

## Bioforsk Rapport

Vol. 2 Nr. 82 2007

# Miljøovervåking Trondheim lufthavn

Overvåking av overvann og grunnvann og  
vurdering av resipientforhold

Roger Roseth, Knut Erling Flataker og Øistein Johansen

Bioforsk Jord og Miljø og Bioforsk Midt-Norge





Hovedkontor  
Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Fax: 63 00 92 10  
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Faks: 63 00 94 10  
jord@bioforsk.no

*Tittel/Title:*  
Miljøovervåking Trondheim lufthavn. Overvåking av overvann og grunnvann og vurdering av resipientforhold

*Forfatter(e)/Autor(s):*  
Roger Roseth, Knut Erling Flataker og Øistein Johansen

<i>Dato/Date:</i> 21.08.07	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Lukket	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 2110165	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Vol.2 82/2007	<i>ISBN-nr.:</i>	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 34	<i>Antall vedlegg/Number of appendix:</i> 3

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Avinor, Trondheim lufthavn	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Johan Vemundstad og Jarl Øvstedal
--	---

<i>Stikkord/Keywords:</i> Flyplass, avisingsmidler, grunnvann, overvann, resipient Airport, deicing, groundwater, stormwater, recipient	<i>Fagområde/Field of work:</i> Miljøovervåking Environmental monitoring
---	--

*Sammendrag*  
På oppdrag fra Avinor har Bioforsk utført miljøovervåking på Trondheim lufthavn Værnes avisings sesongen 06/07. Fokus har vært å klarlegge utslipp av avisingskjemikalier til vann. Det har blitt lagt særlig vekt på å klarlegge utslipp til det gamle elveleiet.

Gjennomført miljøovervåking har vist følgende hovedtrekk:

- Kulvertene fra flyplassen førte med seg lite avisingskjemikalier til det gamle elveleiet sesongen 2006/07
- Overvann til Stjørdalselva inneholdt tidvis høye konsentrasjoner av glykol
- Vannkvaliteten i nye grunnvannsbrønner ved bane og deicing var preget av tilførsel av organisk materiale
- Undersøkelse av kommunalt dyputslipp i Stjørdalsfjorden våren 2007 viste ingen effekt på lokal vannkvalitet
- Undersøkelse av det gamle elveleiet viste en sjikting med brakkevann på toppen og et stagnant oksygenfattig saltvann i bunnen. Slike forhold vil naturlig oppstå i avsnørte ferskvannspåvirkede bukter og fjorder med dårlig vannutskiftning
- Renseanlegget for oljeholdig vann fra brannøvingfeltet fungerte ikke tilfredsstillende, og må oppgraderes

I en samlet vurdering av de miljømessige utfordringene for Trondheim lufthavn bør en i det videre fokusere på følgende forhold:  
(1) Klarlegge mengde glykol pumpet til kommunalt dyputslipp, (2) Klarlegge mengde glykol ført til overløp til Stjørdalselva og (3) Oppgradering og dokumentasjon av renseanlegg for oljeholdig vann på brannøvingfeltet.

<i>Land/fylke:</i>	Norge/Sør-Trøndelag
<i>Kommune:</i>	Stjørdal
<i>Sted/Lokalitet:</i>	Værnes lufthavn

Godkjent / Approved

Forskningssjef

Prosjektleder/Project leader

Roger Roseth

## Forord

---

På oppdrag fra Avinor har Bioforsk gjennomført miljøovervåking på Trondheim lufthavn gjennom avisingsesongen 2006/2007.

# Innhold

---

<b>1. SAMMENDRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INNLEDNING .....</b>	<b>7</b>
<b>3. MILJØOVERVÅKINGSPROGRAM .....</b>	<b>8</b>
3.1 OVERVANNSKULVERT TIL DET GAMLE ELVELEIET .....	8
3.2 MANUELLE PRØVER VED KULVERTUTLØP TIL DET GAMLE ELVELEIET.....	9
3.3 GRUNNVANNSBRØNNER.....	10
3.4 OVERVANN TIL STJØRDALSELVA .....	11
3.5 OPPSAMLINGSTANK DEICING .....	13
3.6 MÅLINGER OG VANNKVALITET I SJØEN .....	14
3.7 BRANNØVINGSOMRÅDET .....	15
3.8 FELTMÅLINGER OG VANNANALYSER.....	18
3.9 FORBRUK AVISINGSMIDLER OG METEOROLOGISKE DATA.....	18
3.9.1 Forbruk av flyavisingsmidler.....	18
3.9.2 Forbruk av baneavisingsmidler.....	19
3.9.3 Meteorologiske data .....	20
<b>4. RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>21</b>
4.1 OVERVANNSKULVERT TIL DET GAMLE ELVELEIET .....	21
4.1.1 Vannføringsmålinger .....	21
4.1.2 Analyseresultater.....	21
4.2 UTLØP OVERVANNSKULVERTER TIL DET GAMLE ELVELEIET .....	23
4.3 GRUNNVANNSBRØNNER.....	24
4.3.1 Brønn ved deicing (BRAV).....	24
4.3.2 Brønn ved bane (BRB).....	24
4.4 OVERVANN TIL STJØRDALSELVA .....	25
4.5 PUMPEKUM OPPSAMLINGSTANK VED AVISINGSPLATTFORM .....	26
4.6 MÅLINGER OG VANNKVALITET I SJØEN .....	28
4.6.1 Stjørdalsfjorden – kommunalt utslipp.....	28
4.6.2 Stjørdalsfjorden – referanselokalitet .....	29
4.6.3 Gamle elveleie .....	29
4.7 BRANNØVINGSOMRÅDE .....	31
<b>5. SAMMENFATTENDE VURDERINGER.....</b>	<b>32</b>
<b>6. REFERANSER .....</b>	<b>33</b>
<b>7. VEDLEGG .....</b>	<b>34</b>

# 1. Sammendrag

---

Oppsummert har gjennomført overvåking ved Trondheim lufthavn vist følgende hovedtrekk:

## Stor kulvert til gamle elveleie

Det har blitt tatt ut både blandprøver og prioriterte prøver fra episoder med snøvær/regn og avrenning med automatisk tidsstyrt prøvetaker. I til sammen 8 blandprøver ble det funnet glykol kun i en prøve. Også her var glykolinnholdet svært lavt, dvs. 0,78 mg/l. I de prioriterte blandprøvene, til sammen 8, ble det funnet glykol i to prøver. En prøve viste en svært lav konsentrasjon av glykol (0,31 mg/l), mens den andre viste en noe høyere konsentrasjon (18,5 mg/l).

Formiat ble bare funnet i en de totalt 16 prøvene fra kulverten, og da i en konsentrasjon på 21 mg/l.

*Resultatene dokumenterer at den store kulverten som fører overvann fra flyoppstillingsområdet og sentrale deler av banesystemet mot det gamle elveleiet, førte med seg små/ubetydelige mengder av glykol og formiat mot det gamle elveleiet sesongen 2006/07. Resultatene er i samsvar med undersøkelse utført av NIVA i 2004 (NIVA rapport 4866-2004). I denne undersøkelsen ble det funnet glykol i 4 av 12 prøver tatt i kulvert mot det gamle elveleiet. To av disse prøvene viste lave konsentrasjoner (5 mg PG/l), mens to viste noe høyere konsentrasjoner (25 og 46 mg PG/l). Vannprøvene tatt ut av NIVA viste relativt høye konsentrasjoner av nitrogenforbindelser knyttet til baneavisingmidlet urea, men dette er senere skiftet ut med mer miljøvennlige og formiatbaserte baneavisingmidler.*

## Manuelle prøver utløp av stor og liten kulvert til det gamle elveleiet

I tillegg til prøver tatt med automatisk prøvetaker i stor kulvert har det blitt tatt ut en rekke manuelle prøver ved utløpet av en stor og en liten kulvert til det gamle elveleiet. Disse prøvene har bidratt til god sikkerhet knyttet til dokumentasjon av evt. transport av avisingkjemikalier til det gamle elveleiet. Samlet for 22 manuelle prøver, 11 fra hhv. stor og liten kulvert, ble det funnet spor av glykol og formiat kun i en prøve. Prøven viste lave konsentrasjoner av avisingkjemikalier (0,52 mg PG/l og 6,33 mg Fo/l).

*Manuelle prøver fra utløpet av stor og liten kulvert bekrefter inntrykket at det gamle elveleiet tilføres små mengder baneavisingkjemikalier via overvannssystemet som drenerer flyoppstillingsområdet og sentrale deler av banesystemet.*

## Overvann til Stjørdalselva

Overvann til Stjørdalselva ble som hovedregel prøvetatt manuelt med intervaller på 14. dager gjennom avisingssesongen 2006/07. Glykol ble funnet i 6 av 8 prøver, og i 4 av prøvene var konsentrasjonen høyere enn 450 mg PG/l. Maksimal konsentrasjon var 806 mg PG/l. Formiat ble funnet i 3 av 8 prøver, og maksimal konsentrasjon var 452 mg Fo/l. Samlet transport av avisingkjemikalier til Stjørdalselva vurderes likevel som moderat da vannføringen i overvannssystemet har vært liten ved alle feltbesøk (visuelt bedømt variasjon på 0,1-5 l/s). Målte tilførsler av glykol og formiat kan stamme fra avrenning fra overvannssystemet langs rullebanen, overvann fra området rundt avisingplattform eller situasjoner med overløp fra pumpekum på avisingplattformen.

*Det har blitt funnet glykol i de fleste prøvene av overvann til Stjørdalselva, og i relativt høye konsentrasjoner. Det har også blitt funnet formiat. Kildene til tap og transport av avisingkjemikalier kan være flere. Samlede tilførsler til Stjørdalselva vurderes som moderate, da det synes å være begrensede mengder overvann som tilføres elva.*

## Grunnvann

To grunnvannsbrønner har blitt etablert i prosjektet, en ved siden av avisingsplattformen og en nedstrøms rullebanen. I grunnvannsbrønnen ved avisingsplattformen har det blitt funnet glykol i tre av fem prøver, men for to av disse prøvene var konsentrasjonen svært lave (0,8 og 1,9 mg PG/l). Den siste prøven viste en konsentrasjon på 44 mg PG/l. Det har ikke blitt funnet formiat i grunnvannet. Periodisk høy konsentrasjon av jern og mangan, lave oksygenkonsentrasjoner og noe lav pH-verdi sannsynliggjør at lokalt grunnvann tilføres glykol over tålegrensen for stabil grunnvannskvalitet. Praktisk sett betyr observert kvalitetsreduksjon lite, da lokalt grunnvann ligger innenfor lufthavsområdet og kan betraktes som en del av et naturbasert rensesystem for avisingskjemikalier.

I grunnvannsbrønnen nedstrøms rullebanen ble det også funnet glykol i tre av fem prøver, men her var konsentrasjonene svært lave i alle tre prøver (3,9, 0,9 og 1,3 mg PG/l). Formiat ble ikke funnet i noen av prøvene. Også i denne brønnen ble det funnet varierende konsentrasjoner av jern og mangan, og noen lave oksygenverdier. Også her synes grunnvannskvaliteten å balansere på tålegrensen for en stabil grunnvannskvalitet, men dette kan også ha sammenheng med tidligere bruk av urea til baneavising.

*Grunnvannskvaliteten ved avisingsplattformen er preget av organisk belastning, noe som gir seg utslag i periodisk forhøyede konsentrasjoner av jern og mangan, lave oksygenverdier og en noe lavere pH-verdi. Praktisk sett har disse endringene i grunnvannskvalitet liten betydning, siden lokalt grunnvann ligger innenfor lufthavsområdet og kan vurderes som en del av et naturbasert rensesystem for avisingskjemikalier. Grunnvannskvaliteten nedstrøms rullebanen indikerer en lavere organisk belastning i dette området, men også her synes grunnvannskvaliteten å påvirkes negativt av tilførte fly- og baneavisingkjemikalier.*

## Oppsamlingstank deicing

Her har det blitt tatt representative blandprøver av den glykolholdige væsken i pumpekummen gjennom hele avisings sesongen. Det har blitt gjort en kontinuerlig logging av væsknivået i pumpekummen vha en nivålogger. Dette for å avklare frekvens av overløp til Stjørdalselva. Trondheim lufthavn skulle ha montert vannføringsmåler på pumpeledning, men klarte ikke å få driftsstabilitet på den enheten som ble montert og deretter demontert.

Nivålogging i pumpekummen synes å dokumentere at det har skjedd overløp til Stjørdalselva i 8 eller 9 episoder gjennom avisings sesongen. Det er vanskelig å anslå mengden glykol som har blitt ført i overløp til Stjørdalselva, da det er usikkerhet både mht. konsentrasjon og vannføring. Anslag knyttet til mengde glykol pumpet til kommunalt dyputslipp kan ikke gjøres pga manglende vannføringsmålinger for vann pumpet til kommunal ledning. Det ble heller ikke gjort registreringer av pumpeetid.

