
Overvåking av vannforekomster ved Oslo lufthavn

Rapportering av vannovervåking i 2017



Avinor AS

Dronning Eufemias gate 6
NO-0154 OSLO
Tel: +47 815 30 550
Post@avinor.no

Dokumentkontroll

Versjon:	1
Dato siste endring	19.02.18
Forfatter(e)	Andrea Nymo Fikse

Godkjenning:

Versjon	Dato	Navn	Funksjon
1	13.02.2018	Kamilla Grotthing Moe	Seksjonsleder Vann og grunn

1 Innledning

Avinor ved Oslo lufthavn er lokalisert på Gardermoen omtrent 45 km nord for Oslo, og ligger på grensen mellom kommunene Ullensaker og Nannestad. Aktivitet på området kan spores helt tilbake til 1740. Den militær luftvirksomheten startet i 1912, og området ble primært brukt til militære formål frem til åpningen av hovedflyplassen i 1998. I dag er Oslo lufthavn Nordens nest største flyplass med omtrent 26 millioner reisende årlig. I april 2017 åpnet den nye Pir Nord ved flyplassen, hvilket legger til rette for en ytterligere vekst av reisende.

Flyplassen ligger på et selvmatende grunnvannsmagasin i en grus- og sandavsetning som ble dannet av innlandsisen for omtrent 10 000 år siden. Grunnvannsmagasinet får kun tilførsel av vann via nedbør og størrelsen varierer derfor fra år til år avhengig av mengden nedbør. Under flyplassområdet går det et grunnvannsskille som medfører at grunnvannet drenerer til vassdragene Sogna og Vikka som går videre til Leira i vest og mot grytehullsjøene i øst. I tillegg blir overvann ført ut i sidebekker til Sogna via tre overvannskulverter.

Oslo lufthavn har utslippstillatelser utstedt av Miljødirektoratet og Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) som stiller krav om overvåking av vannforekomster som kan påvirkes av virksomheten. I 2015 stilte Miljødirektoratet nye/endrede krav til overvåking av hvilken påvirkning industribedrifter har på plante- og dyresamfunn og kjemiske forhold i vannforekomster. På bakgrunn av dette ble det utarbeidet et overvåkingsprogram for overflateresipienter som potensielt sett kan bli påvirket av driften på Oslo lufthavn. Denne rapporten er en sammenstilling av overvåkingsresultatene i 2017 fra prøvepunktene i dette overvåkingsprogrammet.

2 Bakgrunn for overvåkingen

2.1 Utslippstillatelse og krav til overvåking

Miljødirektoratet og NVE har utstedt utslippstillatelser til Oslo lufthavn som er hjemlet i Forurensningsloven og Vannressursloven. Gjennom utslippstillatelsen har Miljødirektoratet gitt flyplassen tillatelse til å drive avising av fly- og banesystemer, samt til å slippe ut avisingkjemikalier til grunnen langs banesystemene. Det er forutsatt at grunnen fungerer som et jordrenseanlegg og det er stilt krav om at grunnvann og vassdrag rundt flyplassen ikke påvirkes av driften. Utenfor avisingssesongen er det ikke tillatt med utslipp av avisingkjemikalier.

Avløpsvannet fra flyplassområdet omfatter spillvann fra terminalområdene, forurenset glykol- og formiatholdig overvann fra flyoppstillingsplassene, og overvann fra tette arealer inkludert brannøvingsfeltet. Olje- og flydrivstoffholdig overvann samles opp og ledes til kommunalt spillvannsnett eller oljeutskillere.

I utslippstillatelsene er det satt krav om overvåking av vannforekomster som kan påvirkes av virksomheten. I 2015 stilte Miljødirektoratet nye/endrede krav til vannovervåking av hvilken påvirkning industribedrifter har på plante- og dyresamfunn og kjemiske forhold i vannforekomster, og kravet ble inkludert i utslippstillatelsen. På bakgrunn av dette ble det utarbeidet et overvåkingsprogram for kulverter, vassdrag og grytehullsjøer som potensielt sett kan bli påvirket av driften på Oslo lufthavn.

2.2 Vannresipienter

Oslo lufthavn har resipienter mot øst, vest og sør som er mottakere av grunnvann og andre utslipp fra aktivitet tilknyttet lufthavnvirksomhet. **Figur 1** gir en oversikt over resipientene rundt flyplassområdet.

Sogna og Vikka, som renner vest og sør for flyplassen, er små sidevassdrag til Leiravassdraget. I deler av avrenningsområdet til Sogna ligger et landskapsvernet ravineområde. Både Sogna og Vikka

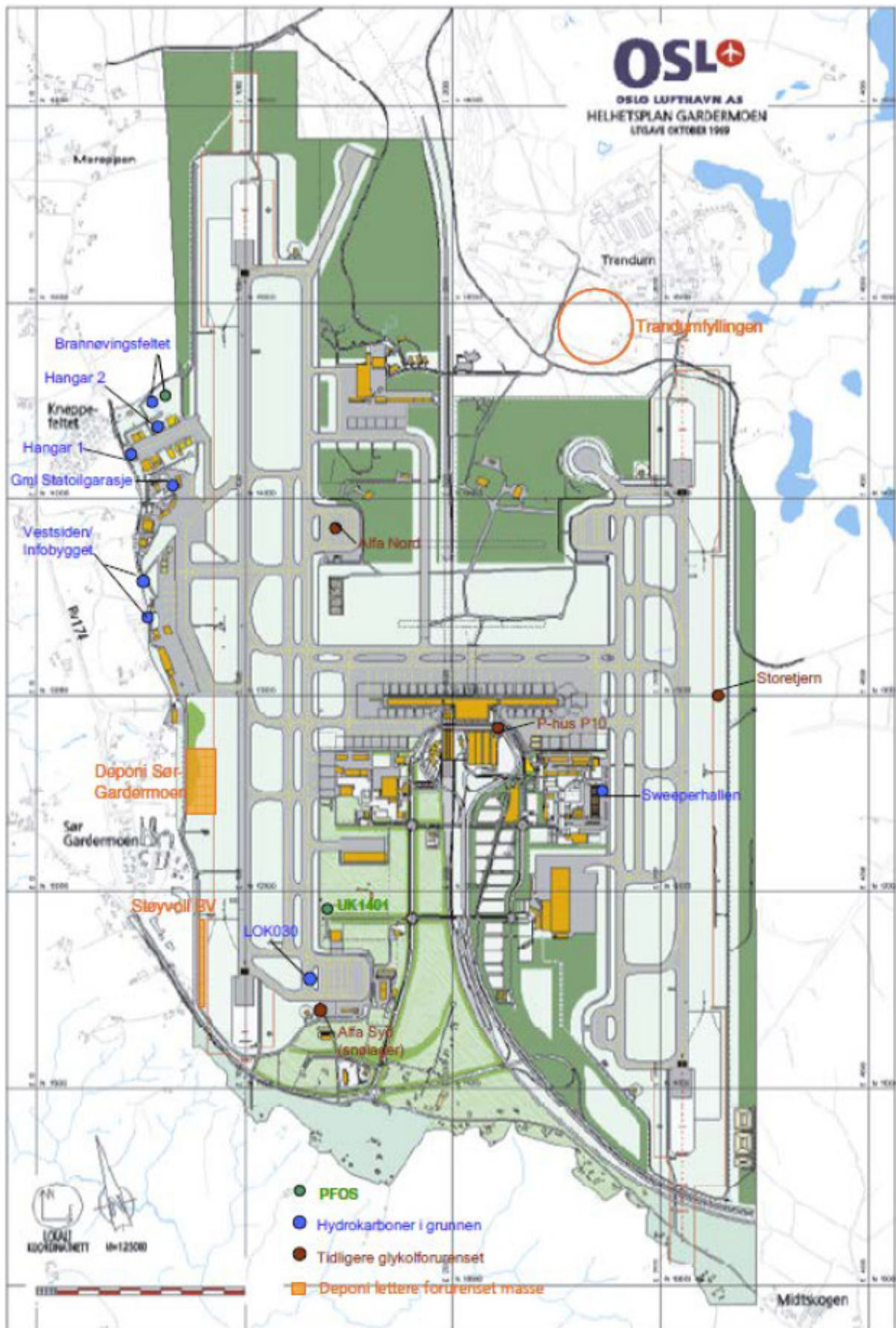
2.3 Mulige forurensningskilder

2.3.1 Kjente forurensningslokaliteter og utslipp på Oslo lufthavn

Det finnes forurensningslokaliteter fra aktivitet både før og etter åpningen av Oslo lufthavn i 1998. De eldre lokalitetene er hovedsakelig lokalisert vest for vestre rullebane. **Tabell 1** viser registrerte utslipp og uhell på flyplassen siden 1998, mens Figur 2 gir en oversikt over hvor på flyplassen det er kjente forurensningslokaliteter.

Tabell 1: Registrerte utslipp og uhell som følge av driften ved Oslo lufthavn og som overvåkes jevnlig.

