



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Miljøovervåkingsprogram ved Torp Sandefjord lufthavn

Resultater for kalenderåret 2016

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 42 | 2017



Roger Roseth, Geir Tveiti og Øistein Johansen
Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Miljøovervåkingsprogram ved Torp Sandefjord Lufthavn. Resultater for kalenderåret 2016.

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Roger Roseth, Geir Tveiti og Øistein Johansen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
03.03.2017	3/42/2017	Åpen	2110618	17/01084
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-01822-3	2464-1162	34	4	

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

Sandefjord Lufthavn AS

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Lars Guren

STIKKORD/KEYWORDS:

Avisingsmidler, glykol, formiat, miljøoppfølging, Rovebekken

Deicing chemicals, glycol, formate, environmental monitoring, Rovebekken

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljøovervåking

Environmental monitoring – water quality

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Gjennom 2016 ble det brukt 96 tonn glykol (100 %) til flyavising ved Torp Sandefjord lufthavn. For baneavisingmidler ble det brukt 16,2 tonn formiat. Forbruket av flyavisingmidler var noe større enn i 2015. Forbruket av baneavisingmidler var på nivå med 2015.

Det ble påvist glykol i to av vannprøvene tatt i Rovebekken i løpet av 2016, men konsentrasjonene var under 1,5 mg PG/l. Kravene i utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Vestfold er overholdt.

I forbindelse med underkjølt regn 24. og 25. januar var det stort forbruk av baneavisingkjemikalier, henholdsvis 6 tonn fast natriumformiat og 7 m³ flytende kaliumformiat. Påfølgende avrenningshendelse 26. januar ble dokumentert med automatiske målinger, både i overvannssystemet (St. G2) og i Rovebekken (St. R). For Rovebekken viste de automatiske målingene at hendelsen hadde en varighet på 10 timer (periode med ledningsevne over 1 mS/cm). En vannprøve tatt på St. G2 den 26. januar viste en formiatkonsentrasjon på 91 mg Fo/l. I blandprøver fra Rovebekken tatt ut 26. og 27. januar ble det ikke påvist formiat

Utover denne hendelsen ble det ikke målt ledningsevne over 1 mS/cm i Rovebekken gjennom 2016.

For vannprøver fra overvannssystemet mot Vårvikbekken (St. N) ble det påvist spor av glykol og formiat i to av elve prøver. I en prøve tatt ut 3. mars ble det påvist 34 mg Fo/l.

For vannprøver fra overvannssystemet mot Unnebergbekken (St. S) ble det påvist spor av glykol i tre prøver og spor av formiat i to. Påviste konsentrasjoner var lave.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

De automatiske målingene på stasjon R i Rovebekken har vist god oksygenstatus i bekken gjennom hele måleperioden i 2016. To kortvarige hendelser 21.06 og 19.09 viste oksygenkonsentrasjoner ned mot 6,5 mg O₂/l.

To omganger med uttak av prøver for analyse av miljøproblematiske metaller (i april og november) viste gode forhold både i Rovebekken og i overvann fra banesystemet. I henhold til Veileder M608 (Miljødirektoratet 2016) havnet prøvene i tilstandsklasse «God» eller «Bakgrunn» for kobber, bly, sink, nikkel, krom og kadmium. Unntaket var en vannprøve fra drengssystem avisingsplattform som viste tilstandsklasse «Dårlig» for sink.

For jern viste prøvene tilstandsklasse «dårlig» eller «svært dårlig» (iht. veileder 97:04). Målte konsentrasjoner av jern kan potensielt gi biologiske effekter i Rovebekken i området rett nedstrøms flyplassen. For mangan viste flere prøver «dårlig» og «moderat» tilstand.

Fiskeundersøkelsen, gjennomført av Naturplan AS den 3. og 8. august 2016, viste noe lavere tetthet av ørretunger på stasjon R 3-4 rett nedstrøms flyplassen sammenlignet med 2015. Beregnet tetthet var 49 fisk/100 m². I 2015 var tettheten 169 fisk/100 m². For stasjon R3 som ligger 1,5 km nedstrøms flyplassen, var tettheten vesentlig høyere enn i 2015 (174 fisk/100 m² mot 19 fisk/100 m²). Variasjon i tetthet av ungfisk vurderes å være innenfor normal årsvariasjon for små ørretbekker. I 2016 ble det for første gang påvist en laksunge i Rovebekken, på stasjon R3. På samme stasjon ble det også påvist en ål, en rødlistet art som ikke har blitt registrert i bekken på flere år.

NIBIO foreslår at etablerte rutiner for miljøovervåking videreføres i 2017.

Samlet sett har 2016 vært et år med få påvisninger av glykol i Rovebekken. En episode med stort forbruk av baneavisingmidler ga en kortvarig hendelse med utvasking av formiat til Rovebekken. Fiskeundersøkelsen viste normal årsproduksjon av sjøørret på stasjonene rett nedstrøms flyplassen. Miljøovervåkingen i 2016 viser at det har vært tilfredsstillende vannkvalitet i Rovebekken, med få påvisninger av glykol og formiat og god oksygenstatus.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Vestfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Sandefjord
STED/LOKALITET:	Torp Sandefjord lufthavn

GODKJENT /APPROVED



PER STÅLNACKE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH

Forord

På oppdrag fra Torp Sandefjord lufthavn har NIBIO (Miljø og naturressurser) sammenstilt resultatene fra miljøovervåkingsprogram for vannkvalitet i en årsrapport for 2016.

Praktisk arbeid med uttak av vannprøver, renhold av utstyr for automatisk overvåking av vannkvalitet, manuelle målinger av oksygeninnhold og rutinemessige befaringer utføres av Sandefjord lufthavn under ledelse av miljøsjef Lars Guren.

NIBIO har hatt et godt samarbeid med Torp Sandefjord lufthavn under gjennomføring av bestilt vannovervåking.

Roger Roseth har vært prosjektansvarlig fra NIBIO. Montering og oppfølging av utstyr for automatisk overvåking av vannkvalitet har blitt utført av Geir Tveiti og Øistein Johansen, begge NIBIO.

Årsrapporten for miljøoppfølging av vannkvalitet er skrevet av Roger Roseth.

Forsidebildet fra stasjon R i Rovebekken ble tatt av Lars Guren under rutinemessig miljøbefaring langs Rovebekken 26.05.16.

Ås, 03.03.17

Roger Roseth

Innhold

1	Innledning.....	6
2	Bane- og flyavisingskjemikalier	7
3	Miljøovervåkingsprogrammet	8
3.1	Stasjoner i miljøovervåkingsprogrammet.....	8
3.2	Miljøovervåkingsprogrammet	9
4	Resultater kalenderåret 2016.....	12
4.1	Vannprøver tatt i Rovebekken.....	12
4.1.1	Stasjon R – nedstrøms alle utslipp fra flyplassen	12
4.1.2	Stasjon K – utløp av kulvert under bane	14
4.1.3	Stasjon O – oppstrøms flyplassen	15
4.1.4	Stasjon O1 – nedstrøms flyoppstillingsområde.....	15
4.2	Vannprøver tatt i overvann og grunnvann	16
4.2.1	Stasjon G1 og G3 – overvannssystem langs taksebane og plattform	16
4.2.2	Stasjon G2 – formiat i overvannssystem langs rullebane	17
4.2.3	Grunnvannsbrønn	17
4.3	Overvann til Vårnesbekken	18
4.4	Overvann til Unnebergbekken.....	18
4.5	Utvidede analyser av vannprøver fra Sandefjord lufthavn.....	19
5	Fiskeundersøkelser	21
6	Automatiske målinger	24
6.1	Stasjon G2.....	24
6.2	Stasjon R.....	26
7	Miljøbefaring og oksygenmåling	29
	Litteratur/tidligere rapporter miljøovervåking	31
	Vedlegg.....	34

1 Innledning

Miljøovervåkingsprogrammet ved Torp Sandefjord lufthavn skal overvåke konsentrasjoner og mulige miljøeffekter knyttet til avisingsmidler i bekker som mottar avrenning fra flyplassområdet.

Rovebekken er spesielt fokusert, siden den er en viktig sjørretbekk, og den viktigste resipienten for avrenning fra flyplassen.

Denne rapporten gir en vurdering av analyseresultater og målinger gjennom kalenderåret 2016.

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

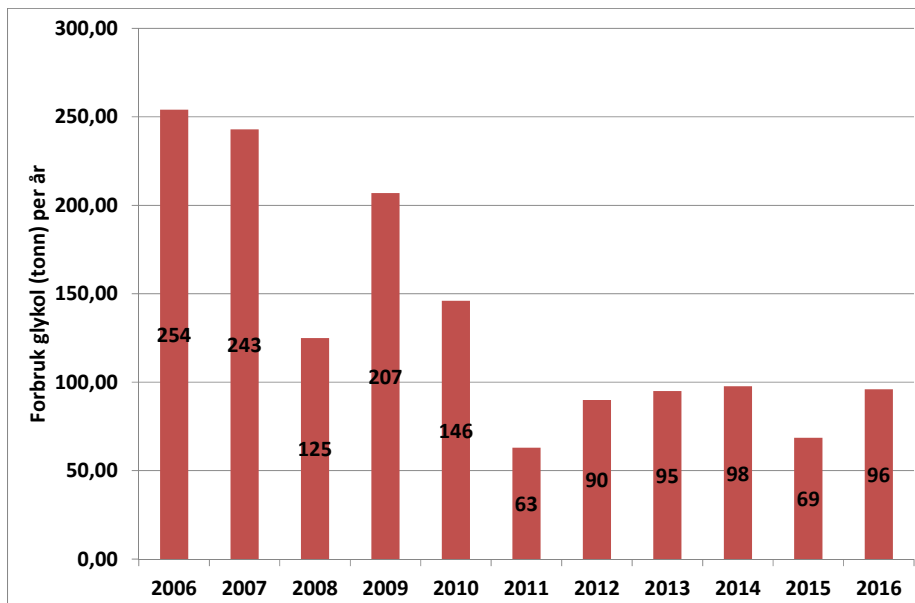
Analyser av vannprøver har blitt utført av Eurofins Environment Testing Norway AS.

Årlige fiskeundersøkelser har blitt utført av Naturplan AS ved Ingar Aasestad 3. og 8.08.16.

