



Avinor AS – PFAS i akvatisk biota ved Namsos lufthavn

Rapport R18-2024



Utført på oppdrag for Avinor AS
Januar 2024



<i>Tittel</i>	<i>Avinor AS – PFAS i akvatisk biota ved Namsos lufthavn</i>
<i>Forfatter</i>	<i>Fjeld, Eirik</i>
<i>Serie</i>	<i>Fjeld og Vann Rapport</i>
<i>Nr.</i>	<i>R18-2024</i>
<i>Antall sider</i>	<i>10 s. + vedlegg</i>
<i>Dato</i>	<i>Januar 2024</i>
<i>ISBN</i>	<i>978-82-94030-08-8</i>
<i>Utgiver</i>	<i>Fjeld og Vann AS</i>
<i>Format</i>	<i>PDF</i>
<i>Oppdragsgiver</i>	<i>Avinor AS, COWI AS</i>

Kort sammendrag *Konsentrasjonene av PFAS-forbindelser har blitt analysert i prøver av trepigget stingsild fra lokalteter nær Namsos lufthavn. Prøvematerialet av hel fisk ble innsamlet i september 2023. Prøvene fra to stasjoner i bekker/dammer som mottar avrenning fra området med brannøvingsfeltet ved lufthavnen er moderat forurensset av PFOS (middelverdier på 3,47 og 1,73 µg/kg) sammenliknet med en referansestasjon oppstrøms lufthavnen (0,58 µg/kg). Dette skyldes mest sannsynlig tidligere bruk av PFOS-holdig brannskum ved brannøvelser. Ingen av prøvene overskred vannforskriftens miljøkvalitetsstandard (EQS) for akvatisk biota for PFOS på 9,1 µg/kg eller for PFOA på 91 µg/kg. Avrenningen av PFAS fra området med brannøvingsfeltet vil imidlertid bli sterkt fortynnet når den når Namsen, og vil derfor neppe kunne gi noe vesentlig bidrag til PFAS-konsentrasjonene i akvatisk biota som bunndyr og fisk i resipienten.*

Nøkkelord *Lufthavn, miljøgift, PFOS, fisk*
Forsidefoto *Parti fra Namsen utenfor brannøvingsfeltet på Storøya. Foto: Terje Bøhler*

Forord

Denne undersøkelsen er en del av Avinors kartlegging av forekomsten av per- og polyfluoreerte alkylerte substanser (PFAS) i akvatisk biota ved deres lufthavner. Rapporten vurderer resultatene for stingsild fra lokaliteter ved Namsos lufthavn, basert på prøver og data innhentet i 2023. Undersøkelsen med tilhørende rapport er utarbeidet på oppdrag fra Avinor AS og COWI AS.

Prøveinnsamlingen har blitt gjort av Eirik Fjeld og Terje Bøhler (Fjeld og Vann AS), mens kontaktpersoner for oppdragsgivere har vært Bente Wejden (Avinor AS) og Tom Tellefsen (COWI AS). De kjemiske analysene er gjort av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapporten er skrevet av Eirik Fjeld.

En stor takk rettes til alle involverte for et godt samarbeide.

Høvik, januar 2024



Eirik Fjeld (Cand. real.)

Innhold

1. Innledning	1
2. Materiale og metoder	2
2.1. Lokalteter	2
2.1.1. Stasjon Storøya	2
2.1.2. Stasjon Rullebane sør	2
2.1.3. Stasjon Referanse	3
2.2. Innsamling og bearbeiding av prøvemateriale	4
2.3. Analyseprogram	4
3. Resultater og diskusjon	5
3.1. Kvantifiserbare PFAS-forbindelser	5
3.2. Konsentrasjoner av utvalgte PFAS-forbindelser	5
3.3. Sammenlikning med miljøstandarder	7
3.4. Prøveresultater, PFOS og sum PFAS	8
4. Oppsummering og konklusjoner	9
5. Referanser	10

Vedlegg 1. Analyseprogram for PFAS

Vedlegg 2. Variansanalyse, PFOS-konsentrasjoner

Vedlegg 3. Analyserapporter

1. Innledning

Miljødirektoratet har gitt Avinor AS pålegg om å kartlegge forekomsten av per- og polyfluoreerte alkylerte substanser (PFAS) i akvatisk biota ved flere av deres lufthavner (Miljødirektoratet, 2020). En nærmere beskrivelse av utvalget og prøveomfang er gitt i utredningen «Prøvetakingsplan for biota» (Norconsult 2021). COWI AS er engasjert av Avinor AS til å bistå med den praktiske gjennomføringen som følger av prøvetakingsplanen. For 2023 ble det bestemt å kartlegge forekomsten av PFAS i akvatisk biota for seks lufthavner, og COWI AS engasjerte firmaet Fjeld og Vann AS som underleverandør til å utføre dette oppdraget.

Bakgrunnen for pålegget er Avinors tidligere bruk av PFAS-holdig brannskum på brannøvingsfeltene ved sine lufthavner. PFAS er en stor gruppe syntetiske fluoreerte karbonforbindelser som anses som miljøgifter da de har uheldige biologiske eller toksiske effekter, er tungt nedbrytbare i miljøet og kan oppkonsentreres i organismer. Dette er i hovedsak overflateaktive stoffer med vann-, olje- og smuss-avstøtende egenskaper, som har hatt – og dels fortsatt har – en vid anvendelse, både industrielt og som tilsetning i eller ved behandling av ulike produkter. I brannskum ble PFAS benyttet som et svært effektivt slukkemiddel, da forbindelsene danner et vannholdig skum som hindrer oksygen å komme til det brennbare materialet, kjøler det ned og slukker brannen.

Avinor benyttet PFAS-holdig brannskum fram til 2012 (Norconsult, 2019a). Fram til 2001 inneholdt brannskummet forbindelsen PFOS (totalt innhold av PFAS var om lag 4 % på vektbasis), mens det i perioden 2001– 2012 ble benyttet brannskum med hovedsakelig andre PFAS-forbindelser som 6:2 FTS. Mengden PFOS i disse produktene skal da ha vært innenfor kravene i Produktforskriften (opptil 0,001 % eller 10 mg/l). Bruken av skum med PFAS ved Avinors lufthavner ble faset ut i 2012.

Bruken av visse PFAS-forbindelser har etterhvert blitt strengt regulert både nasjonalt og internasjonalt. Norge fastsatte i 2007 en nasjonal forskrift som innførte forbud mot PFOS og PFOS-relaterte forbindelser i brannskum, impregneringsmidler og tekstiler. Senere har bruken av forbindelsene PFOS og PFOA blitt regulert internasjonalt gjennom Stockholmkonvensjonen om persistente organiske miljøgifter og gjennom EUs forordning om persistente organiske miljøgifter (POP-forordningen). For forbindelsen PFHxS ble det i 2022 vedtatt at bruken skal reguleres gjennom Stockholmkonvensjonen, og den ble derfor i august 2023 også inkludert i EUs POP-forordning.

