

Bioforsk Rapport

Vol. 9 Nr. 92 2014

Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn AS

Resultater for kalenderåret 2013

Roger Roseth, Øyvind Rise, Geir Tveiti og Øistein Johansen
Bioforsk Jord og miljø



<i>Tittel:</i> Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Resultater for kalenderåret 2013.
<i>Forfatter(e):</i> Roger Roseth, Øyvind Rise, Geir Tveiti og Øistein Johansen

<i>Dato:</i> 30.05.14	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> 2110618	<i>Arkiv nr.:</i>
<i>Rapport nr.:</i> Vol. 9(92) 2014	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-01291-7	<i>Antall sider</i> 34	<i>Antall vedlegg</i> 3

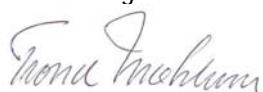
<i>Oppdragsgiver:</i> Sandefjord Lufthavn AS	<i>Kontaktperson:</i> Lars Guren
---	-------------------------------------

<i>Stikkord:</i> Avisingskemikalier, forbruk, transport, nedbryting og utslipp	<i>Fagområde:</i> Miljøovervåking
---	--------------------------------------

<p><i>Sammendrag</i></p> <p>Gjennom 2013 ble det brukt 95 tonn glykol (100 %) til flyavising ved Sandefjord lufthavn Torp. Dette var litt høyere enn for 2012 da det ble brukt 90 tonn, men vesentlig lavere enn i 2010 da det ble brukt 146 tonn. I toppåret 2006 ble det brukt hele 254 tonn glykol. For baneavisingmiddel var forbruket på 36 tonn formiat. Dette var høyere enn for 2012 da det ble brukt 18 tonn. Til sammenligning ble det brukt 35 tonn formiat i 2011 og 56 tonn i 2010. Baneavisingmidlene ble brukt i januar, februar, november og desember.</p> <p>I Rovebekken ble det påvist glykol i en av de 46 ukeblandprøvene fra St. R. Prøven viste en lav konsentrasjon på 0,3 mg PG/l. Kravet i utslippstillatelsen er dermed overholdt.</p> <p>I 26 døgnblandprøver fra Rovebekken (St. R) prioritert for analyse av baneavisingmidlet formiat, ble det påvist formiat i 8 prøver. Høyeste konsentrasjon på 283 mg formiat per liter ble påvist i en prøve fra 29.01.13. Prøven ble tatt etter utlegging av nærmere 9 tonn formiat knyttet til underkjølt regn 27. og 28.01.13. Tilsvarende ble det påvist 136 mg formiat per liter i en prøve tatt ut 29.02.13, etter utlegging av nærmere 6 tonn formiat i perioden 17. - 19.02.13. Automatisert overvåking av ledningsevne i Rovebekken (St. R) og i overvann fra banesystemet (St. G2) har gitt god oversikt over mønster og varighet av avrenning med baneavisingmidler.</p> <p>Overvåking av oksygenkonsentrasjonen i Rovebekken har vist gode og tilfredsstillende forhold gjennom 2013. Det har vært periodiske problemer med målingene. I slike perioder har oksygenkonsentrasjonen i bekken blitt kontrollert med manuelt måleutstyr.</p> <p>For stasjonene med avrenning til Vårnes- og Unnebergbekken (St. N og S) ble det tatt ut 9 stikkprøver i løpet av 2013. I Vårnesbekken ble glykol påvist i tre prøver og formiat i fem. I Unnebergbekken ble glykol påvist i fire prøver og formiat i to. Høyeste påviste konsentrasjoner var 35 mg PG/l og 100 mg Fo/l.</p> <p>Samlet sett har 2013 vært et år med lite avrenning av glykol til Rovebekken, og utslippskravet er overholdt. Formiat har blitt påvist i bekkevannet etter større utlegg av baneavisingmidler. Fiskeundersøkelsen viste lavere tetthet av ørret enn i 2012, med fravær av årsyngel. Manglende forekomst av årsyngel antas å ha sammenheng med bunnfrysing av bekken i løpet av vinteren.</p>

<i>Land/fylke:</i>	Norge/Vestfold
<i>Kommune:</i>	Sandefjord
<i>Sted/Lokalitet:</i>	Sandefjord lufthavn Torp

Ansvarlig leder



Trond Mæhlum

Prosjektleder



Roger Roseth

Innhold

1. SAMMENDRAG	5
2. INNLEDNING	6
3. BANE- OG FLYAVISINGSKJEMIKALIER.....	7
4. MILJØOVERVÅKINGSPROGRAMMET	8
4.1 STASJONER I MILJØOVERVÅKINGSPROGRAMMET	8
4.2 MILJØOVERVÅKINGSPROGRAMMET	9
5. RESULTATER KALENDERÅRET 2013	12
5.1 VANNPRØVER TATT I ROVEBEKKEN.....	12
5.2 VANNPRØVER TATT I OVERVANN OG GRUNNVANN	16
5.3 VÅRNESBEKKEN	18
5.4 UNNEBERGBEKKEN.....	19
5.5 UTVIDEDE ANALYSER AV VANNPRØVER FRA SANDEFJORD LUFTHAVN	19
6. FISKEUNDERSØKELSER.....	22
7. AUTOMATISKE MÅLINGER.....	24
7.1 STASJON G2.....	24
7.2 STASJON R.....	27
8. MILJØBEFARING OG OKSYGENMÅLING.....	30
9. TIDLIGERE RAPPORTER MILJØOVERVÅKING	32
10. VEDLEGG	34

1. Sammendrag

Gjennom 2013 ble det brukt 95 tonn glykol (100 %) til flyavising ved Sandefjord lufthavn Torp. Dette var litt høyere enn for 2012 da det ble brukt 90 tonn, men vesentlig lavere enn i 2010 da det ble brukt 146 tonn. I toppåret 2006 ble det brukt hele 254 tonn glykol. For baneavisingmiddel var forbruket på 36 tonn formiat. Dette var høyere enn for 2012 da det ble brukt 18 tonn. Til sammenligning ble det brukt 35 tonn formiat i 2011 og 56 tonn i 2010. Baneavisingmidlene ble brukt i januar, februar, november og desember.

I Rovebekken ble det påvist glykol i en av de 46 ukeblandprøvene fra St. R. Prøven viste en lav konsentrasjon på 0,3 mg PG/l. Kravet i utslippstillatelsen er dermed overholdt.

I 26 døgnblandprøver fra Rovebekken (St. R) prioritert for analyse av baneavisingmidlet formiat, ble det påvist formiat i 8 prøver. Høyeste konsentrasjon på 283 mg formiat per liter ble påvist i en prøve fra 29.01.13. Prøven ble tatt etter utlegging av nærmere 9 tonn formiat knyttet til underkjølt regn 27. og 28.01.13. Tilsvarende ble det påvist 136 mg formiat per liter i en prøve tatt ut 29.02.13, etter utlegging av nærmere 6 tonn formiat i perioden 17. - 19.02.13.

Automatisert overvåking av ledningsevne i Rovebekken (St. R) og i overvann fra banesystemet (St. G2) har gitt god oversikt over mønster og varighet av avrenning med baneavisingmidler. Maksimal ledningsevne påvist i Rovebekken i 2013 var 1,9 mS/cm. Til sammenligning ble det målt en maksimal ledningsevne på 3,1 mS/cm i 2012, 7,6 mS/cm i 2011 og 6,9 mS/cm i 2010.

Overvåking av oksygenkonsentrasjonen i Rovebekken har vist gode og tilfredsstillende forhold gjennom 2013. Det har vært periodiske problemer med målingene. I slike perioder har oksygenkonsentrasjonen i bekken blitt kontrollert med manuelt måleutstyr.

For overvannet med avrenning til Vårnes- og Unnebergbekken (St. N og S) ble det tatt ut 9 stikkprøver i løpet av 2013. I Vårnesbekken ble det påvist glykol i tre prøver og formiat i fem. I Unnebergbekken ble det påvist glykol i fire prøver og formiat i to. Høyeste påviste konsentrasjoner var 35 mg PG/l og 100 mg Fo/l.

Bioforsk anbefaler at undersøkelsene på St. N (mot Vårnesbekken) og St. S (mot Unnebergbekken) utvides slik at det tas ut prøver for analyse av glykol og formiat hver 14. dag i desember, januar, februar og mars.

Samlet sett har 2013 vært et år med lite avrenning av glykol til Rovebekken, og utslippskravet er overholdt. Formiat har blitt påvist i bekkevannet etter større utlegg av baneavisingmidler. Fiskeundersøkelsen viste lavere tetthet av ørret enn i 2012, med fravær av årsyngel. Manglende forekomst av årsyngel antas å ha sammenheng med bunnfrysing av bekken i løpet av vinteren.

2. Innledning

Miljøovervåkingsprogrammet ved Sandefjord lufthavn Torp har som målsetting å overvåke konsentrasjoner og mulige miljøeffekter knyttet til avisingsmidler i bekker som mottar avrenning fra flyplassområdet. Rovebekken er spesielt fokusert, siden den er hovedresipienten for flyplassaktiviteten.

Denne rapporten gir en vurdering av analyseresultater og målinger gjennom kalenderåret 2013.

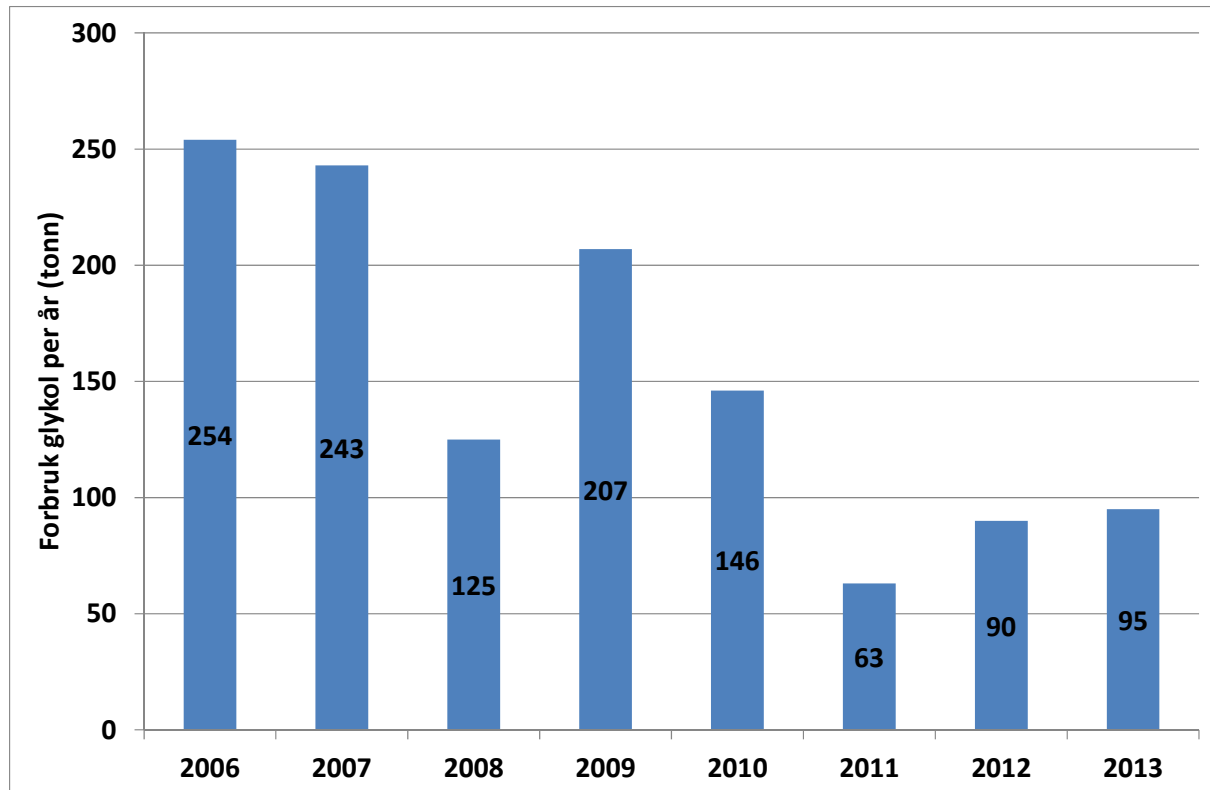
Arbeidet med overvåking har blitt utført som et samarbeid mellom Bioforsk og Sandefjord lufthavn. Lufthavna har gjort det praktiske arbeidet knyttet til innsamling av prøver og vedlikehold av måleutstyr. Bioforsk har kalibrert og installert loggersystemer for overvåking av vannkvalitet i overvann fra rullebane samt på hovedstasjon i Rovebekken.

Årlige fiskeundersøkelser har blitt utført av Naturplan AS 05. og 09.08.13.

For ytterligere informasjon om miljøovervåking på Sandefjord lufthavn viser vi til tidligere årsrapporter oppgitt i litteraturlista.

