
RAPPORT

AVINOR AS

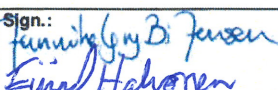
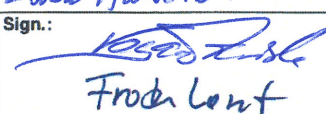
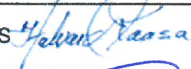
TROMSØ LUFTHAVN, LANGNES

UNDERSØKELSER AV PFAS I JORD, VANN OG BIOTA

2016-05-31



Tromsø lufthavn, Langnes. Foto: Kjetil Ree

Rapport nr.: 168186-18-J8		Oppdrag nr.: 168186	Dato: 31. mai 2016
Oppdragsnavn: Perfluorerte og polyfluorerte forbindelser ved Tromsø Lufthavn, Langnes			
Kunde: Avinor AS			
UNDERSØKELSER AV PFAS I JORD, VANN OG BIOTA Tromsø lufthavn, Langnes			
Sammendrag: Denne rapporten bygger på undersøkelser av PFAS-forurensning i jord, sedimenter, vann og marin biota ved Tromsø lufthavn, fra perioden 2011 til 2014. Rapporten beskriver også restmengder av PFOS og gir vurderinger av spredningsforløp, samt risiko knyttet til menneskelig helse som følge av PFAS-forurensningen. Øving med brannskum har ført til at det har blitt spredd totalt ca. 7 000 kg PFOS i perioden 1985 til 2001 og ca. 1 900 kg PFAS (med hovedvekt fluortelomerer) i perioden 2001 til 2012. Disse stoffene har i stor grad blitt transportert ut til sjø ved Tromsø lufthavn. Basert på målinger i jord og vann er det beregnet at det ligger igjen 30-120 kg PFOS ved brannøvingsfeltene i dag. Det vil trolig ta mellom 170-850 år før all PFOS har drenert ut fra det gamle brannøvingsfeltet i sin helhet. Mattilsynet har vurdert analysedata fra fisk og kuskjell ved Tromsø lufthavn i tilknytning til undersøkelsen i 2012. Mattilsynet (2013) skriver at «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 forurenset med PFOS eller de andre PFC-forbindelsene.» Undersøkelsene av biota begrenser seg til marint miljø. Det ble analysert diverse prøver av fiskekjøtt og kuskjell fanget i 2012, samt strandbiota fanget i både 2012 og 2013. Det ble ikke påvist PFAS i fisk eller skjell, men det ble funnet PFAS (hovedsakelig PFOS) i både børstemark og tanglopper, tilsvarende kategori II og III (God – Moderat miljøtilstand).			
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Sign.
A1	2015-02-13	Utkast m/biota	JJE
B7	2016-03-08	Utkast med Norconsults bidrag på jord, vann og spredning	VK
J8	2016-05-31	Endelig versjon	JJE
Utarbeidet av: Jannike Gry B. Jensen, Finn R. Gravem, Bente Breyholtz, Lars Været, Ingvald Helland, Eivind Halvorsen, Halvard Kaasa (red.), Vegard Kvisle		Sign.: 	
Kontrollert av: Vegard Kvisle / Norconsult AS Frode Løset / Sweco Norge AS		Sign.: 	
Oppdragsansvarlig / avd.: Kim Rudolph-Lund/ Sweco Norge AS Jannicke Garmann/ Norconsult AS		Oppdragsleder / avd.: Halvard Kaasa / Sweco Norge AS  Vegard Kvisle / Norconsult AS 	

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). Nivået for innsamling av materialet er bestemt av Avinor.

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. Innsamlingen av biotaprøvene ble planlagt og gjennomført av Sweco og Norconsult. Analysene av biotaprøvene er utført av ALS Laboratory Group Norway AS, og jord- og vannprøver er analysert av Eurofins. 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 stoffet knyttet til PFAS i biologisk materiale med risikovurdering og har stått for sluttredigering.

Kontaktpersoner hos Avinor som har bidratt med informasjon og nyttige innspill er Bente Wejden og Jarl Øvstedal.

De som har deltatt i utarbeidelse av rapporten er:

Sweco Norge AS:

Jannike Gry B. Jensen, Halvard Kaasa, Finn Gravem

Norconsult:

Vegard Kvisle, Bente Breyholtz, Eivind Halvorsen, Marthe-Lise Søvik og Lars Været

Vi takker for oppdraget og godt samarbeid!

Halvard Kaasa, Vegard Kvisle

31. mai 2016

Innhold

1	Innledning.....	9
1.1	Bakgrunn og formål.....	9
2	Perfluorerte og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS).....	11
2.1	Generelt.....	11
2.2	Egenskaper PFAS.....	12
2.3	Effekter på miljø, mennesker og dyr	13
2.4	Økologiske konsekvenser av PFAS	13
2.5	PFAS i konsumvarer.....	16
3	Miljømål og akseptkriterier	17
3.1	Miljømål.....	17
3.2	Akseptkriterier i vann og biota	17
4	Metode resultatvurdering.....	18
4.1	Inndeling miljøtilstand biota	18
4.2	Klasseinndeling sedimenter, jord og vann	19
4.3	Spredningsvurdering	20
4.3.1	Generelt.....	20
4.3.2	Metode for beregning av restmengde PFOS.....	20
4.3.3	Usikkerheter i beregningene	21
4.3.4	Metode for tidsestimat på utlekking av all PFOS fra brannøvingsfelt til resipient. 22	
4.4	Vurderinger av økologiske konsekvenser	22
4.5	Vurderinger av matbiota.....	23
5	Områdebeskrivelse.....	24
5.1	Beliggenhet og omgivelser	24
5.2	Historisk bruk av brannskum, brannøvingsfelt, andre PFAS-lokaliteter	26
5.2.1	Historisk bruk av brannskum.....	26
5.2.2	Aktivt brannøvingsfelt (BØF1).....	26
5.2.3	Gammelt brannøvingsfelt (BØF 2)	27
5.2.4	Andre PFAS-lokaliteter	27
5.3	Utførte tiltak	28
6	Undersøkelser	29

6.1	Metodikk for prøvetaking i vann og jord	29
6.2	Jord	29
6.2.1	Aktivt brannøvingsfelt (BØF1), 2001-	29
6.2.2	Gammelt brannøvingsfelt (BØF 2), ca. 1985 - 2001.....	30
6.2.3	Gammel brannstasjon.....	33
6.2.4	Gammelt deponi	33
6.3	Sedimenter	34
6.3.1	Aktivt brannøvingsfelt (BØF1), 2001-	34
6.3.2	Gammel brannstasjon og arealer rundt.....	34
6.3.3	Generell avrenning fra lufthavnen	35
6.4	Vann.....	37
6.4.1	Grunnvann.....	37
6.4.2	Overflatevann	44
6.5	Biota	53
6.5.1	Terrestriske arter	53
6.5.2	Ferskvannsarter.....	53
6.5.3	Marine arter	53
6.5.4	Vurdering testgrunnlag biota.....	56
7	Spredningsvurdering	58
7.1	Innledning	58
7.2	BØF2- nedlagt felt.....	61
7.2.1	Terreng- og strømningsanalyse for området BØF2	62
7.2.2	Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF2.....	63
7.2.3	Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt nedlagt BØF2	67
7.3	BØF1 - aktivt felt	67
7.3.1	Terreng- og strømningsanalyse for området BØF1	68
7.3.2	Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF2.....	69
7.3.3	Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt aktiv BØF1.....	71
7.4	Andre lokaliteter med mistanke om PFOS forurensning	72
7.5	Estimat av mengde PFOS og PFAS fra aktiv BØF gjennom oljeutskiller.....	74
8	Oppsummering spredning	75
8.1	Oppsummering jord og vann	75
8.2	Restmengder i jord og spredning av PFAS	75

8.3	Oppsummering biota.....	76
8.4	Matbiota og risiko for mennesker.....	76
9	Referanser	77

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
- BØF jord og sediment
- Oversiktskart vann

Vedlegg 5 Oversiktskart biota fra undersøkelser 2013

Vedlegg 6 Brev fra Mattilsynet

1 Innledning

De siste årene har en blitt oppmerksom på en gruppe syntetiske fluorerte karbonforbindelser som kan ha uønskede miljøkonsekvenser (Borg and Håkansson, 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 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 Tromsø lufthavn, Langnes (heretter kalt «Tromsø 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, samt at 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 å gjennomføre tiltak på Avinors lufthavner 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 forurensnet grunn. Alle delprosjektene ble avsluttet innen utgangen av 2015, og miljøarbeidet ble overført til driftsorganisasjonen.

Som del av Miljøprosjektets DP2 gjennomførte Cowi AS og Sweco Norge AS kartlegging og risikovurdering (SFT, 1999. Veileder 99:01. Risikovurdering av forurensnet 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 fra en del av lufthavnene 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 sjømat og fiskekjøtt av konsumfisk, samt noen arter som kan ha direkte påvirkning for opptaket av PFAS i disse. Etter hvert som

vurdering av konsekvens for økosystemene rundt en del av lufthavnene økte i aktualitet, ble innsamlingen av andre typer biotaprøver utvidet.

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 Tromsø lufthavn ble det gjennomført innsamling og analyse av fisk og noe strandbiota i 2012, samt supplert med innsamling og analyse av diverse strandbiota i 2013. I 2012 ble det også samlet inn diverse prøver fra to marine referansestasjoner. Vannovervåkingen ble 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, samt miljøstatus og å vurdere om PFAS kan ha uheldige virkninger for mattrygghet for mennesker.

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 i 2001, og annet PFAS-holdig brannskum i 2012, og selskapet har alltid benyttet lovlig skum.

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, 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 verken 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 miljømatrikser 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.

Noen viktige egenskaper hos PFOS og PFOA:

¹ Fordelingskoeffisienten mellom organisk karbon og vann

- 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)
- Hormonhermer
- 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 (Stubberud 2006, Grandjean and Budtz-Jørgensen, 2013). 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 and Budtz-Jørgensen, 2013).

Langkjedete 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 og 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, samt 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), 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 synes å bli tatt opp i meitemarken i ulik grad. Generelt tyder det på at 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). 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

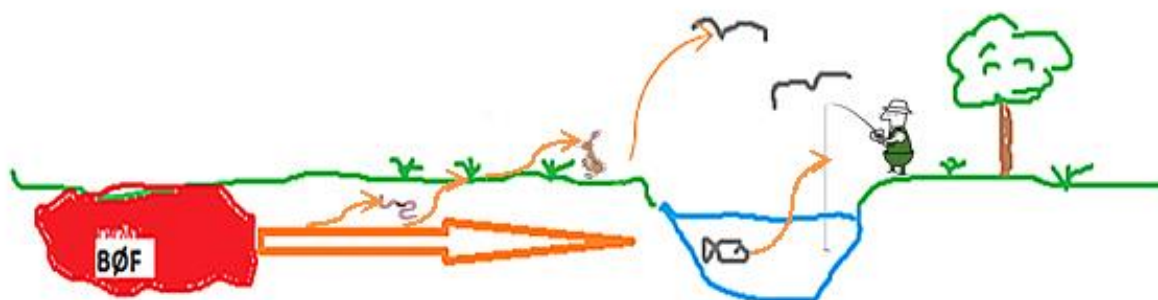
for alle forbindelsene. Dette antyder at de studerte stoffene ikke ble oppkonsentrert utover det nivået fôret har, når regnbueørreten kun fikk stoffene inn i kroppen gjennom maten den spiste.

I en ny studie gjort ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Avinor, 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) (Johanson *et al.*, 2015).

Resultatene 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 mens for PFHxS var nedgangen signifikant. Det konkluderes også med at PFOS og PFHxS har et bioakkumuleringspotensial i fisk (Johanson, S.M., 2015). Det konkluderes videre med i denne undersøkelsen at eksponering for høye verdier av utvalgte PFAS (herunder PFOS og PFHxS) medfører økt nivå av vitellogenin (Hellstad, S. 2015). Dette er et protein som er relatert til genet som styrer reproduksjon og dannelse av eggeplomme (Mills *et al.*, 2003). Hvilken konsekvens en stigning i innhold av vitellogenin kan ha for reproduksjon hos ørret er ikke omtalt hos Hellstad (2015), men hos Mills *et al.* (2003) hevdes det at slik forhøyet vitellogeninnivå kan ha effekt på reproduktiv suksess hos fisk og at hormonhermere og østrogen i akvatisk miljø kan gi slike fysiologiske effekter. Du *et al.* (2013) sier at PFOS har disse hormonhermende egenskapene blant annet ved å endre uttrykket til reseptor genene for østrogenproduksjon. Forsøkene til Du *et al.* (2013) som ble gjennomført med sebrafisk (*Danio rerio*), konkluderer med at PFOS kan ha mange effekter på det endokrine systemet både i forsøk og i naturen.

Tilsvarende bioakkumulering og overføring til høyere trofiske nivå som ble vist i forsøket med ørret (Johanson *et al.*, 2015), er også 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 levemiljø. Prinsipielt kan forurensingen fra et brannøvingsfelt til naturmiljøet spres videre til luft, vann, jord og biota (Figur 2-1). Fordamping av PFAS under normale naturlige forhold er lav og luftprøver er derfor ikke med i undersøkelsen. De 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. Komplexiteten i et spredningsbilde øker med antall forurensingsbærere.



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 voksne får i seg 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 raigrass) 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
Tromsø lufthavn, Langnes

3 Miljømål og akseptkriterier

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). Det er likevel valgt å benytte 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 våtvekt 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 resultatvurdering

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. TDI⁶ 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).

Når det gjelder PFOS, sier EUs vanndirektiv at et bidrag på inntil 10 % av TDI fra en kilde (her sjømat) defineres som god økologisk 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»⁷ 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 and 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 til human helse ved konsum (TDI = livslangt tolererbart daglig inntak av stoffet), og reflekterer delvis risikoen for økosystemene. EUs grense for god miljøtilstand ($\text{EQS}_{\text{biota}}$) er $9,1 \mu\text{g}$ PFOS/kg biota vv. Grense for dårlig miljøtilstand er satt til $10 \cdot \text{EQS}_{\text{biota}}$, altså $91,3 \mu\text{g}$ PFOS/kg biota vv. I denne rapporten er grenseverdien den samme, men gjelder sum PFAS.

⁶ TDI – livslang tolererbart daglig inntak av et stoff (μg stoff/kg kroppsvekt/dag)

⁷ Kombinasjonseffekter ved påvirkning av flere ulike kjemiske stoffer samtidig

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 ⁸	LOD – 9,1 ⁹	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 (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). 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 ¹⁰	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

⁸ LOD – Limit of detection (deteksjonsgrensen for de enkelte stoffene). LOD = verdi for blankprøve + 3*std.avvik

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

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

For PFOS i jord har Miljødirektoratet utarbeidet en normverdi på 100 µg/kg TS¹¹, 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.

Tabell 4-3. Klassifisering av PFOS i jord med fargekoder utviklet av Aquateam 2011, normverdi gitt i forurensningsforskriften. I rapporten benyttes klassifiseringen også for sum PFAS.

	Klasse I - Bakgrunn	Klasse II - God	Klasse III - Moderat	Klasse V – Svært dårlig
Jord, µg PFAS/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.

Det er mange PFAS med ulike egenskaper som f.eks toksisitet, bioakkumulasjon og i hvilken grad forbindelsene binder seg til jord. PFOS og PFOA er de av PFAS-forbindelsene som det er forsket mest på i forhold til toksisitet og bioakkumulasjon. PFOS og PFOA er også antatt som mest toksiske. Spredningsberegningen har mest fokus på PFOS og mindre på andre PFAS. Årsaken til dette er at analyser viser at PFOS stort sett er den dominerende PFAS-forbindelsen både i jordprøver og vannprøver (analyser viser lave PFOA-konsentrasjoner). PFOS er også den PFAS-forbindelsen man vet mest om med hensyn til adsorpsjon til jord (Kd-verdi).

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 basert på forbruksdata fra perioden 2001-2011. For perioden før 2001 er det antatt samme årlig forbruk som i perioden etter 2001. Denne beregningen er basert på forbruksdata av brannskum brukt

¹¹ TS - tørrstoff

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 jordprofilen 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) Beregne volum (m³) til massene ved å multiplisere areal forurensset område (m²) med mektighet forurensede masser (m). Usikkerhet på areal og mektighet settes etter faglig skjønn.
- 2) Beregne vekt (kg) til massene ved å multiplisere massenes volum (m³) med massenes tetthet (kg/m³). Usikkerhet på massenes volum kommer fra pkt. 1. Usikkerhet på massenes tetthet settes etter faglig skjønn.
- 3) Beregne vekt (kg) PFOS ved å multiplisere vekt (kg) forurensede masser med gjennomsnittlig interpolert PFOS-konsentrasjon i massene (µg/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.

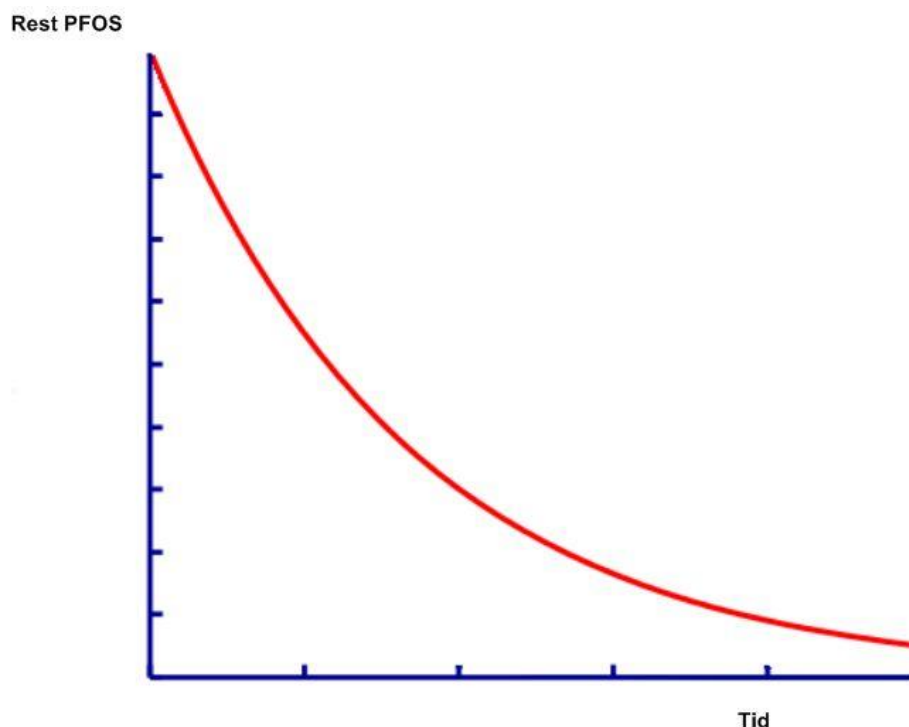
Tettheten til massene vil variere med mengden mineralsk eller organisk materiale i jordprofilen. Denne tettheten vil ha direkte innvirkning på estimatet på restmengde av PFOS på brannøvingsfeltene. God avgrensning av forurensset område horisontalt og vertikalt forutsetter en viss prøvetetthet og god 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 for tidsestimat på utlekking av all 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 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 opptrer 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 *et al.*, 2010). Sterke syrer påvirker også vanligvis vannkvaliteten i ferskvann. Det kan stilles 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 kjennskapet 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 også 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 Vurderinger av matbiota

Mattilsynet har på forespørsel fra Avinor gjennomført vurderinger av mattrygghet for områder i tilknytning til flere lufthavner, deriblant Tromsø lufthavn.

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 PFASforbindelsen 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 (pr uke) inntak av fisk og fiskeprodukt er på 714 g (inkl. SD) (Norkost 2010 – 2011) (Mattilsynet 2015a). Vurderingen er også basert på at innholdet av PFOS, er omtrent identisk med summen av PFAS-forbindelsene (de fleste andre PFAS-forbindelsene er under deteksjonsgrensen)» (Mattilsynet, 2015b).

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 det 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 det 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

Tromsø lufthavn, Langnes ligger på Langnes på Tromsøya, ca. 3 km vest for Tromsø sentrum. Lufthavnen åpnet offisielt i 1964 og eies/driftes av Avinor. Den har én rullebane, som ligger nord-sør (se Figur 5-1). Terminalbygget har blitt modernisert flere ganger, og deler av den eldre bygningsmassen er fortsatt i bruk. Tromsø lufthavn er den største lufthavnen i Nord-Norge.

Lufthavnen ligger på løsmasseavsetninger på leire og skjellsand. Fjellet under består av kalksteinsbergarter.

Våtmarks- og fjæresonen både i sydlige, vestlige og nordlige baneende er viktige beiteområder for vade- og andefugl, deriblant ærfugl, og er vurdert som *svært viktig*. Det er også registrert bl.a. krykkje, lomvi, oter, alke, brushane og makrellterne, som alle står på rødlista. I tillegg er det registrert flere viktige naturtyper på og rundt lufthavnen, både på land og sjø (bløtbunnsområder i strandsonen, bjørkeskog med høgstauder, tangvoll, og rikmyr).

Resipientene for overflatevann fra lufthavna er gruntvannsområder i Rottbogen i nord, Giæverbukta i syd, og fjæresonen i mellom (Sandnessundet) (Figur 5-1). Overvann infiltrerer stort sett lokalt i grunnen.

Langnes avløpsanlegg har utslipp til Sandnessundet (rett vest for flyplassen). Det er i tillegg andre avløpsanlegg med utslipp til fjorden i området.

Dominerende vindretning er fra sydvest om sommeren og fra nord om vinteren.



Figur 5-1. Oversiktskart Tromsø lufthavn, Langnes.

5.2 Historisk bruk av brannskum, brannøvingsfelt, andre PFAS-lokaliteter

5.2.1 Historisk bruk av brannskum

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.

Det ligger to brannøvingsfelt ved flyplassen, et gammelt felt øst for rullebanen og et aktivt felt ute ved sjøen vest for rullebanen (se Figur 5-1).

5.2.2 Aktivt brannøvingsfelt (BØF1)

Lufthavnen har tillatelse til bruk av det aktive brannøvingsfeltet fra Fylkesmannen i Troms datert 27.08.2001, sist endret 14.04.2004. Det er gitt tillatelse til å bruke 25 000 liter jetparafin årlig. Utslippstillatelsen beskriver krav til bruk, anlegg og prøvetaking.

Det aktive brannøvingsfeltet har vært i bruk siden 2001 og benyttes til øvingsfelt for flere av de lokale lufthavnene. Feltet består av en sirkulær plattform hvor det er montert øvingsobjekt og har fall mot sentralt punkt, hvor det er montert ett sluk.

Feltet skal ha tilfredsstillende oppsamlingsareal, men det ble i juni 2011 påvist lekkasje i sandfangskum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget. Foruten tetting av alle lekkasjer, utbedring av avløpssystem, samt opprydning av forurenset masse, ble det etablert tre miljøbrønner som drenerer oljeforurenset vann fra utkanten av feltet til rensing i oljeutskiller.

Det var vurdert som høy risiko for at anlegget ikke var tilstrekkelig driftsstabilt for å unngå utslipp til resipient eller overløp av oljeholdig væske til terreng og grunn.

Det er estimert at det ble brukt ca. 1 900 kg PFAS på BØF 1. PFOS skal ha blitt faset ut fra brannskummet i 2001, men da det har blitt brukt PFAS-forbindelser i skummet frem til 2012 er det sannsynlig at det frem til da var mindre mengder PFOS i skummet fremdeles.