Forurensning	Lokalitet	År	Kommentar
Glykol fra avising	Alfa Nord	-	Overvåking tre ganger per år.
	Alfa Syd	-	Overvåking tre ganger per år.
	Storetjern	-	Overvåking tre ganger per år.
	Forsvarstankene	2013	Utslipp av glykol fra lagringstank. Saken er rapportert til Miljødirektoratet og rensetiltak iverksatt. Kun små mengder med glykol og formiat detekteres per desember 2017.
Hydrokarboner	Sweeperhallen	2006 eller tidligere	Forurensning i form av spillolje og hydraulikkolje i grunnen ned mot grunnvannssonen pga. overfylling av spilloljetank og lekkasje fra påfyllingsrør. Oppdaget i mai 2006. Tre brønner prøvetas to ganger per år. Det påvises ikke spredning fra utslippet.
PFOS	UN1400	2010	Utslipp av PFOS-holdig brannskum. Saken er rapportert til Miljødirektoratet og rensetiltak er iverksatt.
PFOS	Brannøvingsfeltet	-	PFOS-forekomster som følge av tidligere bruk av PFOS-holdig brannskum under øvelse.
Hydrokarboner og PFOS	Vestsiden	-	Området på vestsiden har kjent oljeforurensning fra tiden før utbygging av flyplassen. Området prøvetas årlig og det påvises fortsatt hydrokarboner og PFOS.



Figur 2: Kjente forurensningslokaliteter på Oslo lufthavn.

2.3.2 Utslippskomponenter fra Oslo lufthavn til vann

Oslo lufthavn har et forbruk av ulike typer kjemikalier hvert år. En oversikt over dette forbruket er gitt i **Tabell 2**. Sett bort i fra forbruket av formiat på rulle- og taksebaner og diffus spredning av glykol fra fly ved avgang, tas kjemikaliene i bruk på tette flater med oppsamlingssystemer. Til tross for dette hender det at det oppstår utslipp som fører til spredning og at kjemikaliene ender opp i resipientene rundt flyplassområdet. Som følge av tidligere bruk av PFAS-holdig brannskum er det i tillegg påvist spredning av PFAS fra brannøvingsfeltet (BØF) på Oslo lufthavn til resipient. I det årlige overvåkingsprogrammet i resipientene analyseres det for avisingkjemikalier, olje og PFAS for å avdekke eventuell spredning som følge av kjemikalieforbruket på flyplassen.

Tabell 2: Kjemikalieforbruket ved Oslo lufthavn i 2017

Kjemikalie	Årlig forbruk
Propylenglykol	2 335 554 L (oppsamlingsgrad 81%)
Formiat	2 358 m3 Aviform L50 + 521 tonn Aviform S
Fyringsolje til energi	*
Flydrivstoff	672 000 m3
Fyringsolje/diesel	*
Drivstoff kjøretøy OSL	604 m3 diesel/bensin + 176,5 m3 biodiesel
Brennstoff til brannøving (parafin/JetA1)	17,4 m3
Brennstoff til brannøving (propan)	0,32 m3
Gjødsel (kalksalpeter)	Ca. 37,8 tonn

* Forbruk for 2017 foreløpig ikke klart

2.3.3 Andre mulige kilder til forurensning i vassdragene

Det har tidligere blitt dokumentert (Brandrud, 2002) at skogområdene rundt Aurtjern var sterkt preget av å ha vært et militært øvelsesområde med mye terrengskader. Det ble vurdert at det er usikkerhet knyttet til om aktiviteten kan ha bidratt til forurensning av innsjøen.

I Sogna og Leira er vannkvaliteten tydelig påvirket av jordbruksaktivitet fra omkringliggende områder. Gardermoen renseanlegg har sitt utslipp til Leira nedstrøms utløpet fra Sogna. Det forventes også diffus forurensning og spredte spill og søl fra næringsvirksomhet i nedbørsfeltet til de to vassdragene.

3 Materialer og metoder for prøvetaking

3.1 Overvåkingsprogram i vannforekomster

Oslo lufthavn overvåker rutinemessig vannressursene for å sikre at krav som stilles i utslippstillatelsene gitt av Miljødirektoratet og NVE, samt krav i Vannforskriften, oppfylles. Det har blitt utarbeidet et Kontroll- og overvåkingsprogram (KOP) for grunnvann, vassdrag, grytehullsjøer og sidearealer med formål om å overvåke tilstanden på vannressursene og å avdekke eventuelle avvik slik at nødvendige tiltak kan iverksettes. I dette programmet overvåkes grunnvannet fire ganger per år (hvorav tre inkluderer prøvetaking), vassdrag fire ganger per år og grytehullsjøer to ganger per år. Figur 3 gir en oversikt over plasseringen av de ulike prøvepunktene (ikke inkludert overvåking av grunnvann). Den delen av overvåkingsprogrammet som omfatter vassdrag og grytehullsjøer er inkludert i Vedlegg A.

KOP inkluderer kun rutinemessig overvåking. Uønskede hendelser behandles uavhengig av KOP og det kan resultere i overvåking utover de punktene KOP omfatter.



Figur 3: Prøvepunktene som inngår i overvåkingsprogrammet (ikke inkludert overvåking av grunnvann)

3.2 Prøvetakingsmetodikk

3.2.1 Sogna, Leira og overvannskulverter

Ved Oslo lufthavn er det fire målestasjoner, fordelt på tre overvannskulverter og vassdraget Sogna vest for flyplassen, som overvåkes jevnlig. I tillegg til målestasjonene overvåkes fire punkter fordelt på de to vassdragene Sogna og Leira. Tabell 3 gir en oversikt over prøvetakingspunktene som er inkludert i overvåkingsprogrammet og hvilken funksjon punktene har, samt analyseparametere vannprøvene analyseres for og prøvetakingsfrekvens. Overvåkingen av prøvetakingspunktene gjøres ved manuell prøvetaking fire ganger per år. Stikkprøver i Sogna, Leira og kulverter tas ut rett på flaske ved å holde flasken under rennende vann. I N1 er det ofte lav vannføring og vann må øses opp fra det stillestående vannet som finnes, hvilket skaper risiko for å skrape med partikler fra bunnen.

Tabell 3: Oversikt over manuell prøvetaking i Sogna, Leira og kulvertene (N1, M1 og S1)

Punkt	Funksjon	Analyseparametere*	Tidspunkt for prøvetaking
Sogna målestasjon	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Sogna BØF	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Leira ref	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, Uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Leira nedstrøms Sogna	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Søndre kulvert (S1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS 	Feb, mai, aug, nov
Midtre kulvert (M1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS 	Feb, mai, aug, nov

Nordre kulvert (N1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS 	Feb, mai, aug, nov
Sidebekk Sogna punkt 4 Oppstrøms BØF	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • PFAS 	Feb, mai, aug, nov

*Detaljer om analyseparametere er gitt i Vedlegg A.

3.2.2 Avisingssesongen

I avisings sesongen (definert som perioden fra 1. oktober til 31. mai i utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet) kan det forekomme transport av avisingskjemikalier til Sogna. På bakgrunn av dette tas det derfor vannprøver med automatiske prøvetakere i utløpene til de tre overvannskulvertene N1, M1 og S1 med utløp til Sogna, samt ved målestasjonen i Sogna. Det tas fire prøver i døgnet som hver er på 125 mL. Disse samles til én blandprøve på til sammen 0,5 L per døgn. Alle blandprøver fra døgn med økt avrenning fra flyplassområdet analyseres slik at døgnmiddel, ukemiddel og totalt utslipp for sesongen kan beregnes. For dager uten avrenning forutsettes det at innholdet av avisingskjemikalier og tilsetningsstoffer er under rapporteringsgrensen. Flaskene i prøvetakerne tas inn rutinemessig hver 14. dag (evt. hver 21. dag ved behov) da de enten tømmes eller vannprøver sendes til analyse. Blandprøvene analyseres for avisingskjemikalier og kjemisk oksygenforbruk (KOF). I tillegg tas det en stikkprøve fra hver av målestasjonene som analyseres for tilsetningsstoffet alkoholpolyetoksilater. Prøvetakingen oppsummeres i **Tabell 4**.

I hver av målestasjonene er det en Sutron-logger som måler vannstanden en gang per time. Vannføringen i Midtre kulvert (M1) og Søndre kulvert (S1) beregnes, mens i Sogna og Nordre kulvert (N1) måles den direkte. Vanntemperatur og oksygen måles også automatisk ved målestasjonen i Sogna. Disse dataene benyttes for å avgjøre hvilke prøver som sendes til analyse, og for å beregne døgnmiddel, ukemiddel og totalt utslipp i sesong.

Tabell 4: Automatisk prøvetaking av vann fra Sogna og kulverter i avisings sesongen

Overvåkningspunkt	Funksjon	Parametere	Tidspunkt for prøvetaking
Sogna	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking
Søndre kulvert (S1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking
Midtre kulvert (M1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking
Nordre kulvert (N1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking

3.2.3 Grytehullsjøer

Oslo lufthavn overvåker vannkvaliteten i de to grytehullsjøene Aurtjern og Danielsetertjern. Fysiske parametere måles i felt, i tillegg til at det tas vannprøver som sendes til akkreditert laboratorium for kjemisk analyse. Prøvetaking skjer ved hjelp av robåt midt i grytehullsjøene og utføres to ganger årlig i henhold til Tabell 5. Siktedyp måles og det tas ut én vannprøve per meter ned til to ganger siktedypet hvor dette er mulig. Prøvene blandes i en bøtte og det tas så ut en blandprøve fra hver grytehullsjø som analyseres for parameterne gitt i tabellen under.