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

2 Bane- og flyavising kjemikalier

I 2016 ble det brukt 96 tonn glykol (100 %) til avising av fly ved Sandefjord lufthavn (figur 1). Til sammenligning ble det brukt 69 tonn i 2015 og 98 tonn i 2014.



Figur 1. Forbruk av flyavisingmidler ved Sandefjord lufthavn, tonn glykol (100 %) for 2006 - 2016.

Samlet forbruk av baneavisingmiddel gjennom 2016 tilsvarte 16,2 tonn formiat. Forbruket fordelte seg på 6 tonn fast natriumformiat (Aviform-S) og 42 m³ flytende kaliumformiat (Aviform L50). Utlegging av baneavisingkjemikalier er vist i tabell 1.

Til sammenligning ble det brukt 1,5 tonn fast natriumformiat (Aviform-S) og 53 tonn flytende kaliumformiat (Aviform L50) i 2015. Dette tilsvarte 16,5 tonn formiat.

24. og 25.01.16 var det store utlegg av baneavisingmidler som følge av underkjølt regn. Til sammen 6,9 m³ flytende kaliumformiat og 6 tonn fast natriumformiat.

Tabell 1. Tidspunkt for utlegging av baneavisingkjemikalier.

Dato	Utlegg		Dato	Utlegg	
	S-SOLID Antall kilo	L50 Antall liter		S-SOLID Antall kilo	L50 Antall liter
07.01.2016		750	01.02.2016		396
08.01.2016		959	03.02.2016		127
20.01.2016		172	29.02.2016		2700
24.01.2016		160	06.11.2016		9515
24.01.2016	3000		06.11.2016		881
24.01.2016		281	12.11.2016		3924
24.01.2016		4664	17.11.2016		5048
25.01.2016		165	19.11.2016		150
25.01.2016		877	20.11.2016		5143
25.01.2016	3000		11.12.2016		2240
25.01.2016		750	18.12.2016		279
			22.12.2016		2450
			23.12.2016		790

3 Miljøovervåkingsprogrammet

Miljøovervåkingsprogrammet for Torp 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 er den viktigste resipienten for avrenning fra flyplassen.

I utslippstillatelsen gjelder følgende grenseverdier:

- **Konsentrasjonen av glykol skal som hovedregel ikke overstige 6 mg PG/l**
- **Det tillates overkonsentrasjoner inntil 10 dager per år, 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 stikkprøver av bekkevannet.

For overvann til Vårnes- og Unnebergbekken skal det utføres månedlig prøvetaking gjennom avisingssesongen. Disse prøvene analyseres for glykol og formiat. Utvalgte prøver analyseres for total olje (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, jernutfellinger, erosjon, tilslamming, oljefilm og annet.

Det skal gjennomføres årlige fiskeundersøkelser i Rovebekken.

3.1 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 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 drens- 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.

3.2 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 analyse. Uttak av hver døgnprøve oppbevares i fryser fram til analyseresultatet fra ukeblandprøven foreligger. Overstiger konsentrasjonen av glykol 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_{Mn} 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 O, O1, K, N, S, G1 og G3 opprettholdes månedlig prøvetaking gjennom avisingssesongen. For St. O 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.

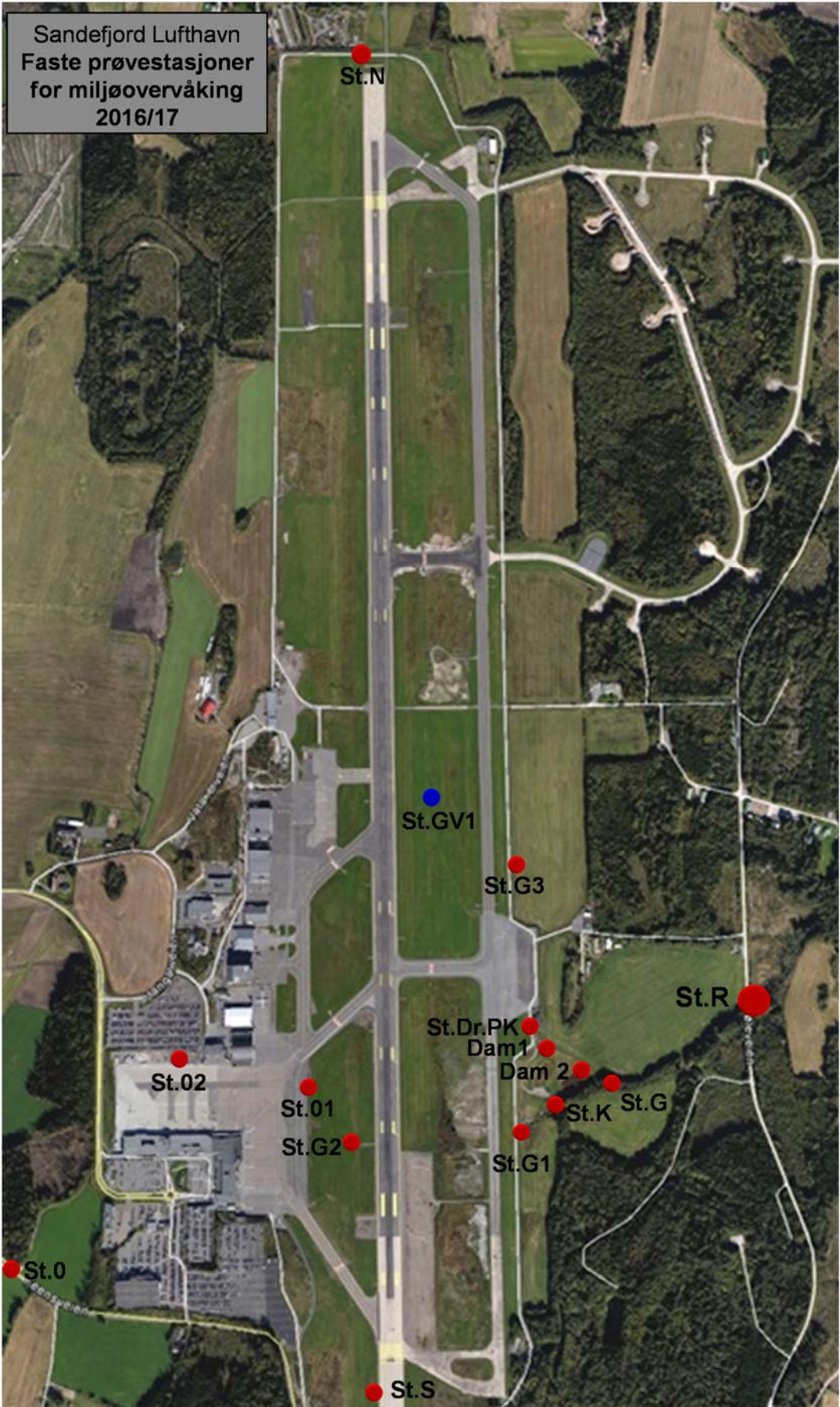
For St. DR.PK (grunnvann fra plattform) og St. G (utløpsgrøft avising) analyseres prøvene for KOF med Torp Sandefjord lufthavns eget spektrofotometer.

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, 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 NIBIO og Torp Sandefjord lufthavn.



Matrise prøvetaking Miljøovervåking 2016

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 (grunnavann/drensvann)	Glykol og KOF	Månedlig [nov - apr]		
St. G3 (grunnavann/drensvann)	Glykol, KOF, Fe og Mn	Månedlig [nov - apr]	Formiat	Månedlig [des-apr]
St. G2 (formiatstasjon)	Formiat	Månedlig [nov - apr]	Formiat	SMS alarm ledn.evne Manuell prøve/ aut. prøvetaker
St. GV1 (grunnavann)	Glykol, formiat, KOF, Fe og Mn	Månedlig [nov - apr]	Oksygen, pH	Månedlig [nov-apr] Eget måleutstyr
St. GV-AV (grunnavann)	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 filtrert + 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		
Feltspektro- fotometer	Parallele analyser av KOF 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 taksebane, dren plattform Ved behov og akutte hendelser

4 Resultater kalenderåret 2016

4.1 Vannprøver tatt i Rovebekken

4.1.1 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 43 ukeblandprøver for analyse av glykol gjennom 2016 (tabell 2). Det ble påvist glykol i to av prøvene, men i lave konsentrasjoner, henholdsvis 1,0 og 0,2 mg PG/l.

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

Kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) ble analysert for de samme 5 ukeblandprøvene. Maksimal konsentrasjon var 5,3 mg KOF/l.

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

To stikkprøver fra stasjon R ble analysert for flyktige drivstoffkomponenter (BTEX), med gjenfunn av lave konsentrasjon av xylener (0,7 µg/l) i den ene prøven (tabell 4).

Formiat ble analysert i 4 prioriterte døgnblandprøver fra Rovebekken (tabell 5). Det ble ikke påvist formiat i disse prøvene.

Tabell 2. Analyseresultater for glykol (PG), formiat (Fo) og kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) i vannprøver fra St. R kalenderåret 2016.

