbindelser og følgelig gode muligheter for dannelselse av sulfidforbindelser og merkaptaner.

Markvannet siver i vesentlig grad ned og danner grunnvann. I områder med tette flater, vil det renne av mot bekker og overflatevannforekomster og føre med seg problemene nevnt ovenfor.

2.2 AVISINGSPRAKSIS OG BRUK AV VÆSKE

Flyene blir aviset av sikkerhetsmessige grunner. Snø og is som bygger seg opp på flyvingene og maskinen, øker flyets vekt drastisk, og flyveegenskapene endres. Følgene av dette kan være katastrofale, og det er registrert flere ulykker hvor nedising av flyet har vært årsaken.

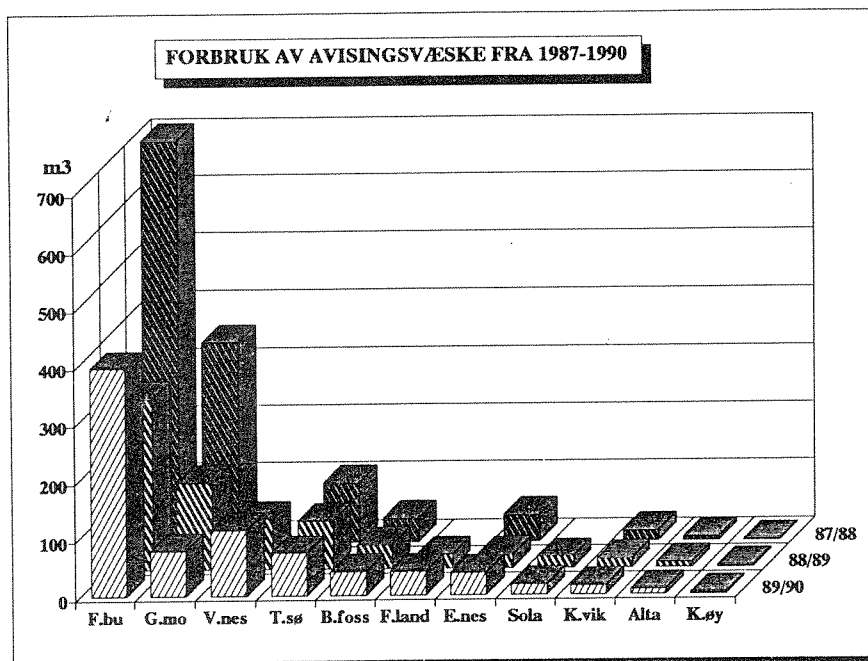
Tidligere skjedde avisingen mekanisk ved hjelp av feiling og kosting. Flyenes materialbruk og effektivitet endret seg og forskjellige typer væsker avløste feiekosten. I dag er det hovedsaklig to typer av væske som benyttes i Norge. Dette er Type I og Type II som beskrevet i kap. 2.1. I mangel på faste prosedyrer og spesifikasjoner for avising og anti-ising har AEA (Association of European Airlines) utarbeidet:

- Forslag til internasjonal standard for prosedyrer og rutiner for avising av fly på bakken (Bilag 7)
- Materialspesifikasjon for væsker for av- og anti-ising av fly på bakken, basert på flyselskapenes behov (bilag 3 og 4).

Det finnes i dag ikke noe alternativ til de glykolene som benyttes som avisingsvæske.

Under arbeidet med kartlegging av glykolforbruket ved 11 norske lufthavner, har vi fått inn grunnlagsdata fra flyselskapene og forsvaret. Resultatene av dette er vist i tabell 2.3.

Tabell 2.3 Forbruk av avisingsvæske 1987- 1990



INNHEENTEDE GLYCOLDATA LITER KONSENTRERT VÆSKE

Tab. 2.4 Forbruk av avisingsvæske 1985-1990

	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1988*
Gardermoen		170.000	348.000	150.200	77.500	349.000
Fornebu	306.550	572.900	697.000	294.200	394.500	656.000
Kjevik		13.000	17.000	14.000	14.000	14.000
Sola				22.420	19.700	13.000
Karmøy	700	900	1.450	1.800	2.100	2.000
Flesland	20.000	19.500	19.000	24.943	39.908	45.000
Værnes	8.000	11.600	94.500	87.300	112.600	93.000
Evenes	22.000	22.630	45.080	22.200	38.070	30.800
Bardufoss		40.000	40.000	40.000	40.000	
Tromsø	12.300	57.700	101.800	82.100	75.250	145.000
Alta		6.870	4.945	8.020	7.842	7.100
Sum	369.550	915.100	1.368.775	747.183	821.470	1.394.900

* Data innhentet av Luftfartsverket i forbindelse med miljøkartlegging ved lufthavnene.

Fra tabell 2.3 og 2.4 ser man at Fornebu og Gardermoen står for ca. 60% av totalforbruket av avisingsvæske. Det er også væsken fra disse to flyplassene som blir samlet opp og gjenvunnet ved anlegget på Fornebu nå i dag.

Tallene fra Luftfartsverkets miljøundersøkelse for 1987/88 stemmer forholdsvis godt overens med data over glykolemengder som er innhentet i forbindelse med kartleggingen bortsett fra Tromsø (Langnes) med et forbruk på 290.000 liter. Etter nærmere kontakt viste det seg at tallet var 50/50 væske i stedet for konsentrert DF-væske.

I forbindelse med arbeidet videre fremover er det ved den enkelte lufthavn satt igang et registreringsprogram for glykolforbruket fordelt pr. dag. Dataene for sesongen 1990/91 med dagsforbruk gir nyttig informasjon om forbrukstopper. Samholdt med nedbørsdata vil dette gi indikasjoner på variasjonene i belastningen på resipienten.

Tilsvarende data som vi innhentet for samme periode opererte med et forbruk på 101.800 liter 80/20-væske.

2.3 OPPSAMLING, BEHANDLING - GJENVINNING

2.3.1 Påføringssystemer

Påføring av avisingsvæske kan skje ved to ulike metoder:

- Et mobilt utstyr basert på bruk av spesialvogner.
- Et fast system med galge eller fagverksbom montert på en fast plass.

Mobilt system

Det mobile systemet er mest brukt, og pr. i dag er dette det eneste systemet som benyttes i Norge. Det består av spesialbygde biler som har lagertanker for forskjellig type væske samt sprøyteutstyr for påføring av væske. Det har vært en betydelig utvikling av utstyret de senere år. Dette har ført til en mer effektiv avising med et lavere forbruk av glykol. De nyeste vognene som benyttes i Norge er av fabrikat Vestergaard (dansk) og Moelven (norsk/svensk).

Avisingsvognen til Vestergaard er et to mannsbetjent kjøretøy. Det er en sjåfør av bilen, samt en operatør som sitter i egen cockpit på en teleskopisk arm som utfører selve påføringen av væsken kfr. fig. 2.3.

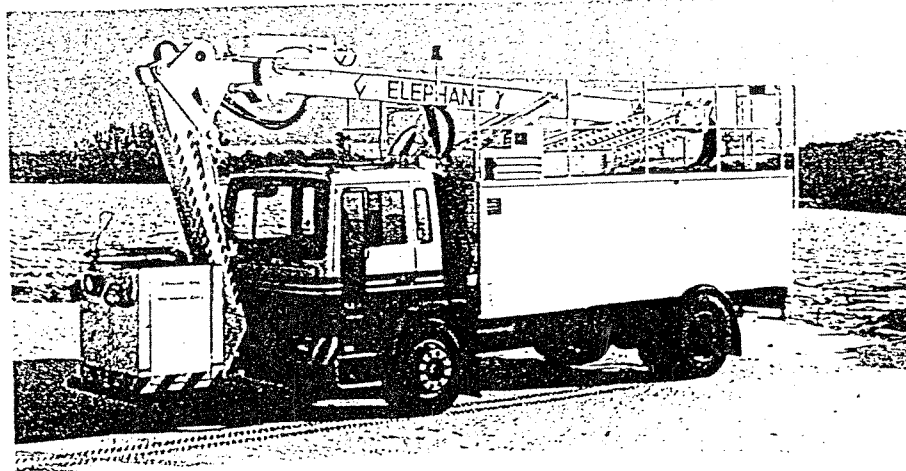


Fig. 2.3 Avisingsvogn Vestergaard (gammel modell med åpen kurv)

De nyeste vognene har tredelt tank. En tank for type 1 væske, en for type 2 væske og en med vann. Temperaturfølere styrer hvilket konsentrasjonsbehov som forligger ut fra de rådende værforhold, og blandeventiler sørger for at den rette konsentrasjon kommer til anvendelse. Denne løsningen fører til at glykolforbruket reduseres. Tidligere ble det kun benyttet type 1 væske blandet i et forhold 50/50 vann/glykol, mens blandingsforholdet med de nye bilene bestemmes ut fra de rådende temperaturer. Avisingsvognen er utstyrt med måleutstyr og det kan enkelt fremskaffes data over forbruk av de ulike væsketyper for hver enkelt avising.

Hägglunds/Moelv har i nært samarbeid med SAS utviklet en avisingsvogn som er enmannsbetjent. Førerkabin og operatørkabinen er den samme, og sitter montert på en hydraulisk teleskop arm. Alle funksjoner er styrt fra kabinen kfr. fig. 2.4.

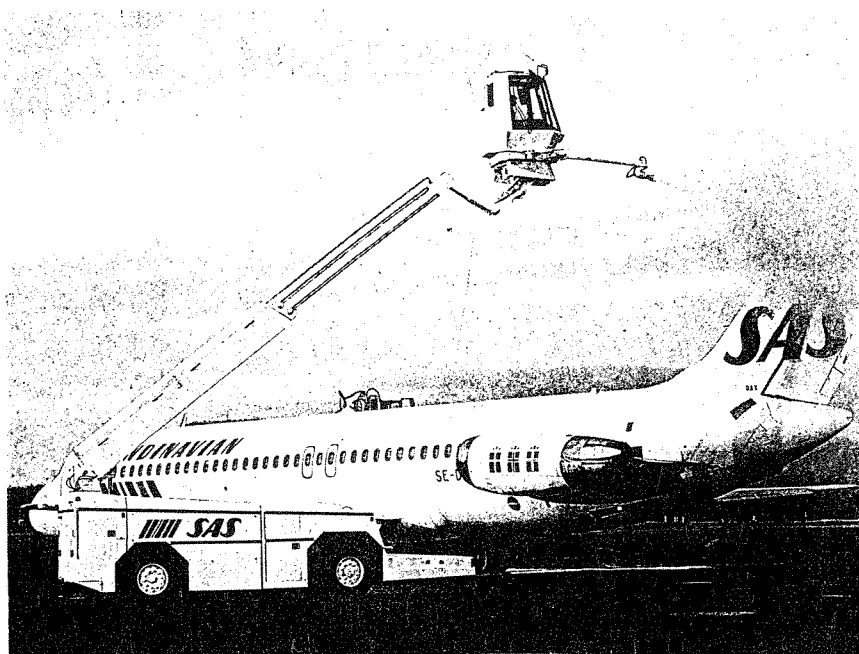


Fig. 2.4 Avisingsvogn Moelven

Bilen har en samlet tankkapasitet på 8.000 liter med vann og glykol. Det finnes også utstyr i denne vognen til å foreta en mixing av forholdet mellom vann og glykol internt før påføring finner sted.

Erfaringer med forbruk av væske ved Fornebu for sesongen 1988/89 var ca. 200 liter 50/50 blanding pr. aviset fly.

Fast system

Faste system har hatt liten utbredelse frem til i dag. Systemene er avhengig av spesielt tilpassede avisings plattformer. De systemer som er kjent i dag er:

- Et system ved Charles de Gaulle flyplassen i Paris, med noen spesialbygde byggekraner. Vi kjenner ikke nærmere til systemet og funksjonen.
- Ved anlegg i Luleå i Sverige og Louisville i Kentucky skjer påføringen ved en datastyrt fagverksportal som beveger seg over flykroppen. Flykroppens geometri er programmert inn, slik at fagverksportalen med påføringsdyser følger flykroppen. Portalen er kun bygget for fly av kategori C og mindre, men det skal nå bygges en portal ved nye München 2 flyplassen som skal kunne ta maskiner av kategori E, dvs. B-747. Denne portalen vil stå klar til drift ved årsskiftet 1991/92, kfr. fig. 2.5.

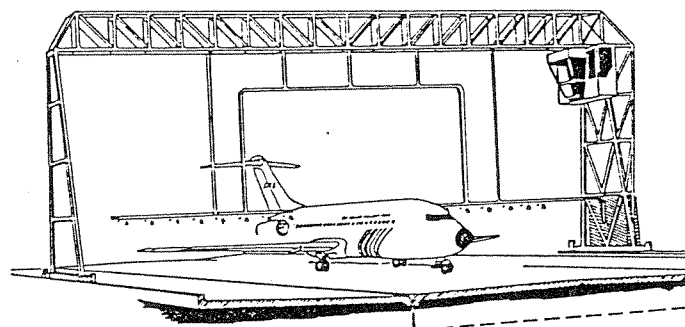


Fig. 2.5 Fast system installasjon

Profilene av de ulike flytypene er lagret i en datamaskin som styrer portalen, og portalen beveger seg over flyet mens dette står parkert på angitt sted. Hastigheten på portalen avhenger av flyets nedisingsgrad, flytype, vær og vindforhold. Dysene på portalen åpnes i sekvenser alt etter flyets profil. Det benyttes væske i blanding 50/50 vann/glykol under avisingen, og temperaturen på væsken er 90-95 °C. Erfaringer fra anlegget i Luleå er at forbruket pr. maskin av størrelse DC-9 ligger på ca. 650 liter 50/50 blanding. Ut fra de erfaringer som er gjort på forbruket pr fly ved Fornebu, der det benyttes mobile enheter, ser det ut til at væskeforbruk pr. fly er langt større med bruk av fagverksportal.

Ved installasjon av et fast system er man fortsatt avhengig av å ha mobile enheter som backup. Det vil også være enkelte flytyper som det ikke vil være rasjonelt å ha liggende programmert inn i datamaskinen.

Et fast system kan i mange tilfeller ikke installeres ved eksisterende flyplasser på grunn av plassbehovet. Fagverksbuen må plasseres i god avstand fra rullebanen for at den ikke skal skjære igjennom restriksjonsplanet kfr. fig. 2.6.

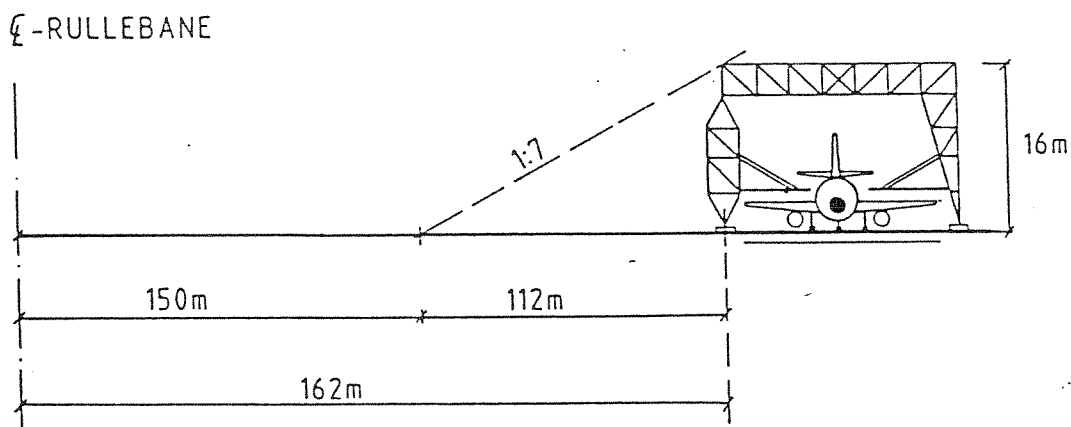


Fig. 2.6 Begrensning for bruk av fast installasjon Code C.

2.3.2 Oppsamlingssystemer

Ved oppsamling kan det skilles mellom to forskjellige prinsipper. Det er:

Sentralisert avisingssone, hvor all avising foregår på et spesielt tilpasset areal.

Desentralisert avising, hvor all avising foregår på stand.

Begge alternativene har sine fordeler og ulemper. En sentralisert plattform bidrar til følgende positive elementer:

All avising og søl av væske skjer på et begrenset areal.

Gir større mulighet for en kontrollert oppsamling.

Gir et bedre miljø for passasjerer og bakkepersonell.

Mindre renhold og vedlikehold av fly og terminal, da avisingsvæske ikke blir dratt med rundt omkring.

Avisingsbilene er stasjonert på et fast sted, og slipper å trafikere rundt på oppstillingsplattformen.

Desentralisert avising har følgende fordeler:

Flyene behøver ikke å takse/taues til et separat område for avising.

Dersom terminalen har passasjerbroer, kan avisingen starte allerede mens passasjerene foretar ombordstigning. Dvs. gir en noe raskere "turn around" tid.

Propellfly har frem til i dag ikke kunnet avise med motorene i gang ved en sentralisert avising. Flyene blir tauet/takset til sentral plattform, motorene stengt, flyet aviset og motorene startet på nytt. Prosessen tar lengre tid enn om flyet kan avise på parkeringsplass, og det har ført til ekstra forsinkelser.

Det er imidlertid ifølge SAS satt igang forsøk med å avise Fokker 50 med motorene igang.

Større fleksibilitet ved endringer og utbygginger ved lufthavnene.

Sugebil

Oppsamling av glykol kan skje med spesialkonstruerte biler. Bilene har svaber, koster, støvsuger og tank for oppsamling av væske. Ved Oslo Lufthavn har en slik spesialbil av fabrikat FRIMOCAR vært benyttet i tre sesonger. Erfaringene med bilen har vært gode.

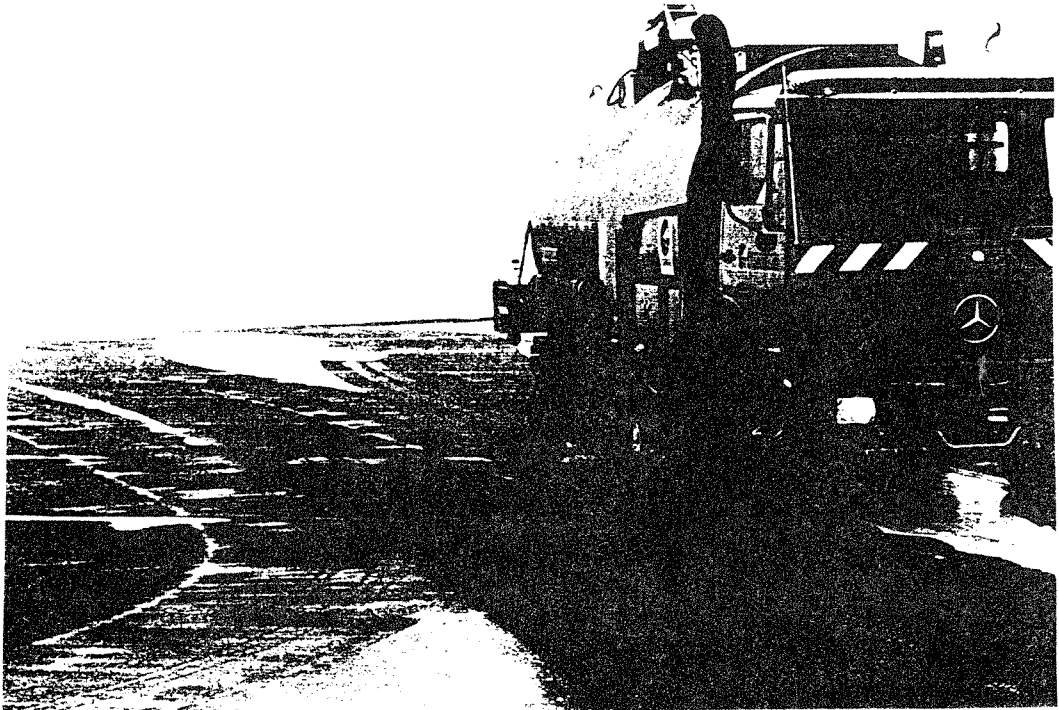


Fig. 2.7 Sugebil

Ved Arlanda har man valgt å satse på et system der man benytter sugebiler, og ifølge opplysninger har bilene klart å samle opp 75 - 85% av den glykolblandingen som ligger igjen på oppstillingsplattformen 5 minutter etter at flyet har forlatt passasjerbroen.

Et godt oppsamlingsresultat er dog avhengig av øvede sjåførere og et godt organisert driftsopplegg. I tillegg må bilene være driftssikre og i operativ stand til enhver tid. Bilene kan benyttes til oppsamling på oppstillingsplattformene og på en sentralt avgrenset sone. Bilene som skal benyttes er avhengig av å ha oppvarming i tanken. Forsøk med sugebiler uten oppvarming har vist at innholdet i tanken blir en stor isklump som det ikke lar seg å tømme ut av tanken. Ved siden av renholdet av avisingsplattformene er bilene til nytte ved feiing og renhold på andre deler av lufthavnen sommer som vinter.

Plattform med drenerende asfalt

Oppsamlingssystem med bruk av drenerende asfalt er basert på at avisingen skjer på et sentralt avgrenset område.

Plattformen er bygd opp med godt drenerbare masser og drensasfalt på toppen. Nede i selve overbygningen er det plassert en 2 mm tykk helsveiset HDPE plastmembran med et overliggende drenerørsystem. Glykol som faller ned på platen går ned gjennom asfalten og overbygningen, og fanges opp av drens-systemet. I forbindelse med avløpet fra plattformen er det montert en automatisk måler som registrerer glykolinnholdet i det oppsamlede vannet. Måleren styrer på denne måten om avløpet skal gå til oppsamling eller om det skal slippes ut i overvannssystemet.

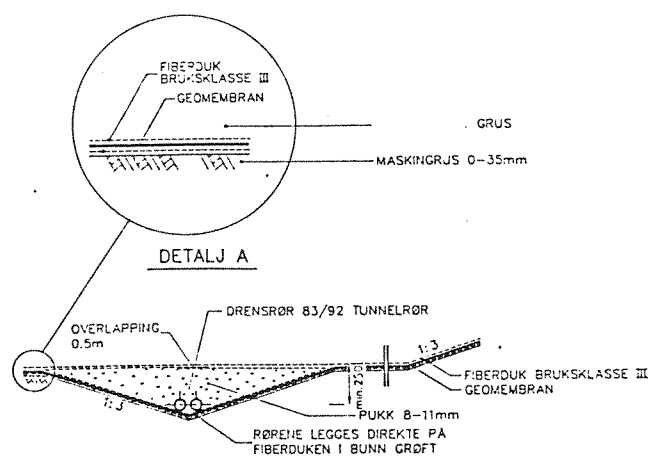


Fig. 2.8 Plattform drenerende asfalt.

Både på Gardermoen og på Fornebu er det bygget plattformen av denne typen. Plattformene har fungert brukbart, men har gitt oss blant annet erfaringer med at:

- Under normale vinterforhold forsvinner væsken raskt ned i grunnen. Det er ikke i samme utstrekning problemer med at blandingen av vann og glykol blir liggende oppe på overflaten, hvilket er tilfelle når man har en vanlig asfaltert eller betong overflate.

- Systemet med underliggende drenerør og infiltrasjon av all væske ned gjennom overbygningen til oppsamling fører til at plattformen har en stor magasinierende og utjevneende effekt. Avrenning fra plattformkroppen skjer på dette viset over ganske lang tid etter at avisingen er avsluttet. Under nedbør medfører dette oppsamling av store mengder med regnvann og resultatet blir lave glykolkol-sentrasjoner. Fig. 2.8 viser målt avrenningsforløp under et forsøk på plattformen ved Gardermoen lufthavn.

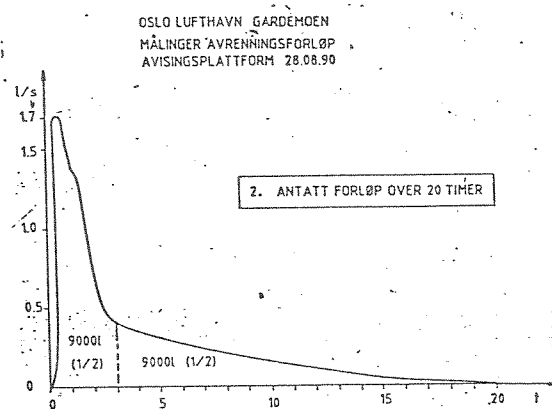
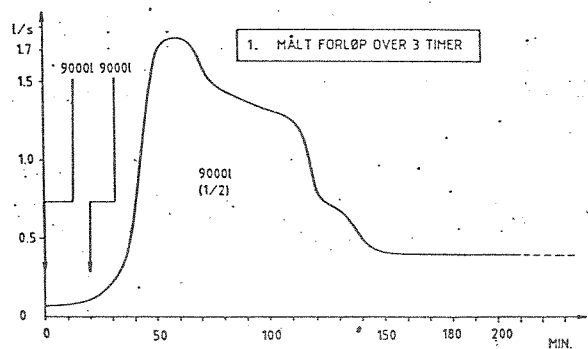


Fig. 2.9 Avrenningsforløp plattform Gardermoen.

- Innhold av metaller og mineraler, særlig jern, mangan og kalsium i overbygningsmassene på de bygde plattformene har det vært problemer med at utfelt jern har tettet til konsentrasjonsmålerene. Når man nå er blitt klar over dette forholdet kan det tas hensyn til dette ved valg av overbygningsmasser i eventuelle nye plattformer.
- Selv små nedbørmengder gir store vannvolumer, og det er viktig å begrense nødvendig oppsamlingsareal til det minimale.
- Systemet krever gode driftsrutiner for at det skal fungere optimalt. Plattformen må være godt brøytet og rengjort til enhver tid. Sandstrøing på plattformen er forbudt, da dette vil kunne tette igjen porene i den drenerende asfalten.
- Plattform med drenerende asfalt og underliggende membran synes å gi en større sikkerhet mot lekkasjer ned i grunnen enn en "tett" asfaltflate. I asfaltflaten kan det lett oppstå sprekker og riss med små lekkasjer ned i grunnen.

Alternative plattformer

Et alternativ er å benytte et tradisjonelt overvannssystem med sandfang og avløpsrenner. Ledningssystemet må være utformet slik at det kun drenerer arealet som det avises på. Det blir da mulig å skille vann/glykol blandingen fra drens- og overvann fra tilgrensende arealer. I avisingssesongen må avløpet i systemet tas hånd om, mens det i sommerhalvåret kan ledes ut sammen med overvannet. Det er viktig å oppnå en tett flate, for å hindre infiltrasjon til grunnen. En støpt betongplattform vil her gi en større sikkerhet enn en vanlig asfalttert flate.

Ved påføring er glykolen varmet opp til ca. 90°C. Når den faller ned på den frosne overflaten vil den raskt bli avkjølt, og glykolens flyteegenskaper avtar. Det er derfor viktig at glykolen kommer så raskt som mulig ned i et frostfritt avløpssystem, ellers vil blandingen av glykol og vann akkumulere seg på overflaten og bli fjernet ved snøbrøyting. Med bakgrunn i disse forhold har en plattform med drenerende overflate vist seg fordelaktig ved at væsken med en gang den treffer bakken dreneres ned i overbygningen mens temperaturen på væsken ennå er forholdsvis høy.

RO-MAT system:

For å sikre at glykol ikke infiltreres i grunnen, har Roulunds fabrikk i Danmark utviklet et system med en tett gummimatte av EPDM som ligger oppe på terrenget. Matten kan rulles ut på eksisterende opparbeidet areal i ønsket lengde og har en bredde på 2,2 m. Seksjonene av matten skjøtes sammen med spesialprofiler av aluminium, og boltes fast til underlaget. Ønsker man ved en senere anledning å flytte avisingsarealet, er det fullt mulig å demontere matten og flytte den til et nytt område.

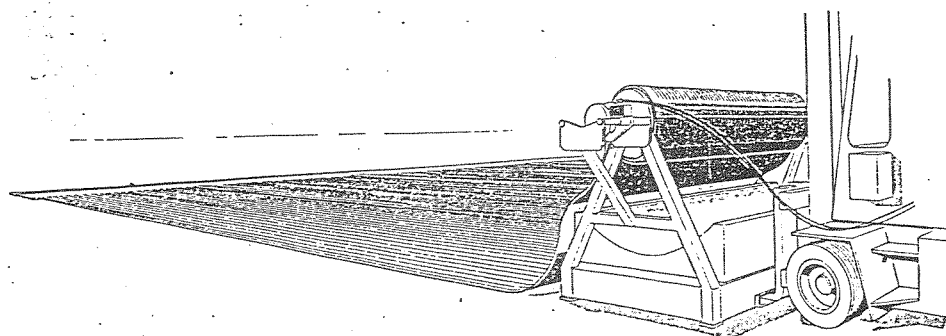


Fig. 2.10. Romat system

Matten har riller som går på tvers av kjøreretningen for å hindre at glykolen blåser vekk fra plattformen på grunn av blest fra jetmotorene. Matten er armert og har den nødvendige styrken for at flyene kan stå parkert på eller takse over den. Oppsamling av avløpet skjer ved installasjon eller benyttelse av eksisterende avløpsrenner langs mattens ytterkanter. Ved avisings slutt kan matten feies ren for glykol, og under nedbør kan da avløpet raskt kobles om til utløp sammen med rent overvann. Den magasinerende effekten som man har i en plattform med drenerende asfalt vil være eliminert.

Matten er ennå ikke i fast bruk noe sted, og det finnes foreløpig ikke erfaringer med mattens slitestyrke og avrenningsegenskaper. Tester på slitestyrke og påvirkning av blest er utført ved Castrup Lufthavn København, og produsenten oppgir tilfredsstillende resultater, samt en typegodkjennelse av matten. For kommende sesong (1991/92) er det bestemt at det ved Castrup skal installeres avisingsplattform hvor matten skal benyttes. De klimatiske forhold i Norge er forskjellig fra det vi finner i Danmark, og det er av interesse å se hvordan avrenningen fra matten vil fungere under de kaldere klimatiske forhold med snø som vi har i Norge.

Som en prøve blir det i februar 1991 lagt ut en matte på ca 70 M2 ved Fornebu nord. Erfaringer fra disse prøvene som skal skje i samarbeid med Braathens Safe, samt en eventuell prøveinstallasjon ved en lufthavn lenger nord i Norge, vil være av interesse for å se om løsningen egner seg for norske forhold.

Ved en eventuell installasjon vil kostnadene være på ca. kr. 1.200,- pr M2 ferdig installert. Roulunds låner ut spesialutstyr for utlegging.

Snødeponi for glykolforurenset snø

Dagens praksis ved lufthavnene er at glykolforurenset snø blir brøytet og lagt i deponi sammen med annen ren snø. Snøen blir lagret på grøntarealer i tilknytning til oppstillingsplattformene, og renner av og infiltreres i grunnen ved snøsmeltingen om våren. Undersøkelser gjort av NIVA ved Gardermoen i 1986/87 før avisingsplattformen ble bygget viste at opp til 60% av glykolen ble lagret i snøen ved brøyting av oppstillingsarealet. Skal man få tatt hånd om den snøblandede glykolen må det opprettes egne deponier for glykolforurenset snø. Deponiet må ha eget kontrollert avløp som det tas hånd om så lenge snøsmeltingen pågår.

Et separat snødeponi for forurenset snø må lages med tett overflate slik at det ved snøsmelting ikke blir infiltrasjon til grunnen. Ved lufthavner med store snømengder kan behovet for arealer til snødeponi bli betydelig dersom avising foregår over hele oppstillingsplattformen. Et begrenset avisingsareal vil redusere arealbehovet for snødeponi. En ytterligere reduksjon av tiltrent areal kan være mulig ved å installere varmekabler på området, slik at snøen blir smeltet ned etter hvert som den kommer. Installasjon av varmekabler vil kreve økte investeringer i opparbeidelse, samt at driftsutgiftene for et oppvarmet areal (200 W/M2) vil bli betydelige.

2.3.3 Behandlingsmetoder og tekniske tiltak

Avisningsvæske blir blandet med smeltet snø og regnvann. Denne blandingen kalt avrenningsvann kan hurtig anta store volumer og dermed være lite egnet for behandling da konsentrasjonen av glykol blir meget liten. Det kan derfor være nødvendig at avisingen skjer på egnede avgrensede områder og at fremmedvann begrenses til et minimum.

Som beskrevet har avisningsvæsken to forurensningskomponenter, monopropylenglykol og inhibitorer. Glykolen er lett nedbrytbar ved tilførsel av oksygen. Inhibitorenes egenskaper kjenner vi foreløpig lite til bortsett fra at de er giftige selv i små konsentrasjoner.

Behandling i renseanlegg.

Glykol kan i prinsippet behandles ved konvensjonelle luftede biologiske kloakkrenseanlegg. Da giftvirkning fra inhibitorer kan forårsake at den mikrobiologiske aktivitet i renseanlegget blir sterkt hemmet eller ødelagt, er det nødvendig at forholdet avisningsvæske - avløpsvann er lavt. Forbehandling i form av luftning kan bli nødvendig. Fra utlandet (11) er det rapportert at det kan oppstå filamentære bakterier om andelen glykol er for høy. Dette vil kunne skape problemer for slambehandlingen og driften av avløpsrense-anlegget generelt.

Hvor forholdene ligger til rette for tilknytning til eksisterende avløpsrenseanlegg bør dette alternativet utredes dersom resipientforhold og teknisk/økonomiske forhold tilsier dette. Man bør da eventuelt vurdere et luftet fordrøynings-basseng med dosering av avrenningsvann til avløpsnett. Tilføringsgraden bestemmes ut fra eksperimenter i forsøksanlegg.

Destruksjon i spesialavfallsanlegg.

Et separat destruksjonsanlegg for avisningsvæske er også en mulighet. Dette alternativet har tidligere vært utredet av T&Ø i forbindelse med forstudie for oppsamling og behandling av flyavisningsvæske ved Oslo lufthavn Fornebu 1989. Det ble ved den anledning vurdert som meget kostbart.

Nedbrytning i naturen.

Andre alternativer som bør vurderes for hver lufthavn er den optimale utnyttelsen av resipientenes selvrensende evne. Det kan i denne sammenheng være viktig å føre avrenningsvannet lengre ut i resipientene hvor strømningsforholdene er optimale og hvor det kan skje en hurtig fortykning og nedbrytning. Man bør unngå utslipp i bakevjer, viker og bukter hvor vannmassene har lang oppholdstid. På denne måten kan man også unngå lokale forurensningseffekter.

Hvor det ikke eksisterer avløpsledning eller egnet bekk for transport av avisningsvæsken frem til egnet resipient, kan væsken samles opp for transport med bil til utslippssted i egnet resipient. Økonomien i dette alternativet vil avhenge av bl.a. mengde væske og transportlengde.

Oppsamling

I de tilfeller hvor destillasjon eller transport til resipient er aktuelt, vil det være nødvendig med overløp som trer i funksjon ved en bestemt glykolkonsentrasjon. Avrenningsvæske med lavere konsentrasjoner av glykol enn den fastsatte vil kunne føres til resipient. Hvilken konsentrasjon som skal fastsettes vil avhenge av forholdene i hver enkelt resipient. Den kan ikke fastsettes til et generelt nivå.

Dette kan bety at man må begrense fremmedvann i avisningsvæsken. Det må da settes spesielle krav til avisningsområdet slik at man begrenser regnvann og smeltevann i oppsamlingssystemet. (Viktigheten av glykolkonsentrasjonen på oppsamlet væske er illustrert i fig. 2.11. som viser driftsutgifter pr. m³ gjenvunnet væske avhengig av konsentrasjon på oppsamlet væske). Teoretisk sett vil et overbygget avisningsområde ofte være det ideelle. Det kan også være aktuelt å tildekke avisningsområdet når dette ikke er i bruk. Et absolutt krav må være at avisningsområdet brøytes for snø før avisning tar til om morgenen og at dette gjentas under snøvær dersom avisning skjer i perioder. Man bør dessuten ha adskilte deponier for snø med og uten avisningsvæske. For å hindre at avisningsvæske trenger ned i grunnen under snøsmelting, er det nødvendig at snøen deponeres på tette flater med et effektivt avløpsystem.

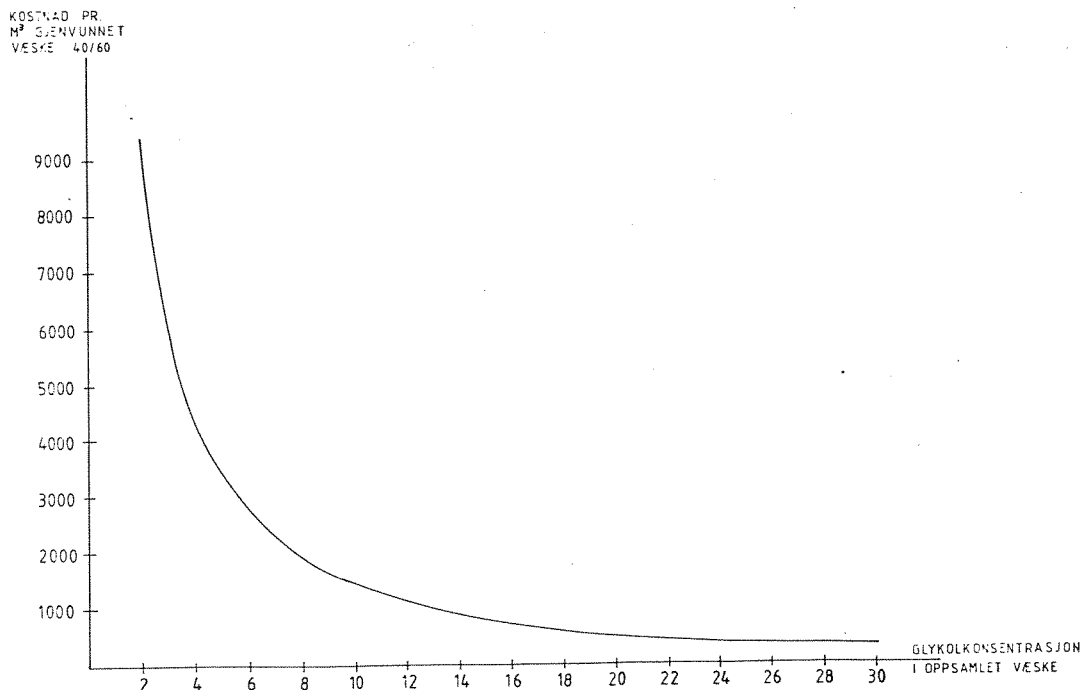


Fig. 2.11 Driftsutgifter for gjenvinning av glykol ved Fornebu gjenvinningsanlegg.

2.3.4 Gjenvinning av glykol

Det er ulike prosesser for gjenvinning av glykol som kan være aktuelle. Dette er:

- Inndampning av glykol/vann blanding under atmosfærisk trykk. Prosess som tilsvarer Fornebu-anlegget.
- Inndampning ved vakumdestillasjon.
- Separasjon av vann og glykol ved hjelp av membranteknikk.
- Volumreduksjon ved langtidsavdampning under lave temperaturer.

Prosessanlegg tilsvarende Fornebu-anlegget vet vi med sikkerhet vil tilfredsstillende de krav vi har til gjenvinning av væsken. De øvrige metoder er man avhengig av gjøre nærmere studier av om de er teknisk mulige, og om de er økonomisk interessante.

Kvalitet på gjenvunnet væske.

Avising blir utført med bakgrunn i flysikkerhet, og det er viktig at væsken har de samme egenskapene etter at den er gjenvunnet. Før gjenvunnet væske tas i bruk må den derfor testes opp mot de samme kvalitetskrav som er satt for den nye avisingsvæsken. Kvalitetskravene er definert av AEA (Assosiation of European Airlines) gjennom "Material specification de-/anti-icing fluid, Aircraft" og "Aerospace material specification, AMS 1427A". Ved Fornebuanlegget blir væsken sendt til laboratorium godkjent av flyselskapene, og for tiden blir prøvene testet ved Scientific Material International Inc. i Florida. Kopi av materialspesifikasjon satt opp av AEA ligger i bilag 3, 4 og 7.

Inndampning ved atmosfærisk trykk.

Gjenvinningsanlegget som er i drift ved Oslo Lufthavn Fornebu er bygget på en prosess med inndampning ved atmosfærisk trykk. Ved siden av selve destillasjonskolonnen er det bygd opp filterkolonner for å oppnå den ønskede renheten på gjenvunnet væske. Følgende prosess er bygd opp:

Oppsamlet væske blir pumpet inn på gjenvinningsanlegget, og her blir mengde og glykolkonsentrasjon registrert.

Væsken går først igjennom en forbehandling, kfr. fig. 2.12 med to mekaniske filtere på 50my og 10my.

- A: Filter for fjerning av jern.
- B: Filter for fjerning av humus.
- C: Filter for avmanganisering.
- D: Ionebytter for demineralisering og avkalking.
- E: Poleringsfilter.

EKSISTERENDE FORBEHANDLING.	NY HUMUSFJERNING.	NY AVMANGANISER- INGSFILTER	EKSISTERENDE DEMNERALISERING/AVKALKING.	NY POLERING.
2 EF 3F	SF 1201	TFA-8	DMHS 1802.	5-ZME

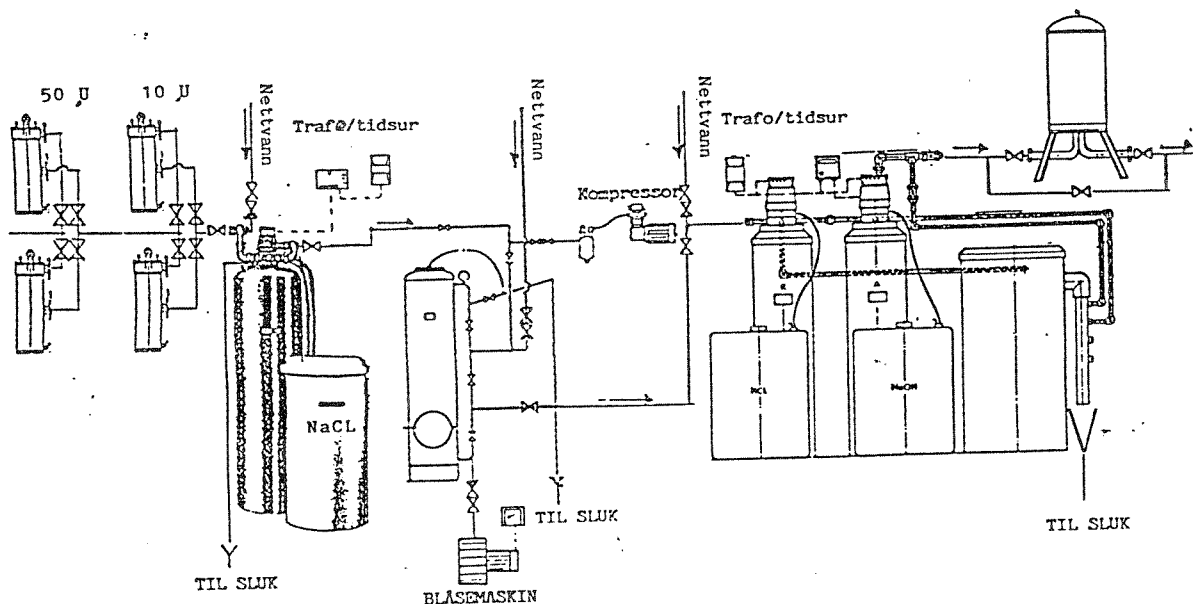


Fig. 2.12 Forbehandlingsanlegg ved Fornebu gjenvinningsanlegg.

Oppsamlet væske går etter dette over i en ny lager-tank, før den blir pumpet inn i avdampnings-prosessen. Kokepunktet for glykol ligger høyere enn for vann, og det er vannet som blir dampet av igjennom prosessen. En oljefyrt dampkjel varmer opp væsken via en varmeveksler. Væskens konsentrasjon blir kontinuerlig overvåket, og når ønsket konsen-trasjon er oppnådd, pumpes den over i tanker for ferdig gjenvunnet glykol.

Fra hver tank med gjenvunnet væske blir det tatt en prøve som blir sendt til kvalitetstest ved et av flyselskapene godkjent laboratorium. Først når godkjenning herfra foreligger blir væsken benyttet til avising.

Gjenvinning ved vakuum- destillasjon

Proessen vil kreve de samme rensetrinn i forkant av avdampningen som en gjenvinning ved atmosfærisk trykk. Ved å senke trykket i destillasjonskolonnen vil fordampningstemperaturen avta. Senkes trykket f.eks. til ca. 0,2 bar vil væskens fordampningstemperatur synke til mellom 55 og 60°C. Ved at arbeidstemperaturen i prosessen senkes til ca. det halve i forhold til et anlegg som jobber under normale trykk, vil energikostnadene kunne reduseres.

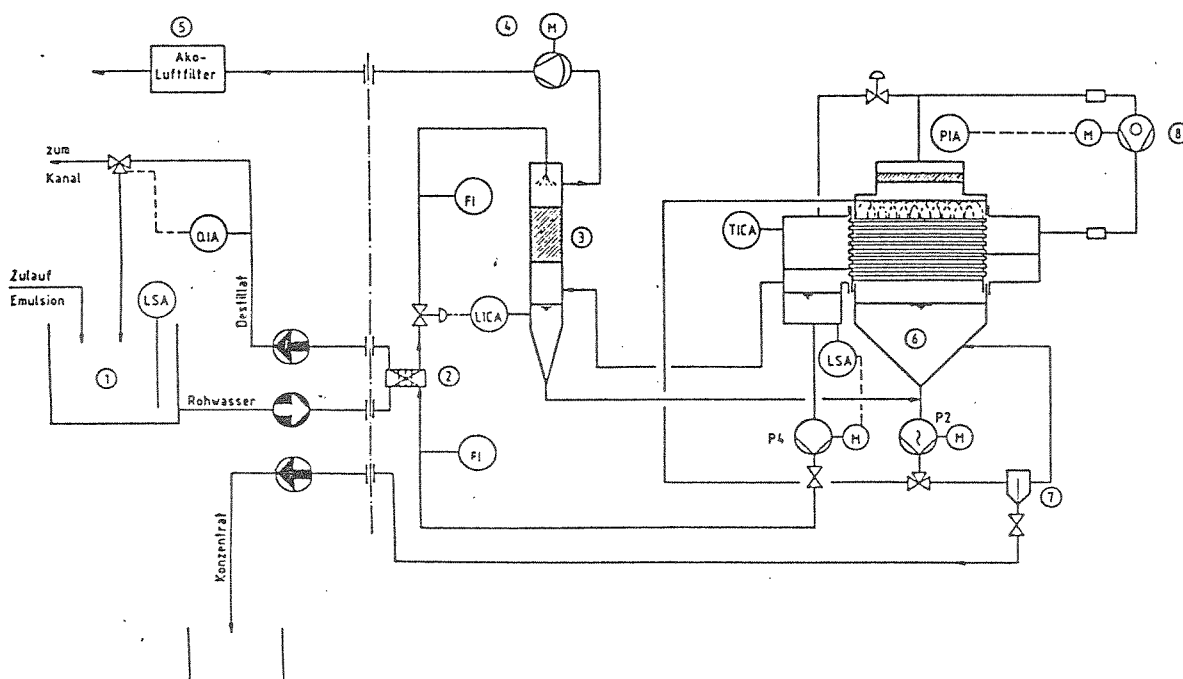


Fig. 2.13 Vakuumdestillasjon.

Når konsentrasjonene på oppsamlet væske blir lav utgjør energikostnadene en betydelig del av gjenvinningskostnaden. Denne prosessen vil kunne medvirke til en økt lønnsomhet for gjenvinning, samtidig som det begynner å bli mer interessant å se på alternative og mer miljøvennlige oppvarmingsalternativ enn oljefyrt kjele. Bruk av f.eks. varmepumpe eller annen tilgjengelig spillvarme er interessant.

Vakuumdestillasjon er en kjent prosessform, og blir benyttet innen industrien i dag. En nærmere undersøkelse vil være nødvendig for å få klarlagt hvor vidt prosessen egner seg for å skille vann og glykol. Kostnader både i investeringer og drift vil også være av interesse.

Separasjon av vann og glykol ved membranteknikk.

Kravene til renhet av væsken i henhold til AEA krav krever at det også i forkant av denne prosessen installeres de nødvendige filterkolonner med humus-fjerning, avmanganisering, demineralisering/avherding og polering.

Etter kontakt med SINTEF, avdeling for teknisk kjemi er følgende opplysninger fremkommet:

Membranteknikk er en separasjonsprosess der vann og oppløst stoff skilles ved at vannet bringes til å passere en semipermeabel ("finperforert") membran. Vannet presses gjennom membranen ved trykk samtidig som den stadig mer konsentrerte oppløsningen "spyler" langs membranen. En kontinuerlig måling av konsentrasjonen vil gi signal om når glykol/vann løsningen skal ut av anlegget.

Membranen er den aktive komponenten, og den har form som en plastduk med et meget stort antall hull eller porer. Porene er istørrelsesordenen 0.0005my. Anlegget er lukket og står i hovedsak av membranmoduler, pumper, rør og kontroll og rengjøringsenheter. Anlegget kan enkelt automatiseres, og membranene har normalt en levetid på 3 - 4 år. Driftstrykket ved en prosess som skal gjenvinne glykol vil kunne ligge på 50 - 60 bar.

SINTEF påpekte videre at det er ikke sikkert at en separasjon er mulig uten videre. Det var derfor nødvendig med en serie enkle forsøk for å klarlegge mulighetene.

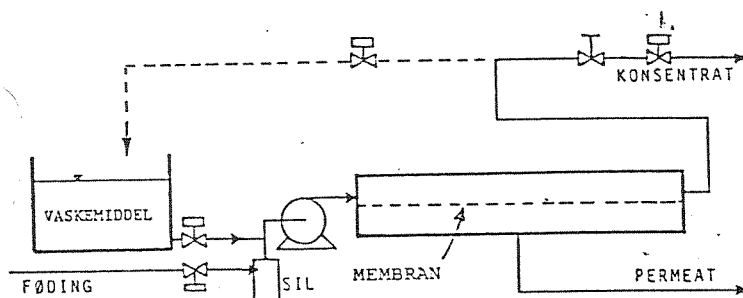


Fig. 2.14 Membranteknikk

Er muligheten til stede, og den kan realiseres innenfor de krav til kapasitet som vi har, vil en kunne oppnå bruksmessig enkle anlegg. Eventuelle investerings og drift-/vedlikeholdskostnader for et anlegg av denne typen er ukjent.

Volumreduksjon ved langtidslagring.

Ved oppsamling av forbrukt avisingsvæske som er uttynnet med smeltevann og regnvann vil volumene raskt bli store. Forbruket av glykol ved den enkelte lufthavn tilsier at det ikke vil være aktuelt med et gjenvinningsanlegg ved hver lufthavn. Alternativene er da å ha et mobilt gjenvinningsanlegg som fraktes rundt til den enkelte lufthavn, eller at den oppsamlede væsken transporteres til et sentralt behandlingsanlegg. Med utgangspunkt i at det er ugunstig å transportere store mengder vann med et lavt glykolinnhold over lange avstander, kan det være aktuelt å bygge systemer for volumreduksjon over tid. Lagres væsken i store tanker synes det interessant å få til en inndampning under forholdsvis lave temperaturer, 40 - 50°C.

Dette kan oppnås ved f.eks. installasjon av varmpumper eller solpaneler. Hvilke effekter en slik prosess vil ha på væskens kvalitet eventuelt nedbrytingsprosessen vites ikke. Det kan heller ikke sies hvor stor avdampning som kan oppnås under de temperaturer det her er snakk om.

3. BESKRIVELSE AV FORHOLDENE VED DE UNDERSØKTE LUFTHAVNER

3.1 OSLO LUFTHAVN GARDERMOEN

3.1.1 Generelle forhold

Oslo lufthavn Gardermoen ligger ca. 50 km nord for Oslo sentrum. Lufthavnen tjener som charterflyplass for Osloregionen. I tillegg benytter den transatlantiske rutetrafikken med større maskiner, (DC-10 og B-747), som ikke kan gå ned på Fornebu, denne lufthavnen. Lufthavnen består av en sivil og en militær del, og ved den militære delen er det fast stasjonert transportfly av typen Hercules C-130.

Sommeren 1989 ble rullebanen forsterket og forlenget, slik at den i dag er på 3.185 m. Den er orientert i nord-sør retning, og i vinterhalvåret går tilnærmet alle avganger mot sør.

Flyplassen ligger på et område med løsavsetninger bestående av sand og finsand. Vest for flyplassen ligger et område med ravedaler som har avrenning til Songna. Øst og nordøst for flyplassen finnes ett av Norges største grunnvannsreserver i løsmasser. Området er i dag lite utnyttet, men er en viktig potensiell vannforsyningskilde.

3.1.2 Trafikkforhold

I årene 1986 -88 var det stor vekst i chartertrafikken, og trafikken var oppe i 12.500 til 13.000 flybevegelser når privat/skolefly og helikopter er holdt utenfor. En stor nedgang i antall turistreiser har ført til at trafikken i 1989 og 1990 er mer enn halvert i forhold til de to foregående årene. Dette sammen med to milde vintere på Østlandet, har også gjort sitt til at forbruket av avisingsvæske ved lufthavnen er kraftig redusert i forhold til årene 1987 og 88.

Flyoppstillingsarealet foran terminalen er 550 x 90m, og i tillegg er det en ekstra plattform i tilknytning til tårnet på 170 x 120m. Ved avgang mot sør er det taksebane, mens ved avgang mot nord må rullebanen benyttes til taksing.

3.1.3 Avrenningsforhold

All avrenning fra den sivile delen av lufthavnen går mot vest ut i tre forskjellige ravinedaler. Disse har alle tilknytning til elva Songna, som igjen står i forbindelse med Glommavassdraget.

Flyoppstillingsområdet foran terminalen har et oppsamlingssystem med renner og sandfang. Disse er tilknyttet en 1.200 mm overvannskulvert med utløp i ravine 2 rett vest for terminalbygget (se fig. 3.1.2). Tidligere var avrenningen fra hele nordområdet med plattformen utenfor tårnet basert på lokal håndtering med infiltrasjon i grunnen. I forbindelse med forsterkning og forlengelse av rullebanen ble det bygget et eget overvannssystem for nordområdet med utløp til ravine 3 rett vest for tårnet. Gardermøens trafikk med store maskiner og snørike vintre, sammen med dårlige utslippsforhold og sårbare resipienter, førte til at det midt på 80 tallet ble fokusert på glykolforbruket ved lufthavnen, og hvilke skadevirkninger dette hadde på det omkringliggende miljøet. Dette førte til at det fra forurensningsmyndighetenes side ble satt krav til å redusere utslippet av glykol. Resultatet av disse påleggene var at det rundt årsskiftet 1988/89 sto klart en egen plattform hvor all avising av fly skal utføres. I vinterhalvåret blir avisingsvæske med glykolkonsentrasjon >5% samlet opp i tanker og fraktet til gjenvinningsanlegg for glykol ved Fornebu. I sommerhalvåret, når det ikke skjer noen avising ledes overvannet fra avisingsplattformen til overvannskulvert med utløp til ravine 3.

3.1.4 Resipienter

Store grusavsetninger over fjell kjennetegner lufthavnområdet. Dybden fra marknivå til grunnvannsnivå varierer. I Gardermoen området er dybden til grunnvanns speilet på 10 - 18 m.

