

Avinor

► Biologiske undersøkelser i Leira og Sogna

Høsten 2021

Oppdragsnr.: 52105786 Dokumentnr.: 01/2022 Versjon: J03 Dato: 2022-02-11



Oppdragsgiver: Avinor
Oppdragsgivers kontaktperson: Kamilla Grothning Moe
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Øistein Preus Hveding
Fagansvarlig: Eirik Bjerke Thorsen
Andre nøkkelpersoner: Øystein B. Asserson, Annelene Pengerud, Julie Stene

J03	2022-02-11	Endelig rapport	OIPHV, OEYASS	ANPEN	VK
C02	2022-02-04	Utkast til oversendelse	OIPHV, OEYASS	ANPEN, JULSTE	VK
A01	2022-01-27	Utkast til intern kontroll	OIPHV, OEYASS	EIBTH	VK
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Oslo lufthavn (OSL) er i henhold til tillatelse etter forurensningsloven pålagt å gjennomføre undersøkelser av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) og metaller i fisk i berørte resipienter hvert tredje år. De aktuelle resipientene omfatter elvevannsforekomstene Sogna og Leira. Undersøkelsene gjennomføres ved tre ulike stasjoner i hver av elvene som beskrevet i lufthavnens miljøovervåkingsprogram.

Norconsult AS har på vegne av OSL samlet inn prøver av fisk, vann og påvekstalter. Feltarbeidet ble gjennomført av Øistein Preus Hveding og Eirik Bjerke Thorsen i juli og august 2021.

Hensikten med undersøkelsen er å vurdere spredningen av PFAS fra OSL til nærliggende resipienter, og er en videreføring av tidligere undersøkelser utført i 2013 og 2018. Undersøkelsene omfattet bla. elektrofiske, garnfiske og uttak av fiskeprøver for PFAS- og metallanalyser. I tillegg ble det gjennomført innsamling av påvekstalter og vannprøver. I 2021 ble det kun innhentet fisk fra Leira, ettersom det ble avgjort å ikke ta ut fisk fra den sårbare ørretpopulasjonen i Sogna.

Komplett oversikt over alle analyserte muskelprøver med lengde, vekt og alder for fisk fanget i Leira i 2021.

Dato	Lokalitet	Stasjon	Metode	Art	Prøvekode	Vekt (g)	Lengde (mm)	Alder	Analyser*
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S01	640	375	11	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S02	760	385	11	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S03	760	400	11	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S04	171	245	5	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gullbust	ENGM-LB2018-GU01	48	170	6	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gjedde	ENGM-LB2018-G01	680	460	3	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gjedde	ENGM-LB2018-G02	1580	610	6	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gjedde	ENGM-LB2018-G03	1180	565	6	PFAS, metaller
27.8	Leira	LA	Garn	Ørret	ENGM-LA2018-Ø01	222	290	3	PFAS
27.8	Leira	LA	Garn	Ørret	ENGM-LA2018-Ø02	65	197	2	PFAS
27.8	Leira	LA	Garn	Ørret	ENGM-LA2018-Ø03	208	270	3	PFAS, metaller
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø01	168	245	3	PFAS, metaller
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø02	90	195	2	PFAS
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø03	56	164	1	PFAS
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø04	66	185	1	PFAS
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø05	38	146	1	PFAS

* Det ble ikke utført metallanalyser for alle muskelprøver da det ble levert for lite materiale til lab. for enkelte prøver.

Prøverefranser gjengitt i resultattabeller i rapporten inneholder endelse -2018 (eks. LA2018-Ø01). Årsaken til dette er at stasjonene ble navngitt i 2018, og årstallet har hengt igjen i prøvenummer som referanse ved analyser, uavhengig om prøven er tatt i 2018 eller 2021. Videre i rapporten blir imidlertid prøvestasjoner i Leira og Sogna kun omtalt som LA, LB og LC for Leira, og SA, SB og SC for Sogna (se Figur 2-1 s. 7).

PFAS

Gjennomsnittskonsentrasjonen av Σ PFAS og PFOS i ørret fra referansestasjonen (LA) viste lave verdier under miljøkvalitetsstandard EQS_{biota}. Det var ingen klar sammenheng mellom ørretens alder/kroppsstørrelse og innholdet av PFAS i muskelprøven.

Konsentrasjonen av PFAS i muskelprøver av gjedde (11,7 – 34,2 µg/kg) og stam (12,5 - 18,4 µg/kg) fra Leira ved stasjon LB oversteg EQS_{biota}. Høyere konsentrasjoner av PFAS i gjedde var ventet, da arten er en topp-

predator i fiskesamfunnet, og vesentlige forskjeller i fysiologi og næringsøk gjør at gjedde eksponeres for og akkumulerer PFAS-forbindelser i større grad enn stam, som er en karpfisk. Datamaterialet viste at det ikke var ikke noe klar sammenheng mellom alder/kroppsstørrelse, og innholdet av PFAS, innad mellom samme art ved prøvestasjon LB.

PFAS-konsentrasjonen i ørret (4,8 – 7,0 µg/kg) fra prøvestasjon LC var under EQS_{biota}, med unntak av ett individ (LC-Ø02) hvor det ble påvist 12,9 µg/kg PFAS. Individ LC-Ø02 veide 90 g, i motsetning til de resterende individene som veide mellom 38 - 66 g.

Ørret innhentet fra referansestasjon LA i 2021 viste lignende konsentrasjoner som i 2018, mens ørret fra prøvestasjon LC viste lavere konsentrasjoner i 2021 enn i 2018. Prøvene av ørret i 2018 var imidlertid helfiskprøver, mens ørretprøvene i den foreliggende undersøkelsen var muskelprøver, og resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare. Helfiskprøver vil normalt vil gi høyere konsentrasjoner av PFAS enn muskelprøver, da høye verdier av PFAS er forventet i lever.

Det er få analyser både i 2018 og 2021, og basert på resultatene er det vanskelig å si om nivået av PFAS i fisk fra Leira viser en nedadgående eller oppadgående trend sammenlignet med analyseresultatene fra 2018.

PFAS og PFOS-konsentrasjonen i vannprøvene fra Sogna var hhv. 40 og 70 ganger høyere enn i vannprøvene fra Leira, noe som tyder på sterk fortykning fra Sogna til Leira. PFOS-konsentrasjonene oversteg grenseverdien i vannforskriften (0,65 ng/L) i alle vannprøvene, med unntak av prøver fra referansestasjonene LA og LB.

Metaller

Konsentrasjonene av metaller i fiskeprøvene fra Leira var generelt lave. Nikkel, bly og kadmium var under kvantifiseringsgrensen (LOQ) ved alle målestasjonene. Alle målte verdier av metaller i fisk (oppgitt i mg/kg) var under EUs grenseverdi for miljøgifter i omsatt sjømat.

Resultatet indikerer at oppkonsentrering av metallforurensing i fisk ikke er et problem i Leira.

Undersøkelsen indikerer at det er liten sammenheng mellom fiskens størrelse og innhold av metaller, men datagrunnlaget er imidlertid for lite til å kunne komme med en entydig konklusjon.

Det var generelt meget lave konsentrasjoner av metaller i vannprøvene både fra Sogna og Leira.. Ingen av de målte konsentrasjonene oversteg miljøkvalitetsstandarden AA-EQS for ferskvann. I hovedsak var det lavere konsentrasjoner i Leira enn i Sogna.

Påvekstalger

For Sogna ser man en vesentlig redusert tilstandsklasse til *moderat* for påvekstalger ved alle tre stasjonene. PIT-indeksen (*Periphyton Index of Trophic status*) viser tilnærmet identisk verdi for både SA, SB og SC. Årsaken til dette er at det trolig oppstår eutrofiering i Sogna grunnet for høy næringstilførsel, som mest sannsynlig skyldes avrenning fra dyrket mark, beitedyr og spredt avløp i elvas nærområde.

Resultatene for påvekstalger ved prøvestasjonene i Leira høsten 2021 indikerer at det var gode vekst og næringsforhold i vassdraget ved prøvetakingstidspunktet. PIT-indeksen viser at tilstanden er *svært god* ved øvre stasjon LA, og reduseres marginalt lengre ned i vassdraget til tilstandsklasse *god* ved stasjon LB og LC. Dette indikerer at Leira er lite utsatt for eutrofiering.

► Innhold

1	Bakgrunn	6
2	Områdebeskrivelse	7
2.1	Fiskesamfunnet i Leiravassdraget	8
2.2	Vannkvalitet	9
2.3	Rekreasjon og fritid	9
2.4	Kilder til PFAS	10
3	Prøvetakingsplan 2021	11
3.1	Biota	12
3.2	Vann og sediment	12
4	Prøvestasjoner og feltgjennomføring	13
4.1	Sogna	13
4.2	Leira	16
5	Metode	19
5.1	Fisk	19
5.2	Påvekstalger	20
5.3	Analyser	21
5.4	Klassifisering av PFAS-konsentrasjoner	22
6	Resultater	23
6.1	PFAS i fisk 2021	24
6.2	Sammenligning med 2018	26
6.3	Metaller i fisk	29
6.4	Vannprøver	30
6.5	Påvekstalger	32
7	Konklusjon	33
8	Referanser	34
9	Vedlegg	35
9.1	Vedlegg 1: Felldata for alle stasjoner (2021)	36

1 Bakgrunn

Oslo lufthavn (OSL) er i henhold til tillatelse etter forurensningsloven pålagt å gjennomføre undersøkelser av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) og metaller i fisk i berørte resipienter hvert tredje år. De aktuelle resipientene omfatter elvevannsforekomstene Sogna og Leira. Undersøkelsene gjennomføres ved tre ulike stasjoner i hver av elvene som beskrevet i lufthavnens miljøovervåkningsprogram datert 11. mars 2021.

Hensikten med undersøkelsen er å vurdere spredningen av PFAS fra OSL til nærliggende resipienter, og er en videreføring av tidligere undersøkelser i 2013 og 2018. Norconsult har på vegne av OSL gjennomført prøveinnsamling av fisk og sedimenter i Leira og Sogna både i 2013 og i 2018. Datagrunnlaget fra den første fiskeundersøkelsen 2013 var begrenset, så det var derfor behov for en ny undersøkelse i 2018 hvor det ble brukt både garn og elektrofiske for å sikre nok materiale. I tillegg ble vandringshinder, artssammensetning, populasjonssammensetning, og mulige nye prøvetakingslokaliteter i Sogna og Leira kartlagt bredt i 2018, med befaring og litteratursøk i forkant av prøveinnsamlingen. Basert på informasjonen som ble samlet inn, ble det utarbeidet en ny prøvetakingsplan. Undersøkelsen i 2018 og 2021 er basert på denne nye planen.

Norconsult AS har i 2021 på vegne av OSL samlet inn prøver av fisk, vann og påvekstalger fra elvene Sogna og Leira (se Tabell 1-1). Denne rapporten oppsummerer resultatene fra prøveinnsamlingen, og beskriver metode og begrunner valg av prøvestasjoner, samt art og prøvematriks. Rapporten er utarbeidet av Norconsult AS. Feltarbeidet og prøvetaking i Leira og Sogna ble gjennomført i perioden juli og august 2021, ved fiskebiologer Øistein Preus Hveding og Eirik Bjerke Thorsen.

Feltarbeidet omfattet elektrofiske, garnfiske og uttak av fiskeprøver for PFAS- og metallanalyser. I tillegg ble det gjennomført innsamling av påvekstalger og vannprøver, samt utført feltmåling av vanntemperatur og pH, ved alle stasjoner både i Leira og Sogna. Det ble ikke samlet inn sedimentprøver i 2021.