5.2.3 Gammelt brannøvingsfelt (BØF 2)

Terrenget på det gamle brannøvingsfeltet er gresskledd og heller svakt fra øst mot vest. Massene sentralt på feltet består av tre til fire meter myr over leire. På østsiden er det mer naturlige masser på et par meter sand over silt. Massene skal ha vært skiftet ut på et tidspunkt, usikkert hvilket år. Flyplasspersonell har informert om at det kan ligge opprinnelige masser fra området langs rullebanen vest for brannøvingsfelt. Feltet ble tatt i bruk i ca.1985, og ble avsluttet i 2001.

På det gamle brannøvingsfeltet ble det tidligere tent på alt fra bilvrak til søppel ved brannøvinger.

I løpet av tidsrommet som feltet har vært i bruk er det estimert at det ble brukt ca. 7 000 kg ren PFOS på BØF 2.

5.2.4 Andre PFAS-lokaliteter

I tillegg til brannøvingsfeltene opplyser lufthavnen om at følgende områder er benyttet til aktiviteter der brannslukkingsskum kan ha kommet ut i grunnen. De omtalte områdene er avmerket i kartet for vann i vedlegg 4.

Gammel brannstasjon og arealer rundt

Sydvest for rullebanen står det et gammelt driftsbygg som har vært brukt som brannstasjon frem til år 2000. Rengjøring av brannbiler forgikk på utsiden av stasjon (sørsiden av bygg) med avrenning mot gjerdetrasé og fordøying i grunnen.

På østsiden av bygget ligger det to eller tre avløpskummer som er asfaltert over. Hvor disse har avrenning er uklart, men de hadde antagelig avrenning mot sørvest ned mot det samme arealet som avrenningen fra rengjøring av brannbilene. Dette område er tilført masser med en fylling som er 3 til 4 meter høy.

Massene i disse områdene ble ikke prøvetatt i DP2. Miljøovervåkning i nedstrøms grunnvannsbrønner viser utlekking av PFAS i dette området.

Gammelt deponi

Sør for det gamle brannøvingsfeltet ligger det et deponiområde med trevirke, søppel og jernskrap. Deponiet er registrert i Miljødirektoratets database, alvorlighetsgrad 02 – Liten/Ingen kjent påvirkning med dagens areal/resipientbruk. Fra midten på 90-tallet ble det også holdt enkelte brannøvelser med skumforbruk og parafin på dette området. Det er uklart hvilken retning avrenningen/sigevannet fra deponiet tar.

Diverse arealer

- Innstilling av strålebildet til vannkanonen utføres nesten daglig på rullebane nord.
- Ved taksebane D ble det noe graving for en del år tilbake, entreprenør kommenterte at det luktet diesel/parafin i grunn. Lufthavnen vurderte at dette kunne være et mulig tilsig fra gammel brannfelt som ligger på den andre siden av rullebanen. Brannøvingsfeltet var på den tid i bruk.
- Midt på lufthavnsområdet, mellom stand 24 og stand 25, var det frem til år 1997/98 en åpen oase hvor det ble lagret snø (markert som snødeponi på vannkartet). Her ble det flere ganger holdt brannøvelser med forbruk av skum og parafin på midten av 90-tallet. Fordøying i grunn og til sluk.
- Forøvrig har brannbilene spylt asfalt generelt på hele rullebanen og taksebaner opp gjennom tiden. Enkelte ganger har det forekommet at man ved en feiltakelse har glemt å skru av skum før spyling har startet, noe som kan ha medført spredning av PFAS.

5.3 Utførte tiltak

Brannskum som inneholdt PFOS ble faset ut i 2001 og erstattet med et annet skum som inneholdt i hovedsak andre perfluoreerte 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 perfluoreerte forbindelser.

Det er utført rengjøring av brannbiler som har vært i bruk før bytte fra AFFF til F-fritt skum. Det ble videre foretatt tømning og rengjøring av oljeutskilleranlegget i tilknytning til BØF høsten 2013 for å redusere spredning av PFAS. Dette ble utført av Promitek AS.

6 Undersøkelser

6.1 Metodikk for prøvetaking i vann og jord

Prinsippet for de miljøtekniske grunnundersøkelsene ved brannøvingsfeltene (utført i DP2) var sjakting, 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. 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 utløp fra avrenningsrør fra lufthavnen til sjø. Enkelte prøvepunktene for vann er videreført i påfølgende år. 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 Tromsø 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.

6.2.1 Aktivt brannøvingsfelt (BØF1), 2001-

Generelt er det funnet lave konsentrasjoner av PFOS i massene på det aktive brannøvingsfeltet, se Tabell 6-1 og Tabell 6-2. Overskridelse av normverdi er kun påvist i dypereleggende masser i ett punkt (sjakt 15-3, 130-140 cm) i utkanten av det sentrale brannøvingsfeltet og i en overflateprøve på nordsiden av feltet ut mot sjø (OF15). Sistnevnte prøve viste en konsentrasjon av PFOS på over 6 000 µg/kg. Lufthavnen har opplyst at oljeforurensede masser på feltet har blitt fjernet og levert til godkjent deponi på et tidligere tidspunkt.

Det foreligger få analyser av andre PFAS i prøvene, men resultatene kan tyde på at det er like mye 6:2 FTS i grunnen som PFOS, og at konsentrasjonen av PFAS kan være inntil tre ganger høyere enn konsentrasjonen av PFOS.

Ved de miljøtekniske grunnundersøkelsene i 2011 ble det funnet fri-fase hydrokarboner på grunnvannet (flere cm tykt), og feltet ble stengt av Fylkesmannen i høst inntil tilfredsstillende tiltak var gjennomført. Foruten tetting av alle lekkasjer ble det etablert tre miljøbrønner som drenerer oljeforurensset vann fra utkanten av feltet til rensing i oljeutskiller.

6.2.2 Gammelt brannøvingsfelt (BØF 2), ca. 1985 - 2001

Ved det gamle brannøvingsfeltet ble det i 2011 hovedsakelig funnet lave konsentrasjoner av PFOS, se Tabell 6-3 og Tabell 6-4. I en sjakt midt på feltet ble det funnet PFOS over normverdien.

I sjakt 2 i nordvest på feltet er det over 1800 µg/kg PFOS i en prøve tatt på mellom 1,5 og 2,5 m dyp. Denne prøven hadde også konsentrasjon av THC i tilstandsklasse 4. Prøven ble tatt i leiremasser og det strømmet mye vann inn i sjakten ved 190 cm. Det ble sett oljefilm på vannet. I 2011 ble det tatt ut en prøver fra 125 – 145 cm dybde i samme sjakt som ikke ble analysert. Massene her besto av myr. Prøven ble analysert i 2014 og viste meget høy konsentrasjon av PFOS (28 300 µg/kg), samt innhold av de andre analyserte PFAS på 35 – 1400 µg/kg slik at sum PFAS ligger på 30 400 µg/kg. Myra er de naturlige massene i området som har blitt tilført fyllmasser da brannøvingsfeltet ble etablert. Antagelig kan det ligge tilsvarende PFAS-konsentrasjoner i hele myrlaget under brannøvingsfeltet. Myrområdet strekker seg et godt stykke nordover. Avrenning fra feltet skjer enten nordover eller via dreneringsgrøfter og avløpsnett til Rottbogen.

Tabell 6-1. Analyseresultater fra jord ved BØF 1

Parameter	Enhet	Sjakt 11-2	Sjakt 11-3	Sjakt 12-1	Sjakt 12-3	Sjakt 13-2	Sjakt 13-3	Sjakt 14-1	Sjakt 14-3	Sjakt 15-1	Sjakt 15-2	Sjakt 15-3
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011										
Dybde		20-115	140-160	25	90-110	30-200	200-230	30	230-250	30	30-130	130-140
Jordtype		Stein/grus/sand	Skjellsand	Stein/grus/sand	Skjellsand	Stein/grus/sand	Leire/silt	Stein/grus/sand	Leire/silt	Stein/grus/sand	Stein/grus/sand	Leire/silt
6:2 FTS	µg/kg	149	32,2	-	-	5,2	< 3,0	-	-	-	17,8	-
8:2 FTS	µg/kg	10,2	12,4	-	-	-	< 4,0	-	-	-	< 4,0	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	< 3,2	< 2,9	-	-	<2,7	< 3,0	-	-	-	< 3,0	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	< 2,2	< 1,9	-	-	<1,8	< 2,0	-	-	-	3,5	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	< 2,2	< 1,9	-	-	<1,8	< 2,0	-	-	-	< 2,0	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	11,2	< 2,9	-	-	<2,7	< 3,0	-	-	-	< 3,0	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	8,6	3,3	-	-	<1,8	< 2,0	-	-	-	5,8	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	< 2,2	< 1,9	-	-	<1,8	< 2,0	-	-	-	< 2,0	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	3,5	< 1,9	-	-	<1,8	< 2,0	-	-	-	2	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	4,3	< 1,9	< 2	< 2,4	<1,8	< 2,0	< 1,8	< 1,9	3	2,3	< 1,9
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	42,6	49,9	3,4	3,6	5,4	< 2,0	8,7	< 1,9	91,7	29,3	171
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	12,4	4,6	-	-	3,8	< 2,0	-	-	-	19,2	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	242	102	-	-	14,4	i.p.	-	-	-	79,9	-

Tabell 6-2. Analyseresultater fra jord ved BØF 1, forts.

Parameter	Enhet	Sjakt 17-2	Overflate 11	Overflate 14	Overflate 15	Sjakt 23-3
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011				
Dybde		100-180	0-20	0-20	0-20	70
Jordtype		Steinblokker/grus/sand				Sand
6:2 FTS	µg/kg	-	-	79,2	-	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-	<2,9	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-	<1,9	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-	2,6	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-	<2,9	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-	5,1	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-	7,8	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-	2,3	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	< 2,2	< 1,8	4,1	< 21,4	<2,3
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	3,9	< 1,8	53,8	6260	<2,3
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-	7,6	-	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-	162	-	-

Tabell 6-3. Analyseresultater fra jord ved BØF 2

Parameter	Enhet	Sjakt 1-1	Sjakt 1-3	Sjakt 1-4	Sjakt 2-2	Sjakt 2-3	Sjakt 2-4	Sjakt 3-3	Sjakt 4-2	Sjakt 4-3	Sjakt 5-3	Sjakt 6-3
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011										
Dybde		30	325-335	335-460	30-125	125-145	145-240	175-215	30-165	165-260	230-300	340-360
Jordtype		Jord/sand	Myr	Leire	Stein/grov sand	Myr	Leire	Stein/grov sand	Jord/sand	Myr/leire	Stein/grov sand over leire	Sand
6:2 FTS	µg/kg	-	-	< 3,1	<3,4	<36,4	-	-	<2,9	<3,5	<3,1	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-	< 4,1	4,5	<48,5	-	-	<3,8	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-	< 3,1	<3,4	95,2	-	-	<2,9	<3,5	<3,1	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-	< 2,0	<2,3	<24,2	-	-	<1,9	<2,3	<2,1	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-	< 2,0	<2,3	47,6	-	-	<1,9	<2,3	<2,1	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-	< 3,1	51,6	1370	-	-	8,5	12,7	<3,1	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-	3,6	4,1	48,7	-	-	<1,9	16,4	<2,1	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-	< 2,0	<2,3	344	-	-	5,3	3	<2,1	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-	< 2,0	<2,3	36,4	-	-	<1,9	<2,3	<2,1	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,1	23,4	< 2,0	7,3	161	< 4,5	< 2,0	<1,9	2,4	<2,1	<1,9
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	22,1	2,1	< 2,0	83,2	28300	1810	219	322	9,0	<2,1	<1,9
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-	< 2,0	< 2,3	<24,2	-	-	<1,9	3,4	<2,1	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-	3,6	146	30400	-	-	336	46,9	i.p.	-

Tabell 6-4. Analyseresultater fra jord ved BØF 2, forts.

Parameter	Enhet	Sjakt 7-3	Overflate 1	Overflate 5	Overflate 7
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011			
Dybde		400	0-20	0-20	0-20
Jordtype		Stein/grov sand over myr/leire	Grus	Grus	Grus
6:2 FTS	µg/kg	-	-	-	< 3,1
8:2 FTS	µg/kg	-	-	-	< 4,1
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-	-	< 3,1
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-	-	< 2,0
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-	-	< 2,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-	-	< 3,1
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-	-	< 2,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-	-	< 2,0
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-	-	< 2,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	4,6	< 2,0	< 2,1	< 2,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	< 2,9	3,9	6,0	2,3
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-	-	< 2,0
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-	-	2,3

6.2.3 Gammel brannstasjon

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av PFOS over normverdi i de prøvetatte massene ved den gamle brannstasjonen (se Tabell 6-5).

Tabell 6-5. Analyseresultater fra jord ved gammel brannstasjon

Parameter	Enhet	Sjakt 19-3	Sjakt 20-3
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011	
Dybde		250-270	160-240
Jordtype		Sand/stein	Myr/skjellsand
6:2 FTS	µg/kg	-	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,2	<1,8
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	45,6	60,6
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-

6.2.4 Gammelt deponi

I massene fra selve deponiet (sjakt 10-3, 200-220 cm) ble det påvist PFOS rett over normverdi. Mens det i mer stedlige masser (sjakt 9-3, 300-320 cm) ikke ble påvist PFOS over rapporteringsgrensen, se Tabell 6-6.

Tabell 6-6. Analyseresultater fra jord ved gammelt deponi

Parameter	Enhet	Sjakt 9-3	Sjakt 10-3
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011	
Dybde		300-320	200-220
Jordtype		Sand/silt	Sand/trevirke/søppel/jernskrap
6:2 FTS	µg/kg	-	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,1	<2,2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	<2,1	172
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-

6.3 Sedimenter

6.3.1 Aktivt brannøvingsfelt (BØF1), 2001-

I 2011 ble det tatt ut tre sedimentprøver (Sed 1-1 – 1-3) i strandkanten langs det aktive brannøvingsfeltet. Det ble påvist PFOS rett over rapporteringsgrensen i alle prøver og iht. denne rapportens kategorisering gir det «moderat konsentrasjon», se Tabell 6-7.

Tabell 6-7. Analyseresultater fra sediment ved BØF 1

Parameter	Enhet	Sed 1-1	Sed 1-2	Sed 1-3
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011		
Dybde				
Jordtype		Sediment	Sediment	Sediment
6:2 FTS	µg/kg	-	<3,0	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	<3,0	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	<2,0	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	<2,0	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	<3,0	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	<2,0	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	<2,0	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	<2,0	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,0	<2,0	< 2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	3,0	2,4	4,4
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	<2,0	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	2,4	-

6.3.2 Gammel brannstasjon og arealer rundt

I 2011 ble det tatt ut to sedimentprøver (Sed 4-1 og 7-1) hhv. i strandkanten rett sør for og sørøst for den gamle brannstasjonen. Det ble påvist PFOS rett over rapporteringsgrensen i begge prøver og iht. denne rapportens kategorisering gir det «moderat konsentrasjon», se Tabell 6-8.

Tabell 6-8. Analyseresultater fra sediment ved gammel brannstasjon

Parameter	Enhet	Sed 4-1	Sed 7-1
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011	
Dybde	cm	10	5
Jordtype		Strandsand	Strandsand
6:2 FTS	µg/kg	-	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,1	<2,1
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	3,4	2,4
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-

6.3.3 Generell avrenning fra lufthavnen

Ved undersøkelsene i 2011 ble det i tillegg tatt ut sedimentprøver fra ulike avrenningspunkter ved lufthavnen:

- ved avløpsrør i syd (Sed 3-1)
- ved avløpsrør i nordvest i Rottbogen (Sed 3-3, SD 3-3, Sed 3-4 og SD 3-4)
- ved avløpsrør ved nordre del av landingsbanen (Sed 6-1 og Sed 6-2)

Kun ved avløpsrør i nordvest i Rottbogen ble det i punkt Sed 3-3 påvist PFOS over rapporteringsgrensen, se Tabell 6-9 og Tabell 6-10. Her ble det i 2011 påvist PFOS lavere enn rapporteringsgrensen ($<2,0 \mu\text{g/kg}$) i 5 cm dybde (Sed 3-3a) og dårlig tilstand ($79,8 \mu\text{g/kg}$) ved 10 cm dyp (Sed 3-3b). I 2014 ble det tatt en ny prøve, SD 3-3, og påvist PFOS rett over rapporteringsgrensen ($4,1 \mu\text{g/kg}$), iht. denne rapportens kategorisering gir det «moderat konsentrasjon».

Tabell 6-9. Analyseresultater fra sediment ved nordlige del av lufthavnen

Parameter	Enhet	Sed 3-3a	Sed 3-3b	SD 3-3	Sed 3-4	SD 3-4	Sed 6-1	Sed 6-2
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011		11-09-2014	17.08.2011 - 19.08.2011	11-09-2014	17.08.2011 - 19.08.2011	
Sted		Ved avløpsrør i nordvest i Rottbogen			Ved avløpsrør i nordvest i Rottbogen		Ved avløpsrør ved nordre del av landingsbanen	Ved avløpsrør ved nordre del av landingsbanen
Dybde	cm	10	5		5		5	5
Jordtype		Sediment	Sediment	Sediment	Sediment	Sediment	Sediment	Sediment
6:2 FTS	µg/kg	-	-	<3,5	-	<3,4	-	-
8:2 FTS	µg/kg	-	-	<4,7	-	<4,5	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-	-	<3,5	-	<3,4	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-	-	<2,4	-	<2,2	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-	-	<2,4	-	<2,2	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-	-	<3,5	-	<3,4	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-	-	<2,4	-	<2,2	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-	-	<2,4	-	<2,2	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-	-	<2,4	-	<2,2	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,4	<2,2	<2,2	<2,0	<2,1
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	79,8	<2,0	4,1	<2,2	<2,2	<2,0	<2,1
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-	-	<2,4	-	<2,2	-	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-	-	4,1	-	i.p.	-	-

Tabell 6-10. Analyseresultater fra sediment ved sørlige del av lufthavnen

Parameter	Enhet	Sed 3-1
Dato		17.08.2011 - 19.08.2011
Sted		Ved nordre del av landingsbanen
Dybde	cm	5
Jordtype		Sediment
6:2 FTS	µg/kg	-
8:2 FTS	µg/kg	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg	-
Perfluordekansyre (PFDA)	µg/kg	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	-
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<2,2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/kg	<2,2
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	-
Sum PFAS eks LOQ	µg/kg	-

6.4 Vann

Ved Tromsø lufthavn ble det i 2011 og 2012 utført analyser av grunnvann ved begge brannøvingsfelt, samt av overflatevann ved det gamle brannøvingsfeltet og ved et gammelt deponi som også har blitt benyttet til øvelser. I tillegg ble utført analyser av avrenning fra dreneringssystemene mot sjø flere steder på lufthavnen.

Målingene viste varierende konsentrasjoner av PFAS i grunnvannet, med spesielt høye konsentrasjoner ved det gamle brannøvingsfeltet (opp mot 200 000 ng/l i brønn 1). I overflatevannet ble det påvist opp til 700 ng PFAS/l i avrenning mot Rottbogen.

Basert på disse resultatene, ble det valgt ut prøvepunkter for vann for supplerende undersøkelser i 2013 - 2015. Enkelte prøvepunkter fra 2011/2012 ble videreført og flere prøvepunkter ble lagt til for å øke forståelsen for avrenningsretningene. I forbindelse med overvåkning av avisningskemikalier, ble det etablert grunnvannsbrønner sør for den gamle brannstasjonen. Disse ble inkludert i prøvetaking og analyse mht. PFAS.

I tillegg til de naturlige avrenningsretningene for grunnvann og overflatevann, styres avrenningen fra lufthavnsområdet i stor grad av den etablerte VA-infrastrukturen. Rørsystemene er lagt i ulike etapper gjennom lufthavnens levetid og er nå meget omfattende og utfordrende å få oversikt over. Dette gjør det noe uvisst hvilke arealer/kilder de ulike utløpspunktene (rør) til sjø mottar vann fra, og hvordan kvaliteten på de ulike ledningssystemene er. Det planlegges et prosjekt for å oppnå bedre oversikt over dreneringssystemet på lufthavnen.

6.4.1 Grunnvann

Aktivt brannøvingsfelt (BØF1), 2001-

Ved det aktive brannøvingsfeltet ble det i august 2011 etablert to grunnvannsbrønner (Brønn 15 og 18N) vha. sjaktning (ikke borerigg). Det ble tatt ut prøve av grunnvann i sjaktene ved etablering (V 15-1 og V 18-2) som viste hhv. 6640 og 298 ng PFOS/l (Tabell 6-11).

Tabell 6-11. Analyseresultater fra grunnvann i sjakt ved aktiv BØF

Parameter	Enhet	V 15-1	V 18-2
		17-08-2011	17-08-2011
6:2 FTS	ng/l	-	-
8:2 FTS	ng/l	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	-	-
Perfluoronansyre (PFNA)	ng/l	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	-	-
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	6640	298
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	-	-
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	-	-

Grunnvannet ble prøvetatt fra begge brønnene i mai 2012. I tillegg ble Brønn 15 prøvetatt i september 2014.

Brønn 15 ligger sørøst for det sentrale brannøvingsfeltet og prøvetakingen viste konsentrasjoner av PFAS på 5280 og 3670 ng/l. PFOS-konsentrasjonene (99,8 og 59,7 ng/l) representerer kun en mindre andel av PFAS. Forbindelsene perfluorpentansyre (PFPeA), 6:2 FTS, perfluorheksansyre (PFHxA), perfluorbutansyre (PFBA), perfluorheptansyre (PFHpA) og perfluorheksansulfonat (PFHxS) påvises i vesentlig høyere konsentrasjoner (Tabell 6-12).

Et tilsvarende konsentrasjonsforhold (Tabell 6-12) er sett på for de ulike PFAS i Brønn 18N, men i betydelig høyere konsentrasjoner. PFAS er her på 49 500 ng/l. Brønnen ligger nordvest for det sentrale brannøvingsfeltet.

Tabell 6-12. Analyseresultater fra grunnvann i brønn ved aktiv BØF

Parameter	Enhet	Brønn 15		Brønn 18N
		24-05-2012	15-09-2014	24-05-2012
6:2 FTS	ng/l	1330	187	39800
8:2 FTS	ng/l	-	<10,0	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	13,5	11,8	<75,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	304	282	546
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	10	<5,0	76,6
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	215	242	380
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	796	581	1670
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	433	271	836
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	17,8	14,2	126
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	134	127	369
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	99,8	59,7	2110
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	1930	1890	3520
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	5280	3670	49500

6.4.1.1 Gammelt brannøvingsfelt (BØF 2), ca. 1985 - 2001

Ved det gamle brannøvingsfeltet ble det etablert to brønner i 2011. Brønnene ble satt ved plassering av filterrør, vha. provisorisk foringsrør, i åpen sjakt og igjen fylling med knust stein som filtermasser og deretter stedlige masser.