Foreliggende rapport omhandler PFAS-kartleggingen i fisk ved Namsos lufthavn. Lufthavna ble etablert i 1967, og ligger 3 km øst for Namsos sentrum langs bredden av Namsen (3 moh.). Rullebanen er anlagt på en elveslette bestående av stein, elvegrus og sand, og den går i østlig retning over en landforbindelse til Storøya. Midten av rullebanen ligger på en fylling over det tidligere elveløpet som skilte Storøya fra fastlandet. Dette gamle og grunne elveløpet er nå omdannet til flere bassenger som er forbundet med kulverter. Vannstanden i Namsen er her påvirket av tidevannet, og elvevannet kan strømme inn og ut gjennom kulvertene. Det er ingen aktive brannøvingsfelt ved lufthavnen, men utenfor den nordøstre delen av rullebanen er det et nedlagt brannøvingsfelt (BØF1). Det antas at grunnvannet ved brannøvingsfeltet strømmer i sørvestlig retning, mot Namsen. Analyser av jord- og vannprøver, tatt i 2012, har påvist tildels høye konsentrasjoner PFOS i prøver fra BØF1 (COWI og SWECO, 2012; Norconsult, 2019a).

Det har ikke tidligere vært undersøkt for PFAS-forurensinger i akvatisk biota ved Namsos lufthavn, og en prøvetakingsplan for biota har blitt utarbeidet av Norconsult (2021). På bakgrunn av denne har vi høsten 2023 samlet inn og fått analysert for PFAS i prøver av stingsild fra to stasjoner som brannøvingsfeltet drenerer til, samt én antatt påvirket referansestasjon ovenfor lufthavnen.

2. Materiale og metoder

2.1. Lokalteter

Det ble fanget trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) ved to stasjoner som representerer områder potensielt påvirket av PFAS-avrenning fra brannøvingsfelt ved lufthavnen. Begge ligger på lufthavnens sørside i små, grunne bukter eller bassenger ved henholdsvis Storøya og mot en fylling som forbinder Storøya med fastlandet (Figur 1). Som referanselokaltet ble det valgt en stasjon i et basseng dannet av et gammelt elveleie som løp på nordsiden Storøya.

2.1.1. Stasjon Storøya

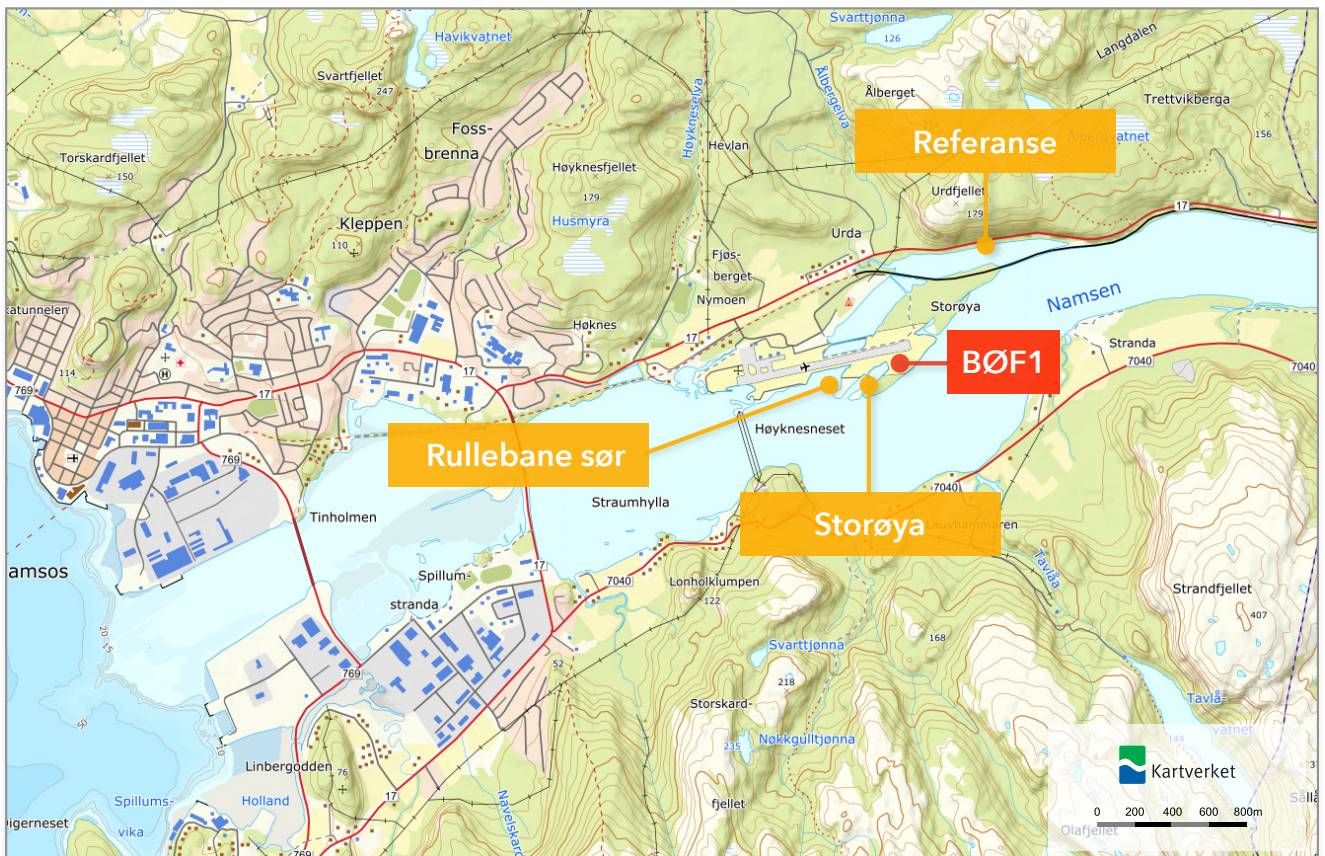
Koordinater: UTM 32, N7152080, Ø624135

Denne stasjonen ligger på Storøyas sørside ca 150 - 200 sydvest for brannøvingsfeltet. Ved høyvann staves elva opp, og det dannes her en liten bukt, mens det ved lavvann er kun en liten grunn bekk her. Fra koordinatpunktet og ca. 25 m i hver retning i bekkeleiet fra dette ble det fanget fisk til prøvematerialet.

2.1.2. Stasjon Rullebane sør

Koordinater: UTM 32, N7152030, Ø624000

Denne stasjonen ligger i en liten bukt som er deler av det gamle elveleiet som gikk nord for Storøya, og som avsnøres fra dette med en fylling. Også her staves elva opp ved høyvann, mens ved lavvann tørregges nesten hele bukta og kun en liten kulp og bekk er vannførende. Fra koordinatpunktet og innen en radius på ca. 50 m fra dette ble det fanget fisk til prøvematerialet.



Figur 1. Kart som viser de enkelte stasjonen for innsamling av trepigget stingsild ved Namsos lufthavn i september 2023. Stasjonene merket Rullebane sør og Storøya er potensielt påvirket av avrenning av PFAS-forbindelser fra det nedlagte brannøvingsfeltet (BØF1) til lufthavnen. Stasjonen Referanse er en antatt upåvirket lokalitet.