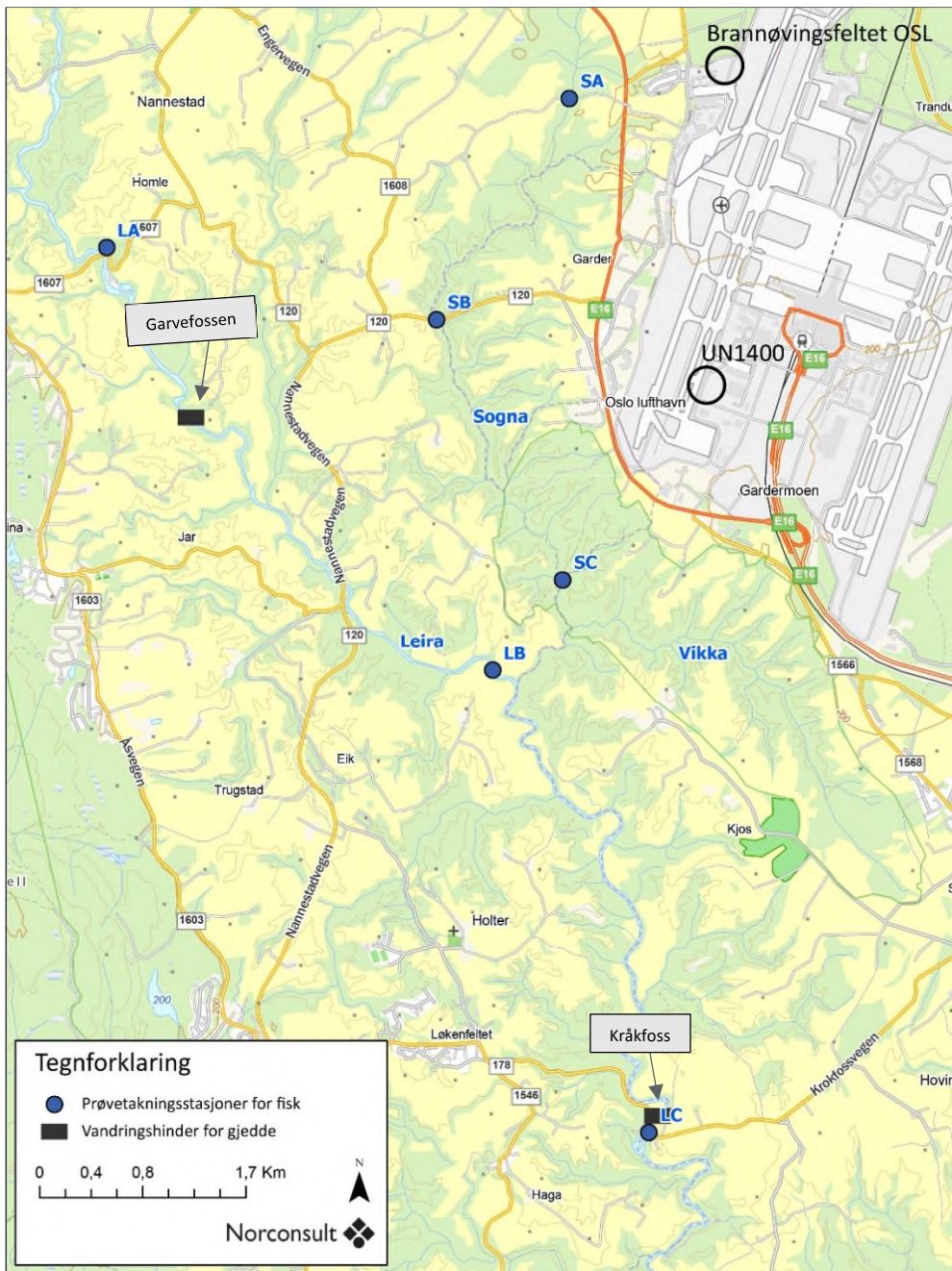
Oppdraget omfattet i tillegg undersøkelser av grytehullsjøer ved prøvetaking og analyse av totalt algevolum og artssammensetning (PTI, *Phytoplankton Trophic Index*) i Aurtjern og Danielsetertjern. Dette omtales ikke ytterligere i denne rapporten, da det skal utarbeidet et eget resultatnotat på dette.

Tabell 1-1. Oversikt over oppdragets omfang av feltarbeid og analyser i 2021.

Lokalitet	Stasjon	Feltarbeid	Beregning/analyser
Sogna	SA	Elektrofiske, påvekstalger (PIT), vannprøver	Tetthet, PFAS, metaller
Sogna	SB	Elektrofiske, påvekstalger (PIT), vannprøver	Tetthet, PFAS, metaller
Sogna	SC	Elektrofiske, påvekstalger (PIT), vannprøver	Tetthet, PFAS, metaller
Leira	LA	Garnfiske, påvekstalger (PIT), vannprøver	PFAS, metaller
Leira	LB	Garnfiske, påvekstalger (PIT), vannprøver	PFAS, metaller
Leira	LC	Elektrofiske, påvekstalger (PIT), vannprøver	Tetthet, PFAS, metaller
Aurtjern Danielseterstjern	Grytehullsjøer ved OSL	Innsamling av planteplankton med hovtrekk	Analyse av tot. algevolum og artssammensetning (PTI).

2 Områdebeskrivelse

Elvene Sogna og Leira ligger inn under vannområdet Leira-Nitelva, og begge vassdragene er å betrakte som leireelver på grunn av naturlig erosjon av store mengder leire og silt (marin havavsetning). Begge elvene er påvirket av erosjon, diffus avrenning fra jordbruk, spredt avløp, bebyggelse og infrastruktur. Både Sogna og Leira ligger nært lufthavnsområdet (Figur 2-1). Det er etablert tre prøvestasjoner både i Sogna og Leira. Kråkfoss og Garvefossen er antatte vandringshinder for gjedde i Leira.



Figur 2-1. Oversiktskart over alle prøvestasjoner for Leira og Sogna i 2021.

2.1 Fiskesamfunnet i Leiravassdraget

Det er registrert over 20 arter ferskvannsfisk i de nedre delene av Leira opp til Kråkfoss. Fisk fra Øyeren vandrer opp til Kråkfoss hvor det er et naturlig vandringshinder. Det er store bestander av karpefisk som utgjør et felles variert fiskesamfunn med Nordre Øyeren. Øyeren med tilløpselvene fra nord regnes som kjerneområdet for utbredelse av gjørs og asp i Norge. Den lille ørretbestanden som finnes i vassdraget, benytter sidebekker som Sogna, som gyte- og oppvekstområde, og vandrer ut i Leira som voksne. Dette kan også være tilfelle for enkelte arter karpefisk (Brabrand, 1992).

Det er et vesentlig skille på antallet fiskearter i vassdraget ved Kråkfoss. Oppstrøms Kråkfoss til neste vandringshinder finner man minimum åtte arter, men det kan antakelig være snakk om flere udokumenterte arter. Kunnskapen om fiskesamfunnet i Leira, og sidevassdrag som Sogna, med tanke på vandring, samt kartlagte gyte- og oppvekstområder er i dag fortsatt meget begrenset. I biotaundersøkelsene i Leira og Sogna i 2018 og 2021 er det fanget, og analysert prøver av følgende fiskearter:

Ørret (*Salmo trutta*) finnes i hele vassdraget, men opptrer i størst tetthet oppover i vassdraget. Ørret er avhengig av rennende vann og grus/steinsubstrat for å gyte. Gyteperioden er om høsten og dietten består gjerne av bunndyr, dyreplankton og landinsekter. Større fisk er ofte fiskepisende.

Gjedde (*Esox lucius*) er topp-predator i Leira, og finnes nedstrøms helt fram til før Kråkfoss, som er et naturlig vandringshinder. Gjedde holder til på steder med mye vegetasjon og siv, og den er en glupsk rovfisk med skarpe tenner som spiser det meste den kommer over av andre fisker, frosker, vånd og mindre vadefugler. Gjedda er en svært hurtig fisk som kan gjøre lynraske utfall mot byttedyr. Den er derimot ikke en særlig utholdende svømmer. Om vinteren trekker gjeddene ofte ut på dypere vann. Gytetiden er i periode april-mai.

Stam (*Leuciscus cephalus*) gyter sent i mai på sand- eller grusbunn i rennende vann, helst blant vegetasjon. Dietten består av bunndyr, insekter og vegetasjon. Større stam tar også småfisk og andre byttedyr. Tidligere undersøkelser fra Leira viste at stam hadde en gjennomsnittslengde på ca. ca. 12 cm ved 3 år, ca. 20 cm ved 5 år, og ca. 27 cm ved 8 år (Grande, 1972). Undersøkelser fra Nedre Leira i 1992 viste at mage- og tarminnholdet i stam for det meste besto av mudder med påvekstalger og noe bunndyr, vesentlig fjærmygglarver og bunnlevende vannlopper (*chydoridae*) (Brabrand, 1992).

Gullbust (*Leuciscus leuciscus*) lever hovedsakelig i elver og i nærheten av innløp og utløp i innsjøer. Kan av og til oppholde seg i brakkvann. Gullbusten lever av insekter, krepsdyr og planter, og den svømmer ofte i store stimer. Gytingen foregår i april-mai på grus eller sandbunn.

Laue (*Alburnus alburnus*) er registrert i Leira nedstrøms Kråkfoss. Arten gyter i juni-juli på grunt vann med steinbunn. Tidligere undersøkelser fra Leira viste at laue hadde en gjennomsnittslengde på ca. 12 cm ved 5 år (Grande, 1972).

2.2 Vannkvalitet

Sogna og Leira ligger inn under vannområdet Leira-Nitelva, og begge vassdragene er å betrakte som leireelver på grunn av naturlig erosjon av store mengder leire og silt (marin havavsetning). Begge elvene er påvirket av erosjon, diffus avrenning fra jordbruk, spredt avløp, bebyggelse og infrastruktur.

Den delen av Leira som omfattes i denne undersøkelsen er Leira Kringler-Kråkfoss (ID: 002-3961-R). Vannforekomsten er registrert med *moderat* økologisk tilstand grunnet moderat tilstand for bunndyr. Kjemisk tilstand er klassifisert som *dårlig* som følge av høye nivåer av perfluoroktansulfonat (PFOS) i vann i 2015-2021 (NVE, 2022).

Sogna med tilhørende sidebekker er i Vann-nett registrert som vannforekomst Sogna-Vikka (ID 002-604-R). Vannforekomsten er registrert med *dårlig* økologisk tilstand grunnet dårlig tilstand for begroingsalger og høye nivåer av næringsstoffer (fosfor og nitrogen). Det er også registrert forhøyede konsentrasjoner av flere vannregionspesifikke stoffer, herunder enkelte PFAS-forbindelser, fra prøvetaking av vann i 2015-2021 og biota (ørret, 2018) (NVE, 2022). Kjemisk tilstand er klassifisert som *dårlig* som følge av svært høye nivåer av det prioriterte stoffet perfluoroktansulfonat (PFOS) i vann (2015-2021) og biota (ørret, 2018). Konsentrasjoner av PFOS i vann viser en gjennomsnittlig verdi på 270 ng/l, noe som er betydelig over miljøkvalitetsstandard AA-EQS for PFOS i ferskvann på 0,65 ng/l. Høyeste målte konsentrasjon er 1100 ng/l (2015-2021).

2.3 Rekreasjon og fritid

Sogna renner gjennom et frodig ravinlandskap med rikt dyreliv, og det er etablert en merket natursti langs deler av vannforekomsten. Avinor har ikke kjennskap til at Sogna benyttes til bading eller fritidsfiske, eller at det er noen fiskeressurser av betydning i Sogna. Norges jeger- og fiskerforbund kartla i 2001 gytebekker for ørret i Nannestad kommune, og det ble vurdert at Sogna fungerte dårlig som gytebekk på grunn av liten vannføring, sedimentasjon av gyteplasser og lite skjul i bunnsubstratet.

Leira er imidlertid ansett som en god fiskeelv. Ifølge Utmarksavdelingen for Akershus og Østfold sin forvaltningsplan fra 2001 ble det fisket mye i Leira tidligere, og fiskeressursen var en viktig del av matauken for de som bodde i området. Bruken av fisk i Leira til mat har avtatt gradvis siden 1950-tallet, men det er store mengder fisk i Leira også i dag. Under et prøvefiske som ble gjennomført av utmarksavdelingen i 2001, ble det påvist ørret, ørekyte, steinulke, gjedde, niøye, gulbust og stam.

På bakgrunn av analysene av fisk som ble gjennomført i 2013 (Avinor, 2013), vurderte Mattilsynet at det ikke var grunnlag for å gå ut med kostholdsrad for Sogna og Leira. Bakgrunnen for vurderingen var at Sogna ikke fremsto som aktuell for fritidsfiske og at PFOS-konsentrasjonene i fisk i Leira ikke var særlig høye.

2.4 Kilder til PFAS

Følgende kilder til avrenning av PFAS fra OSL er vurdert.

Brannøvingsfeltet på OSL

Brannøvingsfeltet på OSL har historisk sett trolig vært den største kilden til PFAS-forurensning i Sogna og Leira (se Figur 2-1), og gjennom mange år pågikk det spredning av PFAS fra brannøvingsfeltet (BØF) til Leiravassdraget via grunnvannstransport. Grunnvannet under brannøvingsfeltet drenerer i sydvestlig retning med en hastighet på om lag 30-100 m pr. år, og etter ca. 500 m strømmer grunnvannet ut i en ravinebekk som har Sogna som nærmeste resipient. Sogna renner ut i Leira ca. 5 km etter samløpet med ravinebekken.

Spredningen av PFAS fra BØF ble stanset i 2015, da det ble etablert et grunnvannsrenseanlegg som fungerer som en barriere for PFAS-forurensningen. Fordi det tar lang tid før grunnvannet fra BØF når frem til ravinebekken (ca. 5-15 år) er det fortsatt ikke mulig å se effekten av anlegget, og PFAS-konsentrasjonene som måles i vann, sedimenter og fisk i dag reflekterer den historiske spredningen av PFAS fra BØF. Mengden PFAS som har blitt spredd fra BØF til Leiravassdraget frem til 2015, er ikke kjent, men beregninger viser at det var ca. 105 kg gjenværende PFOS i grunn og grunnvann på feltet i 2016.

