

RAPPORT

AVINOR AS

HARSTAD / NARVIK LUFTHAVN, EVENES

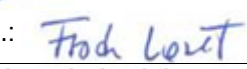
UNDERSØKELSER AV PFAS I JORD, VANN OG BIOTA MED RISIKOVURDERING

2015-04-20



Harstad/Narvik lufthavn. Foto: Avinor

Rapport nr.: 168186-17-J8	Oppdrag nr.: 168186	Dato: 20. april 2015	
Oppdragsnavn: Perfluorerte og polyfluorerte forbindelser ved norske lufthavner			
Kunde: Avinor AS			
UNDERSØKELSER AV PFAS I JORD, VANN OG BIOTA MED RISIKOVURDERING Harstad/Narvik lufthavn, Evenes			
Sammendrag: Denne rapporten bygger på tidligere undersøkelser av PFAS-forurensning i jord og vann ved Evenes Lufthavn. I tillegg er det presentert nye data fra 2012 til 2014; som er prøver av biota fra ferskvann og fra marint område, supplert med nye vannprøver og vurderinger av spredningsforløp og restmengder av PFAS. Rapporten gjør også en vurdering av risiko knyttet til menneskelig helse, og risiko knyttet til økosystem som følge av PFAS-forurensningen. Øving med brannskum har ført til at det har blitt spredd totalt 1 890 kg PFOS i perioden 1978 til 2001, og 180 kg PFAS (med hovedvekt fluortelomerer) i perioden 2001 til 2005. Disse stoffene har i stor grad blitt transportert ut i ferskvann og til sjøen ved Evenes lufthavn. Basert på målinger i jord og vann er det beregnet at det ligger igjen 20-80 kg PFOS ved brannøvingsfeltene i dag. Etter utfasingen av fluorholdig skum i 2005 viser målinger og beregninger at det er igjen en aktiv spredning fra grunnforurensning ved brannøvingsfelt og andre kjente kilder i størrelsesorden 1 kg PFOS pr år. Vannforskriftens grenser for god vannkvalitet er beskrevet ved et maksimalt innhold på 9,1 µg PFOS/kg våtvekt i akvatisk biota. Avinors miljømål samsvarer med dette. Konsentrasjonen av PFAS er påvist å overskride denne grensen for ørret, røye og skrubbe i Kjerkvatnet, Langvatnet og Lavangsvatnet og for noen arter i marint miljø. Når det gjelder innhold av PFAS i matbiota er nivåene for det som regnes som helsefarlig bestemt av TDI (tolerabelt daglig inntak) som er utarbeidet av EFSA. På bakgrunn av fremlagte analyser presentert i denne rapporten er det i følge Mattilsynet ikke grunnlag for å gi kostholdsråd for ferskvannsfisk eller sjømat på grunn av innhold av PFAS-forbindelser ved Harstad/Narvik lufthavn (Mattilsynet 2013 og 2015). I tillegg til PFAS, som kommer fra aktivitet på lufthavnen, er det også andre mulige kilder til PFAS i området. Forsvaret har aktivitet rett øst for terminalområdet til lufthavnen. I tillegg er det tre avløpsanlegg med utslippspunkt til marint miljø innenfor undersøkelsesområdet. Med foreliggende konsentrasjonsnivå av PFAS målt i biota, og med utgangspunkt i internasjonal litteratur, er det ikke grunnlag for å fastslå at forurensningen av PFAS fra Evenes lufthavn gir uheldige økologiske konsekvenser, men det kan heller ikke utelukkes.			
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Sign.
A1	2014-07-07	Utkast m/biota	
A2	2014-09-08	Utkast med jord, vann og spredningsvurderinger	
A2 ny	2014-10-28	Utlekket mengde fra aktive BØF, mengde forbrukt skum og spredningsberegning, oppsummering vann og jord	
A3	2014-11-07	Innarbeidet risikovurdering for biota	
A4	2014-11-25	Korreksjoner jord, vann og spredningsvurderinger	
B5	2014-12-19	Første utkast til Avinor	

B6	2015-01-15	Kommentarer fra Avinor	
B7	2015-01-28	Justeringer Norconsult	
J8	2015-01-30	Endelig versjon	
J8 rev.1	2015-02-19	Revisjon 1	
J8 rev.2	2015-02-26	Revisjon 2	
J8 rev 3	2015-03-18	Revisjon 3	
J8 rev 4	2015-03-30	Ny viten om innhold av PFAS i historiske skumtyper er inkludert	
J8 rev 5	2015-04-20	Revidering matbiota	
Utarbeidet av: Halvard Kaasa, Jannike Gry B. Jensen, Finn R. Gravem, Øistein Preus Hveding, Eivind Halvorsen, Lars Været, Bente Breyholtz,			Sign.: 
Kontrollert av: Vegard Kvisle/ Norconsult Frode Løset/ Sweco			Sign.:  Sign.: 
Oppdragsansvarlig / firma: Kim Rudolph-Lund/ Sweco Jannicke Garmann/ Norconsult			Oppdragsleder / firma: Halvard Kaasa/ Sweco Vegard Kvisle/ Norconsult

Forord

Avinor har i sin oppfølging av Miljøprosjektet engasjert eksterne konsulenter til å kartlegge og vurdere virkningene av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) som er registrert på og rundt brannøvingsfeltene på Avinor sine lufthavner. Disse fluorerte stoffene ble tidligere brukt som bestanddel i brannskum.

For å skaffe oversikt over spredningsveier, samt å få gjort en vurdering av om spredning av disse fluorerte forbindelsene kan ha uheldige virkninger for mennesker og økosystem i nærområdene rundt lufthavnene, er det gjennomført registreringer av disse stoffene i jord, vann og levende organismer (biota). Det utarbeides en resultatrapport for hver lufthavn, med en tilhørende risikovurdering for mennesker og økosystem basert på innhentede data og tilgjengelig litteratur. Forutsetningen tidlig i prosjektet var at Avinor hadde størst fokus på effekt av PFAS på mennesker og innsamling av matbiota. Etter hvert som konsekvensene for økosystemene rundt lufthavnene økte i aktualitet, ble innsamlingen av andre typer biota utvidet.

Arbeidet som presenteres i denne rapporten bygger på data fra vann, jord, sedimenter og biologisk materiale som ble hentet inn i perioden 2011-2014. Rapporten er utarbeidet i samarbeid mellom Norconsult AS og Sweco Norge AS. Vurderinger av mattrygghet er gjort av Mattilsynet.

Prøver av vann, sedimenter og jord er hentet inn av Sweco, Cowi og Norconsult i samarbeid med Avinors personell ved lufthavnen. Biotaprøvene ble samlet inn i regi av Sweco Norge i samarbeid med Tårstad/Stunes Elveeierlag og med personell ved Evenes lufthavn. En spesiell takk til John Mortensen fra Tårstad/Stunes Elveeierlag for stort engasjement og bidrag med innsamlingen. Analysene av biotaprøvene er utført av ALS Laboratory Group Norway AS, og vann- og jordprøver er analysert av Eurofins. I tillegg har NILU deltatt med analyse og kvalitetssikring av data for utvalgte biotaprøver. Utarbeidelse av rapporten er gjort av Sweco Norge og Norconsult, ved at Norconsult har hatt ansvar for å sammenstille og vurdere data knyttet til jord og vann, mens Sweco Norge har utarbeidet tekst og figurer knyttet til PFAS i biologisk materiale med risikovurdering i forhold til mennesker og økosystem. Sweco har også stått for sluttredigering.

Kontaktpersoner hos Avinor som har bidratt med mye informasjon, og nyttige innspill er Bente Wejden, Trine Reistad, Ingvild Helland, Cato André Eriksen, Kjell Harald Stormo og Jarl Øvstedal.

De som har deltatt i utarbeidelse av rapporten er:

Sweco Norge AS:

Halvard Kaasa, Jannike Gry B. Jensen,
Finn Gravem, Øistein Preus Hveding

Norconsult:

Vegard Kvisle, Eivind Halvorsen, Lars
Været, Bente Breyholtz

Vi takker for oppdraget og godt samarbeid!

Halvard Kaasa, Vegard Kvisle

20. april 2015

Innhold

1	Innledning.....	10
1.1	Bakgrunn og formål.....	10
2	Perfluorerte og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS).....	12
2.1	Generelt.....	12
2.2	Egenskaper PFAS.....	13
2.3	Effekter på miljø, mennesker og dyr	14
2.4	Økologiske konsekvenser av PFAS	14
2.5	PFAS i konsumvarer.....	17
3	Miljømål og akseptkriterier PFAS.....	18
3.1	Miljømål.....	18
3.2	Akseptkriterier i vann og biota	18
4	Metode risikovurdering	19
4.1	Inndeling miljøtilstand biota	19
4.2	Klasseinndeling sedimenter, jord og vann	20
4.3	Spredningsvurdering	21
4.3.1	Generelt.....	21
4.3.2	Metode for beregning av restmengde PFOS.....	21
4.3.3	Usikkerheter i beregningene	22
4.3.4	Metode tidsestimat på utlekking av PFOS fra brannøvingsfelt til resipient	23
4.4	Risikovurdering	23
4.5	Vurderinger av økologiske konsekvenser	24
4.5.1	Omregning muskel/lever til hel fisk	25
4.5.2	Bioakkumulering	26
4.6	Vurderinger av matbiota.....	28
5	Områdebeskrivelse.....	30
5.1	Beliggenhet og omgivelser	30
5.2	Bruk av brannskum, brannøvingsfelt, andre PFAS-lokaliteter	33
5.2.1	Bruk av brannskum.....	33
5.2.2	Det eldste brannøvingsfeltet (BØF B)	33
5.2.3	Det yngste brannøvingsfeltet (BØF A)	33
5.2.4	Andre PFAS-lokaliteter	34
5.3	Utførte tiltak	34

6	Undersøkelser	35
6.1	Metodikk for prøvetaking i vann og jord	35
6.2	Jord	35
6.2.1	Det eldste brannøvingsfeltet (BØF B)	36
6.2.2	Det yngste brannøvingsfeltet (BØF A)	36
6.3	Sedimenter	39
6.4	Vann.....	39
6.4.1	Grunnvann.....	40
6.4.2	Overflatevann	44
6.5	Oppsummering jord og vann	61
6.6	Biota	62
6.6.1	Terrestriske arter	62
6.6.2	Ferskvannsarter.....	62
6.6.3	Marine arter	78
6.6.4	Vurdering datagrunnlag biota.....	84
7	Spredningsvurdering	85
7.1	Innledning	85
7.2	BØF A – det yngste brannøvingsfeltet	88
7.2.1	Terreng– og strømningsanalyse for området	89
7.2.2	Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF A	90
7.2.3	Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt BØF A.....	94
7.2.4	Konklusjon spredningsvurdering BØF A	95
7.3	BØF B - det eldste feltet	95
7.3.1	Terreng– og strømningsanalyse for området	95
7.3.2	Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF B	96
7.3.3	Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt BØF B.....	99
7.3.4	Konklusjon spredningsvurdering BØF B	100
7.4	Mengde PFOS ut fra nedbørsfeltet øst for rullebanen	100
7.5	Mengde PFOS ut fra lufthavnen samlet	102
7.6	Konklusjon spredningskapittel.....	102
8	Risikovurdering	103
8.1	Økosystem og risiko	103
8.1.1	Terrestrisk miljø	103
8.1.2	Ferskvann.....	104
8.1.3	Marint miljø	106

8.2	Matbiota og risiko	107
8.2.1	Mattrygghet.....	107
8.2.2	Andre undersøkelser	109
9	Oppsummering	110
9.1	Jord og vann	110
9.2	Mattrygghet	110
9.3	Økosystem og risiko	111
9.4	Nøkkelpunkter.....	112
10	Referanser	113

Vedlegg 1 Undersøkte arter

Vedlegg 2 Bakgrunnsteori klasseinndeling PFAS

Vedlegg 3 Ordliste

Vedlegg 4 Oversiktskart jord og vann fra undersøkelser 2011-2014

- Oversiktskart jord og sediment
- Kart BØF A jord og sediment
- Kart BØF B jord og sediment
- Oversiktskart vann
- Kart vann delområde 1
- Kart vann delområde 2

Vedlegg 5 Oversiktskart biota fra undersøkelser 2013

- Oversiktskart matbiota
- Oversiktskart biota Evenes lufthavn
- Oversiktskart biota Skoddebergvatnet
- Oversiktskart biota Strandvatnet

Vedlegg 6 Brev Mattilsynet mattrygghet

- Brev Mattilsynet 2013
- Brev Mattilsynet 2015

1 Innledning

De siste årene har en blitt oppmerksom på en gruppe syntetiske fluorerte karbonforbindelser som kan ha uønskede miljøkonsekvenser (Borg, D. and Håkansson, H., 2012). Disse stoffene har lenge vært brukt i mange industriprodukter, som f.eks. til impregnering, slipp-belegg i kokekar og i overflatebehandling. Et av produktene var brannskum som bl.a. ble brukt ved norske lufthavner. I Norge ble bruk av PFOS og PFOS-relaterte forbindelser i brannskum, tekstiler og impregneringsmidler regulert i 2007 gjennom produktforskriftens §§ 2-9, 4-1 og 4-2, samt i begrensningsdirektivet – PFOS (Regjeringen, 2007). Tidligere bruk har ført til at det fremdeles finnes rester av slike forbindelser i grunnen der produkter med denne type forbindelser ble anvendt.

Avinor brukte PFOS-holdig brannskum ved sine lufthavner da dette var lovlig, og før de negative miljøkonsekvensene av PFOS var kjent. Avinor byttet til PFOS-fritt skum i 2001. Mellom 2001 og 2012 ble det benyttet brannskum med andre PFAS enn PFOS, bl.a. 6:2 FTS, mens det i dag brukes et fluorfritt brannslukkingsskum.

Basert på tidligere undersøkelser gjennomført i Avinor sitt miljøprosjekt, har Norconsult og Sweco på oppdrag fra Avinor utført supplerende prøvetaking, kartlegging og risikovurdering av PFAS-forurensningen ved og rundt 18 av lufthavnene, spesielt ved brannøvingsfeltene.

Denne rapporten oppsummerer tidligere og nye PFAS-resultater fra analyser av vann, jord og biota ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes (heretter kalt «Evenes lufthavn»). Analyseprogrammet omfatter opp til 14 utvalgte PFAS. I rapporten er det brukt en del forkortelser og uttrykk som kan trenge en forklaring. Slik forklaring er gitt som fotnoter og det er utarbeidet en liten ordliste til dette formålet som ligger i vedlegg 3.

1.1 Bakgrunn og formål

Avinors Miljøprosjekt, som startet i 2010, har som formål å utrede miljøstatus og eventuelt gjennomføre tiltak på Avinors lufthavner. Dette for å sikre at de tekniske anleggene på lufthavnene og driften av disse er innenfor vilkår i utslippstillatelsene, og at de oppfyller Forurensningsloven med tilhørende forskrifter. Miljøprosjektet var delt inn i 9 delprosjekter (DP), hvor DP2 omhandlet forurensset grunn. Alle delprosjektene avsluttes innen utgangen av 2015, og miljøarbeidet overføres til driftsorganisasjonen.

Som del av Miljøprosjektets DP2, gjennomførte Cowi AS og Sweco Norge AS kartlegging og risikovurdering (SFT, 1999. Veileder 99:01. Risikovurdering av forurensset grunn) av PFOS-forurensning ved alle Avinors lufthavner i 2011-2012. Rapportene ble levert til Miljødirektoratet i januar 2013. Undersøkelsene påviste PFOS i varierende konsentrasjoner ved nesten alle brannøvingsfelt. Ved flere lufthavner ble det også funnet PFOS i områder der det ikke var forventet. DP2-arbeidene viste også at beregningsverktøyet som er utviklet for veileder 99:01 (SFT, 1999) ikke er godt nok til å bestemme spredning av PFAS fra grunn til resipient.

For å gjøre en utvidet risikovurdering basert på målt eksponering (Trinn 3 – SFT, 1999), ble Sweco Norge og Norconsult engasjert for innhenting av biologisk materiale i 2012 og 2013, samt eventuelt å supplere med vann og jordprøver. Dette som et grunnlag for å identifisere eventuelle behov for tiltak for fjerning av forurensning. Forutsetningen tidlig i prosjektet var at Avinor hadde fokus på effekt av PFAS på mennesker, og følgelig ble det i stor grad gjennomført analyser på fiskekjøtt av konsumfisk og noen arter som kan ha direkte påvirkning for opptaket av PFAS i disse. Etter hvert som vurdering av konsekvens for økosystemene rundt lufthavnene økte i aktualitet, ble innsamlingen av andre typer biotaprøver utvidet. Prøvematerialet i denne undersøkelsen er likevel preget av hensynet til konsekvens for mennesker.

Kunnskap om PFOS og PFAS har utviklet seg i løpet av prosjektperioden, og i begynnelsen var det kun fokus på PFOS og PFOA. Det ble derfor bare i begrenset omfang analysert for andre PFAS i starten av prosjektet.

Ved Evenes lufthavn er det gjennomført innsamling og analyse av fisk fra Kjerkvatnet, Langvatnet og Lavangsvatnet, og fra referansestasjonene Strandvatnet og Skoddebergvatnet. Det er også innhentet biologisk materiale fra marint område som kan bli påvirket av avrenning fra områdene rundt lufthavnen, nærmere bestemt Tårstadosen og området utenfor elva fra Kjerkvatnet (Stunesosen). Vannovervåkingen ble også videreført med et utvalg eksisterende og nye prøvepunkter i 2013 og 2014.

Med bakgrunn i tilgjengelige analysedata og litteratur søker en i rapporten å belyse mulige spredningsveier, mengde gjenværende PFOS og hvor mye som årlig lekker ut, og å vurdere om PFAS kan ha uheldige virkninger for mennesker og økosystem i nærområdene rundt lufthavnen.

2 Perfluorerte og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS)

2.1 Generelt

PFAS (per- og polyfluorerte alkylstoffer) er en stor gruppe organiske, fluorholdige kjemiske forbindelser. Totalt finnes det flere hundre forskjellige stoffer og det utvikles stadig nye. Tabell 2-1 viser et utvalg av de mest vanlige forbindelsene med navn og kjemisk formel. Alle, eller noen av disse forbindelsene, er analysert i biota og eller i vann og jord i de utførte undersøkelsene. Felles for dem er at alle hydrogenatomene (perfluorerte) eller noen av hydrogenatomene (polyfluorerte) i alkylene er byttet ut med fluoratomer. PFAS deles inn i fire hovedgrupper; sulfonater, alkoholer, syrer og sulfonamider. Antall karbonatomer (C) i alkylkjeden er ofte 4 – 12 (C₄ – C₁₂), men også lenger.

Det er godt kjent at to av stoffene, PFOS (perfluoroktylsulfonat) og PFOA (perfluoroktylsyre), kan ha alvorlige helse- og miljøskadelige effekter, at de gjenfinnes overalt i miljøet og at de i liten grad brytes ned, verken biologisk eller kjemisk. Det er forholdsvis liten kunnskap om effektene av de andre stoffene, og både i Norge og utlandet forskes det for å øke forståelsen.

Tabell 2-1. Oversikt over de per- og polyfluorerte alkylforbindelsene som inngår i biota-, vann- og jordanalysene.

PFAS	Navn	Kjemisk formel
PFBA ^{b)}	Perfluorobutanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₂ COOH
PFPeA ^{a)}	Perfluoropentanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₃ COOH
PFHxA ^{a)}	Perfluorohexanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₄ COOH
PFHpA ^{a)}	Perfluoroheptanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₅ COOH
PFOA ^{a)}	Perfluorooctanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₆ COOH
PFNA ^{a)}	Perfluorononaic acid	CF ₃ (CF ₂) ₇ COOH
PFDA ^{a)}	Perfluorodecanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₈ COOH
PFBS ^{a)}	Perfluorobutans sulfonic acid	CF ₃ (CF ₂) ₃ SO ₃ H
PFHxS ^{a)}	Perfluorohexane sulfonic acid	CF ₃ (CF ₂) ₅ SO ₃ H
PFOS ^{a)}	Perfluorooctanesulfonic acid	CF ₃ (CF ₂) ₇ SO ₃ H
FTS-6:2 ^{a)}	6:2 fluortelomer sulfonate	CF ₃ (CF ₂) ₅ CH ₂ CH ₂ HSO ₃
FTS-8:2 ^{a)}	8:2 fluortelomer sulfonate	CF ₃ (CF ₂) ₇ CH ₂ CH ₂ HSO ₃
PFDS ^{c)}	Perfluoro-1-decanesulfonate	CF ₃ (CF ₂) ₉ HSO ₃
PFUnDA ^{c)}	Perfluoroundecanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₉ COOH
PFDoDA ^{c)}	Perfluorododecanoic acid	CF ₃ (CF ₂) ₁₀ COOH

a) Analysert i både biota, vann og jord

b) Analysert kun i vann og jord

c) Analysert kun i biota

PFOS er den mest utbredte av PFAS, og virker å være det endelige sluttproduktet ved nedbryting av flere andre per- og polyfluorerte alkylstoffer (Beach *et al.*, 2006). PFOS er en stabil forbindelse og har en biologisk estimert halveringstid når den opptrer fritt i naturen på 41 år (van Asselt *et al.*, 2011).

PFAS fremstilles syntetisk, og har vært brukt i industri- og forbrukerprodukter siden 1940-tallet. Stoffene har gode overflateegenskaper, og de kan blant annet danne tynne hinner som hindrer spredning av brann og avdamping av flyktige forbindelser. De forbedrer også produktenes vann- og smussavstøtende egenskaper. Stoffene brukes eller har vært brukt blant annet i

brannskum, hydraulikkoljer, plantevernmidler, rengjøringsmidler, elektronisk utstyr, teflonbelegg, matemballasje, skismøring, samt i tekstiler og tepper.

Noen av forbindelsene benyttes ofte som hjelpekjemikalier i prosesser for å produsere andre fluorpolymere (f.eks. PFOA og PFNA benyttes for å lage PTFE (Teflon/Gore-Tex)).

Tidligere var PFOS-holdig brannskum den største kilden til utslipp av PFOS i Norge. Foruten PFOS, er det PFOA, 6:2 FTS, PFHxS og PFBS som hovedsakelig assosieres med brannskum. Klif (nå Miljødirektoratet) har utarbeidet en handlingsplan for å redusere forbruket og utslippene av PFAS, og blant annet ble PFOS i brannskum regulert i Norge i 2007 og PFOA i 2014. Avinor faset ut sin bruk av PFOS-holdig brannskum allerede i 2001, og annet PFAS-holdig brannskum i 2012.

Stoffene kommer først og fremst inn i det akvatiske miljøet via avløpsvann (industri, kloakk, spredt avrenning osv.). Miljødirektoratet pålegger nå de bedriftene som mottar og behandler flytende farlig avfall, å redusere utslippene av perfluorerte miljøgifter (Miljødirektoratet, 2014).

I tiden etter at PFOS ble faset ut av bruk, har bruken og dermed konsentrasjonen av andre PFAS slik som PFBS, PFHxS og PFNA økt. PFOS, PFOA og andre per- og polyfluorerte forbindelser regnes nå som globale miljøgifter. Foreliggende informasjon viser at PFOS-beslektede forbindelser har blitt og blir fjernet fra mange produkter, men at det kan ta ytterligere 5-10 år før tilfredsstillende alternativer er utviklet og tatt i bruk.

Undersøkelser tyder på at bioakkumuleringsevnen og giftigheten av de per- og polyfluorerte forbindelsene øker med økende lengde på alkylkjeden. Med en kjedelengde på 5 karbonatomer eller mindre, virker ikke forbindelsene å være så farlige, men deres persistens (motstand mot nedbrytning av naturlige prosesser) betyr at de vil forbli i miljøet i lang tid.

2.2 Egenskaper PFAS

Det er stor spredning i egenskapene til de ulike PFAS, men generelt er de lite fettløselige, forholdsvis godt løselige i vann, og binder seg særlig til proteiner i organismene. I motsetning til andre halogenerte organiske miljøgifter oppkonsentreres PFAS ikke i fett, men sirkulerer i organismen knyttet til proteiner i blod og lever (KLIF, 2013). Forbindelsene brytes i liten grad ned (metaboliseres), og skilles primært ut fra leveren med gallen, og konsentrasjonene i fisk er derfor høyest i blod, lever og galle, mens de i muskelvev er oftest betydelig lavere (Martin *et al.*, 2003).

De fysiokjemiske egenskapene til PFAS er av en slik karakter at deres oppførsel i miljøet hverken er enkel å skjønne, eller lett å forutsi med de modeller og forutsetninger som vanligvis benyttes. De store forskjellene i de fysiokjemiske egenskapene (bl.a. vannløselighet, K_{OC}^1 , damptrykk osv.) bidrar til at PFAS ikke kan behandles som en homogen gruppe, spesielt ved vurdering av tiltak. Fordelingen mellom ulike miljømatriser styres av komplekse interaksjoner mellom matriksens egenskaper (f.eks. ionebytter) og stoffenes struktur og molekylære egenskaper. Dette innebærer at enkle modeller for å forutsi fordelingen mellom vann og jord, utlekkingsegenskaper og transport ikke kan benyttes.

¹ Fordelingskoeffisienten mellom organisk karbon og vann

Noen viktige egenskaper hos PFOS og PFOA:

- Anion (negativt ladd) i vann og sedimenter
- Overflateaktivt; molekylene har ofte en hydrofob og en lipofob del
- Lavt damptrykk (lite flyktige)
- Kjemisk og termisk stabile
- Høy persistens, dvs. brytes i liten grad ned i vann, sedimenter og jord
- Affinitet til organisk materiale, jord og sedimenter (assosieres til overflater): PFOS > PFOA
- Akkumuleres i næringskjeden
- Bioakkumuleringspotensiale (evnen til å bli lagret i organismer): Høyere for langkjedete PFAS og PFOS > PFOA
- Opptak i organismer av PFAS i akvatisk miljø skjer både direkte via vann og via næringsopptak
- Evnen til å transporteres med grunnvann øker med avtagende karbonkjedelengde
- Ikke fettløselig og synes å binde seg til proteiner og proteinrike vevstyper (lever og blod)
- Moderat akutt giftighet

2.3 Effekter på miljø, mennesker og dyr

Virkningsmekanismene til PFAS på mennesker og dyr er det foreløpig liten kunnskap om, men en del av de skadelige effektene er kjent. Eksempelvis virkning på organfunksjoner, endringer av fekunditet (fruktbarhet) og påvirkning på immunforsvar. Overhyppighet av ulike kreftformer knyttes også til høye blodverdier av disse stoffene. Nyere dyrestudier antyder at PFOS er mer toksisk enn EFSA antok i 2008 (EFSA, 2008), i første rekke gjelder det immuntoksisitet (Glynn *et al*, 2013, Grandjean og Budtz-Jørgensen, 2013).

Langkjedede PFAS er en bekymring for barns helse. Studier på forsøksdyr har vist utviklingstoksisitet, inkludert dødelighet for nyfødte. Barns eksponering er større enn hos voksne, dette som følge av økt inntak av mat, vann og luft per kilo kroppsvekt, samt barnespesifikke eksponeringsveier som morsmelk og inntak av ikke-matvarer, og kontakt med gulvet. Studier har vist PFAS i navlestrengsblod og morsmelk, og det er rapportert at barn har høyere nivåer av enkelte PFAS sammenlignet med voksne (EPA, 2009). EFSA (2012) viste at små barn fikk i seg to til tre ganger mer PFAS enn voksne (% TDI).

De forskjellige PFAS viser ulike halveringstider i organismer, og sannsynligvis varierer halveringstidene fra organisme til organisme. I menneske har PFOS og PFOA en halveringstid på omtrent 4 år. Organisasjonen *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)* påpeker imidlertid at kontinuerlig eksponering av disse stoffene vil kunne øke belastningen på kroppen til et nivå som gir uønsket utfall (ATSDR, 2009).

2.4 Økologiske konsekvenser av PFAS

Under er det gitt en beskrivelse av hvor PFAS er påvist i naturen, hvordan de akkumuleres i organismene og oppover i næringskjeden, og i hvilken grad stoffene skilles ut igjen. Det vil også bli gitt noen eksempler på observerte konsekvenser som følge av forsøk der organismene (stort sett enkeltarter, ikke økosystemer) ble eksponert for ulike konsentrasjoner av ulike PFAS. I litteraturen som er gjennomgått er det imidlertid ikke funnet klare eksempler på negative effekter av PFAS på organismer i naturlige økosystemer.

Første gang det ble uttrykt bekymring for de toksiske effektene av enkelte PFAS var på 1980-tallet, men det var først da det for relativt få år siden ble utviklet mer sensitive analysemetoder,

at disse forbindelsene ble påvist i uventede geografiske områder, som i Arktis og nordlige deler av Stillehavet. PFAS ble funnet i mange dyrearter, særlig toppredatorer, og det ble også påvist PFAS i blodprøver (blant annet bundet til proteiner i plasma) fra mennesker over hele verden (Giesy and Kannan, 2001; Kerstner-Wood *et al.*, 2003; Schultz *et al.*, 2003).

I 2004 ble det publisert en rapport i regi av Nordisk Ministerråd (NMR), hvor det ble presentert funn av PFAS i ulike miljøprøver fra seks nordiske land (Norge, Sverige, Danmark, Finland, Færøyene og Island) (Kallenborn *et al.*, 2004). Denne undersøkelsen pekte på at kloakkslam og sigevannsprøver også er viktige kilder til utslipp og spredning av PFAS ut i miljøet. I biota ble de høyeste konsentrasjonene funnet i toppredatorer som grindhval og steinkobbe, og i gjedde, som er en typisk rovfisk.

I Norge overvåker Miljødirektoratet PFAS i biota. Nylig ble det eksempelvis gjennomført en screeningundersøkelse av biota og sedimenter for blant annet PFAS på fastlandet i Norge og på Svalbard (Harju *et al.*, 2013). Prøvepunktene i denne undersøkelsen var spesielt valgt for å kunne eliminere lokale forurensningskilder, og å få innsikt i bakgrunnsdata for de aktuelle forbindelsene, som følge av langtransportert forurensing. Laveste konsentrasjoner ble funnet i abiotiske prøver (jord/vann), mens de høyeste nivåene ble funnet i sellever (85,5 µg/kg vv) og isbjørn (i underkant av 300 µg/L våtvekt i blodplasma i isbjørn), og i egg fra marine fugler (72,8 µg/kg vv). Av stoffene som ble påvist, viste blant annet PFOS en TMF (Trophic Magnification Factor) høyere enn 1, både for marine økosystem tilknyttet det norske fastland og Svalbard (Harju *et al.*, 2013). Dette innebærer at konsentrasjonen av PFOS økte fra ett nivå i næringskjeden til den neste, f. eks. fra sel til isbjørn.

En annen studie tok for seg økotoksikologiske effekter på meitemark (*Eisenia fetida*) som følge av påvirkningen av tre PFAS (Stubberud, 2006). Meitemarken er en viktig art, fordi den har en nøkkelrolle i det terrestriske økosystemet, både som nedbryter av organisk materiale i jord, og som matkilde for andre dyr som mange fuglearter og enkelte pattedyr som for eksempel grevling. Resultatene i studien viste at PFOS og PFOA var skadelig for meitemarkens reproduksjonsevne når nivået i jorda oversteg henholdsvis 10 og 16 mg/kg (reduisert antall avkom, lav vekt på avkom). BCF (Biokonsentrasjonsfaktor) for PFOS fra jord til meitemark var 2,3. Nivået av PFOS i meitemark var altså 2,3 ganger så høy som i omgivelsene. Dette tyder også på at oppkonsentreringen av PFOS starter på et lavt nivå i næringskjeden. For PFOA var BCF lik 1. Det var altså ingen forskjell i konsentrasjon av PFOA mellom meitemark og dens omgivelser i dette forsøket (Stubberud, 2006). De ulike PFAS blir dermed tatt opp i meitemarken i ulik grad. Generelt synes det som om forbindelser med lange karbonkjeder akkumuleres i større grad enn de med korte kjeder.

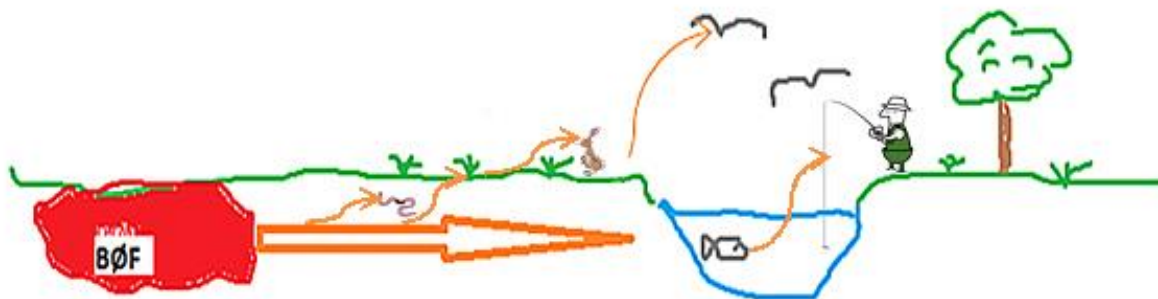
Det er også gjort studier av effekten av PFAS på fisk. I ett tilfelle ble umodne regnebueørret gitt fôr som inneholdt tre varianter av perfluorofosfonater (PFPA) og tre varianter av perfluorofosfinater (PFPiA) i 31 dager, etterfulgt av en 32-dagers utskillingsfase. Konsentrasjonen av de ulike forbindelsene i fôret varierte mellom 420 – 533 ng/g fôr (= 420-533 µg/kg vv). Både lever og hel fisk ble analysert regelmessig, samt stoffenes fordeling i blod, lever, hjerte, nyrer og gjeller, etter endt fôringsperiode. Det ble ikke observert noen dødelighet, men fisk som fikk forurenset fôr vokste signifikant dårligere og fikk mindre lever enn fisk som ikke fikk forurenset fôr (Lee *et al.*, 2012). Et annet interessant trekk var at PFAS viste seg å bli skilt ut av kroppen etter at fôringen stoppet. Halveringstiden for utskillelsen av PFAS varierte fra 3 til 43 dager, og tiden det tok å skille ut stoffene økte med antall perfluorerte karbonatomer i molekylet. BMF, biomagnifiseringsfaktoren (forholdet mellom konsentrasjonen av den aktuelle kjemiske forbindelsen i organismen og i maten organismen spiser), var mindre enn 1 for alle forbindelsene. Dette antyder at de studerte stoffene ikke ble oppkonsentrert utover det nivået fôret har, når regnebueørreten kun fikk stoffene inn i kroppen gjennom maten den spiste.

I en ny studie gjort ved Universitetet i Oslo, ble ungfisk av ørret (*Salmo trutta*) eksponert for vann som inneholdt en blanding av seks PFAS i et gjennomstrømningssystem i 20 dager, fulgt av en periode på 10 uker da fisken kun ble utsatt for rent vann (Johanson *et al.*, 2015). Fisken ble delt i to grupper, der den ene gruppen ble utsatt for en «lav» konsentrasjon (5,8 µg PFOS/L) i vannet, mens den andre gruppen av fisk ble eksponert for en «høy» konsentrasjon (455 µg PFOS/L), mens forsøket varte. I innsjøene ved Evenes hvor fisken lever er imidlertid konsentrasjonen av PFAS langt lavere, som regel < 20 ng/L (denne rapporten).

Resultatene fra forsøket viser at eksempelvis PFOS og PFHxS ble tatt opp i fisken fra vannet, og PFOS i størst grad. Det var dessuten en signifikant akkumulering av PFOS og PFHxS i løpet av de tre ukene eksponeringen varte, for begge stoffene med høy utgangskonsentrasjon i vannet, og for PFHxS med lav utgangskonsentrasjon. Etter ti uker i rent vann hadde konsentrasjonen av PFOS i fisken ikke sunket, i motsetning for PFHxS hvor nedgangen var signifikant. Det konkluderes også med at PFOS og PFHxS har et bioakkumuleringspotensial i fisk (Hellstad *et al.*, 2015).

Tilsvarende bioakkumulering og overføring til høyere trofiske nivå er rapportert fra ferskvann i Kina (Xu *et al.*, 2014), og fra et subtropisk næringsnett i Hong Kong (Loi *et al.*, 2011). Multivariate analyser viser at PFAS overføres til høyere trofiske nivå på samme måte som miljøgiftene PCB, DDT og PBDE, på tross av at de akkumuleres på ulikt vis (Haukås *et al.*, 2007).

Det viktigste opptaket av PFAS i næringskjedene med virkning for mennesket skjer når planter og dyr som brukes til menneskemat eksponeres for kontaminert luft, vann eller næring. Prinsipielt kan forurensingen fra et brannøvingsfelt til naturmiljøet spres videre til luft, vann, jord og biota (Figur 2-1). Disse fire kategoriene er følgelig mottakere eller resipienter av forurensingen, og de står i nær kontakt med hverandre. Eksempelvis vil en meitemark kunne oppta forurensingen fra vann, jord og fra organisk materiale slik som løv fra trær som vokser på den forurensede lokaliteten. Spredningen av forurensingen foregår altså i et tredimensjonalt rom, og forurensningen kan over tid helt eller delvis transporteres bort fra det opprinnelige kildeområdet. Kompleksiteten i et spredningsbilde øker med antall forurensingsbærere. Tiltak for å begrense effekten av en forurensing av denne typen kan være å fjerne deler av eller hele forurensingen, redusere antall forurensingsbærere og/eller redusere lekkasje per tidsenhet.



Figur 2-1. Skjematisk fremstilling av forurensningssituasjonen ved brannøvingsfelt.

2.5 PFAS i konsumvarer

Van Asselt *et al.* (2013) fant at meieriprodukter anses å være den dominerende inntaksveien av PFOS for mennesker, i tillegg til sjømat, drikkevann, kjøtt og støv. Folkehelseinstituttet (Haug, 2012), har via BROFLEX-studien vist at for de fleste mennesker skjer det største opptaket av PFOS/PFOA gjennom maten, og spesielt fisk og skalldyr, men at innemiljø og drikkevann også kan være viktige eksponeringskilder. At viktigste eksponeringskilde for mennesker varierer kan skyldes regionale og lokale forhold.

EFSA²(2012) fant at PFOS i snitt utgjorde 29 % av 27 PFAS som det ble analysert for i et stort antall matvarer. Videre fant de at PFAS forekom hyppigst i fisk og annen sjømat, samt kjøtt og kjøttprodukter, og i noe mindre omfang i frukt og grønnsaker og drikkevann. I denne undersøkelsen var datamaterialet hentet fra 13 europeiske land, deriblant en stor andel fra Norge. Noorlander *et al.* (2011) fant imidlertid at i Nederland stammet 25 % av det totale inntaket av PFOS fra melk/meieriprodukter, mens kjøtt og fisk bidro med henholdsvis 21 % og 9 %. Inntaket av melk, melkeprodukter og kjøtt bør følgelig tas med i betraktningen når en ser på den totale belastningen hos mennesker. Det er sannsynlig at disse bidragene varierer med kostvaner og forutsetninger for lokal matproduksjon. Haug *et al.* (2010) viste at i Norge vil det for de fleste være gjennom maten, spesielt fisk og skalldyr, at vi får i oss mest PFOS og PFOA, men at innemiljø og drikkevann også kan være viktige eksponeringskilder. For små barn er det i tillegg andre kilder som ikke er relatert til mat, men at de krabber på gulvet og spiser på alt mulig. Det synes også relevant å vurdere gravides inntak spesielt.

For å studere opptak i matplanter, som er aktuelle for mennesker, ble fem ulike arter (vårhvete, poteter, mais, havre og flerårig raigress) dyrket i jord som ble tilsatt PFOA og PFOS i konsentrasjoner fra 0,25 til 50 mg/kg jord. Studien viste at det ble funnet høye konsentrasjoner i den vegetative delen framfor i lagringsorganene (f. eks. i bladene framfor i frøene). Videre ble det funnet at konsentrasjonen i plantene økte med konsentrasjonen av PFAS i jorda. Ved konsentrasjoner fra 10 til 50 mg PFOA og PFOS /kg jord (varierte mellom artene) ble det observert økende effekter som nekrose (lokal celle og vevsdød), gulfarging og redusert vekst med økende dose (Stahl *et al.*, 2009). Opptaket av PFAS i plantene hadde dermed synlige negative konsekvenser for plantene.

² European Food Safety Authority
Harstad/Narvik lufthavn, Evenes

3 Miljømål og akseptkriterier PFAS

3.1 Miljømål

Følgende miljømål er vedtatt i Avinors miljøkomité³, og er styrende for vurderingene i disse risikovurderingene:

- 1) PFAS-forurensning som følge av Avinors aktivitet skal håndteres slik at naturlige resipienter og tilgrensende økosystem har god vannkvalitet⁴ og gode livsbetingelser for berørte arter.
- 2) Utlekking og spredning av perfluorerte stoffer fra Avinors aktive og nedlagte brannøvingsfelt skal reduseres over tid sammenlignet med dagens situasjon⁵.

Karakterisering av miljøtilstand som utgangspunkt for miljømål 1 og 2 skal være basert på statistiske verdier og ikke på enkeltobservasjoner. Miljømål 1 legges til grunn for vurderingene av resultatene fra undersøkelsene som presenteres i denne rapporten, og i den grad undersøkelsene har tilstrekkelig omfang, legges de til grunn for videre oppfølging av miljømål 2.

3.2 Akseptkriterier i vann og biota

Vannforskriftens grenser for god vannkvalitet i vannforekomster er beskrevet ved 9,1 µg PFOS/kg våtvekt (vv) i akvatisk matbiota (mat for både mennesker og dyr). I rapporten legges det til grunn en konservativ vurdering av risiko, der 9,1 µg/kg vv PFAS skal brukes som grense for god kvalitet. Dette betyr at det her måles på samlet innhold av de 14 PFAS forbindelsene det analyseres på i biota (Tabell 2-1).

Dokumentasjon av negative effekter som følge av PFAS-innhold i ulike dyrearter viser at mengde PFAS i slike studier ofte er svært mye høyere enn 9,1 µg/kg (se avsnitt 2.4). En velger likevel å bruke denne grenseverdien for arter som er vanlige i de økosystemene som grenser til PFAS-forurensningene på lufthavnene, og det legges til grunn at konsentrasjoner opp til 9,1 µg PFAS/kg vv gir gode livsbetingelser for tilstedeværende arter.

Normen på 9,1 µg/kg vv legges til grunn for biota i akvatisk og terrestrisk miljø i resipientene.

Dersom det er behov for å vurdere vannkvalitet i forhold til drikkevann, benyttes det i denne rapporten svenske retningslinjer (www.slv.se), der Livsmedelverket har anbefalt at akseptverdiene skal baseres på at 10 % av TDI kommer fra drikkevann (Livsmedelsverket, 2014a og 2014b). I disse retningslinjene anbefales det tiltak dersom konsentrasjonen av PFAS overstiger 90 ng/L, og forbud mot å bruke det som drikkevann dersom konsentrasjonene overstiger 350 ng PFAS/L.

Ved fremstilling og vurdering av analyseresultater brukes statistiske verdier der det er grunnlag for det. Dette for å unngå feilkilder som kan oppstå ved å trekke konklusjoner basert på data fra få individer. Der det kun foreligger data fra få individer, presenteres disse med vurdering av representativitet.

³ Vedtatt 2014-09-12

⁴ Målt som EQS_{biota}, human helse = 9,1 µg PFOS/kg våtvekt (KLIF, 2012)

⁵ 2014

4 Metode risikovurdering

4.1 Inndeling miljøtilstand biota

Det er hensiktsmessig med en inndeling av PFAS-innhold i biota for å presentere funn med ulikt innhold, samt å antyde potensiell risiko. Det benyttes en 4-delt skala med fargekode (Tabell 4-1). Se ellers vedlegg 2 for bakgrunnsinformasjon. TDI er verdien for livslangt tolererbart daglig inntak (μg stoff/kg kroppsvekt/dag) av et spesifikt stoff. TDI-verdien bestemmes normalt på bakgrunn av studier med fugl eller pattedyr som utsettes for kronisk belastning av det aktuelle stoffet, og observasjoner av når skadelig påvirkning på organismene inntreffer, inkludert en sikkerhetsfaktor (Klif, 2012). TDI-verdien for PFOS er $0,15 \mu\text{g} / \text{kg}$ kroppsvekt/dag.

Når det gjelder PFOS, sier EUs vannforskrift at et bidrag på 10 % av TDI fra en kilde (her sjømat) aksepteres som god tilstand, da det antas at mennesker får i seg PFAS også fra andre kilder enn sjømat (f.eks. meieriprodukter, støv, drikkevann osv.) (Klif, 2012). Mattilsynet har tidligere gjennomført vurderinger av risiko for human helse knyttet til konsum av fisk fra resipienter ved fem av Avinors lufthavner (Mattilsynet 2013 og 2015, vedlegg 6). I Mattilsynets grunnlag for vurderinger sies det «Det er også antatt at fisk og sjømat står for det alt vesentlige opptaket av PFOS til kroppen».

I vurderingene av konsekvenser for miljø og for human helse legges i denne rapporten «føre var»-prinsippet til grunn, på den måten at TDI-verdien for PFOS overføres til å gjelde for summen av funn av de 14 PFAS som inngår i biotaanalysene. Ved statistisk behandling av resultater, regnes resultater under deteksjonsgrensen (<LOD) som null.

Dagens kunnskap tilsier at mange av forbindelsene som tilhører gruppen PFAS er mindre miljøfarlige enn PFOS, og at en ved å bruke summen av PFAS i kategoriseringen trolig overestimerer miljøvirkningene og dermed tilstandskategori. Resultater der det ikke er gjort funn over deteksjonsgrensen regnes imidlertid som nullverdi, og dette gir sannsynligvis en underestimering av tilstand. Videre foreligger det en usikkerhet vedrørende eventuelle «cocktail-effekter»⁶ av ulike PFAS, og også i kombinasjon med eventuelle andre miljøgifter. Det foreligger svært lite forskning rundt dette, men den generelle utviklingen for klassifisering av miljøgifter i samfunnet er at de ofte anses som mer farlige etter hvert som kunnskapsnivået øker, slik at anbefalt TDI reduseres med tiden. En dokumentasjon av dette ligger i artikkelen til Grandjean og Budtz-Jørgensen (2013) der det hevdes at nåværende grense for drikkevann er flere hundre ganger for høy i forhold til effekter på immunsystemet hos mennesker.

Kategoriinndelingen i Tabell 4-1 er basert på TDI i forhold human helse ved konsum (TDI = livslangt tolererbart daglig inntak av stoffet), og reflekterer delvis også risikoen for økosystemene. EUs grense for god miljøtilstand er $9,1 \mu\text{g}$ PFOS /kg biota v.v. Grense for dårlig miljøtilstand (Kategori IV i tabell 4-1) er basert på at 100% av TDI for en person på 70 kg og er $91,3 \mu\text{g}$ PFOS/dag resten av livet(EFSA). I denne rapporten er grenseverdien den samme men gjelder sum PFAS.

⁶ Kombinasjonseffekter ved påvirkning av flere ulike kjemiske stoffer samtidig
Harstad/Narvik lufthavn, Evenes

Tabell 4-1. Kategorisering av innhold av PFAS i biota med tanke på risiko for human helse og økosystem.

	Kategori I – Bakgrunn/ikke påvist	Kategori II – God miljøtilstand	Kategori III – Moderat miljøtilstand	Kategori IV – Dårlig miljøtilstand
PFAS, µg/kg biota vv	< LOD ⁷	LOD – 9,1 ⁸	9,1 – 91,3	> 91,3

4.2 Klasseinndeling sedimenter, jord og vann

Det er innholdet av PFAS i biota som er styrende for miljørisikovurderingen, og om resipienten er regnet for å ha god tilstand. For enklere å få en oversikt er det hensiktsmessig også med en kategorisering av innholdet av PFAS i sedimenter, jord og vann. Dette gjør det i tillegg enklere å kunne sammenligne ulike områder ved lufthavnen og mellom lufthavner.

For kategoriseringen av sedimenter, jord og vann, er klasseinndelingen av PFOS som er utarbeidet i Miljødirektoratets rapport TA-3001 «Utkast til bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitets-standarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota» (Klif, 2012) benyttet som et utgangspunkt. Da flere av grenseverdiene i klasse I og II er lavere enn rapporteringsgrensen for PFAS ved kommersielle laboratorier (5-10 ng/L) og dermed uoppnåelige, er det valgt å benytte kvantifiseringsgrensen som praktiske laveste grense i klasse II (Tabell 4-2). Se vedlegg 2 for bakgrunnsinformasjon og forklaring.

Selv om PFOS i dag anses som den mest miljøfarlige av PFAS, er klassifiseringen av summen av alle de analyserte PFAS presentert og vurdert for både vann- og jordprøvene etter kriteriene for PFOS, dette i henhold til føre-var-prinsippet.

Tabell 4-2. Kategorisering av innhold av PFAS i vann (ng/L) og sediment (µg/kg TS).

	Klasse I – Bakgrunn	Klasse II – Under kvantifiserings- grense	Klasse III – Moderat	Klasse IV – Dårlig	Klasse V – Svært dårlig
Sjøvann, ng/L	0	< LOQ ⁹	LOQ – 23	23 – 7 200	> 7 200
Ferskvann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 230	230 – 36 000	> 36 000
Grunnvann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 230	230 – 36 000	> 36 000
Drikkevann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 90	90 – 350	> 350
Sediment kyst/ ferskvann, µg/kg TS	0	< LOQ	LOQ – 63	63 – 6 300	> 6 300

For PFOS i jord har Miljødirektoratet utarbeidet en normverdi på 100 µg/kg TS¹⁰, og grensen for farlig avfall er 5000 mg/kg. Siden det ikke eksisterer helsebaserte tilstandsklasser for PFOS i jord, benyttes en inndeling utarbeidet av Aquateam for Avinor (Aquateam, 2011). Laveste klasse i denne inndelingen tilsvarer normverdien. Selv om denne klasseinndelingen var ment kun for PFOS, sammenlignes grensene med de analyserte PFAS. Dette er vist i Tabell 4-3.

⁷ LOD – Limit of detection (deteksjonsgrensen for de enkelte stoffene). LOD = verdi for blankprøve + 3*std.avvik

⁸ Funn over deteksjonsgrensen, opp til 9,1 µg/kg vv

⁹ LOQ – kvantifiseringsgrense. LOQ = verdi for blankprøve + 10*std.avvik

¹⁰ TS - tørrstoff

Tabell 4-3. Klassifiseringg av jord med fargekoder utviklet av Aquateam 2011, normverdi gitt i forurensningsforskriften.

	Klasse I - Bakgrunn	Klasse II - God	Klasse III - Moderat	Klasse V – Svært dårlig
Jord, µg/kg TS	< 100 µg/kg	100 - 250	250 - 6700	> 6700

Det må bemerkes at antall PFAS i analysepakkene for både vann og jord ble utvidet i løpet av prosjektperioden (2010-2014). Antall PFAS i resultatene kan derfor være noe ulike, avhengig av analysedato. Detaljene fremkommer i resultatkapitlet.

4.3 Spredningsvurdering

4.3.1 Generelt

Det gjøres en spredningsvurdering for hvert brannøvingsfelt. Topografi, vannbalanse, grunnvannsforhold, menneskeskapte dreneringsveier og generelle grunnforhold vurderes for å finne sannsynlige dreneringsveier fra kildeområdet (brannøvingsfeltet) til resipient. Disse dreneringsveiene kan være bekk, grunnvann, grøfter og lignende.

Hensikten med spredningsvurderingen er å skaffe et godt grunnlag for å vurdere belastning av resipient og eventuelle tiltak. Spredningsvurderingen søker å gi svar eller estimerer på: Restmengde PFOS på brannøvingsfeltene, transportert mengde PFOS til resipient per år, hvor lang tid det vil ta før all PFOS har drenert til resipient og omfang av spredningssone. I tillegg sammenlignes estimatet på restmengden av PFOS mot mengde PFOS totalt brukt på feltet gjennom årene.

Det estimeres hvor mye PFOS og PFAS som er brukt totalt på brannøvingsfeltene. Denne beregningen er basert på forbruksdata av brannskum brukt i forbindelse med øvelser på Avinors flyplasser, samt %-innhold av PFOS/PFAS i skummet (se avsnitt 5.2.1).

4.3.2 Metode for beregning av restmengde PFOS

Restmengden PFOS er basert på analyseresultater fra jordprøver som ble tatt ut i 2011. Enkelte av disse kan være analysert i 2014 for å få en bedre avgrensning av forurensningen. I hvert prøvepunkt beregnes en gjennomsnittlig konsentrasjon basert på målte PFOS-konsentrasjoner vertikalt i jordprofilet i punktet. Gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon i punktet blir deretter interpolert med metoden "natural neighbour" i programvaren Surfer. Fra interpoleringsresultatet beregnes gjennomsnittskonsentrasjonen for hele feltet (µg/kg).

Beregning av restmengde PFOS kommer frem slik:

- 1) Beregn volum (m^3) til massene ved å multiplisere areal forurensset område (m^2) med mektighet forurensede masser (m). Usikkerhet på areal og mektighet settes etter faglig skjønn.
- 2) Beregn vekt (kg) til massene ved å multiplisere massenes volum (m^3) med massenes tetthet (kg/m^3). Usikkerhet på massenes volum kommer fra pkt. 1. Usikkerhet på massenes tetthet settes etter faglig skjønn.
- 3) Beregn vekt (kg) PFOS ved å multiplisere vekt (kg) forurensede masser med gjennomsnittlig interpolert PFOS-konsentrasjon i massene ($\mu g/kg$). Usikkerheten er basert på usikkerheten til punkt 2.

Forplantningsusikkerheter beregnes generelt etter denne formelen:

$$\frac{dz}{z} = \sqrt{\left(\frac{dx}{x}\right)^2 + \left(\frac{dy}{y}\right)^2}$$

Der x og y er faktorer i summen z.

4.3.3 Usikkerheter i beregningene

Beregningene av restmengde PFOS på brannøvingsfeltene og tiden det vil ta før all PFOS har lekket ut inneholder usikkerheter. Restmengden av PFOS blir angitt som et intervall for å synliggjøre usikkerheten.

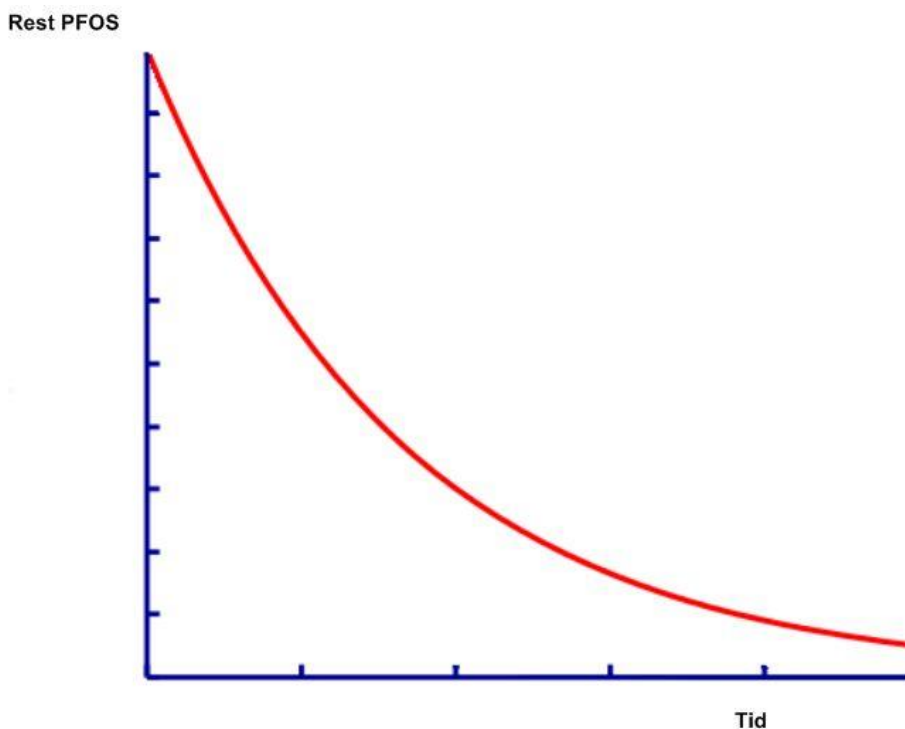
Tettheten til massene vil variere med mengden mineralsk eller organisk materiale i jordprofilen. Denne tettheten vil ha direkte innvirkning på estimatet på restmengde av PFOS på brannøvingsfeltene. God avgrensning av forurensset område horisontalt og vertikalt forutsetter en viss prøvetetthet og god plassering av prøvelokaliteter.

Restmengden av PFOS beregnes for selve brannøvingsfeltet og områder hvor det er sannsynlig at sprut fra brannskum kan ha landet på bakken (kildeområdet). I tillegg kan det være PFOS i massene i spredningsområdet (transportert via f.eks. bekk, grøft, grunnvann og markvann). Denne mengden PFOS antas å være mindre enn mengden igjen på feltet, men er ikke tatt med i beregningen.

Det er utfordrende å få representative vannprøver. Vannprøvene er tatt som stikkprøver og vil ha varierende konsentrasjon av PFOS bl.a etter værforhold, grunnvannsnivå, flo/fjære og prøvetakingsmetode. Det er sannsynlig at det lekker ut mest PFOS når det er mye nedbør eller snøsmelting, eller ved fysiske inngrep. Dette trenger ikke gi utslag på konsentrasjon i vannet da det vil være en større fortynning.