*Gjennomførte nivåmålinger i pumpekum indikerer overløp til Stjørdalselva i 8 eller 9 episoder gjennom avisings sesongen 2006/07. Mengde glykol tilført Stjørdalselva kan ikke beregnes. Mengde glykol tilført kommunalt dyputslipp kan ikke beregnes pga manglende vannføringsmålinger knyttet til utpumpet mengde.*

## Målinger og vannkvalitet i sjøen

Målinger av dybdeprofil ved kommunalt dyputslipp av kloakk og tilført glykol viste god oksygenstatus og stabil pH i hele vannsøylen. Ledningsevnen viste at overflatelaget, som ventet, var preget av de store ferskvannstilførsle fra Stjørdalselva. Det ble også gjort målinger i et referanseområde et stykke unna det kommunale dyputslippet. Målingene her var omtrent identiske med målingene fra dyputslippet. Det ble ikke funnet verken glykol eller formiat i vannprøver fra hhv. dypvann (17 m) og overflatevann (20 cm) ved kommunalt dyputslipp (grønn bøye).

Målinger av dybdeprofil i det gamle elveleiet viste en klar reduksjon av oksygenivået i bunnvannet, dvs. de nederste 2-3 m av en total vannsøyle på 8-10 m. Målinger av ledningsevne viste at de øverste 2 m var preget av ferskvannstilførsler, mens det skjedde en kraftig økning av ledningsevne mellom 2 og 3 m dyp. Deretter skjedde det kun en svak økning av ledningsevnen med økende dyp.

I vannprøven fra overflatevann (20 cm) i det gamle elveleiet ble det ikke funnet glykol eller formiat, men det kjemiske oksygenforbruket var overraskende høyt (375 mg KOF<sub>Cr</sub>/l). I vannprøven av dypvannet (9 m) ble det overraskende funnet en glykolkonsentrasjon på 11 mg PG/l. Resultatet er mest sannsynlig en analysefeil, da det ved reanalyse ikke ble funnet glykol i prøven. Det kjemiske oksygenforbruket i bunnvannet var høyt (1160 mg KOF<sub>Cr</sub>/l). Dette viser at det er en organisk belastning knyttet til sediment eller bunnvann som bidrar til å opprettholde lave oksygenverdier i bunnvannet.

Tilførsler av glykol med overvann fra kulverter ville forventningsvis blitt lagret inn som overflatevann i det gamle elveleiet.

*I en samlet vurdering synes overvannet fra flyplassen å tilføre lite glykol og formiat til det gamle elveleiet. Vannkvaliteten i bunnvannet i det gamle elveleiet er typisk for en lokalitet med begrenset vannutskifting og et brakkvannspreget overflatelag over salt og relativt stabilt innlagret bunnvann. Kvaliteten av bunnvannet er preget av at lang tids tilførsler av fast organisk stoff akkumuleres, noe som har gitt et oksygenfattig vann. Tidligere utslipp av kommunalt avløpsvann, bruk som tømmerterminal og utløpet av Gråelva teller med i tillegg til utslipp av avisingskjemikalier. I en samlet vurdering av resultatene er det ingen tegn til at vannkvaliteten i det gamle elveleiet er i en negativ utvikling som følge av tilførsler fra lufthavnen.*

## Brannøvingsfeltet

Prøvetakingspunktet ga svært lite vann, selv under øvelse. Det er usikkert hva dette skyldes. Både prøvetakingspunkt og pumpekum for rensset vann var preget av en tynn oljefilm av diesel eller flybensin. Renseanlegget virket ikke å fungere tilfredsstillende. En vannprøve tatt i utløpskum 24.03.07 viste et samlet innhold av hydrokarboner på 63 mg/l, og detaljene viste at det var snakk om diesel eller flybensin. Etter prøvetaking ble det gjort en oppgradering av renseanlegget på brannøvingsfeltet, men en ny vannprøve tatt utløpskum 09.07.07 viste et samlet innhold av hydrokarboner på 144 mg THC/l.

*Renseanlegget for avrenning av vann fra brannøvingsfeltet fungerte ikke tilfredsstillende. Det bør gjøres en grundigere kvalitetssikring av renseanlegg og oppsamlingssystem og det bør tas nye vannprøver når dette er gjort. Brannskum og kjemikaliebruk knyttet til brannøvingsfeltet er ikke vurdert i vår undersøkelse, kun totale hydrokarboner.*

## 2. Innledning

---

Miljøovervåking på Trondheim lufthavn sesongen 06/07 har blitt gjort for å få en bedre oversikt over diffuse utslipp av avisingsmidler, transport av disse og evt. effekter i resipienter. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag har etterspurt mer detaljert informasjon knyttet til effekter av avisingsmidler på resipienter, og overvåkingsprogrammet er lagt opp for å svare på disse spørsmålene fra Fylkesmannen.

Følgende aktiviteter har inngått i gjennomført miljøovervåking:

- Måling av vannføring og analyse av vannkvalitet i overvannskulvert til det gamle elveleiet
- Etablering av to grunnvannsbrønner, en ved deicing og en langs banesystem
- Regelmessig prøvetaking og måling av grunnvannskvalitet brønner
- Regelmessig uttak av vannprøver og måling av vannkvalitet i overvann til Stjørdalselva
- Måling av glykolkonsentrasjon i oppsamlingstank for brukt glykol ved deicing
- Logging av vannhøyde i pumpekum knyttet til oppsamlingstank for brukt glykol ved deicing. Klarlegging av antall hendelser med overløp til Stjørdalselva.
- Måling av vannkvalitet og i dybdeprofiler i det gamle elveleiet og ved kommunalt utslipp Stjørdalsfjorden. Uttak av vannprøve fra bunnvann og topplag.
- Innsamlet informasjon knyttet til miljøovervåking har blitt sammenholdt med forbrukstall for fly- og baneavisings samt meteorologiske data fra flyplassen gjennom overvåkingsperioden.
- Prøvetaking av vann ført til utslipp fra brannøvingsfelt



## 3. Miljøovervåkingsprogram

### 3.1 Overvannskulvert til det gamle elveleiet

En stor overvannskulvert (figur 1 og 3) fører med seg overvann fra flyoppstilling og store deler av banesystemet til det gamle elveleiet. Transport av avisingskjemikalier fra flyplassen til det gamle elveleiet vil i all hovedsak skje gjennom denne kulverten. Det har vært usikkerhet knyttet til hvor stor organisk belastning som har blitt tilført det gamle elveleiet gjennom denne kulverten. Gjennom avisings sesongen 06/07 har det blitt gjennomført en omfattende overvåking av denne kulverten. Overvåkingen har omfattet følgende aktiviteter:

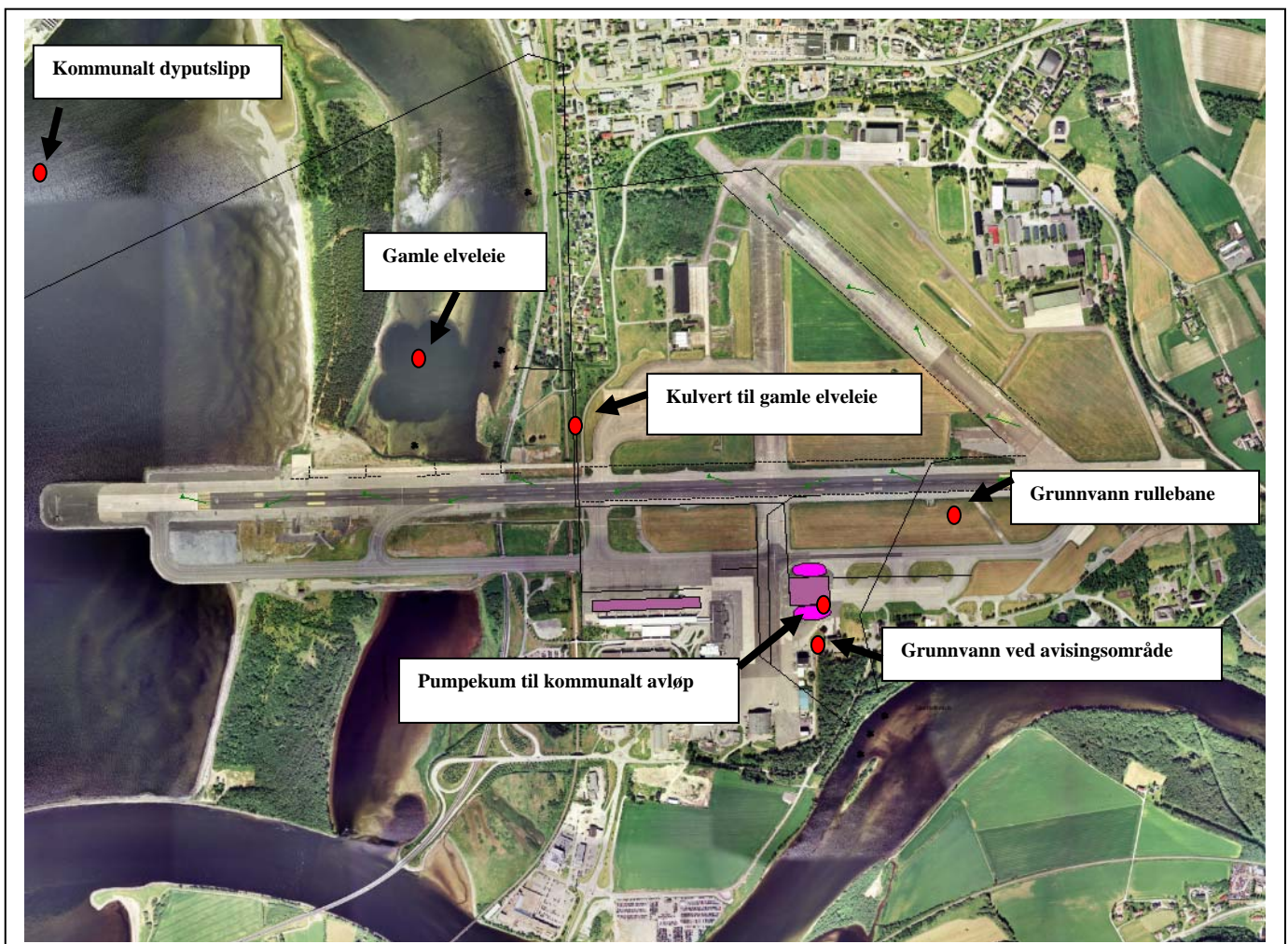
- Kontinuerlig måling og lagring av vannføring med en ISCO areal-hastighet vannføringslogger
- Automatisk prøvetaking av vannkvalitet med en ISCO automatisk prøvetaker. Prøvetakeren ble programmert til å ta ut daglige blandprøver basert på 4 delprøver i døgnet
- Vannprøver og data for vannføring ble i hovedsak hentet inn med to ukers intervaller gjennom hele avisings sesongen (figur 2)
- Daglige blandprøver ble blandet til en blandprøve for hele perioden. For døgn med stort forbruk av avisingskjemikalier kombinert med snø, regn og avrenning ble det i tillegg analysert døgnblandprøver
- Ved feltbesøk har det blitt utført målinger av pH, ledningsevne og oksygeninnhold for avrenning gjennom kulverten og innsamlet blandprøve.



Figur 1. Fra kum i stor overvannskulvert hvor det har blitt gjennomført kontinuerlig måling av vannføring og uttak av blandprøver gjennom avisings sesongen 06/07 (foto: K. E. Flataker).



Figur 2. Fra feltbesøk med innhenting av data og vannprøver fra utstyr montert i inspeksjonskum for stor overvannskulvert mot det gamle elveleiet (foto: K. E. Flataker).



Figur 3. Overvåkingspunkter for miljøovervåkingsprogrammet for Trondheim lufthavn.

### 3.2 Manuelle prøver ved kulvertutløp til det gamle elveleiet

Utslipp fra Trondheim lufthavn og en god dokumentasjon av evt. belastning og effekt i det gamle elveleiet har blitt etterspurt av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. Dette fordi det gamle elveleiet er naturreservat for et rikt fugleliv. For ytterligere å klarlegge organisk belastning fra Trondheim lufthavn har det blitt tatt ut manuelle vannprøver av avrenning fra både stor og liten kulvert med utslipp til det gamle elveleiet (figur 3). Disse prøvene har som hovedregel blitt tatt ut med to ukers intervaller gjennom hele avisingsssesongen 06/07. Ved feltbesøk har det blitt utført målinger av pH, ledningsevne og oksygeninnhold i vannet fra begge kulvertene.



Figur 3. Stor og liten kulvert som fører overvann til utslipp i det gamle elveleiet. Det har blitt tatt manuelle vannprøver med to ukers intervaller gjennom hele sesongen 06/07 (foto: K. E. Flataker).

### 3.3 Grunnvannsbrønner

Det ble etablert to nye grunnvannsbrønner på Trondheim lufthavn 16. og 17. januar 2007. En brønn ble satt ned på en antatt glykolbelastet lokalitet rett nedstrøms deicingplattform og et snødeponi for glykolholdig snø (figur 3 og figur 4, 5 og 6). Den andre brønnen ble satt ned nedstrøms den østre delen av rullebanen, dvs. en lokalitet der grunnvannet vil kunne påvirkes av formiatbasert baneavisingmiddel og glykol som spres diffust fra flykroppen ved take-off. Målinger og prøvetaking av disse brønnene har blitt utført 4 ganger i løpet av avisingssesongen og 2 ganger etter avisingssesongens slutt. Prøvetaking av lokal grunnvannskvalitet har blitt gjort ved tredje gangs pumping, dvs. etter å ha tømt brønnene fullstendig to ganger ved bruk av grunnvannspumpe. Det har blitt gjort feltmålinger av pH, ledningsevne og oksygenivå i grunnvannet ved første, annen og tredje gangs pumping. Brønnene har blitt fullstendig tømt i løpet av 2 minutters pumping. Ved nedsetting av brønnene ble det gjort visuelle vurderinger av bormassene nedover i brønnen (vedlegg I). Grunnvannsstanden har blitt observert med klukkelodd og notert ved hvert feltbesøk.