Steinmagasin UN1400 på OSL

En annen mulig kilde til PFAS-forurensning i Sogna og Leira er steinmagasin UN1400. Ved et uhell ble steinmagasinet tilført om lag 5,7 kg PFOS i 2010. Fra steinmagasinet ble forurensningen spredd videre til grunn og grunnvann. I 2014 ble det etablert et pumpe- og renseanlegg for å hindre spredning av det PFAS-forurensede grunnvannet, men noe PFAS kan ha blitt spredd i perioden 2010-2014. Grunnvannet under steinmagasinet drenerer i sydlig retning ned mot elva Vikka som er en sideelv til Sogna. Det er i underkant av 2 km fra steinmagasinet til Vikka, og grunnvannet har en estimert hastighet på 70 m pr. år. Det vil derfor ta ca. 25 år før forurensningen når Leiravassdraget, og det er derfor svært usannsynlig at PFAS fra steinmagasinet har bidratt til PFAS-forurensning i Sogna og Leira på nåværende tidspunkt. Et eventuelt PFAS-bidrag til Sogna fra steinmagasinet vil være vesentlig lavere enn bidraget fra BØF.

Andre kilder

Det er kartlagt andre mulige kilder til PFAS-forurensning i Sogna, Vikka og Leira. Det kan være punktutslipp fra industri som har benyttet PFAS i produksjon, eller som har benyttet PFAS i tilknytning til brannvern på industriområdet, utslipp fra kommunale avløpsrenseanlegg, eller utslipp av overvann til elvene. Det kan også være diffuse utslipp via overflateavrenning og grunnvann fra områder der det er benyttet PFAS-holdig slam på jordbruksareal, sigevann fra deponier og sigevann fra brannøvingsområder. Bidraget fra disse kildene antas å være betydelig lavere enn bidraget fra brannøvingsfeltet.

3 Prøvetakingsplan 2021

Prøvetakingsplan for innsamling av biota og vannprøver i Leira og Sogna i 2021 er vist i Tabell 3-1. Arter, prøvematriks, analyseparameter og prøvestasjoner er ytterligere beskrevet i Tabell 3-2.

Tabell 3-1. Prøvetakingsplan oversendt fra Avinor for undersøkelser i Leira og Sogna høsten 2021.

Matriks	Art	Analyse	Antall prøver per stasjon	Kommentar
Biota	Hel-fisk (f.eks. steinsmett)	PFAS biota Metaller biota	3	Kun hvis det ikke fanges ørret
	Muskelprøve av ørret		5	
	Hel-fisk av ørret		5	Minimum 10 g for enkeltanalyse av fisk
	Muskelprøve av gjedde		5	
	Hel-fisk av gjedde		5	
	Påvekstalger (PIT)		1	
Vann	Ufiltrerte vannprøver	PFAS vann Metaller TOC	1	
	Påvekstalger (PIT)		1	

Tabell 3-2. Oversikt over ønsket art/matriks, antall prøver og parameter for alle stasjoner i Leira og Sogna høsten 2021.

	Prøvetakingsmatriks					Parameter	
	Ørret	Gjedde	Ørret/gjedde ikke fanges)	Annen fisk (kun dersom ørret/gjedde ikke fanges)	Vann (ufiltrert)		Påvekstalger (PIT)
Antall prøver pr. stasjon	5	5	3	1	1		
SA 2018 (kun elektrofiske)	x				x	x	Lengde, vekt, metaller, temp., pH, ledningsevne
SB 2018 (kun elektrofiske)	x				x	x	Se over
SC 2018 (kun elektrofiske)	x			x	x	x	Se over
LA 2018 (garn)	x			x	x	x	Se over
LB 2018 (garn)		x		x	x	x	Se over
LC 2018 (kun elektrofiske)	x	x		x	x	x	Se over

3.1 Biota

Hensikten med å samle inn prøver fra ørret (*Salmo trutta*) fra Sogna og Leira i 2013 og 2018 var å kunne sammenligne PFAS-nivåene i ørret fra tidligere undersøkelser. I tillegg har det vært ønskelig å sammenligne resultatene fra de ulike stasjonene i Leiravassdraget, for kunne vurderes opp mot hverandre med hensyn til fortykning nedover vassdraget. Det har også vært et mål å kunne sammenligne forurensningssituasjonen i Leiravassdraget med forurensningssituasjonen andre steder.

Ørret er vurdert som godt egnet for biologisk overvåkning av eksponering for PFAS over tid. PFAS binder seg til proteinrikt vev, og til rogn i kjønnsmodne individer. Den viktigste næringen til ørret i ferskvann er insekter, bunndyr, dyreplankton og småfisk. Hvis den når en viss lengde kan den gå over på fiskediett og bli en mer uttalt rovfisk i næringsnettet. Ørret er derfor godt egnet til å påvise bioakkumulering i næringskjeden.

I 2018 var det ønskelig at helfiskprøver av ørreten skulle analyseres for PFAS. Bakgrunnen for dette var at PFAS-forurensningen i Sogna og Leira først og fremst fremsto som en risiko for økosystemet, og at fokuset derfor burde være å beskytte topppredatorer som f.eks. gjedde. PFAS-konsentrasjoner målt i helfiskprøver ble vurdert opp mot grenseverdien i vannforskriften, satt med hensyn til beskyttelse av topppredatorer ($QS_{sec,pois}$), som er på 33 µg/kg våtvekt. En annen grunn til å bruke helfiskprøver i 2018 var at ørreten som tidligere hadde blitt fanget i Sogna, var for liten at man kunne ta ut muskel- og leverprøver.

På bakgrunn av at uttaket av fisk i 2021 ble begrenset kun til Leira, og at materialet som ble fanget inn var svært lite og at individene som ble tatt var store, ble det i 2021 kun tatt ut muskelprøver fra ørret. Dette omfattet også gjedde, stam og gullbust som ble tatt ut fra stasjon LB i Leira. En annen medvirkende årsak til å bruke muskelprøver, er at det fiskes betydelig med ørret på aktuelle stasjoner i Leira, spesielt ved den store lett tilgjengelige stasjon LA, ved Holmedal bru. Dette ble tydeliggjort i forbindelse med feltarbeidet i august 2021, da 6 utsatte garn ved stasjonen LA ble stjålet over natten av fritidsfiskere.

Det har også vært ønskelig å analysere for PFAS i gjedde (*Esox lucius*) og annen relevant karpfisk i Leira (f.eks. stam og vederbuk) for å få en indikasjon på PFAS-konsentrasjonene i potensiell matfisk, samt for å få en indikasjon på PFAS-eksponeringen i fisk på et høyere trofisk nivå. Gjerdde er topp-predator i Leira, og vurdert som meget godt egnet for biologisk overvåkning av eksponering for PFAS over tid. I tillegg var det større sannsynlighet for å fange gjerdde enn ørret ved utløpet til Sogna i Leira, og prøver av gjerdde kunne derfor brukes til å vurdere PFAS-konsentrasjonene i fisk som lever nært PFAS-kilden i Leira. Det ble tatt ut flere prøver av gjerdde og karpfisk i Leira i 2021, sammenlignet med uttaket i 2018. Årsaken var at fangsten ved LB var bedre i 2021.

For analyser av gjerdde og karpfisk, er det også muskelprøver som analyseres, da dette er den delen av fisken som blir spist av mennesker. PFAS-konsentrasjonen i muskelprøver er vurdert opp mot grenseverdien i vannforskriften på **9,1 µg/kg** våtvekt, som er satt med hensyn til human helse (EQS_{biota}). En annen grunn til å bruke muskelprøver i gjerdde var at det var praktisk utfordrende å analysere helfiskprøver av større gjerdder.

3.2 Vann og sediment

Det ble tatt vannprøver for analyser av PFAS og metaller ved alle stasjoner (se Tabell 3-2). I henhold til prøvetakingsplanen (Tabell 3-1) skal det gjennomføres PFAS-analyser av vannprøver for å vurdere PFAS-konsentrasjoner i fisk opp mot PFAS i vannmiljøet.

Det ble ikke samlet inn sedimentprøver høsten 2021.

4 Prøvestasjoner og feltgjennomføring

Det ble i forbindelse med biotaundersøkelsene og utforming av ny prøvetakingsplan i 2018 etablert tre prøvestasjoner for fisk i Sogna, og tilsvarende tre stasjoner for fisk i Leira. Alle disse stasjonene ble fulgt opp med nye undersøkelser av vannkvalitet, påvekstalter og fisk i 2021. Under følger en oppsummering med visualisering av habitatene og beskrivelse av feltgjennomføringen i 2021 ved de enkelte stasjonene.

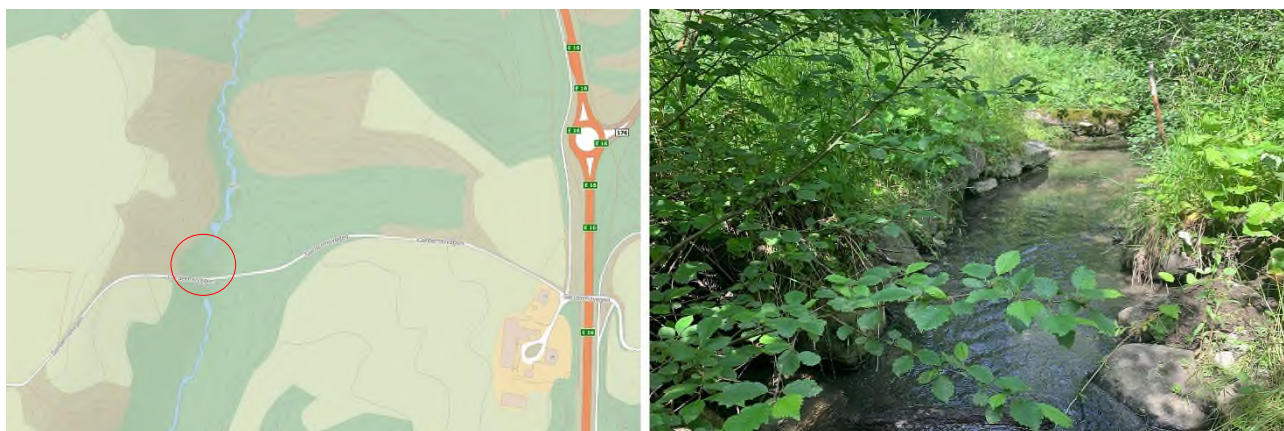
4.1 Sogna

Ut fra tidligere erfaringer fra biotaundersøkelser i 2013 og 2018, har det vist seg å være svært vanskelig å samle inn nok ørret fra Sogna til å få et godt datagrunnlag for tetthetsberegning og uttak for PFAS-analyse. Årsaken til dette er at populasjonen av ørret i Sogna er vurdert som liten og sårbar (Norconsult, 2022). Avinor søkte derfor i mai 2021 Miljødirektoratet om fritak fra krav om prøvetaking av biota i Sogna i 2021.

Bestanden av ørret i Sogna er vurdert som sårbar, og uttak ved prøvefiske anses som uheldig for bestanden. Det er heller ikke andre fiskearter eller annen biota som er aktuell for prøvetaking i Sogna. Miljødirektoratet uttrykte i sin tilbakemelding på søknaden at de var enige i Avinor sin vurdering om å unngå uttak av ørret i Sogna. Avinor ble allikevel bedt om å vurdere alternativer til prøvetaking av biota, som grunnlag for en klassifisering av tilstand etter vannforskriften (Norconsult, 2021). I forbindelse med fiskeundersøkelsene ved tre stasjoner i Sogna i 2021 ble det derfor kun elektrofisket med tanke på oppfølging av undersøkelsene i 2018 med påvisning av fisk og tetthetsestimater om mulig.

Stasjon SA

Adkomsten til stasjon SA i Sogna (Figur 4-1) er via Kneppe Gård. Stasjonen ligger nærmest PFAS-kilden på brannøvingsfeltet på OSL. Levevilkårene for fisk er vurdert som meget dårlig på grunn av lav vannføring og leirete bunnsubstrat. I tillegg er fremkommeligheten langs fiskestrekningen svært dårlig. Sogna er ledet i en relativt lang kulvert under Gardermovegen ved stasjonen. Mye tyder på at kulverten utgjør et absolutt vandringshinder. Vassdraget ser ut til å være steinsatt oppstrøms veien og disse kantene med stor stein utgjør i utgangspunktet svært gode skjulmuligheter for fisk. Likevel er det svært lite fisk her, vi har kun observert en ørret i flukt under elektrofiske både i 2018 og i 2021. Med mindre kulverten legges om for å fordre oppgang av fisk anbefales ingen tiltak i dette området.



Figur 4-1. Stasjon SA i Sogna. Rød ring viser område som ble elektrofisket i 2021.