3. Bane- og flyavising kjemikalier

I 2013 ble det brukt 95 tonn glykol (100 %) til avising av fly ved Sandefjord lufthavn (figur 1). Til sammenligning ble det brukt 90 tonn i 2012 og 63 tonn i 2011. I 2006 ble det brukt 254 tonn glykol.



Figur 1. Viser forbruk av flyavisingmidler ved Sandefjord lufthavn som tonn glykol (100 %) for årene 2006 - 2013.

Samlet forbruk av baneavisingmiddel gjennom 2013 tilsvarte 35 tonn formiat. Forbruket fordelte seg på 28 tonn fast natriumformiat (Aviform-S) og 61 m³ flytende kaliumformiat (Aviform L50). Det var stort forbruk av baneavisingmidler i januar, februar og desember 2013. Til sammenligning ble det brukt 18 tonn formiat i 2012 og 35 tonn formiat i 2011. Utlegg av baneavisingkjemikalier gjennom 2013 er vist i tabell 1.

Tabell 1. Viser utlegg av baneavisingmidler på Sandefjord lufthavn gjennom 2013.

	S-SOLID		L50	
	Antall kilo		Antall liter	
03.01.2013			3701	
03.01.2013			2800	
06.01.2013			4900	
06.01.2013	1500			
09.01.2013	8000			
09.01.2013	2000			
27.01.2013	9000			
27.01.2013			2000	
27.01.2013	1000			
28.01.2013	3000			
04.02.2013			5854	
17.02.2013			4620	
17.02.2013	3000			
17.02.2013			2359	
19.02.2013			6500	
06.11.2013			3556	
14.11.2013				243
15.11.2013				732
20.11.2013				104
30.11.2013				251
05.12.2013				5160
10.12.2013				476
11.12.2013				450
13.12.2013				1535
13.12.2013				4541
14.12.2013				4185
14.12.2013				670
14.12.2013				2100
17.12.2013				169
19.12.2013				435
20.12.2013				316
23.12.2013				47
30.12.2013				3603
30.12.2013				140

4. Miljøovervåkingsprogrammet

Miljøovervåkingsprogrammet for Sandefjord lufthavn skal gi grunnlag for å bestemme om kravene i utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Vestfold er tilfredsstillende, samt føre kontroll med vannkvalitet i bekker og grunnvann som kan motta avrenning fra lufthavna.

Overvåkingsprogrammet fokuserer på Rovebekken, som mottar storparten av avrenningen fra flyplassen.

I utslippstillatelsen gjelder følgende grenseverdier:

- Konsentrasjonen av glykol skal som hovedregel ikke overstige 6 mg PG/l
- Det tillates overkonsentrasjoner i inntil 10 dager per år, men aldri over 100 mg PG/l

På St. R i Rovebekken skal det ved hjelp av en automatisk vannprøvetaker tas ut døgnblandprøver. Disse blandes til en ukeblandprøve som analyseres for glykol. Dersom konsentrasjonen i ukeblandprøven overstiger 5 mg PG/l skal hver døgnblandprøve analyseres for innhold av glykol.

I henhold til utslippstillatelsen skal vannprøvene fra bekker og grunnvann analyseres for innhold av glykol og formiat, kjemisk oksygenforbruk, biologisk oksygenforbruk, hydrokarboner og evt. flyplassrelaterte miljøgifter. Flyktige hydrokarboner (BTEX) skal analyseres i noen manuelle stikkprøver av bekkevannet.

For overvann til Vårnes- og Unnebergbekken skal det skje manuell prøvetaking månedlig gjennom avisings sesongen. Disse prøvene skal analyseres for glykol og formiat. Utvalgte prøver analyseres for totalt oljeinnhold (THC). Det skal utføres enkel overvåking av grunnvann for aktuelle belastede arealer.

I tillegg til nevnte prøvetaking skal bekkene inspiseres rutinemessig for å observere miljøforhold og eventuelle endringer knyttet til begroing, jernutfelling, erosjon, tilslamming og oljefilm med mer.

Det skal gjennomføres årlige undersøkelser av fiskebestanden i Rovebekken.

4.1 Stasjoner i miljøovervåkingsprogrammet

Følgende stasjoner inngår i miljøovervåkingsprogrammet for Sandefjord lufthavn Torp (figur 2):

- St. O: I Rovebekken oppstrøms flyplassområdet (referansestasjon)
- St. O1: I Rovebekkens kulvert inne på flyplassområdet rett nedstrøms flyoppstillingsområdet
- St. O2: Passiv prøvestasjon for kontroll av overvannstilførsel fra området nord for Tarmac
- St. K: Rett nedstrøms utløp kulvert Rovebekken
- St. DR.PK: Kum for oppsamling av grunnvann/drensvann som føres ned mot Rovebekken i grusfylling rundt ledning for utslipp overvann fra avisingsplattform
- Dam 1: Rense- og utjevningsbasseng for svakt glykolholdig avrenning fra avisingsplattform
- Dam 2: Rense- og utjevningsbasseng for "ren" avrenning fra avisingsplattform
- St. R: I Rovebekken nedstrøms alle utslipp fra flyplassen. **Hovedstasjon overvåking.**
- St. G: Utløp ny grøft fra avisingsanlegg og tilført overvann fra bane
- St. G1: Grunnvann/drensvann fra drencsystem nordover under avisingsplattform
- St. G3: Grunnvann/drensvann fra samme system som G1, men oppstrøms plattform
- St. G2: Grunnvann/drensvann fra drenc- og overvannssystem langs rullebane
- St. GV1: Grunnvannsbrønn i grøntområde for spredning av svakt glykolholdig vann
- St. N: Utløp av rørsystem som samler overvann og drensvann fra den nordlige delen av flyplassen og fører dette til utslipp mot Vårnesbekken.
- St. S: Utløp av rørsystem som samler overvann og drensvann fra den sørlige delen av flyplassen og fører dette til utslipp mot Unnebergbekken og Fromsbekken.

Bilder og detaljer knyttet til hver enkelt stasjon er gitt i tidligere rapportering av miljøovervåking på Sandefjord lufthavn (Roseth og Johansen 2009).

4.2 Miljøovervåkingsprogrammet

I henhold til utslippstillatelsen skal SLH dokumentere konsentrasjonen av glykol på St. R i døgnblandprøver. En automatisk prøvetaker tar ut 4 delprøver per døgn som samles til en døgnblandprøve. Hver uke tømmes prøvetakeren og det lages en blandprøve av døgnblandprøvene som sendes til hasteanalyse. Uttak av hver døgnprøve oppbevares i fryser fram til analyseresultatet fra ukeblandprøven foreligger. Overstiger konsentrasjonen av glykol 5,5 mg PG/l, skal hver enkelt døgnblandprøve sendes inn for analyse.

Ukeblandprøvene fra St. R skal analyseres for innhold av glykol. Hver måned velges det ut en ukeblandprøve som i tillegg til glykol rutinemessig analyseres for innhold av KOF_{Cr} og formiat. Annenhver måned analyseres utvalgt ukeblandprøve for total olje (THC). BTEX-analyse utføres på to manuelle prøver fra St. R hver sesong.

Formiat skal analyseres på flere prioriterte ukeblandprøver og døgnprøver avhengig av forbruk ved utlegging og ledningsevne målinger på St. G2.

På stasjonene 0, 01, K, N, S, G1 og G3 opprettholdes månedlig prøvetaking gjennom avisings sesongen. For St. 0 analyseres prøvene bare for KOF. Prøvene fra de andre stasjonene analyseres for glykol og KOF eller glykol og formiat som angitt i matrise. **For stasjon S og N bør det tas vannprøver hver 14. dag i januar og februar.**

For St. Dr.PK (grunnvann fra plattform) og St. G (utløpsgrøft avising) analyseres prøvene for KOF med Sandefjord lufthavns eget spektrofotometer.

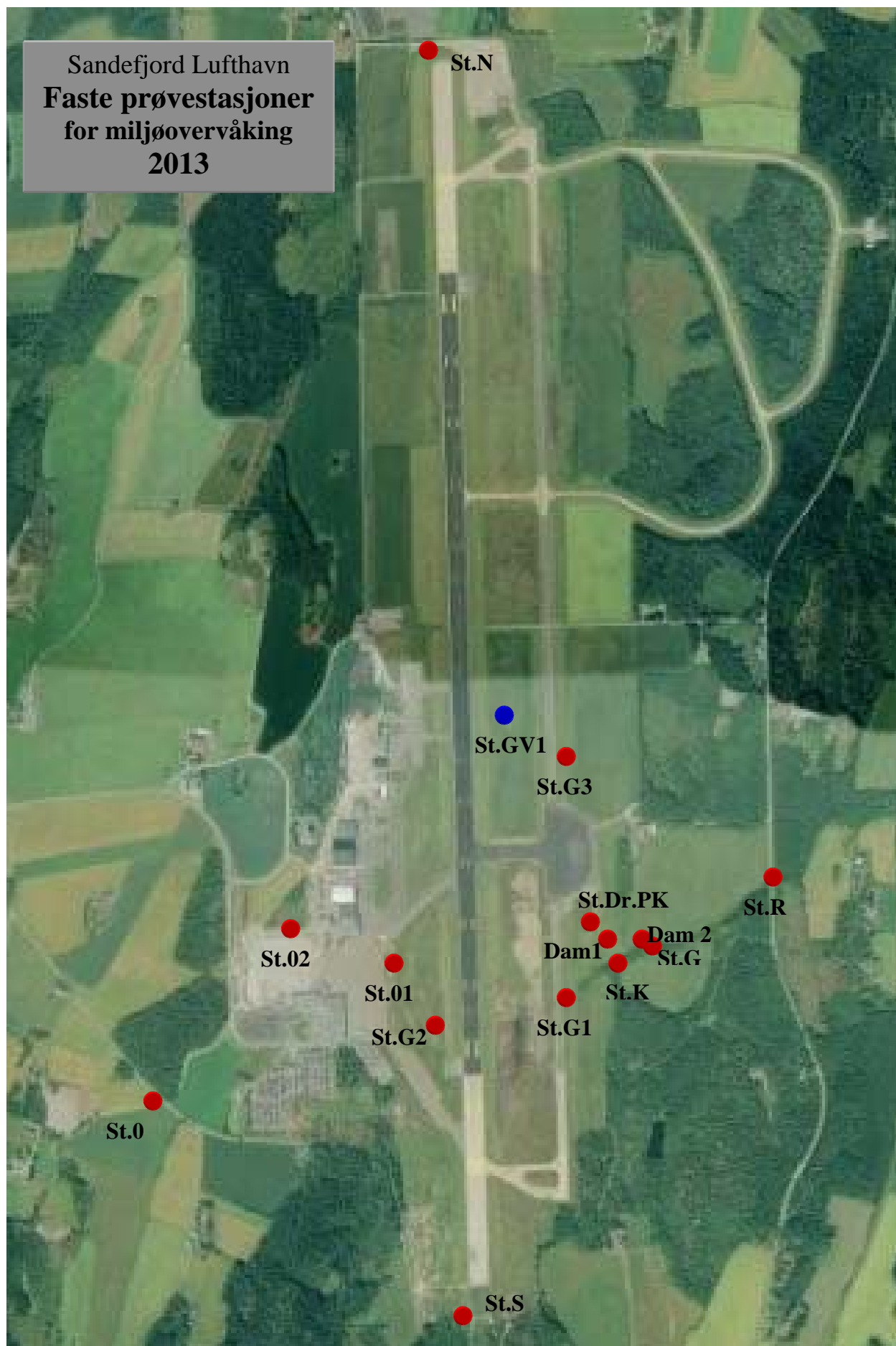
pH, ledningsevne og oksygen kan SLH analysere med eget utstyr.

Multiprobesonden installert på St. R gir en kontinuerlig overvåking og lagring av verdier for oksygen, ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde for bekkevannet.

Multiprobesonden installert på St. G2 gir en kontinuerlig overvåking og lagring av verdier for ledningsevne, pH, vanntemperatur og vannhøyde i overvann som renner av langs rullebanen. Sonden er satt opp med SMS-alarm til miljøansvarlig dersom ledningsevnen på St. G2 overstiger 0,5 mS/cm, slik at det kan tas ut "worst case" vannprøver fra St. R.

Disse multiprobesondene blir vedlikeholdt og kontrollert som et samarbeid mellom Bioforsk og Sandefjord lufthavn.