Figur 4. Nedsetting av grunnvannsbrønner ved deicing (A) og rullebane (B) medio januar 2007.



Figur 5. Prøvetaking av brønn ved deicing og måling av oksygen, pH og ledningsevne i grunnvannet.



Figur 6. Prøvetaking av brønn ved rullebane våren 2007.

### 3.4 Overvann til Stjørdalselva

Stjørdalselva vil kunne motta overløp fra oppsamlingsbasseng for brukt glykol ved deicing når tilført avrenning overstiger pumpekapasiteten og bassenget er fullt. I tillegg vil Stjørdalselva kunne motta avrenning knyttet til deponier med glykolholdig snø ved deicing, glykolholdig avrenning som tilføres arealer uten oppsamling og avrenning fra drypp og diffust spredt glykol når flyene takser ut fra deicing.

Slike tilførsler vil kunne følge med overvann til utslipp i Stjørdalselva, og det ble derfor iverksatt rutinemessig prøvetaking i inspeksjonskum for overvannsledning til Stjørdalselva (figur 7 og 8).

Gjennom avisingsesongen 06/07 har det blitt tatt ut manuelle vannprøver i denne kummen. I tillegg har det blitt utført feltmålinger av pH, ledningsevne og oksygenivå i overvannet.



Figur 7. Inspeksjonskum for overvann til Stjørdalselva.



Figur 8. Viser overvannsrør som kommer inn i kum for å falle ned i kulvert for utslipp til elv.

### 3.5 Oppsamlingstank deicing

Glykolholdig vann fra avisingsplattformen blir ført til inntaksrister og til en oppsamlingstank. Via en pumpekum (figur 9 og 10) blir storparten av oppsamlet væske pumpet til kommunalt nett og dyputslipp i Stjørdalsfjorden. Ved kraftig regnvær eller regn i kombinasjon med snøsmelting vil tilrenningen til oppsamlingstanken kunne overstige pumpekapasiteten. Overskuddsvæske blir da ført i overløp til Stjørdalselva. Utstyr som ble montert i pumpekummen for oppsamlingstanken skulle bidra til å dokumentere konsentrasjoner av glykol i oppsamlingstanken, hvilke situasjoner som ga overløp til Stjørdalselva og hyppigheten av disse samt mengde glykol ført til kommunalt dyputslipp.

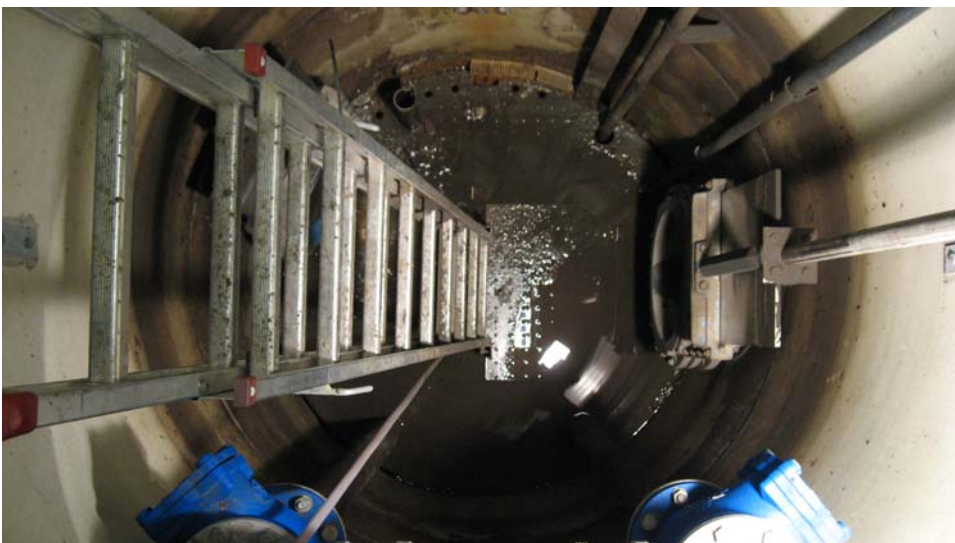
Følgende utstyr og rutiner ble iverksatt for å avklare disse spørsmålene:

- Installasjon av automatisk prøvetaker for uttak av blandprøver fra pumpekum (figur 11)
- Installasjon av logger for kontinuerlig registrering av vannhøyde og -temperatur i pumpekum
- Feltbesøk hver 14. dag med henting av innsamlet blandprøve og tapping av nivålogger
- Visuell vurdering av vannhøyde ved feltbesøk og måling av ledningsevne, pH og oksygen i blandprøve

Avinor forsøkte å montere en vannmåler på pumpeledning til kommunalt nett for å avklare samlet volum pumpet til dyputslipp i Stjørdalsfjorden, men måleren virket ikke. Ny måler ble ikke montert.



Figur 9. Foto ned i pumpekum for glykolholdig vann. Viser mellomdekk og overløp til Stjørdalselva



Figur 10. Pumpekum med vannstand over mellomdekk. Farge på betongvegg viser maksimal vannstand, dvs. godt over rør som gir overløp til Stjørdalselva.



Figur 11. Viser automatisk prøvetaker montert i pumpekum.

### 3.6 Målinger og vannkvalitet i sjøen

To lokaliteter har blitt prioritert for å klarlegge evt. effekter av utslipp fra flyplassen i sjøen, dvs. lokalitet for **kommunalt dyputslipp** (figur 12) og en lokalitet i det **gamle elveleiet** som mottar overvann fra flyplassen. Feltmålinger ble gjennomført i en omgang på hver lokalitet og omfattet følgende undersøkelser:

- Profilmålinger med måling av oksygen, ledningsevne og pH med økende dyp
- Uttak av vannprøver fra overflate- og bunnvann

Profilmålingene ble gjennomført med et Hack multiprobeinstrument (HQ 40d) med optisk probe for måling av oksygen samt prober for pH og ledningsevne (figur 13). Vannprøvene ble ved å senke ned en pumpe og pumpe opp en prøve fra ønsket dyp



Figur 12. Grønn bøye markerer lokalitet for kommunalt dyputslipp.



Figur 13. Profilmålinger med Hack multiprobeinstrument.

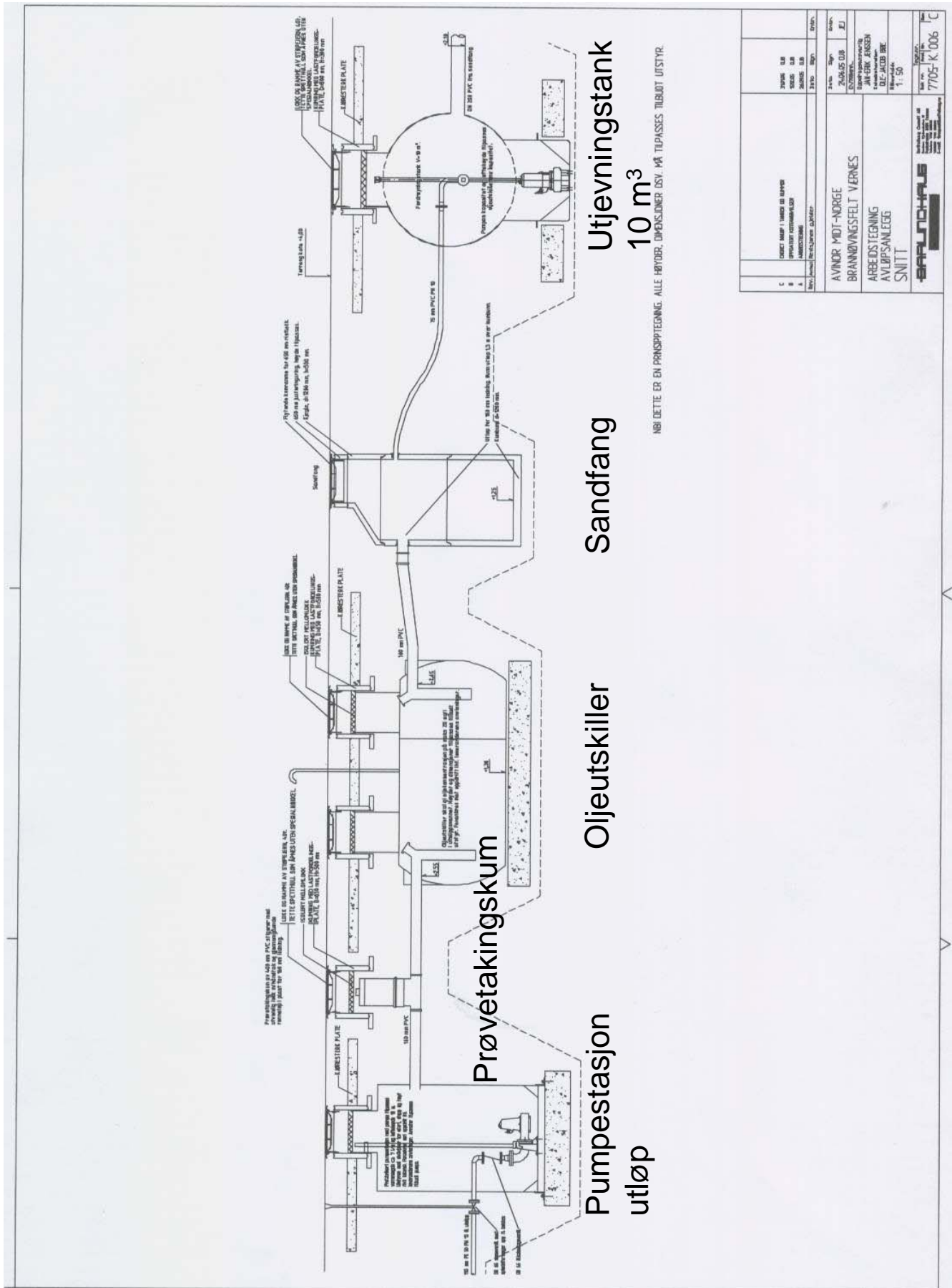
### 3.7 Brannøvingsområdet

Brannøvingsområdet for Trondheim lufthavn ligger rett på utsiden av selve flyplassområdet (figur 14), og brukes også av andre aktører enn Trondheim lufthavn. Brannøvingsfeltet (figur 15 og 16) ble besøkt flere ganger under øvelse, men bare to ganger rant det vann gjennom prøvetakingskummen. Første vannprøve for kontroll av renseseffekt ble tatt ut 24.03.07 (figur 17). Vannprøven ble analysert for innhold av total olje (THC), og det ble funnet uønskede konsentrasjoner av olje. Etter oppgradering og vask av renseanlegget ble det tatt ut en ny vannprøve under en brannøvelse 09.07.07 (figur 18).



Figur 14. Viser brannøvingsområdet på Trondheim lufthavn under øvelse 24.03.07. Overskuddsvæske har fallt til dreneringsrenne i senter av området og føres til behandling i renseanlegg vist i figur 15 og 16.





Figur 15. Tegning som viser oppbygging av renseløsning for brannøvningsområde

C	DRUKT SAMP/ TILBUDT OG MÅLSTAV	DRUKT	DRUKT	DRUKT	DRUKT
B	SPESIFIKAT FORTYLLINGSPLAN	DRUKT	DRUKT	DRUKT	DRUKT
A	ARBEIDSTEGNING	DRUKT	DRUKT	DRUKT	DRUKT
AVNOR MOT-NORGE BRANNØVINGSFELT VERNES ARBEIDSTEGNING AVLØPSANLEGG SNITT 1:50					
AVNOR MOT-NORGE BRANNØVINGSFELT VERNES ARBEIDSTEGNING AVLØPSANLEGG SNITT 1:50					
7705-K-006 C					



Figur 16. Fotografier som viser inspeksjons- og prøvetakingskummer i renseløsning.



Figur 17. Avrenning og prøvetaking i prøvetakingskum 24.03.07.



Figur 18. Avrenning i prøvetakingskum 09.07.07.

### 3.8 Feltnålinger og vannanalyser

Ved alle feltbesøk har det blitt utført feltnålinger av oksygen, ledningsevne og pH med et Hack multiprobeinstrument.

Vannprøver har blitt levert til analyse til Bioforsk Lab og senere til Analycen AS. De ulike prøvene har blitt analysert for parametere som vist i tabell 1.

Tabell 1. Analyser for vannprøvestasjoner i miljøovervåkingsprogrammet ved Trondheim lufthavn

Stasjoner	Glykol	Formiat	KOF	Tot. N	NH4	pH	LE	Fe	Mn	Tot.olje	Met.pakke	Felt O <sub>2</sub>	Felt pH	Felt LE
Kulvert gamle elveleie (KGE)	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
Stort rør gamle elveleie (SRGE)	X	X	X	X	X							X	X	X
Lite rør gamle elveleie (LGE)	X	X	X	X	X							X	X	X
Pumpekum avising (PAV)	X	X	X			X	X					X	X	X
Overvann Stjørdalselva (SE)	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
Brønn avising (BRAV)	X	X	X	X	X			X	X	X		X	X	X
Brønn rullebane (BRB)	X	X	X	X	X			X	X	X		X	X	X
Sjø - gamle elveleie	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Sjø - kommunalt dyputslipp	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Brannøvsområde										X				

### 3.9 Forbruk avisingsmidler og meteorologiske data

#### 3.9.1 Forbruk av flyavisingsmidler

Tabell 2 viser antall avisinger og forbruk av glykolbaserte flyavisingsmidler ved Trondheim lufthavn avisings sesongen 06/07. Tabellen viser også akkumulert forbruk over sesongen sammenlignet med tillatt forbruk i henhold til konsesjon. Tabellen viser at samlet forbruk over sesongen er innenfor tillatt mengde, men at et høyt forbruk av flyavising i januar var høyere enn angitt maks mengde per måned.