Grunnvannet under store deler av lufthavnen har en strømningsretning som går sør og vestover mot Songna. Grunnvannet under den nordøstlige del av rullebanen går i nord-østlig retning mot de store grunnvannsreservoarene.

Drensvannet fra lufthavnen munner ut i små raviner som etter hvert blir til bekker før de når Songna og videre til Leira, Øyeren og Glomma, kfr. fig. 3.1.1.

Avrenningsvann fra avisingsområdet ledes vestover og ut i begynnelsen av en ravine like nedenfor den nyanlagte riksveiparsell.

Avisingen skjer på en selvdrenerende plattform med oppsamling i tanker for avrenningsvæske med glykolkonsentrasjoner > 5 %.

Dette transporteres til Fornebu for gjenvinning. Konsentrasjoner < 5 % slippes ut i ravinen.

Under befaring i oktober 1990 bar ravinen øvre løp preg av forurensninger forårsaket av avisingsvæske. Forholdene var uaktseptable. Oppsamlingssystemet virket da ikke etter sin hensikt. Alt avrenningsvann ble ledet til ravinen. Dette hadde pågått siden sen vinteren 1990.

Vi tar det ikke for gitt at forholdene i ravinen blir tilfredsstillende om kun avrenningsvann med konsentrasjoner < 5 % bli tilført. Det er nødvendig med eksperimentelle undersøkelser for å kunne fastslå hvilke konsentrasjoner som kan anbefales, men en bekk med så liten vannføring er meget sårbar.

Grunnvannstilsig til ravinen bar også preg av forurensninger. Dette skyldes sansynligvis tilsig fra snødeponier som ligger på grøntarealer utenfor avisingsplattformen.

I forbindelse med befaringen ble det tatt vann- og begroingsprøver i tre raviner som alle mottar dreisvann fra flyplassområdet. Disse lokalitetene blir her betegnet som ravine 1, 2 og 3 hvorav den sistnevnte er den som er omtalt ovenfor og som mottar avrenning fra avisingsplattformen.

Ravine 1 mottar overflatevann fra den sørlige del av rullebanen og vannprøven er tatt mellom utslippet fra lufthavnen og utslippet fra kloakkrensaneanlegget. Ravine 2 mottar overflatevann fra flyoppstillingsplassen og serviceområder. Ravine 2 a er ved utløp fra kulvert fra flyplassen mens ravine 2 b er før kulvert under riksvei.

I tillegg ble det tatt en vannprøve fra Songna der elva krysser riksvei 174. Prøvetaking og analyseopplegg var enkelt og hadde bare til hensikt å gi en grov orientering av vannkvalitet og biologiske forhold under befaringen. Resultatene er fremstilt i tabell 3.1 og bilag 8.

Tabell 3.1 Kjemiske analyseresultater fra raviner ved Gardermoen

Resipient	pH	Konduktivitet m25 C	TOC mgC/l
Ravine 1	7.5	31	2.0
Ravine 2 a	7.0	42	0.74
Ravine 2 b	6.9	45	2.2
Ravine 3	6.8	25	146
Songna	6.6	4.2	6.0

Alle tre raviner var preget av forurensninger, men ravine 3 skilte seg naturlig ut med et meget høyt innhold av organisk stoff (TOC=146 mgC/l). Begroingen ble dominert av soppen *Leptornitres lacteus* som har den egenskap at den nedbryter organisk stoff i det biologiske materialet. Her var det også karakteristisk løklukt fra nedbrytningsprodukter. På de øvrige lokaliteter ble dette ikke konstatert. Alle tre lokaliteter hadde omtrent nøytralt vann og et høyt innhold av salter (konduktivitet 25-45 mS/m).

Vannprøven fra Songna skilte seg klart ut med et middel innhold av salter og organisk stoff.

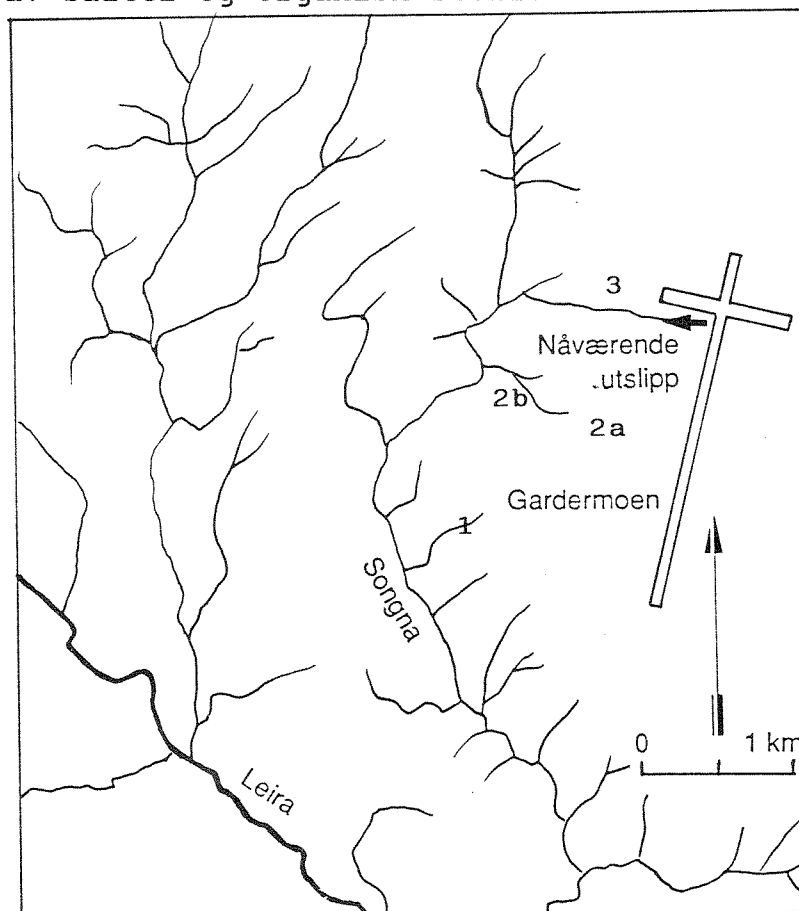


Fig. 3.1.1 Resipienter ved Oslo lufthavn Gardermoen.

3.1.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Avising av flyene skjer på et spesielt tillaget område som ligger i tilknytning til taksebanen som leder til nordenden av hovedrullebanen. Nesten uten unntak skjer alle avganger i vintermånedene fra nord, og plattformen ligger derfor trafikkmessig gunstig til. Avisingsplattformen er ca. 7.500 M² og har plass for to fly av størrelse DC-9 eller ett større fly av type B-747 eller tilsvarende. Anlegget for oppsamling av forbrukt glykol er bygget opp som en plate med drenerende asfalt. Under overbygningen ligger det en tett membran med overliggende drenerør for oppsamling av glykol/vannblandingen. Avløpet går til oppsamling i tanker for videre transport til gjenvinning. Til å styre avløp med og uten glykol er det installert en automatisk konsentrasjonsmåler. Pr i dag blir alt avløp med en glykolkonsentrasjon på >5% samlet opp.

Når avløpsmengdene er veldig store og glykolkonsentrasjonen liten går avløpet direkte til overvannsnettet med utløp i ravinen.

Fram til 1.1.91 har både SAS og Braathens Safe utført avisingstjenester ved lufthavnen. SAS har fra årsskiftet 90/91 flyttet sin virksomhet bort fra Gardermoen, slik at all avising av sivil lufttrafikk ved lufthavnen vil bli utført av Braathen. All avising skjer på avisingsplattformen, og væsken blir påført med bruk av biler. Det benyttes mest av type 1 (DF) væske i blandingsforhold 50/50 vann/glykol. På grunn av tidligere trafikk og med en forholdsvis stor andel av større maskiner har gjennomsnittsforbruket av væske pr. avising vært høyt. For 1987 var dette på ca. 650 liter pr. aviset fly. Det finnes ikke hangarer for overnattede fly ved lufthavnen, dette fører til at det kan være en del tung avising om morgenen når det har vært snøfall i løpet av natten.

Fly som skal overnatte blir ofte påført et lag med væske type 2 (ABC) for å hindre tilising i løpet av natten. Erfaring viser at denne væsken har blitt påført flyet på stand der hvor det står parkert i stedet for på avisingsplattformen.

All snø som brøytes av avisingsplattformen blir lagret på omkringliggende grøntområder. Det blir ikke skilt mellom ren snø og glykolforurenset snø, og begge typer blir lagt i felles deponi. Ved snøsmelting om våren vil smeltevannet bli ledet til overvannssystemet med utløp til ravine 3, samt at det vil skje en infiltrasjon til grunnen for snø lagret på grøntarealene.

Forbruket av avisingsvæske de siste sesongene har vært som følger:

1986/87:	170.000 liter konsentrert type 1
1987/88:	348.000 liter konsentrert type 1
1988/89:	150.200 liter konsentrert type 1
1989/90:	77.500 liter konsentrert type 1

Forbruket av type 2 væske har vi ikke lyktes å få data for.

3.2 OSLO LUFTHAVN FORNEBU

3.2.1 Generelle forhold

Oslo lufthavn Fornebu ligger ca. 12 km syd/vest for Oslo sentrum, og fungerer som Norges hovedflyplass. Lufthavnen har to kryssende rullebaner. En øst-vest bane og en nord-sør bane. Nord-sør banen er 1.750 m lang og blir i stor grad kun benyttet til småfly og privatfly. Hovedrullebanen, øst-vest, er 2.200m lang, og med parallell taksebane i hele rullebanens lengde.

3.2.2 Trafikkforhold

Lufthavnen har hatt en jevn trafikkøkning, og hadde i 1989 101.268 flybevegelser, når privat/skolefly og helikopter holdes utenfor. Dette tilsvarer en passasjermengde på ca 6,5 mill. Lufthavnen trafikkeres mest av fly i kategori C, dvs. DC-9 og B-737. Kapasiteten på rullebanen ansees å ligge på ca. 40 fly pr. time, og i maksimal time begynner man å nærme seg denne grensen.

På Fornebu er det bygget en avisingsplattform som ligger sentralt i oppstillingsområdet. Plattformen ligger på det tidligere Koksatjernet. Alle fly som skal ha avising takser innom området, som trafikkmessig ligger naturlig til i forhold til taksemønster ut til avgang.

3.2.3 Avrenningsforhold

Ved Oslo Lufthavn Fornebu var det allerede tidlig på 80-tallet problemer med "løklukt". Først forsto man ikke hva lukten kom av, men våren og sommeren 1983 ble det oppdraget at den ble dannet som et reaksjonsprodukt ved anaerob nedbryting av propylenglykol (avisingsvæske). Problemene med lukt oppsto først i Koksatjern, der hvor avisingsplattformen ligger i dag. Senere ble lukten spredd til SAS-hangaren Koksabukta, kfr. fig. 3.2.2).

Etter at man hadde klarlagt hva som forårsaket lukten begynte undersøkelsen og tiltak for å bedre på problemene. Kjennskapet til avisingsvæsken og dens nedbrytingsegenskaper økte og det ble fra miljøvernmyndighetene (SFT) satt en frist til 1.1.90 hvor Fornebu ikke lenger fikk lov å slippe ut avisingsvæske til de omkringliggende resipienter. Forut for dette hadde Fornebu i to år en midlertidig ordning der forbrukt avisingsvæske i stor grad ble samlet opp med sugebil og tømt til utløp i Rolvsbukta i Lysakerfjorden.

I 1988 gjennomførte vi et studie i samarbeid med Utbyggingskontoret for Fornebu for å finne en løsning for oppsamling og behandling av avisingsvæske. Ulike løsninger ble diskutert, og konklusjonen ble at det skulle bygges en sentral avisingsplattform og et gjenvinningsanlegg. Kontakter mot VEAS viste at de ikke kunne motta og behandle væsken. Bygging av eget biologisk renseanlegg eller levering til destruksjon ved anlegg for spesialavfall ble vurdert, men falt den gangen bort av økonomiske grunner.

I løpet av januar/februar 1989 ble det utarbeidet tilbudsgrunnlag og innhentet priser på bygging av gjenvinningsanlegg. Etter forhandlinger fikk Deicing System kontrakt for bygging og drift av et gjenvinningsanlegg. Flyselskapene forplikter seg samtidig til å benytte den gjenværende væsken dersom den overholdt de foreskrevne kvalitetskrav gitt av AEA.

Regnvannet fra avisingsplattformen har i sommerhalvåret avrenning til Koksabukta. I vinterhalvåret går det til oppsamling for gjennvinning mens avløp med mindre glykolkonsentrasjon enn 3% blir pumpet med utløp til Lysakerfjorden.

Koksaområdet pekte seg tidlig ut som et aktuelt område for en sentral avising. Det var først ved begynnelsen på sesongen 1989/90 at det ble etablert et anlegg for oppsamling av glykol i Koksa, men allerede i sesongen 1987/88 ble området benyttet til avising. Etter pålegg fra forurensningsmyndighetene og gjentatte klager om løklukt fra beboere i nærområdet, ble forbrukt glykol samlet opp ved hjelp av sugebil og en provisorisk oppsamlingstank. Oppsamlet væske ble som en midlertidig løsning tømt til utslipp i Lysakerfjorden, hvor vannutskiftingen er bedre enn i Koksabukta.

Den sentrale avisingsplattformen har et areal på 15.000 m². Plattformen er omkranset av avløpsrenner for å hindre at fremmedvann fra omkringliggende arealer skal skape ekstra fortykning av oppsamlet væske. Plattformen er delt i to adskilte trau, bestående av drenerende asfalt, overbygning og underliggende drencsystem ovenpå en PEH tettemembran.

Den nedre plattformdelen består av 9.000 m² og har plass til to fly av størrelse DC-9 eller tilsvarende. Øvre plattformen er på 6.000 M2 og er beregnet på større fly av kategori D, som DC-10 og B-767. Plattformene som er formet som to adskilte "trau", har separate avløps-systemer, slik at når bare den ene plattformen er i bruk kan avløpet fra den andre gå direkte til overvann. Praksis har vært at det er den nedre plattformen på 9.000 m² som er i bruk. Avløpet går til en regulerings-kum der glykolkonsentrasjonen blir registrert automa-tisk. Ut fra registreringene blir vannet:

- Kjørt direkte til nødoverløp på selvføll til Koksabukta. Dette overløpet skal bare benyttes i en krisesituasjon som f.eks. forhindre over-svømmelse av P-stasjon.
- Til oppsamling i pumpestasjon for overpumping til utslipp i Lysakerfjorden.
- Til oppsamling i pumpestasjon for overpumping til gjenvinningsanlegg for glykol, kfr. fig. 3.2.1.

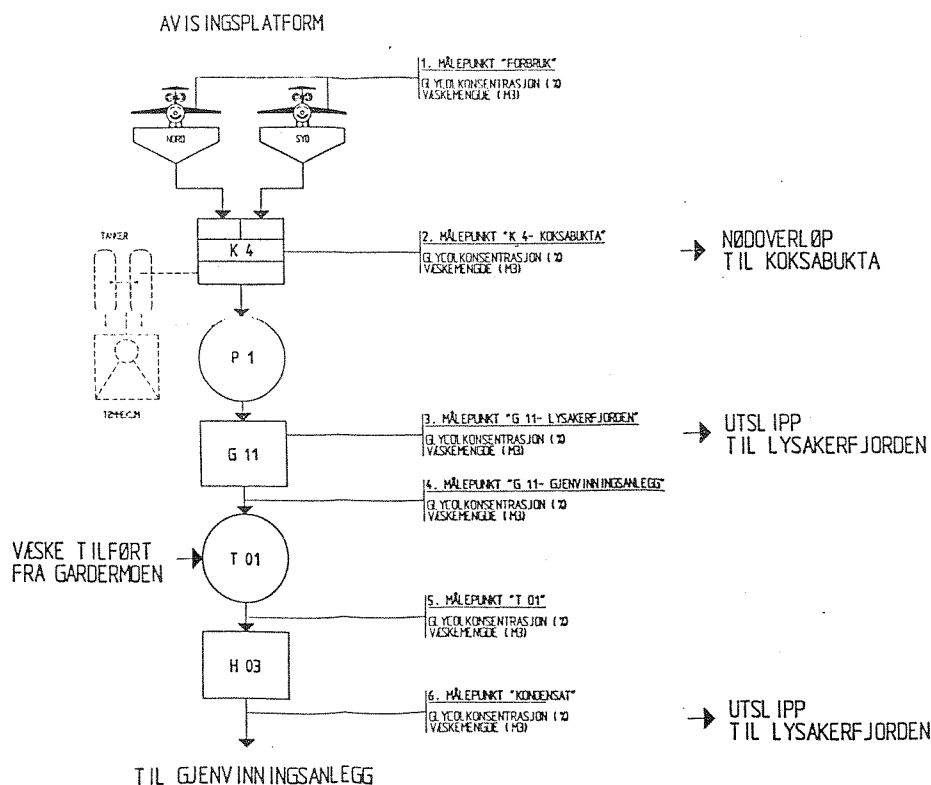


Fig. 3.2.1 Målepunktet for oppsamling/behandling av avisingsvæske.

3.2.4 Resipienter

Lufthavnen grenser i sør til det såkalte Bærumsbassenget med Koksabukta i øst og Holtekilen i vest, kfr. fig. 3.2.2. Bærumsbassenget er grunt med terskler og øyer som begrenser vannutskiftningen i de dypere lag. Sandvikselva har sitt utløp her.

Utslipp av avisingsvæske skjedde tidligere til Koksabukta og medførte store luktulempen for befolkningen. Området er meget følsomt for forurensninger.

Nord og vest for lufthavnen ligger Lysakerfjorden som er en del av Indre Oslofjord. Lysakerelva med en midlere vannføring på 3,9 m³/s har sitt utløp her.

Den fremherskende vindretning i vinterhalvåret er fra nord. Overflatevannet blir da ført ut av fjorden mens dypere kompensasjonsstrømmer går i motsatt retning. Vannutskiftningen er generelt sett god.

Avisingen ved lufthavnen skjer som nevnt ovenfor på en selvdrenerende avisingsplattform med avløp til et gjenvinningsanlegg ved Rolvsbukta i Lysakerfjorden.

Avrenningsvæske med glykolkonsentrasjoner > 3 % går til destillasjonsanlegget. Er konsentrasjonen mindre går avrenningsvæsken i overløp til en 1000 mm utslippsledning som ender i Rolvsbukta.

Med nordlige vinder vil overflatelaget i Rolvsbukta bli stuvet opp. Dypereliggende strømmer i motsatt retning vil kompensere for dette. Utskiftningen av vannmassene vil gå noe langsommere.

Oksygenopptak fra atmosfæren påvirkes i perioder når bukta er islagt. Lokale forurensningspåvirkninger er påvist og man må vurdere å føre utslippsledningen lenger ut i Lysakerfjorden, eventuelt å lage en diffusor som gir større fortyninger eller overføring til Vestfjorden avløpsselskap (VEAS).

NIVA har i et mangeårig overvåkningsprogram for indre Oslofjord fra tid til annen observert oksygenvikt i vannmassene i selve Lysakerfjorden. Den har imidlertid stor fortynningskapasitet, fordi vannmassene blir jevnlig skiftet ut med sjøvann fra områdene utenfor.

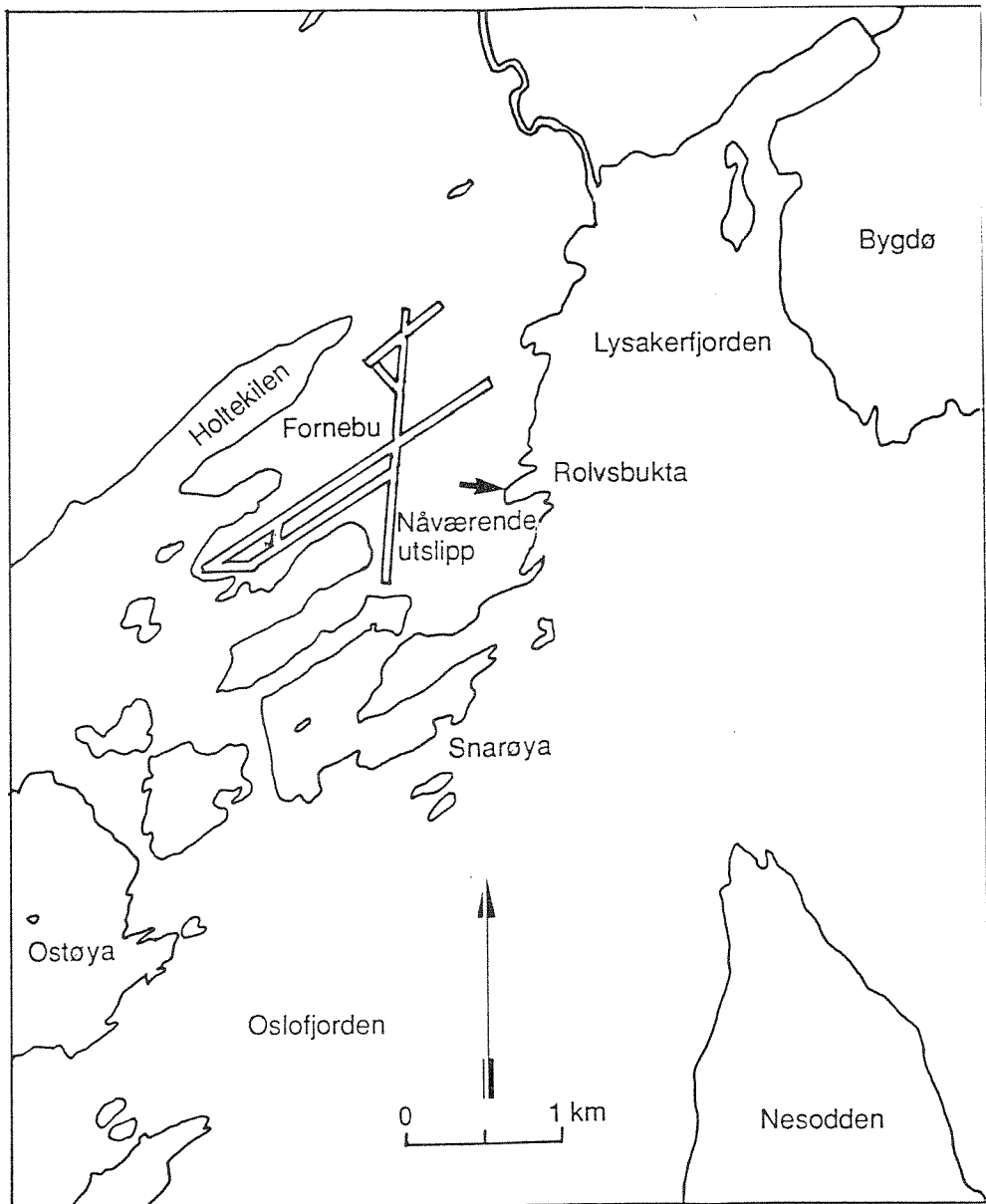


Fig. 3.2.2 Resipienter ved Oslo lufthavn Fornebu

3.2.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

All avising ved Oslo Lufthavn Fornebu skjer på den sentrale selvdrenerende avisingsplattformen. Både SAS og Braathens Safe utfører avisingstjenester ved lufthavnen, og det er et helt og fullt integrert samarbeid mellom selskapene. Pr. i dag er det 6 avisingsvogner ved Fornebu. Under rushet er det 4 vogner som er i drift, 2 fra SAS og 2 fra Braathen. Avisingen blir koordinert av avisingsoperatørene, og det blir ført nøye lister over forbruk av glykol for hver enkelt avgang. Data som blir registrert ved hver enkelt avising er "flightnr.", eier av flyet, værforhold, temperatur, klokkeslett og forbruk av væske type 1 og 2. Hver dag blir det skrevet ut en rapport som viser siste døgns forbruk. Rutinene fører til at det oppnås en veldig god oversikt over forbruket av glykol.

Ved avising betjenes hvert fly av to avisingsbiler. Flyet kjører fram til stoppunkt på plattformen. En bil kjører fram på hver sin side av flyet. Nødvendig spraying med avisingsvæske blir utført og vognene trekker seg tilbake. Flyet får klarsignal og takser ut fra plattformen. Hele prosessen tar under normale avisingsforhold 2-3 minutter. Flyselskapene har forskjellig type avisingsvogner. SAS benytter en enmannsbetjent vogn av typen Moelven. Bilen kan også om nødvendig benyttes som push back traktor. Braathen benytter tomannsbetjente vogner av fabrikat Vestergaard.

Som suplement til plattformen blir det benyttet sugebil, type FRIMOCAR for å ta hånd om forbrukt avisingsvæske. Det er spesielt under forhold med snøvær og tung avising at bilen utnytter sin sugekapasitet. Bilen har oppvarming i tanken. Erfaringene med bilen er gode. Det er kun spesialopplært personell som betjener vognen, og driften er delt mellom tre operatører som jobber skift. Ved siden av å suge på oppstillingsplattformen blir bilen også benyttet til andre formål.

Plattformen er avhengig av å være godt brøytet til enhver tid. I brøytetjenesten inngår det 6 mann x 3 skift. Avisingsplattformen må være ferdig brøytet til kl. 06:00 hver morgen. Før avisingen starter kjøres sugebilen over plattformen, for å rense opp evt. snø som blir liggende igjen etter brøytingen. Under dager med snøvær på dagtid, benyttes i stor utstrekning sugebilen til fjerning av snø/glykolblandingen fra avisingsplattformen.

Av lagerkapasitet for gjenvunnet og ny væske finnes følgende:

- 34 M3 kald ny konsentrert væske type 1.
- 60 M3 varm ny konsentrert væske type 1.
- 20 M3 ny konsentrert væske type 2.
- 50 M3 gjenvunnet væske 40/60 glykol/vann.
- 50 M3 gjenvunnet væske 40/60 glykol/vann nede på gjenvinningsanlegget.

Forbruket av avisingsvæske ved lufthavnen har de siste årene vært:

Type 1:(DF)

1984/85:	315.000 liter konsentrert.
1985/86:	236.000 liter konsentrert.
1986/87:	515.000 liter konsentrert.
1987/88:	697.000 liter konsentrert.
1988/89:	294.200 liter konsentrert.
1989/90:	394.500 liter konsentrert.

Type 2:(ABC)

1984/85:	78.500 liter konsentrert.
1985/86:	70.550 liter konsentrert.
1986/87:	57.900 liter konsentrert.
1987 - 1990:	Ingen opplysninger.

3.3 KRISTIANSAND LUFTHAVN KJEVIK

3.3.1 Generelle forhold

Kristiansand lufthavn, Kjevik ligger på de flate elveavsetningene der Topdalelva renner ut i Topdalsfjorden. Flyplassen ligger ca. 15 m o.h.

Rullebanelengden er i dag 1.870m med en bredde på 45 m. Lufthavnen har en meget stor regularitet, og værforholdene er av en slik art at det ikke er noen fremherskende take off retning i vinterhalvåret med avisingsvær.

3.3.2 Trafikkforhold

Store deler av antall flybevegelser ved lufthavnen er skole-, privat- og taxifly. Rutetrafikken har de siste årene ligget på mellom 12 og 13 tusen flybevegelser pr. år. I henhold til ruteprogrammet for 1989 er det på hverdager ca. 34 flybevegelser med rutefly, i tillegg har forsvaret 14 faste flybevegelser pr. uke. Ca. 40% av trafikken utgjøres av propellfly.

Ved maksimal belastning står i dag 4 fly samtidig på flyoppstillingsplattformen. Ifølge lufthavnplanen vil dette behovet være 8 plasser i år 2000. I perioden 1990-93 er det i lufthavnplanen antatt at det vil skje en utbygging av ekspedisjonsbygget og en opprusting av oppstillingsplattformen. Det er viktig at disse arbeidene samordnes med eventuelle tiltak i forbindelse med flyavising.

3.3.3 Avrenningsforhold

Flyoppstillingsområdet dreneres til Ålefjærfjorden nord for utløpet av Topdalselva. På plattformene 1, 2, 3 og 4 ble avløpssystemet fornyet i 1978 med langsgående renner foran terminalen og i bakkant av plattformen. Plattformen har salvasin dekke som er oppsprukket og dårlig, og det er nødvendig med en rehabilitering av plattformen, kfr. fig. 3.3.2.

Overvannet ledes inn på en større kulvert (Ø1200) som drenerer taksebanen og deler av rullebanen. I tillegg er grøntarealene utenfor oppstillingsplattformen (arealene for snødeponi) samt hele ekspedisjonsområdets landside tilknyttet den samme ledningen. Ledningen ble bygget i forbindelse med etableringen av flyplassen, dvs. 1938-39.

Oppstillingsplattformene 5, 6 og 7 er av eldre dato, og med et eldre avløpssystem fra ca. 1938. Avløpet fra plattformene har separat utløp til Ålefjærfjorden gjennom en 300 mm ledning.

Tilstanden av eksisterende overvannssystem ble ikke nærmere vurdert i forbindelse med befaringen ved lufthavnen. Dette vil være nødvendig i neste fase dersom det må gjøres tiltak i forbindelse med avrenningen fra flyavising.

3.3.4 Resipienter

Resipienten for utslipp fra lufthavnen er Ålefjærfjorden, den nordligste og innerste del av et fjordsystem som består av Kristiansandsfjorden ytterst i sør, og Topdalsfjorden mellom disse, kfr. fig. 3.3.1.

Ålefjærfjorden er avgrenset fra Topdalsfjorden med et terskelområde rett ut for Topdalselvas munning. Ålefjærfjorden har et maksimalt dyp på ca. 60 m, og store deler av fjorden har større dyp enn 50 m. Strendene stuper bratt ned mot dypet. Den nordre del er noe grunnere, men dypet varierer stort sett mellom 20 - 50 m.

De fremherskende vindretninger er nordøst med vindstyrker på 1 - 2 Beaufort i perioden september til mai. I sommer-månedene juni - august er vindretningen fra sørvest dominerende.

Den midlere tidevannsforskjellen er på ca. 0.20 m.

Topdalselva har ved utløpet et totalt nedbørfelt på 1.800 km² med en midlere vannføring på ca. 60 m³ /s.

Avrenningen fra lufthavnen skjer til Ålefjærfjorden like nord for Topdalselvas utløp. Den fremherskende vindretningen i vinterhalvåret fra nordøst fører overflatevannet utover fjorden. Dette blandes med utstrømmingen fra Topdalselva og føres som et overflatesjikt til havs. Mengde avisningsvæske er liten og fortynningen meget stor.

På sørsiden av utløpet av Topdalselva ligger Hamresanden, et populært rekreasjonsområde om sommeren og en rasteplass for trekkfugler høst og vår. Vi antar at Hamresanden ikke påvirkes av utslippet fra Kjevik.

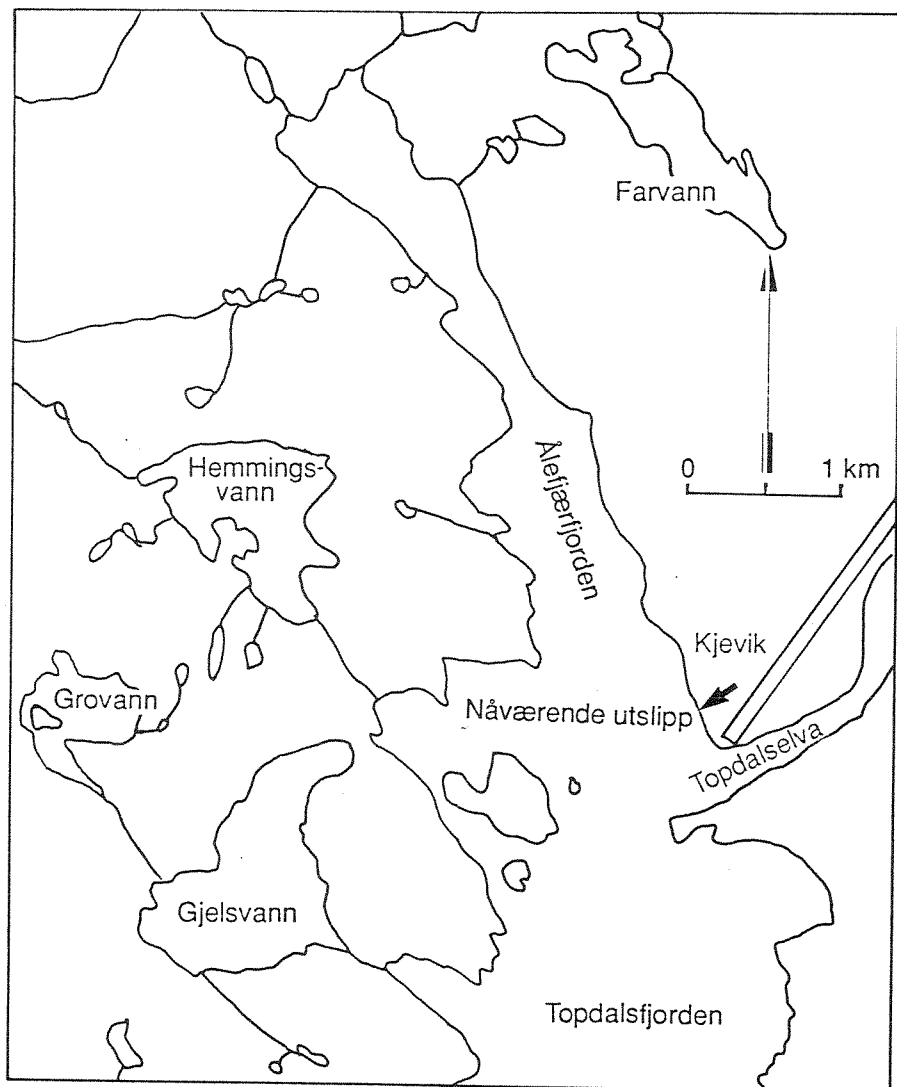


Fig. 3.3.1 Resipienter ved Kristiansand lufthavn
Kjevik

3.3.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

All avising skjer på oppstillingsplattformene hvor flyene står parkert. Det er i hovedsak plattform 2,3 og 4 som er i bruk, og som har det nyeste avløps-systemet.

Avisingen skjer kun med DF, type 1, væske. Både SAS og Braathens Safe leverer avisingstjenester ved lufthavnen. Avisingsvæsken blir påført i en konsentrasjon på 50/50 glykol/vann.

Av påføringsutstyr har SAS en avisingsbil og Braathens Safe to biler.

Ved snøfall blir flyene først kostet mekanisk før avisingen utføres. Dette for å redusere forbruket av væske. I dag har Kjevik ingen fly som står natten over, men fra neste sesong vil Braathens Safe ha ett fly som overnatter. Det er forventet en økning av glykolforbruket på grunn av dette.

Ved brøyting av oppstillingsarealet blir glykolholdig snø brøytet ut til deponi i grøntarealene sammen med annen ikke forurenset snø. Snødeponiarealene har avrenning til samme avløpssystem som plattformen forøvrig.

Det var vanskelig å få forbrukstall for avisingsvæske fra Lufthavnen, da disse ikke var registrert. Mengdene er derfor oppgitt som omtrentlige av selskapene. SAS har oppgitt et omtrentlig forbruk på 7-10.000 liter konsentrert væsk pr. år, mens Braathens Safe forbruk har ligget på ca. 4-7.000 liter pr. år. Braathens Safe har i tillegg oppgitt at enkelte vintere kan forbruket gå helt opp i 30.000 liter for sesongen. Data over omtrentlig forbruk de siste årene er følgende:

1986/87: 13.000 liter type 1

1987/88: 17.000 liter type 1

1988/89: 14.000 liter type 1

1989/90: Ingen opplysninger.

Væske type 2 (ABC), antiisingsvæske benyttes ikke ved lufthavnen.

3.4 STAVANGER LUFTHAVN SOLA

3.4.1 Generelle forhold

Stavanger lufthavn Sola ligger på et område i mellom Solavika og Hafrsfjord. Hele området er veldig flatt, og ligger fra 2 til 10 m.o.h. Avrenning fra flyplassen skjer både til Solavika og Hafrsfjord.

Lufthavnen har to rullebaner. Nord- sør banen er 2.550m og øst- vest banen er 2.200m. I vinterhalvåret er det dominerende vinder i fra sør/sørøst. Normalt er det nord-sør banen som benyttes, men under sterk sør-østlig vind i vinterhalvåret er det påkrevd at øst-vest banen benyttes.

Værforholdene på Sola er av en slik karakter at det svært sjelden kommer snø som blir liggende over en lengre periode. Ved eventuelt snøvær som krever brøyting, blir snøen lagret i grøntområdet i mellom oppstillingsplassen og nord - sør banen.

3.4.2 Trafikkforhold

Lufthavnen har hatt totalt ca. 80.000 flybevegelser pr. år de siste fem årene. Ruteflyene utgjør av dette ca. 40.000 flybevegelser pr. år. Sola har en betydelig helikoptertrafikk som flyr til oljeinstallasjonene i Nordsjøen (ca. 10.000 bevegelser pr. år). Lufthavnen har daglig ca. 50 rutefly avganger.

Stavanger Lufthavn Sola har et nytt terminalbygg med passasjerbroer direkte tilknyttet terminalbygget. Det er i dag 11 oppstillingsplasser. I følge lufthavnplanen, vil det i perioden fram til år 2000 i maksimal time være et behov for 14 oppstillingsplasser. Det er ikke noe problem å tilfredsstille de aktuelle behov innenfor de eksisterende arealer.

3.4.3 Avrenningsforhold

Flyoppstillingsområdet drenerer til Solavika. Oppstillingsområdet er opparbeidet i forbindelse med byggingen av det nye terminalbygget, og er av god kvalitet. Området rundt passasjerbroene er opparbeidet med betongdekke, og har avskjærende avløpsrenne mot tilgrensede asfalterte flater. Overvannssystemet for oppstillingsområdet er nytt og av god kvalitet. Utenfor terminalområdet er overvannet tilknyttet et eldre system, som delvis er lukket og delvis går som åpen bekk. Avløpet har utløp til Solavika, kfr. fig. 3.4.2.

3.4.4 Resipienter

Hovedresipientene for lufthavnen er Hafrsfjord i nord og Solavika i vest. Sømmevågen i Hafrsfjord er foreslått fredet til våtmarksområde, mens området langs Solavika er vernet som landskapsverneområde, kfr. fig. 3.4.1.

Avisningen foregår på flyoppstillingsplassen. Snø og slaps legges delvis på grøntarealer. Fra oppstillingsplassen dreneres overvannet til hoveddrengssystemet, en delvis lukket bekk som munner ut i Solavika tett ved Sola Strandhotell.

Bekken går langs med og på nordsiden av rullebanen øst-vest. Bekken er åpen fra flyplassområdet til en vei som går parallelt med Solavika. Fra veien og ned til stranden er bekken lukket. Bekken er påvirket av tidevannet. Ved flo sjø vil sjøvann trenge inn i bekken slik at avrenningen blir oppstuvet. Vi vil anta at noe av væsken vil trenge ned i grunnen og at det her foregår en anaerob nedbrytning slik som forklart i kap. 2.

Bekken er lagt i kulvert under veien. Ved utløpet av kulverten var bekken sterkt begrodd. I sommerhalvåret vil det oppstå luktproblemer med sjenanse for rekreasjonsaktiviteter og for gjester ved Strandhotellet. Bekkeutløpet er meget uestetisk.

Forurensningssituasjonen skyldes dels aktiviteter på lufthavnområdet, dels avrenning fra jordbruk. Et måleprogram vil kunne fastlå hvilke bidragsyttere som er betydelige, samt hvilke tiltak som er nødvendige for å rette opp forholdene.

På sørsiden av rullebanen øst-vest er det nok en bekk som har sitt utløp i Solavika. Denne drenerer området øst og sør-øst for oppstillingsplassen hvor det har vært vanlig med snødeponier. Bekken har tilsig fra en rekke dreneringsgrøfter som er forurenset av jordbruket. Lufthavnens brannøvelsesområde ligger i dette nedslagsfelt, og forurensning herfra vil også påvirke bekkens vannkvalitet. Bekken er allerede sterkt belastet.

Solavika har havet stående rett inn. Tidevann, vindforhold og bølger forårsaker at vannmassene lett skiftes ut, og at tilførsler av avrenningsvann blir hurtig fortynnet og nedbrutt. Solavika må ansees som en meget god resipient.

Sola har et mildt klima. Snø som inneholder avisingsvæske, vil smelte iløpet av noen dager. Forurensningene fra snødeponier vil derfor jevne seg ut over hele sesongen. Forbruket av avisingsvæske er imidlertid beskjedent.

Hafrsfjord er i motsetning til Solavika en meget sårbar resipient, og den er betydelig belastet med kommunalt avløpsvann samt avrenning fra jordbruksområder. Eventuelle tilførsler av avrenningsvann med avisingsvæske til denne resipient vil være meget uheldig. Med en tidevannsforskjell på ca. 0.30 m er strømforholdene og vannutskiftningen beskjeden. Hafrsfjord er en terskefjord med innsnevring ved innløpet til fjorden. Dette forsterker problemet med vannutskiftning. Ut fra de opplysninger som foreligger dreneres det ikke avisningsvæske ut i denne resipienten.

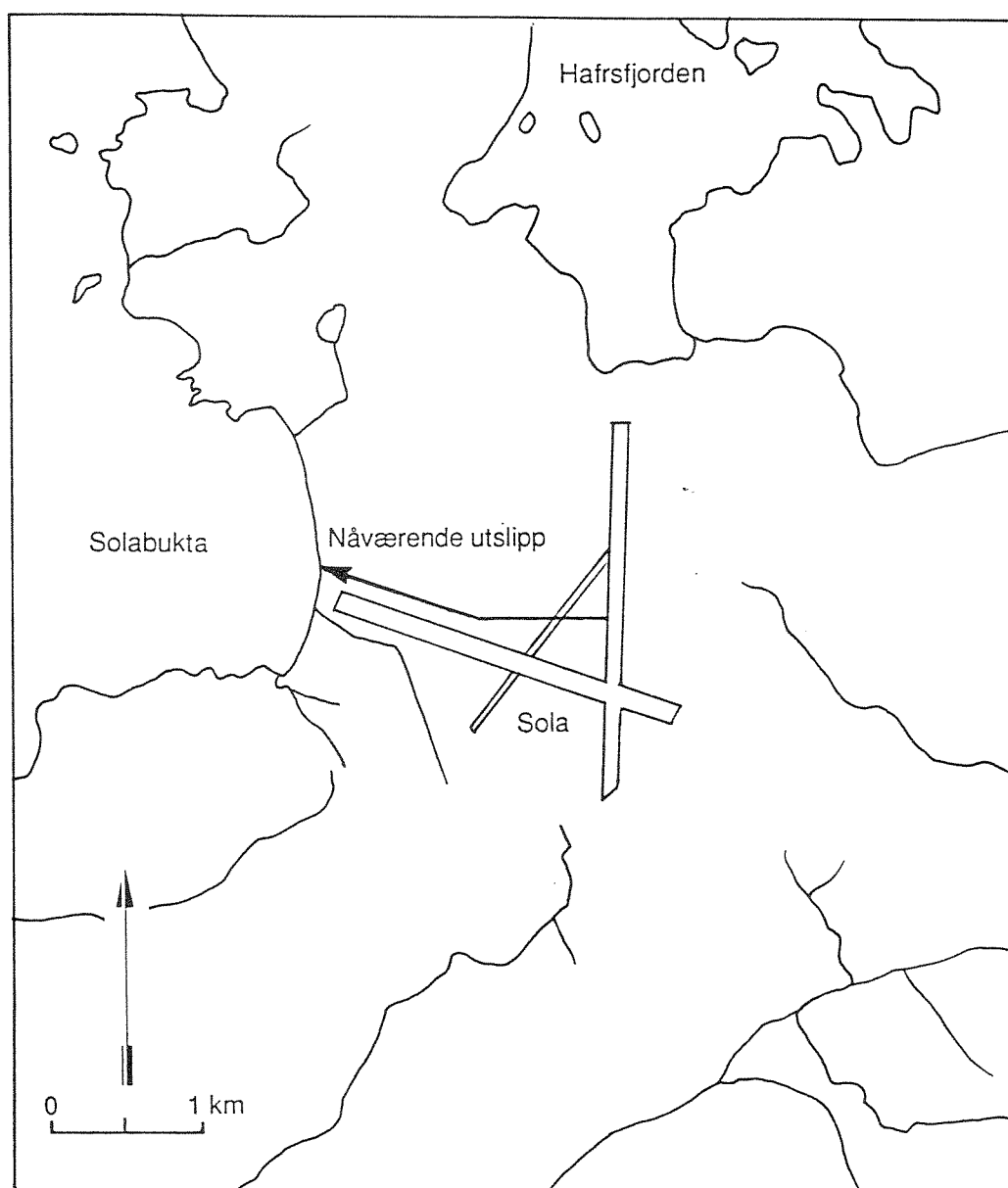


Fig. 3.4.1 Resipienter ved Stavanger lufthavn Sola.

3.4.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

All avising skjer på oppstillingsplattformen, enten når flyet står parkert ved passasjerbroen eller etter at det er trukket tilbake, men før motorene er startet.

Avising utføres både av Braathens Safe og SAS. Braathens Safe benytter hovedsakelig avisingsvæske type 1 i en blanding 50/50 glykol/vann. Ved nedbør blir det som regel i tillegg lagt på en film med antiisingsvæske type 2.

SAS utfører som regel en to-trinns avising. Først benyttes varmt vann iblandet 10% glykol til å fjerne snø og rim, deretter legges det på en film med type 2 væske for å hindre ny isdannelse. To trinns avising kan benyttes ned til en temperatur på -5°C . Denne formen for avising er væskebesparende og godt egnet ved de klimatiske forhold som eksisterer ved Sola. Helikopterservice har også utstyr til å utføre avising, men p.g.a. at de har hangarplass for alle sine helikoptere er det ytterst sjelden at de må utføre avising.

Av påføringsutstyr har Braathens Safe to avisingsbiler, mens SAS har en bil. Som et ledd i å få forbruket av avisingsmidler ned på et så lavt nivå som mulig, blir Braathens personell spesielt trent foran vinter-sesongen.

Den nye betongplattformen utenfor terminalen er avgrenset med avløpsrenner. Betongdekket ansees å være tett, og avisingsvæske som renner av fra oppstillingsplattformen antas å bli samlet opp effektivt gjennom det eksisterende avløpssystemet. Det er først når avløpet utenfor terminalområdet blir tilknyttet eldre ledningsnett, at faren for utlekking av glykolholdig vann til grunnen øker.

Snøen på Sola ligger fra 1 dag til 1 uke, og eventuelt brøytet snø inneholdende glykol blir brøytet sammen med annen snø ut til grøntområdene mellom oppstillingsplattformen og rullebanen. Dette utelukker ikke at deler av avisingsvæsken som følger med snøen vil kunne trenge ned i grunnen ved snøsmelting.

I forhold til den totale lufttrafikken ved Sola er forbruket av avisingsvæske beskjedent. Dette henger sammen med de klimatiske forhold. Etter opplysninger fra flyselskapene SAS og Braathen er det for de to siste sesongene benyttet følgende mengder med avisingsvæske:

1988/89:	Ca.13.000 liter type 1 væske(DF)
	Ca. 6.000 liter type 2 væske(ABC)
1989/90:	Ca.11.000 liter type 1 væske(DF)
	Ca. 6.000 liter type 2 væske(ABC)

3.5 HAUGESUND LUFTHAVN KARMØY

3.5.1 Generelle forhold

Haugesund lufthavn ligger i Karmøy kommune. Flyplassen ligger på Helganes med Isgaren på nordsiden og Kalstøbukta på sørsiden av flyplassen. Rullebanen er orientert nordvest/sørøst, og er 1.600m lang. Rullebanen ligger ca. 20 til 25 m.o.h.

Været vinterstid er svært skiftende. Det veksler mellom snø, regn og nattefrost.

3.5.2 Trafikkforhold

Rutetrafikken ved lufthavnen utgjør ca. 7-7.500 flybevegelser pr. år. I 1988 var det ca. 9 ankomende rutefly pr. dag ved lufthavnen. Ny bygge og anleggsvirksomhet i forbindelse med ilandføring av gass på Kårstø, vil gi en markert økning av lufttrafikken ved Haugesund.

På oppstillingsplattformen foran terminalbygningen er det i dag plass for tre fly, ett av typen DC-9 og to av typen F-50 eller tilsvarende. Med dagens trafikk er behovet for oppstillingsareal dekket.

3.5.3 Avrenningsforhold

På oppstillingsplattformen foran terminalen finnes det ikke noe eget overvannssystem. All avrenning skjer ved at overvannet renner fra den asfalterte flaten og ut på grøntarealer hvor vannet dreneres ned i steinfyllingen. Hele flyoppstillingsområdet ligger på sprengsteinsfylling, kfr. fig. 3.5.2.

Ved brøyting av snø blir det ikke skilt på ren snø og snø med avisingsvæske. Snøen blir deponert i et område øst for oppstillingsplattformen. Ved lufthavnen har det ikke vært noen form for luktproblemer som følge av utslipp av avisingsvæske.

3.5.4 Resipienter

Rullebanen ligger på en steinfylling ut mot havet. Omkring lufthavnen er det berglendt med nakne og lyngkledde knauser. Ved rullebanens sørøstre ende ligger et lite tjern med bekkeløp til Isgaren, en åpen arm av Foynefjorden som stikker seg inn mellom Karmøy og Feøy, kfr. fig. 3.5.1.

På nordsiden av terminalbygget er det anlagt en avløpsledning som fører spillvann fra lufthavnen ned til Isgaren.

Avrenningsvannet som inneholder avisingsvæske, finner sitt naturlige løp i steinfyllinga ned til fjorden. Noe kan fanges opp av spillvannsgrøfta og dermed følge samme trase ned til resipienten. Man kan ikke utelukke at noe avisingsvæske kan bli drenert til tjernet like ved, men det var ikke mulig å påvise dette under befaringen. Det ble imidlertid hevdet at man aldri hadde merket den såkalte løklukt fra området.

Midlere tidevannsforskjell er ca. 0.50 m med maksimal verdier på ca. 2.00 m. Isgaren utenfor utslippet har et maksimaldyp på ca. 20 m. Det finnes ingen terskler mellom utslippsområdet og havet. Siktedypet ved lufthavnens havneanlegg var ekstremt dypt.

Bruken av avisingsvæske er meget beskjedent, og avrenningen til Isgaren vil ikke by på problemer i denne resipienten.

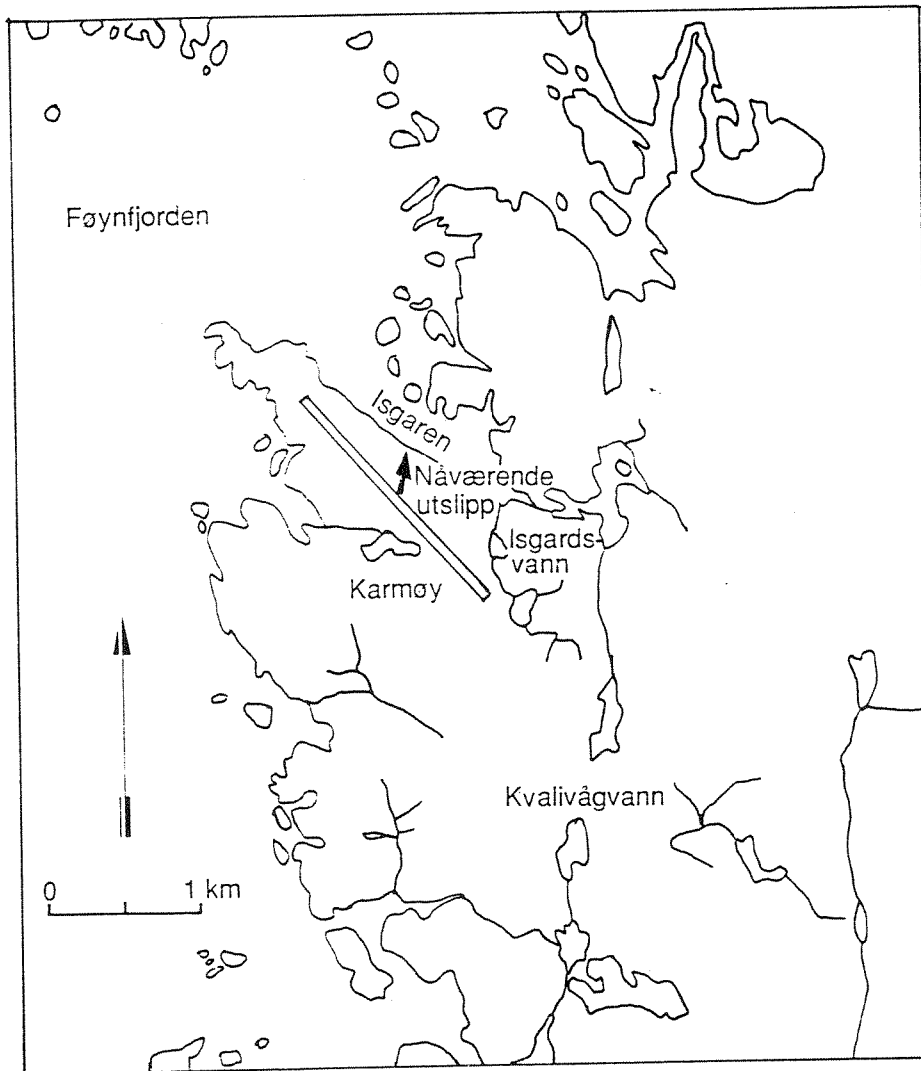


Fig. 3.5.1 Resipienter ved Haugesund lufthavn Karmøy

3.5.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Avisingen skjer på oppstillingsplattformen. Temperaturforhold og en forholdsvis beskjeden trafikk medvirker til at forbruket av glykol er lavt. Til avising benyttes type 2 væske som er i en blanding 50/50 glykol/vann. Forbruket over en sesong ligger på ca 2000 liter væske.

SAS foretar all avisingen ved lufthavnen. Det benyttes en gammel avisingsbil av finsk fabrikat. Ved en økt trafikk i forbindelse med utbygging på Kårstø, forventes det en økning i forbruket av avisingsvæske.

3.6 BERGEN LUFTHAVN FLESLAND

3.6.1 Generelle forhold

Bergen Lufthavn Flesland ligger ca. 15 km sydvest for Bergen sentrum. Rullebanen er orientert i retning nord-sør og ligger ca 45 m o.h. Vest for rullebanen faller terrenget ned mot sjøen. Avstanden fra rullebanen til sjøen varierer fra ca. 200 m i nord til ca 1 km i sør. Øst for rullebanen ligger nesten hele lufthavnens bebyggelse med terminal og oppstillingsplattform.

Rullebanen er 2.450 m lang, og med en "overrun" på 275 m i hver baneende. Rundt flyplassen ligger en del mindre vann, omtrent på samme høyde som rullebanen. Sør for terminalen ligger Lønnestjern, og i nord ligger Skjenavatnet og Longavatnet.

3.6.2 Trafikkforhold

Rute- og charterfly har de to siste årene utgjort ca. 48.000 flybevegelser, og passasjertallet for 1989 var på 1,9 mill. Ved siden av vanlig rute- og chartertrafikk er det en utstrakt helikoptertrafikk ved Flesland. Helikopterservice og Braathens Safe har flyvninger til plattformene i Nordsjøen. Helikoptertrafikken utgjør ca. 11.000 flybevegelser pr. år.

Terminalbygget er nytt, og det er utstyrt med passasjerbroer med direkte forbindelse mellom flyet og terminalen. Med tilknytning til terminalen er det plass til 11 fly, mens det totalt er 30 flyoppstillingsplasser ved lufthavnen. Eksisterende kapasitet for flyoppstilling er tilfredsstillende, og det vil ikke i den nærmeste fremtid være behov for ytterligere utvidelser.