Stasjon SB

Adkomsten til prøvestasjon SB i Sogna (Figur 4-2) er via fylkesvei 120. Stasjonen ligger nedstrøms for SA, men har betydelig bedre levetilstand for ørret fordi vannstrømmen er høyere og bunnsubstratet fastere med grus og stein. Substratet er betydelig grovere med stor stein (150-300 mm). Mindre fraksjoner og egnet gytesubstrat, ser imidlertid ut til å være lite utbredt, men noe finnes sporadisk. Det ble fanget tre ørreter her under elektrofisket i 2018, men ingen fisk ble observert i 2021.



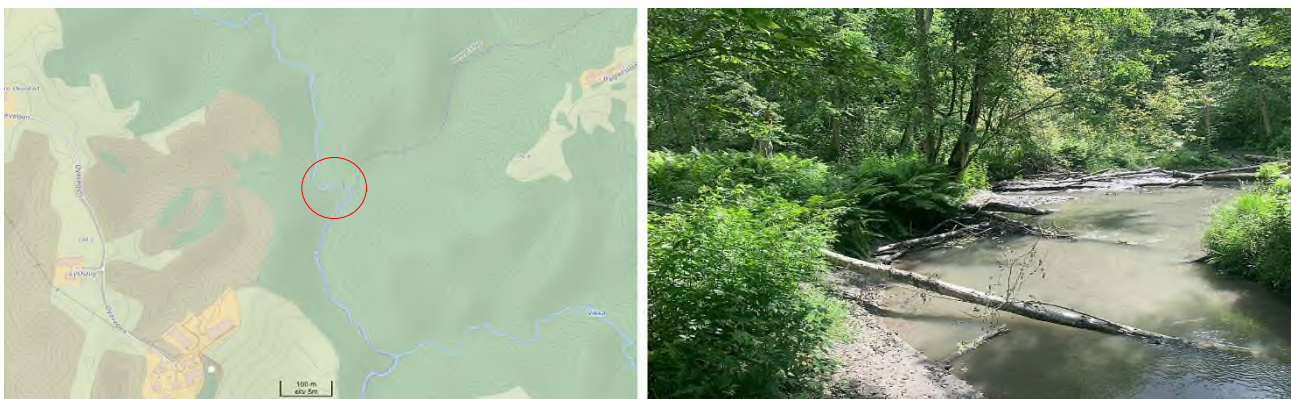
Figur 4-2. Stasjon SB i Sogna. Rød ring viser område som ble elektrofisket i 2021.



Figur 4-3. Ved stasjon SB nedstrøms Fv. 120 er det større vannhastighet og grovere substrat, sammenlignet med SA.

Stasjon SC

Adkomsten til prøvestasjonen er via naturstien sør for østre rullebane på OSL, ca. 1,5 km til fots. Stasjonen ligger nedstrøms SB, men oppstrøms for samløpet med elva Vikka. Her er det meget leirete bunnssubstrat ved stasjonen og tidvis lav vannføring. Området utgjør et spesielt ravinelandskap med sammenhengende leire- og mudderbanker langs elva, store nedfallstrær og tett kantvegetasjon. I 2013 ble det fanget syv ørret her, og i 2018 ble fangsten fire ørret, tre laue og en stingsild. I 2021 ble det kun fanget en ørret på 245mm, og observert tre ørreter i flukt.



Figur 4-4. Stasjon SC i Sogna. Rød ring viser område som ble elektrofisket i 2021.



Figur 4-5. Stasjon SC i Sogna. Den naturlige gravingen i Sogna utgjør vel 135 tonn leire hvert år.

4.2 Leira

Fiskesamfunnet i Leira er variert, og består av gjedde og en rekke karpesfiskerter i tillegg til ørret. Forholdene er stedvis veldig varierende, og deler av vassdraget er veldig preget av nedfall og partikkeltransport.

Stasjon LA

Adkomst til prøvestasjonen var fra Homledal bru. Stasjonen er en referansestasjon, og hensikten med å samle inn fisk fra denne stasjonen er å vurdere resultater oppstrøms, mot PFAS-konsentrasjonen i fisk nedstrøms i påvirket sone. Stasjon LA ligger oppstrøms for utløpet til Sogna og vandringshinderet for gjedde. Det er antatt god tetthet av ørret her, og det er enkelt å sette ut garn eller eventuelt elektrofiske.



Figur 4-6. Stasjon LA i Sogna. Rød stiple linje viser område hvor det ble satt garn i 2021.

Garnsetting på stasjon LA skulle vise seg å bli utfordrende i 2021. I forbindelse med oppstart den 18. august, ble alle garn i kulpen rett oppstrøms Homledal bru stjålet i løpet av natten. Denne strekningen av elva er tilknyttet eiendommen Homledalsvegen 46, 2030 Nannestad. Grunneier Camilla Ljunggren Karlsen ble følgelig kontaktet i rett etterkant av hendelsen, og i forbindelse med neste forsøk den 31.08, ble det sørget for avsperring av tilkomst ned til elva for å forsøke å hindre at det samme skjedde en gang til. Samarbeidet med grunneier her var meget godt. Total fangst ved stasjon LA i 2021 ble tre ørreter (se Figur 4-7 under).



Figur 4-7. Ny garnsetting og fangst ved andre forsøk den 31. august på stasjon LA i Leira.

Stasjon LB

Adkomst til stasjonen er fra gårdstun på Eiksvegen. Det var ca. 500 meter å gå fra gårdstunet og ned til Leira, og grunneiere på gården er godt informert og positivt innstilt til arbeidet. Stasjonen ligger like nedstrøms utløpet til Sogna, og her er det vurdert til å være gode muligheter for å fange gjedde og annen større matfisk med garn. Det ble satt til sammen 10 garn ved stasjon LB i 2021 (se rød linje i Figur 4-8). På tross av garninnsatsen ble tatt kun tre gjedder, fire stam og en gullbust. Basert på tidligere erfaringer ved denne stasjonen, blant annet fisket i 2018 og tilleggsfiske etter gjedde våren 2019 (Avinor, 2019), vet vi at det trolig er en begrenset bestand av gjedde i området. Erfaringer vi har gjort med garnsetting ved LB tidligere har vist at det er potensielt meget risikabelt å jobbe med garn i Leira. Leira drar med seg enorme mengder organisk materiale som stokker, slam og hele trær. Dette kan hekte seg opp i garnene, og kan gjøre utsetting og opptrekk risikabelt.



Figur 4-8. Stasjon LB i Sogna. Rød stiplet linje viser område hvor det ble satt garn i 2021.



Figur 4-9. Utsett og opptrekk av garn er en stor utfordring ved stasjon LB blant annet grunnet flytende stokker.



Figur 4-10. Fangst av gjedde og karpefisk (stam og gullbust) ved LB var bedre i 2021, sammenlignet med 2018.

Stasjon LC

Adkomst til prøvestasjonen er fra bro på Kråkfoss. Stasjonen ligger nedstrøms vandringshinder for gjedde, og det har vært antatt at god tetthet av ørret i kulpene langs fossen er mulig. Hensikten med å samle inn ørret fra denne stasjonen var å sammenligne PFAS nivåene i ørret fra Sogna og Leira. Prøvetakingen gjennomføres med elektrofiske over et større område rett nedstrøms brua (Figur 4-11). Selv om forholdene tilsynelatende har virket gode ved LC, har fangsten vært minimal. Dette er likevel den stasjon vi har hatt best resultat ved for elektrofiske både i 2018 og 2021. Fangsten i 2018 var åtte ørret og tre Laue, og i 2021 ble det tatt kun fem ørreter mellom 146 – 245mm.



Figur 4-11. Stasjon LC i Leira. Rød stiplede linje viser samlet området som ble elektrofisket ved Kråkfoss i 2021.

5 Metode

5.1 Fisk

Garnfiske

Det ble benyttet ferskvannsgarn (1,5 m x 25 m) i grått eller rødt nylon med line med korkelement i topp og synkelodd i bunn i maskevidder på hhv. 29, 35 og 45mm. Garnene ble heftet sammen i serier på to og to, og forankret i nedfallstrær eller greiner fra trær i eller ovenfor elvebredden. Det ble benyttet i alt 20 garn totalt, dvs. 5 serier ved hhv. LA og LB. Garn ble satt på ettermiddag, og trukket påfølgende formiddag.

Elektrofiske

Elektrofiske i Sogna ble utført etter metodebeskrivelse i NS-EN ISO14011, samt etter anbefalinger i NINA Rapport 488 (Forseth & Forsgren, 2008). Det ble brukt fiskeapparat fra produsent TERIK (mod. FA-4) for kvantitativt overfiske, og apparatspanningen ble justert etter ledningsevne ved den enkelte prøvestasjon.

Elektrofisket danner grunnlag for å estimere bestandstetthet, samt lengde- og årsklassefordeling, innenfor et definert areal. Normalt skal det tas ut et utvalg innen representative lengdegrupper for å bestemme alder ved bruk av otolitter. Dette ble imidlertid ikke gjort i denne undersøkelsen, da ingen ørret skulle tas ut fra Sogna høsten 2021. All fisk ble målt for lengde, og parameter som kjønn og stadier ble vurdert om mulig.

Elektrofisket ble utført rett før gytetiden for ørret i regionen. Innsamling av fisk i denne perioden ble likevel vurdert som forsvarlig grunnet kortvarig eksponering for strøm begrenset til et grovt overfiske i et avgrenset område over en kort tidsperiode. Det ble i tillegg prioritert å fiske i strykstrekninger der det var mulig, for derved å unngå forstyrrelser i større kulper hvor gytefisk typisk samler seg. Det er i utgangspunktet antatt en svak produksjon i både Sogna og Leira. Det ble derfor vurdert som lite sannsynlig at vesentlig gyteoppgang i vassdraget ville forekomme ved aktuelle stasjoner i tidsrommet for gjennomføringen av elektrofisket.

I tillegg ble alle relevante forhold ved stasjonene dokumentert med den hensikt å kartlegge de fysiske forholdene ved prøvetakingstidspunktet. Temperatur og pH ble i tillegg registrert ved alle stasjoner med en HANNA Instruments HI98127 temperatur og pH-måler.

Aldersbestemmelse av fisk

For karpefisk og gjedde ble hodet tatt vare på for aldersbestemmelse. Hodet ble lagt i kokende vann i noen minutter for å få skilt de enkelte beinstrukturene fra hverandre. Det er forskjell mellom fiskeartene med tanke på hvilke beinstrukturer som egner seg best for aldersanalyse. For karpefiskene ble gjellelokket (operculum) vurdert til å være den mest anvendelige beinstrukturen, på grunn lesbarheten. For gjedde er det vingebenein (metapterygoid) som egner seg best, av samme grunn, som vist av Sharma og Borgstrøm (2007).

For all ørret fanget i Leira ble alder bestemt ved vurdering av otolitter (ørresteiner). Otolitten er en liten beinstruktur som sitter midt foran skallen på fisken. Denne skjæres ut og lagres i papirkonvolutt for seinere aldersanalyser. Alder bestemmes ved å telle definerte soner i otolitten, Sonene er knyttet til fiskens vekst, og ofte vil det dannes en smal og litt gjennomsiktig sone om vinteren, og en bredere, hvitaktig sone om sommeren. Derfor snakker man om sommersoner og vinterasoner, som til sammen representerer vekstår.

5.2 Påvekstalger

Alger er hurtigvoksende organismer som responderer relativt raskt på endringer i vekstbetingelsene. De er derfor en velegnet organismegruppe for å vurdere belastningen av f.eks. næringssalter til vannforekomster. I rennende vann utvikler det seg ikke samfunn av planktoniske alger, slik vi finner i innsjøer. I bekker og elver undersøker vi derfor heller såkalte begroingsalger eller påvekstalger. Dette er alger som vokser på en eller annen form for substrat, som steiner, pinner, andre planter o.l.

Det foregår en intern konkurranse mellom ulike arter som i stor grad styres av miljøfaktorene temperatur, lys, pH, næringsforhold og beiteaktivitet. I og med at mange faktorer påvirker denne konkurransen kan vi ikke forvente å finne de samme artene på to ulike lokaliteter selv om tilgangen til fosfor skulle være identisk. PIT-indeksen (*Periphyton Index of Trophic status*), som vi i Norge benytter for å vurdere trofigrad i rennende vann, er derfor bygget opp slik at ulike arter har blitt gitt en indeksverdi ut fra hvor vanlige de er å påtreffe i henholdsvis næringsfattige og næringsrike systemer. Dermed kan to helt ulike samfunn av påvekstalger kunne gi samme økologiske tilstand.

Feltprosedyre

Påvekstalger ble samlet inn etter metode beskrevet i siste versjon av Miljødirektoratets veileder 02:2018 for klassifisering av miljøtilstand i vann, i tråd med NS-EN 15708:2009. En strekning på ca. 10 meter ble undersøkt. Mikroskopiske alger ble samlet ved å børste av overflaten (ca. 8 x 8 cm) på ti steiner med en liten håndskrubbe, hver med en diameter på 10-20 cm. Prøvene ble tilsatt Lugols løsning i felt for konservering før lagring. Alle prøvene ble analysert av Norconsult AS.