Vannbalansen i området kan være påvirket av drenering og grøfting som ikke er kartlagt. Vannmengden som drenerer fra brannøvingsfeltene vil ha direkte innvirkning på tidsestimatet på hvor lang tid det tar før all PFOS har lekket ut.

Tidsestimatet for hvor lang tid det tar før all gjenværende PFOS er lekket ut, har som forutsetning at det lekker ut like mye PFOS hvert år. Dette vil være en feilkilde da det vil lekke ut mindre PFOS etter som det blir mindre PFOS igjen på feltet (Figur 4-1).



Figur 4-1. Kurve som viser forholdet mellom rest PFOS og tid før all PFOS har lekket ut. Etter hvert som gjenværende mengde PFOS blir mindre, vil det også lekke ut mindre. Dette fører til at det tar lang tid før den siste resten blir borte.

4.3.4 Metode tidsestimat på utlekking av PFOS fra brannøvingsfelt til resipient

Det estimeres mengde PFOS som transporteres fra et brannøvingsfelt ved å se på vannanalyser fra et eller flere representative prøvepunkt som f.eks. utløpet av en bekk. Dette forutsetter at bekken drenerer hele området som feltet ligger innenfor. Finnes det ikke en bekk som drenerer hele området, blir det brukt prøvesvar fra grunnvannsbrønner og prøver fra overflatevann i kombinasjon for å beregne mengden PFOS som transporteres ut fra området (g/år).

Konsentrasjonen av PFOS funnet i representative prøvepunkt (ng/L) blir multiplisert med et estimat av vannføringen oppstrøms prøvepunkt(ene) (L). Estimert vannføring blir utledet fra midlere avrenning per år og nedbørsfeltets størrelse. Nedbørsfeltet utledes fra topografi (terrengmodell med oppløsning på 10m*10m, Statens kartverk) og informasjon om menneskeskapte dreneringsveier som grøfter og lignende. Grunnvannets dreneringsretning vil som regel bestemmes av topografien.

Estimert tid før all PFOS har lekket ut i resipient, beregnes ved å dele restmengden PFOS (kg) med estimert mengde PFOS som transporteres ut fra området per år (g/år).

4.4 Risikovurdering

Ved rapporteringen i 2012/2013 utførte Sweco AS og Cowi AS miljøtekniske grunnundersøkelser og risikovurdering trinn 2 og til dels trinn 3 av PFOS i jord og vann i henhold til Miljødirektoratets risikovurderingsverktøy for menneskelig helse (SFT, 1999). Det ble benyttet målte konsentrasjoner der dette var tilgjengelig. Ved sammenligning av beregnede og målte konsentrasjoner i vann, ble det tydelig at det var store usikkerheter i modellen, og at det til dels var svært dårlig samsvar mellom målte og beregnede konsentrasjoner. Denne risikovurderingen baseres derfor på målte verdier. Dersom det foreligger data fra sedimenter

tas også disse med i vurderingene sammen med nye resultater fra levende biota som er hentet inn fra forurensede arealer og fra resipientene/tilgrensende økosystemer.

Risikovurderingen ser på spredningsfare og risiko for forurensing av naturmiljø, samt risiko for økosystemer og menneskelig helse.

Vannprøver er tatt som stikkprøver og er antatt å være utsatt for ytre påvirkning (strømningsforhold, nedbør, flo/fjære mm.), og representerer derfor i større grad et øyeblikksbilde sammenlignet med prøver av biota. Det er derfor valgt at observasjoner fra biotaundersøkelsene skal være styrende for vurdering av risiko for økosystemer (og delvis human helse), og for videre vurdering av eventuelle behov for tiltak. Kunnskap om lokale forhold som gjelder vannhusholdning, hvordan lokale arter av planter og dyr brukes som menneskemat, kjennskap til lokale økosystem samt vurdering av spredning og konsentrasjoner i jord og vann skal brukes som støtteparametere i risikovurdering av økosystemene.

Som følge av dynamiske prosesser i luft, jord og vann kan forurensning spres geografisk. Det er derfor viktig i vurdering av miljøkonsekvenser og av risiko at det er kunnskap om hvor den aktuelle forurensningen befinner seg. Resipientene i denne sammenhengen kan prinsipielt være jord, vann, luft og biota. Ved gjennomgang av risiko vurderes forurensningens effekt på lokale organismer, og om eventuell forurensning i levende organismer kan gi virkninger på tilgrensende økosystemer. Altså at biota kan bidra til spredning av forurensningen.

4.5 Vurderinger av økologiske konsekvenser

Økologiske konsekvenser av PFAS kan uttrykkes som endringer, skader eller ulemper som påvirker planter og dyr på en slik måte at virkningene opptre utover individnivå, eksempelvis på lokal populasjon, på art, eller også på styrkeforholdet mellom arter. Fremmedstoffer kan påvirke naturlige prosesser og dermed utviklingsforløp for arter og artsgrupperinger i ulike trofiske nivå. Eksempel kan være endringer av livslengde, fruktbarhet, vekst, genetikk, konkurranseevne, og adferd m.fl.

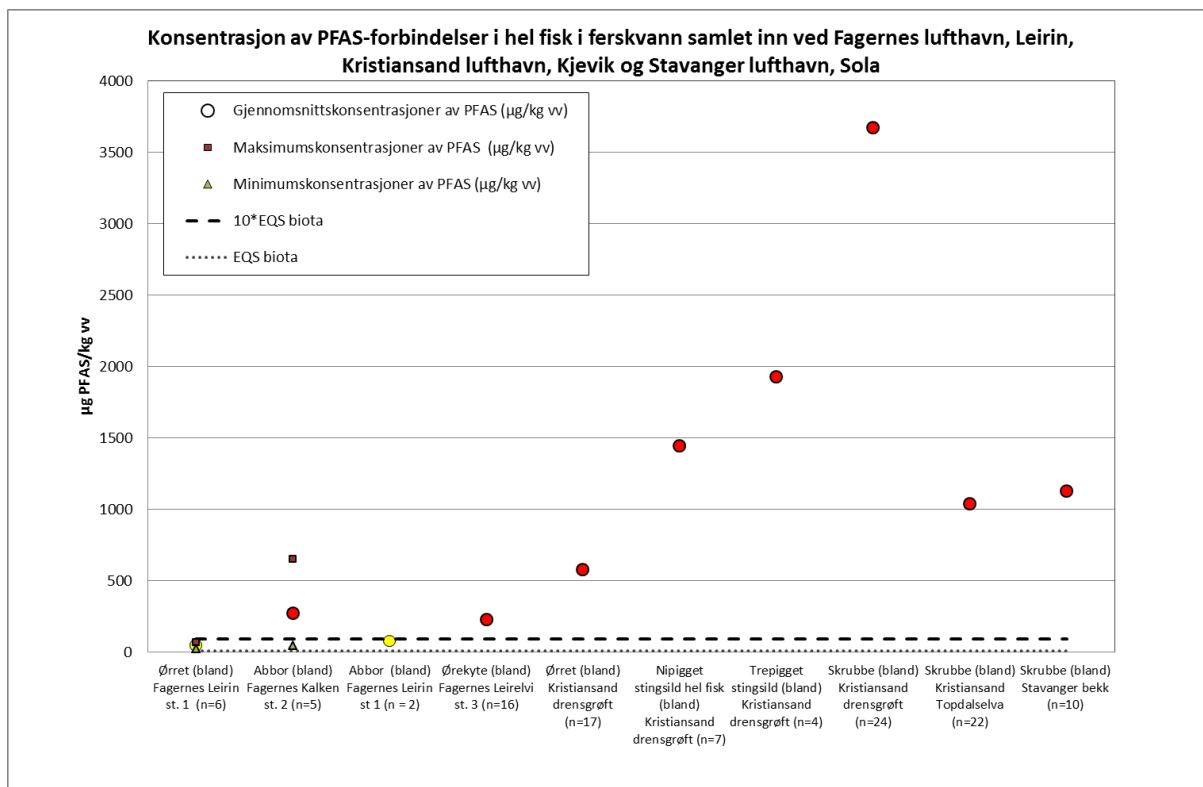
Vannkvaliteten kan ha betydning for opptak av PFAS i biota. Eksempelvis synes økt salinitet i vann å gi økt akkumulering av PFAS i muslinger (østers) (Jeon, J. *et al.*, 2010). Sterke syrer påvirker også vanligvis vannkvaliteten i ferskvann. En kan stille spørsmål ved om dette kan være medvirkende årsak til at det er funnet anrikning av PFOS på gjeller hos fisk. Svar på noen av disse spørsmålene kan bidra til å finne ut om eventuelle tiltak skal tilpasses lokalitetenes miljøforutsetninger for å redusere eventuell risiko.

Basert på analysert materiale (analyseresultater, variasjoner, trofiske nivåer som er undersøkt ol.), sårbarheten for de omkringliggende økosystemene (f.eks. hekkeområde, naturreservat osv.), samt kjennskapen til de lokale økosystemene, gjøres det en faglig risikovurdering for eventuelle økologiske konsekvenser.

Det er rimelig å anta at effekter som vises i fysiologi, fruktbarhet, svekket motstandskraft, endret livslengde, vekst, genetikk, konkurranseevne og adferd hos individer kan lede til økologiske konsekvenser. Det er og rimelig å anta at persistente stoff som skilles dårlig ut fra organismer, akkumulerer oppover i næringskjeden og at predatorer kan være utsatt for risiko når byttedyr har innhold av disse stoffene, slike som PFOS, PFOA og andre PFAS. Studier som er gjennomført på ulike arter, viser at det må være forholdsvis høye konsentrasjoner av PFAS i vann/mat/omgivelser før det observeres effekter på organismene. Dette kan tyde på at økosystemene kan være relativt robuste overfor akutt/kortvarig eksponering. Imidlertid sier dette lite om kroniske effekter og påvirkninger på arter og økosystemer.

4.5.1 Omregning muskel/lever til hel fisk

Analyseresultatene fra hele individer av organismer benyttes til å vurdere forurensingens påvirkning på økosystemet, der det er mulig. De analysene som er gjort på hel fisk, er i hovedsak basert på fisk fra ferskvann. Disse artene er ørret fanget ved Fagerens og Kristiansand lufthavn, abbor og ørekyte ved Fagerens lufthavn og trepigget stingsild, nipigget stingsild og skrubbe ved Kjevik lufthavn, samt skrubbeflyndre ved Stavanger lufthavn (se Figur 4-2).



Figur 4-2. Gjennomsnittlig konsentrasjon av PFAS ($\mu\text{g/kg}$ våttvekt), maksimum og minimumsverdier i hel fisk fanget i ferskvann ved Fagerens, Kristiansand og Stavanger lufthavn i 2013. Gule sirkler angir konsentrasjoner mellom 9,1 og 91,3 $\mu\text{g/kg}$ vv og røde sirkler angir konsentrasjoner $> 91,3$ $\mu\text{g/kg}$ vv.

Fordi det foreligger få analyseresultater av hel fisk er det sett på forholdet mellom konsentrasjonen av PFAS i muskelprøver og i hel fisk fra samme lokalitet, der dette finnes. Hensikten har vært å finne en omregningsfaktor som kan benyttes ved andre lokaliteter, der data for hel fisk mangler.

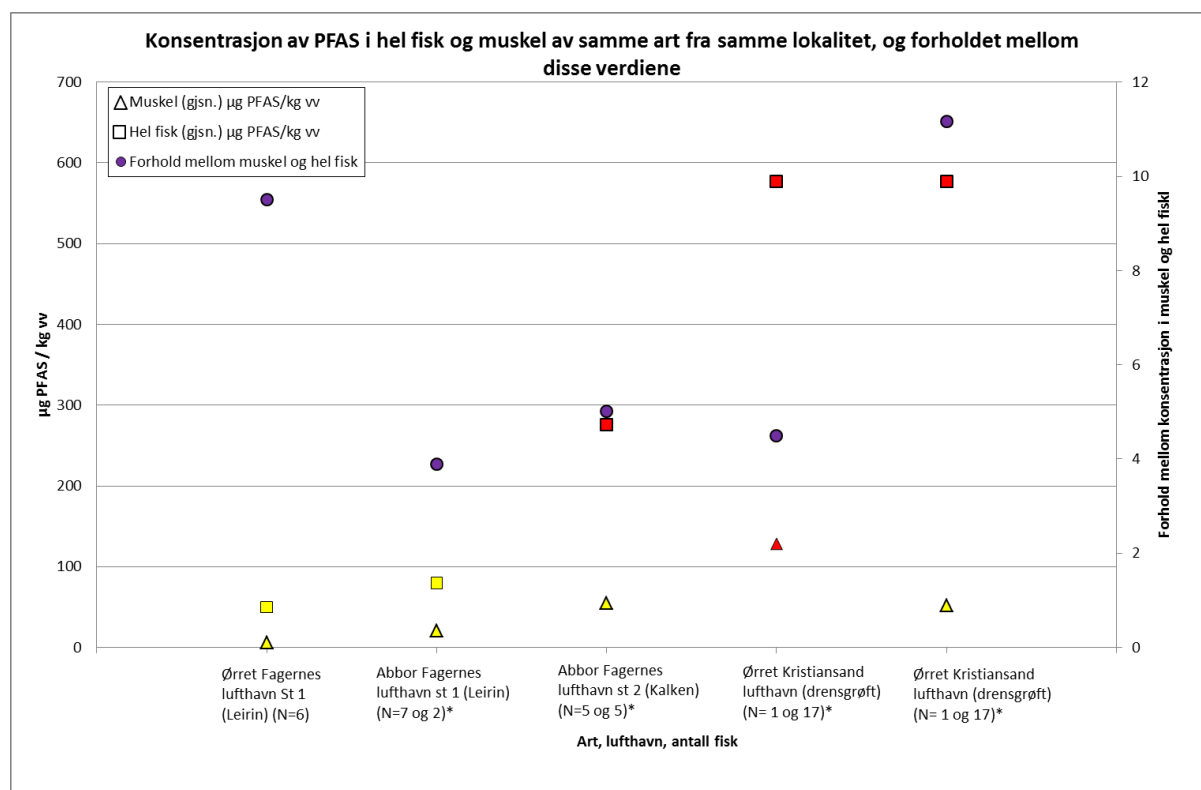
Fra innsjøen Lerin ved Fagerens lufthavn ble det analysert på muskelprøver fra 6 ørret før resten av fisken ble analysert. Gjennomsnitt-, maksimums-, og minimumskonsentrasjonene for muskelprøvene for ørret var henholdsvis 6,2, 18,0 og 2,5 $\mu\text{g/kg}$ vv. Minimumskonsentrasjonen er satt til 2,5 $\mu\text{g/kg}$ vv, som er halvparten av deteksjonsgrensen på 5 $\mu\text{g/kg}$ vv, og som ble funnet hos to fisk. Standardavviket var 5,7. Tilsvarende konsentrasjoner for hel fisk var 49,8, 71 og 25 $\mu\text{g/kg}$ vv, mens standardavviket var 17,1. Gjennomsnittlig forholdstall mellom konsentrasjonene i muskel og hel fisk for de seks ørretene var 9,5 (Figur 4-3). Høyeste og laveste forholdstall mellom muskel og hel fisk var henholdsvis 17,6 og 3,9.

Fra en drensgroft, som drenerer området mellom to av brannøvingsfeltene ved Kristiansand lufthavn, og som munner ut i Topdalselva, foreligger det også analyser av hel ørret. Dette er en blandprøve av 17 små individer der konsentrasjonen av PFAS var 577,2 $\mu\text{g/kg}$ vv. I tillegg er det analysert på muskel og lever fra to andre, men større individer. I den største ørreten på 35,5 cm var konsentrasjonen i muskelen 128,4 $\mu\text{g/kg}$ vv og i den andre, med en lengde på 20

cm var konsentrasjonen 51,6 µg/kg vv. Forholdstallet mellom konsentrasjonene i blandprøven fra den hele fisken og konsentrasjonen i muskelen på de to individene var henholdsvis 4,5 og 11,2. Forholdstallene er imidlertid usikre fordi analysene på muskel og hel fisk ikke er gjort på samme individ. Tallene ligger likevel innenfor variasjonen av det som ble funnet for ørret fra Leirin ved Fagernes lufthavn. Inntil det foreligger flere resultater fra hel fisk, benyttes derfor forholdstallet 9,5 for å regne om fra konsentrasjoner av PFAS funnet i muskel på en lokalitet, til hel fisk i andre lokaliteter når det gjelder laksefisk. En grunn til at dette ser ut til å være en brukbar tilnærming er at forholdstallet mellom konsentrasjoner av PFAS i muskel og lever fra samme fisk ser ut til å være omtrent de samme (ca. 20) både for ørret og røye i ulike lokaliteter.

Tilsvarende forholdstall for hel fisk og muskel av abbor fanget i Leirin og Kalken ved Fagernes lufthavn ligger mellom 3,9 og 5,0 (se Figur 4-3), og er følgelig lavere enn for ørret i samme lokalitet. Andre forholdstall kan derfor gjelde for andre arter.

Følgende eksempel kan illustrere hvordan forholdstallet på 9,5 kan benyttes. Fra innsjøen Kalken ved Fagernes lufthavn ble det i tillegg til de seks ørretene der både muskel og hel fisk ble analysert, tatt muskelprøver av fem andre ørret. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFAS i muskel i denne fisken var 19,6 µg/kg vv, altså ca. tre ganger høyere enn nivået i de seks individene der både muskel og hel fisk ble analysert. Anvendes omregningsfaktoren på 9,5 får vi en estimert gjennomsnittlig PFAS-konsentrasjon på 186 µg/kg vv i hel fisk.



Figur 4-3. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFAS i muskel og hel fisk og forholdet mellom disse i ørret og abbor fanget i samme lokalitet ved Fagernes lufthavn, Leirin og ørret fanget ved Kristiansand lufthavn, Kjevik i 2013. * betyr at muskel og leverprøve er hentet fra ulike individer.

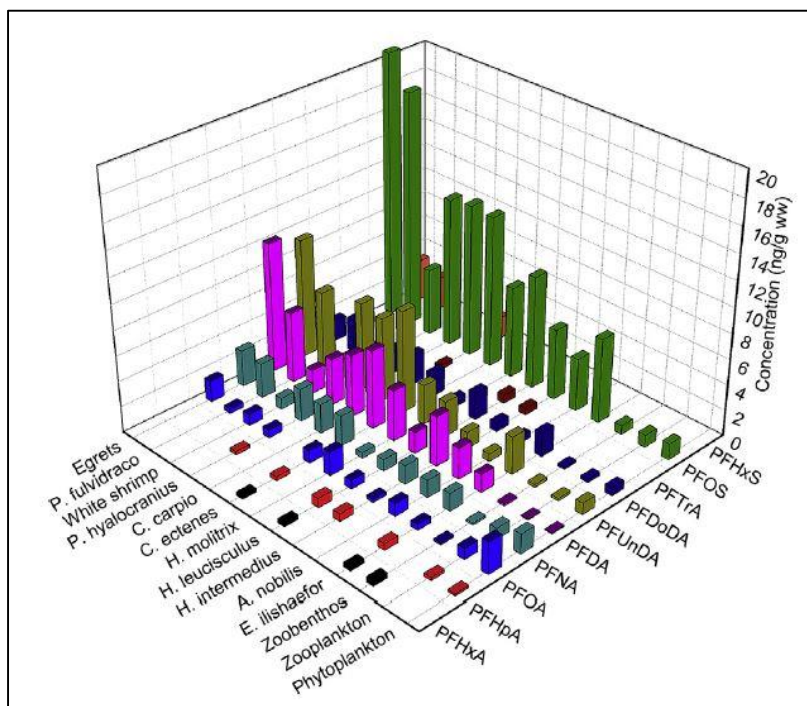
4.5.2 Bioakkumulering

Analyser viser at PFAS overføres til høyere trofiske nivå i en næringskjede på samme måte som miljøgiftene PCB, DDT og PBDE, på tross av at de akkumuleres på ulikt vis (Haukås et al., 2007). Det er også vist at konsentrasjonen av PFAS-forbindelser, som f. eks. PFOS, øker fra ett nivå i næringskjeden til det neste både i marine økosystem langt fra forurensningskilder nord for Lofoten og ved Svalbard (Harju et al., 2013). Tilsvarende bioakkumulering og

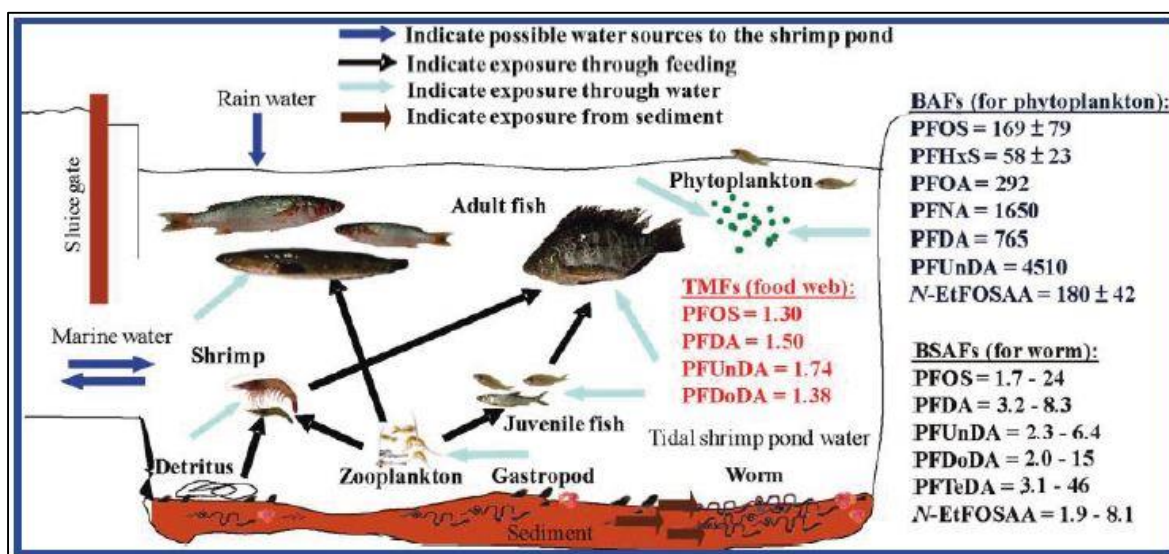
overføring til høyere trofiske nivå er rapportert fra ferskvann i Kina (Xu *et al.*, 2014), og fra et subtropisk næringsnett i Hong Kong (Loi *et al.*, 2011). Fordi vi ikke har et så omfattende datamateriale på de ulike lufthavnene av hele økosystem som i disse to undersøkelsene, har vi brukt disse for å illustrere hvordan PFAS kan flyttes fra lavere til høyere trofiske nivå, og hvordan bioakkumulering kan foregå.

I undersøkelsen i et økosystem i ferskvann i Kina (Xu *et al.*, 2014) ble det samlet inn prøver fra Taihu Lake. Prøvene omfattet vann, sedimenter, phytoplankton, zooplankton, bunndyr (zoobenthos), reker, ni forskjellige fiskearter (herbivore, omnivore og carnivore) og to hegrearter (Egrets og Blue heron). Til sammen utgjør dette et sammensatt næringsnett med ulike trofiske nivå for dette økosystemet. Kort fortalt ble det funnet at hegrene og de carnivore (kjøttetende) fiskeartene befant seg på de høyeste trofiske nivåene, og at PFAS med 9 – 12 karbonatomer ble signifikant biomagnifisert, med en trofisk magnifiseringsfaktor (TMF) på mellom 2,1 og 3,7. For PFOS lå TMF på 2,9. Resultatene fra denne undersøkelsen er vist i Figur 4-4, og beskriver hvordan innholdet av PFAS øker fra fytoplankton, som er det laveste trofiske nivået, til muskel i hegrene (Egrets) og kjøtt i *P. fulvidraco*, som er en carnivor fiskeart, og representerer det høyeste trofiske nivået. Som det framgår av figuren var de påviste konsentrasjonene både i phytoplankton, zooplankton og zoobenthos lavere enn deteksjonsgrensen som har vært benyttet hos ALS i prosjektet for Avinor. Dette kan derfor være grunnen til at vi ikke har fått påvisninger i for eksempel zooplanktonprøver fra de lokalitetene der dette er samlet inn. Konsentrasjonen av PFOS i vann lå i området $3,5 \pm 2,6$ ng/L.

Det andre eksempelet bygger på undersøkelser av et subtropisk næringsnett i et brakkvannspåvirket våtmarksområde i Hong Kong (Loi *et al.*, 2011). Resultatene er oppsummert i en figur som illustrerer hvordan PFAS forflytter seg fra vann og sedimenter inn i biota og videre opp i næringsnettet, og derved til høyere trofiske nivå (Figur 4-5). Figuren viser videre at det skjer en bioakkumulering (BAF – Bio Accumulation Factor) fra vann til phytoplankton, og at faktoren varierer hos de ulike forbindelsene. For eksempel er BAF hos phytoplankton for PFOS 169 ± 79 . Det vil si at konsentrasjonen av PFOS i phytoplanktonet er 169 ± 79 ganger høyere enn i vannet det lever i. Tilsvarende er konsentrasjonen av PFOS i børstemarkene (worm) 1,7 – 24 ganger høyere enn i sedimentet den lever i. Den høyeste konsentrasjonen av PFAS ble i denne undersøkelsen funnet i kinesisk damhegre, og lå på $133,1 \mu\text{g/kg}$ vv. Dette er betydelig høyere konsentrasjoner enn det som ble funnet i hegrer fra Taihu Lake (Xu *et al.*, 2014).



Figur 4-4. Konsentrasjoner og sammensetning av påviste PFAS-forbindelser, som ble funnet i prøver samlet inn fra næringsnett i Taihu Lake i Kina. Figuren er hentet fra Xu et al. 2014.



Figur 4-5. Næringsnett, trofisk magnifiseringsfaktorer (TMFs), bioakkumuleringsfaktorer (BAFs) og biota – sediment akkumulerings faktorer (BSAFs) av ulike PFAS-forbindelser i biota fra «the Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong». Figuren er hentet fra Loi et al. 2011.

4.6 Vurderinger av matbiota

I denne rapporten er vurderinger av konsum av matbiota fra det undersøkte området gjort av Mattilsynet.

Om sitt grunnlag for vurderingene sier mattilsynet blant annet:

«Det er ikke fastsatt grenseverdier for PFAS forbindelser i sjømat eller ferskvannsfisk. EFSA (European Food Safety Authority) gav i 2008 ut en vitenskapelig vurdering av PFAS-forbindelser: Perfluooctane sulfonate (PFOS), Perfluooctanoic acid (PFOA) and their salts. EFSA Journal (2008) 653, 1 – 131 of 21. february 2008. Rapporten etablerte et tolerabelt inntak

(TDI) for PFAS-forbindelsen PFOS på 0,15 µg/kg kroppsvekt (BW). Siden PFOS er antatt å være den mest skadelige i megadoser og er ved de fleste analyser den komponenten som utgjør hoveddelen av PFAS-forbindelsene. PFOS antas i hovedsak å komme fra fisk og fiskeprodukt, samt luft/støv, og forekommer stort sett som små og lokale problem rundt områder med tidligere utslipp. Vurderingen her baseres på at et tilnærmet normalt volum for inntak av fisk og fiskeprodukt er på 714 g (inkl. SD) (*Norkost 2010 – 2011*).» (Mattilsynet 2015).

Beregning av risiko for mennesker ved inntak av helseskadelige stoffer er basert på TDI (livslangt tolererbart daglig inntak av stoffet). For PFOS og PFOA er TDI beregnet til henholdsvis 0,15 µg PFOS/kg kroppsvekt/dag og 1,5 µg PFOA/kg kroppsvekt/dag (EFSA, 2008). I disse verdiene er det lagt inn sikkerhetsfaktorer. EFSA skriver at med totalt inntak av PFOS fra normalt kosthold i Europa er det svært god margin til TDI (EFSA 2012).

5 Områdebeskrivelse

I vedlegg 4 til denne rapporten ligger 6 kart for lufthavnen og omegn. Kartene inkluderer plassering av brannøvingsfelt og andre PFAS-lokaliteter, plassering av prøvepunkter for jord, sediment, grunnvann og overflatevann, samt analyseresultater av PFOS og PFAS. I vedlegg 5 til denne rapporten ligger 4 kart som viser prøvepunkter og konsentrasjonsnivåer for innsamlet biotamateriale. Disse kartene, sammen med figurer og tabeller i rapporten, vil lette lesbarheten av teksten i de følgende kapitler. Det henvises derfor til alle vedlagte kartene her, og ikke i teksten som følger.

5.1 Beliggenhet og omgivelser

Harstad/Narvik lufthavn, Evenes (heretter kalt Evenes lufthavn), ligger i Evenes kommune i Nordland og ble åpnet i 1973. Lufthavnen eies og driftes av Avinor. Lufthavnen ligger rett nord for Ofotfjorden, på en slak høyderogg mellom to vann, Langvatnet (16 moh) i øst og Lavangsvatnet i vest (4 moh) (se Figur 5-1).

Det er forholdsvis grunt til fjell i det meste av området. Et typisk løsmasseprofil i uberørt terreng vil være torv (opptil mer enn 0,5 m) over sand/silt over silt/leire, som påtreffes på 1-1,5 m dyp. Det nederste laget har så liten permeabilitet at det for praktiske formål kan regnes som tett. Det er lite grunnvann under torvlagene, og det antas å renne av på leirlag eller fjelloverflaten mot vannene i øst og vest i den grad det ikke samles i dreneringssystemer.

Lufthavnens østlige områder drenerer mot Langvatnet, mens de vestlige arealene har drenering mot Lavangsvatnet. Langvatnet har utløp til Lavangsvatnet nord for lufthavnen.

Lavangsvatnet har videre forbindelse til sjøen via den ca. 3,5 km lange Tårstadelva, ned til Tårstadosen.

Kjerkvatnet ligger litt sør for rullebanen, og drenerer ut til sjøen via Stunesosen. Kjerkvatnet mottar avrenning fra lufthavnens sydlige areal, samt fra arealer som benyttes av Forsvaret.

Det er flere naturreservater og nasjonalt viktige naturtyper nær lufthavnen (se Figur 5-1).

Kjerkvatnet naturreservat

Kjerkvatnet naturreservat ([hyperlink til Naturbase](#)) (verneplan for våtmark) omfatter bl.a. Kjerkvatnet og sørenden av Lavangsvatnet, og er en del av Ramsar-området *Evenes wetland system*. Kjerkvatnet er et av de mest betydningsfulle i våtmarkssystemet med flere spesielt viktige biologiske funksjoner. Ornitologisk synes Kjerkvatnet å ha sin største betydning som beite- og trekkområde for ender og andre våtmarksfugl. Det er et verdifullt rasteområde under vår- og høsttrekket, men representerer samtidig et næringstilbud som er av avgjørende betydning for å opprettholde den rike hekkefaunaen i dette spesielle våtmarkssystemet. Både Stunesosen og Tårstadosen er sentrale trekkbiotoper med høyt artsmangfold av ender og vadere. Tårstadelva og Kjerkvatnet har en viktig spesialfunksjon som oppholdsområde for mytende andefugl. Limnologisk og botanisk er Kjerkvatnet verneverdig som et eksempel på en Chara-sjø med store mengder kalkkrevende kransalger og andre krevende arter.

Nautå naturreservat

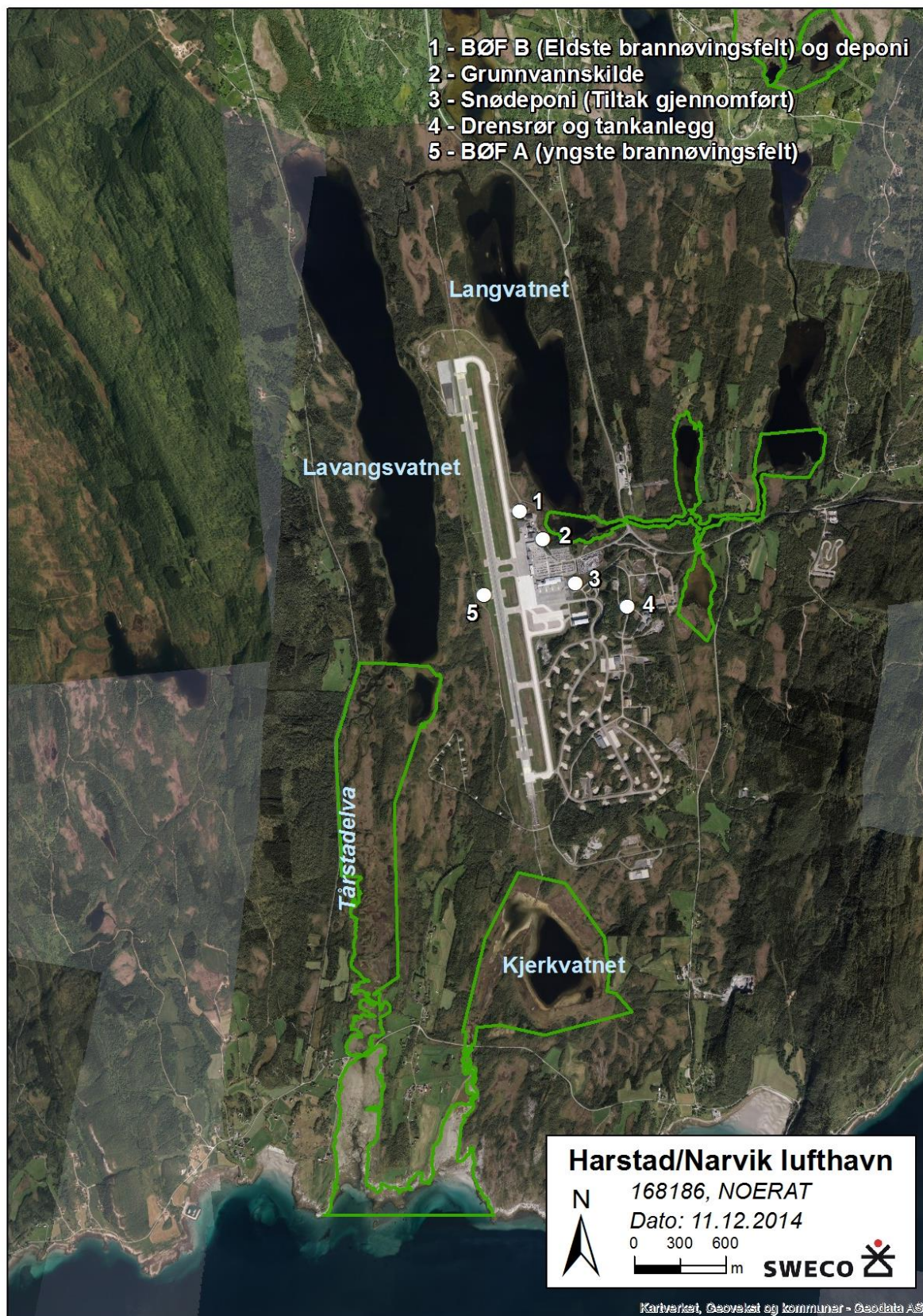
Nautå naturreservat ([hyperlink til Naturbase](#)) (verneplan for våtmark) omfatter bl.a. sørenden av Langvatnet som inneholder en av de mest verdifulle våtmarksbiotopene i dette vatnet, med rikt utvikla snelle- og starrvegetasjon. Lokaliteten grenser inntil lufthavnområdet og tilstøtende veger. Det er i første rekke delområdet ornitologiske funksjon som gir det høy verneverdi. Langvatnets sørende, Nautåvatnet og delvis Svenskevatnets sørende er rike hekkebiotoper, med påfallende tett bestand av områdets kanskje viktigste karakterart, horndykker. Reservatet

har også høy botanisk verneverdi og dekker en verdifull del av den botaniske variasjonen innen det totale våtmarkssystemet. Formålet med fredningen er å bevare et rikt våtmarksområde med naturlig tilhørende vegetasjon og dyreliv. Det er spesielt viktig å bevare områdets betydning som hekke- og trekkområde for våtmarksfugl, samt det rike og spesielle plantelivet. Reservatet utgjør en viktig del av et større våtmarkssystem av internasjonal betydning.

Tennvann naturreservat (verneplan for våtmark) strekker seg nordover fra nordenden av Langvatnet, her ligger også flere viktige rikmyrer og kalksjøer mm.

Alle naturreservatene er vernet i henhold til verneplan for våtmarker, og er vurdert som svært verdifulle, med viktig hekke- og trekkområde for våtmarksfugl, samt rikt og spesielt planteliv. Lavangsvatnet og Langvatnet inngår i Kvitforsvassdraget, som er vernet med bakgrunn i sine verdier som sammenhengende våtmarksområde.

Både Langvatnet, Lavangsvatnet og Kjerkvatnet tilhører naturtypen kalksjøer, som er kategorisert som viktig-svært viktig og som er svært sårbare for inngrep og forurensninger. Kalksjøer er en utvalgt naturtype i Norge med egen forskrift (kilde: www.elvedata.no) Foruten fugl, lever det også annen fauna i området, som elg, rådyr, hare m.fl.



Figur 5-1. Oversiktsbilde over Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, med nytt og gammelt brannøvingsfelt (BØF), samt andre installasjoner. Nærliggende naturreservater/verneområder er merket med grønne linjer.

5.2 Bruk av brannskum, brannøvingsfelt, andre PFAS-lokaliteter

5.2.1 Bruk av brannskum

Ved oppstart på Evenes i 1973 var pulver hovedslukkemiddelet. Brannskum ble benyttet til å dekke over, men i begrensede mengder.

Lufthavnen opplyser at det første skummet de hadde i bruk var oppmalte dyrerester kalt Protein-skum. På midten av 70-tallet kom «Ulfaskum» produsert av 3M. Senere kom brannskummet «3M», men fortsatt var pulver hovedslukkemiddel. Dette ble så erstattet av «Light Water». Når PFOS/PFAS kom i skummet er ukjent for lufthavnen.

Solberg Scandinavian AS, lisensprodusent for 3M sitt «Light Water» AFFF 3 % skum, opplyser (personlig kommunikasjon) at skum benyttet før 2001 inneholdt 4 % PFAS. Det er ukjent hvor stor andel av dette som var PFOS.

Egenes Brannteknikk AS og Dr. Sthamer var hhv. leverandør og produsent av AFFF-skum benyttet fra 2001 - 2011/12. De opplyser (personlig kommunikasjon) at skum benyttet fra 2001 til 2011/12 anses å ha inneholdt 1,6 % innhold av PFAS og at skummet skulle være PFOS-fritt. I denne sammenheng betyr det at skummet kan inneholde opptil 0,001 vektprosent eller 10 mg/l, jfr. Produktforskriften. Analyser viser PFOS-konsentrasjoner i størrelsesorden 1-2 mg/l i helt nyåpnede fat med AFFF-skum.

For beregning av mengde PFOS som er tilført grunnen på brannøvingsfeltene har vi her basert oss på 4 % PFOS i skum benyttet før 2001 (all PFAS er PFOS for denne skumtypen). Siden PFOS er ansett som den giftigste av PFAS, mener vi at dette er en konservativ tilnærming.

For tilsvarende beregninger i årene 2001 til 2011/12 er det tatt utgangspunkt i at dette skummet i all hovedsak er PFOS-fritt. Beregnet mengde PFAS som er tilført grunnen på brannøvingsfeltene i denne perioden er derfor basert på 1,6 % innhold av PFAS i skummet.

Ved Evenes lufthavn er det registrert to brannøvingsfelt (BØF A og BØF B), som vist på kart i Figur 5-1. Ingen av feltene skal benyttes til ordinære øvelser i fremtiden.

5.2.2 Det eldste brannøvingsfeltet (BØF B)

Det eldste brannøvingsfeltet ligger øst for taksebanen, nord for driftsområdet, og var i bruk fra 1973 og frem til ca. 1980. Her ble det benyttet PFOS-holdig skum og det er estimert at i feltets driftsperiode er det brukt ca. 110 kg ren PFOS. Området omfatter i tillegg et grovavfallsdeponi. Deler av det området som kan være forurensset ligger nå under taksebanen.

Massene som lå sentralt i brannøvingsfeltet, er gravd opp og fjernet. Det er ikke kjent hvor massene ble lagt eller hvilken type masser dette var. Luftavnen opplyser at massene ble fjernet av Forsvaret da taxiveien nordover ble bygget på første halvdel av 80-tallet.

Områdene i nord og øst er dominert av torv i opptil 1 m mektighet over sandig silt. Permeabiliteten i laget under torven er meget liten. Myrområdet er delvis grøftet.

Luftavnen opplyser at området i en periode etter nedleggelsen, ble brukt til månedlig skumtest fra kanonen på brannbilene.

5.2.3 Det yngste brannøvingsfeltet (BØF A)

Lufthavnen opplyser at det yngste brannøvingsfeltet ble bygget i siste halvdel av 80-tallet, sannsynligvis 1986-1987. Det ble da kjørt friske masser til området, hvor en etablerte et asfaltert øvelsesområde med et støpt kar til å ha brennbar veske i.

Brannøvingsfeltet ble benyttet frem til 2005. Området ligger vest for landingsbanen, rett overfor driftsområdet, og brukes nå kun til lagringplass. Sentralt i området er det en betongplattform som har vært brukt til brannøvelser.

Fra 1980 til 2001 ble det ved brannøvelser brukt PFOS-holdig brannskum. I denne perioden er det her estimert et forbruk på ca. 840 kg ren PFOS. Fra 2001 ble PFAS brukt i brannskummet. I denne perioden er det her estimert et forbruk på ca. 220 kg PFAS.

Grunnen sentralt i feltet består av mye tilkjørt steinholdig masse som er fylt over torv og finsand/silt. Dette underste laget er meget lite permeabelt.

5.2.4 Andre PFAS-lokaliteter

Området vest for Kato Hangar ved det eldste brannøvingfeltet har vært brukt til rengjøring av brannbiler. Denne aktiviteten har forekommet i perioder hvor både eldre og nyere PFAS-holdig skum ble benyttet.

Brannskum testes i dag én gang i måneden ved snødeponiet øst for terminalen. Avrenning fra fast dekke på selve snødedoniet ledes til sluk og videre til kommunalt nett med utløp i Liavika (rett øst for Rørvika i Ofotfjorden, se Figur 6-1). Ved en overløpssituasjon, eller når skum skytes ut på gressområdet nedenfor snødeponiet, vil avrenningen ledes ned i en kulvert som føres til Langvatnet.

I tillegg benyttes to voller i hhv. nord- og sørenden av rullebanen til daglig trening/innstilling av bildet på skumkanonen. Ved trening skal det kun benyttes vann. Erfaring tilsier imidlertid at skum kan forekomme da det kan være rester av skum i slangesystem o.l., og dersom skummet ved en forglemmelse ikke stenges for. Slik testing har foregått ved disse områdene i flere år. Avrenning herfra vil føres hhv. til Langvatnet og Kjerkvatnet.

Arealene på østsiden av Evenes lufthavn benyttes i stor grad av Forsvaret til ulike formål. Disse aktivitetene kan ha medført bruk av PFAS-holdige produkter i terrenget. Forsvaret har gjennomført en tiltaksrettet kartlegging/overvåkning av PFAS-forurensning i jord og vann i 2012-13. Avinor og Forsvaret er i dialog angående de områder som er påvirket av begge aktiviteter.

5.3 Utførte tiltak

Brannskum som inneholdt PFOS ble faset ut i 2001 og erstattet med et annet skum som inneholdt i hovedsak andre perfluorerte forbindelser. Siden har det vist seg at også disse stoffene var uheldige for miljøet. I perioden 2011-2012 byttet derfor Avinor også ut dette skummet ved alle sine lufthavner, og erstattet det med et mer miljøvennlig skum uten perfluorerte forbindelser.

6 Undersøkelser

I vedlegg 4 til denne rapporten ligger 6 kart for lufthavnen og omegn. Kartene inkluderer plassering av brannøvingsfelt og andre PFAS-lokaliteter, plassering av prøvepunkter for jord, sediment, grunnvann og overflatevann, samt analyseresultater av PFOS og PFAS. I vedlegg 5 til denne rapporten ligger 4 kart som viser prøvepunkter og konsentrasjonsnivåer for innsamlet biotamateriale. Disse kartene, sammen med figurer og tabeller i rapporten, vil lette lesbarheten av teksten i de følgende kapitler. Det henvises derfor til alle vedlagte kartene her, og ikke i teksten som følger.

6.1 Metodikk for prøvetaking i vann og jord

Prinsippet for de miljøtekniske grunnundersøkelsene ved brannøvingsfeltene (utført i DP2) var sjaktning, nedsetting av grunnvannsbrønner, og prøvetaking i fire retninger i forhold til selve brannøvingsfeltet. Én av de fire retninger skulle velges som forlenget akse, med prøvetaking lengre fra brannøvingsfeltet. Denne retningen ble valgt ut fra kunnskap om sannsynlig spredningsretning, f.eks. strømningsretning for grunnvannet, fremherskende vindretning eller opplysninger om i hvilken retning brannskum ble blåst under øvelsene. Det skulle om mulig sjaktes ned til grunnvann. Noen steder var gamle øvingsfelt overfylt med mange meter grove masser.

Målsettingen var å sette miljøbrønner i minst tre sjakter der det var grunnvann, en oppstrøms og to nedstrøms brannøvingsfeltet. Det viste seg at dette ideelle oppsettet bare var mulig noen ganger, til dels fordi det ikke var enkelt å anslå noen sikker strømningsretning og til dels fordi det ikke var grunnvann i porøse masser over fjelloverflaten. Brønner ble i de fleste tilfellene satt ned i sjakter utført med gravemaskin. Det har vist seg at gravearbeider fører til betydelig mobilisering av PFAS, og analyseresultater av vannprøver tatt i slike brønner kan gi PFAS-konsentrasjoner som er høyere enn de man ellers ville finne i grunnvannet.

Prøver av vann i flere punkter har blitt tatt i perioden 2011- 2014, med den hensikt å påvise PFAS og avdekke dreneringsveiene for PFAS ved lufthavnen. Det ble lagt opp til prøvetaking av overflatevann for å kartlegge vannstrømmer og forhold i resipientene. Dette inkluderte prøvetaking i omkringliggende ferskvann og vassdrag, samt i kulverter på lufthavnens område. De fleste prøvepunktene for vann er videreført i 2013 og 2014, men har de to siste årene også inkludert private grunnvannsbrønner i området. Siden spredningsmodeller ikke var utarbeidet da prøvetakingsprogram ble opprettet, har prøveprogrammet basert seg på feltobservasjoner og observasjon av mulige kilder.

Endringen i prøvepunkter underveis i overvåkingen gjenspeiler forsøket på å avdekke aktuelle spredningsveier, da PFAS ble oppdaget i områder hvor en ikke forventet å finne disse.

6.2 Jord

Prøvetaking av jord på Evenes lufthavn ble utført i 2011 og 2012 og de fleste analysene ble gjennomført i perioden rett etter. Noen av prøvene ble lagret hos laboratoriet i påvente av analyse. Enkelte av disse ble analysert i 2014 med tanke på ytterligere avgrensning av forurensningen på brannøvingsfeltet. Resultatene av analyserte jordprøver er vist i kart vedlagt denne rapporten. Det er ikke tatt supplerende jordprøver i løpet av 2013 og 2014. Fargekodene angitt i avsnitt 4.2 er benyttet for å illustrere konsentrasjonsvariasjon. Fargene indikerer ikke tilstandsklasser.

Da undersøkelsene startet var det begrenset med kunnskap om andre PFAS enn PFOS og PFOA. Analyseresultatene er derfor i stor grad begrenset til disse to parametrene. Analyser av nyere dato inkluderer imidlertid 12 PFAS.

6.2.1 Det eldste brannøvingsfeltet (BØF B)

Det er påvist PFOS-konsentrasjoner høyere enn normverdien i flere jordprøver nær det eldste brannøvingsfeltet. Spredningen strekker seg i retning nord-sør over minst 200 m, med PFOS-konsentrasjoner mellom ca. 500 og 1200 µg/kg. De fleste prøvene er tatt i myrområder dominert av torv.

Det er få analyser av andre PFAS, men det er PFOS som dominerer i de analysene som er utført. Ett unntak er prøve E-BØF B, SØ som er tatt rett vest for hangaren. Her er det påvist 6:2 FTS i masser ca. 0,5 m under terreng. I tillegg er det også påvist perfluorheksansulfonat (PFHxS), perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA). Dette området har vært brukt til rengjøring av brannbiler i perioder hvor både eldre og nyere PFAS-holdig skum ble benyttet.

6.2.2 Det yngste brannøvingsfeltet (BØF A)

Ved det yngste brannøvingsfeltet ble det påvist PFOS med betydelig høyere konsentrasjoner enn normverdien i flere jordprøver. De høyeste konsentrasjonene finnes nær senter av brannøvingsfeltet, og det er mer i dypereliggende lag enn i topplaget. Det er også funnet PFOS i topplaget langs akse i sydvestlig retning, nedstrøms brannøvingsfeltet.

Det er få analyser av andre PFAS, men PFOS dominerer i de analysene som er utført. Likevel er det, i senter av brannøvingsfeltet, påvist 6:2 og 8:2 FTS i overflatemasser (punkt 2-1 og 2-2) og perfluorheksansulfonat (PFHxS), perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA) i dypereliggende masser (E-BØF A 3-1).

I forbindelse med en masteroppgave (Løland, 2014), ble det tatt fem jordprøver sentralt på feltet og i en grøft nedstrøms det yngste brannøvingsfeltet (EVE 1 – 5, Tabell 6-4). Noe av oppgavens formål var å studere PFAS-konsentrasjoner i ulike massetyper. I enkelte prøvepunkt er det derfor tatt flere prøver. Resultatene viser at det er vesentlig høyere konsentrasjoner av PFAS i torvmasser enn mineralske masser. Det ble påvist moderat - betydelig konsentrasjoner av PFAS i massene fra grøften nedstrøms det gamle brannøvingsfeltet (EVE 4 og 5).

Tabell 6-1. Analyseresultater fra jord ved BØF B

Parameter	Enhet	E-BØF-B, Ø1	E-BØF-B, Ø2		E-BØF-B, Ø4	E-BØF-B, N1		E-BØF-B, N3		E-BØF-B, N4	E-BØF-B, N5	E-BØF-B, SV	E-BØF-B, SØ	E-BØF-B, NØ	E-BØF-B	Nedside Kato hangar	
Dato		29.08.2011 – 30.08.2011															
Dybde	cm	0 - 20	80 - 90	150 - 170	50-60	80 - 130	130 - 140	0 - 60	60 - 85	0 - 20	0 - 20	0 - 100	40 - 65	0 - 20	100 - 120	10-20	60 - 75
Jordtype		Grus/sand	Torv/jord	Stein/grov sand	torv	Torv/jord	Sand/silt	Torv/jord	Fin sand	Torv	Torv/jord	Torv/sand/silt	Torv	Torv/mose	Torv/jord	Sand	Grovere sand
6:2 FTS	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,7	-	-	20,2	<3,5	-	-	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,7	-	-	3,6	<3,5	-	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	-	-	<2,1	<2,3	-	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	8,7	-	-	2,2	<2,3	-	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	12,9	-	-	203	26,7	-	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	18,9	-	-	13,6	3	-	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	10,2	-	-	5,3	<2,3	-	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	47,7	-	-	306	119	-	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,1	4,8	<2,1	25,3	<2,2	<2,1	<2,4	<2,1	3,1	<1,8	<2,1	23,2	3,9	<1,8	9,1	<2,2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	2,7	<2,4	<2,1	<2,2	25,6	20,4	23	24,1	1150	532	1290	555	325	365	<2,1	<2,2
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	36,5	-	-	12	4,4	-	-	-
Sum PFAS eks LOQ		-	-	-	-	-	-	-	-	1290	-	-	1140	482	-	-	-

Tabell 6-2. Analyseresultater fra jord ved BØF A

Parameter	Enhet	E-BØF-A, 1-A		E-BØF-A, 1-1				E-BØF-A, 1-2	E-BØF-A, 1-3		E-BØF-A, 1-4	E-BØF-A, 2-1			E-BØF-A, 2-2	E-BØF-A, 2-3	E-BØF-A, 2-4
Dato		29.08.2011 – 30.08.2011															
Dybde	cm	0 – 20	200 - 220	0 - 30	30 - 180	190 - 210	210 - 230	0- 20	0- 20	140 - 160	0 - 20	0 - 20	180 - 200	200 - 220	0 - 20	0 - 20	0 - 20
Jordtype		Blandede masser	Torv	Grus/pukk	Sand/pukk	Torv	Siltig sand	Sand	Sand/grus	Siltig sand	Torv/jord	Sand/grus	Sand/silt	Torv/jord	Sand/grus	Torv/jord	Torv
6:2 FTS	µg/kg	-	-	-	<3,2	38,2	-	<3,5	<3,2	<3,1	-	7,5	-	-	<3,4	<3,6	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-	-	-	13,3	-	-	<4,3	-	-	37,5	-	-	9,6	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-	-	<3,2	<3,6	-	<3,5	<2,1	<3,1	-	<3,5	-	-	<3,4	<3,6	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-	-	<2,2	<2,4	-	<2,3	<2,1	<2,1	-	<2,3	-	-	<2,3	<2,4	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-	-	<2,2	<2,4	-	<2,3	<3,2	<2,1	-	2,5	-	-	<2,3	<2,4	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-	-	<3,2	4,7	-	19,9	<2,1	<3,1	-	<3,5	-	-	<3,4	<3,6	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-	-	<2,2	2,6	-	5,4	<2,1	<2,1	-	<2,3	-	-	2,4	<2,4	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-	-	<2,2	<2,4	-	6,9	<2,1	<2,1	-	<2,3	-	-	2,7	<2,4	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-	-	<2,2	<2,4	-	5,3	<2,1	<2,1	-	<2,3	-	-	<2,3	<2,4	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,2	<1,9	<2,2	<2,2	9,2	54,4	18,6	8,4	<2,1	<2,1	<2,3	<2,2	43,4	3,9	<2,4	<2,2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	582	669	97,3	16,6	260	17700	1050	37,3	<2,1	23,3	51,2	102	5750	8,0	<2,4	472
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-	-	<2,2	4,4	-	13,4	<2,1	<2,1	-	<2,3	-	-	3,8	<2,4	-
Sum PFAS eks LOQ		-	-	-	16,6	332	-	1120	37,3	ip	-	98,6	-	-	30,4	ip	-

Tabell 6-3. Analyseresultater fra jord ved BØF A, forts.

Parameter	Enhet	E-BØF-A, 3-1		E-BØF-A, 3-2	E-BØF-A, 3-3		E-BØF-A, 3-4	E-BØF-A, 4-1			E-BØF-A, 4-3		E-BØF-A, 4-5	E-BØF-A, 4-7	E-BØF-A 5	E-BØF-A 6	E-BØF-A 7	E-BØF-A 8
Dato		29.08.2011 – 30.08.2011																
Dybde	cm	0 -250	250 - 270	0 -20	25	25 - 130	0 - 15	0 - 20	20 - 140	140 - 150	40 - 50	50 - 60	0 - 20	0 - 20	0 - 20	0 - 20	0 - 20	0 - 20
Jordtype		Grove masser	Torv	Sand/grus	Sand	Silt/leire	Torv	Grus/sand	Sand/grus	Torv/jord	Grov sand	Sand/leire	Torv/sand	Grus/strøsand	Grus/sand	Grus/sand	Grus/sand	Grus/sand
6:2 FTS	µg/kg	-	<33,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3,3	3,1	4,3	9,7
8:2 FTS	µg/kg	-	<44,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,5	-	62,4	143
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	<33,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3,3	<2,9	<2,7	<3,1
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	<22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,2	<1,9	<1,8	<2,1
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	<22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,2	<1,9	3,9	13,3
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	443	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3,3	<2,9	7,8	4,8
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	36,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,2	<1,9	2,5	<2,1
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	<22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,2	<1,9	<1,8	<2,1
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	<22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,2	2,2	<1,8	3,6
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<1,9	63,5	<1,8	<1,9	4,3	<2,2	4,1	<2,1	<1,8	<1,9	<2,0	<1,9	<2,1	<2,2	2,5	3,6	3,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	2560	12600	6,3	7,6	<2,3	15,8	21,8	202	8310	14,5	7,0	2,9	<2,1	12	858	130	66,4
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	29,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,2	<1,9	<1,8	<2,1
Sum PFAS eks LOQ		-	13200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,5	866	215	243

Tabell 6-4. Analyseresultater fra jord ved BØF A, forts.