Tabell 5: Oversikt over analyseparametere for grytehullsjøene

Grytehullsjø	Analyseparametere	Tidspunkt	Emballasje
<p style="text-align: center;">Aurtjern</p> <p style="text-align: center;">Danielsetertjern</p>	Vann	Juni og september	2 L plast
	Turbiditet		
	Siktedyp		
	Fargetall		
	Alkalinitet (Alk)		
	Total organisk karbon (TOC)		
	Total nitrogen (Tot-N)		
	Nitrat-nitritt-N (NO ₂ -NO ₃)		
	Total fosfor (Tot-P)		
	Sulfat (SO ₄ ²⁻ -S)		
	Klorid (Cl)		
	BOF(5) og KOF-Mn		
	Metaller: Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Zn (ICP-MS)		
Feltparametere	1 L plast		
PFC			

3.2.4 Analysemetoder og akkreditering

Samtlige prøver analyseres oppsluttet hos det akkrediterte laboratoriet Eurofins. Analysemetoder er nærmere beskrevet i analyserapportene fra Eurofins. Ingen av prøvene har blitt filtrert i felt, og det har heller ikke blitt tatt paralleller av vannprøvene.

4 Overvåkingsresultater

Analyseresultatene fra overvåkingen i vannforekomster i 2017 har blitt målt opp mot grenseverdier som er hentet fra følgende:

1. Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften)
2. M-608 – Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota
3. Veiledning 97:04 – Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann

De ulike grensene er gitt i Tabell 6. Nummeret bak hver parameter refererer til hvor verdiene er hentet fra.

Tabell 6: Grenseverdier gitt i mg/L for ulike tilstandsklasser for aktuelle parametere

	Parameter	Enhet	Tilstands- klasse 1	Tilstands- klasse 2	Tilstands- klasse 3	Tilstands- klasse 4	Tilstands- klasse 5
Næringsstoffer	Tot P (3)	mg/L	<0.007	0.011	0.02	0.05	>0.05
	Tot N (3)	mg/L	<0.3	0.4	0.6	1.2	>1.2
	As (2)	mg/L	0.00015	0.0005	0.0085	0.085	>0.085
	Cd (2)	mg/L	0.000003	0.00008	0.00045	0.0045	>0.0045
	Cr (2)	mg/L	0.0001	0.0034	0.0034	0.0034	>0.0034
	Cu (2)	mg/L	0.0003	0.0078	0.0078	0.0156	>0.0156
	Fe (3)	mg/L	<0.05	0.1	0.3	0.6	>0.6
	Hg (2)	ug/L	0.001	0.047	0.07	0.14	>0.14
	Mn (3)	mg/L	<0.02	0.05	0.1	0.15	>0.15
	Ni (2)	mg/L	0.0005	0.004	0.034	0.067	>0.067
	Pb (2)	mg/L	0.00002	0.0012	0.014	0.057	>0.057
	Zn (2)	mg/L	0.0015	0.011	0.011	0.06	>0.06
Andre parametere	pH (3)	-	>6.5	6	5.5	5	<5
	Alkalinitet (3)	mmol/L	>0.2	0.05	0.01	<0.01	0
	Oksygen (3)	mg/L	>9	6.5	4	2	<2
	Fargetall (3)	mgPt/L	<15	25	40	80	>80
	TOC (3)	mg/L	<2.5	3.5	6.5	15	>15
	KOF-Mn (3)	mg/L	<2.5	3.5	6.5	15	>15
	Turbiditet (3)	FTU*	<0.5	1	2	5	>5
	Siktedyp (3)	m	>6	4	2	1	<1
Organiske forbindelser	Benzen (1)	ug/L		10	50		
	PFOA (2)	ng/L		9100			
	PFOS (2)	ng/L		0.65	36000		

*For turbiditet er 1 FTU = 1 FNU, og verdier klassifiseres i henhold til tabellen over, uavhengig av benevning.

For klassifisering: Verdiene oppgitt i kolonnene (tilstandsklasse 1 til 4) angir den høyeste tillatte verdien i tilstandsklassen. Alle verdier over tilstandsklasse 4 er tilstandsklasse 5. Merk at klassifiseringen er omvendt for pH, alkalinitet, oksygen og siktedyp.

Når resultatene gjennomgås er det viktig å bemerke seg at deteksjonsgrensen er høyere enn øvre verdi for tilstandsklasse 1 for flere av parametere og målingen havner dermed automatisk i en høyere klasse til tross for at parameteren ikke ble detektert. De aktuelle parametere er merket i hver resultattabell.

4.1 Overvannskulverter

I Tabell 7 til Tabell 10 er overvåkingsdata fra 2017 fra overvannskulvertene Nordre kulvert (N1), Midtre kulvert (M1) og Søndre kulvert (S1) fremstilt. N1 ble kun prøvetatt i februar og august i 2017. Dette skyldes at kulverten var tørr ved de to andre prøvetakingsrundene. Verdier mangler i de blanke feltene da disse ikke ble målt under analyse. Analyseverdiene er gitt ulike fargekoder som indikerer hvilken tilstandsklasse hver enkelt verdi tilsvarer.

Analyseresultatene fra overvannskulvertene N1, M1 og S1 kan oppsummeres som følger:

- I N1 ble arsen og kadmium påvist i tilstandsklasse 3, sink påvist i tilstandsklasse 4, og jern og mangan påvist i tilstandsklasse 5 i februar. Ved prøvetakingsrunden i august ble samtlige av disse påvist i tilstandsklasse 1 eller 2. Det ble påvist lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA ved begge prøvetakingsrundene.
- I M1 ble kadmium påvist i tilstandsklasse 4 i mai, mens ved de andre prøvetakingsrundene ble den påvist i tilstandsklasse 2. Det ble påvist lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA ved samtlige prøvetakingsrunder.
- I S1 ble mangan påvist i tilstandsklasse 4 i februar, mens ved de andre prøvetakingsrundene ble den påvist i tilstandsklasse 1. Det ble påvist lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA ved samtlige prøvetakingsrunder.

Tabell 7: Analyseresultater (eks. PFAS) og feltparametere fra overvannskulvertene N1 og M1

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	N1		M1			
		01.02.17	15.08.17	01.02.17	08.05.17	15.08.17	21.11.17
As	mg/L	0.0024	0.0002	0.00036	0.00034	0.00028	0.00029
Cd*	mg/L	0.00024	0.000019	0.000009	0.00065	<0.00001	0.000025
Cr*	mg/L	0.00055	<0.0005	<0.00005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cu*	mg/L	0.068	0.0013	0.00025	<0.0005	<0.0005	0.00065
Fe	mg/L	0.78	0.017	0.0069	0.012	0.0049	0.0071
Hg*	ug/L	0.003	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005
Mn	mg/L	0.75	0.0013	0.0055	0.01	0.0053	0.0055
Ni	mg/L	0.0039	<0.0005	0.00034	<0.0005	0.00053	<0.0005
Pb*	mg/L	0.0003	<0.0002	<0.00001	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Si	mg/L	4.5	1	4.7	5.3	5.2	5.1
Zn*	mg/L	0.039	<0.002	0.0016	0.0029	0.003	<0.002
pH	-			7.2			
Alkalinitet	mmol/L	16	0.78	3.4	3.4	3.4	3.4
Konduktivitet	uS/cm			564			
Oksygen	mg/L			11.5			
Temperatur	deg. C			6.85			
Alifater, C5-C8	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C8-C10	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater C10-C12	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C12-C16	ug/L	19	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C16-C35	ug/L	130	<20	<20	<20	<20	25

Benzen*	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluen	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Etylbenzen	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Xylen	ug/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 8: Analyseresultater for PFAS-forbindelser fra overvannskulvertene N1 og M1

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	N1		M1			
		01.02.17	15.08.17	01.02.17	08.05.17	15.08.17	21.11.17
4:2 FTS	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
6:2 FTS	ng/L	<7.5	0.77	<7.5	<0.3	<0.3	<0.3
8:2 FTS	ng/L	<10	0.32	<10	<0.3	<0.3	<0.3
HPFHpA	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PF-3,7-DMOA	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFBA	ng/L	<5	13	<5	1.7	1.7	1.8
PFBS	ng/L	<7.5	1.3	<7.5	0.36	0.47	0.39
PFDeA	ng/L	<5	1.6	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFDoA	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFDS	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	ng/L	<5	13	<5	0.32	0.54	0.45
PFHpS	ng/L		1		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxA	ng/L	<5	26	<5	0.98	1.2	1.3
PFHxDA	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxS	ng/L	<7.5	28	<7.5	0.67	0.73	0.79
PFNA	ng/L	<5	7	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFOA*	ng/L	<5	6.5	<5	0.31	0.46	0.37
PFOS*	ng/L	6.75	33	<5	1.8	1.4	1
PFOSA	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFPeA	ng/L	<5	39	<5	2.5	3	2.6
PFTA	ng/L		<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFTTrA	ng/L		<1		<1	<1	<1
PFUnA	ng/L		0.36		<0.3	<0.3	<0.3
Sum PFAS	ng/L		170		8.6	9.5	8.7