Lufthavnen har god regularitet og det er ikke registrert noen fremhevende avgangsretning under værforhold som krever avising.

3.6.3 Avrenningsforhold

Plattformen i tilknytning til terminalen er av betong, og avgrenset i bakkant med avløpsrenner for oppsamling av overvann. Øvrige arealer som blir benyttet til flyoppstilling er asfalterte, og oppsamling og bortledning av overvann skjer gjennom avgrensede avløpsrenner og direkte avrenning til omkringliggende grøntområder, kfr. fig. 3.6.2.

Overvannet fra nordlige deler av betongplattformen er tilknyttet felles overvannssystem med parkeringsarealene på landsiden og ender i et 800 mm utløp til Skjenavatn. Oppstillingplassene fra 21-27 på søndre del av betongplattformen og plassene ved fraktterminalen og i området mot forsvaret er tilknyttet overvannssystem (600 mm) som renner sørover, krysser innfartsvegen til forsvaret og ender i en bekk med utløp til Lønnestjern.

Hele overvannssystemet rundt oppstillingsområdet ved terminalen ble anlagt i forbindelse med utbyggingen av nytt terminalbygg (1986-88), og er av god kvalitet.

3.6.4 Resipienter

Bergen lufthavn har som resipienter dels noen mindre tjern og innsjøer, dels fjorden, kfr. fig. 3.6.1.

Nær flyplassen på østsiden ligger to små innsjøer, Skjenavatnet og Langavatnet i samme vassdrag. Avløpet herfra går i delvis lukket bekk ca. 700 m ned til sjøen. Avrenningsvann fra den nordre del av flyoppstillingsområdet dreneres til Skjenavatnet. Det er planer om delvis gjenfylling av vannet for anleggelse av vei.

Avrenning fra den sørlige del av flyoppstillingsområdet dreneres til Lønnestjern og videre via en bekk som munner ut i sjøen ved Lønningshavn. Bekken er ca. 1200 m lang.

Tabell 3.2 gir data om nedbørfelt, innsjøer og vannmengder.

Tabell 3.2 Data over nedbørfelt, innsjøer og avrenning

	Hovedvassd.	Skjenav.	Langav.	Lønnestj.	Løn.bekk
Nedb.felt km	5.3	3.1	5.06	0.36	0.75
Innsjøareal km ²		0.13	0.23	0.03	
Ant. midl. dyp, m		3	3	2	
Volum 1000 m ³		390	690	60	
Sp.avr. l/s km ²	55	55	55	55	55
Midl. avr. l/s	291	170	278	20	41
Teor.oppholdst. år		0.07	0.08	0.10	

I hvilken grad avisingsvæsken gir skadevirkninger i vassdragene er uklart. Vann av denne størrelse er imidlertid meget sårbare. En enkel undersøkelse under fase 2 vil kunne påvise dette og danne grunnlaget for valg av tekniske løsninger. Fjorden vil ikke påvirkes av utslippene.

En delvis gjenfylling av Skjenavatnet vil kunne føre til ulemper hvis de nåværende avrenningsforhold opprettholdes.

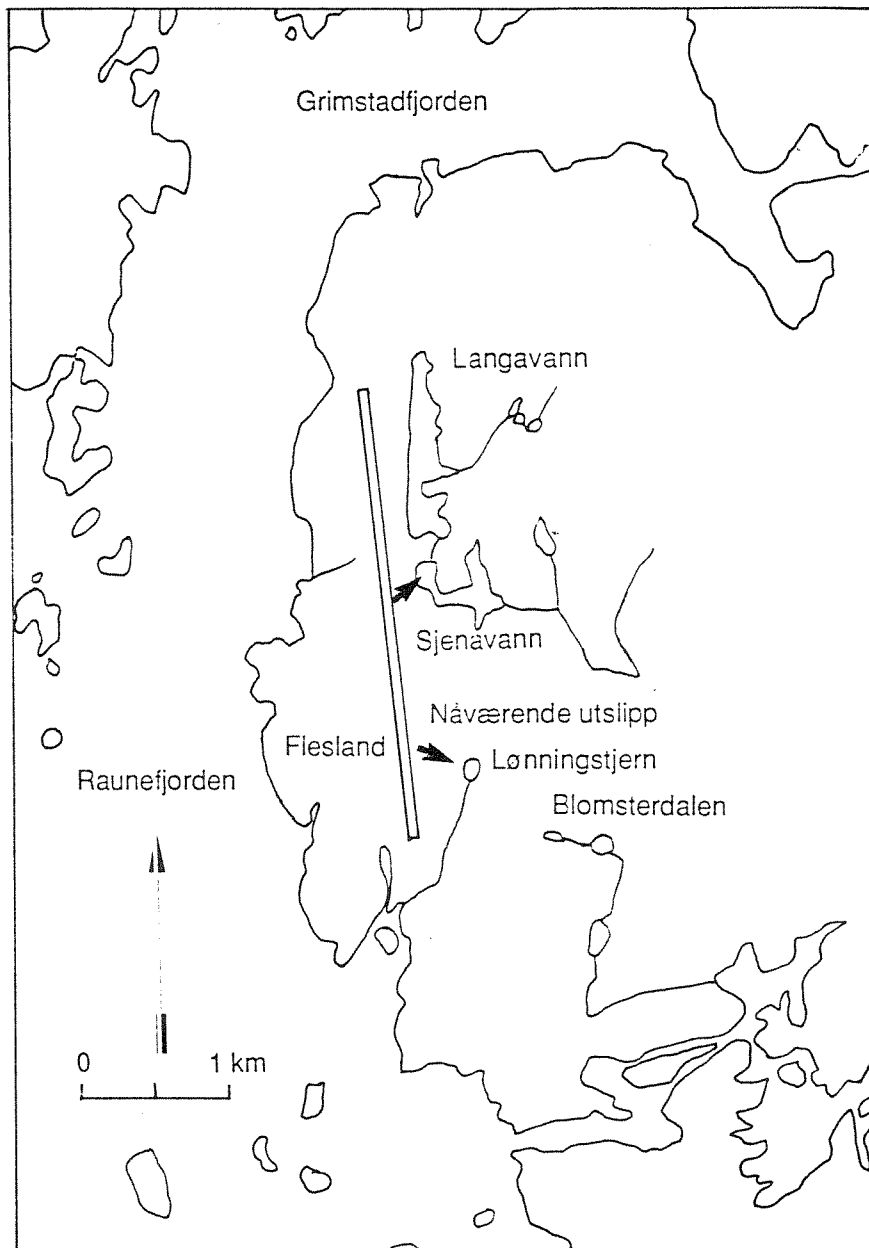


Fig. 3.6.1 Respierters ved Bergen lufthavn Flesland

3.6.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Alle fly avises ved passasjerbroen eller like etter at de er trukket tilbake fra broen. Ofte skjer spyling med varmt vann og væske på ene siden av flyet mens det står ved passasjerbroen, mens den andre siden blir tatt etter at flyet er trukket tilbake. Ifølge selskapene forbrukes avisingsvæsken jevnt over sesongen uten bestemte topper. Sesongen strekker seg fra september/oktober og til april/mai. Fram til 27. mars 1987 hadde SAS all avising ved lufthavnen. I dag utføres avisingen av både SAS og Braathens Safe. Selskapene har forskjellige rutiner for avisingen. SAS benytter en to stegs avising. Først blir flyet sprøytet med varmt vann med ett glykolinnhold på 10% for å fjerne is og snø. Som steg nummer 2 blir det lagt på en film med type 2 væske, for å hindre ny ising av flyet. Denne modellen med en to stegs avising ved bruk av varmt vann kan benyttes ned til en temperatur på -5°C.

Braathens Safe benytter mest avisingsvæske type 1 som påføres i et blandingsforhold på 50/50 vann/glykol. Under spesielle forhold blir det i tillegg lagt på en ekstra film med type 2 væske. Selskapene hadde ikke noe eksakt tall for antall avisinger pr. sesong, men de antok en avisingsprosent på ca. 10% av antall fly-bevegelser for Braathen og SAS, mens prosentsatsen for Norsk Air og Widerøe ligger på 3 - 4%. Hovedandelen av avisingene skjer på fly av kategori C, dvs. DC-9 og B-737. Jumbo B-747 har pr. i dag kun anløp til Flestrand i sommerhalvåret, og det er ikke behov for avising av fly på denne størrelsen.

Forsvaret har egen terminal og oppstillingsområde på Flestrand. Trafikken består i det alt vesentlige av en F-50 fra Busy Bee, som bedriver rutetrafikk for forsvaret. All avising for forsvaret utføres av SAS og Braathen, og vil dermed være inkludert i de innhentede forbruksmengdene.

Av avisingsutstyr har SAS 3 gamle avisingsbiler. Væske og biler er stasjonert ved driftsbygningen, som ligger i nærheten av frakterminalen. Området ligger i nær tilknytning til flyoppstillingsområdet. Braathens Safe har 2 avisingsbiler av fabrikat Vestergaard, hvorav den ene er helt ny. Bilene og lageret for avisingsvæske er stasjonert oppe i området for den nye helikopter hangaren.

Ved dagens rutiner med avising på oppstillingplattformen, er miljøet for passasjerer og bakkepersonell særlig berørt ved oppstillingplattformen for propellfly. Passasjerer og personell må ofte gå i glykolblandet slaps, som dras med rundt i terminalen og inn i flyene. Dette fører til økt slitasje og vedlikehold. Bakkepersonellet klager også til stadighet over at fottøyet nærmest går i oppløsning ved å gå rundt i glykolslapset, og det er vanskelig å holde seg tørr på beina.

Med bakgrunn i de trafikale forhold, og en kortest mulig "turn around" tid, er dagens prosedyrer med avising ved passasjerbroen den raskeste og mest effektive.

Fra selskapene er det oppgitt følgende tall på forbruk av avisingsvæske de siste år:

SAS:	1985/86:	19.000 liter type 2, aviset 710 fly
	1986/87:	18.500 liter type 2, aviset 670 fly
	1987/88:	9.000 liter type 2, aviset 315 fly
	1988/89:	10.000 liter type 2, aviset 370 fly
	1989/90:	11.500 liter type 2, aviset 420 fly

Vann:

SAS benytter varmt vann med 10% glykol i tillegg til type 2 væske. Avisingsbilen tar ca 7.000 liter på tanken. Under snøvær er dette nok til å avise 3 - 4 fly. Glykolen som benyttes i vannet er ikke inkludert i de registrerte tallene ovenfor. De faktiske tall vil ut fra dette ligge ca. 10% høyere.

Braathens Safe:

1988/89:	13.943 liter type 1, aviset 167 fly
1989/90:	28.408 liter type 1, aviset 249 fly

Av type 2 væske benytter Braathens Safe ca. 1000-1200 liter pr år.

Helikopter:

Helikopterservice og Braathens Helikopter har hangarplass for alle sine maskiner, og behovet for avising er beskjedent. Som årlig forbruk har Helikopterservice antatt ca. 4000 liter icopropanol.

3.7 TRONDHEIM LUFTHAVN VÆRNES

3.7.1 Generelle forhold

Trondheim Lufthavn Værnes ligger ved Stjørdalselvas utløp i Trondheimsfjorden ca. 32 km øst for Trondheim. Flyplassen ligger ca. 8 m.o.h.

Hovedrullebanen er 2.365m lang og ligger øst - vest. I tillegg finnes det en tverrbane nordvest/sørøst, 1.047 m som kun i liten grad er i bruk for småfly. Om høsten og vinteren når det er avising, er det sør og sørøstlige vinder som dominerer.

3.7.2 Trafikkforhold

Fra midten av 80 tallet og fram til i dag har det vært en stor økning av trafikken ved lufthavnen. For 1989 og 1990 utgjør trafikken uten privat/skolefly og helikopter ca. 32.000 flybevegelser, og 1,6 mill. passasjerer. Daglig er det ca. 60 flyavganger, og i maksimal time 10 - 12 avganger.

Lufthavnen har i dag 8 oppstillingsplasser, 6 plasser for store fly (cat. C) og to plasser for mindre fly. Værnes står foran en utbygging av terminalen og oppstillingsområdet. Når første byggetrinn av ekspedisjonsbygningen er fullført (1993) vil det være opparbeidet oppstillingsplass for 12 fly. Ved de forestående byggearbeide og omorganisering av terminalområdet er det viktig å få til en samordning av tiltak i forbindelse med flyavising.

3.7.3 Avrenningsforhold

Overvannet blir inne på plattformen samlet opp i sandfang som ligger på linje 10 til 15 meter i fra terminalens vegggliv. Sandfangene er tilknyttet en 800 mm overvannskulvert med utløp til Stjørdalselva, kfr. fig. 3.7.2. Kulverten er gammel, men i god forfatning. Lufthavnen har sjekket en delstrekning av ledningen ved å kripe igjennom og det ble registrert at den var uten begroing og ingen synlige inn- eller utlekkinger.

Snø i fra oppstillingsplattformen blir brøytet til side og deponert i vesentlig grad på asfalt, men også på omkringliggende grøntarealer. Avrenning fra snøsmelting skjer delvis ved infiltrasjon i grunnen og som avrenning til eksisterende overvannssystem med utløp til Stjørdalselva.

I forbindelse med utbygging av ny terminal og utvidelse av oppstillingsarealene antas at det blir opparbeidet et nytt overvannssystem for områdene. I hvilken grad deler av de nye områdene vil få avrenning mot vest og til det gamle elveleiet på nordsiden av hovedrullebanen er uvisst.

3.7.4 Resipienter

Værnes lufthavn ligger på løsavsetninger ved utløpet av og langs med Stjørdalselva, og rullebanen strekker seg ca. 500 m ut i Trondheimsfjorden utenfor Langøra, kfr. fig. 3.7.8. Langøra består av strandenger og er meget verneverdig. Området benyttes som rasteplass for vadefugler samtidig som det har stor botanisk verdi. Flyterminalen og oppstillingsplassen ligger mellom rullebanen og elva.

Avisningsvæsken fra flyoppstillingsplassen dreneres sammen med overvannet til Stjørdalselva. Snøen deponeres i vesentlig grad på asfalt og i liten grad på grøntarealer.

Stjørdalselvas utslipp har et totalt nedbørfelt på ca. 2.120 km. Middelvannføringen er på ca. 80 m³/s. Det er betydelig strømdrag i elva der overvannsledningen munner ut og vi må anta at avisningsvæsken relativt raskt blir blandet inn i elvas hovedvannmasser og transportert langt ut i fjorden før nedbryting finner sted.

Infiltrasjon i grunnen av avisningsvæske med den nåværende snødeponering vil kunne skje. En eventuell innvirkning på organismesamfunnet i strand/fjæresonen bør undersøkes nærmere.

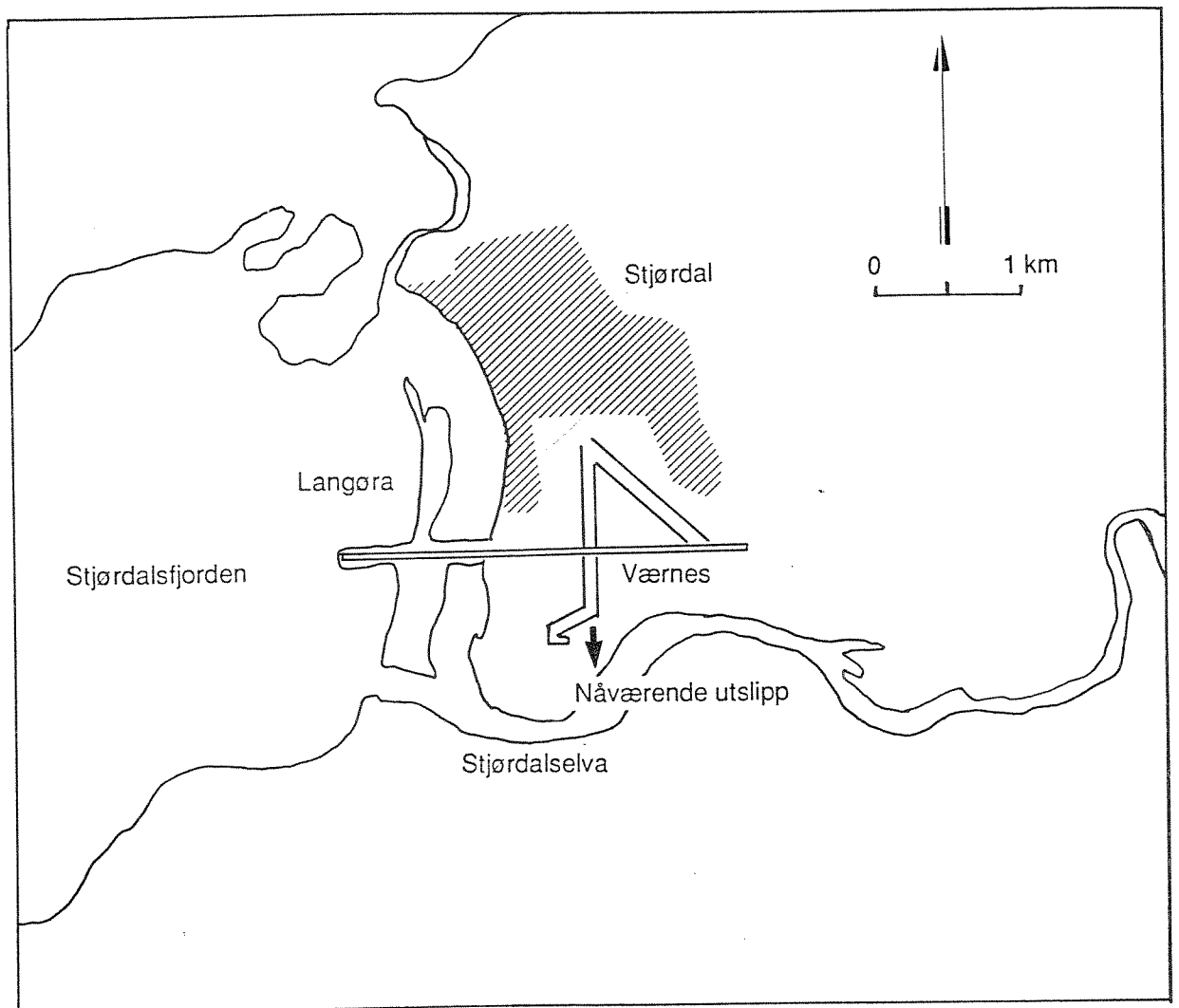


Fig. 3.7.1 Respienter ved Trondheim lufthavn Værnes

3.7.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Hovedtyngden av avisingene forgår på oppstillingsplattformen foran terminalen der flyene står parkert. I tillegg blir en del av morgenavgangene aviset utenfor hangaren til Braathens Safe. Avisingstjenestene leveres både av SAS og Braathens Safe. Forsvaret har i tillegg egen avisingsbil, men denne benyttes kun i liten grad, da det er vanlig praksis at forsvaret bestiller avising fra enten SAS eller Braathen.

Det benyttes i hovedsak kun avisingsvæske type 1 i blandingsforhold 50/50 med vann og monopropylenglykol. Av påføringsutstyr har Braathens Safe to biler av fabrikk Vestergaard (en Beta og en Gamma) og SAS en vogn type Moelven. SAS tok i bruk den nye Moelven avisingsvognen ved årsskiftet 1989-90, og har registrert at forbruket av væske har økt betraktelig, selv om vinteren hadde gode værforhold med få avisinger. Det antas ut fra dette at den nye avisingsvognen har ført til et økt forbruk av væske pr. avising.

Denne sesongen 1990/91 er det et økt antall fly som står ute over natten. Dette vil føre til flere avisinger, også tunge avisinger dersom det faller snø i løpet av natten. Selskapene forventer derfor en økning i forbruket.

Slik som avisingen foregår i dag er den en belastning på nærmiljøet. Bakkepersonell og passasjerer drar med seg væske rundt omkring. Dette medfører blant annet økte utgifter til rengjøring av terminal og fly, samt at personellet må jobbe i snø glykol blandingen som oppstår rundt flyene.

Forbruket av væske over sesongen varierer sterkt, og på ekstreme dager kan forbruket være svært høyt. Over en periode på 3-4 dager med værforhold som krever mye tung avising kan man risikere at rundt 25-30% av årsforbruket blir benyttet.

Fra lufthavnen og selskapenes side var det vurdert å få opparbeidet et separat område for avising. Selskapene hadde også sett på løsningen med automatisk fagverksbue for påføring av væske, og så denne løsningen som meget interessant.

Forbruket av væske ved lufthavnen har for de siste år vært som følger:

SAS:	1985/86:	8.000 liter konsentrert væske type 1.
	1986/87:	11.600 liter konsentrert væske type 1.
	1987/88:	19.500 liter konsentrert væske type 1.
	1988/89:	19.900 liter konsentrert væske type 1.
	1989/90:	47.900 liter konsentrert væske type 1.

Braathens Safe:

1985-88: Ingen opplysninger.
 1988/89: 67.400 liter konsentrert væske type 1.
 1989/90: 63.600 liter konsentrert væske type 1.
 1989/90: 1.100 liter type 2 væske.

Av lagertanker for konsentrert væske har Braathens Safe 16.000 liter og SAS 11.000 liter.

3.8 EVENES LUFTHAVN**3.8.1 Generelle forhold**

Evenes lufthavn ligger i Nordland fylke like mot grensa til Troms. Fra flyplassen er det 45 km til Harstad og 75 km til Narvik.

Rullebanen er 3.100m lang inklusive "overrun", og bredden er på 45m. Banen ligger ca. 25 m.o.h. og er orientert nord-sør. I vest faller terrenget mot Lavangvatnet (4 m.o.h) og i nordøst ligger Langvatnet (17 m.o.h.) Sjørenden av både Lavangvatnet og Langvatnet, samt Kjerkevatnet som ligger rett syd for enden av hovedrullebanen er verneområder med et rikt fugle og planteliv.

Herskende vindretning er syd/sydvest, og den vanligste take off retning under avisingsvær er fra nord mot syd.

3.8.2 Trafikkforhold

Antall flybevegelser ved lufthavnen når privat/skolefly og helikopter holdes utenfor ligger på ca. 13,5 til 14 tusen pr. år. Herav utgjorde chartertrafikken ca 1000 flybevegelser i 1988 og 1989, mens det i 1990 har vært en markert nedgang i chartertrafikken (ca 25%).

Lufthavnen er sivil med en militær del, og i perioder kan den militære trafikken ved lufthavnen være betydelig. Oppstillingsplassen foran terminalen har plass til 4 fly, to av typen DC-9 og to mindre av type Dash-7 eller tilsvarende.

Det forekommer at belastningen er større enn dette og det er da nødvendig å ta i bruk deler av de militære oppstillingarealene for sivil bruk. Forsvaret har to større plattformer som nylig er opparbeidet og ferdigstilt. Lufthavnforvaltningen og selskapene er enige om at dagens oppstillingsareal foran terminalen ikke er tilstrekkelig, og ved å ta i bruk de militære arealene blir det raskt lange gangavstander fram til terminalen.

Lufthavnplanen for Evenes foreslår at det i løpet av perioden 1990-93 skal påbegynnes bygging av nytt terminalbygg og oppstillingsområde sørøst for eksisterende terminal. I forbindelse med utbyggingen var det fra lufthavnens og selskapenes side ønsket om å få integrert eventuelle løsninger for flyavisingen.

3.8.3 Avrenningsforhold

Overvann fra flyoppstillingsplattformen blir samlet opp i sluk i bakkant av plattformen mot taksebane B og C. Forøvrig renner vannet fra asfalterte arealer ut på omkringliggende grøntarealer. Overvannssystemet og grøntarealene har avrenning til våtmarksområdet i syden av Langvatnet. De nye plattformene til forsvaret har overvannssystem med avrenning til samme området i Langvatnet, kfr. fig. 3.8.2.

3.8.4 Resipienter

Evenes lufthavn har Tårstdagsvassdraget som resipient, kfr. fig. 3.8.1. Lufthavnen ligger ca. 30 m.o.h.

Avrenningen fra selve flyplassen skjer dels til Langvann i øst (ca. 16 m.o.h.), Lavangsvann i vest (ca. 4 m.o.h.) og Kjerkevann i syd (ca. 3 m.o.h.).

Berggrunnen i området er kalkspat - marmor. Kalken ligger i lange rygger i S/N-retning med langstrakte vann og søkk innimellom. Søkkene er fylt med næringsrike marine sedimenter.

Dette medfører at vannene vurderes som verneverdige.

Da Lavangsvann og Kjerkevann ligger lavt i forhold til havet, må vi anta at dypvannet i disse innsjøer er påvirket av sjøvann og at de dypere lag er anaerobe. Midlere tidevanns-variasjoner i Narvik er ca. 1.90 m, og største observerte er ca. 4.90 m. Flyplassen er i vesentlig grad omgitt av myrområder og noe krattskog.

Avrenningsvannet fra flyoppstillingsplassen dreneres til de sørlige områder av Langvann, innenfor området hvor hovedelva munner ut. Under befaring til området den 15.11.1990, pågikk arbeide med å renske opp dreneringsbekken. En markant løklukt gjorde seg gjeldene.

En del data over Tårstdagsvassdraget er gitt i tabell 3.3.

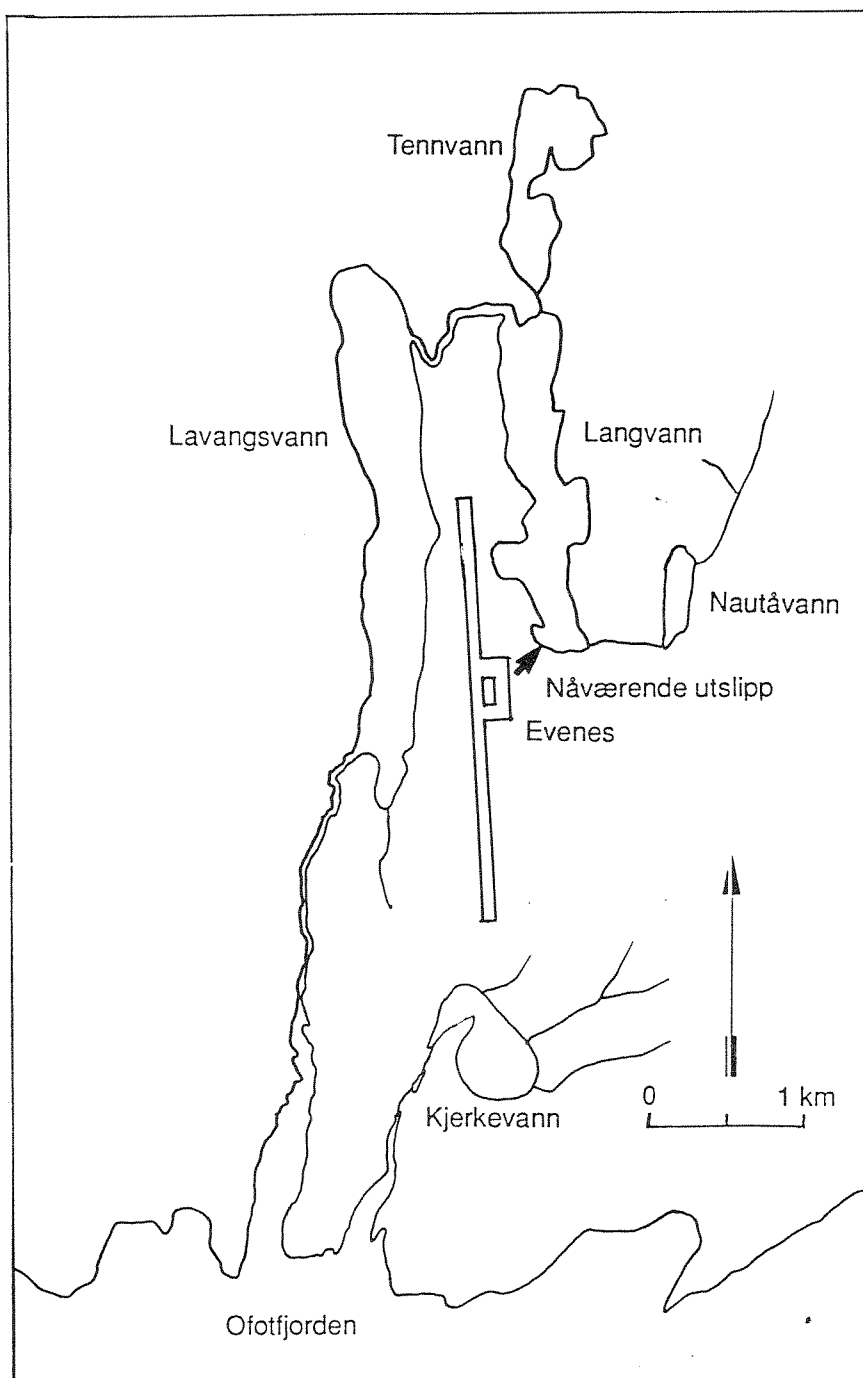


Fig. 3.8.1 Resipienter ved Evenes flyplass

Tabell 3.3 Data over nedbørfelt, innsjøer og avrenning

Område	Nedbørfelt areal, km ²	Innsjø areal, km ²	Antatt mid.dyp, m	Sp.avren. l/s km ²	Teoretisk opph. år
Hele nedb. feltet	62.25			47	
Langvann	52.00	0.9	8	47	0.09
Lavangsv.	62.70	1.5	12	47	0.19
Kjerkev.	2.5	0.3	4	45	0.34

Under planeringsarbeidet av flyplassen, ble det fylt ut masse ned mot Kjerkevann, hvorved betydelige slammasser (myr) seg ut i vannet. I henhold til jordbrukere i området medførte dette fiskedød, nyutsatt yngel skal heller ikke ha klart seg.

Vi må anta at hovedvassdraget er en del forurenset av kloakkvann fra spredt bebyggelse og avrenning fra gårdsbruk. I såfall forårsaker dette algevekst og tilførsel av organisk materiale. Kloakkvannet fra flyplassen føres til kommunalt ledningsnett og følgelig ut av området.

Det er behov for å undersøke i hvilken grad avisingsvæskan tilføres vassdraget og hvilken innflytelse dette kan ha på økosystemet og den praktiske bruken (rekreasjon) av vannet. I denne sammenheng er det grunn til å understreke at deler av vassdraget er foreslått vernet som naturreservat (våtmarks-område).

3.8.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Avisingen foregår på stand hvor flyet står parkert. Det benyttes kun væske type 1 (DF-væske) ved lufthavnen. Det er gjort enkelte forsøk med bruk av type 2 væske på overnattede fly. Dersom det er kommet snø i løpet av natten har erfaringene vært at snø og væske har frosset fast til flyet, og ført til et økt forbruk av type 1 for å fjerne snø/is laget. Etter snøfall blir i enkelte tilfeller deler av snøen fjernet mekanisk, men for det meste blir den spylt av flyet med bruk av avisingsvæske.

Det er SAS og forsvaret som utfører avisingen ved lufthavnen. Dersom SAS har kapasitet utfører de mye av avisingen for forsvaret. Forbruket av væske varierer sterkt med værforholdene, og det sies at Evenes har norgesrekorden i forbruk på ett fly. Det var en Herkules C-130 maskin som det ble benyttet 20.000 liter på. Forbruket av avisingsvæske over avisingssesongen er jevnt fordelt.

Påføringsutstyret som SAS benytter er to avisingsbiler av merke Nummela. Hvilket utstyr som benyttes av forsvaret er ikke kjent. Tankene på bilene tar 2.000 liter. SAS har et lager med 22.000 liter konsentrert væske samt 12.000 liter med oppvarmet ferdig utblandet 50/50 væske. Væsken som benyttes av forsvaret blir levert på 210 liters fat fra Norol.

Snøblandet glykol som brøytes vekk fra oppstillingsområdet bli lagt sammen med annen snø i deponi på grøntområde rett nord for plattformen. Avrenningen fra dette arealet skjer til Langvatnet.

Det er vurdert å ta i bruk et sentralt område for all avising. Dette vil skape et bedre miljø for bakkepersonellet og passasjerene, som dermed slipper å tråkke rundt i blandingen av snø og glykol. Som en forsøksordning ble det i desember 1990 forsøkt med sentral avising ved Evenes. Hvilke erfaringer som ble gjort er ikke kjent.

De er i noen grad plaget med løklukt ved lufthavnen, og i nærområdet til utløpet i Langvatnet. Under befaringen ved lufthavnen foregikk det opprensninger av bekkeutløpet. Massene som ble gravd ut ble fraktet unna for deponi et annet sted. Løklukten kjentes godt, og det var på det rene at det i et begrenset område i grunnen var oksygenfrie forhold.

Forbruket av væske for de siste årene har vært som følger:

SAS:

1985/86: 22.000 liter konsentrert type 1 væske.
1986/87: 22.000 liter konsentrert type 1 væske.
1987/88: 30.800 liter konsentrert type 1 væske.
1988/89: 18.000 liter konsentrert type 1 væske.
1989/90: 24.000 liter konsentrert type 1 væske.

Forsvaret:

1986: 630 liter konsentrert type 1 væske.
1987: 14.280 liter konsentrert type 1 væske.
1988: 4.200 liter konsentrert type 1 væske.
1989: 14.070 liter konsentrert type 1 væske.
1990: Pr.29.11.90:
1.680 liter konsentrert type 1 væske.

3.9 BARDUFLOSS LUFTHAVN/ FLYSTASJON

3.9.1 Generelle forhold

Bardufloss lufthavn/ flystasjon ligger i Indre Sør-Troms i Målselv Kommune midt mellom Narvik i sør og Tromsø i nord.

Flyplassen betjener hovedsaklig militær virksomhet. Forsvaret har driftsansvaret ved stasjonen, men det foregår også betydelig sivil luftfart her, kfr. kap. 3.9.2.

Rullebanen som ligger på en landtunge orientert øst-vest der Barduelva renner ut i Målselva er på 2.440 m.

Banen har en bredde på 45 m., og ligger 78 m.o.h. Det er ikke avdekket særskilte kultur- eller naturvernelementer som arealmessig eller på annen måte berører flyplassen.

Herskende vindretning er fra sørøst til sørvest. Ved typisk avisningsvær (nedbør) er vindretning fra vest. Været kan karakteriseres som stabilt innlandsklima.

3.9.2 Trafikkforhold

Sivil ruteflyging betjenes med:

- DC-9 (Douglas)
- DHC-7 (Dash-7)
- F-27 (Fokker Fellowship) og F-50 (Fokker)

Militær rute-og chartertrafikk betjenes med:

- B-737
- F-27
- DHC-6 (Twin Otter)
- C-130 (Hercules)

Ved militære storøvelser forekommer også:

- Kode D/E- fly (Jumbo-jet/ C-5/ Gallaxi)

Antall flybevegelser i 1990, når GA og helikopter holdes utenfor, ligger på henholdsvis 24.404 for sivile rutefly, og 14.558 for militær trafikk.

Utviklingen fra 1988 - 1990 viser en liten nedgang for sivil trafikk og tilsvarende økning for militær, i sum stabil.

Trafikkbelastningen fordeler seg jevnt over dagen med topp belastning på ca. 4 fly pr. time. mellom kl.10:00 og kl.13:00. Ved militære øvelser (sept.-okt./febr.-mars) er det vanlig med topper over perioder på 2*1 uke for begge årstider.

Oppstillingsplasser fordeler seg på:

- A: Hovedflyoppstillingsplattformen (Main Ramp) vest for militært terminalbygg, som benyttes mest under militære øvelser. Plattformen er bygget opp som C-5 - plattform etter Nato- spec. med 80 cm betong-dekke.
- B: Oppstilling for militære fly er på vestre del av oppstillingsområdet foran terminalbygget.
- C: Oppstilling for sivil rutetrafikk er på den østre del av oppstillingsområdet foran terminalbygget.

Under militære øvelser benyttes også et opparbeidet område i vestre ende av rullebanen.

3.9.3 Avrenningsforhold

Overvann fra hovedflyoppstillingsområdet dreneres via renner og sluk nordover til Andselva. Vestre del av rullebanen og oppstillingplasser for jagerfly/ militære transportfly i vest drenerer via overvannsystem i vestre ende til Andselva. Midtre-/ søndre del av rullebanen og oppstillingsområde for ammunisjonsfly, "Svingplassen", drenerer sørover til Barduelva via et myrområde. Østre del drenerer til myrområde i øst. Grunnvannsnivået ligger ca. 1 m under terreng og det er rimelig å anta at store deler av overflateavrenningen drenerer ved infiltrasjon via gressbevokste flater til grunnen.

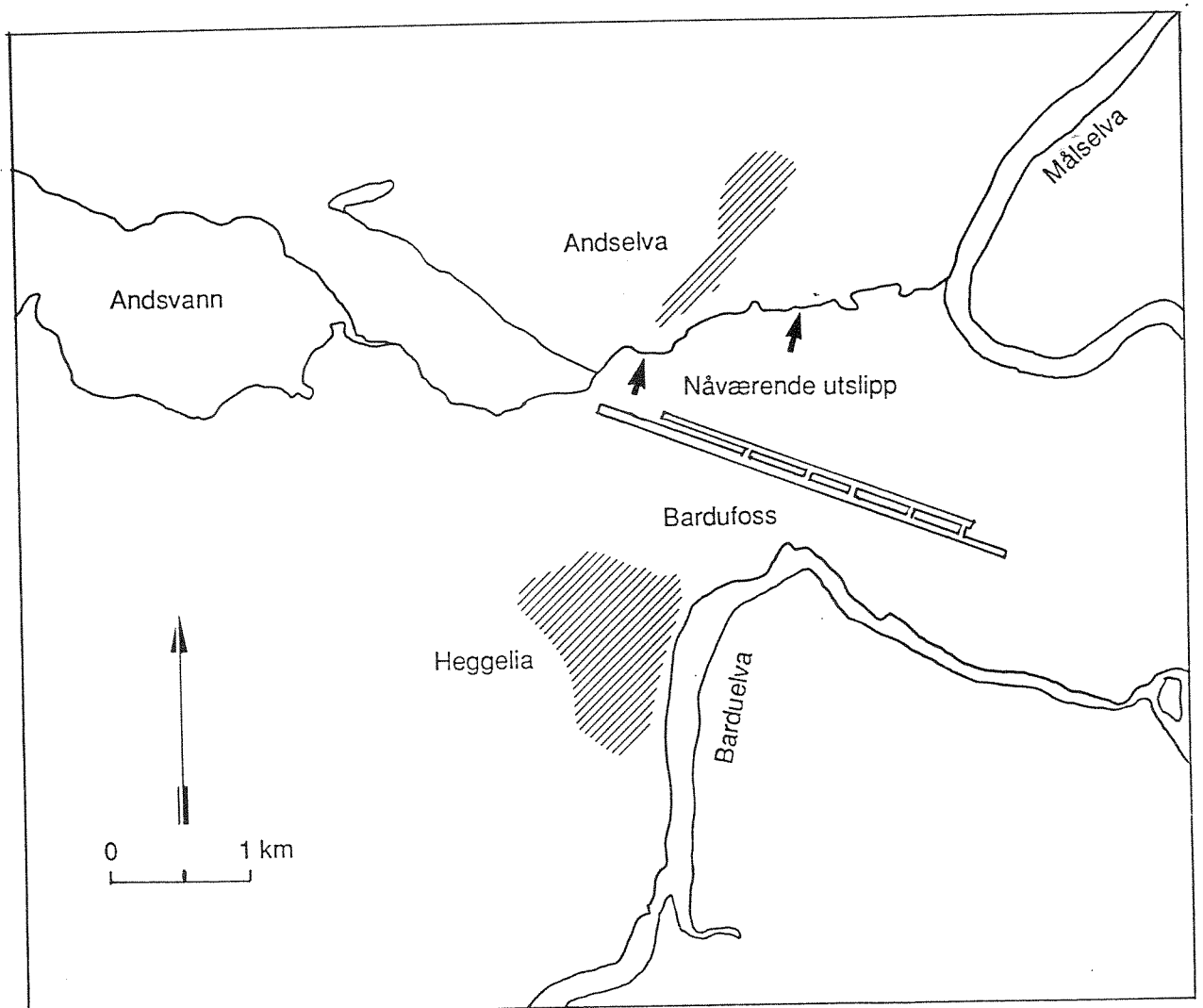


Fig. 3.9.1 Respienter ved Bardufoss lufthavn/
flystasjon

3.9.4 Resipienter

Bardu lufthavn ligger på grusavsetninger og er omkranset av Andselva i nord, Målselva i øst og Barduelva i sør, kfr. fig. 3.9.1.

Lufthavnens to mest brukte avisingsområder dreneres sammen med annet overvann mot Andselva og munner ut i terrenget sør for elva. Det var ikke mulig å befare områdene under besøket i februar 1991. Det var heller ingen ved lufthavnen eller forsvaret som kunne beskrive utslippene.

Siget fra utslippene havner imidlertid i Andselva som har en midlere årlig avrenning på ca. 30 l/s km². Ca. 2 km nedstrøms utslippene munner Andselva ut i Målselva som før samløpet med Barduelva har en midlere vannføring på ca. 90 m³/s. Barduelva renner ut i Målselva like oppstrøms av Andselvas utløp og har en midlere vannføring på ca. 60 m³/s før samløpet.

Resipientforholdene er meget gode, men man må unngå lokale forurensningspåvirkninger da vassdragene har store rekreasjons- og fiskeinteresser.

Fra tid til annen foregår avising på områder uten dreneringssystemer og avisingsvæske havner i myrområder. Disse områder bør undersøkes nærmere.

3.9.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Forsvaret benytter glykol av type:

- De-icing Fluid Mil-A-8243D levert av Shell.
(Tilksvarer type 1 væske)

For sivil rutetrafikk bruker flyselskapene:

- Kilfrost konsentrert type 1 væske levert av Kilco.

Overnattende fly (1-2) står ute, og snø fjernes ved bruk av avisingsvæske. Ved netter med mye nedbør i form av snø kan det gå med store mengder glykol for å få aviset. Under de store militærøvelsene hvert 2. år kan det komme opp i 15- 20 overnattende fly på det meste. Det høyest registrerte forbruk for å få aviset flyene om morgenen er 20.000 liter.

Mekanisk fjerning av snø med kost er ikke benyttet p.g.a. høy risiko for mannskaper som må opp på vingene.

Forsvaret aviser egne fly med 2 avisingsvogner av tysk fabrikkat, Strüver- Hamburg. Bilen kan ta 6000 l utblandet væske 50/50 glykol/vann, som kan varmes opp til 90 °C på 1.5 time. Forsvaret vurderer å skifte til biler som kan blande forskjellige konsentrasjoner.

Vanligvis brukes en bil pr. fly. Bare ved store fly, kode D og E benyttes 2 biler pr. fly. Glykol sprøytes med manuelle sprøytepistoler fra åpen kurv. Det er registrert problemer med glatte skotøy som følge av glykolspill og damp som legger seg på vinduene i terminalbygget, spesielt ved kraftig sønnavind. Sprøyteoperatøren i kurven disponerer verneutstyr (hette/visir).

SAS aviser sivile rutefly med en Numela avisingsvogn 1971-modell.

Tankanlegg for avisingsvæske er som følger:
(Kun type 1 væske)

- Shells lager er 30.000 l konsentrert væske lagret på 210 l fat.
- Forsvarets internlager er 8.000 l konsentret væske på tank.
- Lager på 2 biler er 12.000 l (50/50) - væske.

- SAS har 2 tanker henholdsvis på 5000 l og 6000 l. Avisingsvognen har tank på 900 liter 50/50 - væske.
- I forbindelse med fjellanlegget er det lagret et ukjent antall liter glykol for jagerfly. Væsken skiftes ut ved faste intervall.

Avising skjer på 4 adskilte områder ved flyplassen:

- 1- på hovedoppstillingsplattformen (Main Ramp) A, og 2- på militær plattform B foran terminalbygg, utføres til sammen ca. 70 % av all avising.
- 3- på sivil oppstillingsplattform C, foran terminalbygget utføres ca. 25 % av all avising.
- 4- på oppstillingsområde vest ved fjellanlegget forgår noe avising i forbindelse med militærøvelsene, og ved "Svingplass" i sør, til sammen ca. 5 %

Det har ikke vært klager fra ansatte ved flystasjonen eller naboer m.h.t. "løklukt" fra glykolutslipp.

Forsvaret har selv laget en utredning som konkluderer med at alle avisingsaktiviteter bør samles ved hovedflyoppstillingsplattformen, og at brukt væske bør samles opp og gjenvinnes for gjenbruk.

Anlegget er planlagt utført parallelt med og i samme område som ny brannstasjon i 1995.

Forbruket av væske for de siste 5 årene er anslått til følgende:

SAS:

1985/86:	10.000	liter	konsentrert	type 1	væske
1986/87:	10.000	"	"	"	"
1987/88:	10.000	"	"	"	"
1988/89:	10.000	"	"	"	"
1989/90:	10.000	"	"	"	"

Forsvaret:

1985/86:	30.000	liter	konsentrert	Mil-A-8243D
1986/87:	30.000	"	"	"
1987/88:	30.000	"	"	"
1988/89:	30.000	"	"	"
1989/90:	30.000	"	"	"

(Tallene oppgis som gjennomsnittlige for perioden)

3.10 TROMSØ LUFTHAVN LANGNES

3.10.1 Generelle forhold

Tromsø lufthavn Langnes ligger vest på Tromsøya, og ca. 5 km fra Tromsø sentrum. I vest er terrenget flatt ut mot sjøen, mens det mot øst stiger opp mot en høyde på 130 m midt inne på Tromsøya.

Rullebanelengden er på 2.000 m og ligger ca. 8 m o.h. Den er orientert nord-nordøst sør-sørvest. I vinterhalvåret er vinder fra syd fremherskende, og den mest vanlige take off retning er fra nord mot sør. Det finnes ingen parallell taksebane ved lufthavnen, og flyene må takse på hovedrullebanen.

3.10.2 Trafikkforhold

I årene 1986-88 har antall flybevegelser ved lufthavnen, når privat/skolefly og helikopter holdes utenfor, vært ca 24.000. I 1989 har det vært en nedgang i trafikken til ca 22.700 flybevegelser. Tallene for 1990 ser ut til å ligge i størrelsesorden tilsvarende 1989.

På oppstillingsplassen foran terminalen er det plass til 6 fly av størrelse DC-9. I tillegg er det plass til noen mindre fly i området sør for terminalen. Trafikken ved lufthavnen har en topp midt på dagen da det er 9 avganger i løpet av 25 minutter. Antall flybevegelser totalt pr. dag ved lufthavnen ligger på ca. 50. Bortsett fra en liten hangar tilhørende Norving finnes det ikke hangarer ved lufthavnen. Fly som overnatter må stå parkert ute på oppstillingsplattformen.

3.10.3 Avrenningsforhold

Oppstillingsplattformen faller inn mot terminalen, der en langsgående avløpsrenne samler opp overvannet fra plattformen. Sammen med overvann fra trafikkarealene foran på terminalens landside ledes vannet til bekkeløp med utløp til Sandnessundet rett vest for terminalbygget, kfr. fig. 3.10.2.

Snø fra oppstillingsområdet blir lagret i grøntområdene mellom hovedrullebanen og plattformen, samt i en liten grønn lunge "oasen" like ved uttaksing nord for terminalen. Områdene har avrenning til samme bekk som plattformen. Det antas at deler av det glykolholdige smeltevannet infiltreres i grunnen.

3.10.4 Resipienter

Lufthavnen ligger ved Langnes tett ned mot stranda ved Sandnessundet mellom Tromsøya og Kvaløya, kfr. fig. 3.10.1.

Oppå fjellgrunnen - kalksteinsbergarter - består løsavsetningene i flyplassområdet av leire og skjellsand, tidligere med noe myr på toppene.

Avisingen av flyene foregikk tidligere på oppstillingsplassen, men denne sesongen foregår avisingen på et sentralt område. Snøen fra området føres ut mot sidene hvor den blir liggende på grøntarealer. Oppstillingsplassen og sansynligvis også smeltevannet fra snødeponiene dreneres mot en 200 - 300 m lang åpen bekk som munner ut i fjæra (Sandnessundet).

Den midlere tidevannsforskjellen i området er ca. 2 m, men det er observert forskjeller mellom flo og fjære på hele 4 m. Utenfor bekkeoset er det meget langgrunt og et bredt belte (150 - 200 m) blir liggende tørt ved fjære sjø. I de frie vannmassene i Sandnessundet er det gode strømningsforhold og avisingsvæsken blir raskt fortynnet og nedbrutt.

På forsommeren har man merket litt løklukt inne på selve lufthavnen. Under befaring i februar merket man også løklukt hvor bekken krysser hovedveg. Det foreligger ingen informasjon om forurensningssituasjonen i bekken og i fjæreområdet.

Vi vil anbefale at det foretas en undersøkelse av bekken og i fjæreområdet der den munner ut. Lukking av bekken med utslipp på dypt vann bør i denne sammenheng vurderes.

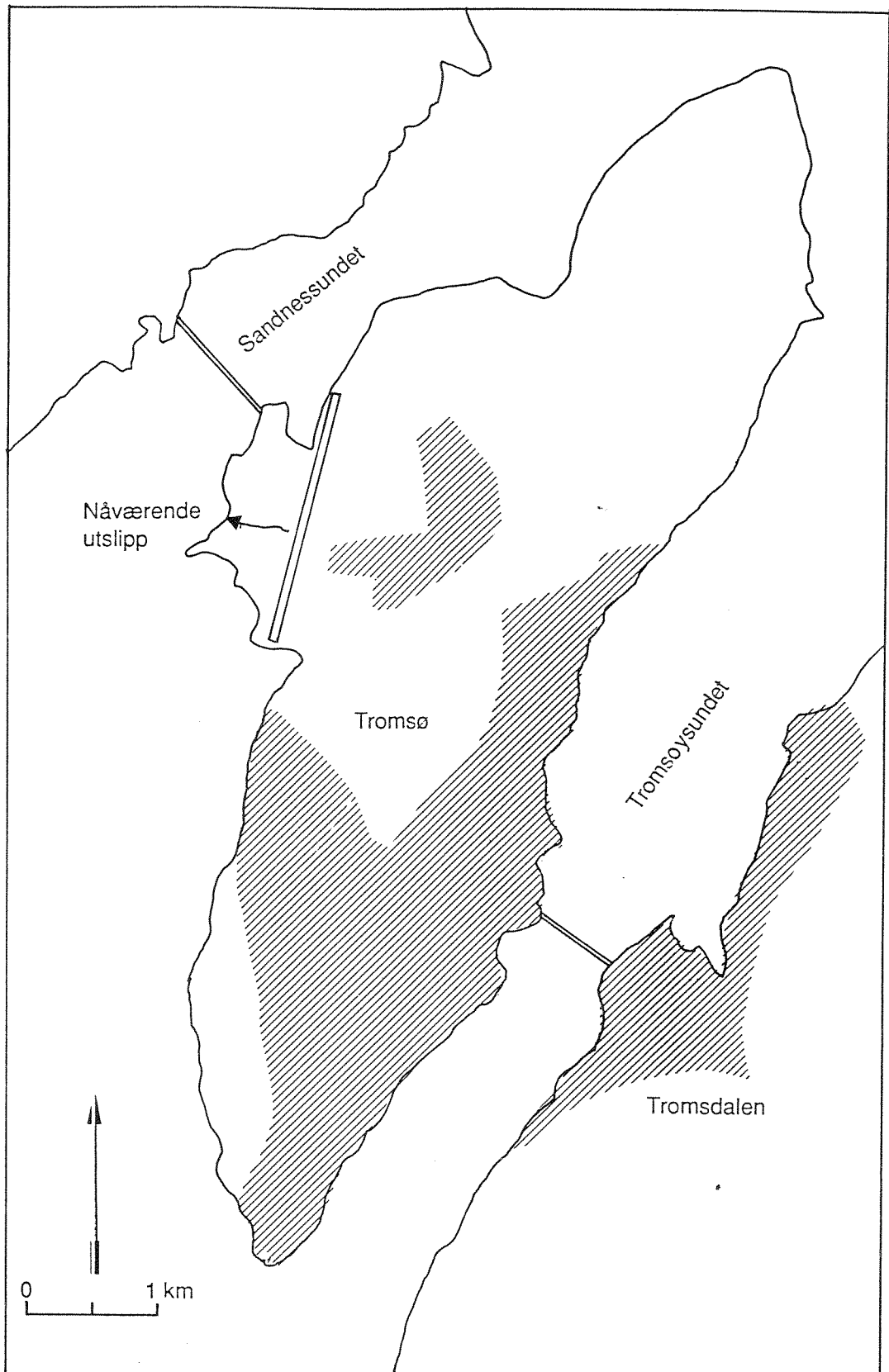


Fig. 3.10.1 Resipienter ved Tromsø lufthavn Langnes

3.10.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

Vanlig praksis for avising har vært at den er utført på stand der flyet står parkert. På grunn av miljøet rundt flyene, for bakkepersonellet og passasjerer, er det for sesongen 1990/91 gjort forsøk med sentral avising. Området som har vært mest i bruk er et areal ved stand 8 (alfa), syd for terminalbygget. På grunn av sikt- og trafikkforhold har lufttrafikkjenesten heller villet hatt all avising utført på et området i nærheten av "oasen". Dette området er derfor også til en viss grad blitt benyttet. Ved de tette avgangene midt på dagen med 9 fly i løpet av 25 minutter, har det lett for å danne seg køer med derpå følgende forsinkelser når det er avisingsvær. Både SAS og Braathens Safe utfører avising ved lufthavnen. Når det er avising benyttes som regel bare en avisingsbil. SAS og Braathens Safe aviser hver sine fly og det er kun i helt spesielle situasjoner at det er samarbeid mellom selskapene. Forsvaret har noe trafikk ved lufthavnen, men utfører ingen avising selv. Forsvaret kjøper disse tjenestene SAS og Braathens Safe.

Av påføringsutstyr har Braathen en avisingsbil type Vestergaard gamma. SAS har 3 biler, en ny Moelven prototyp samt en Nummela og en Vestergaard som begge er av eldre dato.

Av væske benyttes kun avisingsvæske type 1 (DF). Ved snøfall blir snøen fra flyene i liten grad fjernet mekanisk. Dersom temperaturen tillater det utfører Braathens Safe i en viss utstrekning avising med varmt vann med 10% glykol for fjerning av snø. Ellers benytter både Braathens Safe og SAS i hovedsak kun type 1 væske i blandingsforholdet 50/50 vann/glykol. Forbruket av væske er svært varierende og det hender ofte at værforholdene er slik at store deler av årsforbruket blir benyttet i løpet av en periode på bare 3-4 dager. Under ekstreme værforhold hender det at avisingsbilene må følge med flyene ut til rullebaneenden, og gi flyet en siste dusj her før det tar av. Dette skjer en til to ganger i løpet av avisings sesongen.

I sommerhalvåret har det vært antydninger til løklukt inne på lufthavnen, men det er ikke kommet klager i fra omkringliggende naboer.

Forbruket av avisingsvæske har ut fra opplysninger fra selskapene, de siste år vært som følger:
(Det er kun brukt type 1 væske).

Braathens Safe:

1985/86: 12.300 liter
1986/87: 10.700 liter
1987/88: 42.600 liter
1988/89: 16.400 liter
1989/90: 10.250 liter

SAS:1985/86: ingen data
1986/87: 47.000 liter
1987/88: 59.200 liter
1988/89: 65.700 liter
1989/90: ingen data

Lagerkapasiteten for konsentrert væske ved luft-
havnen er på 47.000 liter.