Parameter	Enhet	EVE 1*				EVE 2*	EVE 3*		EVE 4*	EVE 5*
Dato		17.10.2013 – 18.10.2013								
Dybde	cm	200-210	210-220	220-235	235-260	230-240	0-30	30-60	Ukjent dybde	Ukjent dybde
Jordtype		Torv	Mineralsk jord	Mineralsk jord	Mineralsk jord	Torv	Torv	Mineralsk	Torv	Torv
6:2 FTS	µg/kg	<3,5	<3,0	<3,3	<3,6	36,7	<3,9	<2,9	<63,5	10,5
8:2 FTS	µg/kg	<4,7	<3,9	<4,4	<4,9	<44,0	<5,2	<3,8	<84,7	<4,8
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	<3,5	<3,0	<3,3	<3,6	<33,0	<3,9	<2,9	<63,5	<3,6
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	<2,4	<2,0	<2,2	<2,4	42,7	<2,6	<1,9	83	<2,4
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	4,4	<2,0	<2,2	<2,4	<22,0	<2,6	<1,9	<42,3	2,8
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	15,9	<3,0	<3,3	<3,6	83,6	17,9	<2,9	99,3	15
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	3,2	<2,0	<2,2	<2,4	<22,0	5,5	<1,9	<42,3	4,5
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	<2,4	<2,0	<2,2	<2,4	<22,0	<2,6	<1,9	<42,3	<2,4
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	3,0	<2,0	<2,2	<2,4	<22,0	<2,6	<1,9	<42,3	<2,2
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	8,8	<2,0	<2,2	<2,4	32,2	2,7	<1,9	<42,3	6,6
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	2350	27,5	8,1	3,3	15700	1780	50,7	6910	1180
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	8,6	<2,0	<2,2	<2,4	<22,0	8,0	<1,9	<42,3	11,3
Sum PFAS eks LOQ		2390	27,5	8,1	3,3	15900	1820	50,7	7090	1230

* Løland 2014 (M.Sc. UiO)

6.3 Sedimenter

Det er ikke tatt sedimentprøver ved Harstad/Narvik lufthavn som en del av dette prosjektet. I forbindelse med en masteroppgave (Løland, 2014) ble det imidlertid tatt to prøver av overflatesediment (ferskvannssediment) ved utløpet av bekken/grøften nedstrøms BØF A. Det ble kun påvist moderate konsentrasjoner av PFOS (Tabell 6-5).

Tabell 6-5. Analyseresultater sediment ved utløp bekk/grøft, BØF A

Parameter	Enhet	EVE 6*	EVE 7*
Dato		17.10.2013 – 18.10.2013	
Dybde			
Jordtype		ferskvannssediment	ferskvannssediment
6:2 FTS	µg/kg	<3,4	<3,2
8:2 FTS	µg/kg	<4,5	<4,3
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	<3,4	<4,3
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	<3,4	<3,2
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	6,9	48,4
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	<2,2	<2,2
Sum PFAS eks LOQ		6,9	48,4

* Løland 2014 (M.Sc. UiO)

6.4 Vann

Ved Evenes lufthavn ble det i 2011 og 2012 utført analyser av overflatevann ved begge brannøvingsfeltene, samt i vassdragene rundt lufthavnen. Målingene viste at både Langvatnet og Lavangsvatnet var påvirket av PFAS-forurensning. Ettersom det ble påvist PFAS i fisk i Kjerkvatnet, ble det også tatt vannprøver her i 2013. Kjerkvatnet ligger litt sør for rullebanen, og mottar avrenning fra lufthavnens sydlige areal, samt arealer som benyttes av Forsvaret.

Det ble kun etablert én grunnvannsbrønn på lufthavnen. Denne ligger ved det eldste brannøvingsfeltet (BØF B) og ble kun prøvetatt én gang. Prøvetaking av brønnen er ikke videreført fordi brønnen ikke er tettet mot inntrengning av overvann, og prøver herfra vil dermed ikke gi representative resultater.

I de fleste vannanalysene fra myrområdet ved det eldste brannøvingsfeltet (BØF B), ble det påvist PFOS-konsentrasjoner mellom 100 og 500 ng/L, mens PFAS-konsentrasjonene er i de fleste tilfeller mer enn dobbelt så høye. I tillegg ble det påvist PFOS i en grunnvannskilde rett øst for driftsbygningen (pkt. 2 i Figur 5-1) Det ble antatt at PFOS spres i overflatevann i myrområdet, samt med grunnvannet.

Ved det yngste brannøvingsfeltet (BØF A) ble det påvist høye konsentrasjoner av PFOS i myrsig og stillestående vannhull nedenfor brannøvingsfeltet. Myra dreneres via en bekk hvor det også ble påvist høye PFAS-konsentrasjoner.

Basert på disse resultatene, ble det valgt ut prøvepunkter for vann for supplerende undersøkelser i 2013 - 2014. Enkelte prøvepunkter fra 2011/2012 ble videreført og flere prøvepunkter ble lagt til for å øke forståelsen for avrenningsretningene i området. I hvilken retning vann fra de ulike arealene ved lufthavnen drenerer til, avgjøres av etablerte grøfter, kulverter, rørsystemer, etc. i tillegg til naturlig avrenningsretning.

I 2013 ble det gjennomført prøvetaking av flere private grunnvannskilder/-brønner nedstrøms lufthavnen.

6.4.1 Grunnvann

I 2012 ble det påvist PFOS, samt enkelte andre PFAS, i en miljøbrønn (E BØF B Ø2) ved det eldste brannøvingsfeltet, BØF B (Tabell 6-6). Prøvepunktet representerer grunnvannet nedenfor antatt kildeområde i jord. Det er ikke påvist PFOS i jordprøven tatt i samme punkt, andre PFAS ble ikke analysert. I området rundt/nærheten av dette punktet har lufthavnen et større snødeponi hver vinter, hvor det lagres snø hentet fra store arealer rundt om på lufthavnen. Sør for det eldste brannøvingsfeltet blir det vinterstid spylt av sweepertog før innsett i garasje, pga. manglende vaskeplass.

Konsentrasjonene av perfluorheksansulfonat (PFHxS), perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA) var alle høyere enn PFOS-konsentrasjonen selv om det ikke skal ha vært benyttet noe annet enn PFOS-holdig skum på dette feltet. Det er antatt at PFAS spres i overflatevann i myrområdet, samt med grunnvannet.

Tabell 6-6. Analyseresultater fra grunnvannsbrønn, BØF B.

Parameter	Enhet	E BØF B Ø2
Dato		09-05-2012
6:2 FTS	ng/l	<15,0
8:2 FTS	ng/l	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	33,5
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	52,2
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	212
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	115
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	56,3
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	121
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	29,7
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	86,2
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	282
Sum PFAS eks LOQ		986

Prøvetakingen av brønnen er ikke videreført, men det er tatt flere prøver av vann i nærliggende grøfter og grunnvannsig. Disse resultatene er omtalt i neste kapittel.

Private grunnvannsbrønner/-kilder

I 2013 ble flere private grunnvannsbrønner/-kilder i området sørvest for lufthavnen undersøkt. Disse brønnene/kildene ligger nedstrøms avrenningen fra lufthavnen, men de topografiske forholdene tilsier at forurensning fra lufthavnen ikke skal kunne nå disse brønnene. Punktene ble prøvetatt i januar og/eller i mai 2013 uten at det er påvist PFOS/PFAS over deteksjonsgrensen, med ett unntak. I punktet G-3/Fagerheim gård ute/Stunes brønn ble det i januar påvist 5,8 ng/L perfluorbutansyre (PFBA), som er så vidt over rapporteringsgrensen på 5 ng/L. Konsentrasjonen er imidlertid langt under de svenske grenseverdiene for drikkevann med tanke på anbefaling av tiltak. En oppsummering og beskrivelse av prøvepunktene er vist i Tabell 6-7.

Tabell 6-7. Oversikt og beskrivelse av prøvetatte, private grunnvannsbrønner/-kilder.

Nr.	Navn:	Info:
G-1	Hytte JM (John Mortensen)	Grunnboret brønn, 42 meter dyp. Pumpe på 38 meter. 5 stk. tilkoblet denne brønn. Ca. 70 meter fra pumpe, klart vann.
G-2	Hytte JM naturlig kilde	Naturlig kilde fra grunn/fjell. Tidligere brukt til drikkevann.
G-3-inne	Hus/gårdsbruk Korsveien 6, Fagerheim gård, inne, Stunes gård inne	Naturlig kilde/brønn som brukes til drikkevann hus og vann til kyr i fjøs. Dybde ca. 5 meter, ca. 2 meter vann i brønn ved prøvetaking. Ca. 40 meter fra huset.
G-3-ute	Hus/gårdsbruk Korsveien 6, Fagerheim gård, ute. Stunes brønn	1 vannprøve i brønn (gult/grumsete vann) og 1 vannprøve i fra kjøkkenkranen.
G-4	Stunes kilde/kilde kyr	Kilde som brukes på beite for kyr/dyr i forbindelse med Fagerheim gård. Klart vann.
	Stunes kilde 2	
G-5	Hus Korsveien 43	Grunnboret brønn på 108 meters dybde, vannprøve tatt inne i kjøkkenkran. Ca. avstand til brønn 60 meter.
G-6	Hus Korsveien 64	Naturlig brønn ca. 20 meter fra huset, brønn frosset. Derfor vannprøve inne i kjøkkenkran.
G-7	Hytte Marry Flygel	Naturlig brønn ca. 1,5 meter dyp. Ca. 50 m fra hytte. Vannprøve tatt i brønn.
G-8	Hus/hytte Karstein Martiniussen	Naturlig brønn ca. 4 meter dyp, 70 meter fra hus/hytte. Vannprøve tatt i brønn.
G-9	Hytte Elsa Peggy Benzen	Naturlig kilde 60 meter fra hytte. Vannprøve tatt i brønn. Hytta plassert på andre siden av brøytet og trafikkert vei.
G-10	Hytte Herbjørg Paulsen	Grunnboret brønn ca. 60 meter dyp, 40 meter fra hytte. Vannprøve tatt i kran kjøkken, myr/råtten lukt.

Tabell 6-8. Analyseresultater fra private grunnvannsbrønner/-kilder.

Parameter	Enhet	G-1/Hytte JM boret brønn		G-2/Hytte JM naturlig kilde		G-3 Ute/Fagerheim gård ute/Stunes brønn		G-3 Inne/Fagerheim gård inne/Stunes hus inne	
Dato		22-01-2013	27-05-2013	22-01-2013	27-05-2013	22-01-2013	27-05-2013	22-01-2013	27-05-2013
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	5,8	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	5,8	i.p.	i.p.	i.p.

i.p.: ikke påvist

Tabell 6-9. Analyseresultater fra private grunnvannsbrønner/-kilder forts.

Parameter	Enhet	G-4/Kilde Stunes/kilde kyr	Stunes kilde 2	G-5/Hus Korsveien 43		G-6/Hus Korsveien 64	G-7/Hytte MF	G- 8/Hus/hytte KM	G-9/Hytte EPB	G- 10/Hytte HP
Dato		27-05-2013	27-05- 2013	22-01- 2013	27-05- 2013	27-05-2013	27-05-2013	27-05-2013	27-05-2013	27-05- 2013
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

i.p.: ikke påvist

6.4.2 Overflatevann

Fra lufthavnen ledes vann fra østlige arealer (inkl. det eldste brønnøvingsfeltet, BØF B) hovedsakelig mot Langvatnet og følger vannstrømmene nordover og renner gjennom Røstelva mot Lavangsvatnet. Rett før Lavangsvatnets utløp i sør, mottar vatnet avrenning fra det yngste brønnøvingsfeltet (BØF A), samt vann fra kulverter og rør fra rullebanen. Lavangsvatnet renner ut i Tårstadelva, via Tårstadosen og ut i Ofotfjorden. Vassdraget er vist i oversiktskartet i Figur 6-1. Vedlagte kart for vannprøver og avrenning viser detaljer og letter lesbarheten.



Figur 6-1. Oversiktskart over Harstad/Narvik lufthavn, Evenes og omegn. Kartkilde: NVE Atlas

Svanvassåsen ligger øst for terminalområdet. Avrenning fra dette området vil renne ut i Svanevatnet og videre ut i Langvatnet. Denne avrenningen må antas å kunne være påvirket av Forsvarets aktiviteter i tillegg til lufthavnens egne aktiviteter.

Fra den sørlige delen av lufthavnen går det en naturlig avrenning mot Kjerkvatnet som renner ut i Stunesosen. Forurensning i dette vassdraget må antas å kunne være påvirket av Forsvarets aktiviteter i tillegg til lufthavnens egne aktiviteter.

Lufthavnens eget avrenningssystem (rør, grøfter, kulverter, etc. som vist i vedlagt kart for vannprøver) vil kunne påvirke den lokale avrenningsretningen fra de ulike områdene.

Prøvetakingen av punktene er utført som stikkprøver og har foregått med ulik hyppighet og frekvens. Endringer i konsentrasjonsnivå i et vassdrag kan derfor ikke alltid forklares. Endringen i prøvepunkter underveis i overvåkingen gjenspeiler forsøket på å avdekke aktuelle spredningsveier. Analyseresultatene viser et generelt bilde av forurensningssituasjonen.

6.4.2.1 BØF B og terminalområdet

Avrenningen fra dette området ledes til Langvatnet, mot prøvepunkt L3/O-1. Prøvepunktene representerer tre ulike kilder og vannstrømmer og vil derfor bli beskrevet slik nedenfor. Analyseresultatene er vist i Figur 6-2 og i Tabell 6-10 og Tabell 6-11 i rekkefølgen de er omtalt og med Langvatnet til slutt.

6.4.2.2 Terminalområdet og snødeponiet

Punkt H4/O-6 ligger i sørenden av terminalområdet og drenerer vann fra den østlige delen av Svanåsen, inkludert Forsvarets område. Dette vannet føres videre i en kulvert gjennom lufthavnens område til KL2/O-7 i nord med utløp til Langvatn. Kulverten går under snødeponiet, hvor det er etablert et sluk. Vann fra snødeponiet føres hovedsakelig til kommunalt nett, men vil ved en overløpssituasjon i området bli ført ned i kulverten og mot KL2/O-7.

Det er påvist moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS i H4/O-6. Analyseresultatene viser noe høyere konsentrasjoner av PFOS/PFAS i KL2/O-7, noe som tyder på at PFOS-/PFAS-holdig vann har drenert til kulverten på lufthavnens område. Konsentrasjonene her er likevel fremdeles moderate. Brannøvelser med skum ved snødeponiet kan være en kilde til denne økningen i PFAS-konsentrasjon.

6.4.2.3 Grunnvannssig ved Vinkelbygget

Sør ved det eldste brannøvingsfeltet ligger Vinkelbygget. Fra dette bygget går det en grøft med et grunnvannssig sørover og deretter østover under en internvei. Grøften føres ut til Langvatnet. Grunnvannssiget er prøvetatt ved bygget og på begge sider av internveien i punktene hhv. Vinkelbygg Ø SGS 1, Vinkelbygg Ø SGS 2 og Vinkelbygg Ø SGS 3. Punktene er prøvetatt med ulik hyppighet og til dels med ulike prøvedatoer. Det går i tillegg en grøft/rør for overvann fra rullebanen som ledes ut i Langvatnet i det samme området som grøften.

Analyseresultatene viser konsentrasjoner i klasse IV av PFOS/PFAS i vannstrømmen fra Vinkelbygget. Ved prøvetaking i SGS 1 og 2 i juli 2012 var konsentrasjonen av PFAS og PFOS/PFAS høyere enn ved andre prøvetakingstidspunkt. De dominerende forbindelsene er perfluorheksanulfonat (PFHxS) og perfluoropentansyre (PFPeA) i tillegg til tilstedeværelse av de øvrige PFAS. I punkt SGS 1 er det kun tatt én prøve, og det er dermed uvisst om dette representerer det generelle forurensningsbildet eller ei. PFOS/PFAS-konsentrasjonene i grunnvannssiget ved Vinkelbygget representerer de høyeste konsentrasjonene i det som føres til Langvatnet. Dette grunnvannssiget er ikke kvantifisert, men representerer et meget

begrenset vannvolum. Verken undersøkelsene eller drift ved lufthavnen kan forklare de høye konsentrasjonene.

Det er påvist PFOS/PFAS (inkl. 6:2 FTS) i masser vest for Kato hangar, nordvest for Vinkelbygget (E BØF B SV og E BØF B SØ), men terrenget tilsier at grunnvann fra dette området vil renne ut i Langvatnet nordøst for Vinkelbygget.

Lufthavnen opplyser at de ukentlig spyler en kum/kloakk med brannbil (for å unngå tilstopping av kloakkline). Det kan tidvis bli mye søl utenfor kum, ved bruk av kanon på brannbil. Denne plassen ligger mellom Vinkelbygget og Kato hangar der de ovenfornevnte jordprøver ble tatt.

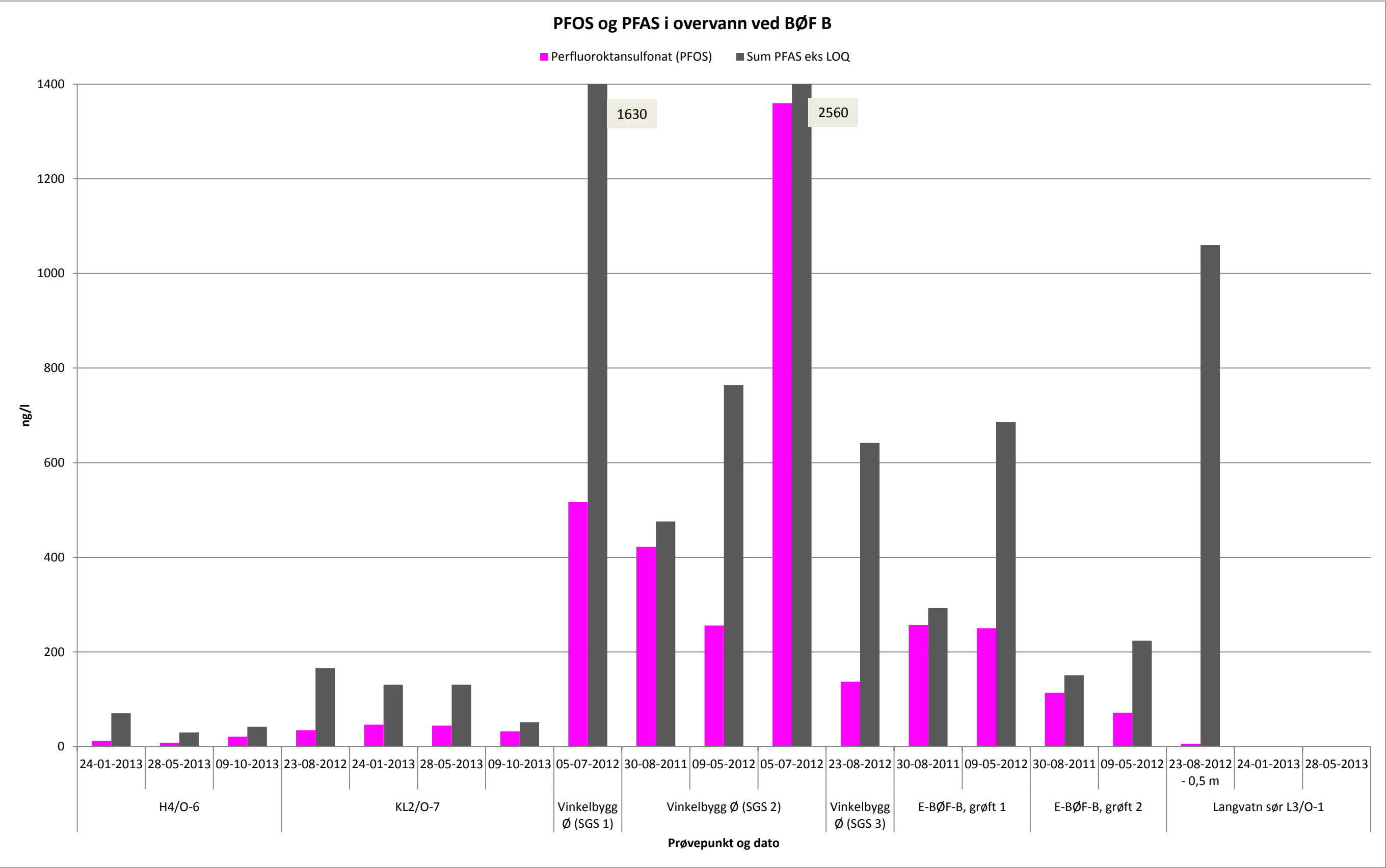
6.4.2.4 Grøft ved BØF B

Nord ved det eldste brannøvingsfeltet går det en dreneringsgrøft øst for internveien og ledes sørover før den renner ut i Langvatnet. Vannet i grøften dreneres fra antatt senter av brannøvingsfeltet og har begrenset vannføring. Det er tatt prøver nord og sør i grøften, hhv. E-BØF B, grøft 1 og 2.

Analyseresultatene viser at det er noe lavere konsentrasjoner av PFOS/PFAS i grøftevannet enn i grunnvannssiget omtalt ovenfor. Ved prøvetakingen i mai 2012 er konsentrasjonen av PFAS større i grøft 1 enn ellers i grøften (dårlig i grøft 1 og moderat i grøft 2). Igjen ser det ut til at det er forbindelsene er perfluorheksanulfonat (PFHxS) og perfluoropentansyre (PFPeA) som dominerer, i tillegg til tilstedeværelse av de øvrige PFAS.

Jordprøver tatt oppstrøms grøft 1 og 2 viser at PFOS dominerer, men at perfluorheksanulfonat (PFHxS) og perfluoropentansyre (PFPeA) også er tilstede.

Det er kun etablert ett prøvepunkt i Langvatnet nedstrøms disse kildene (L3/O-1). Langvatnet har et stort vannvolum og viser generelt lave/ikke-detekterbare konsentrasjoner av PFOS/PFAS. Ett unntak er ved prøvetakingen i august 2012. Da ble det tatt ut en prøve ved 0,5 meters vanddyb hvor det ble påvist høy konsentrasjon (klasse IV, nedre del) av PFAS (>1000 ng/l) der perfluorheksansyre (PFHxA), perfluorheptansyre (PFHpA), perfluornonansyre (PFNA) og perfluoroktansyre (PFOA) dominerer.



Figur 6-2. PFOS/PFAS i prøvepunkter ved terminalområdet og BØF B, samt Langvatnet

Tabell 6-10. Analyseresultater fra overvann ved BØF B og terminalområdet.

Parameter	Enhet	H4/O-6			KL2/O-7				Vinkelbygg Ø (SGS 1)	Vinkelbygg Ø (SGS 2)		
Dato		24-01-2013	28-05-2013	09-10-2013	23-08-2012	24-01-2013	28-05-2013	09-10-2013	05-07-2012	30-08-2011	09-05-2012	05-07-2012
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	45,8	-	10,6	82,7
8:2 FTS	ng/l	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	-	-	<10,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	14,2	-	13,1	18,1
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	5,2	<5,0	<10,0	9,8	5,2	4,9	<10,0	63,5	-	28,7	49,1
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,1	<10,0	<5,0	-	<5,0	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	31,6	16,2	22,7	<15,0	275	-	94	407
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	13,4	7,6	<10,0	26,5	17,6	14,3	<10,0	152	-	85,6	149
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	8,3	<5,0	<10,0	10,9	8,7	6,6	<10,0	65,3	-	41,9	63,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	24,7	-	5,3	37,6
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	5,6	<10,0	48,7	53,7	16,9	56
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	12,0	8,1	21	34,7	46,5	44,5	32,2	517	422	256	1360
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	31,6	14,2	20,8	52,9	37,1	31,5	19,2	427	-	212	335
Sum PFAS eks LOQ		70,5	29,9	41,8	166	131	131	51,2	1630	476	764	2560

Tabell 6-11. Analyseresultater fra overvann ved BØF B og terminalområdet, forts.

Parameter	Enhet	Vinkelbygg Ø (SGS 3)	E-BØF-B, grøft 1		E-BØF-B, grøft 2		Langvatn sør L3/O-1		
Dato		23-08-2012	30-08-2011	09-05-2012	30-08-2011	09-05-2012	23-08-2012 - 0,5 m	24-01-2013	28-05-2013
6:2 FTS	ng/l	26	-	<15,0	-	<7,5	10,4	<7,5	<7,5
8:2 FTS	ng/l	<10,0	-	-	-	-	<10,0	<10,0	<10,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	9,2	-	<15,0	-	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	27,6	-	25,5	-	11,6	6,0	<5,0	<5,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	-	<10,0	-	<5,0	74,3	<5,0	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	168	-	104	-	28,1	<7,5	<7,5	<7,5
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	68,9	-	66,4	-	24,4	68,8	<5,0	<5,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	29,1	-	27,4	-	18,2	80,3	<5,0	<5,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	-	78,9	-	10,8	708	<5,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	23,3	35,7	18,1	37,2	10,2	93,2	<5,0	<5,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	137	257	250	114	71,7	5,9	<5,0	<5,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	154	-	115	-	49,1	12,4	<5,0	<5,0
Sum PFAS eks LOQ		642	293	686	151	224	1060	i.p.	i.p.

i.p.: ikke påvist

6.4.2.5 Svanevatnet

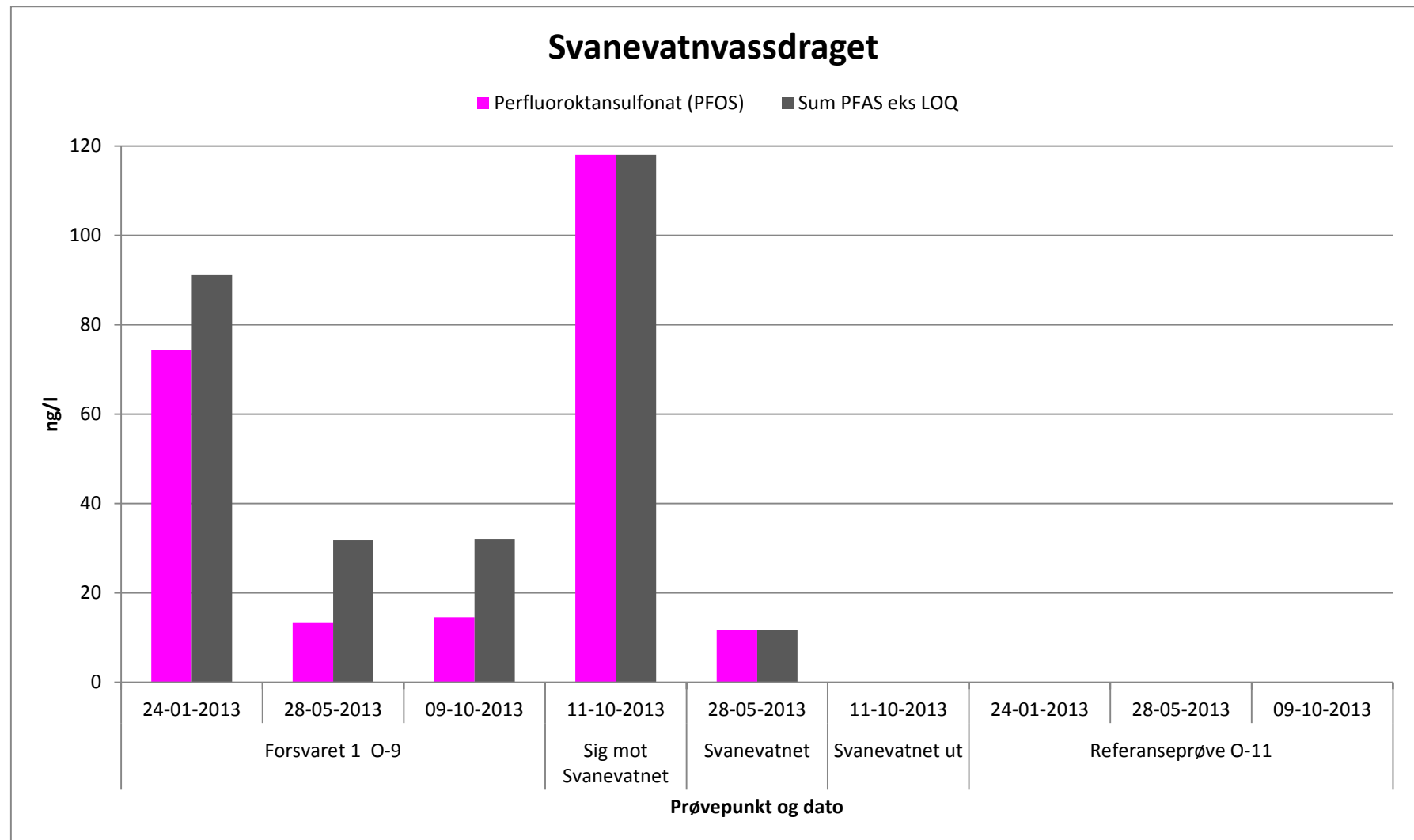
I tillegg til de ovennevnte kildeområdene, mottar Langvatnet avrenning fra Svanevatnet og de arealer Svanevatnet drenerer. Disse arealene ligger øst for lufthavnens terminalområde. Området benyttes i tillegg aktivt av Forsvaret, og avrenningen må antas å kunne være påvirket av Forsvarets aktiviteter i tillegg til lufthavnens egne aktiviteter.

Det er tatt vannprøver i to mindre vannstrømmer inn til Svanevatnet, samt i selve Svanevatnet og i utløpet fra Svanevatnet.

Det er påvist lave/moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS (<120 ng/L) i tilførselsvannet til Svanevatnet (Forsvaret 1/O-9 og Sig mot Svanevatnet). I Svanevatnet er det påvist PFOS/PFAS rett over deteksjonsgrensen. Det er ikke påvist PFOS/PFAS i utløpsvannet fra Svanevatnet eller i vassdragets utløp til Langvatnet.

Dette viser at det finnes en PFOS/PFAS-kilde i området, men i så lave konsentrasjoner at den i liten grad kommer til uttrykk i vann som tilføres Langvatnet. Med unntak av prøvene i punkt Forsvaret 1/O-9, er det kun påvist PFOS i prøvene ved Svanevatnet. I prøvene fra Forsvaret 1/O-9 er det i tillegg påvist perfluoropentansyre (PFPeA).

Analyseresultatene er vist i Figur 6-3 og Tabell 6-12 i rekkefølgen de er tatt ut i bekken fra oppstrøms til nedstrøms Svanevatnet og mot utløpet ved Langvatnet.



Figur 6-3. PFOS/PFAS i prøver fra Svanevatnvassdraget

Tabell 6-12. Analyseresultater fra overvann ved Svanevatn

Parameter	Enhet	Forsvaret 1 O-9			Sig mot Svanevatnet	Svanevatnet	Svanevatnet ut	Referanseprøve O-11		
Dato		24-01-2013	28-05-2013	09-10-2013	11-10-2013	28-05-2013	11-10-2013	24-01-2013	28-05-2013	09-10-2013
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<37,5	<15,0	<15,0	<7,5	<7,4	<15,0
8:2 FTS	ng/l	<10,0	<10,0	<20,0	<50,0	<20,0	<20,0	<10,0	<10,1	<20,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<37,5	<15,0	<15,0	<7,5	<7,4	<15,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<37,5	<15,0	<15,0	<7,5	<7,4	<15,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	5,1	5,2	<10,0	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	74,4	13,3	14,6	118	11,8	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	11,7	13,3	17,4	<25,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Sum PFAS eks LOQ		91,1	31,8	32	118	11,8	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

i.p.: ikke påvist

6.4.2.6 BØFA

Myrsiget ved det yngste brannøvingsfeltet drenerer ut i en bekk som føres til Lavangsvatnet et stykke nord for vannets utløp. I tillegg til Avinors egen vannovervåkning har en mastergradsstudent gjennomført én prøvetaking i flere punkter (EVE 3 – EVE 7) i denne bekken (Løland, 2014).

Det er til sammen etablert ni prøvepunkter i området. Prøvepunktene Vannhull N Dam, Vannhull S Hull og EVE 3A og 3B er tatt i/ved myrsiget ved brannøvingsfeltet. De øvrige punktene (EVA 4-EVE 7) er tatt fortløpende nedover i bekken. Punktet EVE 7 ligger i Lavangsvatnet, ved bekkens utløp.

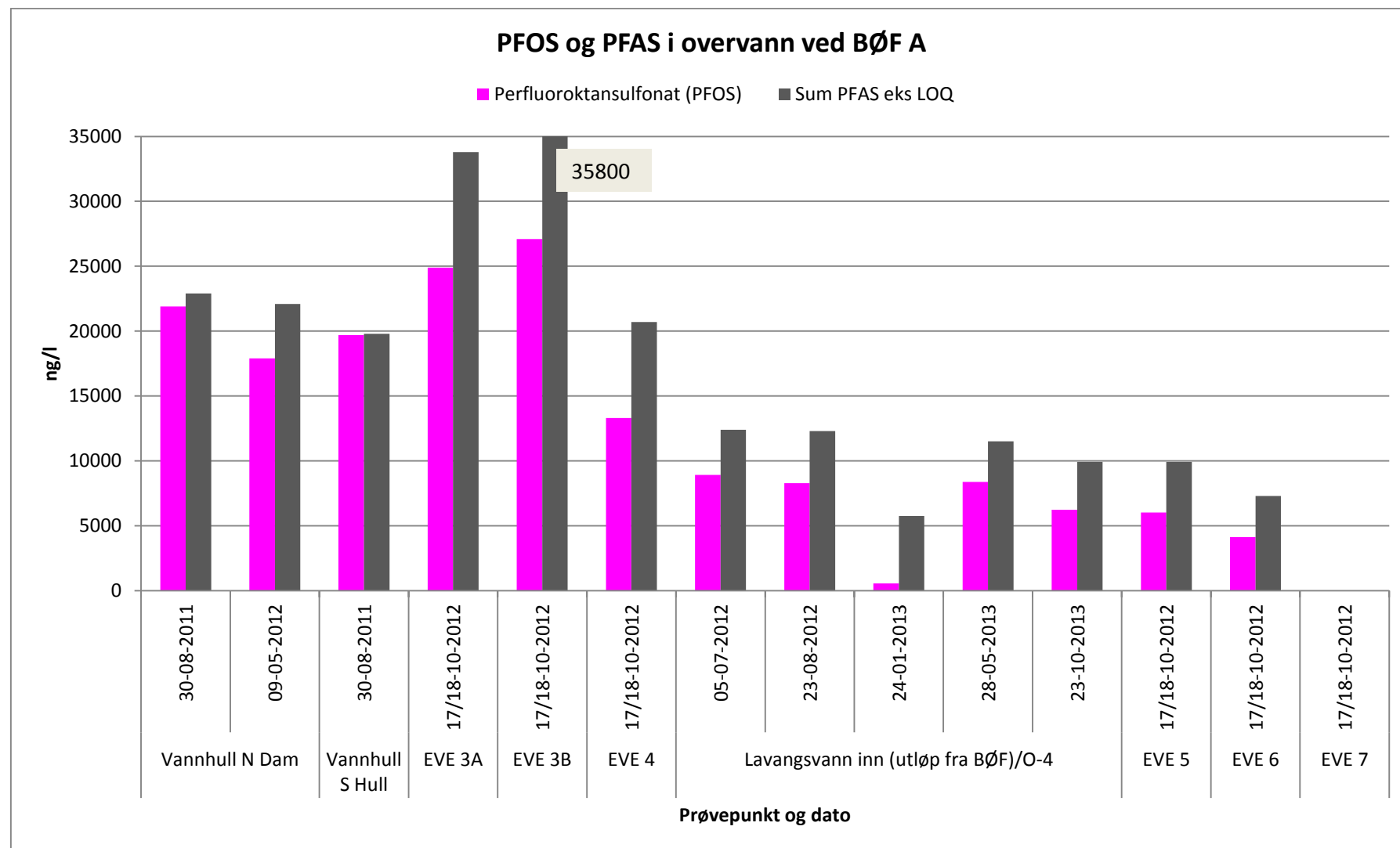
Det er påvist meget høye konsentrasjoner (klasse IV, øvre del) av PFOS/PFAS i myrsiget. Konsentrasjonene ligger her på hhv. 27 000 og 36 000 ng/L, men avtar nedover i bekkeløpet til mellom 5000 og 10 000 ng/L. Dette er vesentlig høyere konsentrasjoner enn i avrenningen fra det eldste brannøvingsfeltet hvor høyeste konsentrasjon i enkeltprøver var opp mot 2 500 ng/L.

Samtlige PFAS er påvist i prøvene nærmest BØF A. Forbindelsene 8:2 FTS og Perfluordekansyre (PFDA) påvises ikke i prøvepunktene rett nedstrøms. Utover PFOS er 6:2 FTS og perfluorheksansulfonat (PFHxS) de dominerende forbindelsene i alle prøver. De påviste konsentrasjonene og forbindelsene i vannprøvene har god sammenheng med de funn som er gjort i massene på BØF A.

I utløpet av bekken (EVE 7) er det kun påvist 14 ng/L PFOS/PFAS. Det er ikke påvist andre PFAS. Dette tilsvarer konsentrasjonsnivået påvist både nord i Langvatnet og generelt i Lavangsvatnet.

Det må bemerkes at EVE-punktene kun er prøvetatt én gang.

Analyseresultatene er vist i Figur 6-4, samt i Tabell 6-13 og Tabell 6-14 i den rekkefølgen de er tatt ut i bekken fra BØF A og mot utløpet ved Lavangsvatnet.



Figur 6-4. PFOS/PFAS i vannprøver fra BØF A

Tabell 6-13. Analyseresultater fra overvann ved BØF A.

Parameter	Enhet	Vannhull N Dam		Vannhull S Hull	EVE 3A*	EVE 3B*	EVE 4*	Lavangsvann inn (utløp fra BØF)/O-4				
Dato		30-08-2011	09-05-2012	30-08-2011	17/18-10-2012	17/18-10-2012	17/18-10-2012	05-07-2012	23-08-2012	24-01-2013	28-05-2013	23-10-2013
6:2 FTS	ng/l	-	533	-	2680	2620	2419	824	854	545	739	1090
8:2 FTS	ng/l	-	-	-	68,6	47	<10,1	<20,0	<20,0	<10,0	<20,0	<20,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	-	99,9	-	122	111	120	53,6	85,4	154	63,8	64,2
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	-	107	-	138	135	140	74,2	120	295	72,4	94
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	-	<25,0	-	15,8	17,3	<5,1	<10,0	<10,0	<5,0	<10,0	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	-	1830	-	3460	3370	2570	1220	1280	1370	1050	1200
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	-	504	-	646	644	592	342	431	905	346	355
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	-	155	-	207	217	173	117	126	237	120	105
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	-	37	-	90,9	102	39,9	31	25,6	<5,0	29,6	19,8
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	988	440	93,2	668	661	444	233	248	212	202	191
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	21900	17900	19700	24900	27100	13300	8920	8290	564	8370	6240
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	-	455	-	845	846	881	553	864	1470	545	582
Sum PFAS eks LOQ		22900	22100	19800	33800	35800	20700	12400	12300	5750	11500	9930

* Løland 2014 (M.Sc. UiO)

Tabell 6-14. Analyseresultater fra overvann ved BØF A, forts.

Parameter	Enhet	EVE 5*	EVE 6*	EVE 7*
Dato		17/18-10-2012	17/18-10-2012	17/18-10-2012
6:2 FTS	ng/l	1179	946	<7,4
8:2 FTS	ng/l	<10,1	<10,1	<10,1
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	64,8	53,8	<7,4
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	83,7	69,1	<5,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,1	<5,1	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	1370	1110	<5,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	334	276	<5,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	107	85,4	<5,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	19,5	13,9	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	227	182	<5,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	6030	4140	14,5
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	515	431	<5,1
Sum PFAS eks LOQ		9930	7300	14,5

* Løland 2014 (M.Sc. UiO)

6.4.2.7 Langvatnet – Lavangsvatnet – Tårstadosen

Langvatnet renner ut i Lavangsvatnet i nord, som renner sørøver via Tårstadelva og Tårstadosen ut i Ofotfjorden. Ved høyvann føres sjøvann et godt stykke opp i Tårstadosen. Prøvene i Tårstadosen er tatt så langt opp at det ikke skal være påvirket av sjøvann.

Analyseresultatene fra de prøvetatte punktene i Langvatnet og Lavangsvatnet viser generelt, med enkelte unntak, konsentrasjoner <20 ng/L av PFOS/PFAS (klasse III, nedre del). De påviste PFAS-konsentrasjonene i avrenningen fra BØF B og terminalområdet kommer lite til uttrykk.

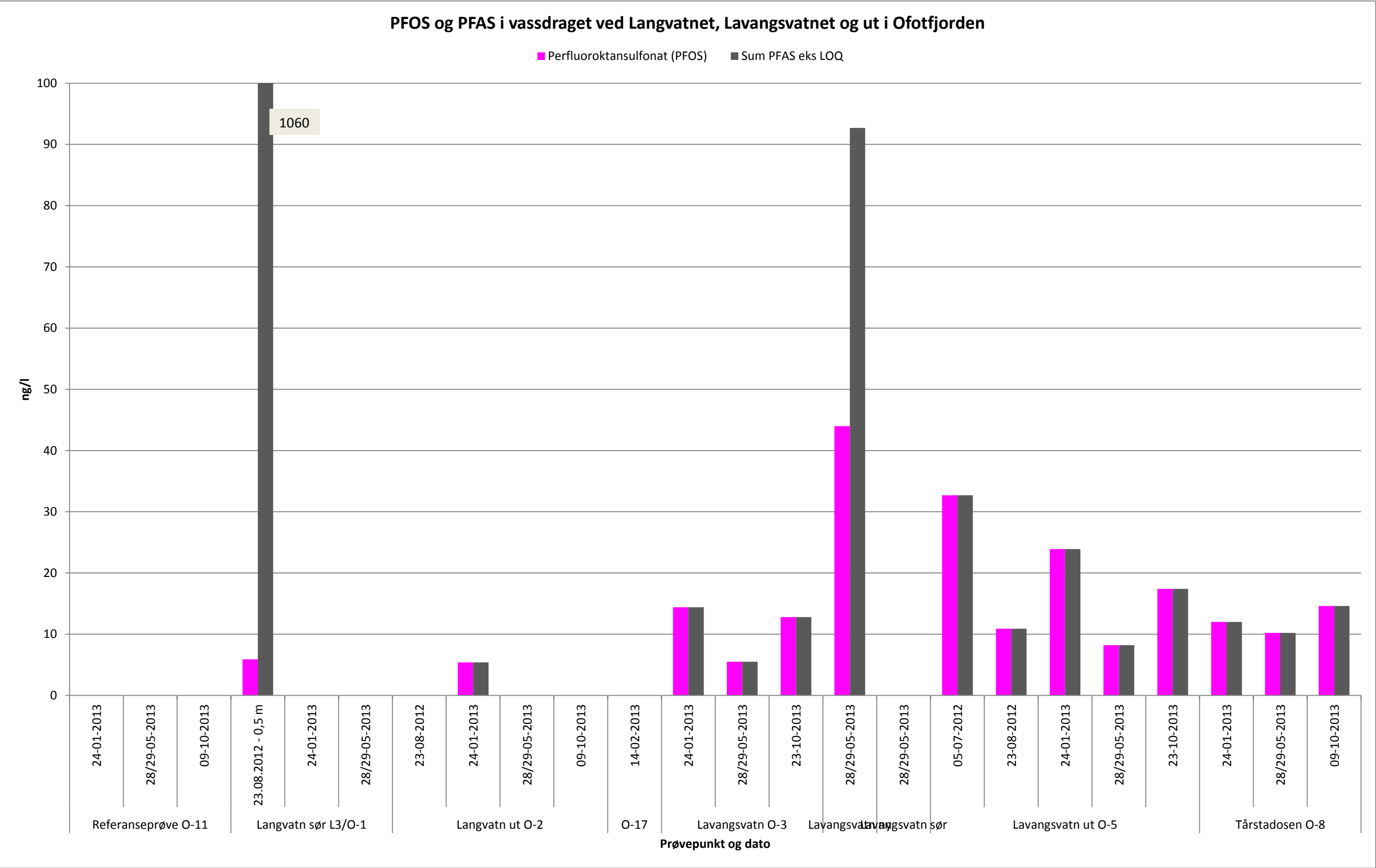
Det synes å være påvist noe høyere konsentrasjoner av PFOS/PFAS i prøvepunktet i selve utløpet av Lavangsvatnet (Lavangsvatn ut/O-5) enn i Lavangsvatnet oppstrøms bekk fra BØF A (Lavangsvatn ut/O-3). Før dette punktet tilføres også avrenningen fra BØF A. Ved Tårstadosen (Tårstadosen/O-8) er konsentrasjonene av PFOS/PFAS igjen tilbake på deteksjonsnivå. Prøven er tatt på fjære sjø.

I mai 2013 ble det i tillegg tatt prøver i punktet Lavangsvatn ny og Lavangsvatn sør. Lavangsvatn ny er tatt i en bekk som er dominert av vann fra kulvert/rør fra lufthavnen, men det vil også være noe sig til denne bekken fra omkringliggende myr. I sørenden av Lavangsvatnet er det en grunne som ligger som en demning i enden av vannet. Syd for dette ligger en bukt/vik kalt Vassbotn. For å avklare om det stues opp forurensning i denne delen av vannet ble det prøvetatt som Lavangsvatn sør. Bekken renner ut i bukta syd for demningen sør i Lavangsvatnet.

I bekken fra kulvert/rør fra lufthavnen (Lavangsvatn ny) ble det påvist noe høyere konsentrasjoner av PFOS/PFAS enn i de øvrige prøvene fra vassdraget. I tillegg til PFOS var konsentrasjonene av perfluorheksansulfonat (PFHxS) og perfluorpentansyre (PFPeA) dominerende. Det ble ikke påvist PFOS/PFAS over deteksjonsgrensene i demningen sør i Lavangsvatnet.

Ved prøvepunktet Langvatnet/O-1 ble det, som tidligere nevnt, tatt ut en prøve med vannhenter fra både 0,5 og 4,5 meters vanndyp i august 2012. Ved 0,5 meters vanndyp ble det påvist høy konsentrasjon av PFAS (klasse IV, nedre del) der perfluorheksansyre (PFHxA), perfluorheptansyre (PFHpA), perfluornonansyre (PFNA) og perfluoroktansyre (PFOA) dominerer. Ved 4,5 meters dyp ble det kun påvist PFOS, så vidt over rapporteringsgrensen (klasse III, nedre del). De øvrige vannprøvene er tatt ut ved ca. 0,2 – 0,5 m dyp. Undersøkelsene viser ingen forklaring på situasjonen, men dette kan vurderes undersøkt i videre arbeid.

Analyseresultatene er vist i Figur 6-5, samt Tabell 6-15 og Tabell 6-16 i rekkefølgen Langvatnet, Lavangsvatnet og Tårstadosen.



Figur 6-5. PFOS/PFAS i vannprøver fra Langvatnet, Lavangsvatnet og Tårdosen.

Tabell 6-15. Analyseresultater fra overvann ved Langvatnet, Lavangsvatnet og Tårstadosen

Parameter	Enhet	Referanseprøve O-11			Langvatn sør L3/O-1			Langvatn ut O-2				O-17
Dato		24-01-2013	28/29-05-2013	09-10-2013	23.08.2012 - 0,5 m	24-01-2013	28/29-05-2013	23-08-2012	24-01-2013	28/29-05-2013	09-10-2013	14-02-2013
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	10,4	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	<15,0	<7,5
8:2 FTS	ng/l	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<20,0	<20,0	<10,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<15	<15,0	<7,5
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	6,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	74,3	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	<15,0	<7,5
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	68,8	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	80,3	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	708	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	93,2	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	5,9	<5,0	<5,0	<5,0	5,4	<10,0	<10,0	<5,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	12,4	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0
Sum PFAS eks LOQ		i.p.	i.p.	i.p.	1060	i.p.	i.p.	i.p.	5,4	i.p.	i.p.	i.p.

i.p.: ikke påvist

Tabell 6-16. Analyseresultater fra overvann ved Langvatnet, Lavangsvatnet og Tårstadosen, forts.

Parameter	Enhet	Lavangsvatn O-3			Lavangsvatn ny	Lavangsvatn sør	Lavangsvatn ut O-5					Tårstadosen O-8		
Dato		24-01-2013	28/29-05-2013	23-10-2013	28/29-05-2013	28/29-05-2013	05-07-2012	23-08-2012	24-01-2013	28/29-05-2013	23-10-2013	24-01-2013	28/29-05-2013	09-10-2013
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
8:2 FTS	ng/l	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<20,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	23,3	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	8,1	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	14,4	5,5	12,8	44	<5,0	32,7	10,9	23,9	8,2	17,4	12,0	10,2	14,6
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	17,3	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Sum PFAS eks LOQ		14,4	5,5	12,8	92,7	i.p.	32,7	10,9	23,9	8,2	17,4	12,0	10,2	14,6

i.p.: ikke påvist

6.4.2.8 Kjerkvatnet – Stunesoset

Sør for rullebanen ligger vannet Kjerkvatnet som renner ut i Stunesoset og videre ut i Ofotfjorden. Vassdraget går igjennom området der de private grunnvannsbrønnene/-kildene er prøvetatt.

Det er etablert fire prøvepunkter (Forsvaret 2/O-12, Forsvaret 3/O-13, Forsvaret 5/O-15 og BK1/O-16) for å fange opp evt. forurensning oppstrøms Kjerkvatnet. I tillegg er det etablert et referansepunkt (Forsvaret 4/O-14).

Punktene O-12 og BK1/O-16 er etablert i rørlagte bekker som drenerer hhv. østre og vestre del av rullebanen. Ved BK1/O-16 kommer det ut et vannsig ved siden av/under selve vannrøret. Naturlig avrenning vil kun lede vann fra søndre del av lufthavnens areal, men evt. overvannsgrøfter/rør/kulverter etc. kan overstyre denne begrensningen.

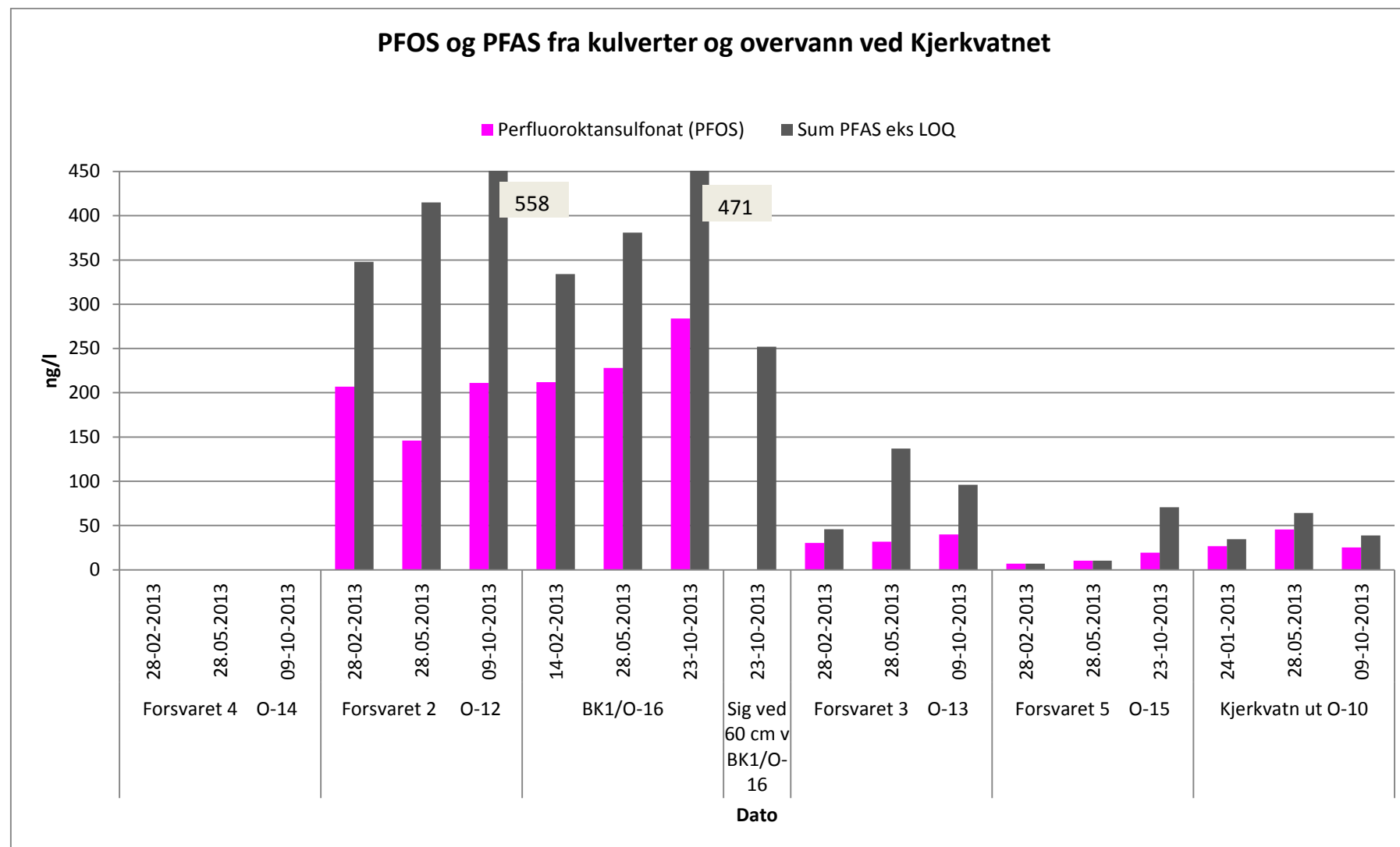
I enden av rullebanen, oppstrøms punkt O-12 ligger vollen som benyttes til daglig trening/innstilling av bildet på skumkanonen. Ved trening skal det kun benyttes vann, men skum kan forekomme pga. rester av skum i slangesystem etc., og dersom skummet ikke stenges for. Slik testing har foregått ved disse områdene i årevis. I tillegg har Forsvaret stor aktivitet i området nord for Kjerkvatnet.

Punktet Forsvaret 3/O-13 er tatt av vann fra to større rør som antas å komme fra Forsvarets arealer.

Analyseresultatene viser at det ikke er påvist PFOS/PFAS i referanseprøven (Forsvaret 4/O-14), mens det er påvist moderate til lave konsentrasjoner i vannstrømmene som drenerer Avinors og Forsvarets områder. Ved siden av PFOS dominerer forbindelsene Perfluorheksansulfonat (PFHxS), Perfluorheksansyre (PFHxA) og Perfluorpentansyre (PFPeA). I tillegg er 6:2 FTS påvist i punktet Forsvaret 2/O-12.

Punktet Kjerkvatnet ut/O-10 er etablert i Stunesosen og representerer vannet som renner ut fra Kjerkvatnet og videre til Ofotfjorden. Her er det påvist konsentrasjoner av PFOS/PFAS over deteksjonsgrensen. Konsentrasjonene er noe lavere enn oppstrøms Kjerkvatnet, noe som sannsynligvis skyldes fortynning av annet vann i elven.

Analyseresultatene er vist i Figur 6-6, samt Tabell 6-17 og Tabell 6-18 i rekkefølgen oppstrøms og nedstrøms Kjerkvatnet.



Figur 6-6. PFOS/PFAS i vannprøver fra Kjerkvatnet - Stunesoset

Tabell 6-17. Analyseresultater fra overvann ved Kjerkvatnet - Stunesoset

Parameter	Enhet	Forsvaret 4/O-14			Forsvaret 2/O-12			BK1/O-16			Sig ved 60 cm v BK1/O-16	Forsvaret 3 O-13		
Dato		28-02-2013	28.05.2013	09-10-2013	28-02-2013	28.05.2013	09-10-2013	14-02-2013	28.05.2013	23-10-2013	23-10-2013	28-02-2013	28.05.2013	09-10-2013
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	11,9	11,6	15,8	<7,5	<7,5	<15,0	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
8:2 FTS	ng/l	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<20,0	<20,0	<10,0	<10,0	<20,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	10,9	22,8	29,8	6,8	9,9	10	22	<5,0	10,4	<10,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	38,8	21,6	39,4	67,9	54,2	73,2	<15,0	<7,5	8,9	<15,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	<5,0	12	19,4	50,5	56,8	15,5	22,1	29,2	42,8	5,4	22,5	12
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	8	21	23,2	6,1	10,3	10,8	18,8	<5,0	8,4	<10,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<50,	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	6,4	6,6	<10,0	<5,0	7,2	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	207	146	211	212	228	284	<10,0	30,3	31,7	40
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	45,1	135	182	25	49,3	63,8	169	10,1	55,3	34
Sum PFAS eks LOQ		i.p.	i.p.	i.p.	348	415	558	334	381	471	252	45,8	137	96

i.p.: ikke påvist

Tabell 6-18. Analyseresultater fra overvann ved Kjerkvatnet - Stunesoset, forts.

Parameter	Enhet	Forsvaret 5/O-15			Kjerkvatn ut/O-10		
Dato		28-02-2013	28.05.2013	23-10-2013	24-01-2013	28.05.2013	09-10-2013
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
8:2 FTS	ng/l	<10,0	<10,0	<20,0	<10,0	<10,0	<20,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<7,5	<15,0	<7,5	<7,5	<15,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	<5,0	14,8	<5,0	6,5	12
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<10,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<5,0	<10,0	<5,0	<5,0	<15,1
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	7,0	10,2	19,4	26,6	45,5	25,4
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<5,0	36,4	7,9	12,3	13,4
Sum PFAS eks LOQ		7,0	10,2	70,6	34,5	64,3	38,8

6.5 Oppsummering jord og vann

Undersøkelsene viser at det er påvist moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS ved det eldste brannøvingsfeltet (BØF B) som ligger ut mot Langvatnet. Forurensningene er ikke avgrenset.

Ved det yngste brannøvingsfeltet er det påvist moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS i overflaten, og til dels betydelige konsentrasjoner, opp mot 20 mg/kg, av PFOS/PFAS i dypereliggende masser (ca. 1,5 – 3 meter under terreng). Forurensningen er bare delvis avgrenset i dybden.

Et typisk løsmasseprofil i uberørt terreng ved lufthavnen vil være torv (opptil mer enn 0,5 m) over sand/silt over silt/leire, som påtreffes på 1-1,5 m dyp. Det underste laget har så liten permeabilitet at det for praktiske formål kan regnes som tett.