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 9: Analyseresultater (eks. PFAS) og feltparametere fra overvannskulverten S1

Parameter	S1			
	01.02.17	08.05.17	15.08.17	21.11.17
As	0.00025	0.00038	0.00021	0.0002
Cd*	0.000014	0.000056	<0.00001	0.000039
Cr*	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cu*	0.00018	<0.0005	0.0006	0.00068
Fe	0.0077	0.056	0.043	0.015
Hg*	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005

Parameter	S1			
	01.02.17	08.05.17	15.08.17	21.11.17
Mn	0.01	0.15	0.014	0.0069
Ni	0.0003	0.00094	<0.0005	<0.0005
Pb*	<0.00001	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Si	4.5	5.2	4.9	4.9
Zn*	0.00065	0.0037	0.002	<0.002
pH				
Alkalinitet	3.3	3.3	3	3.5
Konduktivitet				
Oksygen				
Temperatur				
Alifater, C5-C8	<5	<5	<5	<5
Alifater, C8-C10	<5	<5	<5	<5
Alifater C10-C12	<5	<5	<5	<5
Alifater, C12-C16	<5	<5	<5	<5
Alifater, C16-C35	<20	<20	21	<20
Benzen*	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluen	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Etylbenzen	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Xylen	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 10: Analyseresultater for PFAS-forbindelser fra overvannskulverten S1

Parameter	S1			
	01.02.17	08.05.17	15.08.17	21.11.17
4:2 FTS		<0.3	<0.3	<0.3
6:2 FTS	<7.5	1.6	2	2.3
8:2 FTS	<10	<0.3	<0.3	<0.3
HPFHpA		<0.3	<0.3	<0.3
PF-3,7-DMOA		<0.3	<0.3	<0.3
PFBA	5.55	7.1	4.9	3.8
PFBS	<7.5	0.68	0.9	0.95
PFDeA	<5	<0.3	0.57	<0.3
PFDoA		<0.3	<0.3	<0.3
PFDS		<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	5.53	3	3.3	2.1
PFHpS		<0.3	0.35	0.35
PFHxA	7.02	7.5	7.3	6.3
PFHxDA		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxS	8.84	8.9	13	11
PFNA	<5	0.56	1.5	0.85
PFOA*	<5	1.5	2.3	1.6
PFOS	7.82	8.4	53	37

PFOSA		<0.3	<0.3	<0.3
PFPeA	11.6	12	9.3	7.1
PFTA		<0.3	<0.3	<0.3
PFTrA		<1	<1	<1
PFOA		<0.3	<0.3	<0.3
Sum PFAS		51	98	73

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

4.2 Sogna og Leira

I Tabell 11 til Tabell 15 er overvåkingsdata fra 2017 fra vassdragene Sogna og Leira fremstilt. Det ble prøvetatt fra de fem prøvepunktene Sogna målestasjon, Sogna BØF, Leira ref., Leira nedstrøms Sogna og Sidebekk Sogna punkt 4. Vannprøver fra sistnevnte ble kun analysert for PFAS-forbindelser. Verdier mangler i de blanke feltene da disse ikke ble målt under analyse. Analyseverdiene er gitt ulike fargekoder som indikerer hvilken tilstandsklasse hver enkelt verdi tilsvarer.

Analyseresultatene fra prøvepunktene Sogna målestasjon, Sogna BØF, Leira ref., Leira nedstrøms Sogna og Sidebekk Sogna punkt 4 kan oppsummeres som følger:

- Ved Sogna målestasjon ble arsen påvist i tilstandsklasse 3 i august, mens den ble påvist i tilstandsklasse 2 i de andre prøvetakingsrundene. I august ble også jern påvist i tilstandsklasse 5, mens ved de andre prøvetakingsrundene ble den påvist i tilstandsklasse 4. Mangan ble påvist i tilstandsklasse 3 ved tre av prøvetakingsrundene. TOC ble påvist i tilstandsklasse 3 i mai og august, men i tilstandsklasse 1 i november. KOF-Mn ble påvist i tilstandsklasse 4 i februar og august. Det ble påvist konsentrasjoner av PFOS og PFOA ved samtlige prøvetakingsrunder.
- Ved Sogna BØF ble fosfor og nitrogen påvist i henholdsvis tilstandsklasser 3 og 4 ved samtlige runder. Jern ble påvist i tilstandsklasse 4 i tre av fire prøvetakingsrunder, og mangan ble påvist i tilstandsklasse 4 ved én runde og 5 ved to runder. Videre ble TOC påvist i tilstandsklasse 3. I dette punktet ble det påvist de høyeste konsentrasjonene av PFOS og PFOA.
- Ved Leira ref. ble fosfor og nitrogen påvist i henholdsvis tilstandsklasser 3 og 4. Jern ble påvist i tilstandsklasse 3 i februar og 4 ved de andre prøvetakingsrundene. I februar ble også mangan og pH påvist i tilstandsklasse 4. KOF-Mn ble påvist i tilstandsklasse 5 i august. Det ble påvist høye konsentrasjoner av PFOS og PFOA i februar sammenlignet med de andre rundene og prøvetakingspunktene (foruten Sogna BØF).
- Ved Leira nedstrøms Sogna ble fosfor og nitrogen påvist i tilstandsklasse 3 ved flere prøvetakingsrunder. Jern ble påvist i tilstandsklasse 3 i februar, 4 i august og november, og 5 i mai. Mangan ble påvist i tilstandsklasse 3 ved tre av prøvetakingsrundene. TOC ble påvist i tilstandsklasse 3 ved tre runder og 4 i én runde. KOF-Mn ble påvist i tilstandsklasse 4 i februar og 5 i august. Det ble påvist kun lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA.
- Ved Sidebekk Sogna punkt 4 ble det påvist kun lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA.

Tabell 11: Analyseresultater (eks. PFAS) og feltparametere fra prøvepunktene Sogna målestasjon og Sogna BØF

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Sogna målestasjon				Sogna BØF			
		01.02.17	08.05.17	14.08.17	21.11.17	01.02.17	08.05.17	15.08.17	15.11.17
Tot P	mg/L					0.017	0.015	0.018	0.017
Tot N	mg/L					0.83	0.91	0.79	1.1
As	mg/L	0.00038	0.00046	0.00077	0.00029	0.00015	0.0003	0.00031	0.00034
Cd*	mg/L	0.000013	0.000017	0.000012	0.000025	0.000027	0.00002	<0.00001	0.00003
Cr*	mg/L	0.00019	0.0005	0.0014	0.0005	<0.00005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cu*	mg/L	0.0011	0.0014	0.0035	0.0014	0.00079	<0.0005	0.00098	0.0012
Fe	mg/L	0.31	0.56	1.2	0.44	0.092	0.35	0.35	0.45
Hg*	ug/L	0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005
Mn	mg/L	0.049	0.074	0.083	0.071	0.041	0.17	0.11	0.16
Ni	mg/L	0.00091	0.0015	0.003	0.0013	0.00067	0.0012	0.0015	0.0019
Pb*	mg/L	0.00024	0.00033	0.001	0.0003	0.000053	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Si	mg/L	5.6	6.2	6.8	6.2	5.1	5.8	6.2	6.1
Zn*	mg/L	0.0084	<0.002	0.0039	<0.002	0.0032	<0.002	<0.002	<0.002
pH	-	7.34				7.06	7.8		
Alkalinitet	mmol/L	2.3	2.2	2.1	2.5	1.4	1.5	1.6	1.6
Konduktivitet	uS/cm	428				261	314		
Oksygen	mg/L	13.3				12.5	12.13		
TOC	mg/L		4.5	4	1.9	1.8	3.6	2.9	2.4
KOF-Mn*	mg/L	10	<30	12	<10	<10	<10	<10	<10
Temperatur	deg. C	0.74				2.9	5.69		
Alifater, C5-C8	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C8-C10	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater C10-C12	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C12-C16	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C16-C35	ug/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Benzen*	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluen	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Etylbenzen	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Xylen	ug/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 12: Analyseresultater for PFAS-forbindelser fra prøvepunktene Sogna målestasjon og Sogna BØF