Sammenlignet med innhentede data over forbruk av avisingsvæske i forbindelse med miljøkartlegging utført av Luftfartsverket i 1988, er det tildels betydelig avvik.

Etter en oppklarende runde ble det fastslått at forbruksmengden i tidligere kartlegging var oppgitt som 50/50 væske. Selv etter å ha tatt hensyn til dette er det for denne kartleggingen oppgitt et forbruk som ligger ca. 45.000 liter lavere enn hva tidligere data-innhenting viser.

3.11 ALTA LUFTHAVN

3.11.1 Generelle forhold

Alta lufthavn ligger ved Altafjorden like ved tettbebyggelsen på Elvebakken. Rullebanen er 2.000 meter lang og ligger i fjordkanten bare 2 m.o.h. Banen er orientert sørøst - nordvest, og har svært god regularitet.

Ved sørøstre rullebaneende har Altaelva sitt utløp i Altafjorden. Områdene rundt elvemunningen er verneverdige som rasteplass for ender og vadefugler i trekktiden, samtidig som strandengene inneholder enkelte skjeldne plantesamfunn.

På Alta er det typisk Østlandsklima, stabilt og godt med liten nedbør. Sterke vinder kommer hovedsakelig fra nordvest, og 70% av avgangene i vinterhalvåret skjer mot nordvest. Tørt kaldt vær medfører at snøen som kommer i hovedsak er tørr.

3.11.2 Trafikkforhold

I perioden 1985 til 1989 har antall flybevegelser ved lufthavnen vært forholdsvis konstant på mellom 7.500 og 8.000 pr. år. Privat/skolefly og helikoptertrafikk er her holdt utenfor. Chartertrafikken var høy i 1986-88, men har sunket sterkt i 1989 og 1990. I 1987 var det 1.486 flybevegelser med charter, mens det for første halvår 1990 bare har vært 143.

I 1990 har det vært en markert økning i trafikken ved lufthavnen, og antall flybevegelser pr. dag har økt fra 23 til 46. Toppbelastningen ved lufthavnen opptrer på ettermiddagen da 6 maskiner har avgang i løpet av 20 minutter. Noe av trafikkøkningen har sammenheng med at SAS ved SAS commuters har lagt om deler av rutenettet for Nord-Norge og gått over til mindre maskiner (F-50 og tilsvarende).

3.11.3 Avrenningsforhold

Oppstillingsplattformen har ikke eget overvannssystem med utløp til Altafjorden. Eksisterende system består av en avløpsrenne i bakkant av plattformen, hvor bortledning av vannet er basert på infiltrasjon i grunnen. Grunnen i området består av finsand, og grunnvannstanden ligger ca 1,8m under terrengnivå, kfr. fig. 3.11.2.

Snøen fra oppstillingsplattformen blir brøytet ut til omkringliggende grøntområder. Ren snø og glykolholdig snø blir deponert på de samme arealene og under snøsmelting innfiltreres smeltevannet i grunnen. Det har ikke vært skjenerende lukt i forbindelse med glykolavrenning.

3.11.4 Resipienter

Alta lufthavn ligger på vestre bredd av Altaelva ved dennes utløp i Rolfsbotn, Altafjorden, kfr. fig. 3.11.1.

Området består av løsavsetninger - elveavsetninger (finsand). Sjøområdet utenfor er meget langgrunt. Midlere tidevanns-forskjell er ca. 1.80 m og maks. forskjell ca. 4.00 m. Overflatevannet fra flyoppstillingsplassen og smeltevannet fra snødeponiene innfiltreres i grunnen. Grunnvannsnivået ligger ca. 1.80 m under terreng konstant over hele året.

P.g.a. snø og vinterlige forhold på befaringsdagen, var det vanskelig å danne seg noen mening om avrenningsforholdene. Det ble ikke opplyst hvorvidt det var registrert skjenerende lukt.

Vi antar imidlertid at infiltrasjonen i grunnen av denne type væske er en dårlig løsning. Antakelig vil en oppsamling og drenering til elva og fjordområdet utenfor være å foretrekke. Vi ønsker imidlertid å foreta en befaring og undersøkelse av området før vi avgir en endelig uttalelse.

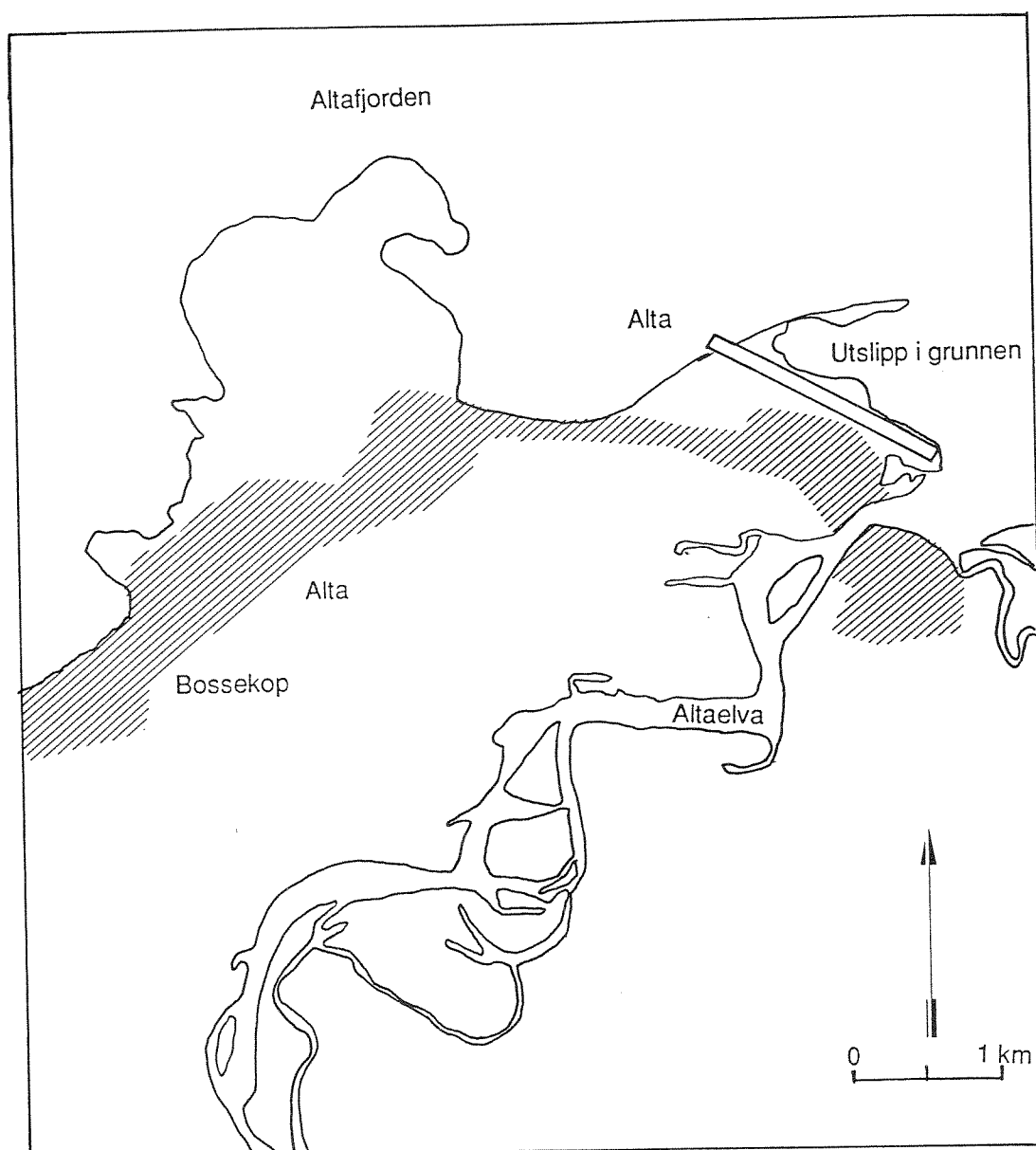


Fig. 3.11.1 Resipienter ved Alta lufthavn

3.11.5 Avisingspraksis og forbruk av glykol

All avising skjer på oppstillingsplattformen hvor flyene står parkert. På grunn av den økte trafikken og flere overnattende fly er det forventet en strek økning av forbruket av glykol for kommende sesong. Fra lufthavnen er det antydnet at forbruket kan bli 3 doblet i forhold til dagens forbruk.

Det er SAS som har all avising ved lufthavnen. Det blir kun benyttet type 1 væske (DF) i blandingsforhold 50/50 vann/glykol. Av påføringsutstyr har SAS to avisingsbiler. Tanken på bilen har en kapasitet på 900 liter. I tillegg har lufthavnen et tanklager for konsentrert væske på 11.000 liter.

Ved snøvær blir snøen til en viss grad fjernet mekanisk med kost før avisingen skjer. For tiden er det en DC-9 som overnatter ute hver natt, og denne trenger til tider tung avising med bruk av mye væske. Tall over forbruk av væske de siste årene er som følger:
(Det benyttes kun type 1 væske).

SAS:

1986/87: 6.870 liter konsentrert
1987/88: 4.945 liter konsentrert
1988/89: 8.020 liter konsentrert
1989/90: 7.842 liter konsentrert

4. EDB-MODELL FOR RANGERING OG KOORDINERING AV TILTAK

4.1 OPPBYGGING AV MODELLEN

Modellen er utviklet med databaseverktøyet PARADOX 3.5.

Programmet består av to hovedmoduler. Modul 1 består av en database som inneholder data for hver enkelt lufthavn. Foreløpig ligger kun forbrukstall på Glycol og flybevegelser lagret her. Resipient info og f.eks. aktuelle meteorologiske data er foreløpig ikke lagt inn.

Modul 2 inneholder en enkel beregningsmodell for å beregne alternative opplegg for oppsamling, lagring, transport og behandling av oppsamlet flyavisingsvæske.

I denne første fasen er det lagt vekt på at analysene skal foregå i "macro" format, dvs. at detaljeringsgraden er forholdsvis grov. For øvrig er modellen utarbeidet med tanke på å ivareta detaljerte analyser i en evt. senere fase.

Hovedresultatene fra EDB-beregningene for de forskjellige alternativene er presentert under pkt. 4.2.

Modellens hovedmoduler er presentert i pkt. A og B under.

A. Modul 1

Fig.4.1 viser de elementer av grunndata som er definert (unntatt øvrige grunndata).

Bruker kan fritt utføre endringer i datagrunnlaget for de enkelte boksene. Foreløpig er forbrukstallene kun oppgitt som sesongtall og ikke relatert til temperatur og nedbørsvariasjoner gjennom sesongen.

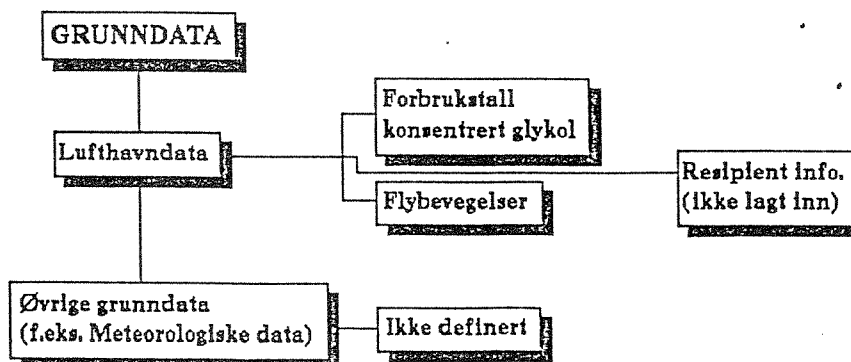


Fig. 4.1 Modul 1

B. Modul 2

Fig. 4.2 viser de elementer som er tatt med, samt de muligheter som ligger i systemet. Det vil være opp til bruker selv å definere aktuelle alternativ for de forskjellige operasjonene under gjenvinning.

Videre vil kostnadene (investering, drift/vedlikehold og transport) for de forskjellige alternativene for oppsamling, lagring, transport og gjenvinning fritt kunne defineres av bruker. Flere alternative måter å gi inn kostnadene på finnes (f.eks. kr./m³ eller rundsum).

Det er opprettet en egen avstandsmatrise hvor de fleste aktuelle avstandsrelasjoner er lagt inn, og hvor nye aktuelle relasjoner kan tilføres.

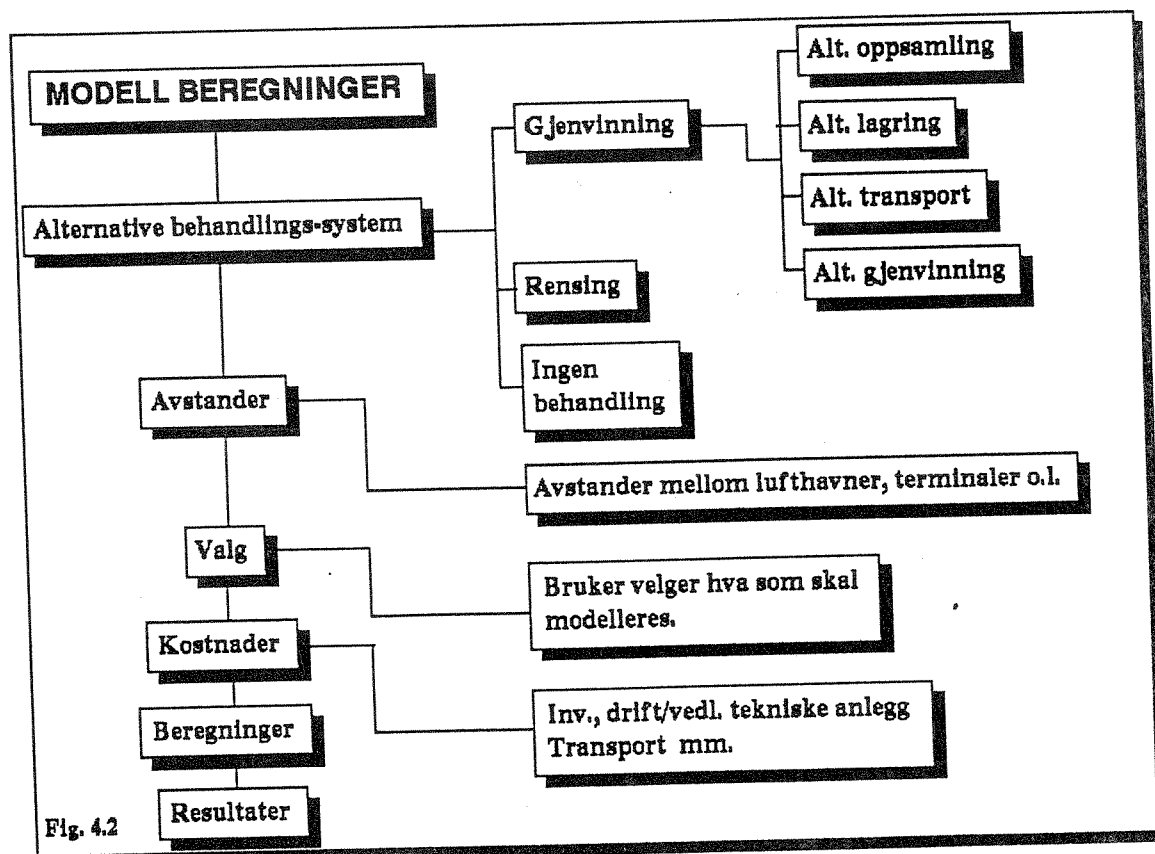


Fig. 4.2 Modul 2

4.2 RESULTATER

4.2.1 Generelt

Økonomiske betraktninger for 7 alternative "systemløsninger" for oppsamling, lagring og behandling (gjenvinning) fremgår i tabell 4.1., og de valgte rammebetingelser fremgår i bilag 10. Andre forutsetninger er som følger:

Oppsamling

Alle systemalternativ er beregnet med sugebil og enkel oppsamlingsplattform, inkludert tømmeanordning mellom sugebil og tank. Investeringskostnaden for sugebilen er belastet 100% avisingsprosessen.

Lagring

Det er for alle alternativ beregnet en lagerkapasitet på 100% av oppsamlet volum. Kostnadene representerer alternativ for nedgravde tanker. Kostnader for lagring av gjenvunnet glycol er ikke tatt med.

Transport

Kostnadene for transport er basert på gjeldende transportavtaler for transport av konsentrert glykol. Kostnadene i tabellen representerer bil kombinert med tog, eller bare bil (f.eks. fra Gardermoen til Fornebu).

Prisen for transport med båt er bekreftet med større usikkerhet fordi tilgangen på skip som kan betjene aktuelle havner, er begrenset.

Beregninger med båttransport indikerer en lavere transportkostnad for de nordlige lufthavnene mens de sørlige sannsynligvis vil få en høyere kostnad (sammenlignet med bil/tog som fremgår i tabell 4.1).

Generelt kan det konkluderes med ut i fra dagens situasjon at transport med bil er den mest kostbare transportform.

Gjenvinning

Stasjonær gjenvinning ved Fornebu er eneste stasjonære alternativ som er modellert. For mobil gjenvinning er det tatt utgangspunkt i at anlegget flyttes.

- Det er i beregningene ikke tatt hensyn til installasjoner/utstyr som i dag måtte være tilgjengelig ved den enkelte lufthavn, utenom Fornebu.

- Renten på alle investeringer er satt til 7% i beregningene.

I det følgende har vi valgt å kommentere et utvalg av de 7 alternative løsningene.

4.2.2 ALT 1: Systemløsning som betjener de 11 lufthavnene som inngår i undersøkelsen med behandling ved stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu, kfr. fig. 4.2.1

Dette alternativ synes å gi et moderat investeringsnivå (ca. 45.5 mill.kr.) ved at fremtidig utbygging begrenser seg til oppsamlingsplattform og lagertanker ved den enkelte lufthavn. Transportkostnadene blir forholdsvis høye (ca. 1.45 mill.kr./ år), men ikke så høye at det lønner seg å bygge et mobilt gjenvinningsanlegg kfr. kap. 4.2.3. Betenkeligheter med dette alternativet er risiko for uhell ved de lange transportavstandene.

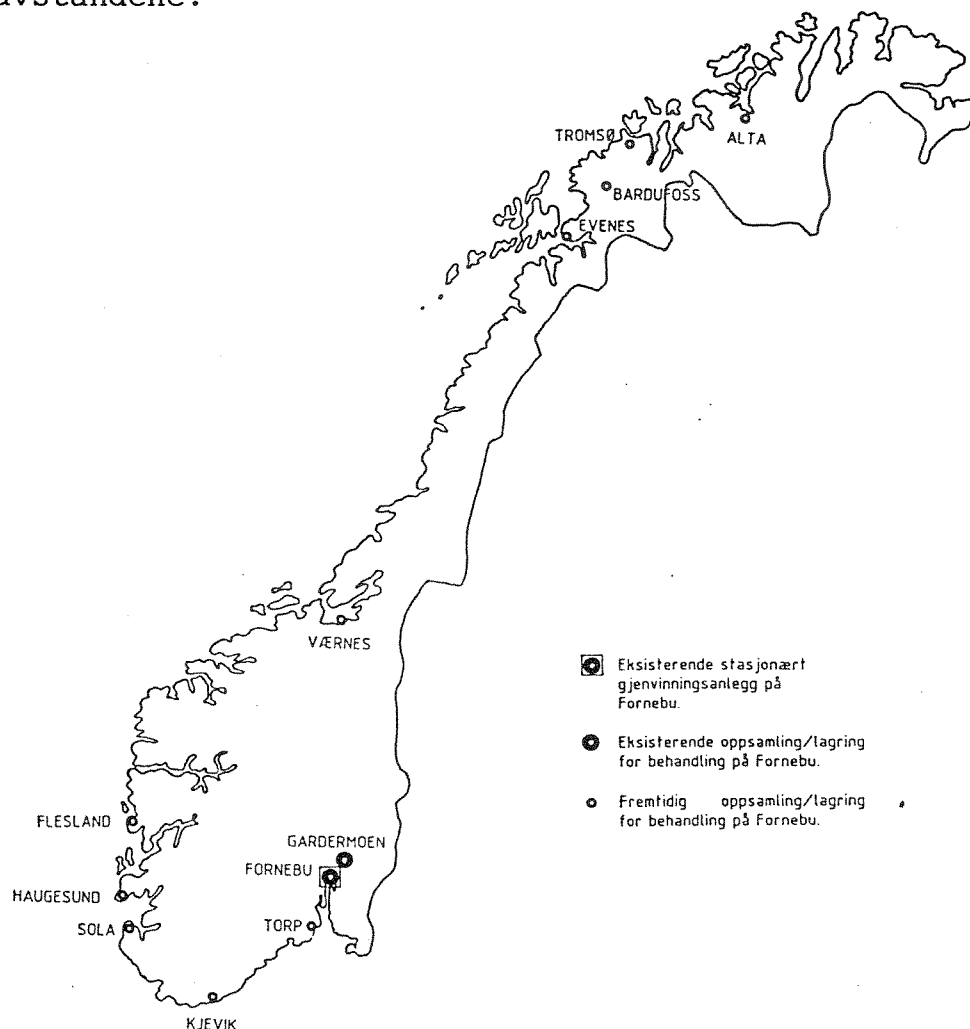


Fig. 4.2.1 Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu betjener alle lufthavnene

4.2.3 ALT 2A: Systemløsning som betjener Sør-Norge (7 lufthavner) med behandling ved stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu, og Nord-Norge (4 lufthavner) med mobilt gjenvinningsanlegg, kfr. fig. 4.2.2

Dette alternativet viser klart at selv om avstanden mellom landsdelene er store, gir ikke besparelsen i transportkostnadene så mye (ca. 1.1 mill.kr.) som investeringskostnadene for et gjenvinningsanlegg (ca. 3.4 mill.kr.) krever.

Dersom gjennomsnittskonsentrasjonen på oppsamlet glykol/vann endres fra 10/90 til 5/95 vil transportvolumet bli fordoblet, og kostnadsbildet vil sannsynligvis endre seg til fordel for et mobilt gjenvinningsanlegg. Dette viser at forholdsvis små utslag på konsentrasjonen for oppsamlet glykol gjør alt. 1 svært følsomt.

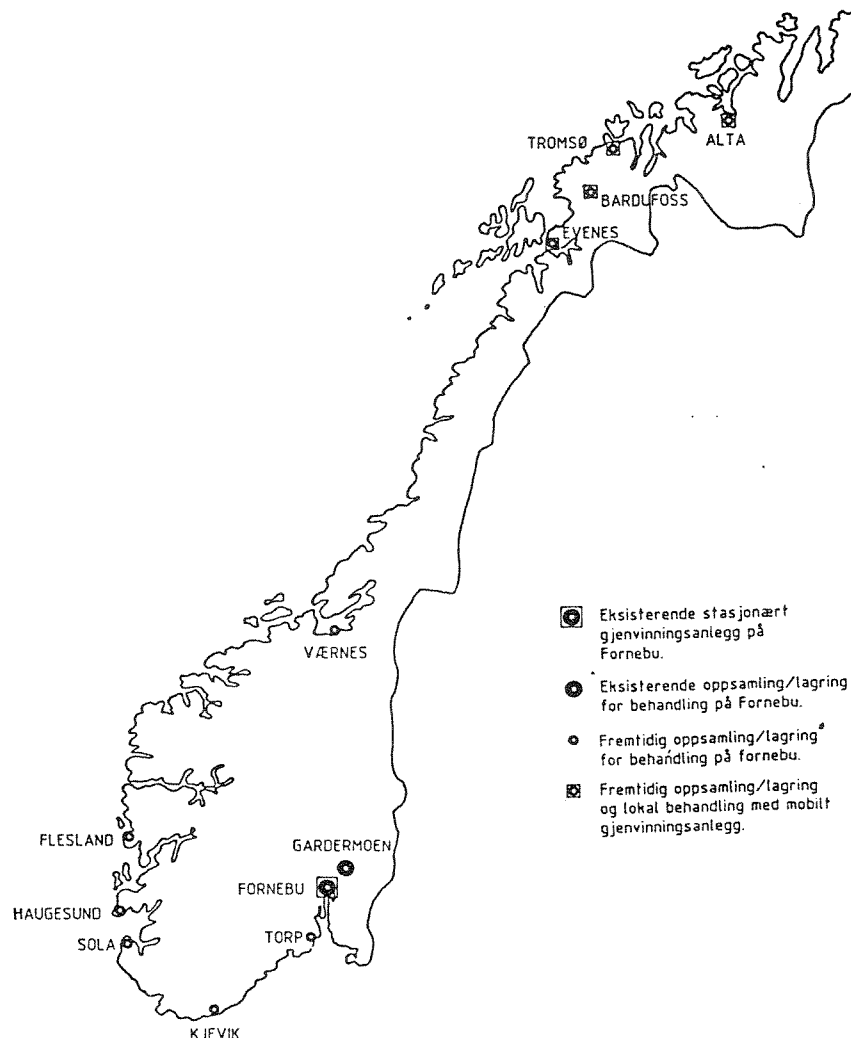


Fig. 4.2.2 Stasjonært gjenvinningsanlegg Sør-Norge, mobilt gjenvinningsanlegg Nord-Norge

4.2.4 ALT 3: Systemløsning som betjener Sør-Norge
 (4 lufthavner) med stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu, og (4 lufthavner) med mobilt gjenvinningsanlegg 1, og Nord-Norge (4 lufthavner) med mobilt gjenvinningsanlegg 2, kfr. fig. 4.2.3

Dette alternativet som baserer seg på 3 stk. gjenvinningsanlegg (1 stasjonært og 2 mobile) krever en forholdsvis høy investering (ca. 52.3 mill.kr.).

Fordelene ligger i det minimale transportbehov, noe som reduserer risiko for transporthavari med stor forureningskonsekvens.

Desentralisert gjenvinning gir for dette alternativ forholdsvis høye driftskostnader/gjenvinningskostnader (ca. 0.9 mill.kr./år). Prøvetaking/analyser for godkjennelse av væsken må gjennomføres for hver eneste lufthavn med mobil gjenvinning og dette representerer en ytterligere tilleggsavgift på ca. 0.1 mill. kr./år.

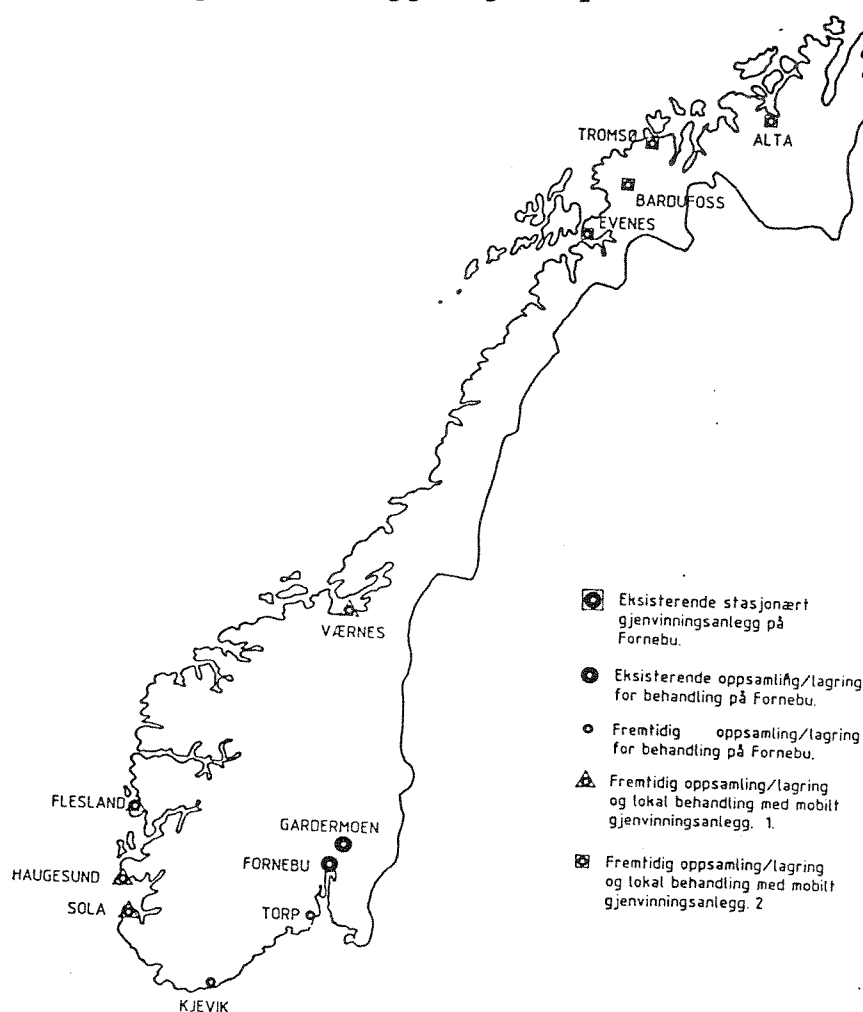


Fig. 4.2.3 Stasjonært gjenvinningsanlegg Østlandet, mobilt gjenvinningsanlegg 1 Sør-Norge mobilt gjenvinningsanlegg 2 Nord-Norge

4.2.5 ALT 4B: Systemløsning som betjener de prioriterte lufthavnene i rangeringsmodellen (4 lufthavner + Torp i Sør-Norge) med behandling ved stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu, og (3 lufthavner i Nord-Norge) med mobilt gjenvinningsanlegg, kfr. fig. 4.2.4

Dette alternativet som vi forutsetter en gjennomsnittskonsentrasjon på oppsamlet glykol/vann til 20/80 gir et totalt investeringsbehov på (ca. 32.7 mill.kr.). Ved at et færre antall lufthavner trenger oppsamlingsplattform og lagringstanker reduseres investeringsbehovet. Ved at det totale transportvolum halveres, reduseres den årlig transportkostnad til ca. 0.19 mill.kr. Dette alternativ er ikke direkte sammenlignbart med de øvrige p.g.a. høyere konsentrasjon på oppsamlet glykol, men gir et bilde av en "optimal" systemløsning med et begrenset antall lufthavner, effektiv glykoloppsamling og forholdsvis korte transportavstander.

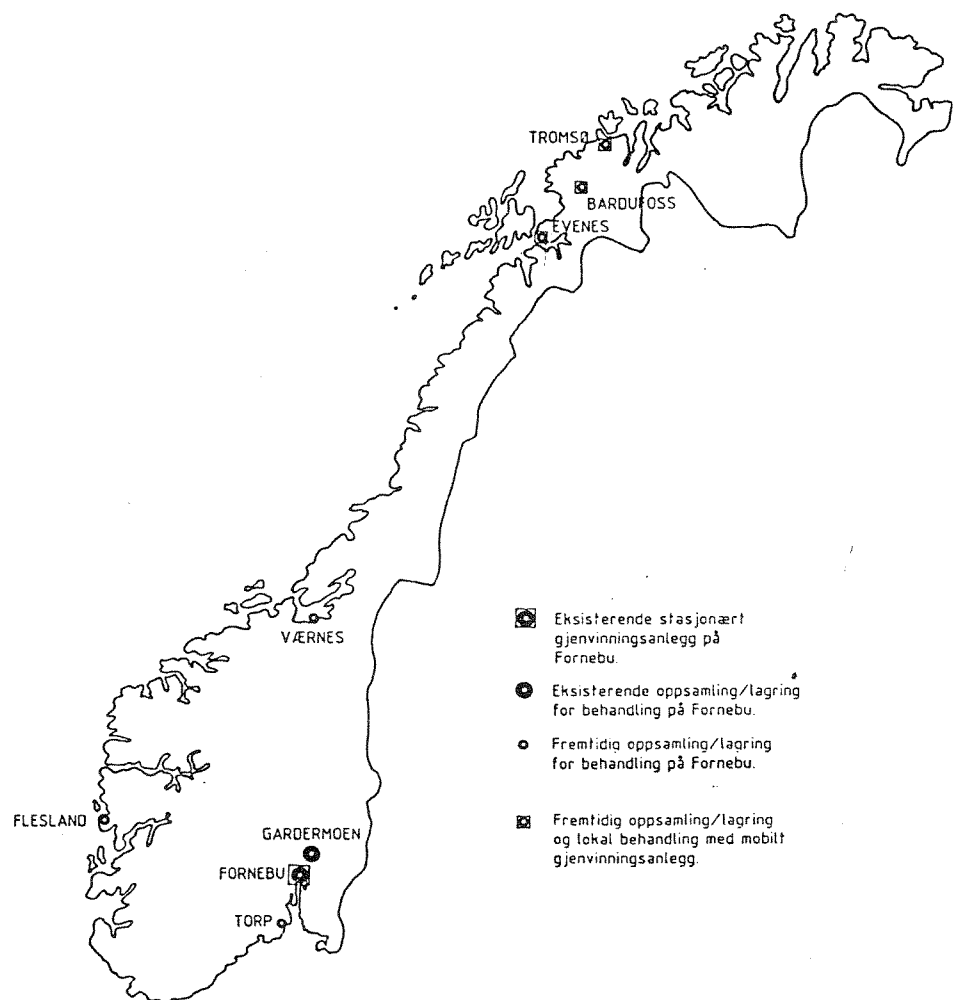


Fig. 4.2.4 Prioriterte lufthavner i.h.h.t.rangering, stasjonært gjenvinningsanlegg Sør-Norge, mobilt gjenvinningsanlegg

4.2.6 Økonomiske betraktninger

Alle systemløsninger gir et negativt resultat selvom det ligger et inntektspotensiale i salg av gjenvunnet glykol tilbake til flyselskapene. Dersom investeringer til oppsamlingsplattform og lagertanker holdes utenfor, vil dette bilde endre seg i positiv retning og resultatet vil da ligge omtrent i balanse.

For de lufthavner som prioriteres i rangeringsmodellen vil det av miljømessige årsaker være nødvendig å etablere oppsamlingsplattform og derved vil det være riktig å holde nevnte investeringskostnader utenfor når lønnsomhetsvurdering for gjenvinningsanlegg og eventuelle andre behandlingsalternativ skal utføres.

Av fig. 4.3 som viser forbrukstall for avisingsvæske for de 3 siste år, går det klart frem at Fornebu og Gardermoen alene representerer i størrelsesorden 60% av det totale forbruk. Dersom de 7- 8 høyest prioriterte lufthavnene etablerer oppsamlingsplattform og lagrings-tanker, og kommer med i et landsdekkende behandlingssystem, vil i størrelsesorden 90% av det totale glykolforbruk ved lufthavnene være underkastet en kontrollordning.

Evalueringsmodellen viser følgende hovedsammenhenger:

A: Gjenvinningskostnader utgjør ca. 30% av de totale årskostnader med et stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu.

Tilsvarende med 2 mobile anlegg i tillegg økes andelen til ca. 40%.

B: Oppsamlingskostnader utgjør ca. 50% av de totale årskostnader og påvirkes i liten grad av forskjellige systemløsninger med samme antall lufthavner.

C: Lagringskostnader utgjør ca. 10% av de totale årskostnader og påvirkes i høy grad av den konsentrasjon som oppnås for oppsamlet glykol.

Ved reduksjon av glykolkonsentrasjoner fra 10% til 5% fordobles lagringskostnadene.

D: Transportkostnader utgjør ca. 10% av de totale årskostnader, og påvirkes av varierende konsentrasjon for oppsamlet glykol, kfr. pkt. C.

5. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

5.1 GENERELT

Avisingsvæske består av ca. 80% monopropylenglykol samt ca. 20% tilsetningsstoffer hvorav ca. 1% er såkalte korrosjonsinhibitorer.

Glykol er lett nedbrytbar under forbruk av oksygen. Er væsketilførselen stor i relasjon til oksygentilgangen, oppstår oksygenfrie eller anaerobe forhold. Nedbrytningsprosessen føres i så fall videre av anaerobe bakterier. Under omsetningsprosessen dannes propanol og isopropanol. Disse stoffene omsettes anaerobt av f.eks. sulfatreduserende bakterier under dannelse av bl.a. merkaptaner som har en gjennomtrengende høyst ubehagelig løyklukt selv i små konsentrasjoner. Dette er miljøgifter som kan ha alvorlige konsekvenser for naturmiljøet.

Det har hittil ikke vært mulig å fremskaffe eksakte opplysninger fra produsenter/leverandører om tilsetningsstoffenes sammensetning. Eksperimentelle giftighetstester av Type I - væske viste at ved en konsentrasjon på mer enn 0.032% ble det registrert dødelighet på dyreorganismer i vann. Giftigheten av avisingsvæske var bortimot 100 ganger større enn for glykol.

Avisingsvæskens egenskaper tilsier at man ved utslipp til vann må ta tilbørlig hensyn til resipientens selvrensende evne. Hvis den er utilstrekkelig må det settes inn tiltak for å redusere utslippsmengder.

Tiltakene kan være alt fra gjenvinningsanlegg til utslippsarrangementer som gir optimal fortykning. Hver resipient kan ha sin egen løsning, og valg av utslippsområde kan være viktig.

Ved utslipp til jord vil det også lett kunne oppstå merkaptaner med påfølgende giftvirkning på grunnvann.

5.2 ANBEFALINGER VEDRØRENDE RESIPIENTUNDERSØKELSER I FASE 2

5.2.1 Rangering

Basert på bl.a. erfaringer fra fase 1 vil vi anbefale utvidede resipientundersøkelser under fase 2. Hensikten med resipientundersøkelsene er å kunne anbefale tekniske løsninger. Noen av de foreslåtte undersøkelser er beregnet direkte på de respektive resipienter, mens andre undersøkelser er av generell karakter.

Ved valg av teknisk løsning bør man uansett beliggenhet trekke inn vannfaglig ekspertise slik at man i størst mulig grad unngår utilfredsstillende løsninger i forhold til resipienten. Resipientene er i bilag 11 rangert etter et beregningssystem. Det er her tatt hensyn til jord som resipient, nærmeste vann-resipient (f.eks. bekk) samt påfølgende vannresipient (f.eks. fjord).

Et sammendrag av tabellen i bilag 11 fremgår av tabell 5.1 som viser en prioritert rangering med hensyn til resipientvurderinger.

Tabell 5.1 Skjønsmessig karakterisering og rangering av resipienter ved de undersøkte lufthavner

Lufthavn	Hovedresipient (1. resipient)	
	Sum	Rangering
Evenes	24	1
Oslo - Fornebu	23	2
Oslo - Gardermoen	21	3
Bergen - Flesland	20	4
Bardufoss	19	5
Trondheim - Værnes	16	6
Alta	15	7
Tromsø	13	8
Stavanger - Sola	12	9
Kristiansand - Kjevik	10	10
Molde	9	11
Haugesund	7	12

De anbefalte resipientundersøkelser er nedenfor beskrevet i rangert rekkefølge.

1. Evenes lufthavn

Resipientene rundt lufthavnen består av flere vann og tjern, det såkalte Tårsdagsvassdraget, som blir betegnet som meget verneverdig. Tilførsler av selv små mengder avisingsvæske antar vi kan være skadelig.

Resipientene er belastet med tilførsler fra jordbruk og spredt bebyggelse. Det vil derfor være naturlig og rasjonelt at det her blir gjennomført en generell resipientundersøkelse. I så fall bør omkostningene fordeles mellom de ulike parter som anvender vassdraget som resipient (Luftfartsverket, kommunen, stat og fylkesmannen i Troms og Nordland). Uten en slik undersøkelse vil det være vanskelig å spesifisere virkning - årsakssammenhenger. En biologisk undersøkelse av

forholdene i utslippsområdet for flyplassen er imidlertid Luftfartsverkets ansvar. Dessuten er det nødvendig med en vurdering av avrenningssystemets tilpasning til resipientens tålegrense.

2. Fornebu lufthavn

Utslipp fra overløp og fra destillasjonsanlegg slippes ut i Rolvsbukta, en bukt i Lysakerfjorden. Denne kan være islagt om vinteren og med fremherskende vinder fra nord kan vannmassene bli stuvet opp. Vannutskiftningen blir dermed hemmet, og det kan lett oppstå oksygensvikt og meget alvorlige lokale forurensningseffekter.

Befaringer til Rolvsbukta bekrefter at vannutskiftningen er meget dårlig, og at vannmassene i store deler av bukta er fri for oksygen. Nedbrytningen av glykol vil da skje ved hjelp av anaerobe bakterier, derved dannes sulfidforbindelser, bl.a. merkaptaner. Det oppstår luktproblemer som var meget fremherskende under befaringen.

Utslipppet fra destillasjonsanlegget var lett synlig da det bare var neddykket noen centimeter noen få meter fra land. Det steg damp opp fra utslippet, fordi utløpsvannet fra destillasjonsanlegget har en temperatur på ca. 20 - 30 C.

Nedstrøms avisingsplattformen er det en overløpskum på overvannsledningen. Overløpskum opereres manuelt slik at overvann med et glykolinnhold > 3 % går til gjenvinningsanlegget. I perioder er imidlertid overvannet, konsentrasjon av glykol > 3 %. Dette tilføres bukta direkte og utgjør i total mengde en betydelig organisk belastning.

Etter vår mening er bukta ikke egnet som resipient for avløpsvann, spesielt ikke for glykolbasert avisingsvæske. Det er mulig forholdene kan bli tilfredsstillende ved å føre avløpet ut på dypt vann i Lysakerfjorden. Dette må imidlertid begrunnes på bakgrunn av kunnskap om strøm- og vannutskiftning på utslippsstedet. Vi foreslår derfor at det foretas en grundig undersøkelse av

- strøm- og vannutskiftning på utslippsstedet,
- biologiske undersøkelser - begroing, bunnfauna - i bukta og i strandområdet utenfor sjøflyhavna.

Dessuten er det etter vår mening nødvendig å gjennomgå de tekniske anlegg på land, avisingsystem, drenering og gjenvinningsanlegg samt utslippsarrangement med diffusor for å komme frem til optimale løsninger.

3. Gardermoen lufthavn

Flere av de undersøkte flyplasser har svake primærresipienter som utgjør bekkesystemer med lave vannføringer. De er spesielt utsatt for organisk belastning fra avisingsvæske om denne forblir i systemet tilstrekkelig lenge. Avisingsvæsken kan trenge ned i grunnen eller bli "hengende etter" i mindre bakevjer og kulper.

Tilsetningsstoffene i avisingsvæsken har en giftvirkning på organismene med konsentrasjoner fra > 0.01 %. Vi vil anta at væsken blir relativt hurtig fortynnet, men da kan giftvirkningen allerede ha gjort stor skade.

Vi anbefaler derfor at ravine 3 ved Gardermoen lufthavn velges for nærmere undersøkelser av resipienttype: bekker med lav vannføring. Mengde tilført avisingsvæske kan kontrolleres. Området ligger nært NIVA slik at det rent praktisk blir enkelt å gjennomføre undersøkelsen.

Tilført vannmengde ved ravinens begynnelse kan relativt enkelt registreres og forholdet avisingsvæske/vann bestemmes. Det tas deretter vannprøver med visse avstander for å studere nedbrytning av glykol og giftvirkning av tilsetningsstoffer. Det tas dessuten prøver av bunnsedimenter, begroing/belegg og bunnfauna.

I tillegg til de undersøkelser som er foreslått, bør man spesielt for Gardermoen undersøke

- grunnvannsprøver fra eksisterende brønner i området,
- jordprøver.

Gardermoen peker seg spesielt ut slik som antydnet ovenfor. Dessuten vil undersøkelsen ha betydning for vurderinger i forbindelse med planlegging av eventuell hovedflyplass.

4. Bergen lufthavn

Resipientene og bekkesystemene omkring lufthavnen bør undersøkes nærmere for å kunne anbefale de nødvendige tekniske tiltak som i øyeblikket synes å måtte bli omfattende. Selv om hovedalternativet skulle bli oppsamling for destillasjon eller transport med bil til egnet resipient, vil det være overløpsvann med relative lave konsentrasjoner av avisingsvæske som fortsatt må tilføres resipientene. Denne konsentrasjonsgrense vil ikke være av generell karakter, men må tilpasses hver enkelt resipients tålegrense.

5. Bardufoss lufthavn

Hovedresipienten er Andselva som renner ut i Barduelva før samløp med Målselva. Utslippene fra lufthavnen går ut i terrenget før det siger ned i Andselva. Hvor effektivt disse systemer er, vites ikke. Det bør derfor foretas en undersøkelse av området etter at snøsmeltingen har funnet sted. Da det knytter seg store fiske- og fritidsinteresser til resipientene, bør utslippene og Andselva ned til Barduelva undersøkes nærmere.

Noe avisingsvann tilføres også myrområder. Disse bør også befares for å kunne vurdere hvorvidt den naturlige nedbrytningen er tilstrekkelig.

6. Trondheim lufthavn

Man står her foran bygging av nytt terminalanlegg på Værnes. Vi vil anta at resipientforholdene i Stjørdalselva er gode under forutsetning av at de blir riktig utnyttet. Resipientproblemet her kan eventuelt være påvirkning av Langøra med verneverdige strandenger. Vi vil anbefale at vannfaglig ekspertise trekkes inn ved planlegging av avisings- og drenerings-system.

7. Alta lufthavn

Avisingsvæske dreneres i grunnen hvor det er et høyt grunnvannsspeil som er påvirket av vannføringen i Altaelva og tidevannsvariasjoner i Altafjorden. Det er ønskelig med en biologisk befaring i strandsonen samt vurdering av belastningen i forhold til grunnvannsmengde og strømningsbilde.

8. Tromsø lufthavn

Vi forutsetter at bekken mellom flyplassen og fjorden lukkes og at dreneringsvannet føres ut på dypt vann i Sandnessundet. Hvis så ikke skjer bør bl.a. bunnfaunaen i strandområdet undersøkes nærmere.

Forurensningsforholdene i det verneverdige Strandøraområdet bør undersøkes.

9. Stavanger lufthavn

Hovedbekken som i dag mottar avisingsvæske fra oppstillingsplassen er sterkt forurenset av organisk materiale. Dette skaper uestetiske problemer ved utløpet i Solavik. En løsning vil være å føre bekken i rør ut på dypt vann.

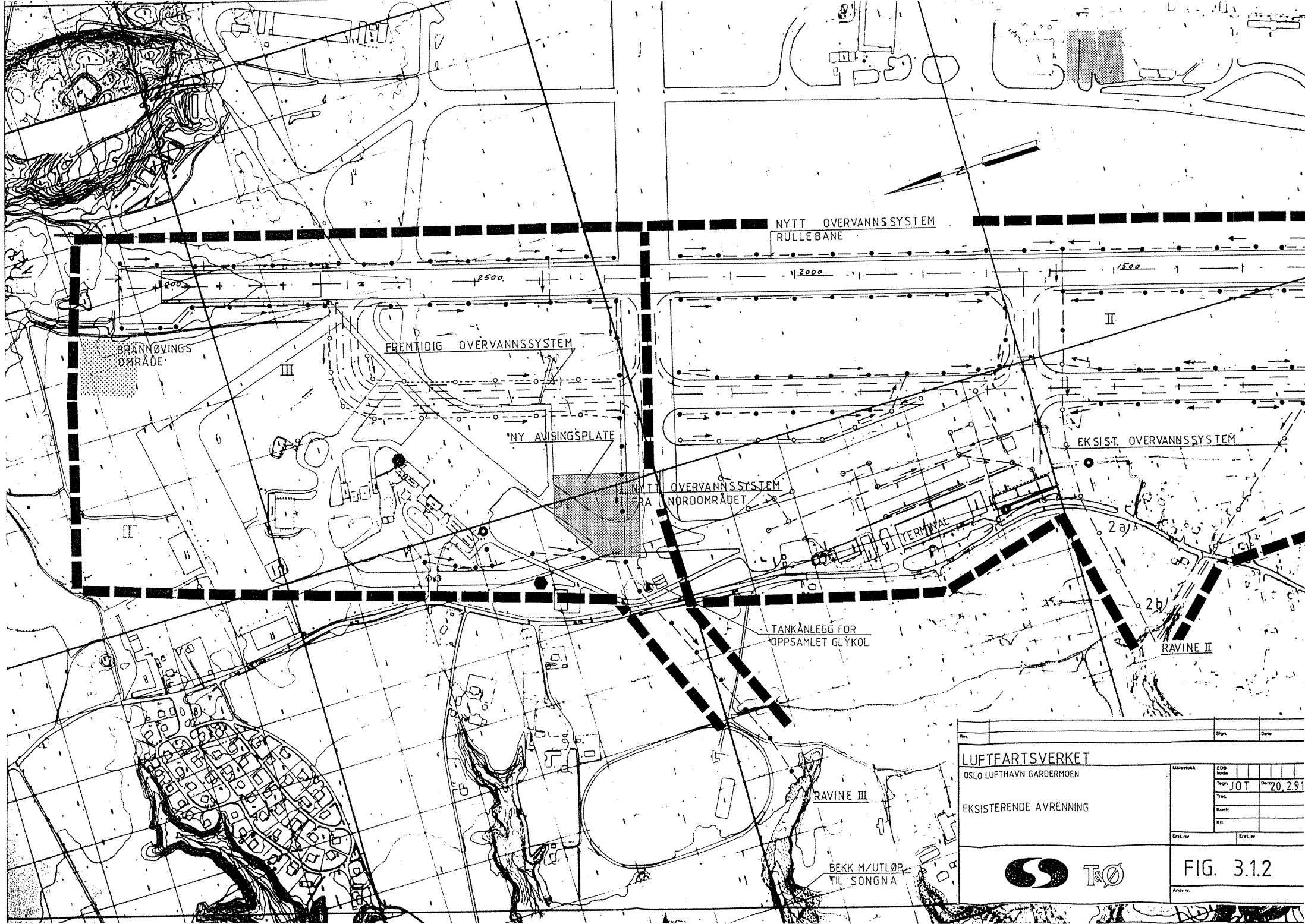
Forurensningssituasjonen må imidlertid også tilskrives jordbruket og aktiviteter i området utenfor lufthavnen.

Et enkelt prøvetakingsprogram på sensommeren lenge etter at avisings sesongen er avsluttet, vil kunne avklare dette og sansynligvis bidra til en realistisk kostnadsfordeling mellom ulike interessegrupper.

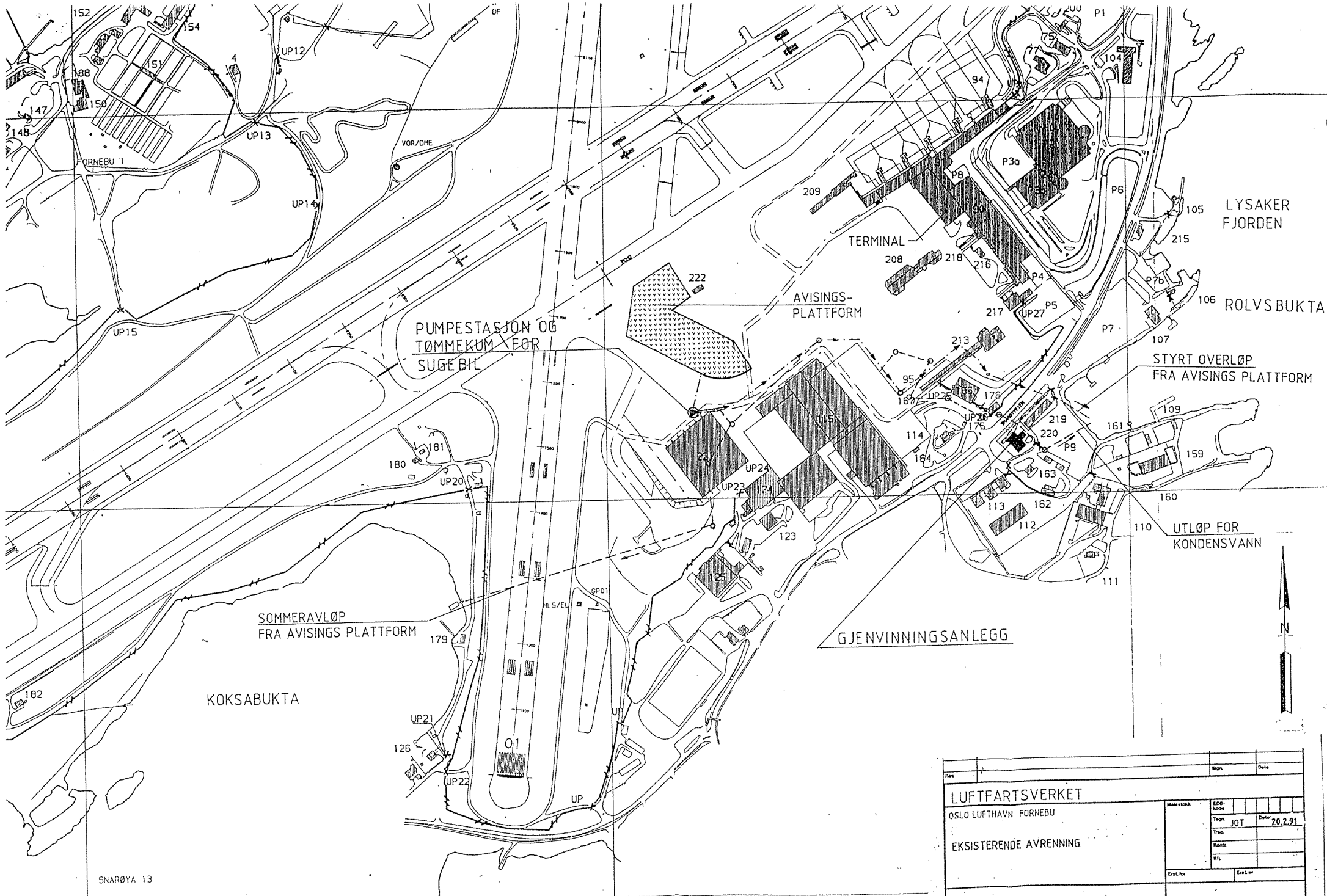
6. LITTERATUR


1. ASPLAN-rapport (1985), Oslo Lufthavn Gardermoen, Arbeidsrapport nr. 17 og nr. 18.
2. Johannesen M. Henriksen A (1876), Smelting av snø i laboratorielysimetre og feltlysometre. NAVF-NTNF rapport TN 26/76.
3. Johannesen M. Henriksen A (1976), Smelting av snø og overvann i Fyresdal, Nissedal og Langtjern. NAVF-NTNF rapport TN 24/76.
4. Schulz M. Comeron L.J (1974), Effect of aircraft deicer on airport storm runoff. *Jorn Water Poll. Control Fed.*, Vol. 46, No 1, s 173.
5. Weast R.C, Melvin J.A, CRC Handbook of Chemistry and Physics-60 edition. (1979), CRC Press Inc.
6. Verschueren K, Handvook of Environmental Data On Organic Chemicals. (1977), Van Nostrand Reinhold Company.
7. Berg N (1982), Undersøkelse av mulige årsaker til luktproblemer i vann fra Koksatjern, Fornebu. Oppdrag nr. 421.1124, Sentralinstituttet for industriell forskning.
8. Krieg N.R., Holt J.G. Bergey's Manual of Systematic Bakteriology, Volume 1. (1984) Williams & Wilkins.
9. Summer W. Methods of air deodorization. (1963) Elsevier Publishing Company.
10. Fazzalari F.A, Compilation of odor and taste threshold values data. (1978) Philadelphia - ASTM DS 48A.
11. Jank B.E, Guo H.M (1973), Biological Treatment of Airport Wastewater containing aircraft Deicing Fluids. EPS 4-WP-73-5.
12. Berg N (1982), Lukteproblem i vann fra Koksatjern, Fornebu Lufthavn. Oppdrag nr. 421.1166 Sentralinstituttet for industriell forskning.
13. Browning, E, (1965. Toxicity and matabolism of Industrial Solvents, Elsevier Publ. Comp. Amsterdam 642-644.
14. Moxnes T., Stene-Johansen, S, (1987) Kartlegging av forurensningsveier til anvisningsvæske brukt på fly, NIVA-rapport 12/87.
15. Tromsø Lufthavn Langnes, Lufthavnplan Tromsø, mai 1986.
16. Trondheim Lufthavn Værnes, Lufthavnplan 20. mars 1986.
17. Trondheim Lufthavn, Værnes Lufthavnplan. Oppdatering av arealet og handlingsprogram 2. juli 1990.