2.1.3. Stasjon Referanse

Koordinater: UTM 32, N77152850, N624770

Denne stasjonen ligger på nordlige side av et basseng som er deler av det gamle elveleiet på nordsiden av Storøya. Det ble fanget stingsild langs stranden i en avstand på inntil 250 m på hver side av koordinatpunktet. Bassenget mottar avrenning fra Ålbergelva, som munner ut i dets vestre ende. Bassenget er dannet ved at elveleiet er sperret med to jernbanefyllinger som går fra Storøya og henholdsvis øst- og vestover til fastlandet. Bassenget står i forbindelse med Namsen via flere andre bassenger med kulverter som ender ved stasjon Rullebane sør. I fyllingen som går østover fra Storøya vil vann trenge igjennom fra Namsen når denne er stuvet opp ved høyvann. Også ved fyllingen som går vestover vil vann fra Namsen trenge inn gjennom kulvertene ved høyvann. Dette siste gjør at stasjonen ikke er helt optimal, da vann fra stasjonen Rullebane sør vil kunne trenge inn her. Vi valgte likevel å bruke denne stasjonen som referanse, da vi ikke fant andre alternative referanselokaliteter med stingsild i nærheten av lufthavnen.



Foto 1: Trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) ble samlet inn som prøvemateriale.

Foto 2: Stasjonen Storøya lå i et bekkeløp/bukt som rant ut i Namsen. (foto: Eirik Fjeld)

2.2. Innsamling og bearbeiding av prøvemateriale

Prøvematerialet ble innsamlet 7. september 2023. I prøvetakingsplanen fra Norconsult (2021) var det foreslått å samle inn ungfisk av ørret med et bærbart elektrisk fiskeapparat. Dette var ikke mulig, da Namsen utenfor brannøvingsfeltet er dyp og vanskelig å vade i, samt at det inne på Storøya ikke var noe egnet habitat for ørret. Alternativet var derfor at vi fanget trepigget stingsild med håv ved de valgte stasjonene. Trepigget stingsild regnes som en generalist i næringsvalget. Littorale/bentiske bestander, som de vi har undersøkt, kan forventes å ernære seg på mindre bunndyr og zooplankton (Hynes, 1950; Wotton, 1984) – ikke ulikt dietten til ungfisk av ørret, som jo var den opprinnelig forslåtte overvåkingsorganismen i denne undersøkelsen.

For hver stasjon ble det laget fem blandprøver av hel fisk. Hver prøve besto av 10 – 18 individer, og hver prøve veide mellom 2,0 – 2,8 g. Vekt av hvert enkelt individ kunne ikke måles i felt, da vi ikke hadde en vekt med god nok nøyaktighet, men basert på målinger av 10 individer fra hver prøve var midlere individvekt 0,17 g. Midlere individuell lengde ($\pm$ SD) for de samme individene var 29 ± 5 mm, og det kunne ikke påvises noen signifikante størrelsesforskjeller mellom stasjonene (variansanalyse: $F = 0,54$, d.f.: 2/27, $p = 0,59$).

Behandlingen av prøvematerialet og uttaket av prøver fulgte i store trekk anbefalingene gitt i vannforskriftens veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). Dette sikrer at prøvene ikke kontamineres under fangst og opparbeidelse, og innebærer blant annet at materialet ikke kommer i kontakt med forurensede flater eller redskap, samt at de oppbevares på rensset emballasje. Prøvene ble oppbevart nedfrost fram til de ble overført til laboratoriet.

Numerisk og statistisk behandling av datamaterialet, samt framstilling av grafer, ble gjort med programvaren JMP (SAS Institute, 2023).

2.3. Analyseprogram

Det ble analysert for 50 ulike PFAS-forbindelser, og i Vedlegg 1 er analyseprogrammet med de enkelte analyttene og deres kvantifikasjonsgrenser (LOQ, limit of quantification) oppgitt. Vi benyttet oss av analyselaboratoriet til Norsk institutt for vannforskning (NIVA) som kunne analysere PFAS på de små prøvemengdene som vi klarte å skaffe. I det følgende er alle konsentrasjoner oppgitt på våtvektsbasis.

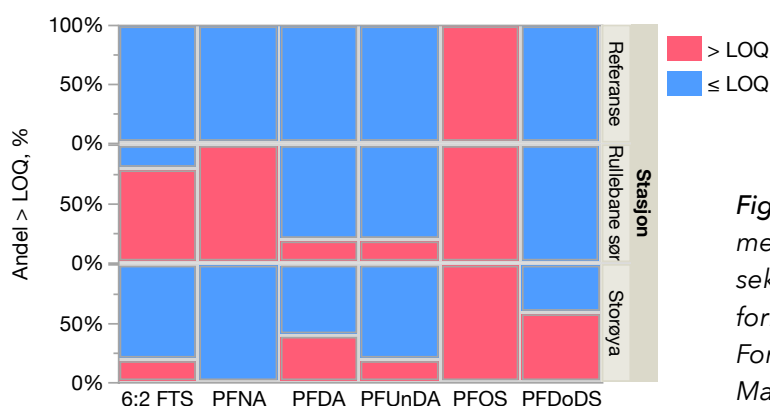
3. Resultater og diskusjon

3.1. Kvantifiserbare PFAS-forbindelser

Blant de 50 ulike PFAS-forbindelsene som det ble analysert for, ble det påvist kvantifiserbare konsentrasjoner ($> \text{LOQ}$) for kun seks forbindelser (Figur 2). Det var fluortelomersulfonaten 6:2 FTS, perfluorkarboksylysirene PFNA, PFDA og PFUnDA (kjedelengder C9 – C11) og perfluorsulfonatene PFOS (C8) og PFDaDS (C12).

Andelen kvantifiserbare konsentrasjoner av PFAS- forbindelsene varierte mellom stasjonene. Referanse-stasjonen hadde færrest med kun én forbindelse (PFOS), mens stasjonen Storøya og Rullebane sør hadde foruten PFOS også kvantifiserbare konsentrasjoner av 6:2 FTS, PFDA og PFUnDA. I tillegg ble kvantifiserbare av PFNA og PFDaDS påvist for henholdsvis Rullebane sør og Storøya.

I følge vannforskriften skal konsentrasjoner mindre enn kvantifikasjonsgrensen (LOQ) substitueres med halve grensen ($\text{LOQ}/2$) når statistikker skal beregnes for enkeltforbindelser. Ved summering av ulike enkeltforbindelser skal konsentrasjoner mindre enn kvantifikasjonsgrensen substitueres med 0.



Figur 2. Andelen av prøver av trepigget stingsild med kvantifiserbare konsentrasjoner ($> \text{LOQ}$) av seks PFAS-forbindelsene. Alle de øvrige 44 forbindelsene hadde konsentrasjoner $\leq \text{LOQ}$. For hver stasjon ble det analysert fem prøver. Materialet ble innsamlet i september 2023.

3.2. Konsentrasjoner av utvalgte PFAS-forbindelser

Forskjellene i PFAS-konsentrasjonene mellom stasjonene var i hovedsak framtrædende for PFOS og i noen mindre grad for PFNA og 6:2 FTS (Figur 3, Tabell 1).