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Sogna målestasjon				Sogna BØF			
		01.02.17	08.05.17	14.08.17	21.11.17	01.02.17	08.05.17	15.08.17	15.11.17
4:2 FTS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
6:2 FTS	ng/L	12.5	8.5	5.8	6.2	113	78	32	39
8:2 FTS	ng/L	<10	<0.3	<0.3	<0.3	<10	<0.3	<0.3	<0.3
HPFHpA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PF-3,7-DMOA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Sogna målestasjon				Sogna BØF			
		01.02.17	08.05.17	14.08.17	21.11.17	01.02.17	08.05.17	15.08.17	15.11.17
PFBA	ng/L	5.53	5.4	4.5	3.4	26.7	13	15	11
PFBS	ng/L	7.62	6.4	4.5	4.5	41.3	23	29	22
PFDeA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	<0.3	<5	0.52	0.57	0.41
PFDoA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFDS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	ng/L	6.64	4.1	2.8	3.1	29.2	15	16	10
PFHpS	ng/L		2.5	2.3	2.5		12	19	12
PFHxA	ng/L	20.6	15	10	13	112	61	57	51
PFHxDA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxS	ng/L	46.8	42	40	40	346	200	190	180
PFNA	ng/L	13.1	13	7.8	13	97.4	52	50	49
PFOA	ng/L	11.4	8.9	5.6	6.2	48.4	34	42	30
PFOS	ng/L	75	93	80	100	524	610	550	470
PFOSA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFPeA	ng/L	15.5	13	9.2	9.1	135	47	56	37
PFTA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFTTrA	ng/L		<1	<1	<1		<1	<1	<1
PFUnA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		0.81	0.77	0.66
Sum PFAS	ng/L		210	170	200		1100	1100	910

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 13: Analyseresultater (eks. PFAS) og feltparametere fra prøvepunktene Leira ref. og Leira nedstrøms Sogna

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Leira ref.				Leira nedstrøms Sogna			
		01.02.17	08.05.17	14.08.17	15.11.17	01.02.17	08.05.17	14.08.17	21.11.17
Tot P	mg/L	0.019	0.0058	0.013	0.0059	0.0088	0.017	0.019	0.009
Tot N	mg/L	0.82	0.29	0.32	0.39	0.44	0.33	0.43	0.49
As*	mg/L	0.00028	<0.0002	0.00022	<0.0002	0.00013	0.00028	0.00033	0.00029
Cd	mg/L	0.000018	0.000023	0.000013	0.000024	0.000011	0.000024	0.000024	0.00001
Cr*	mg/L	0.000062	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.00014	0.00059	<0.0005	<0.0005
Cu*	mg/L	0.00079	<0.0005	0.00066	0.00068	0.0007	0.00066	0.0014	0.00091
Fe	mg/L	0.22	0.33	0.42	0.33	0.24	0.62	0.49	0.31
Hg*	ug/L	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005	0.001	<0.005	<0.005	<0.005
Mn	mg/L	0.15	0.046	0.033	0.041	0.035	0.067	0.056	0.051
Ni	mg/L	0.0009	<0.0005	0.00073	0.0012	0.00043	0.00075	0.00097	0.0016
Pb*	mg/L	0.000086	<0.0002	0.00025	<0.0002	0.00015	0.00034	0.00035	<0.0002
Si	mg/L	5.3	2.3	2.2	2.7	2.8	3	2.6	3
Zn	mg/L	0.0021	0.0056	0.0061	0.0056	0.0026	0.0058	0.0048	0.0052
pH	-	5.46	8.03			6.56	8.31		
Alkalinitet	mmol/L	1.7	0.06	0.11	0.14	0.2	0.15	0.21	0.3
Konduktivitet	uS/cm	323	29			76	44		
Oksygen	mg/L	12.7	12.23			14.16	11.92		
TOC	mg/L	2.6	5.1	7.8	5.6	3.9	5.7	7.8	5.3

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Leira ref.				Leira nedstrøms Sogna			
		01.02.17	08.05.17	14.08.17	15.11.17	01.02.17	08.05.17	14.08.17	21.11.17
KOF-Mn*	mg/L	<10	<10	19	<10	12	<10	17	<10
Temperatur	deg. C	1.93	4.09			0	4.9		
Alifater, C5-C8	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C8-C10	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater C10-C12	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C12-C16	ug/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater, C16-C35	ug/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	110	<20
Benzen*	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluen	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Etylbenzen	ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Xylen	ug/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 14: Analyseresultater for PFAS-forbindelser fra prøvepunktene Leira ref. og Leira nedstrøms Sogna

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Leira ref.				Leira nedstrøms Sogna			
		01.02.17	08.05.17	14.08.17	15.11.17	01.02.17	08.05.17	14.08.17	21.11.17
4:2 FTS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
6:2 FTS	ng/L	105	<0.3	1.4	<0.3	<7.5	<0.3	<0.3	<0.3
8:2 FTS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3	<10	<0.3	<0.3	<0.3
HPFHpA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PF-3,7-DMOA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFBA	ng/L	18.3	<1	<0.6	<0.6	<5	<1	0.64	0.6
PFBS	ng/L	27	<0.3	<0.3	<0.3	<7.5	<0.3	<0.3	<0.3
PFDeA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	<0.3	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFDaA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFDS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	ng/L	19.9	<0.3	0.31	<0.3	<5	0.32	0.34	<0.3
PFHpS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxA	ng/L	80.2	<0.3	<0.3	<0.3	<5	0.45	0.45	0.42
PFHxDA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxS	ng/L	238	<0.3	<0.3	<0.3	<7.5	0.83	0.74	1.1
PFNA	ng/L	76	<0.3	<0.3	<0.3	<5	0.32	0.32	0.37
PFOA*	ng/L	38.6	<0.3	0.4	<0.3	<5	0.41	0.45	0.42
PFOS*	ng/L	410	<0.3	0.65	0.29	<5	2.3	2	4.2
PFOSA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFPeA	ng/L	101	1.1	<0.3	<0.3	<5	1.2	0.35	0.39
PFTA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
PFTTrA	ng/L		<1	<1	<1		<1	<1	<1
PFUnA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3		<0.3	<0.3	<0.3
Sum PFAS	ng/L		1.1	2.8	0.29		5.8	5.3	6.9

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 15: Analyseresultater for PFAS-forbindelser fra prøvepunktet Sidebekk Sogna punkt 4

Parameter	Prøvepunkt	Sidebekk Sogna punkt 4			
	Enhet/Dato	01.02.17	08.05.17	15.08.17	21.11.17
4:2 FTS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
6:2 FTS	ng/L	<7.5	<0.3	<0.3	<0.3
8:2 FTS	ng/L	<10	<0.3	<0.3	<0.3
HPFHpA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PF-3,7-DMOA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFBA	ng/L	<5	<1	<0.6	<0.6
PFBS	ng/L	<7.5	<0.3	<0.3	0.6
PFDeA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFDoA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFDS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFHpS	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	0.39
PFHxDA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFHxS	ng/L	<7.5	<0.3	<0.3	<0.3
PFNA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFOA*	ng/L	<5	<0.3	0.35	0.49
PFOS*	ng/L	<5	0.37	0.41	0.38
PFOSA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFPeA	ng/L	<5	<0.3	<0.3	<0.3
PFTA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
PFTTrA	ng/L		<1	<1	<1
PFUnA	ng/L		<0.3	<0.3	<0.3
Sum PFAS	ng/L		0.37	0.76	1.9

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

4.3 Grytehullsjøer

I Tabell 16 og Tabell 17 er overvåkingsdata fra 2017 fra grytehullsjøene Aurtjern og Danielsetertjern fremstilt. Verdier mangler i de blanke feltene da disse ikke ble målt under analyse. Analyseverdiene er gitt ulike fargekoder som indikerer hvilken tilstandsklasse hver enkelt verdi tilsvarer.

Analyseresultatene fra grytehullsjøene Aurtjern og Danielsetertjern kan oppsummeres som følger:

- I Aurtjern ble TOC, turbiditet og siktedyp påvist i tilstandsklasse 3 ved begge prøvetakinger. Det ble også påvist lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA.
- I Danielsetertjern ble det påvist høye verdier av flere parametere i juni da kadmium, nikkel, TOC, turbiditet og siktedyp ble påvist i tilstandsklasse 3, mens kobber ble påvist i tilstandsklasse 4. Det ble også påvist lave konsentrasjoner av PFOS og PFOA.

I 2017 ble det i tillegg gjort en undersøkelse for å finne ut om bruk av surfaktanter eller andre forbindelser på flyplassen påvirker og endrer overflatespenningen i grytehullsjøene. Resultatene viser ingen signifikant forskjell mellom overflatespenningen i innsjøene og i en kontrollprøve bestående av springvann. Det ble heller ikke påvist avisingsskjemikalier i vannprøvene.