Sandefjord Lufthavn
Faste prøvestasjoner
for miljøovervåking
2013



Matrise prøvetaking Miljøovervåking 2013

Stasjoner	Analyser	Prøvetaking	Supplerende analyser	Prøvetaking
St. O	KOF	Månedlig [nov - apr]		
St. O1	Glykol og KOF	Månedlig [nov - apr]		
St. K	Glykol og KOF	Månedlig [nov - apr]		
St. R	Glykol	Ukeblandprøve med mulighet for analyse av døgnprøver [sep - apr]	Formiat og KOF Total olje (THC) BTEX	Månedlig [des - apr] nov, jan, mar jan, mar
St. N	Glykol og formiat	Månedlig [des - mar]	Glykol og formiat	Hver 2. uke [jan-feb]
St. S	Glykol og formiat	Månedlig [des-mar]	Glykol og formiat	Hver 2. uke [jan-feb]
St. Dr.PK	KOF (eget instr.)	Ukentlig [okt - apr]	Glykol, formiat og KOF (lab)	En stikkprøve på høy KOF
St. G1 (grunnvann/drensvann)	Glykol og KOF	Månedlig [nov - apr]		
St. G3 (grunnvann/drensvann)	Glykol, KOF, Fe og Mn	Månedlig [nov - apr]	Formiat	Månedlig [des-apr]
St. G2 (formiatstasjon)	Formiat	Månedlig [nov - apr]	Formiat	SMS alarm lednev. Manuell prøve/ aut. prøvetaker
St. GV1 (grunnvann)	Glykol, formiat, KOF, Fe og Mn	Månedlig [nov - apr]	Oksygen, pH	Månedlig [nov-apr] Eget måleutstyr
St. GV-AV (grunnvann)	Glykol, KOF, Fe og Mn	Månedlig [nov - apr]	Oksygen, pH	Månedlig [nov-apr] Eget måleutstyr
Oksygenmåling Rovebekken			Oksygen Fotodokumentasjon	Med eget utstyr i mars, april og mai
St. O, K, R, G1, G2 og Dr.PK	Metaller og anioner pakke oppsluttet + klorid	1 prøveserie i november og en i april		
Prøvetaking akutte hendelser	Glykol, KOF, ledningsevne Evt. formiat Evt. totalolje og BTEX	Første prøve så raskt som mulig, deretter daglig fram til akseptabel restkonsentrasjon		
Feltspektrofotometer	Parallelle analyser av KOF på utvalgte stasjoner.	For å vurdere mulighet for evt. å erstatte laboratorieanalyser med lokale analyser	KOF	St. Dr.Pk, Dam 1, Dam 2, St. G, dren taxebane, dren plattform Ved behov og akutte hendelser

5. Resultater kalenderåret 2013

5.1 Vannprøver tatt i Rovebekken

Stasjon R - nedstrøms alle utslipp fra flyplassen

På stasjon R i Rovebekken, omtrent 200 m nedstrøms siste utslipp fra flyplassen, ble det tatt ut til sammen 46 ukeblandprøver for analyse av glykol gjennom 2013 (tabell 2). Med unntak av en prøve, der det ble påvist en lav konsentrasjon (0,3 mg PG/l), ble det ikke påvist glykol i blandprøvene.

Formiat ble ikke påvist i 5 ukeblandprøver prioritert for analyse av formiat.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) ble analysert i 5 ukeblandprøver. Konsentrasjonen var lav og varierte fra 3 - 4 mg KOF/l.

Et omfattende program for analyse av ukeblandprøver fra Rovebekken gjennom 2013 viste et gjenfunn av glykol i bekken, og da i en lav konsentrasjon. Kravene i utslippstillatelsen er overholdt.

Fire vannprøver fra stasjon R ble analysert for innhold av oljeforbindelser (tabell 3). Det ble ikke påvist spor av olje i noen av prøvene.

Tre stikkprøver fra stasjon R ble analysert for flyktige drivstoffkomponenter (BTEX). For en av prøvene ble det funnet en lav konsentrasjon av toluen (tabell 4). Funnet vurderes som uproblematisk for fisk og bunndyr i Rovebekken.

Formiat ble analysert i 26 prioriterte døgnblandprøver fra Rovebekken (tabell 5). Disse prøvene ble prioritert analysert som følge av høye målinger av ledningsevne på St. G2 eller stort forbruk av baneavisingmidler. Det ble påvist formiat i 8 av prøvene.

Høyeste påviste konsentrasjon var 283 mg Fo/l i en døgnprøve fra 29.01.13. Prøven ble prioritert for analyse som følge av høy måling av ledningsevne på St. R (1,9 mS/cm). Prøven ble tatt etter utlegging av nærmere 9 tonn formiat knyttet til underkjølt regn 27. og 28.01.13.

Tilsvarende ble det påvist 136 mg formiat per liter i en prøve tatt ut 29.02.13, etter utlegging av nærmere 6 tonn formiat i perioden 17 - 19.02.13.

Til sammenligning var maksimal konsentrasjon i 2012 på 286 mg Fo/l.

Samlet vurdering av analyseresultater fra St. R kalenderåret 2013

- Det ble påvist glykol bare i en av 46 ukeblandprøver fra Rovebekken i løpet av 2013, og da i en lav konsentrasjon (0,3 mg PG/l). Kravene i utslippstillatelsen er overholdt.
- I 26 prioriterte døgnprøver fra St. R ble det påvist formiat i 8 prøver. Høyeste konsentrasjon på 283 mg Fo/l ble påvist i en døgnprøve fra 29.01.13. Utvasking av formiat skjedde i etterkant av utlegging av nærmere 9 tonn formiat knyttet til «freezing rain» 27. og 28.01.13.
- Det bør fortsatt være fokus på avrenning av baneavisingmidler til Rovebekken og mulige tiltak for å redusere avrenning etter situasjoner med «freezing rain» og stort forbruk.

Tabell 2. Analyseresultater for glykol (PG), formiat (Fo) og kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) i vannprøver fra St. R kalenderåret 2013.

Dato	Periode	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	KOF (mg KOF/l)
02.01.2013	28.12 – 02.01	R	<0,2		
09.01.2013	03.01 – 09.01	R	<0,2	<0,5	4,0
16.01.2013	10.01 - 16.01	R	<0,2		
24.01.2013	17.01 – 24.01	R	<0,2		3,7
01.02.2013	25.01 - 01.02	R	<0,2		
08.02.2013	02.02 - 08.02	R	<0,2	<0,5	3,7
15.02.2013	09.02 - 15.02	R	<0,2		
21.02.2013	16.02 - 21.02	R	0,3		
28.02.2013	22.02 - 28.02	R	<0,2		
08.03.2013	01.03 - 08.03	R	<0,2	<0,5	3,3
17.03.2013	09.03 - 17.03	R	<0,2		
26.03.2013	18.03 - 26.03	R	<0,2		
04.04.2013	27.03 - 04.04	R	<0,2		
14.04.2013	05.04 - 14.04	R	<0,2	<0,5	<30
24.04.2013	15.04 - 24.04	R	<0,2	<0,5	3,3
04.05.2013	25.04 - 04.05	R	<0,2		
14.05.2013	05.05 - 14.05	R	<0,2		
22.05.2013	15.05 - 22.05	R	<0,2		
30.05.2013	23.05 - 30.05	R	<0,2		
06.06.2013	31.05 - 06.06	R	<0,2		
14.06.2013	07.06 - 14.06	R	<0,2		
21.06.2013	15.06 - 21.06	R	<0,2		
29.06.2013	22.06 - 29.06	R	<0,2		
08.07.2013	30.06 - 08.07	R	<0,2		
16.07.2013	09.07 - 16.07	R	<0,2		
23.07.2013	17.07 - 23.07	R	<0,2		
31.07.2013	24.07 - 31.07	R	<0,2		
08.08.2013	01.08 - 08.08	R	<0,2		
16.08.2013	09.08 - 16.08	R	<0,2		
28.08.2013	17.08 - 28.08	R	<0,2		
04.09.2013	29.08 - 04.09	R	<0,2		
10.09.2013	05.09 – 10.09	R	<0,2		
22.09.2013	11.09 – 22.09	R	<0,2		
29.09.2013	23.09 – 29.09	R	<0,2		
06.10.2013	30.09 – 06.10	R	<0,2		
14.10.2013	07.10 – 14.10	R	<0,2		
21.10.2013	15.10 – 21.10	R	<0,2		
29.10.2013	22.10 – 29.10	R	<0,2		
05.11.2013	30.10 – 05.11	R	<0,2		
13.11.2013	06.11 – 13.11	R	<0,2		
20.11.2013	14.11 – 20.11	R	<0,2		
28.11.2013	21.11 – 28.11	R	<0,2		
14.12.2013	07.12 – 14.12	R	<0,2		
22.12.2013	15.12 – 22.12	R	<0,2	<0,5	
30.12.2013	23.12 – 30.12	R	<0,2		
06.01.2014	31.12 – 06.01	R	<0,2		

Tabell 3. Analyseresultater for total olje (THC) i fire stikkprøver tatt på St. R i 2013.

Dato	Stasjon	THC (µg/l)	C5-C8 (µg/l)	C8-C10 (µg/l)	C10-C12 (µg/l)	C12-C16 (µg/l)	C16-C35 (µg/l)
02.01.2013	R	nd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<20
15.02.2013	R	nd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<20
15.04.2013	R	nd	<5	<5	<5	<5	<20
20.11.2013	R	nd	<5	<5	<5	<5	<20

Tabell 4. Analyseresultater for flyktige hydrokarboner (BTEX) i tre prøver fra St. R i 2013.

Dato	Stasjon	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m,p-Xylen	o-Xylen
02.01.2013	R	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
16.01.2013	R	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
15.04.2013	R	<0,1	0,20	<0,1	<0,2	<0,1

Tabell 5. Analyseresultater for formiat i stikk- og døgnpøver tatt på St. R i 2013.

Dato	Stasjon	Formiat (mg Fo/l)
09.01.13	R	<0,5
10.01.13	R	73
11.01.13	R	<0,5
28.01.13	R	<0,5
29.01.13	R	283
30.01.13	R	84
05.02.13	R	<0,5
06.02.13	R	<0,5
07.02.13	R	<0,5
18.02.13	R	54
19.02.13	R	136
20.02.13	R	50
23.02.13	R	<0,5
24.02.13	R	<0,5
25.02.13	R	<0,5
26.02.13	R	<0,5
07.11.13	R	<0,5
08.11.13	R	<0,5
09.11.13	R	<0,5
14.12.13	R	5
15.12.13	R	20
16.12.13	R	<0,5
17.12.13	R	<0,5
30.12.13	R	<0,5
31.12.13	R	<0,5
01.01.14	R	<0,5

Stasjon K - utløp av kulvert under bane, oppstrøms påslipp plattform

Stasjon K ligger ved utløpet av kulvert, etter at Rovebekken har passert under banesystemet. Deler av drenerings- og overvannssystemet langs rullebanen føres til utslipp i denne kulverten, og via disse kan bekken tilføres fly- og baneavisingkjemikalier.

Glykol ble påvist i to av fem stikkprøver tatt i 2013 (tabell 6). Høyeste påviste konsentrasjon var 1,6 mg PG/l. Til sammenligning ble det ikke påvist glykol i 6 prøver tatt i 2012. I 2011 ble det påvist glykol i to av seks prøver.

Kjemisk oksygenforbruk viste en høy verdi på 46 mg/l for prøve tatt ut 15.04.13. Alle andre prøver tatt ut denne dagen viste også et uvanlig høyt kjemisk oksygenforbruk. Alle disse prøvene ble analysert med en annen metode enn normalt, der kromat ble brukt som oksidasjonsmiddel. Normalt brukes kaliumpermanganat. Det antas derfor at den høye verdien skyldes analysefeil.

Ellers varierte resultatene for kjemisk oksygenforbruk mellom 4 og 5,5 mg KOF/l. Dette er lave og normale verdier.

Tabell 6. Analyseresultater for vannprøver fra St. K i Rovebekken gjennom 2013.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	KOF (mg/l)
16.01.2013	K	<0,2	4,3
21.02.2013	K	<0,2	4,9
17.03.2013	K	1,6	5,2
15.04.2013	K	0,3	46*
14.12.2013	K	<0,2	5,3

Stasjon O - oppstrøms flyplassen

Stasjon O ligger oppstrøms flyplassen og vannkvaliteten er preget av at Rovebekken renner gjennom et nedbørfelt dominert av jordbruksarealer og spredt bebyggelse. Stasjonen tjener som referansestasjon for vannprøver tatt nedstrøms. Glykol skal ikke finnes på denne stasjonen, og prøvene har kun blitt analysert for kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}). Det ble analysert tre prøver fra denne stasjonen gjennom 2013.

Prøven tatt ut 15.04.13 viste et høyt kjemisk oksygenforbruk på 37 mg/l, som antas å være feil.

De to andre prøvene viste normale KOF-verdier mellom 4 og 6,5 mg/l.

Tabell 7. Analyseresultater for kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) i vannprøver fra St. O i 2013.

Dato	Stasjon	KOF (mg/l)
15.04.2013	O	37*
13.11.2013	O	4,4
14.12.2013	O	6,4

Stasjon O1 - nedstrøms flyoppstillingsområde

Stasjon O1 ligger nedstrøms flyoppstillingsområde i tilknytning til et steinmagasin som gir utjevning av vann og overvann tilført fra Rovebekken og tette flater rundt flyoppstilling. I tillegg til kjemisk oksygenforbruk analyseres vannprøvene for glykol. Stasjonen skal bidra til å dokumentere at det ikke skjer spill av glykol ved intern håndtering av kjemikalier knyttet til lager og avisingsbiler.