Dato	Periode	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	KOF (mg KOF/l)
05.01.2016	29.12 - 04.01	R	<0,2		
12.01.2016	06.01 - 11.01	R	<0,2	<0,5	5,3
19.01.2016	12.01 - 18.01	R	<0,2		
26.01.2016	19.01 - 25.01	R	<0,2		
02.02.2016	26.01 - 01.02	R	<0,2		
09.02.2016	02.02 - 08.02	R	<0,2	<0,5	4,1
15.02.2016	09.02 - 15.02	R	<0,2		
23.02.2016	16.02 - 22.02	R	<0,2		
03.03.2016	23.02 - 29.02	R	1,0		
08.03.2016	01.03 - 07.03	R	<0,2	<0,5	4,2
14.03.2016	08.03 - 14.03	R	<0,2		
29.03.2016	15.03 - 21.03	R	<0,2		
29.03.2016	22.03 - 28.03	R	<0,2		
11.04.2016	29.03 - 04.04	R	<0,2		
11.04.2016	05.04 - 11.04	R	<0,2	<0,5	4,6
26.04.2016	12.04 - 18.04	R	<0,2		
26.04.2016	19.04 - 25.04	R	<0,2		
12.05.2016	26.04 - 02.05	R	<0,2		
12.05.2016	03.05 - 09.05	R	<0,2		
26.05.2016	10.05 - 16.05	R	<0,2		
26.05.2016	17.05 - 23.05	R	<0,2		
10.06.2016	24.05 - 30.05	R	<0,2		
10.06.2016	31.05 - 06.06	R	<0,2		
21.06.2016	07.06 - 13.06	R	<0,2		
21.06.2016	14.06 - 20.06	R	<0,2		
01.07.2016	21.06 - 30.06	R	<0,2		
10.07.2016	01.07 - 10.07	R	<0,2		
26.07.2016	11.07 - 18.07	R	<0,2		
26.07.2016	19.07 - 25.07	R	<0,2		
11.10.2016	30.09 - 10.10	R	<0,2		
19.10.2016	11.10 - 17.10	R	<0,2		
26.10.2016	18.10 - 24.10	R	0,23		
16.11.2016	25.10 - 31.10	R	<0,2		
16.11.2016	01.11 - 07.11	R	<0,2		
16.11.2016	08.11 - 14.11	R	<0,2		
21.11.2016	15.11 - 21.11	R	<0,2		
06.12.2016	22.11 - 28.11	R	<0,2		
06.12.2016	29.11 - 05.12	R	<0,2		
13.12.2016	06.12 - 12.12	R	<0,2		
28.12.2016	13.12 - 19.12	R	<0,2	<0,5	3,5
28.12.2016	20.12 - 26.12	R	<0,2		
03.01.2017	27.12 - 02.01	R	<0,2		

Tabell 3. Analyseresultater for total olje (THC) i tre stikkprøver tatt på St. R i 2016.

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)
12.01.2016	R	nd	<5	<5	<5	<5	<20
08.03.2016	R	nd	<5	<5	<5	<5	<20
21.11.2016	R	nd	<5	<5	<5	<5	<20

Tabell 4. Analyseresultater for flyktige hydrokarboner (BTEX) i to prøver fra St. R i 2016.

Dato	Stasjon	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m,p-Xylen	o-Xylen
26.01.2016	R	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
14.03.2016	R	<0,1	<0,1	<0,1	0,39	<0,31

Tabell 5. Analyseresultater for formiat i døgnblandprøver fra St. R i 2016.

Dato	Stasjon	Formiat (mg Fo/l)
26.01.16	R	<0,5
27.01.16	R	<0,5
07.03.16	R	<0,5
08.03.16	R	<0,5

4.1.2 Stasjon K – utløp av kulvert under bane

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 kulverten. Via overvannet kan bekken tilføres fly- og baneavisingkjemikalier.

Glykol ble påvist i en av seks stikkprøver i 2016 (tabell 6). Påvist konsentrasjon var 1,1 mg PG/l.

Kjemisk oksygenforbruk viste verdier fra 3 – 7 mg KOF/l.

Tabell 6. Analyseresultater for vannprøver fra St. K i Rovebekken gjennom 2015.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	KOF (mg /l)
12.01.2016	K	<0,2	4,2
14.02.2016	K	<0,2	3,8
14.03.2016	K	1,1	4,3
14.04.2016	K	<0,2	3,2
15.11.2016	K	<0,2	6,5
12.12.2016	K	<0,2	4,3

4.1.3 Stasjon O – oppstrøms flyplassen

Stasjon O ligger oppstrøms flyplassen. Vannkvaliteten er preget av at Rovebekken renner gjennom et nedbørfelt dominert av jordbruksarealer og spredt bebyggelse. Stasjonen tjener som referanse for vannprøver tatt nedstrøms. Glykol skal ikke finnes på denne stasjonen. Prøvene har kun blitt analysert for kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}). Det ble analysert fem prøver gjennom 2016.

Prøvene viste lave og moderate verdier for kjemisk oksygenforbruk. Resultatene varierte i intervallet 3 til 9 mg KOF/l.

Tabell 7. Analyseresultater for kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) i vannprøver fra St. O i 2016.

Dato	Stasjon	KOF (mg/l)
12.01.2016	O	4,4
15.02.2016	O	3,8
14.03.2016	O	4,3
11.04.2016	O	3,3
15.11.2016	O	9,0
12.12.2016	O	-

4.1.4 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 ikke påvist glykol i noen av de seks vannprøver tatt på St. O1 gjennom 2016 (tabell 8).

Vannprøven fra 15.11 viste høyere konsentrasjon for kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) enn de andre prøvene. Tidspunktet samsvarer med vannprøve med høy konsentrasjon på referansestasjonen (St. O).

Tabell 8. Analyseresultater for vannprøver fra St. O1 i Rovebekken i 2016.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	KOF (mg/l)
12.01.2016	O1	<0,2	4,4
14.02.2016	O1	<0,2	3,6
16.03.2016	O1	<0,2	3,1
14.04.2016	O1	<0,2	3,1
15.11.2016	O1	<0,2	8,1
12.12.2016	O1	<0,2	4,3

4.2 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. Stasjonen 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.

4.2.1 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 lave konsentrasjoner i to av seks vannprøver fra G1 i 2016 (tabell 9). Høyeste påviste konsentrasjon var 1,1 mg PG/l.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) viste en noe høyere konsentrasjon for prøven tatt i november.

Tabell 9. Analyseresultater for vannprøver fra St. G1.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	KOF (mg/l)
13.01.2016	G1	<0,2	4,5
14.02.2016	G1	0,2	3,9
14.03.2016	G1	1,1	4,6
14.04.2016	G1	<0,2	3,2
15.11.2016	G1	<0,2	7,4
12.12.2016	G1	<0,2	3,8

På G3 ble det tatt seks vannprøver gjennom 2016. Det ble ikke påvist glykol eller formiat i noen av prøvene (tabell 10).

For prøven fra 12.01.16 ble det påvist et høyt kjemisk oksygenforbruk (27 mg KOF/l) og høye konsentrasjoner av jern og mangan (66 og 39 mg/l). Årsaken kan være tidligere spredning av glykolholdig snø og avrenning på grøntområdene langs kanten av taksebanelen.

Med unntak av prøven fra 12.01.16 viste prøvene viste konsentrasjoner av jern på mellom 1 og 29 mg/l og konsentrasjoner av mangan mellom 1 og 9 mg/l.

Kjemisk oksygenforbruk varierte mellom 7 og 13 mg/l.

Vannprøvene fra denne stasjonen har over flere år vist høye konsentrasjoner av jern og mangan.

Tabell 10. Analyseresultater for vannprøver fra St. G3.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	KOF (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
12.01.2016	G3	<0,2	<0,5	27	66	39
14.02.2016	G3	<0,2	<0,5	6,5	1,2	1,4
14.03.2016	G3	<0,2	<0,5	12	29,0	9,1
14.04.2016	G3	<0,2	<0,5	7,5	1,8	1,5
15.11.2016	G3	<0,2	<0,5	13	1,7	0,9
12.12.2016	G3	<0,2	<0,5	7,4	6,5	2,7

4.2.2 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 to av sju vannprøver fra 2016 (tabell 11). I prøven fra 26.01.16 ble det påvist 91 mg formiat/l. Påvist konsentrasjon hadde sammenheng med stort forbruk av baneavisingkjemikalier 24. og 25.01., med påfølgende avrenning 26.01.16 som målt med automatisk overvåking.

Tabell 11. Analyseresultater for formiat fra St. G2.

Dato	Stasjon	Formiat (mg Fo/l)
13.01.2016	G2	<0,5
26.01.2016	G2	90,8
15.02.2016	G2	<0,5
14.03.2016	G2	<0,5
14.04.2016	G2	<0,5
15.11.2016	G2	0,8
13.12.2016	G2	<0,5

4.2.3 Grunnvannsbrønn

Grunnvannsbrønnen (GV1) ligger på grøntområdet øst for midten av rullebanen. Gjennom kalenderåret 2016 ble det tatt ut 6 vannprøver fra denne brønnen (tabell 12). Det ble ikke påvist glykol i prøvene. For formiat ble det påvist en lav konsentrasjon av formiat i en av prøvene (0,6 mg Fo/l).

Målte konsentrasjoner av kjemisk oksygenforbruk varierte fra 12 til 49 mg KOF/l. Konsentrasjonene av jern varierte i intervallet 0,8 – 1,4 mg Fe/l. Konsentrasjonene av mangan varierte i intervallet 0,1 – 0,2 mg.

Tabell 12. Analyseresultater for vannprøver fra grunnvannsbrønn (GV1) i 2016.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	KOF (mg/l)	Jern (mg/l)	Mangan (mg/l)
13.01.2016	GV1	<0,2	<0,5	13	1,4	0,1
15.02.2016	GV1	<0,2	<0,5	12	1,1	0,1
14.03.2016	GV1	<0,2	<0,5	14	1,1	0,1
14.04.2016	GV1	<0,2	<0,5	49	1,0	0,1
15.11.2016	GV1	<0,2	0,6	12	0,8	0,2
13.12.2016	GV1	<0,2	<0,5	13	0,8	0,1

4.3 Overvann til Vårnesbekken

Overvann og drensvann fra den nordligste delen av banesystemene har avrenning til en sidebekk av Vårnesbekken. Stasjon N ligger ved utløpet av dette overvannssystemet. I 2016 ble det tatt ut 11 vannprøver på denne stasjonen (tabell 13).

Glykol ble påvist i to prøver fra St. N, i begge tilfeller i lave konsentrasjoner, henholdsvis 0,6 og 2,5 mg PG/l. Formiat ble påvist i de to samme prøvene, henholdsvis 0,8 og 34 mg Fo/l. Prøven med høyest konsentrasjon av formiat ble tatt ut 03.03.16, rett etter et større utlegg av baneavising 29.02.16. Automatisk overvåking i Rovebekken viste økt ledningsevne i den samme perioden.

Jern ble analysert for to prøver der konsentrasjonene ble målt til 0,6 og 0,8 mg Fe/l.

Tabell 13. Analyseresultater for vannprøver fra St. N i 2016.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	Jern (mg Fe/l)
05.01.2016	N	<0,2	<0,5	0,6
12.01.2016	N	<0,2	<0,5	-
02.02.2016	N	0,6	0,8	0,8
14.02.2016	N	<0,2	<0,5	-
03.03.2016	N	2,5	34	-
14.03.2016	N	<0,2	<0,5	-
05.04.2016	N	<0,2	<0,5	-
14.04.2016	N	<0,2	<0,5	-
15.11.2016	N	<0,2	<0,5	-
05.12.2016	N	<0,2	<0,5	-
12.12.2016	N	<0,2	<0,5	-

En stikkprøve fra stasjon N ble analysert for total olje, men viste ikke spor av oljeforbindelser (tabell 14).