Indekser for tilstandsvurdering

Klassifisering ble gjort ved bruk av PIT-indeksen. Prinsippet for klassifisering er at ulike arter er gitt indeksverdi etter toleranse. Endelig klassifisering gjøres videre på bakgrunn av gjennomsnittlig indeksverdi. PIT-indeksene avdekker belastning av næringssalter. I denne undersøkelsen har alle bekkene et kalsiuminnhold på over 1 mg/l, og da er klassegrensene som angitt i Tabell 5-1 under.

PIT-indeksen (*Periphyton Index of Trophic status*), som vi i Norge benytter for å vurdere trofigrad i rennende vann, er derfor bygget opp slik at ulike arter har blitt gitt en indeksverdi ut fra hvor vanlige de er å påtreffe i henholdsvis næringsfattige og næringsrike systemer. Dermed kan to helt ulike samfunn av påvekstalger kunne gi samme økologiske tilstand. For PIT-indeksen (eutrofiering) gjelder det generelt at utregnede verdier strekker seg over en skala fra 1,87 til 68,91, hvor lave PIT-verdier tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT-verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold).

Tabell 5-1. Klassegrenser for PIT i lok. med kalsiuminnhold > 1 mg/l og for AIP i lok. med kalsiuminnhold på 1 - 4 mg/l.

Kvalitets-element	Referanseverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Påvekstalger (PTI)	6,71	< 9,69	9,69 – 16,18	16,18 – 31,34	31,34– 46,50	> 46,50

5.3 Analyser

Prøvemateriale for vann og fisk ble levert ved prøvemottak hos Eurofins i Moss.

Fisk

For analysefisk ble lengde (snute til halepiss) og vekt registrert ved bruk av målestav og en KERN Fob digital vekt. Kjønn og mageinnhold ble registrert for hvert individ der det var mulig. Uttak av muskelprøver ble utført ved å skjære ut et passende snitt med skalpell fra øverst ved ryggfinnen og ned langs ryggraden. Deretter ble et rent stykke ($\geq 20\text{g}$) skåret ut og kontrollveid før lagring. Prøvene ble oppbevart i merkede i rilsanposer ved -18°C før analyse. Engangshansker av nitril ble benyttet i hele prosessen for å unngå krysskontaminering mellom prøver.

Muskelprøver av fisk ble analysert for 22 forbindelser av PFAS. For analyser av PFAS var det tilstrekkelig med 10 g for prøver av muskel.

Muskelprøver ble analysert for metaller, der det var tilstrekkelig med prøvemateriale. For metallanalyser var 20 g prøvemateriale minimum.

Prøvene ble analysert av Eurofins AS ved bruk av standardpakke for metallanalyser i biota. Følgende åtte metaller ble analysert: arsen (As) bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), Sink (Zn), nikkel (Ni), kvikksølv (Hg). Analyseresultatene ble vurdert iht. føringer gitt i «Forskrift om visse forurensede stoffer i næringsmidler», oppsummert i NIFES (2015), jmf. EUs gjeldende grenseverdier for metaller ved omsetting og inntak (TDI) av sjømat (Tabell 5-2).

Tabell 5-2. EUs grenseverdi for miljøgifter i omsatt sjømat.

Metaller	EUs grenseverdi for miljøgifter i omsatt sjømat* (filet, våtvekt)	TDI** (tolerable inntaksverdier)		
		Tidsperiode	Pr. kg kroppsvekt	Pr. 70 kg kroppsvekt
Kadmium (Cd)	0,05 mg/kg	Uke	2,5 $\mu\text{g}/\text{uke}$	175 $\mu\text{g}/\text{uke}$
Kvikksølv (Hg)	0,5 mg/kg	Uke	4 $\mu\text{g}/\text{uke}$	
Bly (Pb)	0,3 mg/kg	-	-	-
Kobber (Cu)	-	Dag	0,5 mg/dag	35 mg/dag

* Grenseverdier gjelder for kommersiell omsetting av sjømat.

** Grenseverdier gjelder for totalt inntak pr. tidsenhet/kroppsvekt.

Vann

Vannprøver (ufiltrert) ble tatt etter standard metode og oppbevart i egnet prøvetakningsemballasje før analyse. Alle vannprøver ble analysert ved Eurofins AS som er akkreditert for de aktuelle analysene. Vann ble analysert for 23 PFAS-forbindelser, suspendert stoff (SS) og totalt organisk karbon (TOC).

Alger og plankton

Påvekstalger og planteplankton ble artsbestemt og kvantifisert i eget laboratorium hos Norconsult.

5.4 Klassifisering av PFAS-konsentrasjoner

For PFAS-konsentrasjoner i fiskeprøvene fra de ulike stasjonene i Leira er resultatet for hver enkelt fisk presentert (se Tabell 6-2). Grunnet lite materiale fra Leira, og manglende uttak av fisk fra Sogna i 2021, er ikke resultatet presentert med gjennomsnitt og standardavvik, slik det ble gjort for resultatene i 2018.

For resultatene i 2018 ble PFOS-konsentrasjoner i helfiskprøver sammenlignet med grenseverdien i vannforskriften $QS_{sec.pois}$, som er på 33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. PFOS-nivåene fra muskelprøvene ble sammenlignet med grenseverdien i vannforskriften EQS_{biota} , som er på **9,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$** våtvekt. For prøvene i 2021 er derfor resultatene kun vurdert mot EQS_{biota} , da det ikke er analysert helfiskprøver i 2021.

Med utgangspunkt i at uttaket av ørret ble begrenset til Leira i 2021, og at det ble fanget inn svært få og større individer, ble det kun analysert muskelprøver fra ørret i 2021. Dette omfattet også muskelprøver fra gjedde, stam og gullbust som ble fanget på stasjon LB. En annen medvirkende årsak til denne vurderingen er at det i dag foregår betydelig med fritidsfiske av ørret i Leira, spesielt ved den lett tilgjengelige stasjon LA ved Holmedal bru, som er en velkjent fiskeplass lokalt.

EQS vs. TWI/TDI

Miljøkvalitetsstandard i organismer (EQS_{biota}) er kun satt for PFOS (og dets derivater) i fisk. For PFOS er EQS-verdi i fisk satt til **9,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt**. Denne EQS verdien er basert på 10 % av tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS som av EFSA i 2008 ble satt til 150 ng/kg kroppsvekt /dag (NIBIO, 2015).

I en risikovurdering i 2018 fastsatte EFSA nye midlertidige tålegrenser for stoffene PFOA og PFOS. Midlertidig tålegrense (gitt som TWI - tolerabelt ukentlig inntak) for PFOS er 13, og for PFOA 6 ng/kg kroppsvekt per uke (omregnet til TDI PFOS (13/7 =) 1,86 ng/kg kroppsvekt per dag PFOA (6/7 =) 0,86). Tålegrensene var midlertidige på bakgrunn av at det er spørsmål i vurderingen som var uavklarte, og at det skulle gjøres en vurdering om å innføre samlede tålegrenser for flere PFAS-forbindelser (EFSA, 2018a og b).

I 2020 fastsatte EFSA ny TWI for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS på **4,4 ng/kg** kroppsvekt per uke (4,4/7= 0,63 ng/kg kroppsvekt per dag) (EFSA, 2020).

Nye TWI/TDI verdier kan ha innvirkning på eller føre til endring av EQS-verdier. Resipienter og biota som til nå ikke har blitt regnet som betydelig påvirket av PFAS kan derfor få endret status.

Konsentrasjonsintervaller

I denne rapporten er det for konsentrasjonsinndeling av ΣPFAS innhold i muskelprøver av fisk benyttet fire konsentrasjonsintervaller ($\mu\text{g}/\text{kg}$) som gitt med farger i Tabell 5-3 under.

Øvre konsentrasjonsgrense tilsvarer EQS biota.

Tabell 5-3. Konsentrasjonsintervaller for innhold av ΣPFAS i biota.

Konsentrasjoner i biota ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
<LOQ
LOQ-5
5-9,1
>9,1

6 Resultater

I 2021 ble det kun innhentet fisk fra Leira, ettersom det ble besluttet å ikke ta ut fisk fra den sårbare ørrepopulasjonen i Sogna. Tre ørret ble fanget fra prøvestasjon LA, og fire stam, én gullbust og tre gjedder fra prøvestasjon LB, samt fem ørreter fra prøvestasjon LC. Muskelprøver av fisken ble analysert for PFAS og metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, sink, nikkel og kvikksølv. Se komplett oversikt over prøver av fisk med vekt, lengde og aldersestimat i Tabell 6-1. For Gjedde varierte alder mellom 3 – 6 år, og alle store Stam var 11 år, foruten et mindre individ som ble vurdert til 5 år. For ørret varierte alder mellom 1 - 3 år.

Figur 6-1. Typisk ravinelandskap for Leiravassdraget ved stasjon SC i Sogna.



Tabell 6-1. Komplet oversikt over analyserte muskelprøver med lengde, vekt og alder for fisk fanget i Leira i 2021.

Dato	Lokalitet	Stasjon	Metode	Art	Prøvekode	Vekt (g)	Lengde (mm)	Alder	Analyser*
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S01	640	375	11	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S02	760	385	11	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S03	760	400	11	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Stam	ENGM-LB2018-S04	171	245	5	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gullbust	ENGM-LB2018-GU01	48	170	6	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gjedde	ENGM-LB2018-G01	680	460	3	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gjedde	ENGM-LB2018-G02	1580	610	6	PFAS, metaller
6.7	Leira	LB	Garn	Gjedde	ENGM-LB2018-G03	1180	565	6	PFAS, metaller
27.8	Leira	LA	Garn	Ørret	ENGM-LA2018-Ø01	222	290	3	PFAS
27.8	Leira	LA	Garn	Ørret	ENGM-LA2018-Ø02	65	197	2	PFAS
27.8	Leira	LA	Garn	Ørret	ENGM-LA2018-Ø03	208	270	3	PFAS, metaller
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø01	168	245	3	PFAS, metaller
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø02	90	195	2	PFAS
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø03	56	164	1	PFAS
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø04	66	185	1	PFAS
7.7	Leira	LC	Elektrofiske	Ørret	ENGM-LC2018-Ø05	38	146	1	PFAS

* Det ble ikke utført metallanalyser for samtlige muskelprøver, da det ble levert for lite materiale til lab. for enkelte prøver.

6.1 PFAS i fisk 2021

Det er kun analysert PFAS-forbindelser i muskelprøver i 2021. Komplette oversikt over resultatet for PFAS i alle enkeltprøver i 2021 framkommer i Tabell 6-2, og gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS og Σ PFAS i fisk fra Leira fanget i 2021 er vist i Figur 6-2 og Figur 6-3. PFOS var den dominerende PFAS-forbindelsen i prøvene, og utgjorde mellom 0,442 – 33,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ av PFAS-konsentrasjonen i fiskeprøvene fra Leira. Det er derfor valgt å fokusere på PFOS og Σ PFAS i den videre resultatfremstillingen.

Nivåer av PFAS i 2021

Gjennomsnittskonsentrasjonen av Σ PFAS og PFOS i ørret fra referansestasjonen (LA) viste lave verdier under $\text{EQS}_{\text{biota}}$. Det var ingen klar sammenheng mellom ørretens alder/kroppsstørrelse, og innholdet av PFAS i muskelprøven. I to av ørretene var PFOS den dominerende PFAS-forbindelsen med 100%, mens i prøve LA-Ø01 utgjorde PFOS 20% av Σ PFAS.

Konsentrasjonen av PFAS i muskelprøver av gjedde (11,7 – 34,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$) og stam (12,5 - 18,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$) fra Leira (LB) oversteg $\text{EQS}_{\text{biota}}$. Høyere konsentrasjoner av PFAS i gjedde var ventet, da arten er en topp-predator i fiskesamfunnet i Leira og vesentlig forskjeller i fysiologi og næringsøk gjør at gjedde eksponeres for og akkumulerer PFAS-forbindelser i større grad enn stam. Det var ikke noe klar sammenheng mellom alder/kroppsstørrelse og innholdet av PFAS innad mellom samme art ved prøvestasjon LB-2018.