For PFOS, hvor alle prøvene hadde konsentrasjoner $> \text{LOQ}$, var midlere konsentrasjoner ($\pm \text{SD}$) for stasjonene Rullebane sør ($3,47 \pm 0,40 \mu\text{g/kg}$), Storøya ($1,73 \pm 0,39 \mu\text{g/kg}$) og Referanse ($0,58 \pm 0,11 \mu\text{g/kg}$) signifikant forskjellige fra hverandre (variansanalyse: $F = 97,36$, $df: 2/12$, $p < 0,0001$, Vedlegg 2). Til sammenlikning ble det i Stjørdalselva, nær brannøvingsfeltet til Værnes lufthavn, påvist en konsentrasjon på $10 \mu\text{g/kg}$ i en enkelt blandprøve av trepigget stingsild, fanget i 2013 (Nordconsult og SWECO, 2016)

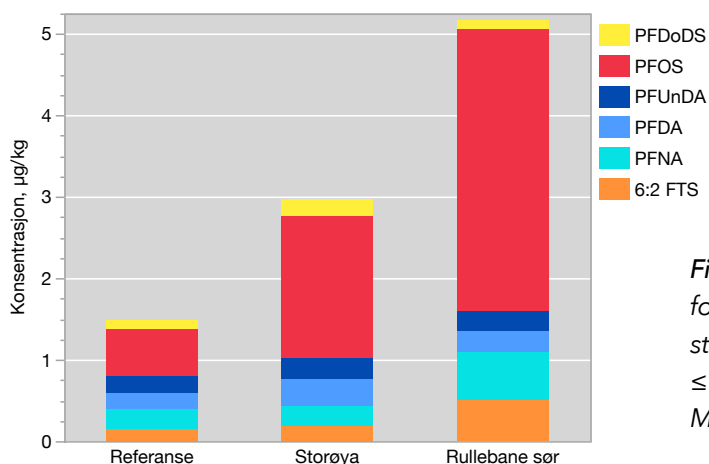
For PFNA, hvor det kun var prøvene fra Rullebane sør som hadde konsentrasjoner $> \text{LOQ}$, var midlere konsentrasjon på $0,59 \pm 0,07 \mu\text{g/kg}$. Dette er signifikant høyere enn LOQ på $0,5 \mu\text{g/kg}$ (t -test: $t = 3,03$, $d.f. = 4$, $p = 0,02$), og vi kan derfor konkludere med at konsentrasjonen i prøvene fra Rullebane sør var forhøyet sammenliknet med de to andre stasjonene.

For 6:2 FTS var antallet prøver med konsentrasjoner $> \text{LOQ}$ forholdsvis lavt, med fire prøver for Rullebane sør og én prøve fra Storøya. Substituerer vi analyseresultater under LOQ ($0,3 \mu\text{g/kg}$) med LOQ , så får vi et gjennomsnitt for Rullebane sør på $0,51 \pm 0,39 \mu\text{g/kg}$. En enkel, men robust ikke-parametrisk test viste at dette var svakt, men signifikant høyere enn LOQ -verdien på $0,3 \mu\text{g/kg}$ (Wilcoxon signed rank, $p < 0,03$), og vi kan vi derfor konkludere med at konsentrasjonen i prøvene fra Rullebane sør var forhøyet sammenliknet med referansen.

Konsentrasjonene av de langkjedede forbindelsene PFDA, PFUnDA og PFDoDS var alle lave, og i hovedsak under metodens kvantifikasjonsgrenser (0,4 µg/kg). Høyeste konsentrasjoner varierte mellom 0,22 – 0,62 µg/kg.

Midlere konsentrasjon av summen av samtlige PFAS-forbindelser (Σ PFAS-50) ved de to stasjonene utenfor brannøvingsfeltet var 5,67 µg/kg for Rullebane sør og 3,00 µg/kg for Storøya. Dette er tydelig forhøyede nivåer sammenliknet med prøvene fra referansestasjonen som hadde et snitt på 0,69 µg/kg. Et kart med midlere konsentrasjoner av PFOS og Σ PFAS-50 ved de enkelte stasjonene er vist i Figur 4.

Basert på variasjonsmønsteret i konsentrasjonen av PFOS, PFNA og 6:2 FTS, så er det sannsynlig at PFAS-avrenning fra brannøvingsfeltet har ført til svakt til moderat forhøyede konsentrasjoner i trepigget stingsild i de undersøkte lokalitetene nær lufthavnen. Denne avrenningen vil imidlertid bli sterkt fortynnet når den når Namsen, som har en middelvannføring på omtrent 305 m³/s, og vil derfor neppe kunne gi noe vesentlig bidrag til PFAS-konsentrasjonene i akvatisk biota som bunndyr og fisk i resipienten.