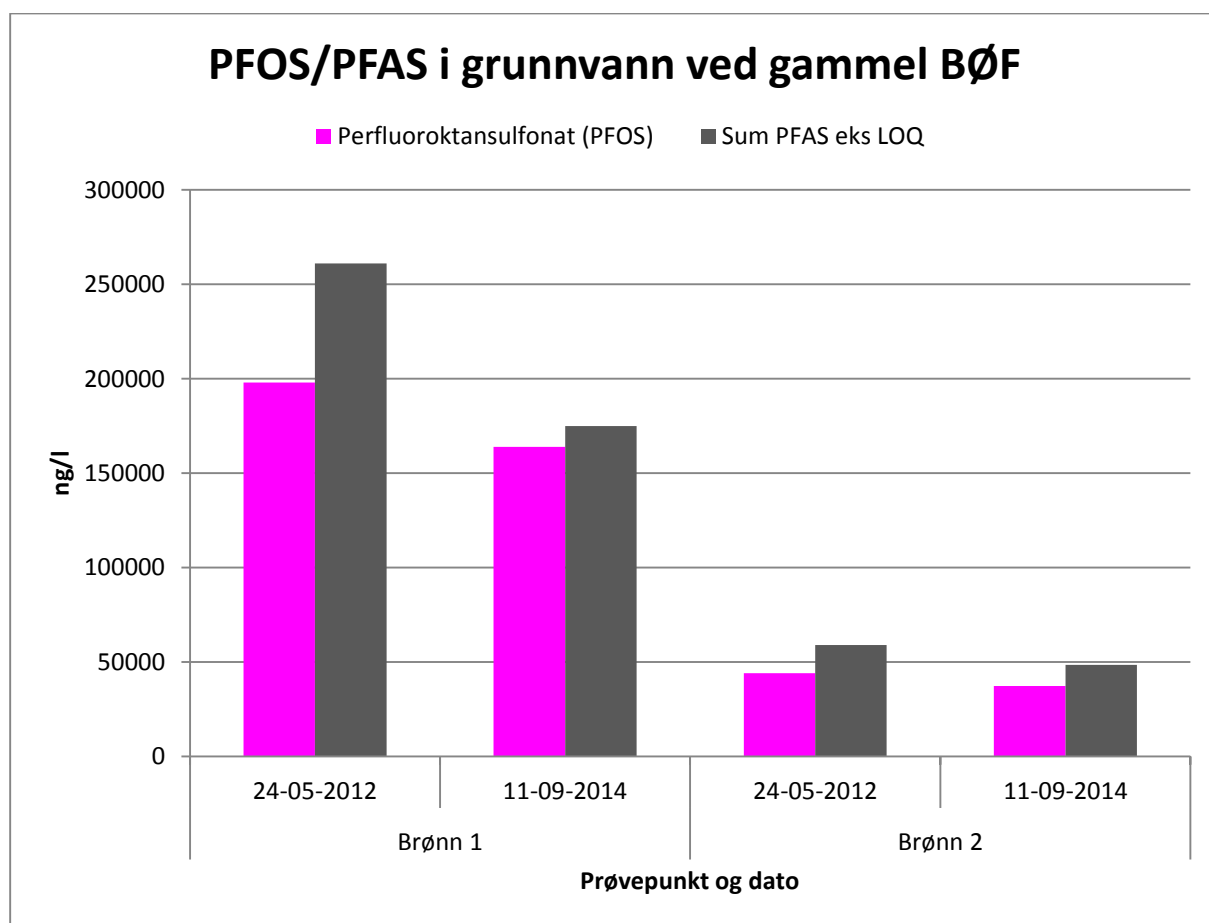
Brønn 1 ligger tilnærmet i senter av brannøvingsfeltet. Brønn 2 ligger nordvest/nedstrøms for Brønn 1. Begge brønner ble prøvetatt i 2012 og 2014 (Tabell 6-13 og Figur 6-4)

I Brønn 1 ble det påvist betydelige PFAS-konsentrasjoner (261 000 og 175 000 ng/l). PFOS utgjorde hoveddelen av konsentrasjonene og dernest perfluorheksansulfonat (PFHxS) og perfluorheksansyre (PFHxA), men det ble påvist konsentrasjoner av de andre PFAS-forbindelsene også inkludert 6:2 FTS.

Et tilsvarende bilde ble sett for Brønn 2, med der lå konsentrasjonene ca. en 10-potens lavere. PFAS-konsentrasjonene lå på 58 900 og 48 500 ng/l som må anses som vesentlig.

Tabell 6-13. Analyseresultater fra grunnvann i brønn ved gammelt BØF

Parameter	Enhet	Brønn 1		Brønn 2	
		24-05-2012	11-09-2014	24-05-2012	11-09-2014
6:2 FTS	ng/l	3710	900	620	<250
8:2 FTS	ng/l	-	400	-	<333
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	1810	310	456	307
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	1400	253	281	<167
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<500	<167	<100	<167
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	29600	5200	9770	6740
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	13400	1640	1240	1990
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	1570	270	315	217
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	4210	1090	663	323
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	6480	1060	975	977
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	198000	164000	44100	37300
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	1060	533	455	593
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	261000	175000	58900	48500



Figur 6-1. PFOS/PFAS i grunnvann fra gammelt BØF

6.4.1.2 Gammel brannstasjon og arealer rundt

Sør for den gamle brannstasjonen, området som ble benyttet til rengjøring av brannbiler og snødeponi sør er det etablert fem grunnvannsbrønner (brønn 20 og 22, MB 1 – 3). Brønn 20 ble, grunnet bøyd brønnrør, kun prøvetatt én gang i 2014, mens de andre brønnene ble prøvetatt to ganger i 2014 og i 2015. I tillegg ble brønn 22 prøvetatt en gang i 2013. Resultatene er vist i Tabell 6-14 og Tabell 6-15, samt vist grafisk i Figur 6-2.

Brønn 20 ligger rett nedenfor den gamle brannstasjonen og området som ble benyttet til rengjøring av brannbiler. Her ble det påvist PFAS på 20 500 ng/l i grunnvannet som hovedsakelig besto av PFOS (17 100 ng/l), men også andre PFAS-forbindelser ble påvist inkludert 6:2 FTS.

Brønnen MB1, MB2 og Brønn 22 ligger sør for snødeponi sør. Brønn 22 ligger nærmest strandsonen.

I Brønn 22 ble det påvist PFAS på 10 800 ng/l og PFOS på 10 600 ng/l. De påfølgende årene lå PFAS på 2 880 – 5 070 ng/l, hvorav PFOS utgjorde 2 080 – 3 970 ng/l. I alle prøverunder ble det påvist flere PFAS-forbindelser.

Ved prøvetakingen i 2014 ble det påvist innhold av PFAS på 18 600 – 24 000 ng/l i MB1 hvorav PFOS utgjorde hoveddelen av konsentrasjonen. Samtidig ble det i MB2 påvist innhold av PFAS på 9 990 – 13 100 ng/l hvorav PFOS utgjorde hoveddelen av konsentrasjonen. Dvs. generelt høyere PFAS-konsentrasjoner i MB1 enn i MB2. Ved prøvetakingene i 2015 ble dette bildet motsatt med PFAS-konsentrasjoner på 1 030 – 1 440 ng/l i MB1 og 21 200 – 23 700 ng/l i MB2. Endringene vises tydeligere i Figur 6-2. Det har ikke vært mulig å avdekke om det har skjedd en forbyttning av prøver, analysefeil, etc. eller om resultatene er reelle og hva de da ev. skyldes. I alle prøverunder ble det påvist flere PFAS-forbindelser. I følge lufthavnen er det gjennomført reelle prøvetakingsrunder både 25.06.15 og 26.06.15.

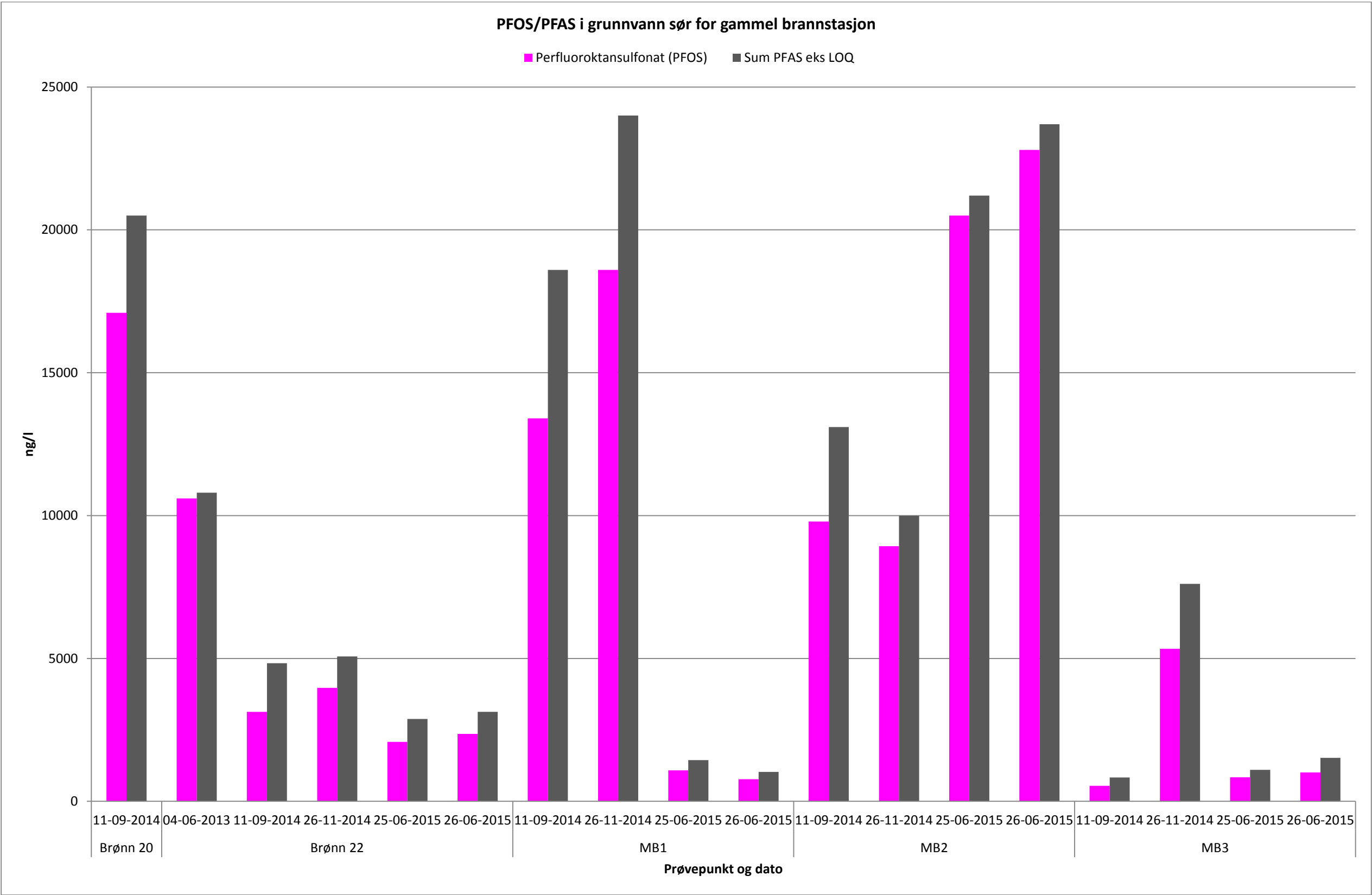
Analyseresultatene fra MB3, som ligger sørøst for snødeponi sør, viser generelt lavere PFAS-konsentrasjoner på 834 – 1 520 ng/l hvorav PFOS utgjorde hoveddelen av konsentrasjonen. Unntaket er prøvetakingen i november 2014, hvor PFAS-konsentrasjonen av ukjent årsak var 7 610 ng/l.

Tabell 6-14. Analyseresultater fra grunnvann i brønner sør for gammel brannstasjon og snødeponi sør

Parameter	Enhet	Brønn 20	Brønn 22					MB1			
		11-09-2014	04-06-2013	11-09-2014	26-11-2014	25-06-2015	26-06-2015	11-09-2014	26-11-2014	25-06-2015	26-06-2015
6:2 FTS	ng/l	33,3	<37,5	54,7	51,2	47,3	<75,0	73,7	84,6	97	<25,0
8:2 FTS	ng/l	<33,3	<50,0	<33,3	-	-	-	<33,3	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	62,7	49,6	55,3	<25,0	<25,0	<75,0	177	209	<25,0	<25,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<16,7	25,8	17,7	40,1	<16,7	<50,0	44	46,2	<16,7	<16,7
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<16,7	<25,0	<16,7	<16,7	<16,7	<50,0	<16,7	<16,7	<16,7	<16,7
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	2080	912	895	332	357	287	3350	3450	103	109
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	249	236	189	183	164	122	504	494	52,3	50,7
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	39,7	36,3	68,3	59,8	56,3	55,3	107	113	25,3	22,1
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	528	230	97	88,9	50	<50,0	284	240	<16,7	<16,7
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	262	136	160	102	85	71	412	518	29,7	27,6
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	17100	10600	3130	3970	2080	2360	13400	18600	1080	774
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	73,7	103	170	244	35,3	226	207	186	50,7	42,7
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	20500	10800	4830	5070	2880	3130	18600	24000	1440	1030

Tabell 6-15. Analyseresultater fra grunnvann i brønner sør for gammel brannstasjon og snødeponi, sør forts.

Parameter	Enhet	MB2				MB3			
		11-09-2014	26-11-2014	25-06-2015	26-06-2015	11-09-2014	26-11-2014	25-06-2015	26-06-2015
6:2 FTS	ng/l	76	<25,0	<25,0	<75,0	<25,0	25,9	<25,0	<25,0
8:2 FTS	ng/l	<33,3	-	-	-	<33,3	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	216	<25,0	<25,0	<75,0	<25,0	42,4	<25,0	<25,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	38	29,5	<16,7	<50,0	<16,7	56	<16,7	29,3
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<16,7	<16,7	17,3	<50,0	<16,7	<16,7	<16,7	<16,7
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	1860	452	138	304	98	758	97,3	106
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	316	179	117	104	75,3	391	78,7	83,5
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	107	55	<16,7	<50,0	22	158	33,7	39,9
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	248	21,1	397	355	<16,7	<16,7	<16,7	<16,7
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	292	126	34,3	68,5	16,7	200	25	34,3
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	9790	8930	20500	22800	539	5340	842	1010
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	155	198	<16,7	78,8	82,7	637	28	207
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	13100	9990	21200	23700	834	7610	1100	1520



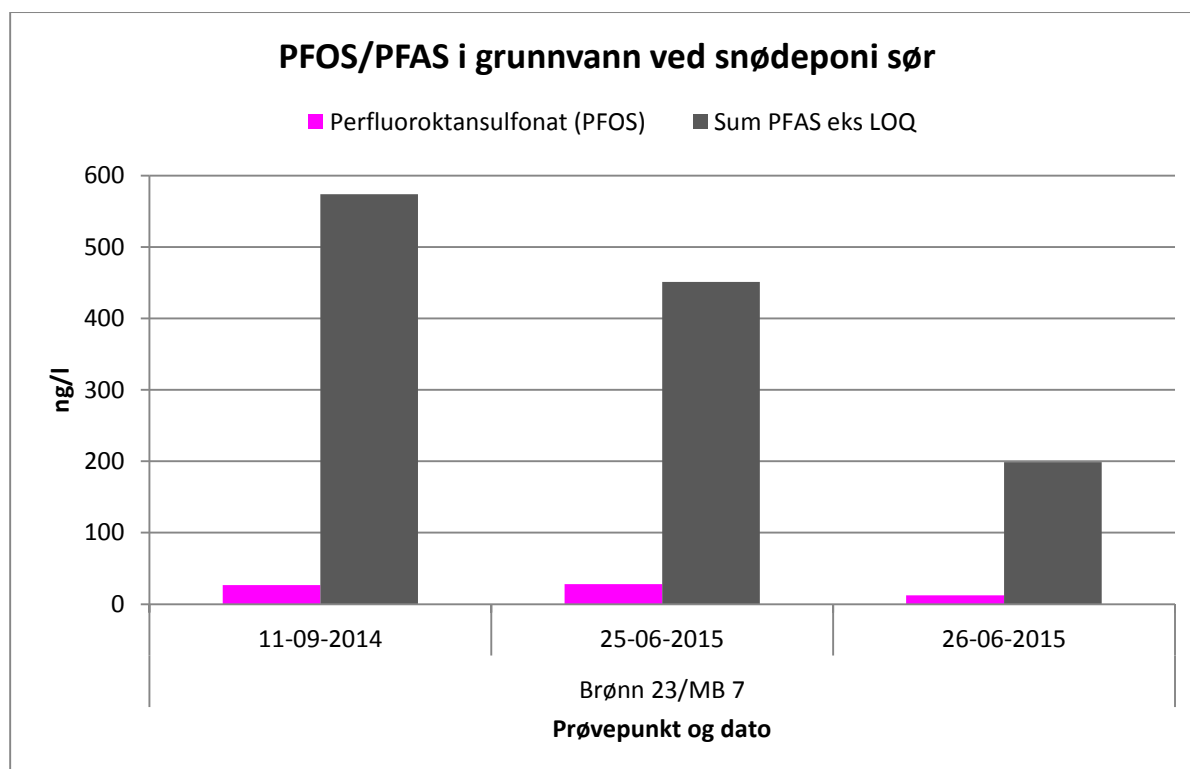
Figur 6-2. PFOS/PFAS i grunnvann fra brønner sør for gammel brannstasjon og snødeponi sør

6.4.1.3 Snødeponi nord

Ved snødeponi nord er det i 2012 etablert en grunnvannsbrønn, Brønn 23/MB7. Brønnen ble prøvetatt i 2014 og 2015. Resultatene er vist i Tabell 6-16 og grafisk i Figur 6-3. Resultatene viser et innhold av PFAS på 199 – 574 ng/l. Konsentrasjonene er fordelt på flere PFAS-forbindelsene inkl. 6:2 FTS, men ved de to første prøvetakingene ser perfluorpentansyre (PFPeA) ut til å være dominerende.

Tabell 6-16. Analyseresultater fra grunnvann i brønn ved snødeponi nord

Parameter	Enhet	Brønn 23/MB 7		
		11-09-2014	25-06-2015	26-06-2015
6:2 FTS	ng/l	34	20,3	26,8
8:2 FTS	ng/l	<33,3	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<25,0	<7,5	<15,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	33,7	38,9	<10,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<16,7	<5,0	<10,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<25,0	9,3	<15,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	87,3	64,9	44
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	49,3	37,4	30,8
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<16,7	<5,0	<10,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	26,7	28,1	12,2
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	34,7	50	62
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	309	202	22,8
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	574	451	199



Figur 6-3. PFOS/PFAS i grunnvann fra brønn ved snødeponi nord

6.4.2 Overflatevann

Overflatevann fra lufthavnen vil i utgangspunktet hovedsakelig drenere mot vest-nordvest til Sandnessundet og Rottbogen. Kun den sørligste delen av lufthavnen, inkludert områdene rundt den gamle brannstasjonen, har naturlig avrenning til Giæverbukta i sør. Ved etableringen av lufthavnen, og i løpet av dens driftsperiode, er det etablert flere system for drenering av vann vekk fra ulike områder av lufthavnen. En fullstendig oversikt over ledningsnettets har ikke vært tilgjengelig ved utarbeidelse av feltarbeidet eller denne rapporten. Dette ledningsnettets, samt andre kabelinstallasjoner i grunnen med drenerende masser påvirker dreneringsretningen på overflatevann og grunnvann ved lufthavnen, og det vil dermed være vanskelig å gi gode forklaringer på hvor forurensninger fra en kjent kilde føres eller hvor påvist forurensning i vann kommer fra. Vi har derfor ikke gjort forsøk på å forklare situasjonen detaljert i denne rapporten.

6.4.2.1 Aktivt brannøvingsfelt (BØF1), 2001-

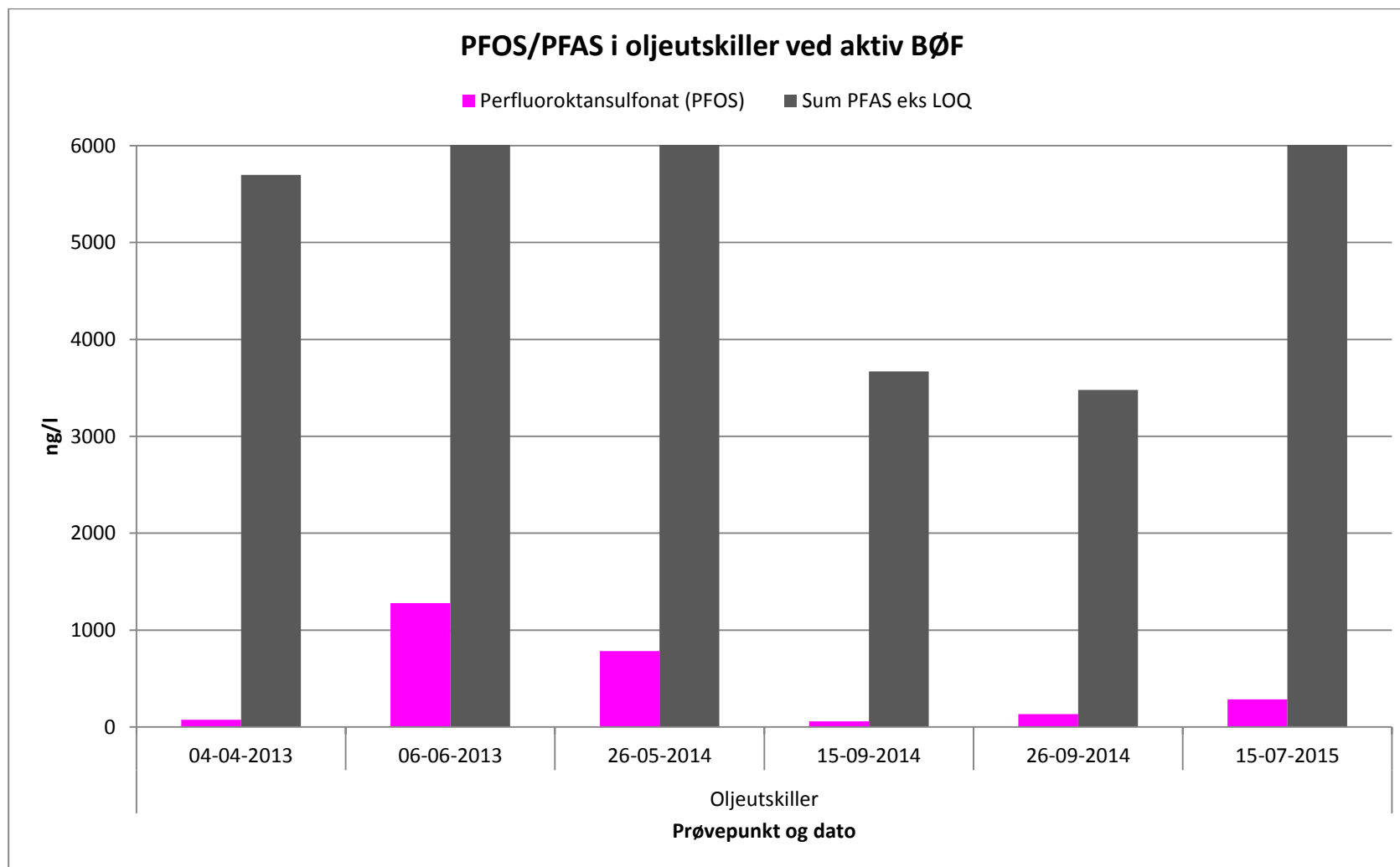
Området ved det aktive brannøvingsfeltet har ingen områder for overflatevann (bekker/grøfter/e.l.). Derfor er det kun prøvetatt vann fra oljeutskiller og fra sjø.

Oljeutskiller

Det aktive brannøvingsfeltet er etablert med en oljeutskiller og avløp til sjø. Vannet ut av oljeutskilleren ble prøvetatt flere ganger i 2013, 2014 og 2015. Analyseresultatene viste PFAS-konsentrasjoner på 3 480 – 31 000 ng/l, hvorav PFOS utgjorde <5 % og de nyere telomerene (6:2 og 8:2 FTS) utgjorde ca. 75 – 96 %. I prøvetakingen fra september 2014 var det perfluoropentansyre (PFPeA) som dominerte. Resultatene er vist i Tabell 6-17 og Figur 6-4. Det er ikke kjent at prøvetakingen er utført i forbindelse med rengjøring eller andre spesielle situasjoner.