Tabell 2. Antall avisingsoperasjoner og forbruk av 100 % glykol per måned samt akkumulert forbruk over avisings sesongen 06/07 for Trondheim lufthavn Værnes.

Arbeidssted	Bruksområde	Juli		August		September		Oktober		November	
		Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter
VA - Trondheim/Værnes	De-icing							109	13 846	47	4 464
VA - Trondheim/Værnes	Preventive anti-icing										
VA - Trondheim/Værnes	Max måned										
<b>Sum</b>								<b>109</b>	<b>13 846</b>	<b>47</b>	<b>4 464</b>

Desember		Januar		Februar		Mars		April		Mai		Juni	
Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter	Ant	Liter
96	8 180	414	69 149	194	39 757	124	25 913	85	10 287	3	347		
						10	240			1	14	1	12
<b>96</b>	<b>8 180</b>	<b>414</b>	<b>69 149</b>	<b>194</b>	<b>39 757</b>	<b>134</b>	<b>26 153</b>	<b>85</b>	<b>10 287</b>	<b>4</b>	<b>361</b>	<b>1</b>	<b>12</b>

Antall deicing	Akkumulert forbruk	Mengde i tillatelsen	% Forbruk av tillatelsen
1 072	171 943	200 000	86 %
12	266	15 000	2 %
Max månedsforbruk		50 000	138 %
<b>1 084</b>	<b>172 209</b>		

### 3.9.2 Forbruk av baneavisingmidler

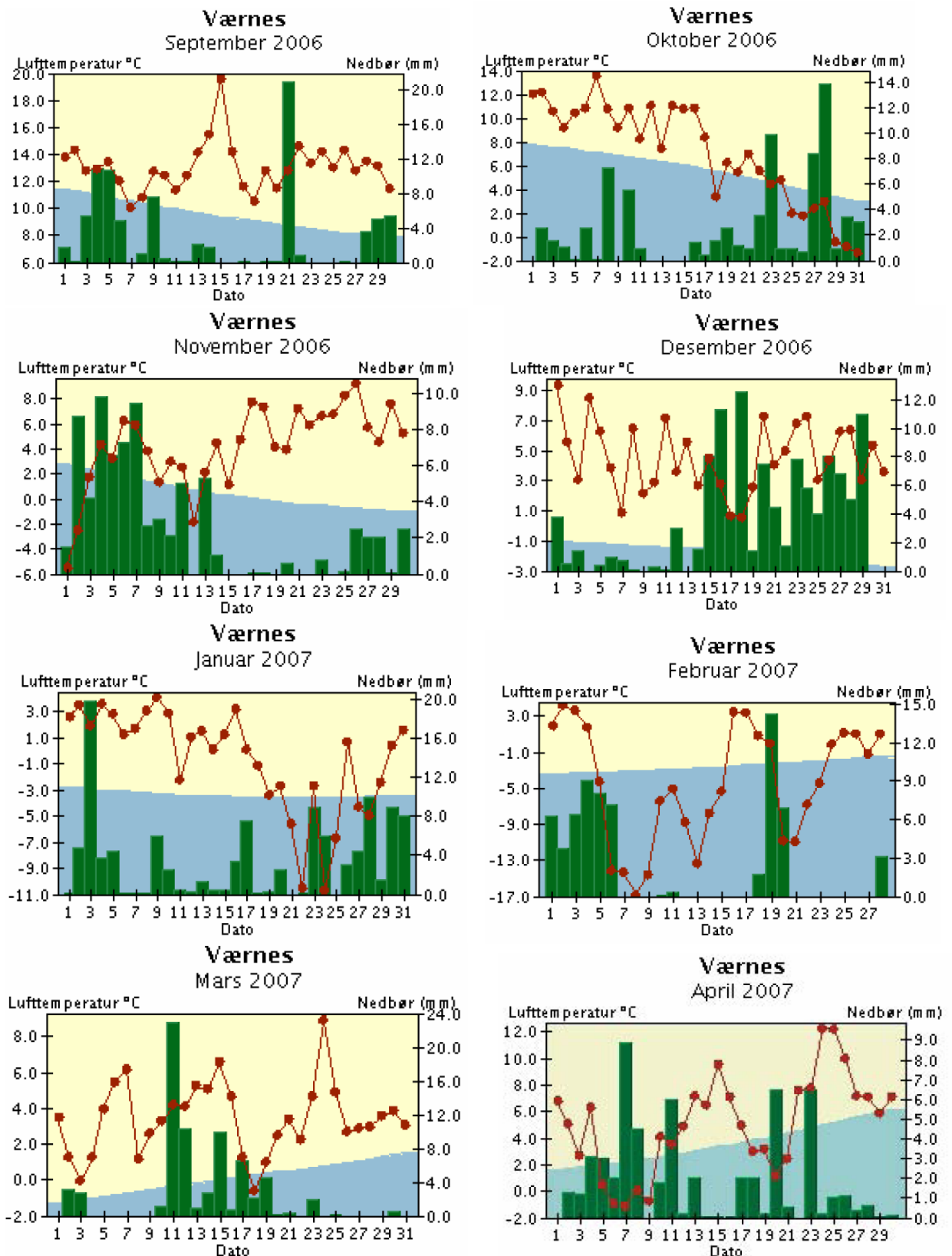
Tabell 3 viser forbruk av formiatbaserte baneavisingmidler ved Trondheim lufthavn Værnes per måned gjennom avisingssesongen 06/07 fordelt på væske (Aviform L50) og fast (Aviform S). Det høyeste forbruket av baneavisingmidler kom i januar og var på rundt 47 m<sup>3</sup> med Aviform L50 og 10 tonn Aviform S.

Tabell 3. Forbruk av formiatbaserte baneavisingmidler ved Trondheim lufthavn fordelt på måned gjennom avisingssesongen 06/07.

Baneavising	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars	Samlet 06/07
Aviform L50 (liter)	14 000	15 000	19 200	46 800	24 500	11 700	119 500
Aviform S (kg)	0	1 000	1 000	10 000	1 000	0	13 000

### 3.9.3 Meteorologiske data

Meteorologiske data for Trondheim lufthavn Værnes for avisingssesongen 2006/07 er vist i figur 19.



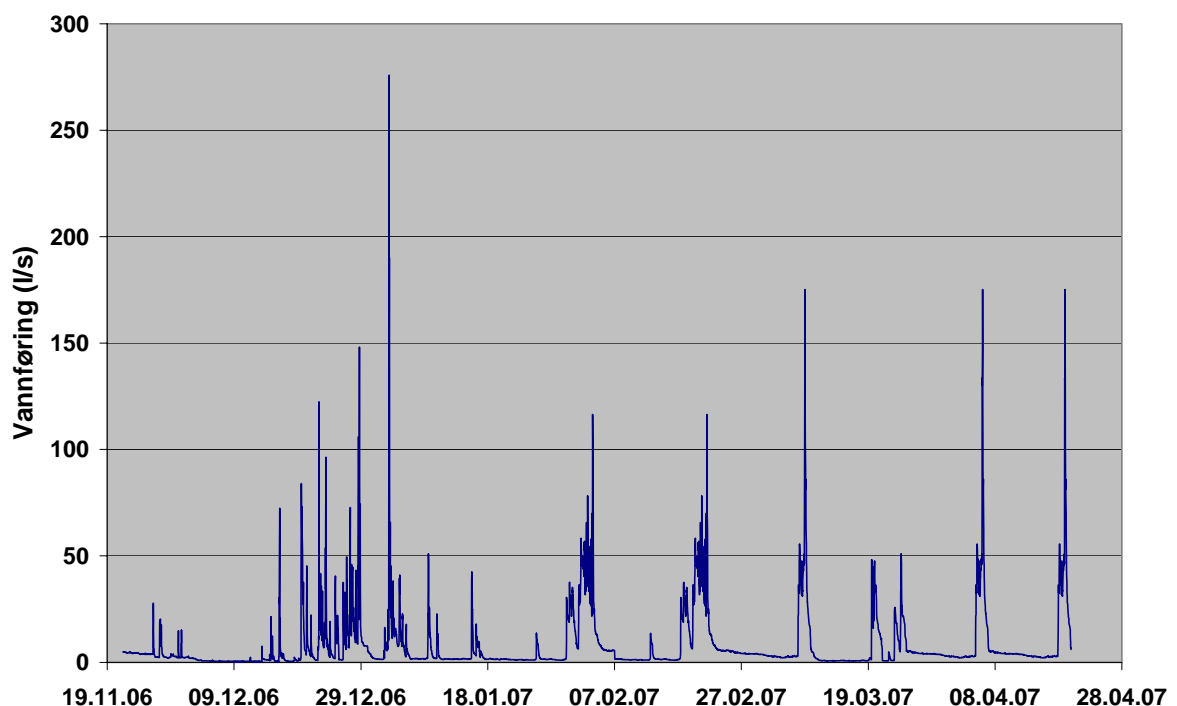
Figur 19. Lufttemperatur og nedbør ved Trondheim lufthavn Værnes for september, oktober, november og desember 2006 og januar, februar, mars og april 2007. Data fra DNMI.

## 4. Resultater og diskusjon

### 4.1 Overvannskulvert til det gamle elveleiet

#### 4.1.1 Vannføringsmålinger

Vannføringsmålingene gjennomført i perioden 21.11.06 til 19.04.07 har gitt en fullstendig oversikt over vannmengder tilført det gamle elveleiet via stor overvannskulvert fra flyplassen (figur 20). Samlet gjennom hele perioden har det vært en avrenning på rundt 100 000 m<sup>3</sup> (beregning ga 102 458 m<sup>3</sup>) til det gamle elveleiet fra kulvert. Gjennomsnittlig vannføring gjennom hele perioden var på rundt 8 l/s. Maksimal vannføring var 276 l/s og minste vannføring var 0,35 l/s. Samlet gjennom hele måleperioden var det 8 avrenningsepisoder der vannføringen i kulverten var over 100 l/s.



Figur 20. Vannføring i stor kulvert fra flyplass til det gamle elveleiet fra 21.11.06 til 19.04.07.

#### 4.1.2 Analyseresultater

Tabell 4 viser resultater fra innsamlede blandprøver tatt med automatisk prøvetaker i kulvert mot det gamle elveleiet. Dato viser når blandprøvene har blitt hentet inn. Den første blandprøven (06.12.06) er representativ for vannkvaliteten i perioden 21.11.06-06.12.06. Den neste blandprøven (19.12.06) er representativ for vannkvaliteten i perioden 06.12.06-19.12.06, og så videre.

Glykol ble funnet i bare en av blandprøvene (perioden 25.01.07 til 07.12.07), og da i en lav konsentrasjon på 0,78 mg Pg/l. Det ble ikke funnet verken fly- (Pg) eller baneavvisingsmidler (Fo) i noen av de andre blandprøvene.

Kjemisk oksygenforbruk varierte fra 11 til 78 mg KOF/l. Observerte variasjoner kan skyldes at ulike avrenningsepisoder mobiliserer ulike mengder naturlig organisk materiale i form av humussyrer og organiske partikler fra jord eller nedbrytningsprodukter av glykol. pH var relativt stabil med en variasjon fra 6,99 til 7,75. Ledningsevnen var høy sammenlignet med regnvann (varierte fra 0,241-0,413 mS/cm), noe som viser at vannet i kulverten tilføres større mengder markvann fra områdene

langs banesystemet. De relativt høye konsentrasjonene av totalnitrogen og ammonium stammer sannsynligvis fra markvann tilført langs banesystemet, og har sin årsak i tidligere bruk av store mengder urea som baneavisingmiddel.

Tabell 4. Analyseresultater for blandprøver fra kulvert til det gamle elveleiet, Trondheim lufthavn

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Ledningsevne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)
06.12.06	KGEBL	<0,20	<0,25	78	7,08	0,331	10,1	0,676
19.12.06	KGEBL	<0,20	<0,25	62	7,59	0,296	4,71	0,35
09.01.07	KGEBL	<0,20	<0,25	25	6,99	0,413	3,55	0,313
25.01.07	KGEBL	<0,20	<0,25	47	7,75	0,308	3,21	0,118
07.02.07	KGEBL	0,78	<0,25	32	7,41	0,335	2,32	0,112
20.02.07	KGEBL	<0,20	<0,25	24	7,13	0,285	2,37	0,32
07.03.07	KGEBL	<0,20	<0,25	26	7,27	0,329	1,78	0,641
20.03.07	KGEBL	<0,20	<0,25	18	7,26	0,241	0,95	0,527
17.04.07	KGEBL	<0,20	<0,25	11	7,58	0,286	1,92	1,02

Med grunnlag i meteorologiske data fra Bioforsk Kvithamar knyttet til større episoder med snøfall eller nedbør ble enkelte dagsprøver fra automatisk prøvetaker prioritert analysert separat (se figur 19). Dette for å avdekke evt. maksimale konsentrasjoner av avisingmidler i avrenning, da disse erfaringsmessig kommer i slike episoder. Gjennom avisingssesongen 2006/07 ble det samlet prioritert 10 slike prøver til analyse, og det ble funnet glykol i to prøver (tabell 5). Den ene prøven viste en svært lav konsentrasjon (0,31 mg PG/l), mens den andre viste en høyere konsentrasjon (18,5 mg PG/l). Det ble funnet formiat bare i en av prøvene, og da i en konsentrasjon på 21 mg Fo/l.