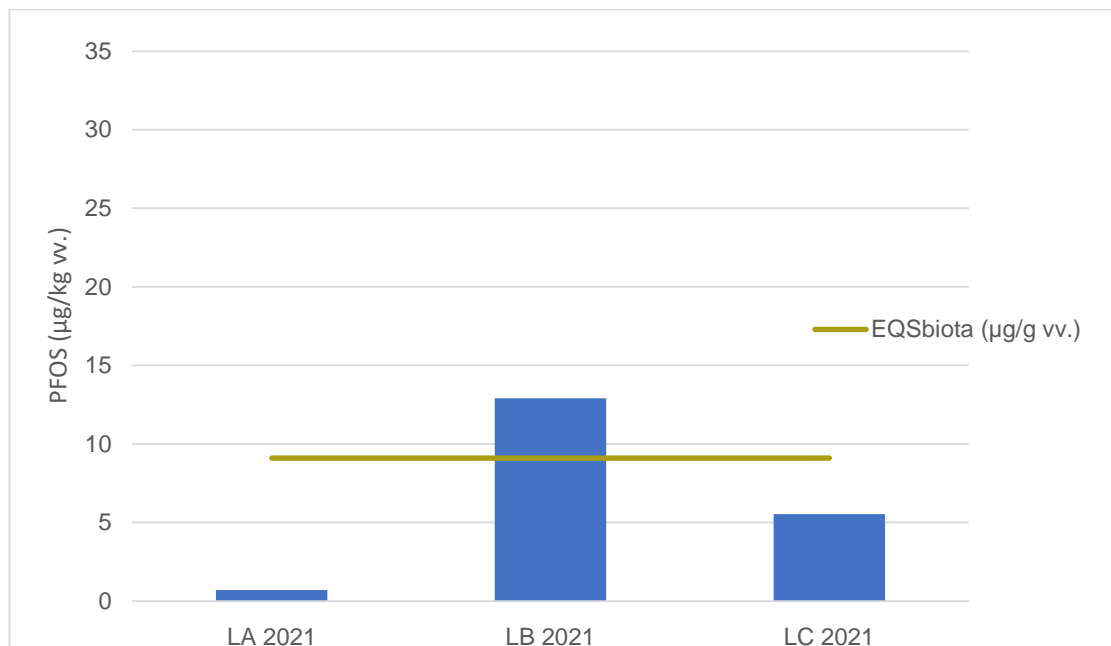
PFAS-konsentrasjonen i ørret (4,8 – 7,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$) fra prøvestasjon LC var under $\text{EQS}_{\text{biota}}$, med unntak av ett individ (LC-Ø02) hvor det ble påvist 12,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ PFAS. Individ LC-Ø02 veide 90 g, i motsetning til de resterende individene som veide mellom 38 - 66 g.

I tre av muskelprøvene utgjorde også fluortelomer sulfonat (6:2 FTS) en større andel av sum PFAS, sammenlignet med de resterende prøvene.

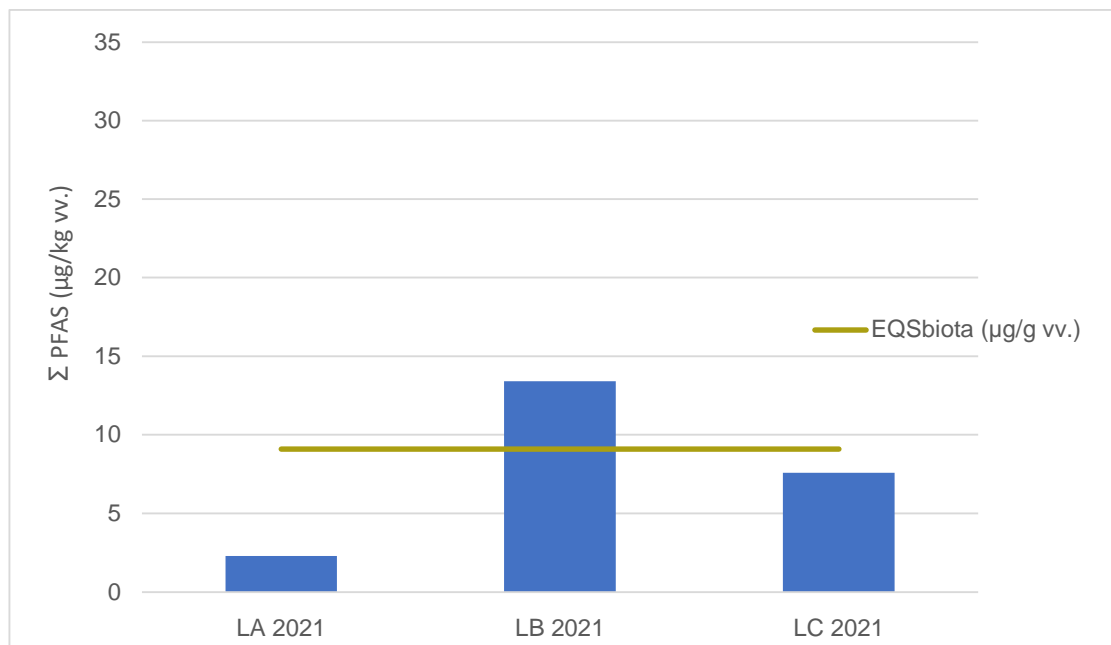
PFAS-nivåer ved ulike prøvestasjoner

Σ PFAS og PFOS-konsentrasjonen i ørret fra stasjon LC var i snitt henholdsvis 3,5 og 8 ganger høyere enn konsentrasjonene i ørret fra referansestasjon LA. Ørret fra LA var imidlertid eldre/veide mer enn ørreten fra LC, og resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare.

PFOS-konsentrasjonene i muskelprøver av gjedde og stam ble ikke sammenlignet med konsentrasjonene i prøver av ørret på grunn meget forskjellig fysiologi og levevis mellom artene.



Figur 6-2. Gjennomsnittlig konsentrasjon av PFOS i fisk fra ulike prøvestasjoner i 2021.



Figur 6-3. Gjennomsnittlig konsentrasjon av ΣPFAS i fisk fra ulike prøvestasjoner i 2021.

6.2 Sammenligning med 2018

En komplett oppsummering av resultatene fra fiskeundersøkelsen i Leira i 2018 er vist i Tabell 6-2. I 2018 ble analysene av ørret gjennomført på helfiskprøver, mens innholdet av PFAS og metaller i ørret fra 2021 ble analysert kun ved bruk av muskelprøver. Resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare, og man må ta utgangspunkt i at helfiskprøver normalt vil gi høyere konsentrasjoner enn muskelprøver, da høye verdier av PFAS er forventet i lever.

Det ble tatt muskelprøver av gjedde og stam både i 2018 og 2021. Stam fra prøvestasjon LB i 2021 inneholdt ΣPFAS over den påviste konsentrasjonen i stam fra 2018. Gjeddene som ble innhentet fra prøvestasjon LB i henholdsvis 2018 og 2021, viste omtrentlig samme konsentrasjon for ΣPFAS. Konsentrasjonen av ΣPFAS i gjedde og stam fra 2018 og 2021 er presentert i Figur 6-2 og Figur 6-3 over.

Undersøkelser i Leira i 2018 viste konsentrasjoner av PFOS i muskelprøver fra gjedde på 19,9 og 22,4 µg/kg, som er over EQS_{biota}. Uthevede verdier i Tabell 6-2 er konsentrasjoner over EQS_{biota} (9,1 µg/kg vv).

Tabell 6-2. Samlet resultatoversikt over PFAS i fisk fra tre stasjoner i Leira i 2018 (uthevede verdier er ≥ EQS_{biota}).

Stasjon	Prøverefereanse	År	Art	Prøvematriks	PFOS (µg/kg)	ΣPFAS eksl. LOQ (µg/kg)	Lengde (mm)	Vekt (g)
LA	LA-Ø01-HF	2018	Ørret	Helfisk	0,3	1,1	290	206
LA	LA-Ø02-HF	2018	Ørret	Helfisk	2,1	2,8	295	215
LA	LA-Ø03-HF	2018	Ørret	Helfisk	4,1	6,7	235	136
LA	LA-Ø04-HF	2018	Ørret	Helfisk	1,8	2,3	210	97
LA	LA-Ø05-HF	2018	Ørret	Helfisk	1,4	1,4	185	58
LA	LA-Ø06-HF	2018	Ørret	Helfisk	0,8	0,8	225	93
LB	LB-G01-M	2018	Gjedde	Muskel	22,4	22,4	555	1142
LB	LB-G02-M	2018	Gjedde	Muskel	19,9	19,9	595	1426
LB	LB-S01-M	2018	Stam	Muskel	6,2	6,18	450	1062
LC	LC-Ø01-HF	2018	Ørret	Helfisk	28,0	31,8	137	28
LC	LC-Ø02-HF	2018	Ørret	Helfisk	6,8	6,8	100	10
LC	LC-Ø03-HF	2018	Ørret	Helfisk	11,5	11,5	100	11
LC	LC-Ø04-HF*	2018	Ørret	Helfisk	85,9	87,8	107	15
LC	LC-Ø05-HF	2018	Ørret	Helfisk	5,7	6,2	98	9
LC	LC-Ø06-HF	2018	Ørret	Helfisk	9,3	9,3	112	15
LC	LC-Ø07-HF	2018	Ørret	Helfisk	10,5	10,5	135	27
LC	LC-Ø08-HF	2018	Ørret	Helfisk	7,9	8,4	95	10
LC	LC-Ø09-HF	2018	Ørret	Helfisk	17,9	20,4	100	11

* Kun prøve LC-Ø04-HF var over grenseverdien QS_{sec,pois} (33µg/vv) i vannforskriften.

Ørret innhentet fra referansestasjon LA i 2021 viste lignende konsentrasjoner som ørret fra LA i 2018, mens ørret fra prøvestasjon LC viste lavere konsentrasjoner i 2021 enn i 2018. Prøvene av ørret i 2018 var imidlertid helfiskprøver, mens ørretprøvene i den foreliggende undersøkelsen var muskelprøver, og resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare.

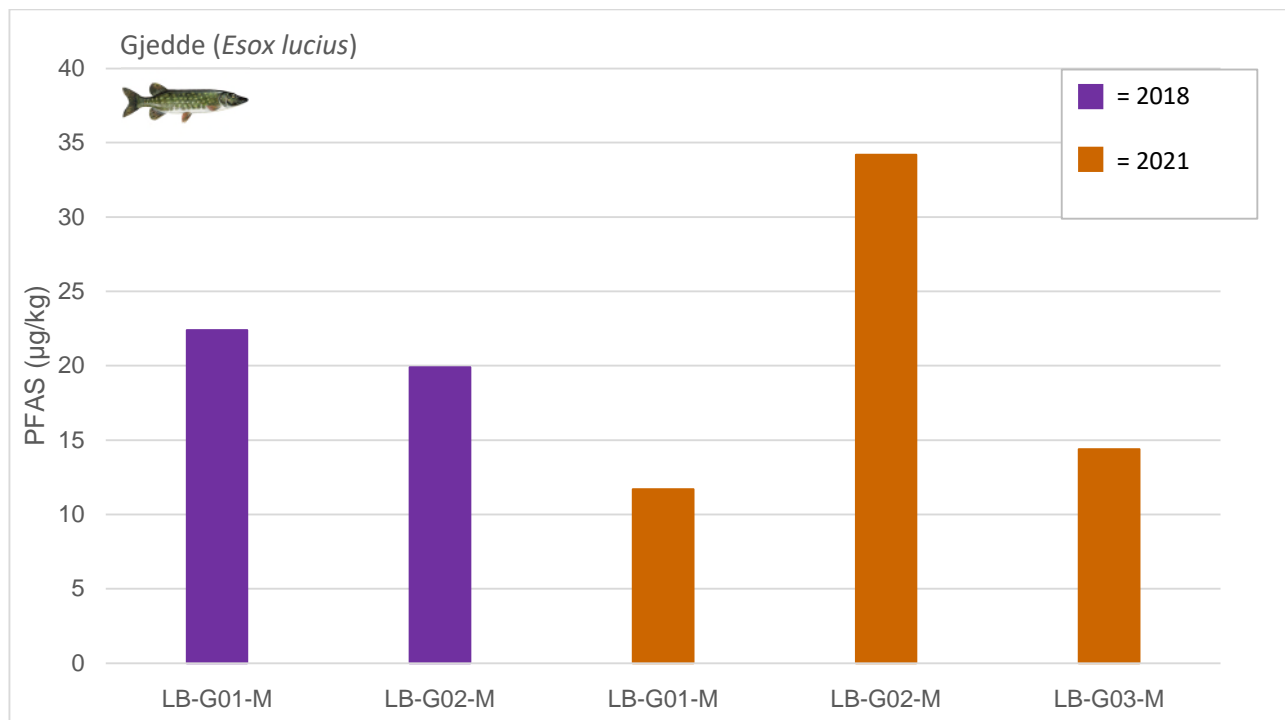
Undersøkelser i Leira i 2021 viste konsentrasjoner av PFOS i muskelprøver fra gjedde på 34,2, 14,4 og 11,7 µg/kg, og alle godt over EQS_{biota}. For stam ble det funnet konsentrasjoner opptil 17,9 µg/kg, som er betydelig høyere enn den ene muskelprøven som ble analysert i 2018 til 6,2 µg/kg.

Det er få analyser både i 2018 og 2021, og basert på resultatene i datagrunnlaget fra begge år er det vanskelig å si om nivået av PFAS i fisk fra Leira viser en nedadgående eller oppadgående trend sammenlignet med analyseresultatene fra 2018.