Tabell 6-17. Analyseresultater fra vann i oljeutskiller ved aktiv BØF

Parameter	Enhet	Oljeutskiller					
		04-04-2013	06-06-2013	26-05-2014	15-09-2014	26-09-2014	15-07-2015
6:2 FTS	ng/l	133	22900	21700	187	2510	9740
8:2 FTS	ng/l	5350	2810	2290	<10,0	207	2900
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<15,0	i.p.	<25,0	11,8	<25,0	<75,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	64,8	1150	422	282	40,3	106
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<10,0	210	49,7	<5,0	<16,7	61
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<15,0	90	316	242	<25,0	84
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	46,6	2820	1320	581	173	489
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	18,6	960	633	271	71,3	347
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<10,0	130	60	14,2	<16,7	<50,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	13,2	560	299	127	40,7	152
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	75,4	1280	785	59,7	133	286
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<10,0	590	3110	1890	301	399
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	5700	33500	31000	3670	3480	14600



Figur 6-4. PFOS/PFAS i vann fra oljeutskiller ved aktiv BØF

Sjøvann

I 2011 ble det tatt en sjøvannsprøve (V1-2) inne i bukten ved Rottbogen, sørøst for det aktive brannøvingsfeltet. Prøven ble tatt i strandkanten og viste PFOS-konsentrasjon på 19,3 ng/l (Tabell 6-18).

Tabell 6-18. Analyseresultater fra sjøvann ved aktiv BØF

Parameter	Enhet	V1-2
		17-08-2011
6:2 FTS	ng/l	-
8:2 FTS	ng/l	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	-
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	-
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<10,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	19,3
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	-
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	-

6.4.2.2 Gammelt brannøvingsfelt (BØF 2), ca. 1985 - 2001

Ved det gamle brannøvingsfeltet går det et delvis sammenhengende grøftesystem hvor det ble tatt ut vannprøver i to punkter i 2011/2012. Punkt V2-1 ligger nærmest lufthavngjerdet i øst og dermed oppstrøms brannøvingsfeltet, mens punkt V2-2 ligger nærmere rullebanen og nedstrøms brannøvingsfeltet. Analyseresultatene (Tabell 6-19) viser at det ikke ble påvist PFOS oppstrøms det gamle brannøvingsfeltet. Nedstrøms feltet ble det påvist 545 ng/l PFOS. Prøvetakingen er ikke videreført.

Tabell 6-19. Analyseresultater fra vann i grøft ved gammel BØF

Parameter	Enhet	V2-1		V2-2
		17-08-2011	24-05-2012	17-08-2011
6:2 FTS	ng/kg	-	<7,5	-
8:2 FTS	ng/kg	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/kg	-	<7,5	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/kg	-	<5,0	-
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/kg	-	<5,0	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/kg	-	<7,5	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/kg	-	<5,0	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/kg	-	<5,0	-
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/kg	-	<5,0	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/kg	<2,5	<5,0	26,8
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/kg	<2,5	<5,0	545
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/kg	-	<5,0	-
Sum PFAS eks LOQ	ng/kg	-	i.p.	-

6.4.2.3 Gammelt deponi

Mellom det gamle deponiområdet og det gamle brannøvingsfeltet går det også et delvis sammenhengende grøftesystem hvor det ble tatt ut vannprøver i to punkter i 2012. Det er uvisst om grøftesystemene i disse to områdene på et tidspunkt har hengt sammen.

Punkt V3-1 ligger nærmest lufthavngjerdet i øst, mens punkt V3-3 ligger nærmere rullebanen. Analyseresultatene (Tabell 6-20) viser at det ikke ble påvist PFOS i punkt V3-1, mens det ble påvist 95,6 ng/l PFOS i V3-3.

Etter flere vurderinger med lufthavnen er det fremdeles uklart hvilken retning vannet her renner til; via et rørsystem i sør til Giæverbukta eller et rørsystem som føres til Rottbogen. Uansett virker det til å være en meget begrenset vannstrøm med meget lavt PFOS-innhold som neppe utgjør en vesentlig tilførsel i helhetsbildet.

Tabell 6-20. Analyseresultater fra vann i grøft ved gammelt deponi

Parameter	Enhet	V3-1	V3-3
		24-05-2012	24-05-2012
6:2 FTS	ng/l	<7,5	<7,5
8:2 FTS	ng/l	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<7,5
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<5,0
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	<5,0	<5,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	63,7
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	17
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<5,0
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	7,3
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	<5,0	95,6
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	19,2
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	i.p.	203

6.4.2.4 Generell avrenning fra lufthavnen

Ved feltarbeidene i 2011 ble det lokalisert flere dreneringspunkter i randsonen av lufthavnen. Vann fra disse punktene ble prøvetatt og vurdert som generell avrenning fra lufthavnen til de ulike sjøområdene. Enkelte av punktene ble også prøvetatt i 2012, og enkelte ble igjen prøvetatt i 2014 og 2015. Analyseresultatene er vist i Tabell 6-21 og Tabell 6-22, samt grafisk i Figur 6-5.

I sør går det et rørsystem fra ca. det gamle deponiområdet og ut til Giæverbukta (punkt V3-2). Vannet ble prøvetatt i 2011 og 2012, og viser lave konsentrasjoner av PFOS (8,2 og <5,0 ng/l).

Vest for rullebanen ble det i 2011 og 2012 prøvetatt vann fra et dreneringsrør som ledes ut til sjø. Det er uklart hvor dette rørsystemet starter og hva det drenerer, men det kan muligens motta avrenning fra et område hvor det tidligere er gjennomført brannslukkingsøvelser med brannskum. Her ble det i 2011 og 2012 påvist 78,3 – 97,7 ng/l PFOS.

Helt i nordenden av rullebanen ble det også observert og prøvetatt et avrenningssystem (V 6-3), og påvist PFOS på 57,36 ng/l. Rett sør for dette punktet ligger det et område som lenge har blitt benyttet til daglig innstilling av strålebildet på kanonen på brannbilene. Her kan det ha forekommet bruk av brannslukkeskum.

På vestsiden av den nordlige delen av rullebanen ble det i 2011 også tatt en vannprøve av avrenning til Rottbogen (punkt V 6-2), men det ble ikke påvist PFOS over rapporteringsgrensen.

Øst for det aktive brannøvingsfeltet, ligger det to rørsystem med utløp til Rottbogen (V3-6/SD3-3 og V3-5/SD3-4). Iht. lufthavnens informasjon har de to systemene ikke noe forbindelse og antas å drenere ulike arealer. Det er ikke klart hvilke arealer de drenerer eller hvilken tilstand rørene er i pr i dag, men det må påregnes at vann fra mesteparten av lufthavnen (rullebane og terminalområdet) med de aktiviteter det har vært/er her, dreneres via disse rørene til Rottbogen.

Punkt V3-6/SD3-3 ble prøvetatt i 2011, 2014 og 2015 (Tabell 6-22) hvor det ble påvist PFOS på 190 – 542 ng/l. Det ble i tillegg påvist andre PFAS-forbindelser inkl. 8:2 FTS, men PFOS ser ut til å utgjøre hoveddelen av PFAS-konsentrasjonen.

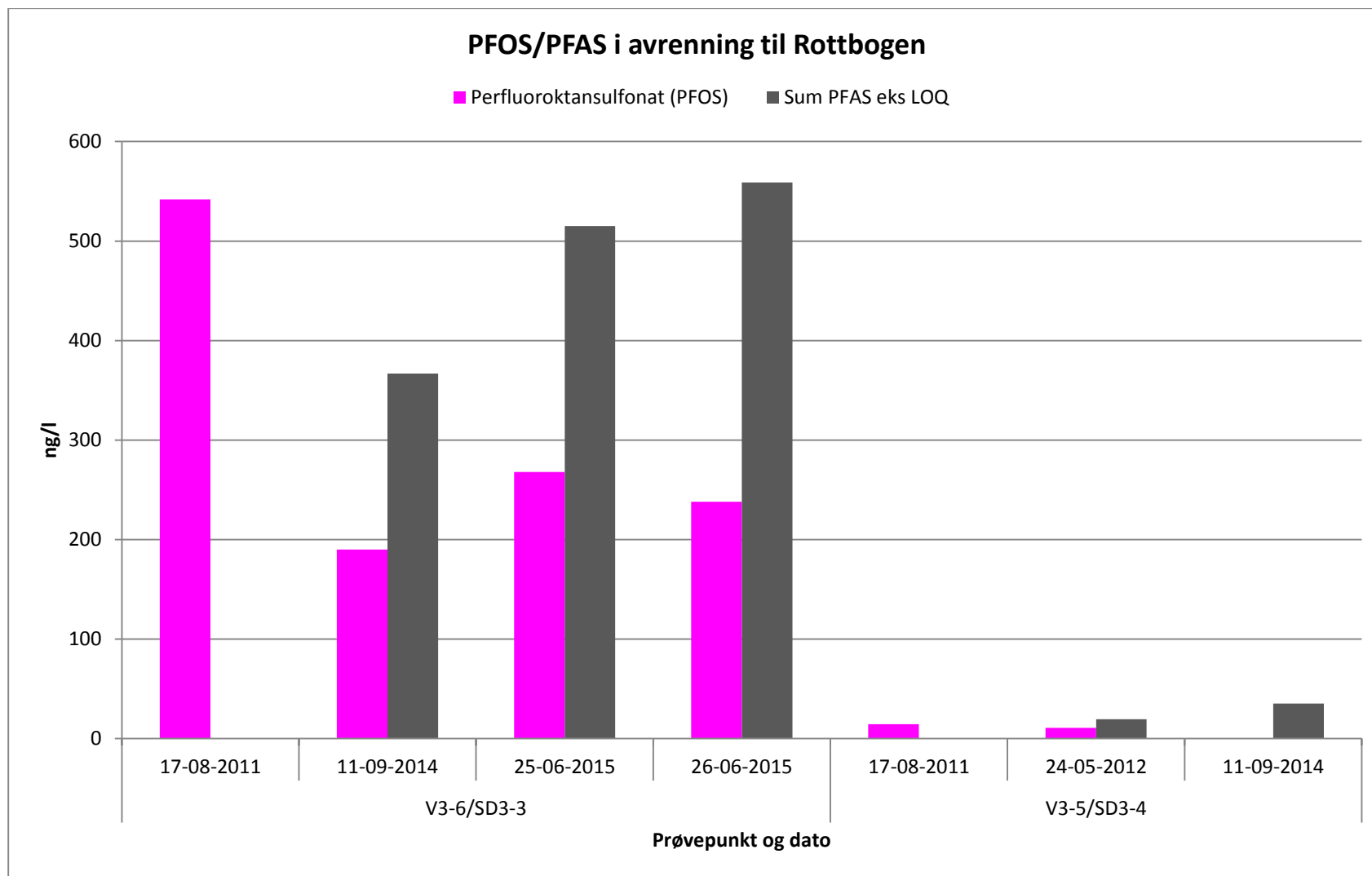
Punkt V3-5/SD3-4 ble prøvetatt i 2011, 2012 og 2014 (Tabell 6-22). Her ble det påvist lave konsentrasjoner av PFOS (< 20 ng/l), samt perfluoropentansyre (PFPeA) på 35 ng/l i 2014. Det bemerkes at det av ukjent årsak er høye rapporteringsgrenser i 2014.

Tabell 6-21. Analyseresultater fra vann/avrenning fra lufthavnsområdet til sjø

Parameter	Enhet	V3-2		V3-4		V6-2	V6-3
		Avrenning Giæverbukta		Avrenning vest		Avrenning nord	
		17-08-2011	24-05-2012	17-08-2011	24-05-2012	17-08-2011	17-08-2011
6:2 FTS	ng/l	-	<7,5	-	<7,5	-	-
8:2 FTS	ng/l	-	-	-	-	-	-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	-	<7,5	-	<7,5	-	-
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	-	<5,0	-	<5,0	-	-
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	-	<5,0	-	<5,0	-	-
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	-	<7,5	-	27	-	-
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	-	<5,0	-	15,2	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	-	<5,0	-	7,6	-	-
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	-	<5,0	-	<5,0	-	-
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	2,5	<5,0	3,3	6,3	<10,0	<10,0
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	8,2	<5,0	97,7	78,3	<10,0	57,6
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	-	<5,0	-	26,2	-	-
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	-	i.p.	-	161	-	-

Tabell 6-22. Analyseresultater fra vann/avrenning fra lufthavnsområdet til sjø, forts.

Parameter	Enhet	V3-6/SD3-3				V3-5/SD3-4		
		Avrenning til Rottbogen				17-08-2011	24-05-2012	11-09-2014
		17-08-2011	11-09-2014	25-06-2015	26-06-2015	17-08-2011	24-05-2012	11-09-2014
6:2 FTS	ng/l	-	<25,0	15,1	<15,0	-	<7,5	<25,0
8:2 FTS	ng/l	-	<33,3	9,9		-	-	<33,3
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	-	<25,0	<5,0	<15,0	-	<7,5	<25,0
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	-	<16,7	<5,0	24,1	-	<5,0	<16,7
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	-	<16,7	76,1	<10,0	-	<5,0	<16,7
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	-	69	62,8	76,7	-	<7,5	<25,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	-	39,3	29,2	58,3	-	<5,0	<16,7
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	-	<16,7	7,5	25,2	-	<5,0	<16,7
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	-	<16,7	19,2	<10,0	-	<5,0	<16,7
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	59,9	<16,7	19,2	27,1	2,5	<5,0	<16,7
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	542	190	268	238	14,6	10,9	<16,7
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	-	68,7	26,8	109	-	8,5	35,3
Sum PFAS eks LOQ	ng/l	-	367	515	559	-	19,4	35,3



Figur 6-5. PFOS/PFAS i vann/avrenning fra lufthavnsområdet til sjø

6.5 Biota

6.5.1 Terrestriske arter

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

6.5.2 Ferskvannsarter

Det ble ikke samlet inn ferskvannsarter ved Tromsø lufthavn i 2013.

6.5.3 Marine arter

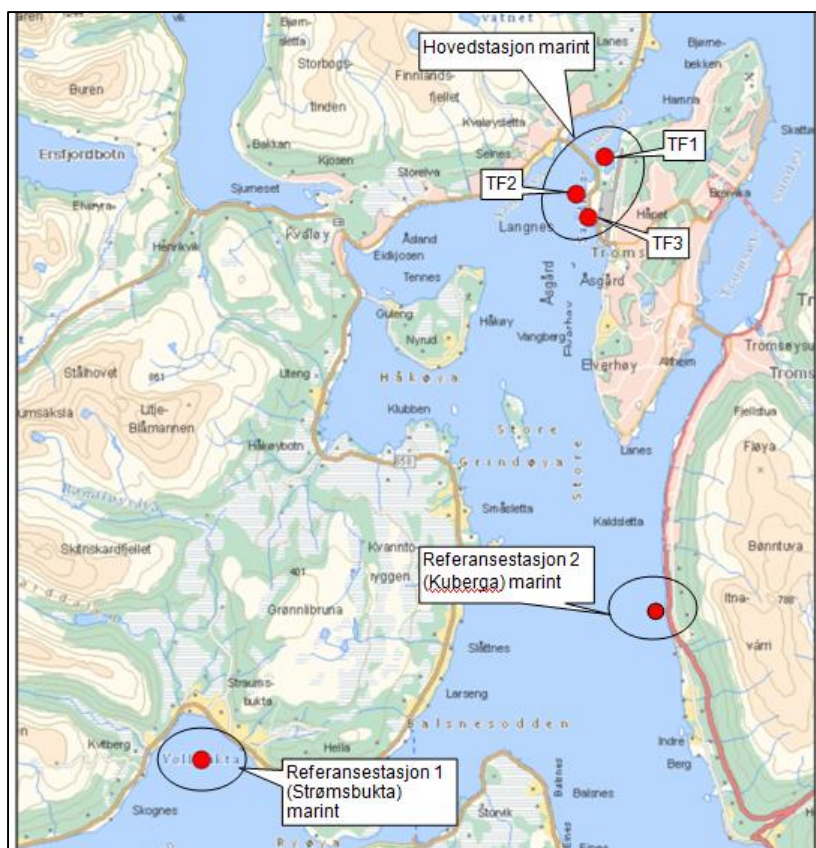
6.5.3.1 Metodikk og datainnsamling

Sommeren 2012 ble det samlet inn fisk og noe musling utenfor lufthavna og på to referansestasjoner, samt børstemark i strandsona utenfor flyplassen (se Figur 6-6). Dette arbeidet ble planlagt og gjennomført av Sweco.

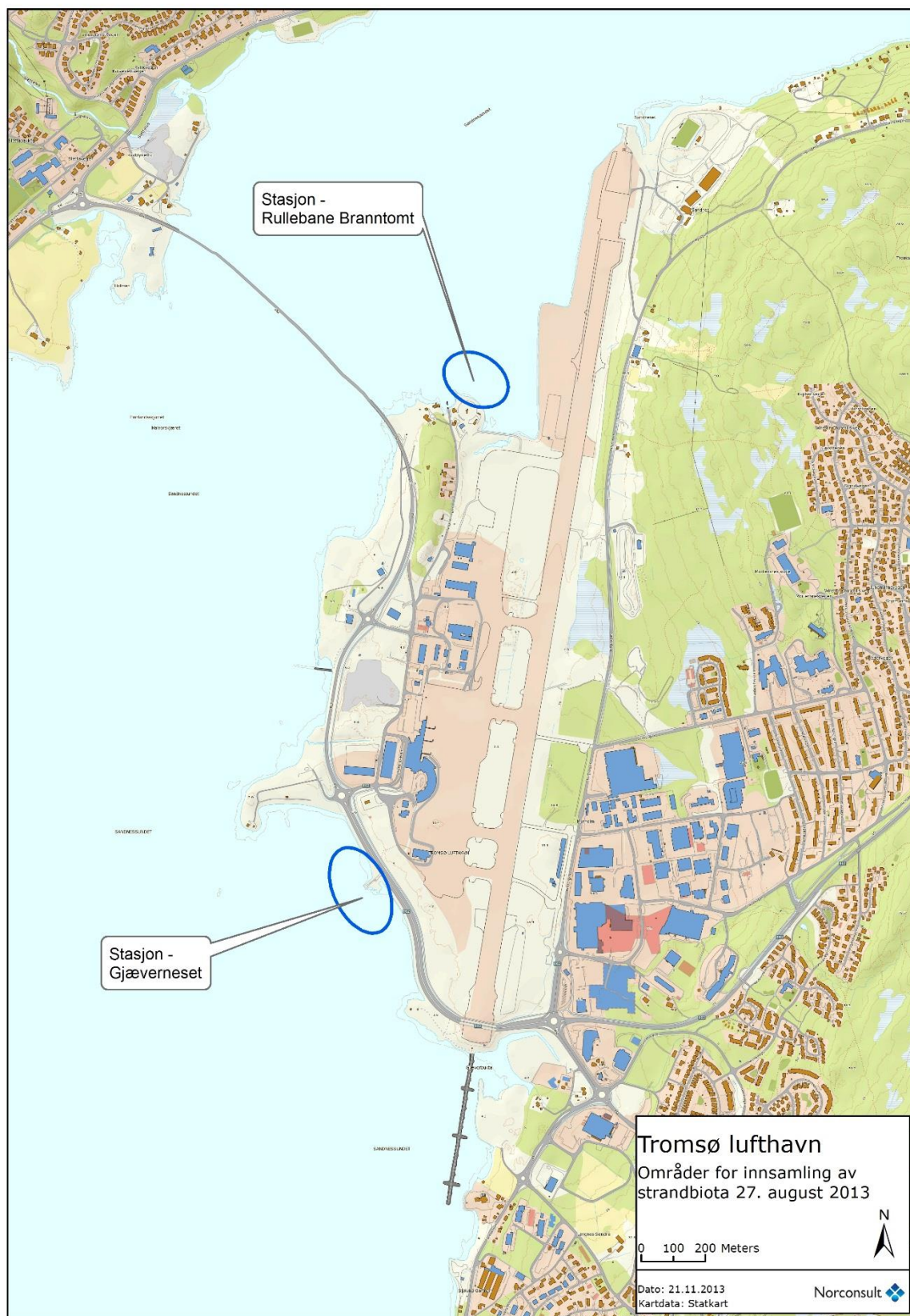
28. august 2013 ble det gjennomført ytterligere prøvetaking av strandbiota rundt flyplassen (se Figur 6-7). Dette innsamlingsarbeidet ble gjennomført av Norconsult.

Områdene der innsamling av materiale ble gjennomført er valgt med tanke på avrenning fra både aktiv BØF (BØF-1; nord for lufthavna) og gammel BØF (BØF-2; sydvest for lufthavna).

I Tabell 6-23 vises en oversikt over analysert materiale ved Tromsø lufthavn, Langnes.



Figur 6-6. De røde prikkene på kartet viser innsamlingslokalitetene fra 2012 rundt Tromsø lufthavn og referansestasjonene. Kartkilde: Norgeskart.



Figur 6-7. Oversikt over prøvestasjoner for biotaprøver tatt sommeren 2013.

Tabell 6-23. Oversikt over innsamlet og analysert biologisk materiale fra Tromsø lufthavn, sommer 2012 og 2013.

Art	Antall analysert	Kommentar
Mangebørstemark	1	Blandprøve, n=14. August 2013.
Tangloppe	1	Blandprøve, n=13. August 2013.
Tangloppe	1	Blandprøve, n=31. August 2013.
Mangebørstemark	1	Blandprøve, n=10. August 2013.
Torsk	10	Individprøve muskel. Sommer 2012.
Kuskjell	8	Individprøve. Sommer 2012.
Skrubbe	1	Blandprøve muskel, n=3. Sommer 2012.
Lomre	1	Blandprøve muskel, n=2. Sommer 2012.
Børstemark	1	Blandprøve, n=10. TF-1. Sommer 2012.
Børstemark	1	Blandprøve, n=10. TF-2. Sommer 2012.
Børstemark	1	Blandprøve, n=10. TF-3. Sommer 2012.

6.5.3.2 Presentasjon av data fra alle innsamlingsrunder

Det ble samlet inn og analysert på fisk, kuskjell og børstemark fra Tromsø lufthavn sommeren 2012 (se resultater i Tabell 6-24). Resultatene for innsamlingen i 2013 vises i Tabell 6-25.

Tabell 6-24. Analyseresultater for innsendte prøver tatt ved Tromsø lufthavn sommeren 2012. Resultater er fargeillustrert i henhold til Tabell 4-1.

Parameter	Enhet	Torsk muskel, n=10	Skrubbe muskel, blandprøve n=3	Lomre muskel, blandprøve n=2	Kuskjell, n=8	Børstemark, blandprøve n=10, TF-2	Børstemark, blandprøve n=10, TF-3	Børstemark, blandprøve n=10, TF-1
FTS-6:2	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
FTS-8:2	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFBS	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHxS	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFOS	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	38	1.5
PFPeA	µg/kg	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFHxA	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHpA	µg/kg	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFOA	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2,9	<1.0
PFNA	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1,8	<1.0
PFDA	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sum PFAS		0	0	0	0	0	42,7	1,5

Tabell 6-25. Analyseresultater for blandprøve av strandbiota samlet inn august 2013 (L1 og L7 på Rullebane branntomt (omtrent TF-1 i 2012) og L11 og L13 på Giæverneset (omtrent TF-3 i 2012)). Resultater er fargeillustrert i henhold til Tabell 4-1.