Prøvetakingene i vann har som hovedsak blitt utført med tanke på å påvise spredning av PFOS/PFAS fra brannøvingsfeltene. Dermed er det hovedsakelig tatt prøver nær kilden i bekker, grøfter, kulverter og strandsoner. Det er også tatt noen prøver ute i resipientene som er mer representative. Ytterligere prøvetaking av vann vil være nyttig også fremover for å få data på mulige nye kilder og avdekke utviklingen i spredningssituasjonen av PFOS/PFAS fra lufthavnen.

Det er påvist PFOS/PFAS i bekker/grøfter og kulvert hhv. fra det eldste brannøvingsfeltet/Vinkelbygget og terminalområdet. De påviste konsentrasjonene og forbindelsene i vannprøvene har sammenheng med de funn som er gjort i massene.

Ved det yngste brannøvingsfeltet er det påvist betydelige konsentrasjoner av PFOS/PFAS, opp mot 36 000 ng/L, i grøftevann ved og ut fra feltet. Vannet føres til Lavangsvatnet hvor påvirkningen vises med moderate/høye konsentrasjoner i vannmasser langs strandsonen før utløpet til Tårstadosen.

Analyseresultatene fra vassdraget Langvatnet – Lavangsvatnet – Tårstadosen tilsier at det transporteres lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS fra det yngste brannøvingsfeltet, og at forurensningen kommer til uttrykk i vannmassene langs strandkanten rett ved brannøvingsfeltet. Konsentrasjonene ligger mellom 20 - 100 ng/L, med de høyeste konsentrasjonene utenfor det yngste brannøvingsfeltet.

Kjerkvatnet ligger sør for lufthavnen og undersøkelsen viser at vannet mottar PFAS-holdig avrenning både fra Avinors og Forsvarets aktiviteter. Enkelte tilførsler er i form av vann via rør med til dels høy vannføring og et innhold av PFAS på opp mot 600 ng/L. Likefullt ligger konsentrasjonen av PFAS på under 100 ng/L i utløpsvannet fra Kjerkvatnet og ned Stunesosen. Vannprøvene fra Stunesosen består også av et begrenset antall prøvetakinger av topplaget av vannmassene langs strandsonen.

Oppsummert mottar Ofotfjorden PFOS/PFAS-forurensset vann via elvene Tårstadosen og Stunesosen. I begge elver ligger påvist PFAS-konsentrasjon på godt under 100 ng/L. Vannføringen i Tårstadosen er vesentlig høyere enn i Stunesosen. Totalbelastningen av forurensningen fra Tårstadosen blir dermed høyere. PFAS-forurensningen fra Tårstadosen inneholder hovedsakelig PFOS. Andre PFAS kommer noe mer til uttrykk i avrenningen fra Stunesosen.

Det bemerkes at Ofotfjorden kan få/ha fått en begrenset tilførsel av PFOS/PFAS via kommunalt nett med utløp i Liavika (øst for Rørvika, Figur 6-1) som følge av snødeponiet lenge har blitt brukt til jevnlig testing av brannskum. Avrenning fra snødeponiet ledes til sluk og videre

til det kommunale nettet. Her bør det ikke være en aktiv kilde siden PFAS-holdig brannskum ikke lenger benyttes.

Ved en overløpssituasjon på snødeponiet vil avrenningen ledes, via et gressområde, ned i en kulvert som føres til Langvatnet. Gressområdet kan ha fått bidrag av PFOS/PFAS fra testing av brannskum på snødeponiet, eller ved at skum har blitt skutt ut på gressområdet. Masser fra gressområdet er ikke prøvetatt mht. PFOS/PFAS. Konsentrasjonene av PFOS/PFAS i vann fra kulverten et stykke nedstrøms snødeponiet (KL2/O-7), ser ikke ut til å være høye sammenlignet med vann fra andre PFAS-kilder.

6.6 Biota

Undersøkelsens opprinnelige formål var å kartlegge innhold av PFAS i matbiota, og det er derfor tatt prøver av et begrenset antall arter. Prøvene omfatter i stor grad fiskekjøtt av konsumfisk, og noen arter som kan ha direkte påvirkning for opptaket av PFAS i disse. Undersøkte arter er beskrevet i vedlegg 1. Oversiktskartet i vedlegg 5 viser hovedresultater og fangssted.

6.6.1 Terrestriske arter

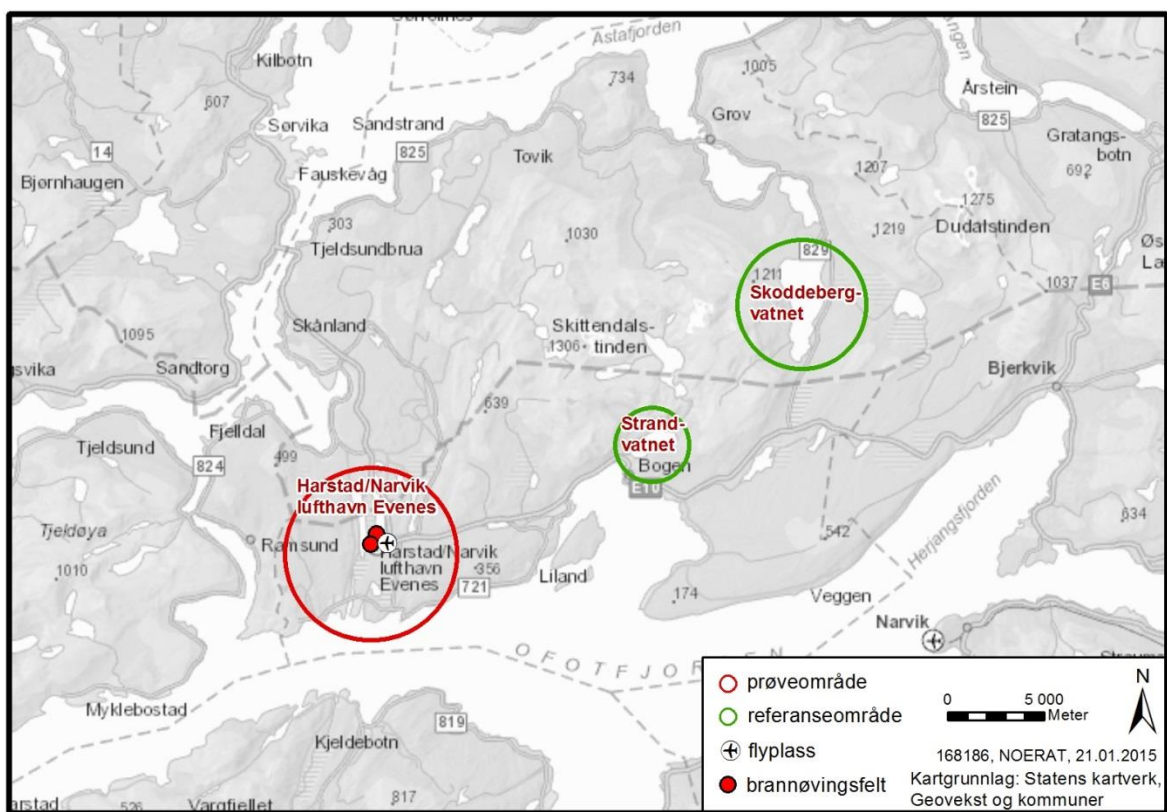
Det ble ikke samlet inn terrestriske arter ved Evenes lufthavn i 2013.

6.6.2 Ferskvannsarter

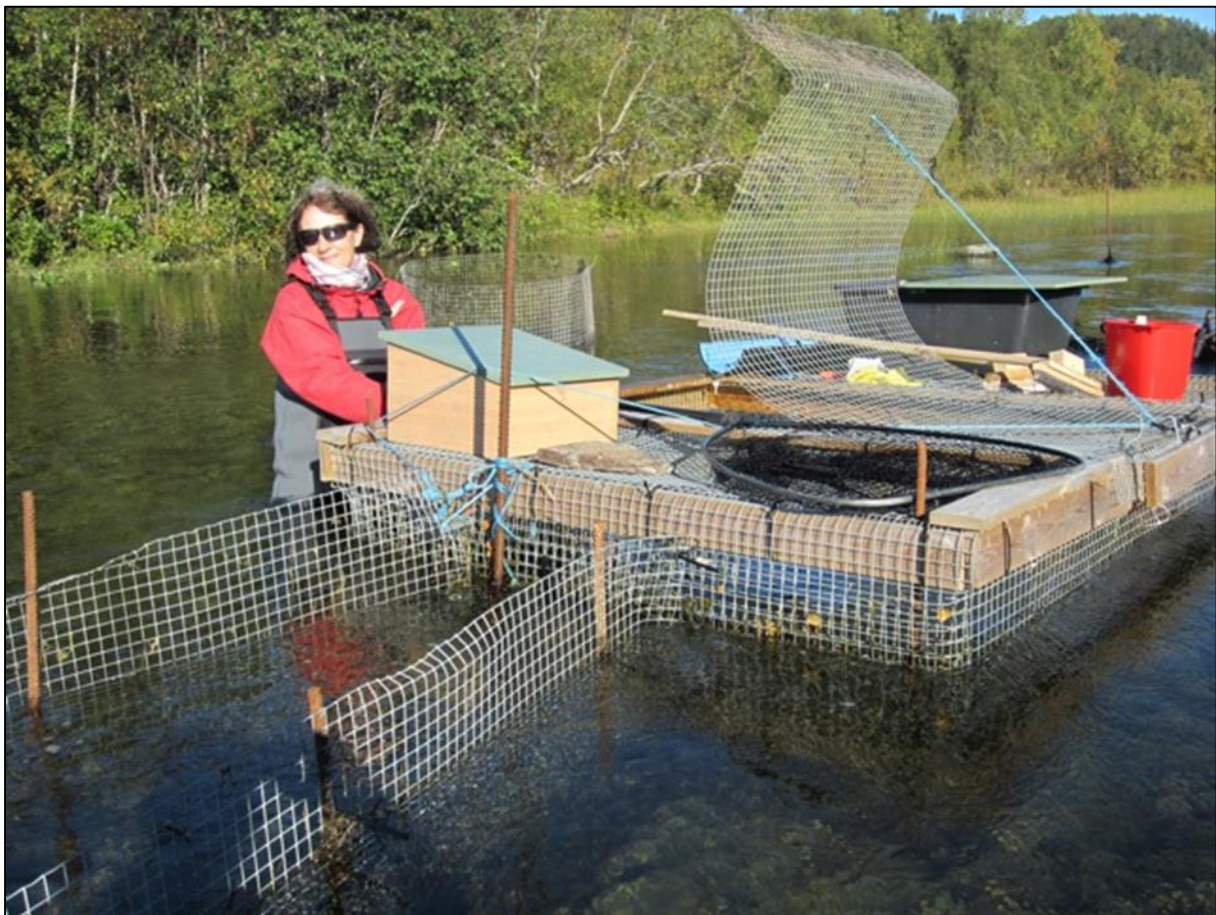
6.6.2.1 Metodikk og datainnsamling

Det ble foretatt innsamling av prøver for analyse i området rundt Evenes lufthavn og på to referansestasjoner (Figur 6-7). Fisk ble samlet ved isfiske i Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet og Skoddebergvatnet (ref.st.) i januar og februar 2013, med garn i Lavangsvatnet og Strandvatn (ref.st.) i august og september 2013, og med fiskefelle i Tårstadelva i august og september 2013 (se Figur 6-8). Prøvene er hovedsakelig analysert av *ALS Laboratory Group*, mens utvalgte prøver også ble analysert av NILU. Prøvestasjonene er vist i Figur 6-9.

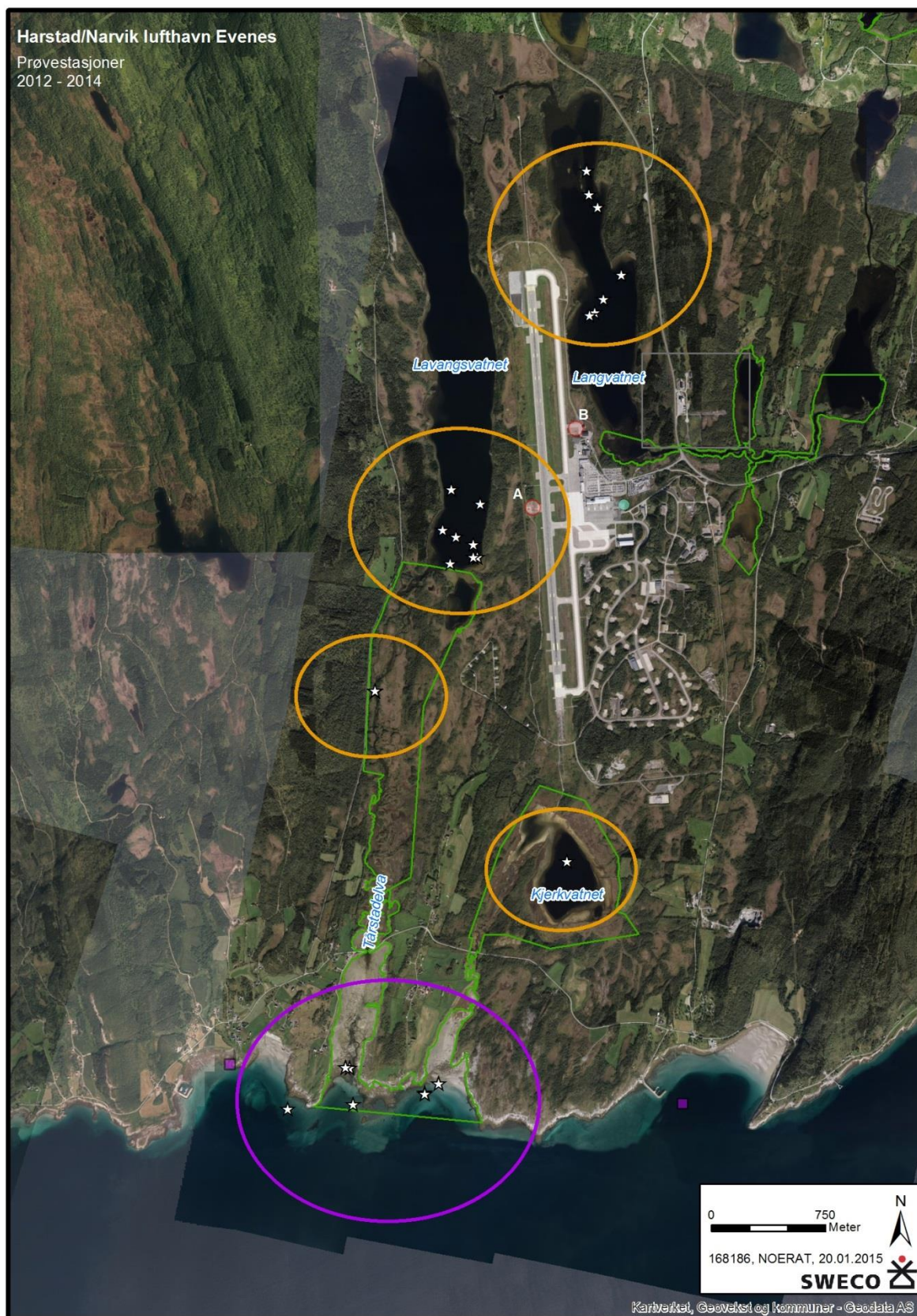
Deteksjonsgrensene er lavere i prøver som er analysert hos NILU. Dette kan gi utslag i at resultatene fra NILU viser flere registrerte PFAS enn ALS-prøvene viser. Valg av deteksjonsgrenser er et kostnadsspørsmål, og så langt er det vurdert at ALS sine deteksjonsgrenser gir svar på de hovedspørsmålene som reises i denne undersøkelsen hva gjelder forurensningsnivå. Analysene utført av NILU gir imidlertid mer informasjon om hvilke PFAS som er til stede og som således kan være verdifulle i vurdering av forurensningsopprinnelse. Biotaanalyser gjennomført av ALS og NILU er merket i tabellene i dette kapittelet. I Tabell 6-19 vises en oversikt over analysert materiale fra ferskvann.



Figur 6-7. Oversikt over prøvetakingsområder rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Rød ring viser området hvor prøver er tatt for å kartlegge forurenisngsnivå. Grønn ring viser områder der referansestasjonene ligger.



Figur 6-8. Fangstfelle i Tårstadelva. Signe Agersborg røkter fella. Foto: John Mortensen.



Figur 6-9. Oversikt over prøvetakingsområder rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Lilla ring indikerer området for fangst av marin fisk og strandbiota, og oransje ringer indikerer fangssted for laks, ørret, røye og skrubbe.

Tabell 6-19. Oversikt over analysert materiale i Lavangsvatnet, Langvatnet, Skoddebergvatnet, Kjerkvatnet og Strandvatnet. Lab som har utført analysene er angitt i kolonnen med kommentarer.

Innsamlet		Analysert		Kommentar
Art	Antall	Antall	Prøvetype	
Røye	12	10/5	10 muskelprøver og 5 leverprøver.	Lavangsvatnet (jan/feb). ALS.
Røye	11	10	Muskel individprøver	Langvatnet (jan/feb). ALS.
Røye	13	10	Muskel individprøver	Skoddebergvatnet (ref.st.). ALS.
Ørret	11	11/11/5	11 muskel- og leverprøver, samt 5 nyreprøver	Kjerkvatnet (jan/feb). ALS.
Skrubbe	4	4	Muskel individprøver	Kjerkvatnet (jan/feb). ALS.
Villaks	10	5	Muskel individprøver	Lavangsvatnet/utløpselva (aug/sep). NILU
Sjørret	10	5	Muskel individprøver	Lavangsvatnet/utløpselva (aug/sep). NILU
Sjørret	10	3	Muskel individprøver	Strandvatnet (ref.st.) (aug/sep). NILU
Ørret	6	6	Muskel individprøver	Langvatnet (aug/sep). NILU
Ørret	8	8	Muskel individprøver	Lavangsvatnet/utløpselva (aug/sep). NILU
Laks	10	5	Muskel individprøver	Lavangsvatnet/utløpselva (aug/sep). NILU
Skrubbe	15	3	Muskel individprøver	Lavangsvatnet/utløpselva (aug/sep). NILU

6.6.2.2 Presentasjon av data fra alle innsamlingsrunder i ferskvann.

Kjerkvatnet

Kjerkvatnet er en liten innsjø som ligger sør for rullebanen på Evenes og med avrenning til bekk som munner ut i Stunesosen (Figur 6-9). Resultatene fra innsamlingen i 2013 vises i tabeller og figurer nedenfor, og i kart i vedlegg 5.

Tabell 6-20. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **ørret** fanget i **Kjerkvatnet** 2013-05-29, $n=11$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Prøve ID	1.Ørret	4.Ørret	6.Ørret	8.Ørret	11.Ørret	13.Ørret	16.Ørret	19.Ørret	22.Ørret	24.Ørret	26.Ørret	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt															
PFPeA	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<5.0	<10	<10	nd		<5.0	<10
PFHxA	<5.0	<5.0	<5.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<2.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFBS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<5.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFOS	52	13	12	47	81	42	62	36	38	51	23	41,55	20,7	12	81
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
FTS-8:2	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
Sum PFAS	52	13	12	47	81	42	62	36	38	51	23	41,55	20,7	12	81
Lengde, mm	525	294	414	497	445	407	444	430	377	388	319	412,73	68,4	294	525

Tabell 6-21. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **lever** fra **ørret** fanget i **Kjerkvatnet** 2013-05-29, n=11. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	2.Ørret	5.Ørret	7.Ørret	9.Ørret	12.Ørret	14.Ørret	17.Ørret	20.Ørret	23.Ørret	25.Ørret	27.Ørret	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<50	<50	<50	<10	<50	<50	<50	<50	<50	<5.0	<5.0	nd		<5	<50
PFHxA	<20	<20	<20	<2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<20
PFHpA	<50	<50	<50	<5.0	<50	<50	<50	<50	<50	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<50
PFOA	<10	<10	<10	<20	<10	<10	<10	<10	<10	<5.0	<10	nd		<5.0	<20
PFNA	<15	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<15	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<15
PFDA	<10	<10	<10	2,6	<10	<10	<10	<10	<10	2,5	1,9	0,64	1,1	1,9	2,6
PFBS	<20	<20	<20	<5.0	<20	<20	<20	<20	<20	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<20
PFHxS	<10	<10	<10	2,4	<10	<10	<10	<10	<10	1,9	<1.0	0,39	0,9	1,9	2,4
PFOS	1100	320	220	970	1000	1200	880	1000	760	560	280	753,6	351,9	220	1200
FTS-6:2	<20	<20	<20	<2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<20
FTS-8:2	<50	<50	<50	<5.0	<50	<50	<50	<50	<50	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<50
PFDS	<10	<10	<10	<1.0	<10	<10	<10	<10	<10	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<10
PFUnDA	<20	<20	<20	11	25	<20	<20	<20	<20	9,4	7,6	4,82	8,0	7,6	25
PFDoDA	<20	<20	<20	<2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<2.0	<5.0	nd		<2.0	<20
Sum PFAS	1100	320	220	986	1025	1200	880	1000	760	573,8	289,5	759,5	352,7	220	1200
Lengde, mm	525	294	414	497	445	407	444	430	377	388	319	412,7	68,4	294	525

Tabell 6-22. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **nyre** fra **ørret** fanget i **Kjerkvatnet** 2013-05-29, n=5. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	3.Ørret	10.Ørret	15.Ørret	18.Ørret	21.Ørret	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<50	<50	<50	<50	<50	nd		<50	<50
PFHxA	<20	<20	<20	<20	<20	nd		<20	<20
PFHpA	<50	<50	<50	<50	<50	nd		<50	<50
PFOA	<10	<10	<10	<10	<10	nd		<10	<10
PFNA	<10	<10	<15	<40	<15	nd		<10	<40
PFDA	<10	<10	<10	<10	<10	nd		<10	<10
PFBS	<20	<20	<20	<20	<20	nd		<20	<20
PFHxS	<10	<10	<10	<10	<10	nd		<10	<10
PFOS	610	720	1200	1000	860	878	232,2	610	1200
FTS-6:2	<20	<20	<20	<20	<20	nd		<20	<20
FTS-8:2	<50	<50	<50	<50	<50	nd		<50	<50
PFDS	<10	<10	<10	<10	<10	nd		<10	<10
PFUnDA	<20	<20	25	22	21	13,6	12,5	<20	25
PFDoDA	<20	<20	<20	<20	<20	nd		<20	<20
Sum PFAS	610	720	1225	1022	881	892	243,4	610	1225
Lengde, mm	525	497	407	444	430	460,60	48,9	407	525

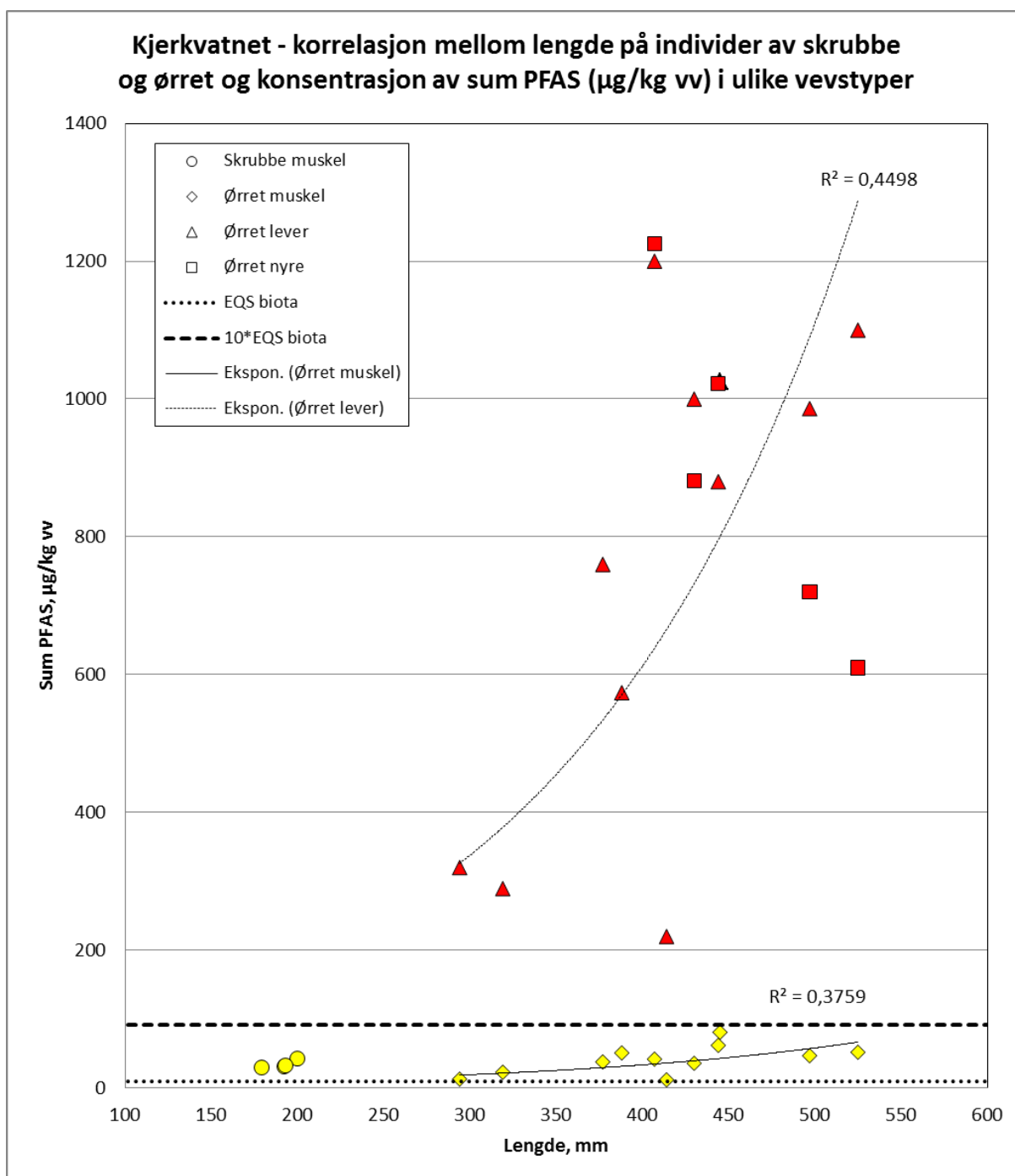
Tabell 6-23. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **skrubbe** fanget i **Kjerkvatnet**, n=4. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	28. Skrubbe	29. Skrubbe	30. Skrubbe	31. Skrubbe	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<10	<10	<5.0	<5.0	nd	0	<5.0	<10
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<2.0	<1.0	<1.0	nd	0	<1.0	<2.0
PFNA	<1.0	<2.0	<1.0	<1.0	nd	0	<1.0	<2.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0	<1.0	<1.0
PFOS	31	43	33	30	34,25	6,0	30	43
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0	<2.0	<2.0
FTS-8:2	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0	<5.0	<5.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0	<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	31	43	33	30	34,25	6,0	30	43
Lengde, mm	192	200	193	179	191,00	8,8	179	200

Det ble funnet PFOS i alle de undersøkte prøvene fra Kjerkvatnet. I ørretmuskel var gjennomsnittet av PFOS 41,5 µg/kg, med minimum 12 og maksimum 81 µg/kg. Det ble ikke påvist andre PFAS i ørretmuskel. I ørretlever og -nyrer ble det funnet svært høye konsentrasjoner av PFAS i alle de analyserte prøvene. Variasjonen mellom de ulike prøvene var forholdsvis stor (minimum 220 og maksimum 1200 µg PFAS/kg). I tillegg til PFOS, ble det også funnet enkelte andre PFAS i lever- og nyreprøvene (se Tabell 6-21 og Tabell 6-22). Der konsentrasjonen av PFOS var høy, medførte dette høye deteksjonsgrenser for de andre forbindelsene. Dette representerer en feilkilde, men det har relativt liten betydning veiet mot målte verdier.

I skrubbemuskel ble det også funnet PFOS i alle prøvene, med et jevnt nivå i de fire undersøkte fiskene, og omtrent på samme nivå som i muskelprøvene av ørret (gjennomsnitt 34,3 µg PFAS/kg, min 30 og maks 43 µg PFAS/kg). Som i ørret ble ingen andre PFAS funnet i skrubbemuskel.

Dersom innhold av PFAS i muskel, lever og nyre hos ørret ses i forhold til fiskens lengde (Figur 6-10), som i stor grad reflekterer fiskens alder, er det en positiv trend mellom stigende lengde (alder) og stigende innhold av PFAS i lever ($r^2=0,45$), men korrelasjonen er svak. For nyre hos ørret er det derimot negativ trend mellom innhold av PFAS og økende lengde. Få prøver gjør denne trenden særlig svak, og r^2 -verdi er ikke oppgitt. Nyre og lever er begge organer som skiller ut avfallsstoffer. Trendlinjene er imidlertid basert på få prøver fra få individer, som ikke gir grunnlag for å si at sammenhengene som framstår er av generell karakter. Konsentrasjonene i ørretmuskel, som også stiger med økende kroppslengde ($r^2=0,38$), antyder at det kan være en akumulering av PFAS med økende lengde og alder, men lav r^2 -verdi viser svak korrelasjon også i denne datamengden (Figur 6-10).



Figur 6-10. Sum PFAS i $\mu\text{g/kg vv}$ for de analyserte fiskene fanget i Kjerkvatnet, sammenlignet med lengde (mm). Fargen på indikator samsvarer med fargeklassifiseringen i Tabell 4 1. Trendlinjer for ørret muskler og ørret lever er vist, med tilhørende R-kvadrat (korrelasjonskoeffisient).

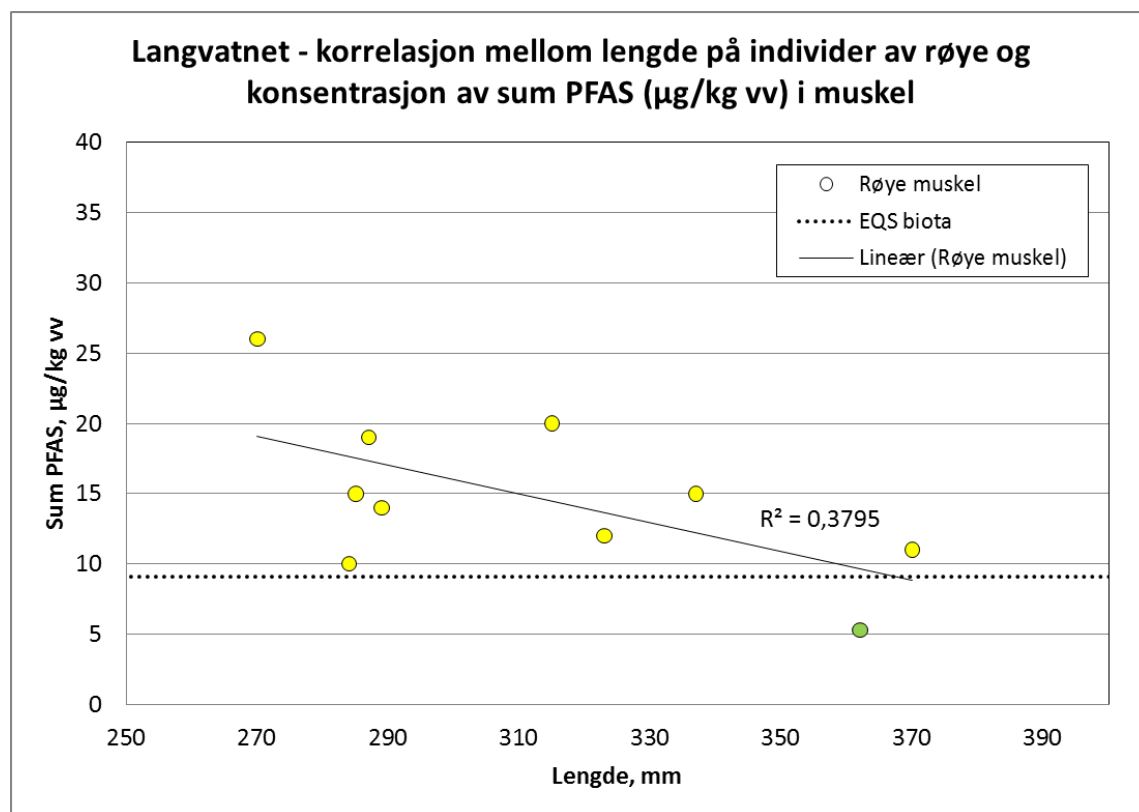
Langvatnet

Denne innsjøen ligger rett øst for rullebanen på Evenes og drenerer via en kort elevestrekning til Lavangsvatnet og videre via Tårstadelva til Ofotfjorden. Her er det fanget inn ørret og røye.

Tabell 6-24. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **røye** fanget i **Langvatnet**, $n=10$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	35 røye	37 røye	39 røye	41 røye	43 røye	45 røye	47 røye	49 røye	51 røye	53 røye	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	nd		<5,0	<5,0
PFHxA	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nd		<2,0	<2,0
PFHpA	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	nd		<5,0	<5,0
PFOA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nd		<1,0	<1,0
PFNA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nd		<1,0	<1,0
PFDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nd		<1,0	<1,0
PFBS	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nd		<2,0	<2,0
PFHxS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nd		<1,0	<1,0
PFOS	26	11	15	<1,0	20	5,3	19	14	10	12	13,2	7,5	<1,0	26
FTS-6:2	<2,0	<2,0	<2,0	15,00	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	1,5	4,7	<2,0	15
FTS-8:2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nd		<2,0	<2,0
PFDS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nd		<1,0	<1,0
PFUnDA	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nd		<2,0	<2,0
PFDoDA	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nd		<2,0	<2,0
Sum PFAS	26	11	15	15	20	5,3	19	14	10	12	14,73	5,8	5,3	26
Lengde, mm	270	370	285	337	315	362	287	289	284	323	312,20	35,0	270	370

I muskel fra røye fisket i Langvatnet, ble det funnet PFAS i alle de analyserte individene (Tabell 6-24), med et gjennomsnitt på $14,7 \mu\text{g}$ PFAS/kg (min $5,3 \mu\text{g}$ PFAS/kg, max $26 \mu\text{g}$ PFAS/kg). I tillegg til PFOS ble det funnet telomeren 6:2 FTS i ett av individene. Det var en tendens til at konsentrasjonen av PFAS i muskel hos røye avtok med økende kroppslengde, men lav r^2 -verdi viser at korrelasjonen er svak.



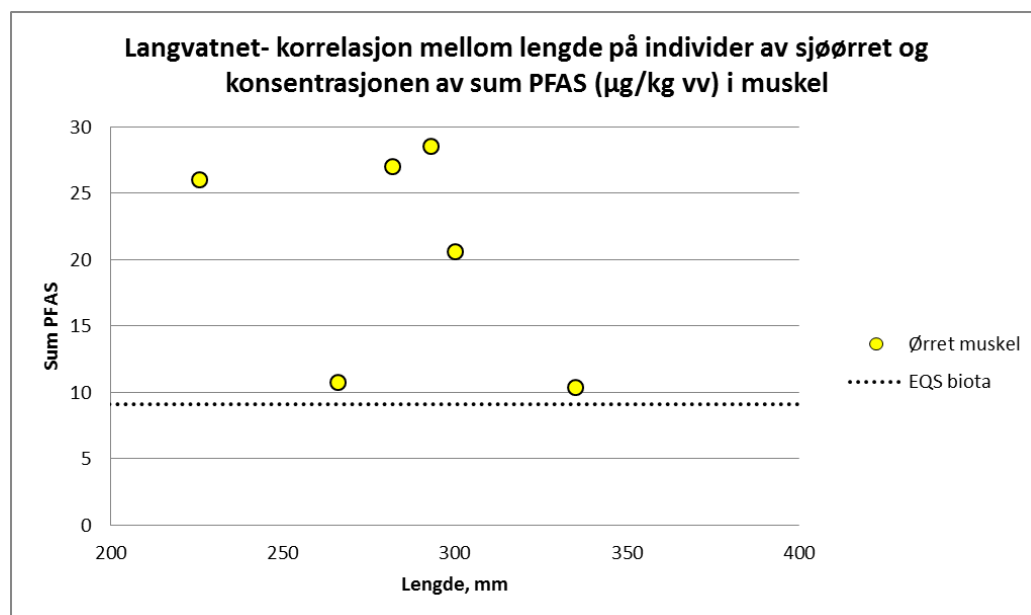
Figur 6-11. Sum PFAS i $\mu\text{g/kg}$ vv for de analyserte fiskene fanget i Langvatnet, sammenlignet med kroppslengde (mm). Fargen på indikator samsvarer med fargeklassifiseringen i Tabell 4 1. Trendlinjer for røye muskel er vist, med tilhørende R-kvadrat (korrelasjonskoeffisient).

Tabell 6-25. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **ørret** fanget i **Langvatnet**, $n=6$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. LOD – limit of detection. Analysert av NILU

Prøve ID	1	2	3	4	5	6	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt										
PFOSA	0,83	1,96	0,92	0,80	0,91	2,89	1,39	0,9	0,80	2,89
PFHxS	0,06	0,12	<LOD	0,10	0,12	0,15	0,09	0,1	<LOD	0,15
brPFOS	<LOD	0,22	<LOD	<LOD	<LOD	0,25	0,08	0,1	<LOD	0,25
PFOS	23,45	16,41	9,00	14,76	7,92	17,84	14,89	5,8	7,92	23,45
PFHxA	0,01	0,02	0,04	0,02	0,11	0,02	0,04	0,0	0,01	0,11
PFNA	0,75	1,80	0,11	1,04	0,21	2,39	1,05	0,9	0,11	2,39
PFDoA	0,17	0,41	0,04	0,27	0,09	0,48	0,24	0,2	0,04	0,48
PFUnA	1,28	4,43	0,55	2,93	0,64	4,01	2,31	1,7	0,55	4,43
PFDoA	<LOD	<LOD	0,02	<LOD	0,01	<LOD	0,01	0,0	<LOD	0,02
PFTriA	0,25	0,27	<LOD	0,37	<LOD	0,34	0,21	0,2	<LOD	0,37
PFTeA	0,01	0,01	<LOD	0,01	<LOD	<LOD	0,01	0,0	<LOD	0,01
6:2FTS	0,02	<LOD	<LOD	<LOD	0,15	0,01	0,03	0,1	<LOD	0,15
8:2 FTS	0,19	0,34	0,07	0,23	0,17	0,17	0,19	0,1	0,07	0,34
Sum PFAS	27,01	25,99	10,74	20,54	10,33	28,55	20,53	8,2	10,33	28,55
Lengde, mm	282	226	266	300	335	293	283,67	36,4	226	335

I de seks analyserte prøvene av muskel fra ørret fanget i Langvatnet, ble det funnet PFAS i alle individene, og alle PFAS ble påvist i utvalget. Gjennomsnittlig var konsentrasjonen av ΣPFAS 20,5 $\mu\text{g/kg}$ (min 10,3 $\mu\text{g PFAS/kg}$, maks 28,5 $\mu\text{g PFAS/kg}$). Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom fiskelengde og innhold av PFAS i muskel av ørret (Figur 6-12). Miljøtilstanden for Langvatnet er vurdert i kapittel 8.1 og vist i Tabell 8-1.

At alle PFAS det ble analysert for ble påvist i prøvene fra ørret, og at det bare ble påvist to av stoffene i røye (Tabell 6-24), henger sansynligvis sammen med at deteksjonsgrensene i analysene er mye lavere hos NILU enn hos ALS som analyserte røyeprøvene. Det er sansynlig at en ville registrert flere PFAS ved å bruke lavere deteksjonsgrenser for røyeprøvene.



Figur 6-12. Sum PFAS i $\mu\text{g/kg}$ vv for de analyserte sjørøret fanget i Langvatnet, sammenlignet med lengde (mm). Fargen på indikator samsvarer med fargeklassifiseringen i Tabell 4 1.

Lavangsvatnet

Innsjøen ligger vest for rullebanen på Evenes og drener til Tårstadelva og videre til Ofotfjorden. Det er samlet inn prøver fra laks, ørret (stasjoner og anadrom), røye og skrubbe fra denne innsjøen.

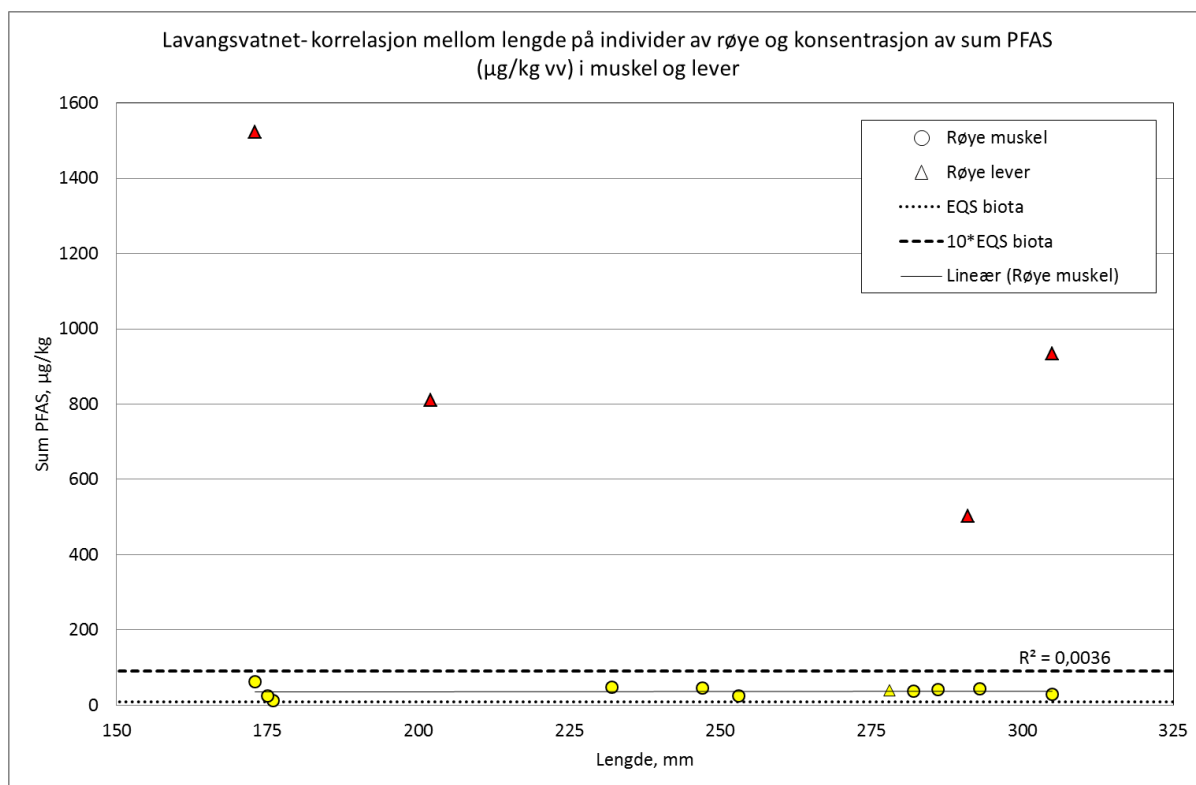
Tabell 6-26. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **røye** fanget i **Lavangsvatnet**, $n=10$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	3 røye	5 røye	7 røye	9 røye	13 røye	15 røye	17 røye	19 røye	21 røye	23 røye	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFOS	43	13	26	62	29	41	24	49	47	38	37,2	14,3	13	62
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
Sum PFAS	43	13	26	62	29	41	24	49	47	38	37,20	14,3	13	62
Lengde, mm	293	176	175	173	305	286	253	232	247	282	242,2	51,6	173	305

Tabell 6-27. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **lever** fra **røye** fanget i **Lavangsvatnet**, $n=5$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av ALS.

Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	4 Røye	6 Røye	8 Røye	10 Røye	14 Røye	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<30	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<30
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFNA	4,6	<1.0	2,7	10	4,4	4,34	3,7	<1.0	10
PFDA	1,1	<1.0	<1.0	2,1	1,1	0,80	0,9	1,1	2,1
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	1,3	2,4	0,74	1,1	<1.0	2,4
PFOS	>800	40	>500	1500	920	820	538,6	40	1500
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFUnDA	4,6	<2.0	<2.0	8,3	5,8	3,74	3,7	<2.0	8,3
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
Sum PFAS	>810,3	40	>502,7	1521,7	933,7	761,68	547,1	40	1521,7
Lengde, mm	202	278	291	173	305	249,80	58,6	173	305

I Lavangsvatnet ble det funnet PFOS i alle individene av røye som ble analysert, både i muskel og i lever. De 10 muskelprøvene viser et gjennomsnitt på $37,2 \mu\text{g PFAS/kg}$, et minimum på 13 og maksimum på $62 \mu\text{g PFAS/kg}$ (se Tabell 6-26), og liten/ingen korrelasjon med lengde/alder og innhold av PFAS (Figur 6-13). Hvorvidt dette er stasjonær røye eller sjørøye er usikkert, men det er grunn til å anta at anadrome individer kan ha lavere innhold av PFAS enn stasjonære individer, eksempelvis slik som ID: 6 røye i Tabell 6-27 som viser lavt innhold av PFAS i lever. Denne røya som er 278 mm lang har mindre enn 10 % av PFAS konsentrasjonen i leveren i forhold til de øvrige leverprøvene som er analysert.



Figur 6-13. Sum PFAS i µg/kg vv for analysert muskel og lever fra røye fanget i Lavangsvatnet, sammenlignet med lengde (mm). Fargen på indikator samsvarer med fargeklassifiseringen i Tabell 4 1. Trendlinjer for røye muskel er vist, med tilhørende R-kvadrat (korrelasjonskoeffisient).

Tabell 6-28. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i muskel fra skrubbe fanget i Lavangsvatnet, n=3. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. LOD – limit of detection. Analysert av NILU.

Prøve ID							
Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	1	2	3	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFOSA	0,65	0,05	0,45	0,39	0,3	0,05	0,65
PFHxS	0,18	0,53	0,10	0,27	0,2	0,10	0,53
brPFOS	1,05	0,59	0,58	0,74	0,3	0,58	1,05
PFOS	23,99	13,56	14,90	17,49	5,7	13,56	23,99
PFHxA	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03
PFNA	0,19	0,17	0,10	0,16	0,05	0,10	0,19
PFDoA	0,26	0,20	0,18	0,21	0,05	0,18	0,26
PFUnA	3,01	2,37	2,59	2,66	0,33	2,37	3,01
PFDoA	<LOD	<LOD	0,06	0,02	0,04	<LOD	0,06
PFTriA	0,18	<LOD	0,10	0,10	0,09	<LOD	0,18
PFTeA	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
6:2FTS	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
8:2 FTS	1,01	1,22	1,16	1,13	0,1	1,01	1,22
Sum PFAS	30,56	18,70	20,25	23,17	6,4	18,70	30,56
Lengde, mm	255	270	139	221	71,7	139	270

Muskel fra skrubbe (Tabell 6-28) viser verdier som ligger innenfor samme variasjonsbredde som for muskel fra røye.

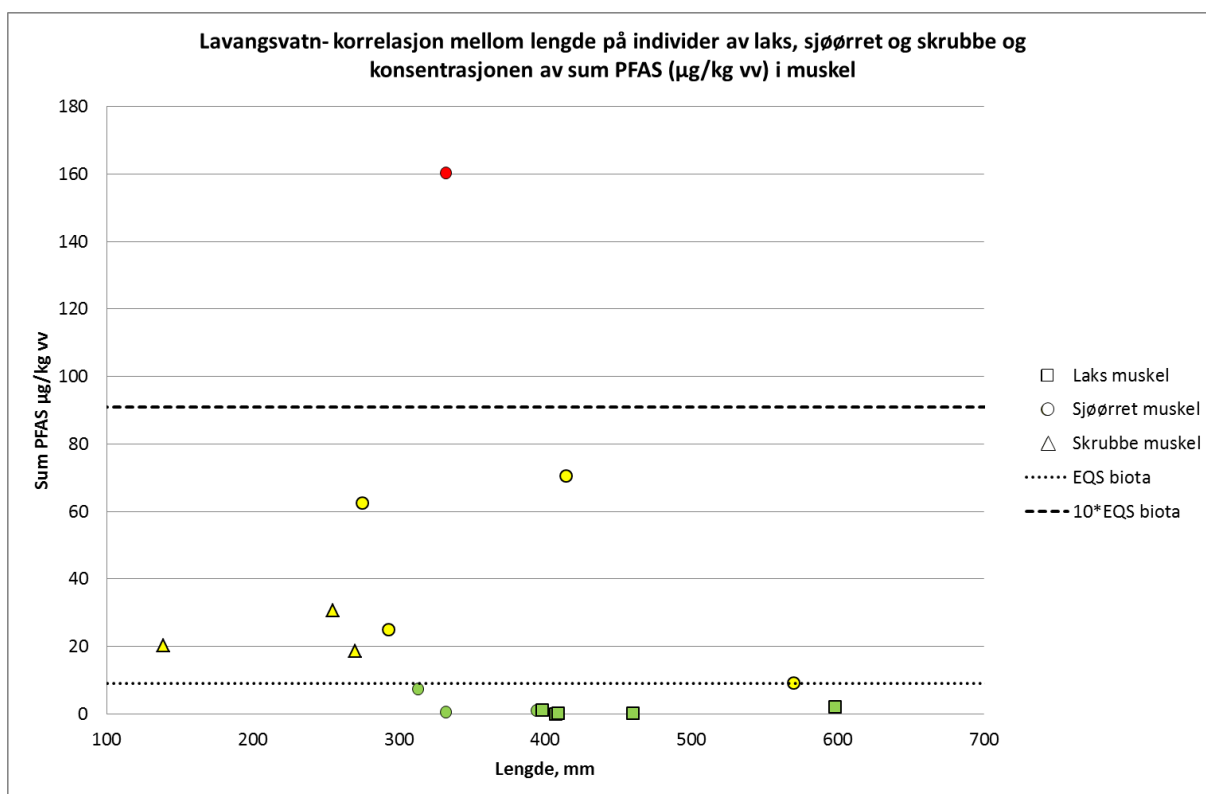
Tabell 6-29. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **laks** fanget i **Lavangsvatnet**, n=5. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. LOD – limit of detection. Analysert av NILU.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	FISK_06	FISK_07	FISK_08	FISK_09	FISK_10	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFOSA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
PFHxS	0,03	<LOD	0,01	0,02	<LOD	0,01	0,01	<LOD	0,03
brPFOS	0,01	<LOD	<LOD	0,07	<LOD	0,02	0,03	<LOD	0,07
PFOS	0,92	0,02	0,25	1,31	0,16	0,53	0,6	0,02	1,31
PFHxA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
PFNA	0,01	<LOD	<LOD	0,07	0,01	0,02	0,03	<LOD	0,07
PFDoA	<LOD	<LOD	<LOD	0,02	<LOD	0,004	0,01	<LOD	0,02
PFUnA	0,07	<LOD	<LOD	0,28	<LOD	0,07	0,12	<LOD	0,28
PFDoA	<LOD	<LOD	<LOD	0,09	<LOD	0,02	0,04	<LOD	0,09
PFTriA	0,04	<LOD	<LOD	0,28	0,01	0,07	0,12	<LOD	0,28
PFTeA	<LOD	<LOD	<LOD	0,03	<LOD	0,01	0,01	<LOD	0,03
6:2FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
8:2 FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
Sum PFAS	1,08	0,02	0,26	2,17	0,19	0,74	0,9	0,02	2,17
Lengde, mm	398	407	409	598	460	454	83,9	398	598

Tabell 6-30. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **sjørret** fanget i **Lavangsvatnet**, n=8. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. LOD – limit of detection. Analysert av NILU.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	1	11	33	FISK_16	FISK_18	FISK_17	FISK_19	FISK_20	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFOSA	1,75	0,83	0,15	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,34	1	<LOD	1,75
PFHxS	2,22	0,96	0,21	0,55	0,82	0,003	<LOD	0,86	0,70	0,72	<LOD	2,22
brPFOS	2,21	<LOD	<LOD	0,68	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,36	0,78	<LOD	2,21
PFOS	147,95	21,28	6,16	57,56	66,65	0,55	0,93	7,59	38,58	51,1	0,55	147,95
PFHxA	0,04	0,03	0,02	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,01	0,01	<LOD	0,04
PFNA	0,74	0,48	0,10	1,23	0,95	0,02	0,02	0,15	0,46	0,47	0,02	1,23
PFDoA	0,32	0,12	0,03	0,23	<LOD	<LOD	<LOD	0,01	0,09	0,12	<LOD	0,32
PFUnA	3,53	1,06	0,57	1,88	2,14	0,05	0,03	0,60	1,23	1,21	0,03	3,53
PFDoA	0,17	<LOD	<LOD	0,09	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,03	0,06	<LOD	0,17
PFTriA	0,54	0,15	<LOD	0,31	<LOD	<LOD	<LOD	0,06	0,13	0,20	<LOD	0,54
PFTeA	<LOD	0,01	<LOD	0,02	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,004	0,01	<LOD	0,02
6:2FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	0,00
8:2 FTS	0,92	0,09	0,21	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,15	0,3	<LOD	0,92
Sum PFAS	160,38	25,01	7,45	62,55	70,55	0,61	0,98	9,28	42,10	55,0	0,61	160,38
Lengde, mm	332	293	313	275	414	332	394	570	365	95,2	275	570

Analysert laks fra Lavangsvatnet viser lave konsentrasjoner av PFAS i muskelvev (Tabell 6-29), gj.snitt 0,9 µg PFAS/kg vv. Lave verdier henger trolig sammen med at laksen fanget i Lavangsvatnet har kommet opp fra havet og er på gytevandring, og at den da tar opp lite eller ingen næring. I det som er regnet å være sjørret (Tabell 6-30) er det stor variasjon i totalt innhold av PFAS, fra minimum 0,61 til maks 160 µg PFAS/kg vv (Tabell 6-30). Sjørret kan ha ulik lengde på opphold i sjø og ferskvann, og det er rimelig å anta at nivåene av sum PFAS gjenspeiler hvor lenge fisken har oppholdt seg i Lavangsvatnet. For eksempel har «Fisk 17 og 19» innhold av PFAS på linje med det som er registrert i laks. Sjørret spiser også under ferskvannsoppholdet, og det er grunn til å regne med at disse to fiskene (Fisk nr. 17 og 19) nylig hadde vandret opp fra sjøen. «Fisk nr. 33 og 20» (Tabell 6-30) kan således ha stått noe lengre i ferskvann, mens øvrige analyserte fisk har hatt et enda lengre opphold i ferskvann. «Fisk nr. 1» som som viser verdier langt over de andre individene kan være en fisk som ikke har vært ute i sjøen i 2013. Opptak av PFAS kan for eksempel skje ved inntak av næringsorganismer med innhold av PFAS, og det er rimelig å anta at næringsorganismene i Ofotfjorden har lavere innhold av PFAS enn beitedyrene i Lavangsvatnet. Det er således grunn til å forvente lavere innhold av PFAS i ørret som nylig har vandret opp i Lavangsvatnet enn ørret som har oppholdt seg her noe tid. Dersom fisk tar opp PFAS over gjeller og gjennom hud vil det være samme forhold.



Figur 6-14. PFAS-konsentrasjoner (µg/kg vv) i muskel fra laks, sjøørret og skrubbe fanget i Lavangsvatnet, sammenlignet med lengde (mm). Fargen på indikator samsvarer med fargeklassifiseringen i Tabell 4 1.

Som i røye er det funnet innhold av PFAS i alle analyserte individer av skrubbe, ørret og laks fra Lavangsvatnet. Konsentrasjonene varierer mye og synes blant annet å være en funksjon av hvor lenge fisken har oppholdt seg i ferskvann. Det var ingen korrelasjon mellom lengde/alder og innhold av PFAS.

Miljøtilstanden for Lavangsvatnet er vurdert i kapittel 8.1 og vist i Tabell 8-1.

Skoddebergvatnet

Dette er referansestasjon for røye og som ligger mange kilometer øst for Evenes og 101 moh (se Figur 6-7).

Tabell 6-31. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **røye** fanget i **Skoddebergvatnet** (referansestasjon), n=10. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. nd – not detected. Analysert av ALS

Prøve ID	69 røye	71 røye	73 røye	75 røye	77 røye	79 røye	81 røye	83 røye	85 røye	87 røye	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt														
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd		<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFOS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd		<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd		<2.0	<2.0
Sum PFAS	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,0	0	0
Lengde, mm	363	348	342	382	297	283	306	365	309	288	328,30	35,8	283	382

I Skoddebergvatnet, som er referansestasjon, ble det analysert muskler fra 10 røyer, men det ble ikke funnet PFAS i noen av prøvene.

Tårstadelva

Denne elva er utløpselv fra Lavangsvatnet som munner ut i Tårstadosen og Ofotfjorden. Her vandrer laks, ørret og skrubbe mellom ferskvann og sjøen.

Tabell 6-32. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **laks** fanget i **Tårsdalselva**, $n=5$.

Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. LOD – limit of detection. Analysert av NILU

Prøve ID Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	Fisk_01	Fisk_02	Fisk_03	Fisk_04	Fisk_05	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFOSA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFHxS	<LOD	<LOD	0,007	<LOD	<LOD	0,01	0,0	<LOD	0,01
brPFOS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFOS	0,04	0,42	0,53	0,04	0,05	0,21	0,2	0,04	0,53
PFHxA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFNA	<LOD	0,009	0,017	0,010	<LOD	0,01	0,0	0,01	0,02
PFDoA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFUnA	0,01	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,02	0,01	0,06
PFDoA	<LOD	<LOD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<LOD	0,01
PFTriA	0,01	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,02	<LOD	0,06
PFTeA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
6:2FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
8:2 FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
Sum PFAS	0,06	0,54	0,65	0,16	0,13	0,31	0,3	0,06	0,65
Lengde, mm	470	442	383	421	431	429	31,8	383	470

Tabell 6-33. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i muskel av **sjørret** fanget i **Tårsdalselva**, $n=5$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. Analysert av NILU.