Tabell 14. Total olje (THC) i stikkprøve fra stasjon N tatt ut 02.02.16.

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)
02.02.2016	N	nd	<5	<5	<5	<5	<20

4.4 Overvann til Unnebergbekken

En sidegren til Unnebergbekken mottar avrenning fra den sørligste delen av banesystemet. På stasjon S ved utløpet av overvannssystemet ble det tatt ut 11 vannprøver gjennom 2016 (tabell 15).

Det ble påvist glykol i tre prøver, i lave konsentrasjoner fra 0,3 til 1 mg PG/l.

Formiat ble påvist i to prøver, i lave konsentrasjoner på 1,5 og 0,6 mg Fo/l.

Jern ble analysert for to prøver, og viste konsentrasjon på 1,6 og 1,3 mg/l.

En stikkprøve fra stasjon S ble analysert for total olje, men det ble ikke påvist oljeforbindelser (tabell 16).

Tabell 15. Analyseresultater for vannprøver fra St. S i 2016.

Dato	Stasjon	Glykol (mg PG/l)	Formiat (mg Fo/l)	Jern (mg Fe/l)
05.01.2016	S	<0,2	<0,5	1,6
12.01.2016	S	<0,2	<0,5	-
02.02.2016	S	0,4	1,5	1,3
14.02.2016	S	<0,2	<0,5	-
03.03.2016	S	1,0	<0,5	-
14.03.2016	S	<0,2	<0,5	-
05.04.2016	S	<0,2	<0,5	-
14.04.2016	S	<0,2	<0,5	-
15.11.2016	S	0,3	0,6	-
05.12.2016	S	<0,2	<0,5	-
14.12.2016	S	<0,2	<0,5	-

Tabell 16. Total olje (THC) i stikkprøve fra stasjon S tatt ut 02.02.16.

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)
02.02.2016	S	N	nd	<5	<5	<5	<5

4.5 Utvidede analyser av vannprøver fra Sandefjord lufthavn

Vannprøver tatt i april og november på 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 1,3 og 4,8 µg Cu/l. Alle prøvene havnet dermed i tilstandsklasse II («God») i henhold M 608 (Vedlegg III).

For **bly** viste prøvene lave konsentrasjoner, fra >0,2 til 0,5 µg Pb/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse II («God») i henhold til M608.

For **sink** viste prøvene, med unntak av en, konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse II. Konsentrasjonene varierte fra <2 til 14 µg Zn/l.

For **nikkel** viste prøvene konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I («Bakgrunn») eller II («God»).

For **krom** viste prøvene konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse II («God»).

For **kadmium** viste prøvene konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I («Bakgrunn») eller II («God»).

Alle prøvene viste relativt høye konsentrasjoner av jern, og de fleste prøvene falt i tilstandsklasse IV («Dårlig») eller V («Svært dårlig»). De høyeste konsentrasjonene ble målt i en prøve fra drengsystem rundt avisingsplattformen (St. DR.PK) og i en prøve fra overvannssystemet langs rullebanen (St. G2).

Tilsvarende viste mange prøver forhøyede konsentrasjoner av mangan, og flere prøver falt i tilstandsklasse IV («Dårlig»). Konsentrasjonene av jern og mangan er vurdert på bakgrunn av Veileder 97:04 (KLIF 1997).

Metallene har blitt analysert som oppløst, der innhold av partikler kan påvirke resultatene.

Resultatene viste samsvar med tidligere års resultater med hensyn til konsentrasjoner og tilstandsklasser.

Tabell 17. Resultater for vannprøver tatt ut 26.04.16 analysert for miljøproblematiske metaller, 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
26.04.2016	R	2,6	<0,2	7,3	0,8	<0,5	730	110	<0,014	16
26.04.2016	DRPK	4,8	0,43	14	1,7	1,5	1400	59	<0,01	4,1
26.04.2016	O	1,3	<0,2	<2,0	0,65	0,57	350	76	0,025	9,4
26.04.2016	G2	2,3	<0,2	5,2	<0,5	<0,5	1100	310	<0,01	7,6
26.04.2016	G1	2,3	<0,2	4,0	<0,5	<0,5	570	110	<0,01	18
26.04.2016	K	2,1	<0,2	2,5	0,71	< 0,5	680	120	<0,01	18

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 21.11.16 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
21.11.2016	R	3,2	0,38	4,4	1,2	0,81	540	56	0,027	14
21.11.2016	DRPK	2,2	0,37	5,3	0,62	<0,5	360	16	0,025	5,3
21.11.2016	O	2,3	<0,5	4,9	1,7	2,5	440	54	0,065	11
21.11.2016	G2	2,3	0,47	6,1	1,0	0,87	380	43	0,069	26
21.11.2016	G1	3,1	0,41	9,4	1,0	0,85	540	56	0,094	18
21.11.2016	K	2,8	0,4	5,5	0,76	0,74	550	64	0,042	16

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⁾	

5 Fiskeundersøkelser

Hver høst utføres det undersøkelser av fiskebestanden i Rovebekken på faste stasjoner. Siden 2003 har disse fiskeundersøkelsene blitt utført av Naturplan AS. I 2016 ble undersøkelsen gjennomført 3. og 8. august. For første gang ble det påvist en laksunge i Rovebekken (figur 3). Fiskeundersøkelsen omfattet følgende stasjoner (figur 4).

- **R 3-4** på Forsvarets område, ca. 500 m nedstrøms flypassen (figur 5)
- **R 3** ved Stavnum, ca. 1,5 km nedstrøms flypassen (figur 5)
- **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 flypassen påvirker fiskeproduksjonen i bekken.

Stasjon R3-4 ligger nær flypassen (500 m nedstrøms) og gir den beste indikasjonen på eventuell negativ påvirkning som skyldes flypassaktivitet. For 2016 ble det påvist 49 fisk/100 m² på denne stasjonen (tabell 19). Til sammenligning ble det påvist 169 35 fisk/100 m² på denne stasjonen i 2015 og 35 fisk/100 m² i 2014. I 2012 var tettheten 241 fisk/100 m². Variasjonene antas å skyldes naturlige forhold. Påvist fisk høsten 2016 var i hovedsak storvokst årsyngel, men det ble også påvist eldre årsklasser. Dette indikerer at det var greie livsforhold på stasjonen gjennom vinteren.

For stasjon R3 (tabell 20) ble det registrert 174 fisk/100 m² i 2016. Dette var en vesentlig høyere tetthet enn i 2015, da det ble registrert 19 fisk/100 m. I 2014 og 2013 ble det begge år registrert 122 fisk/100 m². Til forskjell fra 2015, da det i hovedsak ble registrert årsyngel på stasjonen, ble det i 2016 registrert både årsyngel og eldre årsklasser. For første gang ble det registrert en laksunge på stasjonen, og det ble også registrert en ål, en art som ikke har blitt registrert på flere år.

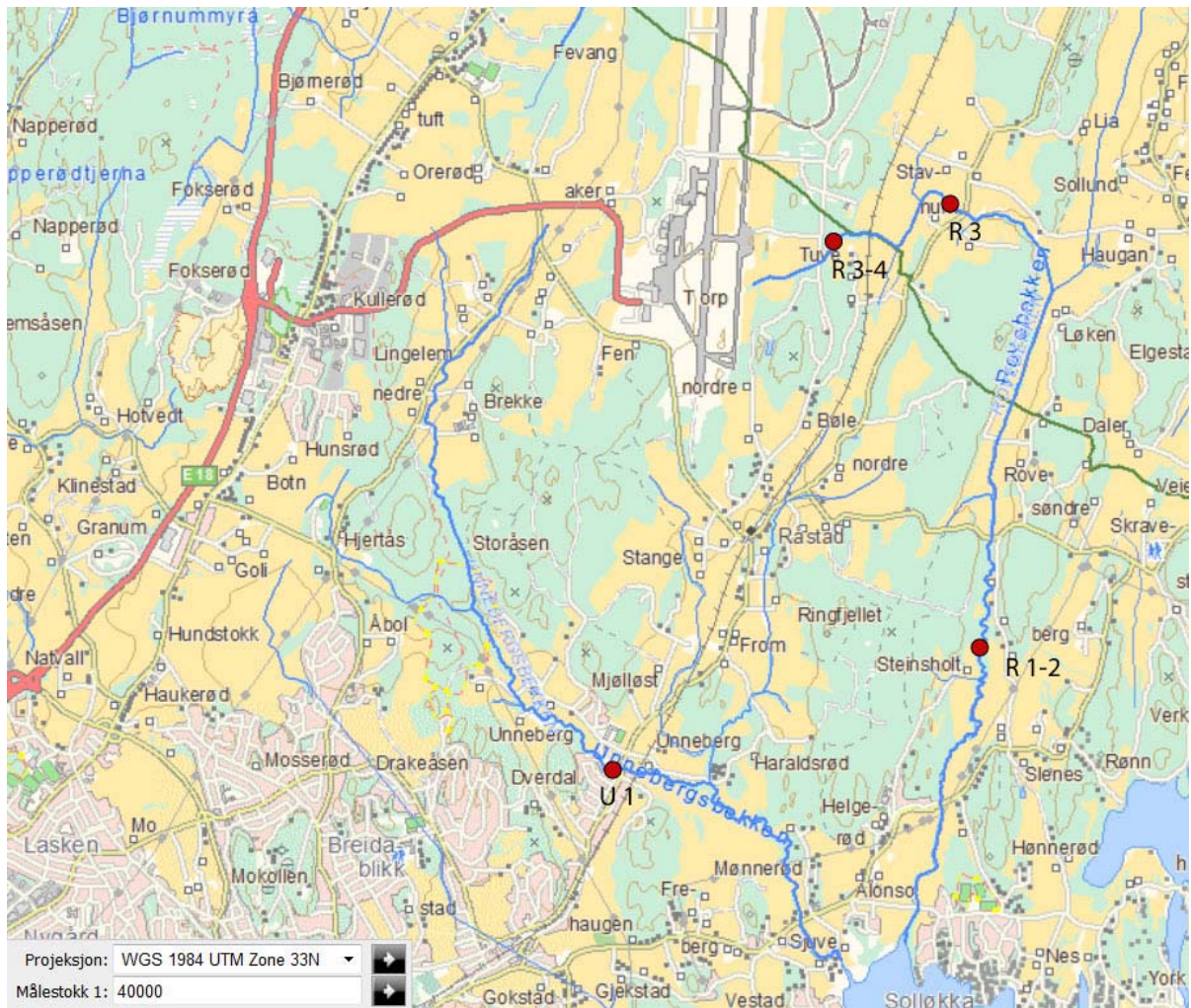
For stasjon R 1-2 nederst i bekken ble det registrert 193 fisk/100 m² i 2015. I 2016 ble det registrert 65 fisk/100 m², mens det ble registrert 313 fisk/100 m² i 2014.