Kjemisk oksygenforbruk, pH, ledningsevne, totalnitrogen og ammonium er omtrent som beskrevet for blandprøvene fra samme stasjon.

Analysene av prioriterte prøver med de antatt høyeste konsentrasjonene av avisingmidler bekrefter inntrykket at kulverten kun unntaksvis fører med glykol og formiat til det gamle elveleiet.

Tabell 5. Analyseresultater for prioriterte dagsprøver fra kulvert mot det gamle elveleiet.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Ledningsevne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)
19.12.06	KGE	<0,20	<0,25	47	7,12	0,203	3,71	0,23
16.01.07	KGE	<0,20	<0,25	36	7,65	0,307	2,79	0,209
23.01.07	KGE	<0,20	<0,25	40	7,57	0,268	2,81	0,046
31.01.07	KGE	0,31	<0,25	28	7,24	0,452	2,21	0,15
04.02.07	KGE	<0,20	<0,25	62	7,01	0,196	2,57	0,196
05.02.07	KGE	<0,20	<0,25	26	7,66	0,231	1,97	0,033
09.02.07	KGE	<0,20	<0,25	17	7,41	0,278	2,19	0,623
13.02.07	KGE	<0,20	<0,25	24	7,37	0,276	2,25	0,337
19.02.07	KGE	18,5	21	83	7,19	0,381	1,88	0,032
02.05.07	KGE	<0,20						

## 4.2 Utløp overvannskulverter til det gamle elveleiet

Med bakgrunn i sterkt fokus på mulig forurensningsbelastning av avisingskjemikalier til det gamle elveleiet, ble det også tatt stikkprøver ved utløpet av stor (SRGE) og liten kulvert (LGE) ved hvert feltbesøk.

Tabell 6 viser analyseresultatene for stikkprøver fra utløpet av stor kulvert (der det også ble tatt prøver med automatisk vannprøvetaker 300 m oppstrøms utløp til det gamle elveleiet). I totalt 11 prøver ble det funnet spor av glykol i bare en prøve. Denne prøven stammer fra omtrent samme tid (20.02.07) som da det ble funnet glykol i prioritert stikkprøve tatt ut med automatisk prøvetaker (19.02.07). Lave konsentrasjoner av formiat ble funnet i 2 av 11 prøver. Det kjemiske oksygenforbruket, ledningsevnen og konsentrasjonen av nitrogenforbindelser er noe lavere for utløpet av kulverten enn for prøver tatt med automatisk prøvetaker et stykke oppstrøms. Dette indikerer at avrenningen i kulverten fortynnes med tilførsler av relativt rent vann før utslipp til det gamle elveleiet.

Målingene av oksygen viste tilfredsstillende innhold av oksygen gjennom vinteren (9-10 mg O<sub>2</sub>/l), men en lavere konsentrasjon i prøven som ble tatt ut 05.06.07.

Tabell 6. Analyseresultater for stikkprøver tatt ved stor kulverts utløp til det gamle elveleiet.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Ledningsevne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Oksygen (mg/l)
14.11.06	SRGE	<0,20	0,27	11			2,17	0,602	
19.12.06	SRGE	<0,20	<0,25	33	7,4	0,32	0,505	0,048	
09.01.07	SRGE	<0,20	<0,25	<10	7,3	0,26	2,34	0,573	
25.01.07	SRGE	<0,20	<0,25	<10	7,2	0,31	1,93	0,502	
07.02.07	SRGE	<0,20	<0,25	17	7,5	0,69	1,85	0,539	9,07
20.02.07	SRGE	0,52	6,33	14	7,12	0,279	1,34	0,251	8,99
07.03.07	SRGE	<0,20	<0,25	<10	7,2	0,256	1,02	0,156	9,59
20.03.07	SRGE	<0,20	<0,25	11	7,12	0,279	1,4	0,582	8,99
17.04.07	SRGE	<0,20	<0,25	13	7,03	0,271	1,59	0,477	9,82
02.05.07	SRGE	<0,20	<0,25	2,3	7,27	0,281	1,4	0,41	9,61
05.06.07	SRGE	<0,20	<0,25	2,2	7,7	0,268	1,3	0,47	2,26

Tabell 7 viser resultater av stikkprøver tatt i utløp av liten kulvert mot det gamle elveleiet. Det ble ikke påvist glykol i noen av de 11 prøvene. Spor av formiat (0,33 mg Fo/l) ble påvist i en av prøvene og eller ikke. Vannet i denne kulverten hadde gjennomgående et lavt kjemisk oksygenforbruk, og lavere enn det som ble funnet i stikkprøver fra stor kulvert. Ledningsevnen og innholdet av nitrogenforbindelser var omtrent som for prøvene fra stor kulvert. Oksygeninnholdet var tilfredsstillende med unntak av den siste prøven tatt ut 05.06.07.

Tabell 7. Analyseresultater for stikkprøver tatt ved liten kulverts utløp til det gamle elveleiet.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Ledningsevne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Oksygen (mg/l)
14.11.06	LGE	<0,20	0,33	10			2,34	1,22	
19.12.06	LGE	<0,20	<0,25	<10	7,2	0,32	1,25	0,664	
09.01.07	LGE	<0,20	<0,25	<10	7,4	0,28	1,82	0,916	
25.01.07	LGE	<0,20	<0,25	<10	7,2	0,38	3,93	3,02	
07.02.07	LGE	<0,20	<0,25	<10		0,323	1,8	0,813	9,39
20.02.07	LGE	<0,20	<0,25	<10			3,26	1,98	9,36
07.03.07	LGE	<0,20	<0,25	<10			1,48	0,789	8,98
20.03.07	LGE	<0,20	<0,25	<10			3,88	0,902	9,42
17.04.07	LGE	<0,20	<0,25	15			2,12	0,969	9,68
02.05.07	LGE	<0,20	<0,25	2,9			1,7	0,66	9,63
05.06.07	LGE	<0,20	<0,25	3,6	7,2	0,292	1,3	0,6	2,26



## 4.3 Grunnvannsbrønner

### 4.3.1 Brønn ved deicing (BRAV)

Grunnvannsbrønnen rett nedstrøms plattform for deicing ble etablert 16. januar 2007 og det ble tatt prøver av grunnvannet 5 ganger i løpet av avisings sesongen og en gang i juni. Vannprøvene ble tatt ved tredje gangs pumping, dvs. etter at brønnen innledningsvis var tømt fullstendig to ganger. Av totalt 6 vannprøver fra grunnvannsbrønnen ble det påvist glykol i 4 prøver (tabell 8). For tre av prøvene var konsentrasjonene lave (0,8, 1,9 og 0,8 mg PG/l), mens det for prøven tatt 07.02.07 ble påvist 44 mg PG/l. For den samme prøven ble det naturlig nok også funnet et høyt kjemisk oksygenforbruk (KOF). Også for prøven tatt ut 07.03.07 ble det funnet en relativt høy KOF, selv om det ikke ble påvist glykol. Dette kan skyldes nedbrytningsprodukter av glykol.

Formiat ble ikke påvist i noen av prøvene.

pH i grunnvannet var relativt lav, noe som kan skyldes produksjon av organiske syrer som følge av ufullstendig nedbrytning av glykol.

Det ble påvist høye konsentrasjoner av jern og mangan i grunnvannet. Dette indikerer at det stedvis er oksygenfrie forhold i markvann og grunnvann som følge av tilførsel av glykol. Konsentrasjonene av jern og mangan var høyest i den prøven som inneholdt mest glykol (fra 07.02.07, 44 mg PG/l). Utover våren ble konsentrasjonene av jern og mangan lavere.

I prøven tatt ut 07.02.07 ble det også påvist spor av oljeforbindelser, dvs. 1,85 mg THC/l. Oljeforbindelser ble ikke påvist i noen av de andre prøvene.

Oksygeninnholdet i grunnvannet var lavt, men det ble påvist oksygen i alle prøver. Kraftig pumping av brønnen kan imidlertid ha gitt tilførsel av oksygen til prøvene, mens grunnvannet i praksis var tilnærmet oksygenfritt.

Tabell 8. Analyseresultater for prøver fra grunnvannsbrønn ved avisingsplattform.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>cr</sub> (mg/l)	pH	Ledn. evne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Jern (mg/l)	Mangan (mg/l)	THC (mg/l)	Oksygen (mg/l)
07.02.07	BRAV	44	<0,25	262	5,82	0,182	2,23	0,067	163	5,93	1,85	3,57
07.03.07	BRAV	<0,20	<0,25	48	5,81	0,193	1,28	0,19	54,10	2,26	<0,10	2,09
20.03.07	BRAV	<0,20	<0,25	<10	5,76	0,202	0,65	0,21	9,01	1,29	<0,10	1,99
17.04.07	BRAV	0,8	<0,25	17	5,83	0,207	0,59	0,19	9,59	1,44	<0,10	1,45
02.05.07	BRAV	1,9	<0,25	<30	5,82	0,199	0,6	0,15	3,36	1,4	<0,04	1,92
20.06.07	BRAV	0,8	<0,25	3,2	6,09	0,193	0,412	0,21	15,30	1,12	<0,04	1,38

### 4.3.2 Brønn ved bane (BRB)

Grunnvannsbrønnen langs rullebanen ble etablert 17. januar 2007. Det ble tatt prøver av brønnen 4 ganger gjennom avisings sesongen og 2 ganger etter avisings sesongens slutt. Av de totalt 6 prøvene ble det påvist spor av glykol i tre prøver (tabell 9). Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i prøve tatt ut 07.02.07 og var på 3,85 mg PG/l. Prøvene fra brønnen synes å ha lavere kjemisk oksygenforbruk (KOF) enn brønnen nedstrøms avisingsplattformen, noe som sannsynligvis henger sammen med lavere tilførsler av glykol langs banesystemet.

Formiat ble ikke påvist i noen prøver.

Konsentrasjonen av nitrogenforbindelser var høyere i prøvene fra denne brønnen, noe som henger sammen med omfattende bruk av urea til baneaving tidligere.

Konsentrasjonene av jern og mangan er høyere enn normalt også i denne brønnen, noe som indikerer stedvis oksygenfrie forhold i markvann eller grunnvann. Dette kan skyldes naturlige forhold eller at tidligere omfattende bruk av urea har gitt et stort oksygenforbruk knyttet til nitrifikasjon i

jordprofilen. Dagens organiske belastning knyttet til diffust spredd glykol og bruk av formiat til baneavising bør kunne brytes effektivt ned i jordprofilen under grøntområdene langs banesystemet.

Det ble påvist spor av oljeforbindelser i den første vannprøven som ble hentet fra brønnen, men det ble ikke påvist olje i noen av de påfølgende prøvene.

Oksygenkonsentrasjonen i denne brønnen varierer mer enn i brønnen ved avising, men det er generelt lave konsentrasjoner av oksygen.

Tabell 9. Analyseresultater for prøver fra grunnvannsbrønn langs rullebane.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Lednings- evne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Jern (mg/l)	Mangan (mg/l)	THC (mg/l)	Oksygen (mg/l)
07.02.07	BRB	3,85	<0,25	14	6,51	0,311	3,5	0,317	24,9	1,35	0,27	6,38
07.03.07	BRB	<0,20	<0,25	10	6,4	0,278	5,19	0,33	9,97	1,05	<0,10	3,4
20.03.07	BRB	0,92	<0,25	<10	6,34	0,263	4,85	0,27	6,90	0,973	<0,10	3,07
17.04.07	BRB	<0,20	<0,25	<10	6,31	0,252	3,87	0,203	6,39	0,959	<0,10	2,96
02.05.07	BRB	1,3	<0,25	<30	6,39	0,259	5,1	0,13	2,17	0,78	<0,04	3,15
20.06.07	BRB	<0,20	<0,25	1,6	6,64	0,236	4,22	0,18	1,62	0,6	<0,04	2,26

#### 4.4 Overvann til Stjørdalselva

Overvann fra området rundt avisingsplattformen blir tilført Stjørdalselva gjennom en større overvannsledning. Samlet har det blitt tatt ut 10 stikkprøver for å klarlegge vannkvaliteten i overvannet (tabell 10), dvs. 8 prøver gjennom avisings sesongen og 2 prøver etter avisings sesongen.

Glykol ble funnet i høye konsentrasjoner i 7 av 8 prøver tatt gjennom avisings sesongen.

Konsentrasjonene av glykol i disse prøvene varierte fra 37,5 til 13 600 mg PG/l. Den høyeste konsentrasjonen av glykol like høy som i prøvene fra oppsamlingsbassenget til avisingsplattformen. var høyere enn hva som ble funnet i flere prøver tatt i oppsamlingsbasseng for avisingsplattformen. Kjemisk oksygenforbruk (KOF) viste, som forventet, en samvariasjon med målte konsentrasjoner av glykol. I de to prøvene tatt etter avisings sesongens slutt ble det ikke funnet glykol.