Prøve ID Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	FISK_11	FISK_12	FISK_13	FISK_14	FISK_15	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFOSA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFHxS	0,01	<LOD	<LOD	0,01	0,01	0,01	0,0	<LOD	0,01
brPFOS	<LOD	<LOD	<LOD	0,01	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFOS	2,68	0,20	0,39	0,44	0,22	0,78	1,1	0,20	2,68
PFHxA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFNA	0,02	0,00	<LOD	0,02	0,01	0,01	0,0	0,00	0,02
PFDoA	0,02	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFUnA	0,28	0,00	0,03	0,03	0,08	0,09	0,11	0,00	0,28
PFDoA	0,02	<LOD	<LOD	<LOD	0,02	0,01	0,01	<LOD	0,02
PFTriA	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	0,04	0,03	0,04	<LOD	0,08
PFTeA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
6:2FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
8:2 FTS	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
Sum PFAS	3,12	0,21	0,42	0,51	0,38	0,93	1,2	0,21	3,12
Lengde, mm	306	450	398	414	303	374	66,4	303	450

I de analyserte prøvene fra laks og sjørret fanget i Tårsdalselva, ble det funnet PFAS i alle prøvene, men i svært lave konsentrasjoner (se Tabell 6-32 og Tabell 6-33). Konsentrasjonene lå på samme nivå som de analyserte prøvene av sjørret fra Strandvatnet (referansestasjon, se Tabell 6-34).

I muskelprøver fra 5 laks fanget i Tårstadelva (Tabell 6-32) og i 5 laks fra Lavangsvatnet (Tabell 6-29) ble det funnet gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,31 og 0,74 μg PFAS/kg vv. At en finner omtrent dobbelt så høye verdier i Lavangsvatnet som i Tårstadelva henger trolig sammen med at fisken fanget i Lavangsvatnet har oppholdt seg lenger i ferskvann, enn

fisken som er fanget i Tårstadelva. Laksen spiser normalt ikke når det har kommet opp i ferskvann for å gyte, og det er derfor grunn til å anta at opptaket av PFAS kan ha skjedd direkte fra vannet. Opptak av PFAS i ørret direkte fra forurenset vann er vist i et forsøk gjort ved Universitetet i Oslo (Hellstad S et al., 2015).

Strandvatnet, referansestasjon

Denne innsjøen er referansestasjon for sjørørret og ligger vest for Evenes ved Bogen. Innsjøen ligger 5 moh.

Tabell 6-34. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **sjørørret** fanget i **Strandvatnet** (referansestasjon), $n=3$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1. LOD – limit of detection. Analysert av NILU

Prøve ID Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	FISK_21	FISK_22	FISK_23	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFOSA	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFHxS	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
brPFOS	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
PFOS	<LOD	0,10	0,13	0,08	0,1	<LOD	0,13
PFHxA	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,00	<LOD	<LOD
PFNA	0,004	0,01	0,10	0,04	0,05	0,004	0,10
PFDCa	<LOD	<LOD	0,12	0,04	0,07	0,12	0,12
PFUnA	0,03	0,07	0,48	0,20	0,25	0,03	0,48
PFDoA	<LOD	<LOD	0,29	0,10	0,17	<LOD	0,29
PFTriA	0,03	0,03	0,75	0,27	0,41	0,03	0,75
PFTeA	<LOD	<LOD	0,12	0,04	0	0,12	<LOD
6:2FTS	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0	<LOD	<LOD
8:2 FTS	<LOD	<LOD	<LOD	nd	0,0	<LOD	<LOD
Sum PFAS	0,07	0,22	1,99	0,76	1,1	0,07	1,99
Lengde, mm	613	446	383	481	118,9	383	613

Innhold av PFAS i muskelprøver fra sjørørret fanget i Strandvatnet (Tabell 6-34) var lavt, og på linje med verdiene som ble funnet i laks og sjørørret fanget i Tårstadelva. Det er grunn til å anta at de lave verdiene av PFAS som ble funnet i sjørørret i Strandvatnet representerer bakgrunnsverdiene for PFAS i anadrom laksefisk i denne delen av Ofotfjorden.

6.6.2.3 Vurdering

Det ble funnet høye konsentrasjoner av PFAS i nyrer og lever i ørret i Kjerkvatnet. Konsentrasjonene var noe lavere i muskelvev i både skrubbe og ørret, men fortsatt godt over EUs miljøkvalitetsstandard på $9,1 \mu\text{g PFAS/kg vv}$. Kjerkvatnet ligger forholdsvis langt fra brannøvingfeltene, men har avrenning både fra søndre del av lufthavnen og fra Forsvarets områder. Vannet ligger i et våtmarksområde, som benyttes mye av hekke- og trekkfugl, og er viktig for næringsinntaket til disse. Det ble funnet PFOS i alle de undersøkte prøvene fra Kjerkvatnet. I ørretmuskel var gjennomsnittet av PFOS $41,5 \mu\text{g/kg}$, med minimum 12 og maksimum $81 \mu\text{g/kg}$. Det ble ikke påvist andre PFAS i ørretmuskel. Dette til tross for at andre PFAS ble påvist i vannprøver fra Kjerkvatnet. Dette henger trolig sammen med at deteksjonsgrensene for øvrige PFAS til dels er høye. Analyser utført av NILU av fisk fra Langvatnet og Lavangsvatnet viser at alle PFAS det ble analysert på var til stede i NILU sine analyser. En kan heller ikke se bort fra at ved å bruke lavere deteksjonsgrenser så kunne flere PFAS blitt påvist i muskelprøver fra ørret i Kjerkvatn. I Lavangsvatnet ble det også funnet høye konsentrasjoner av PFAS i røyelever (kategori IV *Dårlig*, Tabell 4-1), og forhøyede

konsentrasjoner (kategori III *Moderat*) i muskel av røye. PFAS-konsentrasjonen i røyemuskel fra Langvatnet var lavere, men fortsatt innen samme kategori.

Langvatnet er kun påvirket av det eldste brannøvingsfeltet, samt noen andre kilder i samme område, mens Lavangsvatnet har tilsig fra både Langvatnet og det yngste brannøvingsfeltet.

Muskelprøver fra laks og sjørørret fanget i Tårdsdalselva hadde samme nivå av PFAS som sjørørret fanget i Strandvatnet (referansestasjon). NILUs analysemetoder har lavere deteksjonsgrenser enn ALS har, og NILU-data viser at et større spekter av de ulike PFAS er tilstede i fisken. Dette kan også bidra til en høyere Σ PFAS i NILU-prøvene enn i prøvene til ALS. Dette fordi ikke påviste verdier anses som 0 ("null") i prøvene fra ALS.

I Lavangsvatnet er det analysert prøver fra flere arter enn på de andre lokalitetene. Resultatene av muskelanalyser viser lave konsentrasjoner i laks, forhøyede nivåer i skrubbe og røye, og store variasjoner i sjørørret. De ulike konsentrasjonsnivåene henger trolig godt sammen med om fisken er stasjonær (holder seg i ferskvann) eller er anadrom (vandrer mellom ferskvann og saltvann). Variasjonen hos sjørørret kan henge sammen med varierende grad av opphold i ferskvann, og at sjørørreten tar til seg næring i ferskvannsfasen. En annen forklaring kan være at ørret med høye verdier av PFAS feilaktig kan være klassifisert som sjørørret, men at de faktisk er stasjonær ørret. Fisken fanget i Lavangsvatnet er samlet inn i nedre del av innsjøen, og noen fisk er fanget ikke så langt fra en liten bekk som drenerer noe av det yngste brannøvingsfeltet (BØF A). Et spørsmål er om dette kan ha noe å bety for nivå av PFAS i fisken, og om verdiene som er funnet kunne ha blitt annerledes om en hadde fanget fisk i hele innsjøen. Svaret kan være både ja og nei; laksefisk er i bevegelse, og det er grunn til å regne med at fisken bruker et større område av innsjøen i sitt næringssøk. Vannet er og i bevegelse og renner fra Langvatnet via Lavangsvatnet til Tårstadelva. PFAS i Langvatnet transporteres således til Lavangsvatnet. Disse forholdene tilsier at det fiskematerialet som er samlet inn trolig er tilnærmet representativt for fiskebestanden i hele Lavangsvatnet, men det kan være lokale forskjeller.

6.6.3 Marine arter

6.6.3.1 Metodikk og datainnsamling

I perioden 12. til 28. september 2013 ble det garnfisket ved Tårstadosen og Stunesosen, og i nærområdet utenfor. Innsamlingsarbeidet er utført av Tårstad/Stunes elveeierlag i samarbeid med Sweco Norge. Prøvene er analysert av *ALS Laboratory Group*.

I Tabell 6-35 vises en oversikt over innsamlet og analysert materiale av marine arter ved Harstad/Narvik lufthavn.

Tabell 6-35. Oversikt over analysert materiale av marine arter fanget ved Tårstadosen og Stunesosen, og i nærområdet utenfor.

Innsamlet		Analysert		Kommentar
Art	Antall	Antall	Prøvetype	
Kveite	4	3/3	3 muskelprøver og 3 leverprøver.	Tårstadosen/Stunesosen (sep/okt)
Lomre	2	1/1	1 muskel- og 1 leverprøver.	Tårstadosen/Stunesosen (sep/okt)
Torsk	11	10/9	10 muskel- og 9 leverprøver.	Tårstadosen/Stunesosen (sep/okt)
Rødspette	4	4/4	4 muskel- og 4 leverprøver.	Tårstadosen/Stunesosen (sep/okt)
Skrubbe	2	2/1	2 muskel- og 1 leverprøver.	Tårstadosen/Stunesosen (sep/okt)

Innsamlet		Analysert		Kommentar
Art	Antall	Antall	Prøvetype	
Børstemark	11	1	Blandprøve, n=11	Tårstadosen (sep/okt)
Strandkrabbe	12	1	Blandprøve, n=12	Tårstadosen (sep/okt).
Tanglopper	> 50	1	Blandprøve, n>50	Tårstadosen (sep/okt).
Blåskjell	13	1	Blandprøve, n=13	Tårstadosen (sep/okt).

6.6.3.2 Presentasjon av data fra alle innsamlingsrunder

Analyseresultatene fra marine arter samlet inn i 2013 vises i Tabell 6-36 til Tabell 6-43, samt i Figur 6-15 og Figur 6-16.

Tabell 6-36. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **kveite** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**, $n=3$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	101 kveite	103 kveite	109 kveite	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFOS	1	<1.0	2,5	1,17	1,3	<1.0	2,5
FTS-6:2	<2.0	22	2,1	8,03	12,1	<2.0	22
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	1	22	4,6	9,20	11,2	1	22
Lengde, mm	620	515	510	548,33	62,1	510	620

Tabell 6-37. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **lever** fra **kveite** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**, $n=3$. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	102 kveite	104 kveite	110 kveite	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFOS	12	12	8,8	10,9	1,8	8,8	12
FTS-6:2	<2.0	14	2,8	5,6	7,4	<2.0	14
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFUnDA	2,8	2,7	2,1	2,53	0,4	2,1	2,8
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	14,8	28,7	13,7	19,07	8,4	13,7	28,7
Lengde, mm	620	515	510	548,33	62,1	510	620

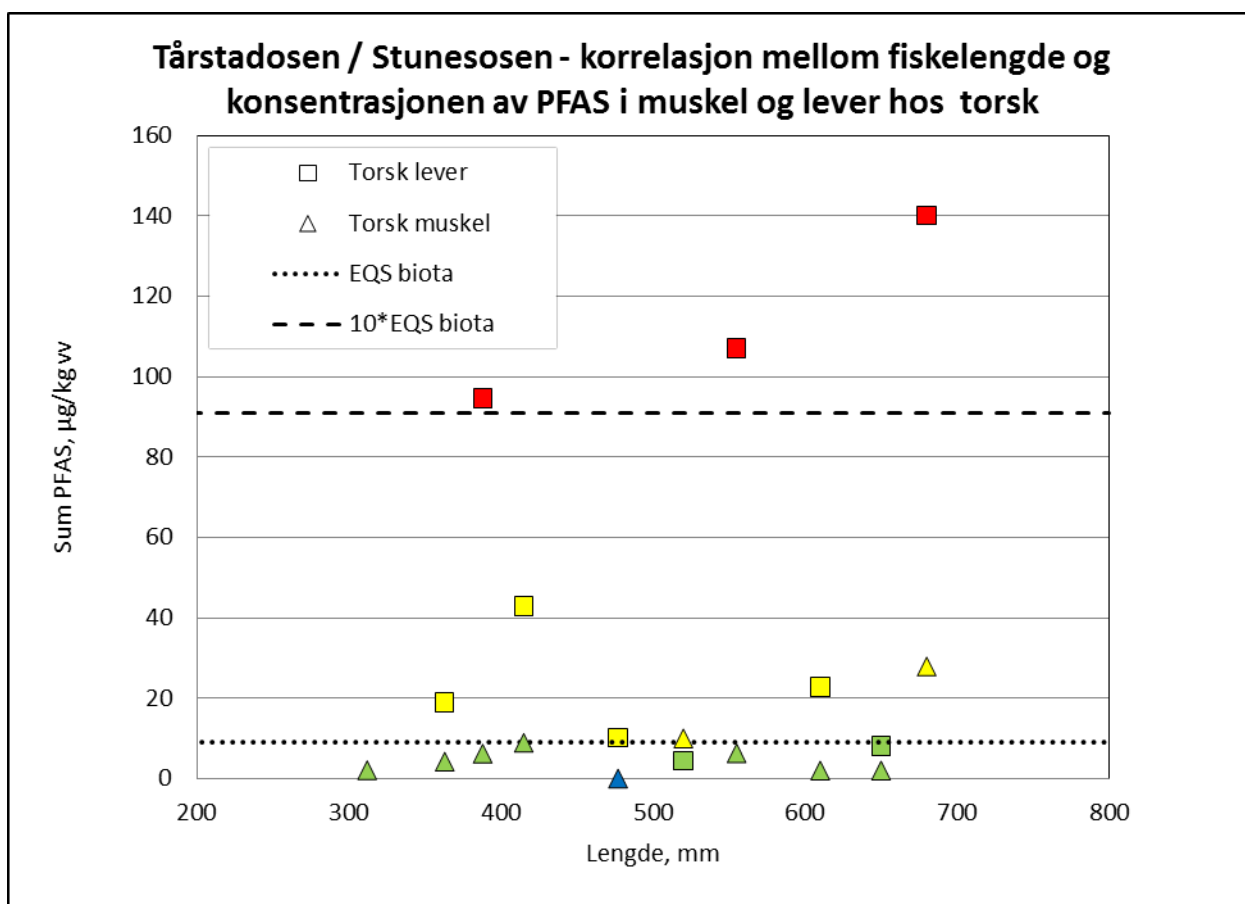
Det ble funnet PFAS i alle de tre analyserte kveitene, både i muskelvev og i leverprøvene. I to av kveitene var konsentrasjonen av PFAS i muskelvevet under EQS_{biota}, mens den siste hadde 22 µg 6:2 FTS/kg våtvekt. I leverprøvene ble det funnet både PFOS og FTS-6:2, med gjennomsnittlig innhold av PFAS på 19,1 µg/kg (min 13,7 og maks 28,7 µg/kg).

Tabell 6-38. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **torsk** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**, n=10. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	137 torsk	139 torsk	141 torsk	143 torsk	145 torsk	147 torsk	149 torsk	151 torsk	153 torsk	177 torsk	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0.0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0.0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0.0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0.0	<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2.2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	0.22	0.7	<1.0	2.2
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0.0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0.0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0.0	<1.0	<1.0
PFOS	2.3	<1.0	<1.0	20	<1.0	2.1	4.2	<1.0	<1.0	2.2	3.08	6.1	<1.0	20
FTS-6:2	6.6	2.1	<2.0	4.8	10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.35	3.6	<2.0	10
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2	2	2	2	2	1.00	1.1	<2.0	2
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0.0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	3.1	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	0.31	1.0	<2.0	3.1
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0.0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	8.9	2.1	nd	27.9	10	6.3	6.2	2	2	4.2	7.73	8.0	2	27.9
Lengde, mm	415	312	477	680	520	555	388	650	610	363	497.00	126.8	312	680

Tabell 6-39. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **lever** fra **torsk** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**, n=9. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	138 torsk	142 torsk	144 torsk	146 torsk	148 torsk	150 torsk	152 torsk	154 torsk	178 torsk	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<10	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0.0	<5.0	<10
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0.0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0.0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0.0	<1.0	<1.0
PFNA	2.7	<1.0	2.1	<1.0	6.4	7.9	<1.0	2.8	<1.0	2.43	3.0	<1.0	7.9
PFDA	<1.0	<1.0	1.6	<1.0	<1.0	1.2	<1.0	<1.0	<1.0	0.31	0.6	<1.0	1.6
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0.0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.2	<1.0	<1.0	<1.0	0.13	0.4	<1.0	1.2
PFOS	37	5.5	120	2.4	94	77	6	18	17	41.88	43.9	<1.0	120
FTS-6:2	<2.0	2.5	3.4	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	0.66	1.3	<2.0	3.4
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	2	2	2	2	2	2	1.33	1.0	<2.0	2
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0.0	<1.0	<1.0
PFUnDA	3.2	2.2	13	<2.0	4.6	5.3	<2.0	<2.0	<2.0	3.14	4.2	<2.0	13
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0.0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	42.9	10.2	140.1	4.4	107	94.6	8	22.8	19	49.89	50.7	8	140.1
Lengde, mm	415	477	680	520	555	388	650	610	363	517.56	115.5	363	680



Figur 6-15. Plott som viser PFAS-innhold i 10 individuelle muskelprøver og 9 leverprøver fra torsk i forhold til lengden på fisken. Fargekoding i henhold til Tabell 4 1. Fisk hvor det ikke ble påvist PFAS over deteksjonsgrenser, er vist som «null» (blå).

I de analyserte torskeprøvene, ble det funnet PFAS i ni av de ti undersøkte muskelprøvene, og i alle leverprøvene (se Figur 6-15). I muskelprøvene lå konsentrasjonen over EQS_{biota} i kun én av fiskene (27,9 µg PFAS/kg), mens i syv av de ni leverprøvene var innholdet av PFAS over denne verdien, og tre av disse også 10* EQS_{biota}. I både muskel- og leverprøvene ble flere PFAS funnet, i tillegg til PFOS, dog relativt lave nivåer av telomerene.

Tabell 6-40. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **muskel** fra **rødspette** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**, n=4. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	155 rødspette	171 rødspette	181 rødspette	107 rødspette	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFOS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	2,6	0,65	1,3	<2.0	2,6
FTS-8:2	2	2	2	<2.0	1,50	1,0	<2.0	2
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	2	2	2	2,6	2,15	0,3	2	2,6
Lengde, mm	520	386	480	405	447,75	63,0	386	520

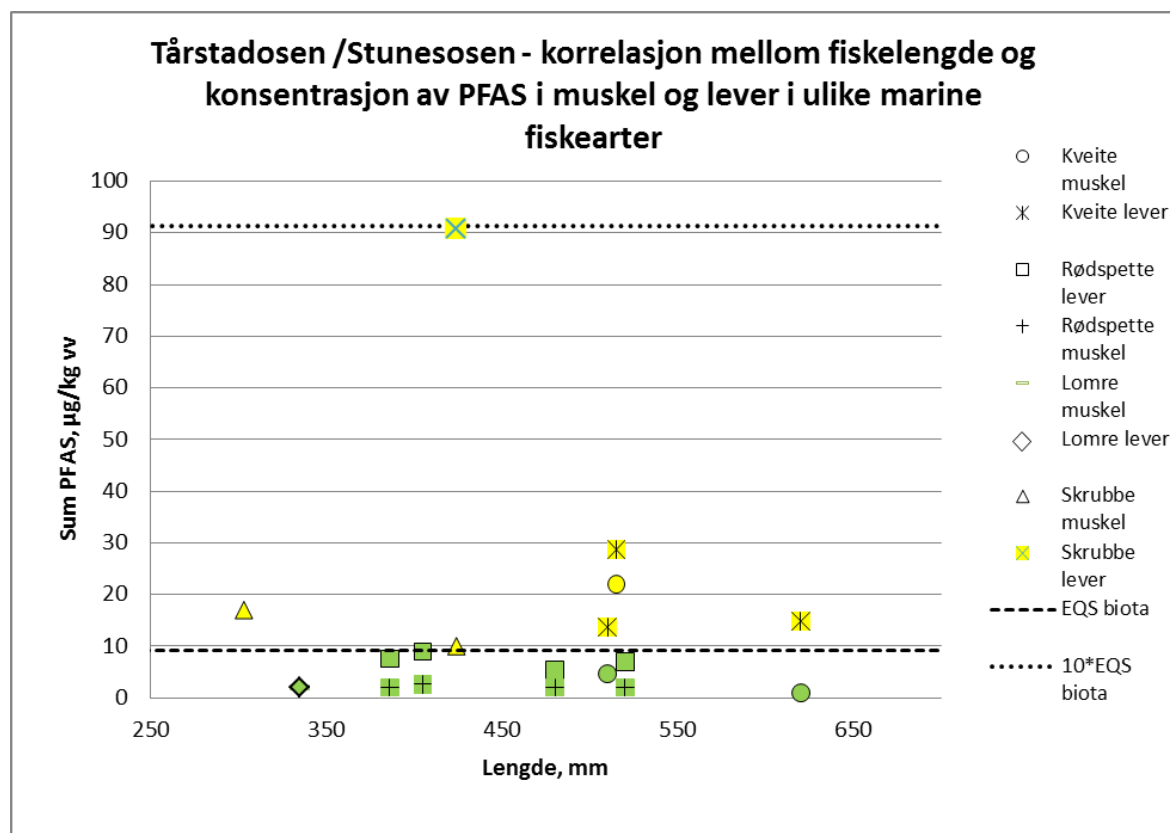
Tabell 6-41. Oversikt over innhold (µg/kg vv) av ulike PFAS i **lever** fra **rødspette** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**, n=4. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, µg/kg våtvekt	156 rødspette	172 rødspette	182 rødspette	108 rødspette	Gj.snitt	Std. Avvik	Min	Maks
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	nd	0,0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFOS	4,9	5,5	3,3	5,1	4,70	1,0	3,3	5,5
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	3,8	0,95	1,9	<2.0	3,8
FTS-8:2	2	2	2	<2.0	1,50	1,0	<2.0	2
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	nd	0,0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	nd	0,0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	6,9	7,5	5,3	8,9	7,15	1,5	5,3	8,9
Lengde, mm	520	386	480	405	447,75	63,0	386	520

Tabell 6-42. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **muskel og lever fra lomre, og muskel og lever fra skrubbe** fanget i **Tårstadosen/Stunesosen**. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	179 Lomre, muskel	180 Lomre, lever	173 skrubbe, muskel	183 skrubbe, muskel	184 skrubbe, lever
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFNA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	4,3
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1,7
PFOS	<1.0	<1.0	15	10	82
FTS-6:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
FTS-8:2	2,0	2,0	2	<2.0	<2.0
PFDS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2,8
PFDoDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	2	2	17	10	90,8
Lengde, mm	335	335	303	424	424

I rødspette og lomre, ble det funnet PFAS i alle prøvene, og alle verdier under $\text{EQS}_{\text{biota}}$ (se Figur 6-16). I skrubbeprøvene, ble det funnet PFAS i begge muskelprøvene, i området 1-2 ganger normverdien. I leverprøven derimot, var konsentrasjonen 10 ganger $\text{EQS}_{\text{biota}}$, hovedsakelig PFOS, men også flere andre PFAS ble påvist.



Figur 6-16. Plott som viser PFAS-innhold i individuelle prøver av kveite, rødspette, lomre og skrubbe i forhold til lengden på fisken fanget utenfor Tårstad- og Stunesosen. Fargekoding i henhold til Tabell 4 1.

Tabell 6-43. Oversikt over innhold ($\mu\text{g/kg}$ vv) av ulike PFAS i **forskjellige strandbiota** innsamlet utenfor **Tårstadosen**. Fargekoding i henhold til Tabell 4-1.

Kjemisk forbindelse, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt	113 børstemark, n=11	114 strandkrabbe, n=12	115 tanglopper, n>50	116 blåskjell, n=13
PFPeA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFHxA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHpA	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFOA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFNA	1,2	<1.0	<1.0	<1.0
PFDA	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFBS	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHxS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFOS	7	17	5,3	2,2
FTS-6:2	3,1	3	4,7	<2.0
FTS-8:2	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFDs	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFUnDA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFDODA	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Sum PFAS	11,3	20	10	2,2

I Tabell 6-43 vises innholdet i de innsamlede prøvene av diverse strandbiota (børstemark, tanglopper, strandkrabber og blåskjell). Det ble påvist PFAS i alle prøvene, hovedsakelig som PFOS, men også FTS-6:2.

6.6.3.3 Vurdering

Det ble funnet PFAS i alle de undersøkte marine artene, men lavere konsentrasjoner enn i ferskvannsortene. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i lever av torsk, kveite og skrubbe. I muskelprøvene, ble det funnet høyest gjennomsnittlig konsentrasjon i skrubbe, men høyeste individkonsentrasjon i en torsk.

Det ble påvist PFAS i alle prøvene av strandbiota, som er en del av næringsgrunnlaget for fisken. Med bakgrunn i studier (Xu, *et.al.* 2014, og Loi, *et.al.* 2011) kan det forventes en økning i konsentrasjoner hos fisk og andre predatorer som spiser denne type strandbiota (f.eks. torsk, skrubbe, fugl og pattedyr).

I Langvatnet ble det funnet noe lavere konsentrasjoner enn i Lavangsvatnet, som igjen var noe lavere enn Kjerkvatnet.

Foruten PFOS, ble det også påvist en rekke av de andre PFAS, noe som kan tyde på forurensning fra «nyere» brannskum, eventuelt andre kilder.

6.6.4 Vurdering datagrunnlag biota

Det er gjort forholdsvis omfattende undersøkelser av biota ved og rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Det er analysert på flere ulike fiskeslag, og både muskel- og leverprøver, samt noen prøver av fiskenyre. Analyseresultater viser at det er en del PFAS i området, som også er tatt opp i biota på ulike trofiske nivåer. Undersøkelsene er egnet til å beskrive forurensningssituasjonen i matfisk i området, men da det ikke er fanget arter som er høyere i næringskjeden (f.eks. fugl i våtmarkssystemene) er det vanskelig å gi en fullverdig risikovurdering for økosystemene. Det er hentet inn data fra to referansestasjoner i ferskvann, men ikke samlet prøver i marin referansestasjon.

7 Spredningsvurdering

7.1 Innledning

Det er utført en spredningsvurdering for hvert av brannøvingsfeltene på Evenes lufthavn. Topografi, vannbalanse, grunnvannsforhold, menneskeskapte dreneringsveier og generelle grunnforhold vurderes for å finne dreneringsveiene fra kildeområdet (brannøvingsfeltet) til resipient. Disse dreneringsveiene kan være bekk, grunnvann, grøfter og lignende da det ikke er etablert avløpsledninger fra disse feltene. Transportveiene fra kildeområde til resipient er definert som spredningsområdet.

Hensikten med spredningsvurderingen er å skaffe et godt grunnlag for å vurdere belastning av resipient og vil også kunne danne grunnlag for vurdering av eventuelle tiltak. Spredningsvurderingen søker å gi svar på omfanget av spredningsområdet, estimat av transportert mengde PFOS til resipient per år, estimat av restmengde PFOS på brannøvingsfeltene og et estimat på hvor lang tid det vil ta før all PFOS har drenert til resipient. I tillegg sammenlignes estimatet på restmengden av PFOS mot mengde PFOS totalt brukt på feltet gjennom årene.

Figur 7-1 viser oversikten over terrengets gradient i området på og rundt Evenes lufthavn, og viser sannsynlig dreneringsretning der det ikke er grøfter og overvannsledninger. Det er sannsynlig at grunnvannsig følger overflatetopografien i dette området. Midlere nedbør for Evenes er 1120 mm/år. Ved å trekke fra evapotranspirasjonen beregnet etter Tamms formel, blir avrenningen 817 mm/år.

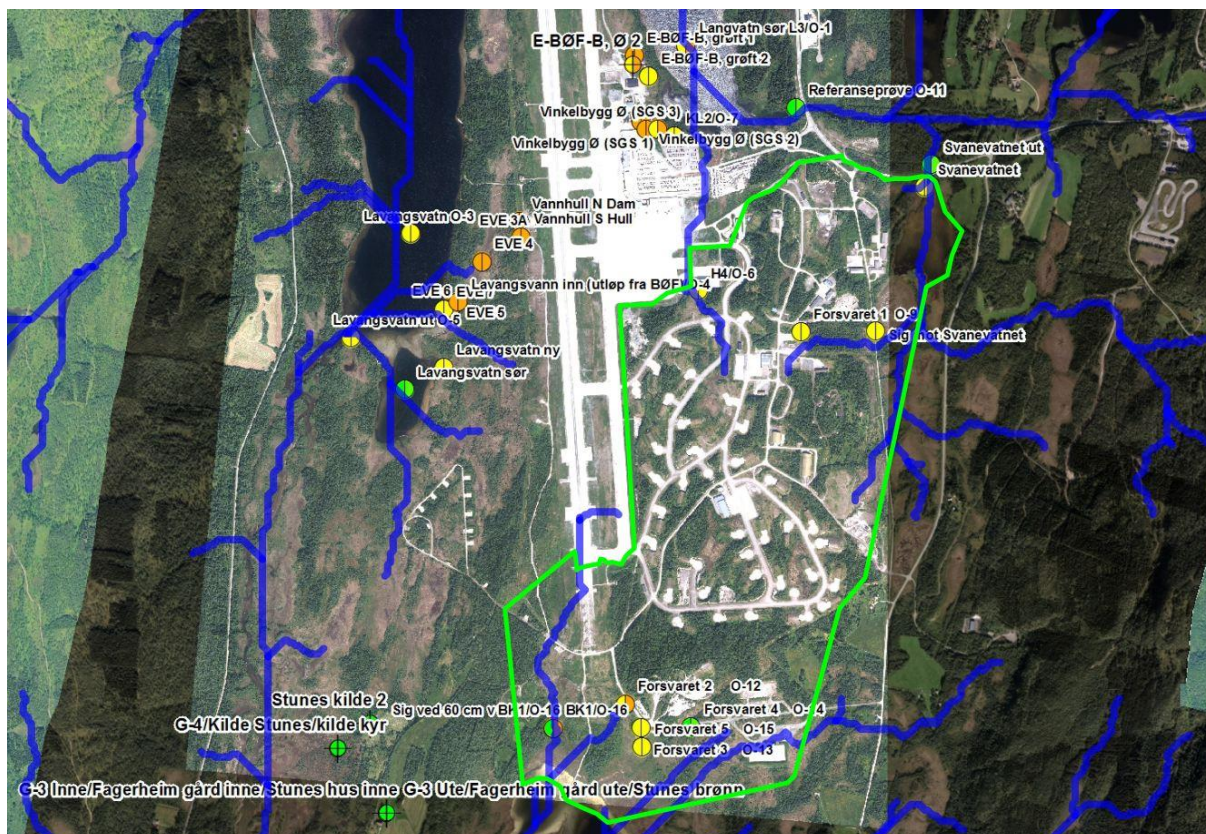


Figur 7-1. Dreneringskart for Evenes lufthavn og området rundt. De blå strekene er generert i programvaren Surfer ut fra en 10*10 meters terrengmodell og viser gradienten til terrenget. Hvite piler markerer strømningsvei. Figuren tar ikke hensyn til grøfter og lignende dreneringsveier. Militært område er markert med lysegrønt polygon.

Spredningsvurderingen har hovedfokus på spredning av PFOS-forurensning fra brannøvningsfeltene BØF A og BØF B. Vannprøver fra andre steder på lufthavnen indikerer imidlertid at det også er andre lokasjoner med PFOS-forurensning rundt på lufthavnen.

Figur 7-2 viser dreneringskart sammen med punkter for vannprøver tatt på BØF A og området rundt (vest for rullebanen) som drenerer vest mot Lavangsvatnet og deretter ned elven

Tårstadelva og ut i Ofotfjorden. Kartet viser også BØF B og området rundt (øst for rullebanen) som drenerer øst til Langvatnet som renner videre til Lavangsvatnet. Forsvarets område er vist med grønt polygon. Punktet H4/O6 drenerer nordover i kulvert via lufthavnens område til Langvatnet, punktet Forsvaret 1/O-9 drenerer mot Svanevatnet og deretter ut i Langvatnet via elven Nautåa. Flere punkter sør i kartet drenerer sørover til Kjerkvatnet og deretter ut i Ofotfjorden.



Figur 7-2. Dreneringskart med vannprøvelokaliteter. De blå strekene er generert i programvaren Surfer ut fra en 10*10 meters terrengmodell og viser gradienten til terrenget. Grønt polygon er militært område. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med loddrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse. Høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet.

Figur 7-3 viser overvannsdreneringen på lufthavnen basert på Avinors egne registreringer. Denne dreneringen har som hovedfokus å få unna avrenningen fra rullebanen. Brannøvingfeltene ser ikke ut til å være påvirket av denne dreneringen, men det kan være dreneringsløp som ikke er kartlagt.



Figur 7-3. Grøfter og overvannsledninger på Evenes lufthavn vises med sort stiptet linje. Rosa sirkel er snødeponi. Grønne piler viser retning avrenning fra rullebanen. BØF A og BØF B vist med sorte firkanter.

7.2 BØF A – det yngste brannøvingsfeltet

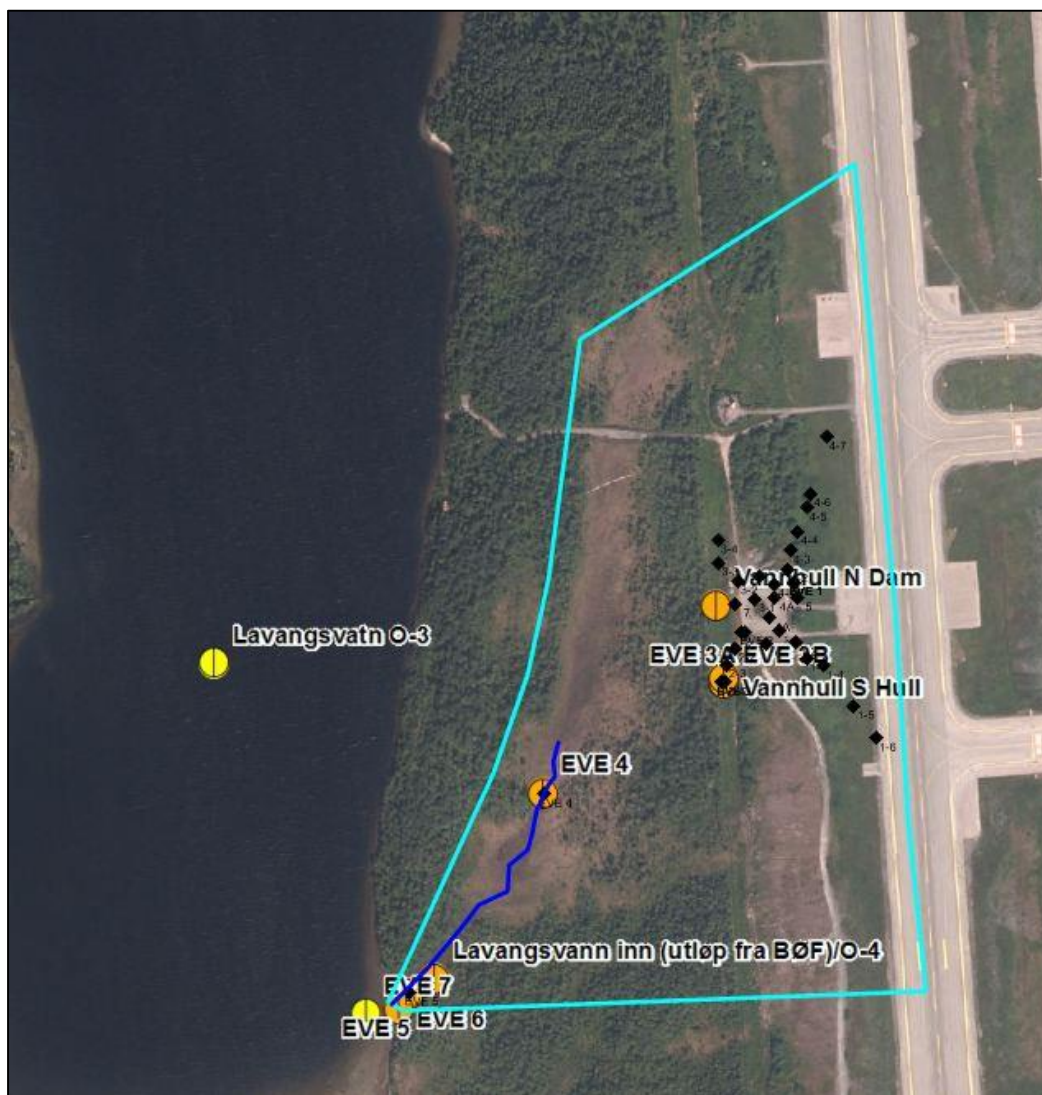
Det er gjort en spredningsvurdering av PFOS med overflatevann og grunnvann for BØF A. Brannøvingsfeltet ligger vest for landingsbanen på en flate ca. 22 moh. Ca. 25 meter vest for brannøvingsfeltet er en bratt skråning som heller ned mot et myrområde. Myrområdet ligger 3-4 meter lavere i terrenget. 300 meter vest for brannøvingsfeltet ligger Lavangsvatnet som er resipient for avrenning fra feltet. Dette brannøvingsfeltet var i bruk fra 1980 til 2005. Fra 1986 til 2001 ble det ved brannøvelser brukt PFOS-holdig brannskum. I løpet av dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 1 670 kg ren PFOS på BØF A. Fra 2001 til 2005 ble det brukt brannskum med andre PFAS. I dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 180 kg PFAS på BØF A.

7.2.1 Terreng- og strømningsanalyse for området

Sentralt under brannøvingsfeltet er det tilkjørt stein. Under steinmassene er det et torvlag. Torvlaget på opptil 1 meter mektighet er trolig sammenhengende i hele dette området. Under torvlaget er det stedvis registrert et sandig siltlag. Under det sandige siltlaget er det registrert et tett leirelag. I myrområdet mellom BØF A og Lavangsvatnet er det også registrert leirelag rett under torvlaget (det sandige siltlaget er ikke til stede). Vann fra brannøvingsfeltet vil sige mot torvlaget under og deretter sige ut i myrområdet. Myrområdet dreneres hovedsakelig av en bekk som renner ut i Lavangsvatnet. En liten del av avrenningen kan også sige som grunnvann ned mot Lavangsvatnet. De høyeste PFOS-konsentrasjonene er funnet i dypereliggende lag sentralt i brannøvingsfeltet (2 m til 3 m under terreng) og i jordprøver av topplag langs bekkefarete. Det er sannsynlig at drenering av PFOS i all hovedsak skjer i bekken. Temperaturen vinterstid ved Evenes lufthavn varierer mye og har en del nedbør i form av både regn og snø. Da brannøvingsfeltene var aktive, kan det ha vært episoder i løpet av vinteren der det rant PFOS-forurensset vann på delvis frossen mark. Ved slike episoder vil PFOS transporteres raskt ut i Lavangsvatnet. Flomepisoder i løpet av året vil også kunne føre til rask transport av PFOS til Lavangsvatnet.

Myrområdet har sannsynligvis lav hydraulisk ledningsevne og høy adsorpsjon av PFOS.

Antatt nedbørsfelt for utløpet av bekken som drenerer myrområdet er på ca. 170 000 m² (Figur 7-4). Med en avrenning på 0,82 m/år blir vannvolumet som drenerer gjennom nedbørsfeltet ca. 140 000 m³/år.



Figur 7-4. Viser nedbørsfeltet til BØF A og området rundt med lyseblått polygon. Jordprøvepunkter er markert med sorte punkter. Bekken som drenerer myrområdet er vist med mørkeblått. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med loddrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse, mens høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet.

7.2.2 Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF A

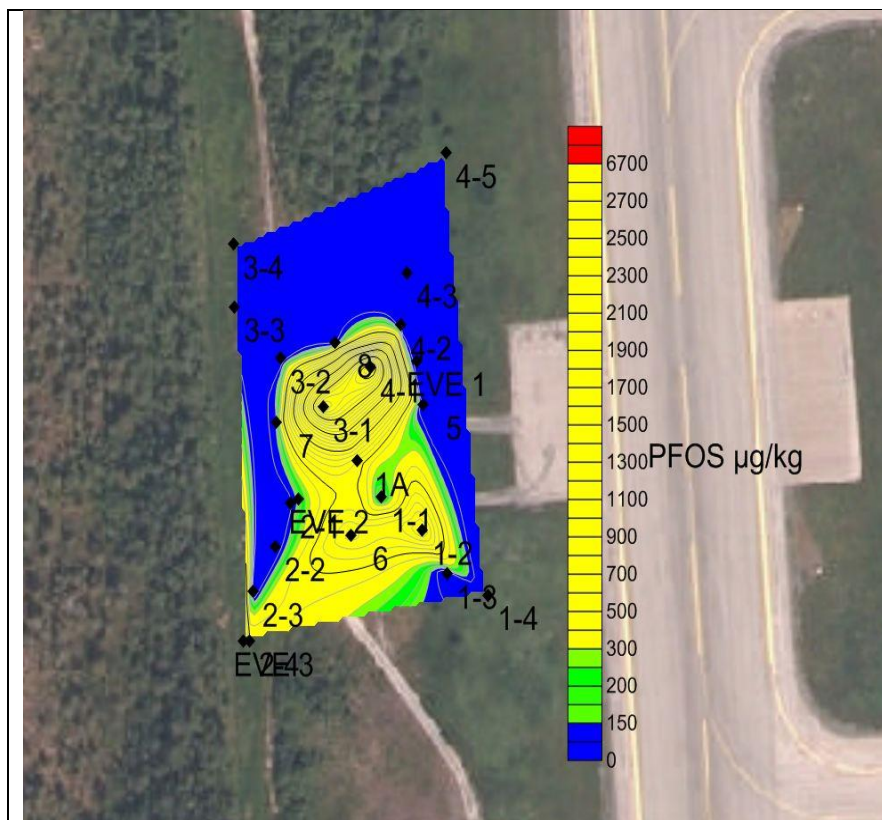
Det er beregnet et estimat på mengde PFOS som er igjen i grunnen på BØF A sentralt basert på målte verdier i jord. I tillegg er det gjort en beregning for hvor mye PFOS det er i grunnen rundt bekken som drenerer myrområdet nedstrøms BØF A. Hvert prøvepunkt har fått beregnet en gjennomsnittskonsentrasjon ut fra PFOS konsentrasjonene målt i lag nedover i jordprofilet.

En master oppgave (Løland, 2014) beskriver jordprofilet i et prøvepunkt i sørvestlig ende av brannøvingsplattform (EVE 2) prøvetatt ved å trykke et rør ned i grunnen. Hun fant at det var ca. 230 cm med fyllmasser over et organisk lag, det var forhold som tydet på at det kunne være leire under det organiske laget. Det organiske laget og leirelaget (antatt) var ca. 60 cm tykt. Under leirelaget ble det registrert fast fjell. Dette kan tyde på at det er ca. 3 meter mektige løsmasser ned til fast fjell i dette området. Tidligere rapport for DP2 (Sweco, 2013) beskriver at det er et lite permeabelt siltig lag i bunnen under et torvlag og fyllmasser, men beskriver ikke fast fjell under løsmassene. Ingen av prøvene er fra dypere enn 270 cm under terreng. Flere

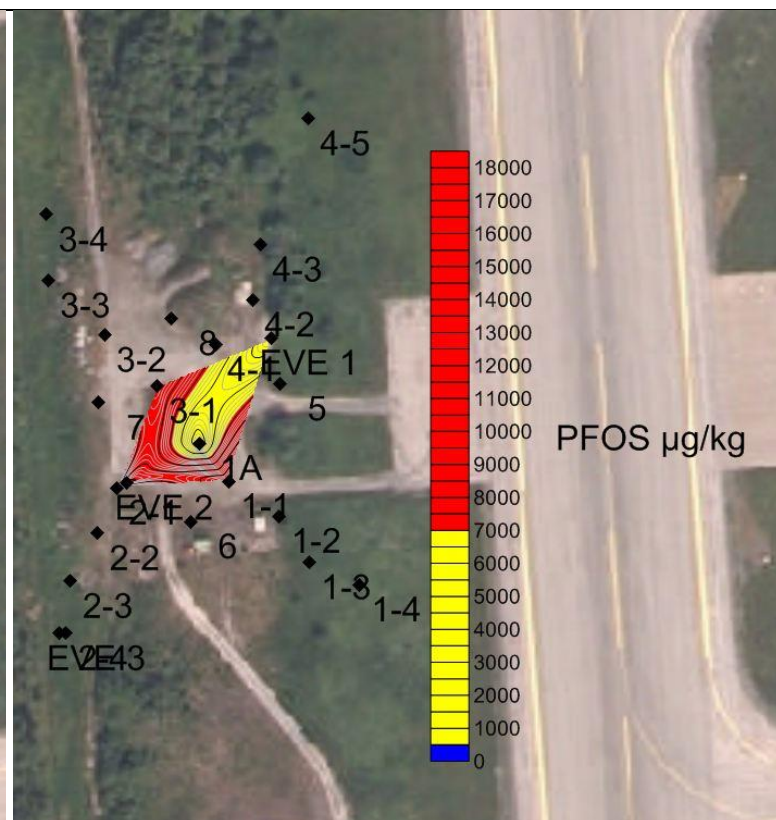
av prøvepunktene i DP2 treffer et lag med lavpermeable siltige masser ca. 200 – 270 cm under terrengoverflaten. Dette kan tyde på at mektigheten på masser som vil kunne transportere PFOS for BØF A sentralt er på ca. 3 meter. Det er valgt et gjennomsnitt på 3 meters tykkelse på forurensede masser.

For bekkedraget er det antatt en dybde på forurenset jordprofil på 1 meter. Dette er basert på at det er registrert et opptil 1 meters tykt torvlag i området med tettere masser under.

Figur 7-5 viser en interpolering av PFOS-forurensning på BØF A sentralt for 0-2 meter under terreng. Det er målt høyest PFOS-konsentrasjoner i to ulike områder sentralt. Mange prøvepunkter i ytterkantene av det prøvetatte området har lave konsentrasjoner, eller PFOS ikke påvist. Figur 7-5 viser at forurensningen er godt avgrenset av prøvetakingen i xy-retning med ett unntak i sørvestlig del av området. Figur 7-6 viser en interpolering av PFOS-forurensning på BØF A sentralt for 2,0 - 2,7 meter under terreng. Det er betydelig høyere PFOS-konsentrasjoner i dette dypet. Det er kun 6 prøvepunkter som har analyser fra dette dypet (se Tabell 6-3 og Tabell 6-4).

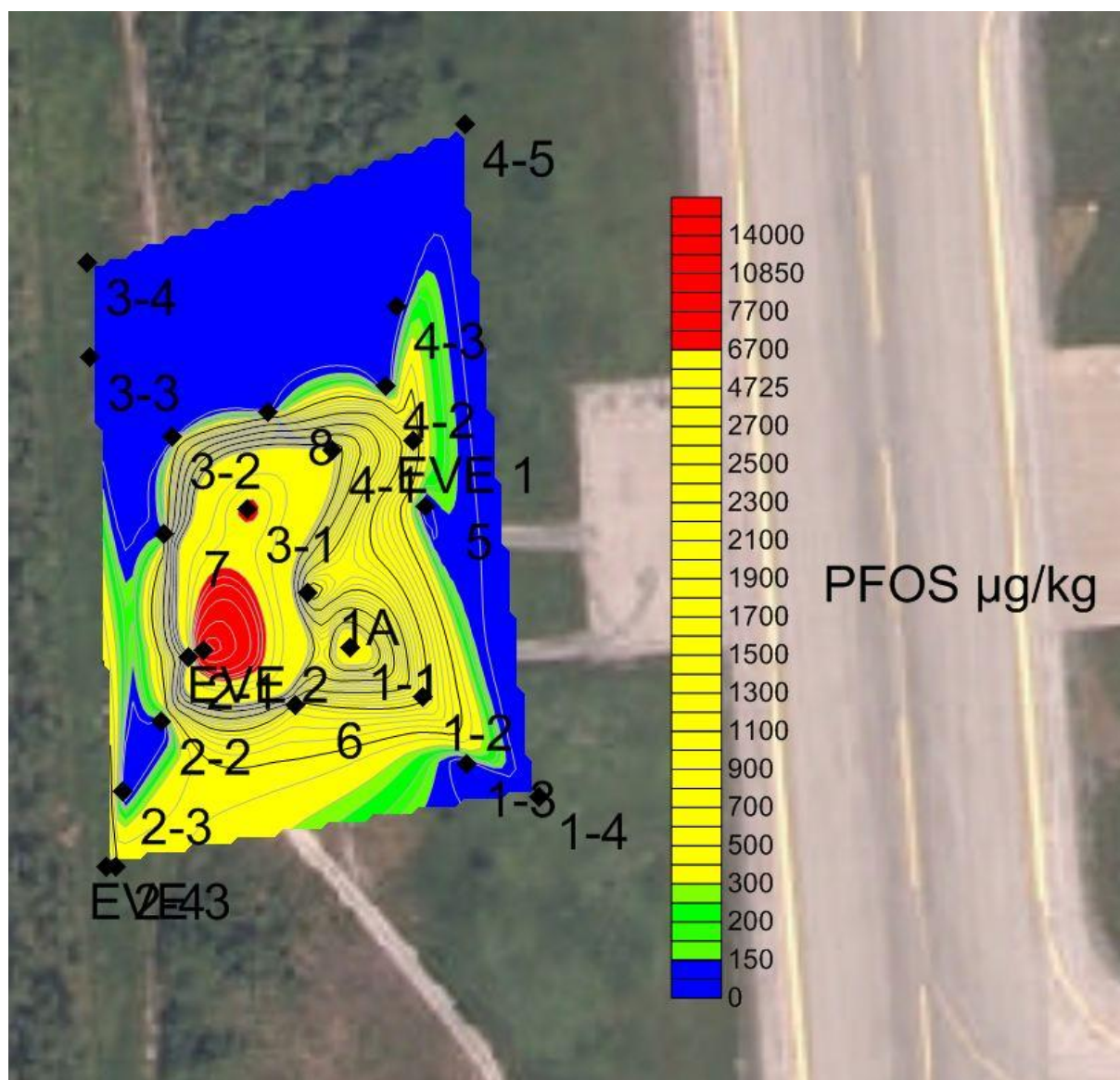


Figur 7-5. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A for dybde 0-2 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor". Fargene er basert på klassene i Tabell 4-3.



Figur 7-6. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A for dybde 2,0-2,7 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor". Fargene er basert på klassene i Tabell 4 3.

Figur 7-7 viser interpolering av PFOS for hele jordprofilet (begge lag slått sammen). Interpoleringen er basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i hvert prøvepunkt nedover i jordprofilet.



Figur 7-7. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A basert på gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon i hvert prøvepunkt. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor".

Beregning av restmengde PFOS på BØF A sentralt er basert på denne interpoleringen i Figur 7-7. Årsaken til at lagene i Figur 7-5 og Figur 7-6 er slått sammen er at usikkerhetene i en mer kompleks beregning basert på to lag vil være like store som i denne beregningen og mindre oversiktlig. Gjennomsnittskonsentrasjonen funnet i interpoleringen er 1050 µg/kg. Utstrekningen av interpolert område er $9\,000 \pm 3\,000 \text{ m}^2$. Dybden på forurensset område vil variere, men har blitt vurdert til 3 ± 1 meter som et gjennomsnitt for BØF A sentralt. Tettheten til massene er vurdert til $1\,800 \pm 400 \text{ kg/m}^3$. Dette gir en rest av PFOS for BØF A sentralt på $50 \pm 30 \text{ kg}$ (se avsnitt 4.3.2 for metode for utregning).

Grunnen til at usikkerhetene i areal og dybde er at forurensingen ikke er veldig godt avgrenset i sørvestlig del av området og at det er flere prøver i topplag enn lenger ned i profilet. Det er også høyere konsentrasjoner av PFOS dypt nede i jordprofilet der det er færre prøver. I tillegg er det usikkert hvor dypt det er til fjell eller lavpermeable masser. Usikkerheten i tettheten til massene er basert på at massenes beskaffenhet vil variere. Tettheten er basert på typiske verdier for blokk og sandjord. Massene her er sannsynligvis dominert av tyngre fyllmasser og ikke lettere torvmasser.

PFOS-konsentrasjoner målt i sedimenter i bekken som drenerer myrområdet nedstrøms BØF A og i torv i nærheten av bekken har et gjennomsnitt på $2\ 500\ \mu\text{g/kg}$ (beregnet fra en interpolering av målinger). Dette er ca. 2 ganger høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen på BØF A sentralt. Dette kommer sannsynligvis av at bekken drenerer vannet fra BØF A slik at PFOS blir oppkonsentrert i og rundt bekken. Utstrekningen av interpolert område er ca. $6\ 000 \pm 1\ 000\ \text{m}^2$. Dybden på forurensset område vil variere, men har blitt vurdert til $1 \pm 0,3$ meter. Tettheten til massene er vurdert til $200 \pm 100\ \text{kg/m}^3$ (lettere masser enn på BØF A sentralt på grunn av mye organisk materiale). Dette gir en rest av PFOS for bekken og området rundt på $3 \pm 2\ \text{kg}$ (se avsnitt 4.3.2 for metode for utregning).

Totalt estimert rest av PFOS for hele både BØF A sentralt og for bekken blir da på grunn av stor usikkerhet for restmengden PFOS i bekken $50 \pm 30\ \text{kg}$.

7.2.3 Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt BØF A

Viktige parametere for tidsestimatet er målte verdier av PFOS i jord og vann og volum vann som drenerer gjennom området.

I avsnitt 7.2.2 ble det estimert en rest PFOS for BØF A og bekkedraget på $50 \pm 30\ \text{kg}$.

Vannvolumet som drenerer gjennom området er basert på et estimert nedbørsfelt til BØF A og bekken i myrområdet på $170\ 000\ \text{m}^2$ (Figur 7-4) og en årlig infiltrasjon på $0,82\ \text{m/år}$. Basert på én vannmåling i utløpet av bekken (EVE 6) er det estimert at det lekker ut ca. $4\ \mu\text{g}$ PFOS per liter vann som renner ut fra området. Ca. 40 meter lenger oppstrøms i bekken er det gjort PFOS analyser ved 5 ulike tidspunkt (O-4). Gjennomsnittsverdien fra disse 5 prøvene er $6,9\ \mu\text{g/l}$. Siden punktet EVE 6 ligger ca. 40 m nedstrøms O-4 er det naturlig at PFOS-konsentrasjonen ved EVE-6 er noe lavere på grunn av uttynning. Med et estimert vannvolum som drenerer gjennom nedbørsfeltet på område på $140\ 000\ \text{m}^3$ per år gir dette en utlekking av ca. $560\ \text{g}$ PFOS per år. Med en rest av PFOS på $50 \pm 30\ \text{kg}$ vil det ta mellom 40 til 140 år før all PFOS har lekket ut (Tabell 7-1).

En feilkilde er at utlekkingen av PFOS per år vil minke etter hvert som det blir mindre PFOS igjen på BØF (Figur 4-1).

Tabell 7-1. Parametere for utlekking PFOS per år fra BØF A.

Vekt PFOS BØF A og myrområdet nedstrøms	50 ± 30	kg
Infiltrasjon	0,82	m/år
Areal nedbørsfelt til BØF B	170 000	m ²
Volum vann i nedbørsfelt	140 000	m ³ /år
Gjennomsnitt målt PFOS i utløpet til bekken punkt EVE 6	4	µg/l
Utlekking PFOS fra BØF	560	g/år
Antall år til all PFOS har lekket ut	40-140	år

7.2.4 Konklusjon spredningsvurdering BØF A

Det er estimert at det er en rest på mellom 50 ± 30 kg PFOS på BØF A og myrområdet nedstrøms. Bekken som drenerer myrområdet har høye PFOS-konsentrasjoner. Dette betyr at PFOS fra dette feltet lekkes ut relativt raskt. Grunnen til dette er sannsynligvis at massene sentralt på BØF A har relativt høy permeabilitet og at bekken drenerer området raskere enn tilfellet ville vært hvis transport foregikk kun med grunnvann. Det er estimert at det har blitt brukt ca. 1 670 kg PFOS på BØF A. Det er sannsynligvis kun en liten rest PFOS igjen i forhold til total mengde som har lekket ut fra feltet. Det er sannsynlig at PFOS-konsentrasjon i jord, sedimenter og vann i dette området vil minke i tiden fremover.

Tidsberegningen i avsnitt 7.2.3 på mellom 40-140 år før all PFOS har drenert fra nedbørsfeltet er et estimat med usikkerheter. Utlekking av PFOS per år vil avta etter hvert som det blir en mindre rest av PFOS igjen. Dette betyr at det kan være spor av PFOS i området lenger tid enn 140 år.