For stasjonene R3 og R 1-2 viste undersøkelsene økt tetthet av fisk i 2016 sammenlignet med 2015. Referanselokaliteten i Unnebergbekken, som ikke er påvirket av flypassdrift, viste samme utvikling.

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. Spesielt gjelder dette stasjoner langt oppe i bekkene. Resultatene må derfor tolkes med forsiktighet.



Figur 3. Ettårig laksunge (øverst) og ettårig ørretunge fra stasjon R3 (fra Aasestad 2016).



Figur 4. Viser stasjoner for fiskeundersøkelser utført 3. og 8.08.16 (fra Aasestad 2016).



Figur 5. Stasjon R 3-4 (V) og stasjon R3 (H) under prøvefiske i august (fra Aasestad 2016).

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 09.08.13	R 3-4	44 fisk /100 m ²	Aasestad (2013)
07.08.2014	R 3-4	35 fisk /100 m ²	Aasestad (2014)
10.08.2015	R 3-4	169 fisk /100 m ²	Aasestad (2015)
03. og 08.08.16	R 3-4	49 fisk /100 m ²	Aasestad (2016)

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/100 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 09.08.13	R3	122 fisk /100 m ²	Aasestad (2013)
08.08.2014	R3	122 fisk /100 m ²	Aasestad (2014)
12.08.2015	R3	19 fisk /100 m ²	Aasestad (2015)
03. og 08.08.16	R3	174 fisk /100 m ²	Aasestad (2016)

6 Automatiske målinger

6.1 Stasjon G2

En multiprobesonde (SEBA) sørger for kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten på stasjon G2 (utløp av overvann til Rovebakkens kulvert) med hensyn til ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde. For kalenderåret 2016 var sonden i drift gjennom avisings sesongen, i periodene 01.01 – 21.06 og 06.09 – 31.12.

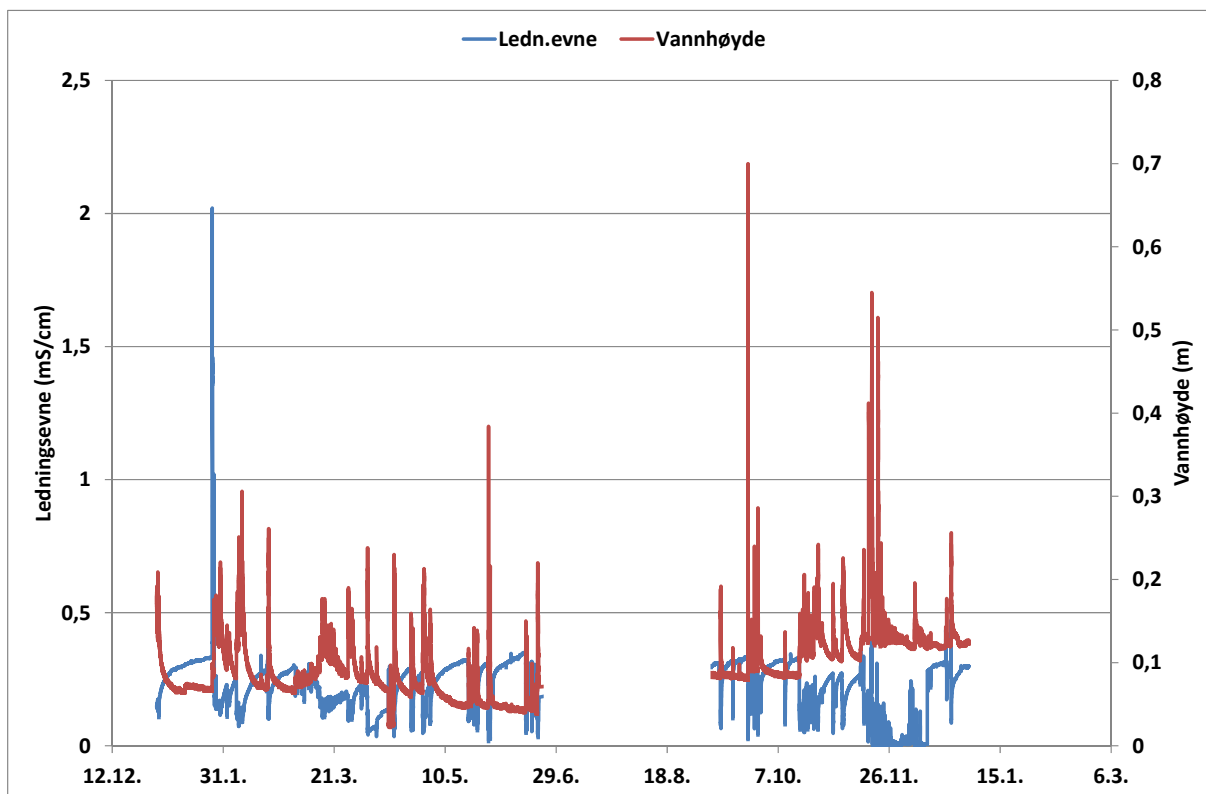
Multiprobesonden skal bidra til å klarlegge variasjon i konsentrasjon av baneavisingmidlet formiat. Dette gjøres indirekte gjennom måling av ledningsevne. Ledningsevnen i overvannet vil øke ved større tilførsler av formiat, som er et salt. Ved ledningsevne over 0,5 mS/cm sender loggeren en SMS-alarm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

Figur 6 viser resultater for ledningsevne og vannhøyde for hele kalenderåret. I forbindelse med underkjølt regn og vanskelige friksjonsforhold 24. og 25. januar, skjedde det store utlegg av baneavisingkjemikalier. Til sammen 6 tonn fast natriumformiat og 7 tonn flytende kaliumformiat. I påfølgende avrenningsepisode 26. januar blir baneavisingmidlene vasket til overvannssystemet, og registrert som høy ledningsevne på stasjon G2.

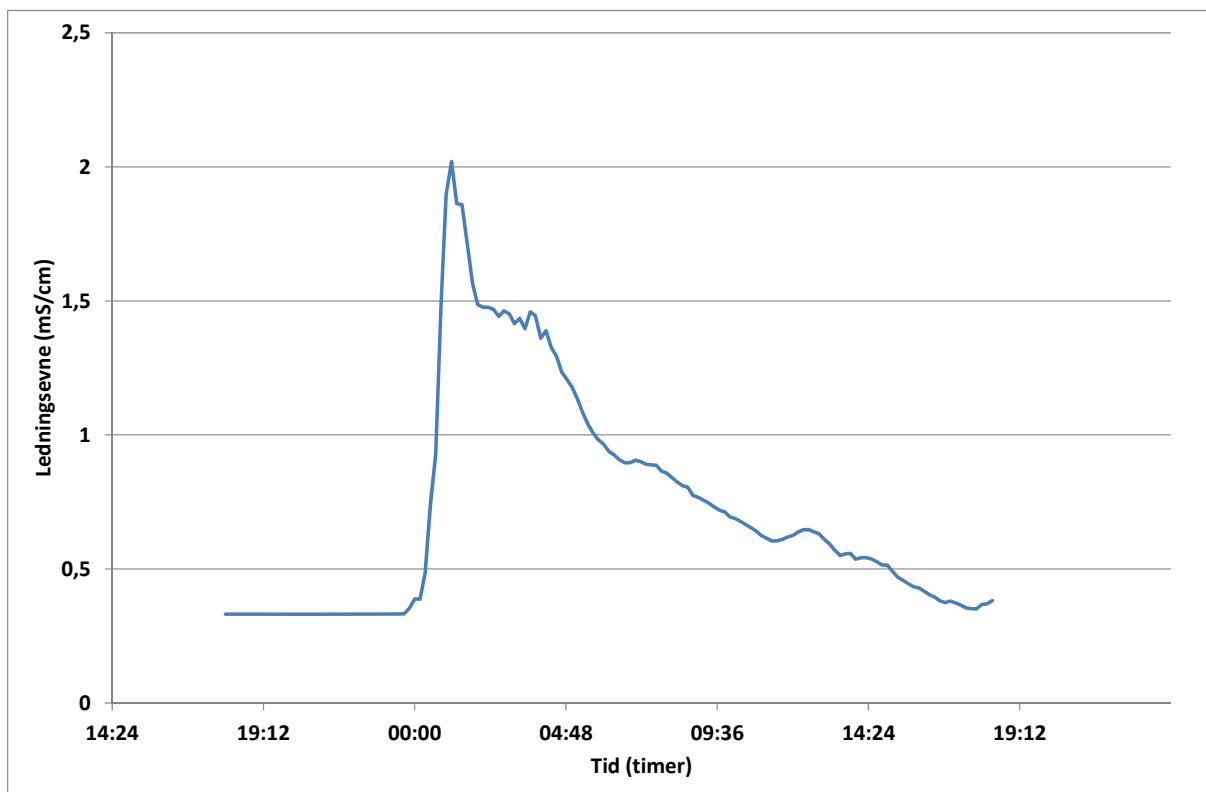
De automatiske målingene viste at episoden hadde en varighet på 6 timer (figur 7). Varigheten vurderes som perioden med ledningsevne over 1 mS/cm. Maksimal målt ledningsevne var rundt 2 mS/cm. Til sammenligning var høyeste målte ledningsevne på stasjonen i 2015 opp mot 8 mS/cm.

Som beskrevet i tidligere rapporter oppstår de høyeste konsentrasjonene av baneavisingkjemikalier i overvannssystemet tidlig i avrenningsforløpet, som en «first flush» effekt. I perioder uten utlegging av baneavising bidrar nedbør til lavere ledningsevne i overvannssystemet. Dette skjer som følge av at ionefattig regnvann fortynner «baseflow» med grunnvann som har høyere ledningsevne.