18. Alta Lufthavn, Lufthavnplan. Alta februar 1988.
19. Evenes Lufthavn/flystasjon. Lufthavnplan 1990.
20. Stavanger Lufthavn - Sola, Lufthavnplan 1. konsept november 1990.
21. Molde Lufthavn, Årø, Lufthavnplan 5. januar 1988.
22. Bardufoss Flyplass, Lufthavnplan 2. mai 1990.
23. Haugesund Lufthavn, Karmøy, Lufthavnplan 20. juni 1988.
24. Bergen Lufthavn Flesland, Lufthavnplan 30. november 1989.
25. Kristiansand Lufthavn, Kjevik, Lufthavnplan oktober 1989.
26. Lufthavnsverket, Luftfartsstatistikk for 1989 Luftfartsverket 1990.
27. Forurensning ved lufthavner, Seminar. Luftfartsverket, Fornebu 19.09.89.
28. Oslo Lufthavn, Fornebu.
Oppsamling og behandling av avisingsvæske august 1988, Taugbøl & Øverland A/S.
29. Luftfartsverket, Oslo Lufthavn Fornebu.
Oppsamling, transport og behandling av avisingsvæske, Forprosjekt. Desember 1988 Grøner og Taugbøl & Øverland A/S.
30. Oslo Lufthavn Fornebu.
Bygging og drift av gjenvinningsanlegg for avisingsvæske. Tilbudsgrunnlag januar 1989, Taugbøl & Øverland A/S.
31. Anbud på leverans av åturvinningsanleggning till Fornebu flygplats.
1989, Deicing System.

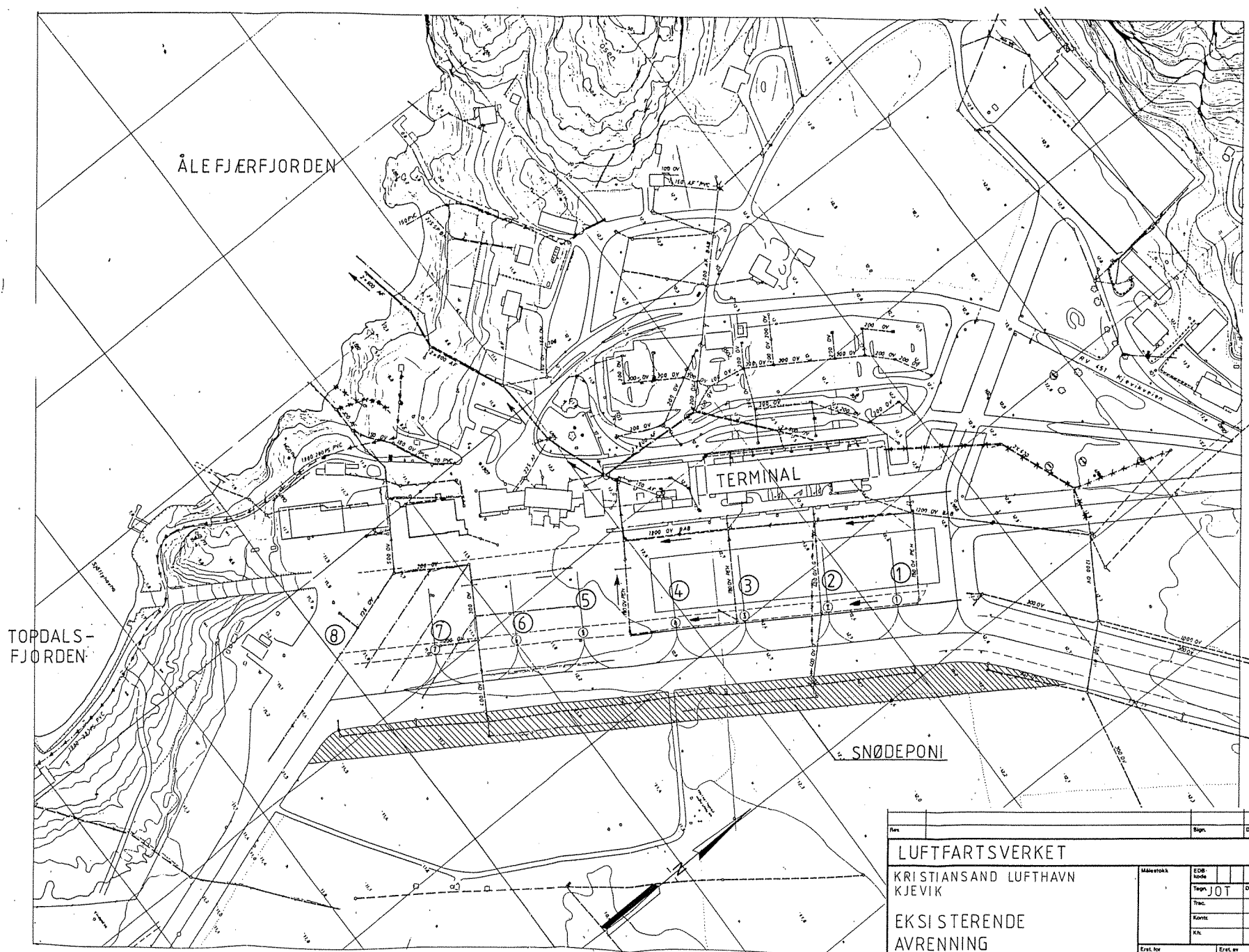


Rev.		Sign.		Date	
LUFTFARTSVERKET					
OSLO LUFTHAVN GARDERMOEN					
EKSISTERENDE AVRENNING		Skisseret av: EOD Tegnet av: JOT Dato: 20.2.91 Trac: Kont: Ktl:			
Erel for		Erel av			
		FIG. 3.1.2			
Akkont:					



Rev		Sign	Date
LUFTFARTSVERKET			
OSLO LUFTHAVN FORNEBU			
EKSISTERENDE AVRENNING		Målestokk	EDD. kode
		Tracé	JOT
		Kontroll	Date
		Kf	20.2.81
Etabl. for		Etabl. for	
		FIG. 3.2.3	
Arkiv nr.			

SNARØYA 13



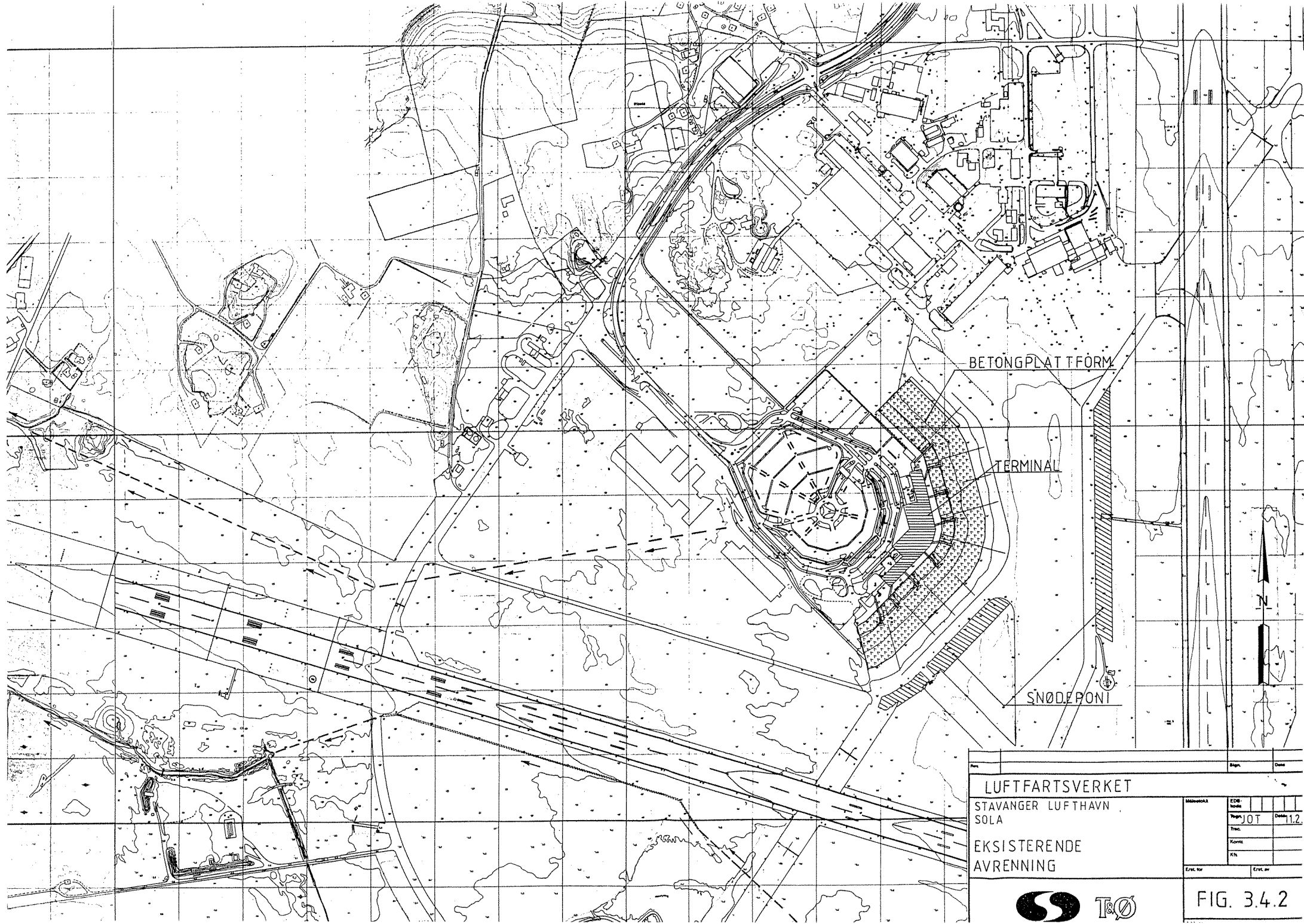
SAR	OVERVANNsledningsNETT OG SPILLVANNsledningsNETT	DATO	25-08-85	UTGIVELSE	
SKJ	OPPSILLINGSPLATTFORM OG PARKERINGSPLASSENE	LESTOK	1:1000	OVERVANNsledNING	→ → LEDNING UT AV BRUK
		TEGN	11	SPILLVANNsledNING	→ → SPILLVANNsledNING
				DRENSLEDNING	→ → DRENSLEDNING

Rev.		Sign.		Date	
LUFTFARTSVERKET					
KRISTIANSAND LUFTHAVN KJEVIK					
EKSIISTERENDE AVRENNING				Målestokk	EØB- kode
				Tegn	JOT
				Dato	9.2.91
				Trac.	
				Kont.	
				KK	
				Erst. for	Erst. av



FIG 3.3.2

Arkiv nr.



LUFTFARTSVERKET

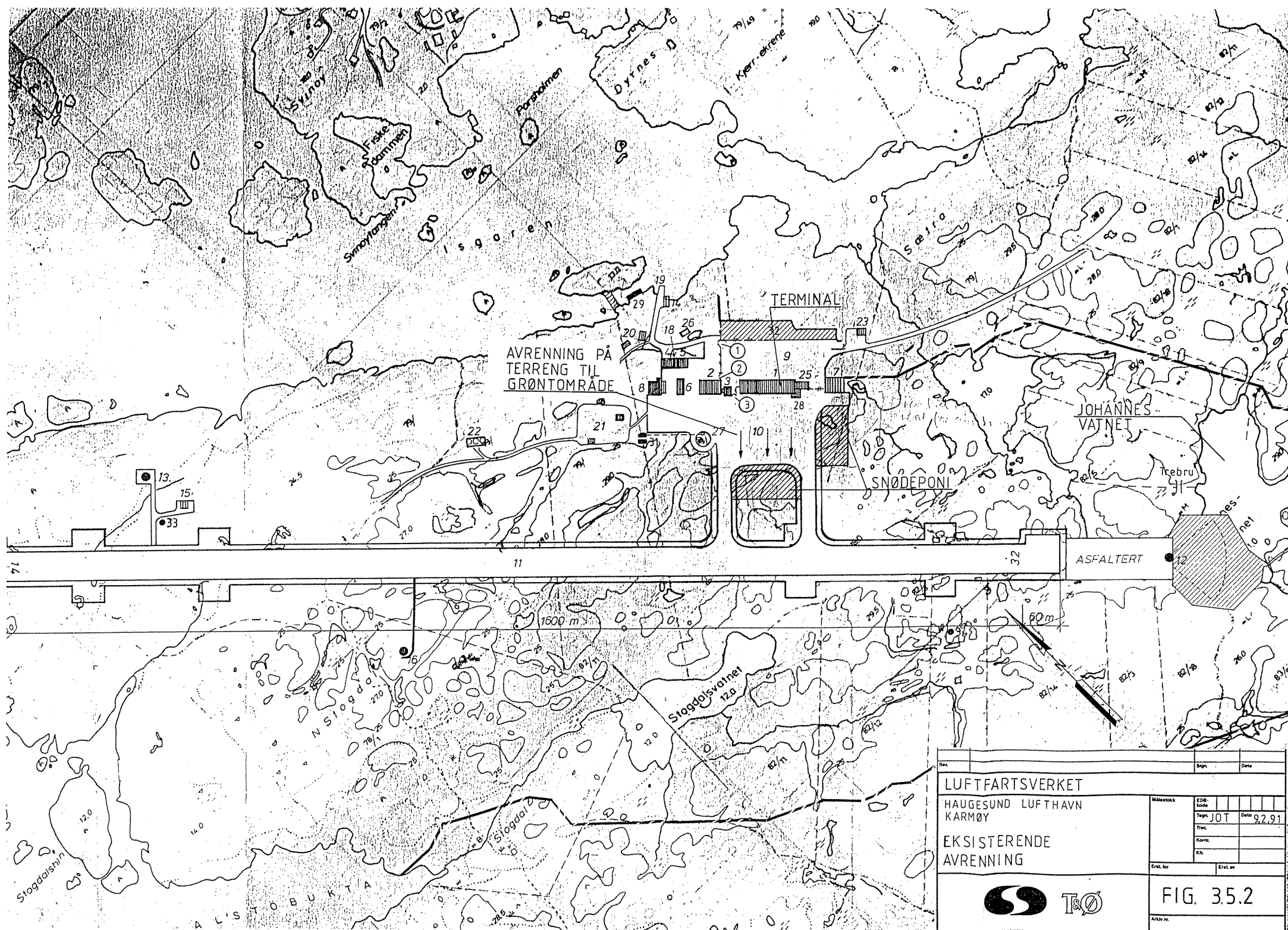
STAVANGER LUFTHAVN
SOLA



EKSISTERENDE
AVRENNING

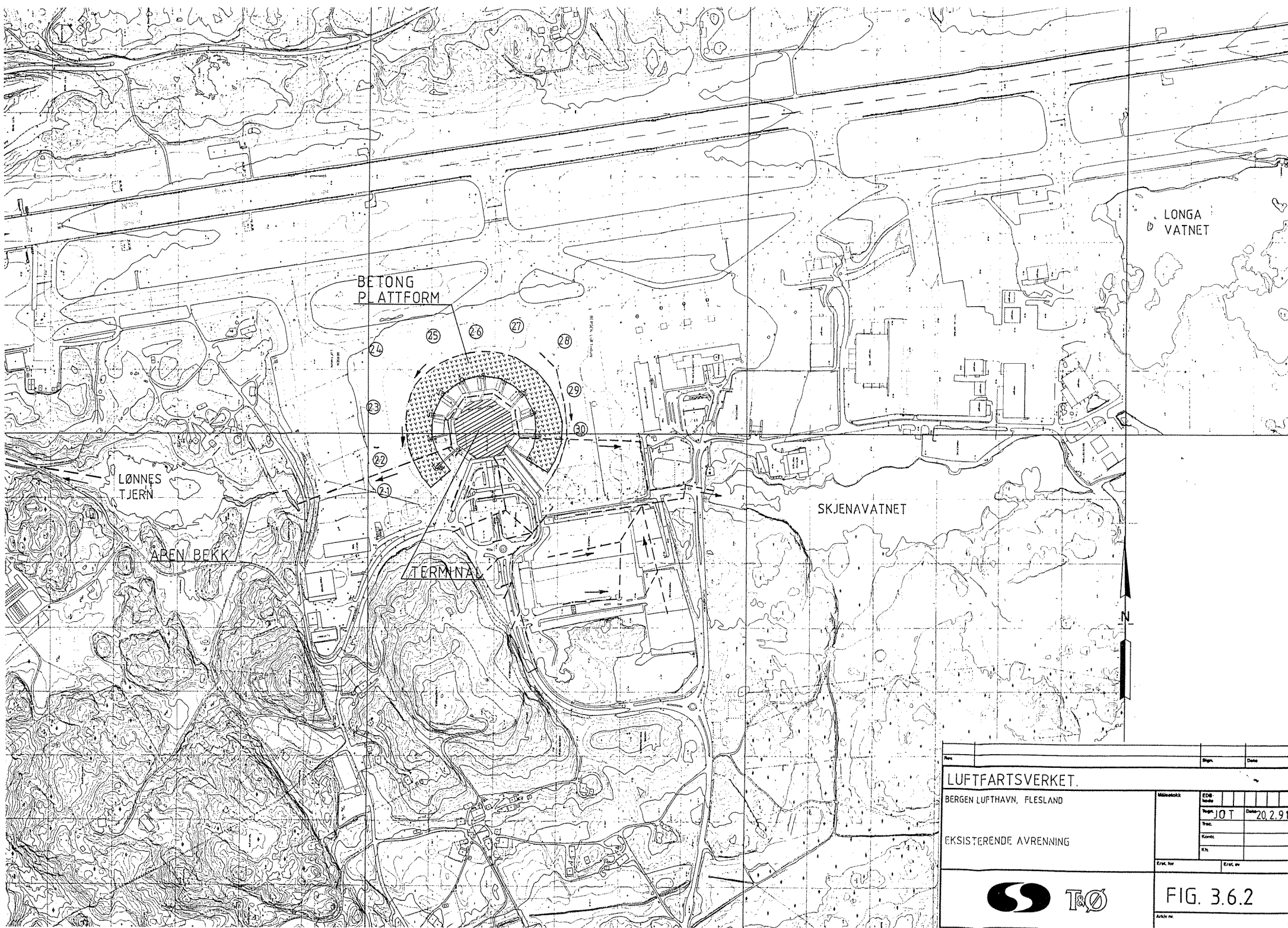
Manusk.	EDB- kode	Sign.	Date
		Sign. JOT	Date 11.2.
		Trac.	
		Kont.	
		KV	
Ersk. nr.		Ersk. nr.	




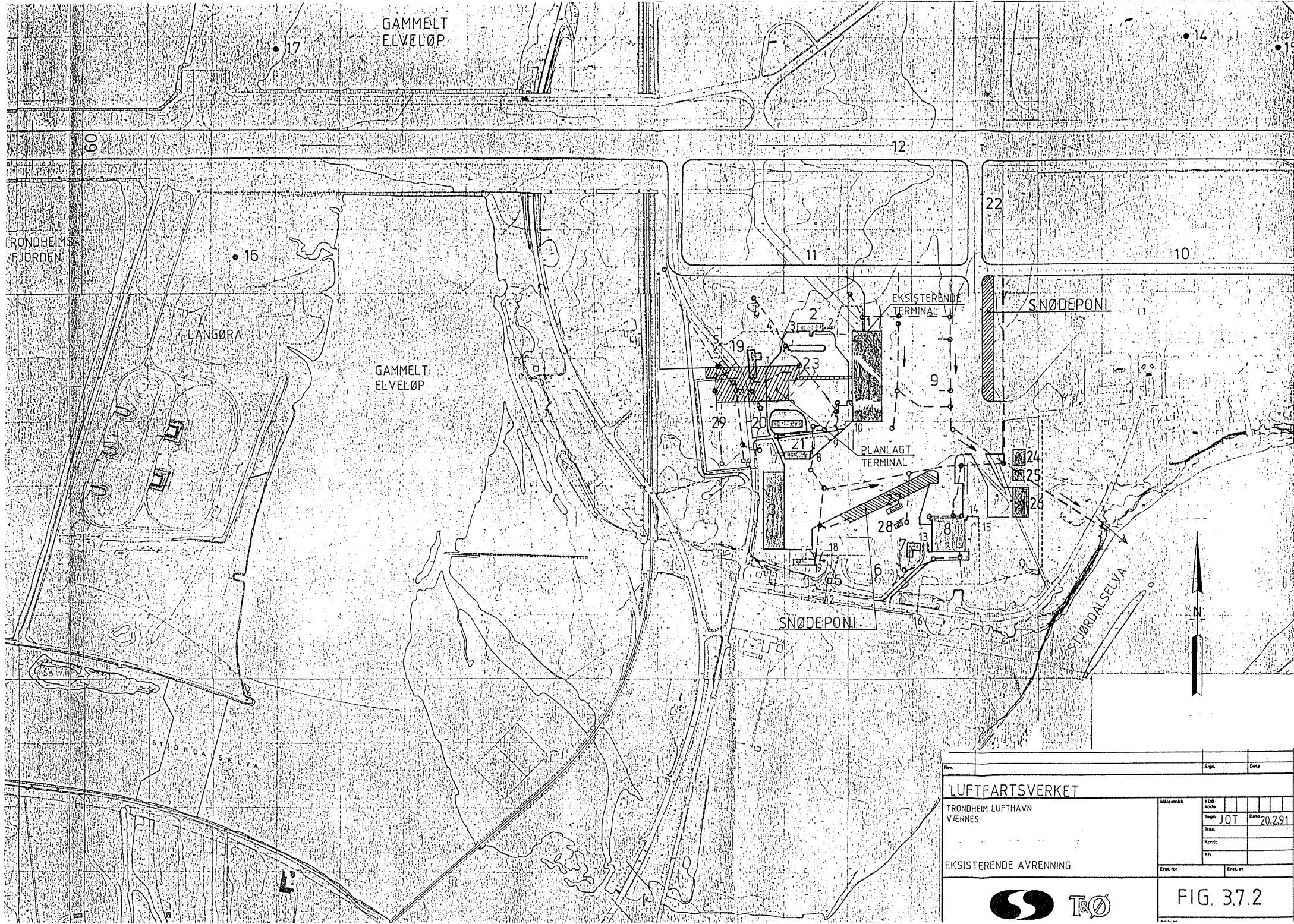
FIG. 3.4.2




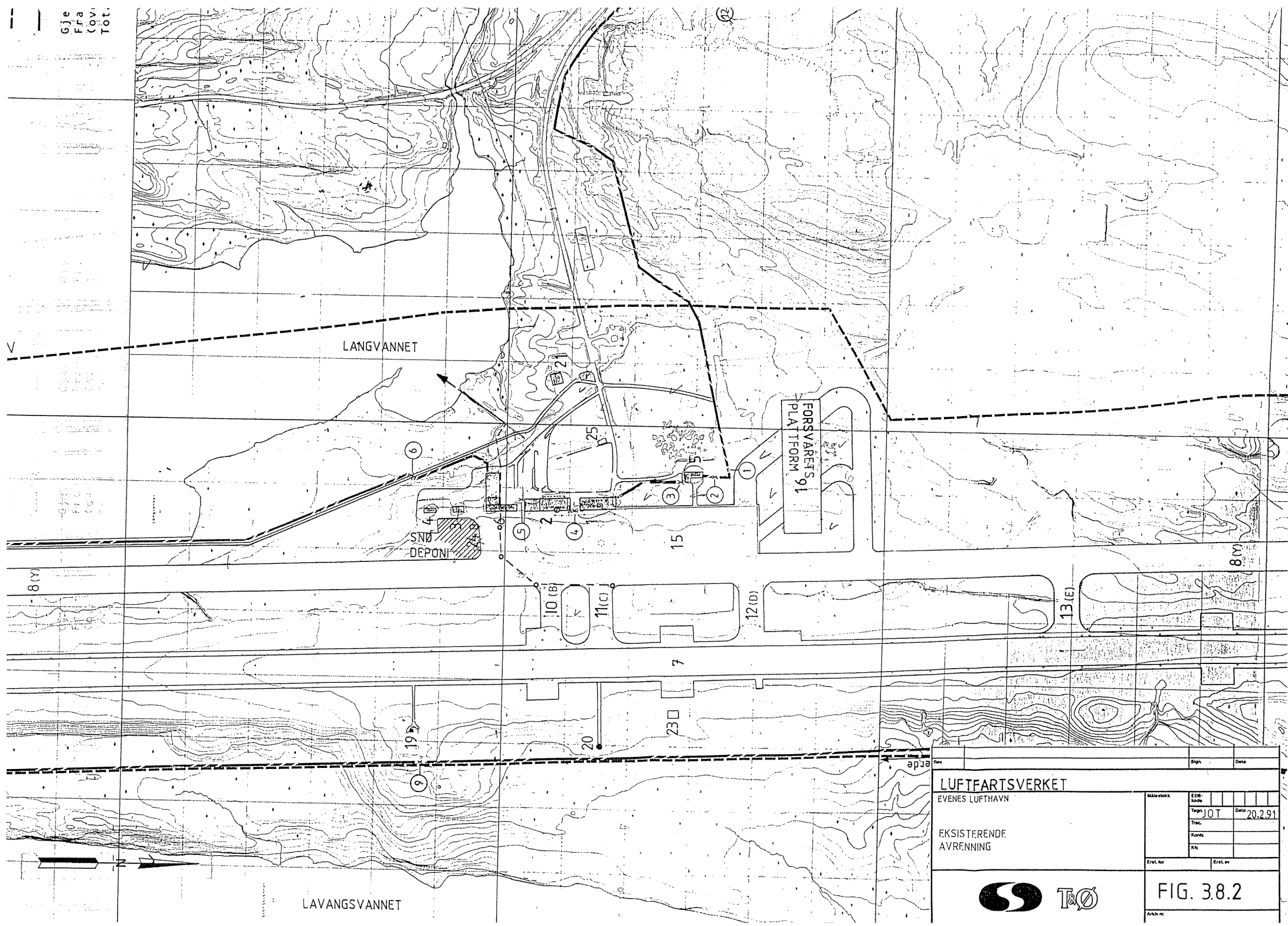
Titt		Sign		Date	
LUFTFARTSVERKET HAUGESUND LUFTHAVN KARMØY				Målestokk EDB-kode	
EKSISTERENDE AVRENNING				Tegner JOT Dato 02.91	
ASFALTERT				Kart Rik	
 				FIG. 35.2	
ARN nr.				Erst. av	



Rev.		Sign.		Date	
LUFTFARTSVERKET BERGEN LUFTHAVN, FLESLAND					
EKSISTERENDE AVRENNING				Målestokk	EDB
				1:500	1:500
				Prosjekt	20.2.91
				Utskr.	
				Kontroll	
				Stempel	
Erst. for		Erst. av			
				FIG. 3.6.2	
Arkiv nr.					



Tittel		Sign		Date	
LUFTFARTSVERKET					
TRONDHEIM LUFTHAVN VÆRNES					
EKSISTERENDE AVRENNING					
Målestokk		EDB: <input type="checkbox"/>		Date: 20.2.91	
		Teign: JOT			
		Kont: <input type="checkbox"/>			
		Klt: <input type="checkbox"/>			
Erel. for		Erel. nr			
		FIG. 37.2			



Gje
Fra
Covr
Tot.

LANGVANNET

SNØNS
DEPONI

FORSVARETS
PLATTFORM
16

LAVANGSVANNET

LUFTFARTSVERKET

EVENES LUFTHAVN

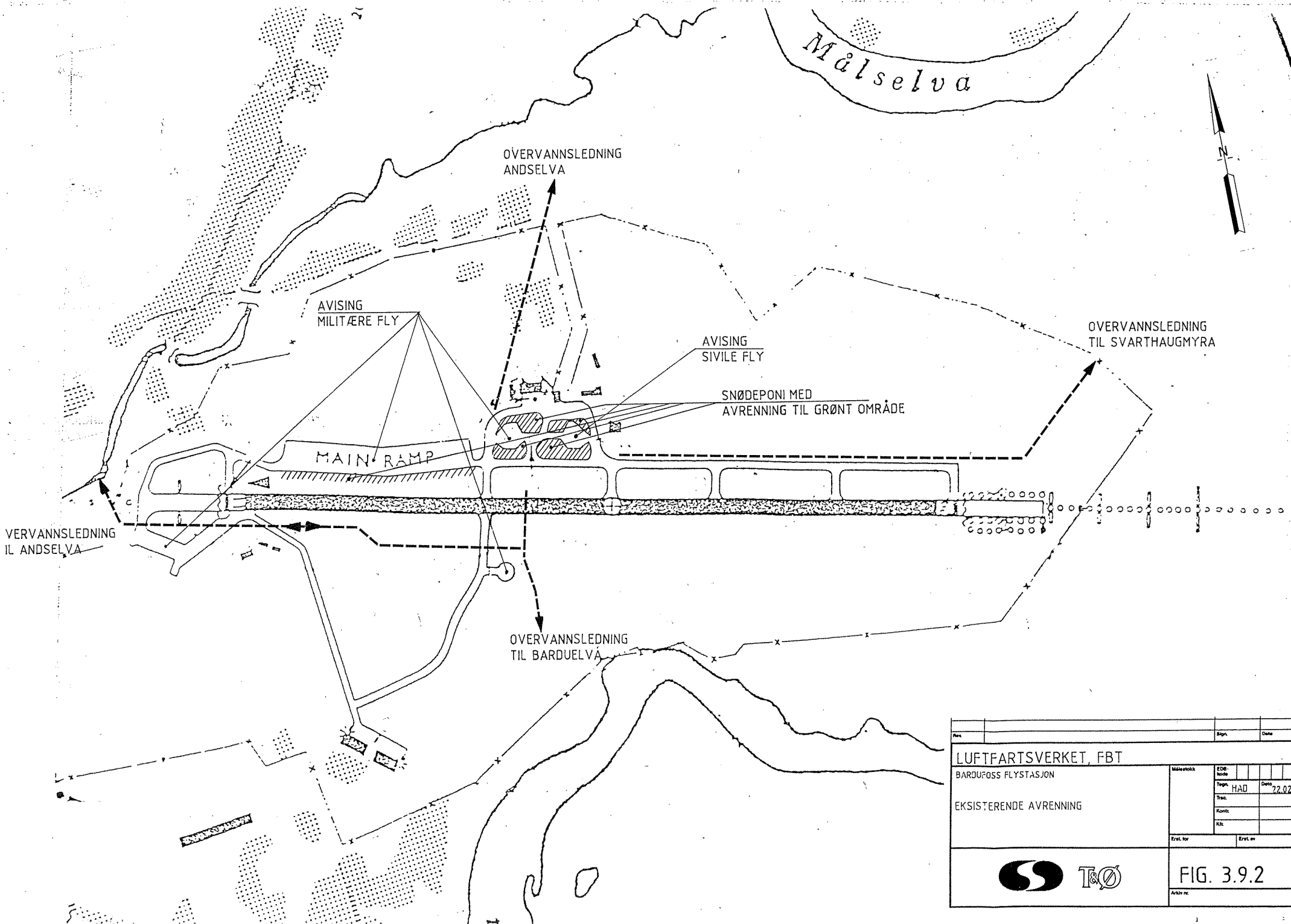
EKSISTERENDE
AVRENNING



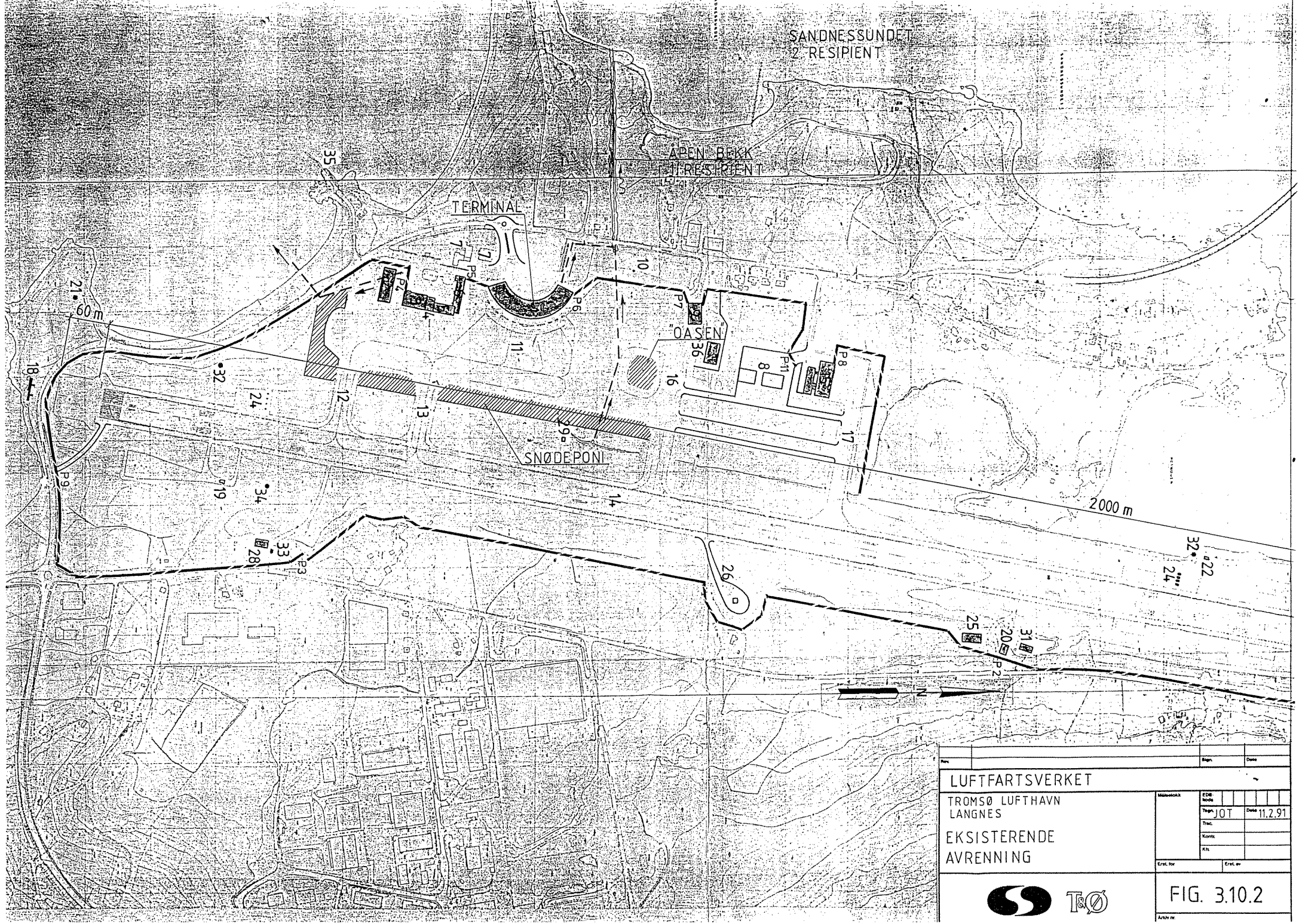
Målestokk	EDE-kode			
Trac.	Trac.	JOT	Dato	20.2.91
Kont.	Kont.			
Kk	Kk			
Ent. nr.	Ent. nr.			

FIG. 3.8.2

Ark. nr.



Rev.		Sign.		Date	
LUFTFARTSVERKET, FBT BARDUFOSS FLYSTASJON EKSISTERENDE AVRENNING					
Målestokk	EDB kode	Trasj HAD	Date	72.02.91	
Trac.	Kont.	Alt.			
Erst. for			Erst. av		
			FIG. 3.9.2		
Arkiv nr.					



LUFTFARTSVERKET
 TROMSØ LUFTHAVN
 LANGNES
 EKSISTERENDE
 AVRENNING

Utskrift	EDR buds		
Tegn	JOT	Dato	11.2.91
Titel			
Kort			
RK			

FIG. 3.10.2



UTLØP
ALTAELVA

ALTA FJORDEN

GRØNTOMRÅDE
BENYTTES SOM
SNØDEPONI

GRØNTOMRÅDE
BENYTTES SOM
SNØDEPONI

AVLØPSRENNE
M/INFILTRASJON I
GRUNNEN.

EKSPEDISJONS-
BYGNING.

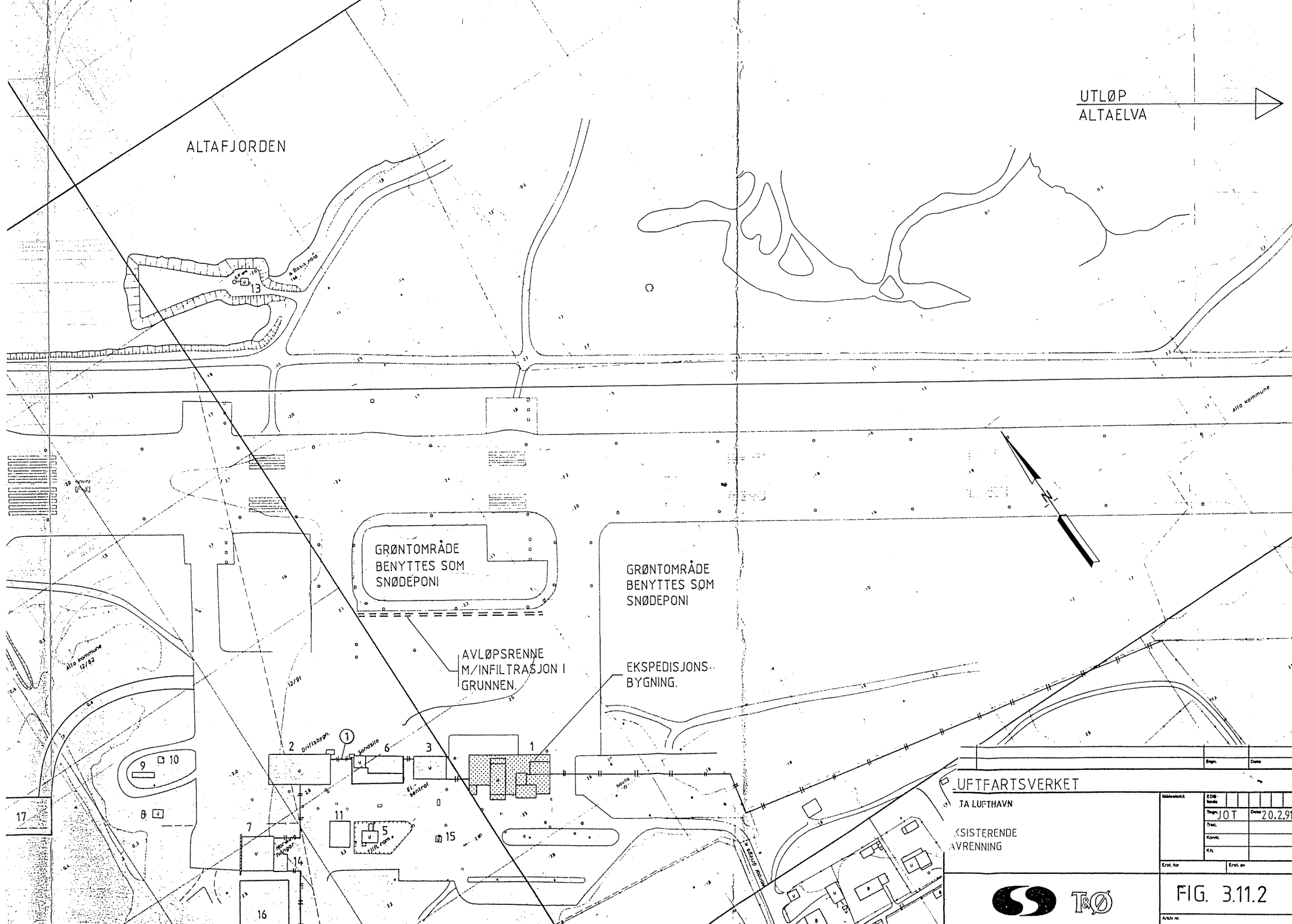
UFTFARTSVERKET

TA LUFTHAVN

KSISTERENDE
AVRENNING

Målestokk	EDB- bilde				
Thema	OT	Oslo	20.2.91		
Forfatter					
KR					

FIG. 3.11.2



BILAG 1

Kilfrost spesifikasjon Type I

MATERIAL SPECIFICATION (a)
 FOR
 KILFROST DF
 AIRCRAFT DE-ICING FLUID

1. General

- A. This is an A.E.A. Type I fluid (unthickened - Newtonian) and is based on mono propylene glycol (1:2 propanediol).
- B. The glycol content is not less than 80%.

TEST	TYPICAL VALUE/RESULT	A.E.A. REQUIREMENT
2. <u>Physical Properties</u>		
2.1 Appearance	Clear, pale yellow fluid and free from any particulate matter	
2.2 Flash Point	Does, not flash under test	ASTM D.93
2.3 Specific Gravity (20°C)	1.045 ± 0.005	ASTM D.891/ ASTM D.1122
2.4 Storage Stability	Satisfactory (b)	A.E.A heated storage test
2.5 pH (20°C)	9.25 ± 0.5	ASTM D.1287
2.6 Freezing Point		ASTM D.1177
100%	below - 70°C	
75% aqueous solution	- 58°C	
50% aqueous solution	- 21.5°C	
2.7 Viscosity 20°C	25 mPa.s	ASTM D.2196
0°C	90 mPa.s	
-25°C	900 mPa.s	

Materials Compatibility

3.1 Corrosion of Metals	Satisfactory	ASTM F.483
3.2 Hydrogen Embrittlement	Non-embrittling	ASTM F.519 Type 1c
3.3 Effect on Transparent Plastic		
MIL-P.5425	Non-crazing	ASTM F.484
MIL-P.25690	Non-crazing	
3.4 Effect on Painted Surfaces	No effect	ASTM F.502
3.5 Effect on Un-painted Surfaces	No staining	ASTM F.485



KILFROST Limited

Albion Works, Haltwhistle, Northumberland
 Telephone: Haltwhistle (0434) 320332

MATERIAL SPECIFICATION
 FOR
 KILFROST DF
 AIRCRAFT DE-ICING FLUID

TEST*	TYPICAL VALUE/ RESULT	A.E.A. REQUIREMENT
4. <u>Service Tests</u>		
4.1 Anti-Icing Performance on 50/50 mix		
(a) Freezing Rain Endurance	5 minutes	minimum 3 minutes
(b) High Humidity Endurance	45 minutes	minimum 20 minutes
4.2 Aerodynamic Performance (c)	Work to be completed.	
4.3 Slipperiness	Pass	Relevant requirement of AMS 1426
5. <u>Environmental Aspects</u>		
5.1 Toxicity	The test methods used are in harmony with current E.E.C. practice.	
5.1.1 ^{LD} 50(Rat-oral)	Greater than 20g/Kg	Greater than 5g/Kg
	<u>Note:</u> Materials with ^{LD} 50 greater than 5g/Kg are considered to be non-toxic.	
5.1.2 TLV (Inhalation)	No TLV limit. (ACGIH 1987/88)	Greater than 300 ppm
5.1.3 ^{LC} 50 (Freshwater Fish)	Greater than 500 mg/L (48 hours)	
5.2 Biodegradability	Fully biodegradable (100% in 37 hours)	90% biodegradable in 5 days.
<p>(a) In accordance with the requirements for A.E.A. Type I aircraft anti-/de-icing fluids (see A.E.A. Specification 6th Ed., Sept 1st, 1990).</p> <p>(b) A small increase in turbidity is observed during the hot dilute storage stability test.</p> <p>(c) CAUTION NOTE:- In order to maintain acceptable aerodynamic performance this fluid should always be used in a diluted form, typically as a 50% aqueous mixture.</p>		



KILFROST LIMITED

KILFROST DF: LOOK UP CHART FOR
 CONCENTRATION/RI/FREEZING POINT
 WITH AQUEOUS SOLUTIONS.

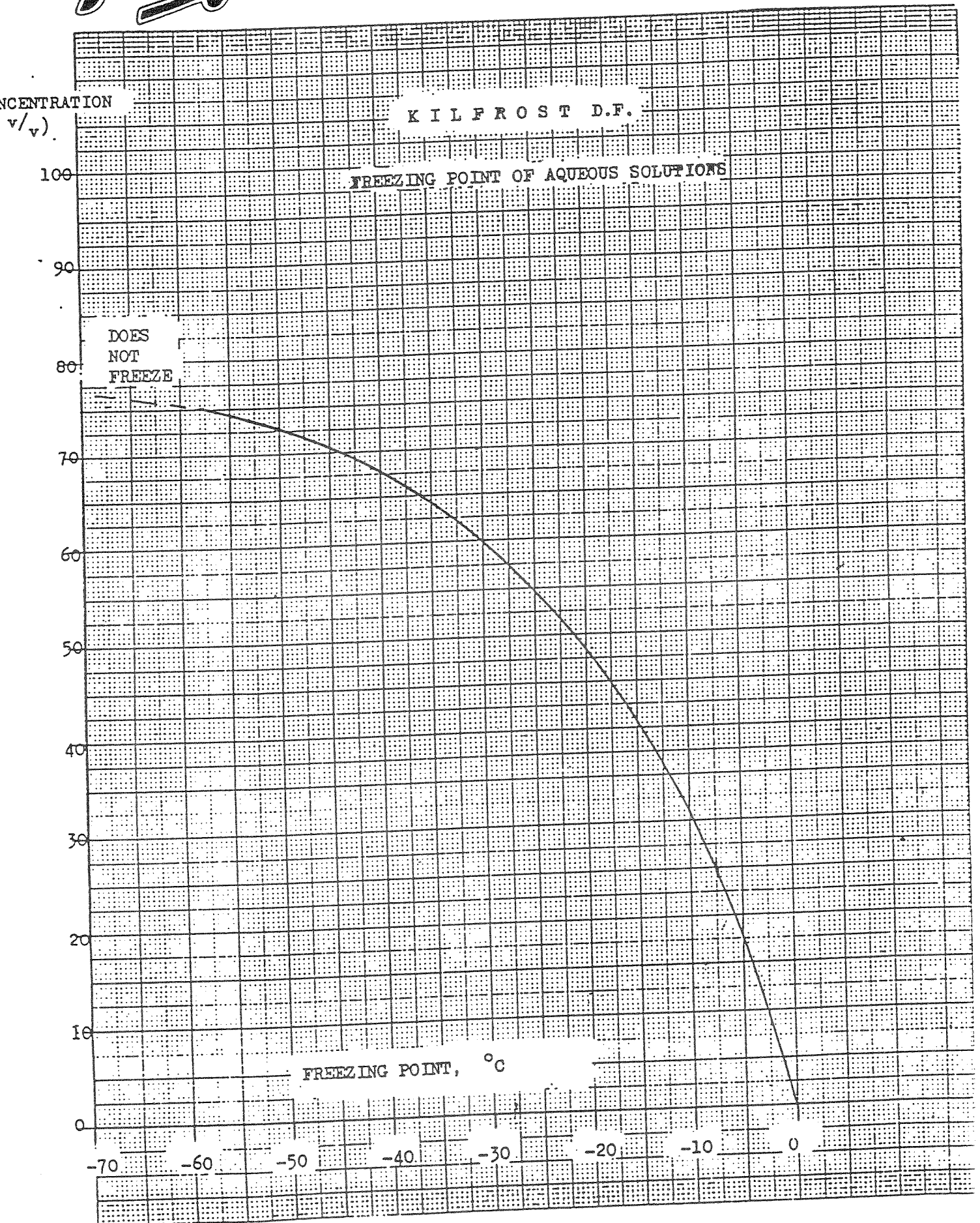
CONCENTRATION (% vol)	RI (20°C)	FREEZING POINT	
		(°C)	(°F)
0	1.3330	0	32
9.5	1.3420	-2.5	27.5
17.5	1.3493	-5	23
31.0	1.3620	-10	14
40.5	1.3705	-15	5
48.5	1.3780	-20	- 4
60.0	1.3887	-30	-22
68.0	1.3955	-40	-40
72.5	1.3990	-50	-58
75.5	1.4020	-60	-76
100	1.4180	DOES NOT FREEZE	

DECEMBER 1985



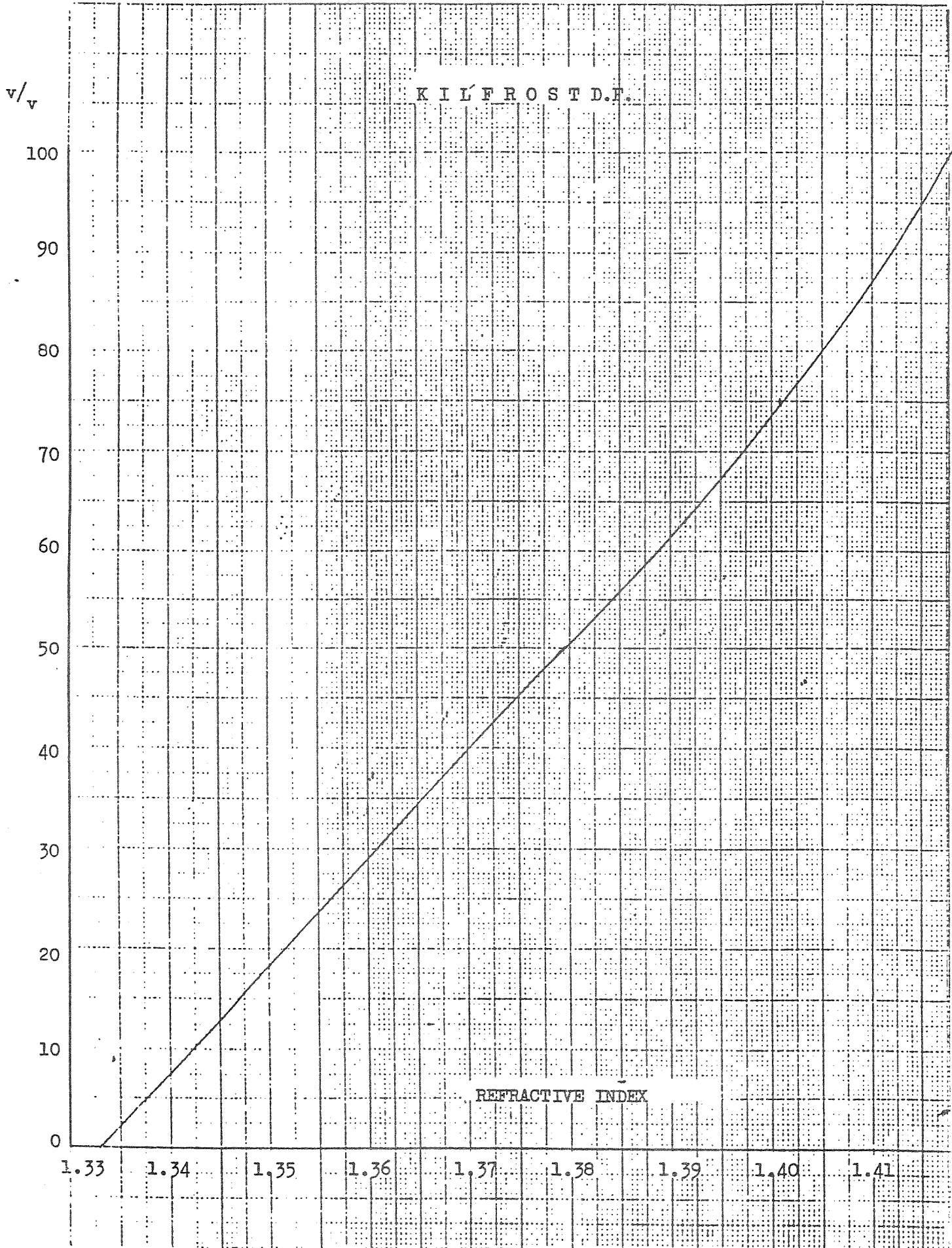
KILFROST Limited

Albion Works · Haltwhistle · Northumberland
Telephone · Haltwhistle 20332





Albion Works · Haltwhistle · Northumberland
Telephone · Haltwhistle 20332

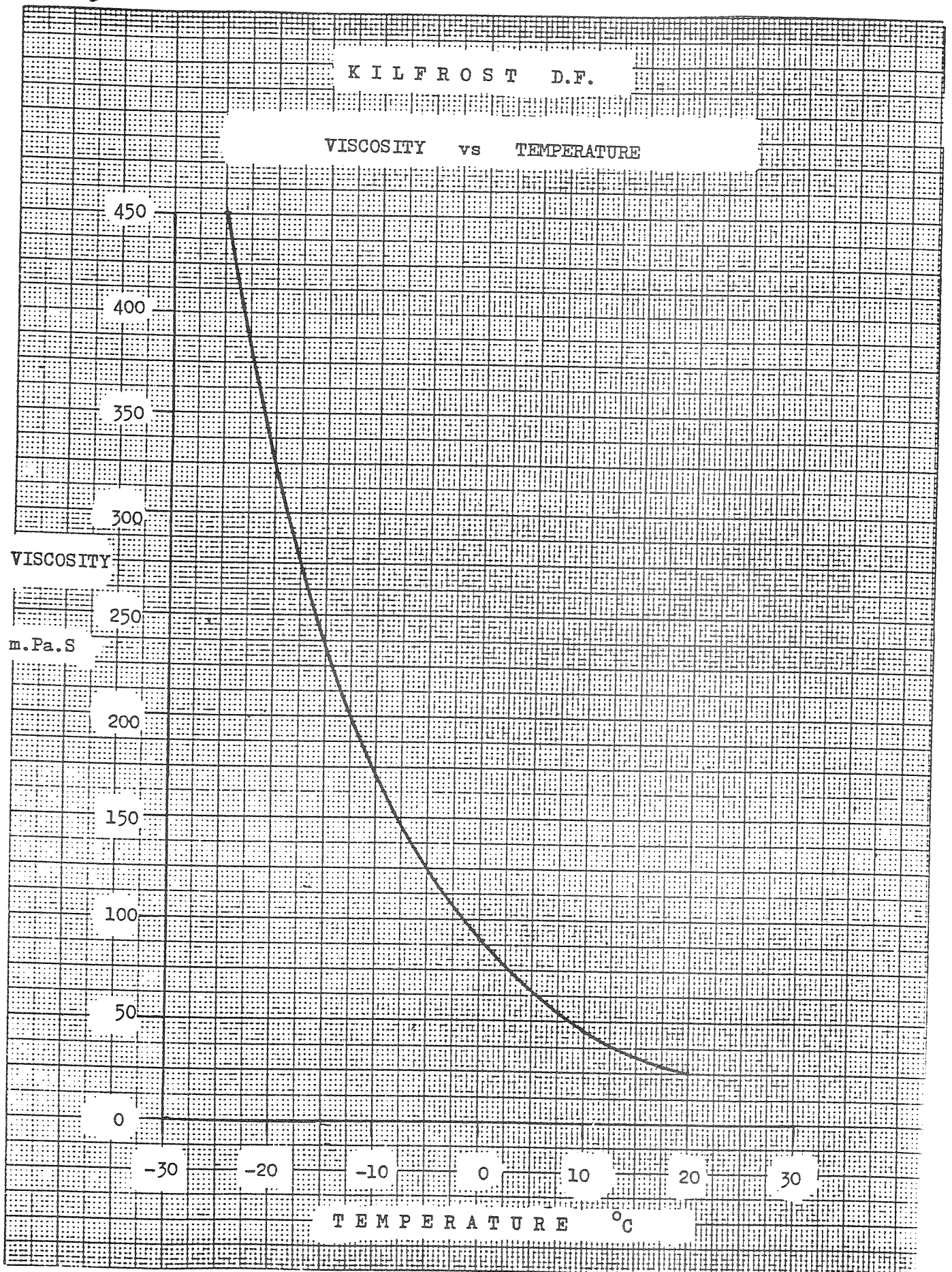




KILFROST Limited

AUGUST, 1984

Albion Works · Haltwhistle · Northumberland
Telephone · Haltwhistle 20332





KILFROST Limited

Albion Works, Haltwhistle, Northumberland
Telephone: Haltwhistle 320332

HEALTH and SAFETY DATA

PRODUCT NAME

KILFROST DF

DESCRIPTION

AIRCRAFT DE-ICING FLUID
A.E.A. TYPE I.