Parameter	Enhet	Mangebørstemark, blandprøve n=14, Rullebane branntomt	Tangloppe, blandprøve n=13, Rullebane branntomt	Tangloppe, blandprøve n=31, Giæverneset	Mangebørstemark, blandprøve n=10, Giæverneset
FTS-6:2	µg/kg	25	<6.0	<6.0	<6.0
FTS-8:2	µg/kg	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0
PFBS	µg/kg	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0
PFHxS	µg/kg	2,4	<1.0	<1.0	<1.0
PFOS	µg/kg	7	14	9,4	3,3
PFDS	µg/kg	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0
PFPeA	µg/kg	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFHxA	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFHpA	µg/kg	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PFOA	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFNA	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFDA	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
PFUnDA	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PFDoDA	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Sum PFAS		34,4	14	9,4	3,3

I prøvene samlet inn i 2012, ble det ikke påvist PFAS over deteksjonsgrensen i verken torsk, kuskjell, skrubbe, lomre eller børstemark tatt ved TF-2 (vest for rullebane – utløp bekk). I prøvene av børstemark tatt ved TF-1 (nord for flystripa) og TF-3 (sør for flystripa) ble det påvist PFAS i begge prøvene; henholdsvis 1,5 µg/kg (kategori II – *God miljøtilstand*) og 42,7 µg/kg (kategori III – *Moderat miljøtilstand*). I prøven fra TF-3 ble det også påvist PFOA og PFNA.

Analyseresultatene fra prøvene samlet inn i 2013, viser at det ble gjort funn av PFAS i alle de analyserte prøvene (kategori II-III; *God – Moderat miljøtilstand*). Det ble hovedsakelig funnet PFOS, men i mangebørstemarken fanget nord for rullebanen ble det også funnet FTS-6:2 ().

6.5.3.3 Vurdering av resultater fra biotaprøvene (vurdering av analyseresultater)

Det ble funnet moderate konsentrasjoner av PFAS i strandbiota nord og sydvest for lufthavna, men det ble ikke funnet PFAS i fisk fanget nord og vest for lufthavna. At det ikke ble funnet PFAS i fisken, skyldes nok i stor grad at området i sjøen rett utenfor lufthavna er preget av sterk strøm med stor vannutskiftning slik at PFAS som renner av fra lufthavnsområdet blir raskt og mye fortynnet.

Sammenligning av resultatene fra børstemark samlet i 2012 og 2013, viser motsatt trend; i 2012 var det høyere konsentrasjoner i prøven tatt ved TF-3 enn ved TF-1, mens i 2013 var det omvendt.

6.5.4 Vurdering testgrunnlag biota

Det er ikke samlet inn terrestrisk biota rundt Tromsø lufthavn, og det er ingen ferskvannskoloriteter som er aktuelle å prøveta.

Fra marint miljø er det samlet inn fisk, muslinger og diverse strandbiota. I alle blandprøvene av strandbiota er det flere enn 10 individer. Prøvegrunnlaget er således relativt bra for de artsgruppene det er analysert for, og analysene gir et brukbart bilde av tilstanden for disse gruppene i nærområdet til lufthavna. For torsk og kuskjell ble det analysert henholdsvis 10 og 8 prøver med entydig resultat. Dette synes å gi et godt bilde av tilstanden i området utenfor det strandnære arealet. Blandprøver av 3 lomre og 2 skrubbe fra det samme området er et spinkelt grunnlag for si noe generelt om situasjonen for disse artene, men siden analysene

viser samme resultat som for torsk og kuskjell bidrar de til å styrke grunnlaget for å belyse tilstanden utenfor det strandnære området.

7 Spredningsvurdering

7.1 Innledning

Det er utført en spredningsvurdering for hvert av brannøvingsfeltene på Tromsø lufthavn (Figur 7-1). 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 avløpsledninger. 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. Oversiktskart Tromsø lufthavn. Kilde: DP2.

Spredningsvurderingen har hovedfokus på spredning av PFOS-forurensning fra brannøvingsfeltene BØF1 – aktivt felt og BØF2 – nedlagt felt. Grunnvannsprøver sør på lufthavnen nedstrøms gammel brannstasjon har også forhøyede PFOS-konsentrasjoner og indikerer forurensning av PFOS i dette området.

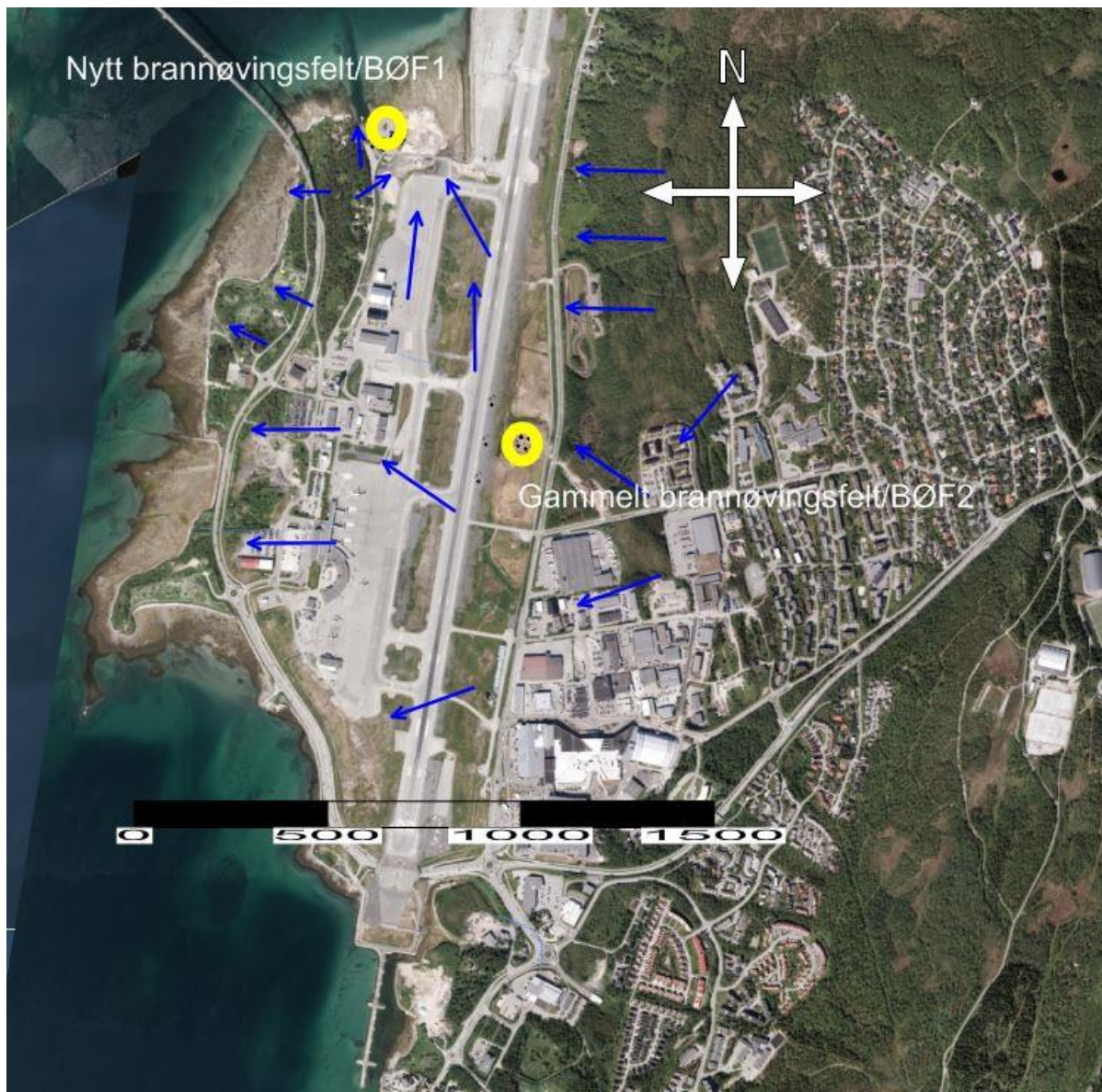
Midlere netto nedbør (trukket fra evapotranspirasjon) for Tromsø er ca. 1 000 mm/år (NVE).

Figur 7-2 viser overvannsdreneringen på lufthavnen basert på Avinors egne registreringer.



Figur 7-2. Grøfter og overvannsledninger på Tromsø lufthavn vises med sort. Rosa sirkler er snødeponier. Grønne piler viser retning avrenning fra rullebanen. Grønn stiplet linje er spillvann. Rød strek er avløp. Brun stiplet strek er drens vann. BØF1 og BØF2 er vist med gule sirkler.

Figur 7-3 viser strømningsretning på Tromsø lufthavn generert ut fra en terrengmodell. Grøfter og overvannsdrenering vil overstyre lokalt, men ved å se på Figur 7-2 og Figur 7-3 sammen så er det tydelig at bildet blir relativt likt. Det vil si at grøfter og ledninger følger topografien i stor grad. Avrenning fra lufthavnen vil drenere ut til Rottbogen i nord, Giæverbukta i syd og i vest til fjæresonen ved Sandnessundet.



Figur 7-3. Dreneringskart for Tromsø lufthavn og området rundt. De blå strekene er generert i programvaren Surfer ut fra en 10*10 meters terrengmodell og viser gradienten til terrenget. Blå piler markerer strømningsvei. Figuren tar ikke hensyn til grøfter og lignende dreneringsveier.

7.2 BØF2- nedlagt felt

Det er gjort en spredningsvurdering av PFOS med overflatevann og grunnvann for BØF2. Feltet har vært i bruk fra ca. 1985 til 2001. I løpet av dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 7 000 kg ren PFOS på BØF2. Figur 7-4 viser bilde av feltet med retning mot øst.



Figur 7-4. Oversiktsbilde over gammel BØF2 med retning mot øst. Kilde: DP2.

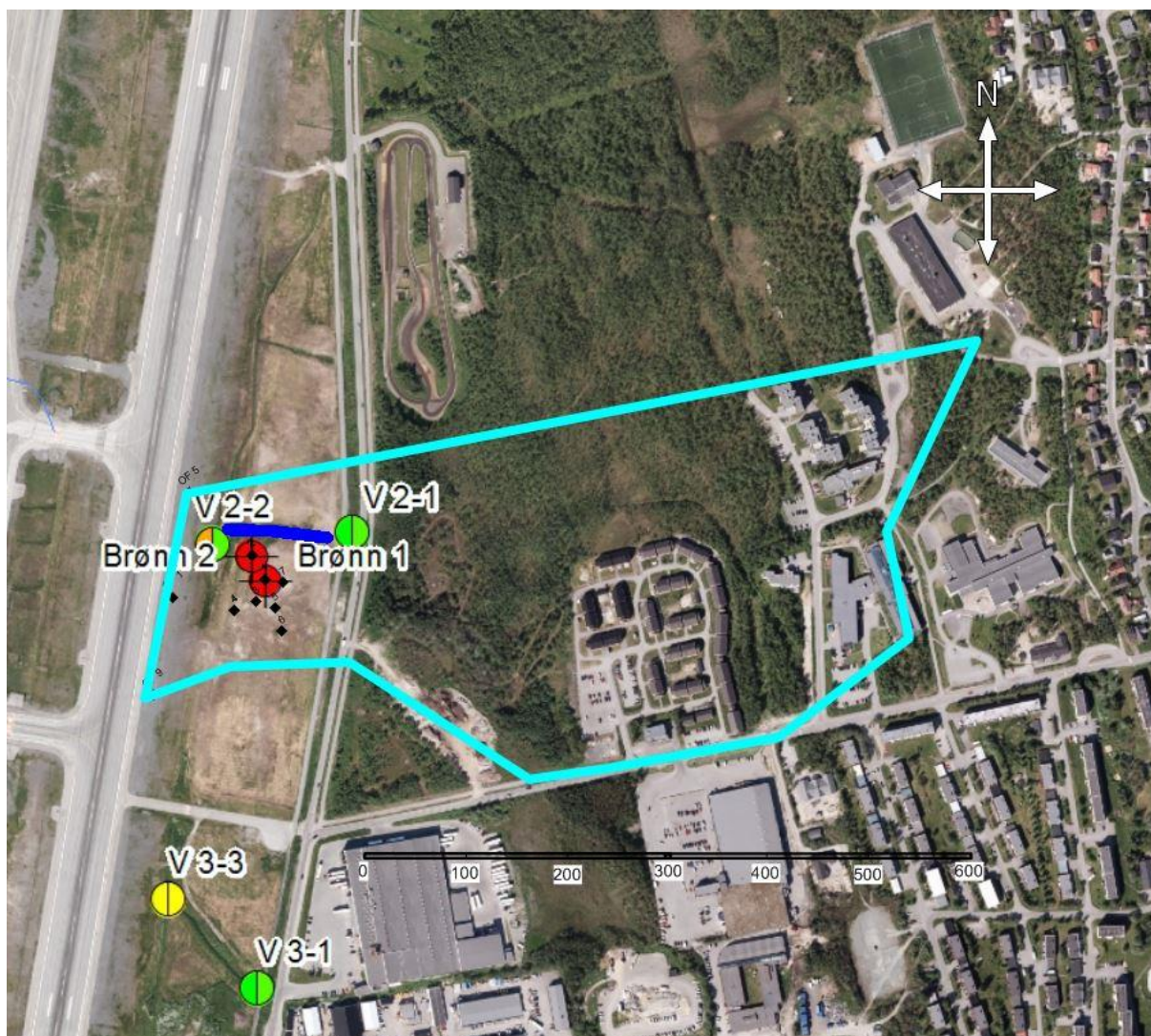
7.2.1 Terreng- og strømningsanalyse for området BØF2

Brannøvingsfeltet ligger ca. 850 meter øst for Sandnessundet og ca. 10 moh. Vegetasjonen på feltet består av gress. Terrenget heller noe fra øst mot vest. Det har på et tidspunkt vært gjort en masseutskiftning på feltet. Vest for feltet mot rullebanen er det trolig fortsatt naturlige masser. Det er 3-4 meter fra terreng og ned til et tettere leirlag sentralt på feltet. Massene over det tettere leirlaget er myrmasser (mye organisk materiale). Den hydrauliske ledningsevnen i myrmassene er sannsynligvis lav og Kd for PFOS sannsynligvis høy. Dette fører til at PFOS holdes godt igjen i massene. Ved mye nedbør eller snøsmelting vil sannsynligvis PFOS transporteres raskere som overflateavrenning. På den østre delen av feltet er det ca. 2 meter til stedegne masser (sandige over silt). Det er sannsynlig at grunnvannstrømning fra feltet skjer i løsmasser og ikke i fjell da det er tettere masser i 2-4 meter ned i jordprofilen (leire og silt).

Det er satt ned to brønner i sjakter med grunnvann (Brønn 1 og Brønn 2). Disse er plassert sentralt på feltet. Brønn 1 hadde høyest konsentrasjoner av PFOS med 181 000 ng/l. Brønn 2 hadde også relativt høye konsentrasjoner med 40 700 ng/l. Rett nord for disse brønnene renner det en bekk. Det er tatt to vannprøver fra denne bekken, V2-1 oppstrøms feltet og V2-2 rett nedstrøms brannøvingsfeltet og brønnene. Det er ikke påvist PFOS i V2-1. I V2-2 er det tatt en prøve med PFOS-konsentrasjon på 545 ng/l. Det betyr at det er påvist en økning av PFOS-konsentrasjonen nedstrøms. Dette indikerer at feltet lekker ut PFOS til bekken. Mye av grunnvannet vil sannsynligvis ha strømningsretning vest mot overvann-systemet. Det er mulig at grunnvann går under overvannssystemet vestover mot Sandnessundet. Dyp til grunnvann er registrert ca. 2 meter under terreng i Brønn 2, men i Brønn 1 ble det registrert vann på ca. 4 meter under terreng. De lokale variasjonene i grunnvannsspeilets nivå kan sannsynligvis forklares med heterogenitet i massenes vannledningsevne.

Overvannsdreneringen går nordover og ender i bukta Rottbogen ved punktet V3-5. I dette punktet er det målt gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon (3 målinger) på 13 ng/l.

Antatt nedbørsfelt for avrenning til feltet er på ca. 215 000 m² (Figur 7-5), generert fra topografi. Med en avrenning på 1 000 mm/år blir vannvolumet som drenerer gjennom antatt nedbørsfelt ca. 215 000 m³/år.



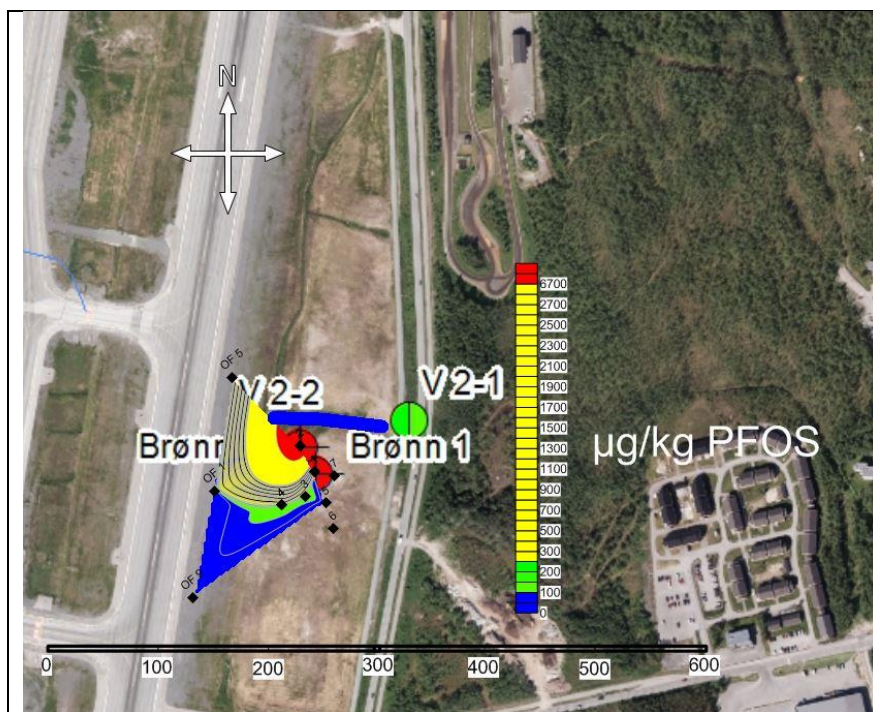
Figur 7-5. Viser antatt nedbørsfelt til BØF2 og området rundt med lyseblått polygon. Jordprøvepunkter er markert med sorte punkter. Bekken som renner nord for BØF2 er vist med mørkeblått. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med loddrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel 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 BØF2

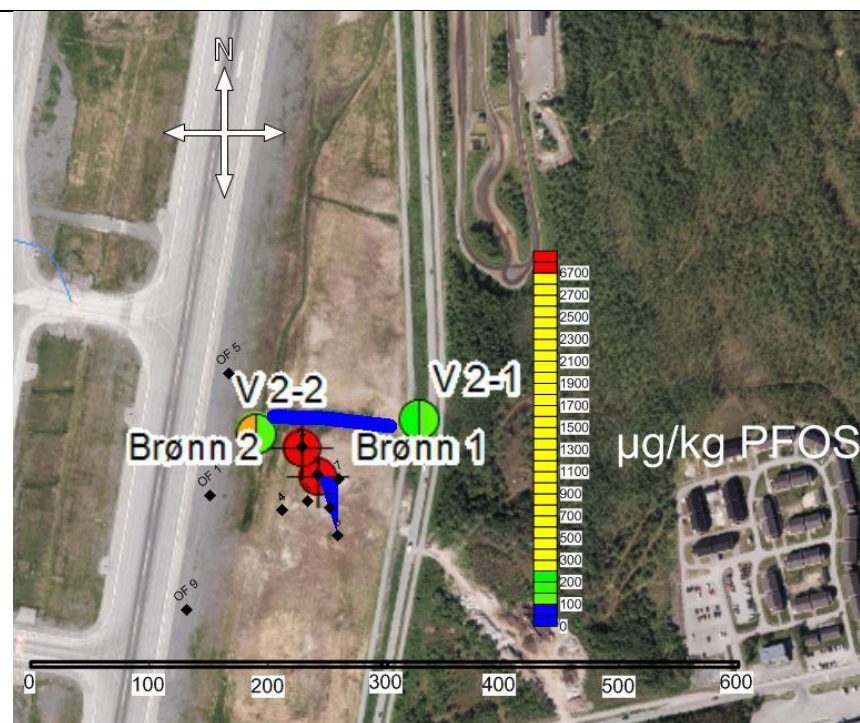
Det er beregnet et estimat på mengde PFOS som er igjen i grunnen på BØF2 basert på målte verdier i jord. Hvert prøvepunkt har fått beregnet en gjennomsnittskonsentrasjon ut fra PFOS konsentrasjonene målt i lag nedover i jordprofilen.

Det er gravd 17 sjakter på BØF2 (inkludert 9 sjakter nedstrøms feltet langs med overvannssystem). Av disse har 10 sjakter analyserte prøver. 3 sjakter har analyser fra flere dyp (sjaktene 1, 2 og 4). Det er analysert prøver fra dyp ned til 4,6 meter under terreng. I sjaktene 1 og 2 ble det satt miljøbrønner. Sjakt 2 er gravd ned til 2,4 meter under terreng. Grunnvannsnivå er estimert til ca. 2 meter under terreng. Sjakt 2,3 og 4 hadde PFOS-konsentrasjoner over normverdi. Sjakt 2 hadde høye konsentrasjoner i et lag 1,25 – 1,45 meter under terreng (28 500 µg/kg) Denne sjakten hadde også THC i tilstandsklasse 4. Sjakt 3 og 4 hadde PFOS-konsentrasjoner på henholdsvis 220 µg/kg og 167 µg/kg (gjennomsnitt av 2 prøver fra forskjellig dybde i sjakt 4). Resten av sjaktene hadde lave PFOS-konsentrasjoner.

Figur 7-6 viser en interpolering av PFOS-forurensning på BØF2 for 0-3 meter under terreng. Det er 10 prøvepunkter med analyser fra dette dypet. Det er målt høyest PFOS-konsentrasjoner i nordøstre del av feltet mot bekken. Feltet virker godt avgrenset av prøvetakingen i sør, øst og vest. I nord er forurensningen trolig avgrenset av bekken. Figur 7-7 viser en interpolering av PFOS-forurensning på BØF2 for 3,0 - 4,6 meter under terreng. Det er 4 prøvepunkter med analyser fra dette dypet (sjakt 1, 5, 6 og 7). Dette dypet har lave PFOS-konsentrasjoner under normverdi.