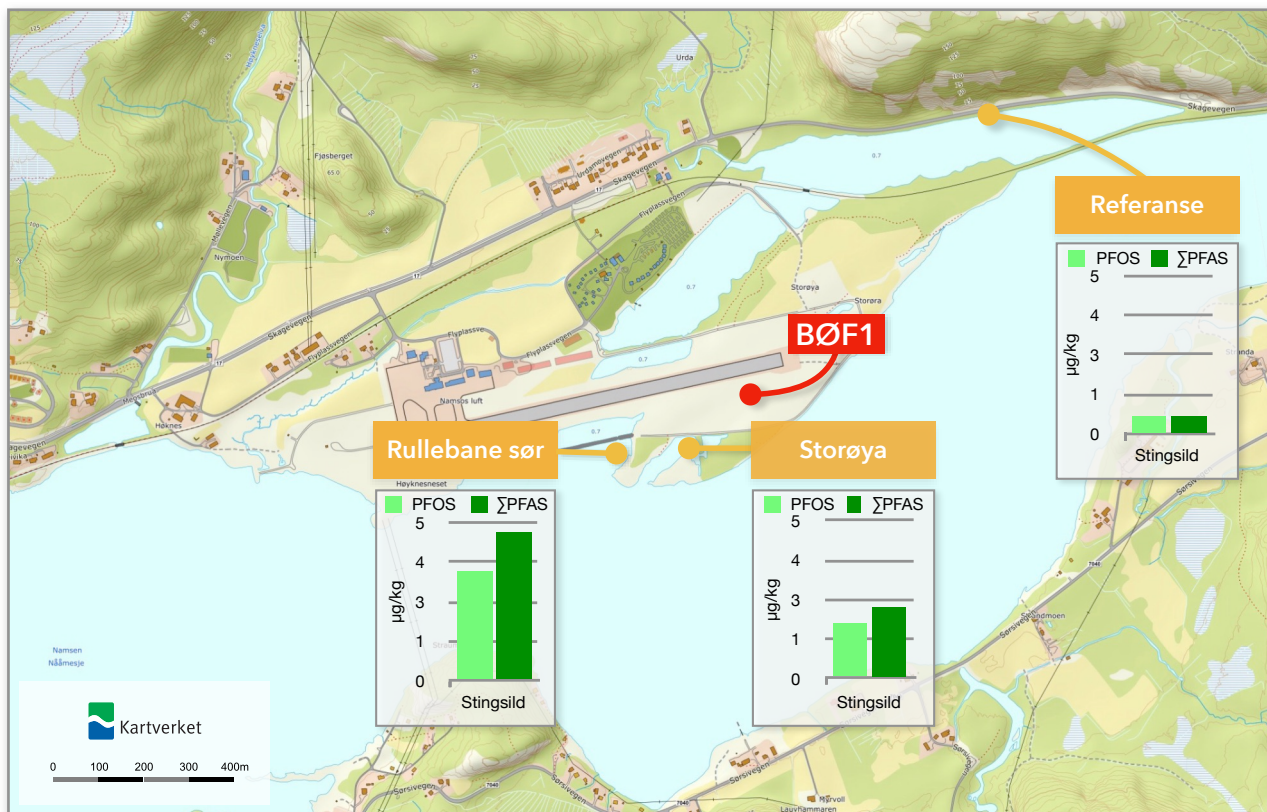


Figur 3. Midlere konsentrasjoner av utvalgte PFAS-forbindelser i prøver av trepigget stingsild fra stasjonene ved Namsos lufthavn. Konsentrasjoner $\leq$ LOQ er erstattet med halve grensen (LOQ/2). Materialet ble innsamlet i september 2023.

Tabell 1. Konsentrasjoner av utvalgte PFAS-forbindelser i biotaprøver fra Namsos lufthavn, gruppert etter stasjon. For sum av PFAS er konsentrasjoner under kvantifikasjonsgrensen (LOQ) satt lik null (jfr. vannforskriften). Antall prøver fra hver stasjon er 5, $\bar{x}$ = gjennomsnittsverdi, SD = standard avvik.

Stasjon		N	n > LOQ	Konsentrasjon, µg/kg				
				$\bar{x}$	SD	Median	Min	Max
Referanse	6:2 FTS	5	0	0,15	0,00	0,15	0,15	0,15
	PFNA	5	0	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
	PFDA	5	0	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20
	PFUnDA	5	0	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20
	PFOS	5	5	0,58	0,11	0,55	0,46	0,69
	PFDoDS	5	0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Σ PFAS-4	5	5	0,58	0,11	0,55	0,46	0,69
Rullebane sør	Σ PFAS-50	5	5	0,58	0,11	0,55	0,46	0,69
	6:2 FTS	5	4	0,51	0,39	0,35	0,15	1,15
	PFNA	5	5	0,59	0,07	0,55	0,53	0,68
	PFDA	5	1	0,25	0,10	0,20	0,20	0,43
	PFUnDA	5	1	0,24	0,09	0,20	0,20	0,41
	PFOS	5	5	3,47	0,40	3,51	2,94	3,99
	PFDoDS	5	0	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10
Storøya	Σ PFAS-4	5	5	4,07	0,45	4,16	3,49	4,67
	Σ PFAS-50	5	5	4,72	0,78	4,53	3,84	5,67
	6:2 FTS	5	4	0,19	0,08	0,15	0,15	0,33
	PFNA	5	0	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
	PFDA	5	2	0,33	0,19	0,20	0,20	0,62
	PFUnDA	5	1	0,27	0,15	0,20	0,20	0,53

Stasjon		N	n > LOQ	Konsentrasjon, µg/kg				
				$\bar{x}$	SD	Median	Min	Max
Storøya	PFOS	5	5	1,73	0,39	1,63	1,18	2,17
	PFDoDS	5	3	0,20	0,10	0,22	0,10	0,33
	ΣPFAS-4	5	5	1,73	0,39	1,63	1,18	2,17
	ΣPFAS-50	5	5	2,27	0,75	2,31	1,18	3,00



Figur 4. Kart over de enkelte stasjonene for innsamling av trepigget stingsild ved Namsos lufthavn i september 2023. Det nedlagte brannøvingsfeltet BØF1 er markert med en rød sirkel. Søylediagrammene viser midlere konsentrasjoner av PFOS og sum av 50 PFAS-forbindelser (ΣPFAS) i prøvene.

3.3. Sammenlikning med miljøstandarder

I vannforskriften er det gitt miljøstandarder, såkalte EQS-verdier (Environmental Quality Standard), i biota for PFOS (inkludert derivater, her forløperen PFOSA) og PFOA med henholdsvis 9,1 µg/kg og 91 µg/kg. Disse standardene er satt for å beskytte konsumentene av de angjeldende organismene mot skadevirkninger fra disse PFAS-forbindelsene.

Det ble ikke påvist noen overskridelser av EQS-grensene for hverken PFOS eller PFOA i noen av prøvene. Maksimal konsentrasjon av PFOS var 3,99 µg/kg og ble påvist i en prøve fra stasjonen Rullebane sør. Samtlige prøver hadde PFOA-konsentrasjoner som lå under metodens kvantifikasjonsgrense (0,5 µg/kg).

Avinor ønsker også – som en konservativ tilnærming – å sammenligne sum av alle analyserte PFAS-forbindelser (ΣPFAS-50) mot EQS for PFOS, for å se om totalen overskrider denne. Heller ikke her ble det påvist noen overskridelser, og maksimal konsentrasjon på 5,67 µg/kg ble påvist i en prøve fra stasjonen Rullebane sør.

3.4. Prøveresultater, PFOS og sum PFAS

Vi gir i det følgende (Tabell 2 og 3) en klasseinndeling av Σ PFAS-50 (samtlige analyserte forbindelser) i biota hvor det benyttes en fargekoding for ulike konsentrasjonsintervaller ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt) etter en mal som de andre lufthavnene i PFAS-prosjektet (Norconsult, 2019b.). Malen ble revidert av Avinor i november 2023 ved at det nå er gitt kun tre konsentrasjonsintervaller for biota ikke egnet til humant konsum (33 - 500 $\mu\text{g/kg}$, oransje intervall er fjernet).

Det er gitt et sett konsentrasjonsintervaller for biota som benyttes som matkonsum, og et annet sett for øvrig biota som vanligvis ikke benyttes for humant konsum. Vi har i denne undersøkelsen ikke regnet stingsild som egnet til konsum.

Tabell 2. Konsentrasjonsintervaller for tolkning av innhold av Σ PFAS-50 ($\mu\text{g/kg}$) i biota (jfr. Norconsult 2019). Det skilles mellom biota som kan benyttes og ikke benyttes til matkonsum. I denne kartleggingen regner vi ikke stingsild som et konsumprodukt.

Konsentrasjoner i biota ($\mu\text{g/kg}$) som benyttes i mat	Konsentrasjoner i øvrig biota ($\mu\text{g/kg}$)
<LOQ	<9,1
LOQ - 5	9,1 - 33
5 - 9,1	>33
>9,1	

Tabell 3. Analyseresultater for PFOS, Σ PFAS-4 og Σ PFAS-50 i blandprøver av trepigget stingsild ved Namsos lufthavn (stasjonene Storøya og Rullebane sør) og en referansestasjon, innsamlet i september 2023. Fargekodingen er i henhold til Tabell 5. Prøvene er ikke definert som biota som kan benyttes til matkonsum. Σ PFAS-4: sum av PFOS, PFHxS, PFOA, PFNA. Σ PFAS-50: sum av 50 PFAS-forbindelser.