Hoveddelen av PFOS-utlekking skjer sannsynligvis i forbindelse med mye nedbør og snøsmelting.

7.3 BØF B - det eldste feltet

Dette er en spredningsvurdering av PFOS med overflatevann og grunnvann for BØF B og området rundt. Brannøvingsfeltet ble først tatt i bruk fra 1973 og var aktivt frem til ca. 1980. Plasseringen av selve brannøvingsfeltet er usikker da brannøvingsfeltet er gammelt og mye av øvingsaktiviteten har foregått der det nå er veier og taksebane. Masser fra den sentrale delen av brannøvingsfeltet har blitt gravd vekk og det er usikkert hvor de har blitt lagt. Deler av område som kan være forurensset ligger nå under taksebanen. Det er også registrert en annen PFAS-forurensning under en driftsbygning sør for BØF B (Vinkelbygget) som drenerer til Langvatnet. Det ligger et deponi i dette området.

I tidsrommet fra 1978 til 1980 er det estimert at det ble brukt totalt ca. 220 kg ren PFOS på BØF B.

7.3.1 Terreng- og strømningsanalyse for området

Dette området har masser dominert av torv med opptil 1 meter mektighet. Under dette laget er det registrert sandig silt. Under sandig silt laget er det flere steder tettere masser av silt/leire med veldig lav hydraulisk ledningsevne. Det er mest vann i overflaten av torvlaget og i bunn

av torvlaget. Det er sannsynligvis veldig lav hydraulisk ledningsevne i lagene under torvlaget. Mellom BØF B og Langvatnet er det et myrområde. Myrområdet er delvis grøftet i nord og sør. Langvatnet ligger 100-150 meter fra området ved BØF B. Selve brannøvingsfeltet kan ha ligget noe lenger vest og noe høyere enn dagens myrområde, men terrenget har blitt forandret av inngrep og det er ukjent hvordan det var når brannøvingsfeltet var aktivt. Langvatnet ligger ca. 4 meter lavere enn myrområdet hvor brønnen E BØF B Ø2 er plassert.

Myrområdet har sannsynligvis lav hydraulisk ledningsevne og høy adsorpsjon av PFOS. Gjennomsnittlig hydraulisk gradient på grunnvannsspeilet fra myrområdet til Langvatnet er ca. 0,05. Mye av utlekkingen av PFOS foregår sannsynligvis via grøftene.

Antatt nedbørsfelt for det forurensede området er på ca. 45 000 m² (Figur 7-8). Vannvolumet som drenerer gjennom nedbørsfeltet ca. 37 000 m³/år.

Temperaturen vinterstid ved Evenes lufthavn varierer mye og har en del nedbør i form av både regn og snø. Det vil kunne være flere episoder i løpet av vinteren der det renner PFOS-forurensset vann på delvis frossen mark. Ved slike episoder vil PFOS transporteres raskt ut i Langvatnet. Flomepisoder i løpet av året vil også kunne føre til rask transport av PFOS til Langvatnet.



Figur 7-8. Viser nedbørsfelt til BØF B og området rundt med lyseblått polygon. Jordprøvepunkter er markert med sorte punkter. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med loddrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse, mens høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet.

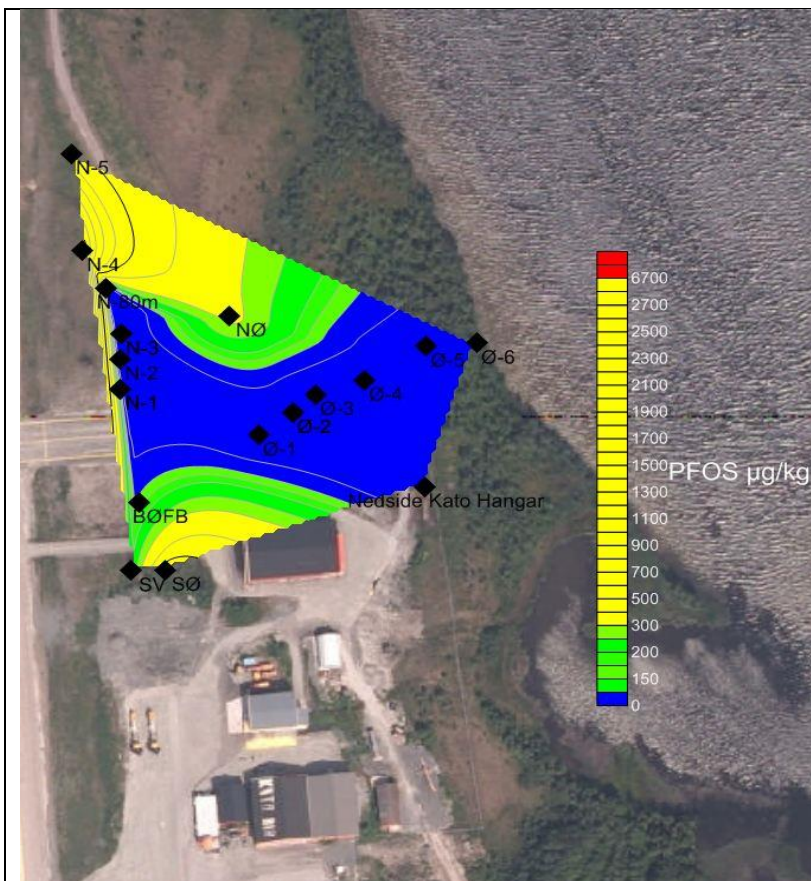
7.3.2 Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF B

Beregningen gjelder innenfor området det er tatt jordprøver på BØF B. I hvert prøvepunkt er det beregnet en gjennomsnittskonsentrasjon ut fra målinger i lag nedover i jordprofilen. Det er sannsynlig ut fra analyseresultater og geologien i området at PFOS forurensningene ligger i den øverste 1,5 meter (torvlaget og et sandig siltlag). Det er registrert et tett leirelag under det sandige siltlaget. Dette leirelaget vil være tett og vil trolig ikke kunne transportere PFOS. Forurensede masser fra BØF B har blitt omdisponert på lufthavnen. Eksakt plassering av disse

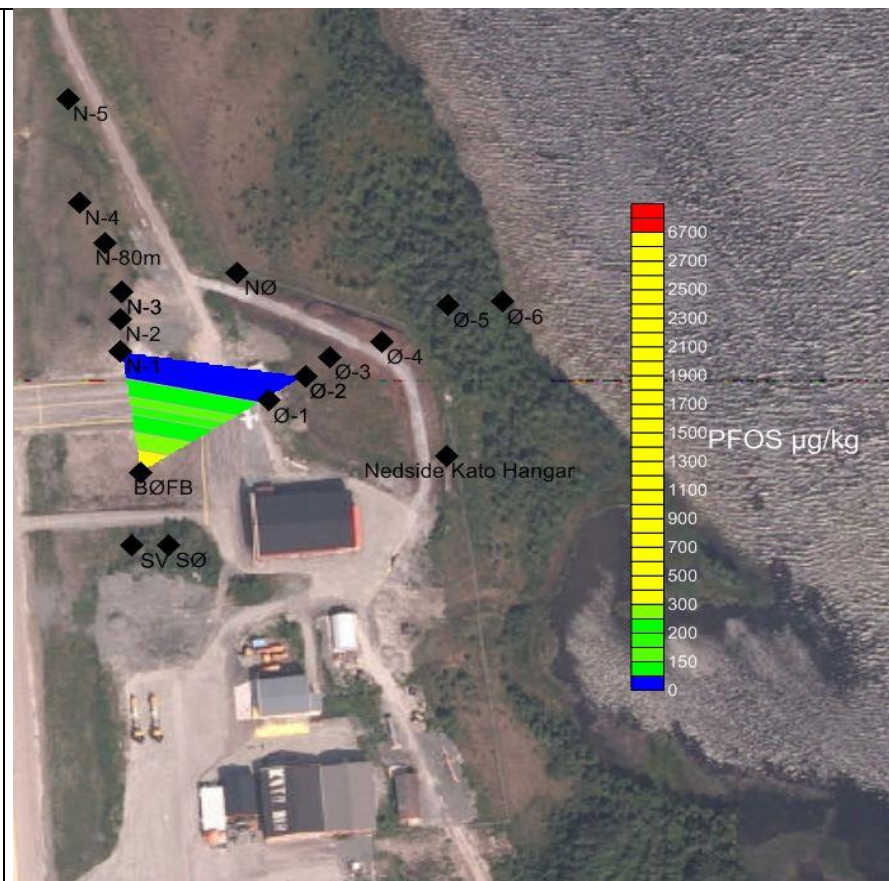
massene er ikke kjent. Disse massene er ikke med i denne beregningen, men omhandles i avsnitt 7.4.

Figur 7-9 viser en interpolering av den punktvisе gjennomsnittskonsentrasjonen på og rundt BØF B for laget 0-1 meter under terreng. Det er målt høyest PFOS-konsentrasjoner i nord, vest og sør. Interpoleringen viser at det sannsynligvis er større områder som er forurensset i umiddelbar nærhet til dette området da de høyeste forurensningene befinner seg i ytterkanten av prøvetatt område.

Figur 7-10 viser en interpolering av den punktvisе gjennomsnittskonsentrasjonen på og rundt BØF B for laget 1-1,7 meter under terreng. Det er kun tre prøvepunkter fra dette laget. Også her er det høyest PFOS-forurensning i sør.

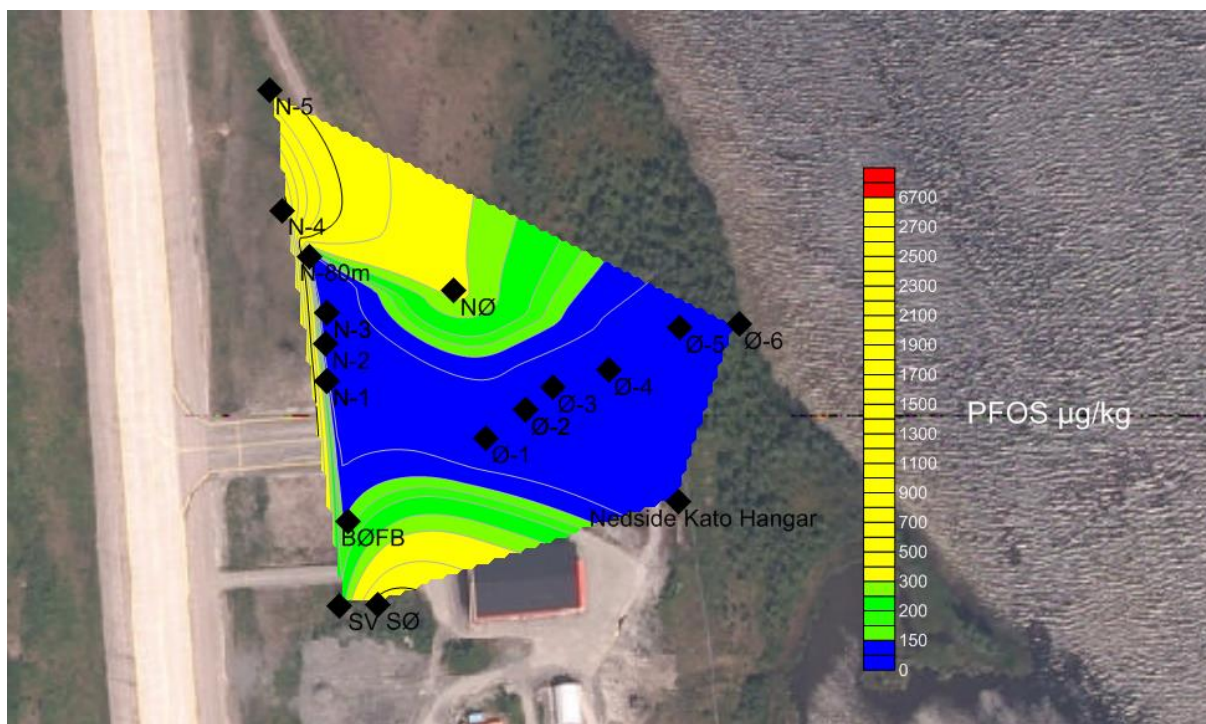


Figur 7-9. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A for dybde 0-1 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor". Fargene er basert på klassene i Tabell 4-3.



Figur 7-10. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A for dybde 1,0-1,7 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor". Fargene er basert på klassene i Tabell 4-3.

Figur 7-11 viser interpolering av PFOS for hele jordprofilet (begge lag slått sammen). Interpoleringen er basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i hvert prøvepunkt nedover i jordprofilet.



Figur 7-11. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF B basert på gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon i hvert prøvepunkt for hele jordprofilet. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor".

Beregning av restmengde PFOS på BØF B er basert på denne interpoleringen i Figur 7-11. Årsaken til at lagene i Figur 7-9 og Figur 7-10 er slått sammen er at usikkerhetene i en mer kompleks beregning basert på to lag vil være like store som i denne beregningen og mindre oversiktlig. Gjennomsnittskonsentrasjonen funnet i interpoleringen er 200 µg/kg. Utstrekningen av prøvetatt område er $20\,000\text{ m}^2 \pm 5\,000\text{ m}^2$. Dybden på forurenset område vil variere, men har blitt vurdert til $1,5 \pm 0,3$ meter som et gjennomsnitt for BØF B. Tettheten til massene er vurdert til $500 \pm 300\text{ kg/m}^3$. Dette gir en rest av PFOS for BØF A sentralt på ca. $2 \pm 1\text{ kg}$ (se avsnitt 4.3.2 for metode for utregning).

Grunnen til at usikkerhetene i areal og dybde er at forurensingen ikke er godt avgrenset, spesielt i nord, vest og sør. I tillegg er det flere prøver i topplag enn lenger ned i profilet. Usikkerheten i tettheten til massene er basert på at massenes egenskaper vil variere. Massene her er sannsynligvis en blanding av tynge fyllmasser og lettere torvmasser.

7.3.3 Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt BØF B

Viktige parametere for tidsestimatet er målte verdier av PFOS i jord og vann og volum vann som drenerer gjennom området.

I avsnitt 7.3.2 ble det estimert en rest av PFOS innenfor prøvetatt område i intervallet $2 \pm 1\text{ kg}$.

Vannvolumet som drenerer gjennom område er basert på et estimert nedbørsfelt til prøvetatt område på $45\,000\text{ m}^2$ (Figur 7-8) og en årlig infiltrasjon på $0,82\text{ m/år}$. Basert på målinger i en

brønn i myrområdet og i to punkter i grøftene nord og syd for myrområdet er det estimert at det lekker ut ca. 0,14 µg PFOS per liter vann som drenerer fra området. Med et estimert vannvolum som drenerer gjennom området på 37 000 m³ per år gir dette en utlekking av ca. 5 g PFOS per år. Med en rest av PFOS på 2 ± 1 kg vil det ta fra 200 år til 600 år før all PFOS har lekket ut fra dette området (Tabell 7-2).

En feilkilde er at utlekkingen av PFOS per år vil minke etter hvert som det blir mindre PFOS igjen på BØF (Figur 4-1).

Tabell 7-2. Parametere for utlekking PFOS per år fra prøvetatt område ved og rundt BØF B.

Vekt PFOS innenfor prøvetatt område rundt BØF B	2 ± 1	Kg
Infiltrasjon	0,82	m/år
Areal nedbørsfelt til BØF B	45 000	m ²
Volum vann i nedbørsfelt	37 000	m ³ /år
Gjennomsnitt målt PFOS i brønn og nordre og søndre grøft	0,14	µg/l
Utlekking PFOS fra BØF	5	g/år
Antall år til all PFOS har lekket ut	200-600	år

7.3.4 Konklusjon spredningsvurdering BØF B

PFOS-forurensningene i området rundt BØF B er ikke klart avgrenset. Dette kan sees tydelig i Figur 7-9, Figur 7-10 og Figur 7-11 der de høyeste PFOS-konsentrasjonene ligger i kanten av prøvetatt område. Vannprøvene sør for BØF B viser at det er flere PFOS-forurensede områder i sør. Disse drenerer også til Langvatnet.

Torvlaget i myrområdet har en høy adsorpsjon for PFOS. Dette fører til at torvlaget virker som et lager for PFOS. Hoveddelen av PFOS utlekking skjer sannsynligvis i forbindelse med mye nedbør og snøsmelting.

Det er estimert at det er 2 ± 1 kg PFOS i området der det er tatt jordprøver ved BØF B.

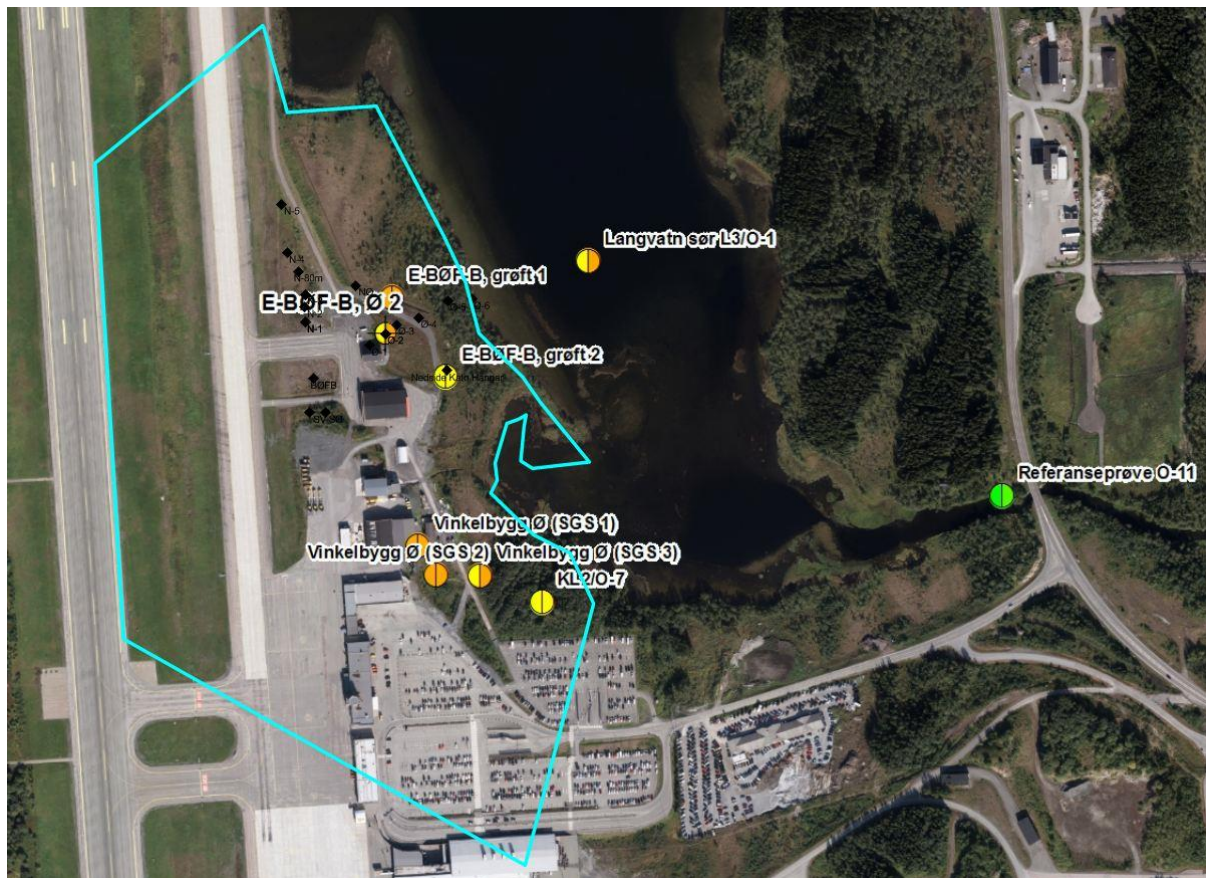
Det er estimert at det har blitt brukt ca. 220 kg PFOS på BØF B. Det er sannsynligvis kun en liten rest PFOS igjen i forhold til totalmengden som har lekket ut fra feltet. Mye av de opprinnelige PFOS-forurensede massene fra BØF B har blitt omdisponert til andre steder på lufthavnen og er ikke med i beregningen.

Tidsberegningen i avsnitt 7.3.3 på mellom 200 og 600 år før all PFOS har drenert fra nedbørsfeltet er et estimat. Utlekking av PFOS per år vil avta etter hvert som det blir en mindre rest av PFOS igjen. Dette betyr at det kan være spor av PFOS i området i lengre tid enn 600 år. Denne lange utlekkingstiden gjenspeiler sannsynligvis også at det kun er små rester igjen på feltet. Det er sannsynlig at PFOS-konsentrasjon i jord, sedimenter og vann i dette området vil minke i tiden fremover.

7.4 Mengde PFOS ut fra nedbørsfeltet øst for rullebanen

Figur 7-12 viser et estimat av utbredelsen til nedbørsfeltet øst for rullebanen med potensiell forurensning av PFOS. Syd for BØF B er det registrert flere steder med PFOS forurensning i

vannet (Vinkelbygg Ø og KL2/O-7). Prøvetakingen rundt BØF B viser også at det sannsynligvis kan være et større område som er forurenset enn det som er prøvetatt (Figur 7-11). Deler av forurenset område er sannsynligvis under taksebanen vest for prøvetatt område. Nedbørsfeltet i figuren under er på ca. 230 000 m². Vannmengden som drenerer gjennom per år er på ca. 190 000 m³.



Figur 7-12. Nedbørsfelt for mulig forurenset område øst for rullebanen markert med lyseblått polygon. Jordprøvepunkter er markert med sorte punkter. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med lodrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse. Høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS målt i en brønn (E-BØF-B, Ø2) og grøfter nedstrøms BØF-B er 0,14 µg/l (140 ng/l). Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS målt i 4 punkter lenger sør (Figur 7-12, vinkelbygg punktene og KL2/O-7) er 0,31 µg/l (310 ng/l). Dette tyder på at det er forurensninger av PFOS sør for BØF B som ikke er avgrenset. Gjennomsnittlig PFOS konsentrasjon for alle disse målingene er på 0,21 µg/l. Hvis denne PFOS konsentrasjonen er representativ for alt vannet som drenerer fra hele det store nedbørsfeltet blir den totale utlekkingen av PFOS fra nedbørsfeltet ca. 40 g/år. Det er forholdsvis store usikkerheter i dette estimatet, da det er få målinger av PFOS i vannet i nedbørsfeltet. I avsnitt 7.3.2 er det beregnet en restmengde på 2 ± 1 kg PFOS og en utlekking på 5 g/år. En utlekking på 40 g/år gir da en samlet restmengde i hele nedbørsfeltet på ca. 20 kg. Usikkerhetene i denne restmengden er vanskelig å estimere, men kan være i størrelsesorden ± 10 kg.

7.5 Mengde PFOS ut fra lufthavnen samlet

Bortsett fra sydlige deler av forsvarets område og sydlige deler av rullebanen som drenerer til Kjerkvatn (Figur 7-1) så drenerer vann fra Evenes lufthavn ut via Lavangsvatn.

Målt gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon i prøvepunktet Lavangsvatn ut O-5 er på 18,2 ng/l (5 analyser på ulike tidspunkt fordelt utover året, se Tabell 6-16). Midlere vannføring per år ut fra Lavangsvatn er på ca. $5,4 \cdot 10^7 \text{ m}^3/\text{år}$ (NVE Atlas). Dette gir mengde PFOS som drenerer ut fra Lavangsvatn per år på ca. 1 kg. Prøvepunktet O-8 Tårstadosen ligger lenger nedstrøms i Tårstadelva nære utløpet i Ofotfjorden. Her er målt gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon 12,3 ng/l (se Tabell 6-16). Midlere vannføring per år er ca. $5,6 \cdot 10^7 \text{ m}^3/\text{år}$ (NVE Atlas). Dette gir mengde PFOS som drenerer ut fra Lavangsvatn per år på ca. 0,7 kg.

Disse beregningene kan tyde på at utlekking fra Evenes lufthavn (unntatt sydlig del av forsvarets område) er i størrelsesorden 0,7 – 1 kg PFOS per år.

Det er estimert i avsnitt 7.2.3 at det drenerer ca. 560 g PFOS per år fra BØF A. I avsnitt 7.4 er det estimert at det drenerer ca. 40 g PFOS per år fra området øst for rullebanen, inkludert BØF B. I tillegg kan det være andre kilder til PFOS på lufthavnen.

Dette tilsvarer ca. 0,6 kg PFOS per år og er i samme størrelsesorden som estimatet på total utlekking fra Evenes lufthavn på 0,7 – 1 kg PFOS per år. Ut fra disse beregningene ser estimatene på restmengder av PFOS i avsnitt 7.2.2, avsnitt 7.3.2 og avsnitt 7.4 ut til å være i riktig størrelsesorden. Det er sannsynlig at mengden PFOS som drenerer ut i Tårstadelva vil reduseres i tiden fremover og at det har vært betraktelig høyere PFOS-konsentrasjoner i elva tidligere.

Den sydlige delen av forsvarets område drenerer ut via Kjerkvatnet og Stunesosen til Ofotfjorden. Prøvepunktet O-10 Kjerkvatn ut har tre analyser tatt på ulike deler av året (Tabell 6-18). Målt gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon i dette punktet er på 32,8 ng/l. Midlere vannføring per år ut fra Kjerkvatnet er på ca. $3,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ (utledet fra størrelse på nedbørsfelt og avrenning på 0,82 m/år). Dette gir mengde PFOS som drenerer ut fra Kjerkvatn per år på ca. 0,1 kg.

Total utlekking fra hele lufthavnen til Ofotfjorden via Tårstadosen og Stunesosen samlet er sannsynligvis i størrelsesorden 1 kg/år.

7.6 Konklusjon spredningskapittel

Øving med brannskum har ført til at det har blitt spredd totalt 1 890 kg PFOS i perioden 1978 til 2001 og 180 kg PFAS (med hovedvekt fluortelomerer) i perioden 2001 til 2005. Disse stoffene har i stor grad blitt transportert ut i ferskvann og til sjøen ved Evenes lufthavn. Basert på målinger i jord og vann er det beregnet at det ligger igjen 20-80 kg PFOS ved brannøvingsfeltene i dag.

Det årlige forbruket i 1978-2001 var gjennomsnittlig ca. 110 kg PFOS som følge av øving med brannskum. Etter stengningen av det yngste feltet i 2005 viser målinger og beregninger at det er igjen en aktiv spredning fra grunnforurensning ved brannøvingsfelt og andre kjente kilder i størrelsesorden 1 kg PFOS per år.

Det er sannsynlig at den årlige spredningsmengden er avtagende, og at det vil ta lang tid før spredningen opphører helt (flere hundre år).

8 Risikovurdering

8.1 Økosystem og risiko

Som nevnt i avsnitt 4.4 og 4.5 kan forurensingen fra et brannøvingsfelt spres både til luft, vann, jord og biota. Disse fire kategoriene er følgelig mottakere eller resipienter av forurensingen, og står i nær kontakt med hverandre. Eksempelvis vil en meitemark kunne oppta forurensingen fra vann, jord og organisk materiale slik som fra løv fra trær på den forurensede lokaliteten. Spredningen av forurensingen foregår altså i et tredimensjonalt rom, og forurensningen kan over tid helt eller delvis transporteres bort fra det opprinnelige kildeområdet.

Naturen rundt Evenes lufthavn, er preget av myrer, våtmarksområder, vann og elver som drenerer til sjøen. Dette er artsrike økosystemer med flere viktige biologiske funksjoner. Området er spesielt viktig som beite- og trekkområder for et høyt artsmangfold av ender og andre våtmarksfugler. Eksempelvis kan dette være hegrer, fiskender, laksender og ulike måkearter som makrellterne. Disse artene lever blant annet av fisk og derfor befinner de seg høyt i næringskjeden. For ytterligere områdebeskrivelse, se avsnitt 5.1.

Undersøkelsene av jord, vann og biota på og rundt flyplassen, viser at det har foregått en spredning av PFAS fra de opprinnelige kildeområdene ved brannøvingsfeltene, til resipientene.

8.1.1 Terrestrisk miljø

I perioden 1978 til 2001 har øving med brannskum på brannøvingsfeltene ved Evenes lufthavn samlet bidratt med ca 1 890 kg PFOS. I perioden 2001 til 2005 var bidraget ca 180 kg PFAS (med hovedvekt fluortelomerer).

Det er beregnet at det totalt er i størrelsesorden 20-80 kg PFOS igjen i massene på brannøvingsfeltene (kildeområdene) i dag. Dette innebærer at resten av tilførselen av PFOS og PFAS er spredd til terrestrisk og akvatisk miljø i løpet en tidsperiode på ca. 40 år. Mesteparten av stoffene har blitt transportert ut i ferskvann og videre til Ofotfjorden. Årlig spres det nå samlet ca 1 kg PFAS fra Evenes lufthavnområde, og det er ventet at mengeden som spres ut i miljøet vil avta og at det kan ta flere hundre år før forurensingen er borte fra lufthavnområdet.

Ved det eldste brannøvingsfeltet (Felt B) strekker spredningen seg i retning nord-sør over minst 200 m, med PFOS-konsentrasjoner mellom ca. 500 og 1200 µg/kg i overflatelagene som inneholder mye torv. Tilsvarnde masser i overflatelagene ved det yngste feltet (A) inneholder mellom 600 og 2000 µg/kg PFAS. Felles for begge feltene er at mineralsk jord har lave verdier av PFAS. I dypere jordlag ved felt A (1,5 – 3 m) er det påvist betydelig høyere verdier med opp mot 20 mg/kg.

Gjennomsnittskonsentrasjonen ved interpolering av verdier i jordprøver fra henholdsvis BØF A (yngst) og B (eldst) er 620 µg/kg og 200 µg/kg. Det er i overflatelagene det er størst biologisk aktivitet, men røtter fra tre kan bidra til å trekke forurensing opp fra dypere jordlag til løvet som bidrar til strøfall og organisk matte som er næring for lave nivå i næringskjeden.

Det har ikke vært undersøkt terrestrisk biota i tilknytning til lufthavnområdet på Evenes, og terrestriske undersøkelser fra andre lufthavner benyttes derfor som støtte.

I jord ved Kristiansand lufthavn, Kjevik ble det funnet en gjennomsnittskonsentrasjon ved interpolering av de ulike prøvepunktene på 140 µg/kg ved BØF 1 og 100 µg/kg ved BØF 2. En prøve av meitemark ble tatt i ytterkant av kildeområdet og en prøve ble tatt utenfor det beregnede forurensede området ved BØF 2. Prøven av mark som ble tatt på grensen av

kildeområdet hadde konsentrasjon av PFAS på 385 µg/kg vv. Det foreligger ikke jordprøver fra det området marken ble samlet inn, slik at biomagnifisering ikke kan konstateres. Men, om det tas utgangspunkt i gjennomsnittskonsentrasjonen på 100 µg/kg i jord, gir det en biomagnifiseringsfaktor på 3,85. Prøven av mark som ble samlet utenfor området med forurensset jord hadde en konsentrasjon på 317,6 µg/kg vv. Med antatt lavere innhold av PFAS i jord i dette området kan trolig biomagnifiseringsfaktoren være langt høyere her enn 3,85. Om forutsetningene og antagelsene er riktige viser dette at det skjer en biomagnifisering i meitemark og at biota tar opp PFAS. Det ble også tatt prøver av løvtrær i tilknytning til BØF 2 på Kristiansand lufthavn. Ett av bjørketrærne det ble tatt prøver av hadde en konsentrasjon av PFAS i løvet på 181,8 µg/kg vv. Dette viser at også vegetasjonen tar opp betydelige mengder PFAS, og at det trolig skjer en biomagnifisering. Et viktig moment er at en god del av de påviste PFAS i løvet fra trærne, trolig er tatt opp fra grunnvannet via rotsystemet. Beregnede gjennomsnittskonsentrasjoner for jord fra det yngste brannøvingsfeltet, BØF A, ved Evenes er 620 µg/kg, og derved mer enn 6 ganger høyere enn gjennomsnittsverdien målt ved brannøvingsfeltet ved Kristinasand lufthavn. Det er mye bjørkeskog rundt Evenes lufthavn, og det er grunn til å anta at både vegetasjonen og jordlevende organismer som meitemark kan ha høyere verdier av PFAS enn det som ble funnet ved Kristiansand lufthavn.

I et skogsområde som ligger mellom Topdalselva og BØF 1/BØF 2 ved Kristiansand lufthavn, og som hovedsakelig ligger utenfor det som er definert som forurensset område ut fra jordprøver, ble det også tatt prøver av skogmus. Disse hadde høye konsentrasjoner av PFAS. Av 10 individer hadde 7 av skogmusene 100 µg/kg vv eller mer i leveren.

Det terrestre økosystemet rundt Evenes lufthavn er rikt og trolig finnes for eksempel en rekke musearter, rovfugl og andre fuglearter, rådyr og elg, oter og mink, som alle kan være mottakere av forurensingen via næringskjeden. I mink, som i stor grad lever av fisk, er det eksempelvis funnet opp til 5140 µg/kg vv av PFOS i lever. Det ble også funnet andre PFAS, men i mindre konsentrasjoner. Resultatene stammer fra en undersøkelse gjennomført i USA (Kannan *et al.*, 2002). De høyeste konsentrasjonene ble funnet i individer som ble samlet inn i tilknytning til urbaniserte og eller industrialiserte områder. I den samme undersøkelsen ble det funnet konsentrasjoner av PFOS i lever fra elvelevende oter som varierte mellom 25 til 994 µg/kg vv. Dette eksempelet viser at det er registrert høye verdier av PFOS hos dyr på høyt nivå i næringskjeden.

8.1.2 Ferskvann

Som nevnt finnes det en rekke innsjøer rundt Evenes lufthavn, som Kjerkvatnet, Langvatnet og Lavangsvatnet. I disse innsjøene finnes skrubbeflyndre og anadrome fiskearter som sjørøtt, sjørøye og laks. Trolig finnes også ål og trepigget stingsild, men dette er ikke bekreftet. Kjerkvatnet er også et område rikt på fugl hvor det eksempelvis hekker horndykker, enkeltbekkasin, grønnstilk og rødstilk. Kjerkvatnet er dessuten hekkeplass for flere andearter, trolig inkludert stjerntand (R), mens sangsvane raster her på høsten (Gaarder, 2004).

I Langvatnet og Lavangsvatnet er det registrert relativt lave konsentrasjoner av PFAS i de få vannprøvene som er tatt av de frie vannmassene i (ingen data foreligger for Kjerkvatnet og Ofotfjorden). Av biota finnes det kun prøver fra fisk. I fisk ble det funnet relativt høye konsentrasjoner av PFAS i muskelprøver og leverprøver i ørret fra Kjerkvatnet, røye og sjørøtt fra Lavangsvatnet og ørret og røye fra Langvatnet. I Tabell 8-1 er det gjengitt målte konsentrasjoner i muskelprøver, fordi disse har vært benyttet til indirekte å regne ut konsentrasjonen i hel fisk med en omregningsfaktor på 9,5. Siden hele individ er grunnlag for

videre utnytting av fiskeressursen oppover i næringskjeden er det i rapporten valgt å legge hel fisk til grunn for vurderingen av risiko for økosystemet.

I fisk som ble fanget i Strandvatnet, som er en referansestasjon, ble det funnet innhold av ulike PFAS (Tabell 8-1) dog i svært lave konsentrasjoner og godt under EQS_{biota}.

Konsentrasjonene i muskelvev fra sjøørret fra Strandvatnet var på samme nivå som for laks og sjøørret fra Tårstadelva. Dette kan tyde på at disse lave nivåene kan være et uttrykk for bakgrunnsverdiene i laksefisk for denne delen av Ofotfjorden.

I referanselokaliteten for røye, som var Skoddebergvatnet, er det ikke påvist PFAS i muskelvev hos røye som er analysert av ALS. Dette kan henge sammen med at deteksjonsgrensene for disse prøvene er høyere enn i analysene av fisk fra Strandvatnet, som er gjort av NILU.

I tillegg til muskelprøver ble det også analysert på prøver av lever og nyrer av et utvalg av fisken fra Kjerkvatnet. Analyseresultatene viser at det skjer en oppkonsentrering av PFAS i lever og nyre, sammenlignet med i fiskekjøtt. For røye og ørret er konsentrasjonen ca. 20 ganger høyere i leveren enn i kjøttet. Konsentrasjonen i nyrene er på samme nivå som i leveren. Benytter vi en omregningsfaktor på 9,5 mellom konsentrasjonen målt i muskel til å finne konsentrasjonen i hel fisk, slik som beskrevet i metodekapittelet (avsnitt 4.5.1), ser vi at konsentrasjonene av PFAS-forbindelser i hel fisk av ørret i Kjerkvatnet, røye og sjøørret i Lavangsvatnet og røye og ørret i Langvatnet ligger høyere enn grenseverdien for dårlig miljøtilstand på 91 µg PFAS/kg vv (Tabell 8-1).

Det understrekes imidlertid at omregningsfaktoren på 9,5 er utledet av analyseresultater av muskel og hel ørret fanget i innsjøen Leirin ved Fagernes lufthavn, og at resultatene utledet for fisken ved Evenes derfor er heftet med usikkerhet. Det framgår imidlertid at selv om omregningsfaktoren bare skulle være halvparten av 9,5, vil konsentrasjonen i hel fisk fortsatt ligge over 91 µg PFAS/kg våtvekt i prøvene med høye verdier, med unntak av røye fra Langvatnet, som da ender opp med en konsentrasjon på ca 70 µg PFAS/kg vv.

Det ble også påvist PFAS i muskel i tre skrubbeflyndrer fanget i Lavangsvatnet. Alle individene hadde konsentrasjoner som tilsa moderat miljøtilstand. Om det antas en omregningsfaktor på halvparten av 9,5, vil også disse fiskene ha et innhold som gjør at miljøkvaliteten der disse lever kommer i Kategori IV *Dårlig miljøtilstand* (Tabell 4-1).

Tabell 8-1. Ulike arter av laksefisk fanget i Kjerkvatnet, Lavangsvatnet, Langvatnet, Tårstadelva, Strandavatnet og Skoddebergvatnet i tilknytning til Evenes lufthavn, Harstad, og som det er analysert muskelprøver fra. Det er også gjort en omregning til konsentrasjonene av PFAS-forbindelser i hel fisk basert på en omregningsfaktor på 9,5. Bakgrunnen for dette er beskrevet i metodekapittelet.

Lokalitet	Art / antall	Gjennomsnittskonsentrasjoner av PFAS i muskel (µg PFAS/kg vv)	Omregningsfaktor	Beregnet konsentrasjon i hel fisk (µg PFAS/kg vv)
Kjerkvatnet	Ørret (11)	41,6	9,5	395,2
Lavangsvatnet	Røye (10)	37,2	9,5	353,4
Lavangsvatnet	Laks (5)	0,74	9,5	7,0
Lavangsvatnet	Sjøørret (8)	42,1	9,5	400,0
Langvatnet	Røye (10)	14,7	9,5	139,7
Langvatnet	Ørret (6)	20,5	9,5	194,8
Tårstadelva	Laks (5)	0,31	9,5	2,9
Tårstadelva	Sjøørret (5)	0,93	9,5	8,8
Strandvatnet (ref.)	Sjøørret (3)	0,76	9,5	7,2
Skoddebergvatnet (ref.)	Røye (10)	ND	9,5	-

8.1.3 Marint miljø

I marint miljø ble det samlet inn prøver i sjøen utenfor Tårstadosen, syd for Evenes lufthavn. På landsiden er Tårstadosen karakterisert som nasjonalt verneverdig, både som typeområde og spesialområde. Lokaliteten inngår også i et naturreservat, vernet hovedsakelig ut fra funksjonen for våtmarksfugl. Dette tilsier at lokaliteten skal ha verdi svært viktig (A).

Området i sjøen, der det ble gjort innsamling av biota, er langgrunt. Av strandbiota ble det analysert på børstemark, strandkrabbe, tanglopper og blåskjell. I alle artsgruppene ble det gjort funn av PFAS-forbindelser. Av disse artene befinner blåskjell seg på det laveste trofiske nivået, fulgt av børstemark. Blåskjell lever av å filtrere vannmassene for plankton og partikler, mens børstemarken spiser organisk materiale i sandbunnen der den lever. Blåskjell hadde da også de laveste verdiene av PFAS på 2,2 µg PFAS/kg vv, og er trolig lite påvirket av forurensingen. I børstemarken lå verdiene på 11,3 µg PFAS/kg vv, noe som indikerer *moderat miljøtilstand* (Tabell 4-1). Tanglopper og strandkrabber hadde også konsentrasjoner (henholdsvis 10 og 20 µg PFAS/kg vv) som også angir *moderat miljøtilstand*. Disse artene ligger på et høyere trofisk nivå enn blåskjell og børstemark fordi de gjerne spiser andre, ofte døde dyr.

Av organismer på et høyere trofisk nivå ble det utenfor Tårstadosen/Stunesosen samlet inn og analysert muskel og lever av samme individ av kveite (3), rødspette (4), lomre (1), skrubbe (1) og torsk (9). Av de i alt 18 individene hadde 13 individer konsentrasjoner av PFAS i muskelen lavere enn 9,1 µg PFAS/kg vv, mens resten hadde verdier mellom 9,2 og 27,9 µg PFAS/kg vv. Høyeste verdier ble funnet i torsk og kveite. Ser vi på leverprøvene hos torsk, lå konsentrasjonene i snitt 9,2 ganger høyere enn i muskel, hvorav tre individer hadde verdier > 91,3 µg PFAS/kg vv. Hos kveite og rødspette lå leverkonsentrasjonene i gjennomsnitt henholdsvis 5,9 og 3,3 ganger høyere enn i muskel. Det foreligger ikke data fra noen marin referansestasjon fra området rundt Evenes, men i 2012 ble det blant annet samlet inn torsk nord for Ramberg på Moskenesøya i Lofoten, i et antatt upåvirket område (Harju et al., 2013). I leveren på denne torsken var konsentrasjonen av PFAS 1,89 µg PFAS / kg vv. Funnene fra Lofoten indikerer at også torsk langt fra forurensingskilder har innhold av PFAS. Dette nivået i lever er likevel svært lavt i forhold til de verdiene som er påvist for flere av torskene fra

Tårstadosen/Stunesosen. At det er relativt stor variasjon på innhold av PFAS i torsk fra Tårstadosen/Stunesosen kan henge sammen med hvor lenge fisken har oppholdt seg i området. Altså at torsk som nylig har kommet til Tårstad/Stunesområdet har mindre PFAS enn fisk som har vært i området en tid.

Fordi det ikke er analysert på konsentrasjoner i hel fisk er det vanskelig å si noe om hvor høye disse verdiene ville vært. I ørret var det et forholdstall på ca. 20 mellom verdiene i muskel og lever og et antatt forholdstall på 9,5 mellom muskel og hel fisk. I marin fisk ligger forholdstallet mellom muskel og lever lavere enn hos ørret som lever i ferskvann. Trolig ligger derfor også forholdstallet mellom muskel og hel fisk i marint miljø lavere enn det vi finner i ferskvannsfisk. Vi kan derfor bare konkludere på bakgrunn av konsentrasjonene i muskel og lever, som tilsier en *moderat miljøtilstand* for resipienten utenfor Tårstadosen og Stunesosen.

Med foreliggende konsentrasjonsnivå av PFAS, og med utgangspunkt i internasjonal litteratur er det ikke grunnlag for å fastslå at forurensingen av PFAS fra Evenes lufthavn potensielt kan gi uheldige økologiske konsekvenser, men en kan heller ikke utelukke dette.

8.2 Matbiota og risiko

Området rundt Evenes er et ettertraktet friluftsområde og det utøves sportsfiske, matfiske og noe kommersielt fiske, både i saltvann og ferskvann. Mattilsynet har innført råd om konsum (sjømatadvarsler) i deler av nærområdet til Evenes lufthavn, spesielt hva gjelder taskekrabbe (pga. kadmium), samt noe fisk og muslinger (pga. PCB og metaller). Mattilsynet har sendt ut en generell advarsel som gjelder; «... om ikke å spise lever fra fisk ved selvfangst, langs hele kysten inkl. ferskvann.» (Mattilsynet 2015, vedlegg 6).

I Tårstadelva, Lavangsvatnet og Langvatnet fiskes det sjørøret, laks og sjørøye. Det er registrert svært varierende årsfangster av både laks, sjørøret og sjørøye, og fangsten av laks virker å være nedadgående (<http://taarstad.org/fangst.php>). I Kjerkvatnet er det registrert ørret og skrubbe.

Det er funnet PFAS i alle prøvene av fisk som er tatt i ferskvann og sjøen ved Evenes lufthavn, med unntak av i én torsk (se Vedlegg 5 Oversiktskart matbiota). Det ble også funnet PFAS i alle artene av strandbiota som ble analysert. Mat fra terrestrisk biota som jaktbart vilt og husdyr inngår ikke i denne undersøkelsen.

Av artene som ble fanget i ferskvann og som ble analysert benyttes følgende til human konsum: ørret, røye, laks og muligens skrubbe. I lever og nyre er konsentrasjonene til dels svært høye (40-1520 µg PFAS/kg vv). Lever og nyre av ørret, laks og røye benyttes neppe til menneskemat, og vurderes ikke videre i denne risikovurderingen.

I referansestasjonene Strandvatnet og Skoddebergvatnet ble det henholdsvis fanget ørret og røye med lave gjennomsnittskonsentrasjoner av PFAS i muskel (0,7 og < 1 µg /kg vv) (Tabell 8-2). Dette er langt lavere enn grensen for god vannkvalitet som er 9,1 µg PFOS/kg vv, og som er satt av Miljødirektoratet i vannforskriften og av EU i Vanndirektivet. 9,1 µg/kg vv er 10 % av tolerabelt daglig inntak av PFOS (TDI).

Også i muskel av laks og ørret fanget i Tårstadelva og i laks fanget i Lavangsvatnet var gjennomsnittskonsentrasjonen av PFAS i muskel lav, henholdsvis 0,31, 0,93 og 0,74 µg/kg vv og følgelig lavere enn grensen for god vannkvalitet.

I muskel av ørret, røye og skrubbe fanget i Lavangsvatnet, ørret og røye fra Langvatnet og ørret og skrubbe fanget i Kjerkvatnet lå alle gjennomsnittskonsentrasjonene av PFAS høyere enn

grensen for god vannkvalitet (9,1 µg/kg vv) (Tabell 8-2). Konsentrasjonene varierte fra 17,4 µg/kg vv (røye fra Langvatnet) til 42,1 µg/kg vv (ørret fra Lavangsvatnet)

I fisk og skalldyr fanget i saltvann i Tåstad- Stunesosen utenfor flyhavna og som ble analysert benyttes følgende til human konsum: lomre, rødspette, skrubbe, kveite, torsk og blåskjell.

I muskel av torsk, lomre og rødspette samt i blåskjell var gjennomsnittskonsentrasjonen av PFAS forholdsvis lav, henholdsvis 7,73, 2, 2,5 og 2,2 µg/kg vv, og følgelig lavere enn grensen for god vannkvalitet. I muskel av kveite og skrubbe lå gjennomsnittskonsentrasjonene av PFAS i muskel like over grensen for god vannkvalitet (Tabell 8-2) (henholdsvis 9,2 og 13,5 µg/kg vv). De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av PFAS som ble påvist i muskel av fisk fanget i marint miljø lå dermed en god del lavere enn i de fleste fiskeartene som ble fanget i ferskvann.

I torskelever ble det imidlertid påvist høyere gjennomsnittskonsentrasjon enn i muskel av fisk (49,9 µg/kg vv). Disse verdiene er oversendt fra Avinor til Mattilsynet, men er ikke vurdert mot mattrygghet da Mattilsynet har utstedt en generell advarsel mot inntak av lever fra kystnære strøk langs hele kysten.

Inntak av fisk og skalldyr, særlig ferskvannsfisk og skalldyr, er imidlertid noe sesongbetont. Om sommeren og tidlig høst har de fleste et høyere inntak av fiskefilet og skalldyr enn resten av året, slik at et noe forhøyet inntak i den perioden jevner seg ut med et lavere inntak resten av året (Mattilsynet 2013)

Datagrunnlaget er ikke stort og det er relativt stor variasjon i konsentrasjonen av PFAS fra fisk til fisk og mellom arter. Det er med andre ord en usikkerhet i materialet som kommer fram i avvikene som er oppgitt i datatabellene i avsnitt 6.6. Rapporten gir således ikke et fasitsvar, men resultatene synes å gi brukbar indikasjon på forholdene.

Tabell 8-2. Gjennomsnitt PFAS innhold i matbiota representert ved ulike fiskearter og blåskjell fra området rundt Evenes lufthavn (prøvene er samlet inn i 2013).

Lokalitet	Art / prøve-type	Gj.snitt PFAS, µg/kg vv i fiskekjøtt	Kommentar
Strandvatnet	Ørret muskel	0,76	Referansestasjon ferskvann
Skoddebergvatnet	Røye muskel	<1,0	Referansestasjon ferskvann
Tårstadelva	Laks muskel	0,31	Ferskvann
	Ørret muskel	0,93	
Lavangsvatnet	Laks muskel	0,74	
	Ørret muskel	42,1	
	Røye muskel	37,2	
	Skrubbe muskel	23,2	
Langvatnet	Ørret muskel	20,5	
	Røye muskel	14,7	
Kjerkvatnet	Ørret muskel	41,5	
	Skrubbe muskel	34,2	

Tårstad-/ Stunesosen	Torsk, muskel	7,73	Marint miljø
	Kveite muskel	9,2	
	Rødspette muskel	2,5	
	Lomre muskel	2	
	Skrubbe muskel	13,5	
	Blåskjell blandprøve hele individer	2,2	

8.2.1 Mattrygghet

Avinor har anmodet Mattilsynet om vurdering av analyseresultatene presentert i denne rapporten opp mot mattrygghet. Mattilsynet skriver blant annet (Mattilsynet 2015, vedlegg 6):

«Ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes er det analysert prøver av ørret, røye laks, torsk, kveite, skrubbe/rødspette og litt blåskjell. Undersøkelsene er utført på fisk fra flere fiskevann rundt og i umiddelbar nærhet til flyplassen: Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet, Tårstadelva, Tårstad-/Stunesosen og Kjerkvatnvika. Undersøkelsen viser stor forurensing av PFAS-forbindelser og da særlig PFOS til biota, men all den tid TDI/TWI ikke blir overskredet gir Mattilsynet ikke advarsel for inntak av fiskefilet (ferskvann/sjø) fra området.

Analyseresultatene viser svært varierende resultater. Høyeste gjennomsnittsverdi er analysert av PFOS i fisk er fra Kjerkvatne 41,55 µg/kg våt vekt. Det gir her et maksimalt inntak med normal kost i en uke på 38,86 µg PFOS. Laks og sjørret fra Tårstadelva viser lave verdier av PFOS med 0,78 µg/kg våt vekt, og som gir ukeinntak for et voksent menneske på 2,83 µg.»

På bakgrunn av analyseresultater av PFAS-forbindelser i fisk/skalldyr presentert i denne rapporten konkluderer Mattilsynet som følger:

Det er «ikke behov for advarsel (kostholdsråd) for fiskefilet, for fritidsfiskere/sankere i fiskevann/elver/sjøen nær og rundt flyplassen på Evenes, på grunn av PFAS-forbindelser».

8.2.2 Andre undersøkelser

NILU har gjennomført en undersøkelse av 7 Avinor-ansatte ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes (NILU, 2014). Undersøkelsen viste at disse ansatte ikke hadde høyere konsentrasjoner av PFAS i blod enn den norske befolkningen generelt, og at det ikke var noen sammenheng mellom inntak av lokal fisk og PFAS konsentrasjoner.

Senter for samisk helseforskning ved UiT Norges arktiske universitet har gjennomført et delprosjekt under den store Helse- og livsstilsundersøkelsen SAMINOR 2 i Evenes og Skånland kommune høsten 2012. Her er blodprøver fra 59 personer som i løpet av siste året hadde spist fisk fra de aktuelle vannene rundt Evenes lufthavn analysert bl.a for PFOS. Undersøkelsen hadde med en kontrollgruppe på 15 personer som ikke hadde spist fisk fra dette området de siste 5 år. Resultatene viser at de som siste året har spist mest fisk har de høyeste konsentrasjonene av PFOS i blodet, men gjennomsnittsverdiene i denne gruppen ligger rundt samme nivå som det som ble funnet i befolkningen i Nord-Norge for 6-8 år siden (pers. med. postdoktor Solrunn Hansen).

9 Oppsummering

Denne rapporten bygger på data fra tidligere undersøkelser ved Evenes lufthavn som omhandler registrering av PFAS forurensing i jord og vann. I tillegg er det presentert nye data fra 2012 til 2014, som består av biotaprøver i ferskvann og fra marint område supplert med nye vannprøver og vurderinger av spredningsforløp og restmengder av PFAS.

Arbeidet er gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom Norconsult og Sweco Norge. I denne rapporten har Norconsult hatt ansvar for sammenstilling og bearbeiding av data knyttet til PFAS-forurensning i vann og jord, og for beregning av restmengder og spredning av forurensingene. Sweco Norge har ansvar for aspekter rundt biotadelen i prosjektet, som også omfatter risiko for menneske ved inntak av sjømat og for vurdering av konsekvenser for økosystemene. Vurdering av mattrygghet er i varetatt av Mattilsynet.

9.1 Jord og vann

For området sentralt på det yngste brannøvingsfeltet, BØF A, og myrområdet nedstrøms er det estimert rest av PFOS på ca. 50 ± 30 kg, av de totalt 1 670 kg som ble benyttet her. Det er videre beregnet at det vil lekke ut ca. 560 g PFOS per år, og at det vil ta mellom 40 til 140 år før all PFOS har lekket ut

Ved det eldste feltet, BØF B, ble det benyttet ca. 220 kg ren PFOS. Masser fra dette feltet har blitt omdisponert andre steder på flyplassen, men trolig hovedsakelig på østsiden av flyplassen og under taksebane. Beregnet restmengde PFOS for kun BØF B er 2 ± 1 kg. Det er beregnet å ta mellom 200 og 600 år før all PFOS har lekket ut fra BØF B. For hele østsiden av flyplassen (inkludert BØF B) er det estimert en rest PFOS på 20 ± 10 kg. Den årlige utlekkingen av PFOS fra området øst for rullebanen er estimert til ca. 40 g/år.

Analyseresultatene fra vassdraget Langvatnet – Lavangsvatnet – Tårstadosen tilsier at det transporteres lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS fra det yngste brannøvingsfeltet, og at forurensningen kommer til uttrykk i vannmassene langs strandkanten rett ved brannøvingsfeltet. Konsentrasjonene ligger mellom 20 - 100 ng/L, med de høyeste konsentrasjonene utenfor det yngste brannøvingsfeltet.

Kjerkvatnet ligger sør for lufthavnen og undersøkelsen viser at vannet mottar PFAS-holdig avrenning både fra Avinors og Forsvarets aktiviteter. Konsentrasjonen av PFAS ligger <100 ng/L i utløpsvannet fra Kjerkvatnet.

Oppsummert mottar Ofotfjorden PFOS/PFAS-forurensset vann via elvene Tårstadosen og Stunesosen. I begge elver ligger påvist PFAS-konsentrasjon på godt under 100 ng/L. Vannføringen i Tårstadosen er vesentlig høyere enn i Stunesosen. Totalbelastningen av forurensningen fra Tårstadosen blir dermed høyere. PFAS-forurensningen fra Tårstadosen inneholder hovedsakelig PFOS. Andre PFAS kommer noe mer til uttrykk i avrenningen fra Stunesosen.

Årlig utlekking fra hele lufthavnen totalt til Ofotfjorden er estimert til ca. 1 kg/år.

9.2 Mattrygghet

Mattilsynet har gått gjennom data fra fisk fanget i 2013 og konkluderer med at mattryggheten ved Evenes er ivaretatt. På bakgrunn av fremlagte analyser fra 2013 er det ikke grunnlag for

kostholdsråd for ferskvannsfisk eller sjømat på grunn av innhold av PFOS ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes (Mattilsynet 2013 og 2015, vedlegg 6).

9.3 Økosystem og risiko

Miljøtilstanden i naturmiljøet rundt brannøvingsfeltene er med bakgrunn i analyseresultatene av biota fra innsjøene klassifisert til kategori IV, som er *dårlig miljøtilstand* (Tabell 4-1). Det er grunn til å anta at dette også gjelder for det terrestre miljøet på og ved brannøvingsfeltene. I marint område utenfor Stunesosen og Tårstadosen er tilstanden bedre, med kategori III, som betyr *moderat miljøtilstand*. Hvilke effekter de påviste konsentrasjonene i fisk og strandbiota kan ha på organismene som lever i økosystemene, er vanskelig å gi et godt svar på. Utfordringen er at slike effekter er vanskelig å påvise. Det er kjent fra internasjonal litteratur at ulike arter både av planter og dyr viser skader ved påvirkning av høye konsentrasjoner av PFAS, men det er ikke funnet dokumentasjon i litteraturen på at de konsentrasjonene som er målt i biota ved Evenes lufthavn sannsynliggjør at det kan oppstå konsekvenser av økologisk eller individuell karakter for tilstedeværende arter. Det er imidlertid sannsynlig at det skjer en magnifisering av PFAS i biota, også i det terrestre miljøet rundt brannøvingsfeltene, slik det synes å være tilfelle i de tilgrensende innsjøene og i det marine miljøet utenfor Tårstadosen og Stunesosen. Det er også trolig at organismer som befinner seg på et høyere trofisk nivå enn de som er undersøkt i denne undersøkelsen, kan inneholde høyere konsentrasjoner av PFAS enn de som er målt i fisk og strandbiota. Dette gjelder for eksempel fiskespisende fugl, rovfugl, rev og oter, dersom de tar sin føde fra dette området. Det foreligger ikke data som kan bekrefte eller avkrefte en slik antagelse.