Formiat ble funnet i 4 av totalt 10 prøver. Konsentrasjonene varierte fra 0,26 til 452 mg Fo/l.

De fleste prøvene viste en pH-verdi på rundt 7, men samtidig og rett etter prøven med den høyeste konsentrasjonen av glykol sank pH i avrenningen til de laveste målte verdiene på 6,6 og 5,36. Dette indikerer anaerob og ufullstendig nedbrytning av tilført glykol med dannelse av organiske syrer som senker pH. Overvannet inneholdt lite totalnitrogen sammenlignet med vannet i kulvert til det gamle elveleiet. Nitrogenforbindelsene forelå i stor grad som ammonium.

Tabell 10. Analyseresultater for prøver av overvann ført til utslipp i Stjørdalselva

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Lednings- evne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Oksygen (mg O <sub>2</sub> /l)
19.12.06	SE	806	162	1375	7,01	0,663	<0,2	0,045	
09.01.07	SE	490	452	1022	7,26	0,128	0,2	0,014	
25.01.07	SE	13600	0,26	22100	6,6	0,267	<0,2	<0,01	
07.02.07	SE	488	<0,25	1062	5,36	0,146	<0,2	0,032	7,85
20.02.07	SE	155	65,2	299	6,99	0,283	<0,2	0,017	10,58
07.03.07	SE	37,5	<0,25	82	7,17	0,152	0,365	0,119	10,01
20.03.07	SE	569	<0,25	1056	7,04	0,124	<0,2	<0,01	8,96
17.04.07	SE	<0,20	<0,25	25	7,26	0,123	0,336	0,013	9,72
02.05.07	SE	<0,20	<0,25	80	7,4	0,135	0,42	0,1	10,6
05.06.07	SE	<0,20	<0,25	7,7	7,1	0,16	1,36	0,018	2,26

## 4.5 Pumpekum oppsamlingstank ved avisingsplattform

Under deicing samles glykolholdig vann fra avisingsplattformen i en oppsamlingstank. Via en pumpekum pumpes det glykolholdige vannet over til kommunalt avløpsnett og til dyputslipp i Stjørdalsfjorden. I situasjoner med sterk nedbør og snøsmelting kan oppsamlingstanken tilføres så mye vann at pumpekapasiteten overskrides. Glykolholdig vann føres da i overløp til overvannsystem med utslipp til Stjørdalselva. For å dokumentere vannkvaliteten og konsentrasjonen av glykol i oppsamlingstanken ble det tatt ut blandprøver av vannet i pumpekummen. En automatisk prøvetaker tok ut 4 delprøver daglig til en blandprøvebeholder som ble tømt med 14 dagers intervaller.

Samlet ble det tatt ut 9 blandprøver for å dokumentere vannkvaliteten i oppsamlingstanken (tabell 11). Konsentrasjonen av glykol i disse prøvene varierte fra 626 mg PG/l (02.05.07) til maksimalt 112 000 mg PG/l (25.01.07). Maksimalt konsentrasjon funnet i oppsamlingstanken var dermed rundt 0,1 % glykol, noe som er overraskende lavt, og som tyder på stor fortykning av den glykolen som renner av på plattformen. Det ble funnet formiat i 5 av 9 blandprøver fra oppsamlingstanken, og konsentrasjonene varierte fra 1,67 til 165 mg Fo/l. Formiat kan dannes som følge av nedbrytning av glykol, men kan også skyldes bruk av baneavisingsmidler for tilfredsstillende friksjon på plattformen.

Ledningsevnen i vannet varierte fra 0,099 til 0,748 mS/cm, og maksimal ledningsevne ble funnet i prøven med maksimal konsentrasjon av formiat og et forhold mellom glykol og kjemisk oksygenforbruk som antyder at deler av glykolen i tanken hadde blitt brutt ned til mellomprodukter som bidrar til økt ledningsevne. Målte konsentrasjoner av oksygen viser variasjon, men er generelt lave og påvirket av oksygenforbruk knyttet til nedbrytning av glykol.

Tabell 11. Resultater for prøver fra oppsamlingstank for glykolholdig vann ved avisingsplattform

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Lednings- evne (mS/cm)	Oksygen (mg O <sub>2</sub> /l)
06.12.06	PAV	6020	<0,25	11400	4,92	0,21	
19.12.06	PAV	2700	10,3	5100	6,87	0,214	
09.01.07	PAV	422	1,67	1000	5,26	0,153	
25.01.07	PAV	112000	118	167000	7,13	0,463	
07.02.07	PAV	37200	16,7	57600	6,68	0,235	
07.03.07	PAV	9830	165	17500	7,04	0,748	6,14
20.03.07	PAV	3790	<0,25	5600	6,84	0,192	2,24
17.04.07	PAV	3645	<0,25	5400	6,39	0,139	4,9
02.05.07	PAV	626	<0,25	1000	6,9	0,099	2,68

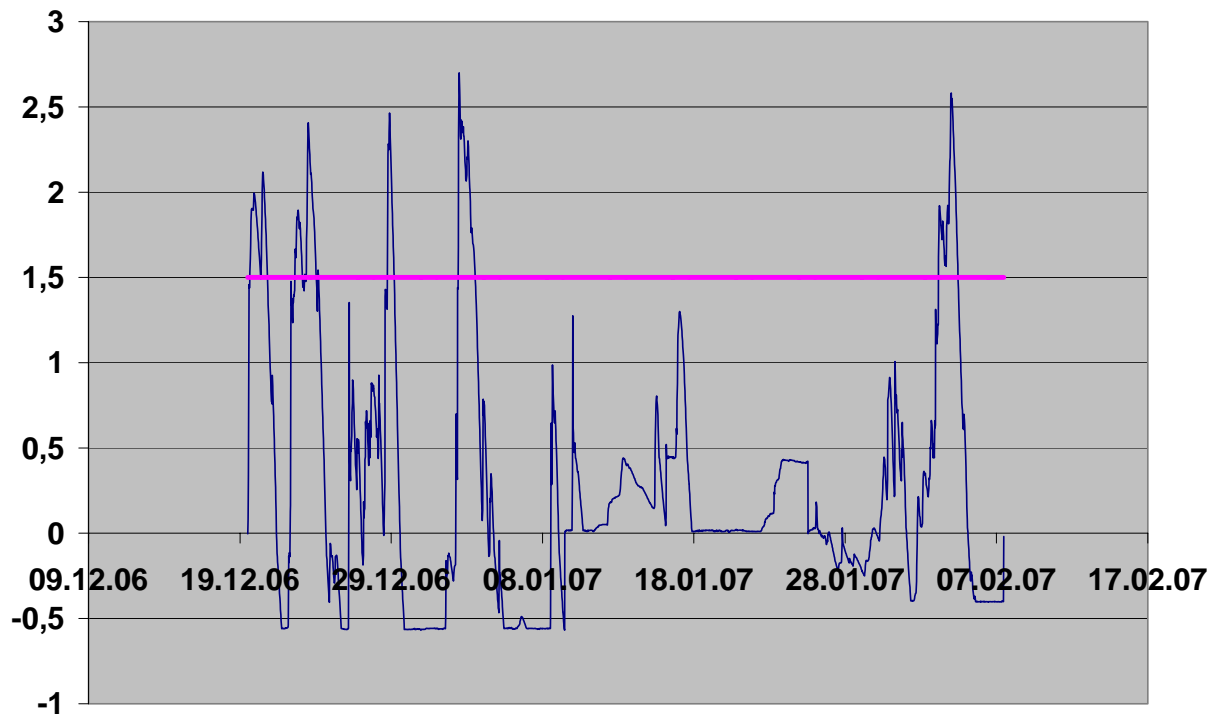
For å klarlegge mengden glykol til kommunalt dyputslipp monterte Avinor en vannføringsmåler på pumpeledningen til kommunalt nett. Denne virket aldri og ble demontert igjen.

For å avdekke variasjoner i vannhøyde og episoder med overløp til Stjørdalselva ble det montert en nivå-logger i pumpekummen (Keller). Logging av vannhøyde ble startet 19.12.06 og fortsatte fram til 02.05.07. Den 07.02.07 ble loggeren senket rundt 40 cm dypere ned i kummen slik for å kunne fange opp situasjoner da bassenget ble pumpet tilnærmet tomt. Resultatene av vannhøydemålingene er derfor presentert i to figurer (figur 21 og 22), noe som også øker lesbarheten resultatene.

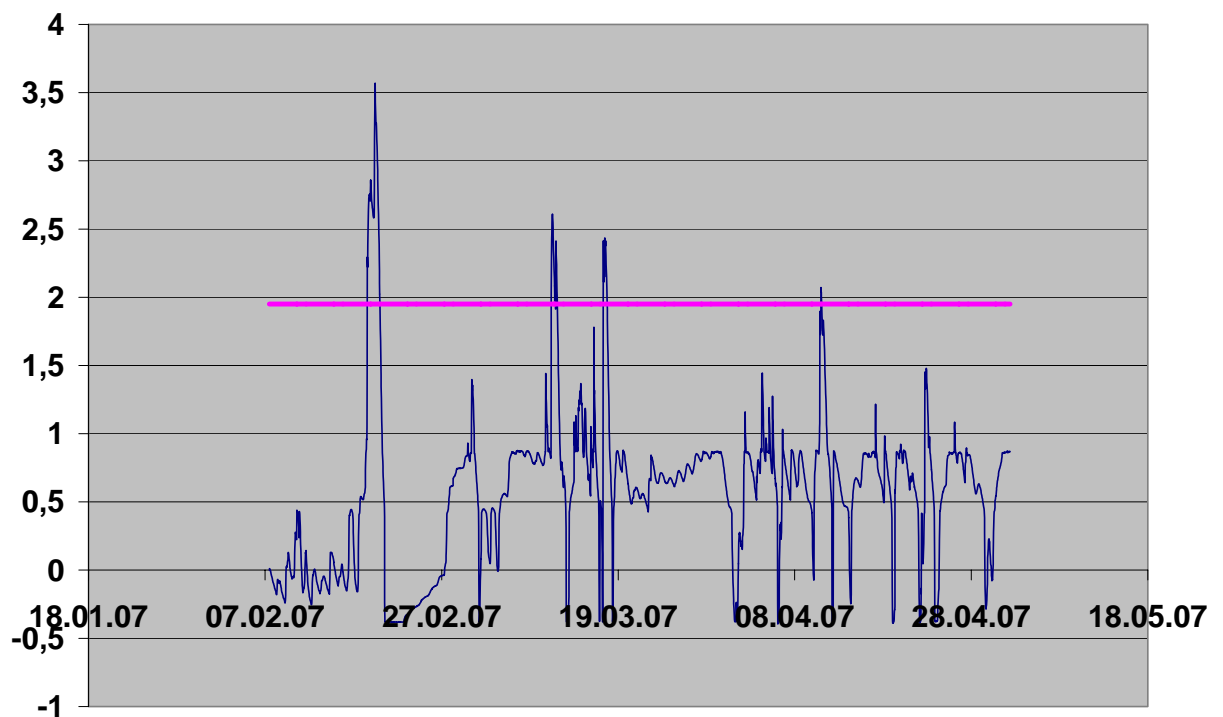
Figur 21 viser målt vannhøyde i pumpekummen i perioden 19.12.06 - 07.02.07. Laveste nivå for overløp til Stjørdalselva er angitt som en rett strek i figuren. Som figuren viser var det 5 avrenningsepisoder som ga overløp av glykolholdig vann i løpet av denne perioden.

Figur 22 viser vannhøyde i pumpekummen i perioden 07.02.07 - 02.05.07. Resultatene viser at det var 4 avrenningsepisoder som ga overløp av glykolholdig vann til Stjørdalselva.

Samlet gjennom avisings sesongen 06/07 har det derfor blitt dokumentert 9 avrenningsepisoder som har gitt overløp av glykolholdig vann fra oppsamlingstank til Stjørdalselva. Resultatene gir ikke grunnlag for å kvantifisere vannmengder og mengde glykol som har blitt ført til overløp.



Figur 21. Logget vannhøyde (m) i pumpekum for glykolholdig vann sammenstilt med laveste nivå for overløp til Stjørdalselva i perioden 09.12.06 - 07.02.07.



Figur 22. Logget vannhøyde i pumpekum (m) for glykolholdig vann sammenstilt med laveste nivå for overløp til Stjørdalselva i perioden 07.02.07 - 02.05.07.