Prøverefranse	Stasjon	Art	Matriks	Konsentrasjon, $\mu\text{g/kg}$		
				PFOS	Σ PFAS-4	Σ PFAS-50
ENNM-RF-SSH01	Referanse	Trepigget stingsild	Helkropp	0,69	0,69	0,69
ENNM-RF-SSH02	Referanse	Trepigget stingsild	Helkropp	0,55	0,55	0,55
ENNM-RF-SSH03	Referanse	Trepigget stingsild	Helkropp	0,51	0,51	0,51
ENNM-RF-SSH04	Referanse	Trepigget stingsild	Helkropp	0,46	0,46	0,46
ENNM-RF-SSH05	Referanse	Trepigget stingsild	Helkropp	0,69	0,69	0,69
ENNM-RS-SSH01	Rullebane sør	Trepigget stingsild	Helkropp	3,51	4,16	4,16
ENNM-RS-SSH02	Rullebane sør	Trepigget stingsild	Helkropp	3,25	3,78	4,53
ENNM-RS-SSH03	Rullebane sør	Trepigget stingsild	Helkropp	3,68	4,23	5,38
ENNM-RS-SSH04	Rullebane sør	Trepigget stingsild	Helkropp	3,99	4,67	5,67
ENNM-RS-SSH05	Rullebane sør	Trepigget stingsild	Helkropp	2,94	3,49	3,84
ENNM-SØ-SSH01	Storøya	Trepigget stingsild	Helkropp	1,63	1,63	3,00
ENNM-SØ-SSH02	Storøya	Trepigget stingsild	Helkropp	2,17	2,17	2,92
ENNM-SØ-SSH03	Storøya	Trepigget stingsild	Helkropp	2,05	2,05	2,31
ENNM-SØ-SSH04	Storøya	Trepigget stingsild	Helkropp	1,18	1,18	1,18
ENNM-SØ-SSH05	Storøya	Trepigget stingsild	Helkropp	1,63	1,63	1,96

4. Oppsummering og konklusjoner

Prøvene av hel trepigget stingsild, fanget i september 2023, fra to stasjoner som mottar avrenning fra Namsos lufthavn, har moderat forhøyede konsentrasjoner av PFOS sammenliknet med en referansestasjon oppstrøms nordøst for lufthavnen. Dette skyldes trolig den tidligere bruken av PFAS-holdig brannskum ved det nedlagte brannøvingsfeltet BØF1 på Storøya.

De to påvirkede stasjonene ligger i bekker/dammer som mottar avrenning fra Storøya, og ved høyvann i Namsenfjorden er de også påvirket av oppstuvning av vann fra Namsen. De største konsentrasjonene av PFOS var i prøvene av fisk fra stasjonen kalt Rullebane sør, med et snitt på 3,47 µg/kg. Denne stasjonen ligger på vestsiden av Storøya, på det tidligere elveleiet til en grein av Namsen som rant på nordsiden av Storøya. Ved stasjonen kalt Storøya, som ligger på øyas sørside, var midlere PFOS-konsentrasjon i prøvene 1,73 µg/kg. Konsentrasjonene ved begge stasjonene var signifikant høyere enn for referansestasjonen nord for Storøya, hvor midlere PFOS-konsentrasjon i prøvene var 0,58 µg/kg.

Det var også svakt forhøyede konsentrasjoner av PFNA (0,59 µg/kg) og 6:2 FTS (0,51 µg/kg) i prøvene fra Rullebane sør sammenliknet med de fra referansestasjonen som alle var under kvantifikasjonsgrensen. (LOQ: PFNA, 0,5 µg/kg; 6:2 FTS, 0,3 µg/kg).

Ingen av prøvene overskred vannforskriftens miljøkvalitetsstandard (EQS) for akvatisk biota for PFOS på 9,1 µg/kg eller for PFOA på 91 µg/kg. Maksimale PFOS-konsentrasjoner i prøvene fra stasjonene Rullebane sør og Storøya var henholdsvis 3,99 µg/kg og 2,17 µg/kg, mens den for referansestasjonen var 0,69 µg/kg. Ingen prøver hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av PFOA (LOQ: 0,5 µg/kg).

Avrenningen av PFAS fra området hvor det nedlagte brannøvingsfeltet BØF1 ligger, vil bli sterkt fortynnet når den når Namsen, og vil derfor neppe kunne gi noe vesentlig bidrag til PFAS-konsentrasjonene i akvatisk biota som bunndyr og fisk i resipienten.

5. Referanser

COWI og SWECO, 2102. Miljøprosjektet DP 2. Miljøtekniske grunnundersøkelser. NAMSOS LUFTHAVN. Rapport 168180-140-1. 51 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet. 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann. 220 s.

Folkehelseinstituttet. 2020. FORVALTNINGSSTØTTE TIL MATTILSYNET OG MILJØDIREKTORATET - VURDERING AV PFAS. Brev til Mattilsynet, datert 25.09.2020.

Hynes, H.B.N. 1950. The food of freshwater sticklebacks, (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of the methods used in studies of the food of fish. J . Anim. Ecol. 19: 36 -58.

Miljødirektoratet. 2020. Pålegg om undersøkelser av PFAS-forurensset grunnundersøkelse av PFAS-forurensset grunn - Avinor. Vedtak datert 14.05.2020. Ref. 2018/3153.

Norconsult. 2019a. Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner". Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02-J01. 435 s. + vedlegg.

Norconsult. 2019b. Rapportering for del 3 av Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner". Oppdragsnr 5185352. Dokumentnr.: Miljø-03-J02. 105 s.

Norconsult. 2021. Prøvetakingsplan for biota. Oppdragsnr.: 5205614. Dokumentnr.: RIM-01-BIO. 74 s.

Nordconsult og SWECO. 2016. Trondheim lufthavn, Værnes. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Rapport nr. 168186-13-J8. 97 s.

SAS Institute. 2023. JMP®, Version 17.2.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2023.

Wootton, R. J. 1984. A Functional Biology of Sicklebacks. University of California Press. Berkley and Los Angeles. 265 pp.

Vedlegg 1. Analyseprogram for PFAS

Analyseprogram for PFAS. Navn på de enkelte forbindelsene med tilhørende CAS-nummer, forkortelser og kvantifikasjonsgrenser.