I forhold til Avinor sin målsetning om å ivareta god vannkvalitet (9,1 µg PFAS/kg vv) viser innsamlede data til dels langt høyere verdier i biota enn denne normen. Utfordringer i forhold til å beskrive fremtidig utvikling av PFAS i økosystemene rundt Evenes er noe usikkerhet rundt lokaliseringen av forurensningen, noe usikkerhet rundt mengde PFAS som ligger igjen i lufthavnområdet og likeledes usikkerhet rundt spredningsveier inn i økosystemene. I Kap. 7 er det konkludert med at den årlige spredningsmengden er avtagende, og at det vil ta lang tid før spredningen opphører helt (flere hundre år). Med et slikt utgangspunkt er det over tid grunn til å forvente avtagende innhold av PFAS i fisk og andre arter som tar opp disse forbindelsene.

I tillegg til PFAS, som kommer fra aktivitet på lufthavnen, er det også andre mulige kilder til PFAS i området. Forsvaret har aktivitet rett øst for terminalområdet til lufthavnen. I tillegg er det to avløpsanlegg i området: *Lufthavnområdet* i Evenesvika (rett øst for Stunesosen), *Tårstad* rett vest for Tårstadosen, samt *Bogen* med utslipp rett ved utløpet fra Strandvatnet (www.miljostatus.no/kart).

Erfaring fra denne undersøkelsen viser at lokalt tilpassede biotaprøver synes egnet til å bidra i sporing av PFAS-forurensning, og likeså er de egnet til å dokumentere forurensningstilstand og utvikling i lokale økosystem over tid.

Med foreliggende konsentrasjonsnivå av PFAS målt i biota, og med utgangspunkt i internasjonal litteratur, er det ikke grunnlag for å fastslå at forurensningen av PFAS fra Evenes lufthavn gir uheldige økologiske konsekvenser, men det kan heller ikke utelukkes.

9.4 Nøkkelpunkter

Restmengder jord/spredning:

Det har totalt blitt spredd 1 890 kg PFOS og 180 kg PFAS på brannøvingsfeltene, og det er beregnet at det ligger igjen 20-80 kg PFOS i dag.

Det er igjen en aktiv spredning fra grunnforurensning ved brannøvingsfelt og andre kjente kilder i størrelsesorden 1 kg PFOS per år. Det er sannsynlig at den årlige spredningsmengden er avtagende, og at det vil ta lang tid før spredningen opphører helt (flere hundre år).

Mattrygghet

På bakgrunn av fremlagte analyser fra 2013 er det ikke grunnlag for advarsel/kostholdsråd for ferskvannsfisk eller sjømat på grunn av innhold av PFOS ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Mattryggheten er ivaretatt (Mattilsynet 2013 og 2015, vedlegg 6).

Vannkvalitet og vannforskriften

Vannforskriftens grenser for god vannkvalitet er beskrevet ved et maksimalt innhold på 9,1 µg PFOS/kg våtvekt i akvatisk biota. Avinor setter grensen til 9,1 µg PFAS/kg våtvekt. Denne grensen er overskredet for ørret, røye og skrubbe i Kjerkvatnet, Langvatnet og Lavangsvatnet og for flere arter i marint miljø. I beregnet konsentrasjon i hel ørret og røye i ferskvann lå konsentrasjonene til dels mye høyere enn grenseverdien på 91,3 µg/kg vv som tilsvarer kategori IV *dårlig miljøtilstand*. Det foreligger ikke prøver av hel fisk fra marint område, men konsentrasjonene av PFAS i lever lå mellom 3,3 og 9,2 ganger høyere enn i muskelprøvene hos torsk, kveite og rødspette. Det kan derfor ikke utelukkes at flere fiskearter inneholder konsentrasjoner av PFAS i hel fisk som indikerer kategori III *moderat miljøtilstand*, slik også børstemark, strandkarabbe og blåskjell viser. Det er grunn til å anta at dette også kan gjelde for det terrestre miljøet på og ved brannøvingsfeltene.

Dette betyr at målet til Avinor er å arbeide for å redusere PFAS-nivåene over tid slik at miljøet rundt flyplassen oppnår status; *god vannkvalitet*.

Risiko for økosystem:

Med foreliggende konsentrasjonsnivå av PFAS målt i biota, og med utgangspunkt i internasjonal litteratur, er det ikke grunnlag for å fastslå at forurensingen av PFAS fra Evenes lufthavn gir uheldige økologiske konsekvenser, men det kan heller ikke utelukkes.

10 Referanser

- Andersson, S., Persson, M., Moksnes, P O., Baden, S. (2009). The role of the amphipod *Gammarus locusta* as a grazer on macroalgae in Swedish seagrass meadows. *Mar Biol* (2009) 156:969–981.
- ATSDR (2009). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Draft toxicological profile for perfluoroalkyls. U.S. department of health and human services Public Health Service. Report 404 pp.
- Aquateam, 2011. Forslag til normverdier og helsebaserte tilstandsklasser for perfluorerte organiske forbindelser i forurenset grunn. Aquateam rapport 11-004.
- Beach SA, Newsted JL, Coady K, Giesy JP (2006). Ecotoxicological evaluation of perfluorooctanesulfonate (PFOS). *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 186: 133–174.
- Borg, D., and Håkansson, H. (2012). Environmental and health risk assessment of perfluoroalkylated and Polyfluoroalkylated Substances (PFASs) in Sweden. Naturvårdsverket Rapport 6513. ISBN 978-91-620-6513-3.
- Dr. Sthamer (2014), skriftlig korrespondanse, Hamburg (<http://www.sthamer.com>).
- EPA (2009). Provisional Health Advisories for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS). 5 p.
- European Food Safety Authority (2008). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts, *The EFSA Journal* (2008). Journal number, 653, 1-131.
- European Food Safety Authority (2012). Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure. *EFSA Journal* 2012; 10(6):2743. [55 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2743.
- Gaarder, G. 2005 Biologisk mangfold på Evenes flyplass, Evenes kommune, Nordland. BM-rapport nr. 68 (2004). 61 s.
- Giesy, JP, Kannan, K. (2001) Global Distribution of Perfluorooctane Sulfonate in Wildlife. *Environ. Sci. Technol.* 2001, **35**, 1339 – 1342.
- Glynn, A, Cantillana, T, Bjerno, H. (2013). Riskvurdering av perfluorerende alkylsyror i livsmedel och dricksvatten. Rapport 11-2013. Livsmedelsverket, Sverige. 73 s.
- Grandjean, P., Budtz-Jørgensen (2013). Immunotoxicity of perfluorinated alkylates: calculation of benchmark doses based on serum concentrations in children. *Environmental Health* 2013 (online: <http://www.ehjournal.net>), **12**:35, 7 p.
- Harju, M., Herzke, D and Kaasa, H. (2013). Perfluorinated alkylated substances (PFAS), brominated flame retardants (BFR) and chlorinated paraffins (CP) in Norwegian Environment - Screening 2013. NILU / Miljødirektoratet Rapport 106 s. M 40-2013.
- Haug LS (2012). Hvordan eksponeres vi for PFOS og PFOA og hva er mulig konsekvens/toleranse. Innlegg på fagtreff i Vannforeningen 29.10.2012.
- Haug LS, Salihovic S, Jogsten IE, Thomsen C, van Bavel B, Lindström G, et al. (2010). Levels in food and beverages and daily intake of perfluorinated compounds in Norway. *Chemosphere* 2010a; 80:1137–43.
- Haukås, M., Berger, U., Hop, H., Gulliksen, B, and Gabrielsen, G.W (2007). Bioaccumulation of per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) in selected species from the Barents Sea food web. 2007. *Environ Pollut.* 148(1):360-71.

- Hellstad, S., Holth, T.F., Villanger, G.D., Johanson, S.M., Hylland, K. (2015). Bioconcentrations and effects on gene expression of per- and polyfluorinated compounds on brown trout (*Salmo trutta*). Poster. Dept. of Biosciences, University of Oslo. 1 p.
- Jeon J, Kannan K, Lim HK, Moon HB, Kim SD (2010). Bioconcentration of perfluorinated compounds in blackrock fish, *Sebastes schlegeli*, at different salinity levels. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol.29, issue 11. 2529-2535. November 2010.
- Johanson, S.M., Holth, T.F., Villanger, G.D., Hellstad, S., Hylland, K. (2015). Bioconcentration and effects of poly- and perfluorinated compounds in Brown Trout (*Salmo trutta*). Poster. Dept. of Biosciences, University of Oslo. 1 p.
- Kallenborn, R., Berger, U. and Järnberg, U. (2004). Perfluorinated alkylated substances (PFAS) in the Nordic environment. Tema Nord 552:107.
- Kannan K, Newsted J, Halbrook RS, Giesy JP. (2002). Perfluorooctanesulfonate and related fluorinated hydrocarbons in mink and river otters from the United States. Environmental Science & Technology 36:2566-2571.
- Kerstner-Wood C, Coward L, Gorman G. (2003). Protein Binding of perfluorobutane sulfonate, perfluorohexanesulfonate, perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoate to plasma (human, rat, monkey), and various human derived plasma protein fractions. Southern Research Corporation, Study 9921.7. USEPA Administrative Record AR-226.
- KLIF (2012). Bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota. Rapport. TA-3001. 105 s.
- KLIF (2013). Miljøgifter i fisk og zooplankton i Mjøsa, 2012. TA 3028/2013.
- Lee, H, De Silva, AO, Mabury, SA. (2012). Dietary Bioaccumulation of Perfluorophosphonates and Perfluorophosphinates in Juvenile Rainbow Trout: Evidence of Metabolism of Perfluorophosphinates. Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 3489 – 3497.
- Livsmedelsverket, 2014a. Intagsberäkningar som underlag för framtagande av hälsobaserad åtgärdsgräns för perfluorerade alkylsyror (PFAA) i dricksvatten. Vetenskapligt underlag. 2014-02-13. 12 s.
- Livsmedelsverket, 2014b. Risker vid förorening av dricksvatten med PFAA. Riskhanteringsrapport. 2014-03-12. 6s.
- Loi, E.I.H., Yeung, L.Y., Taniyasu, S., Lam, P. K. S., Kannan, K. and Yamashita, N. (2011). Trophic Magnification of Poly- and Perfluorinated Compounds in a Subtropical Food Web. Environ. Sci. Technol. 2011, 45, 5506–5513
- Løland, B. (2014). Fate and Transport of PFCs in a Peat Bog Environment, Master Thesis, Department of Geosciences, University of Oslo
- Martin, J.W., Mabury, S.A., Solomon, K.R., and Muir, D.C.G. (2003). Bioconcentration and tissue distribution of perfluorinated acids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Environmental Toxicology and Chemistry. 22: 196-204.
- Mattilsynet (2013). Vurdering av PFOS (PFC) i fisk og vann i nærområdet til Avinors flyplasser. Brev datert 31.07.2013. Referanse: 2013/99423.
- Mattilsynet (2015). Vurdering av innholdet av PFAS i fisk og vann i fiskevann rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Brev datert 09.04.2015. Referanse: 2015/44730.
- Miljødirektoratet (2014). <http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2014/Januar-2014/Reduserer-miljogift-utslipp-fra-avfallsbehandling/>
- NILU (2014). Undersøkelser av Avinor ansatte ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Evaluering av resultater. 10 s.

Noorlander, C. W., van Leeuwen, S. P. J., te Biesebeek, J. D., Mengelers, M. J. B., & Zeilmaker, M. J. (2011). Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in The Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(13), 7496–7505.

Norström, K., Viktor, T., Cousins, AP., Benil, C. (2013). Årsrapport 2012 för prosjektet RE-PATH. Mätningar av PFAS o närområdet til Göteborg Landvetter Airport och Stockholm Arlanda Airport.

Oug (2011). Guide to identification of Lumbrineridae (Polychaeta) in Norwegian and adjacent waters. Norwegian Polychaete Forum Guides. 22 p.

Pethon, P. (1985). Aschehougs store fiskebok. 447 s (ISBN 13 9788203110146).

Regjeringen (2007). Begrensningsdirektivet – PFOS.

<https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/begrensningsdirektivet---pfos/id523580/>

Rylander, C., Duong, T. P., Odland, J. O., and Sandanger, T. M. (2009). Perfluorinated compounds in delivering women from south central Vietnam. *J. Environ. Monit.* 11:2002–2008.

Schultz MM, Barofsky DF, Field JA. (2003). Fluorinated Alkyl Surfactants. *Environmental Engineering Science* 20(5):15.

SFT (1999). Veiledning 99:01. Risikovurdering av forurensset grunn. TA1629/99. 103 s.

Stahl, T., Heyn, J., Thiele, H., Huther, J., Failing, K., Georgii, S., and Brunn, H. (2009). Carryover of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) from soil to plants. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 57:289–298.

Stubberud, H. (2006). Økotoksikologiske effekter av PFOS, PFOA og 6:2 FTS på meitemark (*Eisenia fetida*) (TA-2212/2006), SFT

Sweco (2013). Miljøprosjektet DP 2. Miljøtekniske grunnundersøkelser – Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Rapport 168180-280-1, rev.1.

Sweco, 2015a. Fagernes lufthavn, Leirin. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. In prep.

Sweco, 2015b. Kristiansand lufthavn, Kjevik. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. In prep.

van Asselt ED, Rietra RPJJ, Romkens PFAM, Fels-Klerx HJ (2011). Perfluorooctane sulphonate (PFOS) throughout the food production chain. *Food Chem* 128:1–6.

van Asselt ED, Kowalczyk J., van Eijkeren JCH, Zeilmaker MJ, Ehlers S., Fürst P., Lahrssen-Wiederholt M-, van der Fels-Klerx HJ. (2013). Transfer of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) from contaminated feed to dairy milk. *Food Chemistry* 141 (2013), 1489–1495.

Yolanda Picó, Y., Farré, M., Llorca, M. and Barceló, D. (2011). Perfluorinated Compounds in Food: A Global Perspective, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51:7, 605-625, DOI: [10.1080/10408391003721727](https://doi.org/10.1080/10408391003721727)

Xu, J., Chang-Sheng, G., Zhang, Y. and Meng, W. (2014). Bioaccumulation and trophic transfer of perfluorinated compounds in a eutrophic freshwater food web. *Environmental Pollution* 184 (2014) 254e261

Internett

Livsmedelverket: www.slv.se

Miljøstatus: www.miljostatus.no/kart

Naturbase: <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00000143&srid=32633>

Tårstadvassdraget: <http://taarstad.org/fangst.php>

Vedlegg 1 Undersøkte arter

Ved valg av arter, har det vært viktig å finne arter som dekker ulike trinn i næringskjeden, arter som har både kort og lang livssyklus, samt både stasjonære og vandrende arter. I valg av arter, har det også vært fokus på om disse er spiselige organismer for mennesker.

Fangsttinningsplanen var avgrenset i tid, og det ble dermed behov for å gjøre tilpasninger i artsutvalget i forhold til fangstene som naturlig varierer med biotoper og årstider. Artsutvalget varierer således noe fra stasjon til stasjon, og en måtte gjøre et valg av arter i henhold til målet om å speile situasjonen i næringskjeden så godt som mulig, samtidig som en søkte å skaffe et grunnlag for å gjøre statistiske vurderinger av materialet i etterkant.

Artene det er hentet prøver fra er omtalt nedenfor.

Ørret (*Salmo trutta*). Ørret (se Figur 1) er vanlig i hele Norge både i ferskvann og i saltvann. I havet er den ofte kystnær, og man finner den i nær sagt alle vassdrag og innsjøer i innlandet. I ferskvann lever ørreten av insekter, bunndyr, dyreplankton og småfisk. Hvis den når en viss lengde kan den gå over på fiskediett. I havet vil dietten være mer variert, men ved en viss lengde vil den ernære seg for det meste av fisk. Gytealder spenner fra 2 til 10 år og den gyter for det meste på rennende vann om høsten. Store ørret kan vandre over store områder. Sjørørreten vandrer ut som smolt fra sin barndoms elv og spiser seg stor i havet for å vandre tilbake å gyte i elva den ble født i (Jonsson, B. and Semb-Johansson, A., 1992; Pethon, 1985).



Figur 1. Ørreten er vanlig i hele Norge, både i ferskvann og i saltvann. Foto: Finn R. Gravem

Røye (*Salvelinus alpinus*) er vanlig i hele Norge. Røye forekommer i Norge i to hovedtyper; ferskvanns-, og sjørøye. Ferskvannsrøye lever hele sitt liv i ferskvann og finnes i alle landsdeler. Sjørøye vandrer mellom ferskvann og sjøen, og finnes fra Nord-Trøndelag og nordover. Sjørøya vandrer til havs på våren, og kommer tilbake for å overvintre i ferskvann etter 4–6 uker i fjordene eller nær kysten. Sjørøya er også tallrik på Svalbard og Grønland. I mange innsjølokalteter forekommer ferskvannsrøya i flere morfologisk ulike delbestander (former, morfotyper). Ofte finnes da en særlig småvokst form med store øyne, dypvannsrøye eller dvergrye, sammen med den vanlige formen (normalrøye). Unntak finnes imidlertid; «Gautefisken» i Tinnsjø er en større dypvannsform, og det samme er Randsfjordens kolmunn, som kan bli rundt 10 kg.

Den viktigste næringen for røye i ferskvann er krepsdyr, fjørmyggglarver, dyreplankton, bløtdyr og fisk.

Laks (*Salmo salar*) er vanlig i hele Norge. Hannlaks kan bli opptil 150 cm og 40 kg, mens hunnlaks blir opptil 120 cm og 20 kg. Arten er i hovedsak anadrom, og oppveksten varer fra fra 2-5 år i elv og 1- 3 år i sjøen før den returnerer for å gyte. Noen laksehanner forblir hele livet i elva der de gjennomfører en alternativ livsstrategi og kan kjønnsmodnes allerede som «dverghanner» eller «snikere» på 3 år. I Norge finnes det også to ferskvannsstasjonære bestander der begge kjønn gjennomfører hele livsløpet i ferskvann. Dette gjelder «Blega» i Byglandsfjorden og «Småblanken» i Namsens øvre deler. Laksen her er småvokst og kalles også dverglaks.

Laksen gyter vanligvis i oktober–november (unntaksvis så sent som januar) på stryk med grov grus og stein. Eggene graves av hunnen dypt ned i grusen (10–40 cm). Eggene klekker på etterm vinteren, og yngelen blir værende i grusen til plommesekken er oppbrukt. På vårparten, avhengig av temperaturen, kommer yngelen opp av grusen (2–2,5 cm) og etablerer etter hvert territorier i elven. I denne fasen av livet kalles de ofte for parr. Etter 2–5 år gjennomgår lakseungene en fysiologisk og kroppslig forandring, smoltifisering, som forbereder fisken på livet i havet. Utvandringen skjer om våren, ofte samtidig med vårfloppen.

Den viktigste næringen når den lever i ferskvann er insekter, bunndyr, dyreplankton og småfisk. I sjøen lever den i hovedsak av sild, lodde, sil og ulike krepsdyr.

Torsk (*Gadus morhua*). Vi har to typer torsk, der den ene kalles kysttorsk og den andre skrei (som gytemoden) og loddetorsk (som umoden). Torsk (se Figur 2) er vanlig utbredt i Norge langs hele kysten iberegnet alle fjordene. Dens leveområde er fra tangbeltet langs land til havområdene i Nordsjøen og

Barentshavet ned til 600 meter. Kysttorsken er mer bundet til kystnære områder, mens den vandrende torsken vandrer over store områder på gytevandring og/eller næringsvandring etter for eksempel lodde. Den vandrende torsken oppholder seg for det meste av året ute i de store havområdene, mens den vandrer kystnært for å gyte hovedsakelig i Lofoten, Finnmark, Troms og på Nordvestlandet. Den kan bli mer enn 20 år gammel. Torsken er allsidig i matveien og spiser all slags fisk til og med sine egne artsfrender. Sild, lodde, uer, og øyepål er fiskearter den setter pris på, men den tar også krepsdyr. Som for eksempel reker, krill og rauåte. Av bunndyr liker den børstemark, slangestjerner, og muslinger (Fjeldseth og Tørmoen, 1997; Jonsson, B. and Semb-Johansson, A., 1992; Pethon, 1985).



Figur 2. Torsk fanget i Kristiansand. Foto: Finn R. Gravem.

Skrubbe (*Platichius flesus*). Skrubbe (se Figur 3) er vanlig langs hele kysten og om sommeren er unge individer ofte på næringssøk langt opp i elver. Den kan således påtreffes i innsjøer hvor det er fri vandringsvei til havet. Dietten består av bunndyr som tanglopper, børstemark, slangestjerner og muslinger samt småfisk som kutlinger. Dietten i ferskvann og brakkevann består for det meste av små krepsdyr og larver av dansemygg (Pethon, 1985). Man finner skrubbe for det meste på sand- og slambunn ned til 75 meters dyp. Sommer og høst er den på grunne områder, mens den på vinter og vår foretrekker dypere områder. Skrubba regnes allikevel som en stasjonær fisk. Den kjønnsmodner fra to til fem år og gyter en gang i mars til juni på 25 til 75 meters dyp. Det pelagiske larvestadiet varer rundt to til tre måneder. Yngelen bunnsår på grunt vann ved ca. 1 cm lengde (Jonsson, B. and Semb-Johansson, A., 1992).



Figur 3. Skrubbe er vanlig i hele Norge, både i ferskvann og i saltvann. Foto: Finn R. Gravem.

Lomre (*Microstomus kitt*). Lomre er en flyndrefisk som er vanlig langs hele Norskekysten, men noe mindre vanlig i Nord-Norge. På vinteren spiser Lomra lite eller ingen føde, og sommeren og høsten er de viktigste beiteperiodene. Dietten består utelukkende av bunndyr, særlig børstemark, men også noe muslinger og krepsdyr. Lomra kan også ta en del slangestjerner og bløtdyr. Den trives best på fargerik stein- og berggrunn på dyp fra 10 m til 200 m, og kalles ofte bergflyndre. Den er stasjonær, men gjør små forflytninger på senvinteren i forbindelse med tiden før gyting. Etter 3 til 5 år er den kjønnsmoden og gytetiden er fra april til september. Eggene er pelagiske og gytes på 40 til 200 meter dyp. De pelagiske larvene bunnsår på dypt vann når de er rundt 3 cm store, og deretter vandrer yngelen inn mot kysten når de er 10 til 20 cm lange (Jonsson, B. and Semb-Johansson, A., 1992). Lomren kan bli over 20 år.



Figur 4. Lomre. Foto: www.fiskipedia.no

Kveite (*Hippoglossus hippoglossus*). Kveite er en benfisk i flyndrefamilien (se Figur 5). På larvestadiet har den først normal kropp, som gjennomgår en morfologisk omvandling når larven utvikles til fisk. Kveita er en rovfisk, som lever av å spise annen fisk og annet liv som lever på og langs havbunnen. Den kan bli mer enn tre meter lang og vekten kan overstige 300 kg, men bare hunnkveitene blir normalt tyngre enn 50 kg. Mindre kveiter (opp til cirka 40 kg) regnes som god matfisk. Kveita lever på ulike dyp (40–2000 m) i det nordlige Atlanterhavet, avhengig av størrelse og alder. Voksen kveite er en utpreget dypvannsfisk som jakter på føde i alle vannlag, også nær overflaten. Kveita regnes som stedbunden, og gyter ofte innenfor et svært begrenset område, i tidsrommet desember–mai, i dype groper på havbunnen, på kystnære fiskebanker og i fjordene langs kysten. Arten trives på flat bunn med myke sedimenter, som sand, grus og småstein.



Figur 5. Kveite. Foto: www.meny.no



Figur 6. Rødspette. Foto: www.godfisk.no

Rødspette (*Pleuronectes platessa*). Rødspette er en flyndrefisk, og kjennes på brun, glatt øyeside og mange røde flekker. Den kan bli opptil 100 cm og 7 kg, men oftest bare opptil 50 cm og 1 kg. Rødspetta lever på sandbunn ned til ca. 250 m dyp langs hele norskekysten. Den lever særlig av børsteormer. De gyter på dypet, mest mellom 50 og 200 m, i tiden februar til april/mai. Etter ca. 2 måneder er ungen 14–15 mm lang og søker til fin sandbunn, hvor den lever den første sommeren av små muslinger, ormer og krepsdyr. Utpå høsten er den ca. 8 cm lang og vandrer mot dypere vann, hvor den oppholder seg om vinteren. Siden lever den på grunt vann i sommerhalvåret, og på dypere partier i fjordene og på kystbanken om vinteren.

Blåskjell (*Mytilus edulis*). Blåskjell er en svært vanlig art av saltvannsmuslinger i blåskjellfamilien (Mytilidae). Blåskjellet kan bli opptil 8–9 cm langt. Blåskjellet har to skjell som åpnes og lukkes av to lukkemuskler. Blåskjell er utbredt langs hele norskekysten og sitter festet på fjell, stein eller annet underlag under høyvannsgrensen eller litt dypere. Unge blåskjell danner det svarte beltet i stranden, nedenfor et område dominert av rur. Med alderen flytter de seg dypere ned.

Blåskjell lever av planteplankton og andre mikroorganismer som filtreres fra vannet. Blåskjell blir spist av sjøstjerne og strandkrabbe og av en rekke sjøfugl som tjeld, ærfugl og måker. Av menneske brukes blåskjell som agn og som mat.



Figur 7. Blåskjell (*Mytilus edulis*). Foto: Wikipedia

Strandkrabber (*Carcinus maenas*). Den hyppigst forekommende krabben i tidevannssona i norske farvann. Den er svært tilpasningsdyktig i både matvaner og fysiske forhold. I Norge brukes den i svært liten grad som mat, mens den regnes som en delikatess lenger sør i Europa.



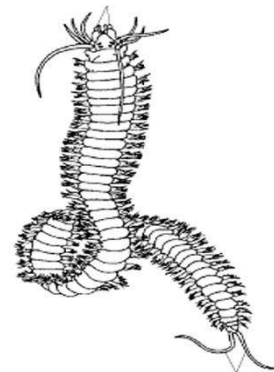
Figur 8. Strandkrabbe

Tanglopper (*Amphipoda*). Tanglopper eller amfipoder (*Amphipoda*), er en tallrik dyregruppe. De fleste lever i saltvann (marine), men de er også vanlige i ferskvann eller i terrestriske miljøer (på landjorden). Typisk størrelse er fra 2 til 60 mm. Tangloppene er flatttrykte fra siden, slik som lopper (derav navnet). Vanlig tangloppe (*Gammarus locusta*) er utbredt langs hele norskekysten. Hannene blir inntil 2 cm og hunnene inntil 1,4 cm. De lever blant steiner og tang i nedre halvdel av fjæra. Vanlig tangloppe spiser hovedsakelig alger som for eksempel havsalat (*Ulva spp.*). Store hanner kan imidlertid også spise mindre artsfrender (Anderson et al., 2009).



Figur 9. Vanlig tangloppe (*Gammarus locusta*).

Børstemark (*Polychaeta*). Flerbørstemark (se Figur 10) finnes i alle marine habitater. Bløtbunn er det vanligste habitatet, og børstemark er den dominerende dyregruppa både i antall arter og i antall individer. På bløtbunn finnes det normalt 50-100 arter og flere tusen individer av flerbørstemark i sjøbunnen pr 1 m² bunnflate. De fleste artene lever av finfordelt organisk materiale (detritus) som de plukker ut fra bunnmaterialet. Noen arter filtrerer næringspartikler fra vann og noen arter er rovdyr. Mange arter er viktige næringsorganismer for fisk, krabber, hummer og andre arter på høyere nivå i næringskjedene (Oug, 2011).



Figur 10. Børstemark.

Vedlegg 2 Bakgrunnsteori klasseinndeling PFAS

Teori bak PFOS-klasseinndeling

Teksten i dette avsnittet er i sin helhet hentet fra «Bakgrunnsdokument TA 3001/2012 til vannforskriftens veileder»

Bruk av EQS (miljøkvalitetsstandard) for akvatisk biota har tre hensikter:

1. Beskytte mennesker mot negative effekter ved inntak av kontaminert fisk, skalldyr og skjell.
2. Beskytte topp-predatorer, slik som fugler og pattedyr mot sekundær forgiftning ved inntak av giftige stoffer som finnes i maten de spiser.
3. Beskytte bunnlevende (bentiske) og pelagiske (lever i de frie vannmasser) predatorer (f.eks. fisk som spiser andre dyr) mot sekundær forgiftning.

For tiden antas det at pkt.2 også ivaretar pkt.3. Det er ennå ikke utarbeidet gode nok retningslinjer for å bestemme EQS for bentiske/pelagiske predatorer.

EQS-verdier for topp-predatorer er basert på studier med fugl eller pattedyr som utsettes for kronisk belastning av det aktuelle stoffet, inkludert vurdering av studienes robusthet (sikkerhetsfaktorer).

Grenseverdier for human risiko basert på inntak av fisk og sjømat er basert på TDI (TDI - livslangt tolererbart daglig inntak av stoffet). For PFOS og PFOA er følgende TDI beregnet: 0,15 µg PFOS/kg kroppsvekt/dag og 1,5 µg PFOA/kg kroppsvekt/dag. Der det finnes andre kilder til miljøgiften enn sjømat, benyttes 10 % av TDI i beregningene for human risiko ved inntak av akvatisk biota, mens der det ikke finnes andre kilder til inntak av stoffet enn sjømat, benyttes 100 % av TDI-verdien.

Kvalitetsstandarden for biota, QS biota, med tanke på human helse, er i henhold til EU basert på 10 % av TDI-verdi, kroppsvekt 70 kg og inntak av 115 g sjømat pr dag gjennom hele livet ("normalt" inntak av sjømat pr. person pr. dag).

Maks tillatt inntak via sjømat (mg/kg biota):

QS biota = $(0,1 \cdot \text{TDI} \cdot 70) / 0,115$ (kvalitetsstandard for fisk og skalldyr = 10 % * tolererbart daglig inntak av sjømat * kroppsvekten (her 70 kg) / 0,115 kg sjømat)

Generelt gjelder det at for miljøgifter som påvirker det endokrine systemet¹ (f.eks. hormonhermende stoffer), er det kun benyttet klasse II og III. Enkelte PFAS er ansett som hormonhermere.

Grunnlag for klasseinndeling (klassifisering av risiko)

Klasse I: øvre grense = bakgrunnsnivåer som skal representere naturtilstand. Ofte vanskelig å finne. Deteksjonsgrenser ofte høyere enn dette.

Klasse II: som øvre grense benyttes AA-EQS (årlig gjennomsnitt).²

Klasse III: som øvre grense benyttes MAC-EQS (maksimal årlig konsentrasjon).³

Klasse IV: som øvre grense er det benyttet akutt giftighet uten sikkerhetsfaktor.

Klasse V: verdier høyere enn klasse IV.

¹ Styrer kroppens hormonproduksjon, og består blant annet av kjertler og vev i hjernen, skjoldbruskkjertelen, nyrer, bukspyttkjertel og eggstokker/testikler.

² AA – annual average

³ MAC – Maximal annual concentration. Bestemt ut fra akutt toksisitet, dvs. L(E)C₅₀-verdier for vannlevende organismer i kystvann og/eller ferskvann, eventuelt ved beregninger/statistisk analyse inkl. sikkerhetsfaktor.

Klassifiseringssystem som beskrevet i figuren under er benyttet. Dette er tilsvarende det som er benyttet i Klifs klassifiseringssystem for forurensede sedimenter (Bakke *et al.*, 2011, 2012).

Klasse I – Bakgrunn	Klasse II – God	Klasse III – Moderat	Klasse IV – Dårlig	Klasse V – Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutte toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense bakgrunn	Øvre grense: AA-QS ⁴ , PNEC ⁵	Øvre grense: MAC-QS ⁶ , PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} *AF ⁷	

Miljøklassifisering PFOS og PFOA ⁸

For ulike vanntyper og sedimenter er følgende øvre klassegrenser i de ulike klassene for hhv. PFOS og PFOA foreslått:

PFOS	Klasse I – Bakgrunnsdata	Klasse II – AA-EQS	Klasse III – MAC EQS	Klasse IV – Akutt tox	Klasse V – Omfattende akutt tox
Ferskvann, µg/L	0	0,00065 ⁹	0,23	36	>36
Kystvann, µg/L	0	0,00017	0,023	7,2	>7,2
Sedimenter, µg/kg TS	0	0,2 (fv: 1,7)	63	6300	>6300
PFOA	Klasse I – Bakgrunnsdata	Klasse II – AA-EQS	Klasse III – MAC EQS	Klasse IV – Akutt tox	Klasse V – Omfattende akutt tox
Ferskvann, µg/L	0	0,05 ¹	570	2400	>2400
Kystvann, µg/L	0	0,01 ¹	57	480	>480
Sedimenter, µg/kg TS	0	2,7 (fv: 14)	63	6300	>6300

For QS_{biota,hh} er følgende foreslått:

PFOS: $QS_{biota,hh} = (0,15 \cdot 0,1 \cdot 70) / 0,115 = 9,1 \text{ µg PFOS/kg biota}$ (kvalitetsstandard for PFOS i biota = TDI (her 0,15) * 10 % * kroppsvekten (her 70 kg) / 0,115 kg sjømat)

Bakgrunn for TDI-verdien er QS biota for sekundærforgiftning er 0,033 mg/kg biota (basert på forsøk med aper, over en tidsperiode på 6 måneder der effekten var hormonforstyrrelser).

Grenseverdier for PFOS i vann med tanke på overlevelse for art (økotoksisitet), er betydelig høyere enn grenseverdier med tanke på inntak av sjømat (human helse). PFOS har tidligere vært ansett som lite økotoksisk ut fra testresultater. Imidlertid har det vist seg at stoffet akkumuleres i høy grad i næringskjeden. PFOS kan derfor være meget skadelig for human helse ved inntak av sjømat som lever i vann der konsentrasjonen av stoffet er lav.

⁴ AA - Annual average – årlig gjennomsnitt

⁵ PNEC - Predicted No Effect Concentrations

⁶ MAC - maksimal årlig konsentrasjon

⁷ AF: sikkerhetsfaktor

⁸ Grenseverdier basert på ulike toksisitetstester. Se TA 3001/2012 for nærmere opplysninger.

⁹ Basert på inntak av fisk

Klassifisering for PFAS i denne rapporten

Som tidligere nevnt, er det i arbeidet med risikovurderingene valgt å benytte summen av de påviste PFAS, ikke kun konsentrasjonen av PFOS eller PFOA som i TA-3001.

Da nedre rapporteringsgrense ved kommersielle laboratorier for PFAS i ferskvann og kystvann er 2-5 ng/L (i praksis ofte 5-10 ng/L pga. matrikseffekter) og i sediment 2 µg/kg TS, betyr dette at man i praksis ikke kan kontrollere om vann og sediment i et område tilfredsstiller klasse II foreslått i TA-3001. Videre er bakgrunnsverdiene i vanndirektivet definert som 0 (sediment og vann). Dette betyr at det i kart ikke vil foreligge resultater for klasse I (bakgrunn) og II (god), mens laveste påviste konsentrasjoner vil kategoriseres etter påvist konsentrasjon. For å synliggjøre lave verdier er resultater under kvantifiseringsgrensen (<LOQ¹⁰) vist som klasse II – Under kvantifiseringsgrensen. For ytterligere bakgrunn og beregninger av klasseinndelingene, henvises til TA-3001 (KLIF, 2012).

Tabell 0-1. Grenseverdier for PFAS i vann (ng/L) og sedimenter (µg/kg TS) (basert på TA-3001).

	Klasse I – Bakgrunn	Klasse II – Under kvantifiserings- grense	Klasse III – Moderat	Klasse IV – Dårlig	Klasse V – Svært dårlig
Sjøvann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 23	23 – 7 200	> 7 200
Ferskvann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 230	230 – 36 000	> 36 000
Grunnvann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 230	230 – 36 000	> 36 000
Drikkevann, ng/L	0	< LOQ	LOQ – 90	90 – 350	> 350
Sediment kyst/ ferskvann, µg/kg TS	0	< LOQ	LOQ – 63	63 – 6 300	> 6 300

¹⁰ LOQ – kvantifiseringsgrense. LOQ = verdi for blankprøve + 10*std.avvik

Vedlegg 3 Ordliste

Forklaringsordliste:

AA – annual average (årlig gjennomsnitt)

Bioakkumulering – i denne rapporten benyttes følgende definisjon for bioakkumulering: Generell uttrykk som beskriver en prosess hvor kjemikalier blir tatt opp av en organisme enten direkte fra å være eksponert for et kontaminert medium, herunder luft/vann/jord, eller ved opptak gjennom mat som inneholder kjemikaliene.

LOD: Limit of Detection (deteksjonsgrense)

LOQ: Limit of Quantification (kvantifiseringsgrense)

MAC – Maximal annual concentration. Bestemt ut fra akutt toksisitet, dvs. L(E)C50-verdier for vannlevende organismer i kystvann og/eller ferskvann, eventuelt ved beregninger/statistisk analyse inkl. sikkerhetsfaktor.

ng/L: milliardtedels gram pr liter analysert prøve

Næringskjede: begrep for hvordan organismene lever av hverandre, og hvordan organisk stoff og energi passerer fra én organisme til en annen. Eksempelvis produserer planter organisk materiale ved hjelp av fotosyntese og opptak av vann, CO₂ og minerealer, som blir spist av planteetere som videre blir spist av kjøttetere. En næringskjede kan eksempelvis bestå av gran, granbarkbille, hakkespett og hønsehauk.

Næringsnett: begrep for hvordan ulike næringskjeder er vevd inn i hverandre. Arter spises ikke bare av én art høyere oppe i næringskjeden, men av flere arter.

PFAS: per- og polyfluorerte alkylsubstanser; fellesnevning for alle kjemiske forbindelser som presenteres.

TDI: livslangt tolererbart daglig inntak av et stoff

TMF – trophic magnification factor; brukes til å kvantifisere biomagnifisering, og representerer den gjennomsnittlige overføring av miljøgifter fra byttedyr til predator gjennom næringskjeder, i stedet for de enkelte arters biomagnifisering, hvor beregningene er svært variable fra en predator-byttedyr kombinasjon til en annen. TMF er beregnet ut fra stigningstallet av logaritmisk transformerte konsentrasjoner av miljøgifter versus trofisk nivå (TL) til organismer i næringskjeden.

Trofisk nivå: Et trofisk nivå er plasseringen en organisme har i en næringskjede, angitt som et tall (nivå). Eksempelvis ligger primærprodusentene, eller de grønne fotosyntetiserende organismene på 1. nivå, mens de ulike konsumentene tildeles tall (nivå) etter hvor mange ledd de er fra den fotosyntetiserende planten.

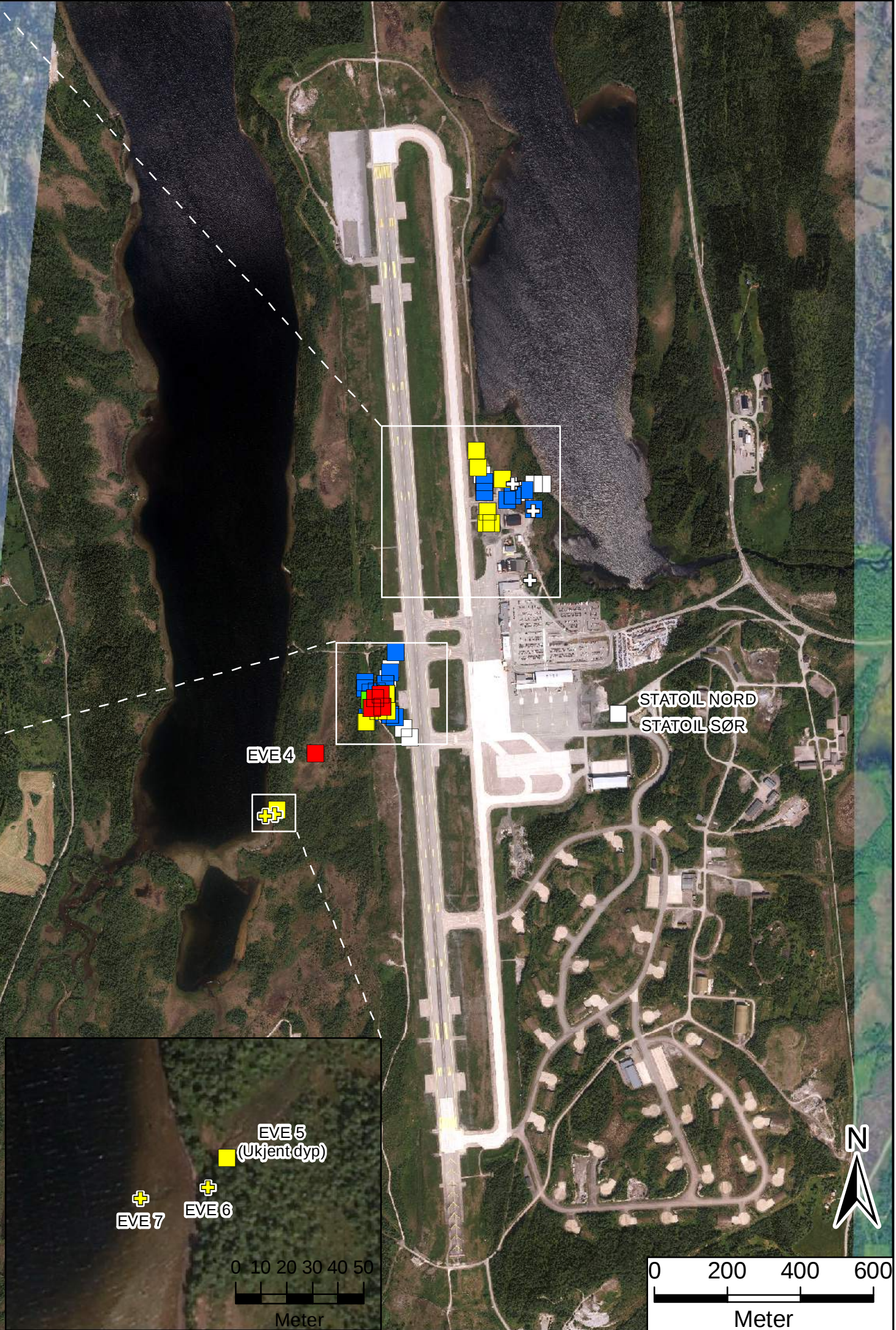
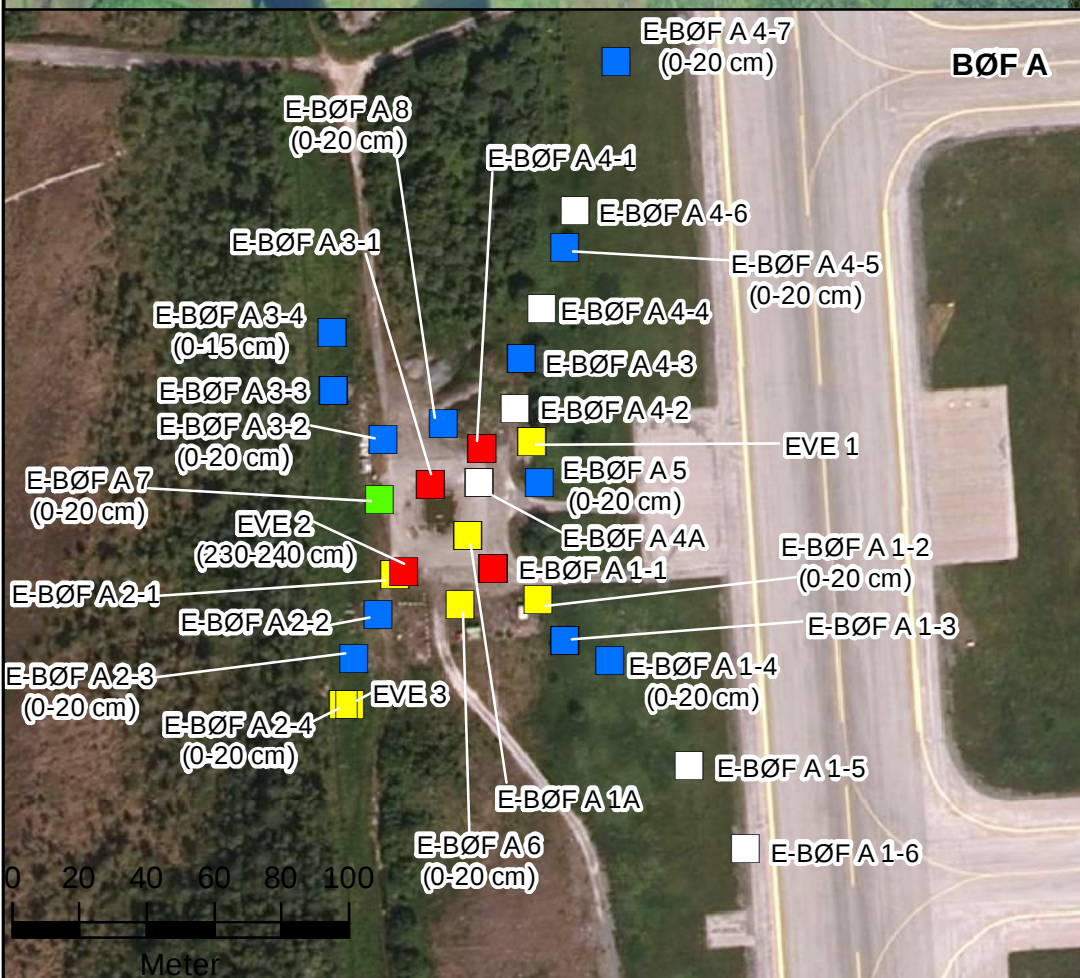
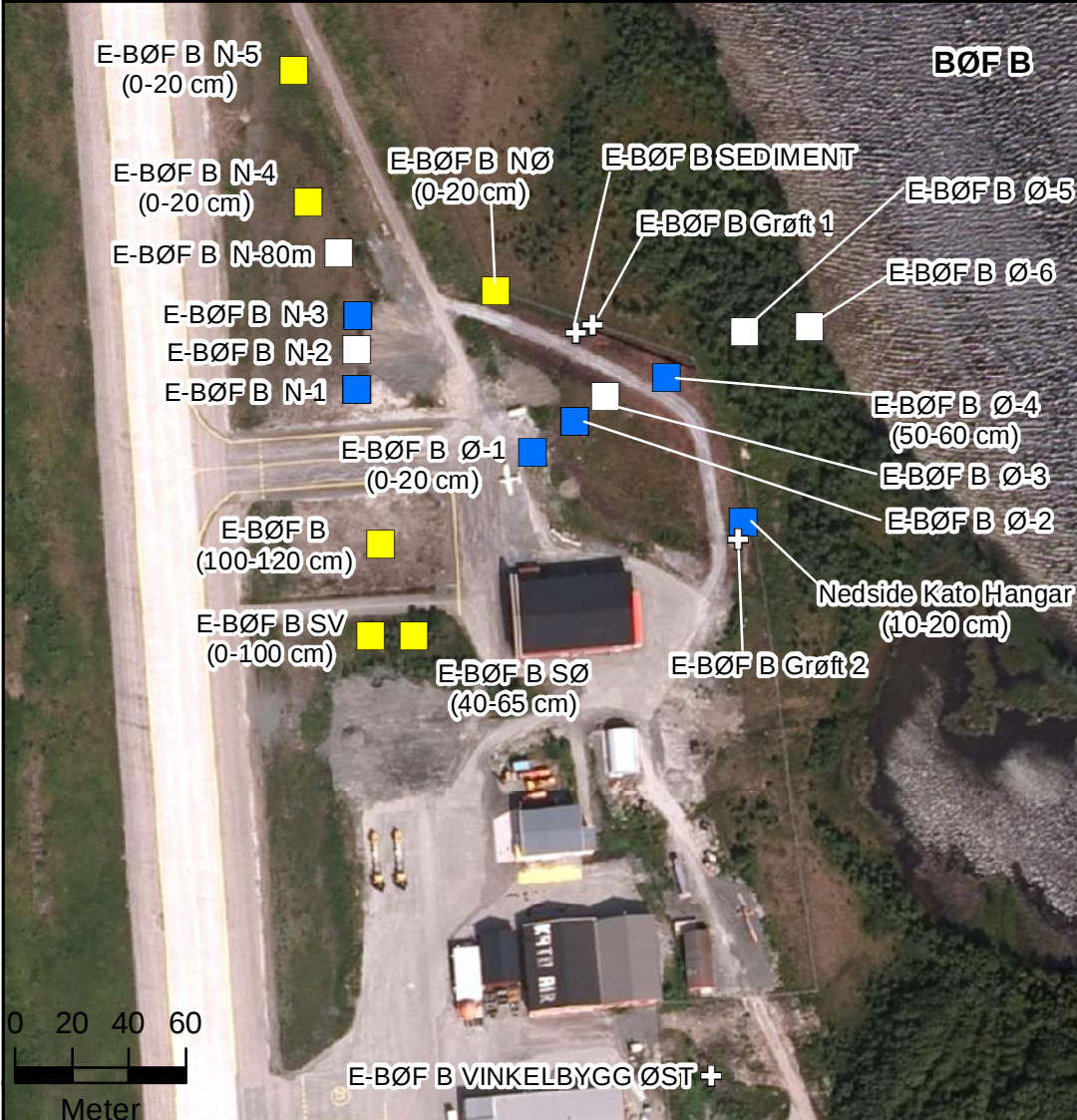
µg/kg våtvekt: milliontedels gram pr kg analysert prøve.

**Vedlegg 4 Oversiktskart jord og vann med prøvepunkter fra undersøkelser
2011-2012**

Harstad/Narvik lufthavn
Evenes (ENEV)

Oversiktskart

Jord og sediment



PFOS/PFOA jord (ug/kg)*

- <100 (normverdi)
- 100-250
- 250-6700
- >6700
- Ikke analysert

PFOS sediment ferskvann (ug/kg)

- 0
- <LOQ
- LOQ-63
- 63-6300
- >6300
- Ikke analysert

* PFOS er dominerende parameter

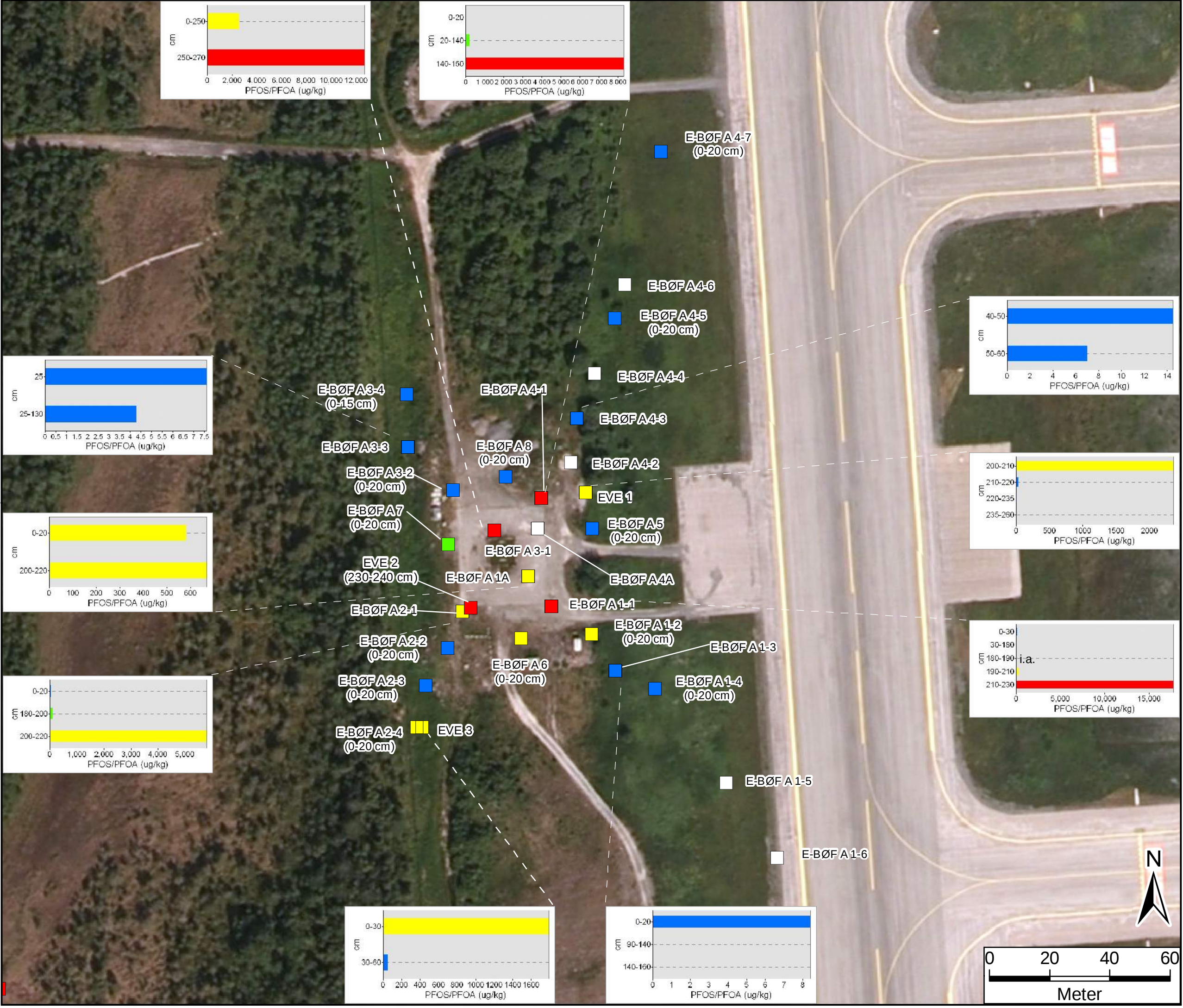
LOQ = rapporteringsgrense
i.a. = ikke analysert

EVE 1 - EVE 7, ref. Løland, 2014

Harstad/Narvik lufthavn
Evenes (ENEV)

Brannøvingsfelt A

Jord og sediment



Harstad/Narvik lufthavn
Evenes (ENEV)

Brannøvingsfelt B

Jord og sediment

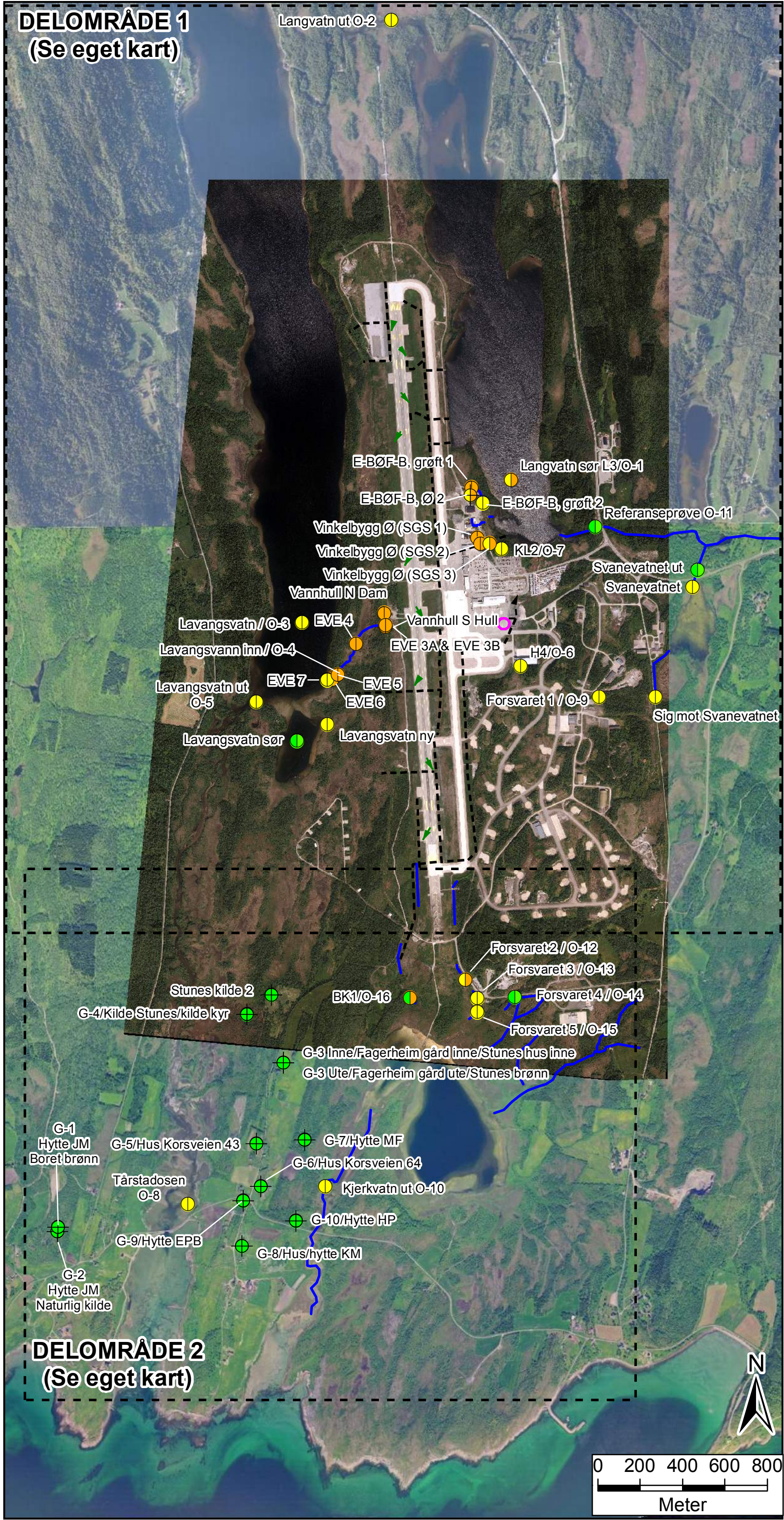


DELOMRÅDE 1
(Se eget kart)

Harstad/Narvik lufthavn
Evenes (ENEV)

Oversiktskart

Vann, alle punkter



PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrønn (ng/l) *

- ⊕ Ikke analysert
- 0
- <LOQ
- LOQ-230
- 230-36 000
- >36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

- ⊕ Ikke analysert
- 0
- <LOQ
- LOQ-230
- 230-36 000
- >36 000

Avløpsledning

- Avløp annet
- SpillVann
- Pumpespillvannsledning
- · Overvann
- Glykolholdig spillvann
- Glykolholdig overvann
- Drensvann
- Avløp felles

Avrenning

- Deponi glykolforurenset snø
- Overvannsledning
- Avrenningsveg glykol
- Bekkeresipient
- · Overvannsystem
- Vannskille rullebane
- Antatt avrenningsveg baneavising

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert
LOQ = rapporteringsgrense
(tilsvarer ikke påvist for ΣPFAS)

Ferskvann							
Punkt	Parameter	2012-07-05	2012-08-23	2013-01-24	2013-05-28/29	2013-10-09	2013-10-17/18
Langvatn sør / L3/O-1	PFOS	i.a.	5.9	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	1060	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.
Langvatn ut / O-2	PFOS	i.a.	<LOQ	5.4	<LOQ	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ	5.4	<LOQ	<LOQ	i.a.
Lavangsvatn / O-3	PFOS	i.a.	i.a.	14.4	5.5	i.a.	12.8
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	14.4	5.5	i.a.	12.8
Lavangsvatn sør	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.
Lavangsvatn ut / O-5	PFOS	32.7	10.9	23.9	8.2	i.a.	17.4
	ΣPFAS	32.7	10.9	23.9	8.2	i.a.	17.4
H4 / O-6	PFOS	i.a.	i.a.	12.0	8.1	21	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	70.5	29.9	41.8	i.a.
KL2 / O-7	PFOS	i.a.	34.7	46.5	44.5	32.2	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	166	131	131	51.2	i.a.
Lavangsvann inn / O-4	PFOS	8920	8290	564	8370	i.a.	8370
	ΣPFAS	12400	12300	5750	11500	i.a.	11500

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Ferskvann				
Punkt	Parameter	2011-08-30	2012-05-09	2012-07-05
Vinkelbygg Ø (SGS 1)	PFOS	i.a.	i.a.	517
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	1630
Vinkelbygg Ø (SGS 2)	PFOS	422	256	1360
	ΣPFAS	476	764	642
Vinkelbygg Ø (SGS 3)	PFOS	i.a.	i.a.	137
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	642
E-BØF-B, grøft 1	PFOS	257	250	i.a.
	ΣPFAS	293	686	i.a.
E-BØF-B, grøft 2	PFOS	114	71.7	i.a.
	ΣPFAS	151	224	i.a.
Vannhull N Dam	PFOS	21900	17900	i.a.
	ΣPFAS	22900	22100	i.a.
Vannhull S Hull	PFOS	19700	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	19800	i.a.	i.a.