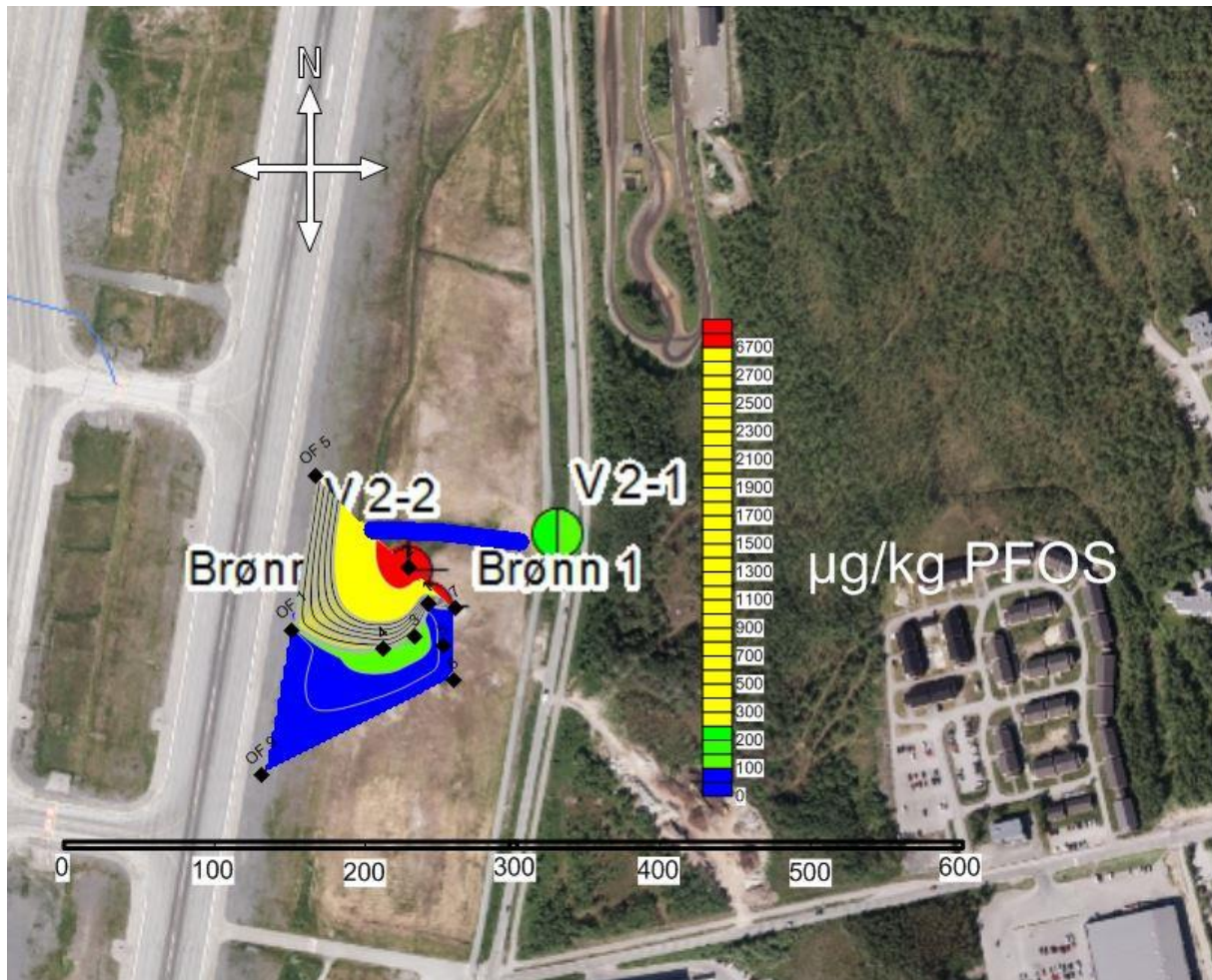


Figur 7-6. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF2 for dybde 0-3 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor". Fargene er basert på klassene i **Feil! Fant ikke referansekilden..**



Figur 7-7. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF2 for dybde 3,0-4,6 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 7-8 viser interpolering av PFOS for hele jordprofilet (begge lag slått sammen). Interpoleringen er basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i hvert prøvepunkt nedover i jordprofilet.



Figur 7-8. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF2 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 BØF2 er basert på denne interpoleringen i Figur 7-8. Årsaken til at lagene i Figur 7-6 og Figur 7-7 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 $1\,460\ \mu\text{g/kg}$. Utrekningen av forurenset område er sannsynligvis $13\,000 \pm 2\,000\ \text{m}^2$. Dybden på forurenset område vil variere, men har blitt vurdert til 3 ± 1 meter som et gjennomsnitt. Massene er en blanding av sandig jord øst på feltet og mer organisk myrjord vest for feltet. Egenvekten til massene er vurdert til $1\,000 \pm 600\ \text{kg/m}^3$. Dette gir en rest av PFOS for BØF2 på $60 \pm 40\ \text{kg}$ (se avsnitt 4.3.2 for metode for utregning).

Usikkerheten i tettheten til massene er basert på at massenes beskaftenhet vil variere mye mellom sandig jord og organisk myrjord.

7.2.3 Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt nedlagt BØF2

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 BØF2 på 60 ± 40 kg.

Vannvolumet som drenerer gjennom området er basert på et estimert nedbørsfelt til BØF2 på 215 000 m² (Figur 7-5) og en årlig infiltrasjon på 1 000 mm/år. Det er foretatt vannmålinger i to grunnvannsbrønner og i et prøvepunkt i bekken nedstrøms feltet (V2-2). Grunnvannsprøvene har høye PFOS-konsentrasjoner i forhold til overflatevannprøven i bekken. Dette er naturlig da vannet i bekken vil være mer fortynnet. Det er trolig at mesteparten av vannet fra feltet ender opp i bekken. Vannprøven i bekken er sannsynligvis mest representativ for avrenningen fra feltet. Det er tatt en prøve i dette punktet (PFOS-konsentrasjon på 545 ng/l). Med et estimert vannvolum som drenerer ut fra BØF2 på $2.15 \cdot 10^8$ liter per år gir dette en utlekking av ca. 120 g PFOS per år. Med en rest av PFOS på 60 ± 40 kg vil det ta mellom 170 til 850 år før all PFOS har lekket ut fra BØF2.

Dette estimatet har store usikkerheter, da det er basert på kun en måling av PFOS i vann. Det er ikke mulig å estimere rest av PFOS på BØF helt nøyaktig. En annen feilkilde er at utlekkingen av PFOS per år vil minke etter hvert som det blir mindre PFOS igjen på BØF.

Tabell 7-1. Parametere for utlekking PFOS per år fra området ved og rundt BØF2.

Vekt PFOS totalt	60±40	kg
Infiltrasjon	1	m/år
Areal nedbørsfelt til V2-2	2.15E+05	m ²
Volum vann i nedbørsfelt	2.15E+08	l/år
Gjennomsnitt målt PFOS i V2-2	0,545	µg/l
Utlekking PFOS fra BØF	120	g/år
Antall år til all PFOS har lekket ut	170-850	år

7.3 BØF1 - aktivt felt

Det er gjort en spredningsvurdering av PFOS med overflatevann og grunnvann for BØF1. Senter av feltet ligger ca. 50 meter sør for Rottbogen (sjøresipient) (Figur 7-9) og ca. 2 moh. Det er estimert at det ble brukt ca. 1 900 kg PFAS på BØF1. PFOS skal ha blitt faset ut fra brannskummet i 2001, men da det har blitt brukt PFC-forbindelser i skummet frem til 2012 er det sannsynlig at det frem til da var mindre mengder PFOS i skummet fremdeles.

Brannøvingsfeltet ble åpnet i 2001. Brannøvingsfeltet i Tromsø benyttes til øvingsfelt for flere av de lokale lufthavnene. Øvingsfeltet har fall mot sentralt punkt hvor det er montert ett sluk. I juni 2011 ble det oppdaget lekkasje i sandfang kum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget. Det ble funnet fri-fase hydrokarboner på grunnvannet (flere cm tykt), og feltet ble stengt av Fylkesmannen høsten 2011 inntil tilfredsstillende tiltak ble gjennomført. Foruten tetting av alle lekkasjer ble det etablert tre miljøbrønner som pumper oljeforurensset vann fra utkanten av feltet til rensing i oljeutskiller.



Figur 7-9: BØF1 sett mot vest. Kilde: DP2.

7.3.1 Terreng- og strømningsanalyse for området BØF1

Dette området er dominert av fyllmasser i øvre 1,5-2,0 meter. Fyllmassene består av grus, sand, stein og steinblokker. Grunnvannsnivået ligger sannsynligvis ca. 2 meter under terreng. I sjakt 11 og 12 sør for feltet er det skjellsand under fyllmassene på mellom 1-1,6 meter under terreng. I sjakt 13, sjakt 14, og sjakt 15 er det leire/siltlag under fyllmassene på mellom 1,3-2,5 meter under terreng. Vanninnslag er registrert mellom 1,6-2,3 meter under terreng. Grunnvannsnivået ser ut til å ligge i nivå under fyllmassene. Sannsynligvis ligger grunnvann på omtrent samme nivå mens terrengoverflaten varierer.

Grunnvann under feltet vil strømme mot Rottbogen i nord, men kan lokalt ha retning nordvest, øst eller nordøst mot Rottbogen da feltet ligger på en liten utstikker i bukta. Grunnvannsgradienten er trolig lav og grunnvannsnivået sannsynligvis rett over havnivå. Grunnvannsnivået vil variere med flo og fjære. Flo og fjære vil trolig fremskynde utvasking av PFOS fra området. Det er påvist PFOS i sedimenter nordvest, nord og sørøst for feltet i punktene SD1-1, SD1-2 og SD1-3 (PFOS-konsentrasjoner på henholdsvis 5, 4,2 og 6,4 µg/kg). Det er tatt tre sjøvannsprøver som har blitt analysert for PFOS og PFAS øst for feltet. Det nærmeste punktet (SD1-3) har en konsentrasjon på 20 ng/l. Prøvepunktene SD3-3 og SD3-4 ligger 70 og 150 meter lenger øst. PFOS-konsentrasjonen er i SD3-3 190 ng/ og i SD3-4 ikke påvist. Det er sannsynlig at SD3-3 får PFOS via overvannssystemet fra andre deler av lufthavnen som f.eks. den nedlagte BØF2. Det er tatt prøver fra to miljøbrønner på feltet. En nord for tett dekke (Brønn 18N med PFOS-konsentrasjon på 2 100 ng/l) og en sørøst for midten av feltet (Brønn 15 med PFOS-konsentrasjon på 80 ng/l). Grunnvannsprøvene tyder på at utlekkingen er størst i nordlig retning. Det er tatt to overflatevannprøver V18-2 (nordvest for tett dekke) og V15-1 (sørøst for tett dekke) med PFOS-konsentrasjoner på henholdsvis 300 ng/l og 6 640 ng/l. Overflatevannprøvene viser dermed et annet mønster enn grunnvannsprøvene. I jord er den høyeste PFOS-konsentrasjonen funnet i overflaten ved punktet OF15.

Antatt nedbørsfelt for avrenning til feltet er på ca. 19 000 m² (Figur 7-10), generert fra topografi. Med en avrenning på 1,0 m/år blir vannvolumet som drenerer gjennom antatt nedbørsfelt ca. 19 000 m³/år.

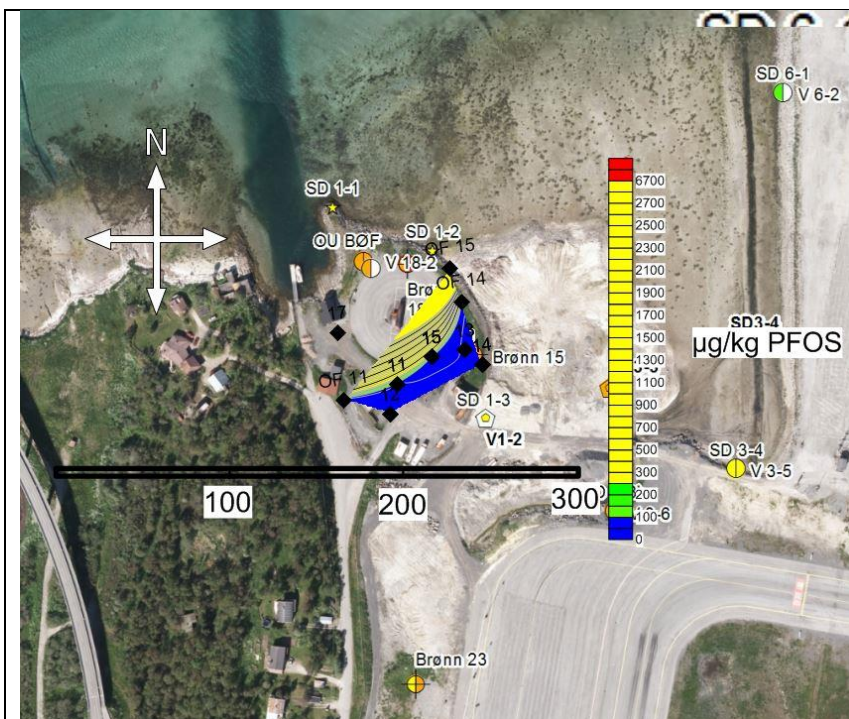


Figur 7-10. Viser nedbørsfelt til BØF1 og området rundt med lyseblått polygon. Jordprøvepunkter er markert med sorte punkter. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med lodrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse, mens høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Stjerneformet symbol viser prøver av marine sedimenter (PFOS), femkantet symbol viser sjøvannsprøver. Indre femkant har fargekode for PFOS-klasse og ytre femkant har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet.

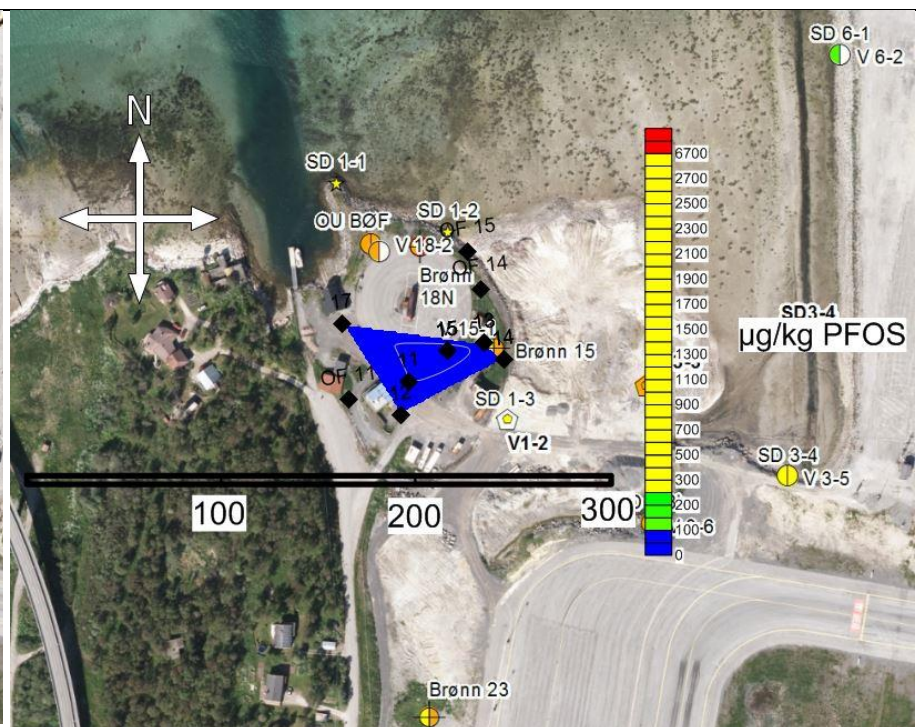
7.3.2 Beregning av mengde PFOS igjen i grunnen på BØF2

Beregningen gjelder innenfor området det er tatt jordprøver på BØF1. I hvert prøvepunkt er det beregnet en gjennomsnittskonsentrasjon ut fra målinger i lag nedover i jordprofilen. Det er påvist PFOS over deteksjonsgrensen i en overflate prøve OF15 som ligger nordøst for tett flate. PFOS-konsentrasjonen i dette punktet var relativt høyt (6 280 µg/kg). Sjøkt 15 har gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon på 100 µg/kg (som er lik normverdi for PFOS). Sjøkt 15 ligger sørøst for tett dekke. I sjøktet 1,3-1,4 meter under terreng er konsentrasjonen i sjøkt 15 over normverdi (konsentrasjonen er 170 µg/kg). Resten av prøvene er under normverdi. Det er tatt 6 prøver fra overflaten.

Figur 7-11 viser en interpolering av den punktvisе gjennomsnittskonsentrasjonen på og rundt BØF1 for laget 0-0,3 meter under terreng. Antatt utstrekning av tett asfaltdekke er ikke fjernet fra interpoleringen da det har vært lekkasje i sandfang kum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget. Det betyr at det sannsynligvis også er PFOS under det tette dekket. Figur 7-12 viser en interpolering av den punktvisе gjennomsnittskonsentrasjonen på og rundt BØF B for laget 0,3-2,5 meter under terreng. Kun ett punkt har PFOS-konsentrasjon over normverdi (sjøkt 15). Dette kommer ikke godt frem i figuren da området som er definert som over normverdi er for lite til å synes.

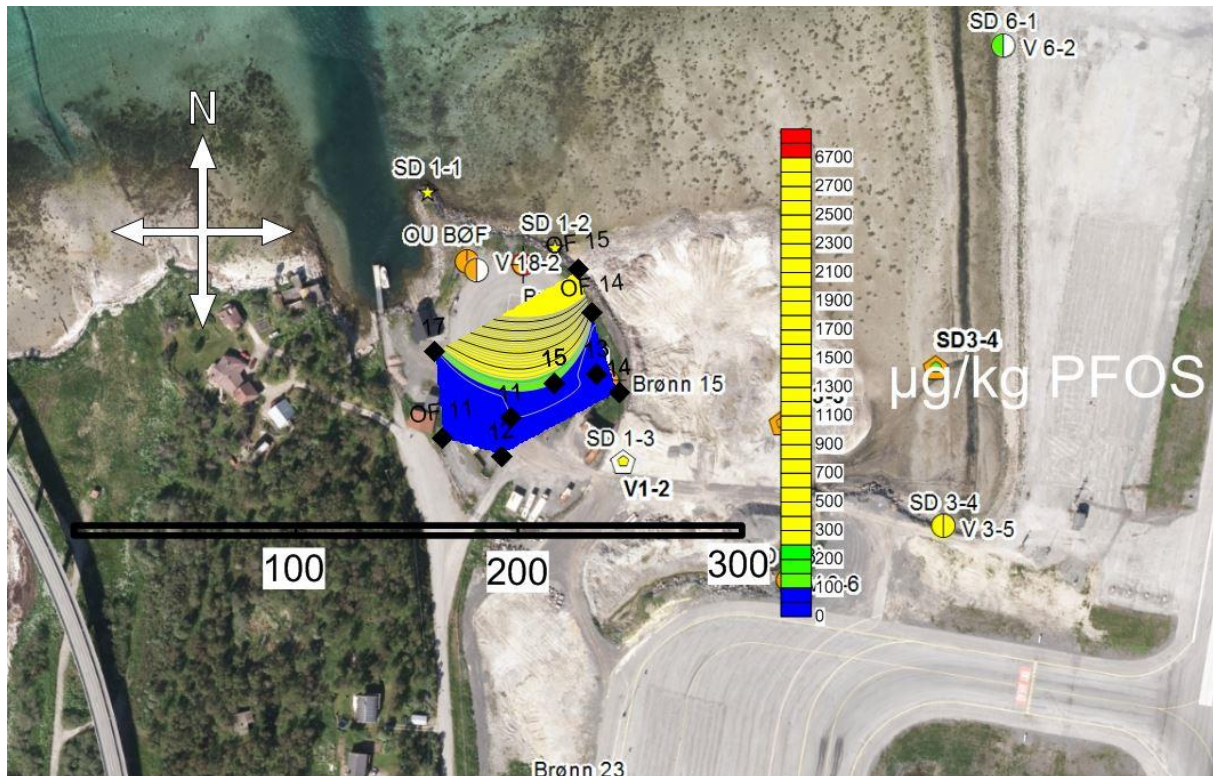


Figur 7-11. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF2 for dybde 0-0,3 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor". Fargene er basert på klassene i Tabell 4-3..



Figur 7-12. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF2 for dybde 0,3-2,5 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 7-13 viser interpolering av PFOS for hele jordprofilen (begge lag slått sammen). Interpoleringen er basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i hvert prøvepunkt nedover i jordprofilen.



Figur 7-13. Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF1 basert på gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon i hvert prøvepunkt for hele jordprofilen. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbor".

Beregning av restmengde PFOS er basert på denne interpoleringen i Figur 7-13. Årsaken til at lagene i Figur 7-11 og Figur 7-12 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 $746 \mu\text{g/kg}$. Utstrekningen av forurenset område er $5\,000 \text{ m}^2 \pm 2\,000 \text{ m}^2$. Dybden på forurenset område vil variere, men har blitt vurdert til $2,5 \pm 0,5$ meter som et gjennomsnitt for BØF2. Tettheten til massene er vurdert til $1\,600 \pm 200 \text{ kg/m}^3$. Dette gir en rest av PFOS for BØF1 på ca. $15 \pm 7 \text{ kg}$ (se avsnitt 0 for metode for utregning).

Usikkerheten i tettheten til massene er basert på at massenes egenskaper vil variere.

7.3.3 Tidsestimat på utlekking av PFOS fra prøvetatt område rundt aktiv BØF1

Viktige parametere for tidsestimatet er mengde PFOS i jord og vann. I avsnitt 7.3.2 ble det estimert en rest av PFOS igjen i grunnen på og rundt BØF-2 på $15 \pm 7 \text{ kg}$. Vannvolumet som drenerer fra området er også en viktig parameter. Vannvolumet er basert på et estimert nedbørsfelt til området rundt BØF1 på $19\,000 \text{ m}^2$ (Figur 7-10) og en årlig infiltrasjon på $1\,000 \text{ mm/år}$.

Basert på gjennomsnittskonsentrasjonen fra målinger i brønnene Brønn 18N og Brønn 15 og overflatevannprøvene V 18-2 og V 15-1 er det estimert at det lekker ut ca. $1,8 \mu\text{g}$ PFOS per

liter grunnvann/overflatevann som renner ut fra feltet til sjøen. Med et estimert vannvolum som drenerer ut fra BØF1 på $1,9 \cdot 10^7$ liter per år gir dette en utlekking av 35 g PFOS per år. Med en rest av PFOS mellom 15 ± 7 kg vil det ta mellom 230 til 630 år før all PFOS har lekket ut fra BØF1 (Tabell 7-2).

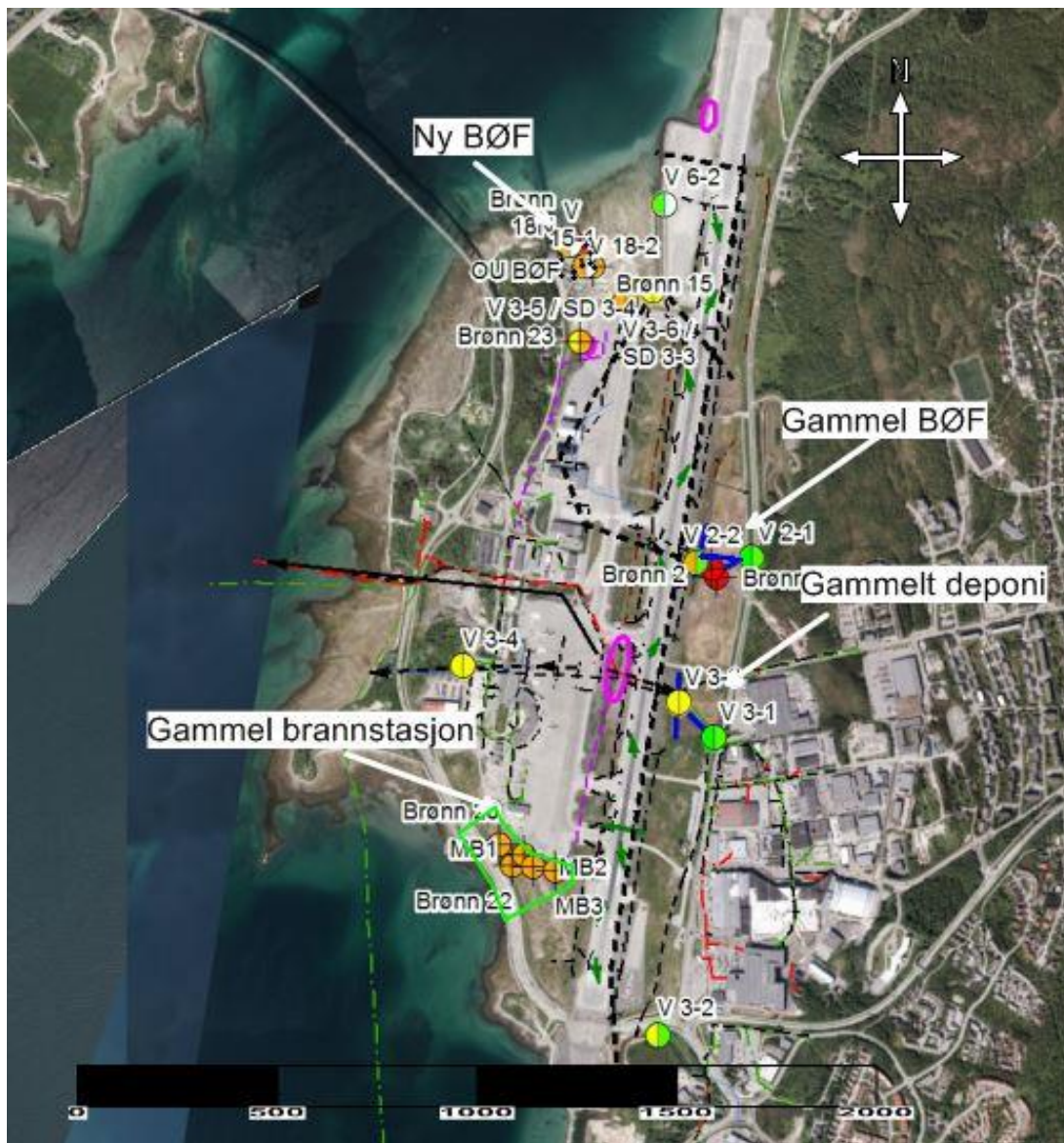
En feilkilde er at utlekkingen av PFOS per år vil minke etter hvert som det blir mindre PFOS igjen på BØF1.