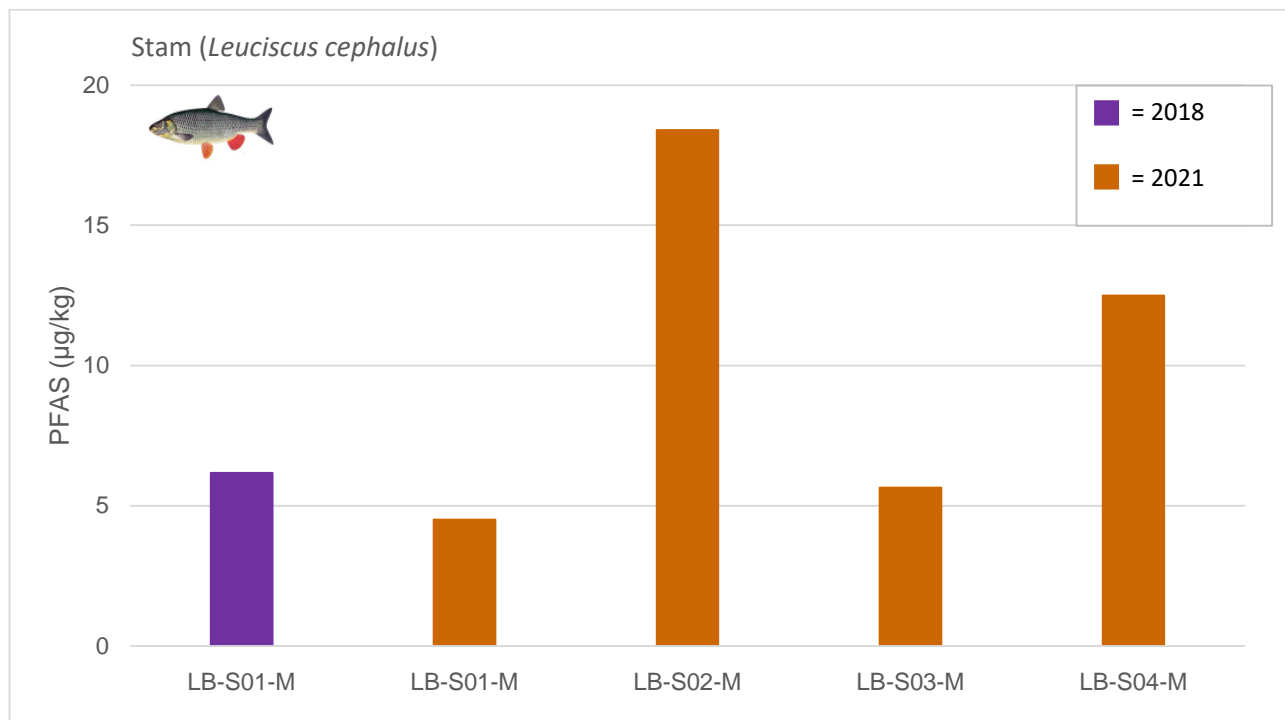
Tabell 6-3. Samlet resultatoversikt over PFAS i fisk fra tre stasjoner i Leira i 2021 (uthevede prøver er \geq EQS_{biota}).

Stasjon	Prøverefranse	År	Art	Prøvematriks	PFOS (µg/kg)	ΣPFAS ekskl. LOQ (µg/kg)	Lengde (mm)	Vekt (g)
LA	LA2018-Ø01	2021	Ørret	Muskel	1,15	5,86	290	222
LA	LA2018-Ø02	2021	Ørret	Muskel	0,442	0,442	197	65
LA	LA2018-Ø03	2021	Ørret	Muskel	0,551	0,551	270	208
LB	LB2018-G01	2021	Gjedde	Muskel	11,4	11,7	460	680
LB	LB2018-G02	2021	Gjedde	Muskel	33,4	34,2	610	1580
LB	LB2018-G03	2021	Gjedde	Muskel	14,1	14,4	565	1180
LB	LB2018-S01	2021	Stam	Muskel	4,26	4,51	375	640
LB	LB2018-S0	2021	Stam	Muskel	17,9	18,4	385	760
LB	LB2018-S03	2021	Stam	Muskel	5,32	5,65	400	760
LB	LB2018-S04	2021	Stam	Muskel	12,4	12,5	245	171
LB	LB2018-GU01	2021	Gullbust	Muskel	4,43	5,89	170	48
LC	LC2018-Ø01*	2021	Ørret	Muskel	-	-	245	168
LC	LC2018-Ø02	2021	Ørret	Muskel	5,94	12,9	195	90
LC	LC2018-Ø03	2021	Ørret	Muskel	6,13	7,02	164	56
LC	LC2018-Ø04	2021	Ørret	Muskel	4,63	4,75	185	66
LC	LC2018-Ø05	2021	Ørret	Muskel	5,48	5,64	146	38

* Muskelprøve LC-Ø01-M ble kun analysert for metaller, og ikke PFAS-forbindelser, grunnet utilstrekkelig prøvemengde.



Figur 6-4. PFAS-konsentrasjoner i enkeltprøver av muskel fra gjedde fra LB i Leira i 2021, sammenlignet mot 2018.



Figur 6-5. PFAS-konsentrasjoner i enkeltprøver av muskel fra stam fra LB i Leira i 2021, sammenlignet mot 2018.

6.3 Metaller i fisk

Konsentrasjonene av metaller i fiskeprøvene fra Leira var generelt lave (Tabell 6-4). Nikkel, bly og kadmium var under kvantifiseringsgrensen (LOQ) ved alle målestasjonene. Alle målte verdier av metaller i fisk (oppgitt i mg/kg) var under EUs grenseverdi for miljøgifter i omsatt sjømat (Tabell 6-5).

Resultatet indikerer at oppkonsentrering av metallforurensing i fisk ikke er et problem i Leira.

Undersøkelsen indikerer at det er liten sammenheng mellom fiskens størrelse og innhold av metaller, men datagrunnlaget er imidlertid for lite til å kunne komme med en tydelig konklusjon.

Tabell 6-4. Metallkonsentrasjoner (mg/kg) i muskelprøver av fisk fra prøvestasjon LA, LB og LC i Leira i 2021.

Prøve ID	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Sink (Zn)	Nikkel (Ni)	Kvikksølv (Hg)
LA2018-Ø03	0,2	<0,05	<0,01	0,4	<0,05	5,5	<0,1	0,1
LB2018-S01	<0,10	<0,05	<0,01	0,2	0,09	3,4	0,1	0,22
LB2018-S02	<0,10	<0,05	<0,01	0,3	<0,05	4,8	<0,1	0,11
LB2018-S03	<0,10	<0,05	<0,01	0,3	<0,05	4,2	<0,1	0,45
LB2018-S04	<0,1	<0,05	<0,01	0,2	<0,05	5,7	<0,1	0,17
LB2018-G01	<0,10	<0,05	<0,01	<0,1	<0,05	3,2	<0,1	0,40
LB2018-G02	0,2	<0,05	<0,01	<0,1	<0,05	3,1	<0,1	0,2
LB2018-G03	0,20	<0,05	<0,01	0,2	<0,05	5,2	<0,1	0,26
LC2018-Ø01	<0,10	<0,05	<0,01	0,3	<0,05	5,6	<0,1	0,05

Tabell 6-5. EUs grenseverdi for miljøgifter i omsatt sjømat.

Metaller	EUs grenseverdi for miljøgifter i omsatt sjømat* (filet, våtvekt)	TDI** (tolerable inntaksverdier)		
		Tidsperiode	Pr. kg kroppsvekt	Pr. 70 kg kroppsvekt
Kadmium (Cd)	0,05 mg/kg	Uke	2,5 µg/uke	175 µg/uke
Kvikksølv (Hg)	0,5 mg/kg	Uke	4 µg/uke	
Bly (Pb)	0,3 mg/kg	-	-	-
Kobber (Cu)	-	Dag	0,5 mg/dag	35 mg/dag

* Grenseverdier gjelder for kommersiell omsetting av sjømat.

** Grenseverdier gjelder for totalt inntak pr. tidsenhet/kroppsvekt.

6.4 Vannprøver

PFAS

PFAS og PFOS-konsentrasjonen i vannprøver fra Sogn og Leira er vist i Tabell 3 og Figur 8 og 9.

PFOS var den PFAS-forbindelsen som utgjorde størst andel av Σ PFAS i hhv. Sogna og Leira. Det er derfor valgt å fokusere på PFOS og Σ PFAS i den videre resultatfremstillingen.

PFAS og PFOS-konsentrasjonen i vannprøvene fra Sogna var hhv. 40 og 70 ganger høyere enn i vannprøvene fra Leira, noe som tyder på sterk fortynning fra Sogna til Leira.

PFOS-konsentrasjonene oversteg grenseverdien i vannforskriften (**0,65 ng/l**) i alle vannprøvene, med unntak av prøver fra LA-2021 og LB-2021.

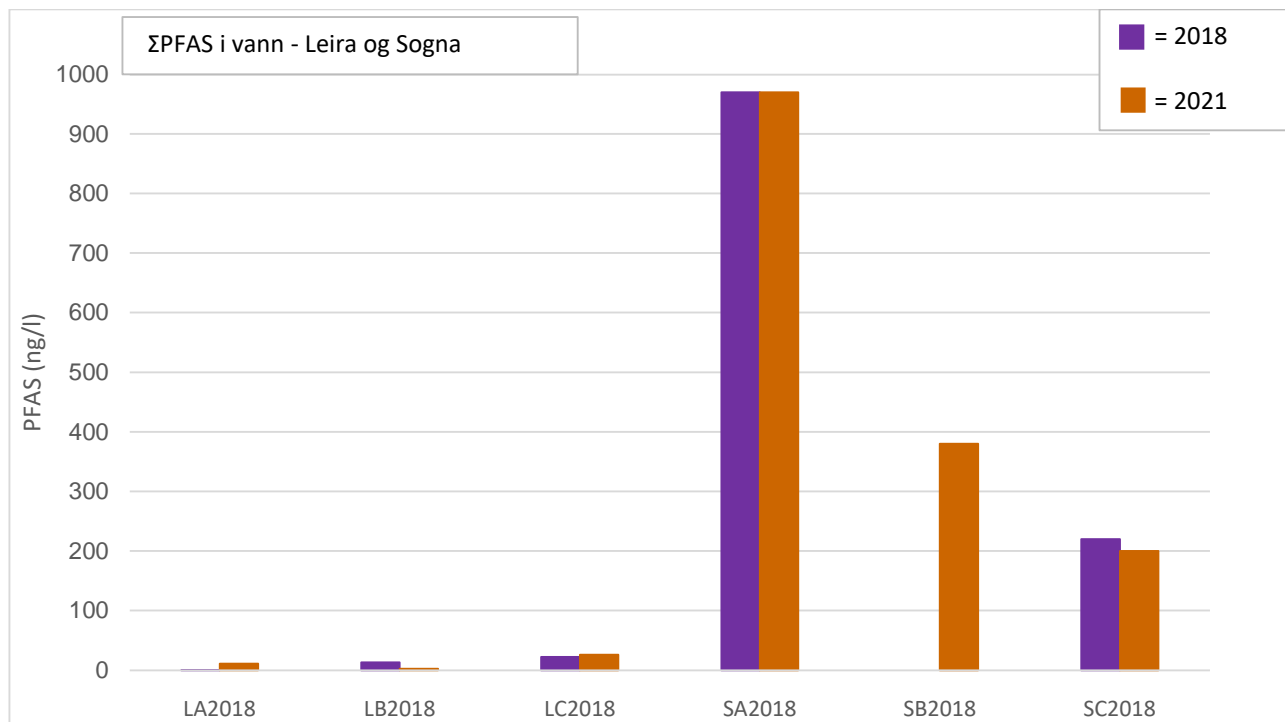
Vannprøvene innhentet fra Sogna og Leira i hhv. 2018 og 2021 viste omtrentlig likt innhold av PFAS og PFOS (Tabell 6-6). Innholdet av total organisk karbon (TOC) var noe høyere i 2021 enn i de analyserte vannprøvene i 2018.

Basert på datagrunnlaget kan en konkludere med at PFAS-konsentrasjonen i Sogna og Leira ikke har avtatt i tidsperioden 2018 til 2021.