Kjemisk navn	Cas no.	Forkortelse	LOQ, µg/kg
Perfluorinated pentanoic acid	2706-90-3	PFPeA	0,5
Perfluorinated hexanoic acid	307-24-4	PFHxA	0,5
Perfluorinated heptanoic acid	375-85-9	PFHpA	0,5
Perfluorinated octanoic acid	206-397-9	PFOA	0,5
Perfluorinated nonanoic acid	375-95-1	PFNA	0,5
Perfluorinated decanoic acid	335-76-2	PFDA	0,4
Perfluorinated undecanoic acid	2058-94-8	PFUnDA	0,4
Perfluorinated dodecanoic acid	307-55-1	PFDoDA	0,4
Perfluorinated tridecanoic acid	72629-94-8	PFTTrDA	0,4
Perfluorinated tetradecanoic acid	206-803-4	PFTeDA	0,4
Perfluorinated pentadecanoic acid	141074-63-7	PFPeDA	0,4
Perfluorinated hexadecanoic acid	67905-19-5	PFHxDA	0,4
Perfluorinated octadecanoic acid	16517-11-6	PFODA	0,4
Perfluoropropane sulfonic acid	359868-82-9	PFPoS	0,2
Perfluorinated butane sulfonic acid	375-73-5	PFBS	0,2
Perfluorinated pentane sulfonic acid	2706-91-4	PFPoS	0,2
Perfluorinated hexane sulfonic acid	355-46-4	PFHxS	0,1
Perfluorinated heptane sulfonic acid	375-92-8	PFHpS	0,1
Perfluorinated octane sulfonic acid	2795-39-3	PFOS	0,1
1-Chloro-perfluorooctanesulfonic acid	1651215-26-7	8Cl-PFOS	0,1
Perfluorinated nonane sulfonic acid	474511-07-4	PFNS	0,1
Perfluorinated decane sulfonic acid	335-77-3	PFDS	0,1
Perfluoroundecane sulfonic acid	441296-91-9	PFUnDS	0,2
Perfluorododecane sulfonic acid	79780-39-5	PFDoDS	0,2
Perfluorotridecane sulfonic acid	749786-16-1	PFTTrDS	0,2
Perfluorooctane sulfonamide	754-91-6	PFOSA	0,1
4:2 Fluorotelomer sulfonic acid	757124-72-4	4:2 FTS	0,3
6:2 Fluorotelomer sulfonic acid	27619-97-2	6:2 FTS	0,3
8:2 Fluorotelomer sulfonic acid	481071-78-7	8:2 FTS	0,3
10:2 Fluorotelomer sulfonic acid	120226-60-0	10:2 FTS	0,3
12:2 Fluorotelomer sulfonic acid	149246-64-0	12:2 FTS	0,3
14:2 Fluorotelomer sulfonic acid	1377603-17-2	14:2 FTS	0,3
N-Methyl perfluorooctane sulfonamide	31506-32-8	N-MeFOSA	0,3
N-Ethyl perfluorooctane sulfonamide	4151-50-2	N-EtFOSA	0,3
N-Methyl perfluorooctane sulfonamidoethanol	2355-31-9	N-MeFOSAA	0,3
2-(N-ethylperfluoro-1-octansulfonamido)acetic acid	2991-50-6	N-EtFOSAA	0,3
N-Methyl perfluorooctane sulfonamidoethanol	24448-09-7	N-MeFOSE	2
N-Ethyl perfluorooctane sulfonamidoethanol	1691-99-2	N-EtFOSE	2
Perfluorobutylsulphonamide	30334-69-1	PFBSA	0,3
Perfluorohexanesulfonamide	41997-13-1	PFHxSA	0,3
Perfluorohexanesulfonamide	41997-13-1	PFDSA	0,3
Dodecafluoro-3H-4,8-dioxananoat	958445-44-8	DONA	0,3
Perfluoroethylcyclohexanesulfonate	67584-42-3	PFECHS	0,3
Perfluoro(2-ethoxyethane)sulfonic acid	113507-82-7	PFEESA	0,3
Hexafluoropropylene oxide dimer acid	13252-13-6	HepoDA	0,5
5H-Perfluoropentanoic acid	376-72-7	5H-PFPeA	0,4
9H-Perfluorononanoic acid	76-21-1	9H-PFNA	0,4
2-(4-Chloro-perfluorobutoxy)-perfluoroethanesulfonic acid		4:2 F53B	0,3
9-chlorohexadecafluoro-3-oxanone-1-sulfonic acid	73606-19-6	6:2 F53B	0,3
11-chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonic acid	763051-92-9	8:2 F53B	0,3

Vedlegg 2. Variansanalyse, PFOS-konsentrasjoner

Test for forskjeller i konsentrasjoner mellom stasjoner.

Response PFOS

Summary of Fit

RSquare	0,941952
RSquare Adj	0,932277
Root Mean Square Error	0,330177
Mean of Response	1,928667
Observations (or Sum Wgts)	15

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	21,228173	10,6141	97,3621
Error	12	1,308200	0,1090	Prob > F
C. Total	14	22,536373		<,0001*

Effect Tests

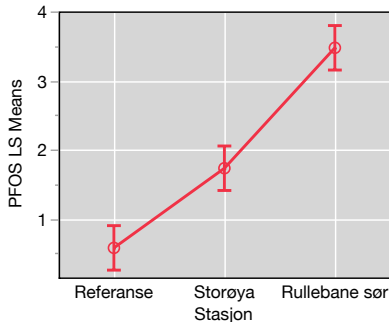
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Stasjon	2	2	21,228173	97,3621	<,0001*

Multiple Comparisons for Stasjon

Least Squares Means Estimates

Stasjon	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%	Arithmetic Mean Estimate	N
Referanse	0,5800000	0,14765952	12	0,2582775	0,9017225	0,5800000	5
Storøya	1,7320000	0,14765952	12	1,4102775	2,0537225	1,7320000	5
Rullebane sør	3,4740000	0,14765952	12	3,1522775	3,7957225	3,4740000	5

Least Squares Means Plot

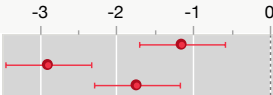


Tukey HSD All Pairwise Comparisons

Quantile = 2,66776, Adjusted DF = 12,0, Adjustment = Tukey

All Pairwise Differences

Stasjon	-Stasjon	Difference	Std Error	t Ratio	Prob> t	Lower 95%	Upper 95%
Referanse	Storøya	-1,15200	0,2088221	-5,52	0,0004*	-1,70909	-0,59491
Referanse	Rullebane sør	-2,89400	0,2088221	-13,86	<,0001*	-3,45109	-2,33691
Storøya	Rullebane sør	-1,74200	0,2088221	-8,34	<,0001*	-2,29909	-1,18491



Vedlegg 3. Analyserapporter

Mottaker

Eirik Fjeld

Dato 05.12.2023

eirik@fjeldogvann.no

RESULTATER FRA**Bestemmelse av PFAS i Biota**

Prosjektnummer: 220012

LIMS oppdragsnummer: 1398-12845

Kommentarer:

Kine Bæk
Senioringeniør

Bestemmelse av PFAS i Biota

[illegible]