Det ble påvist glykol i en av seks vannprøver tatt på St. O1 gjennom 2013 (tabell 8). Påvist konsentrasjon var lav (0,9 mg PG/l).

For vannprøven tatt ut 15.04.13 ble det påvist et kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) på 71 mg/l. Dette antas å være feil. Ellers varierte konsentrasjonene mellom 3 og 5 mg KOF/l.

Tabell 8. Analyseresultater for vannprøver fra St. 01 i Rovebekken i 2013.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	KOF (mg/l)
16.01.2013	O1	<0,2	3,2
21.02.2013	O1	<0,2	3,3
17.03.2013	O1	0,9	5,1
15.04.2013	O1	<0,2	71*
14.12.2013	O1	<0,2	2,9

5.2 Vannprøver tatt i overvann og grunnvann

For å dokumentere avrenning av glykol og formiat med overvann langs avisingsplattform og banesystem har det blitt tatt prøver på tre stasjoner i overvannssystemet. St. G1 ligger ved utløpet av overvannssystemet som passerer under og langs avisingsplattformen. St. G3 ligger i tilknytning til det samme overvannssystemet, men oppstrøms avisingsplattformen. Disse stasjonene ble etablert for å avklare eventuelle tilførsler av glykol til overvann fra områder rundt avisingsplattformen samt dokumentere om spredning av glykolholdig snø på grøntarealer langs taksebane påvirket overvannskvaliteten.

St. G2 ligger ved utløpet av overvannssystemet langs rullebanen, og ble etablert for å avklare avrenning og konsentrasjoner av formiat i overvann etter utlegg av baneavising på rullebanen.

St. DR.PK ble etablert ved en kum satt ned for å samle overflatenært grunnvann fra områdene langs og under avisingsplattformen.

Stasjon G1 og G3 - overvannssystem langs taksebane og plattform

Stasjon G1 ligger ved utløpet av et overvanns- og dreneringssystem som samler overvann og grunnvann fra områder nær avisingsplattformen og fra grøntområder langs taksebane.

Glykol ble påvist i to av fem vannprøver fra G1 i 2013 (tabell 9). Høyeste påviste konsentrasjon var 2 mg PG/l. Til sammenligning ble de ikke påvist glykol i noen prøver fra G1 i 2012, mens det i 2011 ble påvist en maksimal konsentrasjon på 6,7 mg PG/l.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) viste en høy konsentrasjon for prøven tatt ut 15.04.13, noe som antas å være feil. Ellers varierte resultatene mellom 4 og 5,5 mg /l.

Tabell 9. Analyseresultater for vannprøver fra St. G1 ved utløpet av overvannssystem som samler vann i områdene langs avisingsplattform og grøntområdene langs taksebanen.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	KOF (mg/l)
16.01.2013	G1	<0,2	4,2
21.02.2013	G1	<0,2	5,0
17.03.2013	G1	2,0	5,3
15.04.2013	G1	0,3	46*
14.12.2013	G1	<0,2	5,3

På G3 ble det tatt 5 vannprøver gjennom kalenderåret 2013. Det ble ikke påvist glykol i noen av prøvene (tabell 10). En prøve tatt 14.12.13 viste en konsentrasjon av formiat på 38 mg Fo/l.

Prøvene viste konsentrasjoner av jern på mellom 0,3 og 6,4 mg/l og konsentrasjoner av mangan mellom 0,5 og 2,6 mg/l. Til sammenligning ble det for 2012 påvist maksimale konsentrasjoner av jern og mangan på henholdsvis 62 og 7,7 mg/l.

Kjemisk oksygenforbruk varierte mellom 6 og 10 mg/l. Analysen som viste 36 mg/l antas å være feil som følge av at det ble brukt en annen analysemetode enn normalt.

Tabell 10. Analyseresultater for vannprøver fra St. G3, som ligger i tilknytning til samme overvannssystem som G1, men oppstrøms avisingsplattform.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	KOF (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
16.01.2013	G3	<0,2	<0,5	6,3	1,2	1,7
21.02.2013	G3	<0,2	<0,5	-	0,3	-
17.03.2013	G3	<0,2	<0,5	7,0	6,4	2,6
15.04.2013	G3	<0,2	<0,5	36*	1,1	0,5
14.12.2013	G3	<0,2	37,6	9,5	5,3	2,2

Stasjon G2 - formiat i overvannssystem langs rullebane

Stasjon G2 ble etablert for å klarlegge avrenning og konsentrasjoner av formiat i overvann fra rullebane etter utlegg av baneavisingmiddel. Det ble påvist formiat i tre av fem prøver som ble analysert i løpet av kalenderåret 2013 (tabell 11). Maksimal konsentrasjon på 189 mg Fo/l ble påvist i en prøve fra 14.12.13, en periode det ble brukt mye baneavisingmidler (se tabell 1).

Ledningsevnen i prøvene varierte mellom 20 og 60 mS/m (tilsvarer 0,2 - 0,3 mS/cm). Prøven med formiatkonsentrasjon på 189 mg Fo/l viste den høyeste ledningsevnen.

Tabell 11. Analyseresultater for formiat fra St. G2 ved utløpet av overvannssystem langs rullebane.

Dato	Stasjon	Formiat (mg Fo/l)	Ledningsevne (mS/m)
16.01.2013	G2	<0,5	28,8
21.02.2013	G2	1,8	35,3
17.03.2013	G2	1,4	48,6
15.04.2013	G2	<0,5	23,8
14.12.2013	G2	189	60,5

Stasjon DR.PK - overflatenært grunnvann fra avisingsplattform

Stasjon DR.PK er en kum for oppsamling av grunnvann fra området under avisingsplattformen. Grunnvannet dreneres i grus omfylt rundt ledning for overvann fra avisingsplattformen.

Vannkvaliteten på Stasjon DR.PK blir fulgt opp med ukentlige analyser med Sandefjord lufthavns eget instrument for måling av kjemisk oksygenforbruk. Ved mistanke om økte konsentrasjoner av glykol eller nedbrytningsprodukter tas det ut prøver for laboratorieanalyser. I 2013 ble det ikke tatt ut prøver for laboratorieanalyse.

Grunnvannsbrønn

Grunnvannsbrønnen (GV1) ligger på grøntområdet øst for midten av rullebanen. Gjennom kalenderåret 2013 ble det tatt ut 5 vannprøver fra denne brønnen (tabell 12). Verken glykol eller formiat ble påvist i noen av prøvene. Målte konsentrasjoner av kjemisk oksygenforbruk varierte fra 6 til 14 mg KOF/l (resultatet på 73 mg/l antas å være feil). Periodisk ble det målt høye konsentrasjoner av jern og mangan i grunnvannet. Maksimal konsentrasjon med jern var 2,7 mg Fe/l. Maksimal konsentrasjon med mangan var 0,3 mg Mn/l. Påviste konsentrasjoner av jern og mangan var på samme nivå som i 2012 og 2011.

Tabell 12. Analyseresultater for vannprøver tatt i ny grunnvannsbrønn (GV1) i 2011.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	KOF (mg/l)	Jern (mg/l)	Mangan (µg/l)
16.01.2013	GV1	<0,2	<0,5	13	3,1	0,2
17.03.2013	GV1	<0,2	<0,5	14	1,0	0,3
15.04.2013	GV1	<0,2	<0,5	73*	1,0	0,2
21.11.2013	GV1	<0,2	<0,5	5,7	2,3	0,1
14.12.2013	GV1	<0,2	<0,5	14	2,7	0,2

5.3 Vårnesbekken

Overvann og drensvann fra den nordligste delen av banesystemene drenerer til en sidebakk av Vårnesbekken. Stasjon N ligger ved utløpet av dette overvannssystemet. I løpet av 2013 ble det tatt ut 9 vannprøver på denne stasjonen (tabell 13). Til forskjell fra tidligere hvor prøvetaking har skjedd månedlig, har det blitt tatt prøver med to ukers intervaller gjennom januar og februar.

Glykol ble påvist fire av syv prøver analysert for glykol. Maksimal konsentrasjon på 35 mg PG/l ble påvist i en prøve fra snøsmeltingen 05.03.13. Til sammenligning ble glykol påvist i bare en prøve i 2012, og da i en konsentrasjon på 1,2 mg PG/l (10.03.12).

Formiat ble påvist i fem av ni prøver. Maksimal konsentrasjon på 100 mg Fo/l ble påvist i prøve fra 14.12.13, en periode med stort forbruk av baneavisingmidler. Til sammenligning ble formiat ikke påvist i noen prøver fra 2012. I 2011 ble formiat påvist i 6 av 7 prøver, og maksimal konsentrasjon var 141 mg Fo/l.

Jern ble analysert for to prøver der konsentrasjonen ble målt til 0,9 og 2,2 mg Fe/l. Dette var samme nivå som påvist i 2011 og 2012.

Tabell 13. Analyseresultater for vannprøver fra St. N i 2013.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	Jern (mg Fe/l)
02.01.2013	N	<0,2	<0,5	0,9
16.01.2013	N	-	0,9	-
21.02.2013	N	0,7	12,7	-
05.03.2013	N	35,0	7,9	-
17.03.2013	N	13,0	7,8	2,2
15.04.2013	N	<0,2	<0,5	-
13.05.2013	N	-	<0,5	-
05.11.2013	N	<0,2	<0,5	-
14.12.2013	N	<0,2	100	-

En stikkprøve fra stasjon N ble analysert for total olje (06.02.12). Prøven viste spor av olje, med en total konsentrasjon på 160 µg THC/l (tabell 14). Storparten av påviste oljekomponenter var tung fraksjon (C16-C35). Denne fraksjonen stammer mest sannsynlig fra utvasking av asfaltpartikler med tungolje (bitumen).

Tabell 14. Total olje (THC) i stikkprøve fra stasjon N tatt ut 06.02.13.

Dato	Stasjon	THC (µg/l)	C5-C8 (µg/l)	C8-C10 (µg/l)	C10-C12 (µg/l)	C12-C16 (µg/l)	C16-C35 (µg/l)
06.02.2013	N	160	<10	22	18	14	100

5.4 Unnebergbekken

En sidegren til Unnebergbekken mottar avrenning fra den sørligste delen av banesystemet. På stasjon S ved utløpet av dette overvannssystemet ble det tatt ut 9 vannprøver gjennom 2013 (tabell 15).

Det ble påvist **glykol** i fire av syv prøver analysert for glykol. Maksimal konsentrasjon på 1,9 mg PG/l ble funnet i prøver fra 14.12.13.

Formiat ble påvist i to av ni prøver. Maksimal konsentrasjon på 29,7 mg Fo/l ble påvist i prøve fra 14.12.13. Det var stort forbruk av baneavisingkjemikalier i denne perioden.

Jern ble analysert for to av vannprøvene, og viste konsentrasjoner på 1,5 og 2,5 mg/l. Dette er omtrent samme nivå som påvist i 2012, og vesentlig lavere enn maksimal konsentrasjon i 2011 på 27 mg Fe/l.

Tabell 15. Analyseresultater for vannprøver fra St. S i 2013.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	Jern (mg Fe/l)
02.01.2013	S	0,3	<0,5	1,5
16.01.2013	S	-	<0,5	-
21.02.2013	S	0,3	2,1	-
05.03.2013	S	<0,2	<0,5	-
17.03.2013	S	<0,2	<0,5	2,5
15.04.2013	S	0,4	<0,5	-
13.05.2013	S	-	<0,5	-
05.11.2013	S	<0,2	<0,5	-
14.12.2013	S	1,9	29,7	-

En stikkprøve fra stasjon S ble analysert for total olje (tabell 16). På samme måte som for stasjon N ble det funnet spor olje i prøven, i hovedsak tunge oljekomponenter som kan knyttes til asfaltslitasje. Målte konsentrasjoner vil ikke gi skadeeffekter på vannlevende organismer i Unnebergbekken.

Tabell 16. Total olje (THC) i stikkprøve fra stasjon S tatt ut 06.02.13.

Dato	Stasjon	THC (µg/l)	C5-C8 (µg/l)	C8-C10 (µg/l)	C10-C12 (µg/l)	C12-C16 (µg/l)	C16-C35 (µg/l)
06.02.2013	S	260	<10	42	<10	11	210

5.5 Utvidede analyser av vannprøver fra Sandefjord lufthavn

Vannprøver tatt ut 13.05.13 og 28.11.13 fra stasjon R, DRPK, O, O1, G2, G1 og K har blitt analysert for en utvidet analysepakke som omfatter miljøproblematiske metaller, jern, mangan og klorid (tabell 17 og 18).

Påviste konsentrasjoner av **kobber** varierte mellom 1 og 9 µg Cu/l. For prøvene tatt 13.05.13 viste stasjonen oppstrøms flyplassen (St. O) den høyeste konsentrasjonen på 9,4 µg Cu/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse IV «Dårlig» i henhold til TA 3001 (KLIF 2012, se vedlegg III).