SUPPLIED BY

KILFROST LIMITED
ALBION WORKS
HALTWHISTLE
NORTHUMBERLAND
NE49 OHJ. ENGLAND

EMERGENCY NUMBERS

TELEPHONE:
Working hours : (0434)320332
Other times : (0434)320024
TELEX : 53228
FAX : (0434)321463

1. TYPICAL PHYSICAL DATA

1.1	Appearance	Clear, pale yellow fluid, free from visible impurities.
1.2	Specific gravity (20°C)	1.045 ± 0.005
1.3	Boiling point (760 mmHg)	117°C
1.4	Vapour pressure (20°C)	10 mmHg
1.5	Specific heat	2.9 J/g/°C (20°C) 3.2 J/g/°C (70°C)
1.6	pH (20°C)	9.25 ± 0.5
1.7	Freezing Point, 100%	below -70°C
	75% aqueous solution	-58°C
	50% aqueous solution	-21.5°C
1.8	Viscosity at 20°C	25 mPa.s
	0°C	90 mPa.s
	-25°C	900 mPa.s
1.9	Refractive Index (20°C)	1.4190 ± 0.0003
1.10	Solubility in Water	Completely miscible.

HEALTH and SAFETY DATA

2. FIRE/EXPLOSION HAZARD DATA

2.1 Flash point	None.
2.2 Auto ignition temperature	446°C (835°F).
2.3 Specific fire-fighting procedures	None.
2.4 Unusual fire/explosion hazards	The product may become combustibile after prolonged heating at boiling point; the products of combustion are CO ₂ and water.
2.5 Extinguishing media	No special media required e.g., water, CO ₂ , foam or dry powder.
2.6 General precautions	Isolate from heat and naked flames; no special precautions required.

3. TOXICOLOGICAL DATA

3.1 Composition	Aqueous monopropylene glycol mixture.
3.2 T.L.V. - ACGIH (87/88)	None listed.
3.3 T.L.V. - EH40/88	H.S.E. intend introducing a Recommended Limit for Mono Propylene Glycol vapour of 156 mg.m ⁻³ (8 hr. TWA). This low level makes allowance for the fact that alternative sources of exposure are to be expected, e.g., foods, cosmetics and pharmaceuticals.
3.4 Ingestion/Inhalation	Considered to be non-hazardous.
3.5 Skin	No toxic effect.
3.6 Eyes	May cause temporary irritation.
3.7 LD ₅₀ (Rat, Oral)	Greater than 10g/Kg.
3.8 LC ₅₀ (Freshwater Fish)	Greater than 500 mg/L (48 hours).
3.9 Biodegradability	Fully biodegradable. (100% in 37 hours).

All the chemicals used in the formulation of this material are listed in both the ECOIN and TSCA chemical substances inventories.

HEALTH and SAFETY DATA

4. FIRST AID TREATMENT

- | | |
|------------------|---|
| 4.1 Ingestion | Not considered to be toxic but advisable to give large quantities of water to drink; consult medical personnel. |
| 4.2 Skin contact | Wash off in flowing water or shower. |
| 4.3 Eye contact | Irrigate with water for 5 minutes is good safety practice. |
| 4.4 Inhalation | Remove to fresh air if effects occur; consult medical personnel. |

5. PROTECTIVE MEASURES

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 5.1 Breathing | No special protection required. |
| 5.2 Ventilation | Normal ventilation adequate. |
| 5.3 Special precautions | None. |

6. STORAGE AND HANDLING

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 6.1 Transport | No restrictions covering movement by road, rail, sea or air. |
| 6.2 Location | No special storage requirements. |
| 6.3 Measures after spillage or leak | Flush contaminated area with plenty of water. |
| 6.4 Personal hygiene | Should be carried out in accordance with good industrial hygiene practices. |

The information contained herein is based on the present state of our knowledge.

Signed: Dr. F. Ross Chief Chemist, Kilfrost Limited.

Date: December 1988

BILAG 2

Kilfrost spesifikasjon Type II

MATERIAL SPECIFICATION
FOR
KILFROST ABC-3
DE-ICING/ANTI-ICING FLUID, AIRCRAFT A.E.A. TYPE-II

1. General

A. The fluid is based on 1:2 propanediol (monopropylene glycol), and contains:

- (1) A thickening system to provide pseudo-plastic properties.
- (2) A corrosion inhibitor system.
- (3) An inhibitor to minimise any potential fire hazard arising from aqueous glycol and noble metal electrodes impressed with a d.c. potential.

B. The glycol content is 50% minimum by weight.

2. Physical Properties

Property	Limits	
	ABC-3	A.E.A. Specification (Revision C): Oct. 1, 1988.
2.1 Flash Point	Does not flash under test	Not less than 100°C
2.2 Specific Gravity	1.040 ±0.010	Production value ±0.015
2.3 Storage Stability	Typical Values:	
2.3.1 50% solution at 95°C For 30 days.	pH change -0.4 unit	±0.5 unit
2.3.2 100% product @ 70°C For 30 days.	pH change -0.2 unit	0.5 unit
	Viscosity change +10%	Not more than +10%; Not more than -20%
2.4 pH (20°C)	7.00 ±0.25	Production value ±0.5
2.5 Freezing Point		
100%	-34°C or lower	Not higher than -32°C
50%	-11.5°C	Not higher than -10°C

a.s. Kilco

ØSTENSJØVEIEN 29
0661 OSLO 6-NORWAY
TELEFON 02-657100



MANAGER
JAN GRETER
PRIV. ADR. ERLANDS VEI 1
1370 ASKER
TELEFON 02-78 33 89

Kilfrost

KILFROST ABC-3

STORAGE STABILITY FIGURES

TEST TEMPERATURE	BROOKFIELD VISCOSITY AT 20°C (mPas)					VISCOSITY CHANGE AT END OF TEST
70°C (a)	rpm	Initial	15 days	30 days		
	0.3	4,900	5,400	5,500		
	6	1,070	1,175	1,200		
	30	557	598	609		+10% (c)
90°C (b)	rpm	Initial	7 days	14 days	21 days	
	0.3	4,900	5,400	5,800	5,600	+14%
	6	1,070	1,175	1,250	1,225	
	30	557	590	628	615	

FOOTS NOTES:-

- (a) A.F.A. storage stability test according to Materials Specification October 1, 1988 (Revision C).
- (b) Accelerated storage stability test; 7 days/90°C is approximately equivalent to 30 days / 70°C.
- (c) A.F.A. limits on change in viscosity = +10 to -20%.

Kilfrost

KILFROST ABC-3

A.E.A. SERVICE TEST DATA FOR ABC-3

FLUID	FREEZING RAIN (a) (min)	HIGH HUMIDITY (b) (h. min)
100%	33	5.30
100% A.E.A. sheared	31 (d)	5.00 (e)
75%) A.E.A. hard	25	3.50
50%) water (c)	10	2.50

FOOT NOTES:-

- (a) Test conditions:- air = -5°C , plate (10° slope) = -5°C and typical ice catch = $5.0 \text{ g/dm}^2/\text{hour}$.
- (b) Test conditions:- air = 0°C , plate (10° slope) = -5°C , R.H. = 98% and typical ice catch = $0.3 \text{ g/dm}^2/\text{hour}$.
- (c) Total hardness = 15°d .
- (d) A.F.A. freezing rain endurance requirement = 30 minutes.
- (e) A.F.A. high humidity endurance requirement = 4 hours.

KILFROST ABC-3

THE EFFECTS OF WATER DILUTION ON HOLDOVER PERFORMANCE

FLUID STRENGTH	WATER TYPE	BROOKFIELD VISCOSITY at 20°C (mPas)		FREEZING RAIN ENDURANCE (min)
		0.3	6.0 30 rpm	
100%	-	4,900	1,060	549
75%	TAP WATER (a)	4,300	895	446
50%		1,600	415	219
75%	A.E.A. HARD WATER (b)	3,200	700	363
50%		600	175	105

FOOTS NOTES:-

(a) Total hardness = 8°d (Haltwhistle water).

(b) Total hardness = 15°d.

KILFROST ABC-3

THE EFFECT OF MECHANICAL SHEAR ON HOLDOVER

SHEAR CONDITIONS (a)	BROOKFIELD VISCOSITY at 20°C		FREEZING RAIN ENDURANCE	
	Spindle No. 2/0.3 rpm (mPas)	% Change	Time (min)	% Change
UNSHEARED	4,900	-	33	-
3500 rpm/5 min (b)	4,200	-14.0	31	-6
5000 rpm/5 min	3,200	-34.7	28	-15
8000 rpm/5 min	1,700	-65.3	25	-24

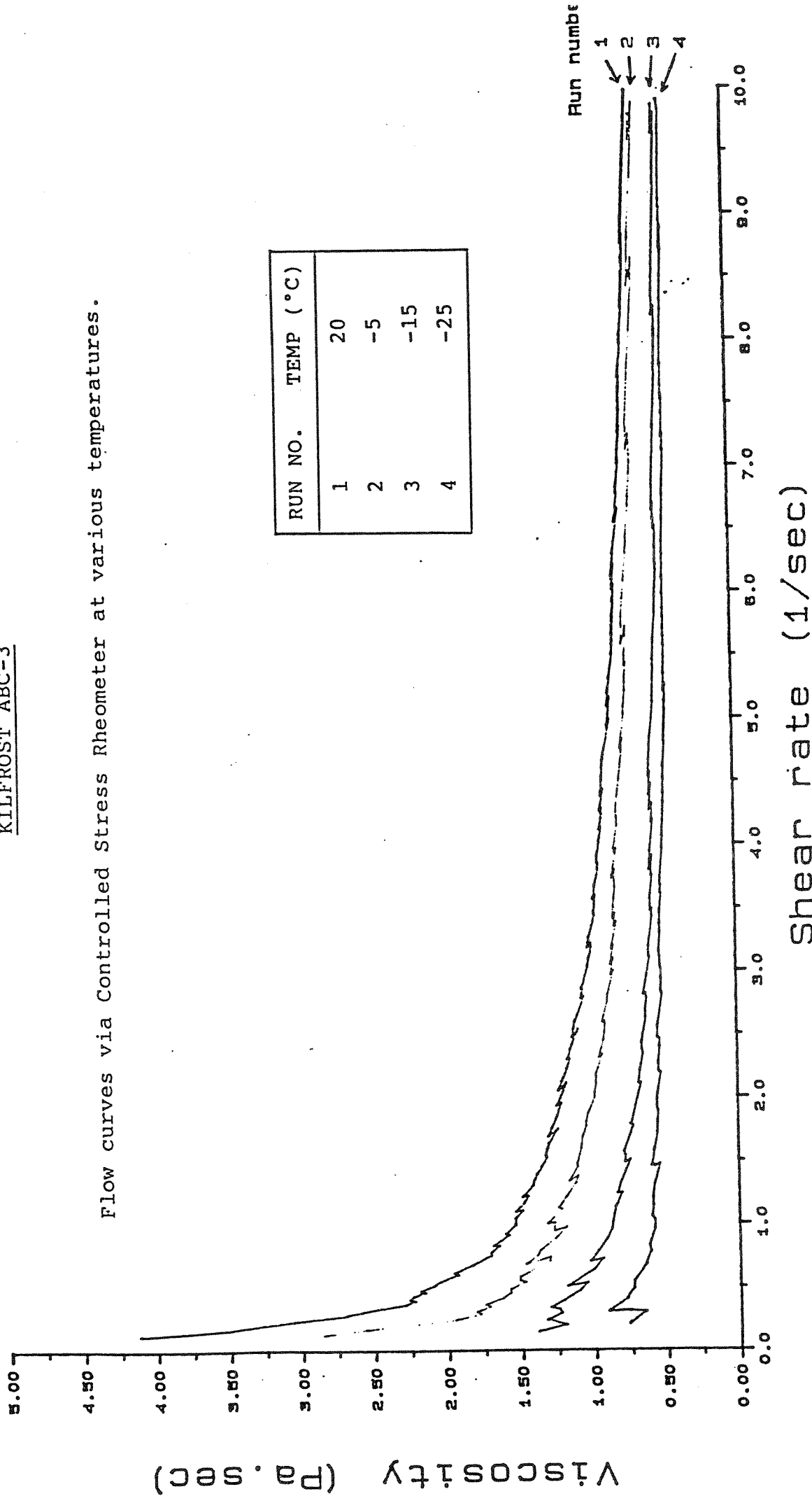
FOOT NOTES: -

- (a) Brookfield mixer at 20°C.
- (b) A.E.A. shear test according to Materials Specification October 1, 1988 (Revision C); allowed change in viscosity = -20% maximum.

Kilfro

KILFROST ABC-3

Flow curves via Controlled Stress Rheometer at various temperatures.





KILFROST ABC-3

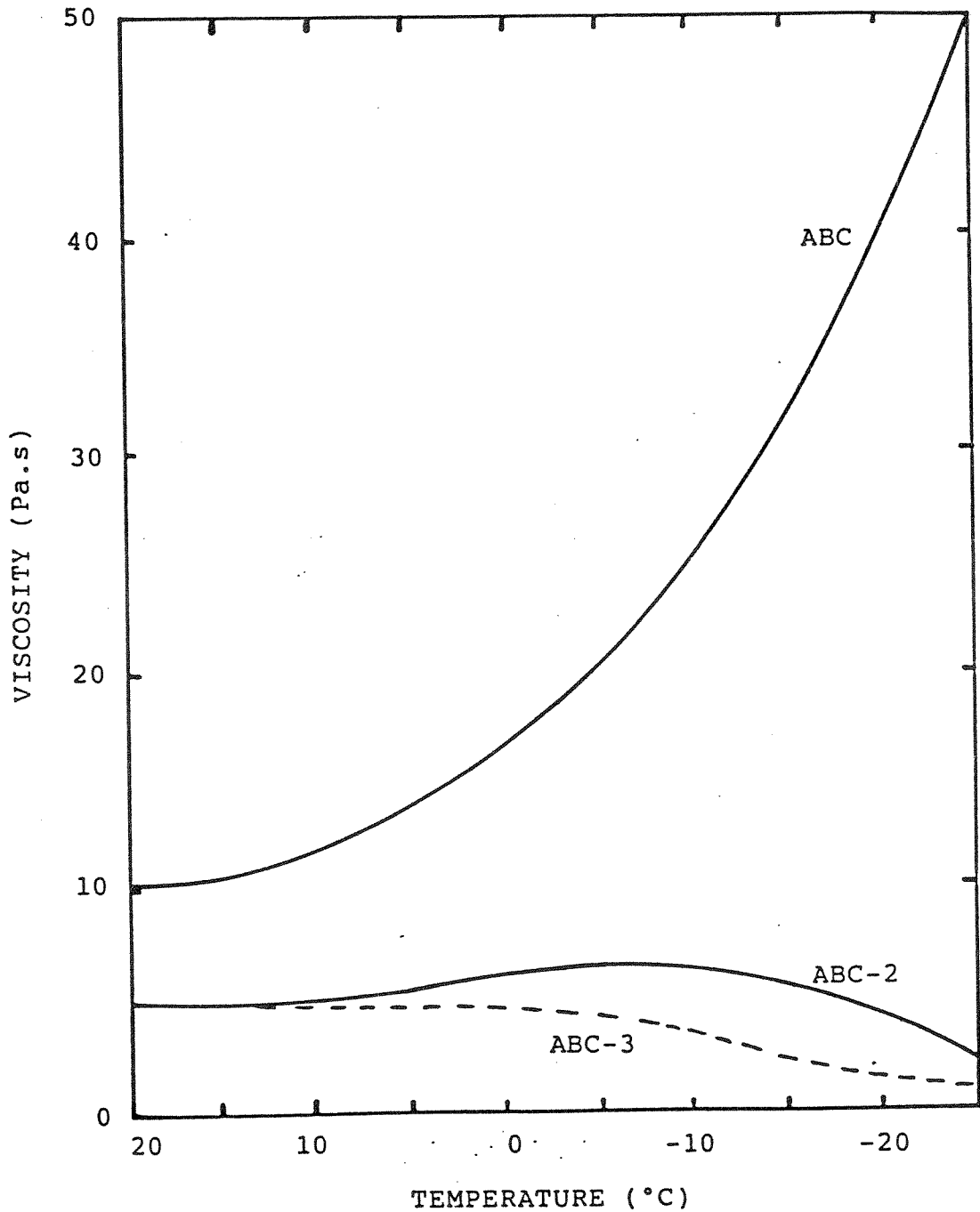
BROOKFIELD VISCOSITY FIGURES
AT VARIOUS TEMPERATURES AND DILUTIONS

FLUID STRENGTH (% VOL)	TEMPERATURE (°C)	VISCOSITY (mPas)(a)		
		0.3	6.0	30 rpm
100	20	4,900	1,060	549
	- 5	4,500	1,615	997
	-15	1,900	1,045	765
	-25	900	700	630
90(b)	20	5,800	1,175	585
	0	9,400	2,275	1,204
	-10	9,300	2,475	1,460
	-25	2,900	1,720	1,100
80(b)	20	5,400	1,115	553
	- 5	9,600	2,330	1,280
	-10	10,400	2,730	1,560
	-15	10,300	2,970	1,700
70(b)	20	4,800	990	486
	- 5	9,100	2,250	1,192
	-10	10,600	2,550	1,404
VISCOSITY LIMITS (MAX)(c)		20,000	3,500	2,000

FOOT NOTES:

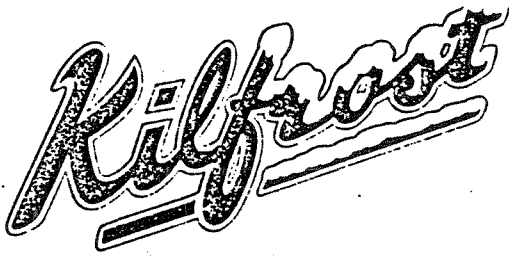
- (a) Brookfield LVT viscometer spindle No's 2 and 3 according to ASTM D2196 (Method B).
- (b) Diluted with demineralised water.
- (c) A.E.A. Materials Specification for Type II fluids, October 1st 1988 (Revision C).

Kilfrost



A COMPARISON OF VISCOSITY VALUES FOR ABC, ABC-2 AND ABC-3 OVER THE TEMPERATURE RANGE 20 to -25°C.

(Carri-Med controlled stress Rheometer, shear rate = 0.08 S⁻¹)



KILFROST Limited

Albion Works, Haltwhistle, Northumberland
Telephone: Haltwhistle 20332

APPENDIX I

Additional technical information for Kilfrost ABC-3

- KF.1 A comparison of viscosity values for ABC, ABC-2 and ABC-3 over the temperature range 20 to -25°C
- KF.2 Brookfield viscosity figures at various temperatures and dilutions.
- KF.3 Flow curves via Controlled Stress Rheometer at various temperatures.
- KF.4 The effect of mechanical shear on holdover.
- KF.5 The effects of water dilution on holdover performance.
- KF.6 A.E.A. Service Test Data for ABC-3.
- KF.7 Storage stability figures.

Date: October 1988.



KILFROST Limited

Albion Works, Haltwhistle, Northumberland
Telephone: Haltwhistle 20332

HEALTH and SAFETY DATA

PRODUCT NAME

KILFROST ABC-3

DESCRIPTION

A.E.A. TYPE-II AIRCRAFT
ANTI-/DE-ICING FLUID.

SUPPLIED BY

KILFROST LIMITED,
ALBION WORKS,
HALTWHISTLE,
NORTHUMBERLAND,
NE49 0HJ, ENGLAND.

EMERGENCY NUMBERS

TELEPHONE : (0498) 20332
TELEX : 53228
FAX : (0498) 21463

1. PHYSICAL DATA

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1.1 Appearance | Pale amber coloured fluid,
free from visible impurities. |
| 1.2 Specific gravity (20°C) | 1.040 ±0.005 |
| 1.3 Boiling point (760 mm Hg) | 104°C. |
| 1.4 Vapour pressure (20°C) | 15 mm Hg. |
| 1.5 Specific heat | 3.6 J/g/°C (20°C).
3.7 J/g/°C (70°C). |
| 1.6 pH (20°C) | 7.00 ±0.25 |
| 1.7 Volatile (vol/vol%) | Nil. |
| 1.8 Solubility in water | Completely miscible. |
| 1.9 Typical working strength | (i) Anti-icing mode : 100% concentrate.

(ii) De-icing mode : 75% and 50%
mixtures diluted with water. |
| 1.10 Viscosity * (20°C) | 5,000 mPas. |

* Brookfield LVT viscometer, spindle No.2 at 0.3 rpm, according to ASTM D. 2196 (Method B).

HEALTH and SAFETY DATA

2. FIRE/EXPLOSION HAZARD DATA

2.1 Flash point	None.
2.2 Flammable limits for gas/vapour	
L.E.L.	-
U.E.L.	-
2.3 Auto ignition temperature	446°C (833°F).
2.4 Specific fire-fighting procedures	None.
2.5 Unusual fire/explosion hazards	The product may become combustible after prolonged heating at boiling point; the products of combustion are CO ₂ and water.
2.6 Extinguishing media	No special media required eg, water, CO ₂ , foam or dry powder.
2.7 General precautions	Isolate from heat and naked flames; no special precautions required.

3. TOXICOLOGICAL DATA

3.1 Toxicity	
(i) Ingestion	Considered to be non-toxic.
(ii) LD ₅₀ (rat-oral)	Greater than 10g/Kg.
(iii) Toxic components *	None listed in the current issue of TLV's for Chemical Substances (ACGIH 1987/88).
3.2 Skin	No toxic effect.
3.3 Eyes	May cause irritation; contact should be avoided and eye protection is advised.
3.4 Inhalation	No toxic effect.

* All of the chemicals used in the formulation of this material are listed in both the ECOIN and TSCA chemical substances inventories.

HEALTH and SAFETY DATA

4. FIRST AID TREATMENT

- | | |
|------------------|---|
| 4.1 Ingestion | Not considered to be toxic but advisable to give large quantities of water to drink; consult medical personnel. |
| 4.2 Skin contact | Wash off in flowing water or shower. |
| 4.3 Eye contact | Irrigate with water for 5 minutes is good safety practice. |
| 4.4 Inhalation | Remove to fresh air if effects occur; consult medical personnel. |
-

5. PROTECTIVE MEASURES

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 5.1 Breathing | No special protection required. |
| 5.2 Ventilation | Normal ventilation adequate. |
| 5.3 Special precautions | None. |
-

6. STORAGE AND HANDLING

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 6.1 Transport | No restrictions covering movement by road, rail, sea or air. |
| 6.2 Location | No special storage requirements; for heated storage follow the guide lines given in the Kilfrost De-icing Operations Manual. |
| 6.3 Measures after spillage or leak | Flush contaminated area with plenty of water. |
| 6.4 Personal hygiene | Should be carried out in accordance with good industrial hygiene practices. |
-

The information contained herein is based on the present state of our knowledge.

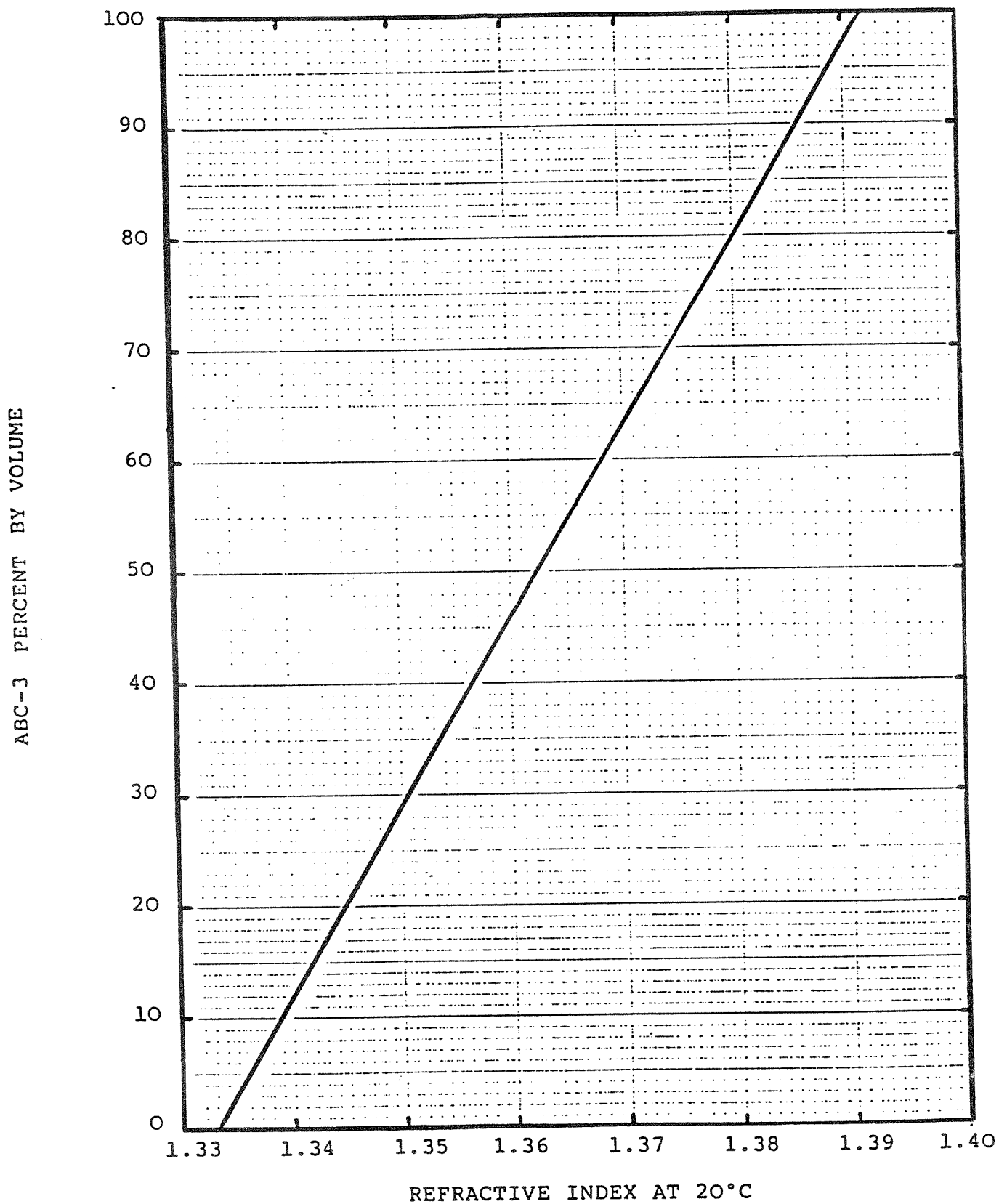
Signed: Dr. F. Ross Chief Chemist, Kilfrost Limited.

Date: October 1988

Kilfroast

KILFROST ABC-3

REFRACTIVE INDEX OF AQUEOUS SOLUTIONS



DATE: OCTOBER, 1988.

MATERIAL SPECIFICATION
FOR
KILFROST ABC-3
DE-ICING/ANTI-ICING FLUID, AIRCRAFT A.E.A. TYPE II

Property	Limits
ABC-3	A.E.A. Specification (Revision C): Oct. 1, 1988.

6. Aerodynamic Performance

Acceptable aerodynamic performance for Kilfrost ABC-3 has been shown from wind tunnel tests carried out at the NASA Lewis Icing Research Tunnel, Cleveland, Ohio during April 1988. Further details regarding this subject may be obtained from Kilfrost Limited, England.

7. Qualification

Certificate of Conformity

Date: OCTOBER 1988

MATERIAL SPECIFICATION
FOR
KILFROST ABC-3
DE-ICING/ANTI-ICING FLUID, AIRCRAFT A.E.A. TYPE II

Property	Limits	
	ABC-3	A.E.A. Specification (Revision C): Oct. 1, 1988.
4. <u>Service Tests</u>		
4.1 Exposure to Dry Air	Pass	Viscosity not to exceed 500 mPa.s
4.2 High Humidity Holdover	5 hours minimum	4 hours minimum
4.3 Freezing Rain Endurance	30 minutes minimum	30 minutes minimum
4.4 Slipperiness	Pass	Relevant requirement of AMS 1426
5. <u>Environmental Aspects</u>		
5.1 Toxicity	The test methods used are in harmony with current E.E.C. practice.	
5.1.1. LD ₅₀ (Rat-oral)	Greater than 10g/kg	Greater than 5 g/kg
	Note: Materials with LD ₅₀ greater than 5 g/kg are considered to be non-toxic according to current E.E.C. regulations.	
5.1.2. TLV (Inhalation)	No TLV limit.	Greater than 300 ppm
5.1.3. LC ₅₀ (Freshwater Fish)	Greater than 500 mg/kg (24 hour).	-
5.2 Biodegradability	Fully biodegradable (greater than 99% in 5 days)	90% biodegradable in 5 days

MATERIAL SPECIFICATION
FOR
KILFROST ABC-3
DE-ICING/ANTI-ICING FLUID, AIRCRAFT A.E.A. TYPE-II

Property	Limits	
	ABC-3	A.E.A. Specification (Revision C): Oct. 1, 1988.
2.6 Surface Tension (20°C)	37 mN/m	Not greater than 40 mN/m
2.7 Brookfield Viscosity S.S.A. (Nr. 34 Spindle, 0.3 rpm at 20°C)	5000 m.Pa.s	20,000 m.Pa.s
See Appendix 1 for further details of viscosity parameters.		
2.8 Shear Stability (Brookfield mixer 3500 rpm/5 min)	15% maximum Viscosity Loss	Viscosity Loss not to exceed 20%
3. <u>Materials Compatibility</u>		
3.1 Corrosion of Metals	Pass	Pass
3.2 Hydrogen Embrittlement ASTM F.519 Type 1C	Non-embrittling	Non-embrittling
3.3 Effect of Transparent Plastic ASTM F.484 MIL-P.5425 MIL-P.25690	Non-crazing Non-crazing	Non-crazing -
3.4 Effect on Painted Surfaces ASTM F.502	Pass	Pass
3.5 Effect on Un-painted Surfaces ASTM F.485	Pass	Pass

BILAG 3

AEA Material specifikation.

A E A

ASSOCIATION OF EUROPEAN AIRLINES

MATERIAL SPECIFICATION

DE-/ANTI-ICING FLUID, AIRCRAFT

1st EDITION: Oct. 1st, 1982

Revision A: Sep. 1st, 1983

Revision B: Jul. 1st, 1987

Revision C: Oct. 1st, 1988

1. Scope

This specification establishes the requirements of fluids for the removal and prevention of ice, snow or frost on exterior surfaces of parked aircraft.

2. Classification

AEA - Type I : De-icing fluid (unthickened type fluid)
AEA - Type II : De-icing/Anti-icing fluid (thickened type fluid)

3. References

- AMS 1427 latest edition
- AMS 1426 latest edition
- MIL-A-8243 latest edition
- MIL-C-25769 latest edition
- ASTM D93
- ASTM F503
- ASTM D445
- ASTM D891
- ASTM D1121
- ASTM D2196
- ASTM D1177
- ASTM D1331
- ASTM F484

4. Material requirements

4.1. General

4.1.1. The composition of the fluid shall be a glycol base and shall otherwise be optional with the manufacturer. The fluid shall contain additives producing a product meeting the requirements of this specification and shall include an inhibitor in order to minimize the potential fire hazard resulting from interaction between aqueous glycol solutions and noble metal electrodes impressed with a direct current potential.

4.1.2. AEA - Type I : shall contain minimum 80 percent by weight of glycols.

AEA - Type II : shall contain minimum 50 percent by weight of glycols.

4.1.3. One supplier's fluid must be compatible with all other fluids meeting this specification in all proportion of mixing.

4.2. Physical properties of the bulk material

4.2.1. Flash point

Shall not be lower than 100 °C in accordance with AMS 1427, para 3.2.1.1. In case of dispute, the flash point determined in accordance with ASTM D93 shall apply.

4.2.2. Specific gravity

Shall be in accordance with AMS 1427, para 3.2.1.2. The specific gravity may be determined in accordance with ASTM D891 or ASTM D1122.

4.2.3. Storage stability

4.2.3.1. The fluid as delivered shall offer enough stability to guarantee a two years storage in a normal environment. The compliance with this requirement may be demonstrated by testing the fluid in accordance with ASTM F503. The fluid shall neither show any separation from exposure to heat or cold nor show an increase in turbidity compared to a fresh control sample.

4.2.3.2. The fluid diluted 1 : 1 (by volume) with standard hard water when submitted to the following stability test will not show any insoluble deposit or increase in turbidity greater than the freshly made control sample diluted 1 : 1 (by volume) with distilled water and the pH will be within ± 0.5 of the initial value.

A. Stability test of diluted solution

350 ml of the diluted fluid will be heated at 95 ± 1 °C in a 500 ml glass jar fitted with a sealed cap or a water condensor for 30 days.

At the end of this period a visual inspection and pH measurement is performed and the results compared with those of the fresh sample.

B. Composition of the standard hard water

Dissolve in 1 liter of distilled water
Calcium acetate, $2H_2O$: 400 ± 5 mg
Magnesium sulfate, $7H_2O$: 280 ± 5 mg
(Ref. MIL-C.25769)

- 4.2.3.3. In addition to the above storage stability requirements the AEA type II fluids will meet the following requirements:

The product as delivered, when submitted to a temperature of $70\text{ }^{\circ}\text{C} + 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 30 days, in accordance with the test procedure described here after will not show any insoluble deposit, any precipitation or severe turbidity. Further, the aged product may not have a pH change of more than $+ 0.5$ from the initial value and the Brookfield viscosity after the test will neither be reduced by more than 20 % nor increased by more than 10 % compared to the initial value.

Test procedure:

Determine the Brookfield viscosity of the sample, according to para 4.2.8.2.1.A, at $20\text{ }^{\circ}\text{C} + 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the pH in accordance with para 4.2.4. before starting the test.

Place 500 ml of the fluid to be tested in a jar equipped with a screw cap and polyethylene sealing. Place the jar, well closed, in the heat chamber at $70\text{ }^{\circ}\text{C} + 2\text{ }^{\circ}$ for 30 days. After removing and cooling down the fluid, examine visually and compare with the non-aged control fluid. Measure again the pH and the Brookfield viscosity at $10\text{ }^{\circ}\text{C} + 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and compare the results with the initial values.

- 4.2.4. pH

Shall be in accordance with AMS 1427, para 3.2.2.1.

- 4.2.5. Freezing point

Shall not be higher than the following values when determined in accordance with ASTM D1177.

AEA - Type I : diluted 1 : 1 (by weight) with distilled water : $- 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ max

AEA - Type II : as received: $- 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ max
diluted 1 : 1 (by weight) with distilled water : $- 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ max

- 4.2.6. Surface Tension

When measured in accordance with ASTM D1331 the surface tension of the fluid as delivered will not be higher than 40 mN/m (dynes/cm) at $20\text{ }^{\circ}\text{C} + 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 4.2.7. Materials compatibility

NOTE: All tests required in this paragraph have to be performed in both concentrated form (as delivered) and diluted 1 : 1 with distilled water.

- 4.2.7.1. Corrosion of metals - AMS - 1427, para 3.2.2.4.
- 4.2.7.2. Hydrogen embrittlement - AMS 1427, para 3.2.2.5.
- 4.2.7.3. Effect on transparent plastic - ASTM F484, Type A.
- 4.2.7.4. Effect on painted surfaces: the fluid will not affect the commonly used aircraft paint systems when applied in accordance with standard procedures, including Epoxy-, Polyurethane-, Vinyl-, Acrylic-, and Alkyd-paint systems when tested per AMS 1427, para 3.2.2.7.
- 4.2.7.5. Effect on unpainted surfaces - AMS 1427, para 3.2.2.8.

4.2.8. Rheological properties

4.2.8.1. AEA - Type I : In order to ensure the low temperature pumpability, the kinematic viscosity at $-25\text{ }^{\circ}\text{C} + 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ shall be maximum $1000\text{ mm}^2/\text{sec}$. (centi-stokes) when determined in accordance with ASTM D 445.

4.2.8.2. AEA - Type II :

4.2.8.2.1. The fluid shall exhibit a non-Newtonian flow behaviour. Over the temperature range $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ the fluid shall behave as a pseudo-plastic fluid determined in accordance with ASTM D2196.

A. Following viscosity limits will apply to the product as delivered and to any dilution thereof.

Viscosity values expressed in m Pa.s (centi-Poise)
 Test method : ASTM D2196
 Test equipment : Brookfield Viscometer Type LVT

Brookfield LVT Viscosity in m Pa.s at

temp. $^{\circ}\text{C}$	spindle N°	rotation speed, RPM
	0,3	6 30
-25 to 20	2	max 20.000 max 3.500 max 2.000

NOTE: Deviations from those limits would only be acceptable if satisfied aerodynamic performance has been demonstrated.

B. Before approval to this specification purchasing airline is obliged to request from the fluid manufacturer the demonstration of acceptable aerodynamic performance.

4.2.8.2.1. (cont'd)

C. For quality control purpose the manufacturer will specify the typical viscosity values, measured in accordance with the requirements of para A. above, for its qualified product. The viscosity of the delivered product shall be within $\pm 10\%$ of those typical values but shall not exceed the maximum limits specified in para A. above.

4.2.8.2.2. Shear stability

The above specified rheological properties shall not be altered by more than 20 % when the product is pumped and sprayed with a conventional industrial spray equipment normally used for de-icing/anti-icing of aircraft.

Laboratory equipments may be used to demonstrate this property provided the correlation with the actual equipment has been established.

Following equipment is considered suitable for simulating the shear effect of the actual industrial spray equipment:

Brookfield counter-rotating mixer operated in following conditions:

Rotation speed:	3500 RPM \pm 100 RPM
(calibrated when rotating in water before each test series)	
mixing time:	5 minutes \pm 10 sec
material of test vessel:	glass
distance from blade to bottom of test vessel:	25 mm \pm 2 mm
diameter of test vessel:	8.5 \pm 0.5 cm
fluid volume:	500 ml \pm 5 ml
initial temperature of test fluid:	20 °C \pm 1 °C

The fluid shall be deaerated during at least 24 hours after shearing, before any further testing.

4.3. Physical properties of the applied AEA Type II product

4.3.1. General

When applied to a surface having a slope of 10 degrees, the AEA type II fluid shall form a film which is capable of providing the anti-icing performance as requested in para 4.4. hereafter.

4.3.1. (cont'd)

The special rheological properties as defined in para 4.2.8. have to ensure the flow-off of the film when a minimum of shear stress is induced by aerodynamic forces during the take-off run. The exposure of a film of the applied product to different environmental factors may not impair this performance, either by build-up of film thickness after consecutive applications or by forming a gel.

4.3.2. Exposure to dry air

The product as delivered after exposure to a dry environment during a period of time resulting in a weight reduction of $20 \pm 1\%$ shall have a maximum viscosity of 500 m Pa.s at $20 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ when measured with the Brookfield LVT Viscometer at 3 RPM using spindle N°1.

4.3.2. Thermal stability

The product as delivered when applied in thin layer of $250 \pm 25 \text{ }\mu\text{m}$ on a 20 % sloped aluminum alloy test plate and exposed to a temperature of $100 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ during 30 min. ± 1 min. shall not decompose nor form a film which is insoluble in water.

Any residual product resulting from the above test will have a viscosity not exceeding the maximum values specified in para 4.2.8.2.1.

When taking-up water from the environment, the viscosity of this residual product will, at any dilution rate, not exceed the same maximum values.

4.4. Anti-icing performance

4.4.1. AEA - Type I fluids shall mainly provide protection against refreezing when no precipitation conditions occur.

4.4.2. AEA - Type II fluids shall protect against ice formation for minimum 4 hours when exposed to the "high humidity holdover test" and for minimum 30 minutes when exposed to the "freezing rain endurance test".

4.16.1.2

4.4.2.1. High humidity holdover test

This test is designed to simulate the exposure of an aircraft to rime or frost conditions.

Test principle: The anti-icing fluids are applied on sloped metal surface and exposed to low temperature while high humid air is passing over the test surface. The time to notice the freezing to start on the top of the test plate will be recorded.

Test parameters:

- Test chamber volume: min. 1 m³ for each 10 dm² test panel surface
- Air temperature: 0° + 0,5 °C
- Air relative humidity; measured at 5 cm above test plate: 96 + 2 %
- Air exchange rate; horizontal airspeed measured 5 cm above test plate using a propeller type anemometer or a "velometer": 0,2 + 0,03 m/s
- Test plate temperature: - 5 ° + 0,5 °C
- Test panel material: Aluminum-Alloy 2024 polished
- Test panel dimension: 10 by 30 cm minimum
- Test panel slope: 10 °

Procedure: The fluids after shearing by a laboratory equipment in accordance with the method outlined in § 4.2.8.2.2. above, are applied by pouring at - 5 ± 0,5 °C to the test panels evenly ensuring that the complete surface is wetted. Excess fluid runs off to a collecting tray. At least one test panel will be left blank for monitoring the exposure conditions by weighing the ice deposit at the end of the test period. The appearance of the residual fluid film thickness is observed throughout the duration of the test.

Results: After a test period of 4 hours the test panel covered with fluid shall not show any freezing beyond 2,5 cm at the upper end of the test panel.
The blank panel will have an ice deposit after 4 hours of 1,2 + 0,2 g/dm².

4.4.2.2. Freezing rain endurance test

This is designed to simulate the exposure of an aircraft to rain when the air temperature and the aircraft skin temperature are below 0 °C.

4.4.2.2. The rain is simulated by supplying water at constant pressure through nozzles producing a rain mist of specified droplet size distribution and intensity.

Air temperature : maintained at $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Panel temperature : maintained at $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Test panel slopes : $10\text{ }^{\circ} \pm 0,2\text{ }^{\circ}$
Rain droplet size at the level of the test panel : average droplet size $20\text{ }\mu\text{m}$ and 50 % of droplets diameter will be in the range of 15 to $35\text{ }\mu\text{m}$
Rain intensity : $5 \pm 0,2\text{ g/dm}^2$ per hour

Procedure

The fluids after shearing by a laboratory equipment in accordance with the method outlined in para 4.2.8.2.2. above, are applied by pouring at $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ evenly to test panels and allow to stabilize for five minutes.

Apply rain droplets with an evenly controlled flow pattern and observe effect on fluid surfaces.

After a defined period the ice adhesion, if any, on the fluid surfaces is examined.

The rain intensity during the test period is measured by weighing the ice formed on a blank control panel. The time to produce freezing up to 2,5 cm at the upper end of the test panel will be recorded.

Results

After a test duration of min. 30 minutes the test panel shall not show any freezing beyond 2.5 cm at the upper end of the test panel.

4.5. Toxicity

The toxicity of the products as delivered will meet the local toxicity regulations or the following requirements:

- The LD_{50} orally in rats shall not be lower than 5000 mg/kg .
- Aerosol or Vapour inhalation toxicity of the fluid shall be compatible with a TLV-TWA value (Threshold Limit Value-Time Weighted Average) of minimum 300 ppm.

4.6. Biodegradability

Shall be in accordance with AMS 1426 para 3.2.12. unless other local regulations prevail.

4.7. Slipperiness

The products as delivered will comply with the requirements of AMS 1426 para 3.2.11.2.

5. Qualification

The supplier shall demonstrate the compliance of its product with the above specification.

A written report shall be made available to the purchaser for this purpose.

At each delivery the supplier will submit a certificate of conformity guaranteeing the shipment involved meets this specification. Deviations from this specification, if any, shall be clearly mentioned.

BILAG 4

AMS 1427A

BILAG 4

A E R O S P A C E M A T E R I A L S P E C I F I C A T I O N

Draft 1987-05-08
H. Jensenius

AMS 1427A

DEICING FLUID, AIRCRAFT Non-Ethylene Glycol Base, Non-thickened

1. SCOPE

1.1 Form: This specification covers a glycol base deicing fluid in the form of a concentrated liquid.

1.2 Application: Primarily for the removal of frost and ice deposits on external surfaces of aircraft.

1.3 Classification: Fluid covered by this specification is classified as follows:

Type I Undyed
Type II Dyed

1.3.1 Unless a specific type is ordered, either type may be supplied.

1.4 Precaution:

1.4.1 The deicing formulation supplied under requirements of this specification may be mildly irritating and contact with human skin and eyes should be avoided.

1.4.2 Although the fluid has a minimum flash point requirement of 100°C (212°F), it should be used with extreme care when applied around heaters or engine exhaust.

1.4.3 Caution should be exercised in the use of glycol-water deicing solutions in and around aircraft having silver or silver-coated electrical/electronic circuitry. Dehydrolysis reactions which result in fire have been reported when such glycol-water solutions contact silver or silver-coated circuits, such as defectively insulated wiring, switches, and circuit breakers, which are conducting direct current.

2. APPLICABLE DOCUMENTS: The following publications form a part of this specification to the extent specified herein. The latest issue of Aerospace Material Specifications and Aerospace Recommended Practices shall apply. The applicable issue of other documents shall be as specified in AMS 2350.

2.1 SAE Publications: Available from SAE, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096.

2.1.1 Aerospace Material Specifications:

- AMS 2350 - Standards and Test Methods
- AMS 2470 - Anodic Treatment of Aluminum Alloys.
Chromic Acid Process.
- AMS 2475 - Protective Treatments, Magnesium Alloys.
- AMS 2825 - Material Safety Data sheets.
- AMS 4037 - Aluminum Alloy Sheet and Plate, 4.4Cu - 1.5Mg
- 0.60Mn (2024; -T3 Flat Sheet, -T351 Plate).
- AMS 4041 - Aluminum Alloy Sheet and Plate, Alclad, 4.4Cu
- 1.5Mg - 0.60Mn (Alclad 2024 and 1-1/2%
Alclad 2024-T3 Flat Sheet; 1-1/2% Alclad
2024-T351 Plate)
- AMS 4049 - Aluminum Alloy Sheet and Plate Alclad, 5.6Zn
- 2.5Mg - 1.6Cu - 0.23Cr (Alclad 7075; -T6
Sheet, -T651 Plate)
- AMS 4376 - Magnesium Alloy Plate, 3.0Al - 1.0Zn
(AZ31B-H26).
- AMS 4911 - Titanium Alloy Sheet, Strip and Plate
(6Al - 4V), Annealed
- AMS 5045 - Steel Sheet and Strip, 0.25 max Carbon,
Hard Temper.

2.1.2 Aerospace Recommended Practices:

- ARP 1511 - Corrosion of Low-Emrittling Cadmium Plate by
Aircraft Maintenance Chemicals.
- ARP 1512 - Corrosion of Aluminum alloys by Aircraft
Maintenance Chemicals, Sandwich Test.

2.2 ASTM Publications: Available from American Society for Testing
and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia,
PA 19103.

- ASTM D56 - Flash Point by Tag Closed Tester.
- ASTM D445 - Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque
Liquids.
- ASTM D891 - Specific Gravity of Liquid Industrial
Chemicals.
- ASTM D1177 - Freezing Point of Aqueous Engine Coolant
- ASTM D1193 - Reagent Water.
- ASTM D1331 - Surface and Interfacial Tension of Solutions
of Surface-active Agents.
- ASTM D1568 - Sampling and Chemical Analysis of Alkylbenzene
Sulfonates.
- ASTM D4057 - Manual Sampling of Petroleum and Petroleum
Products.
- ASTM D4177 - Automatic Sampling of Petroleum and Petroleum
Products.
- ASTM D4191 - Sodium in Water by Atomic Absorption
Spectrophotometry
- ASTM D4192 - Potassium in Water by Atomic Absorption
Spectrophotometry
- ASTM E70 - pH of Aqueous Solutions with the Glass
Electrode
- ASTM F483 - Total Immersion Corrosion Test for Aircraft
Maintenance Chemcials.
- ASTM F484 - Stress Cracking of Acrylic Plastics in Contact
with Liquid or Semi-Liquid Compounds.

- ASTM F485 - Effects of Cleaners on Unpainted Aircraft Surfaces.
- ASTM F502 - Effects of Cleaning and Chemical Maintenance Materials on Painted Aircraft Surfaces.
- ASTM F503 - Preparing Aircraft Cleaning Compounds, Liquid Type for Storage Stability Testing
- ASTM F519 - Mechanical Hydrogen Embrittlement Testing of Plating Processes and Aircraft Maintenance Chemicals.
- ASTM F945 - Stress-Corrosion of Titanium Alloys. Effect of Cleaning Agents on Aircraft Engine Materials

2.3 U.S. Government Publications: Available from commanding Officer, Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Avenue, Philadelphia, PA 19120.

2.3.1. Military Specification:

- MIL-P-23377 - Coating, Epoxy-polyamide.
- MIL-P-25690 - Plastic, Sheet and Parts, Modified Acrylic Base, Monolithic, Crack Propagation Resistant.

2.3.2 Military Standards:

- MIL-STD-794 - Parts and Equipment, Procedures for Packaging and Packing of.

3. TECHNICAL REQUIREMENTS:

3.1 Material: The composition of the fluid shall be optional with the manufacturer but shall consist of a glycol base and additives, such as inhibitors and color dyes, as required to produce a product meeting the requirements of 3.1, 3.2 and 3.3. The product shall not contain mono-ethyleneglycol, or thickeners.

3.1.1 Toxicity: The toxicity of the fluid shall meet the local toxicity regulations or the following requirement; the LD50 orally in rats shall not be lower than 20 g/kg.

3.1.2 Biodegradability: The fluid shall be not less than 90% biodegradable. Results of biodegradability studies conducted in accordance with the latest edition of "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", published by the U.S. Public Health Service, for biodegradability and bioassays shall, when requested by purchaser, be provided by the fluid manufacturer to purchaser and shall contain not less than the following information:

- 3.1.2.1 A statement of ecological behavior of the fluid.
- 3.1.2.2 The 5-day total oxygen demand (TOD) of the fluid, expressed in pounds-oxygen to pounds-fluid.
- 3.1.2.3 Percent degraded in 5 days.
- 3.1.2.4 Presence, in percentages by weight, of sulfur, halogens, phosphate, nitrate, and heavy metals (lead, chromium, cadmium, mercury).

3.2 Properties: The fluid shall conform to the following requirements; tests shall be performed in accordance with specified test methods:

3.2.1 Fluid As-Received in Concentrated Form. Shall be as follows:

3.2.1.1 Elemental Content: Elemental content of the fluid concentrate shall not exceed the following concentrations using the indicated method in accordance with recognized analytical practice, fluid shall be diluted to 10% by weight in ASTM D1193 water for inductively coupled plasma - atomic emission spectroscopy (ICP-AES) and atomic absorption spectroscopy (AAS) and to 10% by weight in ethanol for microcoulometric titration with an 800°C (1470°F) injection furnace (MCT):

φ

Element	Concentration ppm by weight	Method
Sulfur	500	ICP-AES
Halogens	100	MCT
Sodium	50	AAS, in accordance with ASTM D4191
Potassium	50	AAS, in accordance with ASTM D4192
Phosphorous	50	ICP-AES
Lead	10	ICP-AES
Zinc	10	ICP-AES
Copper	10	ICP-AES
Other metals	10	ICP-AES

3.2.1.2 Flash Point: Shall be not lower than 100°C (212°F), determined in accordance with ASTM D56.

3.2.1.3 Specific Gravity: Shall be within ± 0.015 units of the preproduction value established as in 4.4.1, determined in accordance with ASTM D891.

3.2.2.3 ϕ Viscosity: Shall be within $\pm 5\%$ of the preproduction values at -10°C (15°F), 0°C (32°F), and 50°C (120°F) established as in 4.4.1 for maximum and minimum values, determined in accordance with ASTM D445. To ensure low temperature pumpability, the Kinematic viscosity at -25°C shall be not greater than $1000 \text{ mm}^2/\text{sek}$ (1000 cst) determined in accordance with ASTM D445.

3.2.2.4 Corrosion of Metal Surfaces:

3.2.2.4.1 Sandwich Corrosion: Specimens, after test, shall show a rating not worse than 1, determined in accordance with ARP 1512.

3.2.2.4.2 ϕ Total Immersion Corrosion: The fluid shall neither show evidence of corrosion nor cause a weight change of any test panel greater than the following, determined in accordance with ASTM F483:

Test Panel	Weight Change mg/cm ² per 24 hr
AMS 4037 Aluminum Alloy, anodized as in AMS 2470.	0.3
AMS 4041 Aluminum Alloy	0.3
AMS 4049 Aluminum Alloy	0.3
AMS 4376 Magnesium alloy, dichromate treated as in AMS 2475	0.2
AMS 4911 Titanium Alloy	0.1
AMS 5045 Carbon Steel	0.8

3.2.2.4.3 Low-Embrittling Cadmium Plate: Test panels coated with low-embrittling cadmium plate shall not show a weight change greater than 0.3 mg/cm^2 per 24 hr, determined in accordance with ARP 1511.

3.2.2.4.4 ϕ Stress-Corrosion Resistance: The fluid shall not cause cracks in titanium specimens when tested in accordance with ASTM F945 Method A.

3.2.2.5 Hydrogen Embrittlement: The fluid shall be nonembrittling, determined in accordance with ASTM F519, Type 1a, 1c, or 2a.

3.2.2.6 ϕ Effect on Plastic: Fluid heated to $65^{\circ}\text{C} \pm 5$ ($150^{\circ}\text{F} \pm 10$) shall not craze, stain, or discolor MIL-P-25690 stretched acrylic plastic, determined in accordance with ASTM F484.

3.2.2.7 ϕ Effect on Painted Surfaces: Fluid, heated to $65^{\circ}\text{C} \pm 5$ ($150^{\circ}\text{F} \pm 10$), shall neither decrease the paint film hardness by more than two pencil hardness levels nor shall it produce any streaking, discoloration, or blistering of the paint film, determined in accordance with ASTM F502.