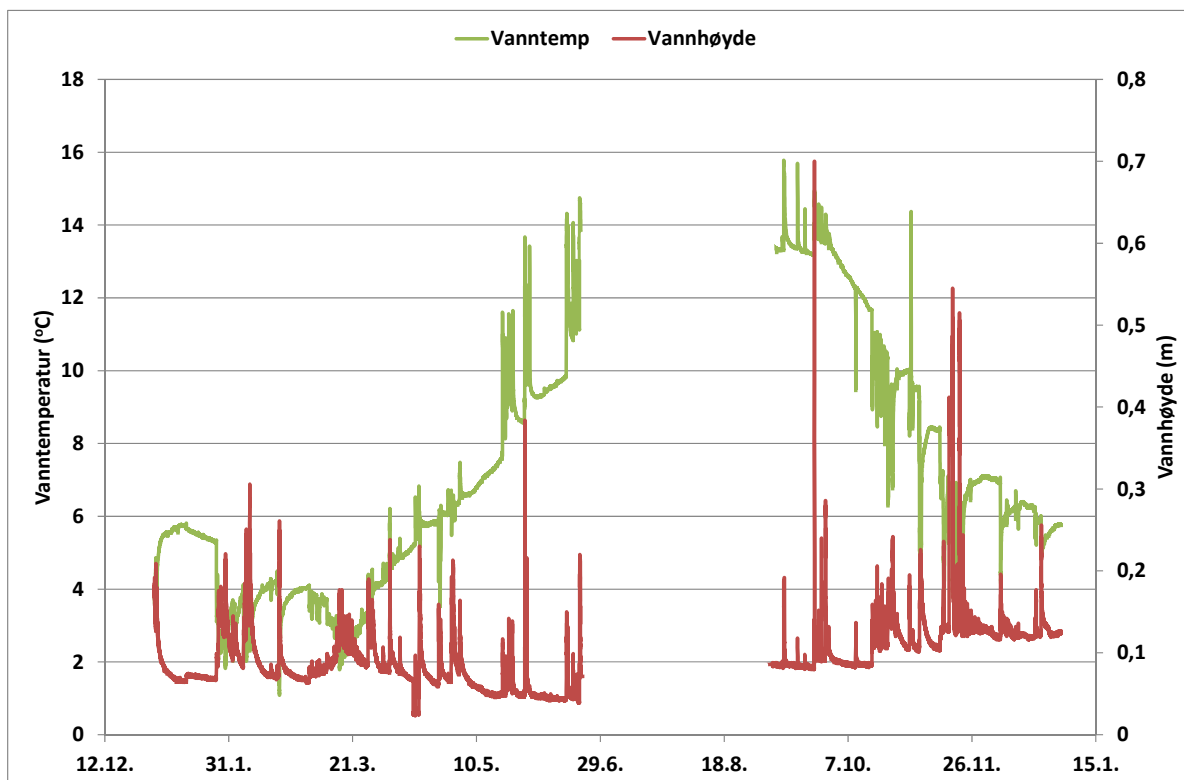
Figur 8 viser vanntemperatur og vannhøyde på stasjon G2 gjennom 2016. På vinteren senkes temperaturen i overvannet ved avrenningsepisoder, mens det motsatte skjer om sommeren.



Figur 6. Ledningsevne og vannhøyde på St. G2 i perioden 01.01 – 21.06 og 06.09 – 31.12 i 2016.



Figur 7. Endring i ledningsevne over tid for avrenningsepisode 26.01.16.



Figur 8. Sammenheng mellom vanntemperatur og vannhøyde for stasjon G2 i 2016.

6.2 Stasjon R

En multiprobesonde (SEBA) gir kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten på stasjon R (Rovebekken nedstrøms Sandefjord lufthavn) med hensyn til oksygen, ledningsevne, vannhøyde og vanntemperatur. For kalenderåret 2016 var sonden i drift gjennom avisingssesongen, i periodene 01.01 – 21.06 og 06.09–31.12.

Sonden ble opprinnelig installert for å overvåke oksygenkonsentrasjonen i Rovebekken, men har også bidratt til en økt forståelse av utvasking av baneavisingmidler til bekken.

Figur 9 viser målinger av ledningsevne og vannhøyde gjennom 2016. Som diskutert for stasjon G2, skjedde det avrenning av baneavisingkjemikalier 26. januar. Denne episoden registreres som økt ledningsevne på stasjon R.

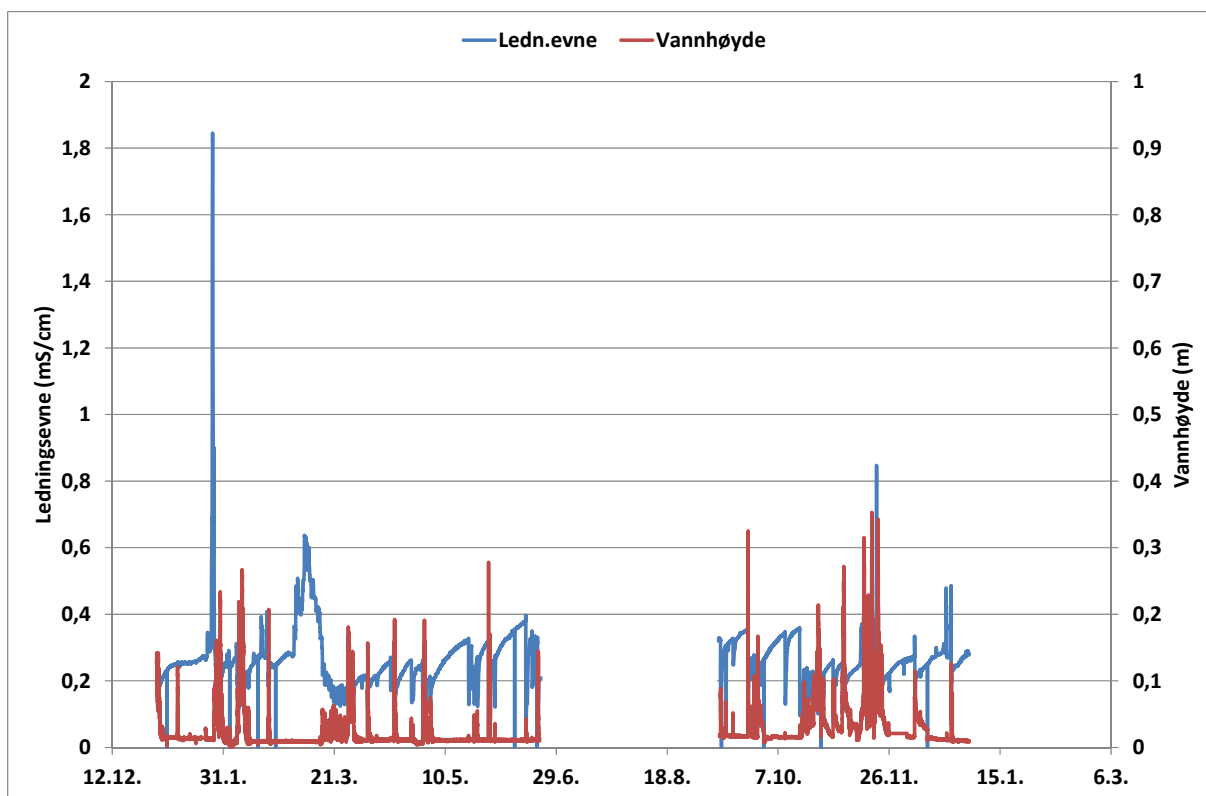
I tillegg var det mindre episoder med økt ledningsevne rundt 07.03.16 og 20.11.16. Ingen av disse episodene ga ledningsevne over 1 mS/cm.

For episoden 26. januar ble det målt en maksimal ledningsevne på 1,8 mS/cm, og episoden hadde en varighet på 10 timer (figur 10). Til sammenligning ble det målt en maksimal ledningsevne på 3 mS/cm i 2015.

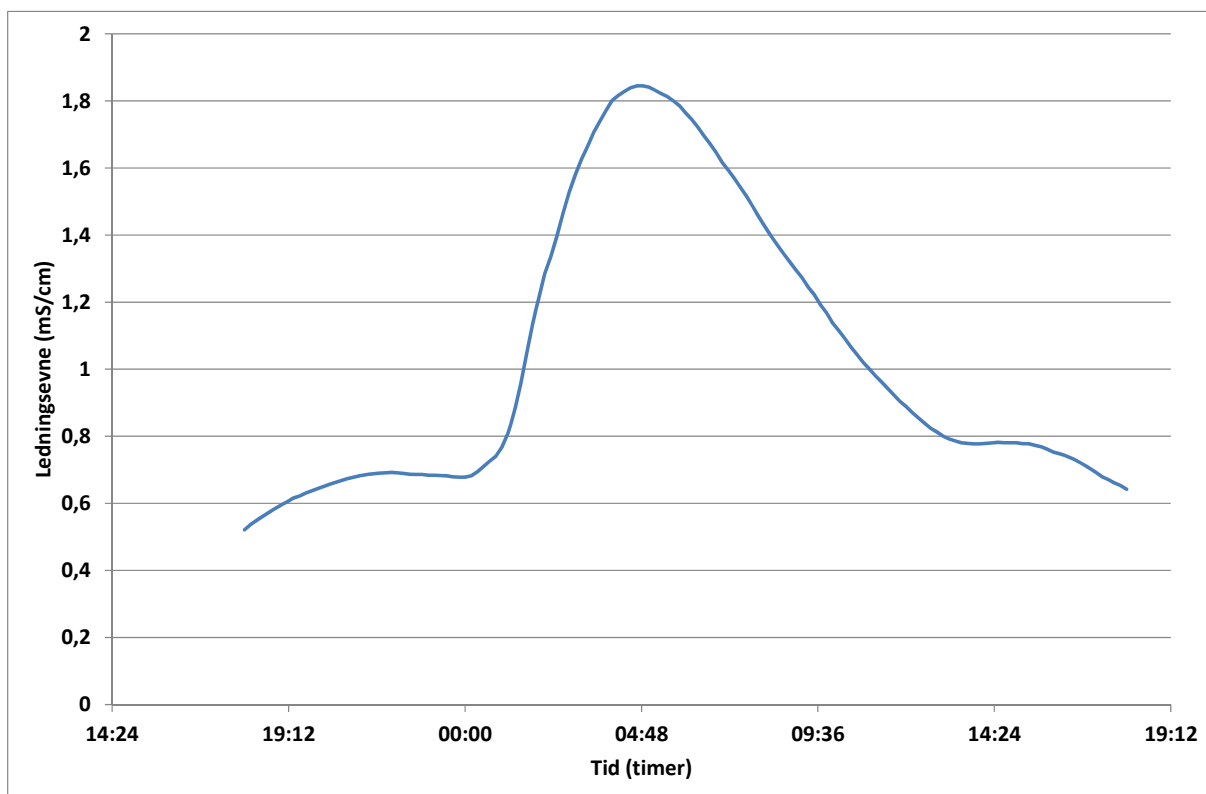
Figur 11 viser målinger av oksygen og vannhøyde gjennom 2016. Oksygennivået var under 7 mg O₂/l i to korte episoder, en 01.06.16 og en 19.09.16. Begge episodene oppstod som følge av mindre nedbørshendelser med utvasking av oksygenfattig vann fra overvannssystemet samtidig med lav vannføring i Rovebekken. Som diskutert i rapporter fra tidligere år, kan utvasking av oksygenfattig vann fra overvannssystemet gi en målbar påvirkning av oksygenstatus i bekken på stasjon R.