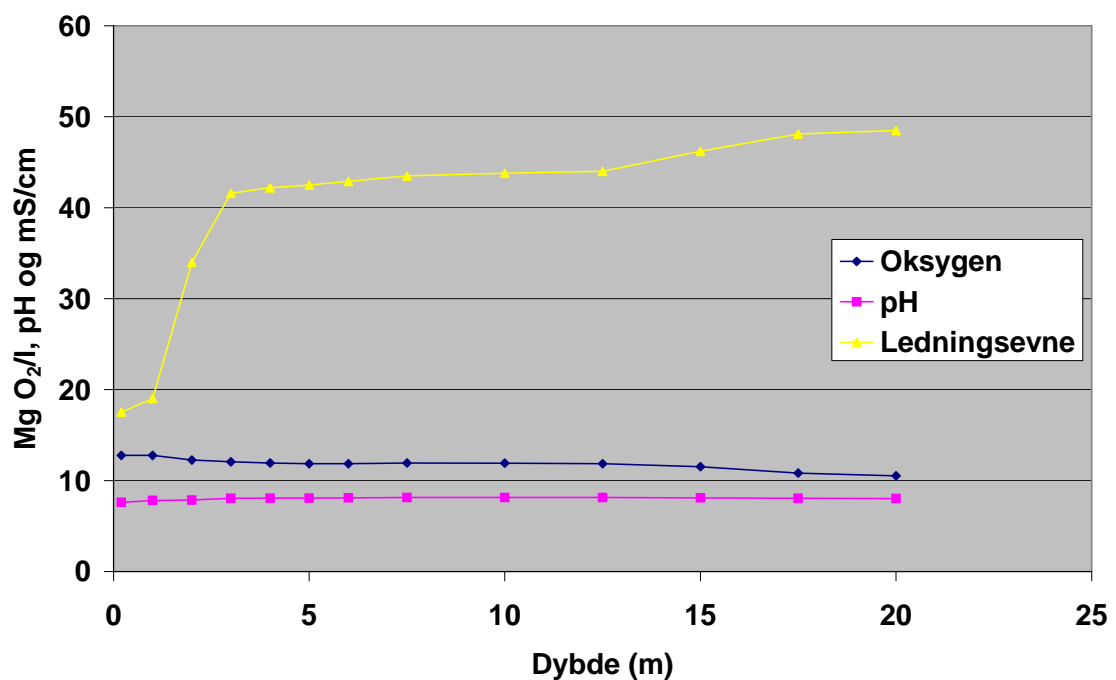
## 4.6 Målinger og vannkvalitet i sjøen

Det har blitt gjort undersøkelser i sjøresipient på to lokaliteter for å avklare resipientforhold og vurdere om lokale tålegrenser overskrides som følge av samlede utslipp. Lokalitetene som har blitt undersøkt er (1) lokalitet for kommunalt dyputslipp i Stjørdalsfjorden og (2) det gamle elveleiet.

### 4.6.1 Stjørdalsfjorden - kommunalt utslipp

Undersøkelsene ble gjort ved grønn bøye som markerer lokalitet for kommunalt dyputslipp (koordinater 3V0594090 - UTM 7038299). Undersøkelsene omfattet måling av oksygen, pH og ledningsevne i et dybdeprofil (hydrografisk snitt) og uttak av vannprøve for analyse av bunnvann og overflatevann på lokaliteten. Det ble også utført målinger av oksygen, pH og ledningsevne i et dybdeprofil på en referanselokalitet i avstand omtrent 500 m fra dyputslipp.

Målingene av dybdeprofil ved kommunalt dyputslipp viste gode og tilfredsstillende oksygenkonsentrasjoner i hele profilet (figur 23). I overflaten ble det målt rundt 13 mg O<sub>2</sub>/l. Med økende dyp sank oksygenkonsentrasjonene noe, men selv ved 20 m dyp ble det målt 11 mg O<sub>2</sub>/l. Målingene av ledningsevne viser at overflatevannet er sterkt påvirket av ferskvannstilførslene fra Stjørdalselva. Ledningsevnen viser derfor en bratt økning fra overflaten og ned til rundt 3 m, deretter er det kun en svak økning i ledningsevne med økende dyp. pH holder seg stabilt rundt 8 i hele dybdeprofilet, med unntak av noe lavere pH i overflatevannet (7,6).



Figur 23. Dybdeprofil for oksygen, ledningsevne og pH ved dyputslipp i Stjørdalsfjorden 18.04.07.

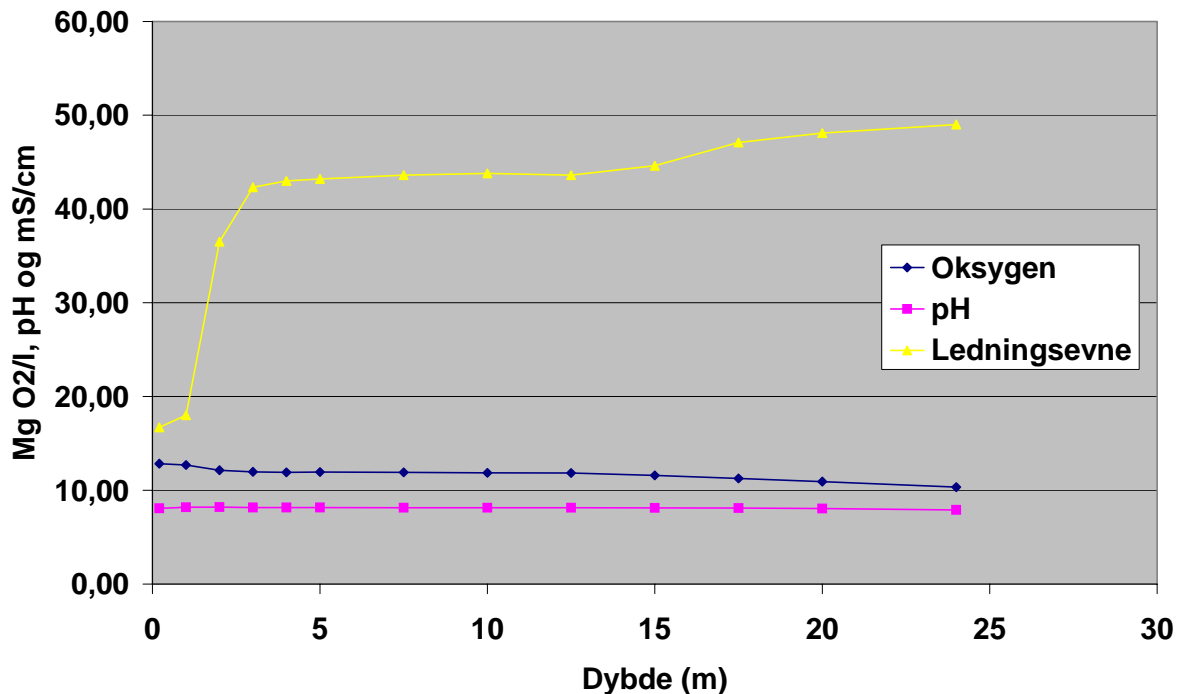
Analyseresultatene for vannprøver av hhv. bunn- og overflatevann ved dyputslipp i Stjørdalsfjorden er vist i tabell 12. Det ble ikke påvist verken glykol eller formiat i noen av prøvene. Med hensyn til kjemisk oksygenforbruk (KOF), total nitrogen og jern hadde bunnvannet (17 m) en bedre kvalitet enn overflatevannet. Dette kan ha sammenheng med at dyputslippet av "ferskt" avløpsvann gir en lokal sirkulasjon slik at fortynnet avløpsvann bringes til overflaten.

Tabell 12. Resultater for vannprøver av overflate- og bunnvann i Stjørdalsfjorden 18.04.07.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Lednings- evne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Jern (mg/l)	Mangan (mg/l)
18.04.07	UK20cm	<0,20	<0,25	104	7,44	>15	0,372	0,043	0,17	0,0089
18.04.07	UK17m	<0,20	<0,25	<10	7,96	>15	<0,2	0,081	0,03	0,0023

#### 4.6.2 Stjørdalsfjorden - referanselokalitet

Det ble også målt et dybdeprofil på en referanselokalitet (koordinater 3V0594127 - UTM 7038441) i Stjørdalsfjorden i avstand omtrent 500 m fra kommunalt dyputslipp. Resultatene fra dette dybdeprofilet er omtrent tilsvarende som målt ved kommunalt dyputslipp (figur 24), med ferskvannsdominert overflatevann, gode oksygenforhold og stabil pH i hele profilet.



Figur 24. Dybdeprofil for oksygen, ledningsevne og pH ved referanse i Stjørdalsfjorden 18.04.07.

#### 4.6.3 Gamle elveleie

Feltundersøkelsene med måling av dybdeprofil og uttak av vannprøver i det gamle elveleiet ble gjennomført 27.04.07. Dybdeprofil ble målt på to lokaliteter i det gamle elveleiet (koordinater 31V05955094 - UTM 7038267 og 32V0595006 UTM7038259) mens vannprøver av overflate- og bunnvann ble tatt ut på en av lokalitetene (31V05955094 - UTM 7038267). Målt dybde var hhv. 9,7 og 10 m.

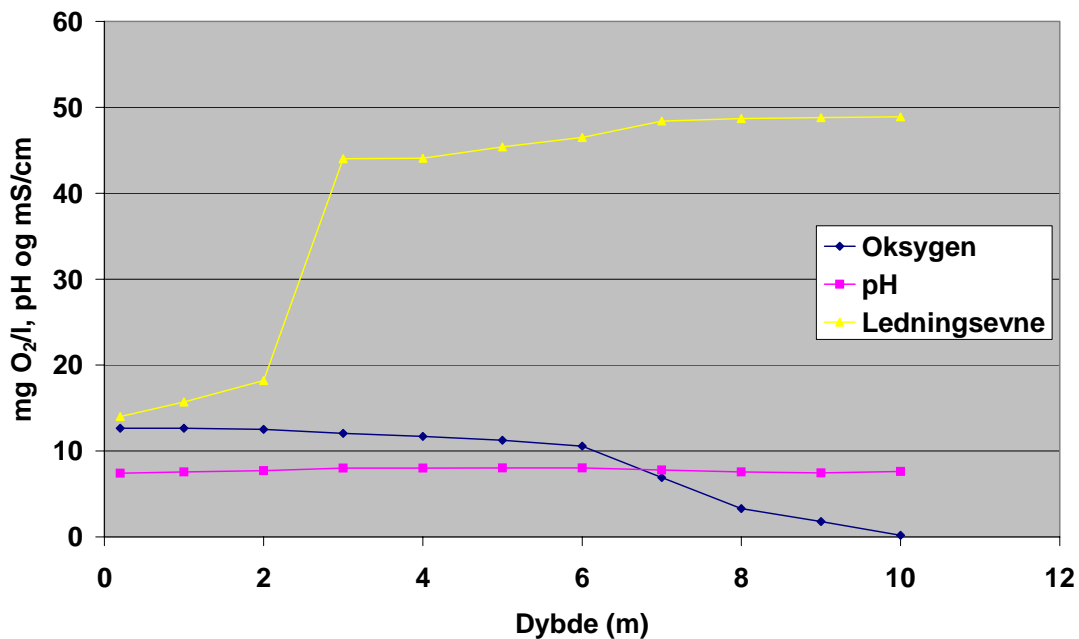
Målingene av dybdeprofil i det gamle elveleiet viste høye oksygenkonsentrasjon ned til 6 m, deretter sank konsentrasjonene med økende dyp ned til bunnen på ca. 10 m hvor det var tilnærmet oksygenfritt (figur 25 og 26). Ledningsevnen viste at overflatelaget var preget av ferskvann ned til rundt 3 m. Ferskvannlaget ligger over et lag med delvis stagnant saltvann, som vil ha liten utskifting mot Stjørdalsfjorden pga. terskel ved utløpet av det gamle elveleiet. Kjemisk sammensetning og oksygenforhold i bunnvannet vil derfor kunne være preget av utslipp fra lang tid tilbake, og endringer i denne vannkvaliteten vil skje langsomt. pH holder seg stabil rundt 8 i hele dybdeprofilet.

Vannprøvene fra det gamle elveleiet ble tatt på hhv. 0,2 m (overflatevann) og 9 m dyp (bunnvann) 27-04.07. I overflatevannet ble det ikke funnet spor av verken glykol eller formiat (tabell 13), men det ga en høy verdi for kjemisk oksygenforbruk (375 mg KOF/l, til sammenligning inneholder urensset avløpsvann rundt 550 mg KOF/l). Overflatevannet inneholdt også noe totalnitrogen og ammonium.

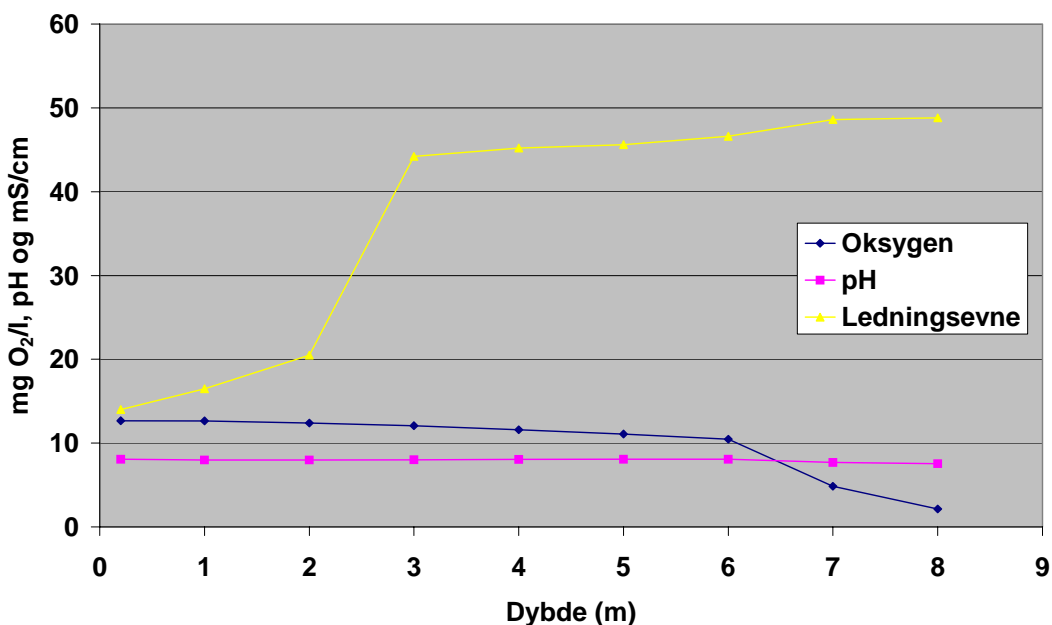
I bunnvannet ble det funnet litt glykol (11 mg PG/l), men ikke formiat. Funnet av glykol var overraskende, da glykol sjelden ble påvist i prøver fra kulverter som drenerer flyplassområdet, og i så fall i lave konsentrasjoner.