De andre prøvene tatt 13.05.13 og 28.11.13 viste konsentrasjoner av kobber tilsvarende tilstandsklasse II (God).

For **bly** viste prøvene fra 13.05.13 overraskende høye konsentrasjoner, og den høyeste konsentrasjonen ble igjen påvist for stasjon O oppstrøms flyplassen. Målt konsentrasjon på 15 µg

Pb/I, tilsvarer tilstandsklasse IV «Dårlig». De andre vannprøvene fra 13.05.13 havnet i klasse III «Moderat».

Alle prøvene tatt ut 28.11.13 viste lave konsentrasjoner av bly tilsvarende tilstandsklasse II «God».

For sink var det også høye konsentrasjoner i prøver tatt 13.05.13 og lave konsentrasjoner i prøver tatt 28.11.13. Maksimal konsentrasjon på 25 µg Zn/l ble funnet i prøve fra stasjon O 13.05.13, noe som tilsvarer tilstandsklasse IV «Dårlig». Alle prøver tatt 28.11.13 viste konsentrasjoner av sink tilsvarende tilstandsklasse «God».

For nikkel viste prøvene tatt 13.05.13 i hovedsak konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III «Moderat». Den høyeste konsentrasjonen på 12 µg Ni/l ble påvist i prøven fra stasjon O. Alle prøvene fra 28.11.13 havnet i tilstandsklasse II «God» eller I «Bakgrunn».

For krom viste prøvene tatt 13.05.13 i hovedsak konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse IV «Dårlig». Unntaket var stasjon DR.PK der prøven havnet i tilstandsklasse II «God». Alle prøvene fra 28.11.13 viste konsentrasjoner av krom tilsvarende tilstandsklasse II «God».

For kadmium ble også påvist høyere konsentrasjoner for prøvene tatt 13.05.13. Høyest konsentrasjon ble igjen påvist for stasjon O. Påvist konsentrasjon på 0,08 µg Cd/l tilsvarer tilstandsklasse IV «Dårlig». Alle prøvene tatt ut 28.11.13 viste konsentrasjoner av kadmium tilsvarende tilstandsklasse II «God».

Alle prøvene tatt 13.05.13 inneholdt høye konsentrasjoner av jern, og spesielt prøven fra stasjon O. Prøvene tatt 28.11.13 viste lavere konsentrasjoner av jern, med unntak av stasjon DR.PK. Oksygenfrie forhold i grunnvannet gir høye konsentrasjoner av jern på denne stasjonen, men disse forholdene gir også sulfidbinding av miljøproblematisk metall.

Metallene er analysert som oppløst, og stort innhold av partikler vil ha betydning for resultatene. Mest sannsynlig kan høye konsentrasjoner av metaller i prøvene tatt ut 13.05.13 forklares med et høyt innhold av partikler. Dette kan imidlertid ikke verifiseres siden prøvene ikke er analysert for mengde partikler.

I fortsettelsen anbefaler Bioforsk å analysere miljøproblematisk metall på filtrerte prøver uten oppslutning.

Med hensyn til miljøproblematisk metall vurderes vannkvaliteten på St. R i Rovebekken i hovedsak som tilfredsstillende for fisk og vannlevende organismer. Utvasking og utfelling av jern kan likevel bidra til å forringe livsmiljøet i bekken, og spesielt i bekkeløpet rett nedstrøms flyplassen. Fangdammen etablert rett etter Rovebakkens kulvert under rullebanen bidrar til utfelling av jern slik at belastningen på bekkeløpet nedstrøms avtar.

Tabell 17. Resultater for vannprøver fra 13.05.13 analysert for miljøproblematisk metall, jern, mangan og klorid.

Dato	Stasjon	Cu µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	Cr µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Cd µg/l	Cl mg/l
13.05.2013	R	7,1	6,7	12	5,5	8,5	4700	160	0,05	11
13.05.2013	DRPK	2,7	0,5	4,1	<0,5	0,7	2400	230	<0,01	10
13.05.2013	O	9,4	15	25	12	20	10000	200	0,08	8
13.05.2013	G2	5,4	4,7	17	4,3	6,8	3500	150	0,04	13
13.05.2013	G1	6,7	5,4	15	4,5	7,4	3500	150	0,04	13
13.05.2013	K	4,7	4,6	8,7	4,5	6,9	3600	160	0,04	13

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutte toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

Tabell 18. Resultater for vannprøver fra 28.11.13 analysert for miljøproblematiske metaller, jern og mangan.

Dato	Stasjon	Cu µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	Cr µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Cd µg/l	Cl mg/l
28.11.2013	R	2,3	<0,2	<2	0,8	0,7	770	91	<0,01	10
28.11.2013	DRPK	1,2	<0,2	<2	<0,5	<0,5	3400	600	<0,01	29
28.11.2013	O	1,6	0,6	<2	1,3	1,1	650	150	0,02	9,7
28.11.2013	G2	3,0	<0,2	<2	0,6	0,6	240	64	0,02	25
28.11.2013	G1	2,0	<0,2	<2	0,9	0,6	1100	340	0,01	16
28.11.2013	K	2,2	<0,2	<2	0,9	0,5	960	330	0,01	17

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutte toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

6. Fiskeundersøkelser

Hver høst utføres det undersøkelser av fiskebestanden i Rovebekken på faste stasjoner. Siden 2003 har disse fiskeundersøkelsene blitt utført av Naturplan AS. I 2013 ble undersøkelsen gjennomført 5. og 9. august. Fiskeundersøkelsen omfattet følgende stasjoner (figur 3).

- R 3-4 på Forsvarets område, ca. 500 m nedstrøms flyplassen
- R 3 ved Stavnum, ca. 1,5 km nedstrøms flyplassen
- R 1-2 ved Skåren øst for Bringebæråsen, rundt 1 km oppstrøms utløp til sjø.
- U1 som er en referansestasjon i Unnebergbekken

Av disse er tettheten av fisk på stasjonene R3-4 og R3 av størst interesse for å klarlegge om utslipp fra flyplassen påvirker fiskeproduksjonen i bekken.

Stasjon R3-4 ligger nær flyplassen (500 m nedstrøms) og gir den beste indikasjonen på eventuell negativ påvirkning som skyldes flyplassaktivitet. For 2013 ble det påvist 44 fisk/100 m² på denne stasjonen (tabell 19). Dette var vesentlig lavere enn for 2013 da det ble påvist en tetthet på 241 fisk/100 m² på denne stasjonen. Til sammenligning ble det påvist en tetthet på 48 fisk/100 m² i 2011.

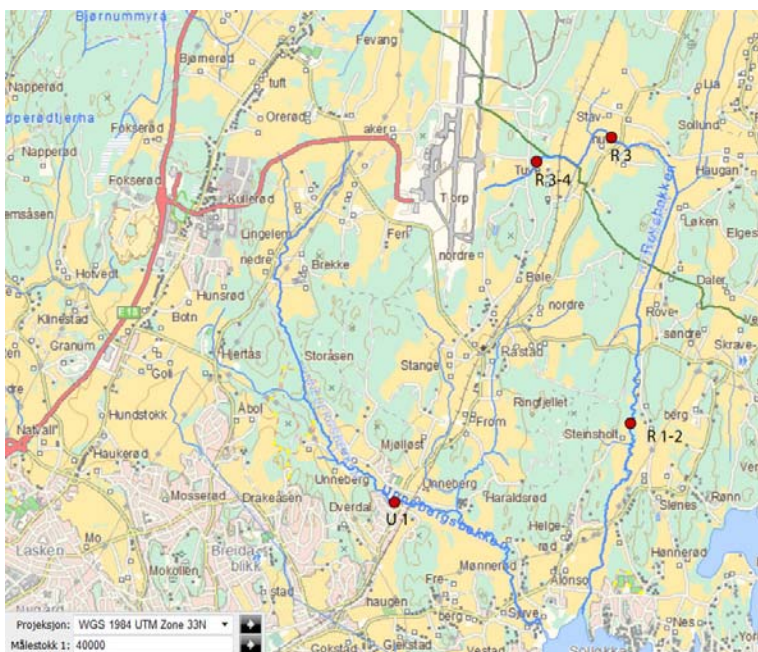
For stasjon R3 (tabell 20) ble det registrert 122 fisk/100 m² i 2013 (122 fisk/100 m²). I 2012 ble det ble registrert 152 fisk/100 m². I 2011 ble det registrert 80 fisk/100 m².

For stasjon 1-2 nederst i bekken ble det registrert 46 fisk/100 m². Det var vesentlig lavere enn for 2012 da det ble registrert 320 fisk/100 m².

For alle stasjonene i Rovebekken var det tilnærmet fullstendig fravær av årsyngel. Det vurderes at dette mest sannsynlig har naturlige årsaker knyttet til bunnfrysing eller vintertørke i bekken. Også for referansestasjonen i Unnebergbekken ble det registrert få årsyngel.

God overlevelse av eldre fisk indikerer at det har vært tilfredsstillende vannkvalitet i bekken gjennom avisingssesongen 2012/13 og gjennom sommeren 2013.

Fiskeundersøkelser gir nyttig informasjon om hvordan livsvilkårene i en bekk kan endres. Sterkt endret tetthet kan i noen tilfeller knyttes til utslipp som har gitt dårligere vannkvalitet eller akutte gifteffekter på fiskebestanden. Naturlige forhold knyttet til vannføring, flom, sommertemperaturer, predasjon (mink og hegre) og oppgang av gytefisk kan gi store variasjoner i produksjon og overlevelse. Resultatene må derfor tolkes med forsiktighet.



Figur 3. Viser stasjoner for fiskeundersøkelser utført 05. og 09.08.13 (Fra Aasestad 2013).

Tabell 19. Tetthet av ørret på stasjon R3-4, omtrent 0,5 km nedstrøms Sandefjord lufthavn.

Fisket dato	Stasjon	Beregnet tetthet	Referanse
06.09.2005	R 3-4	126 fisk/100 m ²	Simonsen (2005)
01.09.2006	R 3-4	215 fisk /100 m ²	Simonsen (2006)
08.08.2007	R 3-4	227 fisk /100 m ²	Simonsen og Aasestad (2007)
06.08.2008	R 3-4	110 fisk /100 m ²	Simonsen og Aasestad (2008)
27.07.2009	R 3-4	24 fisk /100 m ²	Aasestad (2009)
16.08.2010	R 3-4	15 fisk /100 m ²	Aasestad (2010)
13.08.2011	R 3-4	58 fisk /100 m ²	Aasestad (2011)
10.08.2012	R 3-4	241 fisk /100 m ²	Aasestad (2012)
05. og 09.08.2013	R 3-4	44 fisk /100 m ²	Aasestad (2013)

Tabell 20. Tetthet av ørret på stasjon R3, omtrent 1,5 km nedstrøms Sandefjord lufthavn.

Fisket dato	Stasjon	Beregnet tetthet	Referanse
13-23. juli 1999	R3	14 fisk/100 m ²	Hansen (2000)
29.06.2001	R3	<3 fisk/100 m ²	Hansen (2001)
28.08.2002	R3	17 fisk/100 m ²	Hansen (2003)
06.08.2003	R3	15 fisk/100 m ²	Simonsen (2003)
08.09.2004	R3	10 fisk/100 m ²	Simonsen og Aasestad (2004)
06.09.2005	R3	46 fisk/100 m ²	Simonsen (2005)
01.09.2006	R3	30 fisk/100 m ²	Simonsen (2006)
08.08.2007	R3	36 fisk/m ²	Simonsen og Aasestad (2007)
06.08.2008	R3	112 fisk/100 m ²	Simonsen og Aasestad (2008)
27.07.2009	R3	37 fisk/100 m ²	Aasestad (2009)
16.08.2010	R3	15 fisk/100 m ²	Aasestad (2010)
13.08.2011	R3	80 fisk/100 m ²	Aasestad (2011)
10.08.2012	R3	152 fisk/100 m ²	Aasestad (2012)
05. og 09.08.2013	R 3-4	122 fisk /100 m ²	Aasestad (2013)

7. Automatiske målinger

7.1 Stasjon G2

En multiprobesonde (SEBA) gir kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten på stasjon G2 (utløp av overvannssystem langs rullebanen til Rovebakkens kulvert) mht **ledningsevne, pH, vanntemperatur og vannhøyde**. For kalenderåret 2013 var sonden i drift gjennom avisings sesongen, dvs. i periodene 01.01 - 30.05 og 10.09 - 31.12.

Multiprobesonden skal bidra til å klarlegge variasjon i konsentrasjon av baneavisingmidlet formiat. Dette gjøres indirekte gjennom måling av ledningsevne. Ledningsevnen i overvannet vil øke ved større tilførsler av formiat som er et salt. Ved ledningsevne over 0,5 mS/cm sender multiprobesonden en SMS-alarm til lufthavnvakta, som tar ut prøver fra stasjon R for analyse.