Tabell 16: Analyseresultater (eks. PFAS) og feltparametere fra Aurtjern og Danielsetertjern

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Aurtjern		Danielsetertjern	
		16.06.17	14.08.17	16.06.17	14.08.17
Tot P	mg/L	0.0079	0.011	0.011	0.0082
Tot N	mg/L	0.31	0.24	0.28	0.17
As*	mg/L	0.00021	<0.0002	0.0003	0.00024
Cd*	mg/L	0.00006	<0.00001	0.00012	0.000054
Cr*	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cu	mg/L	0.0033	0.0017	0.013	0.0066
Fe	mg/L	0.1	0.056	0.022	0.0077
Hg*	ug/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Mn	mg/L	0.0051	0.0067	0.0087	0.0043
Ni	mg/L	0.00094	0.00068	0.0041	0.0017
Pb*	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Si	mg/L	0.47	0.35	3.7	2.9
Zn*	mg/L	0.003	<0.002	0.0079	0.0051
pH	-	8.05		7.39	
Alkalinitet	mmol/L	0.18	0.18	2.9	2.8
Konduktivitet	uS/cm	24		13	
Oksygen	mg/L	11.77		10.88	
TOC	mg/L	4	4.3	4.7	2.9
BOF-5	mg/L	<3	<3	<3	<3
KOF-Mn	mg/L	2.4	2.8	1.7	2
NO ₂ -NO ₃	mg/L	0.0062	<0.005	0.0091	<0.005
SO ₄ 2-	mg/L	0.54	0.55	10.79	10.75
Cl	mg/L	1.3	1.1	2.9	2.4
Ba	mg/L		14000		260000
Turbiditet	FNU	1.4	1.2	1.4	0.98
Siktedyp	m	3.4		3.6	
Fargetall	mgPt/L	6	5	4	6

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

Tabell 17: Analyseresultater for PFAS-forbindelser fra grytehullsjøene Aurtjern og Danielsetertjern

Parameter	Prøvepunkt Enhet/Dato	Aurtjern		Danielsetertjern	
		16.06.17	14.08.17	16.06.17	14.08.17
4:2 FTS	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
6:2 FTS	ng/L	3	4.3	3.9	6.7
8:2 FTS	ng/L	1	1.7	2.6	2.2

Parameter	Prøvepunkt	Aurtjern		Danielsetertjern	
	Enhet/Dato	16.06.17	14.08.17	16.06.17	14.08.17
HPFHpA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PF-3,7-DMOA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFBA	ng/L	0.61	0.62	1.2	1
PFBS	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFDeA	ng/L	1.4	0.33	0.43	0.96
PFDoA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFDS	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	ng/L	0.57	0.53	0.49	0.56
PFHpS	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFHxA	ng/L	0.39	0.35	1.2	1.1
PFHxDA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFHxS	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFNA	ng/L	0.92	0.6	0.33	<0.3
PFOA	ng/L	1.2	0.79	0.61	0.57
PFOS	ng/L	1.5	0.9	1.8	1
PFOSA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFPeA	ng/L	0.93	<0.3	1.4	1.3
PFTA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFTTrA	ng/L	<1	<1	<1	<1
PFUnA	ng/L	<0.3	<0.3	<0.3	0.31
Sum PFAS	ng/L	12	10	14	16

Parametere merket med * har konstant eller tidvis en deteksjonsgrense over tilstandsklasse 1, hvilket medfører at målingen(e) havner i en høyere tilstandsklasse til tross for at parameteren ikke ble detektert.

5 Konklusjon og vurdering

5.1 Overvannskulverter

Av de tre overvannskulvertene er det tilsynelatende vannet i N1 som har den dårligste kvaliteten da det ble påvist høye verdier av tungmetallene arsen, kadmium, kobber og sink i februar.

Sammenlignes resultatene fra 2017 med tidligere år er det en klar forverring i situasjonen. Det er derimot viktig å bemerke seg at det generelt sett er lav vannføring i kulverten, hvilket kan gjøre representativ prøvetaking vanskelig. Ved prøvetakingsrunden i august er forholdene i N1 betydelig bedre.

Analyseresultatene viser at vannkvaliteten i M1 og S1 er bedre, men det har også i disse kulvertene vært forhøyede verdier av tungmetaller. I M1 ble det i mai påvist høy konsentrasjon av kadmium. Den høyeste verdien som tidligere har blitt påvist har vært i tilstandsklasse 2, så det var en klar forverring i situasjonen med tanke på utslipp av denne parameteren. Konsentrasjonen har i etterkant av målingen gått ned slik at vannkvaliteten igjen er god i kulverten. Det ble i tillegg påvist høy konsentrasjon av nikkel i S1 i mai, men denne har også gått ned i påfølgende prøvetakingsrunder.

Basert på analyseresultatene er det viktig å fortsette overvåkingen av utslipp av metaller fra Oslo lufthavn da disse kan føre til at miljømål for vannforekomsten ikke oppnås. Det er viktig å fortsette jevnlig overvåking i de tre kulvertene da de gir god informasjon om utslippene fra flyplassområdet. Vannet i N1 bør ikke analyseres når det er lite vann da prøven ikke vil være representativ.

5.2 Sogna og Leira

Vannkvaliteten ved de ulike prøvetakingspunktene i Sogna og Leira er relativt lik, hvilket indikerer at kvaliteten på vassdragene ikke kan knyttes direkte til driften ved Oslo lufthavn. Særlig bemerkningsverdig er de høye konsentrasjonene av PFOS og PFOA som ble påvist i referansepunktet i Leira. Dette kan indikere at det er flere kilder til spredning av PFAS-forbindelser.

Analyseresultatene viser at vassdragene har høyt innhold av næringsstoffer, jern og mangan, og at vannkvaliteten dermed er relativt lav. I Sogna har konsentrasjonen av jern og mangan vært generelt høy siden 2011 med unntak av noen få målinger, men det virker som situasjonen har bedret seg litt med tanke på næringsstoffer. I Leira er det tilsynelatende et lavere innhold av næringsstoffer, mens innholdet av jern og mangan holder seg relativt stabilt. Det er viktig å opprettholde prøvetaking i disse for å overvåke og fange opp eventuell endring av tilstanden i vassdragene.

5.3 Grytehullsjøer

I Aurtjern og Danielsetertjern ble det påvist forhøyede verdier av TOC og turbiditet, i tillegg til at det ble målt siktedyp som tilsvarer tilstandsklasse 3. I Danielsetertjern ble det i tillegg påvist kadmium og nikkel. Vannkvaliteten i de to grytehullsjøene er relativt dårlig, dog den ser ut til å ha bedret seg siden 2016.

Ettersom Aurtjern og Danielsetertjern er valgt som representative for overvåking av påvirkning fra flyplassområdet i østlig retning, er det viktig å fortsette overvåkingen av disse.

6 Referanser

Brandrud, T.E. (2002). *Kartlegging av biologisk mangfold (naturtypekartlegging) i ferskvann – Innsjøer – Fylkesoversikt i Oslo og Akershus*. Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning (NINA). Rapport 764.

7 Vedlegg A

IN01325 «Ytre miljø – Overvåking av kulverter, vassdrag og grytehullsjøer»

1 BESKRIVELSE

Beskrivelse av planlegging og gjennomføring av overvåkingsprogrammet for kulverter, vassdrag og grytehullsjøer for Avd. VA-håndtering.

2 GJENNOMFØRING

2.1 Vannføring og vannkvalitet i kulverter og vassdrag

2.1.1 Vannføring

Oslo lufthavn eier og drifter fire målestasjoner fordelt på tre tilførselskulverter og vassdraget Sogna vest for lufthavnen: Sogna, søndre kulvert (S1), midtre kulvert (M1) og nordre kulvert (N1) (se Vedlegg 1 for plassering av målestasjonene). Ved hver stasjon er det en Sutron-logger som måler vannstanden. Vannstand brukes sammen med en spesifikk beregningsformel (vannføringskurve) til å regne ut vannføring i M1 og S1. Vannføringen måles direkte i Sogna og N1. Data (se tabell 1) samles inn automatisk hver time, og lagres i et databehandlingsverktøy kalt XConnect. Tabell 1 angir måleparametere for stasjonene.

Tabell 1. Parametere som samles inn automatisk fra målestasjoner

Stasjon	Måleparametere
Sogna	Vannstand, Dissolved oxygene (DO), temperatur, vannføring, batterispenning
Nordre kulvert (N1)	Vannstand, vannføring, vannhastighet, batterispenning
Midtre kulvert (M1)	Vannstand, temperatur, batterispenning
Søndre kulvert (S1)	Vannstand, temperatur, batterispenning

2.1.2 Generell vannkvalitet

Tabell 2 viser en oversikt over prøvetaking av vann fra de fire målestasjonene nevnt i tabell 1. I tillegg er oversikten utvidet med nye målestasjoner etter at nytt overvåkingsprogram ble vedtatt i 2014. Vannprøver tas manuelt av VA-teknikerne fire ganger i året (feb, mai, aug og nov). Rekvisisjon lages av seksjon Vann og grunn og betegnes «VOK-stikk_(måned)». Hydrokarboner og uorganiske parametere sammen med fysikalsk-kjemiske parametere inkludert feltparametere (se liste) inkluderes i alle prøvene. Avisingskjemikalier, tilsetningsstoff (alkoholpolyetoksilater) og PFAS skal inkluderes i målestasjon Sogna. PFAS skal inkluderes i prøvene fra punktene «Sogna BØF», «Leira ref.» og «Leira nedstrøms Sogna». Prøvepunktet «Sidebekk Sogna punkt 4» er et prøvepunkt som er benyttet i overvåkningen av spredning fra brannøvingsfeltet (BØF). Denne prøven viser referansetilstanden på vannkvalitet i Sogna før tilførselen fra lufthavnområdet. Analyseprogrammet skal inkludere PFAS og tilsetningsstoff i prøvene fra de tre kulvertene etter krav fra Miljødirektoratet.