Utslipet fra kulvertene består av ferskvann og en ville forvente at dette lagret seg inn som overflatevann over det tyngre og stagnante saltvannet i bunnen av det gamle elveleiet.

Ellers viser bunnvannet et høyt kjemisk oksygenforbruk (1160 mg KOF/l, dvs. omtrent dobbelt så mye som i avløpsvann), men dette er ikke uvanlig for oksygenfritt stagnant bunnvann påvirket av lengre tids utslipp av organisk materiale.



Figur 25. Dybdeprofil for oksygen, ledningsevne og pH i det gamle elveleiet 27.04.07 (31V05955094 – UTM 7038267)



Figur 26. Dybdeprofil for oksygen, ledningsevne og pH i det gamle elveleiet 27.04.07 (32V0595006 UTM7038259).

Tabell 13. Resultater for prøver av overflate- og bunnvann fra det gamle elveleiet tatt 27.04.07.

Dato	Stasjon	PG (mg/l)	Formiat (mg/l)	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	pH	Lednings- evne (mS/cm)	Tot. N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	Jern (mg/l)	Mangan (mg/l)
27.04.2007	GE20cm	<0,2	<0,25	375	7,7	1,72	0,45	0,15	0,27	0,011
27.04.2007	GE9m	11	<0,25	1160	7,3	7,09	0,96	1,3	0,30	0,062

## 4.7 Brannøvingsområde

Det ble gjort tre feltbesøk til brannøvingsfeltet i mars, og først på det tredje feltbesøket ble det funnet avrenning i prøvetakingskummen. Avrenningen var liten, under 0,5 liter per sekund, i forhold til vannforbruk ved brannøvelse. Det luktet flybensin/drivstoff i prøvetakingskummen og det var oljefilm på vannflaten i pumpekum ut av renseløsning. Analysene av prøven tatt fra prøvetakingskummen (tabell 14) viste et innhold av totale hydrokarboner (THC) på 63 mg/l. Oljeforbindelsene bestod av relativt lette drivstoffkomponenter.

Tabell 14. Vannprøve som viser utslippskvalitet for olje fra brannøvingsfelt under øvelse 24.03.07.

Dato	Stasjon	THC (mg/l)	C10-12 (mg/l)	C12-16 (mg/l)	C16-40 (mg/l)	Benzen (µg/l)	Toluen (µg/l)	Etylbenzen (µg/l)	m+p xylen (µg/l)	o- xylen (µg/l)
24.03.07	BRANN	63	18,2	30,2	14,6	8,5	2,5	0,2	0,3	85

Utslippskvaliteten fra brannøvingsfeltet var med dette ikke tilfredsstillende for prøven tatt ut under øvelse 24.03.07. Observasjoner indikerte også at brannøvingsfeltet bare samlet opp en mindre del av vannet som ble brukt under brannøvelsen.

Brannøvingsfeltet ble derfor fulgt opp med ny prøvetaking 09.07.07. Ved dette feltbesøket var vannføringen gjennom rensanlegget langt større og samsvarte bedre med observert vannforbruk. Det var imidlertid lukt av drivstoff gjennom hele rensanlegget og oljefilm i pumpekum før pumping til utslipp. Det ble tatt to prøver av rensed avløp, en fra prøvetakingskum og en fra pumpekum før utslipp (tabell 15). Begge prøvene viste høye konsentrasjoner av drivstoffkomponenter, med innhold av totale hydrokarboner på hhv. 144 og 926 mg/l.

Tabell 15. Vannprøve som viser utslippskvalitet for olje fra brannøvingsfelt under øvelse 09.07.07.

Dato	Stasjon	THC (mg/l)	C5-8 (mg/l)	C8-10 (mg/l)	C10-12 (mg/l)	C12-16 (mg/l)	C16-35 (mg/l)
09.07.07	BRANN- prøvekum	144	0,55	24	60	50	9,5
09.07.07	BRANN- pumpekum	926	3	180	390	290	63



## 5. Sammenfattende vurderinger

---

Gjennomført miljøovervåking på Trondheim lufthavn gjennom avisings sesongen 06/07 har vist følgende hovedtrekk:

- Fly- og baneavisingskemikalier glykol og formiat ble bare påvist i et fåtall av representative vannprøver tatt i kulvertsystemene som transporterer potensielt avisingspåvirket overvann fra lufthavnområdet til det gamle elveleiet. Når glykol eller formiat ble påvist, så var det i lave konsentrasjoner. Prøvetakingen dokumenterer at samlede tilførsler av fly- og baneavisingskemikalier til det gamle elveleiet var små for avisings sesongen 06/07.
- Overvannet fra lufthavna til Stjørdalselva inneholdt ofte glykol, og i høye konsentrasjoner. Tilført glykol kan stamme fra snødeponier, overløp fra lagertank for brukt glykol eller overvann fra området rundt avisingsplattform. Resultatene for vannprøvene er i samsvar med det som ble rapportert i NIVA-rapport 4866-2004.
- Grunnvannet i brønnen ved avisingsplattformen virker å være preget av tilførsler av organisk stoff i form av glykol og noe formiat. Dette gir seg utslag i periodisk høye konsentrasjoner av jern og mangan og lave oksygenverdier. Grunnvannsbrønnen langs rullebanen viser lignende tendenser, men effektene synes å være mindre. Lokal grunnvannskvalitet ved avising og langs rullebane vurderes å være klart påvirket av tilførsler av avisingskemikalier, men den lokalt reduserte grunnvannskvaliteten har liten praktisk betydning. Grunnvannet innenfor lufthavna vurderes som en del av rensesystemet for håndtering av avisingskemikalier.
- Måling av væskehøyden i lagertanken for brukt glykol dokumenterer overløp til Stjørdalselva i 8 eller 9 episoder i løpet av avisings sesongen 06/07. Mengde glykol pumpet til kommunalt avløpsnett kunne ikke beregnes som følge av manglende mengdemålinger.
- Målte dybdeprofiler (pH, ledningsevne og oksygen) ved kommunalt dyputslipp indikerte ingen endringer i vannkvalitet eller miljøforhold som følge av samlet utslipp av avløpsvann og glykol fra lufthavna. Uttak og analyse av vannprøver fra hhv overflate- og bunnvann ga samme konklusjon.
- Målte dybdeprofiler i det gamle elveleiet viste at det ferskvannsdominerte overflatevannet lå over et saltvannslag med dårlig utskifting mot Stjørdalsfjorden. De dypere delene av det salte vannet viste lave oksygenverdier og høyt innhold av organisk materiale, og forholdene er sannsynligvis et resultat av en lengre tids belastning med avløpsvann, synketømmer og tilførsler fra lufthavna.
- Renseanlegget for brannøvingsfeltet ved Trondheim lufthavn synes ikke å fungere tilfredsstillende. Samlet inntrykk fra 5 feltbesøk (hvorav to med uttak av vannprøve) er at oppsamlingen av brannvann ikke fungerer tilfredsstillende og at utslippet av oljekomponenter er for høyt.

## 6. Referanser

---

NIVA-rapport 4866-2004. Avrenning av avisingsmidler og resipientforhold ved Trondheim lufthavn Værnes.

Roseth, R., Weideborg, M., Hem, L. J. og Kraft, P. I. 2002. Miljøforhold relatert til bruk av avisingsmidler ved Trondheim lufthavn, Værnes. Jordforsk rapport nr. 54/02, Aquateam rapport nr. 02-042. 33 s.

## 7. Vedlegg

---

### Oversikt over vedlegg

Nr Emne

---

- 1 Feltlogg under boring av grunnvannsbrønner
  - 2 Vurdering av jordart for masser fra brønner
  - 3 Logg for feltbesøk og utført arbeid ved Trondheim lufthavn
-

## VEDLEGG 1. FELTLOGG BRØNNBORING

### Brønnboring Trondheim lufthavn Værnes 10 - 12 januar 2007

Natt til 11 januar \_ Brønn ved deicing.

Merket i med orange metallstokk, satt ned ved brønnlokk.

Dybde på brønn \_ fra bakkenivå til bunn filter. 9.75 m.

Filter satt ned 1 m over og 2 m under grunnvann.

Topp filter ligger 6.75 m under bakken.

Filter er lik 3 m.

Vannspeil grunnvann ligger ca. på mellom 7 - 8 m.

Gjennomgang jord \_ fra bakkenivå til bunn brønn.

Øverst jordlag, videre grus / løsmasser og over til leire / tette masser på bunn.

Jordprøver uttatt for hver meter ned, for å dokumentere de ulike lag i grunnen.

---

Natt til 12 januar \_ Brønn ved rullebane.

Dybde på brønn \_ fra bakkenivå til bunn filter. 9 m.

Filter satt ned 1 m over og 2 m under grunnvann.

Filter er lik 3 m.

Topp vannspeil grunnvann ligger på ca. 6 m.

Gjennomgang jord \_ fra bakkenivå til bunn brønn.

Øverst \_ grus / løsmasser og over til tett sand / kvikksand på bunn.

Jordprøver uttatt for hver meter ned, for å dokumentere de ulike lag i grunnen.

17.01.07

Knut Erling Flataker

## VEDLEGG 2. VURDERING AV JORDART I MASSER FRA BRØNNER

D=deicing og R=rullebane, tall er dybde i meter

Prøvenummer				L007-00533-1	L007-00533-2	L007-00533-3	L007-00533-4	L007-00533-5	L007-00533-6
Merking				0,5-1MD	0-05MD	1-2MD	2-3MD	3-4MD	4-5MD
Parameter	Metode	Enhet	Dato						
Jordart	JORDART		110907	9	9	2	2	2	2

Prøvenummer				L007-00533-7	L007-00533-8	L007-00533-9	L007-00533-10	L007-00533-11	L007-00533-12
Merking				5-6MD	6-7MD	7-8MD	8-9MD	9-10MD	10-11MD
Parameter	Metode	Enhet	Dato						
Jordart	JORDART		110907	2	2	2	3	3	3

Prøvenummer				L007-00533-13	L007-00533-14	L007-00533-15	L007-00533-16	L007-00533-17	L007-00533-18
Merking				0-1MR	1-2MR	2-3MR	3-4MR	4-5MR	5-6MR
Parameter	Metode	Enhet	Dato						
Jordart	JORDART		110907	2	9	2	2	2	3

Prøvenummer				L007-00533-19	L007-00533-20				
Merking				6-7MR	7-8MR				
Parameter	Metode	Enhet	Dato						
Jordart	JORDART		110907	3	3				

Jordarter		
1	Grovsand	8 Silt
2	Mellomsand	9 Lettleire
3	Finsand	10 Siltig lettleire
4	Siltig grovsand	11 Mellomleire
5	Siltig mellomsand	12 Stiv leire
6	Siltig finsand	13 Mineralblandet moldjord (20-40% humus)
7	Sandig silt	14 (>40% humus) Organisk jord

## VEDLEGG 3. LOGG FOR FELTBESØK OG UTFØRT ARBEID VED TRONDHEIM LUFTHAVN



Miljøovervåking Trondheim lufthavn Værnes

Besøksintervall\_ hver 14 dag, eller vannpr taking ved spesielle behov.

Besøk uke	Dato	Skjekkpunkter _ dato.											Besøk av	Merknader:
		logg kum gml elv	logg deicing	2* vannpr gml elveleie	vannpr karrusell kum gml elv	vannpr.pr.uttaker deicing	vannmåler hus deicing	vannpr.kum Stj elva	kontroll / vannprøve deicing	kontroll / vannprøve rullebane	kontroll / prøve brannfelt	Stjørdalsfjorden		
47	21.11.2006	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-		kef	
49	06.12.2006	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-		kef	vannmåler deice defekt
50	06.12.2006	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-		kef	
51	19.12.2006	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-		kef	
2	09.01.2007	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-		kef	
4	25.01.2007	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-		kef	
6	07.02.2007	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-		øj/kef	insp brannfelt 13.2
8	20.02.2007	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-		kef	
10	07.03.2007	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-		kef	insp brannfelt 7.3
12	20.03.2007	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓		kef	insp + vannpr brannfelt
13	28.03.2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		rs/kef	forsøk på fjordtur
16	17.04.2007	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-		kef	insp brannfelt 17.4
16	18.04.2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	kef	pr. dyputslipp
17	27.04.2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	kef	pr. gamle elveleie
18	02.05.2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		kef	avslutta pr.taking
23	05.06.2007	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-		kef	pr. gml elv_Stj elv
25	20.06.2007	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-		kef	prøvetaking brønner
28	09.07.2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓		kef	prøvetaking brannfelt