Den totale mengden formiat tilført Rovebekken er en funksjon av konsentrasjon og vannføring. Ved målinger av både ledningsevne og vannhøyde gir bidrar sonden til å klarlegge transport av formiat via overvannssystemet til Rovebekken.

Vanntemperaturen i overvannet vil variere over sesongen og ikke minst påvirkes av episoder med snøsmelting eller regnskyll. Tidligere målinger har demonstrert at vanntemperaturen i overvannssystemet avtar raskt under avrennings- og smelteepisoder i løpet av vinteren og stiger tilsvarende raskt under avrenningsepisoder på sommeren.

pH vil variere med overvannets sammensetning med hensyn til om det er grunnvann eller overvann som dominerer avrenningen. I tillegg vil pH kunne påvirkes ved større tilførsler av det formiatbaserte baneavisingmidlet Aviform L50, som er et svakt basisk produkt.

I det følgende er resultatene som har blitt samlet inn av multiprobesonden gjennom 2013 presentert og kommentert (figur 4, 5 og 6).

Høyeste ledningsevne ble målt 09.01 og var på 4,2 mS/cm (figur 4). I løpet av januar og februar var det ytterligere to episoder med høy ledningsevne, en 28.01 (2,1 mS/cm) og en 18.02 (2,1 mS/cm).

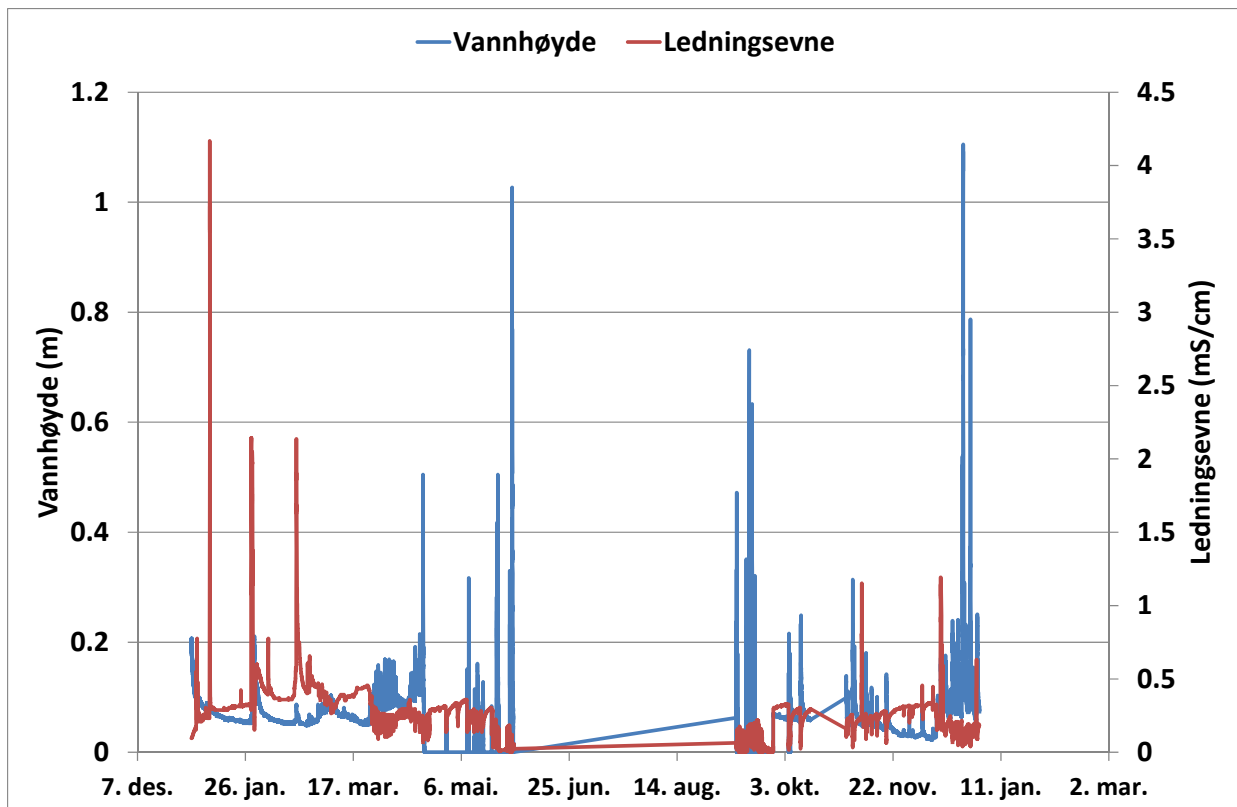
I november og desember var det to episoder med høy ledningsevne, en 07.11 (1,2 mS/cm) og en 14.12 (1,1 mS/cm).

Sammenligning med tabell 1 som viser utlegg av baneavisingkjemikalier viser god sammenheng mellom utlegg og etterfølgende avrenningsepisoder med høy ledningsevne.

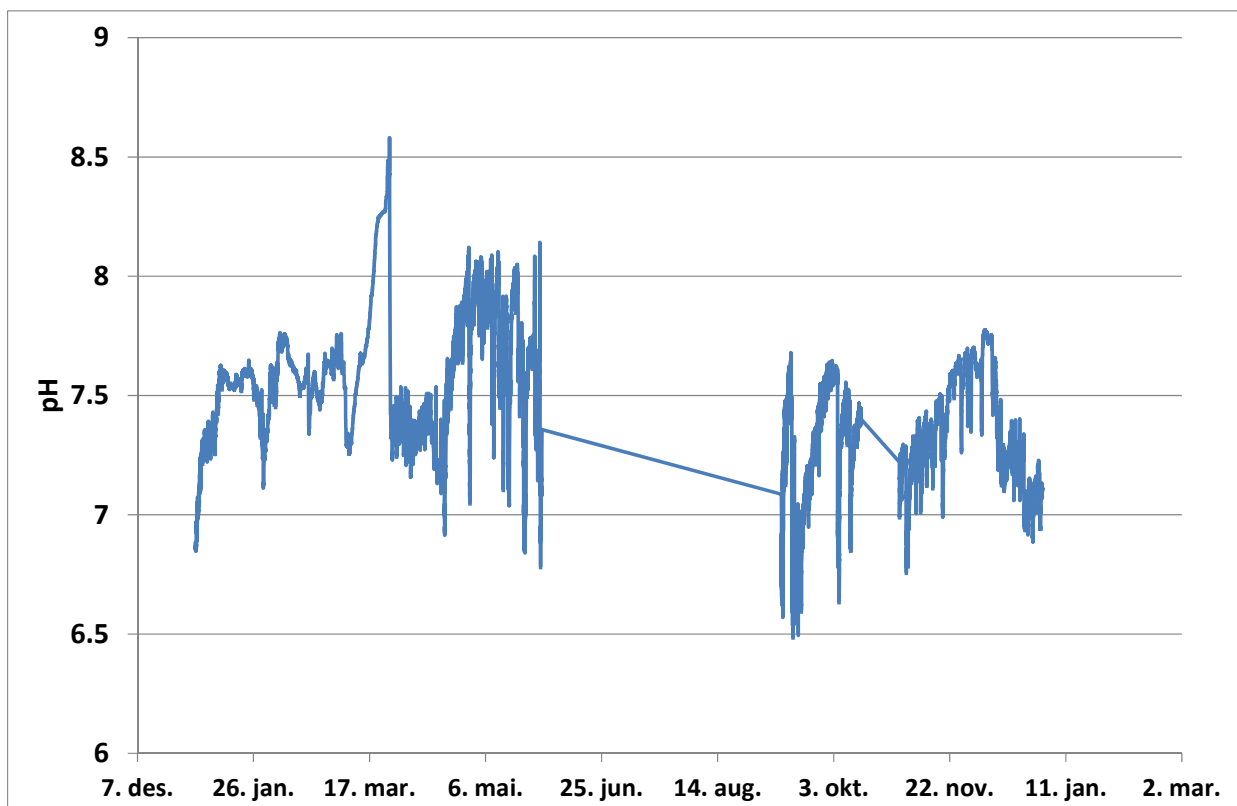
Til sammenligning var høyeste ledningsevne målt på St. G2 i 2012 på 2,1 mS/cm. I 2011 ble maksimal ledningsevne målt til 4,6 mS/cm. I 2010 var maksimal ledningsevne 2,1 mS/cm.

Målte pH-verdier varierte i hovedsak mellom 6,5 og 8 og med en middelvei rundt 7,4 (figur 5). For en episode 25.03 ble det målt forhøyet pH og maksimalt 8,6. Dette kan skyldes et punktutslipp av basisk vann til overvannssystemet.

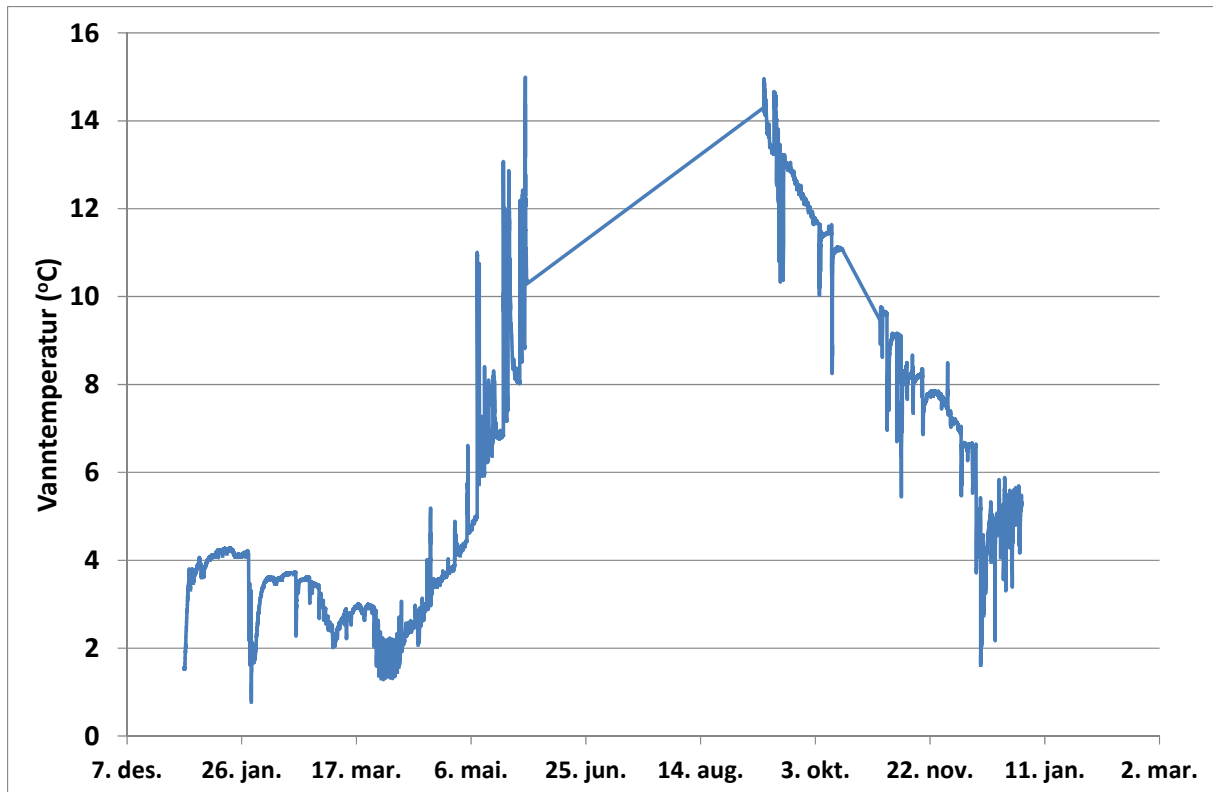
Vanntemperaturen i overvannet varierte fra 1 til 15 °C (figur 6). Målinger av vanntemperatur gir en god indikasjon på avrenningsepisoder som gir tilførsel av overflatevann til overvannssystemet. Om vinteren bidrar tilførsel av overflatevann til lavere vanntemperatur. Om sommeren er det motsatt effekt.



Figur 4. Vannhøyde og ledningsevne målt på St. G2 i periodene 01.01 - 30.05 og 10.09 - 31.12.



Figur 5. pH målt på St. G2 i periodene 01.01 - 30.05 og 10.09 - 31.12.



Figur 6. Vanntemperatur på St. G2 i periodene 01.01 - 30.05 og 10.09 - 31.12.