Utover nevnte kortvarige episoder med oksygenkonsentrasjon under 7 mg O₂/l, har Rovebekken hatt god oksygenstatus i hele måleperioden. Med hensyn til oksygen vurderes det å ha vært tilfredsstillende forhold for fisk og bunndyr i Rovebekken rett nedstrøms flyplassen gjennom hele måleperioden.

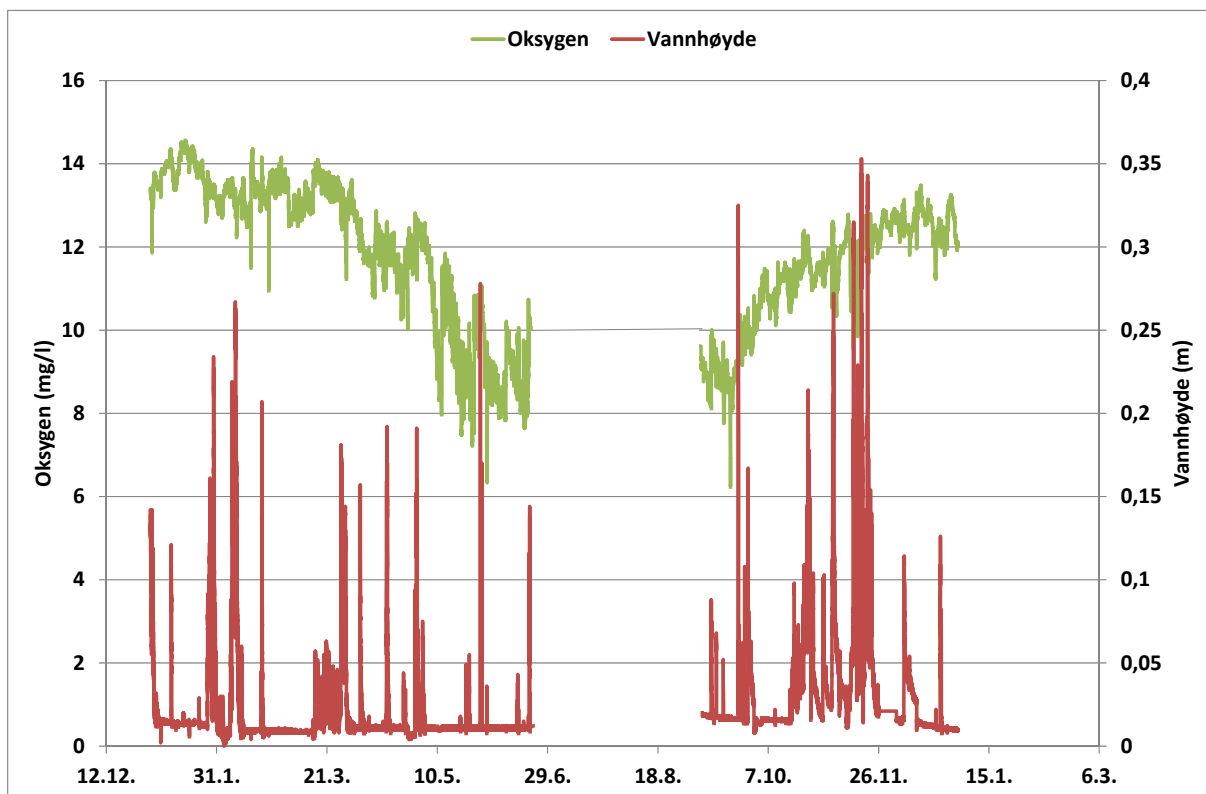
Figur 12 viser vanntemperatur og vannhøyde på stasjon R gjennom 2016.



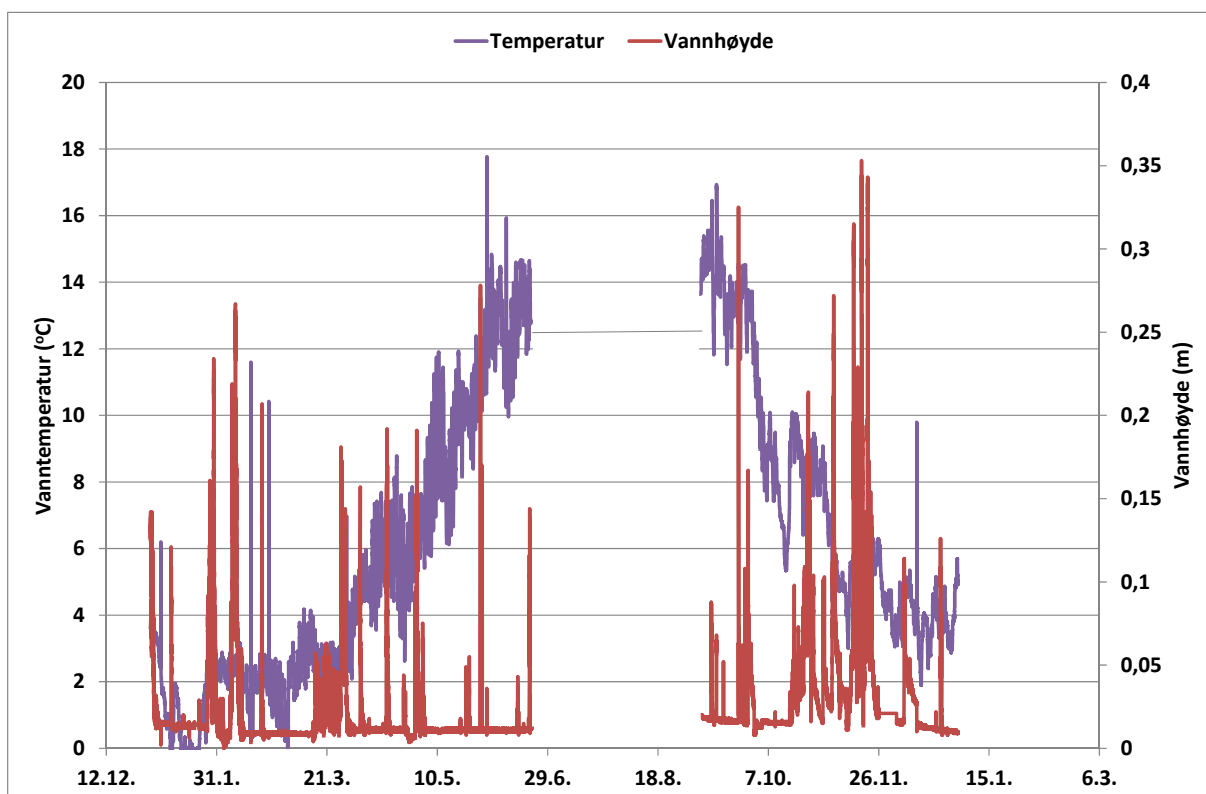
Figur 9. Ledningsevne og vannhøyde på St. R i perioden 01.01 – 21.06 og 06.09 – 31.12 i 2016.



Figur 10. Endring i ledningsevne over tid for avrenningsepisode 26.01.16.



Figur 11. Oksygenkonsentrasjon og vannhøyde på stasjon R gjennom 2016.