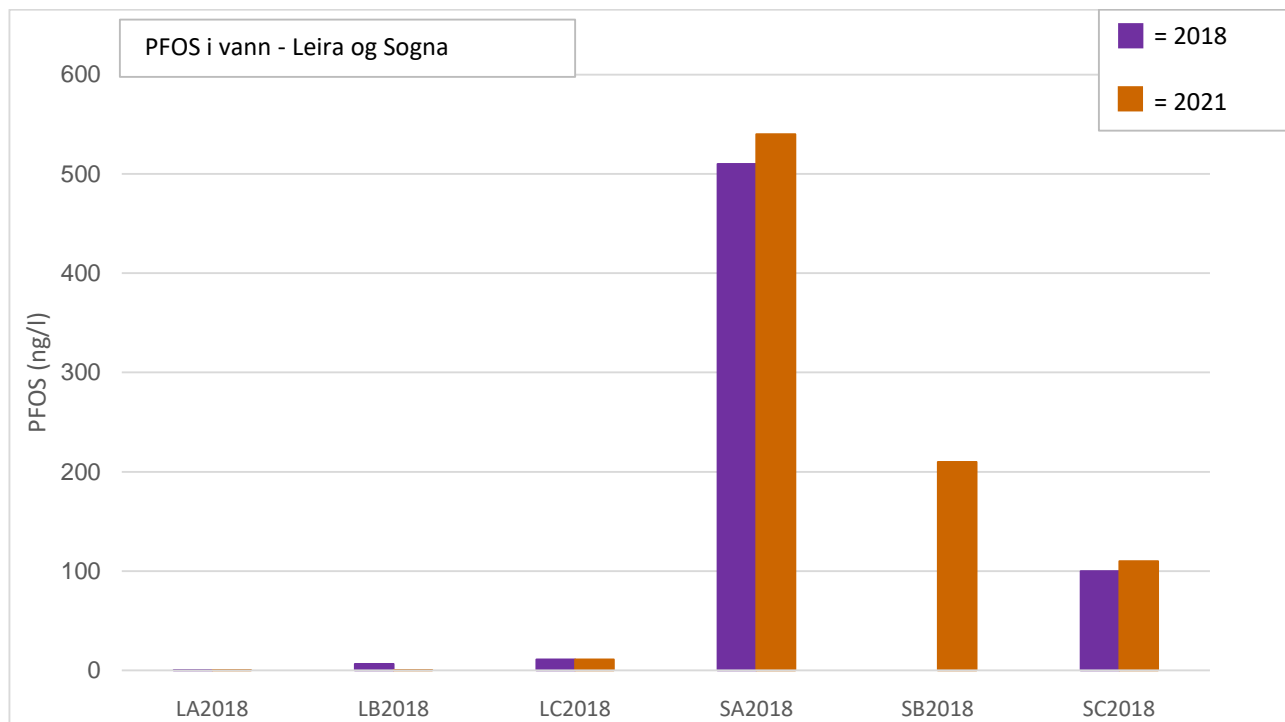
Tabell 6-6. Oppsummering av resultatene fra PFAS og Σ PFOS for vannprøver fra Sogna og Leira i 2018 og 2021.

Prøvestasjon	PFOS (ng/l)		Sum PFAS (ng/l)		Total organisk karbon (mg/l)	
	2018	2021	2018	2021	2018	2021
SA-2018	510	540	970	970	2,2	3,5
SB-2018*	-	210	-	380	-	4,6
SC-2018	100	110	220	200	1,9	5
LA-2018	0,1	0,22	0,15	11	3,2	4,6
LB-2018	6,3	0,24	13	2,4	3,3	4,9
LC-2018	11	11	22	26	3,1	<0,3

* Det ble ikke tatt vannprøver ved stasjon SB i 2018.



Figur 6-6. ΣPFAS i vannprøver (enkeltprøver) fra Leira og Sogna i 2018 og 2021.



Figur 6-7. PFOS i vannprøver (enkeltprøver) fra Leira og Sogna i 2018 og 2021.

Metaller

Analyseresultatene av metaller i vannprøvene er oppsummert i Tabell 4. Det var generelt meget lave konsentrasjoner av metaller i vannprøvene både fra Sogna og Leira, og ingen av de målte konsentrasjonene oversteg miljøkvalitetsstandarden AA-EQS. I hovedsak var det lavere konsentrasjoner i Leira enn i Sogna. Vannprøver er et øyeblikksbilde og det er derfor hensiktsmessig å sammenligne dataen med tidligere gjennomførte undersøkelser for å kunne gjøre en helhetlig vurdering av resultatene. Vannprøvene fra 2018 ble ikke analysert for metaller, så det er ikke noe sammenligningsgrunnlag for metaller i vannprøver.

Tabell 6-7. Oppsummering av metallanalysene av vannprøver fra Sogna og Leira i 2021. EQS viser grensen for overskridelse av miljøkvalitetsstandarden. Verdiene er oppgitt i µg/l.

Prøvereferanse	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Sink (Zn)
AA-EQS	0,5	1,2	0,04	7,8	3,4	0,047	11
LA2018	0,24	<0,20	<0,010	0,53	0,51	< 0,005	2,4
LB2018	0,28	0,26	0,011	0,63	0,7	< 0,005	2,7
LC2018	0,44	0,24	<0,010	1,0	0,75	< 0,005	<2,0
SA2018	0,39	0,35	0,032	1,2	<0,50	< 0,005	2,3
SB2018	0,41	0,28	0,015	1,4	0,79	< 0,005	2,3
SC2018	0,57	0,73	0,029	2,1	0,87	< 0,005	3,4

6.5 Påvekstlger

I forbindelse med de biologiske undersøkelsene i Leiravassdraget høsten 2021, ble det tatt prøver av påvekstlger ved alle stasjoner både i Leira og i Sogna (se Tabell 6-8). Rikelig med lys og tilgjengelig fosfor, er avgjørende faktorer for påvekstlger. Tilførsel av næringsstoffer i vannforekomsten (eutrofiering) avgjør hvilken tilstandsklasse påvekstlger havner i. Med tanke på forholdene i vassdraget er det også viktig å påpeke at påvekstlger har vist seg å ikke responderer negativt på leirepåvirkning. Påvekstlger responderer heller ikke på forurensning og metaller, på sammen måte som man for eksempel for bunndyr.

Resultatene for påvekstlger ved prøvestasjonene i Leira høsten 2021 indikerer at det er gode vekst og næringsforhold i vassdraget ved prøvetakingstidspunktet. PIT-indeksen viser at tilstanden er *svært god* ved øvre stasjon LA, og reduseres marginalt lengere ned i vassdraget til øvre sjikt av tilstandsklasse *god* ved stasjon LB og LC. Dette indikerer at Leira er lite utsatt for eutrofiering.

For Sogna ser man en vesentlig redusert tilstandsklasse til *moderat* for påvekstlger ved alle tre stasjonene. PIT-indeksen viser tilnærmet identisk verdi for både SA, SB og SC. Årsaken til dette er at det trolig oppstår eutrofiering i Sogna grunnet for høy næringstilførsel, som mest sannsynlig skyldes avrenning fra dyrket mark, beitedyr, og spredt avløp i elvas nærrområde.

Tabell 6-8. Resultat for påvekstlger ved alle prøvestasjoner.

Stasjon	Indeks	Antall indikatorarter	PIT-verdi	nEQR	Tilstand (PIT)
SA	PIT	5	0,75	0,55	Moderat
SB	PIT	2	0,72	0,52	Moderat
SC	PIT	2	0,72	0,52	Moderat
LA	PIT	12	0,95	0,80	Svært god
LB	PIT	10	0,92	0,76	God
LC	PIT	4	0,90	0,72	God

7 Konklusjon

Datagrunnlaget fra prøveinnsamling i 2021 gir innsikt i spredningen av PFAS fra forurenset lokalitet på OSL til Sogna og Leira i Leiravassdraget. Det er generelt høye nivåer av PFAS i vannprøvene fra Sogna, mens konsentrasjonene i fisk og vann fra Leira er lavere. Det er ikke observert en klar sammenheng mellom alder/størrelse og innholdet av PFAS i fisken.

Resultatene fra prøveinnsamlingen i 2021 konkluderer med at konsentrasjonene i fisk og vannprøver fra Leira er i samme størrelsesorden som i undersøkelsen gjennomført i 2018. Datasettet fra den foreliggende undersøkelsen gir ikke grunnlag for å si noe om PFAS-konsentrasjonen i fisk i Leira viser en nedadgående eller oppadgående trend, sammenlignet med analyseresultatene fra 2018.

Foreløpig er det ikke mulig å se noe effekt av opprydningstiltakene som er gjort på brannøvingsfeltet på OSL, herunder blant annet grunnvannrensaneanlegget som startet i 2015, som skal vare frem til 2030. Årsaken er trolig at grunnvannet under brannøvingsfeltet drenerer med en hastighet på om lag 30 – 100 m pr. år. Det vil derfor kunne ta ca. 5 – 15 år før det er mulig å observere effekten av grunnvannrensaneanlegget. Det vil derfor være nødvendig å gjennomføre fiskeundersøkelser med faste intervaller i årene fremover.

Datagrunnlaget fra fisk i 2021 er for tynt til å kunne gjøre en vurdering av matsikkerheten i Leira, men resultatene viser at muskelfilet av gjedde og karpefisk har konsentrasjoner godt over EQS_{biota}.

8 Referanser

Avinor (2013). Innsamling av fisk i Leira og Sogna for analyser av PFOS og PCB-forbindelser. Utarbeidet for Avinor/OSL av Norconsult AS. 11 s.

Avinor (2018). Undersøkelser av PFAS i fisk i Sogna og Leira. Oslo lufthavn høsten 2018. Utarbeidet for Avinor/OSL av Norconsult AS (saksnummer: 16/05379). 23 s.

Avinor (2021). «Søknad om midlertidig fritak fra krav i tillatelsen,» Søknad til Miljødirektoratet, datert 05. mai 2021, 2021.

Brabrand, Å. (1992). Status og framtid for fisk i nedre Leira. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske Universitetet i Oslo 133, 46 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet (2018). «Veileder 02:2018, Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjø og elver, revidert 27.10.2020,» Direktoratgruppen for gjennomføring av vannforskriften, 2018.

EFSA (2018). «European Food Safety Authority,» 13 Desember 2018a. [Internett]. Available: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5194>.

EFSA (2018). «European Food Safety Authority - Contaminants update: first of two opinions on PFAS in food,» 2018b. [Internett]. Available: <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/181213>.

EFSA (2020). «Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food,» EFSA, 2020.

FFI (2017). FFI-rapport: 17/00531. Perfluorerte alkylerte stoffer (PFAS) – en litteraturstudie om PFAS i akvatisk miljø, effekter og kunnskapshull. Dateret: 02.06.17

Grande, Magne, 1972. Resipientforholdene i Romeriksvassdragene Nitelva, Leira og Rømua. Rapportdel III. NIVA

NIFES (2015). Rettleiar for prøvetaking av sjømat frå forureina område med formål advarsel. Utarbeidet av Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), på oppdrag frå Mattilsynet. 22 s.

NIBIO (2015). «Metodeutvikling for bruk av biota i risikovurdering av PFAS forurensede lokaliteter,» i PFAS-forurensning i grunnen - Oppsummering fra workshop 26.11.15, 2015.

Norconsult (2022a). Vurdering av alternativer til biotaprøvetaking for tilstandsklassifisering i Sogna. Notat datert 08.10.2021. Utarbeidet av Norconsult AS på vegne av Avinor AS. 3 s.

Norconsult (2022b). Vurdering av habitatforbedrende tiltak for ørret (*Salmo trutta*) i Sogna. Notat datert: 31.01.2022. Utarbeidet av Norconsult AS på vegne av Avinor AS. 8 s.

NVE (2021). «Vann-nett portal,» Januar 2022. [Internett]. Available: <http://www.vann-nett.no/portal/>.

Sharma, C., & Borgstrøm, R., 2007. Age determination of pike length through use of metapterygoid bone. *Journal of Fish Biology* 70: 1636-1641

Wold, K. M., Gustavsen, L., Pettersen, R. (2019). Fisk som kvalitetselement i klassifisering av økologisk tilstand på Romeriksåsene. Et samarbeidsprosjekt mellom Vannområde Leira-Nitelva og NJFF-Akershus. Dateret 14.01.2019. 64 s.

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1: Feltdata for alle stasjoner (2021)

Prøvestasjon	Lokalisering	pH	Temp.	Metode	Fangst 2021	Fangst 2018	Fangst 2015
SA	<i>Sogna</i> : ved stille kulp med kulvert. Svært igjengrodd.	7,9	19°C	Elektrofiske	-En ørret observert.	Ingen fangst.	-
SB	<i>Sogna</i> : Rett under vegbru Fv. 120, ca. 100m langs bekken.	8,0	18°C	Elektrofiske	-Ingen fangst eller observasjon.	Ørret (3)	-
SC	<i>Sogna</i> : Ved tursti og rasteområde. Bekken er svært påvirket av finstoff.	*pH og temp. -måler ble ødelagt i felt	Ikke målt.	Elektrofiske	Ørret (1) 245mm -Tre ørreter observert.	Ørret (4) Stingsild (1) Laue (3)	Ørret (7)
LA	<i>Leira</i> : Ved bro og stor kulp. Elva går en et lite stryk over i en evje/stor stille kulp.	8,1	23°C	Garn	Ørret (3) 197-290mm	Ørret (5)	-
LB	<i>Leira</i> : Nedenfor gårdsbruk. Elva ligger rett nedenfor dyrket mark. Tett skog lang elva.	7,5	21,3°C	Garn	Stam (4) Gjedde (3) Gullbust (1)	Stam (1) Gjedde (2)	-
LC	<i>Leira</i> : Ved Krokfossen. Stasjonen ligger i selve elevbrekket og ned til en kulp.	7,7	19°C	Elektrofiske	Ørret (5) 146-245 mm	Ørret (8) Laue (3)	-