Tabell 7-2. Parametere for utlekking PFOS per år fra området ved og rundt BØF1.

Vekt PFOS totalt	15 ± 7	kg
Infiltrasjon	1	m/år
Areal nedbørsfelt til BØF	19 000	m ²
Volum vann i nedbørsfelt	$1.90E+07$	l/år
Gjennomsnitt målt PFOS	1,8	µg/l
Utlekking PFOS fra BØF1	35	g/år
Antall år til all PFOS har lekket ut	230-630	år

7.4 Andre lokaliteter med mistanke om PFOS forurensning

Figur 7-14 viser lokasjoner på flyplassen hvor det er tatt prøver av overflatevann og grunnvann. Det er påvist PFOS flere steder på lufthavnen i tillegg til brannøvingsfeltene. Den største kilden til PFOS ved siden av brannøvingsfeltene ligger trolig i nærheten av den gamle brannstasjonen. Her ble brannbiler rengjort. Stasjonen ble nedlagt i 2000. Her er det plassert 5 grunnvannsbrønner som alle har påvist relativt høye PFOS-konsentrasjoner. Dette stammer kanskje fra rengjøring av brannbiler. Gjennomsnittskonsentrasjonen for alle brønnene ligger på ca. 11 000 ng/l. Brønn MB2 har den høyeste målte PFOS-konsentrasjonen på 20 500 ng/l. Brønnen MB3 har noe lavere målt PFOS-konsentrasjon enn de andre brønnene.



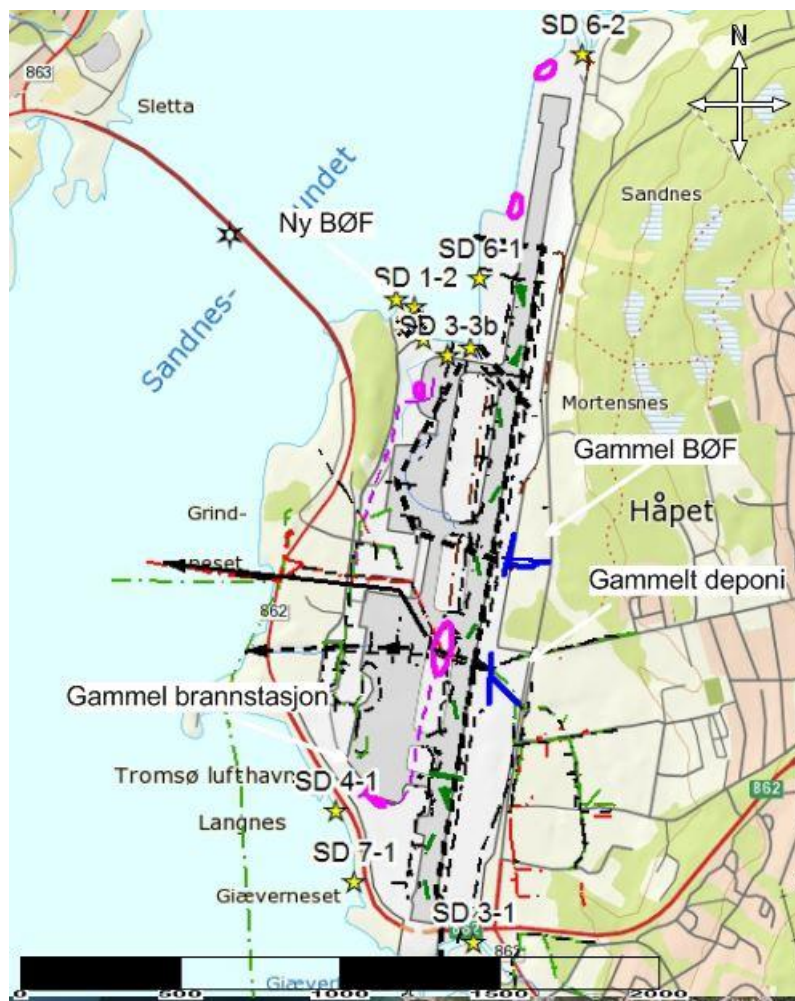
Figur 7-14. Oversikt over lokasjoner hvor det er gjort vannprøver og grunnvannsprøver. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med loddrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse, mens høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet. Nedbørsfelt til område ved gammel brannstasjon er markert med grønt.

Figur 7-14 viser antatt nedbørsfelt (basert på topografi og tette dekker) til området ved den gamle brannstasjonen. Størrelsen er på ca. 35 200 m². Med en årlig midlere nedbør på 1 000 mm/år og en gjennomsnittskonsentrasjon på 11 000 ng PFOS per liter gir dette en utlekking fra dette området på 385 g/år.

Ved området ved gammelt deponi (Figur 7-14) er det tatt en vannprøve med PFOS-konsentrasjon på 95,5 ng/l (V 3-3). Dette er lavt i forhold til konsentrasjonene ved gammel brannstasjon. Det skal ha blitt foretatt enkelte brannøvelser ved gammelt deponi på midten av 1990-tallet (informasjon fra lufthavnen).

Omtrent 220 meter nordvest for prøvepunktet V3-4 har det vært en åpen oase hvor snø ble lagret frem til 1997-1998. Her har det blitt foretatt enkelte brannøvelser på midten av 1990-tallet (informasjon fra lufthavnen).

Sedimentprøver i sjø viser PFOS-konsentrasjoner i størrelsesorden 4,0 – 6,4 µg/kg i alle prøvene med unntak av SD 3-3a som hadde så høyt som 81,8 µg/kg. Dette punktet ligger ved utløpet av overvannsledning som trolig BØF2 (nedlagt brannøvingsfelt) drenerer til (Figur 7-15).



Figur 7-15. Oversikt over lokasjoner hvor sedimentprøver i sjø vist med stjernesymbol.

7.5 Estimat av mengde PFOS og PFAS fra aktiv BØF gjennom oljeutskiller

Det er påvist PFOS/PFAS i avløpsvannet fra oljeutskilleren ved det aktive brannøvingsfeltet (gjennomsnittlig konsentrasjon på 512 ng PFOS per liter og 17 660 ng PFAS per liter). Det måles ikke vannmengder som går gjennom oljeutskiller, men dette kan estimeres ut fra nedbørdata og vannforbruk ved øvelser. Utslipet føres ut i fjorden i nord med sjøvannsledning. I 2014 ble det brukt ca. 527 000 liter til øvelser og kurs.

Størrelsen på brannøvingsplattformen er ca. 2 800 m² og nedbørsmengden er gjennomsnittlig 1 000 mm/år. Dette gir en avrenning fra nedbør til oljeutskilleren på ca. 2 800 m³/år. I tillegg er det estimert at det brukes ca. 530 m³/år vann til brannøvelser og kurs. Dette gir et totalt vannvolum som går gjennom oljeutskiller på ca. 3 330 m³/år.

Disse tallene gir et estimat på PFOS utlekking via oljeutskiller på ca. 2 g/år og utlekking av sum PFAS (inkl. PFOS) via oljeutskiller på ca. 60 g/år.

8 Oppsummering spredning

8.1 Oppsummering jord og vann

Undersøkelsene viser at det generelt er påvist lave konsentrasjoner (klasse 1 – 2) av PFOS i jord på brannøvingsfeltene.

Ett unntak er myrmasse fra 125 – 145 cm dybde som viste meget høy konsentrasjon av PFOS (28 300 µg/kg), samt innhold av de andre analyserte PFAS på 35 – 1 400 µg/kg slik at sum PFAS ligger på 30 400 µg/kg. Myra er de naturlige massene i området som har blitt tilført fyllmasser da brannøvingsfeltet ble etablert. Antagelig kan det ligge tilsvarende PFAS-konsentrasjoner i hele myrlaget under brannøvingsfeltet. Myrområdet strekker seg et godt stykke nordover. Avrenning fra feltet skjer enten nordover eller via dreneringsgrøfter og avløpsnett til Rottbøgen.

Videre er det påvist betydelige PFAS-konsentrasjoner i grunnvannsbrønner på begge brannøvingsfelt – opp til 49 500 ng/l på det aktive feltet og opp til 261 000 ng/l på det gamle feltet. Begge felt antas å ha avrenning mot Rottbøgen.

I tillegg er det påvist PFAS-konsentrasjoner i grunnvannet sør for den gamle brannstasjonen på 834 – 20 500 ng/l. Avrenningen går mot Giæverbukta.

Det aktive brannøvingsfeltet er etablert med en oljeutskiller og avløp til sjø. Vannet ut av oljeutskilleren inneholder PFAS-konsentrasjoner på 3 480 – 31 000 ng/l, hvorav PFOS utgjorde <5 % og de nyere telomerene (6:2 og 8:2 FTS) utgjorde ca. 75 – 96 %.

Lufthavnen har flere dreneringspunkter for overflatevann i randsonen av lufthavnen:

- I sør går det et rørsystem fra ca. det gamle deponiområdet og ut til Giæverbukta (punkt V3-2). Vannet viser lave konsentrasjoner av PFOS (8,2 og <5,0 ng/l).
- Vest for rullebanen ligger det et dreneringsrør (V 3-4) som ledes ut til sjø hvor det ble påvist 78,3 – 97,7 ng/l PFOS.
- Helt i nordenden av rullebanen ble det også observert og prøvetatt et avrenningssystem (V 6-3), og påvist PFOS på 57,6 ng/l.
- På veststiden av den nordlige delen av rullebanen ble det i 2011 også tatt en vannprøve av avrenning til Rottbøgen (punkt V 6-2), men det ble ikke påvist PFOS over rapporteringsgrensen.
- Øst for det aktive brannøvingsfeltet, ligger det to rørsystem med utløp til Rottbøgen (V3-6/SD3-3 og V3-5/SD3-4). I punkt V3-6/SD3-3 ble det påvist PFOS på 190 – 542 ng/l. I punkt V3-5/SD3-4 ble det påvist lave konsentrasjoner av PFOS (< 20 ng/l), samt perfluoropentansyre (PFPeA) på 35 ng/l.

8.2 Restmengder i jord og spredning av PFAS

Øving med brannskum har ført til at det har blitt spredd totalt ca. 7 000 kg PFOS i perioden 1985 til 2001 og ca. 1 900 kg PFAS (med hovedvekt fluortelomerer) i perioden 2001 til 2012. Disse stoffene har i stor grad blitt transportert ut til sjø ved Tromsø lufthavn. Basert på målinger i jord og vann er det beregnet at det ligger igjen 30-120 kg PFOS ved brannøvingsfeltene i dag. Det årlige forbruket over en 30-årsperiode er beregnet til ca. 440 kg PFOS pr år som følge av øving med brannskum. Etter utfasingen av fluorholdig skum i 2012 viser målinger og beregninger at det er igjen en aktiv spredning fra grunnforurensning ved brannøvingsfelt i størrelsesorden 0,15 kg PFOS pr år. I tillegg er det estimert at det lekker ut ca. 0,39 kg PFOS pr år ved den gamle brannstasjonen. Den totale utlekkingen av PFOS fra lufthavnen er trolig

noe større enn dette på grunn av flere potensielle kilder der det har blitt utført et begrenset antall øvelser med brannskum (se avsnitt 7.4).

Det er estimert at det er en rest på mellom 20-100 kg PFOS på BØF2 - nedlagt felt. Det er estimert at det har blitt brukt ca. 7 000 kg PFOS på BØF2. Konsentrasjonen i vannet som drenerer fra brannøvingsfeltet er målt til 545 ng/l. Det er estimert at det lekker ut ca. 120 g PFOS per år fra området. Denne årlige utlekkingen vil gradvis reduseres etter hvert som det blir mindre PFOS igjen på feltet. Det vil trolig ta mellom 170-850 år før all PFOS har drenert ut fra BØF-1 i sin helhet. Hoveddelen av PFOS-utlekking skjer sannsynligvis i forbindelse med mye nedbør og snøsmelting. Det er sannsynlig at den årlige spredningsmengden er avtagende, men at det vil ta lang tid før utlekkingen opphører helt (over hundre år).

PFOS-forurensningene i området rundt BØF1 – aktivt felt er avgrenset av sjøen rundt feltet. Det er estimert at det er 15 ± 7 kg PFOS ved BØF1 og at det lekker ut ca. 35 g PFOS per år. Det er estimert at det ble brukt ca. 1 750 kg PFAS på BØF1. PFOS ble til en viss grad faset ut fra brannskummet i 2001, men det er opplyst at dette innebar at det fortsatt kunne være så mye som 10 mg PFOS per liter brannskum (se avsnitt 5.2.1). På grunn av lekkasje i sandfang kum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget (2011) er det sannsynlig at det er PFOS under det tette dekket på feltet. Mye av PFAS brukt i brannslukking har sannsynligvis gått via oljeutskiller nord til sjø via sjøledning.

8.3 Oppsummering biota

Undersøkelsene av biota begrenser seg til marint miljø. Det ble analysert diverse prøver av fiskekjøtt og kuskjell fanget i 2012, samt strandbiota fanget i både 2012 og 2013.

Det ble ikke påvist PFAS i fisk eller skjell, men det ble funnet PFAS (hovedsakelig PFOS) i både børstemark og tanglopper, tilsvarende kategori II og III (*God – Moderat miljøtilstand*).

De funnene som er gjort, er i strandbiota rett utenfor utslippspunktene, og utgjør et lite areal. Mens i biota i de frie vannmassene, er det ikke påvist PFAS.

Med bakgrunn i internasjonal kunnskap om toksiske effekter av PFAS på ulike organismer, så synes spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn å gi liten skade på de undersøkte artene og tilgrensende økosystem.

8.4 Matbiota og risiko for mennesker

Tromsø lufthavn ligger på Tromsøya, og det foregår sannsynligvis både fritids- og yrkesfiske i fjorden utenfor lufthavna. Det er gjennomført diverse undersøkelser av fiskekjøtt, kuskjell og strandbiota med hensyn på PFAS i forbindelse med denne undersøkelsen. Det ble ikke funnet PFAS i noen av prøvene av matbiota.

Mattilsynet har vurdert analysedata fra fisk og kuskjell ved Tromsø lufthavn i tilknytning til denne undersøkelsen i 2012. Mattilsynet (2013) skriver at «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.»

Mat fra terrestrisk biota som jaktbart vilt og husdyr inngår ikke i denne undersøkelsen.

9 Referanser

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.

Direktoratsgruppen (2013). Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 263 s.

Dr. Sthamer (2014), skriftlig korrespondanse, Hamburg (<http://www.sthamer.com>).

Du, G., Hu, J., Huang, H., Qin, Y., Han, X., Wu, D., Song, L., Xia, Y. and Wang, X. (2013). Perfluorooctane sulfonate (PFOS) affects hormone receptor activity, steroidogenesis, and expression of endocrine-related genes in vitro and in vivo. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 32, No. 2, pp. 353–360.

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.

Fjeld, E., Bæk, K., Rognerud, S., Rundberget, J.T., Schlabach, M. og Warner, N.A. (2015). Miljøgifter i store norske innsjøer, 2014. M-349, 101 s.

Giesy, JP, Kannan, K. (2001) Global Distribution of Perfluorooctane Sulfonate in Wildlife. *Environ. Sci. Technol.* 2001, **35**, 1339 – 1342.

Glynn, A, Cantillana, T, Bjermo, 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.

Gravem, F.R., Breyholtz, B., Halvorsen, E., Jensen, J.G.B., Grootjans, K., Sørbotten, L-E., Været, L og Kaasa, H. (red) (in prep). Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Fagernes lufthavn, Leirin. Avinorrapport utarbeidet av Sweco Norge AS (red.) og Norconsult AS.

Gravem, F.R., Kaasa, H., Jensen, J.G.B, Breyholtz, B., Været, L. og Halvorsen, E. (2015). Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Kristiansand lufthavn, Kjevik. Avinorrapport utarbeidet av Sweco Norge AS (red.) og Norconsult AS.

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, L.S. (2012). Hvordan eksponeres vi for PFOS og PFOA og hva er mulig konsekvens/toleranse. Innlegg på fagtreff i Vannforeningen 29.10.2012.

Haug, L.S., Salihovic S, Jogsten IE, Thomsen C, van Bavel B, Lindström G (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. (2015). Bioconcentration and Transcriptional Effects of Fire Foam-Related PFASs on Brown Trout (*Salmo trutta*). Master thesis in toxicology, Department of Biosciences, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo, June 2015. 102 p.

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.

Henriksen S. and Hilmo O. (red.) (2015). Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge. ISBN: 978-82-92838-41-9.

Jensen, J.G.B., Gravem, F.R., Været, L., Søvik, M.-L., Halvorsen, E., Kvisle, V. og Kaasa, H. (in prep c). Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Alta lufthavn. Avinorrapport utarbeidet av Sweco Norge AS (red.) og Norconsult AS.

Jensen, J.G.B., Hveding, Ø.P., Breyholtz, B., Været, L., Halvorsen, E., Gravem, F.R. og Kaasa, H. (in prep b). Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Ålesund lufthavn, Vigra. Avinorrapport utarbeidet av Sweco Norge AS (red.) og Norconsult AS.

Jensen, J.G.B., Kaasa, H., Gregersen, H., Breyholtz, B., Halvorsen, E., Været, L., Gravem, F. og Grootjans, K. (in prep a). Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Sogndal lufthavn, Haukåsen. Avinorrapport utarbeidet av Sweco Norge AS (red.) og Norconsult AS.

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.

perfluoroalkyl substances in brown trout (*Salmo trutta*). Master thesis in toxicology, Department of Biosciences, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo, June 2015. 98 p.

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.

Kaasa, H., Jensen, J.G.B., Gravem, F.R., Hveding, Ø.P., Halvorsen, E., Været, L. og Breyholtz, B. (2015). Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Avinorrapport utarbeidet av Sweco Norge AS (red.) og Norconsult AS.

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 (2013a). Bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota. Rapport. TA-3001. 105 s.

KLIF (2013b). Miljøgifter i fisk og zooplankton i Mjøsa, 2012. TA 3028/2013.

Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.

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 (2015a). Vurdering av innholdet av PFAS i fisk i fiskevann rundt Harstad/Narvik Lufthavn, Evenes. Ref. 2015/44730. Brev datert: 09.04.2015.

Mattilsynet (2015b). Vurdering av PFAS i fisk ved Avinor AS lufthavner Ålesund lufthavn (Vigra), Sogndal lufthavn (Haukåsen) og Fagernes lufthavn (Leirin). Ref. 2014/90780. Brev datert: 29.01.2015.

Miljødirektoratet (2014). <http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2014/Januar-2014/Reduserer-miljogift-utslipp-fra-avfallsbehandling/>. Publisert 28.01.2014.

Mills, L.J., Gutjahr-Gobell, R.E., Borsay Horowitz, D., Denslow, N.D., Chow, M.C. and Zaroogian, G.E. (2003). Relationship between Reproductive Success and Male Plasma Vitellogenin Concentrations in Cunner, *Tautoglabrus adspersus*. Environmental Health Perspectives. Volume 111, number 1, January 2003, 93-99.

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.

Norconsult (2013). Oslo Lufthavn risikoanalyse for PFOS-spredning. PFOS-Risikoanalyse – Utrekning av Kd.

Nordskog, A.M. (2012). Leaching of PFCs from soil polluted by firefighting activities. Master thesis, Department of Geosciences, UIO, Oslo, Norway.

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

Pethon, P. (2005). Aschehougs store fiskebok. 5 utg. Aschehoug, Norge. ISBN: 82-03-23247-7

Qi, P., Wang, Y., Mu, J., Wang, J. (2011). Aquatic predicted no-effect-contamination derivation for perfluorooctane sulfonic acid. Environmental Toxicology and Chemistry 30: 836-842.

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 (2012). Miljøprosjektet DP 2. Miljøtekniske grunnundersøkelser – Tromsø lufthavn, Langnes. Rapport 168180-340-1.

US EPA (2009). Long-Chain Perfluorinated Chemicals (PFCs) Action Plan. 12/30/2009. 24 s.

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.

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

Yamashita, N. 2011. Trophic Magnification of Poly- and Perfluorinated Compounds in a Subtropical Food Web. Environ. Sci. Technol. 2011, 45, 5506–5513

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)

Internett

Livsmedelverket: www.slv.se

Miljøstatus: www.miljostatus.no/kart

Miljødirektoratet: <http://www.dn.no/d2/2014/05/29/Milj/farlige-forbindelser>

Vedlegg 1: Undersøkte arter Tromsø

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.

Fangsttinsatsen 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.

Kuskjell (*Arctica islandica*), er vanlig langs Norskekysten. Kuskjellet (se Figur 1) graver i sand og mudder fra nederst i fjæra til dypere vann. Det kan bli opp til 12 cm og lever vanligvis nedgravet i mudder og sand slik at bare de korte sifonene stikker opp (Wiborg og Bøhle 1968). Fødepartikler skilles fra vannstrømmen, og avføringen pumpes ut gjennom "ut"-siphonen. Muslingen forekommer fra tidevannssonen og nedover, vanligvis på 5 til 25 meters dyp. Kuskjellene kan bli svært gamle (over 400-500 år). Kuskjell er av stor betydning på Island som agnskjell. De kan spises, og blir spist i andre europeiske land. I USA høstes flere hundre tusen tonn årlig. I Norge blir de også brukt som agnskjell <https://snl.no/kuskjell>. Steinbit spiser kuskjell.



Figur 1. Kuskjell fanget i Bergen.

Foto: Finn R. Gravem

Torsk (*Gadus morhua*). Det finnes to typer torsk i Norge, der den ene kalles kysttorsk og den andre skrei (som gytemoden) og loddetorsk (som umoden). Torsk (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 Nord-Vestlandet. 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 raudåte. Av bunndyr liker den børstemark, slangestjerner, og muslinger (Fjeldseth og Tørmoen, 1997; Jonsson og Semb-Johansson, 1996; Pethon, 1985).