- 3.2.2.7.1 ϕ In addition to the polyurethane top-coat prescribed in ASTM F502 also, top-coats commonly used for aircraft exteriors based on Epoxy-Polyamide according to MIL-C-23377, Polyvinyl chloride, acrylic and alkyd shall be tested in accordance with ASTM F502 using the primer system in ASTM F502 or the primer system used for the paintsystem under test.
- 3.2.2.8 Effect on Unpainted Surfaces: The fluid, tested in accordance with ASTM F485, shall neither produce streaking nor leave any stain requiring polishing to remove.
- 3.2.3 ϕ Slipperiness: Friction limits shall be as follows, determined on concrete and asphalt surfaces, both wet and dry, using a Mu meter and a deicer fluid diluted 1:1 with a thickness of 1 mm (0.04 in.) using a NASA depth gauge. On concrete surface roughness must not exceed 40AA μ M (1600AA μ in). A basis reading shall be determined on wet and dry concrete and wet and dry asphalt before application of the deicer fluid.
- 3.2.3.1 Wet Concrete: Shall not be less than the following:
- | | | |
|------------------|-------|----------------------------------|
| Initial Reading | - 45% | of basis reading on wet concrete |
| After 15 minutes | - 60% | of basis reading on wet concrete |
| After 30 minutes | - 65% | of basis reading on wet concrete |
| After 45 minutes | - 68% | of basis reading on wet concrete |
| After 60 minutes | - 75% | of basis reading on wet concrete |
- 3.2.3.2 Dry Concrete: Shall not be less than the following:
- Initial Reading - 0.25 on Mu meter scale.
At least 75% of the readings shall be 0.34 or higher on Mu meter scale after 15 min, after 30 min, after 45 min and after 60 min
- 3.2.3.3 Wet Asphalt: All readings, as in 3.2.3.1 shall be not less than 85% of the basis reading on wet asphalt.
- 3.2.3.4 Dry Asphalt: All readings, as in 3.2.3.1 shall be not less than 85% of the basis reading on dry asphalt.
- 3.2.4 ϕ Performance: The fluid, used in accordance with manufacturer's recommendations, shall remove normally accumulated frozen deposits of frost and ice from the exterior surfaces of parked aircraft.
- 3.3 ϕ Quality: The product shall be uniform in properties and chemical composition to the degree that best commercial methods of manufacture will permit.

4. QUALITY ASSURANCE PROVISIONS:

4.1 Responsibility for Inspection: The vendor of the fluid shall supply all samples for vendor's tests and shall be responsible for performing all required tests. Results of such tests shall be reported to the purchaser as required by 4.5. Purchaser reserves the right to sample and to perform any confirmatory testing deemed necessary to ensure that the fluid conforms to the requirements of this specification.

4.2 Classification of Tests:

4.2.1 Acceptance Tests: Tests to determine conformance to requirements for flash point (3.2.1.2), specific gravity (3.2.1.3), and pH (3.2.2.1) are classified as acceptance tests and shall be performed on each lot.

4.2.2 Periodic Tests: Tests to determine conformance to requirements for surface tension (3.2.1.6), freezing point (3.2.2.2), viscosity (3.2.2.3), corrosion of metal surfaces (3.2.2.4), hydrogen embrittlement (3.2.2.5), effect on plastic (3.2.2.6), effect on painted surfaces (3.2.2.7), effect on unpainted surfaces (3.2.2.8), and performance (3.2.4) are classified as periodic tests and shall be performed at a frequency selected by the vendor unless frequency of testing is specified by purchaser.

4.2.3 Preproduction Tests: Tests to determine conformance to all technical requirements of this specification are classified as preproduction tests and shall be performed prior to or on the initial shipment of fluid to a purchaser, when a change in ingredients, processing, or both requires reapproval as in 4.4.2, and when purchaser deems confirmatory testing to be required.

4.2.3.1 For direct U.S. Military procurement, substantiating test data and, when requested, preproduction test material shall be submitted to the cognizant agency as directed by the procuring activity, contracting officer, or request for procurement.

4.3 Sampling: Shall be in accordance with all applicable requirements of the following; a lot shall be all fluid produced in one continuous manufacturing operation from the same batches of raw materials and presented for vendor's inspection at one time.

4.3.1 Drum Shipments: ASTM D1568.

4.3.2 Bulk Shipments: ASTM D4057 or ASTM D4177.

4.4 Approval:

- 4.4.1 Sample fluid shall be approved by purchaser before fluid for production use is supplied, unless such approval be waived by purchaser. Results of tests on production fluid shall be essentially equivalent to those on the approved sample.
- 4.4.2 Vendor shall use ingredients, manufacturing procedures, and methods of inspection on production fluid which are essentially the same as those used on the approved sample fluid. If necessary to make any change in ingredients or in manufacturing procedures, vendor shall submit for reapproval a statement of the proposed changes in material, processing, or both and, when requested, sample fluid. Production fluid made by the revised procedure shall not be shipped prior to receipt of reapproval.
- 4.5 Reports: Unless waived by purchaser, the vendor of fluid shall furnish with each shipment a report showing the results of tests to determine conformance to the acceptance test requirements and, when performed, to the periodic test requirements and stating that the fluid conforms to the other technical requirements of this specification. This report shall include the purchase order number, lot number, AMS 1427A, manufacturer's identification, and quantity.
- 4.5.1 A material safety data sheet conforming to AMS 2825, or equivalent, shall be supplied to each purchaser prior to, or concurrent with, the report of preproduction test results or, if preproduction testing be waived by purchaser, concurrent with the first shipment of fluid for production use. Each request for modification of fluid formulation shall be accompanied by a revised data sheet for the proposed formulation.
- 4.6 Resampling and Retesting: If any sample used in the above tests fails to meet the specified requirements, disposition of the fluid may be based on the results of testing three additional samples for each original nonconforming sample. Failure of any retest sample to meet the specified requirements shall be cause for rejection of the fluid represented and no additional testing shall be permitted. Results of all tests shall be reported.

5. PREPARATION FOR DELIVERY:

5.1 Packaging and Identification:

- 5.1.1 The deicing/anti-icing fluid shall be packaged in containers of a type and size agreed upon by purchaser and vendor or shall be delivered in bulk as ordered.

- 5.1.2 Each container shall be legibly marked to show not less than AMS 1427A, purchase order number, lot number, manufacturer's identification, and quantity.
- 5.1.3 Containers of fluid shall be prepared for shipment in accordance with commercial practice and in compliance with applicable rules and regulations pertaining to the handling, packaging, and transportation of the fluid to ensure carrier acceptance and safe delivery. Packaging shall conform to carrier rules and regulations applicable to the mode of transportation.
- 5.1.4 For direct U.S. Military procurement, packaging shall be in accordance with MIL-STD-794, Level A or Level C, as specified in the request for procurement. Commercial packaging as in 5.1.1. and 5.1.3 will be acceptable if it meets the requirements of Level C.
6. ACKNOWLEDGMENT: A vendor shall mention this specification number and its revision letter in all quotations and when acknowledging purchase orders.
7. REJECTIONS: Fluid not conforming to this specification or to modifications authorized by purchaser will be subject to rejection.
8. NOTES:
- 8.1 Marginal Indicia: The phi (ϕ) symbol is used to indicate technical changes from the previous issue of this specification.
- 8.2 For direct U.S. Military procurement, purchase documents should specify not less than the following:
- Title, number, and date of this specification
 - Type and size of containers desired
 - Quantity of fluid desired
 - Applicable level of packaging (see 5.1.4)
- 8.3 Fluid meeting the requirements of this specification has been classified under Federal Supply Classification (FSC) 6850.

This specification is under the jurisdiction of AMS Committee "J" (AMCM).

BILAG 5

Testrapport. Bioksydasjon av lett nedbrytbart organisk stoff.

TESTRAPPORT
BIOOKSIDASJON AV LETT NEDBRYTBART ORGANISK STOFF

Evaluation in an aqueous medium of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds. ISO 9408

Oppdrag nr.: 90219

TESTSTOFF: Glykol-basert avisingsvæske.

TESTAPPARATUR: Manometrisk respirometer, Hach 2173

NÆRINGSLØSNING: ISO/DIS 9408 Saltløsn. A, 10 ml/L (1,3 mg N/L)

INOCULUM: Blanding av aktiv-slam fra lab. enhet (Husmann unit) dyrket i OECD syntetisk kloakk og luftet kom. avløpsvann (NS 4749).
Kimtall/ml: $3,5 \cdot 10^5$ /mg STS. Tilsetning: 20 mg STS/L.

INKUBASJON: Temperatur: 4 ± 2 °C . Varighet: 35 dager.
pH: Start 7,7 Slutt: 7,55

Testperiode: 30.11.90 - 4.01.1991

Testkonsentrasjon: 0,01 % i testløsning

36,8 mg/L DOC

REFERANSE-STOFF: Anilin, 20 mg C/L Lag-fase 16 døgn

Nedbrytningsgrad: DOC-reduksjon, 96 % etter 35 døgn.

TOC-verdiene på MF-filtrerte prøver ved start (dag₀) og etter 35 døgn bionedbrytning er korrigert for DOC₀ og DOC₃₅ i blank-prøve (inoculum).

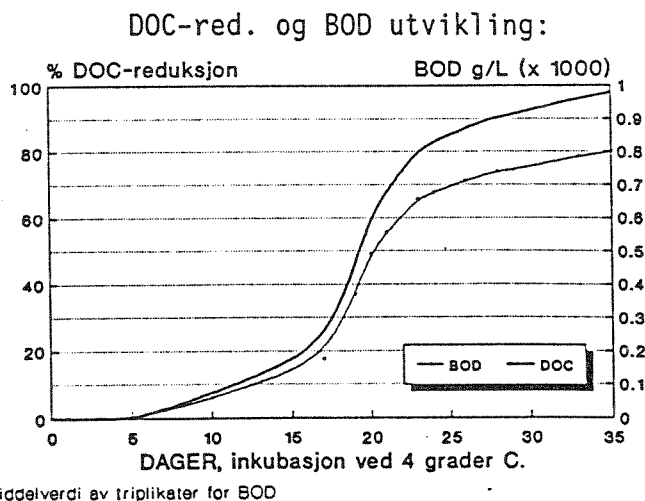
RESULTATER: DOC-reduksjon = 98 % BOD₃₅ = 800 g/L

(DOC=Løst organisk karbon)
(BOD=Biokjem. oks. forbruk)

	Analyser, mg/L			% DOC-reduksjon
	BOD ₃₅	DOC ₀	DOC ₃₅	
Testkons. (0,01 %)	80,0	36,8	0,8	98 %

Kommentarer:

Nedbrytningen gikk relativt langsom under første halvdel av inkubasjonstiden. Lav inkubasjonstemperatur og mikroorganismenes behov for akklimatisering var sannsynligvis årsaken. Fra 17. til 24. døgn var det en kraftig omsetning som gradvis avtok mot slutten av testtiden.



Testansvarlig: H. Efraimsen

REFERANSE: 1. ISO/DIS 9408 Water Quality- Evaluation in a aqueous medium of the "ultimate" biodegradability of organic compounds- Method by determining the oxygen demand in closed respirometer.
2. TOC og DOC (filtrert, mf 0,45 µm) er analysert på ASTRO mod. 2001 TOC/TC analysator. Oppslutningsmetoden er en UV katalysert kjemisk oksidasjon med peroxodisulfat.

BILAG 6

Toksisitetstester av glykol og avisingsvæske.

Notat

O-90219

**Toksisitetstester
av glykol og avisingsvæske**

Oslo 23.1.91

**Torsten Källqvist
Harry Efraimsen
Magne Grande**

Bakgrunn

I forbindelse med vurdering av miljøeffekter av avrenning fra flyplasser er det foretatt giftighetstester av en glykol-basert avisingsvæske type 1, DF Kilfrost. Gifteffekten er sammenlignet med ren etylenglykol (etandiol) og proplenglykol (Propandiol).

Metoder

Avisingsvæskens toksisitet er undersøkt på grønnalgen *Selenastrum capricornutum*, to arter av vannlopper (*Daphnia magna* og *Daphnia pulex*) og laksyngel. Toksisiteten av ren etylenglykol og propylenglykol er undersøkt på *Selenastrum* og *Daphnia pulex*.

Algetesten ble utført i henhold til ISO/DIS 8692 og OECD Guidelines 201. Metoden bygger på måling av algenes veksthastighet i tre døgn i ulike konsentrasjoner av teststoffet. Den konsentrasjon som gir 50% hemming av veksthastigheten (EC₅₀) blir beregnet. Testen ble utført ved 20 °C.

Testen med *Daphnia magna* ble utført i henhold til OECD Guidelines 201 og ISO 6341. Dødeligheten av forsøksdyrene ble undersøkt i en konsentrasjonsserie av teststoffet over 2 døgn. Som fortynningsvann ble naturlig innsjøvann fra Maridalsvatn (se tabell 1.) tilsatt mineralsalter (tilsvarende 20% av ISO 6341) benyttet. Det ble brukt minimum 20 forsøksdyr fordelt på fire glass for hver testkonsentrasjon. Forsøksdyrenes alder ved start var < 24 timer. LC₅₀-verdien, d.v.s. den konsentrasjon som gir 50% dødelighet etter 2 døgn beregnet. Testtemperaturen var 20 °C.

Testene med *Daphnia pulex* ble utført med en enkel screening-metode. Dødeligheten ved 2 døgn eksponering i ulike konsentrasjoner av teststoffet ble undersøkt og LC₅₀-verdien beregnet. Vann fra Maridalsvatn ble brukt som fortynningsvann. Vannkvaliteten fremgår av tabell 1. Vannet er et typisk norsk overflatevann, bløtt, svakt surt og med relativt lite innhold av organiske stoffer. Testen ble utført med 4-14 dyr ved hver konsentrasjon (flestepart av dyr i konsentrasjonsområdet som ga partiell dødelighet). Forsøksdyrenes alder ved starten av forsøket var 1-2 døgn. Testtemperaturen var 20 °C.

Toksisitetstesten med laks (0+) ble utført i overensstemmelse med OECD Guidelines 203 og en noe modifisert norsk standard (NS 4757; "Kjemiske produkters akutte toksisitet for ferskvannsfisk. - semistatisk metode"). Forsøkene ble utført i glassakvarier med 10 l vann og 7 fisk i hver konsentrasjon av avisingsvæske. Fisken hadde en middelvekt av 3.2 gram. Vannet ble skiftet hvert døgn (semistatisk metode) og forsøket pågikk i 4 døgn. Fisken ble observert minimum to ganger pr døgn og døde fisk ble notert og fjernet fra karene. Vannkvaliteten av det benyttede testvannet (Maridalsvatn) fremgår av tabell 1. Middelsestemperaturen i vannet målt daglig var 11 °C.

Tabell 1. Noen kjemiske data for vann benyttet i tester med vannlopper og fisk (Maridalsvatn)

ph		6.3
Konduktivitet	mS/m 25 °C	3.2
Farge	mg Pt/l	21
Perm. tall	mgO/l	4.0
Hardhet	mgCaCO ₃ /l	11

Resultater

Responskurvene for *Selenastrum capricornutum* og *Daphnia pulex* er vist i fig. 1-6, Effekten av avisingsvæske på *Daphnia magna* og laks vises i hhv. fig. 7 og 8. LC₅₀- og EC₅₀ verdier er sammenstilt i tabell 2.

Tabell 2. LC₅₀-verdier for *Daphnia pulex* og EC₅₀-verdier for *Selenastrum capriornutum* ved tester av avisingsvæske, etylenglykol og propylenglykol.

Testorganisme	Respons	Avisingsvæske (%)	Etylenglykol (%)	Propylenglykol (%)
<i>Daphnia pulex</i>	LC ₅₀	0.045	0.65	2.0
<i>Daphnia magna</i>	LC ₅₀	0.037	-	-
Laks	LC ₅₀	0.056	-	-
<i>Selenastrum</i>	EC ₅₀	0.025	2.2	3.15

1. Avisingsvæske type 1, DF Kilfrost

Veksten av alger ble redusert ved konsentrasjoner ned til 0.016 % (volum). Over denne konsentrasjon minket veksthastigheten raskt og EC₅₀-verdien var 0.025 % med 95% konfidensintervall fra 0.024-0.027%. Responskurven er vist i figur 1.

For *Daphnia pulex* ble det ikke registrert dødelighet ved konsentrasjoner opp til 0.032 %, men ved 0.056 % konsentrasjon var dødeligheten 80% etter 2 døgn. LC₅₀-verdien ble bestemt til 0.045 %. (Se figur 4).

I testen med *Daphnia magna* ble det påvist signifikant økt dødelighet ved konsentrasjonen 0.018%. LC₅₀-verdien ble beregnet til 0.037% med 95% konfidensintervall 0.031-0.045%.

Toksisitetstesten med laks viste økt dødelighet over 0.025% konsentrasjon. Alle fiskene døde i 0.075% løsning (se tabell 3). Resultatene er også fremstilt i figur 8, hvor LC₅₀-verdien for 4 døgns eksponering er avsatt. Denne kan fastsettes til 0.056%. Fiskene i 0.05% som overlevde var sterkt påvirket, men kom seg raskt ved overføring til rent vann. Gifteffekten var således reversibel. I 0.025% løsning var fisken svakt påvirket, uten at dødelighet oppsto.

Tabell 3. Antall døde fisker ved forskjellig eksponeringstid. Tallene i parentes angir dødelighet i %.
 *= preliminær test (1 fisk).

Timer:	24	48	72	96
ml/l				
0	0	0	0	0
0.1	0	0	0	0
0.25	0	0	0	0
0.5	0	0	2 (29)	2 (29)
0.75	0	7 (100)		
1.0	2 (29)	7 (100)		
10	1 (100)*			

2. Etylenglykol

Testen med ren etylenglykol viste betydelig lavere gifteffekt enn for avisingsvæsken på begge testorganismene. Veksten av *Selenastrum capricornutum* ble hemmet ved konsentrasjoner ned til 0.63%. EC₅₀-verdien ble bestemt til 2.2 % (konfidensintervall 1.77-2.68%). (Se figur 2.).

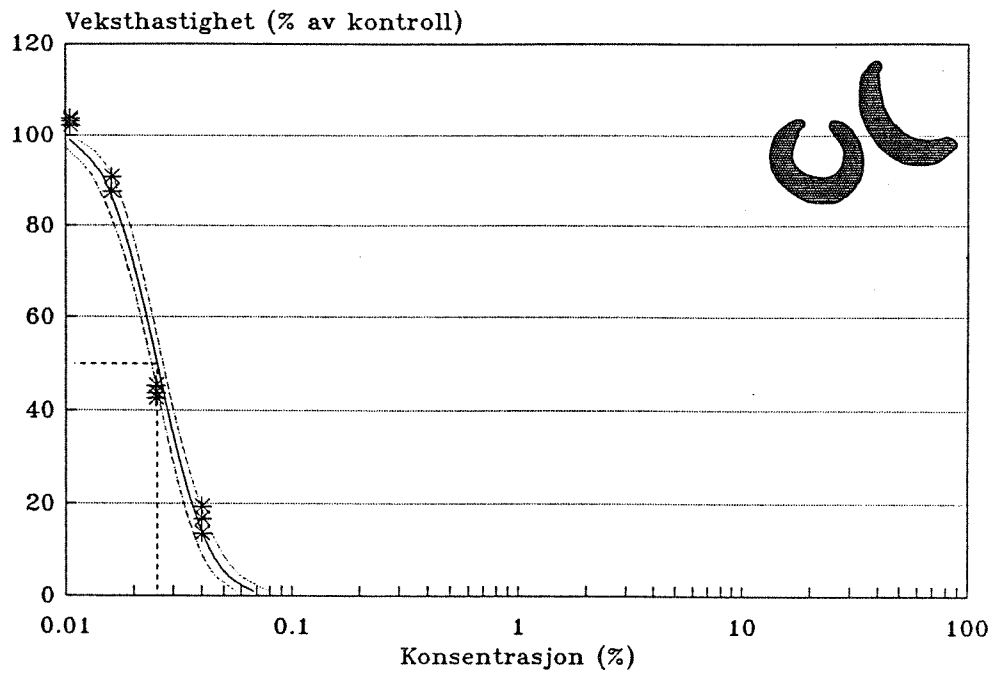
Dødeligheten av *Daphnia pulex* øket ved konsentrasjoner over 0.3%. LC₅₀-verdien var 0.65 %. (Se figur 5.).

3. Propylenglykol

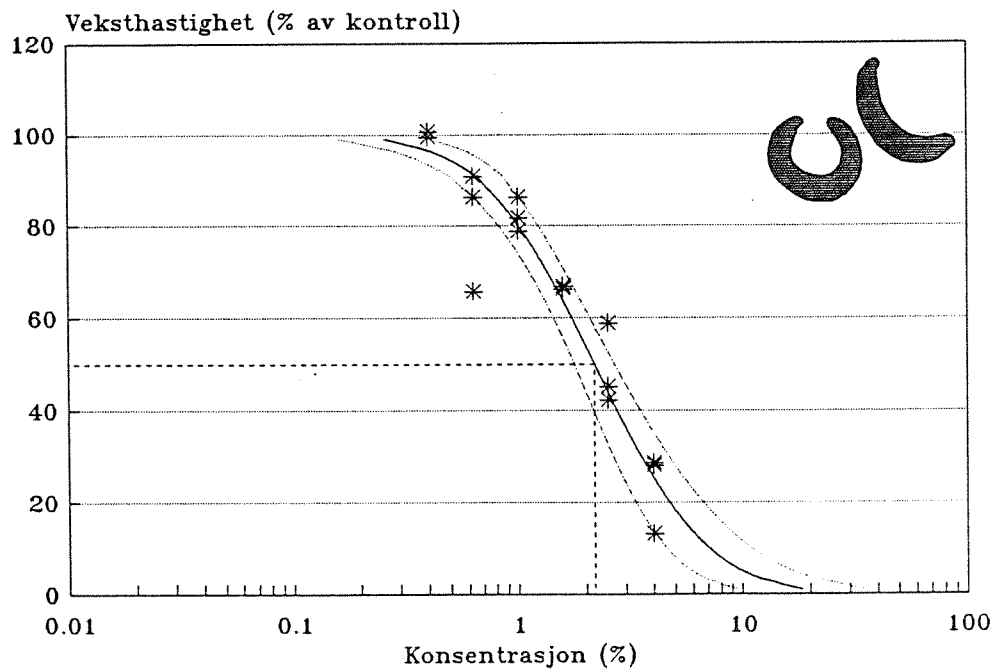
Gifteffekten av propylenglykol var mindre enn for etylenglykol. Veksten av *Selenastrum capricornutum* ble hemmet ned til 1.6% konsentrasjon. EC₅₀-verdien var 3.15 % (konfidensintervall 2.82-3.52%). (Se figur 3.).

Dødelighet av *Daphnia pulex* ble registrert over konsentrasjonen 1%. LC₅₀-verdien var 2 %. (Se figur 6.).

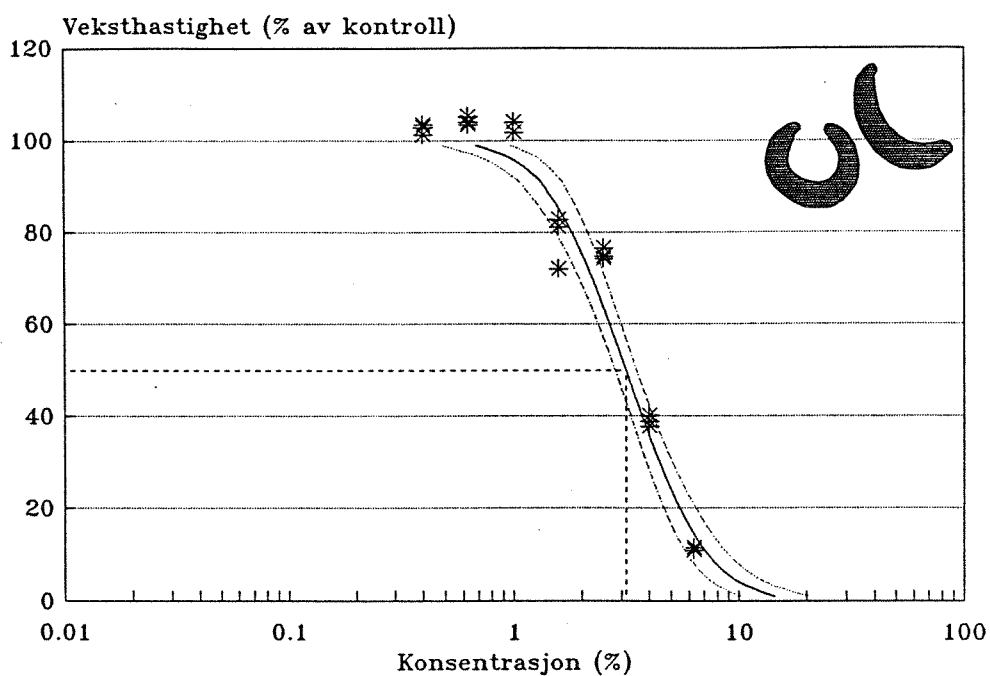
Resultatene av toksisitetstestene viser at gifteffekten av avisningsvæsken var 14-90 ganger høyere enn ren etylenglykol og 44-125 ganger høyere enn ren propylenglykol. Dette tyder på at det er tilsetningsstoffene i væsken som er den primære årsaken til giftvirkningen.



Figur 1. Effekt av avisingsvæske på vekst av *Selenastrum capricornutum*. Konsentrasjon/responskurven er beregnet ved probitanalyse og vist med 95% koinfidensintervall. EC₅₀ er markert med stiplet linje.



Figur 2. Effekt av etylenglykol på vekst av *Selenastrum capricornutum*. Konsentrasjon/responskurven er beregnet ved probitanalyse og vist med 95% koinfidensintervall. EC₅₀ er markert med stiplet linje.



Figur 3. Effekt av propylenglykol på vekst av *Selenastrum capricornutum*. Konsentrasjon/responskurven er beregnet ved probitanalyse og vist med 95% koinfidensintervall. EC₅₀ er markert med stiplet linje.

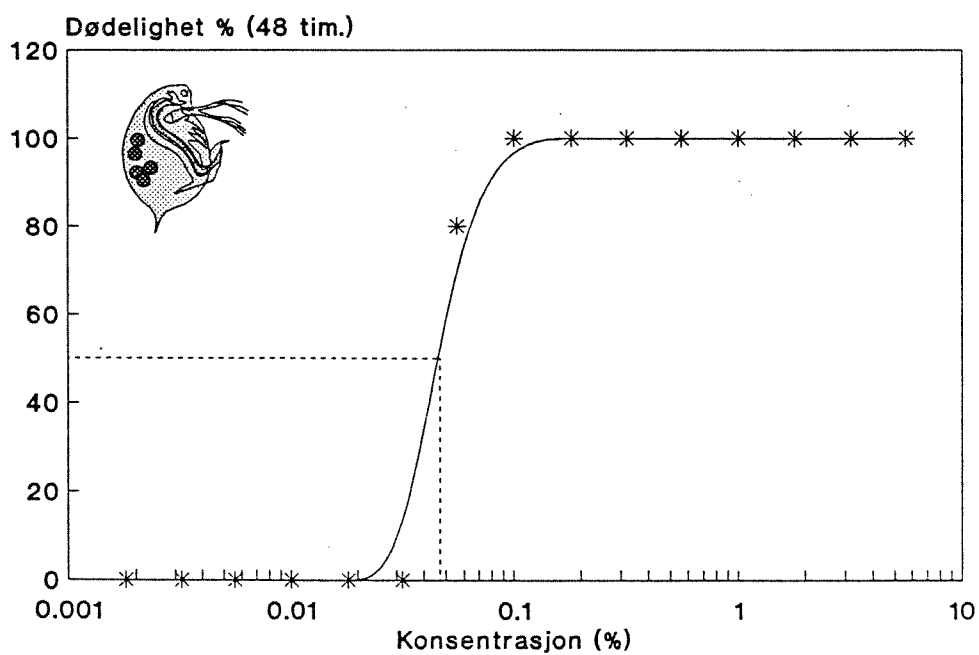


Fig. 4. Effekt av avisingvæske på dødelighet av *Daphnia pulex*. Stiplet linje angir LC₅₀-verdien.

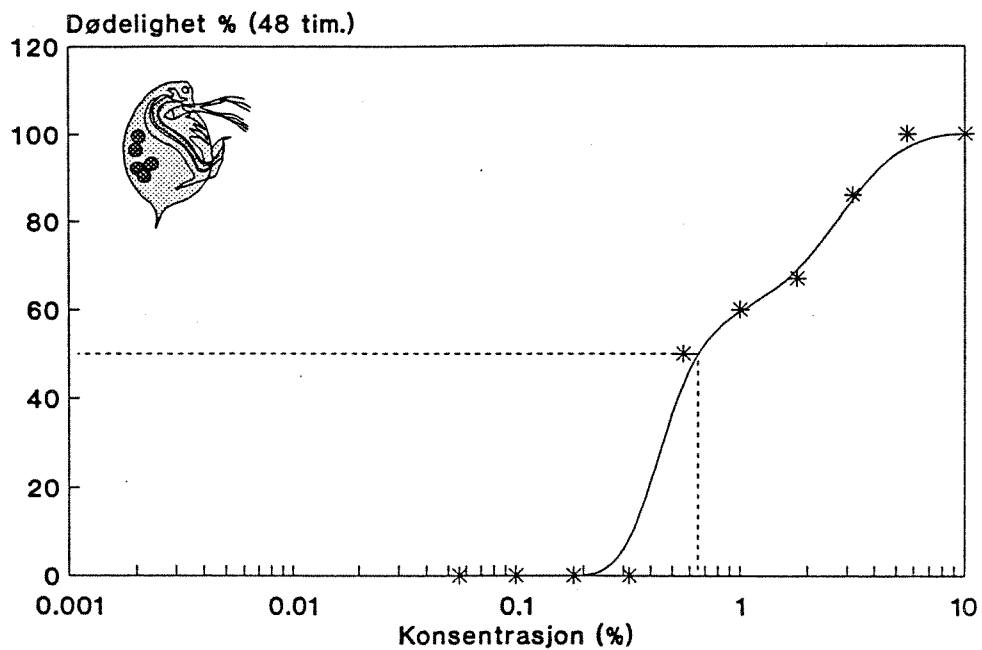


Fig. 5. Effekt av etylenglykol på dødelighet av *Daphnia pulex*. Stiplet linje angir LC₅₀-verdien.

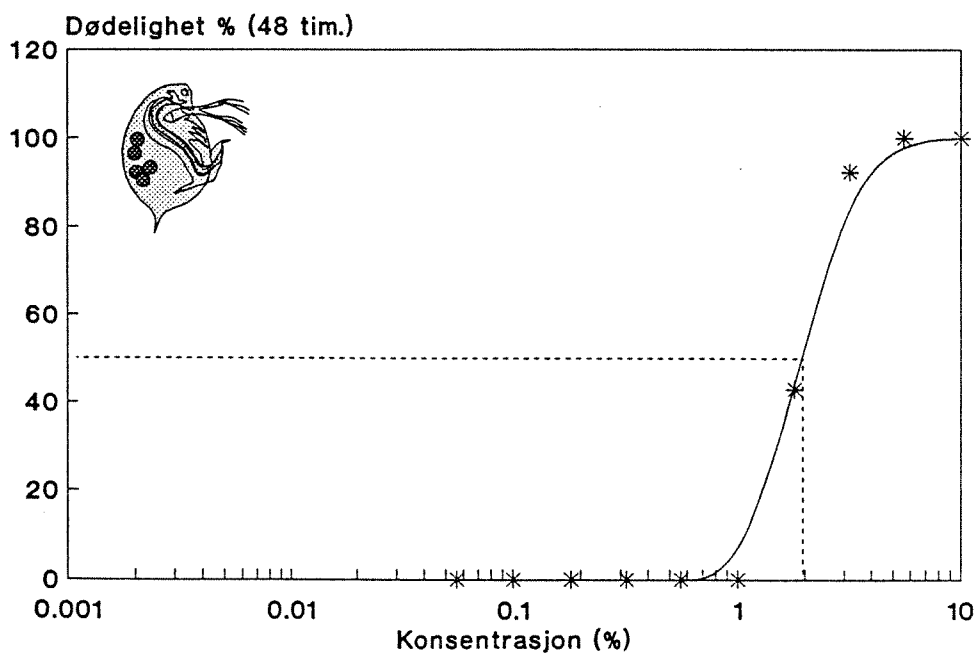


Fig. 6. Effekt av propylenglykol på dødelighet av *Daphnia pulex*. Stiplet linje angir LC₅₀-verdien.

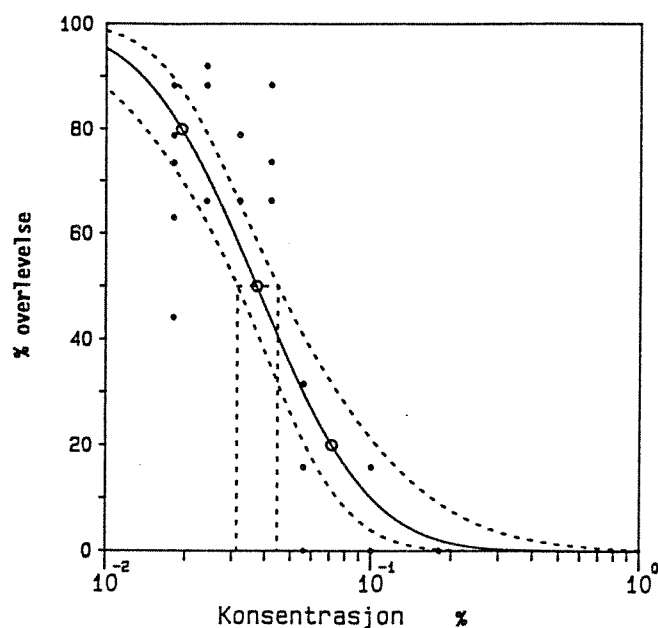


Fig. 7. Effekt av avisingsvæske på overlevelse av *Daphnia magna*. Konsentrasjon/responskurven er beregnet ved probitanalyse og vist med 95% konfidensintervall. LC_{50} er angitt med stiplet linje.

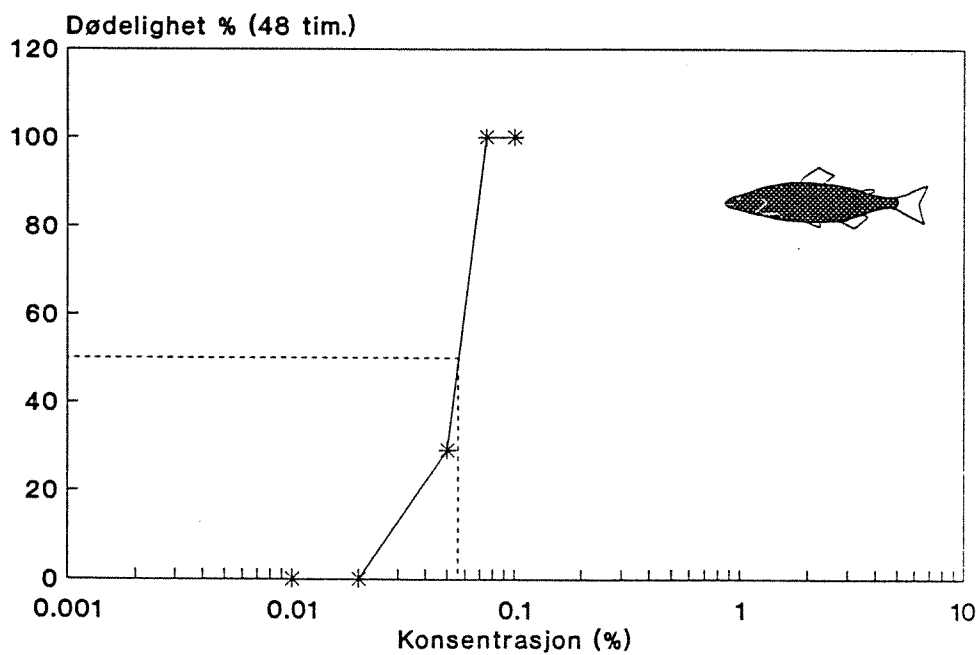


Fig. 8. Effekt av avisingsvæske på dødelighet av laksyngel etter 96 timers eksponering. LC_{50} er markert med stiplet linje.

BILAG 7

AEA's Recommendations for Deicing/antiicing
of aircraft on ground.

AEA

ASSOCIATION OF EUROPEAN AIRLINES

RECOMMENDATIONS

FOR

DE-ICING / ANTI-ICING

OF

AIRCRAFT ON GROUND

HAMBURG

OCTOBER 1ST, 1982

C O N T E N T
=====

- Introduction

1. Objective of the AEA De-icing/Anti-icing Task Force
2. Conclusion
3. Summaries of specification, procedures and requests
 - 3.1. Specification of de-icing/anti-icing fluids
 - 3.2. Standardization of de-icing/anti-icing procedures resulting in clearly defined recommendations (W/G II / OPS W/G)
 - 3.3. Specification of de-icing/anti-icing vehicles for European airlines
 - 3.4. Request of detailed info about the de-/anti-icing fluids/procedures applied in East Europe and the USA

- AEA Material Specification De-icing/Anti-icing, Aircraft

- AEA De-icing/Anti-icing Procedures for Aircraft on Ground

- AEA combined Functional and Engineering Specification /
De-icing Vehicles for European Airlines

Prepared by: AEA De-icing/Anti-icing
Task Force

Member Airlines: LH (Chairmanship)

AF, AY, BA, KL,
SK, SN, SR

For info contact: Lufthansa German Airlines
Dept. HAM IF 1
P.O. Box 300
D-2000 Hamburg 63
SITA-Code HAMIFLH

I N T R O D U C T I O N

1. Objective of the AEA De-/Anti-icing Task Force

Induced by the discussion of de-/anti-icing procedures, fluids and recommendations and requests of the air-worthiness authorities following winter 81/82 the AEA Association of European Airlines initiated the De-/Anti-icing Task Force. This task force was formed by specialists of AF, AY, BA, KL, SK, SN, SR and LH with the following objectives:

- Specification of de-/anti-icing fluids
- Standardization of de-/anti-icing procedures resulting in clearly defined recommendations
- Specification of de-/anti-icing vehicles for European Airlines
- Request of detailed info about the de-/anti-icing fluids/procedures applied in East Europe and the USA

2. Conclusion

Water-glycol solutions containing a minimum of 80 percent of glycols have been used successfully for years as a freezing point depressant for performing the ice and snow removal operation. However, such fluids, including the so called Mil-Spec.-Fluid, can only provide a limited protection against refreezing when freezing precipitation occurs.

It is evident that a protection against refreezing also under freezing precipitation is vital when a delay between the ice removal and the take-off time is unavoidable. Such protection can be achieved by using fluids containing a thickening agent and providing special viscosity qualities. In fact this fluids when properly applied have a build in safety margin by forming an anti-icing barrier on the wing surfaces.

However, when exposed to the shear force of the airflow during take off run the fluids liquefies and runs off the wings, so providing an aerodynamic clean wing for the take off.

3. Summaries of specifications, procedures and requests

3.1. Specification of de-/anti-icing fluids

This specification establishes the requirements of fluids for the removal and prevention of frozen deposits of frost and ice on exterior surfaces of parked aircraft.

One supplier's fluid must be compatible with all other fluids meeting this specification in all proportions of mixing.

Two types of de-/anti-icing fluids have been specified.

Type I fluids are unthickened fluids that contain a minimum of 80 percent of glycols. They mainly provide protection against refreezing when no precipitation conditions occur (inferior holdovertime).

Type II fluids are thickened fluids that contain a minimum of 50 percent of glycols. They provide protection against refreezing also under precipitation (holdovertime 30 minutes even under freezing rain).

The specification covers material requirements/physical properties as there are: flash point, specific gravity, storage stability, pH, pour point, material compatibility, rheological properties, shear stability, dry-out stability, thermal stability, slipperiness, toxicity, biodegradability, anti-icing performance and qualification.

3.2. Standardization of de-/anti-icing procedures resulting in clearly defined recommendations

The procedures establish the minimum requirements for de-icing and specially for anti-icing of aircraft on ground.

These procedures were made not only from the point of view of groundhandling but also with input of pilots and operations. Therefore a close contact was considered necessary and was maintained (observers) with an "AEA-Operations W/G" formed by KL, SK and AY.

This is to provide ground crews and flight crews of airlines with a common anti-icing code, i.e. a code for the quality of protection against the forming or accumulation of rime, ice or snow on the surfaces of the aircraft.

The anti-icing code describes the quality of treatment the aircraft has received.

The recommended de-/anti-icing procedures cover following aspects: scope, anti-icing code, fluids per AEA-Spec., definitions of de-icing/anti-icing/holdovertimes/Type II mixtures, responsibility, limitations, precautions, final checks after A/C de-icing.

On two charts, one for Type I fluids and one for Type II fluids, procedures, application limits and the holdovertimes to be expected in regard to mixture and/or weather conditions will be shown.

3.3. Specification of de-/anti-icing vehicles for European airlines

The specification outlines the detailed requirements for a highly manouverable self-propelled vehicle, primarily for de-icing or anti-icing aircraft, but with two secondary functions of providing an aircraft washing facility and a high access maintenance facility. The maintenance facility shall provide access to the centre engine of tri-jet aircraft, and for aircraft windscreen cleaning. The design shall be suitable for day and night operations.

The vehicle shall be capable of positioning ground crews personnel in a safe and stable manner so that ADF (anti-icing/de-icing fluid) can be applied to all areas of an aircraft while the vehicle is traversing the aircraft perimeter. For this purpose, the vehicle shall have a minimum turning circle. The range of aircraft to be treated is from the BAC 1-11/Fokker F.28 size to the B747.

The vehicle shall be of a size to suit the total fluid capacity chosen by the purchaser from the following alternatives:

'A' size - 2000 to 4000 litres (440 to 880 Imp. gallons)

'B' size - 7000 litres (1540 Imp. gallons)

The 'B' size is primarily for use on wide body aircraft and the 'A' size for all smaller sizes of aircraft.

The fluid dispensing system will consist of pumps, heaters and separate storage tanks for water and ADF, so that fluids can be dispensed as follows:

1. Hot water for snow or ice clearance
2. Variable mix from 10 to 75 % ADF for conventional de-icing
3. ADF at ambient temperature for anti-icing

The specification covers following requirements:

Equipment description, interface requirements, performance, operating feature, technical requirements, options, environmental and quality assurance provisions, design qualification test, maintenance manuals and product support.

3.4. Request of detailed info about the de-/anti-icing fluids/procedures applied in East Europe and the USA

A questionnaire was issued to certain stations to get information about procedures and fluids applied by local handling agents. Due to the limited feed back a detailed report was not considered to be published.

- the task force suggests that the anti-icing quality of procedures and fluids applied in the USA and East European countries in any case will meet the Type I anti-icing quality.
- we consider it important that our experience and our view on de-/anti-icing is presented and as far as possible introduced to bring about a review of present procedures and fluids.

AEA-Association of European Airlines

De-/Antiicing Procedures

for Aircraft on Ground

1. Scope

These procedures establish the minimum requirements for deicing and specially for antiicing of aircraft. This is to provide ground crews and flight crews of airlines with a common antiicing code, i.e. a code for the quality of protection against the forming or accumulation of rime, ice or snow on the surface of the aircraft.

2. Antiicing Code

The antiicing code describes the quality of treatment the aircraft has received.

CODE: 1. "Antiicing Type I"

This code leads to holdovertimes shown in the Type I Fluids Chart.

2. "Antiicing Type II/100" for 100 % Type II Fluid

"Antiicing Type II/75" for 75/25 Type II Fluid Mixture

"Antiicing Type II/50" for 50/50 Type II Fluid Mixture

The concentration of any mixture is measured by volume. The content of antiicing fluid is always called out in first place, i.e. 75/25 is a mixture of 75 % antiicing fluid and 25 % water.

This leads to holdovertimes shown in the Type II Fluids Chart.

Note: The next lower antiicing code is to be used when actual mixtures differ from these specified.

3. Fluids per AEA Material Spec. De-/Anti-icing Fluids, Aircraft

Type I: Antiicing Fluid (unthickened Type Fluid)

Type I Fluids mainly provide protection against refreezing when no precipitation conditions occur (see guideline to holdovertimes).

Type II: Antiicing Fluids (thickened Type Fluids)

Type II Fluids provide protection against refreezing also under precipitation (see guideline to holdovertimes).

NOTE: The airline or handling agent must be aware of different requirements for the handling of Type I and Type II Fluids.

4. Deicing

Deicing is a procedure by which rime ice or snow is being removed from the aircraft. The deicing agent is applied preferably in a hot state, to assure max. efficiency.

A. ONE STEP DEICING:

ONE STEP DEICING is done with a mixture of antiicing fluid/water in regard to ambient temperature, this includes the ANTIICING in regard to weather condition (HOLDOVERTIME).

B. TWO STEP DEICING:

The 1st step/deicing is done with hotwater or a hot mixture of antiicing fluid/water in regard to ambient temperature followed by the 2nd step/antiicing, an over-spray with a mixture of antiicing fluid/water or 100 % antiicing fluid in regard to ambient temperature and weather condition (HOLDOVERTIME). The 2nd step must be performed within 3 minutes of the beginning of step 1.

5. Antiicing

The antiicing is a precautionary measure which prevents rime, ice or snow to form or accumulate on the protected surfaces of the A/C.

6. Holdovertime

Holdovertime is the estimated time antiicing fluid will prevent rime, ice or snow to form or accumulate on the protected surfaces of an A/C, under average weather conditions mentioned in the guideline to holdovertimes.

7. Responsibility

- A. The person releasing the A/C is responsible for the correct and complete antiicing of the aircraft. This has to be reported to the captain by naming the AEA-Antiicing Code.
- B. The captain has the last decision at the time of acceptance prior to departure.
- C. The captain is responsible for the antiicing condition of the A/C during ground manouvering prior to take-off (see guideline to holdovertimes).

8. Limitations

A. Temperature Limits

Type I Fluids

The freezing point of the Type I Fluid mixture used for the one step deicing and antiicing must be at least 10 °C below the ambient temperature.

When performing two step deicing, the freezing point of the fluid used for the 1st step must not be more than 7 °C above ambient temperature.

Type II Fluids

Type II Fluids used in 100 % concentration as anti-icing agent have a low temperature application limit of - 25 °C. Other limits are shown on the Type II Fluids chart.

B. Airplane Related Limits

The use of Type II Fluids in 100 % concentration or 75/25 mixture is limited to aircraft with a rotation speed (V_R) higher than 85 kts. This is to assure the sufficient flow-off of the fluid during take off - run.

9. Precautions

1. All reasonable precautions must be taken to minimize fluid entry into engines and other intakes.
2. De-/Antiicing fluids must not be directed into the orifices of pitot heads, static vents or directly onto airstream direction detector probes/ angle of attack airflow sensors.
3. Engines and APU may be running during de-/antiicing but aircondition and/or APU 'air' selected off.
4. Both wings and both stabilizers must be treated and not one side only.
5. Any traces of compound on cockpit windows must be removed prior to departure, particular attention being paid to windows fitted with wipers. In addition any forward area from which compound may blow back onto windscreens during taxi and take-off must be clean prior to departure.

10. Final checks after A/C deicing

A. Check of complete deicing

Wing-, empennage-, rudder-, and flap areas have to be free of snow and ice as well as water accumulation in accordance with A/C-manufacturers recommendations. During snowfall, freezing rain and drifting snow, the possibility exists that snow and melting ice could penetrate into slots, balance bays, drainage openings, hinges and operating linkage and then refreeze. Therefore above mentioned areas have to be checked with special attention when A/C have been parked outside for a long period under mentioned conditions.

AEA - Association of European Airlines

MATERIAL SPECIFICATION

De-Icing/Anti-Icing Fluid, Aircraft

1. Scope

- A. This specification establishes the requirements of fluids for the removal and prevention of frozen deposits of frost and ice on exterior surfaces of parked aircraft.
- B. One supplier's fluid must be compatible with all other fluids meeting this specification in all proportions of mixing.

2. Classification

- Type I : De-icing fluid (unthickened type fluid)
- Type II : De-icing/Anti-icing fluid (thickened type fluid).

3. References

- AMS 1427 latest edition
- AMS 1426 latest edition
- MIL-A-8243 latest edition
- MIL-C-25769 latest edition
- ASTM D93
- ASTM D97
- ASTM D445
- ASTM D891
- ASTM D1121
- ASTM D2196

4. Material Requirements

4.1 General

The composition of the fluid shall be a glycol base and shall otherwise be optional with the manufacturer. The fluid shall contain additives producing a product meeting the requirements of this specification and shall include an inhibitor in order to minimize the potential fire hazard resulting from interaction between aqueous glycol solutions and noble metal electrodes impressed with a direct current potential.

Type I : shall contain minimum 80 percent by weight of glycols.

Type II: shall contain minimum 50 percent by weight of glycols.

4.2. Physical Properties

4.2.1. Flash point

Shall not be lower than 100 °C in accordance with AMS 1427, para 3.2.1.1. In case of dispute, the flash point determined in accordance with ASTM D93 shall apply.

4.2.2. Specific gravity

Shall be in accordance with AMS 1427, para 3.2.1.2. The specific gravity may be determined in accordance with ASTM D891 and ASTM D1122.

4.2.3. Storage stability

4.2.3.1. The fluid as delivered shall offer enough stability to guarantee a two years storage in a normal environment. The compliance with this requirement may be demonstrated by testing the fluid in accordance with AMS 1427, para 3.2.1.3.

4.2.3.2. The fluid diluted 1 : 1 (by volume) with standard hard water when submitted to the following stability test will not show any insoluble deposit or increase in turbidity greater than the freshly made control sample diluted 1 : 1 (by volume) with distilled water and the pH will be within ± 0.5 of the initial value.

A. Stability test of diluted solution

350 ml of the diluted fluid will be heated at 95 ± 1 °C in a 500 ml glass flask fitted with a water condenser to eliminate condensable vapour-loss, for 30 days.

At the end of this period a visual inspection and pH measurement is performed and the results compared with those of the fresh sample.

B. Composition of the standard hard water

Dissolve in 1 l of distilled water
Calcium acetate, 2H₂O: 400 + 5 mg
Magnesium sulfate , 7H₂O: 280 \pm 5 mg
(Ref. MIL-C-25769)

4.2.4. pH

Shall be in accordance with AMS 1427, para 3.2.2.1.

4.2.5. Pourpoint

Shall not be higher than the following values when determined in accordance with ASTM D97:

- Type I : diluted 1 : 1 (by weight) with distilled water: - 20 °C
- Type II : as received: - 32 °C
diluted 1 : 1 (by weight) with distilled water: - 10 °C

4.2.6. Material compatibility

- 4.2.6.1. Corrosion of metals - AMS 1427, para 3.2.2.4.
- 4.2.6.2. Hydrogen embrittlement - AMS 1427, para 3.2.2.5.
- 4.2.6.3. Effect on transparent plastic - AMS 1427, para 3.2.2.6.
- 4.2.6.4. Effect on painted surfaces: the fluid will not affect the commonly used aircraft paint systems including Epoxy Polyurethane and Vinyl paint systems when tested per AMS 1427, para 3.2.2.7.
- 4.2.6.5. Effect on unpainted surfaces - AMS 1427, para 3.2.2.8.

4.2.7. Rheological Properties

4.2.7.1. Type I : In order to ensure the low temperature pumpability, the kinematic viscosity at -20 °C shall be maximum 2000 mm²/sec. (centi-Stokes) when determined in accordance with ASTM D445.

4.2.7.2. Type II:

4.2.7.2.1. The fluid shall exhibit a non-Newtonian flow behaviour over the temperature range -20 °C to 20 °C so that the fluid can be classified as a pseudo-plastic fluid over this temperature range determined in accordance with ASTM D2196.

Viscosity limits: values expressed in mPa.s (centi-Poise)

(1) When measured with Brookfield Viscometer Type LVT

Temperature °C	Spindle N°	Rotation speed, RPM		
		0,3	6	30
-20	2,3 or 4	max 50.000 min 30.000	max 10.000	max 5.000
-10	2 or 3	max 25.000 min 20.000	max 4.500	max 3.000
0	2	max 20.000 min 15.000	max 3.500	max 2.000
20	2	max 14.000 min 10.000	max 2.000	max 1.000

(2) When measured with Brookfield Viscometer Type RVT
(see footnote 1)

Temperature °C	Spindle N°	Rotation speed, RPM		
		0,5	10	50
-20	5	max 32.000 min 15.000	max 5.500	max 2.000
-10	4	max 18.000 min 13.000	max 3.500	max 1.500
0	4	max 16.000 min 11.000	max 2.500	max 900
20	3	max 10.000 min 6.000	max 1.400	max 600

4.2.7.2.2. Shear Stability

The above specified rheological properties shall not be altered by more than 20 % when the product is pumped and sprayed with a conventional industrial spray equipment normally used for de-icing/anti-icing of aircraft.

Laboratory equipments may be used to demonstrate this property provided the correlation with the actual equipment has been established.

Footnote 1: There is no correlation between Brookfield LVT and RVT values. Therefore after an initial period of one year, starting October 1982, only Brookfield LVT values will be considered for this specification.

Following equipment is considered suitable for simulating the shear effect of the actual industrial spray equipment:

Brookfield counter-rotating mixer operated in following conditions:

Rotation speed:	3 500 RPM
(calibrated when rotating in water)	
mixing time:	5 minutes
material of testvessel:	glass
distance from blade to bottom of test vessel:	25 mm
diameter of test vessel:	8.5 + 0.5 cm
fluid volume:	500 ml
initial temperature of test fluid:	20 °C

The fluid shall be deaerated during at least 24 hours after shearing, before measuring the rheological properties.

4.2.7.3. Dry-out Stability

The product as delivered after exposure to a dry environment during a period of time resulting in a weight reduction of 20 ± 0 % shall still meet the maximum viscosity limits as specified in para 4.2.7.2.1.

4.2.8. Thermal Stability

The product as delivered when applied in thin layer of 250 ± 25 μ m on a flat aluminium or aluminium alloy test plate and exposed to a temperature of 125 °C during 30 minutes, shall not decompose nor form a film which is insoluble in water.

4.2.9. Slipperiness

The products as delivered will comply with the requirements of AMS 1426 para 3.2.11.2.

4.3. Toxicity

The toxicity of the products as delivered will meet the local toxicity regulations or the following requirements:

- the LD₅₀ orally in rats shall not be lower than 20 g/kg.
- Aerosol or Vapour inhalation toxicity of the fluid shall be compatible with a TLV-TWA value (Threshold Limit Value-Time Weighted Average) of minimum 300 ppm.

1.4. Biodegradability

Shall be in accordance with AMS 1426 para 3.2.12. unless other local regulations prevail.

4.5. Anti-Icing performance

4.5.1. Type I fluids shall mainly provide protection against refreezing when no precipitation conditions occur.

4.5.2. Type II fluids shall protect against ice formation for minimum 8 hours when exposed to the "High Humidity Holdover Test" and for minimum 30 minutes when exposed to the "Freezing Rain Endurance Test".

4.5.2.1. High Humidity Holdover Test

This is designed to simulate the exposure of an aircraft parked in the open air overnight. The experimental cooling profiles of air and test panel are "smoothed" curves of data obtained over an extended period. The exposure conditions are rigidly controlled to ensure reproducibility which is also measured by weighing the ice deposited on a blank control panel.

- | | |
|-------------------------|---|
| Test room volume: | - minimum 1 m ³ for each 10 dm ² test panel surface. |
| Air exchange rate: | - 10 to 12 exchanges per minute |
| Air temperature: | + 5 °C reducing at even rate to -5 °C over four hours and maintained at -5 °C to the end of test. |
| Air relative humidity: | - 100 % RH (saturated without visible droplets) |
| Test panel material: | - Aluminium alloy 2024 polished. |
| Test panel dimension: | - 10 by 30 cm |
| Test panel slope: | - 10 ° |
| Test panel temperature: | + 5 °C reducing at even rate to -10 °C over four hours and maintained at -10 °C to end of test. |

Procedure

The fluids as delivered are applied at 5 °C to the test panels evenly ensuring that the complete surface is wetted. Excess fluid runs off to a collecting tray. The appearance of the residual fluid film is observed throughout the duration of the test.

Results

After a test period of 8 hours the test panel shall not show any freezing beyond 2,5 cm at the upper end of the test panel.