Det er også inkludert prøver av biota (fisk) i overvåkingsprogrammet som skal analyseres for PFAS og metaller, noe som vil bli gjennomført hvert tredje år utenom gytessesongen. Det anbefales å analysere prøver i fisk når det kan forventes endring i PFAS-konsentrasjonen i resipienten som følge av tiltak for å hindre spredning av PFAS til resipienten. Det anbefales at prøvetaking av fisk utføres neste gang i 2018 da det kan forventes at tiltaket har hatt effekt på PFAS-konsentrasjonen i resipienten.

Tabell 2. Generell vannkvalitet i kulverter og vassdrag. Prøvene tas manuelt.

Punkt	Funksjon	Analyseparametere*	Tidspunkt for prøvetaking
Sogna målestasjon	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Sogna BØF	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Leira ref	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, Uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Leira nedstrøms Sogna	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS • Feltparametere 	Feb, mai, aug, nov
		<ul style="list-style-type: none"> • Fisk (PFAS, lengde, vekt, uorganiske parametere) 	Hvert 3.år fra 2018 utenom gytesesong
Søndre kulvert (S1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS 	Feb, mai, aug, nov
Midtre kulvert (M1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS 	Feb, mai, aug, nov
Nordre kulvert (N1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisningskjemikalier • Hydrokarboner (THC/BTEX) • Uorganiske parametere • PFAS 	Feb, mai, aug, nov
Sidebekk Sogna punkt 4 Oppstrøms BØF	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • PFAS 	Feb, mai, aug, nov

*Se tabell 4.

2.1.3 Overvåking av vannkvalitet ved vinterdrift

I vintersesongen er det plassert ut automatiske prøvetakere (ISCO) i målestasjonene Sogna, S1, M1 og N1. Disse tar fire prøver i døgnet som samles opp i en blandprøve på tilsammen 0.5 L per døgnet. Prøver tas inn til kjemisk analyse dersom det i datavisningsverktøyet XConnect er påvist økt vannføring/vannstand på enkelte dager. Flaskene tas rutinemessig inn hver 14.dag da de enten tømmes eller vannprøven sendes til analyse. Tabell 3 viser en oversikt over denne overvåkingen. Se også beskrivelse i «Ytre miljø – Kontroll- og overvåkingsprogram for grunnvann, vassdrag, grytehullsjøer og sidearealer:»

Tabell 3. Automatisk prøvetaking av vann fra kulverter og Sogna i vintersesong.

Overvåkningspunkt	Funksjon	Parametere	Tidspunkt for prøvetaking
Sogna	Generell vassdragstilstand	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking
Søndre kulvert (S1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking
Midtre kulvert (M1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking
Nordre kulvert (N1)	Utslipp via kulvert	<ul style="list-style-type: none"> • Avisingskjemikalier • KOF • Tilsetningsstoff alkoholpolyetoksilater 	Automatisk prøvetaking

* Tilsetningsstoff tas manuelt i smelteperioder, i forbindelse med tømming av vannprøvetakere.

2.1.4 Overvåking av temperert vann i kulverter (sommer)

I sommersesongen (ca. 1.juni – 1.oktober) blir temperaturen logget i tre punkter der midtre kulvert møter Sogna (se Vedlegg 2 for plassering av temperaturloggere). Dette for å overholde krav om utslipp av temperert vann fra kjøling av terminalen. Se kart i figur 2. Før loggerne henges ut i stålvaier i felt, må batteriet sjekkes og selve loggeren aktiveres. Etter de er tatt inn blir data tømt til PC, og loggingen avsluttes.

Tabell 4 viser alle analyseparametere som er inkludert i vassdragsovervåkingen sortert etter stoffgruppe. Se tabell 1-3 for hvilke som inngår i de ulike prøvetakingsrundene.

Tabell 4. Aktuelle analyseparametere for vassdragsprøver.

Stoffgruppe	Parameter	Emballasje
Uorganiske parametere	Aluminium (Al) Arsen (As) Bly (Pb) Jern (Fe) Kadmium (Cd) Kalium (K) Kalsium (Ca) Kobber (Cu) Krom (Cr) Magnesium (Mg) Mangan (Mn) Natrium (Na) Nikkel (Ni) Silisium (Si) Sink (Zn) Klorid (Cl) Fosfor (P) Fosfat (PO ₄ ²⁻) Svovel (S) Sulfat (SO ₄ ²⁻) Alkalitet (Alk) Nitritt-N+Nitrat-N (NO ₂ -NO ₃) Ammonium (NH ₄ ⁺) Total organisk karbon (TOC) <i>(prøvetaking grunnvann)</i> Kjemisk oksygen forbruk (KOF) <i>(prøvetaking ved hendelser samt vassdrag)</i>	1 L plast
Avisningskjemikalier	Propylenglykol (PG) Formiat (Fo)	
Hydrokarboner	BTEX THC	1 L glass
PFAS	Pakke med 12 PFAS-forbindelser inkl. PFOS	1 L plast
Tilsetningsstoff til avisningskjemikalium	Alkoholpolyetoksilater	1 L glass
Feltparametere	Temperatur, O ₂ , ledningsevne, pH,	Feltinstrument

2.2 Vannkvalitet i grytehullsjøene

Prøvetakingen foregår ved hjelp av robåt midt i grytehullsjøene Aurtjern og Danielsetertjern. Overvåkingen skal utføres hvert år i juni og september. En vannprøve tas ut som blandprøve fra en vannsøyle tilsvarende 2x siktedyp og analyseres på parametere angitt i tabell 5.

Tabell 5. Oversikt over analyseparametere i prøvetakingen av grytehullsjøer.

Grytehullsjø	Analyseparametere	Tidspunkt	Emballasje
Aurtjern Danielsetertjern	Vann Turbiditet Siktedyp Fargetall Alkalinitet (Alk) Total organisk karbon (TOC) Total nitrogen (Tot-N) Nitrat-nitritt-N (NO ₂ -NO ₃) Total fosfor (Tot-P) Sulfat (SO ₄ ²⁻ S) Klorid (Cl) BOF(5) og KOF-Mn Metaller: Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Zn (ICP-MS) Feltparametere PFC	Juni og september	2 L plast
			1 L plast

Grytehullsjøenes plassering er vist i Vedlegg 3.

3 REGISTRERINGER

Data fra vannføringen i Sogna og N1 måles direkte og samles inn automatisk hver time, og lagres i et databehandlingsverktøy kalt XConnect.

4 GRENSESNIITT OG REFERANSER TIL ANDRE PROSESSER OG DOKUMENTER

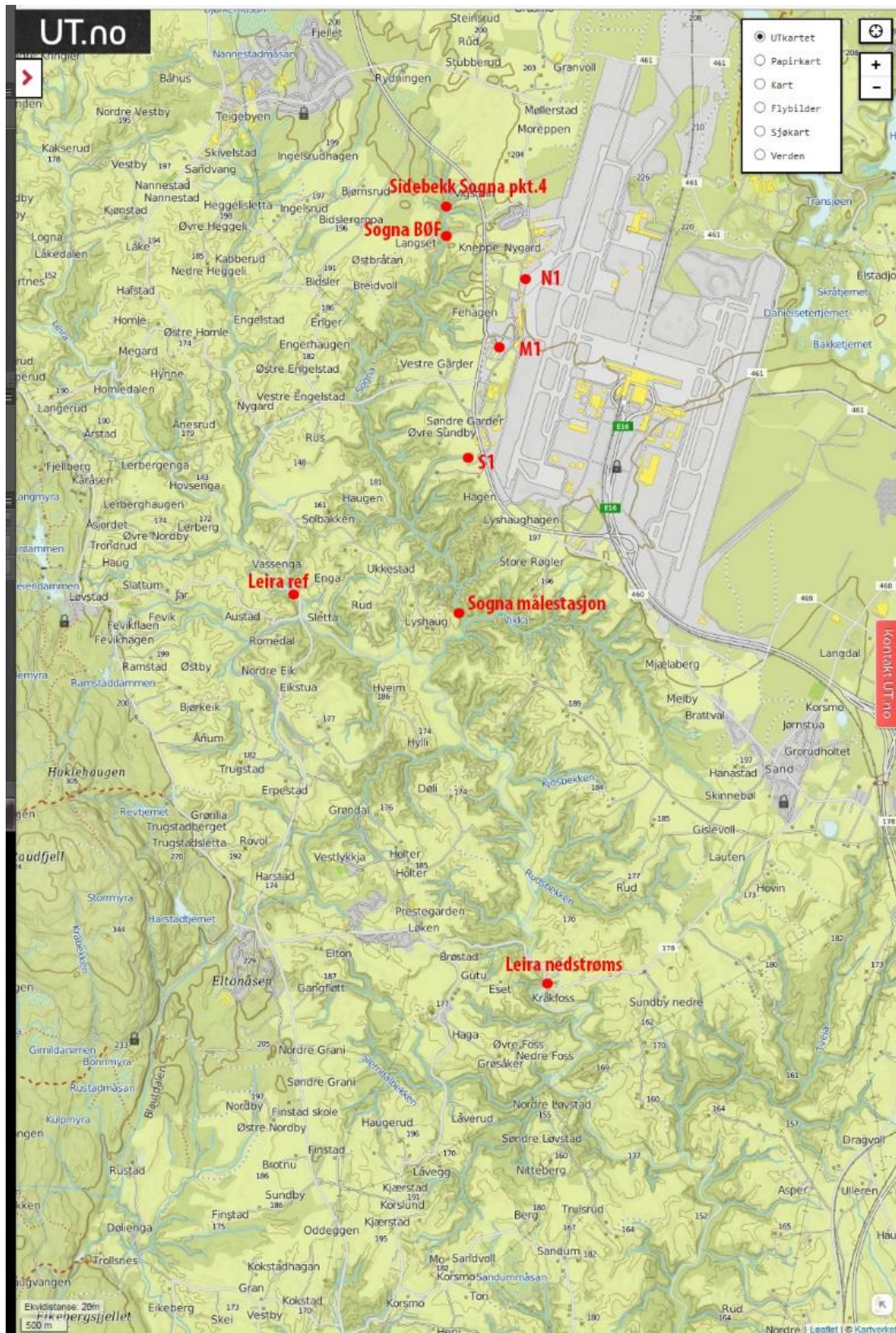
4.1 Grensesnitt

Nr	Referanse	Forklaring
1		Ytre miljø – Kontroll- og overvåkingsprogram for grunnvann, vassdrag, grytehullsjøer og sidearealer