7.2 Stasjon R

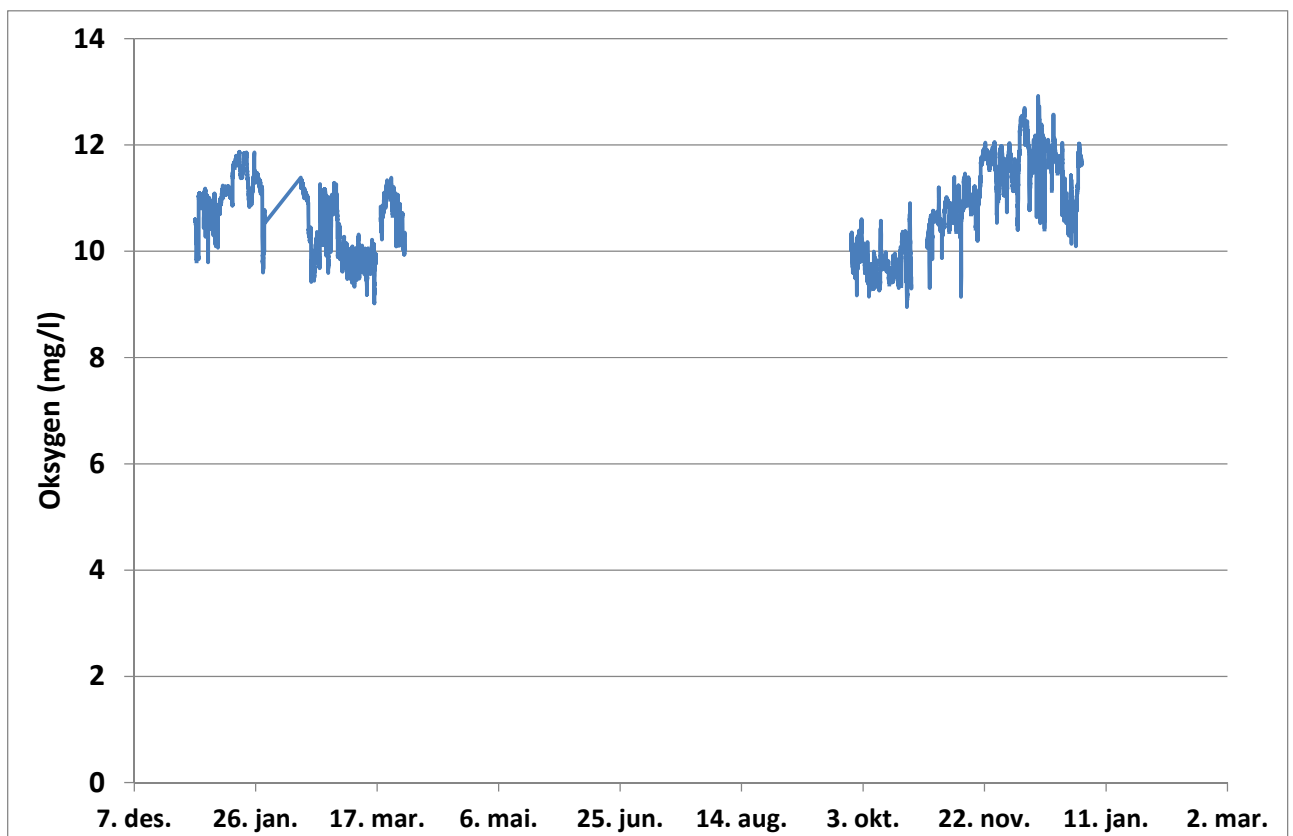
En multiprobesonde (SEBA) gir kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten på stasjon R (Rovebekken nedstrøms Sandefjord lufthavn) mht oksygen, ledningsevne, vannhøyde og vanntemperatur. Sonden ble opprinnelig installert for å overvåke oksygenkonsentrasjonen i Rovebekken, men har også bidratt til en økt forståelse av utvasking av baneavisingmidler til bekken.

Målingene av oksygen for avisings sesongen 2013 er vist i figur 7. Målingene omfatter periodene 01.01 - 27.03 og 27.09 - 31.12. Målingene dekker dermed periodene med antatt størst fare for tilførsler av fly- og baneavisingmidler til bekken.

Etter en gjennomgang av innsamlede data for oksygen har perioder med feilmålinger blitt fjernet. Slike feilmålinger har gjerne oppstått dersom det har vært for lange intervaller mellom rengjøring av oksygensonden.

Målte konsentrasjoner av oksygen har i hovedsak variert mellom 9,5 og 13 mg O₂/l. De høyeste konsentrasjonene har blitt målt i perioder med lav vanntemperatur da løseligheten av oksygen er best.

Som beskrevet i rapporten for 2012 antas det at hendelser med noe lavere oksygenkonsentrasjoner i begynnelsen av avrenningsepisoder etter nedbør skyldes utvasking av «gammelt» vann fra overvannssystemet. Dette vannet består av grunnvann og lagret vann med lavere innhold av oksygen. Det antas ingen skadeeffekter på fisk eller andre vannlevende organismer i bekken som følge av disse avrenningsstyrte svingningene i oksygenkonsentrasjon i Rovebekken.



Figur 7. Oksygenmålinger i Rovebekken (St. R) i periodene 01.01 - 27.03 og 27.09 - 31.12.

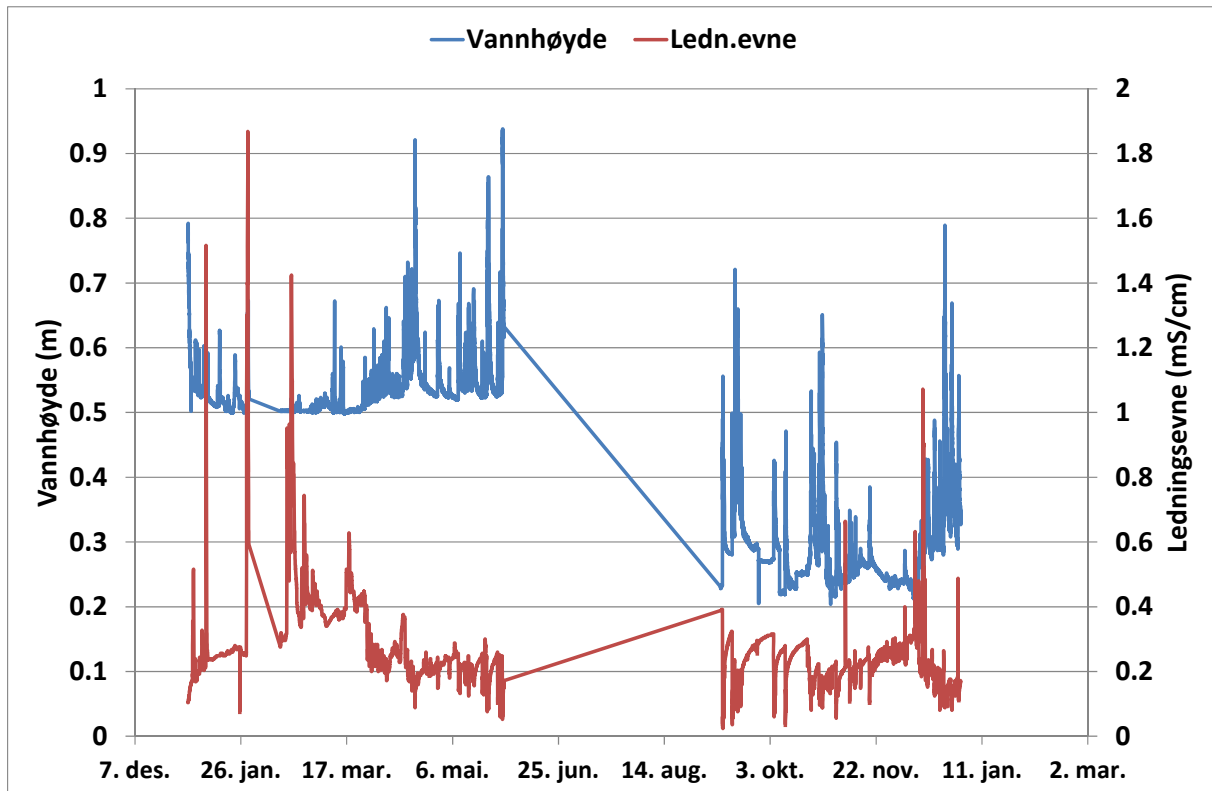
Ledningsevne på stasjon R viste i hovedsak en variasjon fra 0,1 - 1,9 mS/cm (figur 8). Episodene med forhøyet ledningsevne inntreffer i all hovedsak på samme tid som for St. G2, og skyldes utvasking av baneavisingmidler. Episoder med forhøyet ledningsevne (>1 mS/cm) ble målt 09.01,

29.01, 18.02 og 14.12. Dette samsvarer med avrenning etter perioder med stort forbruk av baneavisingmidler (se tabell 1).

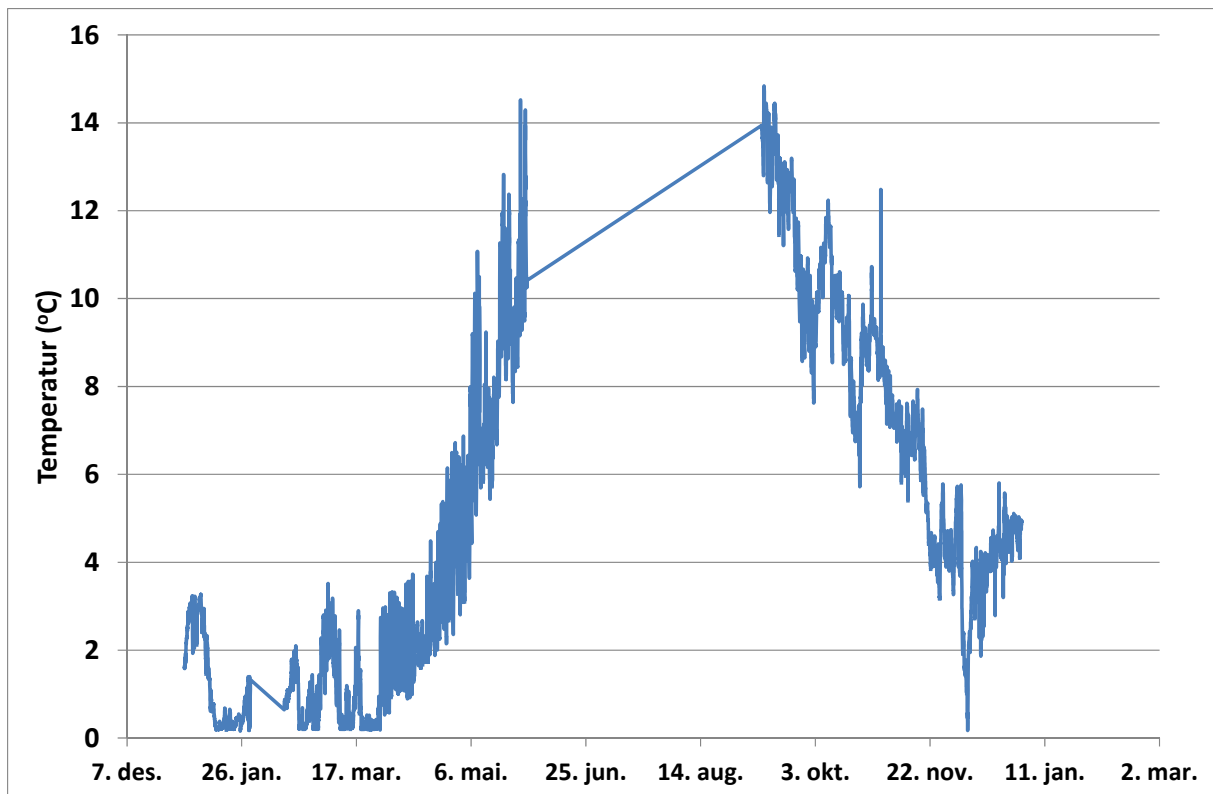
Til sammenligning ble det målt en maksimal ledningsevne i Rovebekken på 3,1 mS/cm i 2012, 7,6 mS/cm i 2011 og 6,9 mS/cm i 2010.

Målingene av vannhøyde (figur 8) viste endringer i vannhøyde på opp til 1 m i løpet av måleperioden i 2013. De største endringene i vannhøyde knyttet til flommer skjedde 01.01, 18.04, 22.05, 29.05, 10.09, 16.09, 27.10 og 24.12.

Målinger av vanntemperatur i bekken gjennom 2013 er vist i figur 9.



Figur 8. Vannhøyde og ledningsevne i Rovebekken (St. R) i periodene 01.01 - 27.05 og 09.09 - 31.12.



Figur 9. Vanntemperatur i Rovebekken (St. R) i periodene 01.01 - 27.05 og 09.09 - 31.12.

8. Miljøbefaring og oksygenmåling

Våren 2013 ble det gjennomført to omganger med miljøbefaring av bekkene som mottar avrenning fra Sandefjord lufthavn.