4.5.2.2. Freezing Rain Endurance Test

This is designed to simulate the exposure of an aircraft to rain when the air temperature and the aircraft skin temperature are below 0 °C.

The rain is simulated by supplying water at constant pressure through nozzles producing a rain mist of variable droplet size and intensity.

Air temperature: maintained at -5 °C

Panel temperature: maintained at -5 °C

Test panel slope: 10 °

Rain droplet size: average droplet size 20 µm and 50 % of droplets diameter will be in the range of 15 to 35 µm.

Rain intensity: 5 g/dm² per hour.

Procedure

Apply fluids at -5 °C evenly to test panels and allow to stabilize for five minutes.

Apply rain droplets with an evenly controlled flow pattern and observe effect on fluid surfaces.

After a defined period the ice adhesion, if any, on the fluid surfaces is examined.

The rain intensity during the test period is measured by weighing the ice formed on a blank control panel.

Results

After a test duration of 30 minutes the test panel shall not show any freezing beyond 2,5 cm at the upper end of the test panel.

5. Qualification

The supplier shall demonstrate the compliance of its product with the above specification.

A written report shall be made available to the purchaser for this purpose.

At each delivery the supplier will submit a certificate of conformity guaranteeing the shipment involved meets this specification.

The same is applicable for landing gear areas, including landing gear, latching mechanism, operating mechanism and electrical switching elements, also for inlet scoop and ram tubes.

Fuselage areas in front of of the cockpit windows and in front of of the center tail engine have to be free of snow and ice. This is also valid for all air-in- and outlet openings of the APU and air-conditioning as well as their adjacent areas.

B. Functional test of flight controls

In a case where an A/C has had an extreme ice or snow cover, a flight control check should be considered according to the type of A/C.

C. Check of engine inlets and probes

Engines that have been subjected to strong snowfall and/or freezing rain during freezing temperatures and strong winds, have to be checked for possible accumulation of snow and/or ice in the inlet area prior to start-up.

Under freezing fog conditions a check of the rearside of the fan blades for ice build-up is recommended.

FLUID I DEICING PROCEDURES GUIDELINE TO HOLDOVERTIMES

AMBIENT TEMPERATURE °C	DEICING PROCEDURES		WEATHER CONDITIONS				HOLDOVERTIMES IN HOURS
	ONE STEP DEICING	TWO STEP DEICING	FROST OR PRIME	FREEZING FOG	STEADY SNOW	FREEZING RAIN	
+0		0 / 100	*	*	*	*	3/4 1/2 5 MINS 5 MINS
-7	THE FREEZING POINT OF MIXTURE	+ ANTIICING	*	*	*	*	3/4 5 MINS 5 MINS 3 MINS
-10	MUST BE AT LEAST 10 °C BELOW AMBIENT TEMPERATURE	FREEZING POINT OF MIXTURE MAX 7 °C	*	*	*	*	1/2 5 MINS 5 MINS
-14	INCLUDES ANTIICING	ABOVE AMBIENT TEMPERATURE			*		
-20		+ ANTIICING					

CAUTION:

THE TIME OF PROTECTION WILL BE SHORTENED IN HEAVY WEATHER CONDITIONS, HIGH WIND VELOCITY AND JET BLAST MAY CAUSE A DEGRADATION OF THE PROTECTIVE FILM. IF THESE CONDITIONS ACCUMULATE, THE TIME OF PROTECTION CAN BE SHORTENED CONSIDERABLY.

TYPE II

GUIDELINE TO HODOVERTIMES

DE- / ANTIICING PROCEDURES

AMBIENT TEMPERATURE °C	CONCENTRATION ANTIICING FLUID / WATER		ANTIICING CONDITIONS
	ONE STEP DEICING	TWO STEP DEICING	
±0	50 / 50 INCLUDES ANTIICING IN REGARD TO WEATHER CONDITIONS	0 / 100 + ANTIICING	50 / 50 OR 75 / 25 OR 100 / 0 IN REGARD TO WEATHER CONDITIONS
-7	75 / 25 INCLUDES ANTIICING IN REGARD TO WEATHER CONDITIONS	50 / 50 + ANTIICING	75 / 25 OR 100 / 0 IN REGARD TO WEATHER CONDITIONS
-14			
-17			
-20		75 / 25 + ANTIICING	100 / 0
-25			

°C	WEATHER CONDITIONS					HODOVERTIMES IN HOURS	
	FROST OR RIME	FREEZING FOG	STEADY SNOW	FREEZING RAIN	RAIN ON COLD SOAKED WING	TYPE II FLUIDS	
+0 AND ABOVE	*	*	*	*	12 3 1 1/2	75 / 25 6 2 3/4 15 MINS	50 / 5 4 1 1/2 1/2 5 ME
-0 TO -7	*	*	*	*	8 1 1/2 1 3/4	5 1 3/4 15 MINS	3 3/4 1/2 5 ME
-8 TO -14	*	*	*	*	8 1 1/2 1 3/4	5 1 3/4 15 MINS	5 ME
-15 TO -25	*	*	*	*	8 1 1/2 1 3/4	5 1 3/4 15 MINS	5 ME

CAUTION:

THE TIME OF PROTECTION WILL BE SHORTENED IN HEAVY WEATHER CONDITIONS. JET BLAST MAY CAUSE A DEGRADATION OF THE PROTECTIVE FILM. IF THESE CONDITIONS OCCUR THE TIME OF PROTECTION CAN BE SHORTENED CONSIDERABLY.

BILAG 8

Organismer funnet i bunnmateriale fra raviner ved Gardermoen lufthavn.

BILAG 9

Kostnadsgrunnlag for EDB- beregninger.

BILAG 9**2. KOSTNADSGRUNNLAG FOR EDB-BEREGNINGER.****2.1 BEGREPSDEFINISJONER**

- 2.1.1 Oppsamlingssystem
- 2.1.2 Lager internt
- 2.1.3 Transport oppsamlet
- 2.1.4 Behandling
- 2.1.5 Transport av behandlet
- 2.1.6 Lagerterminal

2.2 KOSTNADER FOR OPPSAMLINGSSYSTEM

- 2.2.1 Sugebil
- 2.2.2 Plattform med membran og oppsamlingssystem
- 2.2.3 Snødeponi

2.3 KOSTNADER FOR LAGER INTERNT**2.4 KOSTNADER FOR TRANSPORT OPPSAMLET****2.5 KOSTNADER FOR BEHANDLING**

- 2.5.1 Stasjonært gjenvinningsanlegg
- 2.5.2 Mobilt gjenvinningsanlegg

2.6 KOSTNADER FOR TRANSPORT AV BEHANDLET

2. KOSTNADSGRUNNLAG FOR EDB-BEREGNINGER

2.1 BEGREPSDEFINISJONER

For videre bearbeidelse og som dokumentasjon på gjennomførte beregninger har vi funnet det nødvendig å definere og sette grenser mellom de ulike anleggs-komponentene, og for hvilke kostnadsbærende elementer som ligger inne i det eksisterende grunnlagmaterialet i databasen. Kostnadstallene bygger i stor grad på innhentede priser og erfaringer fra anleggene som er bygd ved Gardermoen og Fornebu.

2.1.1 Oppsamlingssystem

Som oppsamlingssystem defineres et hvert system for oppsamling av brukt glykol. Det omfatter det tekniske systemet fra væsken ligger på terrenget fram til innløp i en eller annen form for lager evt. pumpesump.

Systemet omfatter ulike elementer som:

- Sugebil og tømmeanordning for oppsugd væske.
- Plattform med nødvendig rør og renner fram til innløp i lagertank eller pumpesump for overpumping til lager.
- Snødeponi med avløpsarrangement evt. oppvarming, fram til innløp i lagertank eller pumpesump for overpumping til lager.

Følgende alternativ er lagt inn i modellen:

Alt. 0
Ingen oppsamling.

Avisingen foregår på oppstillingsplass. Avrenning skjer til overvannssystem, terreng og resipient. Snøblandet avisingsvæske brøytes og legges sammen med annen snø i deponi. Snøsmelting skaper infiltrasjon til grunnen og overflateavrenning til resipient.

Alt. 1
Oppsamling med sugebil.

Avising foregår på oppstillingsplass eller på separat område for avising. Spesialbil for oppsuging av væske med innlagt varmeelement i tank benyttes for oppsuging av forbrukt avisingsvæske på hver enkelt oppstillingsplass eller på et sentralt område. Det er installert tømmearrangement for oppsugd snø/vann/glykol blanding.

Alt. 2

Oppsamling på separat plattform.

Avisingen foregår på separat opparbeidet areal utformet for å hindre infiltrasjon av væske til grunnen. Plattformen bygges med underliggende tettemembran eller annen tett overflate, med nødvendig avvanningssystem i form av sluk, renner eller drenerør. Det er regnet med en plattform av standard størrelse 40 x 50m med plass for et fly av cat. C, (DC-9, B-737), og med nødvendig inn- og uttaksingsarealer.

Alt. 3

Snødeponi.

All snøblandet glykol som brøytes, fraktes til separat snødeponi med kontrollert avrenning til oppsamling eller resipient. Deponiområdet opparbeides med membran eller tett overflate for å hindre infiltrasjon til grunnen under avsmelting. Areal og behov vil variere for de ulike lufthavnene alt ut fra temperaturforhold og snømengder. I modellen er det forutsatt et fast areal for snødeponi uavhengig av beliggenhet. Arealbehovet er satt til 400M² ved bruk av varmekabler, og 1.000M² uten oppvarming.

For lufthavnene Sola, Kjevik, Flesland, Haugesund og Molde er det antatt et redusert behov for snødeponi ut fra meteorologiske forhold med lite snø som ligger få dager. Antatt areal er 500M² uten varmekabler.

Størrelsene på snødeponiene må seinere vurderes separat for hver enkelt lufthavn, basert på meteorologiske data.

Alternativ 3, snødeponi, kan være eneste behandling på steder hvor oppsamling ikke er nødvendig. Snødeponi vil her være en løsning for å beskytte grunnen mot infiltrasjon av avisingsvæske. I de fleste alternativ vil snødeponi være et supplement til annet oppsamlingssystem.

2.1.2 Lager internt

Består av det interne lager på hver lufthavn for lagring av oppsamlet og gjenvunnet væske fra lufthavnen. Det inkluderer nødvendig utstyr for lasting og lossing til transportenhet, og avsluttes ved ende av utløpsrør fra tank. Eventuell volumreduksjon av oppsamlet væske ved benyttelse av spillvarme/varmepumpe vil komme inn under lager internt, men for denne fasen av prosjektet er det ikke sett på kostnader forbundet med dette.

Ved lufthavner som i modellen blir simulert med stasjonært gjenvinningsanlegg, er lager internt for oppsamlet væske inkludert gjenvinningsanlegget.

I modellen er det lagt til grunn et internt lager basert på:

- Nedgravde lagertanker inklusive pumpearrangement for overpumping til transport. Pumpestasjon med tilhørende rørarrangement er inkludert. Volumet av det interne lageret vil variere med forbruket ved den enkelte lufthavn, og er i modellen gitt som 1/3 av årsforbruket multiplisert med uttynningsfaktoren på forbrukt væske ved den gjeldende lufthavn.

Alternative lagermuligheter som kan være tenkelige, men som ikke er simulert i modellen er:

- Containertanker/stasjonære tanker stående på terreng, inklusive evt. rør og pumpearrangement, og oppvarming for å hindre frost i tankene.

2.1.3 Transport oppsamlet

Omfatter transport av oppsamlet væske fra utløp av internt lager til innløp på gjenvinningsanlegg evt. lager terminal. Det inkluderer ventetid for transportenheten ved lasting og lossing.

Vil kunne omfatte følgende elementer:

- Transport med bil, (containertanker eller fast tank). Bygger på data fra eksisterende distribusjonssystem for avisingsvæske, der all levering skjer med tankcontainere.
- Transport med båt, (containere, lekter, tankbåt). Data er innhentet fra reder som driver container og tankbåtvirksomhet langs norske kysten.

- Transport med tog, (containere eller tankvogner). Eksisterende distribusjon av avisingsvæske skjer med bil og tog. Transportprisene for tog bygger på dagens priser for distribusjon med container-tanker.

2.1.4 Behandling

Omfatter behandling i stasjonært eller mobilt behandlingsanlegg fram til at behandlet væske forlater anlegget ved utløp til resipient eller fra internt ferdigvare lager.

I modellen er følgende elementer inkludert i alternativitetsvurderingene:

Alt. 0
Ingen behandling.

Stedlige forhold, forbruk og økonomi tilsier at avisingen kan skje etter de rutiner som forefinnes i dag.

Alt. 1
Stasjonært gjenvinningsanlegg.

Anlegget har fullrensing, avdamping og tilsetning av nødvendige kjemikalier. Gjenvunnet væske tilfredsstiller de kvalitetskrav som er satt av AEA. Det er tatt utgangspunkt i Fornebuanlegget.

Alt. 2
Mobilt gjenvinningsanlegg.

Mobilt gjenvinningsanlegg, basert på inndamping og rensing tilsvarende Fornebuanlegget. Anlegget er installert i en stor container, og bygger på de samme prinsipper som Fornebuanlegget.

For begge alternativ er nødvendig bygningsmasse, opparbeidelse av utomhusarealer, samt fremføring av vann, avløp, el. og tele inkludert. Ved lufthavn med stasjonært anlegg er internt lager for oppsamlet væske inkludert i anlegget. Produktet som leveres fra gjenvinningsanleggene er avisingsvæske (type I) i konsentrasjon 40% glykol og 60% vann. Driftstiden pr. år for et anlegg er satt til 2000 timer.

I denne fasen av prosjektet er det ikke sett på alternativ behandling i renseanlegg eller destruksjon. En slik løsning ble drøftet under prosessen som har funnet

sted vedrørende Fornebu og Gardermoen, og ble på det tidspunkt funnet økonomisk uaktuelt. Ut fra dette, pluss at vi ønsker å se på den forbrukte glykolen som en ressurs som bør forsøkes resirkulert er nåværende modellkjøring kun basert på gjenvinning av glykol. Alternativt er det ut fra forbruk, økonomi og eksisterende resipientforhold funnet at en behandling ikke er påkrevd.

2.1.5 Transport av behandlet

Elementet omfatter:

- Transport fra utløp av gjenvinningsanleggets interne lagertank for glykol fram til innløp på lufthavnens tank for gjenvunnet væske evt. lagerterminal.
- Transport av gjenvunnet væske fra lagerterminal fram til lufthavnens interne tank for gjenvunnet væske.
- Inkluderer ventetid for transportenheten ved lasting og lossing.

Alternative transportmuligheter:

- Transport med bil, (containere eller fast tank). Bygger på data fra eksisterende distribusjonssystem for avisingsvæske, der all levering skjer med tankcontainere.
- Transport med båt, (containere, lekter, tankbåt). Data er innhentet fra reder som driver container og tankbåt virksomhet langs norske kysten.
- Transport med tog, (containere eller tankvogner). Eksisterende distribusjon av avisingsvæske skjer med bil og tog. Transportprisene bygger på dagens priser for distribusjon med cotainertanker.

2.1.6 Lagerterminal

Er i denne fasen ikke beregnet.

Et terminallager er et lager for oppsamlet/gjenvunnet væske fra en eller flere lufthavner. Det benyttes som mellomlagring av væske før videretransport til gjenvinning, evt. internt lager for gjenvunnet væske.

Installasjoner av utstyr for volumreduksjon av oppsamlet væske ved benyttelse av spillvarme eller varmepumpe kan være interessant. Lagerterminalen omfatter følgende elementer:

- Leie av større tank/tanklager. Dette sees som en løsning da det rundt i landet finnes flere tanklagere som ikke er i bruk. Eventuell oppvarming for å hindre frost i tankene er inkludert.
- Nødvendig arrangement/pumper for lasting og lossing av tanklageret.
- Rengjøring av tankene.

Alternativ løsning som ikke er nærmere vurdert er bruk av containerterminal. Det vil si foreta leie evt. kjøp av et større antall containere benyttet for mellomlagring av væske. En slik løsning vil kreve ganske store rørarrangement og et stort behov for oppvarming for å hindre frost.

2.2 KOSTNADER FOR OPPSAMLINGSSYSTEM

2.2.1 Sugebil

Investering: 2 mill. kr.

Levetid: 7 år

Drift/vedlikehold:

Bemanning: 4 mnd. pr. år
 1 mann 2skift à 8 timer
 årskostnad 1 mann = kr. 300.000,-
 Kostnad pr. år = kr. 200.000,-

Bil: Drift og vedlikehold settes til 10% av investeringskostnaden.
 Kostnad pr. år = kr. 200.000,-

Samlet drift/vedlikeholdskostnad pr. år:
 kr. 400.000,-
 =====

Kombinert med sugebil er det forutsatt en enkel oppsamlingsplattform (evt. ny tett asfalt på oppstillingsplassene) + tømmeanordning mellom sugebil og tank.

Investering: 870.000 kr.
 Levetid: 10 år.

2.2.2 Plattform med membran og oppsamlingssystem.

Består av plattform for cat. C fly, størrelse 50 x 40m samt inn og uttaksingsarealer og nødvendige omlegginger.

Investering: 2,9 mill.

Levetid: 10 år

Drift/vedlikehold:

Krever ekstra ressurser for å tilfredsstille nødvendig brøyting under snøfall.

Antatt behov: 1 mann m/maskin 1 time pr. dag i 4 mnd.
120 timer à 500,- = kr. 60.000,-

Spyling og renhold av ledningssystem pr. år kr 10.000,-

Generelt vedlikehold av anlegget: 1% av investeringen
kr. 45.000,-

Samlet årskostnad drift/vedlikehold: kr. 105.000,-
=====

2.2.3 Snødeponi

Deponiene utformes med tettemembran og avløpssystem. I modellen er de gitt som faste arealer.

Investering:

Deponi på flyplasser med liggende snø i vinterhalvåret:
(Fornebu, Gardermoen, Værnes, Tromsø, Evenes, Alta)

Deponi m/varmekabel:
400M2 à 1.750,- = kr. 580.000,-

Deponi u/varmekabel:
1000M2 à 1.450,- = kr. 1.750.000,-

Deponi på flyplasser med milde vintere: (Sola, Kjevik, Flesland, Haugesund, Molde)

Deponi u/varmekabler:
500M2 à 1450,- = kr. 725.000,-

Levetid: 10 år

Drift/vedlikehold:

Utgifter til oppvarming av deponiet. Varmebehovet er antatt til 200 W/M2. Det er antatt et behov for oppvarming av deponiet på 45 døgn i løpet av en avisings-sesong.

El.-utgifter: 0,2 kW/M2 i 45 dager i 24 timer
 à kr. 0,50 = kr.108 pr. M2 pr. år.
 Samlet el.-utgift: 43.200,-

Generelt vedlikehold: 1% av investeringen.

Samlet drift/vedlikehold:

Deponi m/oppvarming: kr. 49.000,-
 Deponi u/oppvarming:
 1000M2: kr. 17.000,-
 500M2: kr. 7.000,-

2.3 KOSTNADER FOR LAGER INTERNT.

Ved kostnadsberegningen er det tatt utgangspunkt i tanklagerte som er bygget ved Oslo lufthavn Gardermoen. Inkludert i kostnaden er graving, fundament, omfylling, gjenfylling, tanker, innløpsrør, overløpsrør, lufterør, utløpsrør, ventiler, pumper, forankringsplate, inspeksjonskjegler.

Kostnadene er gitt pr. M3 avhengig av størrelsen på tanklageret.

Investering:

Lagervolum:	0 - 50 M3	kr. 8.000,- pr.M3
	50 - 100 M3	kr. 6.000,- pr. M3
	>100 M3	kr. 5.000,- pr. M3

Levetid: 15 år

Drift/vedlikehold:

Antatt 2% av investeringskostnad pr. år.

2.4 KOSTNADER FOR TRANSPORT OPPSAMLET

2.4.1 Transport med bil

Transportprisen er hentet fra frakt av glycol for dagens situasjon. Den er satt til 1,15 kr./km/tonn i beregningene. Prisen er inkludert ordinær lasting og lossing. Denne prisen gjelder for transport i størrelsesorden 25-30 tonn/lass.

2.4.2 Transport med båt

Det er ikke mulig å utarbeide enhetspriser med båt. Prisene varierer betydelig avhengig av totalt volum og dagens fraktruter. Priser må innhentes for hvert enkelt tilfelle. Følgende priser er benyttet:

Glycolen samles opp i 20 fots containere og sendes i mindre partier:

<u>Fra/til</u>	<u>Til/fra</u>	<u>Rate pr. stk.</u>
Oslo -	Kristiansand	6.500,-
	Stavanger	6.800,-
	Karmøy	7.000,-
	Flesland (Bergen)	7.500,-
	Molde	8.500,-
	Trondheim	12.000,-
	Evenes	11.000,-
	Tromsø	11.000,-
	Alta	12.500,-

2.4.3 Transport med tog

Enhetsprisene for tog varierer noe med hvilke områder i landet som skal betjenes. En midlere verdi er benyttet beregnet fra dagens transportpriser for frakt av glycol: 0,45 kr./km/tonn.

2.5 KOSTNADER FOR BEHANDLING

2.5.1 Stasjonært gjenvinningsanlegg

Kostnadene bygger på tall i forbindelse med anbudinnhenting og bygging/(drift) av eksisterende gjenvinningsanlegg ved Fornebu.

Investeringskostnaden vil i noen grad variere med fordampningskapasiteten til anlegget. I modellen er det antatt en fast investeringskostnad uavhengig av kapasiteten.

Investering: 13,8 mill. kr.

Levetid: 10 år

Drift/vedlikeholdskostnad:

- Energikostnad: Varierer med inngående konsentrasjon på oppsamlet væske.
(Se egen kurve.)
- Bemanning: 1 mann på heltid, kr. 300.000,-
- El, kjemikalier og tiltak: kr. 120.000,- pr. år.
- Vedlikeholdskostnader: 3% av investeringskostnaden.
Kr.330.000,- pr. år

2.5.2 Mobilt gjenvinningsanlegg

Kostnader for mobilt gjenvinningsanlegg bygger på tilbud utarbeidet av Deicing System i mai 1990.

Anlegget er installert i en container og bygger på de samme prosesser som er benyttet på det eksisterende anlegget på Fornebu. Anleggskostnaden vil også for mobile anlegg variere noe avhengig av anleggets kapasitet. I modellen er det antatt en fast investeringskostnad for et mobilt gjenvinningsanlegg.

Investering: 3,4 mill. kr.

Levetid: 10 år

Drift/vedlikeholdskostnad:

- Energikostnad: Varierer med inngående konsentrasjon på oppsamlet væske.
(Se egen kurve).
- Bemanning: 1 mann på heltid, kr. 350.000,-
- El, kjemikalier og filtere: Kr. 120.000,- .
- Vedlikeholdskostnader: 3% av investeringskostnaden.
kr. 100.000,- pr. år.

2.6 KOSTNADER FOR TRANSPORT AV BEHANDLET

Se pkt. 2.4 Kostnader for transport oppsamlet.

BILAG 10

Økonomiske betragtninger for 7 alternative løsninger
ved EDB-beregninger. Notat 19.02.91.

BILAG 10

NOTAT 20.02.1991

GLYKOLGJENVINNING VED LUFTHAVNENE - ØKONOMISKE BETRAKTNINGER FOR 7 ALTERNATIVE LØSNINGER

Generelt

Systemanalyse i FASE 1 er basert på en "grov" EDB- beregningsmodell som tar utgangspunkt i dagens glykolemngder og omfatter 11 lufthavner fordelt over hele landet.

I FASE 1 vil vi presentere foreløpige økonomiske beregninger for 4 alternative løsninger for oppsamling/ gjenvinning av glykol.

Glykolemngder beregnes som et snitt av de siste 5 års forbruk. Dersom dette av en eller annen grunn gir et helt galt bilde ved et eller flere tilfeller, legges det inn sannsynlige mengder der dette synes riktig.

Kostnader for oppsamlingsplattform og internt lager beregnes med utgangspunkt i erfaringstall Gardermoen/ Fornebu. Alternativ sugebil tillegges en kostnad på 30% av kostnad for oppsamlingsplattform.

Dette skal inkludere omkostninger til forenklet plattform og tømmeekum for sugebil.

All oppsamlet glykol skal beregnes med en uttynning på (10/90)(glykol/vann).

All gjenvunnet glykol for returtransport skal beregnes med en oppkonsentrering til (40/60) (glykol/vann).

Det forutsettes at 80% av det totale glykolforbruk samles opp og gjenvinnes.

Det kan også være aktuelt å se på økonomien ved å gjenvinne glykol for returtransport til (80/20) (glykol/vann). Ved en slik ordning vil det sannsynligvis ikke være nødvendig å utvide lagerkapasiteten for gjenvunnet glykol ved den enkelte flyplass, samtidig som returtransportmengdene blir halvert.

Hvert alternativ skal inneholde kostnader for investering, årskostnader og driftskostnader.

Alt. 1: Eksisterende ordning for Fornebu/ Gardermoen utvides til også å omfatte de øvrige 9 lufthavner

Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu mottar all oppsamlet/ lagret glykol (10/90) fra: **Fornebu, Gardermoen, Torp, Kjevik, Haugesund, Sola, Flesland, Værnes, Evenes, Bardufoss, Tromsø, Alta.**

- A:** All oppsamlet glykol (10/90) lagres ved den enkelte lufthavn, og/ eller i kombinasjon med større eksternt mellomlager (leiebasis). Ved eventuelt valg av et større eksternt mellomlager må det være økonomisk motivert, som f.eks innsparing ved felles bruk for flere lufthavner.
- B:** Transport (båt, bil, tog) av oppsamlet glykol (10/90) fra den enkelte lufthavn direkte, eller via mellomlager til Fornebu for gjenvinning.
- C:** Returtransport (båt, bil, tog) av gjenvunnet glykol (40/60), alternativt (80/20) tilbake til den enkelte lufthavn eller til de 3- 4 nærmeste.

I så fall må det kontrolleres at returnerte mengder ikke er større enn den lagerkapasitet for glykol (40/60) alternativt (80/20) som finnes ved den aktuelle lufthavn.

Alt. 2A: Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu i kombinasjon med 1 stk. mobilt gjenvinningsanlegg

- 1.0 Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu mottar all oppsamlet glykol (10/90) fra: **Fornebu, Gardermoen, Torp, Kjevik, Haugesund, Sola, Flesland, og Værnes.**
- 2.0 Mobilt gjenvinningsanlegg betjener all oppsamlet glykol (10/90) fra: **Evenes, Bardufoss, Tromsø og Alta.**

For 1.0 Stasjonært gjenvinningsanlegg benyttes samme forutsetninger som for Alt. 1 pkt. A, B, og C.

For 2.0 Mobilt gjenvinningsanlegg benyttes samme forutsetning som for Alt. 1 pkt. A, og med følgende tilleggsforutsetninger:

- D:** Oppsamlet/ lagret glykol (10/90) behandles i mobilt gjenvinningsanlegg ved den enkelte lufthavn, alternativt ved et større eksternt lager (leiebasis).

E: Returtransport (båt, bil, tog) av gjenvunnet glykol (40/60) alternativt (80/20) fra større eksternt lager til den enkelte lufthavn, eller til de(n) nærmeste dersom mengdene ikke er større enn lagerkapasitet for glykol (40/60) alternativt (80/20).

Alt. 2B: Tilsvarende Alt. 2A med ny forutsetning om at all oppsamlet glykol er uttynnet til (20/80)(glykol/vann)

Alt. 3: Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu i kombinasjon med 2 stk. mobile gjenvinningsanlegg

1.0 Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu betjener all oppsamlet glykol (10/90) fra: Fornebu, Gardermoen, Torp, Kjevik.

2.0 Mobilt gjenvinningsanlegg 1 betjener all oppsamlet glykol (10/90) fra: Haugesund, Sola, Flesland og Værnes.

3.0 Mobilt gjenvinningsanlegg 2 betjener all oppsamlet glykol (90/10) fra: Evenes, Bardufoss, Tromsø og Alta.

For 1.0 Stasjonært gjenvinningsanlegg benyttes samme forutsetninger som for Alt. 1 pkt. A, B og C.

For 2.0 og 3.0 Mobilt gjenvinningsanlegg 1 og 2 benyttes samme forutsetninger som for Alt. 1 pkt. A, D og E.

Alt. 4A: Prioritering av lufthavner i forhold til NIVA's rangering av resipienter tilsvarende Alt. 2 med et begrenset antall lufthavner

1.0 Stasjonært gjenvinningsanlegg på Fornebu mottar all oppsamlet glykol (10/90) fra: Fornebu, Gardermoen, Torp, Flesland og Værnes.

2.0 Mobilt gjenvinningsanlegg betjener all oppsamlet glykol (10/90) fra: Evenes, Bardufoss og Tromsø.

Forutsetninger er tilsvarende som for Alt. 2.

Alt. 4B: Tilsvarende Alt. 4 med ny forutsetning om at all oppsamlet glykol er uttynnet til (20/80)(glykol/vann)

Alt. 5: Tilsvarende Alt. 4 med ny forutsetning om at Torp utgår

Alt. 6: Tilsvarende Alt. 5 med ny forutsetning om at all oppsamlet glykol er uttynnet til (20/80)(glykol/vann)

Taugbøl & Øverland A/S
Oslo 20.02.1991

Harald A. Damhaug

BILAG 11

Karakterisering av resipientene.

BILAG 11

KARAKTERISERING AV RESIPIENTENE

Tabell 1 viser en poengberegning av forurensningssituasjonen i resipientene basert på skjønn. Det er skilt mellom jord, primærresipient og sekundærresipient. Primærresipient kan f.eks. være en bekk som renner ut i havet (2.resip.).

I kollonne 1 er de aktuelle lufthavner oppført.

I kollonne 2 er det benyttet samme resipientinndeling som i kpt.2.1.3:

rennende vann	
bekker/ elver	kategori A
innsjøer	" A*
grunnvann	" B
kystområder	" C
jord	" D
	" E

Kollonne 3 viser følgende tekniske løsninger:

- 0 = ingen løsning
- 1 = begrenset avisingsområde med oppsamling av all væske med fremføring i rør til oppsamlings-tank eller tilfredsstillende resipient
- 2 = begrenset område for glykolholdige snødeponier og oppsamling som under 1.

Kollonne 4 angir en skjønsmessig vurdering av relativ belastning, fra ingen belastning (0) til høy belastning (4). Det er skilt mellom organisk belastning og toksisk belastning. Den siste angivelsen er høyst usikker da vi først i fase 2 kan si noe om nedbrytningen av giftstoffene.

Kollonne 5 er en tilsvarende vurdering av klima.

Kollonne 6 gir en karakterestikk over ledningssystem/opsamlingssystem med skala 0 - 4, hvorav høyt tall karakteriserer dårlig system.

Kollone 7 er en vurdering av resipientens sårbarhet overfor de aktuelle forurensninger. Lite sårbar tilsvarer lave verdier.

Kollone 8 gir en karakteristikk av resipientens brukerinteresse med skala 0 - 4. Høy verdi gir høy brukerinteresse.

Kollonne 9 gir summen av kollone 4 - 8 og dermed et tall for resipientsituasjonen.

For hver lufthavn er det gjort en beregning for den aktuelle situasjon samt en beregning etter at teknisk løsning som antydnet ovenfor er satt i verk. Disse tekniske løsninger er en forutsetning for modellberegningene. Unntak er lufthavner hvor tekniske løsninger allerede er utført.

Tabell 1. Skjønsmessig vurdering av forurensningssituasjonen i resipientene.

	Kat.	Tekn. tilt.	Belastning Org.	Belastning Tox.	Klima	Avløp/dren.	Sårbarhet	Bruk. int.	Sum
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
OSLO LUFTHAVN GARDERMOEN									
1.resip.	A	1	3	3	4	4	4	3	21
2.resip.	A*	1	0	0	4	1	0	4	9
Jord	E	0	2	2	4	1	4	3	16
OSLO LUFTHAVN FORNEBU									
1.resip.	D	1/2	4	4	4	3	4	4	23
2.resip.	D	1/2	1	1	4	1	0	4	11
Jord	E	2	0	0	4	1	0	1	6
KRISTIANSAND LUFTHAVN KJEVIK									
1.resip.	D	0	0	0	2	2	2	4	10
Jord	E	0	0	0	2	2	1	0	5
1.resip.	D	1/2	0	0	2	1	1	4	8
Jord	E	2	0	0	2	1	1	0	4

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STAVANGER LUFTHAVN SOLA									
1.resip.	A	0	1	1	1	3	4	4	14
2.resip.	D	0	0	0	1	3	0	4	8
1.resip.	A	1/2	0	0	1	0	4	4	9
2.resip.	D	1/2	0	0	1	0	0	4	5
HAUGESUND LUFTHAVN									
Jord	E	0	1	1	1	3	0	1	7
1.resip.	D	0	0	0	1	3	0	4	8
Jord	E	2	0	0	1	1	0	1	3
1.resip.	D	1/2	0	0	1	1	0	4	6
BERGEN LUFTHAVN FLESLAND									
1.resip.	B	0	4	4	1	4	4	3	20
2.resip.	D	0	0	0	1	4	0	4	9
1.resip.	B	1/2	1	1	1	3	4	3	13
2.resip.	D	1/2	0	0	1	3	0	4	8
MOLDE LUFTHAVN									
1.resip.	A*	0	1	1	2	1	2	2	9
2.resip.	D	0	0	0	2	3	0	2	7
1.resip.	A*	1/2	0	0	2	1	2	2	7

2.resip.	D	1/2	0	0	2	1	0	2	5
----------	---	-----	---	---	---	---	---	---	---

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TRONDHEIM LUFTHAVN VÆRNES

Jord	E	0	2	2	3	3	4	2	16
1.resip.	A*	0	2	2	3	3	1	4	15
2.resip.	D	0	0	0	3	3	0	4	10
Jord	E	2	0	0	3	1	4	2	10
1.resip.	A*	1/2	1	1	3	1	1	4	11
2.resip.	D	1/2	0	0	3	1	0	4	8

EVENES LUFTHAVN

Jord	E	0	4	4	4	4	4	4	24
1.resip.	B	0	4	4	4	4	4	4	24
Jord	E	2	0	0	4	1	4	4	13
1.resip.	B	1/2	0	0	4	1	4	4	13

TROMSØ LUFTHAVN

Jord	E	0	4	4	4	4	2	2	20
1.resip.	A	0	2	2	4	1	1	3	13
2.resip.	D	0	0	0	4	4	0	2	10
Jord	E	2	0	0	4	1	2	2	9
1.resip.	A	1/2	0	0	4	1	4	1	10
2.resip.	D	1/2	0	0	4	1	0	2	7

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ALTA LUFTHAVN

Jord	D	0	3	3	4	4	4	4	22
1.resip.	A*	0	1	1	4	4	1	4	15

BARDUFOSS LUFTHAVN

Jord	D	0	3	3	4	3	3	3	19
1.resip.	A*	0	3	3	4	2	2	4	18

Jord	D	2	0	0	4	1	2	4	11
1.resip.	A*	1/2	0	0	4	1	1	4	10

BILAG 12

Arbeidsprogram 15.10.1990.

BILAG 12**GLYKOLAVRENNING VED LUFTHAVNENE****VURDERING AV RESIPIENTER OG BEHOV FOR AVBØTENDE/FOREBYGGENDE TILTAK**

Skisse til felles arbeidsprogram T&Ø og NIVA

15/10-90

Av: Harald A. Damhaug og Dag Berge

1. INNLEDNING

Luftfartsverket (LV) er ansvarlige for 20 lufthavner. I tillegg har vi 40 kortbaneplasser som Forsvarets bygningstjeneste (FBT), kommunene og en del private selskaper er ansvarlige for. Foreløpig er det fylkesmennene som har ansvar for forurensningskontroll og -registrering ved lufthavnene. LV regner imidlertid med at de sentrale forurensningsmyndighetene, Statens forurensningstilsyn og Miljøverndepartementet (SFT, MD), vil se med skjerpet blikk på aktivitetene ved lufthavnene i fremtiden. Luftfartsverket ønsker å være i forkant ved å skaffe seg en oversikt over hvilke forurensninger de forårsaker, samt utvikling av et metodeverktøy for vurdering av tiltaksbehov.

Til å gjøre disse oppgavene har Luftfartsverket engasjert Taugbøl & Øverland (T&Ø) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

2. MÅL

Utvikling av en evalueringsmodell for vurdering av dagens og fremtidens forurensningssituasjon ved lufthavnene. Den skal også kunne nyttes til å vurdere nødvendigheten av forurensningsreducerende tiltak med tilstrekkelig sikkerhet for den forestående rullering av lufthavnplanene.

I det foreliggende program skal kun forurensning fra glycol (deicer) vurderes.

3. OPPGAVER

Det synes rasjonelt at arbeidet utføres i 3 faser, først en fase med registreringer og utvikling av metodeverktøy (matriser og modeller), deretter en fase med viderutvikling av metodeverktøyet samt beregninger av tiltaksbehov og løsninger (bl.a. optimalisering av pris-effekt, følsomhet, konsekvens-risikoanalyser, mm.), og til slutt etablering av de nødvendige løsninger på de ulike lufthavner.

Modellverktøyet skal være operativt til å kunne nyttes ved den forestående rullering av lufthavnsplanene i 1991.

Foreløpig omfatter programmet fase 1 og noen stikkord for fase 2.

FASE 1

Start 25. sept 90(program) - slutt januar 91(rapport).

Veiledende arbeidsdeling	Oppgaver i fase 1
4.1 NIVA, T&Ø	Registrere lufthavnene med influensområde. Landsdekkende oversiktskart, kart for hver lufthavn.
4.2 NIVA, T&Ø og LV	Befaring til utvalgte lufthavner.
4.3 T&Ø	Start på modellutvikling (for den enkelte lufthavn og i sammenheng), grovstruktur, prioritere parametre, implementering av kvantifiserbare dose-responsammenhenger, alternative løsninger, Kost-nytte sammenhenger, osv.
4.4 T&Ø, NIVA og LV	Foreløpig prioritering fase 1. Utgangspunkt i LV's oversikt og plukker ut etter skjønn, beliggenhet, forbruk. Dette er allerede delvis foretatt
4.5 NIVA	Karakterisere resipientenes sårbarhet mht. <u>økosystemforstyrrelser</u> og konflikt med <u>brukerinteresser</u> . Enkle økotoksistetstester, konstruere sårbarhetsmatriser og nomogrammer (vekttallsbasert i fase 1 - prisbasert i fase 2).
4.6 T&Ø	Registrering av siste 5 års glykolforbruk og utarbeidelse av rutiner for nyansert registrering av kommende årsforbruk ved de ulike lufthavner.
4.7 T&Ø og NIVA	Registrere eksisterende avisningspraksis, oppsamling, lokalt dreneringssystem, avrenningsretning, infiltrasjonsmuligheter, osv.
4.8 T&Ø, NIVA og LV	Prioritere lufthavnene som grunnlag for fase 2.
4.9 T&Ø	Grov rangering av alternative tiltak, oppsamling, behandling.

4. KOMMENTARER TIL DE ULIKE OPPGAVER

4.1 Registrere lufthavnene med influensområde mm.

Oversikt over lufthavnene skaffes fra LV, Landsdekkende oversiktskart, landingskart og interiørkart. Man samler også inn omkringinformasjon som opplysninger om resipientene, så som tidligere resipientundersøkelser, utslipp, strømretninger, meteorologiske forhold, bruksformer, vernebestemmelser, mm. På denne bakgrunn beregnes influensområdet til den enkelte lufthavn og tegnes inn på kartet.

4.2 Befaring til de aktuelle lufthavner

Dette må gjøres så snart som mulig. Imidlertid må det innsamles en del omkringinformasjon først.

4.3 Start på modellutvikling....

Modelleringsarbeidet starter med utvikling av logisk struktur. Den vil dels bestå av en "Micro-submodell"(den enkelte lufthavn) og en som vurderer lufthavnene i sammenheng ("Macro"). Punktvis vil arbeidet omfatte:

- Konstruksjon av modellens grovstruktur.
- Innhenting av data.
- Bearbeiding av data, utvikling av EDB-modell.
- Kalibrering mot dagens situasjon.
- Simulering av fremtidige situasjoner.

4.4 Foreløpig prioritering av lufthavner i fase 1

Prioriteringen bør gjøres slik at man kan dekke hele spekteret av klasser mht. sårbarhet (se matrise) dvs. fra de lufthavner der det er åpenbare resipientproblemer (stort glycolforbruk-liten resipient) til

de plasser der det er svært lite trolig at det eksisterer noe glycol-problem. På møte i LV den 4/10-90 ble følgende utvalg gjort:

- Værnes
- Tromsø
- Fornebu
- Gardermoen
- Kjevik
- Sola
- Flesland
- Evenes
- Molde
- Alta
- Haugesund

4.5 Karakterisere resipientenes sårbarhet - mm.

Registrering av resipientenes sårbarhet kan bare gjøres "semi-kvantitativt". Man kan allikevel komme fram til en tallverdi som kan inngå i en modell, f.eks. ved å konstruere en sårbarhetsmatrise med brukerkonflikter langs den ene aksene og økosystemforstyrrelser langs den andre. Hver av disse aksene kan tallfestes ved hjelp av faglig skjønn langs en skala 1-4, hvor 1 betyr lite følsom og 4 betyr svært følsom. Samlet resipientsårbarhet får man da ved å legge sammen de 2 tallene med hverandre og deretter dividere på 2.

		Økosystemforstyrrelser			
		1	2	3	4
Brukerinteresser	1				
	2				
	3				
	4				

Figur. 1 Eksempel på sårbarhetsmatrise.

Når det gjelder resipientens sårbarhet mht. økosystemforstyrrelser, må man se på forhold som:

- Forurensningens mulighet til å nå resipienten.
- Resipientens størrelse.
- Vannfornyelse, utskiftning.
- Økotox-tester på algerog krepsdyr.
- Nedbrytbarhetstest.
- Verneverdi, osv.

Når det gjelder sårbarhet mht. brukserinteresser, må man se på forhold som:

- Drikkevann.
- Bading.
- Fiske.
- Båtsport.
- Andre resipientinteresser.
- Opplevelsesverdi.
- Osv.

4.6 Registrere forbruk av glykol

Her finnes det oversikter fra LV, men for modelleringsarbeidet må disse gjøres mye mer nyansert enn det som finnes:

- Forbruk relateres til årstid.
- Forbruk relatert til meteorologiske betingelser.
- Opplegg for nyansert registrering ved de ulike lufthavner.
- Væsketyper/mengder.
- Blandingsforhold.
- Operasjonsområde.
- Osv.

4.7 Registrere eksisterende avisningspraksis - mm.

Dette må forberedes før befaringen slik at denne kan supplere viten som finnes i rapporter.

- Utarbeide registreringsprosedyrer
- Teknisk kontaktperson på hver lufthavn etableres
- Utarbeide sjekklister/spørreskjemaer
- Avisningspraksis

- Oppsamling
- Avrenningsretning
- Infiltrasjonsmuligheter

4.8 Prioritere lufthavnene som grunnlag for fase 2.

Vurderingssystemet må være gjort såpass operativt i løpet av fase 1 at NIVA, T&Ø og LV ved manuelle metoder kan prioritere lufthavner forutsatt at nødvendig input-data foreligger, også disse som ikke LV har driftsansvar for. Som et minimum må prioritering kunne gis mht:

- | | |
|----------------------------|---|
| 1) Ingen problemer | - Intet behov for undersøkelse eller tiltak. |
| 2) Mulige problemer | - behov for enkel overvåking |
| 3) Sannsynligvis problemer | - behov for tiltaksrettet resipient undersøkelse |
| 4) Åpenbare problemer | - Situasjonen må kartlegges og tiltak iverksettes |

4.9 Grov rangering av alternative tiltak

Dette omfatter:

- Ingen tiltak
- Oppsamling (drenerende plattform, sugebiler)
- Lagring/transport
- Behandling (Gjenvinning, rensing, destruksjon)

5. RAPPORT FASE 1.

Rapportutkast fase 1 skal foreligge 15. januar 1990. Rapporten skal inneholde:

- Status over dagens situasjon ved lufthavnene
- Alternative glycolsystemer, eksisterende og fremtidige
- Operativ beskrivelse av vurderingssystemet
- Vurderingssystemet anvendt på de 11 lufthavnene
- Den logiske oppbygningen av EDB-modellen
- Status over EDB-modellen

6. PLAN FOR FASE 2.

Plan for fase 2 vil utkrystallisere seg etterhvert som arbeidet i fase 1 skrider frem. Det må omfatte

- Hva slags prøver må tas
- Hvilke matematiske modellrelasjoner må utvikles
- Hva slags tiltak er aktuelle

Programforslag for fase 2 må foreligge samtidig som rapport fra fase 1, dvs. 15. januar 1991.

7. BUDSJETT

7.1 Fase 1

Arbeidsomfang er foreløpig bare beregnet for fase 1. For T&Ø dreier det seg om i størrelsesorden 900 timer og for NIVA ca 500 timer. I tillegg kommer reise og diett, se nedenstående tabell:

Oppgaver	NIVA	T&Ø
4.1 Reg. lufthavner med infl.omr....	40 000	24 000
4.2 Befaring ved lufthavnene.....	25 000	25 000
4.3 Modellutvikling.....	10 000	100 000
4.4 Foreløpig prioritering.....	4 000	4 000
4.5 Sårbarhetsmatriser.....	100 000	
Algetester og krepsdyrtester....	30 000	
Nedbrytbarhet.....	15 000	
Div. analyser.....	10 000	
4.6 Registrere glycolforbruk.....		59 000
4.7 Registrere avisningspraksis, drenssyst/infiltr.....	15 000	58 000
4.8 Prioritering av lufthavner.....	11 000	15 000
4.9 Alternative tiltak/rangering....	10 000	20 000
• Kvalitetssikring.....	10 000	16 000
• Administrasjon.....	25 000	50 000
• Reise og diett.....	50 000	39 000
Tilsammen.....	355 000	410 000

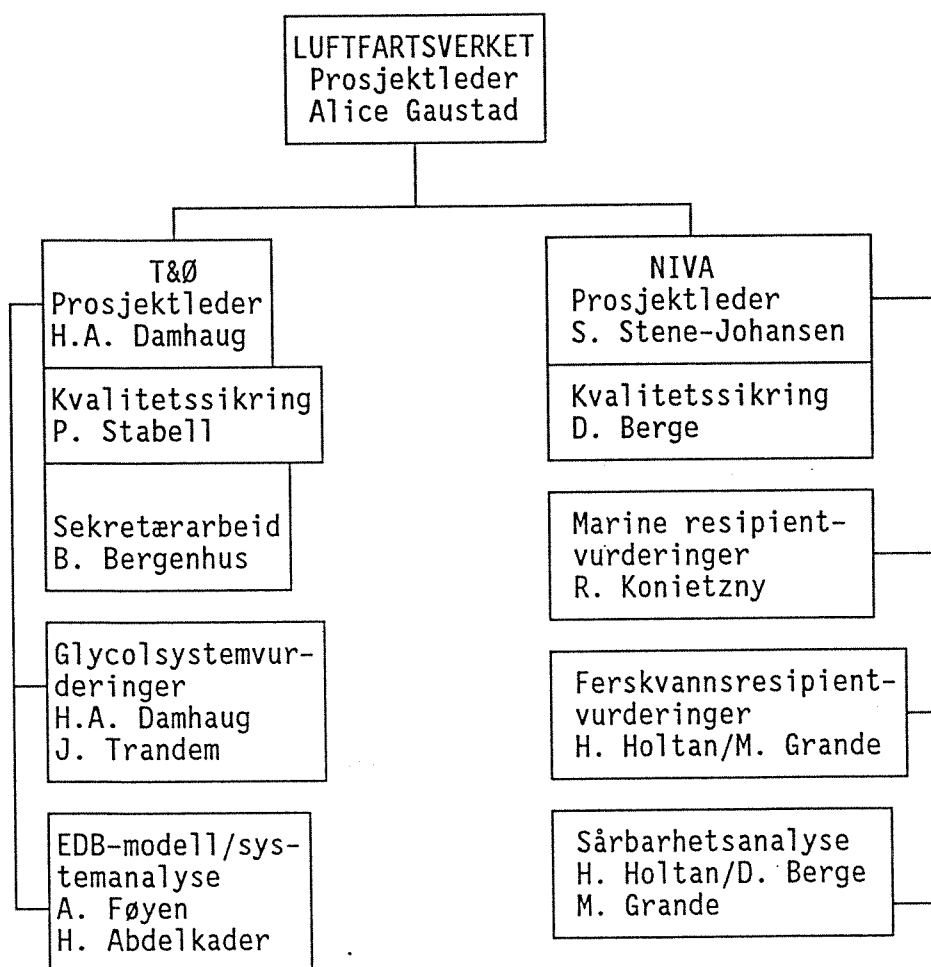
Tilsammen blir dette kr. 765 000 for fase 1.

7.2 Fase 2

På nåværende tidspunkt er dette vanskelig å vurdere, bl.a. som følge av at det er uklart hvor mange resipienter som må prøvetas, osv. I løpet av oktober bør det imidlertid kunne stipuleres et omfang.

8. PROSJEKTORGANISASJON OG FREMDRIFTSPLAN

Prosjektet vil i praksis bli et samarbeid mellom LV, T&Ø og NIVA nærmest på alle punkter. Det er derfor naturlig at Alice Gaustad fra LV er prosjektleder både for LV's andel av arbeidet, og leder for hele prosjektet. For T&Ø's aktiviteter er Harald A. Damhaug prosjektleder, og for NIVA's aktiviteter er Svein Stene-Johansen prosjektleder. Bemanningen forøvrig fremgår av nedenstående organisasjonsplan.



Figur 2. Organisasjonsplan fase 1.

FASE 1		Fremdriftsplan prosjekt:		GLYCOL-AVRENNING VED LUFTHAVNENE - VURDERING AV RESIPIENTER OG AVBØTENDE/FOREBYGGENDE TILTAK																				
NR.	AKTIVITET, BESKRIVELSE	ANSVAR	OKT			NOV			DES			JAN			FEB									
			40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	01	02	03	04	05	06			
4.1	REGISTRERING LUFTHAVNER MED INFLUENSOMRADER	NIVA/T&Ø																						
4.2	BEFARING VED LUFTHAVNENE	T&Ø/NIVA/																						
4.3	MODELLUTVIKLING	T&Ø																						
4.4	FORELØPIG PRIORITERING AV LUFTHAVNER I FASE 1	T&Ø/LV/ NIVA																						
4.5	SÅRBARHETSMATRISER	NIVA																						
4.6	REGISTRERING GLYCOLFORBR.	T&Ø																						
4.7	REGISTRERING AVIS.PRAKSIS DRENSSYST./AVREN./INFIL./	NIVA/T&Ø																						
4.8	PRIORITERING LUFTHAVNER GRUNNLAG FASE 2	T&Ø/NIVA LV																						
4.9	ALT. TILTAK (RANGERING)	T&Ø/NIVA																						
TAUGBØL OG ØVERLAND NORSK INST. VANNFORSKNING LUFTFARTSVERKET			FASE 1																				FASE 2	
			Tegnforklaring: REGISTRERING/STUDIE/BEARB.DATA: _____ STUDIE/UTVIKL.ARB/MILEPEL: ===== RAPPORT/EVALUERING: *****																					

Figur 3. Fremdriftsplan fase 1.

BILAG 13

Stikkord for fase 2. Notat 18.02.91.

BILAG 13

NOTAT 18.02.1991

GLYKOLAVRENNING VED LUFTHAVNENE**VURDERING AV RESIPIENTER OG BEHOV FOR REPARERENDE/
FOREBYGGENDE TILTAK - STIKKORD FOR FASE 2**1.0 GENERELT

Arbeidet med rapportering av FASE 1 slutføres ultimo februar 1991.

Med utgangspunkt i plan for FASE 2, kfr. arbeidsprogram 15.10.90, og den erfaring som er vunnet i arbeidet med FASE 1, har NIVA/ T&Ø laget stikkord for hva som bør være prioriterte oppgaver i FASE 2.

NIVA/ T&Ø vil legge frem et mer detaljert arbeidsprogram og budsjett for aktiviteter i FASE 2 etter gjennomgang/ evaluering av FASE 1.

1.0 FASE 1

Aktiviteter i FASE 1 har vært:

- 1.1 Status over dagens situasjon ved de 11 utvalgte lufthavner.
- 1.2 Alternative glykolhåndteringssystemer (eksisterende/ fremtidige) basert på statusdata.
- 1.3 Beskrivelse av vurderingssystemet.
- 1.4 Vurderingssystemet anvendt på de 11 utvalgte lufthavner.
- 1.5 Oppbygging av EDB- modellen
- 1.6 Status for EDB- modell ved rapportering FASE 1.

2.0 FASE 2

Stikkord for aktiviteter i FASE 2:

2.1 Resipientundersøkelse

Endelig utvelgelse/ prioritering av de lufthavner som må undersøkes nærmere i.h.h.t FASE 1, (NIVA/ T&Ø). Resipientundersøkelser ved de utvalgte lufthavner (NIVA).

2.2 Spesialundersøkelse

- A: Giftighets- og nedbrytningstester for Kilfrost ABC- væske (type 2), og andre typer fra NOROL og SHELL etc.(NIVA).
- B: Studiereise til München vedr. planer/ tiltak for oppsamling/ behandling av glykolavrenning ved utbygging av München II (NIVA/ T&Ø).

2.3 Oppfølging målingsprogram glykolforbruk

Oppfølging og bearbeidelse av data for igangsatte glykolmålingsprogram ved hver enkelt lufthavn (T&Ø).

2.4 Videreutvikling av EDB- modell (T&Ø)

- A: Forbedre "databanken" for kostnader/ "inntekter" for den enkelte lufthavn.
- B: Utvikle prognoseverktøy for fremskaffelse av reallistiske kostnader for vurdering av langsiktige tiltak.
- C: Sammenhenger mellom glykolkonsentrasjon/ transportavstander/ lagringsvolum sett i forhold til totaløkonomi.
- D: Hvordan påvirker varierende transportpriser/ transportmåter totaløkonomien?
- C: Hvordan endringer i glykolmengde (reduksjon/ økning) og glykolkonsentrasjon påvirker totaløkonomi m.h.t. valgte tiltak ved de enkelte lufthavner?

2.5 Simulering og beskrivelse av alternative tiltakskombinasjoner (T&Ø)

A: Begrenset til de lufthavner som av miljøhensyn trenger reparerende-/ forebyggende tiltak.

A: Omfattende et større antall lufthavner som ved økonomiske betraktninger viser seg å gi et lønnsomt bidrag til ordningen (T&Ø)?

2.6 Videreutvikling av konsepter for oppsamling og behandling

Koordinering av igangsatte studier som løper parallelt med FASE 2 vedrørende forbedringer, eller alternative oppsamlings-/ behandlingsmetoder, f.eks. glykolavrenningsstudier (Værnes), alternative transportmedia, separasjon ved ultrafiltrering evt. inndampning ved bruk av varmpumpe (NIVA/T&Ø).

2.7 Konkrete tiltak som følge av optimal tiltakskombinasjon, ref.pkt.2.5

A: Innarbeides i forestående rullering av lufthavnplaner (T&Ø/NIVA).

B: Bistand til planlegging for gjennomføring av nært forestående tiltak ved prioriterte lufthavner, (Oppsamling/ behandling Værnes, og luktreduserende tiltak Fornebu).

NIVA/ T&Ø

Oslo 18.02.1991

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo
ISBN 82-577-1974-9