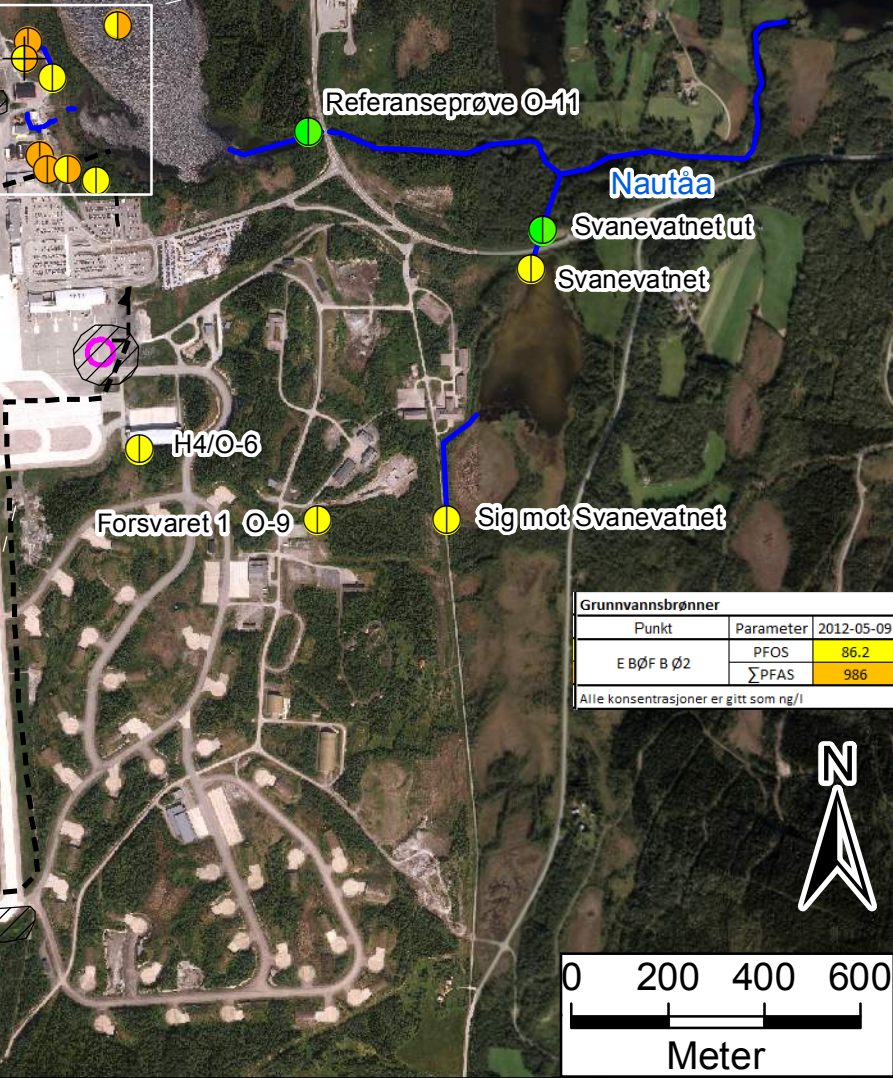
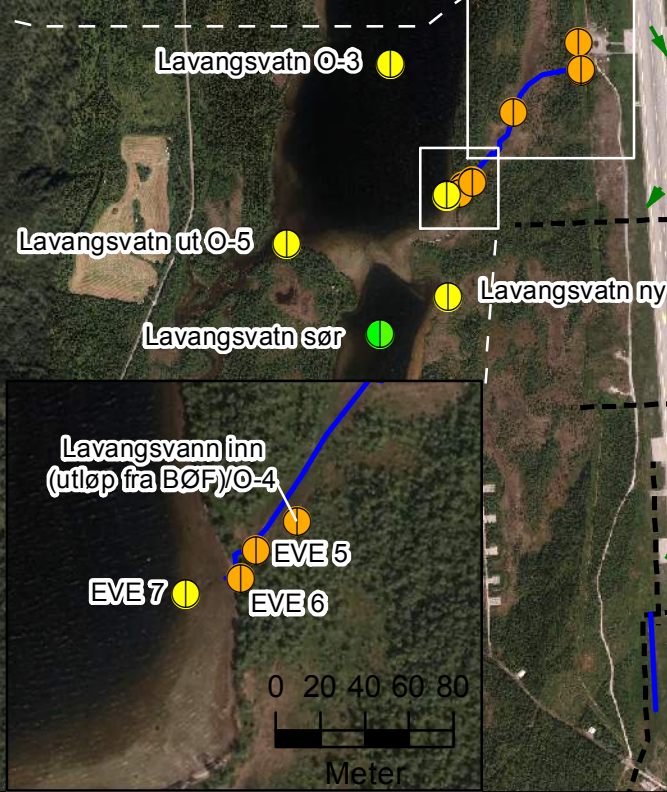
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Ferskvann				
Punkt	Parameter	2013-01-24	2013-05-28/29	2013-10-09
Lavangsvatn ny	PFOS	i.a.	44	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	92.7	i.a.
Forsvaret 1 / O-9	PFOS	74.4	13.3	14.6
	ΣPFAS	91.1	31.8	32
Sig mot Svanevatnet	PFOS	i.a.	i.a.	118
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	118
Svanvatnet	PFOS	i.a.	11.8	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	11.8	i.a.
Svanvatnet ut	PFOS	i.a.	i.a.	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	<LOQ
Referanseprøve / O-11	PFOS	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Ferskvann		
Punkt	Parameter	2013-10-17/18
EVE 3A	PFOS	24900
	ΣPFAS	33800
EVE 3B	PFOS	27100
	ΣPFAS	35800
EVE 4	PFOS	13300
	ΣPFAS	20700
EVE 5	PFOS	6030
	ΣPFAS	9930
EVE 6	PFOS	4140
	ΣPFAS	7300
EVE 7	PFOS	14.5
	ΣPFAS	14.5

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l



Grunnvannsbrønner		
Punkt	Parameter	2012-05-09
E BØF B Ø2	PFOS	86.2
	ΣPFAS	986

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Harstad/Narvik lufthavn Evenes (ENEV)

Delområde 1

Vann

☐ Mulig PFAS-lokalitet

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrønn (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

● 0

● <LOQ

● LOQ-230

● 230-36 000

● >36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

○ Ikke analysert

● 0

● <LOQ

● LOQ-230

● 230-36 000

● >36 000

Avlopsledning

— Avløp annet

— Avløp Felles

— Drensvann

— Glykolholdig overvann

— Glykolholdig spillvann

— Overvann

→ Pumpespillvannsledning

— Spillvann

Avrenning

— Deponi glykolforurenset snø

→ Overvannsledning

→ Avrenningsveg glykol

— Bekkeresipient

— Overvannssystem

— Vannskille rullebane

→ Antatt avrenningsveg baneavising

* Venstre halvdel = PFOS

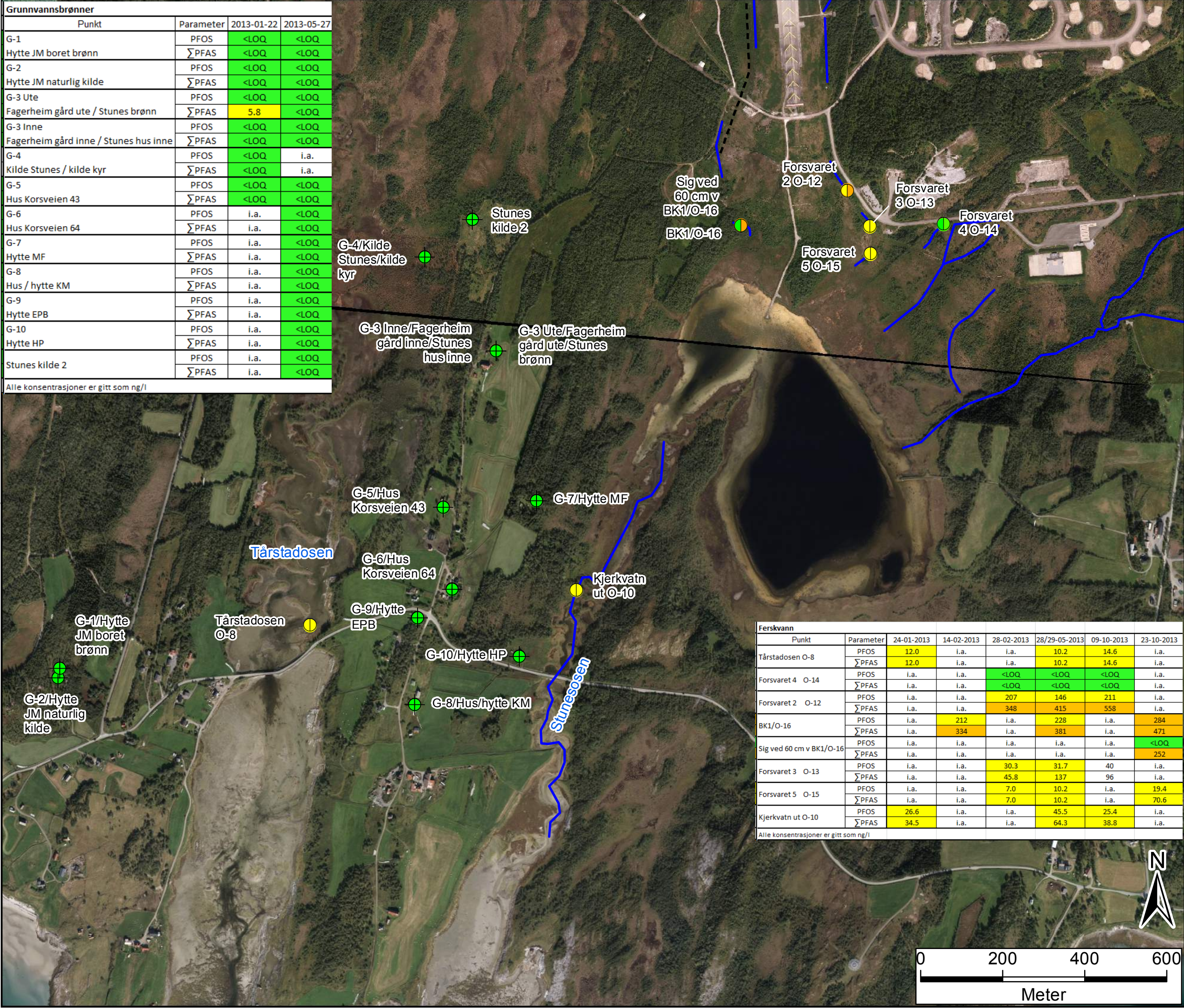
Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

(tilsvarer ikke påvist for ΣPFAS)

Grunnvannsbrønner			
Punkt	Parameter	2013-01-22	2013-05-27
G-1	PFOS	<LOQ	<LOQ
Hytte JM boret brønn	ΣPFAS	<LOQ	<LOQ
G-2	PFOS	<LOQ	<LOQ
Hytte JM naturlig kilde	ΣPFAS	<LOQ	<LOQ
G-3 Ute	PFOS	<LOQ	<LOQ
Fagerheim gård ute / Stunes brønn	ΣPFAS	5.8	<LOQ
G-3 Inne	PFOS	<LOQ	<LOQ
Fagerheim gård inne / Stunes hus inne	ΣPFAS	<LOQ	<LOQ
G-4	PFOS	<LOQ	i.a.
Kilde Stunes / kilde kyr	ΣPFAS	<LOQ	i.a.
G-5	PFOS	<LOQ	<LOQ
Hus Korsveien 43	ΣPFAS	<LOQ	<LOQ
G-6	PFOS	i.a.	<LOQ
Hus Korsveien 64	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
G-7	PFOS	i.a.	<LOQ
Hytte MF	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
G-8	PFOS	i.a.	<LOQ
Hus / hytte KM	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
G-9	PFOS	i.a.	<LOQ
Hytte EPB	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
G-10	PFOS	i.a.	<LOQ
Hytte HP	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
Stunes kilde 2	PFOS	i.a.	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l			



Ferskvann							
Punkt	Parameter	24-01-2013	14-02-2013	28-02-2013	28/29-05-2013	09-10-2013	23-10-2013
Tårstadosen O-8	PFOS	12.0	i.a.	i.a.	10.2	14.6	i.a.
	ΣPFAS	12.0	i.a.	i.a.	10.2	14.6	i.a.
Forsvaret 4 O-14	PFOS	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	<LOQ	i.a.
Forsvaret 2 O-12	PFOS	i.a.	i.a.	207	146	211	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	348	415	558	i.a.
BK1/O-16	PFOS	i.a.	212	i.a.	228	i.a.	284
	ΣPFAS	i.a.	334	i.a.	381	i.a.	471
Sig ved 60 cm v BK1/O-16	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	252
Forsvaret 3 O-13	PFOS	i.a.	i.a.	30.3	31.7	40	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	45.8	137	96	i.a.
Forsvaret 5 O-15	PFOS	i.a.	i.a.	7.0	10.2	i.a.	19.4
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	7.0	10.2	i.a.	70.6
Kjerkvatn ut O-10	PFOS	26.6	i.a.	i.a.	45.5	25.4	i.a.
	ΣPFAS	34.5	i.a.	i.a.	64.3	38.8	i.a.
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l							

Harstad/Narvik lufthavn Evenes (ENEV)

Delområde 2

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrønn (ng/l) *

- Ikke analysert
- 0
- <LOQ
- LOQ-230
- 230-36 000
- >36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

- Ikke analysert
- 0
- <LOQ
- LOQ-230
- 230-36 000
- >36 000

Avløpsledning

- Avløp annet
- SpillVann
- Pumpespillvannsledning
- Overvann
- Glykolholdig spillvann
- Glykolholdig overvann
- Drensvann
- Avløp felles

Avrenning

- Deponi glykolforurensset snø
- Overvannsledning
- Avrenningsveg glykol
- Bekkeresipient
- Overvannssystem
- Vannskille rullebane
- Antatt avrenningsveg baneavising

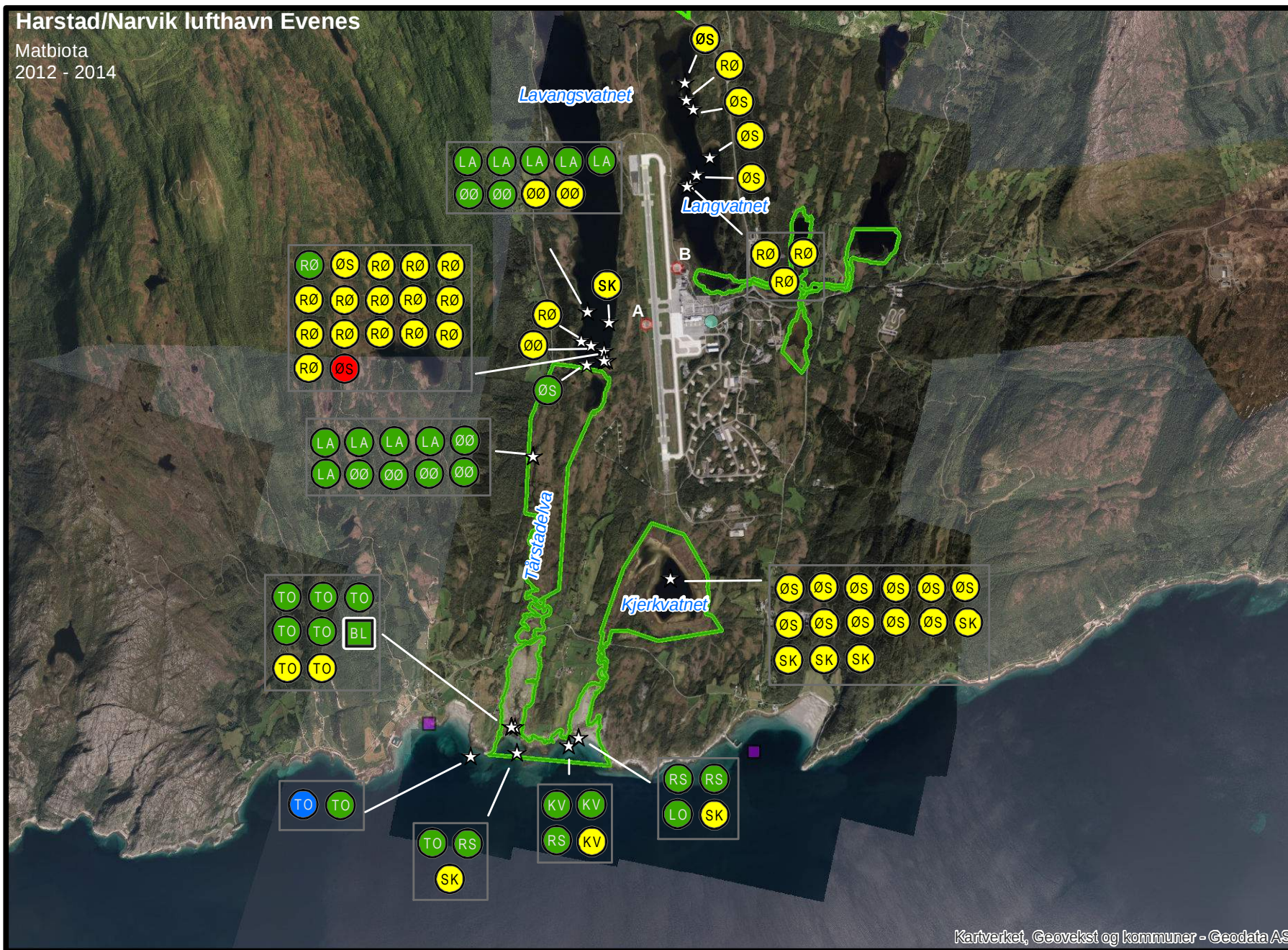
* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert
LOQ = rapporteringsgrense
(tilsvarer ikke påvist for ΣPFAS)

Vedlegg 5 Oversiktskart biota med prøvepunkter fra undersøkelser 2013

Harstad/Narvik lufthavn Evenes

Matbiota
2012 - 2014



☆ prøvepunkt

□ hele individer

○ muskel

□ flere individer

BL blåskjell

KV kveite

LA laks

LO lomre

RS rødspette

RØ røye

SK skrubbe

TO torsk

ØS ørret (stasjonær)

ØØ ørret (sjø)

PFAS/kg våtvekt

■ < LOD (Limit of detection)

■ LOD - 9,1 µg

■ > 9,1 - 91,3 µg

■ > 91,3 µg

○ brannøvingsfelt

○ snødeponi

■ avløpsanlegg

— naturvernområde

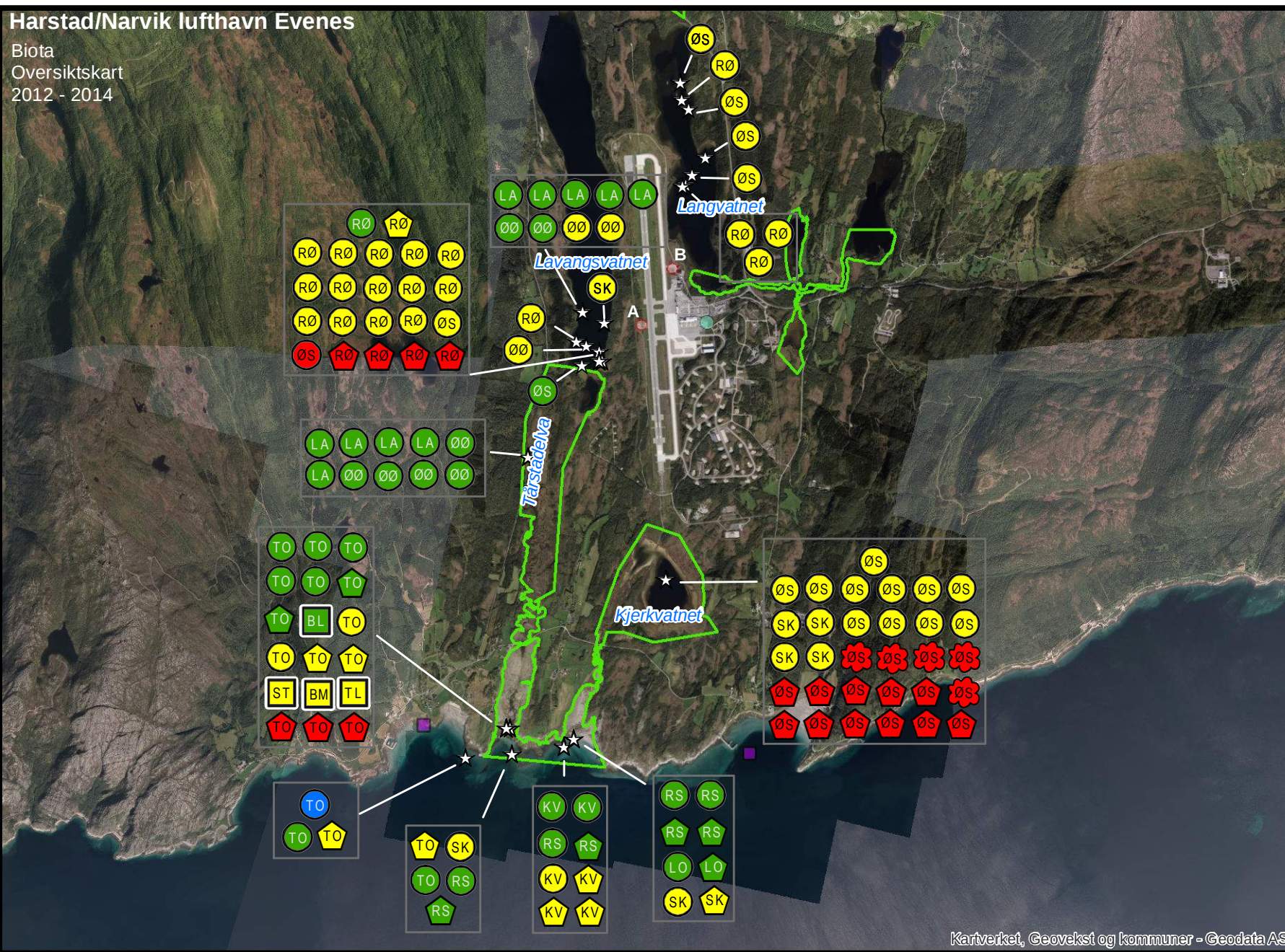
0 1 000
Meter

168186, NOERAT, 14.04.2015

SWECO

Harstad/Narvik lufthavn Evenes

Biota
Oversiktskart
2012 - 2014



0 1 000
Meter

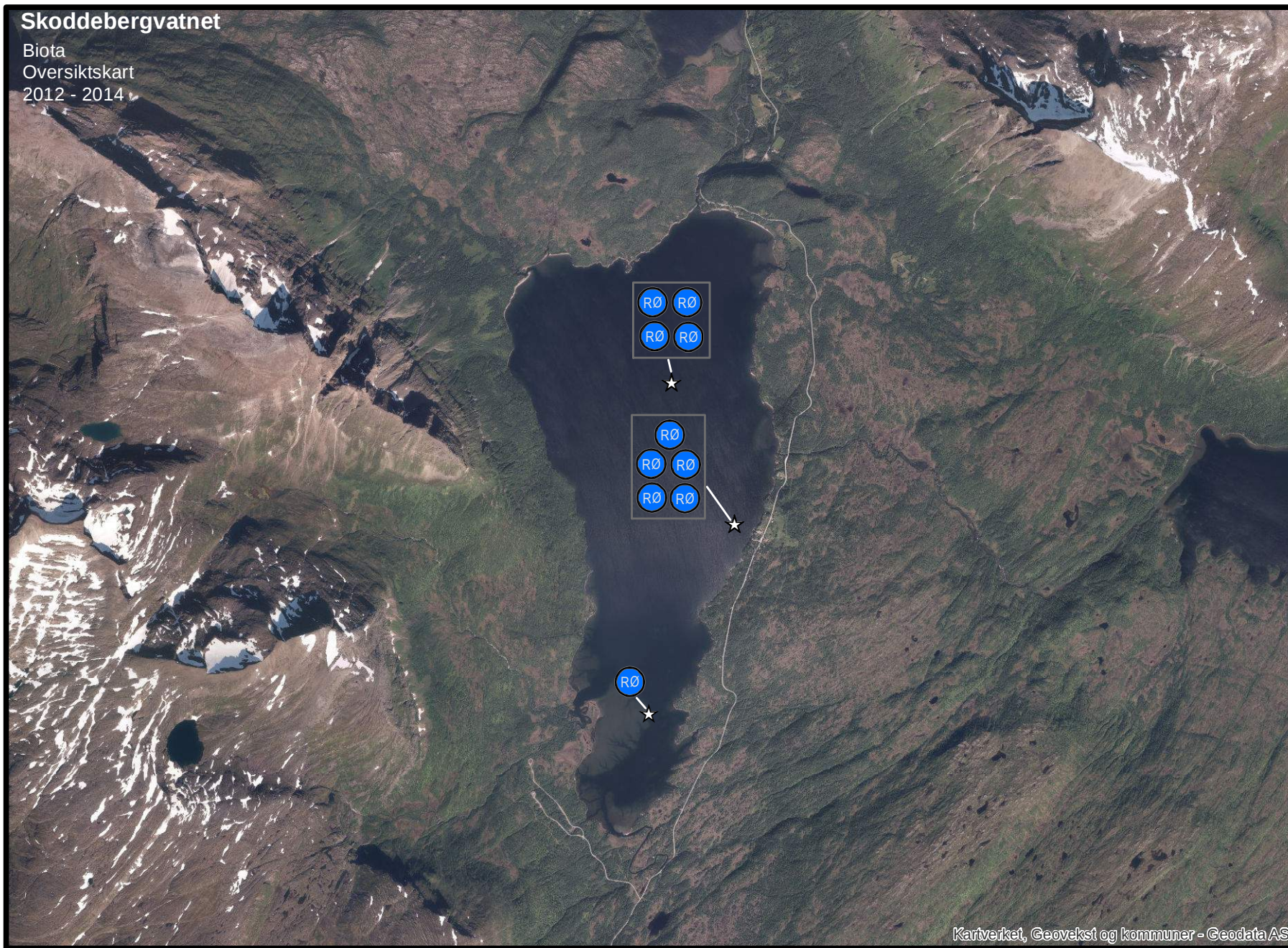
168186, NOERAT, 19.02.2015

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

SWECO

Skoddebergvatnet

Biota
Oversiktskart
2012 - 2014



☆ prøvepunkt

○ muskel

RØ røye

PFAS/kg våtvekt

Farge

Blue < LOD (Limit of detection)

Green LOD - 9,1 µg

Yellow > 9,1 - 91,3 µg

Red > 91,3 µg

0 1 000
Meter

168186, NOERAT, 20.01.2015

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS



Strandvatnet

Blota
Oversiktskart
2012 - 2014



☆ vannlokalitet

○ muskel

00 ørret (sjø)

PFAS/kg våtvekt

■ < LOD (Limit of detection)

■ LOD - 9,1 µg

■ > 9,1 - 91,3 µg

■ > 91,3 µg

■ avløpsanlegg

0 1 000
Meter

168186, NOERAT, 20.01.2015

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

Vedlegg 6 Brev Mattilsynet

AVINOR
v/Jarle Øvstedal
Postboks 150
2061 GARDERMOEN

Deres ref:
Vår ref: 2013/99423
Dato: 31.07.2013
Org.nr: 985 399 077

Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler



VURDERING AV PFOS (PFC) I FISK OG VANN I NÆROMRÅDET TIL AVINORS FLYPLASSER

Mattilsynet er anmodet om å vurdere resultater fra en undersøkelse av polyfluorerte forbindelser (PFC) i biota for Harstad/Narvik lufthavn (Evenes). I tillegg ble analysene av PFC i biota rundt fire av de andre større flyplassene i landet, Kristiansand lufthavn (Kjevik), Haugesund lufthavn (Karmøy), Bergen lufthavn (Flesland) og Tromsø lufthavn (Langnes), inkludert i vurderingen. Resultatene fra undersøkelsene er utført av *Sweco Norge AS for Avinor finnes i rapporten: Evenes, 168183 av 22. februar 2013* og rapporten: *Resultatrapport PFC i biota – oppdragsnr. 168182 av 27. november 2012*, og begge tar for seg PFC i biota rundt de fem ovennevnte flyplasser. Undersøkelsene er av fisk, skalldyr, vannprøver og sediment, og påviser PFOS ved de fleste av flyplassenes nærområder, mens PFOA kun er påvist i liten grad.

Fra 2007 har det vært forbudt å produsere brannslukkingsskum /-kjemikalier som inneholder PFOS som igjen er en av de mest stabile av PFC-forbindelsene. Etter juli-2011 er det forbudt å benytte brannslukkingsskum /-kjemikalier som er produsert før 2007 og som inneholder PFOS. Påvisning av PFOS i miljøet rundt flyplassene skyldes antakelig utsig fra brannøvningsfeltene ved/på flyplassene. PFOS er en stabil forbindelse og utvaskingen fra grunnen er en svært sakte prosess som må forventes å vedvare i mange år framover.

Miljøet får likevel ny tilførsel av PFC-forbindelser selv etter forbudet for brannskum, fordi disse stoffene er å finne i svært mange produkter. Dette er funnet i bl.a. tekstiler, impregnering og rengjøringsmidler. I tillegg er kommunale avløp og deponier store kilder av PFC-forbindelser (også PFOS) ut til miljøet. PFOS og PFOA har negative helseeffekter i megadoser og det arbeides aktivt for å redusere utslippene av PFC-forbindelsene. Etterhvert erstattes disse kjemiske forbindelsene av andre og mindre skadelige komponenter, slik at tilførsel til miljøet begrenses.

Mattilsynets rolle

Mattilsynet kan gå ut med advarsel/kostholdsråd dersom innholdet av fremmedstoff/kontaminant i undersøkte matvarer overskrider de grenseverdier som er fastsatt for matvaren, eller som kan beregnes ut fra et fastsatt maksimalt inntaksnivå. Virksomheter har selv ansvar for at produktene deres er trygge, og Mattilsynets advarsel/kostholdsråd er for at fritidsfiskere skal unngå matvarer, også fisk og skalldyr, fra områder som er forurensat.

Mattilsynets grunnlag for vurderinger

Det er ikke fastsatt grenseverdier for fluorforbindelsene PFOS i mat, her i ferskvannsfisk og sjømat. EFSA (European Food Safety Authority) ga i 2008 ut en vitenskapelig vurdering av PFOS (og PFOA) – *Perfluorooctane sulfonate (PFOS), Perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts – Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain – The EFSA Journal (2008) 653, 1 – 131* av 21. februar 2008, der det ble etablert et tolerabelt daglig inntak (TDI) for PFOS på 0,15 µg/kg kroppsvekt (BW). For en person på 70 kg, blir det 73,5 µg PFOS per uke. Det normale inntaket (volum) av fisk og fiskeprodukter (inkludert skalldyr) per uke som undersøkelsen *Norkost 2010 – 2011* viser, gir et samlet inntak på 714 g (inkl. SD). Selv om hele inntaksvolumet av fisk og fiskeprodukter er fra de filetene med høyest innhold av PFOS (unntak nevnte lokasjon ved Kjevik lufthavn), vil TWI ikke overstiges. Det er også antatt at fisk og sjømat står for det alt vesentlige opptaket av PFOS til kroppen.

Inntak av fisk og skalldyr, særlig ferskvannsfisk og skalldyr, blir oftest noe sesongbetont. Om sommer og tidlig høst har de fleste et høyere inntak av fiskefilet og skalldyr enn resten av året, slik at et noe forhøyet inntak i den perioden jevner seg ut med et lavere inntak resten av året.

EFSA-rapporten har også undersøkt både drikkevann og overflatevann i Europa (og Asia). For drikkevann er de analyserte verdiene rapportert som svært lave eller under deteksjonsgrense. Drikkevann er estimert til å bidra med mindre enn 0,5 % av samlet eksponert mengde, og regnes derfor som neglisjerbar. Overflatevann kan inneholde noe eller lite PFC-forbindelser, men det er ikke rapportert om nevneverdige nivåer. Eksempler fra analyser av forskjellige matprodukt som f. eks. i Multi City Study (3M Company, 2001) som tar for seg ti landbruksprodukter (kjøtt, egg, vegetabler). Der ble det kun registrert lave verdier av PFOS i noen melkeprøver og en rå biff. Andre studier viser samme trend, med kun et fåtall prøver der det er registrert PFOS og da i helt små mengder. De fleste studiene er utført i tett befolkede områder i Europa, USA og Canada. Det er stort sett nær punktkilder / spesifikke utslipp at PFOS registreres i Norge, og vann i seg selv er ikke regnet som problemområde.

Mattilsynets vurderinger

Høyeste analyserte verdi av fiskefilet fra Lavangsvatnet ved Evenes viser 62 µg/kg PFOS, med en snittverdi for vannet på 37,2 µg/kg PFOS. Fra Langevatnet ved Flesland er høyeste verdi 59 µg/kg PFOS. I en liten bekk ved Kjevik er det målt i 9-pigg stingsild 1300 µg/kg, i 3-pigg stingsild 1700 µg/kg PFOS og i skrubbe 1000 µg/kg PFOS. Det er også målt høye verdier i lever fra røye og ørret ved flere flyplasser, men siden vi normalt ikke spiser innvoller fra selvfangst av disse artene er lever ikke vurdert. Mattilsynet har vurdert resultatene for fiskefilet, skalldyr og drikkevann med vekt på innhold av PFC-forbindelsen *perfluoroktylsulfonat (PFOS) (og perfluoroktylsyre (PFOA))*.

Tromsø lufthavn (Langnes)

Analysene av fisk og skjell viser ved Tromsø lufthavn ikke påvist kvantifiserbare mengder av PFC-forbindelsene. Her er det eneste miljøet rundt store flyplasser som ikke synes forurensset med PFOS eller de andre PFC-forbindelsene

Harstad/Narvik Lufthavn (Evenes)

Her er det påvist PFOS i filet og lever fra røye i Lavangsvatnet. Selv om leveranalysene påviser PFOS, er lever fra ferskvannsfisk ikke regnet som mat. Snittverdien av PFOS fra målingene i filet fra røye fra Lavangsvatnet er 37,2 µg/kg, som likevel vil gi et opptak som blir godt under TWI og kan tangere eller så vidt overskride TDI. Om en legger til grunn Norkost 3-undersøkelsens antatte inntaksvolum, overskrides ikke PFOS-verdiene TWI. Det er likevel svært tydelig at Lavangsvatnet spesielt tilføres PFC-forbindelser, og utsig fra grunnen fortsetter selv etter forbudet om bruk i brannskum. Ved en markert økning av nivået, kan kostholdsråd for Lavangsvatnet bli aktuelt. For Langevatnet ved samme lufthavn anses verdiene av PFOS som moderate til lave i mattrygghetssammenheng.

Bergen lufthavn (Flesland)

Analysene fra Langevatn (ferskvann) gir også her verdier av PFC-forbindelser, med opptil 59 µg/kg PFOS i filet fra ørret. Resultatet viser en tilførsel av PFOS som lekker ut i vannet. De målte verdiene fra fiskefilet ville gi et opptak som er under TWI, men vannet er inne på selve flyplassområdet og allmenheten har ingen adgang der. Det er ellers kun påvist forekomst av PFC-forbindelser i noen fisk- og skjellprøver fra sjøen i nærområdet til flyplassen.

Haugesund lufthavn (Karmøy)

Haugesund lufthavn har laveste påvisning av PFOS som er undersøkt i denne studien, og det er kun registrert lav påvisning av PFOS i lomre og skrubbe.

Kristiansand lufthavn (Kjevik)

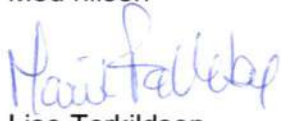
Det er her de høyeste verdiene av PFOS er målt i 9-pigg stingsild, 3-pigg stingsild og iskrubbe som er fangstet i en bekk som renner fra et gammelt brannøvingsfelt og videre ut i Topdalselva. På denne lokaliteten Hovedstasjon ferskvann – Topdalselva, viser analyser av 9-pigg stingsild 1300 µg/kg, for 3-pigg stingsild 1700 µg/kg og av skrubbe (en blandingsprøve) 1000 µg/kg. Analyseverdiene for innhold av PFOS i reker utenfor/ved utløpet av Topdalselva er påvist, med kun analyseresultater på 8,2 µg/kg PFOS. Den forurensede lokaliteten her ligger inne på flyplassen ved det gamle brannøvingsfelt, og allmenheten har ikke adgang til fiske her. Betydelige verdier av PFOS er registrert umiddelbart ved bekkens utløp til Topdalselva, ellers er små mengder registrert i fisk og skalldyr, men heller ikke her har allmenheten adgang til fiske.

Mattilsynets konklusjon

På bakgrunn av ovennevnte rapporter og gjennomgang vurderer Mattilsynet at mattryggheten er ivarettatt, og derfor er det ikke grunnlag for advarsel/kostholdsrad for filet av ferskvannsfisk eller sjømat på grunn av PFOS det er analysert for i undersøkelsene. Lever fra disse fiskeslagene regnes ikke som menneskeemat, og vurderes ikke selv om det er målt høye verdier.

Mattilsynet ser heller ikke behov for advarsler i forhold til PFOS i drikkevann og overflatevann i områdene rundt flyplassene som er undersøkt. Selv om det finnes tydelig forurensing i filet og lever fra røye og ørret av PFC-forbindelser på eller i umiddelbar nærhet av noen flyplasser, viser analyser av fisk og skalldyr stort sett lave verdier der allmenheten har adgang.

Med hilsen

for 
Lise Torkildsen
seksjonssjef

Kopi til:

Fiskeri- og kystdepartementet (e-post)
Klima- og forurensingsdirektoratet (e-post)

Avinor AS
Postboks 150
2061 GARDERMOEN

Deres ref:
Vår ref: 2015/44730
Dato: 09.04.2015
Org.nr: 985 399 077

Att. Bente Wejden

Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler



VURDERING AV INNHOLDET AV PFAS I FISK I FISKEVANN RUNDT HARSTAD/NARVIK LUFTHAVN, EVENES

Avinor AS har anmodet om at Mattilsynet vurderer resultatene fra undersøkelser av polyfluoreerte forbindelser (PFAS) i biota rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Undersøkelsene er utført i flere fiskevann rundt og i umiddelbar nærhet til flyplassen: Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet, Tårstadelva og Tårstad-/Stunesosen.

Norconsult AS og Sweco Norge AS har fått utført undersøkelsene for Avinor AS ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, som er presentert i rapporten: *Harstad/Narvik lufthavn, Evenes – Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering, rapport nr.: 168186-17-J8*. På grunnlag av den mottatte rapporten fra undersøkelsene har Mattilsynet vurdert om advarsler (kostholdsråd) er nødvendig for fisk fra de angjeldende fiskevann. Fisk og noe skjell er analysert for summen av polyfluoreerte forbindelser (PFAS) og resultatene er oppgitt som sum PFAS i µg/kg våt vekt (v.v.). All den tid perfluoroktansulfonat (PFOS) utgjør det hovedinnholdet av summen av PFAS, er PFOS den kjemiske forbindelsen som må kontrolleres og som har en verdi for tolerabelt daglig inntak (TDI) og/eller tolerabelt ukentlig inntak (TWI).

Områder rundt brannøvingssområder med hyppige øvelser, vi finner de høyeste verdier av PFAS-forbindelser, og særlig PFOS. Fra 2007 har det vært forbudt å produsere brannslukkingsskum /-kjemikalier som inneholder PFOS som igjen er en av de mest stabile og betenkelige av PFAS-forbindelsene. Etter juli-2011 er det forbudt å benytte brannslukkingsskum /-kjemikalier som er produsert før 2007 og som inneholder PFOS. Påvisning av PFOS i miljøet rundt flyplassene skyldes antakelig utsig fra brannøvingfeltene ved/på flyplassene. PFOS er en stabil forbindelse og utvaskingen fra grunnen er en svært sakte prosess som må forventes å vedvare i mange år framover.

Miljøet får likevel ny tilførsel av PFAS-forbindelser selv etter forbudet for brannskum, fordi disse stoffene er å finne i svært mange produkter. Dette er funnet i bl.a. tekstiler, impregnering og rengjøringsmidler. Det betyr at kommunale avløp og deponier er store kilder til PFAS-forbindelser (også PFOS) ut til miljøet. PFOS og PFOA kan ha negative helseeffekter i mega-doser og det arbeides aktivt for å redusere utslippene av PFAS-forbindelsene. Etterhvert erstattes disse kjemiske forbindelsene av andre og mindre skadelige komponenter, slik at tilførsel til miljøet begrenses. Det antas at PFOS hovedsakelig blir tilført mennesker via sjømat og ferskvannsfisk.

Mattilsynets konklusjon av undersøkelsen

På bakgrunn av analyseresultatene av PFAS-forbindelser i fisk/skalldyr presentert i Norconsult/Sweco AS sin rapport: *Harstad/Narvik lufthavn, Evenes – Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering, rapport nr.: 168186-17-J8.*, viser

Ikke behov for advarsel (kostholdsråd) for fiskefilet, for fritidsfiskere/sankere i fiskevann/elver/sjøen nær og rundt flyplassen på Evenes, på grunn av PFAS-forbindelser.

Mattilsynets rolle

På bakgrunn av vitenskapelig vurdering av helsemessig risiko, må Mattilsynet vurdere tiltak for å verne forbrukerne. For geografiske områder hvor enkelte matvarer har høyt innhold av miljøgifter blir det anbefalt inntaksbegrensinger via advarsler (tidligere kostholdsråd).

Mattilsynet kan gi advarsel dersom innholdet av fremmedstoff/miljøgifter i undersøkte matvarer overskrider de grenseverdier som er fastsatt for matvaren. Det kan også gis advarsler dersom inntaket av fremmedstoff/miljøgifter overstiger maksimalt tolerabelt daglig inntak (TDI) eller maksimalt tolerabelt ukentlig inntak (TWI), som inngår i kalkulasjonen som inkluderer alle matvarer. Virksomheter som fisker og/eller produserer sjømat har selv ansvar for at produktene deres er trygge, og Mattilsynets advarsel er for at fritidsfiskere skal unngå matvarer, også fisk og skalldyr, fra områder som er påvist forurensset.

Mattilsynets grunnlag for vurdering

Prøvematerialet er analysert av ALS Laboratory Group Norway AS (ALS). Det er analysert fisk fra vann og elver rundt flyplassen på Evenes, samt noe blåskjell og fisk fra elveutløpet/-osen. Områdene som er valgt er forurensset med PFAS-forbindelser fra brannøvingsfelt (...m.m.). De fleste brannøvingsfelt som lekker ut til terreng og vann/sjø er nedlagte og betydelig opprensning er utført.

Det er ikke fastsatt grenseverdier for PFAS forbindelser i sjømat eller ferskvannsfisk. EFSA (European Food Safety Authority) gav i 2008 ut en vitenskapelig vurdering av PFAS-forbindelser: *Perfluooctane sulfonate (PFOS), Perfluooctanoic acid (PFOA) and their salts. EFSA Journal (2008) 653, 1 – 131 of 21. february 2008*. Rapporten etablerte et tolerabelt inntak (TDI) for PFAS-forbindelsen PFOS på 0,15 µg/kg kroppsvekt (BW). Siden PFOS er antatt å være den mest skadelige i megadoser og er ved de fleste analyser den komponenten som utgjør hoveddelen av PFAS-forbindelsene. PFOS antas i hovedsak å komme fra fisk og fiskeprodukt, samt luft/støv, og forekommer stort sett som små og lokale problem rundt områder med tidligere utslipp. Vurderingen her baseres på at et tilnærmet normalt volum for inntak av fisk og fiskeprodukt er på 714 g (inkl. SD) (*Norkost 2010 – 2011*).

Ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes er det analysert prøver av ørret, røye laks, torsk, kveite, skrubbe/rødspette og litt blåskjell. Undersøkelsene er utført på fisk fra flere fiskevann rundt og i umiddelbar nærhet til flyplassen: Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet, Tårstadelva, Tårstad-/Stunesosen og Kjerkvatnvika. Undersøkelsen viser stor forurensning av PFAS-forbindelser og da særlig PFOS til biota, men all den tid TDI/TWI ikke blir overskredet gir Mattilsynet ikke advarsel for inntak av fiskefilet (ferskvann/sjø) fra området.

Analyseresultatene viser svært varierende resultater. Høyeste gjennomsnittsverdi er analysert av PFOS i fisk er fra Kjerkvatne 41,55 µg/kg våt vekt. Det gir her et maksimalt inntak med normal kost i en uke på 38,86 µg PFOS.

Laks og sjøørret fra Tårstadelva viser lave verdier av PFOS med 0,78 µg/kg våt vekt, og som gir ukeinntak for et voksent menneske på 2,83 µg.

Mattilsynet har vurdert alle resultatene fra fiskefilet og skjell opp mot mattrygghet, mens fiskelever ikke er vurdert pga. det er en generell advarsel som gjelder om ikke å spise lever fra fisk ved selvfangst, langs hele kysten inkl. ferskvann.

Mattilsynets vurdering og konklusjon

Analyseresultatene for PFAS-forbindelsene i vannene og elver samt i osene nedenfor og rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, fra tidligere og nylige undersøkelser, er samlet i rapporten fra Norconsult/Sweco *Harstad/Narvik lufthavn, Evenes – Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering, rapport nr.: 168186-17-J8*. Undersøkelsene viser at fisk fra vannene Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet, Tårstadelva, Tårstad-/Stunesosen og Kjerkvatnvika er betydelig forurensset med PFAS-forbindelser, og særlig av forbindelsen PFOS. Dette blir tydelig når en voksen person der alt inntak av fisk er fra Kjerkvatnet (som har høyeste gjennomsnitt) og eksponering fra luft og støv vil gi et ukentlig inntak av på PFOS 39 µg. Det «normale» ukeinntaket ved eksponering utenfor de forurensede områdene vil være rundt 5,9 µg.

TWI-verdien (maksimalverdien for inntak i en hel uke) for et voksent menneske er 73,50 µg.

Vurderingen fra Mattilsynet gir ingen advarsel mot å spise fiskefilet fra vannene Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet, Tårstadelva, Tårstad-/Stunesosen og Kjerkvatnvika.

Mattilsynets konklusjon av undersøkelsen

På bakgrunn av analyseresultatene av PFAS-forbindelser i fisk/skalldyr presentert i Norconsult/Sweco AS sin rapport: *Harstad/Narvik lufthavn, Evenes – Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering, rapport nr.: 168186-17-J8*, viser

Ikke behov for advarsel (kostholdsråd) for fiskefilet, for fritidsfiskere/sankere i fiskevann/elver/sjøen nær og rundt flyplassen på Evenes, på grunn av PFAS-forbindelser.

Bakgrunn for råd om inntaksbegrensinger (advarsler) fra forurensede havner og fjorder

Mattilsynet har som mål å gi god informasjon til forbrukere, slik at den enkelte kan foreta gode og trygge valg ved selvfangst/selvplukk, og unngå områder der det er påvist høy forurensing. I forbindelse med forurensede havner og fjorder, kan Mattilsynet gi råd om å begrense inntaket fra disse områdene når:

- funnene overskrider gjeldende grenseverdier, og at inntaket av uønsket stoff er så høyt at det bidrar vesentlig til totalinntaket, samtidig som totalinntaket av uønsket stoff nærmer seg eller overskrider det tolerable inntaket. Dette gjelder ikke bare for selvfangst, men også for lovlig omsatte næringsmidler som vil bidra til inntak av uønskete stoffer.

Mattilsynet har selv svært liten aktivitet knyttet til analyser av uønskede stoffer i forurensede havner og fjorder. Mattilsynet kan likevel ikke unnlate å reagere når det foreligger analysedata som i forbindelse med for eksempel miljøovervåking, og når dataene viser høye nivå som kan påvirke folkehelsen. Miljømyndighetene (Miljødirektoratet) har etablert et system for tilstandsklassifisering av miljøkvalitet i havner, fjorder og kystfarvann. De stoffene som er valgt ut, og som inngår i verdiene og hvilke nivåer som benyttes ved klassifiseringen, samsvarer stort sett med Mattilsynets behov for å kunne vurdere risikoen opp mot mattryggheten. Matmyndighetene har ikke utarbeidet et tilsvarende klassifiseringssystem, og videre er regelverket vårt knyttet til øvre grenseverdier for inntak/innhold i mat i stadig endring. Mattilsynet kan ikke gjøre noen vurdering av mattrygghet basert på analyser av vann, sedimenter eller bløtbunnfauna. Det må videre foreligge relevante data fra aktuelle næringsmidler (her: fisk og skalldyr).

Gjeldende advarsler for fisk og sjømat, som også har betydning for fisk og sjømat fra forurensede havner og fjorder

Generelle råd:

- *Blåskjell*: Den som skal sanke skjell, må alltid sjekke *blåskjellvarselet* om det er registrert innhold av algegifter den siste uken. Noen områder har i tillegg lokale advarsler for blåskjell.
- *O-skjell*: Nyren må fjernes på grunn av høyt innhold av kadmium og bly.
- *Kamuskjell*: Kun muskel og gonader bør spises, på grunn av et generelt høyt innhold av kadmium i innmaten.
- *Fiskelever*: Lever fra fisk fanget innenfor grunnlinjen (skjærgården) bør ikke spises på grunn av et høyt innhold av dioksiner og PCB.

Råd til sårbare grupper:

- *Krabbe*: Barn og kvinner i fertil alder inkludert gravide, bør ikke spise brun innmat fra krabber fra hele kysten på grunn av høyt innhold av kadmium og organiske miljøgifter.
- *Området rundt u-båtvraket ved Fedje*: Gravide og ammende frarådes, med bakgrunn i *føre-var-prinsippet*, å spise sjømat fanget i u-båtvrakets umiddelbare nærhet. Dette er på grunn av mulig lekkasje fra vraket av kvikksølv fra vraket til fisk og skalldyr.
- *Blåkke*: Gravide og ammende bør ikke spise blåkke som veier over 3 kg.

Informasjon ved akutt forurensing:

- Det gis råd ved akutte hendelser som for eksempel skipshavari eller store industriutslipp, der olje og/eller andre stoffer vil påvirke sjømatet.

Egenvurdering:

- Publikum må også selv gjøre vurdering av matens tilstand, spesielt med tanke på mikrobiologi. Det er viktig at en *ikke* plukker skjell som vokser i nærheten av f. eks. kloakkutslipp, innerst i havneområder eller nær industriutslipp. Dette er særlig viktig siden ikke all fisk og sjømat blir varmebehandlet før spising, eller har svært kort varmebehandlingstid.

Bakgrunn for råd om advarsel fra forurensede havner og fjorder

Fisk og sjømat som skal omsettes, skal tilfredsstillende gjeldende regelverk. Alle de involverte virksomhetene har ansvar for å fylle kravene i regelverket, herunder også øvre grenseverdier. Alle virksomheter er underlagt offentlig kontroll (tilsyn) og må legge fram for Mattilsynet hvilke vurderinger som er gjort og hvilke tiltak som er iverksatt for å oppnå målene om trygge fiske- og sjømatprodukter. Når det gjelder fisk, skjell og skalldyr som er fangstet til eget bruk, må fisker / konsument selv ta ansvaret for at maten er trygg. Til hjelp/støtte for slike vurderinger, har Mattilsynet utarbeidet råd om å begrense inntaket av sjømat fra visse forurensede områder. Det er viktig å bemerke at slike vurderinger ikke er basert på innhold av uønskede stoffer alene, men også på andelen av fisk, fiskeprodukter og skalldyr/skjell som konsumeres og som bidrar av uønskede stoffer sammen med den øvrige kosten. Det er den totale belastningen av uønskede stoffer gjennom kostholdet som har betydning for folkehelsen, ikke bare uønskede stoffer fra fisk og sjømat.

Mattilsynet legger til grunn for vurderingen verdier for tolerable inntak som Tolerable Weekly Intake (TWI). Slike verdier er fastsatt av internasjonale ekspertkomiteer, som for eksempel JECFA og EFSA. Videre har den norske Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) utarbeidet retningslinjer som legges til grunn ved vurderingene. Mattilsynet vil i noen tilfeller gi advarsler som *føre var*, selv om grenseverdien ikke er overskredet. Mattilsynet har som mål å gi god informasjon til forbrukere slik at de kan foreta kvalifiserte vurderinger rundt bruken av selvfangstet fisk og sjømat. I forbindelse med forurensede havner og fjorder gir Mattilsynet råd om å begrense inntaket fra disse områdene når:

- Innholdet av uønskede stoffer overskrider gjeldende grenseverdier, eller
- inntaket av uønsket stoff fra aktuelt næringsmiddel er så høyt at det bidrar vesentlig til totalinntaket, samtidig som totalinntaket av uønsket stoff nærmer seg eller overskrider tolerabelt inntak. Dette gjelder ikke bare for selvfangstet, men også for lovlig omsatte

Mattilsynet har selv svært liten aktivitet knyttet til analyser av uønskede stoffer i forurensede havner og fjorder. Mattilsynet kan likevel ikke unnlate å reagere når det foreligger analysedata som er produsert i forbindelse med for eksempel miljøovervåking, og når dataene viser høye nivå som kan påvirke folkehelsen ved inntak. Miljømyndighetene (Miljødirektoratet) har etablert et system for tilstandsklassifisering for beregning av miljøkvalitet i havner, fjorder og kystfarvann. De stoffene som er valgt ut, og som inngår i verdiene og hvilke nivåer som benyttes ved klassifiseringen, samsvarer i hovedtrekk med de stoffene og de øvre grenseverdier som er etablert for å sikre helsemessig trygg fiske- og sjømatprodukter. Samarbeidet mellom Miljødirektoratet og Mattilsynet er godt og vi kan påvirke hvilke parameter som er viktig/nyttig, også for Mattilsynet, når undersøkelser av havner og fjorder planlegges og utføres.

Med hilsen

Lise Torkildsen
Seksjonssjef

Kopi til:
Bente Wejden (e-post)
Miljødirektoratet (e-post)