Bestemmelse av PFAS i Biota

LIMS	Prøvemerkning	PFBS ng/g vv	PFPeS ng/g vv	PFHxS ng/g vv	PFHpS ng/g vv	PFOS ng/g vv	8Cl-PFOS ng/g vv	PFNS ng/g vv	PFDS ng/g vv	PFUnDS ng/g vv	PFDoDS ng/g vv	PFTTrDS ng/g vv	PFOSA ng/g vv	4:2 FTS ng/g vv	6:2 FTS ng/g vv
NR-2023-11098	ENNM-SØ-SSH01	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	1.63	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0.22	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11099	ENNM-SØ-SSH02	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	2.17	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	0.33
NR-2023-11100	ENNM-SØ-SSH03	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	2.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0.26	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11101	ENNM-SØ-SSH04	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	1.18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11102	ENNM-SØ-SSH05	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	1.63	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0.33	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11103	ENNM-RS-SSH01	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	3.51	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11104	ENNM-RS-SSH02	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	3.25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	0.34
NR-2023-11105	ENNM-RS-SSH03	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	3.68	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	1.15
NR-2023-11106	ENNM-RS-SSH04	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	3.99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	0.57
NR-2023-11107	ENNM-RS-SSH05	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	2.94	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	0.35
NR-2023-11108	ENNM-RF-SSH01	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	0.69	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11109	ENNM-RF-SSH02	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	0.55	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11110	ENNM-RF-SSH03	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	0.51	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11111	ENNM-RF-SSH04	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	0.46	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3
NR-2023-11112	ENNM-RF-SSH05	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	0.69	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3	<0,3

Bestemmelse av PFAS i Biota

LIMS	Prøvemerkning	8:2 FTS	10:2 FTS	12:2 FTS	14:2 FTS	N-MeFOSA	N-EtFOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	N-MeFOSE	N-EtFOSE	PFBSA
		ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
NR-2023-11098	ENNM-SØ-SSH01	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11099	ENNM-SØ-SSH02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11100	ENNM-SØ-SSH03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11101	ENNM-SØ-SSH04	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11102	ENNM-SØ-SSH05	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11103	ENNM-RS-SSH01	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11104	ENNM-RS-SSH02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11105	ENNM-RS-SSH03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11106	ENNM-RS-SSH04	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11107	ENNM-RS-SSH05	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11108	ENNM-RF-SSH01	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11109	ENNM-RF-SSH02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11110	ENNM-RF-SSH03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11111	ENNM-RF-SSH04	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3
NR-2023-11112	ENNM-RF-SSH05	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<2,0	<2,0	<0,3

Bestemmelse av PFAS i Biota

LIMS	Prøvemerkning	PFHxSA	PFDSA	DONA	PFECHS	PFEESA	HepoDA	5H-PFPeA	9H-PFNA	7Cl-PF3OHps (4:2 F53B)	9Cl-PF3ONS (6:2 F53B)
		ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
NR-2023-11098	ENNM-SØ-SSH01	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11099	ENNM-SØ-SSH02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11100	ENNM-SØ-SSH03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11101	ENNM-SØ-SSH04	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11102	ENNM-SØ-SSH05	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11103	ENNM-RS-SSH01	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11104	ENNM-RS-SSH02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11105	ENNM-RS-SSH03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11106	ENNM-RS-SSH04	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11107	ENNM-RS-SSH05	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11108	ENNM-RF-SSH01	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11109	ENNM-RF-SSH02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11110	ENNM-RF-SSH03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11111	ENNM-RF-SSH04	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3
NR-2023-11112	ENNM-RF-SSH05	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	<0,4	<0,3	<0,3

Bestemmelse av PFAS i Biota

LIMS	Prøvemerkning	11Cl-PF3OUdS (8:2 F53B)
NR-2023-11098	ENNM-SØ-SSH01	<0,3
NR-2023-11099	ENNM-SØ-SSH02	<0,3
NR-2023-11100	ENNM-SØ-SSH03	<0,3
NR-2023-11101	ENNM-SØ-SSH04	<0,3
NR-2023-11102	ENNM-SØ-SSH05	<0,3
NR-2023-11103	ENNM-RS-SSH01	<0,3
NR-2023-11104	ENNM-RS-SSH02	<0,3
NR-2023-11105	ENNM-RS-SSH03	<0,3
NR-2023-11106	ENNM-RS-SSH04	<0,3
NR-2023-11107	ENNM-RS-SSH05	<0,3
NR-2023-11108	ENNM-RF-SSH01	<0,3
NR-2023-11109	ENNM-RF-SSH02	<0,3
NR-2023-11110	ENNM-RF-SSH03	<0,3
NR-2023-11111	ENNM-RF-SSH04	<0,3
NR-2023-11112	ENNM-RF-SSH05	<0,3

KVANTIFISERINGSGRENSER (LOQ)

	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFPeDA	PFHxDA
	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
LOQ biota	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

GJENNFINNING (spike relavtive recovery)

	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFPeDA	PFHxDA
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Biota Spike	95.5	89	106	111	103	107	97	104	87	93	n.s	85

KVANTIFISERINGSGRENSER (LOQ)

	PFODA	PFPrS	PFBS	PFPeS	PFHxS	PFHpS	PFOS	8Cl-PFOS	PFNS	PFDS	PFUnDS	PFDoDS
	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
LOQ biota	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

GJENNFINNING (spike relavtive recovery)

	PFODA	PFPrS	PFBS	PFPeS	PFHxS	PFHpS	PFOS	8Cl-PFOS	PFNS	PFDS	PFUnDS	PFDoDS
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Biota Spike	82	93	90	86	93	96	104	93	94	82	79	81

KVANTIFISERINGSGRENSER (LOQ)

	PFTrDS	PFOSA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	10:2 FTS	12:2 FTS	14:2 FTS	N-MeFOSA	N-EtFOSA	N-MeFOSAA
	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
LOQ biota	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

GJENNFINNING (spike relavtive recovery)

	PFTrDS	PFOSA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	10:2 FTS	12:2 FTS	14:2 FTS	N-MeFOSA	N-EtFOSA	N-MeFOSAA
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Biota Spike	73	103	98	100	106	104	n.s	n.s	95	91	94

KVANTIFISERINGSGRENSER (LOQ)

	N-EtFOSAA	N-MeFOSE	N-EtFOSE	PFBSA	PFHxSA	PFDSA	DONA	PFECHS	PFEESA	HepoDA	5H-PFPeA
	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
LOQ biota	0.3	2	2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4

GJENNFINNING (spike relavtive recovery)

	N-EtFOSAA	N-MeFOSE	N-EtFOSE	PFBSA	PFHxSA	PFDSA	DONA	PFECHS	PFEESA	HepoDA	5H-PFPeA
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Biota Spike	104	99	90	106	109	102	98	97	91	105	84

KVANTIFISERINGSGRENSER (LOQ)

	9H-PFNA	7Cl-PF3OHps (4:2 F53B)	9Cl-PF3ONS (6:2 F53B)	11Cl-PF3OUds (8:2 F53B)
	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv	ng/g vv
LOQ biota	0.4	0.3	0.3	0.3

GJENNFINNING (spike relavtive recovery)

	9H-PFNA	7Cl-PF3OHps (4:2 F53B)	9Cl-PF3ONS (6:2 F53B)	11Cl-PF3OUds (8:2 F53B)
	%	%	%	%
Biota Spike	86	87	97	83

<i>Tittel</i>	<i>Avinor AS – PFAS i akvatisk biota ved Namsos lufthavn</i>
<i>Serie og nummer</i>	<i>Fjeld og Vann Rapport: R18-2024</i>
<i>Dato</i>	<i>Januar 2024</i>
<i>ISBN</i>	<i>978-82-94030-08-8</i>
<i>Utgiver</i>	<i>Fjeld og Vann AS, Terrasseveien 31 A, 1363 Høvik</i>