5 VEDLEGG

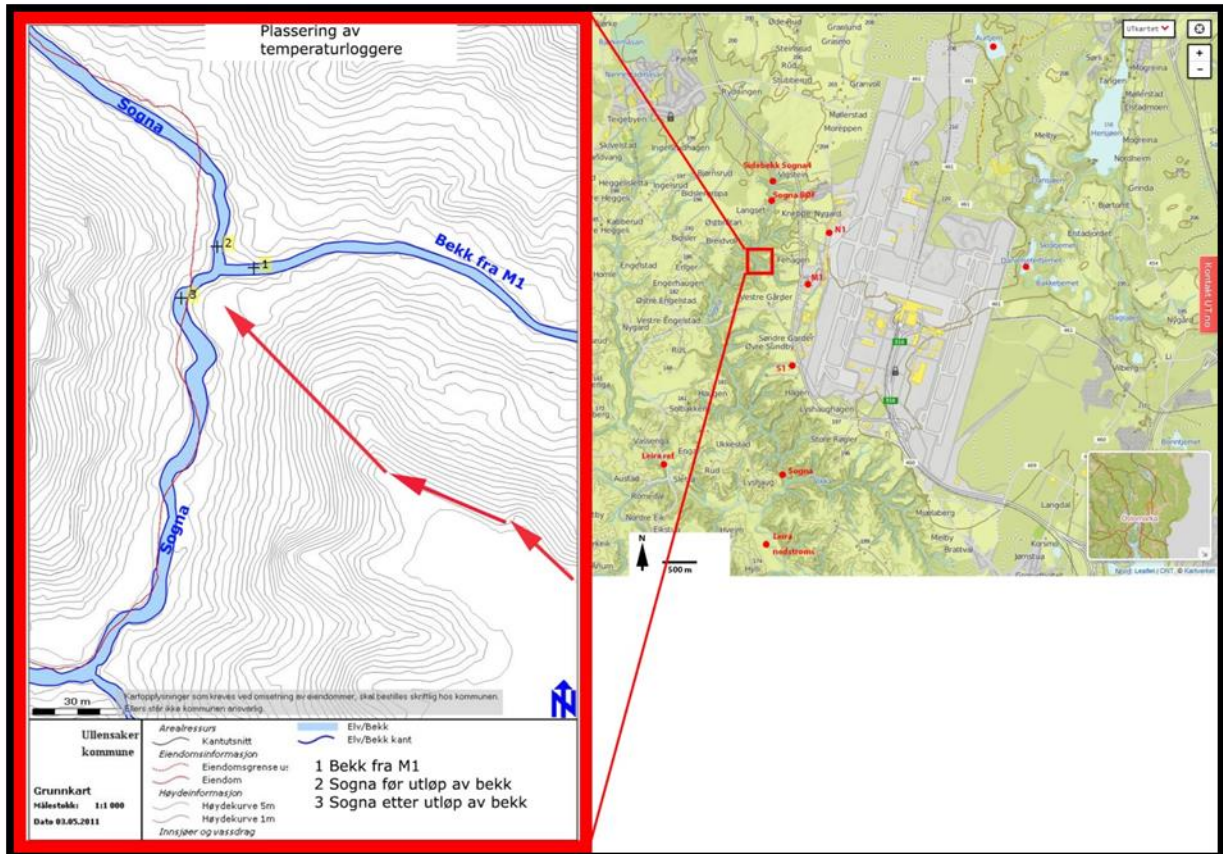
Dokumentnr.	Tittel
Vedlegg 1	Kart som viser målestasjoner i vassdrag og grytehullsjøer.
Vedlegg 2	Kart som viser plassering av temperaturloggere.
Vedlegg 3	Kart som viser grytehullsjøene som er med i overvåkingsprogrammet.

Vedlegg 1



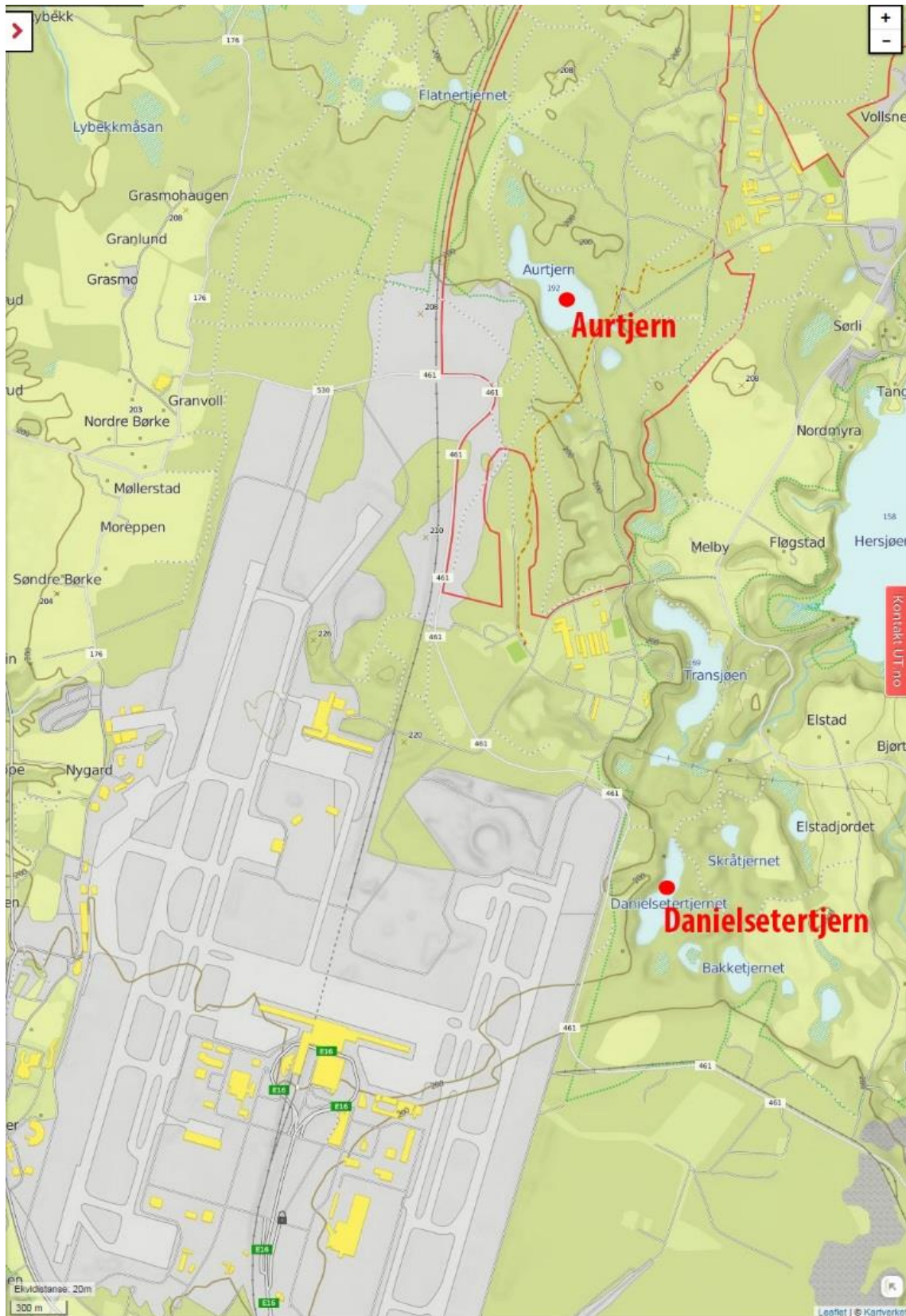
Figur 1. Kart som viser målestasjoner i vassdrag og grytehullsjør.

Vedlegg 2



Figur 2. Kart som viser plassering av temperaturloggere.

Vedlegg 3



Figur 3. Kart som viser grytehullsjøene som er med i overvåkningsprogrammet.