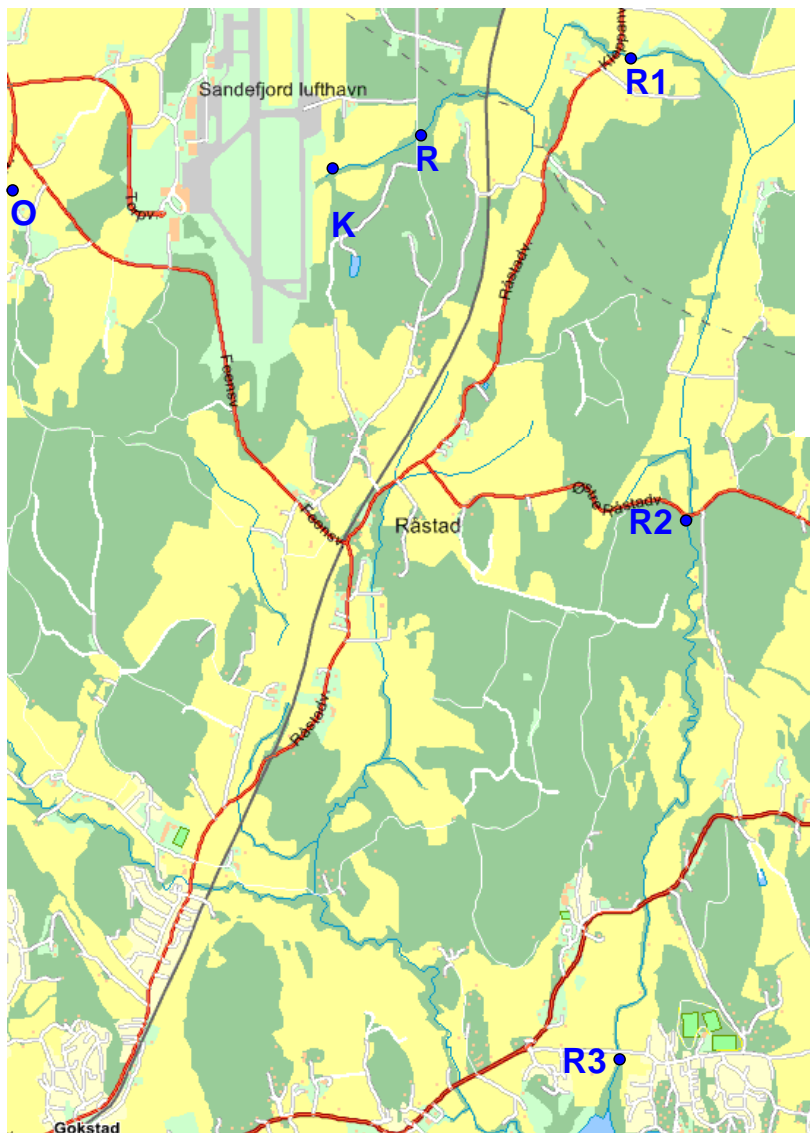
For Rovebekken omfatter befaringsene besøk på 5 stasjoner nedover bekkeløpet. På hver stasjon ble det utført måling av oksygenkonsentrasjon og temperatur i bekkvannet. Befaringen omfattet stasjon K, R, R1, R2 og R3. Plassering av disse stasjonene er vist på figur 10.

For Vårnesbekken og Unnebergbekken ble det utført miljøbefaring på de samme tidspunktene, men bare for stasjon N og S.

Tabell 21 viser måleresultatene for oksygen og vanntemperatur. Alle målingene viste høye og tilfredsstillende konsentrasjoner av oksygen. Løseligheten av oksygen i vann er avhengig av vanntemperaturen. Følgelig ble det målt lavere konsentrasjoner av oksygen i april enn i mai.

Vannet på stasjonene i Unnebergbekken (S) og Vårnesbekken (N) domineres av grunnvann og drensvann som har noe lavere konsentrasjon av oksygen enn vannet i Rovebekken.

De manuelle målingene av oksygen utført i april og mai dekker opp perioder hvor det mangler data for automatisk overvåking av oksygen i Rovebekken.



Figur 14. Viser stasjoner for miljøbefaring og måling av oksygen og temperatur i Rovebekken. I 2012 og 2013 ble det ikke utført målinger på St. O.

Tabell 21. Oksygenkonsentrasjon og vanntemperatur i Rovebekken ved befaring 15.04.13 og 16.05.13.

Prøvepunkt	Dato	mg O ₂ /liter	Temp °C
St. K	15.04.13	11,2	5,5
St. R	15.04.13	11,1	6,5
St. R1	15.04.13	11,3	6,5
St. R2	15.04.13	11,5	6,9
St. R3	15.04.13	10,9	7,0
St. N	15.04.13	10,8	5,3
St. S	15.04.13	10,6	7,0
St. K	16.05.13	11,0	7,5
St. R	16.05.13	11,1	7,5
St. R1	16.05.13	11,0	7,5
St. R2	16.05.13	10,8	7,5
St. R3	16.05.13	10,9	7,5
St. N	16.05.13	10,8	7,5
St. S	16.05.13	10,5	7,5

9. Tidligere rapporter miljøovervåking

- Aasestad, I. 2009. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Aasestad, I. 2010. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Aasestad, I. 2011. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Aasestad, I. 2012. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn AS.
- Aasestad, I. 2013. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden 2013. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn AS.
- Gjemlestad, L. J og Haaland, Ståle. 2011. Bunndyrundersøkelse i Rovebekken, Sandefjord lufthavn Torp, Vestfold. Tilstandsundersøkelse. Bioforsk Rapport 6(103)2011.
- Hansen, O. J. 2000. Rovebekken - en sjøørretbekk. Status 2000. Rapport. Sandefjord kommune - Kultur og fritidsetaten. 31 sider + vedlegg.
- Hansen, O. J. 2001. Rovebekken - en sjøørretbekk. Årsrapport 2001. Rapport Sandefjord kommune. 4 sider.
- Hansen, O. J. 2003. Sjøørretbekkene i Sandefjord. Miljøtilstand 2002. Sandefjord kommune - Teknisk etat.
- Hansen, O. J. 2004. Rovebekken i Sandefjord. Miljøtilstand 2004. Rapport Sandefjord kommune. Teknisk etat.
- Hansen, O. J. 2005. Rovebekken i Sandefjord. Miljøtilstand 2005. Rapport Sandefjord kommune. Teknisk etat.
- Hansen, O. J. 2006. Rovebekken i Sandefjord. Miljøtilstand 2006. Rapport Sandefjord kommune. Teknisk etat.
- Hansen, O. J. 2007. Rovebekken i Sandefjord. Miljøtilstand 2007. Rapport Sandefjord kommune. Teknisk etat.
- Hansen, O. J. 2008. Rovebekken i Sandefjord. Miljøtilstand 2008. Rapport Sandefjord kommune. Teknisk etat.
- Hansen, O. J. 2009. Pers. medd. knyttet til bunndyrsundersøkelse i 2009. Ikke rapportert foreløpig.
- KLIF 2012. Utkast til Bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota. Rapportutkast TA 3001/2012.
- Nilsen, P. Å. 2010. Erfaringsprosjekt baneaving 2008-10. Sandefjord lufthavn AS. Evalueringsrapport mai 2010.
- Roseth, R. 2006. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Vurdering av erfaringer og resultater for avisingsesongen 2005/06. Bioforsk rapport 1(83A) 2006.
- Roseth, R. 2006. Videreføring erfaringsprosjekt - spredning av svakt glykolholdig snø og vann i grøntområder på Sandefjord lufthavn Torp. Notat av 03.11.06.
- Roseth, R. 2007. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for sesongen 2006/07. Bioforsk rapport 2 (78) 2007.
- Roseth, R. 2007. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp - forslag til vannprøvestasjoner, parametere og prøvehyppighet 07/08. Bioforsk notat av 29.10.07.
- Roseth, R. 2008. Videreføring erfaringsprosjekt - spredning av svakt glykolholdig snø og vann på grøntområder på Sandefjord lufthavn - anbefaling. Notat av 26.08.08.
- Roseth, R. og Johansen, Ø. 2008. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for sesongen 2007/08. Bioforsk rapport 3 (89) 2008.

- Roseth, R. og Johansen, Ø. 2009. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for sesongen 2008/09. Bioforsk rapport 4 (82) 2009.
- Roseth, R. og Johansen, Ø. 2010. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for kalenderåret 2009. Bioforsk rapport 5 (93) 2010.
- Roseth, R. og Johansen, Ø. 2011. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for kalenderåret 2010. Bioforsk rapport 6 (69) 2011.
- Roseth, R. og Johansen, Ø. 2012. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for kalenderåret 2011. Bioforsk rapport 7 (94) 2012.
- Roseth, R., Tveiti, G og Johansen, Ø. 2013. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn AS. Resultater for kalenderåret 2012. Bioforsk rapport 8 (68) 2013.
- Simonsen, L. 2003. Rovebekken. Undersøkelser av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Simonsen, L. 2005. Rovebekken. Undersøkelser av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Simonsen, L. 2006. Rovebekken. Undersøkelser av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Simonsen, L. og Aasestad, I. 2004. Rovebekken. Undersøkelser av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Simonsen, L. og Aasestad, I. 2007. Rovebekken. Undersøkelser av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Simonsen, L. og Aasestad, I. 2008. Rovebekken. Undersøkelser av ørretbestanden. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn, Torp.
- Weideborg, M. 2010. Miljøvurdering av bruk av nye flyavisingsmidler ved Sandefjord lufthavn. Notat av 10.06.10.
- Weideborg, M. og Roseth, R. 2005. Miljøforhold relatert til bruk av avisingsmidler ved Sandefjord lufthavn - en worst case vurdering. Aquateamrapport.

10. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr Emne

I Bilder fra befaring 16.05.13 - Rovebekken, St. N og St. S

II Grenseverdier for ferskvann - TA 3001/2012

Vedlegg I

Bilder fra befaring 16.05.13 – Rovebekken, St. N og St. S



St. R - Rovebekken

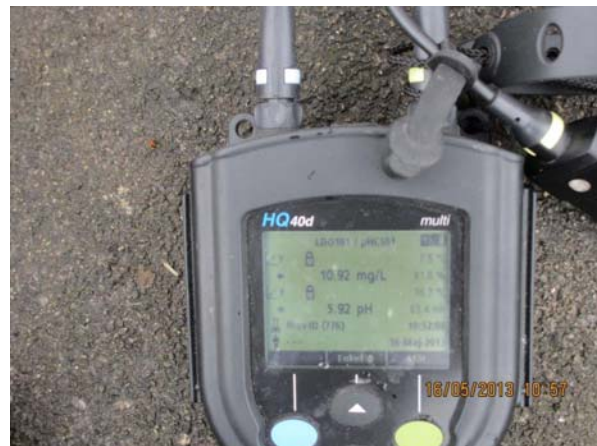


St. R1 - Rovebekken



St. R2 - Rovebekken





St. R3 - Rovebekken



St. S - Øverst i Unnebergbekken (mye jernutfelling)

Vedlegg II

Miljøklassifiseringssystem for kystfarvann, ferskvann og sedimenter og grenseverdier for ferskvann (TA3001/2012)

Miljøklassifiseringssystem for kystvann, ferskvann og sedimenter.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutte toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

1) AF: sikkerhetsfaktorer

Stoff	Cas nr.	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
		Bakgrunnsdata	AA-EQS	MAC-EQS	Akutt tox uten AF	Omfattende akutt tox eff.
Metaller						
Kadmium hardt vann *	7440-43-9	0,03	0,19	1,5	15	>15
Kadmium bløtt vann *	7440-43-9	0,03	0,08	0,45	4,5	>4,5
Nikkel *	7439-92-1	0,5	1,7	34	67	>67
Kvikksølv *	231-16-7	0,001	0,05	0,07	0,7	>0,7
Bly *	7440-02-0	0,05	1,3	14	57	>57
Sink	7440-50-8	1,5	11	11	60	>60
Kobber	7440-66-6	0,3	7,8	7,8	78	>78
Arsen	7440-38-2	0,15	4,8	8,5	85	>85
Krom-tot	1333-82-0 7775-11-3 10588-01-9 7789-09-5 7778-50-9	0,2	3,4	3,4	360	>360
Perfluorete forbindelser						
PFOS	1763-23-1	0	0,00065 ¹⁾	0,23	36	>36
PFOA	335-67-1	0	0,05 ¹⁾	570	2400	>2400
Organiske tinnforbindelser						
TBT - ion *	688-73-3, 366643-28-4	0	0,0002	0,0015	0,003	>0,003
TFT-forb.	900-95-8, 76-87-9	0	0,00065	0,06	0,6	>0,6
Flammehemmere						
Bromerte difenyletere *	32534-81-9	0	4,9*10 ⁻⁸	0,14	-	-
HBCDD	Flere	10	0,0016	0,5	-	-
TBBPA	79-94-7	5	6,6	112	1120	>1120
TCEP (fosfororganisk flammehemmer)	5961-85-3	0	65	-	-	-
Klorerte organiske forbindelser						
Heksaklorbenzen (HCB) *	118-74-1	0	-	0,05	0,47	>0,47
Heksaklorbutadien *	87-68-3	0	-	0,6	5,9	>5,9