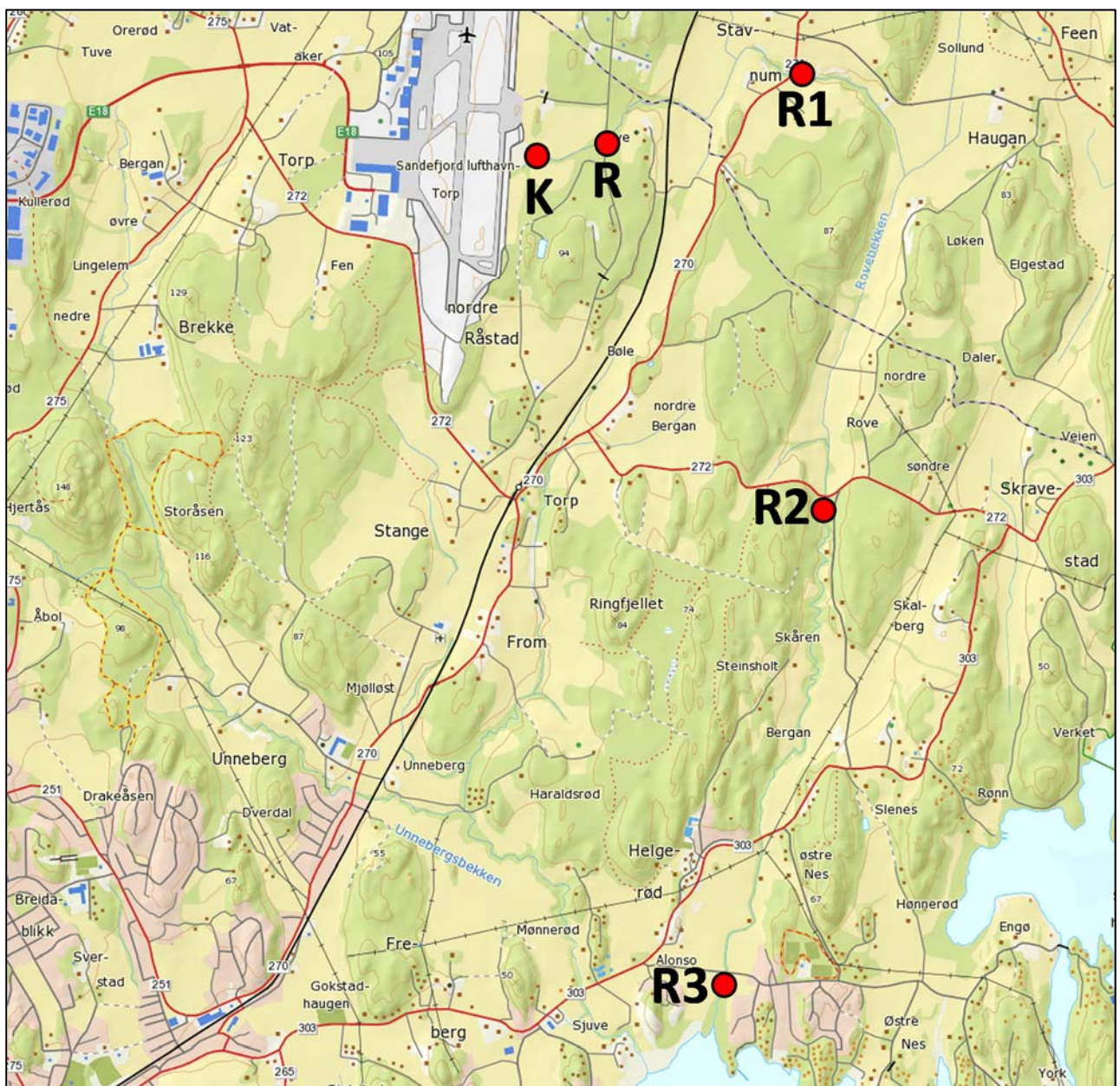


Figur 12. Vanntemperatur og vannhøyde på stasjon R gjennom 2016.

7 Miljøbefaring og oksygenmåling

Våren og sommeren 2016 ble det gjennomført tre omganger med miljøbefaring av Rovebekken, 12.04, 26.05 og 01.07. Befaringen omfatter normalt besøk på 5 stasjoner nedover bekkeløpet. På hver stasjon ble forholdene dokumentert ved manuelle målinger av oksygen og vanntemperatur. I tillegg ble det gjennomført fotografering på alle stasjoner (vedlegg I). Befaringene omfatter normalt stasjon K, R, R1, R2 og R3. Plassering av disse stasjonene er vist på figur 13.

Måleresultatene fra befaringsene i 2016 er vist i tabell 21. Alle stasjoner viste tilfredsstillende konsentrasjoner for oksygen. Stasjon R1 og R2 viste gjennomgående de høyeste konsentrasjonene og R3 normalt de laveste. Dette antas å ha sammenheng med lokale strømningsforhold i bekken. Målingene av oksygen på de ulike stasjonene er på samme nivå som for tidligere år.



Figur 13. Viser stasjoner for miljøbefaring og måling av oksygen og temperatur i Rovebekken.

Tabell 21. Oksygenkonsentrasjon og vanntemperatur ved befaring 12.04, 26.05, 23.06 og 01.07.17.

Prøvepunkt	Dato	mg O ₂ /liter	Temp °C
St. K	12.04.16	11,3	7,0
St. R	12.04.16	11,1	7,6
St. R1	12.04.16	11,9	7,5
St. R2	12.04.16	12,1	7,6
St. R3	12.04.16	11,8	7,6
St. N	12.04.16	11,9	7,4
St. S	12.04.16	10,9	8,6
St. R	26.05.16	10,9	11,7
St. R	26.05.16	9,8	12,8
St. R1	26.05.16	10,4	12,2
St. R2	26.05.16	11,5	12,9
St. R3	26.05.16	9,2	14,3
St. N	26.05.16	10,2	11,4
St. S	26.05.16	10,3	13,5
St. R	23.06.16	8,6	16,3
St. N	23.06.16	9,7	13,8
St. R	01.07.16	9,4	14,1
St. R1	01.07.16	9,6	14,9
St. R2	01.07.16	9,5	14,7
St. R3	01.07.16	9,1	14,1

Litteratur/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.
- Aasestad, I. 2014. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden 2014. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn AS.
- Aasestad, I. 2015. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden 2015. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn AS.
- Aasestad, I. 2016. Rovebekken. Overvåking av ørretbestanden 2016. Rapport Naturplan. På oppdrag for Sandefjord lufthavn AS.
- BASF. 2011. Safety data sheet on Katalysator 93650, 14.11.2011.
- 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 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. TA 1468. ISBN 82-7655-368-0: 31 s.
- Miljødirektoratet. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608. 24 s.

- Nilsen, P. Å. 2010. Erfaringsprosjekt baneavising 2008-10. Sandefjord lufthavn AS. Evalueringsrapport mai 2010.
- Roseth, R. 2006. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Vurdering av erfaringer og resultater for avisings sesongen 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 Torp. Erfaringer og resultater for kalenderåret 2012. Bioforsk rapport 8 (68) 2013.
- Roseth, R., Rise, Ø., Tveiti, G. og Johansen, Ø. 2014. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for kalenderåret 2013. Bioforsk rapport 9 (92) 2014.
- Roseth, R., Rise, Ø., Tveiti, G. og Johansen, Ø. 2015. Miljøovervåkingsprogram ved Sandefjord lufthavn Torp. Erfaringer og resultater for kalenderåret 2014. Bioforsk rapport 10 (80) 2015.
- Roseth, R., Tveiti, G. og Johansen, Ø. 2016. Miljøovervåkingsprogram ved Torp Sandefjord lufthavn. Resultater for kalenderåret 2016. NIBIO-rapport 3(21) 2016.
- 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.

Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr Emne

- I Foto fra befarings 12.04.2016
- II Foto fra befarings 26.05.2016
- III Foto fra befarings 01.07.2016
- IV Tilstandsklasser fra veileder M608 og veileder 97:04

Vedlegg I: Foto fra befaring Rovebekken 12.4.2016

St S – Rovebekken 12.4.2016:



St.K – Rovebekken 12.4.2016:



St.R – Rovebekken 12.4.2016:



St.R1 – Rovebekken 12.4.2016:





St.R2 – Rovebekken 12.4.2016:





Minkspor i muddret langs bekken

St.R3 – Rovebekken 12.4.2016:





Vedlegg II: Foto fra befaring Rovebekken 26.5.2016

Foto fra befaringer Rovebekken 26.5.2016

St N – Rovebekken 26.5.2016:



St S – Rovebekken 26.5.2016:



St.K – Rovebekken 26.5.2016:



St.R – Rovebekken 26.5.2016:



St.R1 – Rovebekken 26.5.2016:



St.R2 – Rovebekken 26.5.2016:



St.R3 – Rovebekken 26.5.2016:





Vedlegg III: Foto fra befaring Rovebekken 01.07.2016

Foto fra befaringer Rovebekken 1.7.2016

St.K - Rovebekken 1.7.2016:



St.R – Rovebekken 1.7.2016:



St.R1 – Rovebekken 1.7.2016:



St.R2 – Rovebekken 1.7.2016:



St.R3 – Rovebekken 1.7.2016:





Vedlegg IV: Tilstandsklasser veileder M608 og 97:04

Fra M608 (Miljødirektoratet 2016):

Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
	Bakgrunnsivå	Ingen toksiske effekter (AA-EQS)	Kroniske effekter ved langstids-eksponering (MAC-EQS)	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

Ferskvann (µg/l)					
Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Metaller:					
Kadmium	0,03				
<40 mgCaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	> 4,5
40- <50 mgCaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	> 4,5
50 - <100 mgCaCO ₃ /l		0,09	0,6	6	> 6
100 - <200 mgCaCO ₃ /l		0,15	0,9	9	> 9
>200 mgCaCO ₃ /l		0,25	1,5	15	> 15
Bly	0,02	1,2	14	57	> 57
Nikkel	0,5	4	34	67	> 67
Kvikksølv	0,001	0,047	0,07	0,14	> 0,14
Kobber	0,3	11	11	15,6	> 15,6
Sink	1,5	11	11	60	> 60
Arsen	0,15	4,8	8,5	85	> 85
Krom	0,1	3,4	3,4	3,4	> 3,4

Fra 97:04 (KLIF 1997). Brukt for jern og mangan:

Virkinger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I «Meget god»	II «God»	III «Mindre god»	IV «Dårlig»	V «Meget dårlig»
Næringsalter	Total fosfor, µg P/l	<7	7 - 11	11 - 20	20 - 50	>50
	Klorofyll a, µg/l	<2	2 - 4	4 - 8	8 - 20	>20
	Siktedyp, m	>6	4 - 6	2 - 4	1 - 2	<1
	Prim. prod., g C/m ² år	<25	25 - 50	50 - 90	90 - 150	>150
	Total nitrogen, µg/l	<300	300 - 400	400 - 600	600 - 1200	>1200
Organiske stoffer	TOC, mg C/l	<2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 6,5	6,5 - 15	>15
	Faygetall, mg Pt/l	<15	15 - 25	25 - 40	40 - 80	>80
	Oksygen, mg O ₂ /l	>9	6,5 - 9	4 - 6,5	2 - 4	<2
	Oksygenmetn. %	>80	50 - 80	30 - 50	15 - 30	<15
	Siktedyp, m	>6	4 - 6	2 - 4	1 - 2	<1
	KOF _{Mn} , mg O ₂ /l	<2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 6,5	6,5 - 15	>15
	Jern, µg Fe/l	<50	50 - 100	100 - 300	300 - 600	>600
	Mangan, µg Mn/l	<20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	>150
Forsurende stoffer	Alkalitet, mmol/l	>0,2	0,05 - 0,2	0,01 - 0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0 - 6,5	5,5 - 6,0	5,0 - 5,5	<5,0
Partikler	Turbiditet, FTU	<0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 5	>5
	Susp. stoff, mg/l	<1,5	1,5 - 3	3 - 5	5 - 10	>10
	Siktedyp, m	>6	4 - 6	2 - 4	1 - 2	<1
Tarmbakterier	Termotol. coli. bakt., ant./100 ml	<5	5 - 50	50 - 200	200 - 1000	>1000

NOTATER

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.