Figur 2. Torsk fanget i Kristiansand. 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 og Semb-Johansson, 1996a). Lomren kan bli over 20 år.

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 brakkvann 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 og Semb-Johansson, 1996a).



Figur 3. Skrubbe fanget ved Kjevik. Foto: Finn Gravem.

Fjæremark, (*Arenicola marina*), tilhører familien Arenicolidae og er blant de flerbørstemark som bor i rør. Kalles også agnmark eller sandmark på norsk. Dette er en av vår vanligste børstemark, og som lett kjennes igjen på strendene. Brukes ofte som agn. Fjæremarken kan bli 20 cm lang, og kan minne om meitemark i utseende (Figur 4). Den forreste og tykkeste del av kroppen består av 19 kroppsledd eller segmenter. Noen av segmentene har gjeller og tallrike børster på parodiene. Bak de tykkere segmentene har de en smalere hale, som ikke har børster. Fjæremark graver i sandbunn på ganske grunt vann. De danner U-formede ganger, hvor de to åpningene svarer til for- og bakenden. De suger vann og sand inn gjennom munnen, og lever av de medfølgende næringsstoffene. Utførselsåpningen dekkes etterhvert av en liten haug med oppdyngede ekskrementer av sand som viser dyrets oppholdssted. Slike små sandhoper kan ofte sees ved lavvann. Dyrets egen kanal går opptil 20 cm ned i sanden <http://snl.no/fjæremark>.



Figur 4. Fjæremark (*Arenicola marina*).



Figur 5. Vanlig tangloppe (*Gammarus locusta*).

Vanlig tangloppe

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 (Figur 5). Tangloppene er flattrykke 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 (Campbell 1976). Vanlig tangloppe spiser hovedsakelig alger som for eksempel havsalat (*Ulva spp.*). Store hanner kan imidlertid også spise mindre artsfrender (Anderson et. Al 2009).

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.

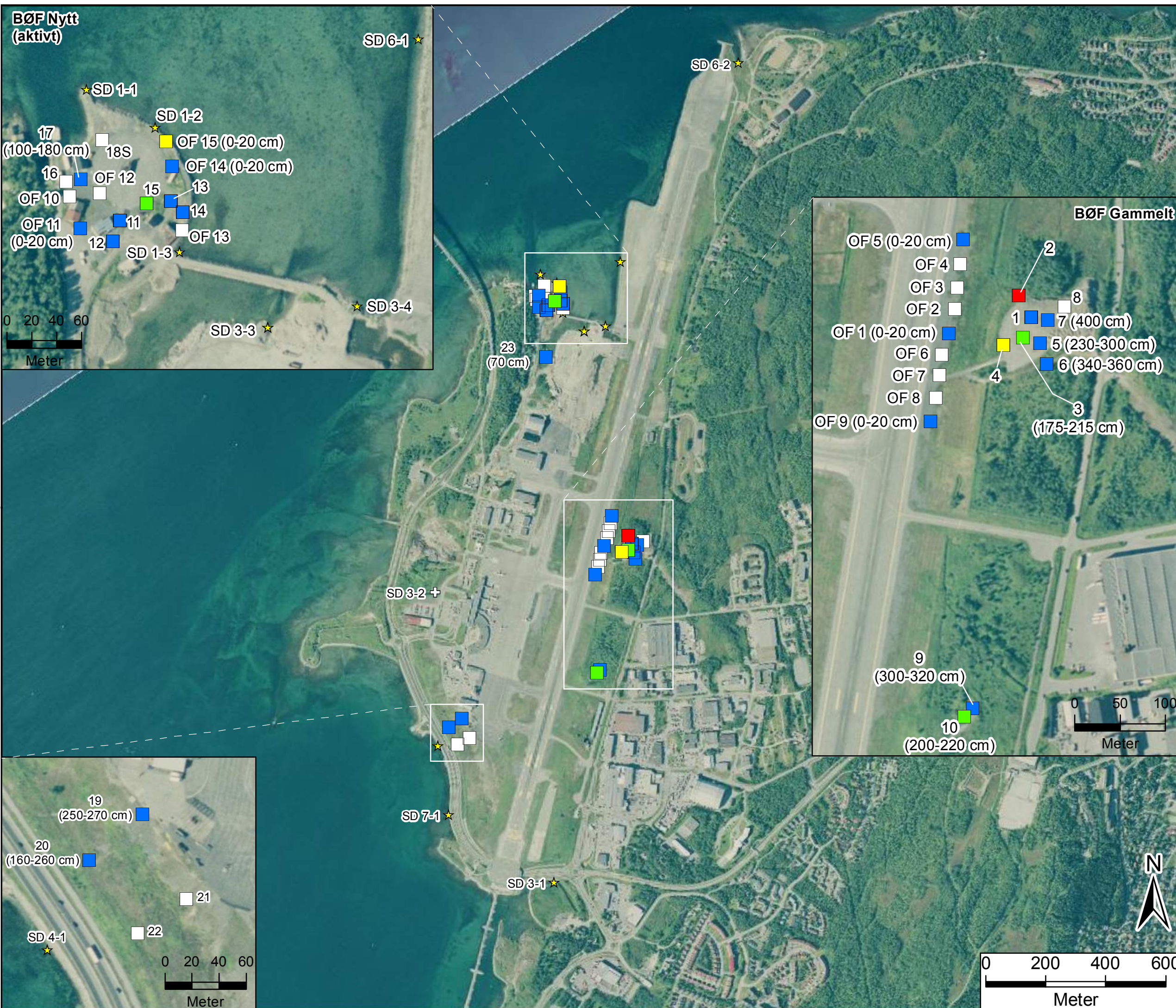
TDI: livslangt tolererbart daglig inntak av et stoff

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**



Tromsø lufthavn
Langnes (ENTC)

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 sediment marint (ug/kg)

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

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense
i.a. = ikke analysert

Norconsult
COWI
AVINOR
SWECO



Mrk. varierende skala for x-aksen i diagrammene

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense
i.a. = ikke analysert

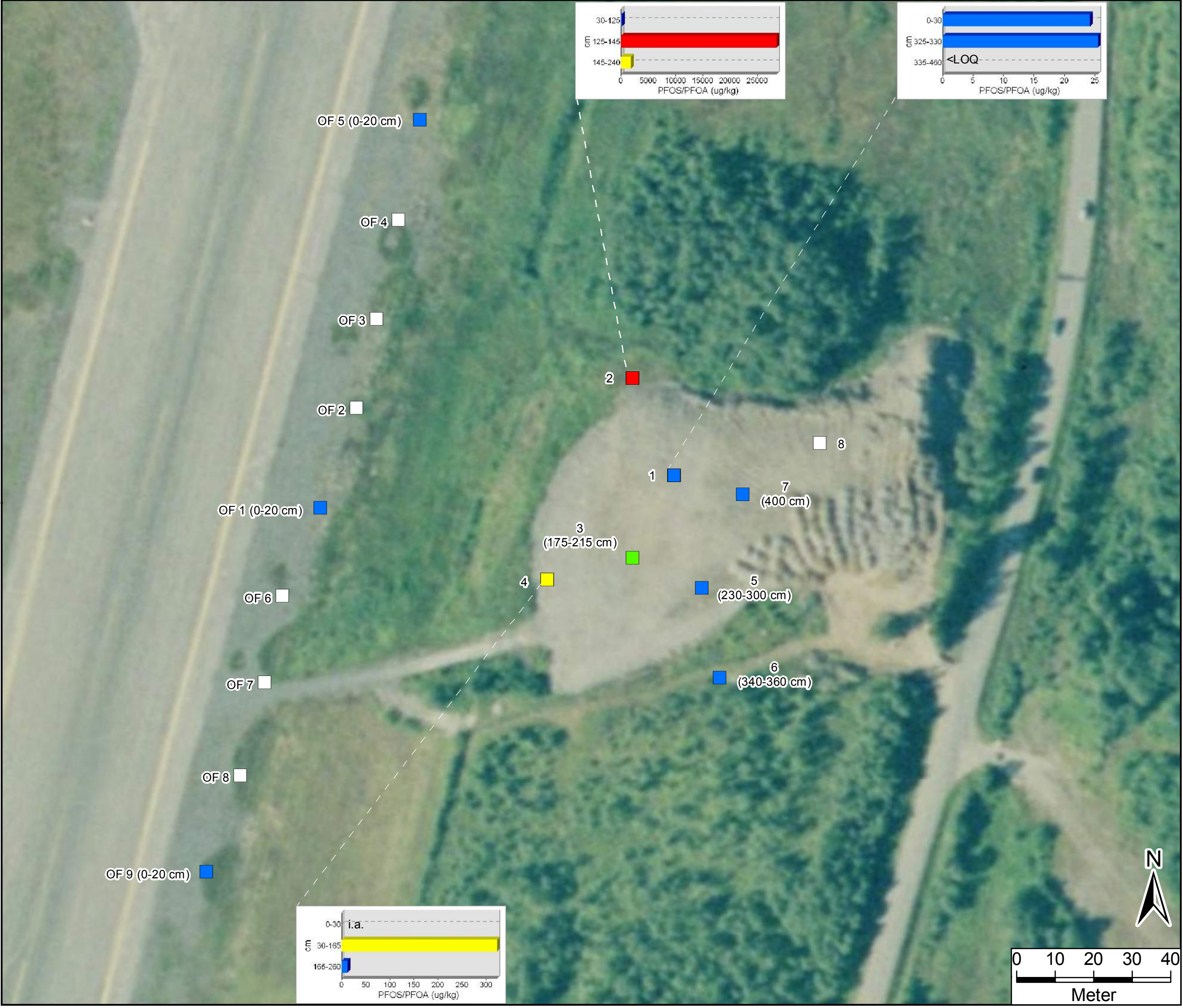
Norconsult

COWI

AVINOR

SWECO

Tromsø lufthavn
Langnes (ENTC)
Brannøvingsfelt, gammelt
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

Mrk. varierende skala for x-aksen i diagrammene

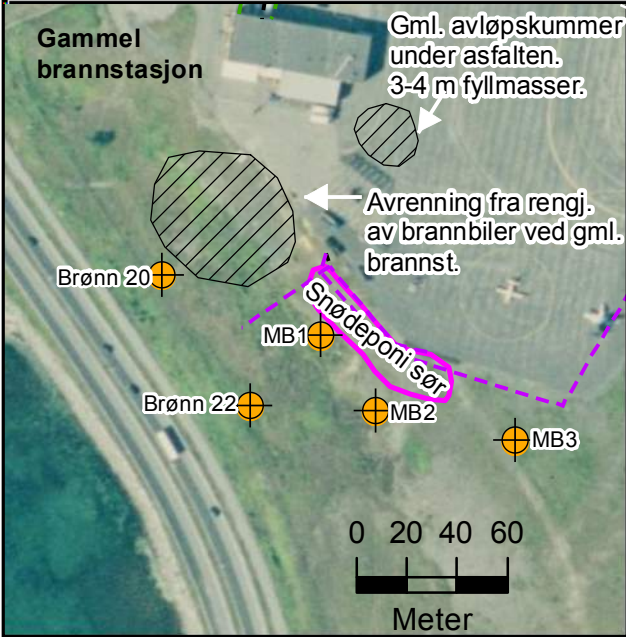
* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense
i.a. = ikke analysert

Oljeutskiller BØF					
Punkt	Parameter	2013-04-04	2013-06-06	2014-05-26	2014-09-26
OU BØF	PFOS	75.4	1280	785	133
	ΣPFAS	5700	33500	31000	3480
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l					

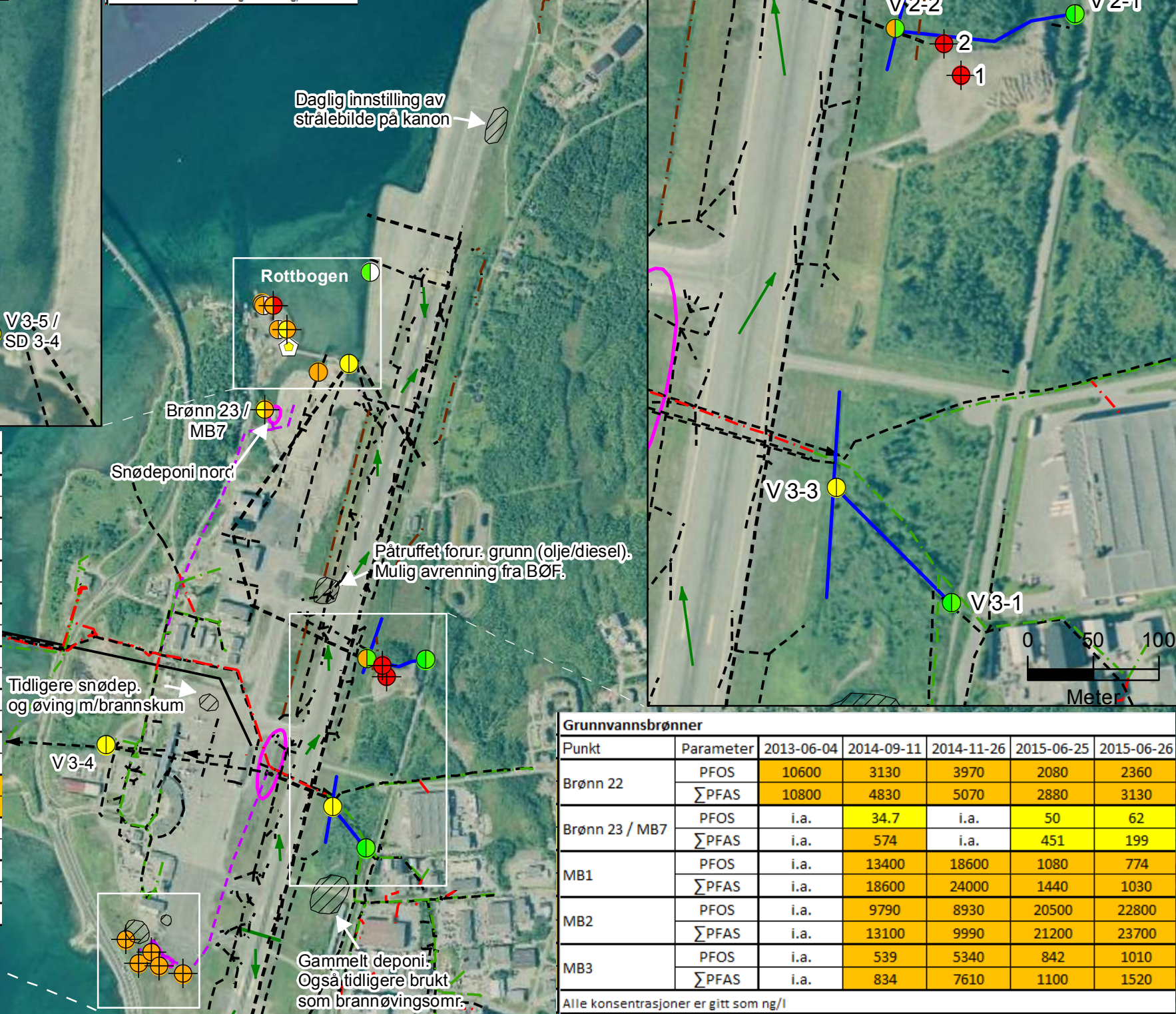


Ferskvann					
Punkt	Parameter	2011-08-17	2012-05-24	2014-09-11	2015-06-26
V 2-1	PFOS	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.
V 2-2	PFOS	545	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
V 3-1	PFOS	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.
V 3-2	PFOS	8.2	<LOQ	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.
V 3-3	PFOS	i.a.	95.6	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	203	i.a.	i.a.
V 3-4	PFOS	97.7	78.3	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	161	i.a.	i.a.
V 3-5 / SD 3-4	PFOS	14.6	10.9	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	19.4	35.3	i.a.
V 3-6 / SD 3-3	PFOS	542	459	190	268
	ΣPFAS	i.a.	699	367	515
V 6-2	PFOS	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
V 6-3	PFOS	57.6	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l					



Grunnvann i sjakt		
Punkt	Parameter	2011-08-17
V 15-1	PFOS	6640
	ΣPFAS	i.a.
V 18-2	PFOS	298
	ΣPFAS	i.a.
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l		

Sjøvann		
Punkt	Parameter	2011-08-17
V1-2	PFOS	19.3
	ΣPFAS	i.a.
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l		



Grunnvannsbrønner						
Punkt	Parameter	2013-06-04	2014-09-11	2014-11-26	2015-06-25	2015-06-26
Brønn 22	PFOS	10600	3130	3970	2080	2360
	ΣPFAS	10800	4830	5070	2880	3130
Brønn 23 / MB7	PFOS	i.a.	34.7	i.a.	50	62
	ΣPFAS	i.a.	574	i.a.	451	199
MB1	PFOS	i.a.	13400	18600	1080	774
	ΣPFAS	i.a.	18600	24000	1440	1030
MB2	PFOS	i.a.	9790	8930	20500	22800
	ΣPFAS	i.a.	13100	9990	21200	23700
MB3	PFOS	i.a.	539	5340	842	1010
	ΣPFAS	i.a.	834	7610	1100	1520
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l						

Grunnvannsbrønner				
Punkt	Parameter	2012-05-24	2013-06-04	2014-09-11
Brønn 1	PFOS	198000	i.a.	164000
	ΣPFAS	261000	i.a.	175000
Brønn 2	PFOS	44100	i.a.	37300
	ΣPFAS	58900	i.a.	48500
Brønn 15	PFOS	99.8	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	5280	i.a.	3670
Brønn 18N	PFOS	2110	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	49500	i.a.	i.a.
Brønn 20	PFOS	i.a.	i.a.	17100
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	20500
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l				

Tromsø lufthavn Langnes (ENTC)

Oversiktskart

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

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

⊕ Ikke analysert

● 0

● <LOQ

● LOQ-23

● 23-7 200

● >7 200

Avlopsledning

— Avløp annet

— Avløp Felles

— Drensvann

— Glykolholdig overvann

— Glykolholdig spillvann

— Overvann

— Pumpespillvannsledning

— Spillvann

Avrenning

— Deponi glykolforurensset snø

— Overvannsledning

— Avrenningsveg glykol

— Bekkeresipient

— Overvannssystem

— Vannskille rullebane

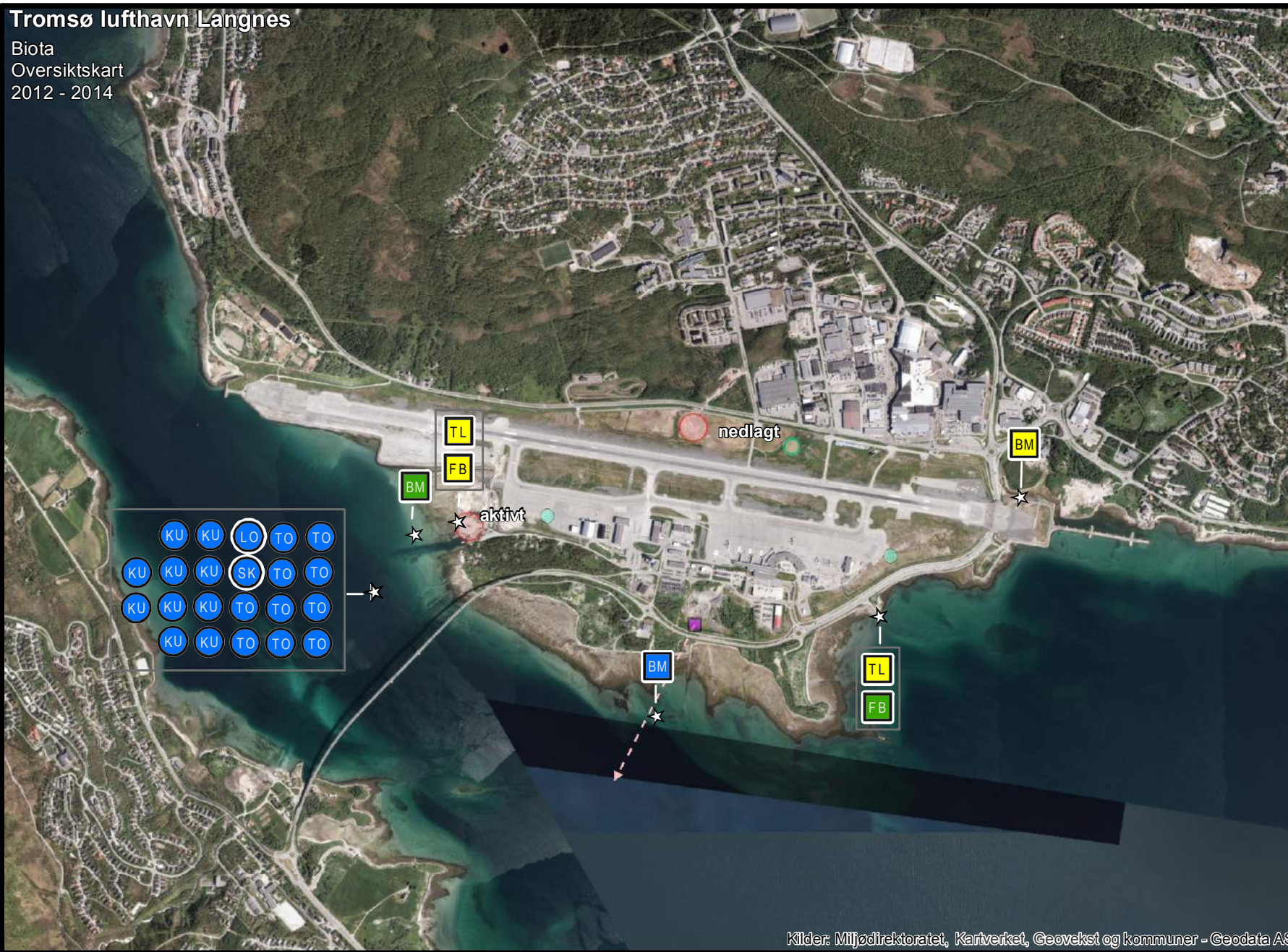
— Antatt avrenningsveg baneavising

i.a. = ikke analysert
LOQ = rapporteringsgrense

Vedlegg 5 Oversiktskart biota med prøvepunkter fra undersøkelser 2012 - 2014

Tromsø lufthavn Langnes

Biota
Oversiktskart
2012 - 2014



☆ prøvepunkt

□ Hele individer

○ muskel

□ flere individer

BM børstemark (spp.)

FB flerbørstemark (spp.)

KU kuskjell

LO lomre

SK skrubbe

TL tangloppe (spp.)

TO torsk

PFAS/kg våtvekt

□ < LOD (Limit of detection)

□ LOD - 9,1 µg

□ > 9,1 - 91,3 µg

□ > 91,3 µg

○ deponi

○ snødeponi

□ avløpsanlegg

— utløp (avløpsanlegg)

0 500 Meter

168187, NOERAT, 31.05.2016

SWECO

Kilder: Miljødirektoratet, 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 polyfluoreerte 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 forurensset.

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, vegetabilier). 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)

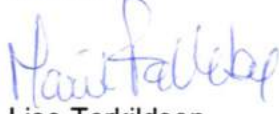
Det er her de høyeste verdiene av PFOS er målt i 9-pigg stingsild, 3-pigg stingsild og iskrubbe som er fangstet i en bekk som renner fra et gammelt brannøvingsfelt og videre ut i Topdalselva. På denne lokaliteten Hovedstasjon ferskvann – Topdalselva, viser analyser av 9-pigg stingsild 1300 µg/kg, for 3-pigg stingsild 1700 µg/kg og av skrubbe (en blandingsprøve) 1000 µg/kg. Analyseverdier 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)